

# 第132回 日本森林学会大会学術講演集

---

2021. 3. 19～23



---

## 第132回日本森林学会大会プログラム

---

会期 2021年3月19日(金)～3月23日(火)ただし、22日(月)を除く

会場 Web開催

### 大会日程

3月19日(金)

9:00～10:30 木材学会・日本森林学会合同オープニングセレモニー  
「学協会連携企画オンデマンド配信開始」

3月20日(土)

9:00～16:15 研究発表(企画シンポジウム, 公募セッション)

16:30～18:30 【学会企画】帰国留学生会員およびアジアの林学会とのネットワークフォーラム

3月21日(日)

9:00～11:00 日本森林学会各賞授賞式・受賞者講演

13:30～17:30 公開合同シンポジウム「シン時代の森林・木材を考える」

18:00～20:00 合同大会企画「若手の会」

3月22日(月) 休止日

3月23日(火)

9:00～17:15 研究発表(部門別発表)

11:00～12:30 【学会企画】高校生ポスター表彰式とパネルディスカッション「大学で森林を学ぶ」

3月24日(水)

13:00～15:00 【学会企画】二学会におけるダイバーシティ推進の取り組みとこれから

16:00～17:30 【学会企画】聞いてみたい!女性研究者によるフィールドワーク&ライフイベント

3月19日(金)～23(火) 研究発表(ポスター)

---

主催 一般社団法人日本森林学会

後援 東京農工大学大学院農学研究院, 府中市

第132回日本森林学会大会運営委員会

土屋俊幸(委員長), 戸田浩人(副委員長), 崔東寿, 五味高志, 岩岡正博, 加用千裕, 小池伸介, 松本武, 及川洋征, 白木克繁, 竹本太郎, 吉田智弘

連絡先 〒183-8509 東京都府中市幸町3-5-8 東京農工大学農学部

第132回日本森林学会大会運営委員会

E-mail: 132committee-groups@go.tuat.ac.jp

第71回 日本木材学会大会・第132回 日本森林学会大会 合同大会

## 公開合同シンポジウム

# シン時代の森林・木材を考える



令和 3年 3月21日(日) 開演 13:30 会場: オンラインライブ開催  
終演 17:30 (ZoomウェビナーとYouTube配信による一般公開)

参加費無料・申込不要

いま人間社会は、新型コロナウイルス感染症、気候変動、人口減少社会、生物多様性の劣化などの、未曾有の複合的な危機を迎えており、その解決には、社会を大きく変革していく中で、様々な分野の総合的かつ連携的な取り組みが求められています。いまこそ、来るべき社会変革における森林・木材のあり方について、長中期的な視点で、今後の私たちの進むべき道筋について議論を始めることが必要となっています。

本シンポジウムでは、海洋のマイクロプラスチック汚染問題の世界的な研究者であるとともに、近年、広く社会変革の必要性について発言されている高田秀重氏を基調講演者に迎え、森林科学と木材科学両分野の専門家の登壇を得て、「シン(新・森)時代の森林・木材」について広く、深く考えたいと思います。



プログラム 司会: 竹村 彰夫 NPO法人 才の木

- 基調講演 プラスチック依存社会からの脱却へ向けて  
高田 秀重 氏 東京農工大学 大学院農学研究院
- 講演1 流域的視点から見るグリーンインフラとしての森林とその管理の方向性  
五味 高志 氏 東京農工大学 大学院農学研究院
- 講演2 シン時代の私たちと森林・木材:「森」時代は本当に来るのか?  
石崎 涼子 氏 森林研究・整備機構 森林総合研究所
- 講演3 街を森にかえる<環境木化都市の実現>を目指して  
中嶋 一郎 氏 住友林業株式会社 筑波研究所
- 講演4 木質バイオマスから持続的・循環型社会の構築へ  
福島 和彦 氏 名古屋大学 大学院生命農学研究科
- パネル討論 コーディネータ: 土屋 俊幸 公開合同シンポジウム実行委員会

森林・自然環境技術教育研究センター(JAFEE)による森林分野CPD(4時間)認定プログラム

本シンポジウムは、公益社団法人 国土緑化推進機構「緑と水の森林ファンド」からの助成を受けています。

共催: 一般社団法人 日本森林学会、一般社団法人 日本木材学会、公益社団法人 国土緑化推進機構、特定非営利活動法人 才の木  
後援: 府中市、東京農工大学大学院農学研究院

問合せ: 日本木材学会・日本森林学会合同大会公開シンポジウム実行委員会

公開合同シンポHP <https://sites.google.com/go.tuat.ac.jp/w-f-joint-symposium2021>

Email: horikaw@cc.tuat.ac.jp(堀川 祥生)



## 2021 年度 日本森林学会各賞 受賞者および受賞業績

## 1. 日本森林学会賞

伊藤 哲 (宮崎大学)  
生態系サービスを考慮した人工林の配置論と施業論

大橋 瑞江 (兵庫県立大学)  
樹木根系の持つ炭素の貯留能とその動態に関する研究

## 2. 日本森林学会奨励賞

後藤 栄治 (九州大学)  
Chloroplast accumulation response enhances leaf photosynthesis and plant biomass production

久野 真純 (東京大学)  
Species-rich boreal forests grew more and suffered less mortality than species-poor forests under the environmental change of the past half-century

## 3. 日本森林学会学生奨励賞

中山 理智 (投稿時：京都大学 応募時：京都大学)  
Does conversion from natural forest to plantation affect fungal and bacterial biodiversity, community structure, and co-occurrence networks in the organic horizon and mineral soil?

執行 宣彦 (投稿時：東京大学 応募時：森林総合研究所)  
Plant functional diversity and soil properties control elevational diversity gradients of soil bacteria

## 4. 日本森林学会功績賞

大石 康彦 (森林総合研究所)  
森林教育の研究

## 5. Journal of Forest Research 論文賞

Takashi Masaki, Shin Abe, Shoji Naoe, Shinsuke Koike, Ami Nakajima, Yui Nemoto and Koji Yamazaki  
Horizontal and elevational patterns of masting across multiple species in a steep montane landscape from the perspective of forest mammal management. (Journal of Forest Research Vol.25, No.2, 92–100, 2020)  
(筆頭著者の所属：森林総合研究所)

## 6. 日本森林学会誌論文賞

山本 伸幸  
日本における森林計画制度の起源. (日本森林学会誌 102 巻 1 号, 24–30, 2020 年) (筆頭著者の所属：森林総合研究所)

山田 亮・白岡 千帆里・能條 歩  
福島県在住の小中学生を対象とした森林体験を伴う自然体験活動が生きる力と自然との共生観に及ぼす効果. (日本森林学会誌 102 巻 1 号, 69–76, 2020 年) (筆頭著者の所属：北海道教育大学 岩見沢校)

3月21日(日)9:00から、授賞式ならびに学会賞、奨励賞、学生奨励賞の受賞者講演をオンラインで行います。また、大会開催期間中、Journal of Forest Research 論文賞・日本森林学会誌論文賞のポスターをオンラインのポスター会場にて展示します。



## 大会へ参加される方へ

### 大会アカウントの登録

大会は、Linc Biz を用いて開催します。参加登録をされた皆様には、以下の送信者名・タイトルの招待メールが届きますので、そのメールに従って Linc Biz にアクセスし、アカウント登録をしてください（送信者名：Linc Biz アカウントサービス、件名：LINC Biz のユーザーに招待されました）。アカウント登録後にメールが通知されるので、表示されるログイン URL をクリックしてログインしてください。（或いは、<https://getlincbiz.jp>）。

## 研究発表される方へ

研究発表者は、口頭発表、ポスター発表いずれについても、研究発表ファイルを事前に提出して頂きます。

### 口頭発表

口頭発表は Zoom Webinar を利用して行います。Linc Biz からお入りください。発表はプログラムに基づき、リアルタイムでの発表です。発表時間は、一般部門および公募セッションの場合は 15 分(発表 12 分、質疑 3 分)です。企画シンポジウムは、コーディネータが時間内で配分した時間となります。発表当日は、プログラムに沿って、発表者の操作でプレゼンテーション動画を画面共有して配信してください。画面共有ができないなどのトラブルが発生した際には、事前提出していただいたファイルを用います。2021年3月12日(金)までに、森林学会 web site の各種申込みメニューから提出してください。事前にファイルが提出されていないと、当日のトラブル発生の際には講演中止となります。

事前発表操作練習は 2021 年 3 月初旬～中旬に行います。日時や手順などの詳細は、座長や発表者などへご連絡いたします。質疑応答は発表時間中に「Q&A」に記入いただいたものに対して、発表者が口頭で応答する方法とします。座長は一般部門の発表には、3～7 題発表ごとに配置します。詳細は学会 HP のお知らせをご参照ください。

### ポスター発表

ポスター発表は Linc Biz を利用して行います。事前に提出いただいたポスターファイルを、学会の大会期間中に大会特設ウェブサイトに掲示します。3月12日(金)から18日(木)までの間にオンラインポスターを各自に割り当てられた Linc Biz 上のパブリックチャンネルに掲示してください。ポスターは jpeg 形式の画像ファイルでアップロードしてください。パワーポイント形式は Linc Biz では開くことができません。必ず jpeg 形式の画像ファイルで掲示してください。1 件 100 MB、解像度は 6048×4032 pixel までアップロード可能です。質疑応答は掲示期間中にチャットで質問を受け付けて、発表者はチャットで応答する方法とします。リアルタイムの質疑応答(コアタイム)は行いません。

### 企画シンポジウム等での発表

運営はコーディネータ(責任者)に一任していますので、コーディネータからの指示に従って準備してください。また、本大会はオンラインであるため、従来最終日に行っていた関連研究集会等を大会としてまとめて行うことはいたしません。関連研究集会等を別途ご準備されている場合は、そのコーディネータ(責任者)などへお問い合わせください。

## 大会スケジュール 3月20日

開始時刻／会場	Room 1	Room 2	Room 3	Room 4	Room 5	Room 6	Room 7	Room 8	Room 9	Zoom
8:30										
8:45	S1	T1	S2	S3	T2	S4	S5	S6	T3	
9:00	S1-1 S1-2 S1-3 S1-4 S1-5	T1-1	S2-1 S2-2 S2-3 S2-4 S2-5	S3-1 S3-2 S3-3 S3-4 S3-5	趣旨説明	S4-1 S4-2 S4-3 S4-4 S4-5 S4-6 S4-7 S4-8 S4-9	S5-1 S5-2 S5-3 S5-4 S5-5 S5-6	S6-1 S6-2 S6-3 S6-4 S6-5	T3-1	
9:15		T1-2			T3-2					
9:30		T1-3			T3-3					
9:45		T1-4			T3-4					
10:00		調整・討論			調整・討論					
10:15		T1-5								
10:30		T1-6								
10:45		T1-7								
11:00		T1-8								
11:15		調整・討論								
11:30	総合討論									
11:45	総合討論									
12:00										
12:15										
12:30										
12:45	T4	S7	S8	S9	S10	林政1	T5	S11		
13:00	T4-1	S7-1 S7-2 S7-3	S8-1 S8-2 S8-3 S8-4 S8-5 S8-6	S9-1 S9-2 S9-3 S9-4 S9-5 S9-6	S10-1 S10-2 S10-3 S10-4 S10-5 S10-6 S10-7 S10-8	A1	趣旨説明	S11-1 S11-2 S11-3 S11-4 S11-5 S11-6		
13:15	T4-2					A2	T5-1			
13:30	調整・討論					A3	T5-2			
13:45						A4	T5-3			
14:00						A5	調整・討論			
14:15						調整・討論	T5-4			
14:30						A6	T5-5			
14:45						A7	T5-6			
15:00						A8	総合討論			
15:15						A9				
15:30		A10								
15:45		A11								
16:00					調整・討論					
16:15										学会企画
16:30										帰国留学生 会員および アジアの林 学会との ネットワーク フォーラム
16:45										
17:00										
17:15										
17:30										
17:45										
18:00										
18:15										
18:30										

## ■企画シンポジウム一覧(詳細は別ページをご覧ください)

- S1. 階層モデリングは森林の隠れた生態の状態の推測を可能にする  
S2. 2011 → 2021 → 2031: 森林の放射能研究のこれまでとこれから  
S3. 森林遺伝研究で明らかにするブナの生態・生理—樹木の生態遺伝学最前線—  
S4. 深層学習による森林画像の分析とその活用  
S5. 森の根の生態学—樹木根の成長と機能共同企画シンポジウム—  
S6. 燃料革命以降の森林状況変化の理解と、それらが水・土砂・流木の流出に及ぼす影響をふまえた災害予測の可能性  
S7. 生理部門企画シンポジウム「分析のツボ」と研究交流の促進  
S8. 土木分野における木材の利用促進に向けて  
S9. スギの生育および雄花着花に影響を与える環境要因の解明とその評価—気候変動に適応した林木育種の可能性—  
S10. 森林教育研究のさらなる展開を目指して—森林、自然、木材を活用した教育活動の研究の可能性を探る—  
S11. 水源涵養機能の科学的評価を考える

## ■公募セッション一覧(詳細は別ページをご覧ください)

- T1. 未利用木材利用可能量推計およびサプライチェーンマネジメント  
T2. 森林環境の持つ保健休養機能の基礎的研究と応用研究  
T3. 熱帯林研究  
T4. 森林におけるシカ問題の解決に向けて  
T5. 樹木根の成長と機能



大会スケジュール 3月21日

開始時刻／会場	Room 1
8:30	
8:45	授賞式・受賞者講演
9:00	日本森林学会 各賞授賞式・受賞者講演
9:15	
9:30	
9:45	
10:00	
10:15	
10:30	
10:45	
11:00	
11:15	
11:30	
11:45	
12:00	
12:15	
12:30	
12:45	
13:00	
13:15	シンポジウム
13:30	公開シンポジウム 「シン時代の森林・木材を考える」
13:45	
14:00	
14:15	
14:30	
14:45	
15:00	
15:15	
15:30	
15:45	
16:00	
16:15	
16:30	
16:45	
17:00	
17:15	
17:30	
17:45	
18:00	
18:15	

## 大会スケジュール 3月23日 3月24日

開始時刻 /会場	Room 1	Room 2	Room 3	Room 4	Room 5	Room 6	Room 7	Room 8	Room 9	Zoom	Zoom
8:30											
8:45	経営1	林政2	遺伝・育種	植物生態	利用		特用林産	立地			
9:00	D1	A12	F1	H1	K1	風致・観光1	N1	I1			
9:15	D2	A13	F2	H2	K2	B1	N2	I2			
9:30	D3	A14	F3	H3	K3	B2	総合討論	I3			
9:45	D4	A15	F4	調整・討論	調整・討論	B3		I4			
10:00	D5	調整・討論	調整・討論	H4	K4	B4		調整・討論			
10:15	調整・討論	A16	F5	H5	K5	調整・討論		調整・討論			
10:30	D6	A17	F6	H6	K6	B5		I5			
10:45	D7	A18	F7	H7	調整・討論	B6		I6		学会企画	
11:00	D8	A19	F8	調整・討論		B7		I7		高校生ポスター 表彰式とパネル ディスカッション 「大学で森林を 学ぶ」	
11:15	D9	A20	調整・討論			B8		I8			
11:30	D10	調整・討論				B9		調整・討論			
11:45	調整・討論					調整・討論					
12:00											
12:15											
12:30											
12:45	経営2	林政3		造林	防災・水文	風致・観光2	教育	微生物			学会企画
13:00	D11	A21		E1	J1	B10	C1	M1			二学会におけるダイ バーシティ推進の 取り組みとこれから ～Withコロナ時代の 学会に求められる こと～
13:15	D12	A22	動物・昆虫	E2	J2	B11	C2	M2			
13:30	D13	A23	L1	E3	J3	B12	C3	総合討論			
13:45	D14	A24	L2	E4	J4	B13	C4				
14:00	D15	A25	L3	調整・討論	調整・討論	調整・討論	調整・討論				
14:15	調整・討論	調整・討論	調整・討論	E5	J5	B14	C5				
14:30	D16	A26	L4	E6	J6	B15	C6				
14:45	D17	A27	L5	E7	J7	B16	C7				
15:00	D18	A28	L6	E8	J8	B17	C8				
15:15	D19	調整・討論	L7	調整・討論	調整・討論	B18	調整・討論				
15:30	D20		L8		J9	B19	C9		生理		
15:45	調整・討論		調整・討論		J10	B20	C10		G1		学会企画
16:00	D21		L9		J11		C11		G2		聞いてみたい！ 女性研究者による フィールドワーク& ライブイベント
16:15	D22		L10						G3		
16:30	D23		L11						G4		
16:45	D24		L12						G5		
17:00	調整・討論		調整・討論						総合討論		
17:15											
17:30											



研究発表題目（企画シンポジウム・公募セッション）3月20日 午前1/2

会場	Room 1	Room 2	Room 3	Room 4	Room 5
開始時刻	S1 階層モデリングは森林の隠れた生態的状態の推測を可能にする	T1 未利用木材利用可能量推計およびサプライチェーンマネジメント	S2 2011 → 2021 → 2031 : 森林の放射能研究のこれまでとこれから	S3 森林遺伝研究で明らかにするブナの生態・生理—樹木の生態遺伝学最前線—	T2 森林環境の持つ保健休養機能の基礎的研究と応用研究
9:00	S1-1 森林科学分野における階層モデルの有用性: 飯島勇人 (森林総研) ら S1-2 カメラトラップ法におけるツキノワグマ撮影データの質・量と推定個体数: 星崎和彦 (秋田県立大学) ら	T1-1 木質バイオマス供給の現状と課題: 久保山裕史 (国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所) ら T1-2 木質バイオマス燃料の製造と流通について: 佐藤政宗 (株式会社森のエネルギー研究所) ら	S2-1 日本の森林における水文過程にともなう放射性セシウム移行: 加藤弘亮 (筑波大学) ら S2-2 木材の放射性セシウム汚染の実態: 10年間の変化や特徴について: 大橋伸太 (森林総合研究所) ら S2-3 福島原発事故により野生生物や生態系にどのような影響があったのか?: 玉置雅紀 (国立環境研究所) ら S2-4 福島第一原発事故の環境移行データを世界に伝えるために: 田上恵子 (量子科学技術研究会発機構) ら S2-5 福島県の林業復興にこれから求められる放射能研究: 小川秀樹 (福島県) ら	S3-1 Chloroplast genome sequencing reveals complex patterns of ancient and recent chloroplast sharing in Japanese <i>Fagus</i> : WorthJames (森林総合研究所) ら S3-2 ブナの葉の個体内変異とその地域間差: 気候変動への順化予測を目標して: 石井弘明 (神戸大学) ら S3-3 ブナの枝形態と農業フェノロジーの遺伝的分化パターン: 長田典之 (名城大学) ら S3-4 ブナの分布域における集団構造パターンと気候勾配に関連した適応的遺伝変異: 三須直也 (名古屋大学大学院) ら S3-5 北進するブナの遺伝的動態: 北村系子 (国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所) ら	趣旨説明 T2-1 都市近郊林における自然観察と自己カウンセリングが心身に与える影響の比較: 高山範理 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所) T2-2 地域住民を対象に大学演習林で行った森林散策カウンセリングの2事例: 竹内啓恵 (全国森林レクリエーション協会) T2-3 注意回復要素とマインドフルネスとの関連 (第2報) 青年と中年の比較: 尾崎勝彦 (フリーランス)
9:15	S1-3 階層モデリングによるデータ統合: 地理的スケールでの種個体数分布の推定: 深谷肇一 (国立環境研究所) ら S1-4 植生被度階級データの状態空間モデリング: 伊東宏樹 (森林総合研究所) ら S1-5 階層モデルの長所と短所: 十余年の個人的経験を振り返って: 山浦悠一 (森林総合研究所) ら	T1-3 川中企業による小型ガス化熱電併給装置向けの燃料品質管理: 横田康裕 (森林総合研究所) ら T1-4 炭素負債を巡る国際的な議論と日本の林業・バイオマス政策への示唆: 相川高信 (公益財団法人自然エネルギー財団) ら			T2-4 保健休養利用のための放置林の整備 一都市近郊の病院林の事例一: 上原巖 (東京農業大学)
9:30		T1-5 移動式テツバの性能評価に関する研究: 小島健一郎 (ラブ・フォレスト株式会社) ら T1-6 小規模伐出システムによる広葉樹収穫の経済性と未利用材供給可能性: 鈴木保志 (高知大学) ら T1-7 中間土壌に着目した未利用木材の流通システムの検討: 酒井明香 ((独)北海道立総合研究機構林産試験場) ら T1-8 令和元年10月台風第19号による栃木県の林道災害分析: 有賀一広 (宇都宮大学) ら			T2-5 森林空間を活用した音楽会の試みと自由記述アンケートから得られたこと: 藤原章雄 (東京大学)
9:45		調整・討論			総合討論
10:00					総合討論
10:15					
10:30					
10:45					
11:00					
11:15		調整・討論			
11:30		総合討論			
11:45		総合討論			
12:00					
12:15					
12:30					

## 研究発表題目（企画シンポジウム・公募セッション・部門別口頭発表）3月20日 午前 2/2

会場	Room 6	Room 7	Room 8	Room 9
開始時刻	S4 深層学習による森林画像の 分析とその活用	S5 森の根の生態学 - 樹木根の成長と機能共同企画 シンポジウム -	S6 燃料革命以降の森林状況変化の理解と、 それらが水・土砂・流木の 流出に及ぼす影響を ふまえた災害予測の可能性	T3 熱帯林研究
9:00	S4-1 深層学習に基づくUAV オルソ画像からの樹種判別技術の開発：鴨井伸哉（金沢工業大学）ら S4-2 UAV オルソ画像認識 AI エンジンによる森林境界抽出：木村一也（石川県森林組合連合会）ら	S5-1 樹木の根系と分布：大橋瑞江（兵庫県立大学）ら S5-2 樹木根の成長と構造の基礎的な仕組みと競争・共生関係：牧田直樹（信州大学）ら S5-3 森林の物質循環における樹木根の役割：野口享太郎（森林総合研究所東北支所）ら S5-4 環境変動と樹木根：中路達郎（北海道大学）ら S5-5 樹木根の発揮する減災機能：山瀬敬太郎（兵庫県立農林水産技術総合センター）ら S5-6 樹木根の担う生態系サービスと持続可能な社会への貢献：平野森弘（名古屋大学）ら	S6-1 土砂災害の発生状況と気候変動・山地環境：内田太郎（筑波大学）ら S6-2 歴史資料に基づく江戸時代以降の植生変化と土壌特性との関係を考える：岡本透（森林総合研究所）ら S6-3 農山村における森林資源利用と地域環境へのインパクト：齋藤暖生（東京大学）ら S6-4 拡大造林期に沿岸に植栽された樹木の流木化とその流路地形への影響：芳賀弘和（鳥取大学）ら S6-5 日本の人工林林齢構成と土砂災害の特徴の比較 - 過去、現在、将来 -：鈴木雅一（東京大学）ら	T3-1 Comparative assessment of the development and status of biomass briquettes production in a global scale: コロネリクリスティアン（Tokyo University of Agriculture）ら T3-2 The challenges of K-coefficient distribution under Payment for Forest Environmental Services in Central Vietnam: HOANG PHANBICH NGOC（九州大学）ら T3-3 Lessons for stakeholders' collaborations in transdisciplinary research: Case of Indonesian industrial tree plantation: 藤原敬大（九州大学）ら T3-4 Cases of elite capture in tropical forest governance and their implications: a synthesis of previous studies from Asia: 大田真彦（九州工業大学）ら
9:15	S4-3 深層学習に基づく全天球画像からの人工林材積・原木品質の推定技術の開発：林航希（金沢工業大学大学院）ら S4-4 全天球画像 AI による人工林の材積・原木品質推定技術の現場実装：上野直人（株式会社エイブルコンピュータ）ら S4-5 深層学習に基づくUAV オルソ画像を用いたコナラ判別と材積等の推定：矢田豊（石川県農林総合研究センター林業試験場）ら S4-6 UAV 撮影画像由来の人工林材積推定結果の広域展開法の研究開発：石原正彦（金沢工業大学）ら S4-7 高解像度衛星画像及び深層学習を用いたメッシュ単位のスギ材積推定法の開発：吉田直輝（金沢工業大学大学院）ら S4-8 画像認識 AI を利用した森林調査効率化 Web アプリケーションの試作：村上良平（株式会社エイブルコンピュータ）ら S4-9 スマート林業の実現に向けた取組について：鈴木崇之（林野庁）ら			
9:30				
9:45				
10:00				調整・討論
10:15				
10:30				
10:45				
11:00				
11:15				
11:30				
11:45				
12:00				
12:15				
12:30				



研究発表題目（企画シンポジウム・公募セッション）3月20日 午後1/2

会場	Room 1	Room 2	Room 3	Room 4	Room 5
開始時刻	T4 森林におけるシカ問題の解決に向けて	S7 生理部門企画シンポジウム「分析のツボ」と研究交流の促進	S8 土木分野における木材の利用促進に向けて	S9 スギの生育および雄花着花に影響を与える環境要因の解明とその評価 —気候変動に適応した林木育種の可能性—	S10 森林教育研究のさらなる展開を目指して —森林、自然、木材を活用した教育活動の研究の可能性を探る—
13:00	T4-1 シカによる広葉樹稚樹採食に対するササの防御効果：明石信廣（北海道立総合研究機構）ら	S7-1 樹木木部細胞壁の形成を観察する：竹内美由紀（東京大学）ら S7-2 樹木木部の通水機能の正しい評価方法：矢崎健一（森林総合研究所）ら	S8-1 土木分野におけるCLTの活用：佐々木真信（北海道大学大学院）ら S8-2 土木構造物への木材利用について：野田龍（秋田県立大学）ら	S9-1 気候変動の時代における林木育種：今だからやれること、やるべきこと：後藤晋（東京大学）ら S9-2 大規模データから明らかにするスギの成長における環境応答性：松下通也（森林総合研究所林木育種センター）ら	S10-1 都道府県別の少年団連盟による「緑の少年団」の実態と課題：町田怜子（東京農業大学）ら S10-2 森林教育に関する国際比較—海外の研究動向の紹介—：岡田美香（林業経済研究所）ら
13:15	T4-2 皆伐地の食痕によるシカ出現頻度の推定：大谷達也（森林総合研究所）ら	S7-3 樹木の水分吸収についての根も葉もある話—二重水標識法による評価—：香川聡（森林研究・整備機構）ら	S8-3 木質材料の屋外および海洋環境での利用：石川敦子（森林総合研究所）ら S8-4 森林資源由来の材料を活用した路網保全技術の開発：山口智（国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	S9-3 人工環境下におけるスギ苗の環境応答性評価技術の開発と多数系統評価：高島有哉（森林総合研究所 林木育種センター）ら S9-4 樹木の生育に環境要因が与える影響：13Cラベリング手法を用いたアプローチ：檀浦正子（京都大学）ら	S10-3 社会教育のための地域密着型ネイチャーセンターが果たす教育と地域づくり：吉元美穂（NPO法人登別自然活動支援組織モモンガくらぶ）ら S10-4 生きつらさを抱えた子どもを対象にした森林教育の効果：近藤聡（一般社団法人ぎるほーすセラピー子育てラボ / NPO法人こころをつなぐほーすセラピーぐりゅ・はあと）ら
13:30	調整・討論		S8-5 振動試験による木製ガードレール横梁の強度特性の推定：久保島吉貴（森林総合研究所）ら S8-6 非接触機器を使った木製治山堰堤の形状測定手法の検討：小川泰浩（森林総合研究所）ら	S9-5 遺伝子発現解析によるスギの環境応答性評価の可能性：永野聡一郎（森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター）ら S9-6 高温・乾燥がスギ雄花着花量に与える影響の評価：坪村美代子（森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	S10-5 自然体験活動における質的研究：テキスト分析を例に：小森伸一（東京学芸大学）ら S10-6 北海道産カンパ類の用途開発—野球バットの事例：大崎久司（道総研 林産試験場）ら S10-7 教員養成学部における木材利用に関する教育研究への試み：田邊純（千葉大学）ら S10-8 木製品の製作と被写体認識基盤サービスを用いた情報化：東原貴志（上越教育大学）ら
13:45					
14:00					
14:15					
14:30					
14:45					
15:00					
15:15					
15:30					
15:45					
16:00					

研究発表題目（企画シンポジウム・公募セッション・部門別口頭発表）3月20日 午後 2/2

会場	Room 6	Room 7	Room 8	Room 9
開始時刻	林政 1	T5 樹木根の成長と機能	S11 水源涵養機能の科学的評価を考える	
13:00	A1 宮崎県でのアンケート調査によるコンテナ苗生産・植林必要人工数の把握：安村直樹（東京大学）ら	趣旨説明	S11-1 森林の水源涵養機能の科学的な評価に向けて：これまでの観測と今後の展望：五味高志（東京農工大学）ら S11-2 日本と米国の森林伐採試験から見える森林の水源涵養機能：小田智基（森林総合研究所）ら	
13:15	A2 再造林における費用構成と所有者負担—南九州の森林組合を事例に—：尾分達也（宮崎大学）ら	T5-1 異なる土壌環境における100年生ヒノキ林のスキヤナ法を用いた細根動態評価：吉江凛平（名古屋大学）ら	S11-3 森林総合研究所による森林流域での長期・広域的な降水・流出観測：清水貞範（森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	
13:30	A3 旭川林産協同組合北海道産銘木市売事業にみる銘木需給の現状：嶋瀬拓也（国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所）ら	T5-2 混交二次林とスギ人工林における細根動態の比較：桑辺七穂（兵庫県立大学）ら	S11-4 スギ林・ヒノキ林管理による蒸発散変化を予測するモデルを作った：小松光（国立台湾大学）ら S11-5 森林薄から森林水源涵養機能評価をつなげた広域評価：邱瑋璋（東京農工大学）ら	
13:45	A4 日本における針葉樹製材用丸太の需給モデルの推定：榎熊悠宇至（森林総合研究所）ら	T5-3 根の時空間的動態パターンの推定に必要なスキヤナー画像の取得地点数の解析：遠藤いず貴（兵庫県立大学）ら	S11-6 森林の水源涵養機能の科学的な評価に向けて：モデル化の展望：堀田紀文（東京大学）ら	
14:00	A5 九州における福島原発事故後のシイタケ原木の移出構造～大分県を事例に～：石原昌宗（九州大学）ら	調整・討論		
14:15	調整・討論	T5-4 針葉樹4種における細根の無機態窒素吸収と根特性との関係：伊藤拓生（信州大学）ら		
14:30	A6 建築物への木材利用と炭素クレジット—GHGゼロ排出に貢献する道筋：藤原敬（林業経済研究所）ら	T5-5 根滲出物の樹種特異性：野外の根は何をどれくらい滲出させるのか？：畹麻衣子（信州大学）ら		
14:45	A7 製材工場におけるスクリュ式小型蒸気発電機導入による環境効果と経済効果：立花敏（筑波大学）ら	T5-6 二周波地中レーダを用いた高深度解析による海岸林クロマツの根系構造推定：池野英利（兵庫県立大学）ら		
15:00	A8 沖縄県におけるフクギ屋敷林の炭素貯蔵量：陳碧霞（琉球大学）ら	総合討論		
15:15	A9 農山漁村再エネ法の意義と課題：岩手県軽米町のメガソーラー計画を事例に：高野涼（岩手大学）ら			
15:30	A10 森林面積変化に影響を与える要因に関する計量経済学的研究：中国の事例研究：TANJIAZE（筑波大学大学院）ら			
15:45	A11 森林減少の発生メカニズムと有効な対策：宮本基枝（森林総合研究所）ら			
16:00	調整・討論			

研究発表題目（部門別口頭発表） 大会スケジュール 3月23日 午前 1/2

会場	Room 1	Room 2	Room 3	Room 4	Room 5
開始時刻	経営 1	林政 2	遺伝・育種	植物生態	利用
9:00	D1 植栽を推進する地域の設定が伐採傾向に与える影響：山田祐亮（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	A12 市町村森林行政の体制と業務：石崎涼子（森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	F1 TLS 点群を用いた森林の樹木形質の抽出手法：江藤信輔（電気通信大学）ら	H1 淡路島の竹林におけるリターの動態の解明：植田多聞（兵庫県立大学）ら	K1 現場 IoT による生産作業の素材情報共有と SCM 構築：仁多見俊夫（東京大学大学院）ら
9:15	D2 森林の計画・計画学の特徴と目的：他分野の計画の視座を交えたレビュー：富山啓介（東京大学）ら	A13 森林経営管理制度下の経営管理実施権を巡る初動一岩手県的事例から：大塚生美（国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	F2 効率的な花粉数計測法の開発とスギ雄花一粒あたりの花粉数に影響する要因：角井宏行（新潟大学）ら	H2 モニ1000 愛知赤津サイトにおけるヒノキ球果の落下特性：澤田晴雄（東京大学）ら	K2 教示データを用いたグループローグ操作の自動化の検討：山口浩和（森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら
9:30	D3 共有資源管理の原則とアグロエコロジーの考察：小張真理子（筑波大学）ら	A14 野生動物の生息地管理における府県の森林環境税の役割：岸岡智也（金沢大学）ら	F3 スギにおける野外での溶液授粉の効果：宮本尚子（森林総合研究所林木育種センター東北育種場）ら	H3 南アルプス大規模雪崩跡地における攪乱強度と実生密度の関係：宮城昂（信州大学大学院）ら	K3 森林作業シミュレーションの三次元可視化と作業評価：伊能健悟（東京大学）ら
9:45	D4 森林の持つ多面的機能の統合的評価法に関する一考察：納富信（早稲田大学）ら	A15 森林環境譲与税を活用した都道府県による市町村支援の概況と課題：香坂玲（名古屋大学）ら	F4 ヒノキの水分ストレスによる着花促進技術について：福田拓実（静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター）ら	調整・討論	調整・討論
10:00	D5 クラウド型森林 GIS の現状と課題：鹿又秀聡（国研研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	調整・討論	調整・討論	H4 落葉広葉樹林における低木の群集構造：正木隆（国立研究開発法人森林研究・整備機構）ら	K4 チェーンソー伐木作業のための林業安全ゲームの教育効果：山田容三（愛媛大学）ら
10:15	調整・討論	A16 第二次世界大戦前における木炭検査員の業務一群馬県を事例として一：土屋智樹（東京農業大学大学院）ら	F5 スギの種子発芽に及ぼす温度の影響：木村恵（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	H5 気候変動下で風倒後の管理が北方林の種組成に及ぼす長期的影響：堀田直（北海道大学）ら	K5 斜面上のヒノキの引き倒し抵抗力の方向による違い：戴承睿（東京農工大学）ら
10:30	D6 天然林樹木個体群を対象とした減反率の推定：広嶋卓也（東京大学）ら	A17 地域別の林業関係者間の関係性と特徴～群馬県・埼玉県林業地を対象に～：石佳凡（早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科）ら	F6 アカマツ広域産地試験の岩手県滝沢試験地における季節成長の産地間変異：那須仁弥（国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター東北育種場）ら	H6 なぜ針葉樹と広葉樹が共存できるのか？：シミュレーションによる検討：佐藤永（海洋研究開発機構）ら	K6 林況と歩行負担を考慮した林内路網のトレッキング利用・ケーススタディ：熊野：藤井美由紀（東京大学）ら
10:45	D7 単木の樹冠長と胸高直径成長の関係およびその推移について：田中邦宏（国研） 森林総合研究所 関西支所）ら	A18 近年の生産森林組合の事業実施状況の変化について～規模による差異を中心に～：松下幸司（京都大学）ら	F7 グイマツ遺伝資源の系統構成の偏りを葉緑体ゲノムスクリーニングで調べる：石塚航（北海道立総合研究機構林業試験場）ら	H7 森林モニタリングから環境変動影響を評価することは何故難しいのか：久米篤（九州大学）ら	調整・討論
11:00	D8 病虫害拡散モデルの構築：伊高静（東京理科大学）ら	A19 入会林野整備実績からみた入会林野の登記名義の現状：山下詠子（東京農業大学）ら	F8 亜高山帯および冷温帯に分布するカバノキ属複数種の時空間的集団動態史：加藤朱音（筑波大学）ら	調整・討論	
11:15	D9 Effects of 14-year deer exclusion and gap creation on the recruitment process of late-seral species:AngJeffery（東京大学）ら	A20 中国における自然保護地体系に関する研究 国家公園設立にむけた動向：鄧文（九州大学）ら	調整・討論		
11:30	D10 Forest carbon stock estimation by systematic sampling plot and uncertainty analysis: 仲摩栄一郎（公益財団法人国際緑化推進センター）ら	調整・討論			
11:45	調整・討論				
12:00					
12:15					
12:30					

## 研究発表題目（部門別口頭発表）大会スケジュール 3月23日 午前 2/2

会場	Room 6	Room 7	Room 8	Room 9
開始時刻		特用林産	立地	
9:00	風致・観光 1	N1 クロモジの精油抽出量および精油成分組成の季節変化：高橋輝昌（千葉大学）ら	I1 樹幹流によって土壌深部へ供給される放射性セシウム：今村直広（森林総合研究所）ら	
9:15	B1 高山植生の復元における登山道侵食防止マットの施工効果：愛甲哲也（北海道大学）ら	N2 クロモジ苗木の植栽後4年間の生育特性：安田慎之介（千葉大学）ら	I2 冷温帯における3年間の倒木材密度減少の樹種間比較：鈴木智之（東京大学）ら	
9:30	B2 立山ルートにおける緑化事業の現状と今後の課題：大宮徹（富山県森林研究所）ら	総合討論	I3 コナラ枯死木の分解過程の緯度比較：ナラ枯れとの関係：深澤遊（東北大学）ら	
9:45	B3 森林植物園における外国産植栽樹種からの実生調査：小林徹哉（公益財団法人神戸市公園緑化協会 神戸市立森林植物園 / 神戸大学人間発達環境学研究所）ら		I4 Yasso モデルを用いたナラ枯れ枯死木の分解CO2放出量の広域環境応答推定：小南裕志（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	
10:00	B4 岐阜県大湫町神明神社におけるスギ巨木倒壊の原因と管理の問題点：黒田慶子（神戸大学）ら		調整・討論	
10:15	調整・討論		調整・討論	
10:30	B5 小笠原諸島におけるガイドツアーへの参加と満足度の実態：仲七重（公益財団法人日本交通公社）ら		I5 八郎潟干拓地の防風林における土壌からの亜酸化窒素ガス放出量の季節変化：細川奈々枝（農研機構 農業環境変動研究センター）ら	
10:45	B6 屋久島におけるガイド制度の認識に関する研究—ガイドへの意識調査—：濱岡宙穂（九州大学）ら		I6 スギ・ヒノキ林における表層土壌酸性化の30年間の進行・抑制：西村滯（名古屋大学大学院）ら	
11:00	B7 国立公園における二次自然の保全にむけた基金の枠組みの検討：山島有喜（東京大学大学院）ら		I7 フラットヘッドスキャナにより撮影された土壌画像に対する輝度補正手法：前川新司（兵庫県立大学）ら	
11:15	B8 奥日光地域の駐車場を活用した環境保全基金の導入可能性の検討：山本清龍（東京大学）ら		I8 攪乱を受けた土壌団粒の野外条件下での再生過程：宇津木佑夏（信州大学）ら	
11:30	B9 日本におけるキャンプ場の森林利用の動向：平野悠一郎（森林総合研究所関西支所）ら		調整・討論	
11:45	調整・討論			
12:00				
12:15				
12:30				



研究発表題目（部門別口頭発表） 大会スケジュール 3月23日 午後1/2

会場	Room 1	Room 2	Room 3	Room 4	Room 5
開始時刻	経営 2	林政 3		造林	防災・水文
13:00	D11 深層学習を用いた時系列航空写真の解析：米康充（島根大学）ら	A21 養蜂および送粉者保護と森林管理制度の関係：田村典江（総合地球環境学研究所）ら		E1 カラマツ類における挿し付け後の穂の萎れを引き起こす影響要因：今博計（北海道立総合研究機構）ら	J1 港湾建設に伴う海岸線変化が生じさせた海岸林樹高成長の空間的不均質性：岩崎健太（北海道立総合研究機構）ら
13:15	D12 UAV 画像の撮影時期による針葉樹分類モデルの精度比較：藤平光希（信州大学大学院）ら	A22 トチモチ文化の伝承とトチノミの資源利用—京都府南丹市美山町を中心に—：坂野上なお（京都大学）ら	動物・昆虫	E2 土壌水分に着目した早生樹センダンの造林適地の検討：江口則和（人間環境大学）ら	J2 2018年台風24号による強風下での立木倒伏プロセス：上村佳孝（信州大学）ら
13:30	D13 UAVと機械学習を用いた造林木自動検出技術の開発：中川太人（信州大学大学院）ら	A23 生態系サービスの提供についての森林所有者の意識について：柴田晋吾（上智大学）ら	L1 オガサワラオオコウモリの利用する森林環境：鈴木創（NPO法人小笠原自然文化研究所）ら	E3 植栽密度がスギ植栽木と周囲の植生の競合状態に及ぼす影響：野口麻穂子（森林総合研究所東北支所）ら	J3 樹液流の計測に基づくコナラ林の一成長期にわたるオゾン吸収量の推定：田中亮志（東京農工大学）ら
13:45	D14 ドローン空中写真によるブナ林の生物物理量の季節変化の把握：小谷英司（森林総合研究所）ら	A24 都市近郊住民の獣害対策意識：林雅秀（山形大学）ら	L2 丹沢山地ブナ林における森林性野ネズミの生息に対する植生保護網の効果：大石圭太（神奈川県自然環境保全センター）ら	E4 3年間にわたる土壌の乾燥がスギ成木の蒸散と成長に及ぼす影響：荒木真直（国研）森林機構 森林総合研究所）ら	J4 中小規模地上設置型太陽光パネルの立地特性の把握：山梨県における事例：稲谷俊輔（東京農工大学）ら
14:00	D15 地上参照点は何点必要か—UAV画像を用いたSfM処理におけるGOPの有効性—高橋正義（国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	A25 アーバンディア対策の社会ネットワーク構造：八巻一成（森林総合研究所）ら	L3 森林内で捕獲したシカ個体運搬器材の開発：八代田千鶴（森林総合研究所関西支所）ら	調整・討論	調整・討論
14:15	調整・討論	調整・討論	調整・討論	E5 幼齢混交植栽人工林と物質生産機能—樹木多様性実験の結果から—：齋藤大（University of Freiburg）ら	J5 太平洋から紀伊山地への水蒸気輸送にともなう降水安定同位体比の時空間変動：松尾泰輔（三重大学）ら
14:30	D16 森林管理のためのレーザーによるインテリジェントシステム：加藤顕（千葉大学）ら	A26 農山村における移住者支援を行う森林NPOの役割：平山智貴（九州大学）ら	L4 ナラ枯れにより枯死した古いコナラから羽化する甲虫相に影響をおよぼす要因：稲田涼香（東京大学大学院）ら	E6 トドマツ造林地間のミズナラの出現パターンの違い：中西敦史（森林総合研究所）ら	J6 δ-Dアイソグラムを用いた森林流域内の水移動に伴う安定同位体比変動の解析：勝山正則（京都府立大学大学院）ら
14:45	D17 航空機LiDARによる単木樹種分類の汎用性の検討（Ⅲ）：グリッド幅の影響：林勇輝（名古屋大学）ら	A27 新型コロナウイルス感染症拡大期の山地・森林の利用・訪問状況に関する考察：内山倫太（名古屋大学）ら	L5 ナラ枯れ被害木の枯死から10年前後までの残存形態の変化：松浦崇通（富山県農林水産総合技術センター森林研究所）ら	E7 機械地替えを行った再造林地におけるタノキの発生量と利用可能性：大矢信次郎（長野県林業総合センター）ら	J7 花崗岩山地源流域における基岩内地下水集水域と流出特性：正岡直也（京都大学）ら
15:00	D18 産学官連携によるスマート精密林業の現場実証：加藤正人（信州大学）ら	A28 都市化と森林再生の時代における政策指標としての主観的幸福度：高橋卓也（滋賀県立大学）ら	L6 カシノナガキクイムシの飛翔距離と環境因子との関連：藤原聖真（兵庫県立大学大学院）ら	E8 抜き伐り実施が行われたササを欠くヒノキ天然林の更新過程：杉田久志（富山県農林水産総合技術センター森林研究所）ら	J8 森林流域を対象とした分布型降雨流出モデルK-BLADEmodelの開発（Ⅱ）：亀山敏頭（東京大学大学院）ら
15:15	D19 広領域GNSSを用いたスマート測量システムの開発と測量精度の評価：高岸且（株式会社バスコ）ら	調整・討論	L7 カシノナガキクイムシの非寄主木樹幹への着地：山崎理正（京都大学）ら	調整・討論	調整・討論
15:30	D20 立木査定時におけるUAV利用可能性の検討：前田佳子（国際航業（株））ら		L8 ナラ枯れに防除法はないのか？：小林正秀（京都府森林技術センター）ら		J9 大起伏山地の流域における斜面と河道のピーク伝播速度：浅野友子（東京大学）ら
15:45	調整・討論		調整・討論		J10 現地データを用いたTDRによる浮遊砂濃度計測の検証：宮田秀介（京都大学）ら
16:00	D21 地上型レーザーキャナによる樹木サイズの測定誤差：多数の計測事例の分析：西園朋広（森林総合研究所）ら		L9 マツノキクイムシ寄生性線虫のマツノマダラカミキリへの寄生性の検討：小澤壮太（国立研究開発法人 森林研究・整備機構）ら		J11 土砂災害の引き金となる降雨の評価手法に関する研究：執印康裕（宇都宮大学）ら
16:15	D22 複数の森林型における森林3次元計測システムOWLの精度検証と今後の展望：笹川大河（筑波大学）ら		L10 マツノマダラカミキリの大量捕獲消長：江崎功二郎（石川県農林総合研究センター林業試験場）ら		
16:30	D23 全天球カメラで作成した点群を用いた立木解析：坪田和也（島根大学）ら		L11 地域～広域スケールでみるエゾハルゼミの生活史特性および遺伝構造：湯本景特（筑波大学大学院）ら		
16:45	D24 スマートフォンカメラを用いた広葉樹の立体モデル作成：中川真海（信州大学）ら		L12 Integrating intraspecific variation in species distribution models with the implication of climate change:張勝男（東京大学）ら		
17:00	調整・討論		調整・討論		
17:15					

## 研究発表題目（部門別口頭発表）大会スケジュール 3月23日午後2/2

会場	Room 6	Room 7	Room 8	Room 9
開始時刻	風致・観光2	教育	微生物	
13:00	B10 ダスマンのIUCN保護地域管理カテゴリへの影響：伊藤太一（筑波大学）ら	C1 子どもの自然離れの実態と要因～地域環境と親子関係に着目して～：北村芽唯（秋田県立大学大学院）ら	M1 森林限界北上に寄与する菌根菌種の特定：宮本裕美子（北海道大学）ら	
13:15	B11 保護地域「協治」の理念的・実態的な意味：ボルネオ中央部の事例比較より：井上真（早稲田大学）ら	C2 奈良県の中高校生に向けた森林教育プログラムの実証的開発：奥芝理那（近畿大学大学院）ら	M2 樹幹注入処理は潜在感染木の発病を抑える：二井一禎（京都大学）ら	
13:30	B12 屋久島国立公園における山岳部利用のあり方に関する検討結果と今後の課題：土屋俊幸（一財）林業経済研究所）ら	C3 希少な野生動物植物種の密猟や盗採を防ぐ教育機会の創出と危険性：大島順子（琉球大学）ら	総合討論	
13:45	B13 観光資源の評価と誘客力に関する一考察：寺崎竜雄（公益財団法人日本交通公社）ら	C4 九州北部豪雨被災地における他出者を中心とした環境教育の展開と課題：市野瀬愛（九州大学大学院）ら		
14:00	調整・討論	調整・討論		
14:15	B14 コロナ禍で自然観光を志向する日本人旅行者の特性に関する基礎的考察：安原有紗（公益財団法人日本交通公社）ら	C5 林業大学校における教育プログラムの検討：小菅良豪（にちなん中国山地林業アカデミー）ら		
14:30	B15 「新しい日常における森林活用の意向調査」の概要について：田中伸彦（東海大学）ら	C6 森林科学科学生対象の体験ふりかえりワークショップの実践：比屋根留（岩手大学）ら		
14:45	B16 コロナ禍における登山観光：久保田賢次（筑波大学）ら	C7 森林科学科学生のライフヒストリー：藤原拓摩（岩手大学）ら		
15:00	B17 COVID-19 流行前後の阿蘇くじゅう国立公園の誘致圏と来訪者行動の特徴：久保暁子（東京大学大学院）ら	C8 国家公務員採用試験にみる専門職に求められる森林科学の内容：杉浦克明（日本大学）ら		
15:15	B18 新型コロナウイルス感染症（COVID-19）対策が富士山観光に及ぼす影響：藤野正也（福島大学）ら	調整・討論		
15:30	B19 COVID-19 流行前と期間中の自然観光地の混雑許容度の比較：金慧隣（北海道大学）ら	C9 歴史的資料による森林教育再考：大石康彦（森林総合研究所多摩森林科学園）ら		生理
15:45	B20 インドネシアの広場 alun-alun の Covid-19 拡大への対応状況に関する考察：小堀貴子（東京大学大学院）ら	C10 森林教育に関する認証制度：寺下太郎（愛媛大学大学院）ら		G1 遺伝子発現からみた病虫害複合被害時のカラマツの生理変化：和田尚之（地方独立行政法人北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場）ら
16:00		C11 SDGs の向こう側：中島皇（京都大学）ら		G2 ハンノキハムシの樹種選択におけるBVOCs（植物由来香気成分）の類似性：増井昇（北海道大学大学院農学院）ら
16:15				G3 開放系オゾン付加施設におけるヤマナラシ属二種の病虫害の季節変化：小池孝良（北海道大学）ら
16:30				G4 ブナ苗の成長と光合成に対するオゾン、土壌窒素添加および高濃度CO <sub>2</sub> の影響：渡辺誠（東京農工大学）ら
16:45				G5 ブナ葉のオルガネラDNAコピー数の季節変化：斎藤秀之（北海道大学）ら
17:00				総合討論
17:15				

研究発表題目（ポスター発表 P-001 から P-061） 3月19日～23日

林政	風致・観光	教育	経営	
P-001 三重県南部地域の原木市売市場を利用する山主・買主の原木取引の現状と意向：石川智代（三重県林業研究所）	P-012 日常の森林浴の頻度と不眠症との関連：J-MICC Study 大幸研究：森田えみ（国立研究開発法人森林研究・整備機構）	P-020 安全な林業の実現には座学での基礎知識を疎かにしてはいけない：小山泰弘（長野県林業総合センター）	P-028 # 日本版 NFI と環境省 1/2.5 万植生図の比較（その2）：田中樹己（新潟大学大学院）	P-045 # 高解像度衛星画像と UAV 取得データを併用したスギ判別・見える化技術の開発：中村達樹（金沢工業大学）
P-002 # 近世多摩川上流域における木材生産流通コストの実態：若狭夏海（東京農工大学）	P-013 全天球パノラマ画像を用いた里山景観の定量評価：神宮翔真（早稲田大学）	P-021 高等学校の農業教育における科目「森林経営」の再検討：井上真理子（森林総合研究所）	P-029 # 土地被覆が斜面崩壊に与える影響：傾向スコアによる評価：西岡昌泰（九州大学大学院）	P-046 # リモートセンシングから得られる単木情報とスギ高齢人工林成長量の関係分析：吉井達樹（三重大学）
P-003 北東北三県における製材工場の素材在庫変動コストの分析：道中哲也（森林総合研究所）	P-014 ソーシャルメディア分析による日本の各国立公園の魅力の評価：柴田嶺（新潟大学）	P-022 鳥類音声種判別のためのオンライントレーニングツールの開発と有効性評価：小川結衣（国立環境研究所）	P-030 # 立地環境に基づく広葉樹の適地評価：山下淳也（京都府立大学）	P-047 # UAV を用いたブナ林の樹幹抽出における斜め画像の有効性：福月理央（新潟大学）
P-004 # 文化財修理報告書から見た寺社建築を構成する大径・長大部材の特徴：西原俊介（東京農工大学）	P-015 # 国立・国定公園総点検後の新規指定・拡充による重要生態系地域の保護：秋山リカ（北海道大学大学院）	P-023 # 林業大学校のカリキュラム編成と履修科目の考察：小川高広（名古屋大学）	P-031 # 大枝演習林における立地環境に基づくスギ・ヒノキの成長ポテンシャルの評価：向井花乃（京都府立大学）	P-048 # UAV 空撮画像を用いた落葉広葉樹林における樹種分類：吉田大智（新潟大学）
P-005 九州・四国地域の地方自治体による造林初期のシカ害対策補助事業の実施状況：志賀薫（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所）	P-016 # 世界の自然保護地域における入域料調査：日本での入域料導入に向けた考察：福島雅之（公立鳥取環境大学）	P-024 # 技術士（森林部門）試験から見る高度専門資格に求められる森林科学の内容：水井英茉（日本大学）	P-032 # Relationship between growth performance of Teak and site characteristics in the Lao PDR:SimoneVONGKHAMHO（名古屋大学）	P-049 # Forest type classification based on deep learning technique with archival aerial photography: 裴慧卿（東京大学）
P-006 # ニホンジカによる森林被害と政策～中国山地地域5県の比較～：伊藤太順（鳥取大学）	P-017 # モンタージュ写真を用いた国立公園の混雑感評価：現地とweb調査の比較：伊藤瑠海（北海道大学大学院）	P-025 大学における森林・林業関連学科の研究室の設置状況：田中千賀子（武蔵野美術大学）	P-033 # ヒノキ人工林における列状間伐が与える肥大成長及び樹冠成長特性の検討：館田一歩（宇都宮大学）	P-050 # 熟練者のノウハウを組み込んだAIによる広葉樹の樹種判別に付いた基礎検討：江澤一照（日本大学大学院）
P-007 # ジビエ利用と獣肉処理場の捕獲個体受入基準の現状～近畿地方を中心に～：古賀達也（京都大学大学院）	P-018 # 地理空間情報を活用したトレイルランニング大会における環境負荷量の推定：中野研人（東京農工大学）	P-026 興味地点の解説サイン制作による生物多様性教育プログラム：倉本宣（明治大学）	P-034 # 中京地域における木材市場の変化：徐喬逸（東京大学）	P-051 # 空中写真を用いた福島県只見町沼ノ平地域における地形変動の把握（その2）：篠原朋恵（新潟大学）
P-008 明治前期の岩手県における鳥獣および内水面漁業資源の利用：泉桂子（岩手県立大学）	P-019 # 知床国立公園における車両規制の見直しに対して利用者が示した態度・行動：八尋聡（北海道大学大学院）	P-027 森と人とを紡ぎ直す方法論としての感性的アプローチの可能性：中村和彦（東京大学）	P-035 # 京都府と鹿児島県にみる竹林拡大対策の比較検討：陳田（東京大学）	P-052 # ケーブルカメラを用いた森林計測～異なる林相における単木検出率の比較～：今枝大（名古屋大学）
P-009 福井県美浜町の入会林野の現状と課題：安達啓介（神戸大学）			P-036 # 林地残材のある人工林内のニホンジカの行動：野嶋健太郎（日本大学）	P-053 # 若齢針葉樹人工林における点群データを利用した単木抽出精度の評価：佐藤有規（宇都宮大学）
P-010 ベトナムの森林配分政策が高地の地域社会で起こす複合的な社会生態的動態：SchaeferHolger（京都大学）			P-037 # 重回帰分析からみた森林保険加入率の変動要因：加藤勲力（東京農工大学）	P-054 広葉樹二次林の成長予測：龍原哲（東京大学）
P-011 自治体林政における森林技術者の周流：山本伸幸（森林総研）			P-038 # 中国・神農架林区の森林管理組織：劉立航（東京大学）	P-055 東京大学富士郷の森研究所カラマツ系統別試験地の成長過程：石橋整司（東京大学）
			P-039 # 喫食を伴う森林レクリエーションにおける事故防止策：陸黎駿（東京大学）	P-056 長期観測データを用いたスギ単木枯死予測モデルの構築：福本桂子（国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所）
			P-040 # 森林散策におけるリラクソス効果を考慮した森林管理のあり方：歴園園（東京大学）	P-057 東京大学千葉演習林における天然林資源の現状：尾張敬章（東京大学）
			P-041 # 浮世絵に描かれた江戸の緑地環境：劉馨運（東京大学）	P-058 ミャンマ択伐林の林分動態～伐採後5年間の変化～：溝上展也（九州大学）
			P-042 # Forest cover changes obtained from satellite images in Guadalcanal, Solomon Islands:ChachaTrevor（三重大学）	P-059 大船山のミヤマキリシマ群落の保全・復元に向けた提言：大久保敏宏（早稲田大学）
			P-043 # Landsat 時系列衛星画像を用いた直接予測手法による森林変化の要因推定：西田圭佑（九州大学大学院）	P-060 木曾ひのき端材を活用した商品のインターネット販売：佐藤孝吉（東京農工大学）
			P-044 # 時系列 Landsat 画像を用いた豪雨に伴う斜面崩壊推定：寺田愛理（九州大学）	P-061 商品から見た竹材の特徴と管理方法：吉野聡（東京農工大学）

研究発表題目（ポスター発表 P-062 から P-146） 3月19日～23日

経営	造林	遺伝・育種
P-062 森林内における電波減衰の影響：北原健太郎（鹿児島大学大学院）ら	P-079 # 異なる環境制御化におけるスギ球果の成長とガス交換特性：松下泰裕（静岡大学大学院）ら	P-113 芽かき終了後の断幹がセグメンタの樹冠形および幹の直径成長に与える影響：横尾謙一郎（熊本県林業研究・研修センター）ら
P-063 指紋認識技術を応用した丸太木口画像の個体識別：佐保田万智子（日本ユニシス株式会社）ら	P-080 # 新潟県苗場山の長期固定試験地におけるブナの肥大成長の変化：小松亮（静岡大学）ら	P-114 北海道のシラカンバ人工林における地位指数曲線の作成：内山和子（北海道立総合研究機構林業試験場）ら
P-064 リモートセンシングによる林分材積推定：高橋興明（森林総合研究所九州支所）ら	P-081 # タケカンバの産地試験林を用いた葉フェノロジーの産地間変異の評価：佐藤温起（静岡大学）ら	P-115 青森県におけるミズメ人工林の生育経過：矢本智之（(地独) 青森県産業技術センター林業研究所）ら
P-065 林分材積推定における UAV-LIDAR データの有効性に関する検討：光田靖（宮崎大学）ら	P-082 # ススキ型および非ススキ型競合植生下におけるスギ特定母樹株中苗の成長：中山葉月（宮崎大学）ら	P-116 高齢化したコナラ林の高伐り後3年間の萌芽枝の発生と成長：吉川正人（東京農工大学）ら
P-066 ポイントクラウドデータによる森林資源モニタリングの検討：松英恵吾（宇都宮大学）ら	P-083 # Comparison of seed dispersal patterns between 6 and 15 years after felling in sugi plantation: マニアガンリツサマリア（宮崎大学）ら	P-117 岐阜県高山市のケヤキ人工林における保育条件の違いが成長に与える影響：大洞智宏（岐阜県森林研究所）ら
P-067 地上レーザーと UAV データを用いた林冠高の推定：齋藤英樹（森林総合研究所）ら	P-084 # 静岡県「森の力再生事業」における人工林広葉樹林化の成否とその要因：木下信（静岡大学大学院）ら	P-118 北東北3県における直材の採れる広葉樹の特性：太田敬之（森林総研）ら
P-068 UAV 空撮による樹高推定精度に撮影高度が与える影響：加治佐剛（鹿児島大学）ら	P-085 # マツ枯れ被害林分の再生におけるソヨゴ伐採の効果：柴田健士（京都府立大学大学院）ら	P-119 ウルシ苗の植栽後の初期成長と頂芽食害の影響：白旗学（岩手大学）ら
P-069 ドローン空中写真を利用した林床植生高のマッピング：常緑針葉樹林の事例一：栗屋善雄（岐阜大学）ら	P-086 # 旧ブナ薪炭林における用材生産のための伐採が天然更新に与える影響：和泉祐子（新潟大学）ら	P-120 3 成長期間の土壌乾燥に対するスギ成木の応答 II. 光合成特性：田中憲蔵（森林総合研究所）ら
P-070 撮影条件の差異が SfM 処理に与える影響の評価 (2)：山本一清（名古屋大学）ら	P-087 スギ母樹へのグルタチオン施用が種子の品質に与える影響：山下直子（(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	P-121 九州産スギ6品種の窒素利用様式 - 落葉窒素濃度の5地域での比較 - 榎木勉（九州大学）ら
P-071 米国南東部におけるデジタル航空写真を用いた DSM の精度評価：小幡進午（テネシー大学）ら	P-088 スギの選別種子によるコンテナ苗育苗における GSSG 施用の有無と成長：奥田史郎（森林総合研究所）ら	P-122 天然更新補助作業の確実性：かき起こし地の成長に及ぼす地形の影響：吉田俊也（北海道大学）ら
P-072 Litchi を用いた UAV 空撮計画の作成方法：村上拓彦（新潟大学）ら	P-089 コンテナ苗における育苗方法の現状～全国の生産者へのアンケート調査より～：小笠真由美（森林総合研究所）ら	P-123 掻き起こし作業実施後の土壌環境に土性の違いが与える影響：山崎遥（岩手大学）ら
P-073 広域森林バイオマス研究プラットフォーム：現場から衛星までを結んで：尾鷹元（森林総合研究所）ら	P-090 密度調整とソーフトがスギコンテナ苗の地上部と地下部の乾重量に及ぼす影響：山中豪（三重県林業研究所）ら	P-124 津軽地方のヒバ択伐林試験地における直径分布と材積の100年間の推移：八木橋勉（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら
P-074 人工衛星と AI 判読技術を用いた森林資源の広域モニタリングについて：西本里美（株式会社バスコ）ら	P-091 植栽時の性状および植栽後の成長からみた“よい”スギ挿し木苗の育苗条件：伊藤哲（宮崎大学）ら	P-125 ヒノキ・カラマツ混交植栽人工林における林分構造：長池卓男（山梨県森林研）ら
P-075 松枯れ感染木検出のための衛星画像による時系列解析：内藤千尋（国際航業株式会社）ら	P-092 春植栽したスギコンテナ苗の初期成長に及ぼす育苗時の追肥の影響：飛田博順（森林総研）ら	P-126 16 世紀の木曾ヒノキ伐採株の年代推定：酒井武（森林総合研究所）ら
P-076 衛星画像を用いた過去 35 年間の日本の伐採面積推定：志水克人（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	P-093 元肥と播種時期がヒノキ実生コンテナ苗のサイズと得苗率に及ぼす影響：成木靖和（岐阜県森林研究所）ら	P-127 100 年生ヒノキ林の個体内葉分布～ UAV-LIDAR による推定～：福井翔宇（岐阜大学 / 株式会社バスコ）ら
P-077 航空 LIDAR データを用いた山間部における路網の自動抽出に関わる手法の検討：大垣志織（株式会社バスコ）ら	P-094 育成方法が異なるヒノキ実生コンテナ苗の多点データによる活着と初期成長：渡邊志仁（岐阜県森林研究所）ら	P-128 複雑な葉層構造の林が大きい純生産量を持つためには：水永博己（静岡大学）ら
P-078 ALS データとタイルポリゴンを使用した路網バッファー別材積の推定：塩田廣美（京都府立大学大学院）ら	P-095 1 年生カラマツコンテナ苗の植栽後の成長：二本松裕太（長野県林業総合センター）ら	P-129 ブナ林の樹冠発達に及ぼす生育量に及ぼす影響：塚原雅美（新潟県森林研究所）ら
	P-100 下刈り省略に対するスギ特定母樹系統間の初期成長反応の違い：山岸輝（宮崎大学）ら	P-130 クロマツにおける RNA-Seq データからの高密度連鎖地図の作製：平尾知士（森林総合研究所林木育種センター）ら
	P-098 林地除草剤の散布におけるドローンと人工の作業効率の比較：田中友梨（鳥根県中山間地域研究センター）ら	P-131 # Comparison of Two Linkage Maps Between <i>Chamaecyparis obtusa</i> Sieb. et Zucc. and <i>Cryptomeria japonica</i> D. Don: DOGAN Guliz (新潟大学大学院)ら
	P-099 下刈り省略が植栽木の成長に与える影響：中川宏治（滋賀県琵琶湖環境科学研究所）ら	P-132 カラマツとグイマツの完全長 cDNA 配列の取得と種間比較：三嶋賢太郎（森林総合研究所 林木育種センター）ら
	P-101 下刈り省略下での特定母樹スギコンテナ中苗の4年間の成長と競合状態：平田令子（宮崎大学）ら	P-133 空中さし木法によるスギさし木発根過程における遺伝子発現変動：福田有樹（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター九州育種場）ら
	P-102 下刈りを省略した造林地での雑草木の成長と競合状態：山川博美（(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	P-134 アスナロ属葉組織における耐凍性関連遺伝子の発現解析：福永路子（(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター）ら
	P-103 茨城県のスギ新植地における競合植生の成長量に影響する要因の推定：五十嵐直也（森林総合研究所）ら	P-135 サクラの生育不全実生で見られた防御関連遺伝子の高発現：鶴田燃海（森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら
	P-104 UAV 空撮画像と地上レーザーにより得られた雑草木高および群立情報の比較：鶴崎幸（福岡県農林業総合試験場）ら	P-136 熊本に残る屋久杉伝説の遺伝的検証：金谷整一（森林総合研究所九州支所）ら
	P-105 宮城県白石市の低密度植栽地におけるスギの10年間の成長：酒井敦（森林総合研究所）ら	P-137 # Effects of warming on survival and growth of <i>Betula ermanii</i> revealed by range-wide transplant experiments: Aye Myat Myat Paing (東京大学)ら
	P-106 スギの若齢以降の樹高成長曲線に幼齢部分を追加する：重水英年（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	P-138 # 北石 DNA 解析にむけたツガ属における種間・種内識別に有用な DNA 領域の探索：松江倫代（千葉大学）ら
	P-107 山梨県におけるヒノキの地位指数曲線の修正と直径成長に影響する要因の探索：長谷川高平（山梨県森林総合研究所）ら	P-139 母島鳥島産のオオバシマラサキにおけるエコタイプの分化と交雑：鈴木節子（森林総合研究所）ら
	P-108 クリーンラターの植栽2年後の樹高に及ぼす苗木の形質と立地の影響：原山尚徳（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	P-140 # ライム病の原因菌と媒介者であるシムルツェマニの遺伝的分化の解明：塚本宝（東京大学）ら
	P-109 コウオウザンの植栽後2年間の成長特性：高山勉（兵庫県立農林水産技術総合センター）ら	P-141 # 分布境界におけるミネカエデ類の遺伝構造：竹内虎輔（東京大学）ら
	P-110 堆肥を用いて育成したヤナギ5種における2年目の成長：香山雅純（森林総合研究所）ら	P-142 # 千葉県柏市に隔離分布するズミ集団の父性解析：臼岡菜々海（東京大学大学院）ら
	P-111 さし付け時期の違いがオノエヤナギのさし木発根率および生育率に与える影響：矢野慶介（森林総合研究所 林木育種センター 東北育種場）ら	P-143 # 多雪地植物ハイヌガヤの遺伝的多様性と進化過程の推定：蔡惠美（千葉大学）ら
	P-112 オノエヤナギの超短伐期施業の関東域での可能性：上村章（森林総合研究所）ら	P-144 # 葉緑体 DNA を用いたシロヨモギの地理的変異の解析：武田浩太（新潟大学）ら
		P-145 サクラの栽培品種の形質に対するゲノムワイド関連解析：加藤珠理（森林総合研究所）ら



研究発表題目（ポスター発表 P-147 から P-213） 3月19日～23日

遺伝・育種	生理	生理	生理	植物生態
P-147 # 新たなスギ雄性不稔遺伝子の探索：釣崎恵里子（新潟大学）ら	P-164 西南日本の3地域におけるスギ精英樹の植栽3年後の成長：三浦真弘（森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター 関西育種場）ら	P-174 3 成長期間の土壌乾燥に対するスギ成木の応答 1：葉の水利用特性：井上裕太（森林総合研究所）ら	P-191 針葉樹の光合成機能解析 II - 光化学系 I サイクリック電子伝達反応の抑制 -：津山孝人（九州大学）ら	P-197 # 低木における種ごとの光資源の利用体制 受光構造と光合成特性からの評価：石橋和明（静岡大学）ら
P-148 # バルク DNA を用いた <i>MALE STERILITY 1</i> を持つ個体の低コストマーカー選抜：渡部大寛（新潟大学大学院）ら	P-165 スギエリートツリー人工交雑温室産種子由来コンテナ苗の検定林での初期成長：山野邊太郎（国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター）ら	P-175 輸出用植木類の根際土壌除去後の保湿度材の違いが水分ストレスに及ぼす影響：高橋玄（千葉県農林総合研究センター）ら	P-192 針葉樹は広葉樹とは異なる光呼吸代謝をもつ：宮澤真一（森林総合研究所）ら	P-198 # カエデ属 3 種の個体成長に伴うシュート構造と資源配分比の変化：藤岡薫子（東京大学）ら
P-149 スギ雄性不稔の原因遺伝子である <i>MS1</i> のハプロタイプ多様性解析：長谷川陽一（森林総合研究所）ら	P-166 ドロノキさし木苗における3年間の成長のクローン間変異：生方正俊（国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	P-176 相対湿度制御下での赤外分光法による高木スギ葉横断面への水吸着：東若菜（神戸大学）ら	P-193 Genetic variation in photosynthetic pigments among diverse origins of <i>Cryptomeria japonica</i> grown in common gardens: 韓慶民（森林研究・整備機構）ら	P-199 # 航空機 LiDAR による葉群三次元分布の把握 - 落葉広葉樹林の事例 -：荒木一穂（岐阜大学）ら
P-150 関西育種基本区で開発したスギ少花粉品種の若齢時における雄花着生性の評価：宮下久哉（国立研究開発法人森林研究・整備機構）ら	P-167 トドマツ雄花当たり花粉量にみられるクローン間変異：加藤一隆（森林総合研究所 林木育種センター 北海道育種場）ら	P-177 # 無道管被子植物マグルマの生理生態特性 - 冷温帯構成樹種 5 種との比較 -：和田智弘（岐阜大学）ら	P-194 低 Ca 濃度下で Al が熱帯フトモモ科樹木の根の伸長に及ぼす影響：山ノ下卓（東京大学）ら	P-200 # Crown structure explains the discrepancy between UAV- and ground-based leaf phenology at the individual tree level: BUDIANTINI Noviana (Shizuoka University) ら
P-151 花粉アレルゲン採取を目的とした多花粉・高アレルゲン性スギ品種の選抜：齋藤真己（富山県農林水産総合技術センター 森林研究所）ら	P-168 地上 LiDAR 再計測による試験林の成長モニタリングと樹幹形状解析：平岡裕一郎（静岡県立農林環境専門職大学）ら	P-178 # 落葉広葉樹の樹幹水分動態の季節変化：和泉健太（京都府立大学大学院）ら	P-195 アルミニウム耐性樹木ユーカリが含む加水分解性タンニンの網羅的解析：田原恒（国立研究開発法人森林研究・整備機構）ら	P-201 # 二次遷移に伴う樹木間光獲得競争と森林構造の変化：冷温帯と暖温帯の比較 - 松尾智成 (Wageningen University & Research) ら
P-152 スギ閉鎖系採種園における2つの異なる花粉散布機による種子生産の比較：伊藤由紀子（新潟県）ら	P-169 UAV によるスギ若齢木の樹幹形状計測と系統間差の解析：武津英太郎（国立研究開発法人 森林研究・整備機構）ら	P-179 # 温帯性および亜熱帯性ササ類の水核活性物質の探索：久保光（東京大学大学院）ら	P-196 カラマツにおけるカリウムチャネルの氷核活性物質および解析：細尾佳宏（信州大学）ら	P-202 # 狭山丘陵における長期間放棄された二次林の林分構造：三木友貴（早稲田大学）ら
P-153 エリートツリーミニチュア採種園における外部花粉の低減：西原寿明（愛媛県農林水産研究所）ら	P-170 UAV 空撮画像を利用したグイマツとグイマツ雑種 F <sub>1</sub> の黄葉フェノロジーの比較：福田陽子（森林総合研究所 林木育種センター 北海道育種場）ら	P-180 # 水ストレスに対するヒノキの花成応答：兼松史察（岐阜大学）ら		P-203 # 遷移後期の照葉樹林に隣接する天然生二次林における15年間の植生動態：川田直人（神戸大学大学院）ら
P-154 BAP を含有する農薬を用いたカラマツ雌花の着生促進：吉本拓也（広島県立総合技術研究所 林業技術センター）ら	P-171 複数検定林における RTK-GNSS を用いた苗木個体配置図の作成：松永孝治（森林総合研究所 林木育種センター 九州育種場）ら	P-181 カラマツの FT/TFL-like 遺伝子の部分塩基配列の決定とその発現特性：中島剛（地方独立行政法人青森県産業技術センター 林業研究所）ら		P-204 # 世界遺産白神山地ブナ林の20年間の動態と構造の変化：板橋朋洋（秋田県立大学）ら
P-155 スギの人工交配に適する花粉増量剤の検討：宮下智弘（山形県森林研究センター）ら	P-172 # スギにおける不定胚形成過程が花粉親寄与率に及ぼす影響：金枝拓実（新潟大学）ら	P-182 # カラマツの花芽分化と長枝形成の関係：馬場俊希（北海道大学）ら		P-205 # 蘇苔類が佐渡島のスギ天然林の樹木更新に与える影響：久保田美理（新潟大学）ら
P-156 クマノザクラの種子の保存と発芽に関する考察：藤本俊雄（森林総合研究所）ら	P-173 ヒバ葉条からの多芽体形成と増殖細胞の誘導・プロトプラストの単離：細井佳久（森林総合研究所）ら	P-183 ブナとシロイヌナズナにおける FT プロモーターの比較解析：赤田辰治（弘前大学）ら		P-206 # 暖温帯二次林における実生群集の動態：環境要因と形態特徴からの検討：策勒格爾（名古屋大学）ら
P-157 空中さし木法を用いた不定根形成に必要な環境要因の解析：栗田学（森林総合研究所 林木育種センター 九州育種場）ら		P-184 ポプラの花成抑制遺伝子をゲノム編集した影響：西口満（森林総合研究所）ら		P-207 # 76 年生落葉広葉樹林における伐採後3年間の実生による更新：前田紹吾（岡山大学大学院）ら
P-158 採種木およびコンテナ苗由来のスギさし種の重量が発根に及ぼす影響：大平峰子（森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター）ら		P-185 # 葉緑素濃度の季節変化に現れるエビゲノムを介したストレス後遺症の可能性：岡崎裕平（北海道大学）ら		P-208 # ヒノキ林分内における細根の成長：枯死フェノロジーの空間変動性：藤井泰（京都大学）ら
P-159 クリーナーチ（グイマツ雑種 F <sub>1</sub> ）コンテナ育苗におけるグルタチオン施用例：成田あゆ（地方独立行政法人北海道立総合研究機構）ら		P-186 アカエゾマツの個葉と枝レベルで推定した NDVI とクロロフィル濃度の関係：玉城聡（森林総合研究所）ら		P-209 # 冷温帯落葉広葉樹林の細根動態からみた生産性と安定性に対する多様性効果：唐澤拓朗（静岡大学大学院）ら
P-160 高 CO <sub>2</sub> 施肥による苗木の成長促進効果：田村明（森林総合研究所 林木育種センター）ら		P-187 スギとコウヨウザンのシュートにおける最大光合成速度の比較：作田耕太郎（九州大学）ら		P-210 # 奥多摩地域の二次林における木本性つる植物の群集構造と分布特性：仲田郁実（東京農業大学）ら
P-161 アカマツ精英樹人工交配家系におけるマツノサイセンチュウ抵抗性：井城泰一（国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター 東北育種場）ら		P-188 ブナの幹の異なる高さにおける光利用効率とガス交換：楢本正明（静岡大学）ら		P-211 # 年輪から見た三宅島 2000 年噴火がタブノキに与えた影響とその空間分布：木村祐貴（筑波大学大学院）ら
P-162 抵抗性アカマツ採種園種苗の抵抗性における母樹の性能と交配組合せの効果：岩泉正和（森林研究・整備機構）ら		P-189 # ブナとヒメジャラ若木の樹葉 CO <sub>2</sub> フラックスの比較：齋藤彼方（静岡大学）ら		P-212 # 沼ノ平地すべり地域における植生の多様性：松浦隆介（新潟大学）ら
P-163 グイマツ雑種 F <sub>1</sub> 優良系統の材質に対する植栽密度の影響：花岡創（森林総合研究所 林木育種センター 北海道育種場）ら		P-190 コナラの炭素輸送と成長特性：高梨聡（森林総合研究所）ら		P-213 # メジロ体内における種子体内滞留時間に対する種子サイズの影響：平尾多聞（宮崎大学）ら

研究発表題目 (ポスター発表 P-214 から P-290) 3月19日～23日

植物生態	立地	防災・水文
P-214 # 花粉DNAメタバーコーディングによるシカ食害下の送粉ネットワークの解明: 吉田拓矢 (東京大学大学院) ら	P-231 # スギ人工林における林内雨が土層へのセシウム137の下方浸透に及ぼす影響: 飯田光 (筑波大学) ら	P-248 福島県スギ林における植物根中 <sup>137</sup> Cs濃度の深度別時間変化: 井口啓 (筑波大学) ら
P-215 # 大気窒素沈着量増加と下層植生衰退に対する樹木蒸散の応答: 長野菜穂 (九州大学大学院) ら	P-232 # きのこのセシウム濃度と土壌の交換性カリウム濃度の関係—3年間の調査: 鈴木也実 (日本大学大学院) ら	P-249 食品検査データを用いた山菜の放射性セシウム濃度特性の解析: 小松雅史 (森林総合研究所) ら
P-216 # 異なる標高に分布する針葉樹人工林を対象とした土壌呼吸特性: 重藤皓一 (静岡大学大学院) ら	P-233 # 北海道東部の森林における初冬および初春の酵素活性に対する根圏効果: 中山理智 (京都大学) ら	P-250 可搬型検査装置により測定したほだ木からシイタケへの放射性セシウムの移行: 金田一美有 (茨城県林業技術センター) ら
P-217 # カナダ北西準州のクロトウにおける枝と幹の伸長量と肥大量の乾燥応答: 田邊智子 (京都大学) ら	P-234 # 愛知海上の森における地質の違いがヒノキ林の成長と表層土壌に与える影響: 秋山哲矢 (名古屋大学) ら	P-251 福島県放射性セシウム汚染森林に生息するゾロウグモの被ばく線量評価: 綾部慈子 (公益財団法人環境科学技術研究所) ら
P-218 # 約1世紀ぶりに日本各地で一斉開花を迎えたタケ類ハチクの繁殖戦略: 小林慧人 (京都大学) ら	P-235 # ヒノキ人工林における根呼吸および従属栄養呼吸: 武居玄 (信州大学大学院) ら	P-252 セシウム137の濃度およびインベントリーデータベース構築: 橋本昌司 (森林総研) ら
P-219 # 大阪府和泉葛城山におけるブナの開花結実特性: 木田和泉 (大阪府立大学) ら	P-236 # 関東平野の管理された都市林における炭素現存量の調査と炭素動態の推定: 王郭超 (明治大学大学院) ら	P-253 木質燃焼灰施用後4年間にわたるスギ新植林分の土壌化学性の変化: 山田毅 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構) ら
P-220 小笠原諸島における森林生態系修復業務に伴うドローンの活用: 瀬戸智大 (一般社団法人 日本森林技術協会) ら	P-237 # カラマツ人工林における葉面積指数およびクランピングファクターの年変動: 小枝慧子 (信州大学) ら	P-254 緩効化処理を施した木質燃焼灰散布後のスギ植林地土壌化学性の変化について: 佐野哲也 (東北工業大学) ら
P-221 ベルー山岳域における森林火災の発生動向について: 佐藤保 (森林研究・整備機構 森林総合研究所) ら	P-238 # Seasonal dynamics of carbon allocation between different organs in <i>Phyllostachys edulis</i> (Moso bamboo) forests: Wang Shiteng (京都大学) ら	P-255 永久しおれ点の体積含水率の簡易推定手法の検討: 釣田竜也 (森林総合研究所) ら
P-222 攪乱履歴の異なるマレーシア熱帯山地林における林分構造の違いに関する考察: 伊尾木慶子 (武蔵野大学) ら	P-239 コナラ当年枝の放射性セシウム濃度の季節変動: 坂下渉 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所) ら	P-256 デジタル地形データを用いた西日本の土壌型を規定する地形要因の解析: 福垣昌宏 ((国研) 森林研究・整備機構) ら
P-223 朽木・落葉広葉樹二次林におけるナラ枯れ・マツ枯れ・シカ食害と植生動態: 龍谷泰行 (滋賀県立大学) ら	P-240 福島原発事故の影響を受けたブナ類大径木の放射性セシウム分布: 中島芳 (宇都宮大学) ら	P-257 リター層と土壌層における細菌の群集と機能の小集水域スケールの空間分布: 執行宣彦 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所) ら
P-224 田島ヶ原サクラソウ自生地にみられる5年間の植生変化: 岡田暹 (埼玉大学) ら	P-241 放射性セシウム吸収の樹種間差—植栽木等多点調査から: 三浦寛 (森林総合研究所) ら	P-258 コウヨウザン人工林における3年間の表土移動量: 渡辺靖崇 (広島県立総合技術研究所林業技術センター) ら
P-225 ヒノキ人工林における間伐が根圏動態に与える影響: 仲畑了 (京都大学) ら	P-242 クスギ植栽地におけるカリウム施用等土壌処理と植栽木の放射性セシウム吸収: 益守真也 (東京大学) ら	P-259 モウソウチクの葉から抽出した植物ケイ酸体の粒度分布分析手法の検討: 梅村光俊 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構) ら
P-226 群林間伐後のヒノキ林分における雄花生産の16年間の変動: 中西麻美 (京都大学) ら	P-243 <sup>137</sup> Cs添加前後および同時のK処理がスギ苗の <sup>137</sup> Cs吸収に及ぼす影響: 関本均 (宇都宮大学) ら	P-260 ティバッグの分解にメッシュサイズと土壌含水率が与える影響: 森大善 (森林総合研究所九州支所) ら
P-227 強光ストレス下における樹木の色素含有量の変化と光阻害耐性の多様性比較: 辻祥子 (京都大学大学院 生命科学研究所) ら	P-244 ヒノキ植栽木の放射性セシウム吸収に対するカリウム施肥と施肥中止の影響: 平井敬三 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構) ら	P-261 連年施肥がウダイカンバとトマトの葉の窒素安定同位体比におよぼす影響: 長倉洋子 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所) ら
P-228 木本性つる植物のクローン成長プロセスは種によって異なるか?: 森英樹 (森林総合研究所) ら	P-245 里山での除染の有無が分解に伴う落葉中の放射性Cs濃度・量に及ぼす影響: 市川貴大 (くまの里山応援団) ら	P-262 モンゴル森林ステップの森林と草原に生育する木本種の炭素・窒素同位体比: 小田あゆみ (信州大学) ら
P-229 分布拡大している先駆樹木アオモシの遺伝構造: 川口英之 (島根大学) ら	P-246 浜畔域におけるセシウム137の沈着量と生葉中濃度との関係: 金指努 (福島大学) ら	P-263 台風による被害率の違いがその後の枯死率に与える影響: 清口康子 ((国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所) ら
P-230 # 福島県北部の森林における放射性セシウムの流出機構に関する研究: 川井拓哉 (京都大学大学院) ら	P-247 スギ林における放射性セシウムの分布に及ぼす地形の影響: 篠宮佳樹 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構) ら	P-264 高齢人工林と再造林地の増加が日本の森林土壌炭素収支に及ぼす影響: 酒井寿夫 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構) ら
		P-274 降雨中における森林からの微水滴輸送: 北村兼三 (森林総合研究所九州支所) ら
		P-275 2種類のスギ高密度林分における樹冠遮断・樹冠通過雨・樹幹流の測定: 村上茂樹 (森林総合研究所) ら
		P-276 ヒノキ人工林30%間伐後3年間の林内雨量の経過: 細田育広 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所) ら
		P-277 根鉢秤量法による樹液流計測法の検証: 飯田真一 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所) ら
		P-278 若齢・壮齢・高齢ポンドロサバイン林における干ばつが蒸散に及ぼす影響: 鶴田健二 (滋賀県琵琶湖環境科学研究センター) ら
		P-279 Cumm age impact on transpiration estimates in a Moso bamboo forest, central Taiwan: 久米朋直 (九州大学) ら
		P-280 年輪セルロースの炭素同位体比から年蒸散量を復元する試み: 久保田多余子 (森林総合研究所) ら
		P-281 # 広域森林水循環評価に向けたLiDARデータによる立木密度推定手法の構築: 猪越翔大 (東京農工大学大学院農学府) ら
		P-282 # 森林施肥が衛星画像のNDVIに与える影響—蒸散評価に向けて—: 深江朋美 (宮崎大学) ら
		P-283 冷温帯落葉広葉樹林における熱フラックスの長期モニタリング: 小坂泉 (日本大学) ら
		P-284 低温期における森林の揮発性有機化合物濃度の上昇要因: 深山貴文 (森林総合研究所) ら
		P-285 # 冷温帯落葉広葉樹林における夏季のCO <sub>2</sub> 交換量と気温の関係: 大庭流雅 (日本大学大学院) ら
		P-286 # 沖繩の亜熱帯常緑広葉樹林における炭素収支の変動について: 大上進士 (琉球大学) ら
		P-287 Predicting soil water retention using soil chemical properties: 藤井一 (森林総研) ら
		P-288 降水量の異なる2時期の裸地斜面の土壌水分の挙動: 平岡真合 (国立研究開発法人 土壌研究所) ら
		P-289 森林伐採による斜面表層水分の降雨応答の変化観測: 浅野志穂 ((国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所) ら
		P-290 阿蘇地域の様々な植生における土壌の透水性・保水性の評価: 松本一穂 (琉球大学) ら

研究発表題目（ポスター発表 P-291 から P-361） 3月19日～23日

防災・水文	利用	利用	動物・昆虫
P-291 # 森林土壌の孔隙構造の違いが抽出水の酸素・酸素安定同位体比に及ぼす影響：中野晴太（京都府立大学）ら	P-308 瑞穂山山麓の森林斜面における土壌侵食の実態と要因について：廣瀬満（山梨県森林総合研究所）ら	P-325 詳細地情報を用いた施業地検出用アプリケーションの開発：白澤結明（森林総合研究所）ら	P-338 # 東京都の都市緑地で発生しているナラ枯れの空間的分布：加藤俊奈（東京農工大学）ら
P-292 山地斜面における土層中の封入空気形成と林内雨の関係について：若上翔（森林総合研究所）ら	P-309 # 北海道胆振東部地震による崩壊土層の物理的特性：鈴木毅汰（石川県立大学）ら	P-326 # 全国の各市区町村における木質バイオマス利用可能量の推計：千田暹斗（東北大学）ら	P-339 # <i>Trypodendron niponicum</i> の発生消長と共生菌：三木尚輝（名古屋大学）ら
P-293 渓流水源に依存する小規模水わさび田の水温変化：竹内真一（東海大学）ら	P-310 北海道胆振東部地震で崩壊した斜面の粘土鉱物組成：勝見尚也（石川県立大学）ら	P-327 シカ等侵入防護網の高検自動化に向けたIoTシステムの実証事業：井内正直（アイオーネイテック株式会社）ら	P-340 # 埋立造成緑地に大量蓄積したハナタグリ垂科幼虫の分解と土壌への影響：前田健蔵（東京農工大学）ら
P-294 # 森林流域における湧水・渓流水NO <sub>3</sub> -N濃度形成への脱窒の影響とその地点間比較：白井峻太（京都大学大学院）ら	P-311 斜面規模の異なる地すべりの安定性に及ぼす積雪層の影響評価：岡本隆（国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所）ら	P-328 インスタンスセグメンテーションによるロバストな材検出手法：有水賢吾（国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所）ら	P-341 # プナ開業時期の変異がプナカイガラタマバエのゴール形成数に及ぼす影響：野中佳祐（京都大学大学院）ら
P-295 # 森林流域における渓流水高頻度電気伝導度データの分解によるイオン動態比較：柴田夏希（京都府立大学）ら	P-312 積雪変質モデルを用いた雪崩発生確率の温暖化影響評価の試み：勝山祐太（森林総合研究所）ら	P-329 森林作業道の土構造による横断排水の機能評価：和多田友宏（岐阜県森林研究所）ら	P-342 # 森林において同所的に生息する中型食肉類の日周性と生息地選択の解明：森川周（東京大学）ら
P-296 # 水抽出方法の違いによる土壌中窒素安定同位体比を用いた脱窒進行程度比較：高橋悠太郎（京都府立大学）ら	P-313 # 地形分析に基づく流木発生リスクの評価手法の検討：田中裕貴（京都府立大学）ら	P-330 植栽作業時における苗木人力運搬の作業効率：猪俣雄太（森林総合研究所）ら	P-343 # 北海道の人工林の鳥類群集：気候と季節によって異なる林齢と混交率の影響：河村和洋（北海道大学）ら
P-297 森林斜面における地下水挙動と実効雨量の対応関係：小杉賢一朗（京都大学）ら	P-314 流木災害調査へのUAVの活用と課題：令和2年7月豪雨の事例：小柳賢太（国立研究開発法人土研研究所）ら	P-331 竹林内の環境色彩分布：松村哲也（信州豊南短期大学・東京大学）ら	P-344 # ギャップ構造を持つヒノキ人工林における広葉樹種子の鳥散布ネットワーク：高野賢（静岡大学大学院）ら
P-298 # 花崗岩山地におけるストロンチウム同位体比を用いた基岩内地下水動態の解明：滝澤遼（京都府立大学）ら	P-315 UAVを用いた針葉樹林および広葉樹林で発生した流木の長さ移動性の比較：経隆悠（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所）ら	P-332 ウォークスルー式3Dレーザー計測機を用いた森林計測の検証：大地純平（山梨県森林総合研究所）ら	P-345 # オオタカ繁殖地は木本植物多様性の指標になる：都市生態系における実証研究：夏川遼生（横浜国立大学大学院）ら
P-299 # HYCYモデルを用いた堆積岩山地における降雨流出特性の解明：福岡諒（京都大学）ら	P-316 土石流中の流木の挙動に及ぼす土砂濃度の影響に関する数値解析的検討：鈴木拓郎（国研）森林研究・整備機構）ら	P-333 森林作業道災害リスク評価参考図の検証：白田寿生（岐阜県森林研究所）ら	P-346 # LIDARを用いた定量化した森林垂直構造とコウモリ類各種の活動量の関係：三宮望（東京大学大学院）ら
P-300 山地上流域河川における豪雨時の流量観測：山川陽祐（筑波大学）ら	P-317 # 山地河川における流木ダムの分布とその量の把握：九州北部豪雨の事例：宮崎仁（東京農工大学）ら	P-334 # 皆伐地における森林作業道の実態把握：生駒直（岩手大学）ら	P-347 # 竹林拡大が小河川内の落葉分解と水生大型無脊椎動物に及ぼす影響：佐藤駿（石川県立大学）ら
P-301 # 森林内外における消雪日の違いが融雪流出に及ぼす影響：平田智道（石川県立大学大学院）ら	P-318 室内燃焼実験によるスギ落葉の延焼速度の計測：吉藤奈津子（国研）森林研究・整備機構）ら	P-335 # スギ原木の木口から得られる情報と強度の関係：植田小晴（京都府立大学大学院）ら	P-348 接着材を用いたクビアカツヤカミキリ羽化成虫に対する防除の可能性：滝久智（森林総合研究所）ら
P-302 定山溪長期森林水試験地における月流出量の長期的な傾向に関する研究：滝野真治（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所）ら	P-319 スギ根引抵抗抗力の経年変化と引き倒し実験：岡田康彦（森林研究・整備機構森林総合研究所）ら	P-336 # 刈払い機の連続使用による振動：安藤寛人（東京農工大学）ら	P-349 異なる誘引トラップによるクビアカツヤカミキリ成虫捕獲の比較：松本剛史（国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所）ら
P-303 施業履歴の異なるヒノキ林の2流域における流出量等の比較－2020年夏期－：久田善純（岐阜県森林研究所）ら	P-320 静電容量による樹木根量の推定：萩野裕森（森林総合研究所）ら	P-337 苗木の植付位置への誘導および位置登録装置の開発とその作業効率：佐々木達也（森林総合研究所）ら	P-350 薬量やシート破損状況が異なる松くい虫くん蒸処理でのMITC濃度と殺虫効果：川口エリ子（鹿児島県森林技術総合センター）ら
P-304 開設年の異なる2つの作業道における間伐後3年間の湧水流出量の推移：阿部俊夫（森林総研）ら	P-321 野外風荷重の動的計測：宮下彩奈（森林総合研究所）ら	P-338 苗木の植付位置への誘導および位置登録装置の開発とその作業効率：佐々木達也（森林総合研究所）ら	P-351 高知県鹿取山のシイ・カン類に生じたブナ科樹木萎凋病による枯死の発生経過：佐藤重穂（森林総合研究所）ら
P-305 作業道開設を伴う間伐における作業道および間伐斜面からの湧水流出：延廣電彦（森林総合研究所 東北支所）ら	P-322 風由来の環境ストレスを踏まえた海岸線の樹木成長履歴：南光一樹（国立研究開発法人森林研究・整備機構）ら	P-339 森林作業道の土構造による横断排水の機能評価：和多田友宏（岐阜県森林研究所）ら	P-352 カシノナガキウムシの飛翔行動の地域変異：北島博（森林総合研究所）ら
P-306 Characteristics of widespread landslides triggered by extreme rainfall in Japan: むていばあずりむ（国研）森林研究・整備機構 森林総合研究所）ら	P-323 # 海岸線における付着塩分量の時間変化及びそのモデル化：宮崎拓馬（宮崎大学）ら	P-340 # 埋立造成緑地に大量蓄積したハナタグリ垂科幼虫の分解と土壌への影響：前田健蔵（東京農工大学）ら	P-353 カシノナガキウムシの飛翔行動におけるエッジ効果：衣浦晴生（森林総合研究所）ら
P-307 # GeoWEPPを用いた森林流域内の土砂生産量分布と土砂流出の評価：裴靖（東京大学大学院）ら	P-324 防災と林業とを共存させる森林調査の一提案：田中賢治（国土防災技術株式会社）ら	P-341 # プナ開業時期の変異がプナカイガラタマバエのゴール形成数に及ぼす影響：野中佳祐（京都大学大学院）ら	P-354 ナラ枯れ発生前後における養菌性キクムシ群集構造の比較：伊藤昌明（（地独）青森県産業技術センター林業研究所）ら



研究発表題目 (ポスター発表 P-362 から P-411) 3月19日～23日

微生物	特用林産	T4. 森林におけるシカ問題の解決に向けて	T5. 樹木根の成長と機能
P-362 # クロマトンにおける外生菌根菌の菌糸成長と子実体形成の季節変化: 居駒すみれ (日本大学) ら	P-379 ヨシエナガキクイムシ随伴菌の多様性: 升屋勇人 ((国研) 森林研究・整備機構・森林総合研究所) ら	P-396 クリーンルームでの環境管理や根切り処理によるマツタケ菌根苗のシロ拡大: 小林久泰 (茨城県林業技術センター) ら	P-404 高齢ノキ人工林における植栽木と他樹種の細根生産: 宮本和樹 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所) ら
P-363 # 管理形態の異なる広葉樹二次林における外生菌根菌群集: 山寺豊海 (東京農業大学) ら	P-380 サワラ人工林における腐朽病害木と健全木の環境マイクロバイオームの違い: 平尾聡秀 (東京大学) ら	P-397 林地散布に適したマツタケ胞子の発芽促進処理法の検討: 藤田徹 (京都府農林水産技術センター) ら	P-405 # ヒノキ細根は細根系のどの位置でどれくらい脱落するのか?: 吉田敏 (名古屋大学大学院) ら
P-364 # カラマツ人工林の成木および実生における土壌深度別外生菌根菌種組成: 大山和也 (東京農業大学) ら	P-381 # 本州中部のスギ細根から検出したアーキアの群集構造: 峰太一郎 (三重大学大学院) ら	P-398 収穫後シイタケ内部の酸化酵素活性に及ぼす変色を抑制する保存処理の影響: 上辻久敏 (岐阜県森林研究所) ら	P-406 # 異なる滞水期間に対するクロマトン苗の応答特性-細根成長と蒸散速度-: 藤田早紀 (東京大学) ら
P-365 # 無菌条件下における外生菌根菌の複数接種がアカマツ実生に与える影響: 加藤伸久 (東京農業大学) ら	P-382 # <i>Euwallacea</i> spp. が随伴する <i>Fusarium</i> 属菌のデイトとマンゴーへの影響: 石田真結子 (神戸大学) ら	P-399 薬用樹木カギカズラの組織培養による増殖法の改良: 小長谷賢一 ((国研) 森林研究・整備機構) ら	P-407 # 針葉樹4種における細根系の水透過性と根特性の関係性の解明: 増本泰河 (信州大学) ら
P-366 # Arbuscular mycorrhiza fungal biomarkers associated with Japanese cedar and Japanese cypress: DJOTAN Akochiffor Kevin Geoffroy (The University of Tokyo) ら	P-383 # 薬剤を用いた木質残渣中に残存するナラタケモドキの防除: 目黒友佳子 (日本大学) ら	P-400 ウルシ種子の播種後1年4ヶ月間の発芽推移: 土屋慧 (地方独立行政法人青森県産業技術センター林業研究所) ら	P-408 # 細根バイオマス傾斜を持つ森林間での土壌の有機炭素複合体存在比の比較: 林亮太 (名古屋大学) ら
P-367 # 口永良部島火山泥流土における菌根菌感染源の分布: 石川陽 (東京大学大学院) ら	P-384 # 天然林における暗色雪腐病菌の集団遺伝構造: 岩切点佳 (東京大学大学院) ら		P-409 # カラマツのシュートと細根のフェロロジーは同期するのか?: 田村祥 (信州大学大学院) ら
P-368 ヤクナネショウロ埋土胞子の宿主選好性: 村田政穂 (東京大学) ら	P-385 ホルトノキ等へのファイトプラズマ感染率の九州と琉球諸島の比較: 亀山統一 (琉球大学) ら		P-410 # SMを使用した樹木根系構造の三次元再構成と形態計測: 岡本祐樹 (兵庫県立大学) ら
P-369 Communities of mycorrhizal fungi in different trophic types of Asiatic <i>Pyrola japonica sensu lato</i> (Ericaceae): 松田陽介 (三重大学大学院) ら	P-386 サクラ類ふくろ実病について: 長谷川絵里 (森林総合研究所多摩森林科学園) ら		P-411 # スギ・ヒノキ細根系の次数別形態特性の比較: 土居龍成 (名古屋大学大学院) ら
P-370 Symbiotic fungi of <i>Euwallacea fornicatus</i> (Polyphagous Shot Hole Borer) infesting mango trees in Okinawa main island: 姜自如 (名古屋大学) ら	P-387 ナラ枯れ初発地の被害状況: 高橋由紀子 (国立研究開発法人森林研究・整備機構) ら		
P-371 <i>Hymenoscyphus fraxineus</i> とトネリコ風植物との宿主-寄生者相互関係: 岡根泉 (筑波大学) ら	P-388 サクラ類こぶ病に対する抵抗性を光で誘導するための最適条件の検討: 石原誠 (森林総合研究所) ら		
P-372 Regional-scale analysis of rhizosphere bacterial community in <i>Cryptomeria japonica</i> plantations: 小長谷啓介 (森林総合研究所) ら	P-389 スギ雄花上で黒点病菌と共存する菌類群集: 松村愛美 (森林総合研究所) ら		
P-373 # Regional and tissue-specific variation in endophytic fungi of tea plant ( <i>Gamellia sinensis</i> ): WinPhyu Mar (The University of Tokyo) ら	P-390 サワラ高齢級林分における溝腐の発生状況と患部の菌類相の解析: 原口竜成 (東京大学) ら		
P-374 # 植生衰退が土壌微生物機能の攪乱を介して実生更新に及ぼす隠微効果の解明: 谷川鴻介 (東京大学大学院) ら	P-391 スギ樹幹内部における非赤枯性溝腐病の病原菌の存在状況: 岩澤勝巳 (千葉県農林総合研究センター) ら		
P-375 # ヌメリグチの菌根圏から分離された放線菌が菌根菌の菌糸成長に及ぼす影響: 小川進 (東京大学) ら	P-392 岐阜県のヒノキ人工林における根株腐朽部から分離された木材腐朽菌について: 片桐奈々 (岐阜県森林研究所) ら		
P-376 # アカマツ根圏における細胞外トランプ (RETs) の可視化: 白川誠 (東京大学大学院) ら	P-393 国内におけるチャアナタケモドキと <i>Fomitiporia punctata</i> の分布様式: 鳥居正人 (森林総合研究所) ら		
P-377 # イワダレゴケ基葉体のシアバクテリア着生及び窒素固定量の季節傾向: 原巳美子 (東京大学大学院) ら	P-394 シイタケホダ木における真菌バイオマスと分解呼吸速度の季節変化: 上村真由子 (日本大学) ら		
P-378 伊吹山の異なる標高に生息する土壌線虫群集の形態学的および DNA メタ解析: 北上雄大 (三重大学) ら	P-395 落葉分解に関わるリグニン分解菌の機能的多様性: 大園享司 (同志社大学) ら		



## 口頭発表 座長

部門	発表番号	座長氏名(所属)	セッション番号	発表番号	座長氏名(所属)
林政1	A1~A5	林雅秀(山形大学)	T1	T1-1~T1-4	有賀一広(宇都宮大学)
	A6~A11	御田成頭(森林総合研究所)		T1-5~T1-8	佐藤政宗(森のエネルギー研究所)
林政2	A12~A15	芳賀大地(鳥取大)	T2	T2-1~T2-5	上原巖(東京農業大学)
	A16~A20	垂水亜紀(森林総合研究所)	T3	T3-1~T3-3	大田真彦(九州工業大学)
林政3	A21~A25	三木敦朗(信州大)		T3-4	藤原敬大(九州大学)
	A26~A28	横田康裕(森林総合研究所)	T4	T4-1~T4-2	藤木大介(兵庫県立大学)
風致・観光1	B1~B5	山本清龍(東京大学)	T5	T5-1~T5-3	池野英利(兵庫県立大学)
	B5~B9	愛甲哲也(北海道大学)		T5-4~T5-6	遠藤いず貴(兵庫県立大学)
風致・観光2	B10~B13	奥敬一(富山大学)			
	B14~B16	庄子康(北海道大学)			
	B17~B20	平野悠一郎(森林総合研究所)			
教育	C1~C4	寺下太郎(愛媛大学)			
	C5~C8	東原貴志(上越教育大学)			
	C9~C11	杉浦克明(日本大学)			
経営1	D1~D5	山田祐亮(森林総合研究所)			
	D6~D10	広嶋卓也(東京大学)			
経営2	D11~D15	米康充(島根大学)			
	D16~D20	加藤顕(千葉大学)			
	D21~D24	西園朋広(森林総合研究所)			
造林	E1~E4	八木橋勉(森林総合研究所)			
	E5~E8	渡邊仁志(岐阜県森林研究所)			
遺伝・育種	F1~F4	鶴田燃海(森林総合研究所)			
	F5~F8	成田あゆ(北海道立総合研究機構)			
生理	G1~G5	田原恒(森林総合研究所)			
植物生態	H1~H7	長池卓男(山梨県森林総合研究所)			
立地	I1~I4	高木正博(宮崎大学)			
	I5~I8	徳地直子(京都大学)			
防災・水文	J1~J4	宮下彩奈(森林総合研究所)			
	J5~J8	岩崎健太(北海道立総合研究機構)			
	J9~J11	正岡直也(京都大学)			
利用	K1~K3	櫻井倫(宮崎大学)			
	K4~K6	斎藤仁志(岩手大学)			
動物・昆虫	L1~L3	梶村恒(名古屋大学)			
	L4~L8	中村克典(森林総合研究所)			
	L9~L12	加賀谷悦子(森林総合研究所)			
微生物	M1~M2	松田陽介(三重大学)			
特用林産	N1~N2	小松雅史(森林総合研究所)			

ポスター発表番号一覧

ポスター番号	部門
PP-01	JFR論文賞 (2021)
PP-02	日林誌論文賞 (2021)
PP-03	JFR論文賞 (2020)
PP-04	日林誌論文賞 (2020)
PP-05	
P-001	
P-002	
P-003	
P-004	
P-005	
P-006	
P-007	
P-008	
P-009	
P-010	
P-011	
P-012	
P-013	
P-014	
P-015	
P-016	
P-017	
P-018	
P-019	
P-020	
P-021	
P-022	
P-023	
P-024	
P-025	
P-026	
P-027	
P-028	
P-029	
P-030	
P-031	
P-032	
P-033	
P-034	
P-035	
P-036	
P-037	
P-038	
P-039	
P-040	
P-041	
P-042	
P-043	
P-044	
P-045	
P-046	
P-047	
P-048	
P-049	
P-050	
P-051	
P-052	
P-053	
P-054	
P-055	
P-056	
P-057	
P-058	
P-059	
P-060	
P-061	
P-062	
P-063	
P-064	
P-065	
P-066	
P-067	
P-068	
P-069	
P-070	
P-071	
P-072	
P-073	
P-074	
P-075	
P-076	
P-077	
P-078	
P-079	
P-080	
P-081	
P-082	
P-083	
P-084	
P-085	
P-086	
P-087	
P-088	
P-089	
P-090	
P-091	
P-092	
P-093	
P-094	
P-095	
P-096	
P-97	
P-98	
P-99	
P-100	
P-101	
P-102	
P-103	
P-104	
P-105	
P-106	
P-107	

ポスター番号	部門
P-108	
P-109	
P-110	
P-111	
P-112	
P-113	
P-114	
P-115	
P-116	
P-117	
P-118	
P-119	
P-120	
P-121	
P-122	
P-123	
P-124	
P-125	
P-126	
P-127	
P-128	
P-129	
P-130	
P-131	
P-132	
P-133	
P-134	
P-135	
P-136	
P-137	
P-138	
P-139	
P-140	
P-141	
P-142	
P-143	
P-144	
P-145	
P-146	
P-147	
P-148	
P-149	
P-150	
P-151	
P-152	
P-153	
P-154	
P-155	
P-156	
P-157	
P-158	
P-159	
P-160	
P-161	
P-162	
P-163	
P-164	
P-165	
P-166	
P-167	
P-168	
P-169	
P-170	
P-171	
P-172	
P-173	
P-174	
P-175	
P-176	
P-177	
P-178	
P-179	
P-180	
P-181	
P-182	
P-183	
P-184	
P-185	
P-186	
P-187	
P-188	
P-189	
P-190	
P-191	
P-192	
P-193	
P-194	
P-195	
P-196	
P-197	
P-198	
P-199	
P-200	
P-201	
P-202	
P-203	
P-204	
P-205	
P-206	
P-207	
P-208	
P-209	
P-210	
P-211	
P-212	
P-213	
P-214	
P-215	
P-216	
P-217	
P-218	
P-219	

ポスター番号	部門
P-220	
P-221	
P-222	
P-223	
P-224	
P-225	
P-226	
P-227	
P-228	
P-229	
P-230	
P-231	
P-232	
P-233	
P-234	
P-235	
P-236	
P-237	
P-238	
P-239	
P-240	
P-241	
P-242	
P-243	
P-244	
P-245	
P-246	
P-247	
P-248	
P-249	
P-250	
P-251	
P-252	
P-253	
P-254	
P-255	
P-256	
P-257	
P-258	
P-259	
P-260	
P-261	
P-262	
P-263	
P-264	
P-265	
P-266	
P-267	
P-268	
P-269	
P-270	
P-271	
P-272	
P-273	
P-274	
P-275	
P-276	
P-277	
P-278	
P-279	
P-280	
P-281	
P-282	
P-283	
P-284	
P-285	
P-286	
P-287	
P-288	
P-289	
P-290	
P-291	
P-292	
P-293	
P-294	
P-295	
P-296	
P-297	
P-298	
P-299	
P-300	
P-301	
P-302	
P-303	
P-304	
P-305	
P-306	
P-307	
P-308	
P-309	
P-310	
P-311	
P-312	
P-313	
P-314	
P-315	
P-316	
P-317	
P-318	
P-319	
P-320	
P-321	
P-322	
P-323	
P-324	
P-325	
P-326	
P-327	
P-328	
P-329	
P-330	
P-331	

ポスター番号	部門
P-332	
P-333	
P-334	
P-335	
P-336	
P-337	
P-338	
P-339	
P-340	
P-341	
P-342	
P-343	
P-344	
P-345	
P-346	
P-347	
P-348	
P-349	
P-350	
P-351	
P-352	
P-353	
P-354	
P-355	
P-356	
P-357	
P-358	
P-359	
P-360	
P-361	
P-362	
P-363	
P-364	
P-365	
P-366	
P-367	
P-368	
P-369	
P-370	
P-371	
P-372	
P-373	
P-374	
P-375	
P-376	
P-377	
P-378	
P-379	
P-380	
P-381	
P-382	
P-383	
P-384	
P-385	
P-386	
P-387	
P-388	
P-389	
P-390	
P-391	
P-392	
P-393	
P-394	
P-395	
P-396	
P-397	
P-398	
P-399	
P-400	
P-401	
P-402	
P-403	
P-404	
P-405	
P-406	
P-407	
P-408	
P-409	
P-410	
P-411	

ポスター番号	部門
KP-01	
KP-02	
KP-03	
KP-04	
KP-05	
KP-06	
KP-07	
KP-08	
KP-09	
KP-10	
KP-11	
KP-12	
KP-13	
KP-14	
KP-15	
KP-16	
KP-17	
KP-18	
KP-19	
KP-20	
KP-21	
KP-22	
KP-23	
KP-24	
KP-25	
KP-26	
KP-27	
KP-28	
KP-29	
KP-30	
KP-31	
KP-32	
KP-33	
KP-34	
KP-35	
KP-36	

高校生  
ポスター  
発表

## 企画シンポジウム

### S1. 階層モデリングは森林の隠れた生態的状态の推測を可能にする

Inference of latent process of forests by hierarchical modeling and its validation

コーディネータ： 飯島勇人（森林総合研究所），伊東宏樹（森林総合研究所）

3月20日 9:00~12:00 会場 Room 1

階層モデルは、森林に存在する動物や植物の在・不在や個体数量などと、それらの動態を司る要因を明示的にモデル化し、推測できる優れた手法である。例えば、森林の構造は、立木や下層植生の存在により水平方向および垂直方向に複雑であり、動物はその複雑な構造に応じて行動している。そのため、研究者が動植物の在・不在や個体数量などとそれらの動態を直接かつ誤差なく観測することは、困難である。階層モデルは、興味のある現象やそれを駆動する要因を含む系全体の動態（生態的状态）を記述するモデル（生態モデル）と、生態モデルで記述した要素に関して取得するデータの取得過程を記述するモデル（観測モデル）の2モデルから構成される。そして、生態モデルと観測モデルには、解析者が任意の確率分布や構造を適用できる。このため、階層モデルは興味のある対象を直接観測できない状況での推測に適した特徴を有しており、森林科学分野でも普及しつつある。しかし、階層モデルはモデルの構造が柔軟であるがゆえに、階層モデルを用いて推定されたパラメータの妥当性の評価が、困難である。階層モデルによる推定結果は、純粋科学のみならず応用科学、政策の意思決定でも用いられるため、その妥当性の評価は重要である。本シンポジウムでは、森林科学分野における階層モデルによる推論事例と、推定されたパラメータの妥当性の評価方法を複数紹介する。これによって、本当に推測したいことと、推測に必要なデータについて「階層的に考える」ことの重要性を示したい。さらに、このような妥当性の評価の手法は、次の新たな研究を始める際に、必要なデータの種類や量を研究を始める前に推測できるなど、森林科学分野全体にとって有用であることを示したい。

## S2. 2011 → 2021 → 2031 : 森林の放射能研究のこれまでとこれから

2011 → 2021 → 2031: Past and future of radiation research in Japanese forests

コーディネータ: 小松雅史(森林総合研究所), 大久保達弘(宇都宮大学)

3月20日 9:00~12:00 会場 Room 3

大会が行われる2021年の3月で東日本大震災および福島第一原発事故から10年が経過します。事故から行われた研究によって多くのことが明らかになりました。一方でまだ明らかでないこと、解決していない社会的問題は山積しています。そのため、森林の放射能研究を今後も継続していくことが何よりも重要です。昨年は大会が中止になったものの、有志でオンラインセッションを行い、研究の火を絶やさないようにしてきました。

例年は森林の放射能研究に関して公募セッションでの参加を行ってきましたが、事故後10年という節目であることから、これまでの研究の総括と今後の研究のあり方について皆様と議論していくためのセッションとして、企画シンポジウムにて開催いたします。セッションでは福島事故後の研究に関わってきた数名の研究者や行政担当者にこれまでと今後についてお話をしていただいた上で、パネルディスカッションを行いたいと思います。

なお、これまで行ってきた通常の研究発表についてはポスターセッションで実施します。システム上企画シンポジウムの枠ではできないようなので、発表予定の方はお手数ですが立地分野での登録をお願いします。またオンラインで行うため、恒例の一分ポスター紹介は行わない予定です。ご了承ください。



S3. 森林遺伝研究で明らかにするブナの生態・生理—樹木の生態遺伝学最前線—

Ecology and physiology of Japanese beech revealed by forest genetics:  
the leading edge in ecological genetics for forest trees

コーディネータ： 玉木一郎（岐阜県立森林文化アカデミー），  
長谷川陽一（森林総合研究所），稲永路子（森林総合研究所），  
木村恵（森林総合研究所）

3月20日 9:00~12:00 会場 Room 4

国内の様々な樹木を対象に森林遺伝研究が行われており、研究成果の蓄積が進んでいる。次世代シーケンサーの登場により、データ取得が加速される昨今、蓄積された個々の成果をつなぎ合わせ、もっと大きな枠組みで森林のメカニズムの理解に迫ることができる段階にあるのではないだろうか。例えば、系統地理学的研究では数十樹種以上の結果が論文として報告されており、情報の普及と活用を目指し、研究成果をまとめた書籍も出版されている。複数種の結果をまとめて活用した例である。一方で一つの樹種について、生態・生理を遺伝学的手法を用いて深く追求できている樹種は今のところ限られている。

ブナは、日本の冷温帯の主要構成樹種の一つであり、九州から北海道にかけて広く分布している。日本海側では純林を形成し、太平洋側ではその他の高木性樹種と混交林を形成する。生態・生理に関する研究の蓄積が豊富なだけでなく、日本の森林遺伝学の黎明期から研究の対象とされており、現在でも多くの研究グループにより森林遺伝研究が進められている。

本シンポジウムは昨年度に計画されていたものをベースとし、それにさらに最新の知見を加えたものとなっている。ブナの幅広い研究事例を遺伝学的視点から概観することで、日本を代表する広葉樹であるブナの生態・生理について議論したい。また、ブナの例を通して、成果の蓄積と共有が今後、森林遺伝学の発展に与える影響について考える機会としたい。

## S4. 深層学習による森林画像の分析とその活用

Analysis and Application of Forest Image by Deep Learning

コーディネータ： 矢田豊（石川県農林総合研究センター），鷹尾元（森林総合研究所）

3月20日 9:00～12:00 会場 Room 6

本セッションでは、令和2年版森林・林業白書のトピックスにも紹介された「スマート林業のフル活用」を推進していくための重要な技術分野である、UAVによる空撮画像や全天球画像等の森林画像の活用技術に注目したい。UAVによる空撮画像からSfM技術により生成される高解像度オルソ画像や、手持ち式の比較的安価な全天球カメラもしくはUAVによる全天球画像の取得により、従来にない情報の量と質を併せ持った森林画像が、比較的 low コストで取り扱えるようになってきた。一方、画像等の解析対象から必要な特徴量を効率的に抽出するための手段として、深層学習等のAI技術が注目されてきており、森林・林業分野での応用についても期待されている。

本セッションでは、UAVによる空撮画像や全天球画像等の森林画像から深層学習技術等を用いて森林境界や森林資源に関する情報を抽出し、その情報を林業の実務現場で容易に活用できるシステム開発の成果を中心に紹介する。

そして上記成果を踏まえ、これらの技術を活用していく上での今後の課題や研究・普及の方向性について、議論を深めたい。

S5. 森の根の生態学 —樹木根の成長と機能共同企画シンポジウム—

Root Ecology of Forest Trees

コーディネータ： 平野恭弘（名古屋大学），野口享太郎（森林総合研究所），  
大橋瑞江（兵庫県立大学）

3月20日 9:00~12:00 会場 Room 7

樹木は、太い根を土壌中に広く良好に発達させることで根返りや表層土壌崩壊を防ぎ、細い根で養水分を吸収し様々な環境に適応しながら生存します。樹木の根に関する研究は、土壌中に生育し見えないことや研究対象として取り扱うことの難しさから、葉や幹など地上部研究に比べ立ち遅れてきました。近年、環境変動化における樹木の適応や森林の物質循環を駆動する役割などの視点から、樹木根の研究も急激に進展しつつあります。

本企画シンポでは、樹木根の成長と機能について、太い根から細い根、また根をとりまく生物や土壌環境などにも着目しながら、「森の根の生態学」としていくつかの総説的な講演をしていただく予定です。具体的には、樹木根の構造や成長の基礎的な仕組み、物質循環における樹木根の役割、温暖化や酸性化などの樹木根の反応、樹木根の持つ減災機能や生態系サービスなどについて、国内の知見を中心にこれまでの知見をまとめた講演となる予定です。これを機会に「樹木根の成長と機能」を体系的に理解し、持続可能な発展のための社会にどのように樹木根研究が貢献できるかも議論していきたいと思えます。

S6. 燃料革命以降の森林状況変化の理解と、それらが水・土砂・流木の流出に及ぼす影響をふまえた災害予測の可能性

Understanding the effects of the changes in forest conditions since the fuel revolution on water, sediment and woody debris transport, and for consideration of the disaster prediction based on those knowledges

コーディネータ： 浅野友子（東京大学），内田太郎（筑波大学）

3月20日 9:00~12:00 会場 Room 8

現在、日本の山地は豊かに森林が生い茂り、過小利用による人工林の荒廃や、土砂流出量の減少が問題視されることさえある。森が主な燃料や肥料、建材の供給源であった100年前までは、里山は荒廃し、はげ山など荒廃した山地からの土砂流出が問題であった。当時は、毎年あるような降雨による表土の侵食速度は現在に比べて大きかった。つまり、森林の回復にともない、通常降雨による侵食速度が減少したことにより、斜面の表土層厚は年々増していると考えられる。この状況は言い換えると、斜面崩壊による土砂流出が生じない限り、山地流域内に土砂と立木をため込み続けているともいえる。このような状況下で記録的な豪雨があると、斜面は崩壊し、流域にたまっていた土砂と流木が流出することになる。この場合、一度の豪雨で流出する土砂と流木の量は、山地が荒廃していた時代よりも多くなる可能性がある。また、斜面崩壊を生じさせる降雨の規模も変化する可能性がある。要するに、現在、山地の多くは、森林の生育と表土の蓄積により、特に江戸時代以降では経験したことのない状態にあり、今後、気候変動によりさらに降雨が激甚化すると、災害の生じ方が従来とは異なってくる可能性がある。一方で、現在の災害対策技術は過去の災害の経験をもとにしている部分が多くあり、将来の災害を予防するためには、森林状況と表土層の歴史的な変化と現状を理解し、それらが水・土砂流出に及ぼす影響を考慮した上で将来を予測する必要がある。そこで本シンポジウムでは、日本の山地・森林の変遷について振り返り、過去からの時間の流れの中で現状を理解することに焦点を当てる。また、水・土砂・流木流出の実態理解の到達点を整理し、森林状況の変化をふまえた災害予測の可能性について議論する。

## S7. 生理部門企画シンポジウム「分析のツボ」と研究交流の促進

Physiology Section Symposium “Tips for tree growth analysis” and research exchange promotion

コーディネータ： 則定真利子（東京大学），田原恒（森林総合研究所），  
小島克己（東京大学），斎藤秀之（北海道大学），津山孝人（九州大学）

3月20日 13:00~16:00 会場 Room 2

講演会「分析のツボ」と生理部門の研究交流を促進するプログラムとで構成する生理部門の企画シンポジウムを開催します。

生理部門では、部門キーワード（第132回日本森林学会大会のお知らせ（第2回）参照）にもありますように、個体から細胞・分子レベルまでの幅広いスケールの現象を対象に、多様な手法を用いて樹木の成長の仕組みを明らかにする研究に携わる方々の情報・意見交換の場となることを目指しています。従来の研究分野の枠組みにとらわれることなく、さまざまなスケール・手法で樹木の成長の仕組みの解明に携わる多くの皆様に、生理部門での口頭・ポスター発表にご参加頂くとともに、本シンポジウムにご参集頂きたいと考えております。

講演会では、樹木の成長のしくみをさまざまなアプローチで探っている研究者に、分析・解析手法のツボをご紹介します。オンラインによる開催を活かして、手法のライブ/ビデオ紹介を講演に含めるなどの工夫をすることで、ワークショップ的な要素を含む講演会とします。講演者は、NanoSIMSによる元素イメージングを用いた木部形成過程の解明に取り組まれている、東京大学の竹内美由紀氏、年輪試料の安定同位体比分析から光合成産物や酸素・水素の分配様式の解明に取り組まれている、森林総合研究所の香川聡氏、樹木の水分通導性のストレス応答を組織内の水分分布様式に着目して研究されている、森林総合研究所の矢崎健一氏の3名です。

本企画シンポジウムの一環として、大会の発表様式がより具体化した段階で、生理部門での研究発表に関連する研究交流を促進するしくみを設計します。ポスター発表の1分の音声付き紹介ファイルを事前に集めてシンポジウムのプログラムに含める、あるいはオンライン情報意見交換会を設けて、それを企画シンポジウムで案内する、などの形式が考えられますが、これらに拘ることなく、効果的なしくみを設けたいと考えています。



## S8. 土木分野における木材の利用促進に向けて

Towards the promotion of wood utilization in civil engineering

コーディネータ： 玉井幸治（森林総合研究所），桃原郁夫（森林総合研究所）

3月20日 13:00～16:00 会場 Room 3

本格的な利用期を迎えた国内の森林資源を循環利用し，林業・木材産業を成長産業化することが強く求められている。そのためには林業の低コスト化に加え，材価を向上させる木材の需要拡大が必須となる。木材の需要拡大に向けた取組については，大型木造等に関する建築分野の取組及びその成果が広く普及するに至っているが，土木分野における取組やその成果については十分に知られていない状況にある。そこで今回，森林学会員と木材学会員を発表者とする企画シンポジウムを開催し，土木分野における木材需要拡大に資する最新の研究成果を紹介したい。

S9. スギの生育および雄花着花に影響を与える環境要因の解明とその評価

—気候変動に適応した林木育種の可能性—

Elucidation and evaluation of environmental factors affecting growth and male strobili formation in Japanese cedar:

Feasibility of breeding aiming at the adaptation to climate change

コーディネータ： 三嶋賢太郎（森林総合研究所），松下通也（森林総合研究所），  
倉本哲嗣（森林総合研究所），高橋誠（森林総合研究所），渡辺敦史（九州大学）

3月20日 13:00~16:00 会場 Room 4

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第5次評価報告書において、地球温暖化は確実に進行し続けるとされている。将来の気候変動下において、森林・林業分野における人工林の生産性と健全性を維持するためには、短期的対応だけでなく、最も厳しい温室効果ガスの削減努力を行った場合においても想定される気候変動に対処するためにも中長期的な適応が必要となる。本企画シンポジウムでは、今後想定される気候変動適応を見据え、環境要因がスギの成長等の生育に与える影響の解明および評価手法の開発について、またそれらの知見を基に気候変動に適応したスギ育種の可能性といった一連のテーマについて複数の研究報告を行う。具体的には、全国に設定された試験地（検定林等）のミクロ環境情報とマクロな環境情報（メッシュ気候値データ）と成長データをGISに統合・解析した植栽木の環境応答性の定量化、気候変動による高温化および乾燥化を想定し、人工制御環境下において育成したスギ苗の環境応答性を定量化する新たな表現型評価手法の開発、気候変動による高温および乾燥下でのスギにおける遺伝子の発現動態や雄花着花量の変動等に関する最新の研究成果について報告を行っていただく。これらの研究発表を踏まえて、今後の環境変動に適応した林木育種の可能性について議論したい。

## S10. 森林教育研究のさらなる展開を目指して

—森林、自然、木材を活用した教育活動の研究の可能性を探る—

For Seeking to Extend Forest Education Research Activities:

Exploring the possibilities of research on educational activities that utilize forest, nature, and timber

コーディネータ： 山田 亮（北海道教育大学），東原貴志（上越教育大学），  
井上真理子（森林総合研究所）

3月20日 13:00~16:00 会場 Room 5

日本森林学会では、森林教育に関するセッションが第114回大会から設けられ、第129回大会から教育部門が設置された。近年では、地域の森林環境における体験活動の展開やプログラム開発など、教育に関する研究に、より一層の推進が期待されている。ただし、森林に関わる教育活動は、実践するフィールドの条件が多様で、活動内容も幅広く、数多く実践活動が行われている一方、研究の対象や方法の確立には至っておらず、未だ発展途上といえる。森林教育研究が、人を相手にする実践が基本となる教育活動を多角的に読み解き、森林科学の一部門としての発展を図るには、森林教育に関係する近接領域の研究者や教育活動の実践者がもつ視点から学び、研究方法の確立を目指さなくてはならない。

第129回大会では、森林教育に関わりが深い環境教育、野外教育、木材学や建築学の関係者ととも「森林教育研究のさらなる展開を目指して」と題した企画シンポジウムを開催し、森林教育研究の深化と拡がりの可能性を見いだすことができた。続く、第130回大会でも同様に、森林教育の近接分野の研究者が、教育実践活動から得られる効果について様々な視点で言及した。そして2020年2月に発行された日本森林学会誌第102巻第1号において、「森林教育研究の展望」と題した特集に論文2編、短報2編が掲載され、画期的かつ先駆的な研究成果が発表された。いずれも森林教育の実践や研究の課題を整理しながら、近接領域で導入されている研究手法を用いて結果を導き出しており、その成果は森林教育研究の発展に寄与するものであるとともに、これまでの企画シンポジウムの成果といえよう。

そこで、これまでの流れを踏まえ、森林教育研究のさらなる展開を目指して、近接領域である林産教育や野外教育、環境教育の関係者からの研究や実践事例を集めたシンポジウムを企画した。森林科学の知見の普及に関心のある研究者や人材育成に関わる多くの学会員に参加いただき、ともに議論を行いながら、森林教育研究の可能性を追求していく機会としたい。

## S11. 水源涵養機能の科学的評価を考える

Toward scientific assessments of water securing function of forest

コーディネータ： 五味高志（東京農工大学），堀田紀文（東京大学）

3月20日 13:00~16:00 会場 Room 8

近年，人工林を中心として 50 年生以上の林分が半数以上を占めるなど森林資源が充実している状況である。かつて，ハゲ山であった山地からの森林の回復過程では森林の有無を中心とした水源涵養機能の評価で十分であったが，森林の管理や森林状態を考える必要がある「森林飽和」時代の水源涵養機能の評価においては，林相状態や管理までを考慮に入れた水源涵養機能の評価が必要である。一方で，森林の水源涵養機能を中心とした公益的機能は森林土壌に強く依存するものとしての認識もあり，森林状態や成長による林相の変化と森林の水源涵養機能との関係は十分に議論されていない。そこで，本企画シンポジウムでは，日本における水源涵養機能の評価について，現状と課題を網羅的に議論するとともに，今後の流域森林計画における水源涵養機能の評価の位置づけを検討するものである。

## 公募セッション一覧

- T1. 未利用木材利用可能量推計およびサプライチェーンマネジメント  
Availability estimation and supply chain management of unused woody materials
- コーディネータ： 有賀 一広（宇都宮大学），久保山 裕史（森林総合研究所），  
佐藤 政宗（森のエネルギー研究所）
- 3月20日 9:00～12:00 会場 Room 2

2012年7月に再生可能エネルギー固定価格買取制度FITが開始され、木質バイオマス発電、特に固定価格が高値に設定された未利用木材を燃料とする発電施設が、2020年3月時点で、全国で139カ所新規認定され、すでに70カ所で稼動しています。未利用木材を燃料として利用することは、林業振興や山村の雇用創出などに貢献することが期待されていますが、一方で出力5,000kWで60,000t/年程度が必要とされる未利用木材を買取期間20年間、安定して調達できるか、また木質バイオエネルギーの持続可能性などが懸念されています。そこで本公募セッションではこれまで「日本全国の長期的な森林バイオマス利用可能量推計モデル」と「未利用木材のサプライチェーンマネジメント」に関する研究を行ってきた研究者にご講演いただき、これらの研究の現状と課題を整理し、ポストFITを見据えて、今後の木質バイオマス発電の採算性向上に資する未利用木材長期安定供給シナリオの提示、新たな産業となる森林バイオマスサプライチェーンの確立、そして安定的な未利用木材の供給体制の構築や木質バイオエネルギーの持続可能性などに関して議論を深めたいと考えております。多数の皆様のご参加を心よりお待ちしております。



## T2. 森林環境の持つ保健休養機能の基礎的研究と応用研究

Basic and applied studies on forest amenities

コーディネータ： 上原 巖（東京農業大学）

3月20日 9:00~11:00 会場 Room 5

本セッションは第132回大会で17回目を迎え、森林科学研究の分野の中で、一般市民の需要と関心が高い分野の1つです。これまでの大会では、生理的および心理的なアプローチの基礎的研究をはじめ、臨床事例、研究手法、尺度開発、国内外の地域における事例研究などが発表されてきました。基礎的研究から、保健休養に供する森林環境の整備といったハードの課題、治療・保養プログラム作成等のソフトの課題、そして各臨床症例・事例研究や、保養地事例などに至るまで多岐にわたった内容になっていることが特徴です。そのため、森林・林業関係者だけでなく、医療、社会福祉、心理、教育など、多領域の専門家に参加していただきながらコラボレーションを行ってきたことが本セッションの特色であり、存続意義でもあります。森林環境は、一般市民の日常的な健康増進はもとより、日常の各職場における保健衛生や、医療、福祉、教育などの社会における諸分野での可能性が大きく、特に新型コロナウイルス禍の現在においては、その需用も高まっています。本大会のセッションでは、そのような諸分野における視点から心身の保健休養に供する森林、樹木の利用、活手法などの調査研究だけでなく、特に事例研究にも重点を置き、さらに森林の持つ保健休養機能についての研究手法、アプローチ方法そのものについても検討、考究することを目的としています。従来の研究対象をふまえ、さらに新たな分野、領域における調査研究対象の拡大も歓迎いたします。

## T3. 熱帯林研究

## Tropical Forestry Research

コーディネータ:

OTA Masahiko 大田 真彦 (Kyushu Institute of Technology 九州工業大学),

FUJIWARA Takahiro 藤原 敬大 (Kyushu University 九州大学),

ONDA Nariaki 御田 成顕 (FFPRI 森林総合研究所),

TERAUCHI Daisuke 寺内 大左 (Toyo University 東洋大学)

3月20日 9:00~10:15 会場 Room 9

This session is designed to share knowledge, information, and experiences on tropical forestry research. To address issues and achieve better conservation and utilization of tropical forests, it is essential to have the following: (1) knowledge on interdisciplinary approaches, (2) dialogue based on accurate information, and (3) learning from past experiences of trial and error. We invite presentations from various research fields such as ecology (e.g. biodiversity, carbon stock), silviculture, socioeconomics (e.g. farm economy, community forestry), anthropology (e.g. local livelihood, culture), politics (e.g. national and international policy), and information science (e.g. remote sensing, GIS). We also welcome presentations by international students as well as young Japanese researchers. To carry out discussion among participants from different countries, English is official language for all presentations and following question and answer in this session. To facilitate lively discussion in this session, the speakers are encouraged to make your presentations understandable for the participants with different background and mother languages.

#### T4. 森林におけるシカ問題の解決に向けて

For eliminating the impact of deer on forestry and forest ecosystems

コーディネータ： 明石 信廣（北海道立総合研究機構），藤木 大介（兵庫県立大学），  
飯島 勇人（森林総合研究所），安藤 正規（岐阜大学），  
田村 淳（神奈川県自然環境保全センター）

3月20日 13:00~13:45 会場 Room 1

ポスター発表 3月19日~23日 P-401~403

全国各地におけるシカの増加によって、森林では様々な影響が顕在化している。シカによる森林への影響を軽減するためには、シカの生息状況や森林への影響の把握方法、影響の程度を決定する要因の解明のみならず、科学的モニタリングや捕獲技術に支えられた個体数管理手法の確立が必要とされる。また、これらの知見や技法を育林技術や林業経営、さらには森林に関する政策と統合するための多様な視点からの検討が必要である。

シカによる影響の蓄積によって、森林生態系に容易には回復させることのできない変化が生じることが明らかにされつつあり、他の生物や土壌などに及ぼす影響についても研究がすすんでいる。森林への影響が広域化し、これまでシカの少なかった地域でもシカ対策が求められるようになってきているが、そこでは、すでに対策がすすんでいる他地域の事例が大いに参考となるだろう。一方、林業分野ではシカの生息下で適切に施業を進めていくための方策が求められており、更新施業の中でシカ捕獲を実施するなどの実験的取り組みなども実施されている。今後、人工林資源が成熟して再造林面積が増加することが予想される中、再造林地のシカによる更新阻害問題が深刻化する可能性がある。育林技術や林業経営の視点からのシカ対策に関する研究も大いに組み込まれる必要があるだろう。

本セッションは2015年から継続して設定している。今年も、シカ問題に関心をもつ多様な分野の研究者からの発表を期待する。

## T5. 樹木根の成長と機能

Development and function of tree roots

コーディネータ： 野口 享太郎（森林総合研究所），大橋 瑞江（兵庫県立大学），  
平野 恭弘（名古屋大学）

3月20日 13:00～15:15 会場 Room 7

ポスター発表 3月19日～23日 P-404～411

公募セッション「樹木根の成長と機能」では、樹木根をキーワードに太い根から細い根まで、生態系レベルから細胞レベルまで、根と関連した多岐にわたる研究を公募し、報告対象といたします。本公募セッションでは、樹木根だけでなく、様々な境界領域分野との融合を目指します。研究内容に「根」に関する測定や事象があれば、葉や材質をはじめとする樹木地上部に関する研究、土壌微生物や化学特性、緊縛力など土壌に関する研究、温暖化や酸性化といった環境変動に関する研究など、根以外を主要な対象とする発表も広く歓迎いたします。さらに、「根」を測定項目としたい会員向けに測定方法の共有も目的とします。発表形式は口頭発表またはポスター発表とします。

発表当日は、趣旨説明の後、口頭発表していただき、適宜発表間に討論時間を設け、最後に総合討論の時間を設ける予定です。趣旨説明では根研究学会の開催する根研究集会の紹介、2021年6月に米国で開催予定の第8回国際樹木根会議の紹介など樹木根研究の国際および国内動向を森林学会員に広く情報提供します。総合討論では、樹木根と境界領域分野との研究者間ネットワーク作りを促進するための討論も行います。

## 学会企画

### 1. 二学会におけるダイバーシティ推進の取り組みとこれから

～With コロナ時代の学会に求められること～

コーディネータ： 高山 範理（森林総合研究所・森林学会），  
竹内 啓恵（全国森林レクリエーション協会・森林学会），  
中山 榮子（昭和女子大学・木材学会）

3月24日（水）13：00～15：00

森林学会・木材学会のダイバーシティ推進部門主催の二学会合同セッションを開催する。セッションでは、まず先達および若手研究者による講演を通して、両学会のこれまでの取り組み、今後期待する取り組みについて共有する。また、男女共同参画学協会連絡会主催のアンケート等から得られた分析結果等を共有し、With コロナ時代に両学会に求められる課題、要望、期待等について検討することで、今後の両学会のダイバーシティ推進の取り組みに貢献することを目指す（※Zoom Webinar を使用予定。URL 等の詳細は大会ホームページでご確認ください）。

#### プログラム：

- ・開会挨拶・趣旨説明：玉井 幸治（森林学会）
- ・講演1：黒田 慶子（森林学会）「ジェンダーギャップを減らすための社会参画教育」
- ・講演2：藤澤 秀次（木材学会）「木材学会におけるダイバーシティの未来」
- ・男女共同参画学協会連絡会の『コロナ禍の研究者アンケート』追跡調査報告
  - 報告1：中山 榮子（木材学会）
  - 報告2：高山 範理（森林学会）
- ・パネルディスカッション
  - テーマ：With コロナ時代の学会に求められることとは？
  - 司会：杉山 淳司（木材学会）
  - パネラー：黒田 慶子，高山 範理，木村 恵（森林学会）  
中山 榮子，藤澤 秀次（木材学会）
- ・閉会挨拶：鮫島 正浩（木材学会）



## 2. 聞いてみたい！女性研究者によるフィールドワーク&ライフイベント

コーディネータ：竹内 啓恵（ダイバーシティ推進委員会，全国森林レクリエーション協会），  
片桐 奈々（ダイバーシティ推進委員会，岐阜県森林研究所），  
木村 恵（ダイバーシティ推進委員会，森林総合研究所林木育種センター），  
高山 範理（ダイバーシティ推進委員会，森林総合研究所）

3月24日（水）16:00～17:30

2年前に行ったワークショップでは、所属先によって女性研究者の人数に限られており、ロールモデルとなる先輩研究者に出会えないことや、気軽に相談できる環境が得られないという声がありました。そこで、本大会では森林学会に所属する二人の女性研究者を囲むオンライン茶話会を開催し、これまで聞いてみたかった「フィールドワークでの疑問や工夫」、「ライフイベントへの不安」などを語り合いたいと思います。学生、若手研究者のご参加も大歓迎です。ぜひみなさまのご参加をお待ちしております。

女性研究者（メンター）：浅野 友子氏（東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林）  
鈴木 節子氏（森林総合研究所）

形式：オンライン

対象者：大会参加者および関係者（女性限定）

参加予定人数：20名程度 先着順

〆切：2021年3月17日（水） 17:00

申込手続き：

必要事項（参加者の名前・所属先・職位・連絡先・メールアドレス・興味のある話題「フィールドワーク」または「ライフイベント」のどちらかを記載）を、期日までにダイバーシティ推進委員会宛（[diversitypromotion@forestry.jp](mailto:diversitypromotion@forestry.jp)）までお送りください。こちらから当日のオンラインアドレスをお送りいたします。

万が一、当日の2日前になっても、ダイバーシティ推進委員会から連絡が届かない場合は、その旨をご記載いただき、再度ダイバーシティ推進委員会宛にメールでお問合せください。

# 二学会における ダイバーシティ推進の 取り組みとこれから



～Withコロナ時代の学会に求められること～

## 3月24日(水) 13:00～15:00

### オンライン開催

配信URLは森林学会・木材学会  
大会ウェブサイトで告知します。

申込不要  
参加無料

☆☆ 同日開催「聞いてみたい！女性研究者による  
フィールドワーク&ライブイベント」  
☆☆ 16:00～17:30 事前申込/定員20名  
☆☆ 詳細は森林学会ウェブサイトを！

## プログラム

13:00～13:05 開会挨拶・趣旨説明 玉井幸治 (森林学会総務担当理事/  
ダイバーシティ推進委員/森林総合研究所)

13:05～13:20 講演 1  
「ジェンダーギャップを減らすための社会参画教育」  
黒田慶子 (森林学会理事/神戸大学)



黒田慶子



藤澤秀次

13:20～13:35 講演 2  
「木材学会におけるダイバーシティの未来」  
藤澤秀次 (木材学会ダイバーシティ推進委員/東京大学)

13:35～14:15 『コロナ禍の研究者アンケート』 追跡調査報告  
報告 1 学協会全体の結果・木材学会の追跡調査結果の報告  
中山榮子(木材学会ダイバーシティ推進委員長/昭和女子大学)



中山榮子

報告 2 森林学会の追跡調査結果の報告・今後の展望  
高山範理(森林学会ダイバーシティ推進委員長/森林総合研究所)

14:15～14:55 パネルディスカッション  
テーマ：Withコロナ時代の学会に求められることとは？  
司会 : 杉山淳司 (木材学会ダイバーシティ推進委員/京都大学)



杉山淳司



高山範理

パネラー：木材学会 中山榮子・藤澤秀次  
森林学会 黒田慶子・高山範理・木村 恵 (森林学会ダイバーシティ推進委員/  
森林総合研究所 林木育種センター)

14:55～15:00 閉会挨拶 鮫島正浩 (木材学会ダイバーシティ推進委員/信州大学)



木村 恵

共催：日本森林学会ダイバーシティ推進委員会・日本木材学会ダイバーシティ推進委員会  
後援：男女共同参画学協会連絡会

3. 企画タイトル：帰国留学生会員およびアジアの林学会とのネットワークフォーラム (Online Reunion of Ex-Overseas Student Members and International Networking Forum among Forest Societies in Asia)

コーディネータ：大久保 達弘 (国際交流担当理事, 宇都宮大学),

大田 真彦 (公募セッション「熱帯林研究」コーディネータ, 九州工業大学)

ポスター発表 (全日), 交流会 (3月20日 16:30~18:30 会場 Zoom)

日本森林学会には、多数の留学生が学生会員として所属し、発表を行なっている。しかし、会費負担等の関係から、帰国後は本学会を退会し、関係が疎遠になる場合が多い。

そこで、本企画では、オンライン開催のメリットを生かし、すでに本国に帰国した元留学生会員への学会参加・発表機会を提供する。目的としては、学位取得後の研究フォローアップ、学会発表実績の提供および帰国留学生会員同士や日本人会員との国際共同研究の萌芽形成を想定している。

参加者から事前に提出されたポスター発表を、学会の全日程、非同期（オンデマンド）形式で公開する。これに加え、本企画では、同期（リアルタイム）形式で交流会を行い、参加者同士が直接やりとりできる機会を提供し、今後の交流に向けた意見交換を予定している。

また今年度は、アジア各国の林学会（韓国、中国など）からの活動内容の紹介も含む予定である。現在日本の大学に所属している留学生会員や日本人会員にも、積極的に参加して頂きたい。

#### 4. 森林科学を学んだらどんな仕事があるのか？

コーディネータ：黒田慶子（学協会連携担当理事，神戸大学）

田中 浩（学協会連携担当理事，日本森林技術協会）

学会大会期間中にオンデマンド配信

これまで森林学会大会では、学生向けの企画として進路に関する情報を提供してきました。前回の参加者アンケートで、「研究者以外の就職先も知りたい」という要望がありましたので、今年は、企業や地方自治体などに最近就職された方々に講演を依頼しました。これから就活をする方や就職指導関係の方々に向けて、就職先選択時に考えたことや、仕事の面白さ難しさなどを、以下の5名に紹介していただきます。オンデマンド配信のため、指定期間の好きな時間帯に視聴下さい。

- |                |       |          |         |
|----------------|-------|----------|---------|
| 1. 林業関連企業      | 原 薫   | 柳沢林業     | 調査・伐採請負 |
| 2. 森林林業コンサルタント | 宮田咲矢香 | 日本森林技術協会 | 技術職     |
| 3. 木材関連企業      | 隅田 皐  | 朝日ウッドテック | 技術開発    |
| 4. 住宅関連企業      | 後藤千明  | LIXIL    | 製品設計など  |
| 5. 地方自治体行政     | 名田勝貴  | 兵庫県職員    | 林務      |

## 5. 技術者教育からみた4年制大学教育の現状

コーディネータ：枚田邦宏（企画担当理事，鹿児島大学）

松本 武（企画担当主事，東京農工大学）

3月17日（水）15:00～17:00

趣旨：

去る2020年5月に開催予定であった「日本森林学会 公開シンポジウム 高等教育機関に求められる森林科学、林学、林業に関する教育研究を考える」を開催して日本森林学会の学会メンバーに、技術者教育を考える必要性を提起する予定であった。しかし、新型コロナウイルス感染拡大により、シンポジウム開催はできなかった。今後、学会内外で4年制大学の森林科学、林学教育の現状に関するアンケート調査を始める予定である。

そこで、

日本森林学会の基盤の1つである大学を対象に林学・森林科学の教育体制をトピックとしたキックオフ企画を森林学会大会と同月に行いたい。

報告内容

第一報告：枚田邦宏（日本森林学会企画・JABEE 担当、鹿児島大学）

今、大学専門教育について検討する必要性と取組への協力

第二報告：中村 昌有吉（林野庁研究協力課）

これからはじめる大学の森林科学・林学の教育研究の検討

第三報告 井上真理子ほか（林学教育研究会メンバー）

今後実施する森林関係大学に大学アンケート（各大学における林学教育の現状についての基礎情報を調査）の中間報告

（質疑応答 20分）

以上、1時間半から2時間程度（リモート開催）

日時：2021年3月17日（水） 15時から17時

参集メンバー

日本森林学会役員、4年制大学教員（各大学1名は確保したい）、研究会で検討しているメンバー、林野庁の人材育成の関係者、都道府県の人事担当者等

【参加申し込み】

参加を希望する方は、主催者である枚田まで3月15日までにメールでご連絡ください。

枚田メールアドレス [khirata@agri.kagoshima-u.ac.jp](mailto:khirata@agri.kagoshima-u.ac.jp)

企画当日3月17日（水）にzoomによる接続の案内をいたします。



## 6. 高校生ポスター表彰式とパネルディスカッション「大学で森林を学ぶ」

コーディネータ：太田 祐子（中等教育連携推進担当理事，日本大学），  
杉浦 克明（中等教育連携推進担当主事，日本大学）

3月23日 11:00～12:30 会場 Zoom

この企画では、はじめにポスターの表彰式を行います。続いて、高校生の皆さんに大学での学びや研究、森林に関わる仕事を知ってもらうために、動画で紹介を行います。そのあとに大学生・大学院生との意見交換を行いたいとおもいます。

具体的な内容としては、大学での学びや研究に関していくつかの大学の講義や実習の様子を紹介します。森林に関わる仕事については、林野庁ではどのような仕事をするのか実際に林野庁で働いている方に仕事内容を紹介してもらいます。

また、現役大学生・大学院生と高校生との意見交換の場を設けます。大学で森林科学を学ぶことについて現役の学生に質問できるまたとない機会になっています。皆さんの進路の参考になる話が聞けるかもしれません。ざっくばらんに情報交換ができる場にしていきたいと思っていますので、高校生の積極的な参加をお待ちしております。

## 第8回 高校生ポスター発表 学校名・発表題目

表彰式など 3月23日（火）11：00～ 学会企画「高校生ポスター表彰式とパネルディスカッション「大学で森林を学ぶ」」  
参加校の生徒の皆さんは上記の企画にご参加ください。

発表番号	学校名	発表題目
KP-01	岐阜県立不破高等学校	南宮山における野生イノシシの撮影頻度とCSF(豚熱)の関係と考察
KP-02	熊本県立矢部高等学校	ニホンミツバチの研究 ～豊かな地域資源を地域活性化につなげるために～
KP-03	熊本県立矢部高等学校	目指せ！伐木プロフェッショナル～町の林業活性化に向けた取り組み～
KP-04	熊本県立矢部高等学校	山都町の木材を活用した木工品の製作と木育や福祉分野での活用に関する研究
KP-05	宮城県多賀城高等学校	不思議な生きもの「マクラギヤスデ」の生態調査
KP-06	岡山県立勝間田高等学校	みんなで学校のソメイヨシノを元気にしよう
KP-07	栃木県立栃木高等学校	有機物を微生物が分解することで生成するリン酸量の測定
KP-08	栃木県立栃木高等学校	植物の生育段階における、葉のリン酸量の変化
KP-09	熊本県立南稜高等学校	“もっと”木育！～地域資源を活用した、木材の利用促進と伝統文化の継承～
KP-10	熊本県立南稜高等学校	球磨モンの水土林Project★～水と郷土と緑を育む故郷環境保全活動～
KP-11	宮津高等学校, 宮津天橋高等学校	京都府絶滅寸前種サンショウモの保護に向けた研究・実践
KP-12	宮津高等学校, 宮津天橋高等学校	地域遺産「巨樹」の調査とその活用に向けた挑戦
KP-13	新潟県立新津高等学校	ハイハマボッサに適する生育環境
KP-14	福井県立若狭高等学校	ヒシとタニシが及ぼすブルーギルへの影響
KP-15	東京都立科学技術高等学校	サンブスギオイルによるチャアナタケモドキの耐性
KP-16	宮城県農業高等学校	サクラの新品種開発でCO2の吸収を促す～被災校震災10年目の挑戦！～
KP-17	名古屋市立向陽高等学校	森林におけるシカの行動
KP-18	広島県立広島国泰寺高等学校	広島県絵下山における環境因子による直翅類昆虫の種、個体数の変化
KP-19	山梨英和中学校・高等学校	富士東麓「山中のハリモミ純林」は衰退するのか
KP-20	岐阜県立大垣西高等学校	岐阜県大垣市に生育するタンポポ属に関する調査
KP-21	UWC ISAK Japan	想いが交わり、育まれる森
KP-22	石川県立七尾高等学校	マイタケプロテアーゼによる異なるタンパク質に対する作用について
KP-23	私立山脇学園高等学校	マングローブ散布体の初期成長特性から考える生態系のつながり
KP-24	群馬県立尾瀬高等学校	尾瀬国立公園アヤマ平植生調査
KP-25	佐賀県立致遠館高等学校	スギ高齢林は大丈夫？ー スギ高齢人工林における幹の非破壊腐朽診断ー
KP-26	徳島県立池田高等学校	森林と暮らす
KP-27	福井県立若狭高等学校	カイワレ大根の成長における肥料の必要性
KP-28	福井県立若狭高等学校	取り出せエネルギー！～セイタカアワダチソウのバイオエタノール化～
KP-29	京都府立嵯峨野高等学校	森林における土壌透水性 ～現場土壌透水性法と試料円筒法の違い～
KP-30	京都府立嵯峨野高校	森林の水源涵養機能の評価に向けて ～土壌透水性と土壌貫入強度～
KP-31	奈良学園中学校・高等学校	校内サギソウ群落の送粉者の研究
KP-32	東京都立西高等学校	自動撮影カメラを利用した神奈川県北部におけるニホンジカの生息状況調査
KP-33	東京都立農業高等学校	ケヤキPROJECT
KP-34	群馬県立利根実業高等学校	ソバ殻を培地基材としたアラゲキクラゲの栽培実験
KP-35	東京都立国分寺高等学校	カラスバトニこだま カラスバトを絶滅から救え
KP-36	東京都立国分寺高等学校	火山地帯に生息するアリの生態

国土緑化推進機構「緑と水の森林ファンド」助成事業／大日本山学会協賛 中等教育連携推進委員会

## 第 132 回日本森林学会大会での関連研究集会の情報

例年、日本森林学会大会時には関連研究集会が開催されています。

第 132 回大会はオンラインでの開始となりますが、森林遺伝種学会、森林昆虫談話会、森林利用学会、樹木病害研究会、林業経済学会、森林計画学会から、情報が寄せられましたのでお知らせします。お問い合わせなどは、それぞれの関連研究集会にお願いいたします。

またここに記載されていない関連研究集会については、それぞれにお問い合わせください。

### 森林遺伝育種学会

研究集会名：森林遺伝育種学会第 10 回シンポジウムの開催について

新型コロナウイルス感染症に関する昨今の状況を鑑み、森林遺伝育種学会第 10 回シンポジウムはオンラインで開催することになりました。今回は「ヒノキの遺伝、育種と林業」をテーマに 5 名の先生方にご講演頂きます。

#### ❖ シンポジウム情報

ヒノキは、スギやマツ等とともに我が国の重要な林業樹種の一つであり、遺伝的変異の解明や第二世代精英樹・特定母樹の開発とともに、近年では雄性不稔個体の選抜・品種化も進んでいる。そこで、第 10 回森林遺伝育種シンポジウムでは、これまでのヒノキにおける無花粉ヒノキを含めた次世代育種や遺伝資源の保存・評価の取組みについて、ヒノキの遺伝・育種分野の第一線で研究されている方々に話題提供していただくとともに、優良種苗を活用したヒノキ林業の経営に携わっておられる事業者の方や、在来品種の利用促進に関わっておられる自治体の方からも話題提供いただく。そして、ヒノキをとりまく情勢やニーズ等もふまえ、今後のヒノキの遺伝・育種・林業について議論・展望する機会としたい。

**日時：**3 月 24 日（水）9:30～12:30

**コーディネータ：**岩泉 正和（森林総研林育セ関西）

**プログラム：**

9:30～ 9:40 趣旨説明： 岩泉 正和（森林総研林育セ関西）

9:40～10:10 「ヒノキの生態と遺伝的変異」 松本 麻子（森林総研）

10:10～10:40 「ヒノキの次世代育種集団の構築と特性評価」 三浦 真弘（森林総研林育セ 関西）

(10:40～10:50 休憩)

10:50～11:20 「ヒノキの無花粉育種に向けて」 齋藤 央嗣（神奈川県自然環境保全セ）

11:20～11:40 「ヒノキ林業のこれまでとこれから」 川端 康樹（(株)海山林友/速水林業）

11:40～12:10 「挿し木品種『ナンゴウヒ』のブランド化」 高田 美穂（熊本県高森町役場／阿蘇南郷檜ブランド化推進協議会）

12:10～12:30 総合討論

❖ 参加方法

【事前登録】

3月17日（水）までに以下の URL (<https://forms.gle/UtmrBhuDEwPpV6Am8>) にあるフォームから事前登録をして下さい。本講演会は定員 500 名となっていますので、なるべくお早めにお申込み下さい。ご登録が完了した方には、登録アドレスに自動応答メールが届きます。もしご登録頂いてから 1 日が経過してもメールが届かない場合は、大会主事（阪口翔太：sakaguchi.shota.6a[at]kyoto-u.ac.jp）までメールにてお問合せ下さい。

【事前準備】

講演会は Zoom で行いますので、事前に Zoom アプリをインストールして下さい。<Zoom アプリのインストール>ダウンロードページ (<https://zoom.us/download>) から、『ミーティング用 Zoom クライアント』を選んでダウンロードして下さい。

【オンラインサイト URL のご案内】

3月19日（金）に、ご登録済みアドレスへオンラインサイト URL をメールにてお送りします。

## 森林昆虫談話会

研究集会名：第 27 回森林昆虫談話会

日時：3月24日（水）9:00～12:00

開催方法：オンライン会議システム

3月16日（火）までに以下の Google フォームにオンライン会議参加の申請手続きを行って下さい。折り返しオンライン会議参加 URL をお送りいたします。

<https://forms.gle/LvqHQ7VKJxavnfEh6>

テーマ：森林昆虫研究の発展にむけて その 2

内容：「森林昆虫研究」と言っても研究内容は多岐にわたる。地域的かつ緊急的に現場対応が必要な課題，全国的に被害をもたらしている害虫に関する包括的な研究，昆虫－微生物共生系の多様性・進化に取り組む 3 名の方々に話題提供して頂き，基礎研究から現場への普及へと森林昆虫研究について広く議論する。

<話題提供>

1. 「マツ枯れ・ナラ枯れ被害最北地域の現状について」  
伊藤 昌明（(地独) 青森県産業技術センター林業研究所）
2. 「主要森林害虫の総論と各論：ナラ枯れ，トビクサレ，クビアカツヤカミキリなど」  
衣浦 晴生（森林総合研究所）
3. 「竹林の昆虫－微生物共生系」  
土岐 和多瑠（名古屋大学大学院生命農学研究科）

世話人：吉田 智弘（東京農工大学）・松浦 崇遠（富山県森林研究所）・松本 剛史（森林総研）  
連絡先：松本 剛史，〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1 森林総合研究所 森林昆虫研究領域，Tel. 029-829-8254，Fax. 029-873-1543，E-mail: mtakeshi@ffpri.affrc.go.jp

## 森林利用学会

研究集会名：森林利用学会理事会・総会

日程：3月26日（金）

開催方法：Zoom Webinar によるリモート会議（参加方法については、追って  
学会ホームページとメーリングリストでお知らせいたします。）

連絡先：森林利用学会事務局，〒113-8657 東京都文京区弥生 1-1-1 東京大学大学院農学生命科学研究科 森林利用学研究室内，

E-mail: jfes-office@jfes.jp

## 樹木病害研究会

研究集会名：樹木病害研究会

テーマ：北の樹木病害

日時：3月24日（水）9:00～12:00

内容：北方に生育する樹木類は種構成が一見単純ではあるが、広大に存在しており、重要な木材資源であると同時に貴重な生態系サービスを提供している。そして、そこで発生する樹木病害には、これらの構成樹種に特有の病害や、雪や寒さといった寒冷環境に適応した病害が存在するなど、南方の樹木病害とは異なる様相を持つ。加えて、これらの病害の実態調査や対策研究は広域なアプローチが必要とされるが、地域性を有するが故に、実態を知らぬものにとっては縁遠く思われるかもしれない。今回、北方の樹木病害について、研究経験を持たれる諸兄に各々の分野と観点から研究紹介していただき、樹木病害全般への理解を深める機会としたい。

主な演者と題目（順不同）：

大澤 正嗣「カラマツ根株心腐病について」

田端 雅進「国産漆の使用100%化に向けたウルシ林の健全性と病気」

坂上 大翼「北海道のトドマツ・エゾマツ類の苗畑に発生する病害

—東京大学演習林における事例—」

徳田 佐和子「北海道東部で発生しているカラマツの衰退枯死について」

開催方法：「Zoom」を用いたリモート開催

参加方法：申込み先メールアドレス [treediseasejp@gmail.com](mailto:treediseasejp@gmail.com) へ

参加希望連絡を2月26日までに行ってください。（先着90名）

受付後、連絡したメールアドレスへミーティングのURLの連絡がありますので、「Zoom」をインストールして参加して戴きます。

担当幹事連絡先：

楠本 大 〒299-5503 千葉県鴨川市天津 770, 東京大学大学院農学生命科学研究科 附属千葉  
演習林 Tel./Fax. 04-7094-0621/ 04-7094-2321, E-mail: kusumoto@uf.a.u-tokyo.ac.jp

石原 誠 〒062-0041 札幌市豊平区羊ヶ丘 7 番地, 森林総合研究所北海道支所, Tel./Fax.  
011-851-4131/011-851-4167, E-mail: makolin@affrc.go.jp

高橋 由紀子 〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1, 森林総合研究所きのこ・森林微生物研究  
領域 森林病理研究室, Tel./Fax. 029-829-8247 / 029-873-1543, E-mail:  
ytakah@ffpri.affrc.go.jp

## 林業経済学会

研究集会名：林業経済学会 2021 年春季大会シンポジウム

日時：3 月 24 日（水）10:00～17:30

会場：オンライン(視聴の方法等は、追って学会の HP, メルマガでお知らせします)

テーマ：近代化と森林管理：知の普及に注目して

内容：森林管理は、近代化のなかで大きく変化してきた。これまで手薄になっている日本  
帝国とその植民地における学知や技術の普及とその影響について、開発と保全の関心に焦  
点を当てた報告と、森林官の思想や行動に注目した報告を行う。「知の普及」をキーワー  
ドに、「森林管理と近代化」という大きな課題に、辺境的、個別的、傍流的な視点から、自由  
な議論を展開したい。

座長：山本 伸幸（森林総合研究所）

報告者・報告タイトル：

中島 弘二（金沢大学）日本帝国における森林の開発と保全

竹本 太郎（東京農工大学）日本帝国における植民地森林官の思想と行動：齋藤音作の  
前半期の足跡から

コメンテーター：大田 真彦（九州工業大学）、関岡 東生（東京農業大学）

連絡先：竹本 太郎, 〒183-8509 東京都府中市幸町 3-5-8 東京農工大学大学院農学研究院,  
E-mail: take@go.tuat.ac.jp

## 森林計画学会

研究集会名：2020 年度森林計画学会春季シンポジウム

日時：2021 年 3 月 26 日（金）13:15～16:30

会場：オンライン（Zoom Webinar）

詳細：[https://docs.google.com/forms/d/1wrrjI1qQcQLk47L04s9moZCpdJwFFk3NOQj0-gUOe00/  
viewform?edit\\_requested=true](https://docs.google.com/forms/d/1wrrjI1qQcQLk47L04s9moZCpdJwFFk3NOQj0-gUOe00/viewform?edit_requested=true)

今回のシンポジウムは会員に限定せず、公開シンポジウムとして開催します。

上記 URL のフォームより参加申込をお願いいたします。



# 日本森林学会賞・奨励賞・学生奨励賞・功績賞・論文賞

## 1. 日本森林学会賞

- (1) 生態系サービスを考慮した人工林の配置論と施業論 伊藤 哲 (宮大農)
- (2) 樹木根系の持つ炭素の貯留能とその動態に関する研究 大橋瑞江 (兵庫県立大学)

## 2. 日本森林学会奨励賞

- (1) Chloroplast accumulation response enhances leaf photosynthesis and plant biomass production  
(葉緑体集合反応は個葉の光合成と植物の生産性を向上させる) 後藤栄治 (九大農)
- (2) Species-rich boreal forests grew more and suffered less mortality than species-poor forests under the environmental change of the past half-century  
(樹木の多様性は、過去半世紀間の気候変動による北方林の成長量増加を増大させ、枯死量増加を軽減させる) 久野真純 (東京大学)

## 3. 日本森林学会学生奨励賞

- (1) Does conversion from natural forest to plantation affect fungal and bacterial biodiversity, community structure, and co-occurrence networks in the organic horizon and mineral soil?  
(天然林の人工林への転換は有機物層および鉱質土壌層において真菌および細菌の多様性、群集構造、共存ネットワークに影響をおよぼすのか?) 中山理智 (京都大学)
- (2) Plant functional diversity and soil properties control elevational diversity gradients of soil bacteria  
(植物形質の多様性と土壌特性が土壌細菌の多様性の標高勾配を制御する) 執行宣彦 (森林総合研究所)

## 4. 日本森林学会功績賞

- (1) 森林教育の研究 大石康彦 (森林総研多摩)

## 5. Journal of Forest Research 論文賞

- (1) Horizontal and elevational patterns of masting across multiple species in a steep montane landscape from the perspective of forest mammal management  
(急峻な山地帯における多種の結実豊凶の水平・標高パターン: 森林性哺乳類の管理の視点から) (Journal of Forest Research 25 (2) : 92-100, 2020)  
Takashi Masaki, Shin Abe, Shoji Naoe, Shinsuke Koike,  
Ami Nakajima, Yui Nemoto and Koji Yamazaki

## 6. 日本森林学会誌論文賞

- (1) 日本における森林計画制度の起源 (日本森林学会誌 102 巻 1 号, 24-30, 2020) 山本伸幸
- (2) 福島県在住の小中学生を対象とした森林体験を伴う自然体験活動が生きる力と自然との共生観に及ぼす効果 (日本森林学会誌 102 巻 1 号, 69-76, 2020) 山田 亮・白岡千帆里・能條 歩

## 生態系サービスを考慮した人工林の配置論と施業論

伊藤 哲 (宮大農)

## バランスの取れた生態系サービスの回復のための土地の節約と共用

針葉樹一斉人工林の拡大は、木材供給力を高める一方で、森林の不均一性・多様性を著しく喪失させた。その結果、供給以外の生態系サービスを劣化させただけでなく、場所によっては生産基盤の崩壊・喪失をもたらし供給サービスにも支障をきたした。“木材生産性の高い森林は他の機能も十分に発揮する”という予定調和的な考え方が成立しないことは、もはや疑う余地はない。この問題を解決するには、適切な森林配置と林分構造誘導が必要である。

木材生産機能を維持しつつ他の生態系サービスを回復させる方策に、景観レベルで木材生産以外のサービスのために生産林地の一部を配分する「節約(Land sparing)」と、一つの林分で複数のサービスを発揮させる「共用(Land sharing)」がある。日本の「多様な森づくり」の多くは後者の域を出ず、また林業経営的に実行可能性の低いものも多いことから、景観レベルでの森林配置も含めた、実効性と実行可能性のある管理が求められている。

## 生態系サービスを考慮した人工林の配置論 — 再造林の要否、可否、是非 —

戦後の拡大造林が伐期を迎えた日本は、森林配置を適正化する絶好の機会を得ている。主伐後に再造林をするかしないかが今後の森林景観を決定する。再造林の「要否」については多く議論され、近年は二酸化炭素吸収源としての役割や年齢構成の平準化も主伐・再造林推進の論拠とされているが、この議論ばかりでは適正配置にはつながらない。また、低コスト再造林研究がここ十数年で大きく進展し、コスト・技術面からみた再造林の「可否」を判断する材料も多く提示されつつある。しかしコスト・技術面のみでの判断は、本来自然林に戻すべき場所での再造林を助長する可能性がある。すなわち、要否・可否のみによる判断で再造林が実行されるのであれば、その結果は拡大造林期と根本的に何も変わらないことになるだろう。

現在、および将来にわたって必要な議論は再造林の「是非」である。森林の不均一性はその土地の資源(=生産力)と攪乱(=災害発生リスク)で本来規定される。したがって、土地の節約によって森林の不均一性と生態系サービスを回復させるためには、資源と攪乱の分布の把握に基づいて、再造林を行い木材生産活動を継続してもよい林地と、生物多様性および供給以外の生態系サービスが脆弱で、従前の人工林施業を回避すべき場所とを区分することが肝要となる。これらが科学的根拠に基づいて判断されれば、脆弱でない場所で従前の人工林施業を行うことの合理性は担保される。「再造林の適地」=「コスト・技術的に再造林可能な場所」-「再造林してはいけない場所」である。

## 生態系サービスを考慮した人工林の施業論

林業における伐区面積・伐期齢・更新法は、自然の攪乱体制の規模・再来間隔(1/頻度)・強度にそれぞれ対応する。自然に倣って森林構造の不均一性を回復させるには、これら3つを適切に設定する必要がある。二段林型複層林は攪乱強度を下げる(すなわち下層に植栽した前生樹を残して伐採する)方法であったが、技術的問題が多く、真に求められる場所での実行が困難であった。一方、伐区面積(攪乱規模)を小さくパッチ状に異齢林を形成することは、景観レベルで森林の不均一性を回復する有効な手段である。ただし、伐区の小面積化も、林業的な実行可能性と他のサービスから見た実効性の両面から、適切な基準を提示する必要がある。林業の収益性の面からは、林木の成長に対する隣接保残林分の林縁効果の分析に基づいて、伐採幅や伐採面積の閾値が科学的に提示できつつある。また、小面積伐採によって作られた新規更新林分が壮・老齢林パッチに隣接することで、生物多様性がある程度維持・回復できることも明らかになってきた。一方、調整サービスについては、まだ知見が不足している。伐区をどの程度まで小さくすれば必要最小限のサービスが得られるのかを、立地環境に応じて提示する必要がある。

伐期の延長(攪乱頻度を下げる)もまた有効な手段となり得る。人工林の生物多様性の回復において時間に勝る要因はない。しかし、安易な長伐期化は風倒等のリスクを増大させる可能性もあり、その適用には上記の「適地」判断が極めて重要である。伐期延長の究極は「伐採しない」という選択であり、森林の一部にこれを設定する管理方法が保持林業(Retention forestry)である。保持林業も、伐区の小面積化と同様に、何処の何をどの程度保持すればよいのかについて科学的根拠が必要である。研究例の多い生物多様性面に加えて、調整サービスと林業の経営面でのデメリットや自然災害リスクとのトレードオフを解決できる基準を、科学的根拠をもって提示していく必要がある。

## 樹木根系の持つ炭素の貯留能とその動態に関する研究

大橋 瑞江 (兵庫県立大学)

樹木の根は直径数ミリの細根から数十ミリの粗根まで様々な形態を持っている。樹木の粗根は数十年に亘るかく乱に耐えられるように地上部を支え、細根を土中に張り巡らせるなどの重要な働きを担っており、樹体における主要な炭素の貯留庫でもある。一方、細根の働きは粗根とは大きく異なり、養水分の吸収と輸送が中心となる。細根の高い呼吸活性は土壌呼吸 (地表からのCO<sub>2</sub>放出) の一部を構成し、細根は葉のように短いサイクルで発生と枯死を繰り返すことによって、土壌有機物として大気からの炭素隔離に寄与する。細根からは様々な有機化合物が滲出して根圏環境を形成しており、細根と菌根の共生によって地上部からの炭素の流れが促進される。このように、粗根は炭素を溜め込み、細根は炭素を動かす器官であり、森林では、樹木根を介して直接的・間接的に様々な炭素循環が生じている。したがって樹木根の構造や動態を精度よく定量し、その制御要因を理解することが、森林の炭素循環を理解し、炭素固定などの生態系サービスのメカニズムと温暖化などの気候変動に対する森林の応答を予測するために重要である。しかしながら、地上部の枝葉では目視によって簡単に計測できる分布や動態が、根系の場合は地面の中にあるというだけで、極めて解明が困難となる。そこで本講演では、これまで私が取り組んできた樹木根の構造と動態についての研究を紹介し、樹木根研究の困難さと面白さを伝えたい。

粗根については、地中レーダを使った研究プロジェクトの成果を報告する。レーダ法は地中に電磁波を送信し、根までの深さ、位置、大きさを求める方法である。本講演では、地中レーダで取得可能な根の位置と太さ情報だけを用いて、三次元の根系構造を推定するためのアルゴリズムを紹介したい (Ohashi et al. 2018)。また細根が駆動する炭素動態を理解するため、熱帯多雨林を中心に行った細根の分布や呼吸特性、成長・枯死・分解に関する一連の研究成果を紹介する。これらの研究によって、熱帯多雨林では他の生態系における報告とは異なり、細根が土壌呼吸にもたらす影響が小さいこと (Ohashi et al. 2015a) や、枯死根の分解が土壌動物によって影響されること (Ohashi et al. 2019) などが明らかとなった。またフィールドでの細根動態の計測法の開発にも取り組んできた (Ohashi et al. 2015b)。

なお本講演で紹介する一連の成果は、樹木根研究に関心を持つ多くの共同研究者らに支えられてきている。近年では、これらの研究者や学生らと一緒に、根系研究を推進するための RootNet という研究ネットワークを立ち上げた。RootNet の活動成果の一つとして、樹木根の初学者のための「森の根の生態学」という教科書の編集が挙げられる。本講演では、これらの最新の研究活動についても紹介したい。

## 引用文献

- Ohashi M, Kume T, Yoshifuji N, Kho LK, Nakagawa M, Nakashizuka T (2015a) The effects of an induced short-term drought period on the spatial variations in soil respiration measured around emergent trees in a typical bornean tropical forest, Malaysia. *Plant Soil* 387: 337-349.
- Ohashi M, Nakano A, Hirano Y, Noguchi K., Ikeno H, Fukae R, Yamase K, Makita N, Finér L (2015b) Applicability of the net sheet method for estimating fine root production in forest ecosystems. *Trees* 30: 571-578.
- Ohashi M, Ikeno H, Sekihara K, Tanikawa T, Dannoura M, Yamase K, Todo C, Tomita T, Hirano Y (2018) Reconstruction of root systems in *Cryptomeria japonica* using root point coordinates and diameters. *Planta* 249: 445-455.
- Ohashi M, Makita N, Katayama A, Kume T, Matsumoto K, Kumagai T, Endo I, Kho LK (2019) Characteristics of root decomposition based on in situ experiments in a tropical rainforest in Sarawak, Malaysia: impacts of root diameter and soil biota. *Plant Soil* 436: 439-448.

## Chloroplast accumulation response enhances leaf photosynthesis and plant biomass production

(葉緑体集合反応は個葉の光合成と植物の生産性を向上させる)

後藤 栄治 (九大農)

### はじめに

植物にとって光は、光合成のエネルギー源であるが、強すぎる光は植物にとって有害である。林床に生育する植物は、日なたの数百分の1程度の弱光から林冠ギャップによって生じるサンフレックのような強光に至る、広いダイナミックレンジの光強度変化を受ける。そのため植物は、光環境の変化を感知し、変動する光環境に応答する。光環境への応答機構の一つに、葉緑体光定位運動がある。葉緑体光定位運動とは、光合成の場である葉緑体が、周囲の光環境に応じて細胞内を移動する現象のことである。葉緑体は、弱光下では葉の表面側に集まり(葉緑体集合反応)、強光下では直射光を避けて細胞の縁に移動する(葉緑体逃避反応)。逃避反応を欠損させた変異株は、直射日光を長時間浴びると枯死することから、強光下で安全に光合成を行うために葉緑体の逃避反応は不可欠な反応であることが明らかとなっている。その一方で、葉緑体の集合反応の生理学的重要性は実証されていなかった。

### 結果

多くの植物種において、葉緑体光定位運動は青色光により誘導され、植物特有の青色光受容体フォトトロピン (phototropin) が機能する。通常の個体とフォトトロピンを欠く変異株を用いて、葉緑体光定位運動による葉の光吸収量変化について調べた。野生株(通常の個体)において、弱青色光 ( $3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) 下では集合反応により葉緑体が細胞表面と底面に集まるので、光の吸収量は増加したのに対して、強青色光 ( $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) 下では逃避反応により葉緑体が入射光に平行な細胞側壁に移動するので光の吸収量は減少した。さらに、フォトトロピンを欠く変異株では光に応答した光吸収量の変化はみられなかった。また、葉緑体光定位運動により、光合成に有効な青色と赤色の波長域の吸収量は顕著に変化した一方で、緑色光付近の光吸収量変化は小さかった。この光質毎に光吸収量変化の程度が異なる理由は未だ分かっておらず、今後の解析が望まれる。

次に、葉緑体集合反応による光吸収量の増加が光合成活性や植物の生産性にどの程度影響を及ぼすか調べた。集合反応を欠損した変異株(常に細胞の縁に葉緑体が局在する個体)と逃避反応を欠く変異株(常に葉の表面に葉緑体が局在する個体)を使用し、葉緑体光定位運動が光合成および生長に与える影響を野生株(正常な個体)と比較した結果、集合反応を欠く変異株は、弱光下でも葉緑体が細胞表面に移動できないため、光の受容効率が著しく低下するため、光合成活性( $\text{CO}_2$ の固定量)が低下し、顕著な生長阻害が引き起こされた。この結果から、葉緑体集合反応は弱光下での植物の生育に重要な生理反応であることが明らかとなった。

本研究により、葉緑体光定位運動の発見から100年の時を経て、葉緑体集合反応の生理学的意義が実証された。林床のような弱光環境で生育する植物の生存競争において、葉緑体集合反応は重要な役割を担うと考えられる。



Species-rich boreal forests grew more and suffered less mortality than species-poor forests  
under the environmental change of the past half-century

(樹木の多様性は、過去半世紀間の気候変動による北方林の成長量増加を増大させ、  
枯死量増加を軽減させる)

久野 真純 (東京大学)

### 背景

二酸化炭素の濃度上昇ならびに温暖化は、樹木の成長と新規加入による森林の生産量を促進させる(有益性)一方で、乾燥化は森林の枯死量増加を引き起こしている(不利益性)。近年、こうした気候変動の影響は生物多様性によって緩和されるのではないかと議論が出始めている (Hisano et al. 2018)。つまり、生物多様性を高めることで、1)気候変動が生態系に与える有益性が増加され、2)不利益性が軽減されることが期待される。ただ、これまでの研究は気候変動要因が操作された環境下で行われたものであったため、より複雑で大規模な自然生態系でも当てはまるかは不明であった。そこで、本概念が自然条件下、とくに長期的気候変動下(慢性的でかつ方向性を伴う数十年以上に渡る変化)においても適応可能かを検証するため、本研究では、「自然生態系において、生物多様性は長期気候変動による生態系機能への影響を緩和できるか」というテーマに取り組んだ。

### 目的・方法

カナダ西部では 60 年近くの間、自然林の動態がモニタリングされている。そこで、本研究では温暖化・乾燥化が進むカナダ西部の大規模長期モニタリングデータを用いて、Hisano et al. (2018) で構築した概念を自然生態系において検証した。森林の「炭素貯蔵」という機能に着目し、森林が生産する地上量と森林が枯死する地上量を比較し、総体としての森林の地上増減量に焦点を当てた。

### 結果

約 60 年にわたる長期の気候変動下では、種多様性の高い森林では、樹木の成長や新規加入による、より高い森林の生産性が見られたが、種多様性の低い森林では、その生産量は減少した。また、どちらの森林でも全体として枯死量増加による森林の減少が見られた。しかし、種多様性の高い森林では、枯死による森林の減少は、多様性の低い森林よりも少なかった。その結果、種多様性の高い森林では、種多様性の低い森林に比べて、気候変動に伴う森林の総増減量のマイナス変化が抑えられていた。これらの結果は、樹木の種多様性が自然林の長期気候変動に対する耐性を高める可能性を示唆している。本研究により、生物多様性が気候変動の影響を緩和させる役割は長期持続的であることがはじめて明らかになった。本研究は「種数を増やす」というシンプルな方法で、森林生態系が数十年間にわたり強固な状態に保たれることを示す重要な成果であり、今後の政策立案に役立つことが大いに期待される。

### 引用文献

Hisano, M, Searle, EB, Chen HYH (2018) Biodiversity as a solution to mitigate climate change impacts on the functioning of forest ecosystems. *Biol. Rev.* 93: 439-456.

Does conversion from natural forest to plantation affect fungal and bacterial biodiversity, community structure, and co-occurrence networks in the organic horizon and mineral soil?

(天然林の人工林への転換は有機物層および鉱質土壌層において真菌および細菌の多様性、群集構造、共存ネットワークに影響をおよぼすのか?)

中山 理智 (京都大学)

森林土壌に生息する微生物群集は有機物の分解・無機化を介して森林の炭素保持や一次生産に影響を与えるため、森林の長期的かつ持続的な管理には土壌微生物への理解が不可欠である。樹木はリターや根滲出物の供給などにより土壌微生物に影響を与えるが、それらの影響は樹種ごとに異なることが報告されている。木材需要にともない依然世界中で人工林が増加しているが、天然林の人工林化は多くの場合で生育する樹種の転換を伴うため、人工林化によって土壌微生物の群集構造や多様性が変化することが予想される。また、微生物も他の生物と同様に微生物同士で共存関係を持つが、共存関係が形作るネットワークの複雑性は微生物による生態系機能にも影響するため、微生物同士の共存関係の重要性が指摘されている。しかし、従来の研究は主に微生物の群集構造や多様性に注目しており、森林土壌の微生物の共存ネットワークに着目した研究は極めて少ない。さらに、樹木-土壌微生物の関連の研究は主に鉱質土壌層または有機物層に対して別々に行われており、有機物層と鉱質土壌層の微生物群集を同時に検討した例は限られている。

本研究では、北海道東部の森林において、天然林の人工林化が有機物層および鉱質土壌層の微生物群集に与える影響を多様性、群集構造および共存ネットワークの視点から評価することを目的とした。調査は北海道東部の落葉広葉樹天然林および天然林から転換したトドマツ人工林、カラマツ人工林で行い、有機物層および鉱質土壌層に生息する真菌・細菌の群集構造を、次世代シーケンサを用いた解析で明らかにした。

有機物層、鉱質土壌層のどちらにおいても微生物の群集構造は真菌・細菌ともに森林タイプによって有意に異なっていたが、多様度指数であるシャノン指数は真菌・細菌ともに森林タイプでは有意に異ならなかった。一方で、人工林の鉱質土壌では天然林よりも共存ネットワークの構造が単純なものとなっていた。つまり、人工林化によって微生物の群集構造が在来のものから変化しても多様性は維持しているが、鉱質土壌層では微生物同士の共存関係が失われることが示唆された。さらに、共存ネットワークの単純化はカラマツ人工林でトドマツ人工林よりも顕著であった。これはトドマツが北海道にも自生する一方で、カラマツが国内外来種であることなどによると考えられた。単純なネットワークは構造的にさらなる環境変化等の影響に弱く、人工林、とりわけ在来種以外の人工林では気候変動などによって鉱質土壌層で微生物が担う生態系機能が急激に失われることが懸念される。ただし、共存ネットワークの単純化は有機物層では見られなかった。これは単植の人工林であっても有機物層には多様な分解段階のリターが含まれ、多様な微生物が共存し複雑なネットワークを構築するためと考えられた。土壌微生物群集にとって植栽樹種の選定や有機物層の管理は重要であり、さらに持続的な森林管理には、微生物の多様性や群集構造だけではなく、微生物の共存関係にも配慮することが重要であることを本研究は示唆している。



Plant functional diversity and soil properties control elevational diversity gradients of soil bacteria

(植物形質の多様性と土壌特性が土壌細菌の多様性の標高勾配を制御する)

執行 宣彦 (森林総合研究所)

はじめに

土壌細菌は物質循環など、森林の様々な生態系機能に大きく貢献していると考えられる。しかし、森林の土壌細菌の空間分布やその制限要因は十分に明らかにされていない。特定の基質とその代謝機能を持つ細菌グループの関係などよく調べられているものもある一方で、土壌細菌の群集全体のマクロな空間分布の異質性、気候・植生・土壌環境との関係に関する知見は少ない。先行研究では、土壌細菌の多様性の標高勾配が主に気候や土壌特性の変化によって説明されると結論づけている。しかし、実際には、気候や土壌特性だけでなく、植生の影響も大きいと考えられる。リターとして土壌に供給される植物の葉や枝の形質が、土壌の炭素循環や栄養塩循環に影響を与えているという証拠があるにもかかわらず、植物の形質と土壌細菌群集の関係を明らかにした研究はこれまでない。

本研究では、土壌細菌が気候や土壌特性だけでなく、標高に伴う植生変化、特に植物形質の多様性から強く影響を受けているという仮説を立て、土壌細菌群集の標高分布とその制限要因を明らかにすることを目的とした。

方法

奥秩父山地の老齢天然林において、標高傾度 (約 900~1,800m) に沿った 60ヶ所の調査区を設置し、深度ごと (0-5、5-10、10-20、20-30cm) に土壌を採取して真正細菌の 16S rRNA 遺伝子 V4 領域を対象としたアンプリコンシーケンス解析を行った。また、標高とともに変化する気候・土壌特性・植物形質を調べ、これらの環境要因が土壌細菌の多様性に及ぼす直接的な効果と間接的な効果を分離するために、構造方程式モデリングを用いて統計解析を行った。

結果

土壌細菌群集の多様性は表層土壌では標高の上昇とともに減少したが、深層土壌では標高との相関関係が見られなかった。構造方程式モデリングの結果では、植物形質の多様性、特に葉の CN 比の多様性が土壌特性よりも土壌細菌群集の多様性を強く制御していることを示していた。このモデルでは、植物の種多様性と系統多様性が土壌細菌群集の多様性に与える効果も同時に評価したが、どちらも有意な効果はなく、植物形質の多様性の重要性が強調された。葉の CN 比はリターを通じて土壌有機物組成に影響を及ぼすだけでなく、植物の様々な生活史戦略と関係しており、このことが土壌細菌の多様性に強く影響していることが考えられた。また、土壌細菌の多様性に対する気候の効果は、土壌特性と植物形質の効果によって相殺されることを発見した。すなわち、表層土壌では、気候の効果が強いため、標高と土壌細菌の多様性に有意な相関が現れ、深層土壌では反対に、土壌特性と植物形質の効果が強くなり、標高と土壌細菌の多様性に相関が見られなくなることが明らかになった。本論文では、土壌細菌の多様性の標高勾配が、気候・植物形質・土壌特性のバランスで説明されることを示しており、特に植物形質の多様性が重要な制限要因として存在することを明らかにした。

## 森林教育の研究

大石 康彦（森林総研多摩）

わが国の森林学における森林教育研究は、1914年の本学会創立から10年ほど遅れて開始されている。森林教育研究には、既に1世紀近い歴史があることを銘記しておきたい。この間の森林教育研究は、1980年代まではおおむね散発的な推移にとどまっていたが、1990年代に入って森林教育研究の文献数が増加に転じ、2018年の教育部門創設の素地となった。このようななか、1990年代初頭の森林教育研究には、研究の発展に必要な理論が整っていなかった。また、森林教育学は森林学のなかで論じられていて、教育学の知見を導入する必要性について十分認識されていなかった。一方、教育学においては日本環境教育学会創立(1990)や日本野外教育学会創立(1997)によって教育と自然環境との接近が試みられつつあった。

本業績は、森林教育研究が活発化した1990年代半ば以降の四半世紀に、環境教育学や野外教育学との学際的交流を図りつつ森林学における森林教育研究の体系化を試みたものである。

以下に、本業績を代表する論文を時系列に沿って紹介する。『森林科学』の特集「森を学ぶ」において、森林体験の教育的意味と森林体験の構成要素を提示した(大石 2001)。続いて同誌の特集「森林教育の新たな地平を拓く」において、森林教育が体系化された姿を1本の木に例えて表現した(大石 2007)。これらは、森林教育研究体系化の前段となった業績である。さらに、『野外教育研究』においては、地域レベルで悉皆調査した多数の森林体験活動が3群40種に整理できることを明らかにし、日本野外教育学会論文賞を受賞した(大石・井上 2012)。これは、森林体験活動を実践事実と実践者の認識に基づいて体系化した業績である。また、『日本森林学会誌』においては、森林学における森林教育研究文献の悉皆調査に基づいて、森林教育研究を11の研究テーマに分類し、その推移を明らかにした(大石・井上 2014a,b)。加えて、文献調査に基づいて森林教育の領域を5区分に画定した(大石・井上 2020)。これらは、森林教育の実践者と研究者が自らの立ち位置を確認する座標軸を提供した業績である。この他、『環境教育』においては、環境教育と総合学習の観点から森林教育の効果を立証した(大石ら 2017)。これは、森林教育が常に問われてきている教育効果を明らかにしたものであり、森林教育の社会的意義を提示した業績である。

論文以外の業績として、公刊図書『森林教育』が挙げられる。森林教育の実践者や研究者の育成と支援を目的とする同書で、実践のノウハウや多くの実践事例を紹介した実践・活動編を執筆した(大石 2015)。

以上の業績は、いずれも本学会のみならず他学会に所属する研究者、加えて森林・林業関係者や教育関係者との連携があって生み出されたものである。本学会における15年間(2003～2017年)にわたる教育セッションは学会内外の研究者や実践者の参画があって実現したものであるし、他学会への参加等でも分野の違いを乗り越えて真摯に向き合い議論できる研究者や実践者がいた。本業績はそうしたなかから生み出されるものである。最後に、森林教育研究が森林教育を受ける人々のためにあることを再確認して、後進に道を譲りたい。

## 引用文献

- 大石康彦(2001)森林体験の実践と可能性. 森林科学 31:2-8  
 大石康彦(2007)森林教育のひろがり. 森林科学 49:4-5  
 大石康彦・井上真理子(2012)森林体験活動の体系的整理-実践者の認識に基づく分類. 野外教育研究 15(2):1-12  
 大石康彦・井上真理子(2014)わが国森林学における森林教育研究□専門教育および教育活動の場に関する研究を中心とした分析. 日林誌 96:15-25  
 大石康彦・井上真理子(2014)わが国森林学における森林教育研究□1980年代から1990年代に開始された研究を中心とした分析. 日林誌 96:274-285  
 大石康彦(2015)実践・活動編. (森林教育.大石康彦・井上真理子編,海青社).99-213  
 大石康彦・井上真理子・野田恵・小玉敏也(2017)森林体験を伴う環境教育活動による意識変容とその持続性□多摩市立連光寺小学校5年生による1年間の学習活動を事例として. 環境教育 27:23-32  
 大石康彦・井上真理子(2020)森林教育の領域に関する実証的考察. 日林誌 102:166-172

Horizontal and elevational patterns of masting across multiple species in a steep montane landscape from the perspective of forest mammal management

(急峻な山地帯における多種の結実豊凶の水平・標高パターン：  
森林性哺乳類の管理の視点から)

Takashi Masaki, Shin Abe, Shoji Naoe, Shinsuke Koike,  
Ami Nakajima, Yui Nemoto and Koji Yamazaki  
Journal of Forest Research 25 (2): 92–100, 2020

授賞理由

本論文は、樹木果実の豊凶の空間的な同調性を、水平だけではなく垂直方向でも解析し、ツキノワグマの行動への影響を評価したものである。樹木果実の豊凶が大型哺乳類の行動に強く影響することは既往研究でも示唆されてきたが、大型哺乳類の広い行動圏に匹敵する広さで複数樹木種の豊凶の空間的なパターンが調べられた例はこれまでほとんどなかった。本論文は、約 30km 四方という広大な景観レベルの調査地を対象に 6 種 403 本の豊凶を 10 年間継続調査し、果実豊凶の種内・種間同調性を解析している。その圧倒的なデータから導かれた結論は極めて信頼性が高く、また解析に採用されたモデルアプローチも極めて先進的であり、今後の関連研究の発展に大きく寄与するものである。さらに、明らかにされた果実豊凶の同調性に基づき、現在大きな社会的問題となっているツキノワグマの行動圏の変動要因に対して科学的な根拠を提供している点で、社会的波及性も著しく高い研究であると評価される。

要旨

樹木の結実豊凶はそれを餌資源として利用する大型哺乳類の行動に影響するが、多種の結実豊凶について、当該哺乳類の行動圏に相当する空間スケールで研究した例はほとんどない。また、結実豊凶の時間変動パターンに影響しうるはずの立地生産性が考慮された研究も少ない。そこで、標高差 700~1600m に及ぶ 30km 四方のエリアで、ツキノワグマの好む 6 樹種（ミズナラ、コナラ、クリ、ブナ、ミズキ、ウワミズザクラ）の計 403 本の果実生産量を 10 年間調査し、結実の種内・種間同調性の水平距離と標高差による構造を解析した。その結果、ミズナラについては、標高が高く生産性の低い立地では結実の時間変動が大きくなる傾向がみられた。異種間の時間的な同調性については、ミズナラ、コナラ、ミズキの結実が同調する傾向を示し、ウワミズザクラはこの 3 種が凶作の年に結実が多い傾向を示した。ブナとクリは他の種とは独立に結実が年変動していた。空間的な同調性については、ほとんどの種は水平方向での空間自己相関を有し、特に 4~10km の範囲で相関が強まる傾向を示した。一方、標高方向での空間自己相関はほとんど見られなかった。異種間での空間相関はミズナラとコナラの間においてのみ見られた。以上の知見は、ツキノワグマの秋の行動の個体間差がナラ類の豊作年に大きくなり、ナラ類が凶作の年にはほとんどの個体の秋の行動圏が広がることを示唆するものであった。

## 日本における森林計画制度の起源

山本 伸幸

日本森林学会誌 102 巻 1 号, 24-30, 2020

## 授賞理由

山本会員の論文は、日本の民有林行政の大きな柱である森林計画制度の原点が1939年森林法の中改正にあったことを示したものである。従来の学説では、森林計画制度は敗戦後1951年の森林法改正によってスタートしたとされていたが、その見方に対して大きな一石を投じた。日本の森林計画制度がわが国独自の経験知と問題意識から生まれた必然性、GHQとのギリギリの攻防の中で主体的に形成されたものであるという知見は森林科学の学術分野に大きな影響を与えるとともに、林業、林産業などの裾野の広い社会分野への確実な貢献も果たすものとする。また、山本会員は関連する公文書、報告書、雑誌、私的に綴った文書を丹念に収集・整理する作業を進め、関係者へのインタビューも十分に積み重ねた末に本論文の結論に到達した。このことは、ともすれば埋もれがちな資料の価値をわれわれは再評価すべきであることを示すものである。以上のように、山本会員の当該論文はきわめて優れた業績である。

## 要旨

現代日本の森林管理に大きく影響を与える森林計画制度の起源を明らかにするため、1939(昭和14)年森林法中改正と敗戦後の連合軍最高司令官総司令部(GHQ/SCAP)主導の占領期林政の2時点に焦点を当て、制度の形成過程とそれに携わった政策担当者らの言説を中心に分析を試みた。その結果、1939年森林法中改正は施業案制度を私有林にまで広げるものであり、森林簿等の技術的仕組みを含め、現在の森林計画制度を用意した原点といえることが分かった。一方、1939年森林法中改正の評価については、特に戦時体制との関連で、政策担当者らの間でも分かれる。そのため、1939年森林法中改正の意義は戦後過小評価されてきた可能性がある。占領政策については、特にGHQ/SCAP文書中の「林業計画」が、森林計画制度成立の偶然を用意したことを指摘した。当時の政策担当者らの言説からは、占領政策との駆け引きの中で森林計画制度が成立し、戦後林政の中核を占め続ける端緒となったことが明らかとなった。

## 福島県在住の小中学生を対象とした森林体験を伴う自然体験活動が 生きる力と自然との共生観に及ぼす効果

山田 亮・白岡 千帆里・能條 歩  
日本森林学会誌 102 巻 1 号, 69-76, 2020

### 授賞理由

山田会員の論文は、森林体験活動の教育的な効果を環境教育や野外教育の評価手法を応用して分析を試みた研究であり、森林科学では初の取り組みである。ひとくちに森林体験活動といっても、その活動内容は幅広いため、教育的な活動の成果の評価軸の設定が難しかったが、山田会員は心理学的手法をもとに開発された評価尺度 (IKR 評定用紙など) を応用し、さらに複合的な評価を行うことで科学的なエビデンスを提示することに成功した。また、林野行政では森林サービス産業など森林空間の活用が期待されているが、本論文で提示された手法を用いることで森林での多様な体験活動の改善につなげることが可能であろう。また、山田会員は東日本大震災の避難時の困難な状況下にあった子ども達を研究対象に選ぶことで、被災時の子ども達のストレスの軽減に関わる自然体験の意義を示した。これは、自然災害が多発する今の日本における社会的ニーズに応える研究成果といえる。以上のように、山田会員の当該論文はきわめて優れた業績である。

### 要旨

自然体験活動の有効性が様々な研究において論じられてきたが、本研究では森林環境における自然体験活動が参加した子どもたちの生きる力と自然との共生観に及ぼす影響を検証した。また、参加者のもつ特性に着目し、元々の自然体験の経験の多寡という視点と自然の営みにより心身に大きな損傷を受けるような自然災害というネガティブな経験をした子どもたちへのプログラム効果を検証することとした。分析対象者はふくしまキッズプログラムに参加した子どものうち有効回答が得られた 213 名とその保護者であった。参加者には、生きる力、自然との共生観、自然体験の経験を問う項目、保護者には、被災時の経験等を問う項目でそれぞれ質問紙調査を行った。自然との共生観について、自然への親和性、自然と生命の関係性、自然への興味と配慮の 3 因子構造が認められた。参加者全体において、プログラムによる生きる力および自然との共生観の向上効果が実証された。参加者のうち自然体験の経験が少ない子どもは、多い子どもよりもプログラムによる向上効果がみられた。また震災による恐怖体験の有無は身体的能力の変容に影響を与えることが明らかとなった。

**研究発表題目(20日)**  
**(口頭発表)**



## S1-1 森林科学分野における階層モデルの有用性

○飯島勇人

森林総研野生動物研究領域

本講演では、森林科学分野において階層モデルが推論の手法として優れた性質を有していることを説明する。森林科学分野において明らかにしたい事象は多岐に渡るが、森林という水平方向にも垂直方向にも構造が発達した生態系において、明らかにしたい事象を誤差なく観測することは極めて困難である。このため研究者は、観測した値に統計モデルを適用し、推論しようとする。しかし、多くの統計モデルは、明らかにしたい事象の動態に関する不確実性と観測誤差を明示的に分離していない。これらを明示的に分離しないことで、真の状態とは全く異なる状態が推定されることもある。階層モデルは、明らかにしたい事象の動態を記述する過程モデルと、事象に関連した量を観測する過程を記述する観測モデルの2モデルを明示的に持つ。この2モデルを明示的に持つことで、観測値から明らかにしたい事象の推論を精度高く行うことが可能になる。また、この2モデルを持つことで、構築した階層モデルに従ったデータを乱数で生成し、生成したデータから真のパラメータが同定可能か検証することも可能である。

## S1-3 階層モデリングによるデータ統合：地理的スケールでの種個体数分布の推定

○深谷肇<sup>1</sup>・楠本間太郎<sup>2</sup>・塩野貴之<sup>2</sup>・藤沼潤<sup>2</sup>・久保田康裕<sup>2</sup><sup>1</sup> 国立環境研究所・<sup>2</sup> 琉球大学

種の個体数量は重要な生態学的変数である。しかし、大きな空間スケールにおいては、種の個体数量のパターンについて未だ十分な理解が得られていない。本講演では、種類の異なる生態調査データを統合する階層モデルを用いて、木本植物の種個体数量を広域かつ分類群網羅的に推定した研究を紹介する。まず、多数の生物種の地理分布と、局所的な調査における群集レベルでの種検出の過程を説明する階層モデルを構築することで、個々の種の広域での個体数量の分布を統計的に推測することを可能とした。構築したモデルを日本国内の多数の植生調査データと植物の地理分布データに当てはめることで、1200種以上の木本種のそれぞれについて、自然林における個体数量を10km平方の解像度で推定した。推定された広域の種個体数量分布を用いて行われた、地域生物多様性のマクロ進化過程の検証と、国内レッドリストの定量的検証の例を紹介する。

## S1-2 カメラトラップ法におけるツキノワグマ撮影データの質・量と推定個体数

○星崎和彦<sup>1</sup>・宮崎博之<sup>2</sup>・松下通也<sup>3</sup><sup>1</sup> 秋田県立大学生物資源科学部・<sup>2</sup> 秋田県立大学大学院生物資源科学研究科・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター

大型動物の個体数推定においては、行動範囲が非常に広い、隠蔽性が高く観測漏れが多いといった要因が精度の高い推定を難しくしている。カメラトラップとベイズ推定を組み合わせた空間明示型標識再捕獲法 (SECR) は、この課題に対応できる有益なツールだが、SECRによる個体数推定にどの程度の質・量のデータが求められるのかについては検討の余地がある。そこで、秋田県ツキノワグマ管理計画の一環で県と共同で行ったカメラトラップ調査のデータを用いて、以下の数値実験を行った。

まず2017年の調査データ (103基、36日間、識別個体数141、SECR推定値639頭) から、トラップ数と観測期間を75%、50%に減らしたデータセットを作成しその都度個体数を推定した結果、推定頭数はほとんどの組み合わせで有意に (最大28%) 低下し、トラップ数減少は観測期間短縮よりも強い影響を与えていた。翌2018年の調査地では個体識別率が78%に向上したこと (識別個体数は102)、個体識別率が低下した場合について同様の実験を行ったところ、個体識別率が50%の場合のSECR推定頭数は約30%小さかった。このようにSECRでもデータの充実度は大変重要である。

## S1-4 植生被度階級データの状態空間モデリング

○伊東宏樹

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所

本講演では、状態空間モデルにより、時系列の被度階級データを解析する方法を紹介する。森林の林床植生の評価などにおいて、植生被度を階級データとして記録することがしばしば行われる。この種のデータは通常、順序尺度データとなるため、統計解析においては通常の線形回帰などを適用することはできない。また、同じ地点において継続して測定したデータは、時系列データとなり、やはり通常の回帰などは一般には適用できない。

状態空間モデルは、観測されない潜在状態の変化の過程 (システムモデル) と、潜在状態から観測値が得られる過程 (観測モデル) とを階層化して、それぞれをモデリングするものであり、時系列データを適切に扱える。今回は、連続値の被度をベータ分布で表現し、その平均のロジットを潜在状態とするシステムモデルと、潜在状態から被度階級データが得られる観測モデルを、統計モデリングソフトウェアのStanを使用してモデル化する。さらに、模擬データを用いたシミュレーションでその妥当性を検討する。

## S1-5 階層モデルの長所と短所：十余年の個人的経験を振り返って

○山浦悠一

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所四国支所

チッ チッ 消え入るような、か細い柔らかな声。気のせい？ 暗い林床・樹冠に目を凝らす。あれはクロジではないか！！しかも複数個体いるッ！？私は修論調査で里山にいた。林冠閉鎖したスギ・ヒノキ人工林は鳥がいない、やはり緑の砂漠か——前回までの訪問で深めていた自信は崩れ去った。野外調査における個体の見逃し、つまり「不完全な発見」の重要性の確信だけが残った。しかし、当時不完全な発見を扱える手法は距離標本法 (distance sampling) しかなく、しかも特定の調査地点の密度を推定することしかできなかった。環境の異質性が鳥類の密度に及ぼす影響を扱うには、密度を距離標本法で推定した後に推定値を解析する必要がある、しかも発見・非発見といった二値データに距離標本法が適しているようには見えなかった。今は無理でもいずれ不完全な発見を扱いたい——あれから 20 年。不完全な発見を取り巻く状況は一変した (同じ話を R. Chandler がしていて驚いた)。あの当時の自身の想いに応えるべく、私はここ 10 年余り、階層モデルを研究で扱うよう努めてきた。本発表では、この過程で見えてきた階層モデルの長所と短所について、野外調査員の視点から挙げてみたい。

## S2-2 木材の放射性セシウム汚染の実態：10 年間の変化や特徴について

○大橋伸太

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所木材加工・特性研究領域

福島原発事故によって環境中に放出された放射性セシウム ( $^{137}\text{Cs}$ ) は、葉面吸収や経根吸収によって樹木内部にも移行した。 $^{137}\text{Cs}$  の直接汚染の影響が大きかった葉や枝などの部位では $^{137}\text{Cs}$  濃度は経時的に減少する傾向にあるが、樹木内部の転流や経根吸収の影響が大きい樹幹木部 (幹材) では $^{137}\text{Cs}$  濃度が増加するケースも見られる。これは場合によっては木材利用の用途が制限される期間が当初の想定よりも長期化する可能性があること意味しているため、木材の $^{137}\text{Cs}$  汚染の実態把握と将来予測は重要な課題となっている。

本講演では、幹材中の $^{137}\text{Cs}$  濃度が原発事故後 10 年間でどのように変化してきたのか、また幹材中の $^{137}\text{Cs}$  が放射方向・垂直方向・円周方向でどのように分布しているのかを報告し、幹材中の $^{137}\text{Cs}$  の移行や濃度増加のプロセスについて考察する。また、将来の幹材の $^{137}\text{Cs}$  濃度を左右する経根吸収の多寡を決める要因の解明に向けた研究事例を紹介するとともに、今後取り組むべき課題について述べる。

## S2-1 日本の森林における水文過程にともなう放射性セシウムの移行

○加藤弘亮<sup>1</sup>・赤岩 哲<sup>2</sup>・篠塚友輝<sup>2</sup>・飯田 光<sup>2</sup>・Zul Hilmi Saidin<sup>2</sup>・恩田裕一<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター・<sup>2</sup> 筑波大学大学院生命環境科学研究科

我が国の森林では、福島第一原発事故により沈着した放射性セシウムの初期動態から 10 年間に及ぶ林内分布・移行状況のフィールドデータが精力的に取得されている。その成果は、国際原子力機関 IAEA が進める国際プロジェクト (MODARIA II: Modelling and Data for Radiological Impact Assessments) が取りまとめる移行パラメータデータベースとして IAEA 技術報告書 (IAEA-TECDOC-1927, 2020 年 10 月発行) に報告された。本発表では、森林における放射性セシウムの移行メカニズムのうち、水文素過程による大気-樹冠-土壌間での移行や水系を通じた流出について、福島県内の試験林分・流域における調査成果をもとに、これまでに明らかになっている事象を整理した。また、福島及びチェルノブイリの既往研究の知見を併せて、既存データの再解析や追加実験により解明が必要なミッシングリンクについてとりまとめ、今後のモニタリング調査の方向性について検討した。さらに、近年では福島事故由来の放射性核種を森林物質動態のトレーサとして利用した研究が散見され、事故から 10 年が経過して縮小しつつある緊急時のモニタリング研究にとってかわる新しい学術研究の動向について解説した。

## S2-3 福島原発事故により野生生物や生態系にどのような影響があったのか？

○玉置雅紀

国立環境研究所福島支部

福島第一原子力発電所事故により、多量の放射性物質が環境中に放出された。これらの放射性物質のうち、放射性セシウム 137 は約 30 年と比較的長い半減期を持つため、原発事故後 10 年を迎える現在においても土壌表層に留まり、これが放射線源となっている。したがって、多量の放射性物質が沈着した地域において、野生生物は比較的高い線量による長期被ばくをしていると考えられる。

本発表では事故後初期に見られた放射線による昆虫や針葉樹などの野生生物に見られた形態変化に関する事例について簡単に紹介するとともに、国立環境研究所において進めている、福島県に生息する森林性の野生アカネズミへの繁殖影響及びモデル植物を用いた DNA 損傷評価手法とこれを用いた突然変異蓄積評価の研究結果について紹介する。また、放射線による直接的な影響ではなく、住民避難による無居化に伴うほ乳類、鳥類、カエル類、昆虫類などの野生動物相変化の長期モニタリングについて現在までに得られた知見を紹介したい。

## S2-4 福島第一原発事故の環境移行データを世界に伝えるために

○田上恵子

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構福島再生支援研究部

環境は常に変化する。後々気づいて「あの時の実測データが欲しい」と思っても、過去に戻ることはできない。それだけ環境の実測データは貴重であり、特に福島第一原発事故という世界でも稀な事象が発生した後の環境データは、世界で共有すべき財産であろう。共有のための第一歩は論文等の公表による「情報の見える化」である。日本の研究者らは2011年以降、実測データに基づく論文や資料を多数発表した。良いことであるが、著者側は公表したことで安心してないだろうか。傍から見れば単なる論文の塊でしかない。論文を系統立てて整理し、必要な情報を引き出すレビュー作業が、原子放射線の影響に関する国連科学委員会により行われ、白書という形で何度かまとめている。さらに一歩踏み込んで、目的に合った情報を選択し、それらを世界で使える形に加工しなければ、今後誰も引用してくれないだろう。我々は線量評価モデルに使うことのできる環境移行パラメータとしてデータを収集・整理してIAEAからTecdoc 1927 (2020)として公表した。これまでのIAEAのパラメータ集は世界の線量評価に役立ってきたが、このデータ集も重要な記録となるだろう。

## S3-1 Chloroplast genome sequencing reveals complex patterns of ancient and recent chloroplast sharing in Japanese *Fagus*

○Worth, James<sup>1</sup>・Ujino-Ihara, Tokuko<sup>1</sup>・Kitamura, Keiko<sup>1</sup>・Tomaru, Nobuhiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Forestry and Forest Products Research Institute  
<sup>2</sup> Nagoya University

*Fagus* is an important tree genus of northern hemisphere temperate forests. However, significant uncertainty remains concerning genetic relationships between species particularly in Eurasia and East Asia. An exemplar of the difficulties inherent in *Fagus* are the two Japanese endemics, *F. crenata* and *F. japonica*. These species are morphologically and ecologically distinct belonging to separate informal subgenera. However, in spite of this, organellar genome variation has been found to be shared between the two species suggesting a complex history of incomplete lineage sorting and/or ancient (or even ongoing) hybridisation. This paper aims to unravel the phylogenetic relationships and evolutionary history of *F. crenata* and *F. japonica* by examining range-wide variation in whole chloroplast genomes and two low copy nuclear genes and how this variation is linked to species outside Japan.

## S2-5 福島県の林業復興にこれから求められる放射能研究

○小川秀樹

福島県農業振興課

事故から10年が経過するにあたり、福島県の試験研究の基本的な計画の企画や評価等を審議する福島県農林水産技術会議では、森林放射能研究の残された課題を整理し、また現在の社会状況等を踏まえ、令和3年度から進むべき研究の方向性の検討を進めている。広葉樹の汚染により、県内の広範囲の森林ではコナラ等のきのこ用原木への利用が困難な状況となっており、福島県の林業復興にとって特に大きな課題となっている。この課題に対応するため、同会議では業界や行政ニーズ、現在報告されている研究成果、原木きのこ生産等の状況に関する情報を収集して検討を進めている。発表では、長期的な試験研究目標の設定及び今後の試験研究の計画に関する検討の状況等を報告する。

## S3-2 ブナの葉の個体内変異とその地域間差：気候変動への順化予測を目指して

○石井弘明・堀川慎一郎・東 若菜・野口結子

神戸大学大学院農学研究科

気候変動によって樹木の生育環境がどのように変化するかは、不確実なため予測が難しい。変化する環境において樹木個体が生存・繁殖し続けるには、表現型可塑性をベースとした個体の順化能力が重要となる。個体の表現型可塑性については、これまで苗木を用いた産地試験によって研究されてきたが、成木を対象とした広域的な比較研究は困難であった。本研究では、成木の表現型可塑性の指標とすることを目的として、国内13か所のブナ集団において、葉の形態の個体内変異(ILP: intra-crown leaf plasticity)を比較した。葉面積などのILPは太平洋側および西日本の集団で低く、日本海側および北限・標高限界付近の集団で高かった。一方、葉の解剖特性については逆の傾向がみられたことから、個体内における形態変異から表現型可塑性を推定するためには、複数の指標を用いる必要があることがわかった。



### S3-3 プナの枝形態と展葉フェノロジーの遺伝的分化パターン

○長田典之

名城大学農学部

春における植物の開芽時期は、植物個体の生産性に大きく影響する。異なる地域に生育する同一種個体間において、開芽時期と気温や日長の関係の遺伝的な分化の度合いを明らかにすることは、今後の温暖化が開芽時期に与える影響を予測するうえで不可欠である。発表者らは全国の大学演習林や林業機関によって行われたブナの産地別相互移植フェノロジー調査のデータをまとめ、由来（種子の産地）と生育地（移植実験サイト）がブナの開芽時期に与える影響を調べた。この結果、同じ由来でも北の生育地ほど開芽時期が遅く、同じ生育地では北由来のブナほど開芽時期が早い傾向が見られた。また、北の生育地ほど由来間の開芽時期の差が小さくなった。さらに、同じ由来でも開芽時期と有効積算温度の関係は一定ではなく、低温頻度と有効積算温度の関係をみると、低温頻度が同じときには北由来の個体ほど有効積算温度が低くなる傾向が見られた。有効積算温度と低温頻度、日長の間の関係は由来によって一定の傾向で変化していたため、ブナが北進するにつれてこれらの関係性が変化して開芽時期が決定された可能性があら

### S3-5 北進するブナの遺伝的動態

○北村系子

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所

温帯上部の高木性樹木であるブナは温帯から亜寒帯への移行帯となる北海道渡島半島の黒松内低地帯付近に北限を持つ。ブナの北限規定要因については約100年前からさまざまな仮説が議論されてきたが、現在は北進を続けていると考えるのが妥当であろう。黒松内低地帯にブナが到達したのは1000年前、最北限の1つであるツバメの沢ブナ林は約500年前に成立したとされる。ブナは北限に近づくにつれ遺伝的多様性が低下し、遺伝的浮動を強く示す小集団が見られる。さらに北へ、ニセコ山系で発見されたブナの小パッチの成熟木には移入第一世代を含んでいる可能性が示唆された。また、日本海の海洋島である奥尻島は島嶼ブナの北限であり、さまざまなブナ帯植生を含んでいる。植生の複雑さとともに遺伝的多様性も高く、北海道と北東北の祖先集団からの遺伝子流動により成立した可能性が示される。本発表では、分子マーカーを用いた個体群統計遺伝的手法による北限付近のブナ林が示す特徴的な性質を紹介する。さらに、北限のブナ林における未解決の課題の紹介を含めて今後の研究のヒントを提供したい。

### S3-4 プナの分布域における集団構造パターンと気候勾配に関連した適応的遺伝変異

○三須直也<sup>1</sup>・内山憲太郎<sup>2</sup>・鳥丸 猛<sup>3</sup>・中尾勝洋<sup>4</sup>・戸丸信弘<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所樹木分子遺伝研究領域・<sup>3</sup> 三重大学大学院生物資源学研究科・<sup>4</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

近年、気候変動に対する森林樹木の適応性に関する懸念から、樹木の適応的変異に関する研究が行われている。そこで、本研究ではブナを対象とし、集団ゲノミクス的手法を用いて集団構造パターンおよび適応的遺伝変異を明らかにすることを目的とした。分布域全体から選定した24集団の合計384個体を解析に用いた。ddRADシーケンシングを行い、4604座のSNPが得られた。そのうち、マーカー間の距離を考慮して選んだ1741座を用いて解析を行い、集団構造のパターンを明らかにした。次に全座のデータを用い、中立進化からの逸脱や生育地間の環境変異との相関について解析するPCAdapt、BayeScan、LFMMの3つのプログラムを用いて適応的遺伝子の探索を行ったところ6座が検出された。6座の両端1000bpの塩基配列を抽出しNCBIデータベースに対してblastを行い、近傍に存在する候補遺伝子を探査し、気候勾配との関連と文献調査からその機能を推定した。その結果、乾燥などのストレス耐性に関与する遺伝子が複数検出された。これらの座の遺伝子型頻度は、気候勾配に関連した地理的分布パターンを示していた。

### S4-1 深層学習に基づくUAVオルソ画像からの樹種判別技術の開発

○鴨井伸哉<sup>1</sup>・喜多泉月<sup>1</sup>・林 航希<sup>1</sup>・松井康浩<sup>1</sup>・長田茂美<sup>1</sup>・山路佳奈<sup>2</sup>・木村一也<sup>2</sup>・矢田 豊<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 金沢工業大学・<sup>2</sup> 石川県森林組合連合会・<sup>3</sup> 石川県農林総合研究センター林業試験場

国内の森林資源は成熟し、本格的な利用期を迎える一方で、林業事業体における人手不足が深刻化しており、主伐等の森林施業の大前提となる森林境界の明確化作業の効率化が大きな技術的課題となっている。

本研究では、森林境界の明確化のための重要な要素技術の一つとして、UAVにより取得した森林の航空写真(UAVオルソ画像)からスギ、ヒノキなどの主要な樹種を判別し、林相界(森林境界候補)を抽出する深層学習に基づく樹種判別システムを提案する。提案システムでは、樹種判別のための深層学習モデルとして畳み込みニューラルネットワークの一種であるDenseNetを用い、UAVオルソ画像から複数の矩形サイズ領域を処理対象とするDenseNet群による樹種判別結果を統合し、局所および大域的な視野からの樹種判別結果を最終的な樹種判別結果に反映する。

本発表では、提案する多重統合処理に基づく樹種判別手法と石川県内で取得したUAVオルソ画像を用いた評価実験について述べる。なお、本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行ったものである。

#### S4-2 UAV オルソ画像認識 AI エンジンによる森林境界抽出

○木村一也<sup>1</sup>・林 航希<sup>2</sup>・鴨井伸哉<sup>2</sup>・喜多泉月<sup>2</sup>・村上良平<sup>4</sup>・山路佳奈<sup>1</sup>・長田茂美<sup>2</sup>・矢田 豊<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 石川県森林組合連合会・<sup>2</sup> 金沢工業大学・<sup>3</sup> 石川県農林総合研究センター林業試験場・<sup>4</sup> (株)エイブルコンピュータ

わが国では利用期を迎えた森林資源の活用が強く望まれている。しかしながら、森林所有者の高齢化や手入れ不足森林の増加に伴い不明確な森林境界が増え、主伐等の前提となる境界明確化は非常に遅れている。境界明確化作業は多大な時間と労力を要するため、その効率化が大きな課題となっている。他方、合成技術の普及により UAV オルソ画像が比較的容易に取得できるようになったことに加え、深層学習による画像認識技術の実用化により、林相界の自動抽出については境界明確化作業の効率向上が期待される。

本研究は森林境界明確化の支援を目的として、鴨井らの樹種判別 AI エンジンを用いた林相界抽出に使用した際の抽出精度を検証した。石川県内の施業予定林分にて取得した UAV オルソ画像ごとに、目視判読によりスギ林とヒノキ林を主とした人工林および広葉樹二次林を区分した林相界と、AI エンジンで判別した森林境界候補（推定林相界）を比較し、林相界に対する推定林相界のずれを検討した。本発表では、森林境界明確化支援への実用化に向け、抽出精度の評価と今後の課題を整理する。

尚、本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けた。

#### S4-4 全天球画像 AI による人工林の材積・原木品質推定技術の現場実装

○上野直人<sup>1</sup>・村上良平<sup>1</sup>・林 航希<sup>2</sup>・九後佑樹<sup>2</sup>・松井康浩<sup>2</sup>・長田茂美<sup>2</sup>・山路佳奈<sup>3</sup>・木村一也<sup>3</sup>・矢田 豊<sup>4</sup>

<sup>1</sup> (株)エイブルコンピュータ・<sup>2</sup> 金沢工業大学・<sup>3</sup> 石川県森林組合連合会・<sup>4</sup> 石川県農林総合研究センター林業試験場

施業計画作成のために行う森林調査（標準地調査など）の効率化を目的に、演者らはこれまでも森林内で撮影した全天球画像を活用した森林資源量（材積）の推定手法の開発に取り組んできた。

本研究では、スギ人工林において低コストで取得できる全天球画像から材積と原木品質を推定するため、深層学習（全天球画像 AI）を利用した技術開発を行った。さらに、実際の林分での実測値との比較による精度検証、および作業の効率性の検証を行い、現場実装に向けた検討を行なった。

全天球画像 AI は、林内で撮影した全天球画像（リコー社の THETA SC を使用）から、半径 12.6m（面積 500m<sup>2</sup>）の範囲内の立木材積と、原木品質（A 材、B 材、C 材の比率）を推定するものである。本研究ではこのシステムを施業計画段階で使用することを想定し、林齢、立木密度などの条件を変えた複数の林分で精度と面から検証した。また、近年の UAV の性能および活用技術の急速な進展を踏まえ、UAV に全天球カメラを搭載して撮影する運用の可能性についても検証した。本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けたものである。

#### S4-3 深層学習に基づく全天球画像からの人工林材積・原木品質の推定技術の開発

○林 航希<sup>1</sup>・九後佑樹<sup>1</sup>・松井康浩<sup>1</sup>・長田茂美<sup>1</sup>・村上良平<sup>2</sup>・山路佳奈<sup>3</sup>・木村一也<sup>3</sup>・矢田 豊<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 金沢工業大学・<sup>2</sup> (株)エイブルコンピュータ・<sup>3</sup> 石川県森林組合連合会・<sup>4</sup> 石川県農林総合研究センター林業試験場

国内の森林資源は成熟し、本格的な利用期を迎えているが、林業事業体における人手不足が深刻化しており、調査業務の効率化が喫緊の課題となっている。一方で、手軽な専用カメラで撮影した全天球画像や UAV で撮影した UAV 画像が比較的容易に取得可能となっており、それらの効率的な活用手法の開発が求められている。

本研究では、近年、画像認識の分野で広く有用性が認められている深層学習技術を活用して、専用カメラあるいはドローンにより撮影した人工林内全天球画像から人工林の材積および原木品質（A 材、B 材、C 材の比率）を推定するシステムを提案する。提案システムでは、畳み込みネットワークの一種である DenseNet を回帰モデルとして用い、材積は 1ha あたりの立木材積を、原木品質は A 材、B 材、C 材の比率を推定する。

本発表では、全天球画像および疑似的なドローン画像から人工林の材積および原木品質を推定する提案システムと、石川県内のスギ人工林で撮影した林内全天球画像を用いた評価実験について述べる。なお、本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行ったものである。

#### S4-5 深層学習に基づく UAV オルソ画像を用いたコナラ判別と材積等の推定

○矢田 豊<sup>1</sup>・渥美幸大<sup>1</sup>・林 航希<sup>2</sup>・木村一也<sup>3</sup>・山路佳奈<sup>3</sup>・小谷二郎<sup>1</sup>・松井康浩<sup>2</sup>・長田茂美<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 石川県農林総合研究センター林業試験場・<sup>2</sup> 金沢工業大学・<sup>3</sup> 石川県森林組合連合会

東日本大震災後のきのこ原木の供給停止や、ナラ枯れ被害の拡大に伴うきのこ原木用シイ・ナラの生産量減少により、きのこ原木の供給体制の強化が喫緊の課題となっている。一方、UAV 空撮画像から合成するオルソ画像（以下、UAV オルソ画像）生成技術の普及により、比較的容易・低コストで施業対象林分の高解像度オルソ画像が取得可能となってきたほか、深層学習技術の実用化により、専門家でなければ判読が難しいコナラ等の樹冠画像判読が自動化できる可能性が高まってきた。以上のことから、UAV オルソ画像から深層学習技術を活用してコナラ樹冠を判読し、材積やきのこ原木採材本数を推定するための方法について、検討した。

学習用データとして、石川県内の広葉樹二次林にて撮影した UAV オルソ画像を使用し、深層学習モデルとして Segnet を採用した。コナラ樹冠面積等を用いた材積・原木採材本数の推定については、石川県内の広葉樹二次林 4 林分内において調査したコナラ 31 本の計測結果のほか、既報にて用いたデータとモデル式を応用し、推定モデルを構築した。

本研究は、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。



#### S4-6 UAV 撮影画像由来の人工林材積推定結果の広域展開法の研究開発

○石原正彦<sup>1</sup>・吉田直輝<sup>1</sup>・中村達樹<sup>1</sup>・日下 迺<sup>1</sup>・矢田 豊<sup>2</sup>・木村一也<sup>3</sup>・山路佳奈<sup>3</sup>・長田茂美<sup>1</sup>・松井康浩<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 金沢工業大学・<sup>2</sup> 石川県農林総合研究センター林業試験場・<sup>3</sup> 石川県森林組合連合会

現地調査や UAV 調査による森林資源の材積推定技術は森林資源の管理をするために日々開発が進んでいるが、いずれの方法も時間やコストを要する上に物理的に確認しにくい地域の調査は困難であり、人工林の資源量を管理するには限界がある。そこで本研究では、人工林の資源量把握を必要とされるより広範囲の推定値を得るための手法の開発に取り組んだ。具体的には、高解像度の人工衛星画像および同一位置の人工林の材積データを用いて教師データとなる矩形データを作成し、深層学習にて学習させた AI エンジンを開発した。開発した AI エンジンを実験した結果、85% 以上の精度で人工林を材積推定することができることがわかった。また、混交林の材積データを含む UAV 由来材積データを、高解像度人工衛星画像データを用いて判別分析し、人工林由来のデータを効率良くクリーニングする技術も同時に開発した。これらの技術を組み合わせた AI エンジンのシステムは、より広範囲な森林から人工林の材積推定することを可能にし、森林管理の効率化に貢献することが期待される。

本研究は、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。

#### S4-8 画像認識 AI を利用した森林調査効率化 Web アプリケーションの試作

○村上良平<sup>1</sup>・上野直人<sup>1</sup>・Gavrilov, Sergey<sup>1</sup>・林 航希<sup>2</sup>・九後佑樹<sup>2</sup>・松井康浩<sup>2</sup>・長田茂美<sup>2</sup>・山路佳奈<sup>3</sup>・木村一也<sup>3</sup>・矢田 豊<sup>4</sup>

<sup>1</sup> (株)エイブルコンピュータ・<sup>2</sup> 金沢工業大学・<sup>3</sup> 石川県森林組合連合会・<sup>4</sup> 石川県農林総合研究センター林業試験場

林業への ICT 技術導入の取り組みが盛んになる中、現場での活用を実現するためには、ICT 技術のアウトプットを従事者が利用するためのアプリケーションが不可欠である。特に、UAV 空撮によるオルソ画像（以下、UAV オルソ画像）や林内の全天球画像などの一次データは豊富な情報を保持しているが、従事者が業務に利用するためには、こうした一次データの加工や、理解しやすい視覚表現などが必要となる。加えてこのようなアプリケーションは従事者の作業実態やコンピュータリテラシーに適合しなければならない。

演者らはすでに、UAV オルソ画像と林内全天球画像から材積等を推定する深層学習画像認識 AI を開発した。本研究では、画像認識 AI の林業の現場で活用を目的に、石川県内の 4 森林組合で担当者へのヒアリング等を行いながら、Web アプリケーションのプロトタイプを開発した。森林境界明確化支援機能については、AI による樹種判別結果のほか、DEM から生成した地形界候補線の表示や公図等の画像を変形しつつ参照する機能も付加した。本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けたものである。

#### S4-7 高解像度衛星画像及び深層学習を用いたメッシュ単位のスギ材積推定法の開発

○吉田直輝<sup>1</sup>・中村達樹<sup>1</sup>・日下 迺<sup>1</sup>・矢田 豊<sup>2</sup>・木村一也<sup>3</sup>・山路佳奈<sup>3</sup>・長田茂美<sup>1</sup>・松井康浩<sup>1</sup>・石原正彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 金沢工業大学・<sup>2</sup> 石川県農林総合研究センター林業試験場・<sup>3</sup> 石川県森林組合連合会

近年、高解像度衛星画像や深層学習を用いた研究が森林分野でも進みつつあるが、これらを利用した立木材積の推定に関する研究はまだ少ない。本研究では、高解像度衛星画像を用いて、深層学習によりメッシュ単位のスギ材積推定を試みた。石川県内の 2 箇所のスギ林分を対象とし、衛星画像は解像度 0.5m の WorldView-2 を使い、スギ立木材積は UAV-SfM 処理により生成した 3D 点群データから推定されたものを用いた。対象の林分範囲に 64m×64m のメッシュを作成し、それぞれのメッシュ内に収まるスギ立木材積量をメッシュに結合し、これを正答ラベルとした。次に、作成したメッシュを用いて対象林分の衛星画像を切り出した。これらに加え、メッシュのシフトや画像の回転によるデータセットの拡張により 7,854 件のデータセットを作成した。これらを用いて一方の林分で学習し、もう一方の林分で検証を行ったところ、NIR1 バンド画像を用いた学習では 85% 以上の精度でスギ材積を推定することに成功した。

本研究は、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。

#### S4-9 スマート林業の実現に向けた取組について

○鈴木崇之

林野庁

我が国では、戦後造成された人工林の多くが本格的な利用期を迎えており、この豊富な森林資源を「伐って、使って、植える」という形で循環利用し、先人たちが守ってきた豊かな森林を次世代へ継承していくことが大きな課題となっている。このような課題に対応しつつ、林業の成長産業化に向けては、林業の生産性向上、需要に応じた高度な木材生産等を可能とするため、ICT、ロボット、AI 等の先端技術を活用した「スマート林業」の推進が不可欠である。このため、林野庁では、令和元年 12 月「林業イノベーション現場実装推進プログラム」を策定し、新技術の開発から普及に至る取組を総合的に推進しているところである。

本企画シンポジウムでは、林業の課題と新技術活用による将来の対応方向を概説するとともに、スマート林業実践対策（林野庁補助事業）により、全国 12 地域で実施中の ICT 等の技術を現場レベルで活用する実践的取組や成果の普及展開の実施状況について説明する。



## S5-1 樹木の根系と分布

○大橋瑞江<sup>1</sup>・平野恭弘<sup>2</sup>・檀浦正子<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 兵庫県立大学環境人間学部・<sup>2</sup> 名古屋大学大学院環境学研究所・<sup>3</sup> 京都大学大学院農学研究所

樹木は草本よりもはるかに長寿命であり、サイズも巨大である。そのため、樹木の根系は草本よりも、形態的にも機能的にも複雑であり、土壌中の広い範囲に分布している。このような樹木根の形態や土壌内での広がりに対する知識を蓄積することは、森林の構造や働き、樹木の成長プロセスを解明するために重要となる。また樹木根の多様性を知ることによって、様々な樹種が持つ生存戦略や環境適応力の違いを理解することができる。本発表では、樹木の根系と分布について、1) 太い根と細い根、2) 根のバイオマス、3) 土の中の根の広がり、4) 様々な形態の根、の4つの観点から解説する。1) では樹木根を太い根と細い根に分け、それぞれの形態や機能の違いを概説し、最近の研究動向を紹介する。2) では、森林の機能評価と深い関わりのある樹木根のバイオマスについて、その定義や実際の値を紹介し、地上部との関係や推定モデルの開発について説明する。3) では土壌中の根の分布を、個体、林内、広域などの異なるスケールでまとめる。4) では様々な環境の根の形態をまとめることで、厳しい環境に適応して生育するために、樹木がどのように根を発達させているかを理解する。

## S5-3 森林の物質循環における樹木根の役割

○野口享太郎<sup>1</sup>・牧田直樹<sup>2</sup>・福澤加里部<sup>3</sup>・檀浦正子<sup>4</sup>・谷川東子<sup>5</sup>・藤井佐織<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup> 信州大学理学部・<sup>3</sup> 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター中川研究林・<sup>4</sup> 京都大学大学院農学研究所・<sup>5</sup> 名古屋大学大学院生命農学研究所・<sup>6</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林昆虫研究領域

樹木の根は自らの体を支えるとともに、土壌から水分や養分を吸収する役割を担う。また、樹木の根は枯死すると落葉と同様に有機物として土壌に供給され、土壌生物による分解を経て地下部生態系に炭素や養分を供給する。これらの一連のプロセスは森林の物質循環の構成要素と考えることができる。つまり、樹木の根は森林の物質循環を駆動する役割を持つとも言える。本発表では、森林の物質循環のうち水循環、養分循環、炭素循環に着目し、これらの物質循環における樹木根の役割について概説する。具体的には、①水循環については土壌からの水吸収だけでなく、土壌への水の排出など森林に特有の現象について、②養分循環については主に環境中の養分条件と根の動態の関係について、③炭素循環については、粗大根による炭素蓄積機能、細根の呼吸やターンオーバーを介した炭素フラックス、根の土壌化、地下部の食物連鎖における役割など、いくつかの観点から根の機能について報告する。本発表により、森林の物質循環と樹木根の関係について、これまでに得られた知見を整理し、今後、取り組むべき課題について議論したい。

## S5-2 樹木根の成長と構造の基礎的な仕組みと競争・共生関係

○牧田直樹<sup>1</sup>・菱 拓雄<sup>2</sup>・小林 真<sup>3</sup>・野口享太郎<sup>4</sup>・松田陽介<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 信州大学理学部・<sup>2</sup> 九州大学農学部附属演習林・<sup>3</sup> 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>4</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所・<sup>5</sup> 三重大学生物資源学部

樹木の根系は、土壌中の養水分資源を吸収するために、伸長と分岐を繰り返し、土壌中に根を張り巡らす。一方、土壌の中で生き抜くには、それ相応の非生物的・生物的なストレスに耐えなければならない。本発表では、樹木根の成長と構造の基礎的な仕組み、および根系の競争や共生関係に着目し、既往研究をまとめた成果から、根系の成長様式の理解を深めることを目的とする。まず、根の機能を発揮するために、どのような構造の根系を形成し維持しているのかの基礎的な仕組みを、根の解剖構造、根の機能形質、および根の成長の季節動態の研究を通して紹介する。次に、土壌中で生き抜くための根の振る舞いを理解するため、個体内および個体間で資源の奪い合いに対しての根系の競争、および根系の生物間相互関係に焦点を当てて紹介する。そして、樹木根の成長様式さらに根の一生について考えていく。また、根系の客観的な評価を行う上で重要な要素である研究手法について、根の一貫とした取り扱い方や一定基準の方法を整理し、今後の展望を述べたいと考える。

## S5-4 環境変動と樹木根

○中路達郎<sup>1</sup>・小林 真<sup>1</sup>・野口享太郎<sup>2</sup>・平野恭弘<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup> 名古屋大学大学院環境学研究所

森林は過酷な環境変動にさらされ続けている。大気中CO<sub>2</sub>濃度は産業革命前から1.5倍に達し、今世紀末の全球気温は0.8℃～4.8℃上昇することが予測されている。気温上昇は降水パターンにも影響し、早魃や洪水のリスクを高め、局所的な乾燥と人間活動に起因した森林火災の発生数と規模は増大する傾向にある。加えて、大気汚染物質である対流圏オゾン(O<sub>3</sub>)濃度は上昇を続けており、窒素酸化物や硫黄酸化物などの酸性降下物と合わせて、森林生態系への負の影響が懸念され続けている。

これらの環境変動は、樹木根の成長や機能に対してどのように影響するのだろうか？樹木は健全な根を維持しなくては生存することはできず、森林生態系の機能を予測するには根の応答の理解は欠かせない。これまで多くの研究者が植物体の一器官として、さらに周囲との物質循環にまで視野を広げながら、樹木根の環境応答について研究してきた。本講演では(1) CO<sub>2</sub>と O<sub>3</sub>濃度上昇(2) 温度上昇と森林火災(3) 乾燥および滞水(4) 土壌の酸性化を取り上げ、操作実験や野外観測の事例を紹介しながら樹木根応答のメカニズムや一般性などの知見と今後の展望について紹介したい。

## S5-5 樹木根の発揮する減災機能

○山瀬敬太郎

兵庫県立農林水産技術総合センター

近年の台風の大型化や記録的な強風と豪雨により、山地斜面での風倒木や表層崩壊などの災害リスクは高まっている。一方、森林植生の基盤である樹木根は、斜面安定に貢献している。そこで、樹木根の発揮する減災機能に着目し、樹木の倒れにくさが発揮する土石流や流木化の軽減効果や、表層崩壊を抑制するための樹木根による土壌補強の効果を紹介する。さらに樹木根研究から得られた知見を植生管理へと応用するために、非破壊的な根系評価法や樹木根に着目した植生管理について、その現況と課題を述べる。特に、スギ人工林の間伐が樹木の倒れにくさに及ぼす影響（藤堂ほか 2015 緑工誌）や、非破壊的な地中レーダ探査法による野外森林での適用可能性（Yamase et al. 2018 Trees）、この探査法を用いたスギ間伐と無間伐林分での崩壊防止力の比較（Yamase et al. 2019 Catena）、二次林の萌芽再生時における土壌補強の時間的変化を報告するとともに、複数樹種から構成される二次林において崩壊防止力を評価するうえでの今後の課題を紹介する。

## S6-1 土砂災害の発生状況と気候変動・山地環境

○内田太郎

筑波大学生命環境系

近年、気候変動による豪雨の激甚化が顕在化しつつある。さらに、今後、更なる気候変動により、土砂災害による被害がより深刻化するおそれが指摘されている。一方で、土砂災害の発生は、様々な場の条件の影響を受けるため、気候変動の影響を評価することは容易ではない。しかし、今後、中長期的に気候変動が生じ、土砂災害による被害の激甚化が生じるのであれば、いち早くその程度を予測し、備えることが重要である。

そこで、本研究では、日本全国をマクロ的に捉えて、豪雨の頻度と土砂災害の発生状況を分析することで、気候変動が土砂災害に及ぼす影響について考察した。本研究では、過去 40 年程度の豪雨の発生頻度と土砂災害の件数および過去 120 年間の豪雨の発生頻度と激甚な災害の発生状況について分析した。その結果、豪雨の発生頻度と土砂災害の件数、激甚な災害の発生の間には強い関連性があった。一方で、2000 年以降と 1940 年代は、豪雨の発生頻度がいずれも高いものの、1940 年代の方が発生状況がより深刻であった。この一因として、1940 年代当時、荒廃した山地が広く広がっていたなどの山地環境の違いが影響している可能性が考えられた。

## S5-6 樹木根の担う生態系サービスと持続可能な社会への貢献

○平野恭弘

名古屋大学大学院環境学研究科

生態系サービスは自然からの恵み、森林では多面的な機能とも呼ばれる。ミレニアム生態系評価で広く認識された生態系サービスは、TEEB や CICES を経て分類を国際的に統合しつつあり、供給サービス、調整・維持サービス、文化的サービスの 3 つに現在分類される。樹木根の担う生態系サービスへの貢献は、葉や幹などと比較してあまり焦点があてられていない。本講演では、3 つの生態系サービスの分類に樹木根がどのように貢献できるかを挙げながら、SDGs の実現に対して樹木根を介してどのような取り組みが必要かを提案することを目的とする。

供給サービスとして直接的に根株の木質バイオマスの利用、間接的に木材生産の基盤として養水分吸収機能、菌根菌との共生によるきのこ形成などがあげられる。調整・維持サービスには、根系ネットワーク形成による表層土壌崩壊防止などが、文化的サービスにも根上がり松など保健・レクリエーション機能があげられる。SDGs への取り組みとして、例えば減災機能を高めるためグリーンインフラとしての根系機能の利用やステークホルダーとの協働研究が期待される。本講演では樹木根研究の現状を通じた提案も議論したい。

## S6-2 歴史資料に基づく江戸時代以降の植生変化と土壌特性との関係を考える

○岡本 透

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

日本の現在の森林の状況は森林飽和とも評される。しかし、1970 年代に撮影されたカラー空中写真には無立木地、若齢林が数多く認められる。空中写真のない明治時代にかけての植生は旧版地形図の地図記号から読み取ることができる。崩土や流土などの地図記号から土壌侵食や崩壊の分布も把握できる。また、古写真の撮影場所を特定できれば、撮影時の景観を確認できる。江戸時代の植生は絵図の描写から推定できるが、複数の資料を比較して資料性を高める必要がある。これらの方法により推定される植生変化は、過去に遡るほど森林が少なく草地など無立木地が多く、集落に近いほどその傾向が顕著である。こうした過去の植生や土地利用は、現在の土壌特性に影響していると考えられる。全国で行われた森林土壌炭素蓄積量インベントリ調査によると、深さ 0~30 cm の土壌炭素蓄積量を地域別に比較した結果、近畿地域が最も低い。その要因の一つとして長期に渡る過度な森林利用による表層土壌の侵食が考えられている。また、同調査試料に含まれる大気圏内核実験由来の Cs-137 の深度ごとの蓄積量の分布から検討された近年における土壌の安定性についても紹介する予定である。



### S6-3 農山村における森林資源利用と地域環境へのインパクト

○齋藤暖生

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林富士癒しの森研究所

日本の森林植生は、少なくとも数千年の単位で人間による資源利用による影響を受け続けてきたことが花粉分析等の知見から指摘されている。歴史的に、森林は木材だけではなく多様な資材の供給源とみなされ、日常の生活需要と産業需要を賄ってきた。本報告では、森林環境に大きな影響を与える資源利用として、燃料利用、緑肥利用、焼畑耕作等を取り上げ、近代化前後、および高度経済成長期以降の資源利用の実態および動向について整理し、森林環境への影響を推察した。木材の燃料利用は近世以前から産業的に利用されていたが、資源利用上の慣行（しきたり）により一定の持続性を保っていた。近代化以降の産業・軍需需要による燃料需要が、森林土壌へ破壊的な影響をもたらした。山林の農業的利用は全国的に広く行われていたが、緑肥利用は明治以降に急速に商品化された肥料に置き換わり、早くからその利用圧は低下した。焼畑は近代化以降、山地荒廃の原因と目されたが、実態は土壌が一定程度保持され速やかに森林化したと推察された。いずれの資源利用形態も高度経済成長期以降は急激かつ極端な利用減退にともない、広範に人工林や放置二次林を生み出した。

### S6-5 日本の人工林林齢構成と土砂災害の特徴の比較—過去、現在、将来—

○鈴木雅一

東京大学

日本の森林は、荒廃山地復旧、人工造林、森林伐採減少等で1970年代以降に森林蓄積を増加させている。これに伴い斜面での表面侵食が減少し、表層崩壊集中発生も減少していったと見られる。本研究では人工林の林齢構成とその変化に着目した。人工林の林齢は森林資源計画の重要な要素であるとともに、二酸化炭素吸収や斜面崩壊防止効果とも関係づけられているからである。

1970年代には20年生以下の若齢人工林が多かったが、その後現在まで減少が続いており、根系の崩壊防止効果による表層崩壊の減少が見られるという認識に合致する。そこで、林野庁による「50年後、100年後における齢級構成の推計」（平成23年度森林・林業白書 p.77）を将来像として現況と比較した。1) 二酸化炭素吸収の活発な若齢林の増加は表層崩壊危険性増加をもたらす。2) 100年後推計の法正林に近い林齢分布では現在よりも若齢林が多い。3) 法正林に近い林齢分布に至る過程で若齢林がより多い時期を経過する。等が読み取れた。現在と比べ表層崩壊発生増加が予測される将来の林齢構成推計であった。今後、降雨の増大の影響なども含めた研究展開を期待している。

### S6-4 拡大造林期に溪岸に植栽された樹木の流木化とその流路地形への影響

○芳賀弘和<sup>1</sup>・久保岳大<sup>1</sup>・松下直矢<sup>1</sup>・廣田恭明<sup>1</sup>・堀田紀文<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学農学部・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

本発表では、1956-70年に植栽されたスギ・ヒノキ人工林内を流れる中国山地中部の小河川とその近傍を対象に、流路内微地形（淵）の形成に与える流木の影響と河岸からの流木の供給について検討する。調査河川は長さ500mの区間（川幅2-6m、勾配約3%）とし、流路沿いの調査範囲は河岸から2m以内のゾーンとした。全60地点の淵のうち流木は半数に参与し、比較的深い淵を形成していた。それらの流木の一部には、人為的な痕跡（伐り口）があり、約15年前の間伐で供給されたものと推察された。流路沿いのゾーンには、スギ・ヒノキは100本程度あり（直径と樹高はそれぞれ50cm、20m程度）、流路に向かって倒れかけているものは20本あった。また、完全に倒れているものが約60本あり、伐り口があるものを多く含んでいた。本調査地は、造林前には草地やクリの二次林であったため、植栽木が十分に成長するまでの期間は流木がほとんどなかったかもしれない。その意味では、間伐に伴う倒木の供給は当該地域の魚類の生息場形成を考える上で鍵となるだろう。今後は、大きな倒木（直径>50cm）の流路内への供給が想定されるため、これまでよりも大きな流路地形の変化が起こるかもしれない。

### S7-1 樹木木部細胞壁の形成を観察する

○竹内美由紀<sup>1</sup>・則定真利子<sup>2</sup>・磯貝 明<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院工学系研究科・<sup>2</sup>東京大学アジア生物資源環境研究センター・<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

樹木が光合成により取り込んだ炭素の一部は樹幹に輸送されて、セルロース、ヘミセルロース、リグニンを主成分とする厚い木質細胞壁からなる二次木部に固定される。我々は安定同位体標識二酸化炭素（<sup>13</sup>C<sub>2</sub>O<sub>2</sub>）を光合成によりポプラに取り込ませ、二次イオン質量分析法（Secondary Ion Mass Spectrometry, SIMS）を用いて<sup>13</sup>Cがいつどこに固定されたかを追跡することにより、光合成産物が木質細胞壁に堆積し二次木部形成が進行する過程を調べている。SIMSによる分析の特徴は同位体を含むすべての元素が分析可能であること、高質量分解能、高感度であることなどが挙げられ、細胞レベルの分解能で同位体イメージングを行うことも可能である。樹脂包埋した二次木部試料上での測定では、主に細胞壁に固定された<sup>13</sup>Cが検出され、細胞壁形成進行に伴う細胞壁内の<sup>13</sup>C分布変化を可視化することができた。本発表ではSIMSにより得られた<sup>13</sup>C分布解析結果を、サンプル調製法や他の分析法との比較と合わせて紹介したい。

## S7-2 樹木木部の通水機能の正しい評価方法

○矢崎健一<sup>1</sup>・小笠真由美<sup>2</sup>・種子田春彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所・<sup>3</sup> 東京大学大学院理学系研究科

樹木の通水機能を担う木部には、数十 m もの高さに展開する葉へ水を送るために、大気圧の十数倍にも相当する張力（負圧）がかかる。土壌乾燥時にはこの負圧はさらに大きくなり、深刻な通水能力の低下を引き起こす。どの程度の負圧で通水機能を失うかという「木部の脆弱性」は乾燥時の個体の生存を左右する。

これまで多くの研究では、切断して採取した枝を用いて通水量や木部断面の水分分布を調べることで木部の脆弱性を評価してきた。しかし、大きな負圧が通水系に発生したままの枝を切断したり急速凍結したりする操作が、通水組織内での人工的な空洞化を誘発し、木部の脆弱性を過大評価する可能性が近年指摘されている。

これを回避する方法は二つある。一つは長い試料を水中内で複数回切断することで、負圧を緩和してから測定することであり、もう一つはそもそも「切らずに」通水機能を評価することである。後者は現在の水分生理研究のトレンドになっている。

本講演では、負圧の発生している枝で通水機能を測定する際のサンプリング方法やその注意点、そして演者らが実施した MRI や X 線 CT を用いた非破壊的観察手法による木部水分挙動に関する新たな知見について紹介する。

## S8-1 土木分野における CLT の活用

○佐々木貴信

北海道大学大学院農学研究院

国内メーカーが製造する CLT のサイズは様々であるが、1 枚の大きさが最大で幅 3m、長さ 12m の製品が製造可能である。また、国産材の CLT にはスギやヒノキ、カラマツのラミナが使用されているため、単位体積重量はコンクリートの 1/6~1/4 程度と軽量である。わが国の CLT に関する技術開発は殆どが建築構造を対象としている現状があるが、製品寸法の大きさや軽さといった CLT の特徴を活かして土木分野での活用も考えられる。例えば、橋梁補修において CLT を床版として適用可能となれば、RC 床版と比べて重量が軽い分、主桁や下部工の補強を行わずに改修できる可能性がある。CLT の床版用途では、活荷重の繰り返しによる疲労や、木材の腐朽による劣化が課題であるが、筆者らは CLT 床版の輪荷重走行試験を繰り返す行い、十分な耐久性を有することを確認している。また、木材の腐朽に対しては、ラミナに防腐薬剤を注入するような従来の防腐処理ではなく、FPR シートによるラッピングや、ポリマーセメントによるコーティングによって CLT 全体を包埋する物理的な処理で、防水・防腐効果を得る方法を検討していくつかの試験施工による検証を行っている。

## S7-3 樹木の水分吸収についての根も葉もある話 ―二重重水標識法による評価―

○香川 聡<sup>1</sup>・内海泰弘<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 九州大学農学部附属演習林

維管束植物は葉から取り込まれる二酸化炭素と、根から吸収される水と、光エネルギーを使ってショ糖などの光合成産物を生産する、と考えられてきた。樹体への炭素の取り込みを研究するために、人工的に濃縮された<sup>13</sup>CO<sub>2</sub>を光合成により取り込ませ、<sup>13</sup>C の分布を解析することにより、樹木の炭素動態が研究されてきたが、同様に安定同位体を用いて樹体への水分の吸収・同化を追跡する研究が最近増加している。特に、植物が葉の表面から液体の水を吸収する現象（Foliar water uptake）は近年注目を浴びている。葉面から吸収される水と根から吸収される水を 2 つの異なる重水（HDO、H<sub>2</sub><sup>18</sup>O）で標識し、両者の樹体内での分布を調べることにより、水分の吸収および通導を経時的に追跡するだけでなく、これらの水分が木材などのバイオマスを構成する酸素・水素として取り込まれる過程を追跡することが最近可能になった（Kagawa 2020, <https://doi.org/10.1101/2020.08.20.260372>）。そこで本講演では、物質生産において植物が根吸収水だけでなく、有意な量の葉面吸収水を利用していることを、二重重水標識法を用いて明らかにした結果を紹介する。

## S8-2 土木構造物への木材利用について

○野田 龍

秋田県立大学木材高度加工研究所

2015 年 9 月の国連サミットにおいて、2030 年までの国際社会共通の目標として「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」が採択され、そのなかで持続可能な開発目標（SDGs）が示された。SDGs が掲げる 17 の目標の多くに森林が関連しており、その森林から供出される木材を有効に利用することが求められている。このような背景を追い風として、近年、土木構造物への木材利用が推進されている。具体的な利用事例として、ガードレール、遮音壁、軟弱地盤対策や地盤改良としての木杭、木製治山ダム、木橋、駅舎等鉄道施設などがある。

土木構造物は公共事業で建設されるため、工法選定の際には「費用」対「効果」が特に重要となる。一方、木材には炭素固定による地球温暖化緩和効果や地域産材の利用による地域経済への波及効果といった利点がある。これらの利点を「効果」として数値化するため、治山ダム等の土木構造物を対象に他材料と比較したときの地球温暖化緩和効果や経済波及効果の研究が進められている。本報告では、土木構造物への木材利用について事例を紹介するとともに、土木構造物への木材利用による地球温暖化緩和効果や経済波及効果について報告する。



## S8-3 木質材料の屋外および海洋環境での利用

○石川敦子<sup>1</sup>・桃原郁夫<sup>2</sup><sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所木材改質研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

土木分野における木材の利用拡大に向け、あまり利用が進んでいない都市部や観光地における遮音壁等の用途や海洋環境での利用も視野に入れ、これらの用途での木質材料の性能変化とその対策について検討を進めた。土木関連での木材利用に関する研究は、これまで主に腐朽や強度といった点に重点が置かれてきたが、都市部や観光地で使用される遮音壁等の場合、これらに加えて美観も重要視される。こうした用途で使用する木質材料について、保存処理により耐朽性を高めた上で塗装を施すことで美観維持性能を向上させることを検討した。また、海洋環境においては木材の劣化が早いため、木材・プラスチック複合材（混練型 WPC）（以下、WPC と略す）の適用可能性を探索した。本講演では、保存処理と塗装による土木用木質材料の美観維持性能向上効果や、WPC の海中および飛沫帯での暴露試験の結果を中心に、土木分野における木質材料の用途拡大について検討した結果を紹介する。

## S8-5 振動試験による木製ガードレール横梁の強度特性の推定

○久保島吉貴・原田真樹・加藤英雄・桃原郁夫

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

木製ガードレールの横梁の強度性能を設置現場において非破壊、簡便かつ迅速に推定するための指標として、強度と正の相関関係が存在するヤング率が有望である。ヤング率は横梁の打撃音から算出できるが、そのためには試験体密度（質量）が必要である。木製ガードレールの横梁は、おおよそ直径 200 mm、長さ 2 m および質量 25 kg であるので、劣化診断において、支柱から取り外して質量を測定するためには労力を要する。このため、材料の質量を測定せずにヤング率を簡便に評価する方法を検討した。筆者らはこれまでに試験体に集中質量（錘）を加除した場合の共振周波数の相違を用いて試験体質量を用いずに試験体質量、密度およびヤング率を推定する方法を提案し、この方法を「質量付加振動法」と呼ぶことにした。本研究では質量付加振動法を木製ガードレール用横梁へ適用した場合の推定精度について検討した。その結果、支柱への取り付けを多少緩めると両端自由条件で質量付加振動法によって正確に質量、密度およびヤング率を推定可能であるという結果を得た。

## S8-4 森林資源由来の材料を活用した路網保全技術の開発

○山口 智<sup>1</sup>・加藤英雄<sup>2</sup>・伊藤優子<sup>3</sup>・神原広平<sup>4</sup>・松永浩史<sup>4</sup>・大村和香子<sup>5</sup>・井道裕史<sup>2</sup>・鈴木秀典<sup>1</sup>・大澤智也<sup>6</sup>・藤井 厚<sup>6</sup>・永町博満<sup>6</sup><sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林業工学研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所構造利用研究領域・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>4</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所木材改質研究領域・<sup>5</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所企画部・<sup>6</sup> 林野庁森林技術総合研修所林業機械化センター

地球温暖化に対応するために土木分野への木材利用を促進する必要がある。そこで、木材やタケ等の特徴を活かした路網の作設方法を開発し、路網における森林資源の利用技術の高度化を図るため、合板を使用する路体補強工法と粗朶を用いた横断排水を行うことによる路面保全工法の開発検証を行った。合板を土中で使用するにあたって合板の腐朽が問題となることから、合板に使用される材種による影響や木材保存剤による土壌への影響についても調査を行った。

調査の結果をもとに、路体の要求性能に対する基本仕様として、新設・既設別、主たる通行車両種類、幅員、供用期間、路床土支持力比別、生物劣化環境を設定条件とし、これらに対応した材料選定ができるようなマトリックスを構築した。また、幅員 2.5 m における標準的な施工手順及び 2 年間土中埋設した構造用合板の生物劣化状況、樹種別の耐朽性を明らかにし、木材保存剤の土壌への影響を確認した。横断排水溝における越流のメカニズムを確認し、越流が発生しうる流量の処理に必要なと考えられる設置方法をまとめるとともに、車両が通過する際の衝撃を抑制するために、溝に設置されるべき束の状態の条件を明らかにした。

## S8-6 非接触機器を使った木製治山堰堤の形状測定手法の検討

○小川泰浩・玉井幸治・村上 亘・岡本 隆・岡田康彦

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林防災研究領域

2000 年代から急増した木製治山堰堤の経年劣化に伴う形状変化を把握するためには、足場が悪い環境に対応する現状把握や精度の高い測量を行う必要がある。近年、ドローンによる空中撮影や携帯型地上レーザースキャナー（TLS と記す）を用いて遠隔から空中写真や位置座標が大量に取得できるようになった。そこで、秋田県北秋田市深閑沢において設置から 4 から 6 年半が経過した木製堰堤の空中写真を撮影し、トータルステーション（TS と記す）光波測量と TLS を組み合わせて堰堤の位置座標を取得した。堰堤の空中写真撮影では、飛行高度 10~25 m の写真により傷や接合ボルトの状況を確認できた。ただし撮影時期は、秋田県の場合、溪畔林の落葉期、着葉期には枝葉が撮影の障害となるため、春季融雪後の着葉前が適当であると考えられた。堰堤の形状測定では、堰堤に簡易反射板（5 mm 角）の標定点を 6 点設置してから、TS と TLS によって測量した形状を測量座標で比較する方法を採用した。TLS と TS により木製治山堰堤と標定点を計測して、点群解析ソフトウェアから TLS の座標を測量座標に変換した。その結果、標定点の直線距離の 2 乗平均誤差は 1~2 cm となり、異なる時期の形状比較が可能となった。

### S9-1 気候変動の時代における林木育種：今だからやれること、やるべきこと

○後藤 晋

東京大学大学院農学生命科学研究科

気候変動によって森林生態系は大きな影響を受けると予測されている。林業対象樹種の受ける影響を理解することは、気候変動の緩和と適応を考える上でも重要である。日本の主要林業樹種であるスギでは、第二世代精英樹の選抜が進み、次代検定林などの大規模データも集積されるとともに、ゲノム情報も充実している。近年、林木育種分野では、ゲノム情報のハイスループット、地理情報システムの精緻化、高性能コンピュータの登場により大規模データの解析などが充実し、気候変動に対応する新しい育種にも大きな影響を及ぼしうるデータが出せるような時代になった。しかし、エコタイプ、産地試験や交配試験などによる適切な材料の創出、メカニズムの解明につながる生理や環境データをいかに取得するかなど、これらをどのように使って気候変動の適応や緩和につなげていくか、といった肝心のところはあまり議論が進んでいない。そこで本発表では、演者らがトドマツなどで行ってきた局所適応の遺伝的基盤の解明、温暖地への移植試験による温暖化影響評価の研究、海外での温暖化適応プロジェクトの事例を紹介しつつ、将来を見据えた戦略的な育種研究のあり方について考えてみたい。

### S9-3 人工環境下におけるスギ苗の環境応答性評価技術の開発と多数系統評価

○高島有哉

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

気候変動が進んだ場合、それがスギ等の造林樹種の生産性や健全性に影響することが懸念されている。このため、気候変動下において想定される高温や乾燥条件に適応しうる系統の開発が求められているが、スギの環境ストレスへの応答性を評価するためには、多様な環境条件に対する生理的・形態学的応答の解明を進める必要がある。本発表では、スギの活着および生育への影響が大きいと考えられる乾燥ストレスを主たるストレス要因として、人工環境制御下においてスギさし木苗を用いて乾燥ストレス試験を行った。表現型形質として、伸長成長量、赤外線サーモグラフィによる気孔コンダクタンス指数 ( $I_g$ )、クロロフィル蛍光法による電子伝達速度 (ETR) 等を計測し、これらが乾燥ストレス応答性の指標として適用可能かを検討した。試験は4年間実施し、のべ311系統2,871個体の多系統をストレス乾燥試験に供試した。これらの試験の結果に基づき、乾燥ストレスの評価に適した環境制御手法やストレスを与える期間・タイミング・強度などを明らかにするとともに、スギさし木苗の乾燥ストレス応答性に関連する形質のクローン間変異や広義の遺伝率などの知見を得た。

### S9-2 大規模データから明らかにするスギの成長における環境応答性

○松下通也

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

樹木の成長には、尾根で乾き、谷地で湿潤といった環境要因が影響することは経験的には理解されてきたものの、各系統（品種）がどのように環境に応答しているかという定量的評価は十分になされてこなかった。本研究では、林地での環境要因に対する成長応答性を多数のスギ系統について評価することを目的として研究を進めた。各試験地（検定林）で調査・蓄積されてきたスギの成長に関する大規模フィールドデータと、降水量等のマクロな環境情報および尾根や谷といった微地形に起因するミクロな環境情報とを統合的に解析することで、全国のスギ系統の樹高成長が環境に対してどう応答するかを明らかにした。

### S9-4 樹木の生育に環境要因が与える影響：13C ラベリング手法を用いたアプローチ

○檀浦正子

京都大学大学院農学研究科

樹木は大気中の二酸化炭素を光合成により固定して、その炭素を成長や蓄積、呼吸として利用する。これらの樹木内炭素循環が、温度や水分環境などの環境要因によってどのように影響をうけるのかについて明らかにすることは、気候変動に対する樹木の反応を知るうえで重要である。13C パルスラベリングとは、安定同位体である 13C を標識物質として用い、追跡する手法である。近年、安定同位体を測定する機器や技術の発達により、野外で樹木に適用することが可能になってきた。本発表では、この手法を利用して、光合成産物がどのように樹木に利用されるのか、また温度の違いや乾燥条件の違いがどのように影響を与えるのかについて、これまで得られた知見を紹介する。またスギを対象とした育種研究への適応事例についても紹介したい。



## S9-5 遺伝子発現解析によるスギの環境応答性評価の可能性

○永野聡一郎

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

気候変動に伴う高温や乾燥などの環境条件は、人工林の生産性や健全性にも大きな影響を与えると予想されており、造林木の遺伝的改良を行うことを目的とした林木育種においても今後想定される気象条件を踏まえた系統評価や選抜を行うことが求められている。しかし、制御環境下で環境ストレスを与えて成長などの形質を評価するためには大きな労力と長い時間を必要とするため、系統毎の遺伝的特性を比較的簡便に評価する指標の開発が必要である。そこで、スギの環境適応性を定量的に評価するとともに、ストレス環境下における発現遺伝子の網羅的収集と複数系統を用いたストレス応答関連遺伝子の抽出を進め、遺伝子発現による環境適応性の評価指標の開発を目標として研究を進めてきた。その結果、乾燥ストレス応答と発現の相関のある遺伝子群を明らかにするとともに、遺伝子発現パターンを系統間で比較することにより候補遺伝子を抽出し、比較的少数の遺伝子で環境適応性の評価が可能な遺伝子発現マーカーセットを構築した。これらの成果は、遺伝子発現解析によるスギの環境適応性評価の可能性を示唆している。

## S10-1 都道府県緑の少年団連盟による「緑の少年団」の実態と課題

○町田怜子<sup>1</sup>・木俣知大<sup>2</sup>・矢島万里<sup>2</sup>・入江彰昭<sup>1</sup><sup>1</sup> 東京農業大学地域環境科学部・<sup>2</sup> 公益社団法人 国土緑化推進機構

「緑の少年団」は、昭和44年(1969)に提唱され、設立当初は、わが国の緑化運動の展開や拡大造林推進などの政策的背景もあり約3,300団が結成された。「緑の少年団」は、学校単位で結成される「学校団」と、地域単位で保護者や地域住民等により構成される「地域団」に分類される。今日は、環境教育推進の動向から学校や地域コミュニティの中で、森林環境教育活動の中核を担う役割が期待される。しかし、林業の衰退や少子化や子どもの繁忙化(塾・習い事等)に加えて、教育課程改革や教員の働き方改革に伴い団員減少や団数の大幅な減少となっている。そこで、本報告では、都道府県緑の少年団連盟にアンケート調査を行い、「緑の少年団」の実態や課題、先駆的事例を調査した。その結果、統廃合に伴う退団傾向は顕著であり、市町村が連携した「緑の少年団」の継続支援が求められていた。また、学校教育での課外活動の実施は今後さらに困難になることが想定され、「学校団」の持続的な運営のためには、「学校団」と「地域団」を一体化し、森林・林業分野の教科横断性を活かした「緑の少年団」の活動内容と教育課程(教科、特別活動)との連携関係の明示が挙げられた。

## S9-6 高温・乾燥がスギ雄花着花量に与える影響の評価

○坪村美代子

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

気候変動による気温の上昇や乾燥が植物の生育や特性に影響を与えることが懸念されており、花粉症の原因となるスギの雄花の着花量についても影響の有無や程度を評価する必要がある。一般的に前年の夏期の気温が高く少雨の場合に花粉飛散量が増加すると言われているが、各環境因子を分けて実験的に精査した例はほとんどない。本研究では、環境を制御できる人工気象室を用いて、光環境・温度を制御した条件下で高温・乾燥がスギの雄花着花量に与える影響を評価した。並行して、産地の異なる複数の共通クローンを環境が異なる全国5箇所に植栽した多環境試験地で収集してきた各試験地の環境データと各試験地におけるクローンの雄花着花量のデータを用い、雄花着花量に対する環境因子の影響を評価し、それを人工環境下の結果と比較した。

## S10-2 森林教育に関する国際比較 —海外の研究動向の紹介—

○岡田美香<sup>1</sup>・井上真理子<sup>2</sup><sup>1</sup> 林業経済研究所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所多摩森林科学園

IUFRO(国際森林研究機関連合)は、タスクフォースに森林教育を掲げている。Working Group6.09.(森林教育)は、IFSA(国際森林学生協会)と連携し、森林教育の国際的展望を示すことを目的にGOFE(Global Outlook on Forest Education)プロジェクトを進めている。本報では、9か国(フィンランド、中国など)の調査研究をまとめたGOFE中間報告書(2017年)をもとに、海外の現状を報告する。中間報告書は、高等教育機関の卒業生を対象として職業に必要なコンピテンシー(成果を上げる行動特性)を調査し、高等教育のカリキュラムを分析している。総計231人の卒業生へのインタビューから、職場で遭遇した出来事をもとに鍵となるコンピテンシーを抽出し、コンピテンシーの取得という点からカリキュラムを評価している。9か国の調査結果では、卒業生は専門教育が十分になされていると認識しており、むしろ、リーダーシップやマネージメント、職場での対人関係、一般の人とのコミュニケーションなどの一般的なコンピテンシーの重要性が指摘されていた。

### S10-3 社会教育のための地域密着型ネイチャーセンターが実践する教育と地域づくり

○吉元美穂

登別自然活動支援組織モモンガくらぶ

近年のアウトドア市場の傾向では、ライトアウトドア分野、アウトドアウェアなどを取り入れたライフスタイルの増加がみられる。消費者層が求めているのは自然体験活動の入口の活動と考えられる。我々は2002年に自然体験活動を行う市民団体として発足し、2007年に登別市の社会教育施設の指定管理者となった。活動のグレードで表現すると「自然ガイドステージⅡ」にイメージが近く、まさに自然の入口の体験を提供しているといえる。

しかしながら入口の活動では、レジャー施設との差別化が図りにくく、ユーザー側も区別が付きづらい。継続した調査から利用者満足には自然体験活動の本質に関わる要因より、付帯的な要因である「快適性・前提条件」が多く寄与していることがわかった。サードプレイスの多様な人が集うゆるやかな空間づくりを進めることが必要である。さらに教育機関として事業効果を高めるためには、その空間を活かしつつ、入口から発展する機会を創出し、一方でプロ指導者の養成や関係機関との連携推進などを取り入れグレードの多層化を図ることを目指している。その際、多様さを包摂する運営方法と品質管理の精査が課題としてあげられる。

### S10-5 自然体験活動における質的研究：ディスコース分析を例に

○小森伸一

東京学芸大学芸術スポーツ科学系

自然体験活動（または野外活動）及びその学習活動となる野外教育・環境教育等の領域でも、質的アプローチを用いた研究が見られるようになってきた。質的研究における分析手法には、大きくは「カテゴリー分析」（セマティック分析）と「シークエンス分析」の2つに大別される。今回主題とする「ディスコース分析」は、「シークエンス分析」に類する手法である。

その「ディスコース分析」は、さらに「談話分析」「フォーコー派ディスコース」「批判的ディスコース」「ディスコース心理学」の4つの流れの中で実施されてきた。しかし近年では、それらに加えて「主観的経験を研究するディスコース分析」が提唱されている。それは、その人にとって人生の一部で特別な意味をもち、振り返ることがあるような経験について、またそれが多くの人たちに共通する同じ種類の経験であるなら、語られ、記述される際に何等かのパターンがあると考えられるのであり、この経験の語りや記述パターンを検討していくアプローチである。

当発表では、このディスコース分析の手法を用いた質的研究について紹介する。

### S10-4 生きづらさを抱えた子どもを対象にした森林教育の効果

○近藤 聡<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ぎふホースセラピー子育てラボ・<sup>2</sup> ところをつなぐホースセラピー ぐりん・はあと

生きづらさを抱えた子どもたちが、森林教育活動を通して社会的自立に必要なスキルを身につけることを本実践では目指している。参加者は、環境の変化に順応することが苦手で、学校や家庭で頻繁に情緒不安定や適応困難になる小学生で、事業参加2年目となる。森林においては、激高が減り、短時間でクールダウンができたり、感情や自己をコントロールして体験活動に取り組んだりする姿が多くみられる。人と関わり合うことが苦手な子どもたちが助け合い、譲り合うなどの協働姿勢が多くみられ、折り合いをつけながら一緒に楽しむ姿が1年目以上に顕著にみられた。こうした効果は、壮大な自然によって作り出された森林環境が、人間にとっての自然に還る場であることや、すべての人間性を無条件に受け入れる多様性をもっていることに起因すると考える。また、体験を重ねたことに加えて、定期的な保護者面談で得られる生育歴、特性、生活実態とその対応などの情報を踏まえた指導者の関わりや支援の質の向上、さらには保護者自身の子どもへの対応の変化もあると考える。生きづらさを抱えた子どもたちが生まれもった力を発揮することに効果がある森林教育活動の事例を紹介する。

### S10-6 北海道産カンバ類の用途開発 —野球バットの事例

○大崎久司

北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場

北海道立総合研究機構では、北海道産カンバ類による内装材（フローリング）や家具などへの用途適性に関する研究を行ってきた。その中で、ダケカンバの密度や曲げ強度などの物性がシュガーメープルに近いことが明らかとなったことから、シュガーメープルが主に使われる野球用バットを製作し、立木から製品化までの工程における歩留まり等の調査を行ったので報告する。

北海道大学雨龍研究林（幌加内町）、三井物産フォレスト（株）社有林（厚真町、むかわ町）のダケカンバ19個体（胸高直径：24～56cm、平均37cm）からの50本の原木を道内の製材工場にて断面7.5cm角×長さ105cmに製材し（584本）、本州のバット加工工場にて真空乾燥装置で人工乾燥を行った後、バットに加工した。加工したバットを目視により仕分けた結果、「プロ用」の品質の材が19%、「アマチュア用」が40%であった。北海道日本ハムファイターズの田中賢介選手（当時）による試打の結果、「メープルとアッシュの中間の打球感」との評価を受け、試合用バット10本（材密度：0.71～0.73g/cm<sup>3</sup>）を提供し、プロ野球の公式戦で使用された。なお、本研究は、北海道からの受託研究にて実施した。



## S10-7 教員養成学部における木材利用に関する教育研究への試み

○田邊 純<sup>1</sup>・桐島 俊<sup>2</sup><sup>1</sup> 千葉大学教育学部・<sup>2</sup> 千葉大学教育学部附属中学校

我が国の普通教育において、木材の性質や加工、利用および木材と環境との関わりを系統的に学習するのは、中学校技術・家庭科 技術分野（以下、技術科とする）のみである。これまで、著者らは中学生や技術科教員養成学科所属の大学生等を対象に、木材加工に関する授業、特に樹種による材質の多様性に関する実践・教材の開発を進めてきた。本研究では、異なる樹種を実際に加工することを通じて、生徒が材質や質感等の違いをどのように感じるのかを明らかにするために、4樹種を側板とした枡を題材とする授業実践を行った。題材に用いた樹種は、スギ、ヒノキ、ホオノキ、ブナとし、対象は千葉県内の国立中学校2学年とした。題材の製作すなわち4樹種の加工を通じて、生徒はスギが柔らかくブナが硬いなど物性値をある程度正確に捉えている傾向が見られた。また、SD法により抽出された因子および自由記述の対応分析により抽出された因子は、硬さや色の物性の文献値との間に高い相関関係が認められた。このことは、実際の加工が、生徒に樹種間の材質の違いを印象付けるのに有効であることを示す。

## S11-1 森林の水源涵養機能の科学的な評価に向けて：これまでの観測と今後の展望

○五味高志<sup>1</sup>・堀田紀文<sup>2</sup><sup>1</sup> 東京農工大学大学院農学研究院・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科

人工林を中心として50年生以上の林分が半数以上を占めるなど森林資源が充実している状況である。かつて、ハゲ山であった山地からの森林の回復過程では森林の有無を中心とした水源涵養機能の評価から、森林の管理や森林状態を考える必要がある「森林飽和」時代の水源涵養機能の評価において、林相状態や管理を考慮に入れた水源涵養機能の評価が必要である。一方で、森林の水源涵養機能を中心とした公益的機能は森林土壌に強く依存するものとしての認識もあり、森林状態や成長による林相の変化と森林の水源涵養機能との関係は十分に議論されていない。ここでは、これまでの観測研究等を事例を網羅的に把握することで、水源涵養機能の評価の現状と課題を考えていく。

## S10-8 木製品の製作と被写体認識基盤サービスを用いた情報化

○東原貴志<sup>1</sup>・佐藤正直<sup>2</sup>・井上真理子<sup>3</sup>・村田功二<sup>4</sup>・児嶋美穂<sup>5</sup>・井上慎也<sup>6</sup>・村上弘晃<sup>7</sup><sup>1</sup> 上越教育大学大学院学校教育研究科・<sup>2</sup> 北海道教育大学札幌校・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>4</sup> 京都大学大学院農学研究科・<sup>5</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所木材加工・特性研究領域・<sup>6</sup> クミノ工房・<sup>7</sup> NEC ネクサソリューションズ株式会社

本研究では、被写体認識基盤サービスを利用して、学生が製作した木製品の個品認証を試みた。2020年6月から7月に大学の学部授業（木材手工工具加工法）において、学生が木組みのおもちゃであるクミノを4個製作し、レーザー加工機で製作者氏名等を刻印した。それらを正面から撮影し、被写体認識基盤サービスを利用し画像認識システムのサーバにサムネイル画像を登録した。また、Googleサイトを利用してクミノの製作過程を記録したホームページを作成した。これらの登録後、タブレット端末を用いて撮影したクミノの写真データをサービス専用のホームページを介して画像認識システムのサーバに送信した。

授業実践の結果、被写体の撮影条件が良好な場合は被写体検索の結果およそ7割がサムネイル画像と一致し、個品認証の技術が木製品に応用できる可能性を見いだせた。また、製作過程を記録したホームページと紐づけることにより木製品とその製作者が結び付き、付加価値の向上に寄与することを理解していた。一方で、画像認識の仕組みの理解やサムネイル画像の撮影条件などについての学生向けの使用マニュアルの作成を今後の検討課題とした。

## S11-2 日本と米国の森林伐採試験から見える森林の水源涵養機能

○小田智基<sup>1,2</sup>・Mark B Green<sup>3</sup>・Lawrence Band<sup>4</sup>・Todd Scanlon<sup>4</sup>・清水貴範<sup>1</sup>・Stephen Sebestyen<sup>5</sup>・Kevin McGuire<sup>6</sup>・Mary Adams<sup>5</sup>・勝山正則<sup>7</sup>・大手信人<sup>8</sup><sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林防災研究領域・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>3</sup> Earth, Environmental, and Planetary Science, Case Western Reserve University・<sup>4</sup> Environmental Science, University of Virginia・<sup>5</sup> Northern Research Station, USDA Forest service・<sup>6</sup> Virginia Water Resources Research Center, Virginia Tech・<sup>7</sup> 京都府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>8</sup> 京都大学大学院情報学研究科

森林の水源涵養機能を明らかにするために、多くの森林流域で対照流域法を用いた森林伐採の影響評価が行われてきた。これらの研究により、森林伐採直後の流量応答については多くの知見が得られているが、森林の成長過程における長期的な流量変動については、解析事例が限られており、十分な理解には至っていない。本研究では、日米の30流域での長期流量観測データを収集し、異なる気候、樹種での森林成長過程における流量変動を解析することで、森林成長過程での水源涵養機能を評価することを試みた。その結果、流量増加は積雪地の針葉樹林で大きいことが分かったが、森林成長に伴って流量が伐採前の状態に回復するまでの時間に対する気候や樹種の影響は見られなかった。また流量回復パターンに着目すると、全流域で共通して植生回復初期の数年間と流量が伐採前の状態に戻る直前の数年間に大きな流量回復が見られた。さらにはこの挙動には樹種が影響しており、広葉樹林では流量回復期間の前半に流量が大きく回復し、針葉樹林では後半に大きく回復する挙動が見られた。日米の長期流域試験データを用いて、樹種や気候が森林の成長過程での流量変化に与える影響が明らかになった。

### S11-3 森林総合研究所による森林流域での長期・広域的な降水・流出観測

○清水貴範

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林防災研究領域

気候環境や植生の成長状態などが異なる森林流域で、降雨-流出の特性を把握することを目的として、森林総合研究所では北海道から九州まで全国各地に観測流域を設定し、観測を実施してきた。特に長期理水試験地として観測を継続している5つの試験地（定山溪：北海道、釜淵：山形県、宝川：群馬県、竜ノ口山：岡山県、去川：宮崎県）の日降水量・日流量は、研究報告およびWebサイト“森林理水試験地データベース”を通じて公表を行い、研究目的での利用を推進している。本発表では、これら5つの試験地に加えて、関東地方（筑波・茨城県）および九州地方北部（鹿北・熊本県）の2つの流域試験地を対象に、試験地の気候・立地環境とともに、皆伐・部分伐採・山火事などによって変動してきた植生履歴について、整理して紹介する。また、各試験地における流出量の変動を時系列で追跡した結果を植生履歴と対照して示すとともに、損失量（降水量と流出量の差）について試験地間で比較を行った結果も合わせて報告する。

### S11-5 森林簿から森林水源涵養機能評価をつなげた広域評価

○邱 湏璋

東京農工大学大学院農学研究院

森林からの蒸発散量を定量化することは、降雨の流出過程を理解し、持続可能な水資源管理を行う上で重要である。しかし、林分の状態によって水文プロセスと水資源涵養機能が変化するものの、林分の実測データ（樹種や林齢、林分密度など）を入力パラメータとして広域の蒸発散量を推定する手法は依然として確立されていない。従来、森林からの蒸発散量を計測する手法としてはフラックス観測や流域水収支法が用いられてきたが、これらのプロットや小流域スケールでのみ得られており、広域の蒸発散量推定に活用することは困難である。加えて、森林の状態を記録した森林簿や森林計画図は各都道府県と国によって個別に整備されており、面的に連続した林分データの把握する上での障壁となっている。即ち、非常時も含めた持続的な地下水利用体制を整備するためには、林分の状態を入力パラメータとして、詳細かつ広域の蒸発散量を推定する手法の確立が必要である。そこで、本研究では、実際の林分データと現地観測データに基づいて広域の蒸発散量及び可能地下水涵養量を評価する手法を開発することを目的とした。

### S11-4 スギ林・ヒノキ林管理による蒸発散変化を予測するモデルを作った

○小松 光<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 国立台湾大学気候変動・持続性国際学位課程・<sup>2</sup> 世界銀行

近年、森林管理と蒸発散の関係は世界の多くの国で注目されている（中国、米国、イタリア、スペインなど）。この世界的注目より遥か以前から、日本では森林管理と蒸発散の関係が調査・研究されてきた。筆者は、過去の調査・研究結果を総合して森林経理学の知見に接続することで、スギ林・ヒノキ林の蒸発散モデルを作った。このモデルは、管理シナリオ（地域、樹種、間伐回数と強度）と気象庁データだけから蒸発散量を計算するもので、様々な管理による水資源量の変化を算定できる。本発表ではこのモデルを紹介したのち、(1) モデルが政策決定を支援できそうか、(2) 無理そうなら今後何が必要か、の2点を参加者と議論したい。

### S11-6 森林の水源涵養機能の科学的な評価に向けて：モデル化の展望

○堀田紀文

東京大学大学院農学生命科学研究科

森林の水源涵養機能に関しては内外に多くの観測報告があり、水文プロセスのモデル化に立脚した評価手法も各種開発されている。さまざまな施策に対応したシナリオ検討も技術的には可能な段階にきており、水源涵養機能の科学的な評価に基づいた森林管理も現実的な方策だと言えるが、日本ではそうになっていない。その要因として、各水文プロセスのモデル化が十分ではない（例えば、遮断や深部浸透、滞留時間）、「場」の条件の複雑さ（例えば、地形や土壌に加え、気象条件の差異による相対的な森林の影響の大小）などが挙げられる。水源涵養機能において支配的なプロセス自体が、地域や対象森林のスケールによって変わること、を考慮すれば、森林の水源涵養機能を一般化して論じることは（少なくとも定量的な評価が必要な場合には）困難であり、対象とする森林ごとに取り扱う必要がある。

## T1-1 木質バイオマス供給の現状と課題

○久保山裕史

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林業経営・政策研究領域

統計データと調査結果から、2019年の針葉樹材生産量2,646万 $m^3$ 、そのうち燃料生産量は562万 $m^3$ と推計された。他方、林地残材発生量は、タンコロや末木等の幹部が294万 $m^3$ 、枝葉676万 $m^3$ と推計された。一方、稼働している未利用木質発電所の燃料需要は761万t-50%w.b.と推計でき、燃材供給量約693万 $m^3$ によって概ねまかなわれていると推察された。ただし、一般木質発電所も森林系バイオマスで燃料の5%をまかなっていると仮定すると、146万 $m^3$ が追加的に必要となることから、燃材の集荷競争は激しくなっていると推察される。発電所の新規稼働が今後も続くことから、現状ではほとんど利用されていない林地残材の低コスト供給や、A~C材需要を増やすことによる伐採量の拡大、未利用広葉樹材の活用、ヤナギ等の超短伐期林業の低コスト化が必須である。

## T1-3 川中企業による小型ガス化熱電併給装置向けの燃料品質管理

○横田康裕・天野智将・垂水亜紀・北原文章・早船真智

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

近年、木質バイオマスの小規模分散型エネルギー利用へ注目が集まり、エネルギー利用効率の高さからガス化CHP事業への期待が高まっている。しかし、小型ガス化CHP装置は高品質燃料が必要であり、特に低水分率の確保は重要な課題となっている。そこで本研究では、乾燥燃料供給の現状と課題を明らかにすることを目的とし、小型ガス化CHP装置向けに燃料チップを供給・供給検討しているチップ生産者4事例（東北、四国、九州）を調査した。いずれの事例でも乾燥への取組は限定的で、土場在庫中の丸太天然乾燥が主であり、乾燥チップは供給されていなかった。丸太天然乾燥は、土場確保や在庫コスト等から限界があるとされた。チップ人工乾燥は、乾燥コストの価格への反映が前提となるが、需要者との合意に至ることが難しいとされ、需要量確保よりも重要な課題とされていた。また、一部の取引では生重量ベースの価格設定となっているが、これを絶乾重量や熱量ベースとすることが求められていた。ガス化装置の種類によって要求水分率水準が異なること、チップ乾燥後に水分率が戻る地域もあることから、チップの装置への投入前段階での仕上げ乾燥が重要と示唆された。

## T1-2 木質バイオマス燃料の製造と流通について

○佐藤政宗・小川聡志

(株)森のエネルギー研究所

木質バイオマス燃料において、ガス化発電用燃料については一昨年度、高い燃料製造コストが課題になっている点を実態とともに報告した。そこで、本報告では蒸気タービン発電用と熱利用ボイラ用の燃料供給の実態について報告する。

蒸気タービン発電用では燃料輸送距離が数十~数百kmに及ぶため、チップ製造場所と運搬方法が重要である。FIT施行当初は山土場でのチップ化が有効であるとされていたものの、山土場での燃料加工事例は少ない。そうした中、岐阜県の燃料供給会社では地域の未利用資源を活用する取り組みを行っており、効率的かつ低コストな燃料供給体制を構築している事例について紹介する。

熱利用燃料については乾燥が肝要であるが、試算の結果、チップ乾燥によって流通価格自体は上昇するが、熱量当たりの単価は同等か下がる傾向が示された。また、チップ輸送に関しての試算では車両サイズと輸送距離によって最適な輸送方法が異なることが示唆された。

また、COVID-19や自然災害、木材輸出により大きく影響を受けた2020年の九州の木質バイオマス燃料流通についても言及する。

## T1-4 炭素負債を巡る国際的な議論と日本の林業・バイオマス政策への示唆

○相川高信<sup>1</sup>・古俣寛隆<sup>2</sup><sup>1</sup>自然エネルギー財団・<sup>2</sup>北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場

バイオマス起源のCO<sub>2</sub>は、植物に再吸収されるため、差し引きゼロ（炭素中立／カーボンニュートラル）とされて、バイオマスエネルギーの利用を気候変動対策として進める根拠となってきた。しかし近年、この考え方は単純すぎるという批判が強まっている。

事実として、木材中の炭素をカウントする場合、化石燃料に比べてバイオマス燃料の方が単位エネルギー量あたりのCO<sub>2</sub>排出量が多く、大気中のCO<sub>2</sub>量を一時的に増加させる。特に、樹木・森林の場合は、成長・再生に時間を要するため、放出されたCO<sub>2</sub>の再吸収にかかる時間が長く、CO<sub>2</sub>削減効果が発現するのに時間がかかると批判されているのである。

一方で、このような批判的な研究の多くは、一定区画の森林を分析単位とし、皆伐されて樹木全てが燃料利用されるという想定を置くなど、現実には即した設定になっていないという反論もある。そこで本報告では、国際的な論争の論点整理を行うとともに、実際に日本の森林をケースとして、前提を変化させた炭素動態の計算を行う。最後に、これらの結果を踏まえて、日本の林業・バイオマス政策への示唆を示したい。



## T1-5 移動式チップの性能評価に関する研究

○小島健一郎<sup>1</sup>・岩岡正博<sup>2</sup>・三木 茂<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ラブ・フォレスト株式会社・<sup>2</sup> 東京農業大学大学院農学研究所・<sup>3</sup> 東亜技研工業株式会社

木質バイオマスのエネルギー利用が進む中、作業場所の制約を受けにくい移動式チップの需要が高まっている。移動式チップは破碎・切削の方式や移動の方法、生産容量、効率等が様々であるため、チップを必要とする場合に、客観的かつ定量的な評価が欠かせない。そこで、本研究では移動式チップに対して、性能に基づく評価を行った。このような研究の成果が蓄積されることで、用途に適したチップが採用されるとともに、チップ生産の採算性やチップの品質の向上が図られる。

今回の研究で試験の対象としたチップは、ドイツの Heizomat 製、Heizohack HM6-300VM ならびに HM8-400 VM の 2 機種である。それぞれ、刃物は切削タイプのドラム方式、ディーゼルエンジン駆動である。

性能評価に用いた材の樹種はスギ、ヒノキ、カラマツ、アカマツで、材長は概ね 2m と 4m の 2 種類である。評価項目は時間当たりの生産量、燃費ならびにチップの品質とした。チップの品質に関しては、水分、かさ密度、粒度分布を試験した。

## T1-7 中間土場に着目した未利用木材の流通システムの検討

○酒井明香<sup>1</sup>・石川佳生<sup>1</sup>・津田高明<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場・<sup>2</sup> 北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場道南支場

木質バイオマス発電所向けの燃料材の集荷量拡大や運搬の効率化など、未利用木材のサプライチェーンの改善を目的とし、中間土場に着目して流通システムの実態と課題を把握した。

北海道を事例地とし、木材関連事業者を対象とした調査の結果、2020 年 3 月現在、77 か所の中間土場が確認された。そのうち発電所向けの未利用木材集荷が行われているのは 46 か所 (60%) であった。中間土場の管理主体は発電所直営が 4 割、素材生産事業者等の管理が 6 割となっていた。これら中間土場から発電所までの片道距離は 30 km~290 km (平均 160 km) で、2019 年度に中間土場を経由して発電所に搬入された未利用木材は少なくとも 12 万 m<sup>3</sup> に達したことが明らかになった。トドマツの未利用木材を中間土場で乾燥させチップ化し、50 km 圏内の発電所に納入するケースを想定しコスト試算をしたところ、チップ化による減容効果を考慮しても運搬費の増しが大きかった。中間土場は広域集荷の拠点となり集荷量の増大に寄与していることが明らかになったが、コスト面が大きな課題であった。

## T1-6 小規模伐出システムによる広葉樹収穫の経済性と未利用材供給可能性

○鈴木保志<sup>1</sup>・吉村哲彦<sup>2</sup>・森田大輔<sup>3</sup>・守口 海<sup>1</sup>・早田佳史<sup>4</sup>・浦部光治<sup>4</sup>・今安清光<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 高知大学教育研究部自然科学系農学部門・<sup>2</sup> 島根大学生物資源科学部・<sup>3</sup> 高知大学農林海洋科学部・<sup>4</sup> 高知大学農林海洋科学部附属暖地フィールド教育研究センター

旧薪炭林などの放置広葉樹林に適切な施業を行うためには、伐出等の施業経費を、収穫材からの収入で賄えることが重要である。択伐や小面積皆伐など小規模な施業には投資が少ない小型機械による伐出システムに優位性がある(鈴木・吉村 2019)。得られる材は燃料材としても有用であり、すでに地域における木質バイオマス事業において材供給の一端を担っている事例も見られる。高知大学演習林のアカガシが優先する広葉樹二次林プロット 0.9ha における小規模機械 (0.1 m<sup>3</sup> クラスのグラブと林内作業車) による試験作業の結果、路網間隔 30 m 程度の作業道路網と組み合わせることで、2 m<sup>3</sup>/組日 (2 人組作業; 素材材積は 9 株から 7.9 m<sup>3</sup>) の生産性が得られた。すべて発電用の燃料材とする自家労働ならば赤字にならない程度だが、単価の高い用材の可能性もある材 (末口 20 cm 以上、長さ 2 m 以上) および自家生産すれば利益率の高い薪の適寸材 (末口 10-15 cm) はそれぞれ素材材積の 2 割程度を占めていた。これらの販路の確保等により施業の収支を担保することが課題である。発電等の燃料材には、残る 6 割を充てるのが適切と考えられる。

## T1-8 令和元年 10 月台風第 19 号による栃木県の林道災害分析

○有賀一広・関口大晴

宇都宮大学農学部

山岳地域となる森林における路網整備は、山地崩壊リスクの高い場所に建設されることになり、また、不適切な路網整備は山地崩壊を引き起こす誘因となる。また、近年は気候変動による豪雨災害も増加しており、山地崩壊リスクは増大している。平成 27 年 9 月関東・東北豪雨による林道被害について栃木県庁へ聞き取りしたところ、損壊した林道の主な原因として、山地から流出した土石や林地残材が排水施設を塞ぎ、そのまま土石や林地残材が林道へ流入したことによる路体の損壊が挙げられた。そこで、林道排水施設設置基準をもとに安全率を計算し、排水施設の大きさや種類が林道被害へ与える影響を検討した(松岡ら関東森林研究 2020)。本研究では、栃木県内の林道に多大な被害をもたらした平成 27 年 9 月関東・東北豪雨と令和元年 10 月台風第 19 号を対象として、雨量や集水域の施業履歴の違いから、雨量や林内環境を踏まえた林道の排水施設の安全性を検討し、今後の気候変動による雨量の変化や、持続的な木材生産や森林整備等における林内環境の変化を見据えた適切な森林内路網整備について考究する。

## T2-1 都市近郊林における自然観察と自己カウンセリングが心身に与える影響の比較

○高山範理<sup>1</sup>・佐野由輝<sup>2</sup>・伊藤 弘<sup>3</sup>・竹内啓恵<sup>4</sup>・天野 亮<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所企画部・

<sup>2</sup> 林野庁北海道森林管理局 計画課・<sup>3</sup> 筑波大学・<sup>4</sup> 全国森林レクリエーション協会

森林浴の効果については、以前より森林環境で行われるプログラムによって異なるといわれるが、あまり解明が進んでいない。本研究では、秋冬季の都市近郊林を舞台として、セルフ・カウンセリング(SC)と自然観察会(NO)への参加によって、参加者の心身に生じる影響の異同について調べた。大学院生等(10名(SC)、31名(NO))に対し、事前に共通のストレスを与え、唾液中アミラーゼ活性とPOMS、ROSをそれぞれ生理・心理指標として、運動量を同等に調整した上で両プログラムを体験してもらい、体験前後の心身の状態を調べた。調査・分析の結果、生理指標の唾液中アミラーゼ活性はNOの体験後に有意に上昇したが、SCに体験前後には有意な変化がみられなかった。一方、心理指標の気分状態(POMS)主観的回復感(ROS)を調べたところ、両プログラムともに体験後にポジティブな変化がみられたが、特にSCの体験後には「活気」が有意に上昇するといったNO体験後にはみられない効果が得られた。以上の結果は、森林環境に滞在することにより一定程度の共通した効果は得られるが、プログラムが異なることにより、心身にもたらす回復効果が異なる可能性を示したと思われる。

## T2-3 注意回復要素とマインドフルネスとの関連(第2報) 青年と中年の比較

○尾崎勝彦<sup>1</sup>・狩谷明美<sup>2</sup>・平野文男<sup>3</sup>

<sup>1</sup> フリーランス・<sup>2</sup> 県立広島大学保健福祉学部・<sup>3</sup> 竹村医院レディースクリニック

**背景・目的**；前報では、青年を対象にした調査で注意回復とマインドフルネスが関連する可能性を示した。本報では、中年を対象に同様の調査を行い青年と比較した。

**方法**；青年女性72名( $M=19.6$ 歳、 $SD=1.8$ 歳)、中年女性18名( $M=53.4$ 歳、 $SD=10.0$ 歳)を対象とし、都市、寺院庭園、山林、平地林、溪流の風景を評価させた。評価尺度は日本語版注意回復尺度、および前川・越川(2015)の6因子マインドフルネス尺度のうちの4因子、自他不二の姿勢、描写、客観的な観察、今ここに存在すること、の設問文に「この場所では」という接頭句をつけたものであった。分析は2要因混合分散分析で、対象者内要因は風景の5水準、対象者間要因は年齢の2水準であった。

**結果と考察**；風景の主効果は全てにおいて有意( $p=.001$ )、風景×年齢の交互作用は全て非有意であった。年齢の主効果は、注意回復において非有意、マインドフルネスでは有意( $p=.008\sim.044$ )で、中年>青年であった。その後の検定で、都市は常に最低位の、寺院庭園と溪流は最高位のグループに所属した。従って中年においても注意回復がマインドフルネスに関連する可能性が示された

## T2-2 地域住民を対象に大学演習林で行った森林散策カウンセリングの2事例

○竹内啓恵<sup>1</sup>・藤原章雄<sup>2</sup>・林 潔<sup>3</sup>・長井聡里<sup>4</sup>・川畑真理子<sup>4</sup>・上原 巖<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 全国森林レクリエーション協会・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林・<sup>3</sup> 白梅学園短期大学・<sup>4</sup> 株式会社JUMOKU・<sup>5</sup> 東京農業大学地域環境科学部

近年、都市部に住む人々の健康維持・増進、さらにテレワークやワーケーションなどの目的で、森林空間を活用する動きが期待されている。しかし、人々の心の健康の目的で森林空間や自然の要素を用いたカウンセリングの臨床研究はいまだに数少ない。

演者はこれまで都市部に居住する人を対象に、都市部の森林公園や里山を利用したカウンセリングの臨床研究を行ってきたが、その効果の一つに「転地効果」があることが示された。そこで、本研究では、居住空間が森林内に位置する人々が、その居住空間と同様に森林空間を利用したカウンセリングを行った場合の効果を検証した。場所と対象は山梨県山中湖村の地域住民であり、地域内の大学演習林を利用した森林散策カウンセリングを行い、考察した。その結果、転地効果がなくても、繰り返し森林空間でカウンセリングを行うことで、被験者らは爽快感とともに自然体験を通じた自己の振り返りを行い、自己肯定感が向上したことが示された。また、「地域の森林や自然のある環境へ出かけるようになった」「気持ちが沈んだ時、心地良い場所を思い出そうとした時、大学演習林を思い出した」などの報告から、日常生活への影響も示された。

## T2-4 保健休養利用のための放置林の整備—都市近郊の病院林の事例—

○上原 巖

東京農業大学地域環境科学部

本研究では、東京近郊の地域病院において、約30年放置されてきた病院所有の広葉樹二次林を、保健休養のために整備した一事例を報告する。

調査地は、東京近郊に位置する地域病院とその所有林(面積約6ha)である。森林は、病院の南側に隣接しており、高木層はコナラ、クヌギ、クリ、ケヤキ、エノキ、ホオノキ、亜高木層はイヌシデ、ヤマボウシ、アラカシなど、低木層は、エゴノキ、ヤマゲタ、ヒサカキなどで、林床にはシノチクが繁茂していた。立木密度は4000~6000本/ha前後であり、林内の相対照度は5~15%程度であった。

これらの状況をふまえ、除伐および間伐作業を行った(作業は、(株)東京チェーンソーズが実施した)。除・間伐の対象は、ヒサカキやアオキなど、林床を暗くさせる常緑樹を中心とし、作業後、立木密度は1500本となり、林内相対照度は、15~30%前後にまで向上した。林内の見通しも大きく改善され、最長で50m以上の直線距離を見通すことができるようになった。しかしながら、林床の樹種数は40種類前後をキープし、除伐した材は休養ベンチを作って林内に設置し、間伐材は薪炭材として利用したほか、散策路の設置にも活用した。

### T2-5 森林空間を活用した音楽会の試みと自由記述アンケートから得られたこと

○藤原章雄<sup>1</sup>・齋藤暖生<sup>1</sup>・高山範理<sup>2</sup>・森田えみ<sup>2</sup>・竹内啓恵<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>3</sup> 全国森林レクリエーション協会

森林は地域の健康と文化や暮らしの豊かさに貢献する可能性を持つと考えられるが、物理的、制度的、心理的、技術的な様々な面において地域住民と森林の間にはギャップやミスマッチがあり、地域の森林が持つ可能性をうまく引き出せていないという問題がある。東京大学富士癒しの森研究所は、山中湖村においてその課題解決のために実際に地域に深く関わりながら調査研究するアクションリサーチに取り組んでいる。地域住民の協力を得ながら行政と連携して行っている地域の森を活かした住民の健康のための地域づくり「森活で健康」プロジェクトはその一部であり、その一環として実行した「癒しの森の朝もや音楽会」についてその目的と経緯や実行において有効に機能したネットワークなどについて報告する。地域の森林活用に関心を持ち研究所とともに実践に取り組む住民グループ「癒しの森の会」が手作りで整備した0.2ha程度の森林空間を会場とした弦楽トリオによる早朝1時間弱の演奏に約200人の観客が集まった。音楽会開催のノウハウがなく、さらに森林内で早朝という特殊な条件での音楽会だったが、そのしかけを楽しんで頂けたことが窺えるアンケート結果が得られた。

### T3-2 The challenges of K-coefficient distribution under Payment for Forest Environmental Services in Central Vietnam

○ HOANG PHAN, BICH NGOC<sup>1</sup>・Fujiwara, Takahiro<sup>2</sup>・Iwanaga, Seiji<sup>3</sup>・Sato, Noriko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University・<sup>2</sup> Faculty of Agriculture, Kyushu University・<sup>3</sup> Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University

The Payment for Forest Environmental Services (PFES) in Vietnam employs the K coefficient, which consists of forest condition (K1), forest function (K2), forest origination (K3), and the level of difficulty of protection (K4), to calculate the payments. This study aims to clarify (1) the payment distribution and (2) challenges of K-coefficient application under PFES for ecosystem providers. We collected data through key informant interviews and Focus Group Discussions in Thua Thien Hue Province. The findings showed that the province fully applied K-coefficient. Also, forestland allocation determined Forest function (K2) and forest origination (K3). Consequently, forest owners in the form of organizations were likely to have higher distribution. Forest owners' forest conservation efforts could improve K1; however, K1 assessment for the payment was costly and time-consuming. Besides, it was also a challenge that most forest owners did not understand the application of all four elements.

### T3-1 Comparative assessment of the development and status of biomass briquettes production in a global scale

○ Christian Kolonel・Satoshi Yoshino・Takayoshi Sato  
Tokyo University of Agriculture

The use of biomass briquettes is broadly expanding in many countries across the world, widely used for steam; cooking fuel and co-firing in gasifiers; direct power and combined heat and power generation. The global biomass briquette market is expected to reach 612.6 million US\$ by 2026 from 372.1 million US\$ in 2020 at 7.3% CAGR, ascribed to: emissions reduction and health concerns in coal-rich countries; woodfuel substitution to combat forest decline; CDM projects for fossil fuels-dependent countries; environmental and biodiversity protection; energy source diversification and climate change mitigation. Tied to research projects, briquettes production in developing countries is less likely to take off due to early donor withdrawal and short project span. Nevertheless, advanced and efficient technologies, coupled with large scale briquetting plants are only available in developed countries.

### T3-3 Lessons for stakeholders' collaborations in transdisciplinary research: Case of Indonesian industrial tree plantation

○ Takahiro Fujiwara<sup>1</sup>・Nariaki Onda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Agriculture, Kyushu University・<sup>2</sup> Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute

Much transdisciplinary research has been carried out in recent years. To explore the lessons for promoting stakeholders' collaborations in the transdisciplinary research, we discussed a case of industrial tree plantation in Indonesia that continues fierce conflicts among stakeholders due to its significant environmental, economic, and social impacts. The first lesson is that the degree of interest and priority for problems differs among stakeholders. Therefore, an understanding of these differences is the first step toward collaborations. The second lesson is on the importance of considering history. It is necessary to build a consensus among stakeholders as a time point to go back to discuss the problem. The third lesson is that a procedure for data presentation agreeable among stakeholders as independent, neutral, and fair is essential for their collaborations. Therefore, data presentation methods agreeable by all stakeholders is essential to promote their collaborations.



### T3-4 Cases of elite capture in tropical forest governance and their implications: a synthesis of previous studies from Asia

○ Masahiko Ota

Institute of Liberal Arts, Kyushu Institute of Technology

There is growing recognition that elite capture often takes place under decentralized forest governance settings in tropical developing countries. This presentation attempts to present a synthesis of previous studies about elite capture in tropical forest governance. Using Scopus, academic articles including “forest” and “elite” were searched. After excluding irrelevant articles based on certain criteria, synthesizing work was conducted. The presentation will particularly focus on the contexts in which studies use the term of “elite”, i.e., kinds of actors, scales, etc., and characteristics of the information that can be derived, i.e., qualitative/quantitative, empirical/theoretical, etc. Several concrete cases of elite capture will also be presented focusing on Asia.

### T4-2 皆伐地の食痕によるシカ出現頻度の推定

○大谷達也<sup>1</sup>・米田令仁<sup>1</sup>・野宮治人<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所

再造林地における苗木へのシカ被害が深刻であるが、各種の対策の前にどの程度のシカが皆伐地を利用しているか知ることが重要である。そこでシカ出現頻度の簡易推定法を検討した。四国内のべ29ヶ所の皆伐地において、自動カメラによるシカ出現の記録、および皆伐地外周部における痕跡調査をおこなった。シカの痕跡としてフン、足跡、シカ道、樹皮剥ぎ、および下草に残る食痕を記録したものの、食痕のある植物種数のみでシカの出現頻度をもっともよく再現できることがわかった。すなわち、皆伐地外周部の3ヶ所に設定した長さ50m幅2mの調査区を長さ5mずつに区切り、区画ごとに食痕がなければ0点、1種あれば1点、2から4種で2点、5種以上で3点を与え、全区画の平均値によってシカの出現頻度を推定できた。さらに、普及に向けて簡易化を検討したところ、4段階の点数付けを3段階に（なし、1種、2種以上）、合計150mの調査区を90mにしてもおおよそもとの精度を保てることわかった。この方法であれば、皆伐地外周を歩いて見つけた食痕がすべて同じ種類かちがう種類が混じっているかを判定するだけなので、普及しやすい方法だと考えられる。

### T4-1 シカによる広葉樹稚樹採食に対するササの防御効果

○明石信廣<sup>1</sup>・雲野 明<sup>2</sup>・宇野裕之<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場道北支場・<sup>2</sup> 北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場・<sup>3</sup> 北海道立総合研究機構産業技術環境研究本部エネルギー・環境・地質研究所

北海道の森林の下層はササが優占することが多く、実生の定着を阻害する一方、シカの冬季の重要な餌となることが知られている。森林におけるシカの影響を示す指標として食痕のある稚樹の割合が有効だが、ササが優占することで稚樹が物理的に保護され、シカに食べられにくくなることが考えられる。そこで、北海道内19箇所の天然林において、高さ20cm以上、胸高直径1cm未満の広葉樹稚樹について、過去1年程度に発生したと思われる食痕の有無を調査し、樹高と食べられやすさの関係がササの被度によって変わるという仮説を検証した。43種845本の稚樹が出現し、210本に食痕があった。18箇所にミヤコザサ、スズタケまたはクマイザサが出現し、平均被度は3~74%、高さは44~117cmであった。食痕の有無を目的変数、調査地をランダム効果とする一般化線形混合モデルの説明変数として、ササの被度と樹高の積が選択され、ササの被度が高いほど、樹高が高くなれば採食されやすくなること、すなわち小さい稚樹が食べられにくいことが示された。この影響は高さ50cm未満の稚樹で顕著であり、シカの影響を示す指標としては50cm以上の稚樹の食痕率が適していると考えられた。

### T5-1 異なる土壌環境における100年生ヒノキ林のスキヤナ法を用いた細根動態評価

○吉江凜平

名古屋大学理学部

細根は樹木の養分吸収に重要な器官であり、森林の炭素循環においても大きな役割を果たしている。近年、細根動態を観察する方法として提案されたスキヤナ法は、ミニライゾトロン法よりも広い撮影面積で細根を観察できる利点があり、主要造林樹種であるヒノキの細根動態の解明に、これらの手法は用いられてきた。しかし樹齢100年を超えるヒノキの細根動態についての知見は少なく、人工林の高齢化が問題になっている現在、その集積が必要である。これまで酸性度や無機態窒素などの土壌環境が異なる「愛知県の119年生幸田ヒノキ林」と「静岡県の110年生三ヶ日ヒノキ林」において、幸田の細根バイオマスは低く、細い根系であることが明らかにされてきた。本研究はスキヤナ法を用いて土壌環境の異なる高齢ヒノキ林の細根動態を明らかにすること目的とした。その結果、現存量にあたる画像に成長した細根の投影総面積は三ヶ日でより大きくなった。細根成長量は幸田では4月と9月に、三ヶ日では7月と10月にピークを迎えた。細根消失量は幸田で9月に、三ヶ日では12月にピークとなった。本結果から高齢ヒノキ林の細根生産は、春から初夏、秋に二つのピークを持つことが示唆された。

## T5-2 混交二次林とスギ人工林における細根動態の比較

○桑辺七穂・趙 星一・大橋瑞江

兵庫県立大学環境人間学研究所

森林における物質循環への寄与の大きい樹木細根の季節動態を明らかにする事は重要な課題である。先行研究では、細根は温度や水分条件などの複数の環境要因から影響を受け、さらに樹種特性を反映する事が知られている。しかし、細根の分布や動態にはばらつきが大きい事から、林分単位での季節動態を明らかにすることは難しい。そこで本研究では、観察面の大きいスキャナ法を用いて、温帯に属する広葉樹二次林とスギ人工林の細根動態を明らかにする事を目的とした。そしてさらに2つの林分を比較する事で細根動態における種間差を検討した。調査は、兵庫県内の広葉樹二次林とスギ人工林にて2018年4月から2020年3月の2年間継続し、各調査地における代表的な細根生産・枯死の季節変動を求めた。結果、混交二次林とスギ人工林は共に年中を通して細根生産が見られ、月平均生産量は混交林とスギ人工林の間で差はなかった。また細根枯死は、混交林で夏に増加する傾向が見られたが、スギ林では明確な季節性は見られず、月平均枯死量は混交林でスギ人工林より高かった。本発表ではこうした種間での細根動態の違いを環境条件との関連も踏まえて議論する。

## T5-4 針葉樹4種における細根の無機態窒素吸収と根特性との関係

○伊藤拓生<sup>1</sup>・小田あゆみ<sup>2</sup>・暁麻衣子<sup>1</sup>・増本泰河<sup>1</sup>・牧田直樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 信州大学理学部・<sup>2</sup> 信州大学農学部

本研究では樹木細根による無機態窒素（硝酸態およびアンモニア態窒素）の吸収機能の種間差を明らかにするために、吸収速度の直接的な評価を試みた。調査は8月に冷温帯の針葉樹林（長野県信州大学手良沢山演習林）で行い、対象樹種は外生菌根種のカラマツとアカマツ、内生菌根種のヒノキとスギの4樹種とした。細根を樹体につながったまま掘り出し、NH<sub>4</sub>ClとKNO<sub>3</sub>を含む窒素溶液に浸して90分間静置後、細根は形態特性の測定、窒素溶液は比色分析による濃度変化の測定を行った。結果、すべての樹種で硝酸態吸収速度よりもアンモニア態吸収速度の方が高く、カラマツで最も高かった。一方で硝酸態吸収速度は、外生菌根種よりも内生菌根種で高い傾向が見られた。このことから今回の対象樹木は、アンモニア態吸収速度は樹種、硝酸態吸収速度は菌共生タイプによって異なった。さらに吸収速度と根特性との関係は、根組織密度で硝酸態吸収速度とアンモニア態吸収速度で逆の相関、根CN比では外生菌根種と内生菌根種で異なる関係が見られた。このことから吸収速度の窒素形態および菌共生タイプによる違いは、根特性に起因する可能性がある。

## T5-3 根の時空間的動態パターンの推定に必要なスキャナー画像の取得地点数の解析

○遠藤いず貴<sup>1,4</sup>・久米朋宣<sup>2</sup>・仲畑 了<sup>3</sup>・片山歩美<sup>2</sup>・大橋瑞江<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 兵庫県立大学・<sup>2</sup> 九州大学・<sup>3</sup> 京都大学・<sup>4</sup> 公立千歳科学技術大学

樹木根の動態の解明は森林の炭素循環を理解する上で重要であるが、樹木根の分布は空間的に大きくばらつくため、正確な推定が難しい。スキャナー法は土壌断面を連続的に撮影し、画像内の根の長さや面積を解析することで根の動態を非破壊的に追跡する手法として近年よく用いられる。しかしながら、撮影する地点数が多すぎると画像解析に要する労力が大きくなってしまい、撮影地点数が少なすぎると調査地の根の動態の代表性が得られない可能性がある。本研究では、スキャナー画像の取得地点数が根の動態の時間変動パターンの推定に与える影響を評価し、効率的なサンプリングデザインを提示することを目的とする。今回用いたスキャナー画像は、マレーシアのボルネオ島の熱帯雨林内5地点で、1地点あたり2面、毎月1回、約1年間撮影された時系列画像である。各画像（A4サイズ）から根の現存面積、成長または消失した面積を抽出し、全撮影面（10面）の各月の平均現存量、成長量、消失量と、撮影面数が10-n（n=1-9）のときの各月における全ての組み合わせの平均値との相関を求めた。その結果、撮影面数が5面以上で時間変動パターンの推定に与える影響は少なくなることが示唆された。

## T5-5 根滲出物の樹種特異性：野外の根は何をどれくらい滲出させるのか？

○暁麻衣子・伊藤拓生・増本泰河・高梨功次郎・高橋史樹・牧田直樹

信州大学理学部

根が滲出させる多様な有機化合物は、根の栄養獲得や生存のために利用されるが、野外の樹木細根が実際どのような物質を滲出させているか、また樹種によってどれほど異なるかは憶測の域を出ない。本研究では、根滲出物の樹種間差を明らかにするために、菌根菌タイプと系統学的グループの異なる樹種を対象として9樹種の総炭素滲出速度および一次代謝産物であるアミノ酸・有機酸・糖を定量化した。2019年2020年の夏季に、冷温帯森林において、裸子—外生菌のアカマツとカラマツ、裸子—内生菌のスギとヒノキ、被子—外生菌のクリとコナラとシラカバ、被子—内生菌のホオノキとクルミの成木の細根を対象に調査を行った。サンプル根にフィルターを接触させ滲出物を採取し、総炭素滲出速度はCN分析器、一次代謝産物はフィルターから水で抽出したのちLC-MSを使用して測定した。総炭素滲出速度は被子—内生菌のグループが最も高く、一次代謝産物の濃度や組成に樹種間差が認められ、滲出物を介した炭素投資や栄養獲得能力に樹種特異性があることを示唆した。また根滲出物と形態特性の相関性は、形態的な栄養獲得能力に加えて、滲出物がそれを促進、補足する関係にあるためだと考えられる。



## T5-6 二周波地中レーダを用いた高深度解析による海岸林クロマツの根系構造推定

○池野英利<sup>1</sup>・澤志 萌<sup>1</sup>・平野恭弘<sup>2</sup>・藤堂千景<sup>3,2</sup>・山瀬敬太郎<sup>3</sup>・谷川東子<sup>4</sup>・檀浦正子<sup>5</sup>・大橋瑞江<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 兵庫県立大学環境人間学部・<sup>2</sup> 名古屋大学大学院環境学研究所・<sup>3</sup> 兵庫県農林水産技術総合センター森林林業技術センター・<sup>4</sup> 名古屋大学大学院生命農学研究所・<sup>5</sup> 京都大学大学院農学研究所

沿岸地域に植栽されるクロマツは、塩分や強風に耐性があり津波災害等への減災効果が期待される。2011年の東日本大震災においても、根返りや流木化したクロマツが多く見られたが、それらの根系は十分に発達していなかったことが報告されている。このためクロマツの根系構造解析は重要な課題であるが、その方法としては未だ破壊的な掘り取り法が一般的である。本研究では、樹木根系の非破壊的推定手法として近年注目されている地中レーダ法を用いて、クロマツの根系構造を推定することを目的とした。対象は愛知県田原市の海岸クロマツ林で、異なる深度帯を観測できる300MHz（高深度）と800MHz（低深度）の二種類同時探査アンテナを用いてクロマツ個体の地中レーダ画像を取得し、レーダとの交差点における根の位置及び直径を推定した。次に、掘り取り法により実際の根の位置・直径、これら測定点間のつながり情報を取得した。レーダ画像から取得した根の点情報から構造を推定した三次元モデルと、掘り取り法によって取得された実測データに基づく根系モデルを比較した結果、根が集中する部分の分布や、高深度における垂下根の一部が推定モデルにおいて良く再現されていた。

## A2 再造林における費用構成と所有者負担 —南九州の森林組合を事例に—

○尾分達也・藤掛一郎

宮崎大学農学部

南九州では民有人工林の主伐面積が増加している一方、その後の再造林が行われない事例が見られる。人工林資源縮小を防ぐためにも再造林率を高める必要がある。本研究では、再造林の主たる担い手である森林組合を対象に、南九州7組合における再造林の現状について、事業担当者への聞き取りを行った。また、森林所有者に提示する再造林（地拵えと植栽）事業の見積書や請求書を4組合から入手し、標準的なケースを設定し試算した。その結果、所有者の実質的な負担は、地方単独補助まで含めれば事業費の5%であった。見積・請求書を得られなかった3組合は、所有者に再造林の手出しがない条件で、主伐から再造林までの契約をしていた。いずれも所有者の負担はほとんどないと言えるが、そのためには、国県が定める標準経費を元に出される補助金に対し、実際の事業費を抑える手法が取られており、実際の事業費は標準経費の8割程度であった。特に、組合経費や労賃が圧縮されていた。しかし、造林作業班の労賃が低く抑えられた結果、造林作業の担い手確保が困難になっていると考えられた。森林所有者の意識を変えること、補助金額や標準経費の適正化が求められる。

## A1 宮崎県でのアンケート調査によるコンテナ苗生産・植林必要人工数の把握

○安村直樹<sup>1</sup>・横田康裕<sup>2</sup>・永田 信<sup>3</sup>・立花 敏<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所・<sup>3</sup> 東京大学・<sup>4</sup> 筑波大学生命環境系

宮崎県は、策定中の第8次宮崎県森林・林業長期計画においてスギ苗木生産量が2019年568万本から2030年700万本に増加することを見込んでいる。増加の主体は146万本から300万本の変化を見込むコンテナ苗である。同期間の再造林面積は2,134haから2,200haの微増が見込まれている。人口減少に伴って林業就業者数は減少すると考えられるので、苗木生産や植林においては省力化や労働生産性向上が求められる。そこで本研究では宮崎県における苗木生産、植林に必要な労働力や人工数について、特にコンテナ苗に着目しながら、現状を把握することを目的とした。まず宮崎県環境森林部、宮崎県緑化樹苗農業協同組合、宮崎県森林組合連合会に対して林業用苗木生産、植林の実態に関する聞き取り調査を2020年10月から11月にかけて実施した。次いで、宮崎県内121のすべての林業用苗木生産者、植林を主に担う宮崎県内17の森林組合・支所を対象に、経営概要や労働力過不足状況等に関するアンケート調査を2020年12月から2021年1月にかけて発送した。聞き取り調査からは苗木自体及び苗木調達労働力の不足、植林や下刈りの労働力不足といった現状を把握できた。

## A3 旭川林産協同組合北海道産銘木市売事業にみる銘木需給の現状

○嶋瀬拓也

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所

近年、木材市場の季節変動に関する研究が進展をみせている。しかし、研究の多くは針葉樹一般材（製材用素材）を対象とするもので、広葉樹材が中心の銘木についてはまだほとんど未解明のため、需要拡大や高付加価値化の観点から解明が待たれている。そこで本研究では、銘木市の事業実績に関する月次データを用いて時系列分析を行い、市場の構造と特徴を明らかにするとともに、望ましい生産・出品のあり方を考察した。旭川林産協同組合北海道産銘木市の2014年4月（第375回）から2017年3月（第404回）まで5年（50回）分のデータを用いて、季節調整により季節変動成分（季節性）を抽出し、分析した。その結果、①季節性の波は、出品量と単価では冬に山、元落率では冬に谷を迎える、②季節性による振幅の大きさは、出品量と元落率が同程度で、単価はこれらに比して小さい、③出品量が増加する時期に元落率が低下し、単価が上昇するため、売上金額の振幅は出品量よりさらに大きいなどの点が明らかになった。より高く、より確実に売るためには、秋、樹液流動停止期に入ってから伐採をし、その後、年末までに出品することが有効と考えられた。

#### A4 日本における針葉樹製材用丸太の需給モデルの推定

○樋熊悠宇<sup>1,3</sup>・立花 敏<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林業経営・政策研究領域・<sup>2</sup> 筑波大学生命環境系・<sup>3</sup> 筑波大学大学院生命地球科学研究群

国産材の利用拡大を考えるにあたって、国産丸太供給量のうち最も高い割合を占める針葉樹製材用丸太の需給特性を明らかにすることは有意義である。これまで、多くの研究が計量経済学の理論に基づいた丸太需給モデルを構築してきたが、木材市況の変化や近年の計量経済学の進展に対応して研究手法を深化させることが必要である。海外では、Parajuli and Chang (2015)、Zhang and Chang (2017)のように、時系列データの定常性に注意しつつ、環境保護や金融危機などを契機とした丸太市場の構造変化を考慮したモデルの推定が数多く行われている。他方、日本の林産物需給に関して、時系列データの定常性を考慮した研究は行武ほか(2003)に限定され、2002年以降の国産材の供給拡大局面を分析期間に含めた研究も藤掛(2016)などに限られている。本研究では、データの定常性を考慮しつつ、国産材の供給拡大局面を含めた1960～2018年を分析期間として、国産針葉樹製材用丸太の需給モデルを推定することを目的とした。農林水産省「木材需給報告書」などの統計データを用いて単位根検定や共和分検定を行い、モデルを決定した。

#### A6 建築物への木材利用と炭素クレジットー GHG ゼロ排出に貢献する道筋

○藤原 敬

林業経済研究所

菅総理は所信表明演説で2050年には温室効果ガス排出量ゼロと宣言し、国会で相次いで気候異常事態宣言(19日衆議院、20日参議院)がされ「もはや地球温暖化問題は気候変動の域を超えて気候危機の状況に立ち至っている」といわれるが、その道筋はあきらかになっていない。今後自治体、企業家がゼロエミッションの取組を進める過程で、森林や木材の炭素固定機能に関する取組をクレジットとして提供するシステムが大切な役割を果たすと思われる。しかし、国が関与している、Jクレジットは森林分野について、植林活動と森林経営活動の二つの手法(方法論)を提起しているが、都市の木材建築物に炭素が固定されて都市の森林になる、といったストーリーがクレジットの方法論にまだ反映されていない。

近年、建築基準法の改正などで中大規模建築の木材利用が進む方向になっている。中大規模建築物の木造化が進んだ場合、炭素吸収量の増大として認定する可能性について、他のJクレジットの方法論の手法と比較して検討する。

#### A5 九州における福島原発事故後のシイタケ原木の移出構造 ～大分県を事例に～

○石原昌宗<sup>1</sup>・市野瀬愛<sup>2</sup>・佐藤宣子<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 九州大学農学部・<sup>2</sup> 九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>3</sup> 九州大学大学院農学研究院

2011年の原発事故の影響により、北関東地域のシイタケ原木産業は壊滅的な被害を受けた。原発事故後のシイタケ生産については樹木や森林に関する自然科学的な研究は盛んだが社会科学的な観点からの研究は少ない。山本美穂氏が原発事故後の栃木県のシイタケ原木の調達構造に関する研究で栃木県のシイタケ原木調達先として大分県が大きな割合を占めていることについて言及している。本研究では大分県がどのようにしてシイタケ原木を栃木県に送ったのかを把握することを目的とする。調査方法として大分県庁、大分県森林組合連合会、玖珠郡森林組合で資料収集と対面調査を行った。調査結果として、大分県では県森連が栃木県への原木移出を取りまとめたこと、原木供給を担った森林組合は直営の作業班が生産した組合と組合員が生産した原木出荷による集荷した組合に分けることができること、前者に比べ後者の方法による玖珠郡森林組合では原木出荷が安定していたこと、栃木県へのクヌギ移出によって大分県内のクヌギ林の更新が進んだことが明らかとなった。クヌギ林所有者とシイタケ原木生産者の就業実態、県内へ出荷するシイタケ原木との競合の有無等については今後の課題である。

#### A7 製材工場におけるスクリュ式小型蒸気発電機導入による環境効果と経済効果

○立花 敏<sup>1</sup>・松永佳奈子<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学生命環境系・<sup>2</sup> 筑波大学生物資源学類

本研究の目的は、製材工場がスクリュ式小型蒸気発電機(MSEG)を導入し、余剰蒸気を利用して発電することが二酸化炭素排出削減にどの程度寄与するか、製材工場の規模等によって経済的利益がどの程度あるかを明らかにすることである。この研究結果は現段階でMSEGを導入していない製材工場が木質バイオマス設備を導入する際の判断材料に資すると考えられる。研究対象はMSEGメーカーのS社、MSEGを導入している製材工場のT社、F社、G社の合計4社とし、方法として聞き取り調査と電子メールによる調査、文献調査を用いた。また、経済効果は初期費用回収年数、二酸化炭素排出削減量はMSEGによる発電で代替される燃料から発生する二酸化炭素量とした。その主な結果として、①MSEGの性能面に制約があるため、単純に規模を大きくしても発電量や収益性は増加しないこと、②発電量はMSEGの年間稼働日数に大きく影響されること、③ルールや手続きの煩雑さという課題はあるが、FITによる売電を行うことにより初期費用回収年数は短くなること、④初期費用回収年数は受ける補助金の割合により影響を受けることが明らかとなった。



## A8 沖縄県におけるフクギ屋敷林の炭素貯蔵量

○陳 碧霞<sup>1</sup>・草島勇斗<sup>2</sup><sup>1</sup>琉球大学農学部附属亜熱帯フィールド科学教育研究センター・<sup>2</sup>琉球大学農学部

フクギを主な樹種とする屋敷林は沖縄の独特な集落景観を形成し、約300年前の琉球王府時代に成立したと考えられているが、現在では減少の一途をたどっている。本報告は、フクギ屋敷林の老木に蓄積されている二酸化炭素の量を試算した。本研究の目的は、炭素貯蔵量から、フクギ屋敷林の生態学的機能とそれらの経済的価値を明らかにし、これからの有効的保全策を提案したい。

2009年から2018年まで、研究チームは沖縄県内の10個の集落における23,518本のフクギの胸高直径(DBH)と樹高を測定した。10個の集落でのフクギ屋敷林に貯蔵された炭素の総量は6089t-CO<sub>2</sub>であった。この量は、日本の40年生のスギ(*Cryptomeria japonica*)人工林の森林の炭素固定昨日に換算すると、約20.9ヘクタールのスギ林の炭素蓄積量に相当する。さらに、40年生のスギ林の植栽と管理のコストの観点から、フクギ屋敷林の推定経済価値は2497万円に相当する。この研究により、整然としたフクギ並木は密度が高いため、それらの炭素の蓄積、および気候変動の緩和へ貢献の可能性が高い。

## A10 森林面積変化に影響を与える要因に関する計量経済学的研究：中国の事例研究

○JIAZE TAN<sup>1</sup>・立花 敏<sup>2</sup><sup>1</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究所・<sup>2</sup>筑波大学生命環境系

Zhang et al. (2006) や Tan et al. (2020) をはじめ、森林資源と社会経済の関係に関する実証分析は少なくないが、従来の研究では時系列データの持つ非定常性に関する対応が十分には行われていなかった。非定常過程のまま回帰分析を行うと、本来は関係ない変数同士の組み合わせに誤った関係を見出してしまう「見せかけの回帰」が発生する恐れがある。そこで、本研究では中国を事例とし、30の省・自治区・直轄市における森林面積、1人当たりGDP、人口、丸太輸入量を変数とし、まず1993～2018年の時系列データを用いて定常性や変数間の共和分関係の検定を行った。その結果を踏まえ、2変数および3変数によるベクトル自己回帰モデルとグレンジャー因果性の分析を用いることで、分析の精緻化を図った。さらに、分析対象期間の長さも考慮して、この間に構造変化が発生したかどうかについても検討した。これらの分析を行うことにより、中国における森林面積と社会経済要因との関係性に関する再検証と、その結果を踏まえた地域性の考察を行った。

## A9 農山漁村再エネ法の意義と課題：岩手県軽米町のメガソーラー計画を事例に

○高野 涼

岩手大学農学部

全国各地で導入が進むメガソーラーについて、売電収入などの利益は地域外に流れる一方、環境破壊などのリスクを地域にもたらす問題が懸念されている。こうした中、土地利用の適正化と再エネを農山漁村の活性化につなげることを目的として、平成26年に農山漁村再生可能エネルギー法が施行された。本報告では、農山漁村再エネ法のスキームを活用してメガソーラーの導入を進める岩手県軽米町を事例に、同法の運用実態と課題について報告する。分析視角として、メガソーラーが抱える問題点を農山漁村再エネ法を活用することで軽米町がどのようにクリアしたのか、またはできなかったのかに注目して分析を行った。軽米町では5か所合計で出力200MWを超えるメガソーラーが建設され、森林の開発面積は300haを超える。同町では、森林の開発面積に上限を設ける、売電収入の一部を基金化して地域活性化の取り組みに活用するなどの工夫がなされたが、開発面積の上限は森林面積の10% (1,800ha) と広い一方、基金は売電収益の1%に留まるなど、その効果が疑問を抱くものであった。地域の将来像と再エネの位置づけを明確にした上で、森林の管理費を社会化することが求められる。

## A11 森林減少の発生メカニズムと有効な対策

○宮本基杖

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林業経営・政策研究領域

熱帯林減少を止める取組が、気候変動緩和策として注目され、国際的に推進されている。しかし、当初期待されたほどの成果に至らず、地域社会への影響など懸念の声もある。そこで、私たちの25年間の実証研究と世界の先行研究の成果を用いて、森林減少の仕組みを分析した。その結果、発生メカニズム「高い貧困率、高い農業地代（農業の土地収益性）、高い森林率の3条件が揃うと、森林減少が発生する」と制御メカニズム「低い貧困率、低い農業地代、低い森林率のいずれかの条件が存在すると、森林減少が抑制される」を明らかにした。両メカニズムは論理式で示され、後者は前者の対偶である。これをもとに対策を検討した結果、1.現行の対策（保護地域の設置拡大、農地開発の停止、農業分野への規制など）は、農業地代を下げる対策が主流である。2.農業地代低下策は、即効性があるものの、高い代償を必要とし、当該国に経済打撃と貧困拡大のリスクが高く、持続性が低い。3.貧困削減策は、森林減少を止める効果的かつ持続的な解決策となりうる。世界の森林減少対策は抜本的変革が求められており、対策の主軸を農業地代低下策から貧困削減策へと移すことが必要である。

**研究発表題目(23日)**  
**(口頭発表)**



## A12 市町村森林行政の体制と業務

○石崎涼子・鹿又秀聡・笹田敬太郎

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林業経営・政策研究領域

市町村には森林に関する基礎情報の整備や施業監督などの重要な権限が与えられているが、それら業務を担う体制が十分ではないケースが多く、市町村森林行政の業務と体制のギャップが懸念されている。そうした市町村森林行政の体制整備のあり方を検討するための基礎情報として、総務省統計を用いた職員数の長期推移の把握とアンケート調査を通じた実人員および業務範囲の把握・分析を行った。

その結果、市町村における林業部門の職員数は、1970年代後半から1980年代前半まで職員数が緩やかに増加した後、1990年代半ばまで横ばいで推移したが、1990年代後半、市町村森林行政の役割が大幅に拡充された時期から10年間で3割減と大幅な減少に転じたこと、近年、森林環境譲与税と森林経営管理制度の創設を機に一部市町村で職員数が増加しており、全国の職員数は対前年度比で約1%増となっていることなどが明らかとなった。

2020年11月から12月にかけて全国の市町村森林行政担当者を対象にアンケート調査（回収率53%）を行い、さらに詳細な体制と業務の関係について把握した。

## A14 野生動物の生息地管理における府県の森林環境税の役割

○岸岡智也<sup>1</sup>・内山愉太<sup>2</sup>・三宅良尚<sup>2</sup>・香坂 玲<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 金沢大学先端科学・社会共創推進機構・<sup>2</sup> 名古屋大学大学院環境学研究所

都道府県の独自課税として導入されている森林環境税を活用して実施されている野生動物保護管理を目的とした事業が、都道府県における野生動物保護管理予算の中でどのような位置付けを持っているのかを明らかにすることを目的とし、都道府県の森林環境税の中で野生動物保護管理に関わる事業を設定している各自治体での活用実態を公開情報をもとに整理し、さらに事例自治体への聞き取り調査を行った。その結果、森林環境税を導入している37府県のうち、17県で野生動物保護管理に関連した事業が実施されており、主に特定鳥獣管理計画策定に関わる調査、緩衝帯整備、個体数管理に関わる事業が多く自治体で実施されていた。対象種もニホンジカ、イノシシを中心に、ツキノワグマ、ニホンザル、カワウと多岐にわたっていた。また県の担当者は、森林環境税の野生動物保護管理事業への活用は、市町村域を超えて広域的に実施する必要のある事業に充てることができる点で有効であると評価しているなど、野生動物保護管理において都道府県に求められる役割を果たすうえで重要な財源のひとつとなっていることが明らかになった。

## A13 森林経営管理制度下の経営管理実施権を巡る初動—岩手県の事例から

○大塚生美

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所

素材生産量が全国3位にある岩手県下33の全市町村を対象に「新たな管理システム」に関わる質問紙調査（2020年3月メール添付により依頼）を実施した。既に明らかとなり、市町村の林務職員数は極めて少なく、岩手県でも33市町村のうち21市町村が1~3人であった。多くの市町村は、森林環境譲与税の使途に、森林所有者の意向調査に充てることを考えている。脆弱な組織体制から、こうした経営管理実施権に向けた手続きは、外部に委託せざるを得ない傾向にある。森林経営管理法では、森林所有者の意向に基づき「林業経営に適した森林」と「林業経営に適さない森林」に区分し、前者は再委託し、後者は市町村自ら管理することとされた。だが、林業経営に適しても適していなくても市町村が自ら施業を行うことは困難であり、ここでも委託せざるを得ないのが実態である。アンケート結果から、市町村自ら森林所有者の意向調査に着手した例、委託により進めている例が明らかになっている。本報告では、そうした違いに至った要因について、アンケート調査後のフォローアップ調査に基づき、代表的事例から経営管理実施権を巡る初動について述べたい。

## A15 森林環境譲与税を活用した都道府県による市町村支援の概況と課題

○香坂 玲・内山愉太

名古屋大学大学院環境学研究所

森林環境譲与税（環境譲与税）が2019年度に導入された。その主体と想定される市町村では受け皿となる人材不足等が課題であり、その支援のため都道府県の役割も重要となる。本研究では都道府県を対象とし、その市町村支援について、関連組織・会議体や人事交流、市町村向けのガイドライン等について概況を把握した。関連支援組織では6県で独自にセンターを設置し、人事交流を行う10府県も存在し、県と市町村の職員を併任する制度を導入した事例（愛媛県）も把握された。更に森林経営管理制度または森林環境譲与税の活用方法に関する市町村向けのガイドラインが17府県で作成されていた。府県のコンテクストとして市町村数や私有林人工林面積率は、市町村との情報交換の会の設置状況と相関があり、譲与額は、人事交流及びガイドラインの策定状況と相関があった。環境譲与税と府県単位の超過課税の整理は、主に間伐等の物理的な森林整備において府県間で異なる対応が把握された（各府県単位で使途や背景に差異があるため単純な比較には限界もある）。今後は使途の公開が本格化するなかで、両税と森林整備の進捗との検証が必要となる。

## A16 第二次世界大戦前における木炭検査員の業務 ー群馬県を事例としてー

○土屋智樹<sup>1</sup>・山下詠子<sup>2</sup>・関岡東生<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京農業大学大学院農学研究所・<sup>2</sup> 東京農業大学地域環境科学部

近代日本における木炭業界の発展には、木炭検査制度が寄与している。当時の木炭検査制度は、民営検査から公営検査に移行されていった。この民・公各主体による木炭検査は、各機関に所属する木炭検査員によって遂行されたが、この木炭検査員に注目した研究は乏しく、資料も散在している。本研究では、調査の結果得られた群馬県吾妻郡木炭同業組合の木炭検査員である黒岩嘉太郎の「勤務報告」(1927-1930年)・「検査日誌」(1924年)・「製炭地巡視報告」(1929年)を主軸とし、木炭検査員の業務の把握・整理を行った。その結果、木炭検査員の業務は、木炭検査および製炭指導を主としていたこと等を明らかにすることができた。また製炭者に対して展覧会への出品を推奨する奨励事業にも携わっている。そして、木炭検査員の能力向上、あるいは木炭検査員の養成のために開催される講習会に参加するなど、木炭検査員には検査業務以外の業務も求められていた。これら業務を通じて製炭関係者や同業者との繋がりを形成していたと推察され、木炭業界の展開過程において看過することができない存在であることが再確認された。

## A18 近年の生産森林組合の事業実施状況の変化について ー規模による差異を中心に

○松下幸司<sup>1</sup>・高橋卓也<sup>2</sup>・仙田徹志<sup>3</sup>・山口幸三<sup>3</sup>・吉田嘉雄<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院農学研究所・<sup>2</sup> 滋賀県立大学環境科学部・<sup>3</sup> 京都大学学術情報メディアセンター

生産森林組合(以下、組合)の数は1996年度には3,482組合あったが、その後減少し、2018年度には2,844組合となった。組合の事業実施状況の変化を経営面積の規模別に明らかにするため、森林組合一斉調査の生産森林組合調査票について個票の組み替え集計を行った。2011年度、2017年度ともに、経営面積が大きいほど施業実施率、林産物の販売実施率は高い傾向にあった。2011年度から2017年度にかけての施業の実施状況の変化をみると、新植・保育・間伐の実施率は低下した。主伐については、実施率は低いながらも若干上昇した。新植・保育・間伐を実施した組合数が減少したため、何らかの施業を実施した組合の数は大きく減少した。林産物販売の実施状況の変化をみると、立木、木材、きのこ類を販売した組合数に大きな変化はなかった。集計対象となる組合数が減少したため、林産物の販売実施率は上昇した。本報告は京都大学学術情報メディアセンター内に設置された農林水産統計の高度利用に関する研究専門委員会における研究成果の一部で、JSPS 科研費JP20H03090の助成を受けたものである。生産森林組合調査票の個票使用にあたり、農林水産省統計部にお世話になった。

## A17 地域別の林業関係者間の関係性とその特徴 ー群馬県・埼玉県林業地を対象にー

○石 佳凡・納富 信

早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科

適切な森林管理の促進には、森林整備や木材生産を担う様々な林業関係者が其々の役割を十分に果たす一方、関係者間の連携も求められている。本稿では、群馬県・埼玉県内の三つの林業地の林業関係者に聞き取り調査を実施し、林業関係者の役割と“カネ”“ヒト”“業務”“情報”“知識”に関する情報を整理することによって林業関係者間の関係構造の特徴を考察した。群馬県 A 地は山間部にあり、豊かな森林資源を活かした地域創生に取り組んでいる人口規模が小さい地域である。小規模ゆえの“顔の見える関係”から、地域では多くの交流場面があり、林業組織も小規模ながら自律性と互助性を有している。それに対して埼玉県 B 地は、森林面積が広く林業の規模も大きな山間地域であることから、林業組織は多数存在して常に競合関係にあり、協議会を介して関係性を維持・調整している。さらに埼玉県 C 地は、相対的に都心部に近く林業が主な産業では無いことから、地元の林業会社が素材生産と人材育成を中心的に担っている。森林組合は役所からのサポートを得ながら従属的に活動する状況にあるが、林業関係者間の調整は森林組合の職員一人が中心的に担っているところに特徴がある。

## A19 入会林野整備実績からみた入会林野の登記名義の現状

○山下詠子<sup>1</sup>・林 雅秀<sup>2</sup>・片野洋平<sup>3</sup>・高村学人<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京農業大学地域環境科学部・<sup>2</sup> 山形大学農学部・<sup>3</sup> 明治大学農学部・<sup>4</sup> 立命館大学政策科学部

1966年に施行された入会林野近代化法と同法に基づく入会林野整備事業は、当初の10~20年間は大きな成果を上げたが、その後の整備実績はわずかにとどまり、事業としてはほぼ役割を終えている。一方で、昨今の所有者不明土地問題を契機として新たな法制化が急速に進みつつあり、多数人による記名共有名義など入会林野の複雑化した権利関係を整理するための制度が増えてきている。

本研究では、これらの新しい土地法制が入会林野に与えるインパクトを検討するために、入会林野整備事業の実施状況をもとに、入会林野の登記名義の現状を明らかにする。都道府県別に、入会林野整備事業開始前に入会林野の数・面積、入会林野整備事業の実績(整備認可数、整備後入会林野に占める認可面積の割合、整備後の経営形態と利用方法)、また生産森林組合の解散状況等のデータをもとに、都道府県による入会林野整備事業への取り組み内容と登記名義への影響を整理する。対象となる入会林野面積にかかわらず、都道府県によって整備実績や整備後の経営形態には大きく差があったことから、整備実績が異なる都道府県における登記名義にかかわる課題を整理する。



## A20 中国における自然保護地体系に関する研究 国家公園設立にむけた動向

○ DENG, WEN<sup>1</sup>・hyakumura, kimihiko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院地球社会統合科学府・<sup>2</sup>九州大学熱帯農学研究センター

中国には多くの自然保護地が存在し、自然資源の保護と開発に効果を果たしたが、その管理は異なる政府部門に分散されており、各保護地体系の領域が重複して設置されているなど問題点が存在していた。このため中国政府は、2013年から自然保護地体系の改革を始めたが、その過程について明らかにした研究は少ない。

本研究では、中国の国家公園を対象に、自然保護地体系で実施された改革のプロセス及び国家公園建設の政策の変遷を明らかにする。調査は、中国政府が発布した自然保護地体系の改革に関する政策文書、論文や新聞記事などの文献レビューを行った。

20世紀末に雲南省政府が「national park」の概念を導入したのが国家公園建設の萌芽であったが、国レベルでの国家公園の設計は2013年からであった。その後、2015年から2020年までの間に国家公園体制の試行も実施された。2018年に林業及草原局が、保護地体系を包括し国家公園の管理局として設立された。国家公園建設の手法として、統一的な管理を実施し、自然保護地体系を再構築していくことが分かった。

## A22 トチモチ文化の伝承とトチノミの資源利用 一京都府南丹市美山町を中心に一

○坂野上なお・石原正恵・徳地直子

京都大学フィールド科学教育研究センター

京都府南丹市美山町およびその周辺市町におけるトチノミの資源利用の現状について、文献調査および聞き取り調査を行った。美山町芦生地区では、京都大学芦生研究林内のトチノミ林を利用した地元住民によるトチモチづくりが数世帯で受け継がれているものの、その消費は家庭内にほぼ限られ、世帯間での共同作業や情報交換はほとんど行われていない。一方南丹市美山町内の他地区や、隣接する綾部市、滋賀県高島市には、集落内に加工所を設け、トチモチ加工および販売を手がけるグループが複数ある。これらのグループは、生活改善運動や地域おこし運動の高まりから結成された。トチノミそのものだけでなくアク抜きに必要な木灰や人的資源の確保など課題も多いが、地域を越えた材料調達やボランティア人材の活用、ネットを利用した情報発信などにより活動の幅を広げてきた。これに対して芦生地区では、山菜加工会社が運営されるなど集落における経済活動の基盤がほかにあったため、トチノミ資源は豊富に所在するものの、トチモチづくりの共同化や商品化には向かわず、あくまでも世帯毎に伝える文化として受け継がれてきたと考えられた。

## A21 養蜂および送粉者保護と森林管理制度の関係

○田村典江

総合地球環境学研究所

送粉サービスは生態系サービスのひとつであり、野菜・果実の生産など食料生産に大きく寄与している。近年、世界中で送粉者が急激に減少しており、送粉者保護に向けた政策転換の必要性が指摘されている。送粉者には、昆虫類、鳥類、哺乳類など多様な動物が含まれるが、ハチ類昆虫は代表的な存在である。なかでもミツバチは野生・飼育の双方で送粉に貢献するほか、ハチミツ等の生産など、ヒトと多様な社会経済的・文化的関係を築いている。

先行研究から、日本のミツバチは森林の樹木蜜源を多く利用していることが知られている。したがって、ミツバチ保全には森林管理制度からも働きかけが可能と考えられるが、これまで、ミツバチや養蜂の視点から森林管理制度について検討した事例は少ない。そこで本研究では文献およびインタビュー調査により、既存の森林管理制度と養蜂の関係を整理し、蜜源植物保全との重複について検討した。

調査の結果、国有林・民有林ともに既存制度を活用した蜜源植物保護活動があることが分かった。また、主要蜜源樹種と林業における重要樹種に重複がみられることが分かった。「ミツバチの森づくり」は今後の森林管理の目標像となりうると考えられる。

## A23 生態系サービスの提供についての森林所有者の意識について

○Shibata, Shingo<sup>1</sup>・Tsuge, Takahiro<sup>1</sup>・Takahashi, Takuya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>上智大学大学院地球環境学研究所・<sup>2</sup>滋賀県立大学環境科学部

日本の森林所有者を対象に生態系サービスの提供についてのアンケート調査を実施したので、その結果を報告する。森林の保有・管理の目的としては、木材生産、水資源の保全、相続、自然や生物多様性の保全、美や景観を楽しむが上位であり、木材生産とそれ以外の複数を目的とする者が大半を占めた。また、自己森林が果たしていると考えられる相対的に重要な機能としては、土壌の流出防止、災害防止、水質の確保、木材生産、水量の確保、きれいな空気、二酸化炭素吸収が上位であった。

一方、生態系サービスへの支払いを受けている者は2割に満たないが、7割以上の者が関心を示している。森林サービス産業について期待している者は6割である。また、7割近くの者が、レクリエーション利用等への林地の開放について、すでに実施しているか前向きに考えている。

さらに、仮想評価法を用いて観光、健康増進、教育的な利用についての受け入れ額を尋ねたところ、それぞれ平均で18.9万円/ha、15.3万円/ha、18.4万円/haとなり、保有・管理面積や森林サービス産業への期待と正の相関が見出された。

## A24 都市近郊住民の獣害対策意識

○林 雅秀<sup>1</sup>・八巻一成<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山形大学農学部・<sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

農山村地域での獣害は農林業被害が中心だったため、利害関係者は限定的であった。しかし、都市近郊における獣害の利害関係者は農山村地域よりも多様だと考えられる。そこで本研究は多様な住民による獣害対策への考えを明らかにすることを目的として住民意識調査を実施した。具体的には、森林総合研究所多摩科学園来訪者（質問紙調査による）とLINEモニター（オンライン調査による）を対象として、大型哺乳類の目撃頻度、印象、被害の重大さ、必要と考える獣害対策を尋ねた。

データ分析の結果、必要な対策としての、「自然にまかせる」または「柵設置」については、すべての動物種について科学園来訪者のほうが必要と考えていた。駆除については、イノシシとニホンザルについてLINEモニターのほうが必要と考え、ニホンジカについては科学園来訪者のほうが必要と考えていたことなどが分かった。このように、都市近郊住民でかつ森林や自然についての関心が比較的高いと推察される森林科学園来訪者とLINEモニターでは、獣害対策として何が必要かについて異なる考えを持つことや、動物種によっても必要と考える獣害対策が異なることが分かった。

## A26 農山村における移住者支援を行う森林NPOの役割

○平山智貴<sup>1</sup>・佐藤宣子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学農学部・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院

総務省の2019年度における移住相談に関する調査結果によると、移住相談は約35万件にのぼり年々増加傾向にある。また都市部から移住した先で林業に従事し、新たな森林管理の担い手・労働力として注目を集めている。これまで林業分野では移住者の受け皿として森林組合や民間林業事業体へ雇用するという報告は多いが、森林関連のNPO法人については研究が見られない。本研究は、熊本県阿蘇市で活動し施業受託面積を増加させているNPO法人ふるさと創生を事例に、林業に従事する移住者とそれを支援する森林NPOの役割を明らかにすることを目的とした。調査方法は同NPO法人と阿蘇市への移住者5名に資料収集と聞き取り調査を行った。調査の結果、地域林業の担い手が減少していた中で、東日本大震災後に関東圏からの移住者が阿蘇に多く集まり林業が就業の選択肢になり、5名のうち4名は直接雇用ではなく個人事業主として独立し施業委託という形で支援されていることが明らかになった。また、成熟した人工林が存在し土地を持たずとも十分な施業地と収入が見込めたこと、広域合併した森林組合ではなくNPO法人ゆえに移住者各人の事情に合わせた施業委託が可能になっていることが示唆された。

## A25 アーバンディア対策の社会ネットワーク構造

○八巻一成<sup>1</sup>・林 雅秀<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林管理研究領域・<sup>2</sup>山形大学農学部

シカの管理には複数の自治体や機関が関わっており、対策を効果的に推進していくためには、関係者間の密接な連携協力関係の構築が重要と考えられる。そこで、北海道札幌市郊外に位置する野幌森林公園を対象に、エゾシカ対策に関わっている関係者の社会ネットワーク構造を把握した。調査は2019年11月に実施し、29部を回収した（回収率100%）。社会ネットワーク解析の結果、関係者間のつながりは中心の密なネットワークと、その周縁部に位置する疎なネットワークによって形成されていることが明らかとなった。連携協力関係の現状について聞いた結果、中心部の関係者の方が周縁部よりも評価が低かった。これは、つながりが密な中心部では、組織や立場が異なる関係者との関係構築が求められており、連携協力をめぐる現実的な課題に直面しているためであると推察された。以上のことから、連携協力関係の構築をさらに進めていくには、中心と周縁の間のつながりを醸成するとともに、多様な関係者間の円滑な連携協力関係を構築していくことが重要と考えられた。

## A27 新型コロナウイルス感染症拡大期の山地・森林の利用・訪問状況に関する考察

○内山愉太・香坂 玲

名古屋大学大学院環境学研究科

本研究では、新型コロナウイルス感染拡大にともなう日本で最初の緊急事態宣言期間に、森林や山地への一般市民の訪問状況を分析した。特に、訪問行動と相関のある個人属性等を探索的に解析した。具体的には、愛知県を対象として、大規模なオンラインアンケート調査（n=1,244）を実施し、回答者の社会経済的属性、環境要素（住宅地周辺の土地利用パターンなど）、および森林に対する意識を分析した。結果、環境要素が、住民が山地や森林を訪れることを促す基礎的要素となっている可能性を示唆した。森林のある郊外部はそのような環境要素が存在し、山地・森林を訪れた住民は郊外部に住んでいる傾向がみられた。訪問者の意識については、森林機能への期待が、訪問行動と相関のある一つの要素として把握された。山地や森林を訪れた住民は、森林の精神的・教育的機能に比較的高い期待を寄せていた。居住地周辺の環境等の要素はそのような期待を持つことを促す可能性が考えられるが別途検証が必要であり、今後の課題である。



## A28 都市化と森林再生の時代における政策指標としての主観的幸福度

○高橋卓也<sup>1</sup>・内田由紀子<sup>2</sup>・石橋弘之<sup>3</sup>・奥田 昇<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 滋賀県立大学環境科学部・<sup>2</sup> 京都大学こころの未来研究センター・<sup>3</sup> 総合地球環境学研究所・<sup>4</sup> 神戸大学内海域環境教育研究センター

人びとのウェルビーイング（厚生、幸福）の向上は資源管理の究極の目標だと考えられるが、森林政策の指標として明確に検討されたことはなかった。政策指標としての有用性を評価するため、滋賀県野洲川流域における森林に関連した主観的幸福度（森林幸福度）測定の解析結果を検討した。2016年と2018年の調査より、森林幸福度に回答者間で相当の違いがあること、森林幸福度と森林所有との間の負の相関、森林関連活動（森林レクリエーションや森林管理）との間の正または負の相関が確認できた。森林幸福度と森林所有の間の負の相関は、現在の森林が資産として価値が低いことを反映していると考えられる。これらの結果から、森林幸福度を従来の物理的・客観的政策指標（整備森林面積、木材生産量など）を補足する指標として提案する。その根拠は次の四つである。①GDPなどの市場経済基準の厚生指標を補完できる。②住民と森林との多面的関係性といった都市化社会において重要な側面が反映される。③森林生態系サービスの受益者と森林管理の担い手の間にある非均衡・公正性が認識できる。④森林幸福度は回答者に認識されるすべての側面を反映しうるので包括的である。

## B2 立山ルートにおける緑化事業の現状と今後の課題

○大宮 徹<sup>1</sup>・山下寿之<sup>2</sup>・太田道人<sup>3</sup>・松久 卓<sup>2</sup>・城賀津樹<sup>2</sup>・荒井宣仁<sup>4</sup>・太田祥平<sup>4</sup>・山尾真生<sup>4</sup>・祐成亮一<sup>4</sup>・桑原優太<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 富山県農林水産総合技術センター森林研究所・<sup>2</sup> 立山ルート緑化研究委員会・<sup>3</sup> 富山市科学博物館・<sup>4</sup> 富山森林管理署

立山ルートは中部山岳国立公園内の山岳観光ルートで、ほぼ全区間が国有林内にある。亜高山帯・高山帯での緑化には多くの手間と世代を越えた時間が必要であり、事業の継続にはアクセスしやすい形での情報の整理と共有が求められるが、これまでの紙ベースによる記録から広範にわたる緑化事業を俯瞰することは難しい。そこで、GISを用いてこれらの情報を整理し、現状を踏まえつつ課題を探った。

立山ルートでの人為的攪乱には登山道、道路、施設等、そして緑化それ自体などがある。道に関してはその距離が直感的な指標となるが、近代以前からの登山道で現在の登山道と重複した区間を除く廃止区間は39.8km前後であり、その大半は緑化されず、一部では浸食の進行が見られる。自動車道路では廃止されたジープ道が総延長8.2kmに及び緑化されている。一方、面的に広がった攪乱地のうち、立山トンネル建設に伴う作業場とズリ捨場は5.5haに及び、高標高の厳しい環境のため一次緑化未達成の箇所がある。道路沿線の土捨場は約5.7haあり、その多くで肥料木による一次緑化が完了し、一昨年、最終目標に向かって誘導する二次緑化が開始され、今後の事業を牽引していくことが期待されている。

## B1 高山植生の復元における登山道侵食防止マットの施工効果

○愛甲哲也<sup>1</sup>・佐々木美美<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学大学院農学研究院・<sup>2</sup> 北海道大学大学院農学院

山岳地の荒廃した登山道にヤシ繊維製の侵食防止マットを敷設し、土壌と植生の保護と周囲からの種子の供給に期待する施工も行われている。本研究では、大雪山国立公園内の植生タイプや侵食防止マットの施工方法及び利用形態などが異なる裾合平、雲ノ平の登山道脇、南沼野営指定地の踏み分け道脇において植生調査を行い、その効果を検証した。施工箇所のベルト状の調査区に50cm方形枠を設置し、植被率、各植物の被度、出現種数、実生個体の個体数と個体サイズ、傾斜角度を計測した。非施工箇所でも同様の調査を行った。

裾合平と雲ノ平では、マット施工区の植被率が非施工区より有意に高かった。マット施工区における優占種は、裾合平ではチングルマ、雲ノ平はイワブクロ、南沼はガンコウランであった。裾合平において経過年数が長い施工区ほど、チングルマの実生の平均個体サイズは大きかった。裾合平と雲ノ平では、南向きのマット施工区で植被率が低かった。登山道脇における侵食防止マット施工は周囲の植物の侵入を促進し、個体サイズも大きくなっていることがわかった。施工箇所周辺の植生や地形との関係に配慮した施工が求められる。

## B3 森林植物園における外国産植栽樹種からの実生調査

○小林徹哉<sup>1,2</sup>・前中久行<sup>3</sup>・大野朋子<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 神戸大学大学院人間発達環境学研究科・<sup>2</sup> (公財)神戸市公園緑化協会神戸市立森林植物園・<sup>3</sup> NPO 法人緑の地球ネットワーク

身近な緑地である都市公園では緑化樹や観賞用樹木として多くの外国産樹種のほか、その地域に自生しない国産樹種が植栽されてきた。しかし、これらの実生が周辺植生、地域環境に及ぼす影響についての情報は十分ではない。本研究では都市公園であり、広域公園に位置づけられる神戸市立森林植物園を対象として人為的に植栽された国内外の樹種の実生の発生状況や動態について現地調査を行った。

調査対象地は、瀬戸内海国立公園六甲地域に位置し、国産・外国産の種・品種合計約1,200樹種を生体展示している。造成して80年が経過した同園において、展示木として植栽した木本植物のうち、外国産樹種と周囲の六甲山地に自生しない国産樹種を対象として実生の発生状況を踏査によって把握、その母樹と考えられる個体の位置を確認した。

その結果、16樹種の実生と母樹が確認され、さらに母樹から100m以上離れた場所での実生発生が3樹種確認された。

これらの実生発生と今後の園地管理手法について、管理作業の状況や地形などから考察する。

## B4 岐阜県大湫町神明神社におけるスギ巨木倒壊の原因と管理の問題点

○黒田慶子<sup>1</sup>・多賀正明<sup>2</sup>・村尾 満<sup>3</sup>・宮嶋英好<sup>4</sup>・森 靖雄<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 神戸大学大学院農学研究科・<sup>2</sup> 樹木医・<sup>3</sup> NPO 樹木研究会こうべ・<sup>4</sup> 宮嶋造園・<sup>5</sup> 森重造園

2020年7月11日に、ご神木のスギ(樹高40m、胸高直径310cm)が倒壊した。当初「大雨による自然災害」とされたが、原因究明には調査に基づく科学的判断が必要である。本研究では、樹体と根の目視調査、計測、試料採取を行い、2012年の樹勢回復工事の記録を参照して、倒壊の直接的原因を探索した。倒壊時には支持根が全て破断していた。腐朽の進行によって支持根が少なく、その一部は枯死していた。幹の西側と南側に接する池のために根は滞水状態にあり、その腐朽や腐敗を促進したと考えられる。幹の傾斜によって北西側の根にかかる張力は大きく、100トン以上と推定される幹重量に耐えられず、根が破断して樹体が瞬時に倒壊したと判断した。2012年実施の樹勢回復工事の際には、樹幹の傾斜が判明していたが、倒壊防止策を講じていない。一方、細根の発生促進が行われており、葉量の増加で樹冠重量が増加し、近年の傾斜の増加につながったと推測された。倒壊前には、降雨による葉への水分付着があり、樹冠重量がさらに増加していたと考えられる。樹勢という曖昧な評価基準が誤診の元になっており、巨樹の管理に必要な診断項目について、科学的な検討を急ぐ必要がある。

## B6 屋久島におけるガイド制度の認識に関する研究 ―ガイドへの意識調査―

○Hamaoka, Michiho<sup>1</sup>・Hyakumura, Kimihiko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 九州大学 21 世紀プログラム・<sup>2</sup> 九州大学熱帯農学研究中心

屋久島は1993年に日本で初めて世界遺産に登録され、日本有数の自然観光地として独自のエコツアーリズムを發展させてきた。2006年にガイド登録制度が開始されたが、2016年に屋久島エコツアーリズム推進協議会と町の両組織を実施主体とした「屋久島公認ガイド制度」が設立された。2020年現在、屋久島には約170名のガイドが存在する。これまでの屋久島のガイドの成り立ちや変遷を題とした研究は存在するが、屋久島公認ガイド制度へのガイドらの認識についての研究は未だない。本研究では、屋久島のガイドを対象に、ガイド制度に対する評価と、認識を明らかにする。加入者と非加入者双方の論点を探ることを目的とし、制度利用者であるガイドの評価をもとに、より適切な制度のあり方を検討する。調査は、屋久島のガイドに関するレビューと、半構造化インタビュー・インターネットアンケートを行った。結果、ガイドの社会的な地位向上という点については、多くの賛同があったが、ガイド制度に対して、その他ガイド共通に感じるメリットは少ない。また、制度加入の有無にかかわらず、ガイド活動ができるという前提があるため、集客性という観点では制度の重要性は低いことがわかった。

## B5 小笠原諸島におけるガイドツアーへの参加と満足度の実態

○仲 七重・寺崎竜雄・岡本亮介

公益財団法人日本交通公社観光地域研究部

小笠原諸島では、ドルフィンスイムや南島上陸等の海関連ガイドツアーや戦跡やトレッキング等の森・山関連ガイドツアーが実施され、これらは観光業を主産業とする小笠原諸島において極めて重要な活動となっている。小笠原村は2010年度から来島観光客を対象としたアンケート調査の実施により観光動態の把握に努めてきたが、ガイドツアーの評価分析が課題となっていた。そこで本研究は、同調査の10年分のデータをもとに、ガイドツアーの参加率と満足度の推移を明らかにし、変動の要因を考察することを目的とした。分析では推移を簡潔に示すため傾向指数(10年間の推移の傾き)を指標に用いた。分析の結果、海関連ツアーうち、ドルフィンスイムとカヤックの参加率と満足度の傾向指数が-0.77~-0.58、-0.004~-0.000と減少傾向となり参加率、満足度ともに低下していることが明らかになった。一方、森・山関連ツアーは全4種すべての傾向指数が、参加率0.22~1.20、満足度0.02~0.04と増加傾向であった。2011年の世界自然遺産登録を境に、来島者の年齢層が高まったことが大きな要因だと考えられるが、ツアー内容の劣化と満足度の低下の関連にも注視が必要であることなどを考察した。

## B7 国立公園における二次自然の保全にむけた基金の枠組みの検討

○山島有喜・山本清龍・小堀貴子

東京大学大学院農学生命科学研究科

地域制公園制度をとる日本の国立公園には、原生的な自然とともに、地域の生活、生業と結びつく二次自然が広く分布する。そうした人との関わりの中で成立した自然を保全するためには、自然への人為の関与を維持することが重要であり、地物の消費など経済の好循環を生むことが重要である。一方、協働型管理への取り組みが進む中、地域自然資産法が制定され、自然資源の保全策として利用者負担や基金制度への関心も高まっている。本研究では、里海、里山の代表的な国立公園である伊勢志摩と阿蘇くじゅうの両国立公園を研究対象として取り上げ、来訪者の公園利用に対する意向を明らかにすること、環境保全基金を想定した場合の来訪者の貢献の意向をふまえた基金の枠組みについて検討することを目的とした。2020年11月、両国立公園において実施した利用者意識調査の結果から、両国立公園に共通して、地域の食や産物が公園利用の目的となっており、基金の使途としては里山・里海の風景の保全・回復が期待されていた。なお、本研究は、(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(4-1906、研究代表者:山本清龍)により実施された。



## B8 奥日光地域の駐車場を活用した環境保全基金の導入可能性の検討

○山本清龍

東京大学大学院農学生命科学研究科

1934年指定の日光国立公園はわが国最初期の国立公園の一つであり、火山やその火山活動によって形成された湖沼、湿原、瀑布が公園利用者の目的地となり多くの利用者を受け入れている。しかし近年は、公園利用者がもたらす自然資源への悪影響だけでなく、シカやイノシシ等による花、樹木の食害、湖沼の水質の劣化、外来植物の侵入等が問題となっている。一方、公園地域では管理のための財源不足、管理を担う人材の不足の問題があり、訪問者が地域へ貢献することが求められている。そこで本研究では、奥日光地域の駐車場を活用した料金上乘せ型の環境保全基金の導入可能性について検討することを目的とした。2020年7月8日に奥日光地域の有料と無料の5つの駐車場利用者、赤沼と千手ヶ浜を結ぶ低公害バスの利用者を対象とする意識調査を行った結果、態度を表明した回答者の約9割が基金設立に賛成していた。また、用途としては湿原等の自然風景保全回復が最も期待されていたが、有料駐車場と無料駐車場で利用者の貢献意識は異なっていた。なお、本研究は栃木県委託研究の一環として実施し、一部、環境研究総合推進費（4-1906、研究代表者：山本清龍）からの支援を受けた。

## B10 ダスマンの IUCN 保護地域管理カテゴリへの影響

○伊藤太一

筑波大学生命環境系

ダスマン (Raymond F. Dasmann) は生物多様性や持続可能な発展概念の提案者として知られているが、UNESCO の人間と生物圏プログラム (MAB) における生物圏リザーブ (BR) や IUCN の保護地域管理カテゴリにも深く関わっている。1966年に米国保全財団の国際プログラム長となり、UNESCO のバティス (Michel Batisse) から2年後に開催予定の生物圏会議の支援を依頼され、MABに関わるようになる。その過程でトップダウンのIBPに対して地域住民を重視したボトムアップ型のMABを提案する。1970年にIUCNの主席生態学者となってからもMABに関わる一方で、1972年の世界国立公園会議では保護地域管理カテゴリの原案を発表する。その中で比較的広大な保護地域におけるゾーニングを主張しているのが注目されるが、1973年のMAB第8プロジェクトの最終報告ではBRの提案に留まり、1974年にUNESCOのBR指定ガイドラインになってゾーニングが提示される。このようにIUCNの保護地域管理カテゴリの概念はBRにおけるゾーニングの影響を受けている。米国に戻ったダスマンはサンフランシスコ市街も含む市民参加型のゴールデンゲートBRの設立者となっている。

## B9 日本におけるキャンプ場の森林利用の動向

○平野悠一郎<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup> 筑波大学大学院生命環境科学研究科

日本では1960～90年代にかけて、アウトドア・レジャー活動としてのキャンプへの関心が高まり、各地の国有林・民有林内にも多くのキャンプ場が設立された。しかし、1990年代後半以降は、経済不況と利用者の減少による施設過剰状態となり、大多数のキャンプ場の経営が悪化した。これを受けて、2000年代以降は、民間の経営主体を中心に、キャンプ場の再生の動きが顕著となる。その一環として、ウェブを通じた情報集約・予約システムの構築や、宿泊・体験の「質」を重視する動きが見られてきた。近年では、そうしたキャンプ場再生の動きが、幾つかの方向性を伴って加速しつつある。例えば、グランピングやワーケーションの場としての施設整備に加えて、自然教育の機会としてのプログラムを充実させ、また、地域資源活用による地域活性化の基点として位置づける等の傾向が、事例調査を通じて確認できた。

## B11 保護地域「協治」の理念的・実態的な意味：ボルネオ中央部の事例比較より

○井上 真

早稲田大学人間科学学術院

本報告では、ボルネオ島中央部(インドネシア側とマレーシア側)の国立公園地域を比較検討し、保護地域「協治」の理念的・実態面での意義を明らかにすることを課題とした。＜理念面＞「SDGs時代の森林政策論」、「保護地域管理論」、「参加型森林管理論」の分野において、「協治」は主に「手段」としての意義を与えられてきた。しかし、人々のエンパワーメントなど「協治」の実現それ自体を目指す「目的」としての意義も補足的に付与されてきた。「目的」としての意義を明確に謳ってきたのは「国際法」分野である。＜実態面＞インドネシアでは「協治」を保証する法制度が整備されてきた。公園の境界設定とゾーンごとの利用制限決定時には「手段」として、その後の観光客がほとんど来ない状況での「協治」は「目的」としての意義を有している。マレーシアでは「協治」の制度化はみられないものの、公園当局による柔軟な対応によって土地利用に関する住民の要求が部分的に認められ、またエコ・ツーリズムにより便益を得ているなど「手段」としての意義を有している。これを長期継続のためには、「参加」を保証するための法制度の整備が不可欠である。

## B12 屋久島国立公園における山岳部利用のあり方に関する検討結果と今後の課題

○土屋俊幸<sup>1</sup>・柴崎茂光<sup>2</sup>・吉田正人<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 林業経済研究所・<sup>2</sup> 国立歴史民俗博物館・<sup>3</sup> 筑波大学芸術系

屋久島山岳部は、1964年霧島屋久国立公園指定、1993年世界自然遺産登録を初めとして、国内外の様々な保護地域に指定・登録されてきた。屋久島への年間入込数は、1980年代半ばまで10万人前後で推移していたが、世界遺産登録によるブームから2007年度には40万人を突破し、登山を中心とした観光レクリエーション利用が急速に増大、特に利用が集中した縄文杉ルートを中心に、過剰な利用による混雑、し尿処理、自然環境に与える影響等が大きな問題となった。入込数は2010年代後半にはほぼ半減して20万人台後半で推移してきたが、コロナ禍でこの1年は大きく減少している。環境省は2016年度より「屋久島世界自然遺産・国立公園における山岳部利用のあり方検討会」を組織し、山岳部の利用のあり方について、広範な関係者による継続的な検討を行ってきた。検討会は最終年度を迎えたが、現在までに、ROSの考え方に基づく「あるべき利用体験ランク」ごとの管理目標・方針、利用ルートごとのランク、登山道の区間ごとのランク等を検討・確定してきた。発表では、これまでの成果の概要を報告すると共に、検討過程で析出された問題点、残された課題等について、実践者の立場から報告する。

## B14 コロナ禍で自然観光を志向する日本人旅行者の特性に関する基礎的考察

○安原有紗・五木田玲子

公益財団法人日本交通公社観光地域研究部

新型コロナウイルス感染症（COVID-19、以後新型コロナ）の拡大により、私たちの社会および生活は大きな影響を受けた。特に、移動や外出の自粛などの各種制限によって、旅行行動も大きな制約を強いられた。感染リスクを回避できる安心安全な旅行スタイルへの転換が社会的に求められる中、ソーシャルディスタンスを確保し3密を避けられる旅行タイプとして、自然観光への関心が高まっている。一方で、旅行者のうち特にどのような層が自然観光を志向しているかについては分析の余地が残されている。

そこで本研究では、自然観光を志向する日本人旅行者の特性を明らかにし、新型コロナ流行下における自然観光地のあり方について考察した。具体的には、2020年5月、11月に実施された「JTBF旅行意識調査」の調査データの一部を用いて、行ってみたい旅行タイプに関する設問における「自然観光（自然や景勝地を見てまわる観光旅行）」の選択の有無と個人属性（性別、年代など）、新型コロナに対する意識、旅行頻度等の関係性を分析した。その結果、自然観光を選択した割合は、性別では男性より女性の方が高く、年代別では男女ともに50代以上が高いことなどが示された。

## B13 観光資源の評価と誘客力に関する一考察

○寺崎竜雄

公益財団法人日本交通公社観光地域研究部

1972年に（財）日本交通公社が公表した「全国観光資源台帳」は、日本国内から8,117件の観光資源を抽出し、各資源種別に分類するとともに、誘致圏域などを基準に特A級、A級、B級等のランクを設けて各資源を評価している。その後、この台帳は観光レクリエーション適地の選定、地域の観光計画や広域観光ルートの設定等、観光振興の現場で活用されてきた。これまで資源評価の結果に対する見解は散見されてきたが、評価基準とした誘致圏域や誘客力を検証する研究は見当たらない。そこで本研究では、「全国観光資源台帳」の観光資源評価基準の適正性の考察を目的とし、実際の観光旅行訪問者数との関連分析を試みた。その結果、都道府県ごとのB級以上の観光資源数と旅行者数は、相関係数が0.81という強い相関を示した。また、ランク別の相関係数は、A級とB級ともに同程度の高い値であった。一方で、資源種別ごとに旅行者数との関連をみたところ、それぞれの相関係数は大きく異なった。これらをもとに「全国観光資源台帳」による資源評価は都道府県程度の広がりをもつ地域の包括的な誘客力に寄与するが、評価ランクは各資源の誘客力と一律に結びつくものではないこと等を考察した。

## B15 「新しい日常における森林活用の意向調査」の概要について

○田中伸彦<sup>1</sup>・武田惇奨<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東海大学観光学部・<sup>2</sup> (株)武田林業

2019年より林野庁が重点施策に位置づけた「森林サービス産業」の一環で行った「新しい日常における森林活用の意向調査」の概要を報告する。「森林サービス産業」とは、山村の活性化に向けた関係人口の創出・拡大のため、森林空間を健康、観光、教育等の多様な分野で活用する新たなサービス産業のことである。日本では2020年の初頭から、新型コロナウイルスへの感染が社会問題化し、旅行や通勤、出張等の国内外の移動や日常生活が大きく変化した。その様な状況下で、人々の森林に対する意向がどこへ向かうのかを予測するため、「移住」と「観光」をキーワードに3,200人規模のWEBアンケート調査を実施した。調査期間は2020年6月26日～29日で、第1回目の緊急事態宣言が解除されてから約1か月のタイミングで実施できた。そのため、ポストコロナにおける自身のライフスタイルを比較的冷静に判断できる貴重な時期に実施できた調査であると位置づけられる。主な結果としては、農山村移住の意向は24.4%で、移住希望者の「テレワーク移住」の意向は7割を超えていた。また、3密を避けた屋外活動への関心は過半数に達し、森や山における活動意向が相対的に高いなどの意向が示された。



## B16 コロナ禍における登山観光

○久保田賢次<sup>1</sup>・津田吉晃<sup>2</sup>・曾我昌史<sup>3</sup>・赤坂宗光<sup>4</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>筑波大学生命環境系・  
<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>4</sup>東京農工大学大学院農学研究院

山岳地域における事故や遭難が多発しており、警察庁が毎年発表する「山岳遭難の概況」では1961年の発表開始以来、今日まで増加傾向が続いている。行政や山岳団体による啓発活動等が行われてきたが、増加傾向に歯止めをかけ、山岳遭難事故を減少させるような具体的対策ははまだ見出されておらず、有効な遭難防止策の立案と実行が急務である。

事故の背景や発生原因等を、登山者の属性や行動特性との関連から解き明かすために、2020年9月～10月に、コロナ禍を受けての登山日数や対象山域、宿泊形態、事故への備え等の質問も加えた全国規模のWebアンケートを実施した(全44問、有効回答3248件)。

予定も含めた年間登山日数については、2019年は11～20日が最多(23.4%)であったが、5日未満が25.0%となり、近郊の低山が増える(41.0%)、日帰り登山が主流になる(50.9%)、テント泊を行う(25.5%)等の変化も見られた。また、約52%の人が事故に備える意識には変化がないと答えており、登山道の未整備状態や山小屋の営業中止、救助隊員の感染予防の必要性等の状況も続く中で、安全面への課題も明らかになった。

## B18 新型コロナウイルス感染症(COVID-19)対策が富士山観光に及ぼす影響

○藤野正也<sup>1</sup>・久保雄広<sup>2</sup>・栗山浩一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>福島大学食農学類・<sup>2</sup>国立環境研究所生物・生態系環境研究センター・<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究科

2020年は新型コロナウイルス感染症(COVID-19)が世界的に流行し、富士山においては対策として4つの登山道すべてが閉鎖された。この対策が国民にどのように評価されているのかを明らかにするため、全国の20歳から69歳の男女1,038名に対し、Webアンケート調査を実施した。感染対策としての登山道閉鎖の妥当性を尋ねたところ、50%が妥当であると回答した。閉鎖された登山道へ侵入する登山者への対応としては、25%が自己責任であれば問題ないと回答した一方、30%が罰金を科すのが良いと回答し、評価が分かれた。また、登山道の閉鎖が終了した場合を想定し、山小屋の宿泊人数を半減させる対策に対して評価を求めたところ、効果を期待する意見が4割あった一方で、相部屋であること自体に対して否定的な意見が4割あり、評価が分かれた。今後、適切な対策を取るためには従来の登山とは異なる形態の構築が必要であると考えられた。

## B17 COVID-19流行前後の阿蘇くじゅう国立公園の誘致圏と来訪者行動の特徴

○久保暁子・山本清龍・山島有喜・小堀貴子

東京大学大学院農学生命科学研究科

2020年の新型コロナウイルス(COVID-19)感染症の拡大により、私たちの生活、産業は大きな影響を受けている。同年4月の緊急事態宣言以降、感染症と観光に関わるいくつかの緊急報告が出されているが、国立公園に関してCOVID-19流行前後で比較された報告は見あたらない。そこで、本研究では、阿蘇くじゅう国立公園を事例とし、COVID-19流行前後における来訪者の属性、行動の特徴とその差異を明らかにし、誘致圏の観点からその変化とその要因について考察することを目的とした。2019年と2020年の両年11月に、阿蘇くじゅう国立公園において郵送回収式アンケート調査を実施した。その結果、感染症拡大後は、県内居住者、家族単位での訪問が多く、旅行者のグループが小さく、訪問目的等の多寡に差異があったことから、感染症への対応行動の結果として国立公園の利用者層、行動に変化が起きていると考えられた。また、宿泊者が多く、GoToトラベルなど観光促進策の効果と思われる変化を確認でき、行政等による観光への助成、支援策と合わせて考察を行った。なお、本研究は、(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(4-1906、研究代表者：山本清龍)により実施した。

## B19 COVID-19流行前と期間中の自然観光地の混雑許容度の比較

○金 慧隣<sup>1</sup>・愛甲哲也<sup>1</sup>・庄子 康<sup>1</sup>・松島 肇<sup>1</sup>・伊藤瑠海<sup>2</sup>・八尋 聡<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学院

本研究の目的はCOVID-19流行前後の自然観光地の混雑許容度の変化を把握することである。国立公園では自然環境の保全と良好な利用体験の提供のため過剰利用を避ける必要がある。良好な利用体験の提供という視点から適切な利用者数を検討するため、利用者の許容限界の計測が広く行われている。しかしCOVID-19の影響により、人々の社会心理学的な距離に対する認識が変わっている可能性があり、利用者の許容限界もCOVID-19流行前後で変わっている可能性がある。本研究では知床国立公園のカムイワッカ湯の滝を評価対象とした2014年のWEBアンケート調査を対照とし、2020年にも同じ形式で調査を実施して結果の比較を行った。調査ではカムイワッカ湯の滝を背景とした写真を使い、写っている利用者数が異なる写真を7枚合成し、回答者に提示してそれぞれについて7段階で評定付けを行ってもらった。得られたデータは順序ロジットモデルによって解析を行った。その結果、2020年の許容限界の方が、2014年の許容限界よりも高くなっていた。写真に対する評定付けには2014年と2020年で統計的に有意な差が存在しており、許容限界にも統計的に有意な差があることが推測された。

## B20 インドネシアの広場 alun-alun の Covid-19 拡大への対応状況に関する考察

○小堀貴子

東京大学大学院農学生命科学研究科

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) は、世界中で感染が拡大している。インドネシアでは、感染者数合計は 869,600 人であり死者は 25,246 人である (2021 年 1 月時点)。インドネシア全体において特に感染者数が多いのはジャワ島であり、ジャカルタ首都特別州・西ジャワ州・中央ジャワ州・東ジャワ州の 4 州で感染者数全体の 6 割を占めている。そこで本報告では、感染が集中しているであろうジャワ島の都市部に着目した。

本報告では、人々の生活様式の変化に伴い屋外空間である広場での活動がどのような影響を受けたのかについて明らかにし、その社会的役割の変化について考察した。調査ではインターネット上で公開されている行政資料及び新聞記事を中心に用いた。COVID-19 の影響を受けて、alun-alun を含む広場はすべて一時的に閉鎖され、自由な活動や賑わいのあった空間は、活動内容の制限が課されるとともに監視員が配置された。また alun-alun では都市の中心という立地を活かして、COVID-19 の検査や食糧支援・補償金配布の場所等に利用されており、対策を象徴する役割もあることが示唆された。

本研究は JSPS 科研費 (20J40205, 代表: 小堀貴子) の助成を受けたものである。

## C2 奈良県の中高生に向けた森林教育プログラムの実証的開発

○奥芝理那<sup>1</sup>・松本光朗<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 近畿大学大学院農学研究所・<sup>2</sup> 近畿大学農学部

奈良県では中高生に向けた森林教育が提供されておらず、中高生の森林への意識の高さと知識量が伴っていないことが明らかとなった。このことから、小学生時の体験の素地を活かした森林の総合的な知識を提供する森林教育プログラムを開発した。近畿大学農学部の大学生が 1、2 時間の総合的な学習の時間に教室内で行うことのできる「座学」とアクティブラーニングの一つである「グループワーク」のプログラムを設計し、2 年間にのべ 6 校で実施した。座学は森林の多面的機能や木製品利用の大切さなどを取り上げ、森林への深い理解や林業の負のイメージを払拭することを意図した。グループワークはブレインストーミングと発表を行った。実施前後と 3 か月後のアンケート調査からプログラムの効果を評価し、座学に比べてグループワークの効果が統計的にも高いことが分かった。また、大学生の参加による教育効果や大学生起用の有効性が検討された。さらに、教員のより高度な森林教育への期待が寄せられた。しかしながら、中高生を対象とした森林教育では理科や社会といった森林に関連する教科の内容とすり合わせて、より高度な内容を取り扱う必要があると考えられた。

## C1 子どもの自然離れの実態と要因 ～地域環境と親子関係に着目して～

○北村芽唯<sup>1</sup>・蒔田明史<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup> 秋田県立大学大学院生物資源科学研究科・<sup>2</sup> 秋田県立大学生物資源科学部

近年、日常生活における人々と自然との関わり合いは減少しており、都市部だけでなく緑地が身近にある秋田県においても自然離れは生じている。子どもの自然離れには保護者自身の自然体験の経験や意識等が関係する可能性があるが、未だ知見は不足しており、さらには地域の自然環境との関係についても検討する必要がある。そこで本研究では秋田県の山間地・中山間地・市街地において小中学生とその保護者を対象にアンケートを行った。

結果、どの地域においても子どもの自然離れは進行しており、保護者の幼少期の遊びの経験はその子どもの遊びの頻度に関係することが明らかとなり、また、保護者が考える子どもの自然離れの要因としてスマホ等の普及による子どもの行動変容と習い事の増加等の時間的な制限が挙げられた。一方、休日家族と自然に出かけるような機会の有無が、子どもの意欲や意識に関係していた。

以上の結果から、子どもの自然離れの要因として 1. 保護者の経験不足と 2. 子どもの自然体験の機会の喪失が考えられる。以上から、子どもの自然離れの抑制には保護者自身の自然体験を促したり、子どもにはイベント等で自然体験の機会を与えたりすることが重要である。

## C3 希少な野生動植物種の密猟や盗採を防ぐ教育機会の創出と危険性

○大島順子<sup>1</sup>・久高将和<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 琉球大学国際地域創造学部・<sup>2</sup> 一般社団法人やんばるビジョン

亜熱帯照葉樹林の森を有し世界自然遺産登録を目指す沖縄島北部では、外来生物による捕食やロードキル、密猟や盗掘、生息環境の悪化等が、固有種や希少種に影響を及ぼしている。中でも、昨今では希少野生動植物が違法捕獲や取引の対象となり、海外に持ち出され、空港などで差し押さえられる事件が後を絶たない。琉球諸島は特に両生類・爬虫類の種数や固有種が多いことで知られ、それらがペットとして捕獲され、国内外で取引されている現状がある。条例による保護の限界やペット事業者の法令遵守意識の低さが指摘されるが、地元で捕獲等に携わる協力者がいることも事実である。しかしながら、地域全体で監視する資源管理における教育的取組みが不十分である。世界遺産への登録により注目が集まることで琉球諸島固有種の国内外の愛好者やコレクターの関心が一層高まることも懸念されるが、それを助長することに繋がる危険性ははらむのが野生の動植物の観察を目的としたツアー商品の存在である。自然にふれあい、生物やその生態系や保護の実態について学ぶ機会となるツアーが、ツアー広告の強調表示やガイドらによる不適切な案内が盗掘を誘引しかねない現状がある。



#### C4 九州北部豪雨被災地における他出者を中心とした環境教育の展開と課題

○市野瀬愛<sup>1</sup>・佐藤宣子<sup>2</sup>・藤原敬大<sup>2</sup>・原田佳生<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院

近年、自然災害が多発しており、被災地の自発的な復興と少子高齢化などの既存の課題解決を図る活動が求められている。しかし、過疎地域では、地域活動に取り組む担い手が不足しており、外部人材の活躍が期待されている。

本報告では、被災を契機に他出者によって設立された市民団体の実態と継続の課題を提示することを目的とした。方法は、流木により甚大な被害を受けた2017年九州北部豪雨被災地である福岡県朝倉市で、被災後に他出者によって設立され、自然体験から子どもたちの感性を育てる活動を通じて地域コミュニティの再生を目指す団体を対象に、活動への参与観察と、スタッフ全員(9名)への聞き取り調査を実施した。その結果、生まれ育った市町村という地縁だけではなく、代表との様々な人的な結びつきが参加の経緯に深く関わっていた。一方で、復興が団体の基軸であるが、スタッフ自身の参加動機には「自分自身が楽しく遊ぶ居場所」という認識を持つ者が複数いた。復興とは異なる自分の「楽しみ」という動機が存在が、活動の持続性には必要だと示唆された。

#### C6 森林科学科学生対象の体験ふりかえりワークショップの実践

○比屋根哲<sup>1</sup>・藤原拓摩<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岩手大学連合農学研究科・<sup>2</sup>岩手大学総合科学研究科

本報告では、大学で森林科学を専攻する学生を対象に、森林体験を含む自らの様々な人生体験を振り返りつつ、現在の自らの意識の有り様を再認識するための「体験ふりかえりワークショップ」の内容を紹介する。同ワークショップは、2020年11月25日、岩手大学農学部森林科学科の2年次学生で専門科目「森林環境教育論」を受講する13名を対象に実施した。このワークショップは、過去の森林体験に関わるライフヒストリー研究に対する理解と、これまでの活動を振り返りその成果を確認することで自らの成長につなげていくポートフォリオ評価の効果について体感してもらうことを目的とする講義の一環として実施したが、同時に森林科学科学生の現時点の意識状況が、彼らの入学前および入学後の授業やサークル活動等の諸体験からどの程度説明できるかを探る研究の試行調査の位置づけも持たせて実施した。本ワークショップの結果、学生の森林・自然・環境等に対する意識の有り様は、共通点はあるものの相違に幅があること。また体験の場や内容は、自然体験や講義・実習だけでなく、サークル活動や家族・友人等との対話といった様々なレベルの体験であることがわかった。

#### C5 林業大学校における教育プログラムの検討

○小菅良豪

にちなん中国山地林業アカデミー

2013年に「緑の青年就業準備給付金事業」が創設されて以降、林業大学校は急増し2019年度には19校にまで増加した。林業大学校増加の背景には、林業の労働災害の多さだけでなく、林業事業体における人材育成の困難さも増加の要因になっている。本報告の目的は、林業大学校の教育プログラムにおいて何を教えるべきか?について検討することである。研究方法は、1年制林業大学校のシラバス比較、他地域の林業事業体での修行経験のある熟練者2名(林業歴30年以上)への聞き取り調査、文献調査から明らかにする。林業大学校のシラバス調査を1年制に限ったのは、2年制に比べ林業現場に必要な科目が凝縮していると思われるためである。林業大学校の教育内容については、「緑の青年就業準備給付金事業」によって事実上規定されている。主な内容は、基本事項、造林、育林、伐木、造材の最低時間数、授業計画の外部評価、マーケットインなど具体研修の実施指示である。林業の担い手として林業事業体から求められる能力・知識と林業大学校の教育内容の相違について明らかにし、将来の林業の中核なす者を育成するために、より良い林業大学校の教育プログラムについて考察する。

#### C7 森林科学科学生のライフヒストリー

○藤原拓摩<sup>1</sup>・比屋根哲<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岩手大学総合科学研究科・<sup>2</sup>岩手大学連合農学研究科

森林科学科に入学するまでは森林の伐採や狩猟に否定的だったが、入学後はそれらに対して肯定的に変化する学生がいる。それにはいったいどのような要因が関与しているのだろうか。学生のこのような森林・林業に関わる意識の変容を明らかにすることで、今後の大学教育における森林教育の1つの手がかりが得られる。本研究では、森林科学科の学生のライフヒストリー、特に大学入学後のライフヒストリーに着目し、入学後にどのように意識を変容させていったのかを明らかにすることを目的とした。岩手大学森林科学科の学生15名に対してインタビュー調査を実施し、そのインタビューデータを元に修正版グラウンデッド・セオリー・アプローチ(M-GTA)による分析を行った。分析の結果、「日本林業の現状認知と林業に対する関心の変化」、「野生動物管理に対する意識の変容」、「興味のある分野の形成プロセス」などの意識の変容が抽出できた。これらの意識の変容には大学での講義や実習以外にも課外活動、特に自然系サークルによる体験が大きく関与していることが分かった。

## C8 国家公務員採用試験にみる専門職に求められる森林科学の内容

○杉浦克明<sup>1</sup>・中村友美<sup>1</sup>・井上真理子<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 日本大学生物資源科学部・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所多摩森林科学園

林野庁を志望する学生を輩出する大学教育は、養成する人材の到達点が明確でなく、専門分野の知識等が不足したまま森林・林業関係に就職しているなど、教育の質保証の課題がある(井上・大石 2019)。そこで、本研究の目的は、国家公務員試験の総合職(Ⅰ種、森林・自然環境)と一般職(Ⅱ種、林学)の出題内容の構成を把握し、公務員専門職に求められる知識内容の整理をもとに、大学の専門教育に必要な教育内容を明らかにすることである。方法は、2009年度から2019年度までの11年間分の国家公務員多岐選択式試験問題を対象に、森林・林業実務必携の目次と森林・林業白書の内容とを照らし合わせ分類と整理を行った。その結果、総合職も一般職も森林・林業白書からの出題割合が多く、森林・林業の動向を把握できていることが求められているといえる。また、その他の問題では、実務必携の項目のほぼ全ての分野の知識を必要としていたが、総合職ではより広い視点で森林・林業をとらえる内容が出題されていた。大学の教育目的に、森林管理を担う公務員などの人材育成を掲げる場合は、職業のニーズに沿って、森林科学全般を網羅したカリキュラム構成が必要と考えられた。

## C10 森林教育に関する認証制度

○寺下太郎

愛媛大学大学院農学研究科

昨年報告する予定であったドイツにおける森林教育の森林法上での位置付けについてさらに補足しつつ、森林教育について客観的な質保証を伴う認証制度がどのように体系化され浸透しているかを考察する。

森林教育は多くの州林野行政の基本業務として州森林法に明記されている。その実行のあり方の一つとして、「森林教育に関する認証(Waldpädagogik Zertifikat)」の取得のための研修コースを林野行政が担っている。この認証制度は初期は先進的な州による個別の認証制度だったが、体系化・共有化が進み、現在全国16州のうち、12州に広がっている。各州林業研修所のプログラムの一つとして提供されている場合が多い。

その内容は、ベーシックモジュール:「教授法の基礎」と「森林科学の基礎」、メインモジュール:(A) 林業と生態学、対象に特化した手法、(B) 特殊な教授法と実践、トレーニング、(C) 法律と組織論、(D) 選択コース、である。全モジュールの合計日数は18日間であるが、多くの場合半年以上をかけて修了する。この後に、40時間の現場実践を課し、森林教育イベントの計画と実施という、実践的な修了試験を行う。

## C9 歴史的資料による森林教育再考

○大石康彦<sup>1</sup>・井上真理子<sup>1</sup>・田中千賀子<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>2</sup> 武蔵野美術大学

森林教育は、“森林や森林と人との関係性をよりよいものにすることができる人の育成”を目的に幅広い領域で行われてきている。しかし、森林や森林と人との関係性は歴史的に必ずしも向上してきたとはいえず、森林教育のあり方には再考の余地がある。本研究は、歴史的資料から明治期とそれ以前の森林教育がとらえていた森林や森林と人との関係性と現在の森林教育がとらえている森林や森林と人との関係性とを比較することによって、森林教育のあり方を再考するものである。学校教育については教科書、社会教育については博物館展示目録、林業普及や職業訓練については行政文書、日常生活については自伝などを参照し、明治期の内容と現在の内容を比較した。その結果、森林の諸機能の扱いには大きな変化が認められないのに対し、森林資源の採取利用の扱いには後退が認められた。このことは、実態としての森林資源採取利用の衰退が、森林教育の内容に影響を及ぼしていることを示唆するものである。このようなことから、森林教育と森林や森林と人との関係性との間には相互に影響を及ぼす円環的な関係があることを前提に、森林教育を再構築する必要があると考えられた。

## C11 SDGsの向こう側

○中島 皇

京都大学フィールド科学教育研究センター

遂に2050年を目指して日本もしぶしぶ舵を切った。二度の大震災、そして今回のコロナ禍で多くの当たり前がそうではないこと。今の社会の問題点が露呈され、工学や経済における局所最適化一辺倒で上辺を取り繕う哲学のない・余裕のない社会が行き詰った時である。

SDGsは国連が2030年までに達成すべきと掲げている17の目標と具体的な169のターゲットである。基礎となっているのはMDGs(Millennium D.G.s)。2000年に定められ、2015年までの期間目標とした。その期間の終了と先進国の論理を改訂するため継続設定されたと理解している。

さて、一方で学生諸君の「ことば」の問題(語彙力不足、助詞の誤用、定義の認知不足、etc.)は危機的な状況に達している。言語学者に問えば、「ことばは変化するもの」という返事もあるが、教育において言葉が通じないのは致命的である。研究上の術語や特殊用語ではなく、「普通のことば」レベルで間違った解釈が起こる。新聞やテレビで使われ、幼稚園・小学校から中学校・高校と成長していく間に獲得し、培われる「ことば」である。今回はスマホ脳等の「現代病」に侵された若者の危機も指摘し、議論したい。



## D1 植栽を推進する地域の設定が伐採傾向に与える影響

○山田祐亮<sup>1</sup>・當山啓介<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林管理研究領域・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林千葉演習林

九州某市において、「植栽を促進する地域」（以下、促進地域という）の設定が、皆伐実施面積と実施場所に与えた影響を分析した。市の担当者によると、再生林を厭った林業事業者が、促進地域内の皆伐を控えている可能性がある。本研究では、促進地域の設定が皆伐の傾向に与えた影響を、傾向スコアによる逆確率重みづけ法で算出した ATT (average treatment effect on the treated: 処置群での平均処置効果) により評価した。その際、林齢、傾斜、道からの距離を共変量とした。分析の結果、促進地域内における2年間の皆伐面積が全面積の1.23%であるなか、ATTは $-0.22\% \pm 0.11\%$  (95%信頼区間) だった。この結果は、促進地域内では促進地域外より皆伐が行われな傾向となったことを示している。また、促進地域の設定が皆伐地選定の空間的条件にも影響を与えている可能性があった。施業に与える影響を客観的に評価することが、実効性の高い政策策定には必要不可欠である。

## D3 共有資源管理の原則とアグロエコロジーの考察

○小張真理子

筑波大学

持続可能な土地管理のあり方を考える上でコモンズ論は欠かせない視点であり、効果的な環境保全方法として脚光を浴びてきた。共有資源管理の原則は、限りある地球の資源を枯渇させない社会システムを論じている (Ostrom 1990)。国際社会は共有地及び共有資源というコモンズを維持していくための政策形成や様々なプロジェクトに取り組んできたものの、共有資源管理システムは消滅する傾向にある。近年、アグロエコロジー運動が世界各地で活発な動きをみせており、国連食糧農業機関 (FAO) も工業型農業のオルタナティブとしてアグロエコロジー政策を推進している。アグロエコロジー運動はラテンアメリカから世界に拡大し、その活動は伝統的な共有資源管理システムを弱体化させた農業の工業化への対抗と解釈することができる。本研究はブラジルの先住民コミュニティをサポートする NGO が携わるアグロエコロジー普及活動の考察を通して共有資源管理の原則の問題点を考察し、アグロエコロジーの原則に基づく持続可能な共有資源管理システムを論じる。

## D2 森林の計画・計画学の特徴と目的：他分野の計画の視座を交えたレビュー

○當山啓介

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林千葉演習林

森林計画制度や森林計画学会が存在し、森林管理分野において計画の必要性は自明のように取り扱われるが、そもそも計画とは何で、計画学は何をする学問かを明確化すべく、他分野の計画学を含めてレビューした。対象は計画学を冠する日本学術会議の協力学術研究団体の公表情報および、諸分野の計画学に関して過去10年間に発刊された教科書である。計画学という学問領域が確認できる分野は森林計画の他に風景・農村・都市・土木・行政があり、それらは互いに重複する部分もあった。交通・建築・水工も独立して扱われる場合があった。これらはいずれも公共的側面を持つ分野と考えられ、また必然的に長期性もある。一方、計画学と呼称されないが、経営 (マネジメント、プロジェクト等) という大分野でも計画関連事項が扱われていた。「計画事業の計画と実施」等の表現が象徴的だが、計画という単語は、文章や図等で構成される「計画」自体を示す場合と、構想して実施する等の行動概念を示す場合があった。各教科書には、当該分野に存在する「計画」の説明、分野の目的、分野の遂行に必要な知識や技術の解説等が含まれていた。計画内容実現のための手法の記載有無は様々であった。

## D4 森林の持つ多面的機能の統合的評価法に関する一考察

○納富 信・石 佳凡・馮 麗文

早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科

近年、わが国の森林面積は横ばいで推移しているが森林蓄積は増加の一途をたどっている。そのような状況の中、森林資源の多角的利用と森林管理の効率化、森林が有する「多面的機能」の効果的な発揮が求められている。2019年度に施行された“森林環境譲与税”は「森林の公益的機能の発揮」を目的としていることから、多面的機能 (公益的機能含む) の価値を明示的に表現すること必要がある。しかし「森林・林業白書」においては、未だに2001年の日本学術会議答申「地球環境・人間生活に関わる農業および森林の多面的な機能の評価について」が“多面的機能の価値”として説明され、その多くは代替法であることからして、現在の価値を適切に表現しているとは言えない。そこで本稿では、これまでに取り組みされてきた「森林の有する多面的機能」の機能評価および機能価値評価を概観し、地方自治体における“森林環境譲与税”の用途調査の結果から、これまで外部経済効果として考えられてきた森林の多面的機能の内部化の動向を整理する。加えて非市場財としての機能価値を多基準分析手法により統合する試みにより、あらたな多面的機能を発揮する森林管理のあり方について示す。

## D5 クラウド型森林 GIS の現状と課題

○鹿又秀聡

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林業経営・政策研究領域

総務省の調査によれば日本では約 60% の企業がクラウドを利用しており、今後もクラウドの利活用は急速に進むと思われる。森林分野では、2016 年の森林法改正による林地台帳制度の創設以降、市町村が林地台帳を整備するためには、都道府県が所有する森林情報が必要であり、都道府県が作成する森林計画図も林地台帳の成果を反映させることが望ましいことから、情報共有の重要性が注目されるようになった。地方自治体間の情報共有の手段としては、総合行政ネットワーク (LGWAN) の利用が主流であったが、情報共有は、自治体間だけでなく、森林組合や素材生産業者等との間でも要望が多いことから、インターネットのクラウドサービスが注目され始めた。そのような背景のもと林野庁は、「森林情報高度活用技術開発事業」により森林クラウドシステムの標準仕様を整備し、クラウド型の森林 GIS の普及展開を図ったところ、平成 29 年度に 2 県に導入以降、令和 2 年 12 月時点で 18 都道府県に拡大している。今回は、導入した自治体及び開発企業への聞き取り調査、林野庁業務資料等から、クラウド前後での利活用の変化、問題点について分析を行った結果について報告を行う。

## D7 単木の樹冠長と胸高直径成長の関係およびその推移について

○田中邦宏・齋藤和彦・田中真哉・近口貞介・楢山真司

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

期首の胸高直径および樹冠長のどちらが定期直径成長量に対する影響力が強いかについて、スギ人工林固定試験地における調査データを用いて検討した。調査地は白見試験地 (和歌山県新宮市) および六万山試験地 (石川県白峰市) で、ともに面積は 0.2ha、3000 本/ha で植栽された。白見試験地では 10 年生から 62 年生にかけて 11 回、六万山試験地では 15 年生から 66 年制にかけて 11 回の調査を行った。胸高直径を鋼製輪尺 (2 方差し) で 0.1 cm 単位で、樹高、枝下高をブルーメライズないし Vertex で 0.1 m 単位で測定した。

直径成長量を従属変数に、期首の胸高直径と樹冠長を説明変数として重回帰分析を行い、変数の影響力の強さを標準偏回帰係数によって比較した。その結果、白見試験地では期首直径の標準偏回帰係数が概ね 0.5~0.6 であったのに対し、樹冠長は多くの調査回で 0.2~0.34 程度であった。標準偏回帰係数と林齢の間には明瞭な関係は認められなかった。六万山試験地でも標準偏回帰係数と林齢の関係は明瞭ではなかった。以上から、期首の胸高直径は直径成長に対する影響力が強いこと、樹冠長は測定が比較的容易だが、陽樹冠長を代替するには不向きであることが考えられた。

## D6 天然林樹木個体群を対象とした減反率の推定

○広嶋卓也・WIJENAYAKE, Pavithra Rangani

東京大学大学院農学生命科学研究科

減反率理論は、鈴木太七が 1960 年代に考案したもので、生物の死亡、機器の故障といったイベントがランダムに発生するまでの時間を扱った「生存時間解析」を、人工林の伐採イベントに適用したものと位置づけられる。人工林の場合、広域の森林を対象として、1ha の林分を観測の単位とすると、一定期間にある林分がある林齢で伐採されるイベントはランダムに発生すると見なせるため、伐採イベントに対して減反率理論を適用できる。そして解析の結果、減反率分布 (横軸に年齢、縦軸に伐採確率をとった確率分布) が推定できたならば、年齢別伐採確率をもとに、年齢別の伐採量を予測することができる。一方、天然林の場合、樹木集団 (例えば個別の林分) を対象として、個々の樹木を観測の単位とすると、樹木の枯死イベントに対して、人工林と同様の減反率理論を適用することができる。本研究では、森林帯の異なる東京大学北海道演習林および千葉演習林における、複数の天然林林分を対象に、複数時期にわたる減反率分布を推定した事例を紹介する。そして年齢分布の形状、減反率分布の定常性、樹木集団の平均寿命と生物学的寿命の比較、といった観点から、林分の成熟度の評価を試みる。

## D8 病虫害拡散モデルの構築

○伊高 静

東京理科大学理工学部

持続可能な森林資源の利活用において、様々な被害リスクを軽減するための資源利用のあり方を探求することが求められている。これまでも、病虫害による被害拡散モデルは数多く提案されてきたが、本研究では、様々な病虫害拡散に応用可能な汎用的なモデリングを目指す。拡散モデル構築には、カシノナガキクイムシによってもたらされるナラ枯れの時系列メッシュデータを利用した。被害の拡散・移動の因果関係を明らかにするために、気象データ等に加え、害虫飛散経路となり得る空間的情報をモデルに組み込んだ。発表では、被害の抽出方法や、時系列被害マップの作成についても触れ、因果関係の分析手法や拡散モデル構築について議論したい。

## D9 Effects of 14-year deer exclusion and gap creation on the recruitment process of late-seral species

○ Jeffery Ang Meng Ann<sup>1</sup>・Yoko Hisamoto<sup>2</sup>・Dai Kusumoto<sup>2</sup>・Mitsukazu Mitsugi<sup>2</sup>・Tsutomu Karukome<sup>2</sup>・Koji Fujihira<sup>2</sup>・Maki Suzuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo・<sup>2</sup>University of Tokyo Chiba Forest

Heavy browsing from deer overpopulation is a global phenomenon that results in regeneration failures of many palatable tree species, resulting in dominance of non-palatable species and potentially reducing overall biodiversity. Indirect impacts of deer overpopulation have been associated with increased soil bulk density which inhibits seed germination and root penetration depth. Most forest management strategies against deer overpopulation incorporate deer enclosure fences and in some cases, artificial canopy gap creation in previously coppiced forests. Our study takes place in sites where deer density occurs at intermediate levels (10-13.5 deer/km<sup>2</sup>) and incorporates a combination of canopy gap and deer enclosure treatments established since 2008. Through this study, we report our findings on deer exclusion and canopy gap creation on late-seral species recruitment as well as its effects on soil physical and chemical properties.

## D11 深層学習を用いた時系列航空写真の解析

○米 康充<sup>1</sup>・小熊宏之<sup>2</sup>

<sup>1</sup>島根大学学術研究院農生命科学系・<sup>2</sup>国立環境研究所生物・生態系環境研究センター

過去から現在にかけての植生の変化を調査することは、林業の状況や社会的条件、植物学的条件、気候条件等の変動を追跡する上でも重要なことである。過去には植生調査が行われているが、森林簿等の情報については近年を除き組織的に管理されておらず、詳細な情報としては航空写真が有用な情報源の一つである。航空写真の解析に関しては長年目視判読により行われてきたが、判読技術者の育成や広域の解析に限界があった。また、オブジェクトベース分類やSVM解析にも精度の点で限界があった。これに対し近年 AI、ディープラーニングを用いた判別方法が有効になってきた。

そこで本研究では、5000 ha の領域に対し時系列の航空写真に対してディープラーニングの一つの方法であるセマンティックセグメンテーションを用いて植生分類を行うことで、植生の変化を抽出した。

## D10 Forest carbon stock estimation by systematic sampling plot and uncertainty analysis

○ Eiichiro Nakama<sup>1</sup>・Dian Ayu<sup>2</sup>・Rachmat Dwi<sup>2</sup>・Gunawan Setiadji<sup>3</sup>・Hiroataka Sato<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Japan International Forestry Promotion and Cooperation Center・<sup>2</sup>Directorate General of Nature Resources and Ecosystem Conservation, Ministry of Environment and Forestry, Indonesia・<sup>3</sup>Rimba Partikel Indonesia Co., Ltd.・<sup>4</sup>Sumitomo Forestry Co., Ltd.

Mitsui Sumitomo Insurance Co., Ltd. has been implementing the "Paliyan Wildlife Sanctuary Reforestation project" since 2005 in Java Island, Indonesia, to anticipate the deforestation and degradation of tropical forests. More than 300,000 trees have been planted, consist of local species and useful species including fruit species. In this study, forest biomass, carbon stock and CO<sub>2</sub> removal by the reforestation project were estimated based on the systematic sampling plots, for the purpose of evaluating climate change mitigation effect of this project, quantitatively. Then, estimation uncertainty was calculated statistically as 11.5% (435 ha, 103 samples) based on the sampling error with a confidence level of 90%. In addition, it was compared with the other case studies in Indonesia; 19.3% (67 ha, 56 samples) and 10.5% (1,790 ha, 134 samples), and Vietnam; 11.9% (9,777 ha, 65 samples) which were conducted by the authors before, and the factors affecting the uncertainty was analyzed.

## D12 UAV 画像の撮影時期による針葉樹分類モデルの精度比較

○藤平光希<sup>1</sup>・鄧 送求<sup>2</sup>・加藤正人<sup>2</sup>

<sup>1</sup>信州大学大学院総合工学系研究科・<sup>2</sup>信州大学大学院山岳科学総合研究所

近年、低コストで高い分解能を得られるという利点から、森林資源把握への UAV の活用が増加している。森林資源把握において重要な意味をもつ単木レベルでの樹種分類においても UAV の活用事例は多く、様々な機械学習やディープラーニングのアルゴリズムを用いた研究が行われている。これらの事例の多くは 1 時期に取得されたデータのみを使用しているが、植物体にはフェノロジーと呼ばれる季節性の形態変化がある。フェノロジーは樹種分類の精度に影響を与える特性であることが示されているが、先行研究では衛星画像やハイパースペクトル画像による 2 時期あるいは 3 時期での比較にとどまっておらず、分類に最適な時期を特定するためにはより短いインターバルでの精度比較が望まれる。本研究では、スマート林業普及の観点から低コストかつ手軽に取得することができる UAV による RGB 画像に着目し、5 月から 11 月まで毎月 1 回の頻度でデータを取得することにより画像の撮影時期が分類精度に与える影響をより詳細に明らかにすることを目的とした。また、2 種類のアルゴリズムを用いて樹種分類を行い結果を比較することで、アルゴリズムによる精度推移の違いについても検討した。



### D13 UAV と機械学習を用いた造林木自動検出技術の開発

○中川太人<sup>1</sup>・藤平光希<sup>1</sup>・鄧 送求<sup>2</sup>・加藤正人<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 信州大学大学院農学研究科・<sup>2</sup> 信州大学大学院山岳科学総合研究所

林業の持続的経営には伐採から再生林を一貫して行う必要がある。しかし現在、再生林に伴う育林コストが木材取入を上回っており、育林の低コスト化は早急に解決すべき課題である。造林地を対象とした育林の低コスト化にむけた研究として、UAV (unmanned aerial vehicle) による地形事象判定を基にした植栽計画一助等がある。しかし、植え付け本数の確認やその後のモニタリングといった造林木を対象とした長期的管理に関する国内の研究事例は極めて少ない。一方で海外の既往研究では、リモートセンシング技術の発達とともに、UAV 取得画像と機械学習を組み合わせた造林木の検出が行われており、一定の有用性が示されている。そこで本研究の目的は、樹頂点抽出技術と機械学習を併用した造林木の自動検出技術の開発とした。対象地は長野県上水内郡信濃町の北信森林管理署霊仙寺山国有林内の二つの林小班とし、UAV 空撮は下草刈り業務の前後で二回にわたり実施し、UAV 空撮で取得した RGB オルソ画像及び CHM (Canopy Height Model) を使用した自動検出を行った。さらに、下草刈り前後の検出精度の違いを比較することで、下草が自動検出に与える影響についても報告する。

### D15 地上参照点は何点必要か — UAV 画像を用いた SfM 処理における GCP の有効性—

○高橋正義<sup>1</sup>・齋藤英樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林災害・被害研究拠点・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林管理研究領域

近年急速に普及しつつある無人航空機 (UAV) を用いて、空中写真を用いた林分レベルでの森林を調査する方法が広がっており、森林火災保険における森林被害の査定や、森林整備事業の申請・検査に用いられている。その多くは SfM によるオルソ画像や DSM 画像を利用しているが、生成される画像の位置精度について、山岳地域での検証は不足している。一般に高精度の SfM 処理画像を得るには、地上参照点 (GCP) を付与するなど高精度の位置情報を用いる必要がある。

そこで、茨城県大子町内の皆伐地を撮影した UAV 画像を用いて、地上での位置精度を検証し、GCP の有効性を検証した。

その結果、GCP を付与せず UAV の GPS 情報のみで生成した画像の位置精度は水平方向で 5m 以上、垂直方向で 40m 以上平均誤差が生じた。GCP を 1 点でも付与し SfM 処理すれば、誤差は 1/3 程度になった。さらに GCP を 3 点以上付与すれば、平均誤差は水平・垂直方向共に 1m 以下となった。森林域で UAV 画像を用いて SfM 処理画像を生成する場合、GCP を最低 1 点以上取得すべきで、3 点以上付与することが望ましい。

### D14 ドローン空中写真によるブナ林の生物物理量の季節変化の把握

○小谷英司<sup>1</sup>・安田幸生<sup>2</sup>・齋藤武史<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

岩手県安比高原の国有林のブナ林で、ドローンに搭載したマルチスペクトルカメラ Rededge-M を用いて、春の開葉期から秋の落葉期までのブナ林の林冠の季節変化を把握した。同時に生物物理量である LAI を LAI-2000 で、林冠クロロフィル量を SPAD で、日 NEP をフラクスタワーにより計測した。計測期間は、積雪期を除いた 2018 年の 9 月から 11 月、2019 年の 5 月から 9 月であった。写真測量ソフト Metashape を用いて、撮影写真を反射率のオルソフォトに変換した。ただし計測期間のうち落葉後および開葉初期のみ、写真測量ソフトで処理できなかった。結果として、ブナ林の分光反射率の季節変化は、開葉期に可視域の反射率が大きく近赤外の反射率が小さく、展葉期に可視域の反射率が小さく近赤外の反射率が大きく、落葉期に再び可視域の反射率が大きく近赤外の反射率が小さい、と変化した。各チャンネルの反射率、NDVI、赤と緑チャンネルの NDGI、EVI 等の植生指数と、生物物理量 (LAI、林冠クロロフィル量、日 NEP) との決定係数が最も高かったのは NDGI であった。

### D16 森林管理のためのレーザーによるインテリジェントシステム

○加藤 顕<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学大学院園芸学研究科・<sup>2</sup> 千葉大学環境リモートセンシング研究センター

林業従事者は過疎化・少子高齢化に伴って深刻な担い手不足に直面している。IoT や ICT 技術を導入する「スマート林業」の推進で人手に頼っていた作業を機械化することが急務である。そのためにドローンの活用が急速に広がっているが、劇的に状況を改善できるほどの利用は未だ行われていない。林業作業の中でドローンが活用できる業務として、植付、下刈、間伐、鳥獣対策のモニタリングがあるが、現状として空撮されたオルソ画像の利用に留まっている。ドローンの活用をさらに推進するには、3次元データが容易に取得できるレーザーを搭載したドローンでのデータ収集が重要になる。ドローンレーザーの優位点としては、これまでよりも低空飛行でデータ取得できるため、容易に高密度点群データが取得できる。本研究では千葉県山武市で取得されたドローンレーザーによるデータから、樹木成長、林床状況、病害の把握を検討した。さらに、3次元レーザーを用いた樹種判別、より正確な材積推定方法も検討した。最終的に、ドローンレーザーを導入して 3次元データを活用した森林モニタリングとして、どのようなインテリジェントシステムが林業で期待されているかを考察する。



## D17 航空機 LiDAR による単木樹種分類の汎用性の検討 (Ⅲ)：グリッド幅の影響

○林 勇輝・山本一清

名古屋大学大学院生命農学研究科

前報告では、地域や計測年の異なる航空機 LiDAR データ間での相互樹種分類において、補正された反射強度に関する特徴量が有効であることが示された。しかし反射強度に関する特徴量は、計測に用いるセンサの仕様により得られる特徴量も大きく異なり、補正に必要な情報が一般的な LiDAR データには含まれておらず、この点において反射強度に関する特徴量は汎用的な樹種分類に適した特徴量とは考え難い。一方で、物理的形状に関する特徴量に関して、中武ら (2018) は、同一樹種個体間の差異を抑えることができるグリッド単位の特徴量が単木樹種分類でも有効であることを報告しているが、樹種を分類するのに最適なグリッド幅については検討されていない。そこで本研究では、反射強度に関する特徴量を用いず、様々なグリッド幅の物理的形状に関する特徴量を使用して、地域や計測年の異なる LiDAR データ間で相互樹種分類を行うことにより、それぞれの特徴量の有用なグリッド幅について検討を行った。樹種分類にはランダムフォレストを使用し、分類精度と使用された特徴量について検討を行った。

## D19 廉価版 GNSS を用いたスマート測量システムの開発と測量精度の評価

○高岸 且<sup>1</sup>・森川英治<sup>1</sup>・戸田堅一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(株)パスコ・<sup>2</sup>長野県林業総合センター

森林経営管理制度を推進するため、森林境界明確化の現地調査を効率化するために森林内での高精度な測量システムが必要である。また、造林補助申請図についても効率的な技術の導入が求められている。

本研究では、森林内での位置精度を検証するため 2 周波 GNSS モジュール ZED-F9P (u-blox) が搭載された DG-PROIRWS (ビズステーション) を用いて 2 周波マルチ GNSS-RTK 方式にて位置精度の検証を行った。検証場所は長野県林業総合センター内の約 3ha の樹林地とし、検証杭 26 点を基準点測量にて設置した。それぞれの観測条件を変更して検証した結果、以下のことがわかった。

### 1) 観測条件の比較

最低衛星仰角と最低シグナルレベルの条件において、それぞれ 30 度と 30dBHz の組み合わせが高い精度であった。

アンテナ高の条件において 1.8m と 4.8m との比較では 4.8m の方が高い精度であった。

### 2) GNSS アンテナの比較

u-blox 標準アンテナと高性能型アンテナを比較した場合、平均較差が 78cm から 45cm に向上し、最大較差も 3.2m から 1.8m に改善した。

このような結果を踏まえ、森林境界明確化の現地調査や造林補助申請図の作成や照査のためのシステムの設計と開発を行った。

## D18 産学官連携によるスマート精密林業の現場実証

○加藤正人

信州大学農学部

2016 年から「レーザーセンシング情報を使用した持続的なスマート精密林業技術の開発」のコンソーシアム (代表信州大学) は、政府が進める未来戦略 2018「農林水産業全体にわたる改革とスマート農林水産業の実現」で支援を受けながら先導的に「スマート林業 NAGANO モデル」の研究開発を進めてきました。

2018 年度から、日本のフロントランナー企業の参画をいただき、産学官金連携による ICT スマート精密林業のオープンコンソーシアムを立上げて「長野モデル」の現場実証と研究開発の継続、スマート林業に関心のある全国の自治体、企業、林業事業者と連携したサービスを展開しています。

2020 年度は、チーム信州大としてドローンやレーザ計測データから AI や広葉樹の樹種区分の新技術を開発して森林管理署や森林組合で実証を行いました。現場 (山で働いている人) に先進技術を使ってもらい、PDCA で使える仕組みとスマート林業の普及とビジネス展開、日本林業が若者や女性に魅力ある産業になるよう産学官金連携の取組みを強化して、林業イノベーションを目指しています。

## D20 立木査定時における UAV 利用可能性の検討

○前田佳子<sup>1</sup>・永田早希<sup>1</sup>・梶原領太<sup>2</sup>・内海佳城<sup>2</sup>・鷲田隆二<sup>3</sup>・真砂陽太郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国際航空株式会社・<sup>2</sup> 宮城十條林産株式会社・<sup>3</sup> 株式会社宮城環境保全研究所

人工林が本格的な利用期を迎えたこと等を背景に、国産材の需要は着実に増加している。民有林での主伐は、主に森林所有者と事業者が相対交渉を経て立木売買を実施する (薛 2015)。立木売買の交渉には、所有者境界や資源量や搬出路の確認のため、現地調査が必須だが、現地での確認には多大な労力およびコストを要する。そこで、本研究では効果的かつ効率的な立木調査方法として無人航空機 (以下 UAV) に着目し、立木査定時における UAV の利用可能性の検討を行った。UAV を使用した立木調査には、UAV 搭載型の LiDAR データを使用する方法と、UAV で空撮した画像から SfM 処理によって得られたデータを使用する方法がある。本研究では、宮城県の人工林を対象に、UAV 搭載型の LiDAR 計測および空撮を実施し、それぞれの計測データから立木本数および材積を算出したうえで、実際の伐採量との比較によりそれぞれの精度を検証したうえで、利用可能性を検討した。立木査定時に UAV を利用することで、収穫調査を効率的かつ適切に実施し、森林所有者への明確な説明を行うことが出来るほか、取得されたデータから作成した微地形表現図等を利用することで効率的な路網計画への利用も期待できる。

## D21 地上型レーザースカナによる樹木サイズの測定誤差：多数の計測事例の分析

○西園朋広<sup>1</sup>・細田和男<sup>2</sup>・北原文章<sup>1</sup>・小谷英司<sup>3</sup>・高橋與明<sup>4</sup>・近藤洋史<sup>4</sup>・福本桂子<sup>1</sup>・山田祐亮<sup>1</sup>・田中真哉<sup>6</sup>・古家直行<sup>5</sup>・志水克人<sup>1</sup>・高橋正義<sup>1</sup>・齋藤英樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林管理研究領域・<sup>2</sup> 林野庁森林整備部研究指導課・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所・<sup>4</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所・<sup>5</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所・<sup>6</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

樹種・林齢・樹木サイズ・林分密度・間伐履歴・地域等の異なる多数の林分で、地上型レーザースカナ (TLS) を用いて立木サイズを計測し、測定精度を調べた。対象としたのは、国内各地 (北海道・秋田県・岩手県・福島県・茨城県・栃木県・岐阜県・愛知県・香川県・高知県・熊本県等) の同齢単純林 (約 50 箇所) であり、多くがスギ・ヒノキの人工林である。直径・樹高・材積について、TLS の計測値と従来型の毎木調査の計測値を比較した。また、計測の対象となった林分の特徴が TLS 計測における誤差の発生に及ぼす影響を検討した。その結果、(1) TLS によって胸高直径は良好に計測されるが、樹高・材積は過小に計測されること、(2) サイズ別にみると、樹高・材積は小サイズで適切に計測される場合が多いが、大サイズで過小に計測されること、(3) 発表者が提案した樹高計測の補正式 (細田ら、2020) により樹高の過小計測を緩和できること等が分かった。また、(4) 樹種・林分サイズ・傾斜などの林分特性が計測誤差の発生に影響を与えることが示された。

本研究は一般財団法人日本森林林業振興会の森林林業振興助成事業の助成を受けた。

## D23 全天球カメラで作成した点群を用いた立木解析

○Tsubota, Kazuya<sup>1</sup>・米 康充<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 島根大学生物資源科学部・<sup>2</sup> 島根大学学術研究院農生命科学系

3D スキャナは少人数で詳細な森林調査が可能となる反面、機材が高価という課題がある。一方、カメラを利用した 3 次元計測の手法は安価に計測を行える反面、多くの画像と処理が必要である。また、より簡単な計測を行うために全方位の画像が取得できる全天球カメラを使用することもできるが、全天球カメラは撮影位置が変わると画像の変化が極端に変わるためマッチングポイントの検出が難しく、画像枚数を間引くのは困難である。この状況で座標のない画像でアライメント処理を行うと時間がかかるという問題がある。

これに対して、全天球カメラで撮影した動画と SLAM を組み合わせることでカメラの自己位置推定が可能となり、アライメント時に試行する画像ペアの組み合わせが減り、処理時間の低減が見込めると考えた。

そこで、本研究では、全天球カメラで林内を撮影した動画を用いて、自己位置を SLAM で取得することで、林内の 3 次元情報処理時間の低減効果や精度への影響についての検証を行った。

## D22 複数の森林型における森林 3 次元計測システム OWL の精度検証と今後の展望

○笹川大河<sup>1</sup>・清柳優里<sup>2</sup>・秋津朋子<sup>3</sup>・中路達郎<sup>4</sup>・奈佐原顕郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学理工情報生命学術院生命地球科学研究群環境科学学位プログラム・<sup>2</sup> 筑波大学理工情報生命学術院生命地球科学研究群生物資源科学学位プログラム・<sup>3</sup> 筑波大学生命環境系・<sup>4</sup> 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター雨龍研究林

近年、スマート林業の議論が盛んである。スマート林業の一例として、TLS (Terrestrial Laser Scanning) による樹木の胸高直径、及び樹高の推定がある。本研究では、可搬型 TLS である OWL (Optical Woods Ledger, 株式会社アドイン研究所) を用いて胸高直径、樹高を推定した。これを毎木調査による測定値と比較することで、OWL の有用性を検証した。対象地域として富士北麓フラックスサイト、北海道大学雨龍研究林、北海道大学和歌山研究林、琉球大学与那フィールドの 4 つを設定した。比較の結果、胸高直径の RMSE (Root Mean Square Error) は最大で 13 cm 程度 (与那フィールド)、樹高の RMSE は最大で 7 m 程度 (富士北麓フラックスサイト) となった。これより、胸高直径は細い木が密集する場所で精度が低くなると推察される。また樹高は、OWL の観測可能距離より高い木について誤差が大きくなると考えられる。加えて、OWL では森林の点群を取得することもできる。ゆえに、取得した点群を使用した研究事例として点群データと写真データのドメイン間変換についても紹介する。この研究手法では、色情報のない点群に色情報を付与することや、写真から点群を推定することができる。

## D24 スマートフォンカメラを用いた広葉樹の立体モデル作成

○中川真海<sup>1</sup>・加藤正人<sup>2</sup>・トウソウキウ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 信州大学農学部・<sup>2</sup> 信州大学山岳科学研究所

広葉樹の価値は、川下の需要の状況により大きく変化するため、広葉樹林業では需要と供給のマッチングが重要であるが、現状は、マッチングがうまくいかず国産広葉樹の約 9 割は価値の低いチップ材となっている。樹高や胸高直径で樹形が把握でき価値が決められる針葉樹と違い、広葉樹は枝分かれや曲がりが多くあるため、需要と供給のマッチングにはレーザー計測などで得られる、より詳細な情報が必要である。しかし、レーザー計測機器は高価であり、普及が難しく、これが、広葉樹林業が伸び悩んでいる原因の一つとなっている。

本研究では、安価かつ簡便に立体モデルを作成する方法を試行し、モデルの精度を検証した。iPhone SE を用いて樹木の連続写真または動画を、角度や枚数など撮影条件を変えて撮影し、それぞれの撮影条件ごとに SfM 解析を用いて立体モデルを作成した。これらの精度を検証した結果について報告する。



## E1 カラマツ類における挿し付け後の穂の萎れを引き起こす影響要因

○今 博計<sup>1</sup>・立松宏一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場・<sup>2</sup>北海道立総合研究機構北方建築総合研究所

カラマツ類の緑枝ざしでは、挿し付け後に穂の萎れが観察される。本研究では、グイマツとカラマツの種間雑種であるクリーンラーチの挿し木増殖において、挿し穂が萎れる条件を明らかにするため、(1)採穂直前の降雨、(2)挿し付け後の経過日数、(3)挿し付け後の気温、相対湿度、飽差、照度が、挿し穂の萎れ程度に及ぼす影響を15箇所の生産施設で調査した。挿し穂の萎れ度は、タイムラプスカメラを用いて調べた。一般化線形混合モデルによる解析の結果、挿し穂の萎れ度を説明する最適モデルとして、採穂直前の降雨の有無、挿し付け経過日数、挿し床の気温、相対湿度の4変数を含むモデルが選択された。(1)降雨時に採穂した挿し木では、無降雨時の採穂に比べてより萎れやすく、継続期間も長かった。この原因としては、ワックス流失によるクチクラ蒸散と、アブシジン酸低下による気孔閉鎖の遅れの両要因が関係していると考えられた。(2)挿し付けから3日間は萎れる穂の割合が高く、挿し付け直後は蒸散と吸水のバランスが崩れていると考えられた。(3)挿し床の環境条件では、気温が上昇し(28.7℃)、相対湿度が低下し(72%)、飽差が増大する(9.1g/m<sup>3</sup>)と挿し穂は強く萎れていた。

## E3 植栽密度がスギ植栽木と周囲の植生の競合状態に及ぼす影響

○野口麻穂子<sup>1</sup>・齋藤智之<sup>1</sup>・酒井 敦<sup>1</sup>・佐々木誠<sup>2</sup>・伊藤淳二<sup>2</sup>・青山岳彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林整備センター東北北海道整備局・<sup>3</sup>林野庁東北森林管理局森林技術・支援センター

低密度植栽は再造林コストを削減する手段のひとつに挙げられている。しかし、植栽密度を低くした場合、林冠閉鎖の遅れにより競合植生が繁茂し、保育作業量が増加する可能性が指摘されている。本研究では、植栽密度の異なる試験区を設けた東北地方のスギ若齢林において、植栽木の樹高と樹冠幅、競合植生高、植栽木と植生の競合状態を調べ、植栽密度との関係について検討した。6~7年生の3林分は下刈り終了後1~4年、11年生の1林分は除伐後1年の時点で調査を実施した。6~7年生林分では、植栽木の平均樹高は最大で3m程度にとどまった。これらの林分では、植栽木の樹冠幅、競合植生高、植栽木の樹冠の露出状況のいずれも、植栽密度との関係は認められず、むしろ下刈り終了後の経過年数の影響が大きかった。一方、平均樹高が5~8mに達していた11年生林分では、植栽密度が高いほど競合植生高が有意に低く、競合植生の成長が抑制されていた。これらの結果を踏まえ、下刈り・除伐スケジュールと植栽密度の望ましい組み合わせについて議論する。

## E2 土壌水分に着目した早生樹センダンの造林適地の検討

○江口則和<sup>1</sup>・沖野友哉<sup>1</sup>・坂倉健斗<sup>1</sup>・山口穂奈美<sup>1</sup>・狩場晴也<sup>2</sup>・石田 朗<sup>2</sup>・榊原岳史<sup>3</sup>

<sup>1</sup>人間環境大学・<sup>2</sup>愛知県森林・林業技術センター・<sup>3</sup>愛知県豊田加茂農林水産事務所

新たな造林木として早生樹種であるセンダンに注目が集まっており、愛知県でも造林樹種としての可能性が検討されている。県内で自生または植栽されたセンダンを見ると、河川敷のものが公園や学校のものよりも大きく成長している様子が認められた。そこで本研究では、センダンの成長には土壌水分が影響しているのではないかという仮説のもと、この仮説を検証することでセンダンの造林適地を検討することを目的とした。まず、当年性苗木を15cmポリポットに植栽し、水を100ml/日与える処理と、300ml/日与える処理をする操作実験を行った。次に、愛知県豊田市内の水田跡地に植栽された3年生苗木を2年間モニタリング調査した。その結果、操作実験では、300ml/日と水を多く与えたポットで樹幹の相対成長速度、光合成速度などと正の相関関係のあるLMA(Leaf Mass per Area)が大きくなった。また、モニタリング調査では、土壌の体積含水率が30%を超える地点では、生残率及び相対成長率が著しく低くなった。以上の結果より、センダンの生育適地には、ある程度水分の多い場所が望ましいが、水田跡地のように水が滞留しやすい場所は避けたほうがよいと考えられた。

## E4 3年間にわたる土壌の乾燥がスギ成木の蒸散と成長に及ぼす影響

○荒木真岳<sup>1</sup>・井上裕太<sup>1</sup>・釣田竜也<sup>2</sup>・阪田匡司<sup>2</sup>・田中憲蔵<sup>1</sup>・川崎達郎<sup>1</sup>・齋藤 哲<sup>3</sup>

<sup>1</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所植物生態研究領域・<sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>3</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

茨城県にある約40年生のスギ人工林において、林内雨を3年間にわたり遮断し、長期の土壌の乾燥がスギ成木の蒸散速度(樹液流速)などの生理特性と成長に及ぼす影響を調べた。処理1年目は、夏季に土壌がやや強く乾燥したものの、スギ成木の生理特性や成長に顕著な影響は認められなかった。処理2年目は、スギの成長期間を通じて土壌は非常に強く乾燥し、特に夏季においてスギ成木は乾燥ストレスを受けており、蒸散速度や気孔コンダクタンスが低下した。また、年間のシュート伸長量と胸高直径成長量が減少した。3年目も成長期間を通じて土壌は強く乾燥したが、生理特性への影響は2年目と同様であり特に変化はなかった。また、光合成能力や耐乾性の向上などは認められなかった。以上のことから、強い土壌乾燥によって、特に水消費量の多い夏季にスギ成木の生理機能が低下すること、また成長量が減少することが示唆された。一方、長期の乾燥にともなう生理的な順化は認められなかった。スギ成木は、光合成活動にともなう蒸散によって葉がしおれる限界近くまで水を消費する特性を持つ樹種であり、土壌が乾燥してもその振る舞いは変わらないことが明らかとなった。

## E5 幼齡混交植栽人工林と物質生産機能 —樹木多様性実験の結果から—

○齋藤 大<sup>1</sup>・Friderike Beyer<sup>1</sup>・Grégoire T. Freschet<sup>2</sup>・Paula Glenz<sup>1</sup>・河野 翔<sup>1</sup>・Rabin K C<sup>1</sup>・Surya Prasad Mainali<sup>1</sup>・Charles Nock<sup>3</sup>・Michael Scherer-Lorenzen<sup>4</sup>・山崎瑛司<sup>1</sup>・Jürgen Bauhus<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Chair of Silviculture, Faculty of Environment and Natural Resources, University of Freiburg · <sup>2</sup>Station d'Ecologie Théorique et Expérimentale, CNRS · <sup>3</sup>Department of Renewable Resources, Faculty of Agricultural, Life and Environmental Sciences, University of Alberta · <sup>4</sup>Geobotany, Faculty of Biology, University of Freiburg

単純林に比べ、複数の樹種で構成される混交林で物質生産機能が高まる現象、「過剰収量」が報告されている。過剰収量のメカニズムは2つに大別され、樹種間のニッチ分割や促進作用による「相補性効果」、生産性が高い種が群集内で優先する過程による「選択効果」が知られる。相補性効果と選択効果は同時に存在するが、過剰収量におけるそれぞれの貢献度と環境条件の関係に着目した実験的研究は少ない。そこで本研究では施肥処理が過剰収量のメカニズムに与える影響を調査した。調査はドイツ・フライブルク市に設置された国際樹木多様性実験ネットワーク (IDENT) の一試験地で行われた。ヨーロッパ主要樹種6種を対象に、単一の種で構成される単植区と複数種で構成される混植区(2種、4種混合)を設置し、さらに施肥・無施肥区を設け、処理区間で植栽5年後のバイオマス量(葉、枝、幹、細根)を比較した。その結果、群集レベルのバイオマス量について、葉を除き、すべての器官において過剰収量が見られたが、種数(2種か4種)と施肥処理が過剰収量の増減に与える効果は確認されなかった。本発表では、確認された過剰収量のメカニズムを相補性効果と選択効果の観点から考察する。

## E7 機械地拵えを行った再造林地におけるタラノキの発生量と利用可能性

○大矢信次郎・田中裕二郎・柳澤賢一・加藤健一

長野県林業総合センター

筆者らは、機械地拵えによる地拵えコスト削減と、それに伴う競合植生の抑制による下刈りコストの削減が可能になることを明らかにしてきた。一方で、収益を増加させることも重要であるが、木材価格の上昇は期待しにくい。そこで、再造林地で一般的に見られる山菜で人気が高いタラノキの若芽(タラノメ)に着目し、機械地拵えとタラノキの発生動態の関係を明らかにするとともに、持続的な収穫が可能となる下刈り方法を検討した。霊仙寺山国有林及び浅間山国有林で、バケット地拵え、グラップル地拵え、人力地拵え、無地拵えの各処理を行った再造林地(植栽から3成長期経過、無下刈り)において、地拵え面(植栽面)と地拵え棚に各10mのライントランセクトを設定し、タラノキの発生密度を調査した。その結果、タラノキはバケット地拵えでは棚上に集中し、人力地拵えでは植栽面に分散する傾向が認められた。また、タラノキの萌芽更新を図るため、刈払いを5月中旬~7月下旬の6回に分けて行った結果、刈払い時期が遅くなるほど枯死株が増加した。バケット地拵えを行った再造林地では、植栽木の成長に影響がない棚上においてタラノキを持続的かつ効率的に利用可能と考えられる。

## E6 トドマツ造林地間のミズナラの出現パターンの違い

○中西敦史<sup>1</sup>・伊東宏樹<sup>1</sup>・石橋幸靖<sup>1</sup>・谷村 亮<sup>2</sup>・山崎孝一<sup>3</sup>・佐藤太一<sup>2</sup>・橋口稜世<sup>2</sup>・山本 茂<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所 · <sup>2</sup>林野庁北海道森林管理局森林技術・支援センター · <sup>3</sup>林野庁北海道森林管理局森林整備部

トドマツ植栽地へのミズナラの侵入パターンを明らかにするため、これまで、北海道紋別郡遠軽町において、トドマツ人工林内に生育する胸高直径5cm以上のミズナラの出現時期および空間遺伝構造、および調査地におけるミズナラ種子の散布動物種を調べている。本発表では2つのトドマツ造林地間のミズナラの出現パターンの違いについて報告する。丸瀬布国有林と生田原国有林のトドマツ人工林では、いずれにおいても、ほとんどのミズナラはトドマツ植栽のための地拵え後に出現していたが、生田原国有林では丸瀬布国有林に比べ、早い時期にミズナラが高頻度で出現したことが明らかとなった。また、いずれの国有林においてもミズナラの空間遺伝構造は有意だが弱かった。さらに、ミズナラ種子の持ち去りを観察した結果、いずれの国有林においてもアカネズミ類が主な種子散布者であると推定された。これらのことから、いずれの国有林においてもアカネズミ類による長距離種子散布または多様な種子親に由来するミズナラがトドマツ植栽地へ侵入したものと考えられるが、2つのトドマツ造林地間でミズナラが高頻度で侵入する時期が異なると考えられた。

## E8 抜き伐り施業が行われたササを欠くヒノキ天然林の更新過程

○杉田久志<sup>1</sup>・九島宏道<sup>2</sup>・楯 直頭<sup>3</sup>・酒井 武<sup>4</sup>・早川幸治<sup>5</sup>

<sup>1</sup>富山県農林水産総合技術センター森林研究所 · <sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所多摩森林科学園 · <sup>3</sup>東濃森林管理署 · <sup>4</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林植生研究領域 · <sup>5</sup>木曾森林管理署

施業を行う前の攪乱の履歴と前生稚樹の生育状況は天然更新施業の成否を考えるうえできわめて重要である。1984~1986年にササのないヒノキ天然林で抜き伐りが行われた長野県木曾の赤沢施業実験林において、ヒノキ稚樹のサイズ構造、年輪解析による加入年の特定と樹高成長経過の復元を行った。2013年の稚樹の樹高分布では、2~3m以下とそれ以上の2つの集団が認識でき、加入年は前者が1988~2000年、後者が1934~1970年で、それぞれ抜き伐りからみて後生稚樹、前生稚樹であることが判明した。前生稚樹の樹高成長が旺盛な期間は1945~1960年と1990年以降の2回あり、新規加入と同調し、その間に成長停滞期がみられた。このことから、抜き伐りの前にも林冠を疎開させて光環境を改善するイベントがあり、それを契機に稚樹が加入し、その後の光環境悪化に伴い成長が停滞したが、それらが死滅する前に次のイベント(抜き伐り)が起こったことが前生稚樹の存続をもたらしたと考えられる。前生稚樹は密度が低いものやがて後継林分の主役になっていくだろう。このように光環境改善をもたらすイベントが数十年の間隔で複数回繰り返されたことが更新成功に貢献している可能性がある。



## F1 TLS 点群を用いた森林の樹木形質の抽出手法

○江藤信輔<sup>1</sup>・増田 宏<sup>1</sup>・平岡裕一郎<sup>2</sup>・松下通也<sup>3</sup>・高橋 誠<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 電気通信大学大学院情報理工学研究所・<sup>2</sup> 静岡県立農林環境専門職大学生産環境経営学部・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

林木育種の研究において、遺伝子情報と樹木形質との関係を解明するために、樹木の形質パラメータが大量に必要となる。しかし手作業による計測では、大きな労力を要することに加え、計測者によって形質評価に差異が生じることや、高所の計測には樹木の伐採が必要となるという問題があった。そこで、地上型レーザスキャナ (TLS) により取得した森林の点群データを用いて、大量の樹木の形質値を自動的に算出する手法を開発した。我々の手法では、樹木点群を一定間隔の水平面で切断することにより幹断面形状の抽出を行い、そこから幹の体積の計算を行う。さらに、幹以外の点群について、機械学習を用いることで、枝と葉の点群分離する。ここでは、枝葉の分離のために、点群の持つ反射強度と、主成分分析によって算出される特徴量に対して、Random Forest を適用した。樹木の点群を、幹、枝、葉に分割した後、それらの点群によって樹木パラメータを算出する。評価実験においては、9本の樹木をレーザ計測したあとに伐採し、実測値と比較することで、点群から算出される樹木パラメータの検証を行った。

## F3 スギにおける野外での溶液授粉の効果

○宮本尚子<sup>1</sup>・飯塚和也<sup>2</sup>・今野幸則<sup>3</sup>・永野聡一郎<sup>4</sup>・那須仁弥<sup>1</sup>・織部雄一朗<sup>4</sup>・竹田宣明<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター東北育種場・<sup>2</sup> 宇都宮大学農学部・<sup>3</sup> 宮城県林業技術総合センター・<sup>4</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

少量の花粉を有効活用しつつ作業性を高めた人工授粉の促進技術として、スギにおける溶液授粉の野外における適用の可否を検討した。まず、花粉の懸濁液の保存温度と保存時間が花粉の発芽活性に及ぼす影響を評価したところ、花粉は4℃保存、25℃保存ともに、溶液に懸濁後12時間程度は懸濁直後と同程度の発芽活性を保つことができた。複数の母樹に対して3つの濃度の懸濁液(0.2、0.5および1.0%)を使用した溶液授粉を複数の雌花の開花ステージ(開花開始、半開、全開)について行った結果、球果の結果率、生産される種子の100粒重および発芽率は無処理と比べて同等もしくは高かった。また、溶液授粉に用いた花粉による交配が成功しているかどうかを評価するため、採取した種子から発芽させた実生について父性解析を行い、溶液授粉由来であった実生の割合(交配成功率)を算出した。その結果、交配成功率は0.5および1.0%濃度で無処理よりも有意に高かった。また雌花の開花ステージに関しては、半開のステージで授粉処理を行うと交配成功率が高い傾向があった。これらのことから、野外でも溶液授粉により一定の効果が期待できることが明らかになった。

## F2 効率的な花粉数計測法の開発とスギ雄花一粒あたりの花粉数に影響する要因

○角井宏行<sup>1</sup>・釣崎恵里子<sup>2</sup>・佐々英徳<sup>3</sup>・柴田 嶺<sup>2</sup>・森口喜成<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 新潟大学大学院自然科学研究科・<sup>2</sup> 新潟大学農学部・<sup>3</sup> 千葉大学園芸学部

花粉数は種子植物にとって子孫の数に直結する重要な形質である。スギ(*Cryptomeria japonica*)花粉は日本において最も深刻な花粉症の原因であることから、スギ雄花1粒あたりの花粉数を決定することは重要である。これまでスギ花粉を効率的に計測することが難しかったため、系統間でどの程度花粉数が異なるのか、どのような要因が花粉数に影響するのかについては未知の点が多かった。今回我々はセルカウンターと自作カラムを用いてスギの花粉数を効率的に計測する方法を開発した(Kakui *et al.* 2020 Plant Methods)。この方法により1サンプルあたり5分以内に20,000粒以上の花粉を計測できることがわかった。次に、この方法を用いてスギ26系統523花の花粉数を計測した。共分散構造分析(Structural Equation Modeling)を用いて花粉数がどのような要因(系統・花序・雄花が着花した方角および樹高・花粉サイズ)の影響を受けるかを検討した。統計モデルによって予測された花粉数を比較したところ、系統間で3倍程度の差があることがわかった。本研究は生研支援センター・イノベーション創出強化研究推進事業(28013BC)および科研費(19K05976)の支援により行われた。

## F4 ヒノキの水分ストレスによる着花促進技術について

○福田拓実<sup>1</sup>・片畑伸一郎<sup>2</sup>・山田晋也<sup>1</sup>・野末尚希<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター・<sup>2</sup> 岐阜大学応用生物科学部

ヒノキの着花促進には、従来ペースト状のジベレリンを樹皮下に埋設する方法がとられてきたが、ヒノキの2年生の母樹でその手法を用いると傷害が発生することがある。そのため、水分ストレスとジベレリンA3の葉面散布を組み合わせたヒノキ若齢木の早期着花技術の検証を行った。灌水頻度を週1回(水分ストレス強)、4日に1回(水分ストレス弱)、毎日(水分ストレスなし)の条件下で試験したところ、水分ストレスなしの試験区を含む全ての試験区で花芽形成が確認され、水分ストレス弱の試験区が最も多いという結果になった。このことから、強すぎる水分ストレスは着花を阻害する可能性が示唆された。また、水分ストレスが強いほど雄花が、弱いほど雌花が形成されやすい傾向にあった。一方でジベレリン散布と着花量の相関は確認できなかった。

2020年10月上旬頃から雌花が開花し、珠孔液の滲出が確認された(以下「狂い咲き」という)。狂い咲きの個数を調査したところ、全体としては雌花の形成数が多いほど狂い咲きの割合が高くなる傾向がみられたが、個体間差が大きく明確なことは分からなかった。狂い咲きした雌花はその大部分が開花後3ヶ月程度で枯死した。

## F5 スギの種子発芽に及ぼす温度の影響

○木村 恵・大平峰子・山野邊太郎

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

コンテナでの苗木生産は省力化と効率化が期待されることから近年注目されているが、播種時の気温によっては発芽が遅延し、生育期間内に十分な成長が望めない恐れがある。本研究では、インキュベーターを用いて様々な気温下で発芽実験を行い、スギの発芽に必要な積算温度について検討した。低温湿層処理を行った6系統の種子を寒天培地に播種し、8つの定温環境(2~25℃)に静置し、根が2mm程度伸長した種子を発芽と判断し3日おきに発芽数を計測した。新規発芽が4週間途絶えた段階で実験を終了し、未発芽種子を剃刀で切断して種子の生存を確認した。実験の結果、2℃を含む全ての温度で発芽が見られたが、発芽速度は気温が高い程早くなり、7℃以下から顕著な発芽の遅れが観察された。また25℃環境では発芽が早いものの、発芽速度が種子によってばらつく傾向がみられた。発芽に必要な有効積算温度は系統間で異なることがわかった。これらの結果から、スギの最低発芽温度は2℃よりも低いと考えられるが、発芽の適温は10~20℃程度と考えられ、気温が10℃を下回る環境では成長が遅れが生じる可能性が示唆された。

## F7 グイマツ遺伝資源の系統構成の偏りを葉緑体ゲノムスクリーニングで調べる

○石塚 航<sup>1</sup>・松尾 歩<sup>2</sup>・陶山佳久<sup>2</sup>・福田陽子<sup>3</sup>・花岡 創<sup>3</sup>・新田紀敏<sup>1</sup>・小野清美<sup>4</sup>・原登志彦<sup>4</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場・<sup>2</sup>東北大学大学院農学研究科・<sup>3</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター北海道育種場・<sup>4</sup>北海道大学低温科学研究所

北方系針葉樹グイマツ (*Larix gmelinii* var. *japonica*) は北海道に自生しないが、ニホンカラマツとの交雑次代が初期成長や材強度・耐鼠性に優れることから、古くより北海道に導入され、林業利用されている。これまでに106精英樹が選抜されたほか、後代や追加収集した遺伝資源の選抜育種が進められるものの、多くの来歴は不確かであった。著者らのこれまでの研究で、遺伝的系統を判別するための効率的な葉緑体ゲノムスクリーニングの枠組みができたことから、本研究では、(1) 確かな生育地情報を有する植物標本・現生個体を対象とし、遺伝的系統とその地理的広がりを明らかにするとともに、(2) 北海道に導入されたグイマツ遺伝資源がどのような遺伝的系統で構成されているか明らかにした。

遺伝解析は、15箇所のインフォマティブな葉緑体ゲノムの変異を選出し、NGSを用いて多検体で効率的に調べるマルチシーケンス技術によった。結果より、地理的分布に特徴のある6系統グループが見出され、*L. gmelinii* 種群内の変種と対応していた。全系統グループがグイマツ遺伝資源で検出されたが、その構成には来歴と関連するとみられる偏りがあった。

## F6 アカマツ広域産地試験の岩手県滝沢試験地における季節成長の産地間変異

○那須仁弥<sup>1</sup>・岩泉正和<sup>2</sup>・栗田 学<sup>4</sup>・磯田圭哉<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター東北育種場・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター・<sup>4</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター九州育種場

アカマツ (*Pinus densiflora*) は広い地域に分布することから年間成長には地理的変異が存在することが予想される。苗畑における伸長成長では地理変異が報告されているが(岩泉ら2019、那須ら2014)、共通環境下での植栽後の年間成長についての報告は少ない。今回、2018年4月に岩手県滝沢市に設定したアカマツ広域産地試験地の3年間(2018~2020)の年間成長の産地間変異について解析した。調査は各年とも4月から2週ごとに11月まで行い、2018年は樹高を、2019、2020年は樹高と地際径を測定した。樹高の伸長成長の終了時期については2018年、2019年ともに産地間変異が見られなかった。しかし年間成長量(樹高、地際径)には産地間変異が見られた。産地の緯度と年間成長量との順位相関は2018年の樹高、地際径ともに正の相関( $r=0.55$ )があり北の産地ほど年間成長量が大きかった。また、産地の気象要因と年間成長量との関係の中では、寒さの指数と地際径の間に正の相関( $r=0.55$ )が認められた。発表では2020年の調査結果と累積温度に対する反応についての検討も報告する。

## F8 亜高山帯および冷温帯に分布するカバノキ属複数種の時空間的集団動態史

○加藤朱音<sup>1</sup>・湯本景将<sup>1</sup>・相原隆貴<sup>1</sup>・岩泉正和<sup>2</sup>・磯田圭哉<sup>2</sup>・高橋 誠<sup>2</sup>・生方正俊<sup>2</sup>・Michael P Nobis<sup>3</sup>・齊藤陽子<sup>4</sup>・津田吉晃<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>3</sup> スイス連邦研究所・<sup>4</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>5</sup> 筑波大学生命環境系

本研究では森林樹木の気候変動適応評価を目的に冷温帯~亜高山帯の先駆樹種であるダケカンバ (*Betula ermanii*) を主な対象として、水平および垂直方向の集団遺伝学的動態を推定した。四国から北海道まで計57山岳96集団954個体を対象とし、このうち19山岳では標高別に複数集団を採取し、葉緑体および核のDNAマーカーを用いて広域および地域内山岳の遺伝構造を評価した。さらに、遺伝データの集団動態解析および生物の移動能力を考慮した改変種分布モデル(Nobis & Normand 2014)などを用いて過去の時空間的集団動態史を推定した。比較対象として、国内の他のカバノキ属広域分布種であるウダイカンバ (*B. maximowicziana*) およびシラカンバ (*B. platyphylla*) でも同様の解析を行った。これらの結果、ダケカンバからは大きく北方と南方の2系統が検出され、19のうち11の山岳では標高とこれら2系統の混合率に有意な相関がみられた。特に中央アルプスの山岳では明確な遺伝構造が検出され、十万年オーダーの集団動態史も推定できた。また、カバノキ属3種は類似した分布域および生活史をもつものの、過去のレフュージア地域含めてその集団動態史は異なることがわかった。



## G1 遺伝子発現からみた病虫害複合被害時のカラマツの生理変化

○和田尚之<sup>1</sup>・斎藤秀之<sup>2</sup>・小倉 淳<sup>3</sup>・小野寺賢介<sup>1</sup>・徳田佐和子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>3</sup>長浜バイオ大学アニマルバイオサイエンス学科

森林病虫害被害の抑制には、被害発生につながる樹木の衰弱機構を明らかにすることが重要である。近年、北海道のカラマツ林では、ならたけ病とカラマツヤツバキタイムシ(以下カラヤツバ)による集団枯損被害が発生している。これまでの研究から、ならたけ病の感染がカラマツを衰弱させ、防御機構が働かなくなった個体にカラヤツバが穿孔している可能性が示されているが、ならたけ病によるカラマツの防御機構への影響やカラヤツバ穿孔へ与える影響はわかっていない。そこで、ならたけ病及びカラヤツバ複合被害個体の葉を対象にRNA-seqによる遺伝子発現解析を行い、ならたけ病及びカラヤツバの被害状況とカラマツの防御機構の関係を調べた。結果、防御応答に関連するとみられる遺伝子の発現パターンに顕著な違いがみられ、カラヤツバ被害木では一部の防御関連遺伝子の発現低下がみられた。また、カラヤツバ被害木のうち、ならたけ病の重度感染個体のほうがより多くの防御関連遺伝子が発現低下していた。このことから、ならたけ病の感染が進むほどカラマツの防御応答が機能しなくなり、カラヤツバの穿孔可能な衰弱と関与していることが示唆された。

## G3 開放系オゾン付加施設におけるヤマナラシ属二種の病虫害の季節変化

○小池孝良<sup>1</sup>・増井 昇<sup>2</sup>・渡邊陽子<sup>1</sup>・菅井徹人<sup>2</sup>・佐藤冬樹<sup>3</sup>・渡部敏裕<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学院・<sup>3</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

都市内の街路樹のシラカンバ葉にハンノキハムシの被害が多く見られた。一方、郊外では食害が少なく、濃度の高い対流圏オゾンが環境攪乱効果をもたらし、ハムシの餌探索を阻害した(Masuiら2020:Forests,11:https://www.mdpi.com/1999-4907)。緑化にも期待のあるドロノキと改良ポプラ(欧州ヤマナラシxギンドロ)の挿し木苗である。開放系オゾン付加施設内に80cm間隔で交互に植え付け、出葉を確認してからオゾン付加を開始した(東京近郊を想定し80ppbを目標)、対照区は約35ppbであった。両区ではドロノキハムシ成虫の発生が確認され、5月中旬からドロノキ、5月下旬から改良ポプラへの食害が認められた。対照区では改良ポプラへの食害はドロノキの1/5程度と軽微であった。オゾン区では、ドロノキに対する食害は対照区の1/10程度で改良ポプラへはさらに軽微であった。6月中旬からは対照区のドロノキでは幼虫の食害が見られた。また、両種の分枝は、オゾン区では1/3以下で、また、ドロノキではさび病の罹病は軽微であった。なお、対照区での伸長成長は両種とも約20%大きく、虫害後の分枝は改良ポプラで顕著であった。オゾンと病虫害の影響を中心に論じる。

## G2 ハンノキハムシの樹種選択におけるBVOCs(植物由来香り成分)の類似性

○増井 昇<sup>1,4</sup>・小池孝良<sup>2</sup>・谷 晃<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>3</sup>静岡県立大学食品栄養科学部環境生命科学科・<sup>4</sup>クミアイ化学工業株式会社

高濃度オゾンの付加によって、ハンノキハムシによるシラカンバの香り成分を介した探索の阻害現象が過去の研究で明らかとなった。しかし、シラカンバの放出する香り成分は多種多様であり、誘因性を示す成分群の特定が困難であると考えられた。そこで、本研究ではハンノキハムシの宿主植物であるシラカンバ、ハンノキ、ヤマハンノキの3樹種及び非宿主植物のヤマグワ、ナナカマドの香り成分を比較することで、重要成分及び組成の特定を試みた。ハンノキハムシ成虫の生活史に合わせ、BVOCsの嗜好性検定であるY字管試験及び香り成分のGC-MS分析を6月と9月の計2回行った。Y字管試験では、6月及び9月のいずれの時期でも、ハンノキハムシは宿主植物を選好する傾向にあることが認められた。一方、GC-MS分析の結果から6月と9月のいずれの時期においても、シラカンバは他樹種と異なる放出量・組成を有意に示し、ヤマハンノキとハンノキでは類似性の高い放出組成を示した。以上の結果から、ハンノキハムシはスペシャリストであるものの、食害対象とする宿主植物の選択において複数の放出組成を選好する可能性が示唆された。今後、より詳細な成分群のスクリーニングを進める。

## G4 ブナ苗の成長と光合成に対するオゾン、土壤窒素添加および高濃度CO<sub>2</sub>の影響

○渡辺 誠<sup>1</sup>・松本美佐子<sup>2</sup>・黎婧<sup>2</sup>・青木拓朗<sup>2</sup>・有浦 涼<sup>2</sup>・呂 雨晴<sup>2</sup>・黄瀬佳之<sup>3</sup>・山口真弘<sup>4</sup>・伊豆田猛<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>3</sup>山梨大学大学院総合研究部・<sup>4</sup>長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科

オゾンは樹木に悪影響を与える大気汚染物質である。大気CO<sub>2</sub>濃度や土壌の窒素利用性の増加に伴ってオゾンによる悪影響の程度が変化することが知られているが、その詳細は明らかになっていない。そこで本研究ではブナ苗に対するオゾン、土壤窒素添加および高濃度CO<sub>2</sub>の複合処理実験を2成長期間(2018-2019)にわたって実施した。2成長期目の6~9月に葉の純光合成速度を、9月下旬に葉面積および乾重量を測定した。さらに、2成長期目の5~9月に様々な条件で葉の気孔コンダクタンスを測定し、葉のオゾン吸収量を推定した。ブナ苗の葉面積と乾重量はオゾンによって低下し、土壤窒素添加および高濃度CO<sub>2</sub>によって増加したが、オゾンによる成長低下程度に対して土壤窒素添加および高濃度CO<sub>2</sub>は影響しなかった。一方、純光合成速度に対するオゾンの悪影響は土壤窒素添加によって増大され、高濃度CO<sub>2</sub>によって抑制された。葉のオゾン吸収量を解析したところ、土壤窒素添加によるオゾン吸収量あたりの光合成阻害率の増大と、高濃度CO<sub>2</sub>によるオゾン吸収量の低下が認められ、土壤窒素添加と高濃度CO<sub>2</sub>で光合成のオゾン感受性を変化させるメカニズムが異なることが明らかになった。

## G5 プナ葉のオルガネラ DNA コピー数の季節変化

○斎藤秀之<sup>1</sup>・岡崎裕平<sup>2</sup>・神村章子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>北海道大学農学部

トランスクリプトーム解析は、遺伝子の転写量 (mRNA 量) をゲノム網羅的に解析する手法で、近年、遺伝情報と生理生態学的情報を繋ぐ有力な手段となっている。一般に、mRNA 量の変化は遺伝子の転写活性ならびに mRNA の安定性に依存するので、遺伝子をコードするゲノムのコピー数に変化がなければ、mRNA 量の変化は遺伝子の環境応答性を示していると考えられる。しかし、オルガネラに存在する葉緑体ゲノムやミトコンドリアゲノムのコピー数は核ゲノムと異なって変化する可能性があるものの、野外に生育する樹木のオルガネラ・ゲノムのコピー数の季節変化や環境応答に関する実態は明らかでない。本報告では、ブナの葉を対象にオルガネラ DNA コピー数の季節変化ならびにオルガネラにコードされる遺伝子の mRNA 量を調べ、遺伝子発現解析におけるゲノムコピー数の役割に関して検討する。

## H2 モニ 1000 愛知赤津サイトにおけるヒノキ球果の落下特性

○澤田晴雄・佐藤貴紀・岸本光樹

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所

モニ 1000 愛知赤津サイト (東京大学生態水文学研究所長期生態系プロット) 内に口径 0.5 m<sup>2</sup> のリタートラップを 25 基設置し、2005 年 6 月から毎月の月末を基本に落下内容物を回収し続けている。今回は回収物の中からヒノキ球果 (未成熟落下を除く) を仕分けて落下特性を調べた。15 年間のヒノキ球果の総落下数は凡そ 8,966 個、平均落下密度は 45 個/m<sup>2</sup>・年であった。月別の平均落下密度を見ると 1 年間に 12 月と 4 月に 2 度のピークがあり、4 月のピークの方が 12 月よりも倍近く大きかった。ある年の春に開花したヒノキの球果は、早いと 7 月回収分から落下し、最も遅いものでは開花翌々年の 5 月回収分まで落下していた。開花年別にヒノキ球果数を集計すると (2018 年と 2019 年の開花分は 2020 年 3 月までの暫定値)、2009、2013、2017、2018、2019 年開花分の落下密度が 71~121 個/m<sup>2</sup> と多く、他の開花年は 56 個/m<sup>2</sup> 以下であった。以上のことからヒノキは種子の豊凶が比較的明瞭な樹種であると推察された。

## H1 淡路島の竹林におけるリターの動態の解明

○植田多聞<sup>1</sup>・小林慧人<sup>2</sup>・久米朋宣<sup>3</sup>・大橋瑞江<sup>1</sup>

<sup>1</sup>兵庫県立大学環境人間学部・<sup>2</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>3</sup>九州大学大学院農学研究院

竹林生態系の土壌へのリターの供給とその分解過程を知ることが、竹林地下部の養分動態や竹林の炭素貯留能を評価するうえで重要な知見を提供する。これまで葉、鞘のリターフォールの季節変動、葉リターの分解に寄与する動物種が明らかになっている。しかしリターの分解の詳細な過程や土壌動物全体が分解に及ぼす影響、リターの供給と分解のバランスについてはいまだ分かっていない。本研究では竹林リターの種類ごとの分解速度の違い、分解にもたらす動物の影響、リターの供給と分解のバランスの解明を目指した。淡路島のモウソウチク林において 2019 年から 2020 年まで葉、枝、地下茎、根、稈の 5 種類のリターと細・粗 2 種類のメッシュバッグを用いた分解実験を行い、分解率を調べた。また、リタートラップを用いて各部位のリター量の季節変動を求めた。その結果葉リターは連続的に落葉を続け、鞘リターは 3~7 月に集中することが明らかになった。分解実験では、葉リターが他のリターに比べて減少率が大きいことが明らかになった。また粗メッシュの分解量は細メッシュより高かったが、6 か月後から 12 か月後にかけて細メッシュの分解量が増加し、両者の差が小さくなった。

## H3 南アルプス大規模雪崩跡地における攪乱強度と実生密度の関係

○宮城 昂<sup>1</sup>・城田徹央<sup>2</sup>・岡野哲郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</sup>信州大学学術研究院農学系

大規模雪崩跡地の更新は空間的に不均一である。本研究ではそれが地表攪乱強度に起因するという仮説を検証した。発生から 3 年間経過した南アルプスの雪崩跡地に、斜面と直交するベルトプロットを 4 本設置した (標高 1940~2000 m)。高木性樹種 5 種 (コメツガ、シラビソ、トウヒ、カラマツ、ダケカンバ) の個体数密度、非攪乱森林からの距離および地表被覆物 (コケ類、キイチゴ類および CWD) の被覆率を調べ、個体数密度に対する効果を解析した。コケ類と前生の常緑針葉樹は攪乱強度が弱い森林近傍に局在した。ダケカンバを除く 4 種の当年生個体は森林から遠いほど少なくなった ( $p < 0.05$ )。1 年生以上の後生個体ではトウヒ、カラマツで森林からの距離の効果が消え、コメツガ、シラビソ、カラマツではさらにキイチゴ類および CWD から負の効果を受けた ( $p < 0.05$ )。一方、ダケカンバは当年生でキイチゴ類から負の効果を受けた ( $p < 0.05$ )。大規模雪崩跡地では森林近傍において更新が局所的に促進される。さらに、地表被覆物の存在とそれに対する樹種ごとの応答性の違いは空間的な不均一性を助長する要因として無視できないと結論された。



#### H4 落葉広葉樹林における低木の群集構造

○正木 隆

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

森林内で高木種の更新木が最初に競争する相手低木性樹木である。そこで北茨城の小川試験地(6ha)内で、直径1~5cmの幹をすべて調査し、(1)各樹種の分布は集中かランダムか？(2)低木種の分布は重なっているか？(3)高木種の更新木は低木種を避けているか？に答える。調査の結果、調査した幹は高木性45種、低木性30種、計12281本だった。予備解析から、(1)多くの樹種は半径10~20m程度の集中班を形成し、その位置が林冠ギャップ(コゴメウツギ、クサギなど)や沢等の地形(ヤブデマリなど)に影響される樹種や、特定の条件との関連が見出しがたい樹種(ツリバナなど)もあった。(2)ツツジ属(ヤマツツジ、ミツバツツジ、バイカツツジなど)とガマズミ属(オトコヨウゾメ、ミヤマガマズミなど)は分布が重なり、多種・高密度の低木パッチを数カ所形成していた。一方、ニシキギ属(ツリバナなど)はこれらとは独立に集中班を形成した。(3)高木種の更新木は耐陰性の高いブナやオオモミジも含め、多種・高密度の低木パッチ内に少ない傾向があった。以上の結果は、森林の更新動態を理解するためには、低木種の分布や多様性に関する知識・情報が不可欠であることを示すものである。

#### H6 なぜ針葉樹と広葉樹が共存できるのか？シミュレーションによる検討

○佐藤 永<sup>1</sup>・日浦 勉<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構地球環境部門・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科

針広混交林は、常緑性針葉樹と落葉性広葉樹が混在する森林であり、アジア・北米の温帯域に広く分布する。しかし、なぜニッチ(生態的地位)の異なる針葉樹と広葉樹とが共存可能なのか、定量的に十分な説明は行われていない。他方、最近発表された理論的研究において、局所的かつ確率的な崩壊と再生を繰り返す林分が、種子の移出入を通じて結合されている場合、一定範囲のニッチが中立的な性質を持つことで、ニッチの異なる複数樹種が共存できる事が示された(Falster et al. 2017, PNAS)。そこで我々は、この理論的研究を北海道の針広混交林に対して応用する森林シミュレーターを既存モデル(Sato et al. 2020, Environ. Res. Lett)をベースとして構築し、現実的かつ定量的に表現された環境因子と樹種の元で、針広混交林の存続が可能となるか検討を行っている。本発表では、そのシミュレーターの構造、および現在までに得られた成果について報告する。

#### H5 気候変動下で風倒後の管理が北方林の種組成に及ぼす長期的影響

○堀田 亘<sup>1</sup>・芳賀智宏<sup>2</sup>・森本淳子<sup>3</sup>・井上貴央<sup>4</sup>・鈴木智之<sup>5</sup>・松井孝典<sup>2</sup>・尾張敏章<sup>6</sup>・柴田英昭<sup>4</sup>・中村太士<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup> 大阪大学大学院工学研究科・<sup>3</sup> 北海道大学大学院農学研究院・<sup>4</sup> 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>5</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林北海道演習林・<sup>6</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林千葉演習林

気温上昇や降水量の変化は実生定着や成長、枯死等の樹木の生理的応答に影響し、森林樹種組成の変化を招く。また、風倒攪乱の頻度・強度の増大による森林構造や機能の改変も懸念されている。さらに、倒木搬出や掻き起こしといった風倒後管理は、風倒レガシーを減少させるため森林回復に影響を与える。そのため、気候変動下で従来の風倒後管理を行い続けると風倒前とは異なる生態系へ変化する可能性がある。そこで本研究では、森林景観モデルLANDIS-IIを用いて、様々な気候と風倒レジーム下で風倒後管理が北方林の種組成に及ぼす影響を評価した。掻き起こしをすると前生稚樹が破壊され、遷移初期種であるカバノキ属主体の森林が形成されたが、高温環境下ではより温帯性のミズナラが優占した。倒木搬出をすると倒木依存種(エゾマツ)の更新場所が失われるため、2度目の風倒後にはエゾマツが更新しなかった。さらに、気温上昇や風倒後管理の影響を受けた稚樹層が風倒を機に上層木へと成長するため、風倒頻度・強度が増大するほど景観全体の種組成への影響が大きくなった。本研究から、風倒後管理による風倒レガシーの除去は、気候変動による種組成変化を助長することが示唆された。

#### H7 森林モニタリングから環境変動影響を評価することは何故難しいのか

○久米 篤

九州大学大学院農学研究院

環境変動が森林動態に影響を与えることは多くの研究の前提条件となっており、将来的な気温上昇やオゾン濃度上昇、あるいは窒素沈着の増加の影響評価は重要な研究テーマと位置づけられている。その一方で、森林モニタリングは主に資源管理的な目的で行われており、例えば森林生態系多様性基礎調査では、全国で14000地点程度の調査プロットが設定され、現地調査が行われている。ところが、このようなモニタリング結果と環境変動影響を結びつけて評価するためには、因果関係の解析に必要な情報に様々なギャップがあり、明確な結論が出しにくい。これは、実際の森林では様々なイベントが並行して生じ、単一要因に対するモデル解析においてノイズとして作用することに加えて、対象となる調査項目、面積、時間スケールの整合性を取る事が難しいためである。例えば、燃料革命以降の遷移の進行影響や経済活動の変動影響については、森林動態の隠れた影響変数として大きな影響を及ぼしうるが、考慮されることは少ない。また、立地も重要な要素となる。特異的な大きなイベントを利用した解析は、継続的な森林モニタリングデータを利用して潜在的な環境影響を評価する上で重要である。

## 11 樹幹流によって土壌深部へ供給される放射性セシウム

○今村直広・坂下 渉・眞中卓也・篠宮佳樹・小林政広

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

樹幹流は樹木根圏に集中的に多量の水を供給する。そのため、樹木に吸収される水や物質の多くは、樹幹流により供給されたものである可能性が高い。これらから、樹幹流による樹木根系への放射性セシウムの供給プロセスを把握することが、樹木による放射性セシウムの吸収メカニズムを明らかにする上で必要である。本研究では、福島県川内村のスギ林とコナラ林を対象に、降雨中の色水散布実験による樹幹流の流路推定を行った。また、対象木の樹木根系周り東西南北4方位の落葉層と深さ25cmまでの鉍質土壌の採取を行った。これらから、樹幹流と土壌中の放射性セシウム<sup>137</sup>(Cs-137)蓄積量(Bq/m<sup>2</sup>)の関係を調べた。その結果、両林分とも、樹幹流が流れると推定される場所において、鉍質土壌表層のCs-137蓄積量が多いことがわかった。また、そのような場所では土壌深部のCs-137蓄積量も多かった。これらから、樹幹流により土壌深部にまで放射性セシウムは供給されており、そのような場所からの放射性セシウムの吸収の可能性を明らかにすることが重要と考えられた。

## 13 コナラ枯死木の分解過程の緯度比較：ナラ枯れとの関係

○深澤 遊<sup>1</sup>・小南裕志<sup>2</sup>・高木正博<sup>3</sup>・鈴木智之<sup>4</sup>・小林 真<sup>5</sup>・田中延亮<sup>4</sup>・竹本周平<sup>4</sup>・衣浦晴生<sup>2</sup>・上村真由子<sup>6</sup>・門脇浩明<sup>7</sup>・山下 聡<sup>2</sup>・潮 雅之<sup>8</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド研究センター・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>3</sup> 宮崎大学農学部附属フィールド科学教育研究センター田野フィールド・<sup>4</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>5</sup> 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>6</sup> 日本大学生物資源科学部・<sup>7</sup> 京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>8</sup> 京都大学白眉センター

ナラ枯れ(ブナ科樹木萎凋病)は、カシノナガキタイムシにより媒介される菌類により引き起こされる樹病であり、近年日本全国でコナラ属樹木の大量枯死を引き起こしている。大量枯死した樹木の分解によりCO<sub>2</sub>が放出されれば、森林がCO<sub>2</sub>のシンクではなくソースとなり、気候変動にも影響する可能性が指摘されている。しかし、枯死木分解にナラ枯れが与える影響はよくわかっていない。キクイムシの侵入による多孔質化や菌類の導入が分解を促進する可能性もあるが、キクイムシと菌類の侵入に対抗して樹木が生前に生産・蓄積した着色物質が分解を阻害する可能性もある。さらに、ナラ枯れが材分解に与える影響は、緯度に応じた気候の影響を受ける可能性もある。我々は、枯死木分解にナラ枯れと気候条件が与える影響を明らかにすることを目的として、健全伐倒木およびナラ枯れ枯死木の分解モニタリングを緯度に沿った複数か所で2016年から継続している。今回は、4年経過した2020年秋時点までの結果を紹介する。

## 12 冷温帯における3年間の倒木材密度減少の樹種間比較

○鈴木智之

東京大学大学院農学生命科学研究科

森林の炭素蓄積量の動態を理解・予測するうえで、枯死した樹木が分解される速さは、生きた樹木の成長速度と同じぐらい重要である。しかし、日本の天然林樹種の幹分解速度は、その成長速度に関するデータに比べて圧倒的に不足している。そこで、本研究では、天然冷温帯林主要樹種の伐倒から3年半の分解速度(材密度減少)を調べた。東京大学秩父演習林標高1300-1500mの天然林において、2015年夏に作業道作設のために伐倒された6種・分類群(ウラジロモミ・ブナ・ミズナラ・ウダイカンバ・ダケカンバ・ハウチワカエデ類)86本について、2015年12月から2019年4月に年1-2回(4月または12月)、幹のコアを採取し、材密度を測定した。階層ベイズモデルによって初期材密度と年分解速度定数kを推定した結果、もっとも分解速度の速いブナがk=0.082(3年で22%減少相当)だったのに対し、最も遅いミズナラはk=0.014(3年で4%減少相当)だった。ブナは、最も材密度の小さかったウラジロモミ(k=0.049)よりもかなり分解が速かった。材密度だけでは説明できない樹種特性があることが示唆された。

## 14 Yasso モデルを用いたナラ枯れ枯死木の分解 CO<sub>2</sub> 放出量の広域環境応答推定

○小南裕志<sup>1</sup>・深澤 遊<sup>2</sup>・平田晶子<sup>1</sup>・高木正博<sup>3</sup>・鈴木智之<sup>4</sup>・小林 真<sup>5</sup>・田中延亮<sup>4</sup>・竹本周平<sup>4</sup>・衣浦晴生<sup>1</sup>・上村真由子<sup>6</sup>・門脇浩明<sup>7</sup>・山下 聡<sup>1</sup>・潮 雅之<sup>8</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド研究センター・<sup>3</sup> 宮崎大学農学部附属フィールド科学教育研究センター田野フィールド・<sup>4</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>5</sup> 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>6</sup> 日本大学生物資源科学部・<sup>7</sup> 京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>8</sup> 京都大学生態学研究センター

全国7か所の森林においてナラ枯れによって枯死した樹木が分解していく過程で発生するCO<sub>2</sub>が森林の炭素収支に与える影響の評価を行った。各サイトに40本の枯死木サンプルを設置し、年3~4回のフラックス観測および重量減少の測定を5年間継続した。分解CO<sub>2</sub>フラックスは温度に対してExponentialな関数で記述可能であったが、枯死時の腐朽の度合いによって大きな放出量の差が見られた。この違いは枯死段階での密度差によって記述可能であり、ナラ枯れの場合は枯死以前にキクイムシが持ち込んだ寄生菌の影響ですでに材から菌体への基質変換が行われていると考えられた。実測された分解CO<sub>2</sub>放出量と環境因子の関係を用いたYassoモデルによって長期積算CO<sub>2</sub>放出量を推定し、これと重量減少から推定した炭素消費量を比較したところ、重量減少は積算CO<sub>2</sub>放出量の2倍程度の量となった。現実の大型有機物の分解過程においては細片化、溶脱の後に小型あるいは可溶化した後のCO<sub>2</sub>化現象が連続して発生しているため、大型有機物の物理的な特性の変動の効果の評価およびモデル化の必要性が明らかとなった。



## 15 八郎潟干拓地の防風林における土壌からの亜酸化窒素ガス放出量の季節変化

○細川奈々枝<sup>1,2</sup>・奥野駿矢<sup>1</sup>・高階史章<sup>1</sup>・早川 敦<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 秋田県立大学生物資源科学部・<sup>2</sup> 農研機構 農業環境変動研究センター

干拓地は湖沼などを水抜きし陸地化した土地であり、その粘土やシルトに富んだ土壌は高い養分含量や含水率を示す。よって干拓地の森林土壌からは亜酸化窒素ガスが無視できない量放出されると予想されるが、その実態は明らかでない。そこで本研究では、干拓地に造成された防風林において亜酸化窒素ガス放出量の季節変化を調査した。

秋田県八郎潟干拓地に植栽されたクロマツ防風林において、粒径組成が異なる3地点（A：壤質砂土、D：砂壤土、H：軽埴土）に調査地を設定した。各地点に3個のチャンバースを設置し、2020年5月から10月まで約2週間ごとに亜酸化窒素ガス、土壌中の水分量や無機態窒素濃度を調査した。また土壌の全窒素量を測定した。

亜酸化窒素ガス放出量は、地点Hで地温の最も高い8月にピークを持つ山形の季節変化を示したが、他の地点での季節変化は不明瞭だった。亜酸化窒素ガス放出量は、年間を通じて地点H、D、Aの順に高かった。地点Hは土壌含水率や土壌の全窒素量が他の二地点より高く、地点AはDよりも全窒素量が多い一方で土壌含水率が低かったことが、地点間の違いをもたらしたと考えられる。

## 17 フラットヘッドスキャナにより撮影された土壌画像に対する輝度補正手法

○前川新司<sup>2</sup>・磯川梯次郎<sup>2</sup>・木村敏文<sup>1</sup>・池野英利<sup>1</sup>・大橋瑞江<sup>1</sup>・上浦尚武<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 兵庫県立大学環境人間学部・<sup>2</sup> 兵庫県立大学工学部

樹木の細根は、森林生態系内における物質循環に深く関与していることが知られている。そのフェノロジーを理解する方法の一つとして、広い範囲の土壌断面を継続的に撮影することが可能なスキャナ法がある。しかしながら、この方法によって得られた画像は、スキャナ容器の壁面や土壌の状態によって、その品質が大きく変化する。このことから、継続的に細根の動態を捉えるためには、できる限り画像状態を一定に保つ必要がある。そこで、バランスカードと呼ばれる色見本をスキャナ画像端に入れて撮像することが提案されてきたが、このカードを十分に活用できていない状況には至っていない。本研究では、スキャナ画像から自動的にカード領域を検出し、そこから得られる輝度情報を用いて画像の輝度分布を補正する方法を提案する。提案法では、まず、テンプレートマッチング法により、バランスカードのうちの一つを検出し、その周囲の輝度分布から残りのカード領域を検出する。次に、検出したカードの輝度値と標準光下での輝度値を用いて輝度補正を行う。3拠点で撮像された合計49枚の画像に対して本手法を適用した結果、38枚についてカードが正しく検出でき、輝度補正ができた。

## 16 スギ・ヒノキ林における表層土壌酸性化の30年間の進行・抑制

○西村 滯<sup>1</sup>・谷川東子<sup>2</sup>・土居龍成<sup>1</sup>・吉田 巖<sup>1</sup>・杵山哲矢<sup>3</sup>・岡本 透<sup>4</sup>・平野恭弘<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院環境学研究所・<sup>2</sup> 名古屋大学大学院生命農学研究所・<sup>3</sup> 名古屋大学理学部・<sup>4</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

森林土壌は一般に、樹木の成長に伴い酸性化する。すなわち土壌の酸緩衝能は低くなる。しかしスギでは表層土壌に交換性Caを貯留する種特異性があるために、酸緩衝能の高い（交換性塩基濃度が高く交換酸度が低い）土壌で成長に伴い酸緩衝能がさらに高くなることが報告されている。一方、酸緩衝能の低い土壌に生育するスギ林では、他樹種と同様に土壌酸緩衝能が低下することを先行研究で見出している。本研究は、先行研究で対象とした「酸緩衝能の高い土壌」「低い土壌」とは別のグループである「交換性塩基濃度、交換酸度が共に低いグループ」のスギ・ヒノキ林を新たに対象とし、その表層土壌の30年間にわたる酸緩衝能の変化を明らかにすることを目的とした。

1990年代の土壌調査記録がある関西・中部地域におけるスギ3林分、ヒノキ4林分において、新たに土壌・堆積リターを採取し化学分析を行った。その結果、スギ林表層土壌では30年間で酸緩衝能の高低両方向の変化が確認された。一方、ヒノキ林表層土壌では酸緩衝能が急激に低くなる変化と緩やかに低くなる変化が確認された。これらの変化要因について深層土壌の化学特性などもふまえて考察する。

## 18 攪乱を受けた土壌団粒の野外条件下での再生過程

○宇津木佑夏・小野 裕

信州大学農学部

団粒構造は森林土壌の透水性などの物理性に大きく影響し、水源涵養機能の向上に寄与するとされているが、環境因子や人為的作用によって容易に破壊されるため、水源涵養機能の維持には森林土壌の保全に加え団粒の再生過程の解明が重要である。団粒再生に関しては室内培養による研究事例はあるが、野外での検討はまだほとんど行われていない。そこで野外条件下で団粒が回復するのかを明らかにすべく、ヒノキ人工林内で採取したA層の団粒試料とH層の腐植試料（ともに $\leq 1\text{mm}$ ）を異なる比率で混合させ（0%、20%）、野外培養実験を行った。

培養開始から5週目、12週目、21週目に試料を回収して分析を行ったところ両条件、全期間において培養前より団粒百分率が増加した。しかし培養5週目では団粒百分率が増加したにもかかわらず粗孔隙率と飽和透水係数が減少した。これは試料回収日までの先行降雨量が多かったため、雨滴衝撃によって孔隙が潰されて透水性が下がったことが原因ではないかと考えられた。

今回の結果からは野外においても短期間で団粒が再形成されることが明らかとなったが、透水性を向上させるためには雨滴衝撃を防ぐことが重要であると推察された。

### J1 港湾建設に伴う海岸線変化が生じさせた海岸林樹高成長の空間的不均質性

○岩崎健太<sup>1</sup>・南光一樹<sup>2</sup>・中田康隆<sup>3</sup>・真坂一彦<sup>4</sup>・篠原慶規<sup>5</sup>・新田響平<sup>6</sup>・水永博己<sup>7</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場道東支場・<sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林防災研究領域・<sup>3</sup>北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場・<sup>4</sup>岩手大学農学部・<sup>5</sup>宮崎大学農学部・<sup>6</sup>秋田県林業研究研修センター・<sup>7</sup>静岡大学農学部地域フィールド科学教育研究センター

海岸侵食が各地で問題となっていることから、海岸林の成長予測のために地形変化による影響を知る必要がある。北海道石狩湾沿岸では、カシワを主体とした天然生海岸林を分断して港が建設された。1980年代以降、港の西側で海岸侵食が進むのに対し、東側では海岸線が前進している。そこで、港の西側と東側で毎木調査、無人航空機と航空レーザ測量データを用いた数値表層モデル (DSM) 差分解析、着葉塩分量調査を実施した。毎木調査の結果、港の東側では年間20~30 cm 樹高成長しており、現在の上層高が西側より高かった。DSM 差分解析から、港の東側では飛砂の堆積による前砂丘の標高上昇と、毎木調査と同様の樹高成長が得られた。一方、西側の一部では最近13年間で高さ9 mの前砂丘が幅20 mにわたって消失し、広範囲でほとんど樹高成長していなかった。成長の悪い地点ほど前線林冠部の着葉塩分量が多く、飛来塩分による環境ストレスが大きかった。林縁から100 m内陸までの平均樹高変化は林帯前面の海浜・砂丘の断面積変化量と高い正の相関があったため、海岸林に及ぼす影響を評価する上で、海岸線の位置に加え、砂丘の垂直方向の変化の把握が重要であると考えられた。

### J3 樹液流の計測に基づくコナラ林の一成長期にわたるオゾン吸収量の推定

○田中亮志<sup>1</sup>・伊豆田猛<sup>2</sup>・松田和秀<sup>2</sup>・渡辺 誠<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学研究院

樹木は葉の気孔を介して大気汚染ガスであるオゾンを受取り、地表面付近の大気オゾン濃度を低下させる。近年、樹液流の計測から樹木のオゾン吸収量を推定する試みが注目されている。しかし、樹液流の最も一般的な計測法 (熱消散法) では、一部の樹種で実際の樹液流速を過小評価する可能性が報告されている。本研究では、日本の代表的な落葉広葉樹であるコナラを対象として、熱消散法センサーの校正の有無が林分のオゾン吸収量の推定値に与える影響を一成長期にわたり評価した。コナラ成木から切り出した辺材サンプルに真空ポンプで通水し、流速とセンサーの出力を同時に計測することでセンサーを校正したところ、校正前のセンサーはコナラの樹液流速を著しく過小評価することが明らかとなった。2020年5~10月にかけて東京都八王子市内のコナラ林で樹液流を計測し、林分のオゾン吸収量を推定した。コナラによるオゾン吸収量の日中積算値の平均は0.917 mmol m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>となり、校正によって5.6倍高い値を示した。以上の結果より、熱消散法を用いた樹液流計測から林分のオゾン吸収量を推定する際は、熱消散法センサーの校正が必要である。

### J2 2018年台風24号による強風下での立木倒伏プロセス

○上村佳奈<sup>1</sup>・南光一樹<sup>2</sup>・上野真義<sup>3</sup>・松本麻子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林防災研究領域・<sup>3</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所樹木分子遺伝研究領域

2018年台風24号により倒伏したスギの振動データを解析し、強風による立木の倒伏プロセスを明らかにした。2017年に森林総合研究所千代田試験地の遺伝的に近縁であるスギ人工林 (15年生、3000本/ha) 内に2つの異なる立木密度プロット (無間伐、間伐1500本/ha) を設置した。プロット内の立木に歪ゲージと慣性計測装置 (IMU) を取り付けた。またプロット間の樹冠内に超音波風速計を、プロット外に三杯風速計を設置した。2018年の台風24号により間伐プロットのみ根返りが発生した。IMUから台風時の樹幹の傾倒角度を計算した結果、風の運動量フラックスが急激に下降した時点で樹幹が大きく傾倒していた。プロット外の10分平均風速が10 m/s以下では、間伐の有無に関わらず立木は類似した振動傾向をもったが、風速が急激に増加 (10 m/sから13 m/s) した時点において間伐プロット内の立木が多様な振動を見せ、その後10 m/s以上の風速が継続すると間伐の有無で振動傾向は異なった。樹冠の衝突割合は間伐プロットでは無間伐プロットの2倍となり、この衝突割合が振動傾向と関係していることが考えられた。

### J4 中小規模地上設置型太陽光パネルの立地特性の把握：山梨県における事例

○粕谷俊輔・五味高志・猪越翔大

東京農工大学

本研究は、地上設置型太陽光パネルの1出力と面積の関係の把握からさまざまな状況で設置されている2太陽光パネルの分布やその面積と出力の関係把握し、地上設置型太陽光パネルの規模と設置状況の評価を行うものとする。本研究は、近年、太陽光パネルの導入が著しい山梨県を対象とした。52箇所の現地調査を行い、0.004 haから24.5 ha面積、40 kWから20000 kW出力の地上設置型太陽光パネルを把握した。その結果、面積と出力には優位な相関関係があることを確認した。ただし、斜面勾配により、面積・出力関係に違いがあることも確認できた。山梨県内のGoogle Mapによる判読の結果、1570箇所の地上設置型太陽光パネルの分布が確認でき、23%が森林に分布していた。また、10%が勾配10度以上の傾斜地に分布していた。山梨県の条例対象となる面積15 ha以上が、0.2%、15 ha未満の施設が、99.8%であった。面積15 ha未満、傾斜10度以上である10%の中で、土砂災害警戒区域内に分布しているものは、24%あった。このことから、今後山梨県の環境影響評価条例においてより小規模なものを、面積を基準とし対象とする必要があることが示唆された。



## J5 太平洋から紀伊山地への水蒸気輸送にともなう降水安定同位体比の時空間変動

○松尾奈緒子<sup>1</sup>・林 雅明<sup>2</sup>・立花義裕<sup>1</sup>・勝山正則<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>2</sup> 三重大学生物資源学部・<sup>3</sup> 京都府立大学大学院生命環境科学研究科

降水の水素安定同位体比 ( $\delta^2\text{H}$ )、酸素安定同位体比 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) および d-excess 値 ( $=\delta^2\text{H}-8\times\delta^{18}\text{O}$ ) は水蒸気の輸送過程や凝結・蒸発といった相変化により変動する。本研究では、太平洋沿岸から紀伊山地への水蒸気の輸送過程に伴うこれらの時空間変動の把握を目的とし、三重県内の6地点(北牟婁郡紀北町長島、松阪市飯南町粥見、津市美杉町平倉演習林、松阪市柚原町、津市美杉町君ヶ野ダム、津市栗真町屋町三重大学)において2020年8月から10月にかけて1~10日おきに降水の安定同位体比を観測した。得られた安定同位体比と降水量や気温などの気象条件の関係や、降水の水蒸気起源によって差が生じると考えられる d-excess 値と上空 850 hPa における風向の関係について調べた。さらに、太平洋または伊勢湾沿岸から紀伊山地に向かう南東・北東風が卓越する期間について、紀伊山地内に位置する平倉演習林の降水の水蒸気起源に対する海からの移流、森林など植生からの蒸散、陸面からの蒸発の各成分の寄与率について、平倉演習林、紀伊長島、三重大学の3地点の降水の安定同位体比から Peng ら (2011) のモデルを用いて推定した。

## J7 花崗岩山地源流域における基岩内地下水集水域と流出特性

○正岡直也<sup>1</sup>・小杉賢一朗<sup>1</sup>・藤本将光<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院農学研究所・<sup>2</sup> 立命館大学理工学部

山体の基岩内地下水が水源涵養や崩壊に及ぼす影響が認知され、また近年は有効な観測手段が得られるようになり、今まさに様々な条件下での実証的研究が求められている。本研究では小起伏の花崗岩流域において高密度の基岩内地下水位観測を行い、地下水の流動機構及び流出特性を詳細に解明することを目的とした。

観測は滋賀県不動寺試験地の F0 流域 (2.3 ha) で行った。地下水井戸を基岩内に全 61 箇所、土層内に全 3 箇所掘削し、水位を観測した。加えて F0 流域末端及び内部の 6 小流域末端の計 7 箇所を流量を観測した。

観測された基岩内地下水面コンターをもとに「地下水集水域」を定義した。地下水集水域の形状は地表面と大きく異なり、面積は流域によって約 0.47~1.9 倍に変化した。地下水集水面積に対し年間の総基底流量は非常に高い相関関係を示した。これは地下水集水域が実際の基岩内の地下水流動と集水効果を正確に反映していることを示している。また地下水集水域は、基岩ポーリングコア風化度における CL-CM 級境界面の形状と一致する傾向がみられた。この境界は基岩マトリックス透水係数の不連続面にあたり、基岩内地下水の水文学的基盤面となっていることが示唆された。

## J6 $\delta$ -ダイヤグラムを用いた森林流域内の水移動に伴う安定同位体比変動の解析

○勝山正則<sup>1</sup>・鶴田健二<sup>2</sup>・村中麻咲<sup>3</sup>・小杉緑子<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 京都府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup> 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター・<sup>3</sup> 京都大学大学院農学研究所

森林流域において、酸素と水素の安定同位体比の関係を示す  $\delta$  ダイヤグラムは浸透・流出過程と蒸発過程、植物の水利用過程を反映することから、その流域の水循環を解析する上で重要な図である。滋賀県南部に位置する桐生水文試験地にて、2001年から2018年に観測された降水の安定同位体比から決定した同試験地の LMWL (Local Meteoric Water Line) は  $\delta^2\text{H}=7.6\delta^{18}\text{O}+12.2$  ( $r^2=0.87$ ) となった。水移動過程に沿って採取した水のうち、飽和状態で移動する飽和側方流、一時的地下水、恒常的地下水、および溪流水ではこの順に同位体比変動が小さくなるが、 $\delta$  ダイヤグラムではほぼ LMWL 上にプロットされた。一方、不飽和土壌水では採取方法によって異なった。原位置でテンションフリーライシメータおよびテンションライシメータによって採取した土壌水は LMWL 上にプロットされた一方、土壌を持ち帰り実験室で抽出した土壌水では手法により異なり、LMWL から離れた位置にプロットされることがあった。樹木の枝からの抽出水でも同様に手法によって異なった。この結果は近年指摘されている Two water world 仮説を支持する一方、抽出方法が結果に大きく影響することを示すものであった。

## J8 森林流域を対象とした分布型降雨流出モデル K-BLADEmodel の開発 (II)

○亀山敏頭・熊谷朝臣・江草智弘・初山寛樹

東京大学大学院農学生命科学研究科

山地森林流域の水文現象とこれに起因する災害の詳細な解析のために、複雑なプロセスに基づく再現性と計算負荷のバランスに優れた「ブロック集合モデル (BAM)」は強力なツールである。近年、降雨時に斜面土壌で発生する不飽和鉛直浸透及び土壌-基岩間の浸透・湧出が、流出や水分分布に及ぼす強い影響が明らかになってきた。ところが、従来の BAM はこれらのプロセスを反映できていない。本研究は、先報で提案した BAM の進化形である K-BLADE model に土壌の不飽和鉛直浸透及び基岩地下水のプロセスを組み込み、森林流域 (神奈川県丹沢山地大洞沢流域、49.4 ha) への適用結果を基にその妥当性を検証した。2011~2017 年を対象に観測値を入力し、出力を観測値と比較し、モデルの示す挙動を検証した。【流量】高い精度で観測値を再現でき、7 年間通算の Nash 係数は 0.8 以上だった。【土壌水分】降雨に伴う斜面土壌での不飽和鉛直浸透領域の発達及び縮小を表現できた。また計算値は、観測値の乾湿変化を表現できた。【基岩地下水】基岩浸透・湧出を定量的に示すことができ、斜面谷部で基岩に浸透し沿いで土壌に湧出する様子、及びその空間分布が経時変化する様子を表現できた。

## J9 大起伏山地の流域における斜面と河道のピーク伝播速度

○浅野友子<sup>1</sup>・内田太郎<sup>2</sup>・友村光秀<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林秩父演習林・  
<sup>2</sup> 筑波大学生命環境系・<sup>3</sup> 株式会社 気象工学研究所

気候変動下での水土砂災害予測には豪雨時の水移動実態の理解が必要である。本研究では、観測事例が少ない堆積岩からなる大起伏山地でピーク伝播の実態を把握した。秩父山地の流域面積 0.1~94 km<sup>2</sup>の河川 15 箇所、1~2 分間隔の水位観測を行い、降雨ピークと水位ピークの時差からピーク遅れ時間の空間分布を求めた。なお、対象流域では、面積 10~20 km<sup>2</sup>以下の流域では基岩にしみこんだ水が下流のより大きな流域で流出する経路が卓越する。総雨量 165~232 mm の 5 降雨では、河道流路長の最頻値 4 km 以上、流域面積 20 km<sup>2</sup>以上の 5 つの流域 (L 流域) では、河道の流路長に比例してピーク遅れ時間が長かった。一方、河道の流路長・流域面積が小さい 10 流域 (S 流域) では場所によるピーク遅れ時間の差は大きい、河道流路長との関係が明瞭でない場合が多かった。L 流域での有意な関係に基づくと、斜面でのピーク遅れ時間は -46~116 分と幅があり、河道でのピーク伝播速度は 1.1~2.8 m/s であった。S 流域のピーク遅れ時間には、基岩の流出経路の寄与が流域により、また降雨により異なることが影響していると考えられた。

## J11 土砂災害の引き金となる降雨の評価手法に関する研究

○執印康裕

宇都宮大学農学部

土砂災害の誘因となる降雨の評価手法については、これまで様々な提案がなされている。降雨の評価は、大きく分けて手法①:一連の降雨を各降雨イベントに区分して実施、手法②:一連の降雨を概念モデルによって変換した指標によって実施、の 2 つに区分される。手法①においては降雨継続時間-平均降雨強度等の関係から評価が実施され、手法②においては、日本では土壤雨量指数がこれに相当することは言うまでもない。この評価を土砂災害警戒システムに組み込む場合において、土砂災害発生が通常では発生することが稀な豪雨によって発生する前提から確率論をベースに閾値が設定され、その有効性は土砂災害の発生・非発生の実績データをもとに検証が行なわれている。

一方でこのようにして設定された閾値は不変ではなく、システムが適用される場の植生あるいは土地利用等の素因の時間的な推移によって変化する。なかでも森林植生の時間的な変化は土砂災害発生に大きく影響を与えていることは周知の事実であるが、本発表ではこの点を中心に現行の日本の土砂災害警戒システムをベースに極めて簡単な検討を行ったので報告する。

## J10 現地データを用いた TDR による浮遊砂濃度計測の検証

○宮田秀介<sup>1</sup>・Francesco Comiti<sup>2</sup>・Michael Engel<sup>2</sup>・Velio Coviello<sup>2</sup>・Gianluca Vignoli<sup>3</sup>・Andrea Andreoli<sup>2</sup>・Ricardo Carrillo<sup>2,4</sup>・Rudi Nadalet<sup>5</sup>・藤田正治<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 京都大学防災研究所・<sup>2</sup> ボルツァーノ自由大学・<sup>3</sup> CISMA・<sup>4</sup> チリ・カトリック大学・<sup>5</sup> ボルツァーノ自治州

一般的な濁度計では困難な大規模出水中の浮遊砂濃度計測に TDR を利用するために、TDR による浮遊砂濃度の計測下限について定量的な評価を行った。イタリア北部において 2019 年夏に TDR および採水サンプルで同時刻に計測した浮遊砂濃度 (それぞれ  $C_{TDR}$ 、 $C_{sample}$ ) をペアとすると観測期間中に 48 組のセットが得られた。 $C_{TDR}$  と  $C_{sample}$  のペア 48 組について  $C_{sample}$  の大きい順に 5 組ずつ解析対象を増やし、それぞれについて統計指標を計算した。統計指標は決定係数 ( $R^2$ )、Nash-Sutcliffe efficiency (NSE)、 $C_{TDR}/C_{sample}$  の平均 ( $\mu$ )、 $C_{TDR}/C_{sample}$  の標準偏差 (SD)、 $C_{TDR}/C_{sample}$  のばらつき ( $P_{50}$ 、 $P_{90}$ ) である。各指標に基準を設けると TDR による浮遊砂計測の下限は 0.077% (= 2.0 g/L) となった。この時の計測誤差は  $\pm 0.077\%$  であり、濁度計に比べると非常に大きいが大規模な出水時に掃流砂の計測誤差と同程度の精度で浮遊砂を観測可能であることは大きな意味を持つ。

## K1 現場 IOT による生産作業の素材情報共有と SCM 構築

○仁多見俊夫<sup>1</sup>・伊能健悟<sup>1</sup>・松村哲也<sup>1</sup>・青木英明<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> (株) デザイオ

高精度な位置情報を用いて素材の生産管理機構の構築を行っている。複数の車両機械による作業システムにおいて各機械に rtk 測位装置を組み込み処理動作を把握する機構を設け、それらの処理データを組み合わせることで、素材生産処理の流れと土場集積の把握を試みた。Rtk 位置情報によって、ハーベスタの本体、作業機鋸段時、グラブの把持、積み込み時、フォーワーダの往復作業時、グラブの荷下ろし、極積み (トラック積み) 時の連携を読み取り、材の流れを読み取った。地域林業における、現場作業から商品の納入までを管理する SCM システムにおいて、生産、土場集積の運搬までの工程を把握し、管理調整することによって地域林業の事業量と事業効率を向上させるシステム構築の可能性を示す。

## K2 教示データを用いたグラップルローダ操作の自動化の検討

○山口浩和<sup>1</sup>・毛綱昌弘<sup>1</sup>・猪俣雄太<sup>1</sup>・佐々木達也<sup>2</sup>・飯澤宇雄<sup>3</sup>・阿部慶一<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林業工学研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所・<sup>3</sup> 魚谷鉄工株式会社・<sup>4</sup> 株式会社舞鶴計器

グラップルローダを用いて、丸太をフォワーダ荷台上に積み下ろしする荷役作業において、作業機の移動操作を自動化することにより、機械操作のイージーオペレーション化を行うことを検討した。ナックルブームの自動制御では、目標軌跡に追従させるフィードバック制御が一般的であるが、各油圧アクチュエータに作用する反力の状況に応じて複数の油圧バルブ間において開度調整が必要であるなど、制御が非常に複雑となる。一方、経験と知識のあるオペレータは、これら機械の特性を理解し、作業状況に応じて的確に操作量をコントロールしながら作業を行うことができる。そこで本研究では、オペレータの操作テクニックを自動制御に活用する方法が有効であると考え、荷役作業時のオペレータの操作情報（信号）を時系列の教示データとして記録し、その教示データを実時間で再生するフィードフォワード制御により作業機の移動操作を自動化することを試みた。教示操作と再生操作の作業機の移動軌跡を比較した結果、再生時間のズレが大きいほど誤差が大きくなった。目標地点への到達誤差を小さくするためには、再生時間の精度を高める必要があることが分かった。

## K4 チェーンソー伐木作業のための林業安全ゲームの教育効果

○山田容三<sup>1</sup>・川上晃平<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 愛媛大学大学院農学研究所・<sup>2</sup> 愛媛大学農学部

JSPS 二国間共同研究（2016～2018年度）の助成を受けて、Efi Yulianti Yovi 博士（ポゴール農科大学・インドネシア）と共同開発した日本版林業安全ゲーム・チェーンソー伐木作業編の試行を全国の林業事業者を対象に行い、2019年にゲームマニュアルとゲームカードの修正を行った。2020年は、この修正版の試行を愛媛県の「緑の雇用」フォレストワーカー1年生（FW1）、2年生（FW2）、3年生（FW3）の各研修、ならびに愛媛県内の林業事業者2社において行った。これまでの試行を通して、林業安全ゲームにプレイヤー間のコミュニケーションを促進させる効果が期待されたので、ゲーム中の会話をボイスレコーダーで記録し、会話の回数と内容について分析を行った。その結果、FW1～3研修ではあまり会話が促進されず、その内容も現場の作業につながるものではなかった。一方、林業事業者では林業経験の異なるプレイヤー間の会話が促進され、その内容はアドバイスのものであった。これらの結果から、異なる経験年数のプレイヤーで林業安全ゲームを行うことにより、グループの会話が促進され、熟練者から初心者への教育効果が期待されると考察された。

## K3 森林作業シミュレーションの三次元可視化と作業評価

○伊能健悟・仁多見俊夫

東京大学大学院農学生命科学研究科

チェーンソーによる人力伐倒作業は、林業に不可欠な作業であり、作業者の経験によって、その作業の効率・安全性が変化する。シミュレーションは現実環境を仮想的にモデリングを行うことができる優れた手法であり、様々な分野で現実環境による作業の模倣的な訓練の場として成果を挙げている。しかし、一般的にそのシミュレーション環境の妥当性を評価することは難しい。

本研究では、汎用ゲームエンジンである Unity を利用して、人力伐倒作業シミュレーションを三次元可視化することにより、シミュレーションの妥当性の評価、また、シミュレーションを利用して得られる作業計画案の有用性の評価を検討した。シミュレーションの評価では、シミュレーション作成の際に与えたパラメータ・推定式の妥当性について、シミュレーションから得られた作業計画案については、シミュレーション環境作成の際のパラメータと作業計画案の関係について評価を行った。

## K5 斜面上のヒノキの引き倒し抵抗力の方向による違い

○戴 承睿<sup>1</sup>・岩岡正博<sup>2</sup>・松本 武<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup> 東京農工大学大学院農学研究院

気象災害特に風害に強い森林づくりを進め、持続可能な森林経営を実現するためには、森林整備の強化と風害のリスクを減らす森林施業を行う必要がある。風害防止や集材作業の安全確保を目的として、立木の風害に対する抵抗力を明らかにするため、立木の引き倒し試験を行い、立木の力学的抵抗性を評価する必要がある。風害を受けにくい樹形や林分を明らかにするため、立木の樹高や胸高直径などの地上部特性と斜面傾斜などの地下部特性と引き倒し抵抗力との関係を把握することが必要である。立木の引き倒し方向と引き倒し抵抗力の関係を把握することも重要であると考えられる。多くの森林は斜面上に分布しているため、本研究では斜面上の立木の引き倒し抵抗力と引き倒し方向との関係を明らかにすることを目的として、東京農工大学 FM 唐沢山内のヒノキ林分において、斜面上の立木を斜面上方、斜面下方と斜面横方向に引き倒し試験を実施し、三つ方向の立木の引き倒し抵抗力を測定する。



## K6 林況と歩行負担を考慮した林内路網のトレッキング利用・ケーススタディ熊野

○藤井美由紀・仁多見俊夫

東京大学大学院農学生命科学研究科

2つのパンデミックに対して森林環境は人にどのような貢献ができるのか。まず、COVID-19 パンデミックである。感染予防のため外出が減少し、運動不足による生活習慣病の悪化、精神面の悪化など子供から高齢者まで影響が見られる。骨格筋減少に関して、健康人は1歳年齢を重ねる毎に筋肉と持久力が約1%低下するが、寝たきり状態ではわずか1日で筋力が約2%低下する。これは2年間の老化に相当し「運動不足」のインパクトは大きい。もう一つは、心不全パンデミックである。超高齢化社会の到来とともに心不全患者が増加し、高齢化に直面している先進国では同様の状況にある。社会的距離が確保できる森林環境で利用者が安全・安心な運動の為には、危険個所の対処、倒木や危険物の除去等の安全管理は勿論であるが、利用者の体力・既往歴を踏まえた安心して運動できる環境の提供が必要である。森林環境で利用者の体力に合った安心して運動できる環境の提供にあたっては、心血管疾患の危険因子による運動参加リスクを踏まえた運動療法処方に基づくコースの設定が必要となる。本研究では、安心・安全な森林環境での運動コースモデルの設定を実際の森林環境を用いて検討する。

## L2 丹沢山地ブナ林における森林性野ネズミの生息に対する植生保護柵の効果

○大石圭太・山根正伸

神奈川県自然環境保全センター

森林性野ネズミに対する植生保護柵（以下「柵」）の設置の効果については、シカ密度が高いミヤコザサ群落での柵設置数年後の短期的な報告はあるが、長期的な柵の効果や太平洋側に多いスズタケ群落で調べた報告はない。

そこで、林床植生が著しく退行した神奈川県丹沢山地のブナ林で、設置後約25年経過した柵の内外で2019年と2020年に野ネズミの標識再捕獲調査を実施した。調査地は、1990年代半ばの柵設置時点で30~40頭/km<sup>2</sup>のシカが生息し、過採食でスズタケ群落がほぼ消失し、草本層植被率は20%以下であった。2003年からのシカ管理捕獲で、10頭/km<sup>2</sup>以下に減少したが、柵外の林床植生はさらに劣化し、植被率は5%以下で、土壌流出も見られる。一方、柵内では、群落高が1~3mのスズタケや広葉樹で林床の植被率がほぼ100%に回復している。

野ネズミの捕獲率は柵内で有意に高く（柵内:22.5%、柵外:5.4%、 $p<0.0001$ ）、長期的な柵の効果による植生回復にともない生息環境が改善したと考えられる。発表では、1960年代からの調査地周辺の植生、野ネズミとシカの生息状況の変遷を合わせて報告する。

## L1 オガサワラオオコウモリの利用する森林環境

○鈴木 創<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 小笠原自然文化研究所・<sup>2</sup> 東京農工大学大学院連合農学研究科

オガサワラオオコウモリ（以下本種）は、小笠原の固有哺乳類で、絶滅危惧種となっている。小笠原諸島の森林は固有種率が67%に上り、世界自然遺産の価値ともなっている。植食性の本種は種子散布や花粉媒介の生態系サービス者として固有森林の維持や再生に不可欠な存在と考えられるが、夜行性の飛翔動物であるため、森林利用の実態は不明な点が多かった。本研究では、GPS記録機器を用いて、父島のオオコウモリの行動を追跡し、利用する森林環境の解明を目的に実施した。その結果、本種の行動圏は周辺の島々に及び、通年して行動の7割以上で自然林を、1~2割程は農地を利用した。自然林では、海岸林、河畔林、山地林などの利用において季節性が認められた。重要な環境として、広域分布樹木の多い海岸林、春に開花する在来ビロウ林、冬に結実する小笠原固有の乾性低木林などが上げられたが、外来樹種のみ依存する季節も確認された。このため、本種の保全を図りつつ固有な森林生態系を修復するためには、小笠原で推進される外来植物排除事業において、依存している外来餌植物、代替餌資源、森林の再生スピード等の知見を組み込んだ計画的な森林管理が不可欠である。

## L3 森林内で捕獲したシカ個体運搬器材の開発

○八代田千鶴<sup>1</sup>・山口浩和<sup>2</sup>・陣川雅樹<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林業工学研究領域・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所

ニホンジカ（以下、シカ）など野生動物による林業被害軽減のために、捕獲による個体数管理が各地で実施されている。しかし、車両が通行できない森林内での捕獲は運搬作業の負担が大きいことから現場埋設されることが多く、捕獲個体の有効利用が進んでいないのが現状である。そこで、森林内で捕獲したシカを省力的に運搬する機材として、電動クローラ型一輪車（以下、一輪車）、簡易型架線方式運搬装置（以下、簡易架線）、携帯型電動ウインチ（以下、携帯ウインチ）を開発した。一輪車は、電動モータで駆動し不整地を走行可能なクローラ構造とした。60kgのシカ模型を積載して35度斜面で実施した試験走行では、作業者と同程度の歩行速度で登坂可能であり、降坂走行でも滑走することなく安全に走行できた。簡易架線は軽トラックの荷台に搭載可能な仕様とした。25度斜面の上部から下部へ向かって張った主索に取り付けた搬器を用いて、60kgのシカ模型を30m/分以上の速度で引き上げることが可能であった。携帯ウインチは、背負子に搭載し単独でも森林内を持ち運べる仕様とした。巻取速度は10m/分以上であり、人力での運搬と比較して作業効率を向上できると考えられた。



#### L4 ナラ枯れにより枯死した古いコナラから羽化する甲虫相に影響をおよぼす要因

○稲田涼吾

東京大学大学院農学生命科学研究科

カシノナガキクイムシのマサアタックは寄主木を利用する他の昆虫に影響を及ぼし、その影響は穿孔密度が高い地際ほど強いことが予想される。しかし、枯死木の高い位置や、枯死後長期間調べた研究は少ない。ナラ枯れ枯死木の腐朽による穿孔性昆虫相の時空的变化とその要因を明らかにするために、本研究では、静岡県南伊豆町から枯死後5年以上経過したコナラを伐採し、地際から1.5mに玉切りにした。羽化トラップを取り付けた黒色寒紗に丸太を入れ、2週間毎に羽化成虫を回収した。各丸太の含水率、材密度、辺材表面の硬度、地上高、直径を測定し、これらの要因が甲虫類の種構成や個体数に及ぼす影響を解析した。羽化した59種の甲虫のうち、植食者27種・菌食者10種を解析の対象とした。要因間の相関は地上高-直径( $r=-0.47$ )のみ有意だった。群集構造には直径の影響のみ有意だった。一方で、主要9種の個体数に対する影響は、材密度が有意であった種が5種と最も多かった。ついで、地上高について、1種には正の影響が、3種には負の影響がみられた。直径の影響が有意だったのは1種のみであった。枯死後5年以上経過すると、カシノナガキクイムシの影響は認められなかった。

#### L6 カシノナガキクイムシの飛翔距離と環境因子との関連

○藤原聖真<sup>1</sup>・伊東康人<sup>2</sup>・Pham Duy, Long<sup>3</sup>・岡田龍一<sup>4</sup>・山崎理正<sup>3</sup>・池野英利<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 兵庫県立大学大学院環境人間学研究科・<sup>2</sup> 兵庫県農林水産技術総合センター森林林業技術センター・<sup>3</sup> 京都大学大学院農学研究科・<sup>4</sup> 神戸大学大学院理学研究科・<sup>5</sup> 兵庫県立大学環境人間学部

カシノナガキクイムシ(カシナガ)の媒介菌によるナラ枯れが全国的に広がっている。この対策として、立木への薬剤注入、ビニールシートによる対象木の被覆などが施されている。これらをより効果的に実施するには、被害拡大に関係するカシナガの飛翔距離を調べるのが重要である。これまで気象条件が被害拡大の要因として考えられてきたが、これがどのような影響を及ぼすかは明らかになっていない。そこで本研究では、飛翔距離に及ぼす気象条件の影響を調べることを目的とした。カシナガの飛翔距離はフライトミルにより計測した。2019年は室内の温度、相対湿度、気圧を計測し、2020年では室温を25℃に保ち、相対湿度と気圧を計測した。その結果、2019年の実験では全83個体の内48個体が1km未満の飛翔距離であった。また、7個体が10km以上飛翔した。2020年は、計44個体の内28個体は1km未満の飛翔距離であった。また、7個体が10km以上飛翔した。

2019年は室温の上昇に伴い最大飛翔距離が短くなる傾向が見られた。2020年では飛翔距離と室内の相対湿度との間に正の影響が見られた。以上より、カシナガの飛翔距離は、気温と湿度の両方の影響が示唆された。

#### L5 ナラ枯れ被害木の枯死から10年前後までの残存形態の変化

○松浦崇遠・中島春樹

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

カシノナガキクイムシが媒介する、ブナ科樹木萎凋病による枯損被害の発生は、富山県では2012年以降沈静化したものの、跡地には多くの枯れた立木が残されている。枯死木は分解が進むにつれて、主幹の折損や転倒を引き起こし、周辺を通行する人車に危険が及ぶ可能性があることから、事業による伐採が行われてきた。

コナラやミズナラの枯死被害木を対象としたこれまでの研究から、主幹の折損には早くも2年、転倒には4~6年を要することがわかっている。しかしながら、折損や転倒のリスクが高まる時期や、その時期に影響を与える要因を明らかにするには、より長期的な観察が必要である。本研究では、枯死から10年前後が経過した被害木を対象に、残存形態の経年的な変化を調査した。

枯死木の、主幹の折損(高さ5m以下)および転倒は年数の経過とともに増加し、およそ10年後には、それらの形態が占める割合は、標高280mの地点において、全体の7割近くに達していた。一方、標高860mの地点では、全体の約2割にとどまっており、気温などの条件によって分解の過程が異なることが示唆された。

#### L7 カシノナガキクイムシの非寄主木樹幹への着地

○山崎理正<sup>1</sup>・隈 廣志<sup>1</sup>・伊東康人<sup>2</sup>・小林徹哉<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup> 兵庫県農林水産技術総合センター森林林業技術センター・<sup>3</sup> (公財)神戸市公園緑化協会神戸市立森林植物園

ナラ枯れ被害地では、カシノナガキクイムシの寄主樹種であるブナ科樹木以外の樹種(以下、非寄主木)でも穿孔が確認されている。しかし、どのような条件下でどの程度の個体が非寄主木に着地した結果、このような誤った穿孔が起こっているのかは不明である。これを確かめるため、ナラ枯れ被害が進行中の兵庫県神戸市北区の神戸市立森林植物園内で調査を行った。2019年と2020年に、寄主であるコナラとその周囲の非寄主木の地際部に粘着トラップを設置し、約1週間間隔でカシノナガキクイムシの着地数を計数した。非寄主木への着地数に影響を及ぼす要因をハードルモデルで解析した結果、着地するかしないかの過程では、コナラと樹冠が重なっていることと、樹冠が重なっているコナラへの着地数が影響を及ぼし、着地数が多くなる過程では、直近のコナラへの着地数と、非寄主木のサイズが影響を及ぼしていることが明らかとなった。これらから、コナラの樹冠に引き寄せられて飛来したカシノナガキクイムシが近く非寄主木に着地してしまうエラーが起こっていること、コナラへの飛来数の増減に応じて近傍の太い非寄主木への飛来着地が増減することが示唆された。

## L8 ナラ枯れに防除法はないのか？

○小林正秀

京都府農林水産技術センター森林技術センター

カシノナガキクイムシの穿孔によるナラ枯れは、江戸時代以前から発生していたが、先人達は被害を抑えていた。ところが、1980年代以降は被害を抑えることができなくなり、京都府では、1990年代後半には日本一の被害量が続いた。その後、被害は徐々に南下し、2000年代に京都市内でも発生するようになった。

京都府には社寺仏閣の庭園などの貴重な緑地が多く、現場から「ナラ枯れを抑えて欲しい」との強い要望があった。そこで、演者は、カシノナガキクイムシの飼育法を確立して生態を解明し、ビニール被覆やカシナガトラップなどの防除法を開発した。そして、これらの防除法を駆使して多くの現場で被害を抑えてきた。ところが、効果がない樹幹注入剤やフェロモン剤がもてはやされ、被害を抑えることができなくなり、「ナラ枯れには防除法はない」と考える人が増えてしまった。

ナラ枯れと同様の被害 (Platypus 属の穿孔による Quercus 属の枯死) は、鳥インフルエンザや新型コロナのように世界で同時多発している。ここでは、ナラ枯れ対策に焦点を当て、日本で感染症が抑えられない要因について考察し、改善策を提言する。

## L10 マツノマダラカミキリの大量捕獲消長

○江崎功二郎

石川県農林総合研究センター林業試験場

加賀市片野海岸マツ林にマツノマダラカミキリ誘引木を26本設置し、2年間(2019~20年)で1500頭以上の成虫をマダラスイープによって直接捕獲した。時間捕獲数は日没後から急増し21時にピークに達し、深夜2時には終息した。日捕獲数は6月上旬から始まり下旬にピークを示し、7月下旬から8月上旬に著しく減少した。捕獲期間を通してオスに偏り、特に誘引初期ほど高かった。また誘引初期の平均保持センチウ数は1000頭以上に達し、高い伝搬力を持つ個体が出現した一方で、誘引後期にはほとんど保持しなかった。この捕獲消長に基づき、マツ材線虫病の塊状枯死木発生について以下のシナリオが導かれた。マツ材線虫病の罹病木がまだ発生しない誘引初期には、自然発生した枯死木や衰弱木に性成熟した成虫が飛来する。その木を中心に飛来した成虫によってエピセンターが形成される。そして、周囲の健全なマツにセンチウが伝搬され、塊状枯死が発生する。一方、誘引後期は性成熟前の後食によってマツ材線虫病に罹病した枯死木に飛来するが、これらの成虫はセンチウを保持しないため、周囲のマツへのセンチウ伝搬がない。そのため、この枯死木は単木枯死木として林内に分布する。

## L9 マツノキクイムシ寄生性線虫のマツノマダラカミキリへの寄生性の検討

○小澤壮太<sup>1</sup>・中村克典<sup>1</sup>・前原紀敏<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林昆虫研究領域

マツノマダラカミキリに対する防除法では、薬剤による予防散布とくん蒸処理が主に用いられている。その一方で、環境への負荷が小さい天敵等を利用した防除法の開発も古くから取り組まれてきた。このような天敵のうち、マツノマダラカミキリの寄生者では、長い共存の歴史の中で寄主の寿命や繁殖に大きな影響を与えなくなっている可能性がある。そこで我々は、マツノマダラカミキリ以外のマツ類穿孔性昆虫の寄生性線虫について、マツノマダラカミキリ防除素材としての有効性の検証を進めている。マツノキクイムシ雌雄成虫37頭を解剖したところ、31頭の血体腔から *Parasitorhabditis* 属の寄生性線虫が分離された。本線虫のマツノマダラカミキリへの寄生性を検討するために、マツノキクイムシ13頭から分離した寄生性線虫1~123頭と、マツノマダラカミキリ老熟幼虫各1頭をシャーレ内で共存培養させたが、虫体内に侵入した線虫は確認できず、ほとんどの幼虫は正常に成虫へと発育した。ただし、今回用いた線虫は寄主への侵入に適した感染態ステージではなかった可能性があり、感染態ステージの特定とそれを用いた実験をさらに行う必要がある。

## L11 地域～広域スケールでみるエゾハルゼミの生活史特性および遺伝構造

○湯本景将<sup>1,8</sup>・神戸 崇<sup>2</sup>・加藤朱音<sup>1,8</sup>・兼子伸吾<sup>3</sup>・池田紘士<sup>4</sup>・齋藤陽子<sup>5</sup>・Michael, Nobis P.<sup>6</sup>・津田吉晃<sup>7,8</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学生命環境科学研究科山岳科学学位プログラム・<sup>2</sup> 北海道大学大学院農学研究院・<sup>3</sup> 福島大学共生システム理工学類・<sup>4</sup> 弘前大学農学生命科学部・<sup>5</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>6</sup> スイス連邦森林・雪氷・景観研究所・<sup>7</sup> 筑波大学生命環境系・<sup>8</sup> 筑波大学山岳科学センター菅平高原実験所

生物種の分布域はこれまでの地史的・気候的イベントとそれに関連する種の進化史や生態学的特性などにより決定づけられる。近年の気候変動により、生態系で重要な役割を果たす昆虫の分布域も変化しており、遺伝的多様性や生態系への影響が懸念される。そこで本研究では気候変動が森林生態系に与える影響について森林性昆虫の視点から評価することを目的に、日本では冷温帯・山岳域に生息するエゾハルゼミ (*Yezoterpnosia nigricosta*) に着目した。まず、長野県上田市菅平高原で2018~2020年の5~7月にかけて3年間抜け殻を利用した生態調査を行い、本種の生活史特性および地域スケールの遺伝構造について評価した。また北海道から九州までサンプル採集を行い、本種が分布する冷温帯林との関係性を考慮しつつ、ミトコンドリアDNAおよび核DNAに基づいて広域スケールの遺伝構造も評価した。その結果、地域スケールでは年次集団間で遺伝的分化が示唆された。また広域スケールでは大きく2つのクラスターに分かれる遺伝構造をもち、西日本集団の遺伝的多様性が高かったことから、生息環境である冷温帯林と関係した分布変遷が示唆された。



## L12 Integrating intraspecific variation in species distribution models with the implication of climate change

○ Shengnan Zhang · Kohei Kubota

Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

Intraspecific variation provides insight into heterogeneous demography and adaptive history across organisms' distribution ranges. Most species distribution models (SDMs) assume that species respond to the environment as a single undifferentiated entity across their entire distribution. Here, we assessed climatic potential niche differentiation at the species and subspecies level, and identified the range of three cold-adapted, low-dispersal species: *Carabus irregularis*, *Platycerus albisomni* and *P. takakuwai*. Our results showed that: (1) Maxent models incorporating information derived from intraspecific variation outperformed the species level models, (2) niche similarity tests revealed niche conservatism in most subspecies, except for two subspecies of *C. irregularis*, and (3) most of taxa under the global warming were predicted to lose large portions of present suitable areas. Therefore, we recommend closer examination of intraspecific variation when predicting species distributions.

## M2 樹幹注入処理は潜在感染木の発病を抑える

○二井一禎

京都大学農学部

京都市右京区の小倉山山頂には1990年代に植栽されたアカマツの人工林があるが、地元民による枯死木の徹底除去などの熱心な防除努力にも関わらず、マツ枯れ被害が恒常的に発生している。この地において演者らは2008年に潜在感染木の調査を実施し、対象とした若齢アカマツ(当時15年生)の多く(約80%)がマツノザイセンチュウに潜在感染していることを明らかにした。それらのアカマツのうち40本に殺線虫剤を注入し、35本は無処理の対照区とした。その後6年間にわたる追跡調査の結果、対照区のほとんどは枯死したが、樹幹注入木の75%は現在も生残している。ただ、その効果が殺線虫剤の本来の働き、即ち薬剤注入後に新たに侵入した病原線虫に対する殺線虫力によるものなのか、これら樹木にすでに潜在感染していた病原線虫を殺し、感染木を治療することにより達成されたものが明らかでなかった。今回、同じ林で25年生に成長したアカマツの中から、殺虫剤散布区、殺線虫剤樹幹注入区、両剤施与区、無処理対照区各50本を設け、処理後ほぼ3年間樹脂渗出量調査を継続実施することにより、殺線虫剤に潜在感染木治療効果があることを明らかにした。

## M1 森林限界北上に寄与する菌根菌種の特定

○宮本裕美子<sup>1</sup> · Maximov, Trofim C.<sup>2</sup> · 杉本敦子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学 · <sup>2</sup>ロシア科学アカデミー寒冷地生物問題研究所

温暖化が顕著に進む北極域では、森林分布が北上しツンドラ帯が寒冷林に変化することが予測されている。樹木がツンドラ帯に定着するためには適合する外生菌根菌(以下、菌根菌)の存在が不可欠である。ツンドラ帯には矮性のヒメカンバやヤナギ低木が生育しており、こうしたツンドラ植物にすでに生息している菌根菌が、樹木実生の重要な菌根感染源となることが推測される。本研究では北東シベリア北極域のダフリアカラマツ(*Larix cajanderi*, 以下、カラマツ)を対象として、森林-ツンドラ境界において菌根菌群集(多様性・組成)を明らかにし、ツンドラ帯においてカラマツと適合する菌根菌種を特定することを目的とした。分子解析により菌種と宿主植物を特定した。結果、ツンドラ植物からはアセタケ属、ベニタケ属、チチタケ属など宿主幅の広い菌種が多く検出された。一方で森林北限のカラマツ個体群には、宿主特異性の高いショウロ属やヌメリイグチ属が優占していた。菌根菌群集は宿主植物で有意に異なった。ツンドラ帯ではカラマツと適合する菌種数およびその出現頻度が低いことが明らかとなった。

## N1 クロモジの精油抽出量および精油成分組成の季節変化

○高橋輝昌<sup>1</sup> · 大後恵里菜<sup>2</sup> · 柴崎則雄<sup>3</sup> · 丸山徹也<sup>4</sup> · 古川康二<sup>4</sup> · 安田慎之介<sup>5</sup> · 人見拓哉<sup>1</sup>

<sup>1</sup>千葉大学大学院園芸学研究所 · <sup>2</sup>千葉県北部林業事務所 · <sup>3</sup>きさらづ里山の会 · <sup>4</sup>養命酒製造株式会社 · <sup>5</sup>千葉大学園芸学部

千葉県袖ヶ浦市の森林伐採跡地に植栽されたクロモジの枝葉を対象として、水蒸気蒸留法による精油の抽出量と揮発性成分組成を2019年6月から11月および2020年3月から11月にかけて毎月測定した。クロモジは2013年に採取された種子から得られた実生苗が2015年3月から4月にかけて植栽されたものである。精油の抽出には、切られた形跡のないクロモジの枝葉を直径8mmのところまで切ったものを粉碎して使用した。枝葉の単位乾燥重量あたりの精油の抽出量は春季に少なく、6月、7月にかけて増加して3g kg<sup>-1</sup>程度となり、8月に急減した。9月以降の精油の抽出量は台風により多くの葉が失われた2019年には1.5g kg<sup>-1</sup>以下であったが、台風被害のない2020年には4月、5月と同程度の2から3g kg<sup>-1</sup>であった。精油の揮発性成分組成は採取月によって変動し、いずれの年もほぼ同様であった。割合の高い成分についてみると、linalool、limonene、1,8-cineolの割合はそれぞれ11から30%、9から15%、6から21%の範囲で変動した。成分ごとの割合の経時変化をみると、linaloolで秋季から冬季にかけて高く、1,8-cineolで夏季に高く、成分によっては春季に高まるなど、様々であった。

## N2 クロモジ苗木の植栽後4年間の生育特性

○安田慎之介<sup>1</sup>・菅谷 光<sup>2</sup>・高橋輝昌<sup>3</sup>・柴崎則雄<sup>4</sup>・人見拓哉<sup>3</sup>

<sup>1</sup>千葉大学園芸学部・<sup>2</sup>住友林業株式会社・<sup>3</sup>千葉大学大学院園芸学研究科・<sup>4</sup>きさらづ里山の会

クロモジは、工芸品や精油の材料として用いられる日本固有の有用な低木である。しかし、天然では林内に点在しているため、効率的な採取は困難である。効率的な生産方法を検討するため、千葉県袖ヶ浦市の樹林地（日陰区）と樹林の伐採跡地（日向区）の調査区に2017年3月から5月にかけて、各調査区にクロモジの苗木を6,000本/haの密度で植栽し、2017年5月から2020年11月の4年間にわたり成長量の変化を調査した。また、2020年8月に、試験地から大きさの異なる7本のクロモジを用いて、個体サイズから重さを計る相対成長式を作成した。

植栽後1年以上経過した2018年から、幹長、地際直径ともに調査区間の有意な差が現れ始めた。2020年11月には、日向区では日陰区より幹長が約1.4倍、地際直径が約1.7倍大きかった。また、日陰区より日向区の方が萌芽を多く発生させていた。枯死個体数は、日向区で多くなった。また、クロモジの幹長、地際直径と乾燥重量との間には相対成長関係が成立した。相対成長式から、2020年11月時点のクロモジの乾燥重量は日向区では約2Mg/ha、日陰区では約0.9Mg/haと推定された。



**研 究 発 表 題 目 (19~23 日)**  
**(ポスター発表)**

P-001 三重県南部地域の原木市売市場を利用する山主・買主の原木取引の現状と意向

○石川智代

三重県林業研究所

三重県南部に位置する尾鷲木材市場は、尾鷲地域の原木生産地と地域内外の原木消費地をつなぐ流通の拠点となっている。近年の木材流通の状況を考慮すると、地域材の流通を支える原木市売市場には原木の需給コーディネート機能の強化による原木取引の円滑化・効率化が必要と考えられる。そこで、尾鷲木材市場とその利用者（山主・買主）間の原木需給情報のやりとりについて、実態把握とその支援ツールの作成を目的に、市場利用者に対しアンケート調査を行った。調査は令和2年7月から8月に実施し、山主7者と買主16者から回答を得た。その結果、山主6者、買主9者は以前から市場へ情報提供を行っていることがわかった。また、山主4社、買主13者は仕入れや出荷の情報を得たいと回答しており、山主と買主双方に需給情報のやりとりに対する前向きな意思が確認できた。しかし、山主と買主ともに現状の情報のやりとりは「来場」または「電話」に限られていた。これらのことから、市場のコーディネート機能の強化支援には、情報のやりとりを電子化し、山主・買主対応を効率化及び省力化することが有効と考えられた。

P-003 北東北三県における製材工場の素材在庫量変動の分析

○道中哲也・大塚生美・御田成顕

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所

製材工場の素材在庫量は、素材の入荷量から消費量を引いた結果だけではなく、持続的な経営のための準備及び将来の利益の指標となり得る。本研究は、2013年1月から2019年12月までの農林水産省「木材統計調査」の県別データと独自集計した「木材統計調査」の調査票データに基づいて、北東北三県における製材工場の素材在庫量変動を分析した。県別データによると、青森県では在庫量が高い水準で推移し、岩手県では下降のトレンドが見られ、秋田県では2019年には在庫量が急増したことがわかった。調査票データによると、年間素材消費量1万立米以上の製材工場においては、月間消費量を基準とする在庫率は、青森県と秋田県では1から3ヶ月の範囲で推移していた一方で、岩手県では0.5ヶ月以下の工場が多いことが分かった。青森県の県別在庫量には季節性が見られるが、岩手県と秋田県の県別在庫量には季節性が弱い。また、多くの年間素材消費量の1万立米以上の製材工場の在庫量には季節性が見られず、工場別在庫量が季節要因以外の要因に影響されている可能性が指摘できる。

P-002 近世多摩川上流域における木材生産流通コストの実態

○若狭夏海<sup>1</sup>・松本 武<sup>2</sup>・岩岡正博<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京農工大学農学部・<sup>2</sup> 東京農工大学大学院農学研究院

近世の木材生産におけるコスト構成について、「大沢家文書」を用いて解明を試みた。これは東京都奥多摩町の大沢家における、近世から近代までの村政や家業等についての記録であり、奥多摩町教育委員会によって出版されている。大沢氏は白丸村（現・奥多摩町所在）の名主を務めた傍ら、文化年間に木材生産業に着手し、近隣諸村のほか甲州等近国の山林を購入して木材生産を行っていた。文書は事柄別に章立てされているが、その中で「林業」章を対象として、大沢家による木材生産事業のコスト構成を調べた。

この結果、「林業」章の収録記事106件中、江戸期のものかつ年代が明らかで、木材生産におけるコスト（人工数、費用、食料等）に関する記事は、弘化2年から文久2年のものまで計9件存在し、すべて甲州都留郡における木材生産についての記事であった。これらの記事から、生産された木材については規格と材積、投入コストについては厘代（伐木・造材費）とその単価、山出し（集材）および運材の人工数と賃金、食料の購入量と価格についてまとまった情報が得られた。これらをデータベース化し、各工程の生産性のほか、コストの構成やその決定要因について分析・考察した。

P-004 文化財修理報告書から見た社寺建築を構成する大径・長大部材の特徴

○西原俊介<sup>1</sup>・松本 武<sup>2</sup>・岩岡正博<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京農工大学農学部・<sup>2</sup> 東京農工大学大学院農学研究院

現在日本には2800棟以上の木造重要文化財建造物が存在する。これらの修理について、文科省は約150年周期で行うのが望ましい一方、現在は約半分のペースである約270年周期の修復に留まっているとしており、今後文化財保護の観点から修復件数が増加することが予想される。重要文化財建造物の修復の際には、なるべく元の状態に近い形で建材の取替えをすることが望ましいとされる。しかしながら大径長大部材については国産材では供給できず外材が使用されるケースもある。今後の文化財修復やそのための国産材による資源供給を考えるうえで重要なのは、部材の樹種・規格情報となる。特に大径長大材の使用が考えられる「柱材」について情報の蓄積が重要と考えられる。

そこで本研究では重要文化財建造物の大径・長大部材のデータベース構築の端緒として、「長野県の国宝・重要文化財建造物修理工事報告書Ⅰ～Ⅲ」（郷土出版社、1988）にまとめられている木造の寺院及び神社28件の修理報告書及び解体図面から各建造物の「柱材」について「長さ・太さ・材種」についてデータベース化した。さらに建造物の創建年代や、周辺地域の植生・地形といった諸情報との関連について分析した。

P-005 九州・四国地域の地方自治体による造林初期のシカ害対策補助事業の実施状況

○志賀 薫<sup>1</sup>・米田令仁<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林業経営・政策研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所四国支所

鳥獣による植栽苗の食害が再造林を阻む課題となっており、再造林や鳥獣害対策に対し、独自の補助事業を実施している市町村も見られる。本研究では、九州・四国の市町村を対象とし、植栽苗を鳥獣害から防護するための対策に対し補助をする事業（以下、事業）の実施概況を明らかにした。2020年8月から11月にかけて、九州・四国の327市町村の林務担当者に対するアンケート調査を実施し、216市町村（回収率66%）から回答を得た。回答のあった市町村の約1割が当該事業を実施していた。事業導入の経緯としては、「自治体内で鳥獣害が拡大したため」がもっとも多く、「国や県で事業が開始されたため」や「林業事業者からの要望があったため」が続いた。担当者のシカ害の深刻度についての認識は、事業のある市町村で、「被害があり対策が必要」、「対策しても被害が出る」といった回答が多かった。一方で、事業を実施していない市町村においては、「被害がない」との回答が多かったが、当該事業の導入を検討中もしくは今後検討すると回答した市町村も1割ほど見られた。

P-007 ジビエ利用と獣肉処理場の捕獲個体受入基準の現状 —近畿地方を中心に—

○古賀達也

京都大学大学院農学研究科

獣害の深刻化や生息域の拡大による捕獲への社会的要請によってシカ、イノシシの捕獲数は増加している。報酬や負担軽減を通じた狩猟者への支援、特産品開発による山村振興などの観点から捕獲個体は食資源化（ジビエ利用）することが望ましいが、利用率は約1割と低い。利用拡大に向けて様々な方策が考えられるが、獣肉処理場（以下、処理場）へ搬入する個体数を増やす必要がある。本報告は処理場の捕獲個体受入基準に着目し、利用拡大に向けた課題の整理を目的とする。調査対象として近畿地方の処理場3施設、他地方の処理場2施設を事例に取り上げ、受入基準とその背景にある処理場の意向を聞き取り調査から明らかにした。処理場は生体状態の確認や捕殺時の情報を正確に把握することで生産履歴を保証したいと考えており、処理場従業員による止め刺しが可能な罟猟の捕獲個体を優先的に受け入れていた。銃猟捕獲個体は処理場が生産履歴の保証を行わず、捕殺後迅速な処理場への搬入が困難なため、受入は限定的であった。今後の捕獲個体受入拡大に向けて、銃猟捕獲時の生産履歴の保証を図る仕組みの開発が必要と考えられた。

P-006 ニホンジカによる森林被害と政策 ～中国山地地域5県の比較～

○伊藤太順・芳賀大地

鳥取大学農学部

ニホンジカ（以下、シカ）による森林、林業への被害拡大が全国的に懸念されている。その展開には地域性があることを踏まえ、本研究ではシカの林業被害と対策について各県の現状を明らかにし、比較によって県ごとの特徴と課題を明らかにすることを目的とする。調査対象は全国の動向と同様に素材生産量が増加している中国山地周辺地域（鳥取県、兵庫県、岡山県、島根県、広島県）とした。

対象県の鳥獣保護管理計画から各県のシカ対策への取り組みを時系列的に比較した。また、関係機関に問い合わせ、平成10年以降の捕獲頭数や林業被害額を元に県ごとの被害状況を比較した。

その結果、兵庫県のシカに対する対応が非常に迅速であることが分かった。他の県では国の法改正に追従する形でシカ保護管理計画を策定するなどの対応を取っていた。シカの捕獲頭数は年ごとに若干のばらつきはあるものの概ね各県とも増加傾向にある。各種の生息情報を時系列的に比較したところ、シカの生息密度の低下がみられる地域はわずかであった。林業被害額は減少傾向にあるが、造林面積の減少や、防除策の効果、被害が正確に把握されていないなどの可能性も考えられる。

P-008 明治前期の岩手県における鳥獣および内水面漁業資源の利用

○泉 桂子・鈴木正貴

岩手県立大学総合政策学部

戦前期の山村地域において山野の鳥獣や内水面の魚貝は地域住民にとって重要なタンパク源であった。『岩手県管轄地誌』を用いて1878年前後の岩手県における鳥獣と内水面漁獲物の種類と地理的分布を明らかにした。『管轄地誌』は岩手県が明治政府の指示に応じて著した地誌で、県内642村の人口・農地・地租・物産などが記録されている。物産の項には鳥獣13種、その加工品3種、内水面の魚貝12種が記載されていた。利用していた村数の多かった資源は鳥獣がシカ（45か村、以下単位は同様）、キジ（41）、イノシシ（37）、魚貝がアユ（56）、ウナギ（41）、ドジョウ（19）であった。ただし、魚貝は海でも取れるサケ・マス類を除いた。イノシシの利用は北上山地（気仙・遠野地域・旧川井村）に多く、現在の岩手県内におけるその分布とはやや異なった。クマ、カモシカ、サル、アナグマ、キツネ、ウサギの利用は現在の雫石町、西和賀町、旧川井村等の地域に多かった。魚貝について、ウグイ・アユ・ヤマメの利用に地理的な棲み分けが見られ、耕地に占める水田割合の高い村でタニシが利用される傾向が見られた。



## P-009 福井県美浜町の入会林野の現状と課題

○安達啓介

神戸学院大学

現代において、規約・慣習にならって実体を保ち続けている伝統的な入会林野は稀少となりつつある。その背景には入会集団の高齢化や経済的基盤の弱体化、過疎化、将来を担う担い手不足、また、よりコストがかからない、省力的な管理体制への移行の必要などのさまざまな課題があり、実際はそれらが複合的に絡み合っている場合が多い。一方で、森林の持続的で健全な管理、安定的な地域資源の活用、さらには気候変動、環境破壊などの環境問題に対する一つの鍵として伝統的な森林管理のあり方を肯定的に捉える向きも強くなってきた。本研究では、福井県美浜町の新庄区入会林野を事例に、上で述べた同様の課題にどのように対応している(きた)かを明らかにする。具体的には、同地区での過去の実態を踏まえた上で、現在の管理体制と利用の実態と課題、現状に対する入会集団の意識、そして入会存続の意向とその背景について報告する。

## P-011 自治体林政における森林技術者の周流

○山本伸幸

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

森林経営管理法・森林環境譲与税による「新たな森林管理システム」が提唱される中、市町村林政がこれまで以上に重要視されるようになった。しかし、市町村森林整備計画が制度化されてすでに20年経った今なお、その体制は十分とは言えず、その理由の一つとして、市町村における専門人材の不足が挙げられる。民有林の自治体林政の担い手は、多くの地域で現在も都道府県林務組織である。

本報告では、明治以降の日本における森林管理制度の近代化過程において、森林技術者がどのように自治体林政に関わるようになったかを、主に都道府県林政を中心に検討した。

明治30年代を通して、道府県のほとんどの森林技術者が配置されるようになる。その契機は1898(明治31)年の森林法施行、および、林業巡回教師設置を定めた同年の勅令348号発布であった。高まる人材需要に応えるため、中央政府を中心に人材を送り込んできた帝国大学の林学科とは別に、1902(明治35)年の盛岡高等農林学校を嚆矢として、各地域に多くの森林技術者養成機関が設立された。戦後、私有林政策が本格化するとともに、都道府県林務組織は現在に至る体制を整えることとなった。

## P-010 ベトナムの森林地支配政策が高地の地域社会で起こす複合的な社会生態的動態

○SchaeferHolger<sup>1</sup>・宮口貴彰<sup>2</sup>・吉積巳貴<sup>3</sup>・TungNguyen Ngoc<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup> 京都外国語大学国際貢献学部グローバルスタディーズ学科・<sup>3</sup> 立命館大学食マネジメント学部・<sup>4</sup> フエ大学科学大学建築学部

ベトナムでは、森林伐採の抑制や植林のため、主に少数民族が利用していた高地の森林が1991年から行政機関による管理・保全されることになった。その後の数十年にわたり、森林の一部が植林や保全林として地域ごとの住民に配分されてきた。また森林の配分とともに、高地での農業開発が進められてきた。このような森林配分・農業開発の政策により、全国の森林面積が拡大し、貧困率が低下してきたが、地域社会レベルでは様々な悪影響や問題でも近年の研究により明らかになりつつある。

本研究では、ベトナムのフエ省高地に位置するホンハ社を事例に、40件のケーススタディの文献調査をもとに、人間・自然結合システムのフレームワークを用いて森林地配分・農業開発の政策によって生じた社会生態的動態を総合的に分析した。その結果、ホンハ社の森林面積が拡大したと同時に違法伐採が増加して森林の質を全体的に低下させたことや、貧困率が低下したと同時に川沿いにおける農業開発が水害による食料安全保障のリスクを増大させたことが明らかになった。これより、地域社会の実態からみた政策改正の必要性が示唆された。

## P-012 日常の森林浴の頻度と不眠症との関連：J-MICC Study 大幸研究

○森田えみ<sup>1,2</sup>・角谷 寛<sup>3</sup>・山田尚登<sup>4</sup>・久保陽子<sup>5</sup>・竹内研時<sup>5</sup>・篠壁多恵<sup>6</sup>・川合紗世<sup>6</sup>・内藤真理子<sup>7</sup>・若井建志<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林管理研究領域・<sup>2</sup> 筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構(WPI-IHIS)・<sup>3</sup> 滋賀医科大学睡眠行動医学講座・<sup>4</sup> 上林記念病院・<sup>5</sup> 名古屋大学大学院医学系研究科・<sup>6</sup> 愛知医科大学・<sup>7</sup> 広島大学大学院医歯薬保健学研究科

【目的】森林浴を一回した場合の急性効果では、森林浴当日の夜は睡眠時間(計測値)が延伸し、主観的な睡眠の深さが良くなることが報告されている。このため、習慣的に森林浴を行えば睡眠障害の予防につながる可能性がある。よって、本研究では一般人の大規模集団にて森林散策頻度と不眠症との関連を検証した。

【方法】日本多施設共同コホート研究(J-MICC Study)大幸研究の二次調査に参加した2,202人(男性570名、女性1,632名、平均年齢58.7±9.9歳)を解析対象とした。森林散策頻度は4群に分け(月1回以上、年数回、年1回、行かない)、不眠重症度質問票(ISI:Insomnia Severity Index)が10点以上を不眠症の疑いと定義した。従属変数を不眠症の疑いとし、独立変数を性別、年齢、喫煙、飲酒、運動習慣、BMI、森林散策頻度としてロジスティック回帰分析を行った。

【結果】不眠症の疑いの割合は、森林散策頻度が月1回以上の群で22.9%、年数回29.5%、年1回29.2%、行かない34.0%であった(Trend  $p=0.001$ )。月1回以上の群に対して、行かない群の調整オッズ比は1.77(95%信頼区間1.25-2.52)であり、習慣としての森林浴は睡眠障害の予防に有益な可能性が示唆された。



## P-013 全地球パノラマ画像を用いた里山景観の定量評価

○神宮翔真

早稲田大学人間科学学術院

都市に残された緑空間としての里山景観では、既存の都市緑地管理の枠組みで管理が実施されることも多い。しかし、里山としての森林生態系サービスの発揮のためには、生物多様性や地域の文化的景観としての配慮等、一般の都市緑地とは異なる管理が求められる。また管理主体にとって、管理の結果のフィードバックが、適切な管理実施のためにも重要である。

そこで本研究では、里山景観管理を実施する都市緑地を事例に、そのトレイル上から撮影された全地球パノラマ画像を用いた景観の記録と緑被率等の解析によって、里山景観の定量評価を試みた。また、結果を踏まえた管理主体への聞き取りを実施し、ゾーニングとの整合性と管理実施状況との関係を明らかとした。画像は比較的安価に購入でき、操作も簡便で汎用性の高い Ricoh Theta SC を用いて、毎月同じトレイルを踏破することで撮影した。都市の里山景観を定量的な指標で、かつ専門的な知識がなくとも簡便に実装可能な方法で評価し、そこから得られた結果について、実際の管理へ反映できる成果を考察した。

## P-015 国立・国定公園総点検後の新規指定・拡充による重要生態系地域の保護

○秋山リカ<sup>1</sup>・愛甲哲也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup>北海道大学大学院農学研究院

第10回生物多様性条約締約国会議に向けて行われた国立・国定公園総点検業務(2010)では、国立・国定公園が重要生態系地域をどのくらいカバーしているかに関する点検が実施された。これにより平成31年までを目途として、国立・国定公園の新規指定・拡張を実施する18候補地が選定され、現状では候補地のうち一部完了を含め12地域が新規指定・拡張を実施している。本研究は新規指定・拡張を実施したことによって、重要生態系地域のカバー面積がどのように変化したのかを明らかにすることが目的である。研究には総点検業務で使用された重要生態系地域に関する地理情報を利用し、地理情報システム ArcGIS を用いて GAP 解析を行った。

その結果、新規指定・拡張後にほとんどの重要生態系地域でカバー面積が増加し、海城公園地区や普通地域からの振替によって特別地域の面積が増加している地域も見られた。一方で新規指定・拡張後も、重要生態系地域でありながら、国立・国定公園に含まれていない地域が存在していた。このことから、未だカバーされていない重要生態系地域を今後どのように保全していくのか考えていく必要がある。

## P-014 ソーシャルメディア分析による日本の各国立公園の魅力の評価

○柴田 嶺<sup>1</sup>・小黒芳生<sup>2</sup>

<sup>1</sup>新潟大学農学部・<sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林植生研究領域

国立公園の来訪者がどのような生態系や景観に魅力を感じており、どのようなアクティビティを楽しんでいるのかを把握することは、国立公園を管理する上で重要である。本研究では国内で利用者数が多いソーシャルメディアである Twitter に投稿された位置情報付きの写真を分析することで、来訪者が各国立公園の何に魅力を感じているのかを評価することを目的とした。

国内の34箇所の国立公園を対象とし、エリア内に位置情報が付与された Twitter の写真画像データを取得した。2018-2020年の3年間に投稿された計45万枚を分析に用いた。写真の内容を定量的に把握するために、Google が提供する画像認識 AI である Vision API を用いて、写真に写されている生態系や景観の要素(森林、湖、草原など)とアクティビティ(キャンプ、登山など)を抽出した。各国立公園を特徴づける写真をクラスター分析等により評価した。

国立公園により来訪者が魅力を感じる景観等が異なることを示すことができた。例えば、十和田八幡平国立公園の写真投稿数のピークは2月と10月に見られ、それぞれ雪景色と紅葉に特徴づけられた。一方、阿寒摩周国立公園は8月にピークが見られ、湖や山の景観に特徴づけられた。

## P-016 世界の自然保護地域における入域料調査 日本の入域料導入に向けた考察

○福島雅之

公立鳥取環境大学環境学部 環境学科

### 研究背景・目的

近年、自然保護地域保全において、入域料の徴収が目ざされている。日本では、富士山で入山料が任意で1人1000円、沖縄県竹富島では、入島税が1人300円徴収されている。しかし、先行研究によれば入域料徴収の効果や使途に関するデータが欠如しており、入域料徴収による負の側面の検討を行う必要性が示唆されている。

本研究では、日本を含めた各国の自然保護地域での入域料徴収事例を調査して、今後の日本における入域料導入に向けた考察を行うことを目的とする。

### 調査結果・考察

第一に、入域料を徴収している地域は世界中に存在しているが日本よりも金額は高いことが明らかとなった。徴収した金額は環境保全等に充当しており、アメリカのイエローストーン国立公園では入園料を8割が環境保全、快適な観光の実現に使用されている。

第二に、入域料を徴収に関する地元住民との情報共有が不十分であることが明らかとなった。アメリカでは、入域料導入に賛成者が多いが低所得層を中心に安価な入域料を望む声が多い。日本でも、入域料導入に当たって地域住民への割引や低所得者への配慮は少なく議論を開始していく必要があるのと考えられる。

P-017 モンタージュ写真を用いた国立公園の混雑感評価：現地と web 調査の比較

○伊藤瑠海<sup>1</sup>・愛甲哲也<sup>2</sup>・庄子 康<sup>2</sup>・松島 肇<sup>2</sup>・金 慧隣<sup>2</sup>・八尋 聡<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup> 北海道大学大学院農学研究院

国立公園などのレクリエーション地では、過剰利用による利用体験への影響を把握する指標として混雑感が用いられている。混雑感は現地での調査に加え、web アンケートでの把握も行われているが、両者の評価の違いは明らかになっていない。また、現地の利用状況や管理形態が変化した場合に、混雑感の評価にどのような影響があるかを把握することが適正収容力を検討する際に重要である。本研究では、2014年と2020年に知床国立公園カムイワッカ湯の滝において、現地アンケート調査と市民を対象としたwebアンケート調査の回答より混雑感を把握し、現地とweb調査、実施年による比較を行った。混雑感評価はモンタージュ写真を用い、混雑度が段階的に異なる複数の写真について、これ以上混み具合を許容できないと判断した写真を1枚選択してもらった。その結果、現地とweb、実施年で許容限界には違いがあり、webでの回答は現地の回答よりも許容限界が低く、2020年の回答も2014年より許容限界が低くなった。現地およびweb調査、両者の評価を加味した混雑感の把握の重要性が示唆され、また、現地の実際の利用状況などの要因と混雑感の関連性について検討する必要があると考えられる。

P-019 知床国立公園における車両規制の見直しに対して利用者が示した態度・行動

○八尋 聡<sup>1</sup>・愛甲哲也<sup>2</sup>・庄子 康<sup>2</sup>・松島 肇<sup>2</sup>・金 慧隣<sup>2</sup>・伊藤瑠海<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup> 北海道大学大学院農学研究院

国立公園の一部では自動車利用増大に起因する問題への対策として、マイカー規制とシャトルバスの運行が行われている。利用者の行動を制限する手段であり、規制に対する利用者の理解および、それに伴う行動の変化を把握することが求められる。知床国立公園では、交通渋滞と道路上でのヒグマと利用者との軋轢に対処するため、これまでの車両規制区間の見直しが検討されている。本研究では知床における車両規制区間拡大案に対する利用者の態度、並びに規制実施に伴う園地や施設の利用者数の変動を明らかにした。これらより、規制への理解を広げる上での課題を考察することを目的とした。

2020年8月から10月に、従来の車両規制期間、規制のない期間、実験的に区間拡大案が実施された期間の利用者に対して、現地での意識調査を実施した。その結果、拡大案に対する支持はシャトルバス乗車経験との関連がみられ、実際に拡大案の規制下で乗車した利用者が最も高いことが示された。利用者数の変動については、拡大案の実施による大きな減少は見られなかった。これらより、規制の導入やその施策変更を、実験や周知とともに段階的に推し進めていくことの重要性を考察した。

P-018 地理空間情報を活用したトレイルランニング大会における環境負荷量の推定

○中野研人

東京農業大学地域環境科学部

健康志向の高まりによるランニングブームや多様なアウトドア体験のニーズの高まりを背景に、全国の山岳地でトレイルランニング（トレラン）大会の開催が増加傾向にある。トレラン大会は一時的な交流人口の増加を果たし地域振興に寄与している一方、大会参加規模によっては大会コースとなる登山道への環境負荷が懸念されている。本研究では日本山岳耐久レース長谷川恒男CUPを対象に、大会コース上の脆弱区間（環境負荷を大きく受ける区間）の抽出を試みた。脆弱区間の把握には、多くのランナーが登山道を走る（歩く）ことで踏圧を受ける観点から、現地調査よりコース上の土壌硬度の把握を行った。脆弱区間の抽出には既存の各種GISデータを用いて標高、斜面方位、傾斜角、TWI（湿潤度）、TPI（地形指数）のレイヤを作成し、現地調査で得られた土壌硬度の値を重ね200mの区間ごとに作成し、オーバーレイ解析により脆弱区間の抽出を行った。解析結果より脆弱区間として抽出された地点は23カ所、区間距離の総計は4.6kmで、大会コースのうち約7.4%に該当することが明らかとなった。

P-020 安全な林業の実現には座学での基礎知識を疎かにしてはいけない

○小山泰弘・松原秀幸

長野県林業総合センター

林業の現場技術者を育成する緑の雇用研修では、新人研修として3年間をかけて基本姿勢や基礎力を習得し、一人前の現場技能者として育てており、林業従事者の増加や若年層に寄与しているが、林業は死亡災害の多い業種として厚生労働省でも大きな問題となっている。実際、緑の雇用修了生が活躍する現場を訪れてみると、安全への意識が高まらない印象があり、対策が必要と考えていた。これに対して、地域の林業をけん引するリーダーの育成を目指すために知識や技術の習得を目指す当所主催の森林林業セミナーでは、研修生の安全に対する意識が高く、修了者の作業を比較して、安全な作業への配慮が強く感じられた。この原因を探るため、両者の研修に対する取り組み姿勢の違いを探ったところ、座学における学びの姿勢の違いが認められた。直接安全作業とはかわりのなさそうな樹木学の講義は、緑の雇用研修生の習熟度が上がらなかったうえ、労働安全に対する規程等も認識していないケースが目立った。森林林業に携わる上では、座学での基礎知識が身につけているかどうかを判断することが、安全教育を推進する上で極めて重要と言えた。



## P-021 高等学校の農業教育における科目「森林経営」の再検討

○井上真理子・大石康彦

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所多摩森林科学園

高校の森林・林業科目は、教科「農業」に含まれ、農業高校などで教えられている。林業の専門学科は、学科改編などで34校(2019年)に減り、他は、農業の他分野と統合した学科になり、科目は、農業土木や造園と共に農業の環境分野に括られた。平成30年改訂の『学習指導要領』では、各科目で何をどのように学ぶかを明らかにすることが求められており、森林・林業の教育内容の再検討が必要となっている。そこで、科目「森林経営」を対象に、21世紀における農業教育の変化をふまえて科目のあり方を検討した。農業教育では、専門分野への就職を想定した職業教育が、進学を含む専門教育の基礎・基本になり、農業の社会的な役割として国土・環境の保全機能が重視されてきた。環境分野が創設され、環境の基礎科目が設置されたが、教育内容に木材生産を含まない。「林業経営」から名称変更した「森林経営」では、教育内容に森林の多面的機能や空間利用が増えたが、森林計画にもとづく林業が中心で、林業技術者の養成を図った時期の内容を継承していた。「森林経営」を農業の環境分野と捉え直すと、緑地や自然公園などの自然環境の持続的な管理・利用を含むことが必要と考えられた。

## P-023 林業大学校のカリキュラム編成と履修科目の考察

○小川高広

名古屋大学

本発表では、林業大学校のカリキュラム編成および履修科目の特徴を把握するために実施した文献調査の結果を報告する。調査対象校は全国に所在する全ての林業大学校(林業専攻を有する農林大学校を含む)19校とし、各校が発行する令和2年度のカリキュラム・教育課程表を分析に用いた。特に一般教養科目や専門科目および就業体験(インターンシップ)などの有無、その割合を確認した。この結果、修業年限が2年の林業大学校では林業専門科目に加え、一般教養科目やそれに類似した科目が取り入れられたカリキュラム編成になっていたことがわかった。他方、1年制の林業大学校では一般教養などの科目が、全く設けられていない傾向にあり、専門科目の履修に特化したカリキュラム編成になっていた。就業体験やインターンシップなどの科目については、全ての林業大学校で履修科目として定められていた。修業年限によるカリキュラム編成の特徴が明らかとなった。

## P-022 鳥類音声種判別のためのオンライントレーニングツールの開発と有効性評価

○小川結衣<sup>1</sup>・深澤圭太<sup>1</sup>・吉岡明良<sup>2</sup>・熊田那央<sup>1</sup>・竹中明夫<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立環境研究所生物・生態系環境研究センター・<sup>2</sup> 国立環境研究所福島支部・<sup>3</sup> 元国立環境研究所

近年、生物のデジタル情報に基づく Citizen Science が注目されており、野鳥のデータ収集においても、録音された鳴き声から種組成を把握する試みが行われている。しかし、録音された音声から種判別を行う技能を持った参加者の育成が課題であった。そこで、発表者は個人の習熟度に応じて学習プログラムが適応的に変化する Adaptive Learning に基づいた、音声種判別スキル向上のためのクイズ形式のトレーニングツール「とりトレ」を新たに開発した。そして、ランダム化比較試験により「とりトレ」の適応的なクイズ出題がトレーニング効果や利用者の意識に与える効果を評価した。

試験では、参加に同意した大学生80名程度を無作為に2群に分け、一方が適応的なクイズを、他方がランダムに問題が出題されるクイズトレーニングを実施し、両者のトレーニング前後における野鳥の鳴き声の習熟度を比較した。また、両者にアンケート調査を行い、意識(満足度・鳥類への興味関心等)の差を把握した。本発表では、開発したとりトレの紹介と2021年1~2月に実施した調査結果について報告する。

## P-024 技術士(森林部門)試験から見る高度専門資格に求められる森林科学の内容

○水井英茉<sup>1</sup>・杉浦克明<sup>1</sup>・井上真理子<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 日本大学生物資源科学部・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所多摩森林科学園

森林科学を学べる大学でも改組が進められ、森林科学(旧林学)の学問体系は以前とは異なってきている。大学教育は、全国で画一的に行われるものではないが、森林科学としての体系的なまとまりや最低限の共通性は学問分野として重要である。そこで、本研究の目的は、大学教育で専門教育の内容を検討するために、森林系の資格試験の中でも高度な資格である技術士(森林部門)を対象に、試験内容の分析を行い、高等教育の森林科学に求められる内容を明らかにすることとした。方法は、技術士(森林部門)の2004年度から2020年度の過去問題を対象とし、森林・林業実務必携を参考に、試験内容の分類と整理を行った。その結果、1次試験では「山地防災と流域保全」、「基盤整備」に関する問題が多く、2次試験では「山地防災と流域保全」、「育林」の順に多く出題の傾向が見られたが、1次と2次試験ともに実務必携掲載の26項目のほぼ全ての分野の知識を必要としていた。よって、技術士試験では、森林科学(林産分野を含む)の知識が広範囲に求められており、大学の専門教育にも網羅的な構成が必要と考えられた。

## P-025 大学における森林・林業関連学科の研究室の設置状況

○田中千賀子<sup>1,2</sup>・井上真理子<sup>2</sup>・大石康彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 武蔵野美術大学・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所多摩森林科学園

大学における森林・林業に関わる専門教育の内容が広がり、当分野を担う人材育成の拡充が求められているが、高等教育の現状は把握されていない。森林科学の専門学科と、森林科学単独の専門学科の事例における専門科目を分析した井上ら(2020)の先行研究では、多様な名称の専門科目があり、大学間で必ずしも共通の科目が開講されていないことが報告されている。

本報告では、各大学の教育内容を概観するために、森林・林業に関わる学科・コースなど(合計41)を設置する31校(林野庁、2020)について、研究室の設置状況をホームページから分析した。研究室が確認できたのは19校(研究室総数214)で、他に研究分野等の紹介10校(総数147)、不明2校2専修などであった。森林科学の単独学科(7校)では、各校8~17の研究室・分野(総数76)があり、「森林生態学」や「森林計画学」などがあった。その他では、「森林資源管理学」や「森林社会共生学」など森林や林産学の関連に加え、農学や土木学などを含む場合があり、森林・林業の専門教育としての整理が必要であった。各大学の学科等における教育課程の体系の把握を前提に、専門教育を分析する必要があることが確認できた。

## P-027 森と人とを紡ぎ直す方法論としての感性的アプローチの可能性

○中村和彦<sup>1</sup>・藤原章雄<sup>1</sup>・小林博樹<sup>2</sup>・斎藤 馨<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 東京大学情報基盤センター・<sup>3</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科

森と人との関係が複雑化しながらも、その重要性が高まる昨今、望ましい関係のあり方を科学的根拠のみに立脚して提示することは困難になっている。この状況においては、森と人とを“繋ぐ”というには単純すぎるきらいがあり、一步一步確かめるように“紡ぎ直す”ような取り組みが必要と考えられる。教育的観点からは、科学的知見のみでは解決できない事項の学習に際して、感性的アプローチの可能性がよりひろく検討されるべきと考えられる。ここでの感性的とは、人間の五感に着目した直接的体験によるものに限らず、物事を心に深く感じ取るという精神的な認識をも含むものである。これはしばしば Wonder という表現によって議論されるが、例えば Schinkel (2017) は“Deep Wonder”の教育的重要性について「知ることができないことを認識する」といった観点から論じており、このことは特に気候変動緩和や生物多様性保全といった事項の学習において考慮すべき観点と考えられる。本発表では、これまで発表者らが取り組んできた森林映像アーカイブの活用を軸とする一連の森林環境教育実践について、感性的アプローチの視座から再整理を試みる。

## P-026 興味地点の解説サイン制作による生物多様性教育プログラム

○倉本 宣<sup>1</sup>・Wu, ximei<sup>2</sup>・野川健人<sup>2</sup>・藤掛素子<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 明治大学農学部・<sup>2</sup> 明治大学大学院農学研究科・<sup>3</sup> 明治大学生田ボランティアセンター

生物多様性についての教育プログラムは客観的な情報を伝えるというアプローチに加えて、参加者の主観的な認識を引き出して分かち合うことによって、参加者の多様な認識から学ぶというアプローチを取ることが有効である。そこで、学生が明治大学生田キャンパス内の興味地点について、写真と解説文とタイトルからなる解説サインを制作して、その地点で他の学生にわかちあいを行うプログラムを開発した。最初に学生がそれぞれキャンパスを一周し、そのあと興味地点を決めて、スマートフォンで写真を撮影し、TAが写真を印刷したのち、学生がケント紙に写真を張りタイトルと解説文を手書きで記入した。テーマは多様で、重複は少なかった。現地でのわかちあいは一人で多数の学生に対して説明したので、説明した学生にとっての心理的負担が大きかった。負担を軽減するには、一人ではなくグループで説明することが望ましいと考えられる。現在は、このプログラムを雑木林が主体の大規模公園である生田緑地のプログラムとして来年度から実施するため、指定管理者の職員が解説サインの作成を試験的に行っているところである。

## P-028 日本版 NFI と環境省 1/2.5 万植生図の比較 (その2)

○田中樹己<sup>1</sup>・村上拓彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 新潟大学大学院自然科学研究科・<sup>2</sup> 新潟大学農学部

環境省発行の1/2.5万現存植生図(以下植生図)は、様々な用途において植生情報を得るために用いられているが、作成団体や作成年代のばらつきがあるためその精度は必ずしも十分ではない。本研究の目的は、林野庁が実施している森林生態系多様性基礎調査(以下日本版NFI)のデータを真値と仮定し、両者を比較することで植生図の精度評価を行うことである。使用したデータは環境省発行の1/2.5万現存植生図(第6、7回調査分)、林野庁提供の日本版NFIデータ(第3期)である。日本版NFIにおいて得られた土地利用、優占樹種等の情報を解析プログラムで出力し、GIS上でポイントデータに変換後、重なった地点において植生図の属性情報と比較を行った。植生図の整備済メッシュ(2019年11月時点)の範囲において両者を森林と非森林の2属性に分類して比較した結果、一致度は92.6%、針葉樹人工林・その他森林の2属性に分類して比較した結果、一致度は80.7%であった。一致点比率に地域差があるかについて、平面直角座標系毎に検定を行った結果、森林と非森林の比較では7割の座標系において差がみられたが、針葉樹人工林とその他森林の比較で差がみられたのは3割であった。



P-029 土地被覆が斜面崩壊に与える影響：傾向スコアによる評価

○西岡昌泰<sup>1</sup>・太田徹志<sup>2</sup>・溝上展也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院

森林は斜面を安定させ表層崩壊や土壌侵食を軽減する一方で、自然災害の発生源となる場合がある。平成 29 年 7 月九州北部豪雨では、福岡県朝倉市や大分県日田市などで 24 時間雨量が観測史上 1 位の値を記録し、斜面崩壊や崩壊に伴った流木、土石流が森林から発生し、大きな被害をもたらした。この災害を受けて、土地被覆や森林管理の状態と斜面崩壊の関連が問題視されている。しかし、土地被覆と斜面崩壊に関する既往の研究では、土地被覆が位置する地形や岩質などの分布の偏りを考慮した研究や森林を複数のタイプに区分した研究が少ないため、土地被覆と斜面崩壊の因果関係が明らかではない。そこで、本研究では人工林や天然林、果樹などの土地被覆間での分布の偏りを加味するため、地形、地質、雨量などを共変量として傾向スコアマッチングを行い、平成 29 年 7 月九州北部豪雨における土地被覆と斜面崩壊の関連を評価した。その結果、天然林と 20 年生以上の針葉樹人工林はいずれも 20 年生未満の針葉樹人工林より崩壊確率が有意に低かった。当日の報告では、その他の土地被覆と斜面崩壊の関係についても報告する。

P-031 大枝演習林における立地環境に基づくスギ・ヒノキの成長ポテンシャルの評価

○向井花乃<sup>1</sup>・長島啓子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都府立大学生命環境学部・<sup>2</sup>京都府立大学大学院生命環境科学研究科

本研究は、現場で判断することができる立地環境因子を用いたヒノキ・スギの成長ポテンシャルの評価を行うことを目的に、ポテンシャルマップの作成を行った。研究対象地は、京都府立大学大枝演習林である。解析にあたって、傾斜角区分図、凹凸地形区分図、堆積様式区分図をオーバーレイして作成した立地環境区分図と林相区分図をオーバーレイすることで、ヒノキ林とスギ林の立地環境を把握した。ヒノキ林・スギ林の立地環境の組み合わせのうち 45%、68% を網羅する立地環境から、試料木 28 本、26 本を伐採し、樹幹解析によって樹高成長を把握した。樹高成長の傾向が同じ立地環境をグループ分けするため各立地環境の平均樹高データをもとにクラスター分析を行い、得られた立地環境群の樹高成長曲線を作成し、40 年生時の樹高が高い立地環境群からヒノキは成長 A~C、スギは成長 A~D とランク付けした。そして、各ランクの立地環境をもとにポテンシャルマップの作成を行った。また、成長ポテンシャルに影響する立地環境因子を判別するために決定木分析を行ったところ、ヒノキでは匍行土の谷や凹型の場所で成長がよく、スギでは谷や凹型の場所で成長がよい傾向がみられた。

P-030 立地環境に基づく広葉樹の適地評価

○山下淳也<sup>1</sup>・長島啓子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都府立大学生命環境学部・<sup>2</sup>京都府立大学大学院生命環境科学研究科

人工林の針広混交林化や広葉樹林化が注目を浴びる中、森林計画において広葉樹の再生や管理のあり方が問われると考えられる。本研究ではその管理に必要な広葉樹の様々な樹種の分布や優占の特性を把握ため、林分の優占種となりうるコナラ等の樹種を対象に立地環境に基づいてそれらの分布特性の把握を行った。対象地は、京都盆地の三方を取り囲む山々である。対象地内に 10m×10m の方形区を 130ヶ所設置し、毎木調査を行ったデータをもとに解析対象樹種を選定した。そして、傾斜・凹凸・堆積様式・表層地質・表層土粒径の 5 つの立地環境因子の主題図を数値標高モデル等のデータを用いて作成し、それらの図をオーバーレイすることによって立地環境図を得た。また、毎木調査のデータから胸高断面積合計及び胸高断面積割合を算出し分布度及び優占度の指標としたほか、この値を用いてクラスター分析を行った。その結果得られた分類群間の立地環境の差異をみることで、立地環境と分布度及び優占度の関係を把握した。最後に、解析結果を立地環境図にエクスポートし、ポテンシャルマップを作成した。

P-032 Relationship between growth performance of Teak and site characteristics in the Lao PDR

○ Simone, VONGKHAMHO<sup>1,2</sup>・Kazukiyo Yamamoto<sup>1</sup>・Chisato Takenaka<sup>1</sup>・Akihiro Imaya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Nagoya University・<sup>2</sup>Forestry Research Center, National Agriculture and Forestry Research Institute, Lao PDR・<sup>3</sup>Japan International Research Center for Agricultural Sciences

Teak (*Tectona grandis* Linn. F) is a globally valuable hardwood tree species, and the growth performance is important for timber productivity. The purpose of this study is to establish an effective management system of teak plantations in the Lao PDR. Since the site index is a significant indicator of the growth performance, we investigated the relationship between the site index of teak and site characteristics in the Luang Prabang province of the Lao PDR. The stem analysis data were collected from 81 dominant trees (three trees per plot) in 27 teak plantations of various stand age and site condition, were used to estimate site index by growth curve of Richards function. The results of partial correlation, and multiple regression analysis, using the stepwise method indicated that the site index was affected by slope position, elevation, and slope gradients.

P-033 ヒノキ人工林における列状間伐が与える肥大成長及び樹冠成長特性の検討

○館田一步・松英恵吾

宇都宮大学農学部

近年、木材価格の低迷、技術者の不足などの問題から間伐手遅れ林が増加しており、間伐の低コスト化が強く求められている。高性能林業機械の普及によりこれらの問題に対応できる列状間伐が近年多く採用されているが、列状間伐後の樹木の成長解析に関して研究された例は少なく、また、伐採隣接列と伐採非隣接列に分けて検討することが望ましいとされているがそのような研究例もほとんどない。

そこで本研究では、宇都宮大学農学部附属船生演習林に所在するヒノキ列状間伐林（林齢59年）について過去11年間の樹高および胸高直径の毎木調査資料に加え、UAV、航空機LiDARによる点群データから列状間伐区（1伐3残区、2伐3残区、2伐4残区）それぞれと無間伐区での樹冠及び胸高断面積の成長比較を行った。その結果、列状間伐によって特に胸高直径中央値付近の樹木での肥大成長が促進されていることが確認された。また、伐採隣接列と非隣接列での成長差は2伐3残区のみで確認され、林分の地位による影響が考えられた。そして、点群データを用いて樹冠成長量の解析を行い、列状間伐後の胸高断面積成長量と樹冠成長量との関係について検討を行った。

P-035 京都府と鹿児島県にみる竹林拡大対策の比較検討

○陳 田<sup>1</sup>・石橋整司<sup>2</sup>・安村直樹<sup>3</sup>・齋藤暖生<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林田無演習林・<sup>3</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所・<sup>4</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林富士癒しの森研究所

日本では、里山を中心に管理放棄された竹林が拡大し、周囲の雑木林や人工林に侵入する現象が多く見られている。竹林拡大により発生する災害も顕著になっており、竹林拡大現象は徐々に問題視されてきている。竹林拡大問題はいくつかの社会的要因および生態学的要因によって生じるといわれており、地域ごとの歴史のあるいは文化的背景が竹林や竹林拡大現象に対する住民の対応に反映され、竹林拡大への取り組みは地域の特性に応じて異なることが推察される。そこで、竹林拡大対策の地域性に着目し、竹林拡大現象のメカニズムや竹林拡大対策について地域の特性を分析・比較すると同時に有効な対策について検討する。本研究では、長年にわたり竹文化を伝えてきた地域である京都府と日本一の竹林面積をもつ鹿児島県を対象に、竹林拡大問題の現状と対策についての情報を収集・調査・分析し、特徴や相違点について比較検討することでそのメカニズムを明らかにすることを試みた。検討の結果、竹林拡大に対し積極的に竹を利用する取り組みの活性化を狙う姿勢は共通していたが、民間主導の活動を展開する京都府に対して鹿児島県では行政主導の活動が展開されるなどの特徴が見られた。

P-034 中京地域における木材市場の変化

○徐 喬逸<sup>1</sup>・石橋整司<sup>2</sup>・安村直樹<sup>3</sup>・當山啓介<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林田無演習林・<sup>3</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所・<sup>4</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林千葉演習林

名古屋という大都市を中心とした中京地域は、その周辺に多数の有名林業地が存在する地域である。この中京地域において木材市場に出入りする木材の動きが時代とともにどのように変わってきていたか、文献資料や統計資料を基に分析した。古く江戸時代以前から木曾地方との関係が強かった中京地域の木材市場は1900年代に名古屋港が開港され、木曾川による流送と海からの船舶輸送により原木が集められた。また1920年代から北洋材（樺太材を含む）が大量に入荷されるようになり取り扱う木材の量が急激に増加した。戦時中は長距離の船舶輸送が困難となり名古屋周辺の林業地から木材を集めるのみとなったが戦後は外材輸入が盛んになり南洋材を多く取り扱うようになった。昭和30年代の資料によると名古屋市場は東京や大阪に比べて素材入荷量の割合が高く生産的な性格が強かったとされている。現在に至っても東京や大阪を中心とする地域に比べて愛知を中心とする地域では製材工場の数が多く中京地域の木材市場の特徴が生産市場的な性格にあると考えられるが、1987年には製品輸入が丸太輸入を上回っており、現在では丸太輸入量は10%程度になっている。

P-036 林地残材のある人工林内のニホンジカの行動

○野嶋健太郎<sup>1</sup>・園原和夏<sup>2</sup>・藤沢直樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 日本大学大学院生物資源科学研究科・<sup>2</sup> 日本大学生物資源科学部

本研究は、間伐による林地残材がニホンジカの行動にどのように影響するのか調査を行った。神奈川県秦野市上地区のスギ人工林内に間伐区と無間伐区の対照区（30m×30m）の2つのプロットを設定した。間伐区においては、2017年にNPO団体により間伐が実施され、林内に残された間伐材の配置を記録した。下層植生被覆率は間伐区で約80%、対照区で約50%であった。プロット内には自動撮影カメラ（LtlAcom6210MC）を12台設置し、2018年から3年間の撮影結果を基に林内のニホンジカの行動を分析した。その結果、出現頻度はどの年においても対照区の方が多かった。また、対照区では調査区内で下層植生を採食する個体が確認されたが、間伐区では調査区の境界線付近には出現するものの、調査区内に侵入する個体や採食をする個体はほとんど見られなかった。対照区が間伐区よりニホンジカの出現頻度が多い要因として、間伐区に放置された林地残材を避けて行動している可能性が考えられた。以上から、林内に間伐区を残すことでニホンジカによる下層植生の食害対策としての効果が期待できるのではないかと考えられる。



## P-037 重回帰分析からみた森林保険加入率の変動要因

○加藤鞠乃・佐藤孝吉・吉野 聡

東京農業大学地域環境科学部

森林保険は、被災跡地の早期復旧や林業経営の安定に大きな役割を果たしている。しかし近年保険への加入率は低迷し、それに伴う問題も指摘されている。このことから、加入を増やす必要性は高まっていると考えられる。先行研究では、加入率の低迷要因については検討されてきたが、変動要因を検討した論文は少ない。加入を増やすためには、低迷要因だけでなく、変動に影響を与える要因も把握する必要があると考える。そのため、変動要因を明らかにすることを目的とし、重回帰分析を行った。対象は、平成元年～30年の間で加入率の変動が見られた9都県（青森県、秋田県、東京都、岐阜県、三重県、和歌山県、島根県、岡山県、大分県）と、全国のデータを用いた。また、目的変数は森林保険加入率とし、説明変数には造林面積、素材生産量、林業費、災害復旧費、林業産出額、被害額の合計、年間降水量、年間平均気温を選択した。分析の結果、「素材生産量」、「林業費」、「被害額」が変動に影響していることが示唆された。この結果について原因を考察し、加入率の上昇には、被災リスクに応じた加入の強化や保険料の設定が有効だと考えた。

## P-039 喫食を伴う森林レクリエーションにおける事故防止策

○陸 黎駿<sup>1</sup>・石橋整司<sup>2</sup>・齋藤暖生<sup>3</sup>・當山啓介<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所・<sup>3</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林富士癒しの森研究所・<sup>4</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林千葉演習林

森林レクリエーション活動に伴う山菜やキノコの喫食による食中毒事故の発生を減らすための知見について考察した。厚生労働省が公開している食中毒発生事例についての統計資料と3つの全国紙（朝日、読売、毎日）に掲載された食中毒事例の記事データを用いて食中毒事故の発生時期、発生地域、原因食品などの特徴を分析した。既往の研究によると、山菜による食中毒は4月から5月、キノコは9月から10月に多く発生すること、発生地域に偏りがありキノコについては特にその傾向が強いこと、発生原因となる植物・キノコには偏りがあること、などが明らかになっている。今回行った分析でも同様の傾向が確認された。森林面積、森林率、人口密度などのデータと発生事例数の間に相関は見られず、単純に「森林があるから」事故が発生しやすいというものではない。森林レクリエーションの参加者は必ずしも植物やキノコの知識を豊富にもっているわけではない。そうした参加者の食中毒事故を防止するためには、すでに行われている「有毒種についての注意喚起」、「正しい知識の啓蒙」を地域毎に特定の種に絞って強化するなど、情報量を限定した取組が効果的であると考えられる。

## P-038 中国・神農架林区の森林管理組織

○劉 立航<sup>1</sup>・石橋整司<sup>2</sup>・安村直樹<sup>3</sup>・當山啓介<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林田無演習林・<sup>3</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所・<sup>4</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林千葉演習林

中国の湖北省西部に位置する神農架林区の発展の歴史を整理し、神農架林区政府の行政システムと森林管理について分析・評価した。神農架林区政府は「神農架林区林業管理局（国有企業）」、「神農架国家自然保護区管理局」、「大九湖湿地公園管理局」という3つの管理局を政府の下に設立し、各管理局には直接省政府に報告する特別な権限を与えている。このシステムは森林保護には効率のいいシステムであり、神農架林区の森林が守られたのはこうしたシステムが有効に働いたためと考えられた。また神農架林区政府が生態観光の建設と開発を担当し、神農架旅行集団が神農架林区林業管理局によって管理されている森林を利用して観光産業を進めるというシステムとなっており、この分担システムが観光産業の発展という成果に結びついていると考えられた。一方、郷鎮に対する管理システムには大きな特徴はなく、住民の管理に特別なところはない。観光産業の発展による観光客の増加に伴い、森林保護のコストは増加し、管理作業も難しさが高くなると考えられるので、今後はあらためて政府機関としての神農架林区林業局を設立し森林を管理するべきだと考えられる。

## P-040 森林散策におけるリラックス効果を考慮した森林管理のあり方

○歴 園園<sup>1</sup>・石橋整司<sup>2</sup>・齋藤暖生<sup>3</sup>・藤原章雄<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林田無演習林・<sup>3</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林富士癒しの森研究所

森林散策においてリラックス効果を発揮する森林の育成、管理方法について知見を得ることを目的とし、先行研究の整理、森林セラピー基地の分析、散策利用者の行動調査の3つ側面から検討した。なお、行動調査の資料は東京農工大学FM唐沢山で1998年から1999年にかけて実施された調査資料を利用した。森林のリラックス効果についての先行研究では具体的な効果が確認されていたが、被験者がたくさんの条件に拘束されていた状態であることや被験者が男性や若年層に偏るなど現実の利用者を反映していないなどの問題点がみられた。また、「森林セラピー基地」は、都市部から離れた過疎地域の山村に多く設置され非日常性の高い静かな環境を提供していることが特徴であることがわかった。FM唐沢山での調査では日帰り利用者が多く存在しており、日常生活空間に近い場所にリラックス効果を提供できる森林を整備することも重要であるといえる。利用者からは季節感、行動対象の多様さ、見晴らしのいい眺望などが求められていることから、林相の多様性、林内の明るさ、季節による林相や眺望の変化を確保することが施業管理において重要と考えられる。



## P-041 浮世絵に描かれた江戸の緑地環境

○劉 馨遥<sup>1</sup>・石橋整司<sup>2</sup>・齋藤暖生<sup>3</sup>・藤原章雄<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林田無演習林・<sup>3</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林富士癒しの森研究所

江戸時代に制作された視覚的な情報である浮世絵に江戸の緑地環境がどのようにあつかわれているか分析した。今回用いた資料は歌川広重の晩年の作品である「名所江戸百景」である。江戸を中心とする地域の風景を描いた119点の絵の構図について「遠景」、「中景」、「近景」に分け、それぞれに描かれている樹木について特徴をまとめた。119点のうちまったく樹木が描かれていないものは9点のみであり110点には樹木が描かれていた。構図としては遠景、中景、近景のすべてに樹木が描かれたものが44点と最も多く遠景と中景に描かれたものが26点、遠景と近景に描かれたものが14点、遠景のみに描かれたものが12点で基本的には遠景に樹木を配する構図が中心であった。描かれた樹木の種類が推定できた作品を見るとマツが遠景、中景、近景のいずれでも最も多くみられ、特に遠景では87点にマツが描かれていた。次いで、サクラ、スギ、モミジ、ヤナギと推定される樹木が多かったが、サクラやヤナギが中景、近景に描かれることが多い一方で、スギやモミジは遠景から近景まで満遍なく見られるなど樹種による特徴が見られた。

## P-043 Landsat 時系列衛星画像を用いた直接予測手法による森林変化の要因推定

○西田圭佑<sup>1</sup>・太田徹志<sup>2</sup>・志水克人<sup>3</sup>・溝上展也<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>2</sup> 九州大学大学院農学研究院・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

現在、熱帯地域を中心に森林減少・劣化が問題となっている。森林減少・劣化を引き起こす要因は木材生産、農地開発、自然撓乱のように多様であり、これらの要因を時間的・空間的に特定することが重要である。しかし、地上調査によって森林減少・劣化の要因を広域かつ長期間把握するのは現実的に困難である。そこで本研究では Landsat 時系列衛星画像による広域かつ長期間の森林変化の要因推定を目的とした。対象地はミャンマーのバゴ地域周辺地域とし、2001年から2019年の期間で年単位の森林変化の要因推定をおこなった。森林変化要因については7つとした。時系列衛星画像から求めた指数に対して LandTrendr を用いることで指数の時間的変化を求めた後、ランダムフォレストにより森林変化要因を分類した。当日の発表では、森林変化量の時空間的な変化を定量化し報告する予定である。

## P-042 Forest cover changes obtained from satellite images in Guadalcanal, Solomon Islands

○ Trevor Chacha・Akemi Itaya  
Mie University

In the Solomon Islands, the main driver of deforestation is unsustainable commercial logging. Another increasingly important cause of deforestation is expansion of industrial plantations, mainly for oil palm. Mining and infrastructure developments are also causing deforestation. The purpose of this study was to assess the forest cover changes in Guadalcanal Island using satellite images. Landsat images in 1989, 2001 and 2019 were used to detect the past land cover and use, and Sentinel-2 images in 2020 were used to detect the present land cover and use. The land cover and use were detected using object-based image analysis with the maximum likelihood classifier method. As a result, in 2020, forest area was 317,614.1 ha. Oil palm and coconut plantations have spread in moderate slope near the north coast since early times, and its area was 83,784.7 ha. Deforestation caused by illegal logging, mining, and others, resulted in the increasing of bare land area to 5,882.1 ha.

## P-044 時系列 Landsat 画像を用いた豪雨に伴う斜面崩壊推定

○寺田愛理<sup>1</sup>・太田徹志<sup>2</sup>・志水克人<sup>3</sup>・溝上展也<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 九州大学農学部・<sup>2</sup> 九州大学大学院農学研究院・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

近年、局地的な集中豪雨が頻発し、豪雨に伴った山地災害も増加している。本研究では時系列 Landsat 画像を用いた崩壊地の検出精度を検証した。同時に、崩壊面積と検出精度の関係を明らかにした。分析の対象地及び対象期間は1984年から2020年の九州本島である。対象地内の対象期間に取得された時系列 Landsat 画像に対し、機械学習モデルを適用することで崩壊地を年単位で検出した。精度検証は2017年の九州北部豪雨による朝倉市及び朝倉郡を対象に実施した。その結果、全体精度は91.65%、崩壊のPAは18.46%、UAは100.0%であった。崩壊面積が1ha以上の場合のみを崩壊とみなして精度評価を行うと、全体精度は99.61%、崩壊のPAは82.75%、UAは100.0%であり、全体精度とPAが向上した。同様に0.5ha以上、0.4ha以上、0.3ha以上、0.25ha以上、0.2ha以上のそれぞれの崩壊面積において精度評価を行ったが、1ha以上の崩壊のみを崩壊とみなした場合が最も高精度であった。少面積の崩壊ほど検出精度が低下する傾向を示した。時系列 Landsat 画像を用いた崩壊推定は、少面積の崩壊を含めた場合は見逃しが多く発生するが、崩壊面積が1ha以上であれば比較的高精度に検出できることが明らかになった。

P-045 高解像度衛星画像と UAV 取得データを併用した  
スギ判別・見える化技術の開発

○中村達樹<sup>1</sup>・吉田直輝<sup>1</sup>・日下 迺<sup>1</sup>・矢田 豊<sup>2</sup>・木村一也<sup>3</sup>・  
山路佳奈<sup>3</sup>・長田茂美<sup>1</sup>・松井康浩<sup>1</sup>・石原正彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 金沢工業大学・<sup>2</sup> 石川県農林総合研究センター林業試験場・<sup>3</sup> 石  
川県森林組合連合会

私たちは高解像度衛星画像を用いた人工林の材積推定 AI エンジンの開発に取り組んでいるが、この際、材積の正解データとして UAV の 3D 点群データより算出した立木データを用いる。しかし、本データには対象地域の全ての立木データを含み、人工林のみのデータにクリーニングする必要がある。本クリーニング作業は現在目視で確認し行っているが、時間とコストがかかり効率的でない。そこで本研究では、高解像度衛星画像由来のマルチスペクトルデータを用いて立木データを人工林のみにクリーニングする技術の開発に取り組んだ。具体的には、高解像度衛星画像から得られたマルチスペクトルデータを人工林及び非人工林との間で判別分析を実施し、双方を区別する判別関数を得ることができた。この関数を用いて立木データを精査した結果、混交林から人工林を効率的かつ高精度にクリーニングする手法を開発できた。本手法によりクリーニングしたデータを用いて材積推定すると、目視によりクリーニングしたデータと同程度の結果を得ることができ、本手法の有効性を確認できた。

本研究は、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。

P-047 UAV を用いたブナ林の樹幹抽出における斜め画像の有効性

○稲月理央・村上拓彦

新潟大学農学部

現在日本では広葉樹の林業的利用に関心を集めており、国産広葉樹資源の利用を進めていくためには資源情報の収集方法を検討する必要がある。広葉樹の資源把握の手段の一つとして、リモートセンシング技術が期待されており、本論ではそのプラットフォームとして UAV の活用に着目している。UAV 空撮画像と Structure from Motion 技術を組み合わせた UAV-SfM 技術により、対象の三次元モデルを容易に取得することができるが、我々はその三次元モデルを通じた広葉樹の樹幹抽出に取り組んできている。本研究の目的は、UAV 空撮画像を用いたブナ林の樹幹抽出である。落葉広葉樹が秋から春先にかけて落葉し、樹幹が捉えやすくなる状況に注目し、落葉期の空撮データを使用して現像処理、SfM 解析を施した。解析後、生成された樹幹の点群データを用い、ブナの樹幹がどの程度抽出できているのか確かめた。特に本論では、斜め視空撮画像の有効性は是非を確認することを主たる検討課題としている。加えて、撮影カメラ角度の異なる画像を組み合わせ得られた点群データの可能性について検証する。

P-046 リモートセンシングから得られる単木情報とスギ高齡人工林成長量の関係分析

○吉井達樹<sup>1</sup>・唐澤 丈<sup>2</sup>・沼本晋也<sup>1</sup>・松村直人<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>2</sup> 三重大学生物資源学部

木材価格の低下や森林の多面的機能への期待などから人工林の長伐期経営への移行が進んでいる。しかし、長伐期に対応した施業の知見は不足しており、高齡人工林管理の指針となる基礎的な情報が必要である。また、近年はリモートセンシング技術の発達により森林のモニタリング手法も変化している。航空レーザーや UAV など森林上空からのセンシングが可能になり、計測される立木情報の質も変化している。本研究では、スギ高齡林について立木の成長量とリモートセンシングから得られる情報の関係を明らかにすることを目的とする。対象地は三重大学附属平倉演習林で定期調査が行われているスギ高齡林 210 年生、105 年生、80 年生の林分である。毎木調査で得られた単木毎の成長量と航空レーザー及び UAV から得られる単木情報の関係分析を行った。定期調査では 5~10 年毎に樹高と胸高直径の毎木測定が行われており、成長量を算出した。リモートセンシングで得られる情報は、樹冠サイズ、樹冠形状、立木の立地環境に関する指標を算出して使用した。

P-048 UAV 空撮画像を用いた落葉広葉樹林における樹種分類

○吉田大智・村上拓彦

新潟大学農学部

福島県只見町沼ノ平地区は、ブナを主体とした広葉樹天然林である。沼ノ平における今後の自然環境の保護・保全・持続的な利用の在り方の検討を行うためには、森林の現状を把握する必要がある。広大な森林地帯の現状を把握するためにリモートセンシング技術が有効とされるが、本論ではプラットフォームとして UAV に着目した。本研究の目的は、UAV 空撮画像を用いた落葉広葉樹林の樹種分類である。十分な現地踏査が容易ではない沼ノ平地区において、全域を対象とした UAV 空撮を 2020 年 9 月と 10 月に実施した。10 月調査時には、GNSS 受信機を用いた立木位置の測位も行い、トレーニングデータ取得の参考とした。得られた空撮画像データを SfM ソフトウェアで処理し、林冠ならびに地表面の三次元形状を復元し、オルソモザイク画像の作成を行った。その後、オルソモザイク画像に対しオブジェクトベース画像分類を適用し落葉広葉樹林の樹種分類を行った。オルソモザイク画像において領域分割処理（セグメンテーション）を施し、単木単位のオブジェクトを生成して分類を行った。最終的に判定効率表を作成し、Kappa 係数を求め、その精度を評価した。

P-049 Forest type classification based on deep learning technique with archival aerial photography

○Pei, Huiqing<sup>1</sup>・Owari, Toshiaki<sup>2</sup>・Tsuyuki, Satoshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo・<sup>2</sup>The University of Tokyo Chiba Forest, The University of Tokyo

Conventionally, stand-level information of forests have been visually interpreted based on aerial photos, while it is labor intensive and often subjective. Moreover, it brings an uncertainty to the accurate estimation of forest stand areas and forest biomass. We conducted a case study in the University of Chiba Forest to classify the forest into three forest types (mixed conifer-broadleaf natural forest, broadleaf natural forest and plantation) using deep learning method. We applied full convolutional neural network Deep Lab V3 and Mask R-CNN to 1,200 dpi RGB color aerial photos. The result indicated that it was possible to identify each forest type automatically. Our study serves a technical basis and reference for future studies and provides a feasible way for the regional scale forest resource inventory in Japan.

P-051 空中写真を用いた福島県只見町沼ノ平地域における地形変動の把握 (その2)

○篠原朋恵<sup>1</sup>・村上拓彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>新潟大学大学院自然科学研究科・<sup>2</sup>新潟大学農学部

福島県南会津郡只見町に位置する沼ノ平地域は、福島県の西南端に位置する東西方向に1 kmほどの凹地を指す。沼ノ平地域には緑色凝灰岩が広く分布し、地すべりが発生しやすい地質とされている。地すべりによって形成されたと考えられる窪地に大小様々な沼が存在し、その特異的な環境は動植物の貴重な生育場所となっている。しかしながら沼ノ平地域は近年まで詳細な調査が実施されておらず、地形変動が実際に発生しているのか、十分な把握がなされていない。本研究では1947年から2014年の時系列空中写真を用いて過去の地形変動の有無を明らかにすることを目的とする。SfMソフトウェアにより作成したオルソ画像やDSM(Digital Surface Model: 数値表層モデル)を用いて解析を行ったところ、沼の形状や位置において顕著な変化を捉えた。ブナの樹冠を指標として地表面の変位を読み取ったところ、1976年から2014年の38年間において0.17~0.49 m/年の移動が確認された。また、二時期の堆積増減を点群データにて比較したところ、オルソ画像にて植被に覆われている状態から裸地に変化している箇所で見出すなど、整合性のある結果を得た。

P-050 熟練者のノウハウを組み込んだAIによる広葉樹の樹種判別に向けた基礎検討

○江澤一熙・溝口知広

日本大学工学部

レーザーสキャナとカメラが搭載された小型で軽量のモバイルマッピングシステム(以下、MMS)の普及に伴い、森林や公園等の樹木管理にも利用されるようになった。本研究では、MMSにより取得した高解像度画像から熟練技術者の判別ノウハウを深層学習に組み込むことで広葉樹の高精度な樹種判別手法の開発を目的とする。そのためまず、技術者が樹種を判別する際、一般に葉や樹皮の詳細形状を手掛かりとすることから本手法でも葉と樹皮を評価した。またMMSでは、1本の樹木を異なる位置と姿勢から撮影した複数枚の画像が取得できるため、これらの画像中の葉や樹皮を含む小領域画像を複数抽出し、それぞれを深層学習にて樹種判別し、その結果の投票により最終的な判別を行う手法とした。7種の樹木を対象とした様々な実験より、95%程度の高い判別率が得られることを確認したので報告する。これに加え、各小領域画像に対し、専門技術者の目線で樹種の判別しやすさを表すスコアを付けた。投票による判別の中で、スコアの高い画像を優先的に判別することで、より高精度な判別率が期待できる。そのため本研究では、このスコアをAIにより自動算出できるか検討したので、併せて報告する。

P-052 ケーブルカメラを用いた森林計測—異なる林相における単木検出率の比較—

○今枝 大・山本一清

名古屋大学大学院生命農学研究科

森林は日本の国土の約7割を占めており、そしてその約4割は活用の主となる人工林である。このように多くの森林を抱える日本であるがそれを十分に利用できているとは言えず、適切な管理がされていないことも多い。人工林を適切に管理・利用するには現況を把握する必要があるが、林分内の個々の樹木を人力で計測するのは、時間と手間がかかる。そのため、地上レーザー(TLS)などの新たな技術が利用されつつある。しかし、TLSはまだ高価であるため、広く普及しているとは言えず、より安価で簡易な計測手法の開発が求められている。そこで我々はケーブルカメラによる林内撮影画像を利用した森林計測手法について検討を行っている。ケーブルカメラは、市販のカメラと動力滑車を組み合わせたもので、安価でかつ高度な技術が必要としない林内撮影が可能である。本研究では、近年普及が進むSfM技術を利用し、ケーブルカメラによる林内撮影画像から生成した三次元情報による立木検出について、異なる林相間で比較・検討した。



P-053 若齢針葉樹人工林における点群データを利用した単木抽出精度の評価

○佐藤有晟・松英恵吾

宇都宮大学農学部

人工林管理における林分構造や成長動態の把握はその後の成長予測や施業の検討において重要であるが、樹冠閉鎖期の若齢針葉樹人工林（以下、若齢林）は林業生産や経営の面においては資源量把握の必要性が低いと考えられてきたことなどから、若齢林を対象とした調査は不足している。一方、若齢林は樹冠が非連続的で単木が明確であることから、林分上空からデータを取得する航空機 LiDAR や UAV 測量の特徴を活かした、点群データによる効率的な計測が期待される。そこで、本研究では宇都宮大学農学部附属船生演習林に所在するスギおよびヒノキ若齢林に設定した 10m 方形区において局所最大値フィルタ法による梢端抽出を行い、点群データの点密度やラスタデータの解像度、樹冠サイズ、局所最大値フィルタ法におけるパラメータといった各種パラメータと単木抽出率の関係を明らかにし、パラメータの最適化を試みた。その結果一部方形区では抽出率 100% となったが、同一林分における樹冠サイズや樹冠形の違いなどにより林分全体では誤抽出が生じることが確認された。

P-055 東京大学富士癒しの森研究所カラマツ系統別試験地の成長過程

○石橋整司<sup>1</sup>・藤原章雄<sup>2</sup>・齋藤暖生<sup>2</sup>・西山教雄<sup>2</sup>・辻 良子<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林田無演習林・  
<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林富士癒しの森研究所

東京大学富士癒しの森研究所では、寒冷地に適した造林樹種を検討する目的で 1960 年代にいくつかの成長試験地を設置した。こうした試験地の情報は 1970 年代以降の林業の低迷と富士演習林の主要な研究対象が保健休養機能にシフトしたことから十分にまとめられないままになっている。本研究の対象であるカラマツ系統別試験地もその一つで、ニホンカラマツ、千島系グイマツ、樺太系グイマツ、チョウセンカラマツ、ニホンカラマツとチョウセンカラマツ、グイマツの雑種の苗木を東京大学北海道演習林から導入して 1964 年に設置された。植栽後 1971 年までは毎木調査が、その後は標準木調査が行われたが、1987 年を最後に測定は行われなくなった。本研究では 2009 年と 2019 年に行われた森林現況調査の結果を含めた調査データと新たに採取した成長錐コアによる年輪データをもとに本試験地の成長過程を分析した。同試験地は 14 区画からできているが、植栽直後から区画間で成長の優劣が出ており、植栽直後についた差は現在まで続いている。全般的にニホンカラマツの成長がよくグイマツの成長が悪い。一部の区画ではほぼ全滅状態であるが、系統間の差なのか管理上の問題かは不明である。

P-054 広葉樹二次林の成長予測

○龍原 哲

東京大学大学院農学生命科学研究科

今後、高齢の広葉樹二次林が増加することが予想されるが、このような広葉樹二次林がどのように成長するかは明らかではない。本研究の目的は東京大学秩父演習林内に設置された落葉広葉樹が優占する二次林固定試験地の資料を分析することにより、広葉樹二次林の直径成長モデルを作成し、長期間の予測を行うことである。まず、試験地ごと測定時ごとに平均胸高直径を求め、全平均胸高直径の値から基準平均胸高直径成長曲線を求めた。次に、試験地ごとに二測定時点の胸高直径に一次式を当てはめ、一次式の二つのパラメータおよび残差分散を求めた。平均胸高直径を基準平均胸高直径成長曲線から予測し、成長式を一次式、そのまわりの変動を正規分布と仮定して、期首直径から期末直径を予測するモデルを作成した。その際、もし成長量が負の値になる場合、その立木は枯損すると仮定した。それによって、各胸高直径における直径遷移確率と枯損確率を表現した。分析に使用しなかった固定試験地データに上記のモデルを適用し、直径階別の直径成長量と枯損量を求め、直径分布を予測した。平均胸高直径と立木本数密度の予測結果は良好であった。

P-056 長期観測データを用いたスギ単木枯死予測モデルの構築

○福本桂子・西園朋広・北原文章

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林管理研究領域

持続的な森林経営のためには、森林の長期動態を把握することが重要である。植栽木の枯死は林分構造や収穫量に影響を及ぼす。そのため、植栽木の枯死がどのような条件下で生じるか把握する必要がある。植栽木の枯死は、個体間競争、個体サイズ、地位に影響を受けることが知られている。しかし、これらは短期的な観測データに基づいた知見であり、長期的な観測データに基づいて植栽木の枯死に与える要因について議論した事例は限られる。そこで本研究では、個体間競争、個体サイズ、地位が植栽木の枯死に与える影響を検証するために、スギ単木枯死予測モデルを構築した。このとき、約 50 年間測定された四国地方の 4 試験地のスギの成長データ (n=5,130) を用いた。個体間競争を表現するために、距離独立競争指数として相対幹距を用いた。構築したモデルを用い、相対幹距、個体サイズ、地位別の枯死率を推定し、これらの要因が長期的なスギ植栽木の枯死に与える影響を検証したので、その結果を報告する。

## P-057 東京大学千葉演習林における天然林資源の現状

○尾張敏章・大石 諭・軽込 勉・鈴木祐紀・鶴見康幸・米道学・塚越剛史・阿達康真・村川功雄・藤平晃司・三次充和・楠本大・久本洋子・當山啓介

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林千葉演習林

千葉県には2019年度時点で73.6千haの天然林があり、森林面積全体の47%を占める。天然林資源の概況は森林生態系多様性基礎調査データから把握できるが、4km間隔で調査地点が配置されており、 $10^2\sim 10^3$ ha規模の森林管理区レベルで資源状況を詳しく把握するには十分でない。そこで本研究では、1,294haの天然林を持つ東京大学千葉演習林において調査を行い、立木本数密度や林分材積、サイズ、種組成の現状を明らかにした。調査では、針広混交(CB)および広葉樹優占(B)の天然林に0.03~0.1haの円形プロットを39か所設置し、胸高直径(針広とも)と樹高(針のみ)を測定した。また、斜面方位と傾斜角、斜面上の位置、斜面形、下層植生をプロットごとに記録した。調査の結果、CBとBの平均立木本数密度はそれぞれ1,842本/haと3,123本/ha、平均林分材積はそれぞれ624.2 $m^3$ /haと483.3 $m^3$ /haであった。また、樹種別材積比ではCBでモミ(45%)、アカガシ(10%)、スダジイ(9%)が、Bでアカガシ(31%)、スダジイ(29%)、ウラジロガシ(9%)が、それぞれ優占していた。

## P-059 大船山のミヤマキリシマ群落の保全・復元に向けた提言

○大久保敏宏<sup>1,2</sup>・三木友貴<sup>1</sup>・平塚基志<sup>1</sup>

<sup>1</sup>早稲田大学人間科学学術院・<sup>2</sup>一般社団日本木質バイオマスエネルギー協会

九州中央部の「大船山のミヤマキリシマ群落(天然記念物)」(以下、本群落)の大規模な開花は多くの登山者を惹きつけるなど、様々な生態系サービスをもたらしていた。2020年4月11日に火災が発生し、本群落の約0.8ha、推定1600~2000本が熱による炭化、熱傷等の被害を受けた。また、地元関係者から、近年、放牧と放牧のための火入れ等の活動が低減し、ミヤマキリシマの優占する矮性低木林からノリウツギの優占する低木林へ変化しているとの情報を得た。

そこで、ドローンによる画像撮影を実施し、群落全体の火災被害の状況を把握するとともに、現地調査により萌芽状況を確認した。また、1976年撮影の空中写真と現在の空中写真を比較し、ノリウツギ林への変化状況を確認した。

以上により、火災被害を受けた9割以上の株では萌芽が確認された。また、火災以前よりノリウツギ林への変化が拡大していることも明らかとなった。本群落の復元に向けて、モニタリングによる順応的管理の導入が望ましい。また、保全対策として、伝統的な放牧や火入れの復活も想定されるが、そのためにはミヤマキリシマとノリウツギの火への抵抗力を明らかにした上で、頻度や手法を検討する必要がある。

## P-058 ミャンマ択伐林の林分動態 ~伐採後5年間の変化~

○溝上展也<sup>1</sup>・TualCin Khai<sup>2</sup>・TheinSaung<sup>2</sup>・太田徹志<sup>1</sup>・加治佐剛<sup>3</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>ミャンマー森林研究所・<sup>3</sup>鹿児島大学

熱帯林の保全は炭素保全や生物多様性保全などの観点から地球規模課題として以前より重要視されており、長期的な林分動態の把握や予測は最も基本的な事項の一つである。これまでも熱帯林の林分動態に関する研究は数多くみられるが、違法伐採などの人為攪乱の影響や下層植生を含めたより総合的な理解は十分でないように思われる。本研究ではミャンマーの択伐林を対象として合法伐採後の5年間の林分動態を明らかにすることを目的とした。

択伐前に違法伐採が生じていない林分Aに2プロット(1ha×2)、違法伐採が生じている林分Bに4プロット(0.64ha×4)を設定し、樹木(DBH10cm以上)、竹、更新木(DBH10cm以下で樹高が1.3m以上の樹木)の5年間の変化を計測した。その結果、いずれのプロットでも違法伐採が生じていたが、その伐採性向(樹種やサイズ)は林分Aと林分Bで異なり、林分Bでは5年間で竹の蓄積の顕著な増加がみられた。構造方程式モデリングの結果、違法伐採などによる立木本数の減少は、竹の蓄積を増大させることによって更新木の減少に影響していることがわかった。

## P-060 木曽ひのき端材を活用した商品のインターネット販売

○佐藤孝吉・菊池大樹・吉野 聡

東京農業大学地域環境科学部

木曽ひのきを木地とする箸生産は、節、あて、腐れなどの癖のない部分のみを活用し、端材は別の業者が活用する。箸木地の最終段階で発生するかな屑は廃棄物として燃料などに使用されるのみである。このかな屑は、幅5mm長さ22cmで細長く丸まっていてその利用方法について検討した。水分を含むとヒノキの香りがすることから入浴時の芳香剤として活用することを考えて、排水ネットにかな屑をいれて輪ゴムで綴じた直径20cmの球形のものを作成した。商品の作成やPRが人的にも量的にも困難なことから、インターネットによる販売が適当と判断した。そこで、東京農業大学の学生に製品購入とネット購入・販売についてのアンケート調査を実施した。調査の結果、65%の回答者から商品化の可能性ありの回答で、購入予定価格は290円であった。インターネットの利用状況は、95%の回答者が1週間に1度程度ネット購入を行っており、平均購入金額は5,000円であった。安価な商品の需給にはインターネットの活用が有効ではないかと考察した。

## P-061 商品から見た竹材の特徴と管理方法

○吉野 聡・並木空也

東京農業大学地域環境科学部

放置竹林が各県において非常に大きな問題となっており、各県では放置竹林対応マニュアルや、新たな竹材の利用を推し進めている。その多くがタケノコ生産で、竹材商品を目的とした放置竹林材の活用にはなっていない。その理由として、放置竹林の多くが過去のタケノコ生産をしていたマダケ林が基になっていることが挙げられる。林業では生産する森林にあわせた管理が必要とされており、竹林でも同様のことがあると考えた。また、放置竹林ではモウソウチク林の場所もあり放置竹林の持続的な利用を考える上では産業化を視野に入れたモウソウチク林の利用も必要であると考えた。しかし、放置竹林対応マニュアルをみるとその多くがタケノコ生産を目的としており、竹材利用のための適切とされる竹林の林況についての文献はほとんどない現状があった。そこで、本研究では竹材に利用される竹の種類について文献をもとに再確認し、各竹林を管理しているところで、実際の竹林の現況調査と文献調査から竹の種類ごとの林況を把握し、その管理方法について考察を試みた。

## P-063 指紋認証技術を応用した丸太木口面画像の個体識別

○佐保田万智子<sup>1,2</sup>・加治佐剛<sup>2</sup>・寺岡行雄<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 日本ユニシス株式会社総合技術研究所・<sup>2</sup> 鹿児島大学農学部

本発表では、木材産地証明のための新たな方法を提案する。従来の木材産地証明では、QRコードやRFIDタグの装着や製材過程での再装着時の作業が煩雑で高コストである等の課題がある。そこで、提案手法では、課題解決のために丸太木口画像を個体識別に利用する。具体的には、丸太木口の年輪模様やチェーンソー跡が形成する線の交点を個体識別の特徴量として個体識別する。実験では、スギ丸太を材料とし、時間間隔を空けて撮影した同一個体の木口画像のそれぞれ抽出した特徴量をマッチングさせ、個体識別精度を求める。個体識別精度の算出は、分類問題の性能評価指標であるROC曲線によるAUCおよび等価エラー率(EER)を用い、提案手法の有効性を検証した。

## P-062 森林内における電波減衰の影響

○北原健太郎<sup>1</sup>・寺岡行雄<sup>2</sup>・加治佐剛<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 鹿児島大学大学院農学研究所・<sup>2</sup> 鹿児島大学農学部

我が国の人工林の50%は伐期に達し利用期を迎えている。また、高性能林業機械の導入による機械化が進む一方で、情報化によるスマート林業の必要性が高まっている。このため森林資源量を正確に把握し、素材生産を円滑に進めることは急務である。しかし、森林内では携帯電波圏外になることが多く、周囲の作業者同士での連絡手段はトランシーバーか直接対面であり、非効率な状況が発生している。そこで本研究では、昨今センサーネットワークで用いられるようになってきたLPWA (Low Power Wide Area) 通信技術を用いた通信を森林内で行い、枝葉や樹幹による電波減衰の影響をあきらかにすることを目的とし実験を行った。地形の条件を無視するため、北海道苫小牧市の直線かつ平坦な林道を試験地とした。上空が閉鎖している林相(アカエゾマツ34年生)と、上空が疎開している林相(ダケカンバ125年生)の2箇所を使用した。LPWAの2.4GHzと920MHz帯の2種類の周波数での通信機を使用し森林内通信での電波強度を測定し、電波強度と森林構造、通信距離の関係について検討した。更に、数珠つなぎでデータを送信するマルチホップでの森林内における中継機の適切な配置についての検討も報告する。

## P-064 リモートセンシングによる林分材積推定

○高橋與明

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所

本研究では、3次元リモートセンシング技術の一つである航空機LiDARデータから林分材積(V<sub>lidar</sub>)を推定し、2次元の光学リモートセンシング技術の一つであるLandsat8号の衛星画像の反射率とV<sub>lidar</sub>との相関関係を分析した。使用した航空機LiDARデータは、国土交通省国土地理院が管理するデータであり、H24年度からH25年度にかけて九州の複数の地域(一つの地域は100km<sup>2</sup>~300km<sup>2</sup>)で取得されたものである。衛星画像は、観測日が航空機LiDARデータの取得年次に近く、雲量の少ない画像(シーン)を複数選んだ。まず、30mメッシュのV<sub>lidar</sub>を地域ごとにマッピングした。次に、大気補正済みの衛星画像に地形効果補正を行った後、V<sub>lidar</sub>マップと衛星画像および空中写真を重ね合わせ、目視判読で丁寧に分析エリア(1km<sup>2</sup>~数km<sup>2</sup>)を複数箇所選定した。分析の結果、同じシーンについて分析エリアごとに相関の強さは大きく異なっていたが、相関が強いシーンでは衛星画像から林分材積を推定するモデルを構築できる可能性が示唆された。



## P-065 林分材積推定における UAV-LiDAR データの有効性に関する検討

○光田 靖<sup>1</sup>・江崎雄介<sup>1</sup>・中村日菜子<sup>1</sup>・湯地裕史<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 宮崎大学農学部・<sup>2</sup> NTT ビジネスアソシエ西日本宮崎事業所

林分材積推定における UAV-LiDAR データの有効性を検討するため、実測データと比較検討した。対象林分は宮崎大学田野演習林の 53 年生スギ人工林であり、林分内に 2 つのプロットを設定した。プロット内の全個体について、胸高直径および樹高を計測し、幹材積式を用いて材積を計算して、検証のための真値とした。一方、UAV-LiDAR データを用いた林分材積推定は次のように行った。検索範囲を 2m として局所最低点を検出し、その点を用いて 2m 解像度の DEM を作成した。次に、検索範囲 2m 四方で局所最高点を検出し、樹頂点とした。樹頂点の高さと DEM の差分を樹高の推定値とした。また、樹冠投影面積を推定し、個体の直径を推定した。各個体の樹高と直径から幹材積式を用いて個体の材積を推定した。用いた点群データの点密度は平方メートル当たり 400 点と高密度であったが、対象林分の下層植生が非常に発達していたため、2m 四方の検索範囲でも局所最低点が地盤高をとらえていない場合があった。また、単純な局所最高点検索では抽出できなかった個体があった。そこで、目視による判別を加えて DEM の作成と、樹頂点の抽出を行ったところ、実測値に近い値を推定することができた。

## P-067 地上レーザーと UAV データを用いた林冠高の推定

○齋藤英樹<sup>1</sup>・西園朋広<sup>1</sup>・高橋正義<sup>2</sup>・山田祐亮<sup>1</sup>・鄭 峻介<sup>1</sup>・田中真哉<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林管理研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林災害・被害研究拠点・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

UAV および地上レーザー（以下 TLS）が新しい測樹技術として注目されている。本研究の目的は、UAV および地上レーザーから得られたデータをもとに林冠高を推定することである。対象地は群馬県に位置する内野国有林内のスギ林とした。対象林分は国有林で通常行われる間伐などの施業が施されている。UAV からは、計画飛行により撮影を行い、SfM 処理によりオルソ写真および DSM を作成した。TLS からは、立木位置図および DEM を作成した。TLS の測定を行う際には UAV 画像と重ねるための地上対照点（航空標識）を設置した。UAV からの DSM と TLS からの DEM を利用して DCHM を作成し林冠高を推定した。また、DCHM に局所最大値フィルタ法を用いて単木位置を抽出した。単木の樹高は DCHM から推定した。これを TLS から得られた立木位置図を重ねて立木を同定し、地上において Vertex を用いて測定した樹高と比較した。その結果、単木レベルで高い精度で樹高を推定することが可能であった。今後、UAV データと TLS データを簡便に重ねる方法について検討を行う予定である。本研究は一般財団法人日本森林林業振興会の令和 2 年度森林林業振興助成事業の助成を受けた。

## P-066 ポイントクラウドデータによる森林資源モニタリングの検討

○松英恵吾

宇都宮大学農学部

近年、計測機器の多様化、低コスト化および解析環境の充実により 3 次元点群（ポイントクラウド）データの活用が進んでいる。一方ポイントクラウドデータは取得方法や点密度によって質的な差が生じる。試験研究から実務利用のフェーズに移行する段階においてはポイントクラウドデータの取得自体が目的ではなく、活用目的に応じて必要なデータを選別する必要がある。本研究では同一林分に対して様々な手法により計測されたポイントクラウドデータを用い林分構造パラメータの推定および森林資源量の推定を行い、ポイントクラウドデータの種別毎の精度・特性の評価を行うと共にデータを組み合わせて解析を行い複合利用の検討を行った。使用したデータは航空機 LiDAR データ（ALS）、地上型 LiDAR データ（TLS）、UAV による LiDAR データ（DLS）、UAV による SfM データである。DTM データに関しては ALS、TLS、DLS については独自生成したものを、SfM については他のデータによる DTM を組み合わせて解析を行った。その結果、総合的に計測精度としては DLS の精度が高かったが、データの計測範囲、コスト等を勘案した場合 ALS の優位性も確認できた。

## P-068 UAV 空撮による樹高推定精度に撮影高度が与える影響

○加治佐剛<sup>1</sup>・寺岡行雄<sup>1</sup>・平 千万<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 鹿児島大学農学部・<sup>2</sup> 鹿児島県森林組合連合会

UAV 空撮による森林計測が普及し始めている。航空機による森林計測に比べて、安価に実施できる点や必要に応じて空撮画像を取得できる点は、事業者や森林組合などの施業の実施主体が運用可能となっている。しかしながら、どのような高度で空撮が最適とするかは十分に議論されていない。そこで、本研究の目的は、UAV を用いた空撮写真による樹高推定に撮影高度がどのように影響するかを明らかにすることである。対象地は、鹿児島大学農学部附属高隈演習林である。スギ人工林を対象に撮影高度を 50 m、75 m、100 m、125 m として空撮を行った。撮影した画像を SfM により処理し、3D モデルを構築した。空撮画像から樹高を推定する際には、地盤高情報が必要となり、本研究では航空レーザー計測データから得られた DTM を地盤高情報として使用した。UAV から作成した地表面モデル (DSM) と航空機レーザーから得られた DTM の差分から樹高を推定した。当日はこの結果をもとに最適な空撮方法について考察する。

P-069 ドローン空中写真を利用した林床植生高のマッピング—常緑針葉樹林の事例—

○粟屋善雄<sup>1</sup>・荒木一穂<sup>2</sup>・西尾優花<sup>3</sup>・渡邊仁志<sup>4</sup>・久田善純<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学流域圏科学研究センター・<sup>2</sup> 岐阜大学岐阜大学自然科学技術研究科・<sup>3</sup> 岐阜大学応用生物科学部・<sup>4</sup> 岐阜県森林研究所

地上調査では下層植生の分布と植生高を把握することが困難なため、ドローンを利用して広い範囲での下層植生高の分布を把握することを目的に研究を実施した。2020年9月に平均樹高が20mを超えるヒノキ林の林床植生をドローンで撮影し、得られた空中写真からオルソ空中写真と数値表面高モデル(DSM)を作成した。撮影時に4箇所地上基準点(GCP)を設置し、GNSSを用いてGCPの地理座標を計測した。SfMのソフトとGCPの位置情報を用いてオルソとDSMを作成した。DSMから航空レーザ測量の成果で作成された地盤高を差し引いて植生高(DCHM)を求め、DCHMをメッシュ単位で集約して植生の被度と植生高をマッピングした。推定した植生高を地上での測定値と比較して推定精度を検証した。

P-071 米国南東部におけるデジタル航空写真を用いたDSMの精度評価

○小幡進午<sup>1</sup>・Schroeder Todd<sup>2</sup>・Papeş Monica<sup>1</sup>

<sup>1</sup> テネシー大学国立数学生物学統合機構・<sup>2</sup> 米国農務省森林局南部研究拠点

国家森林インベントリ(NFI)は森林蓄積量や森林面積などの森林資源量に関わる変数を、対象となる空間について推定する。樹冠高のような森林の主要な量的変数を網羅的に推定するため、LiDARが補助的なデータとして使用されてきたが、NFIの対象地域全域についてデータを収集しようとする場合高額な費用が必要となる。数値表面モデル(DSM)はデジタル航空写真から作成される点群データで、費用面でLiDARに対する優位性を持つ一方、土地被覆の上層部のデータしか得られないという問題点を持つ。本発表の目的は、LiDAR点群データとアメリカ合衆国森林局が管轄するForest Inventory and Analysisプログラムにより収集されたプロットデータとの比較により、DSMによる樹冠高の推定精度を検証することである。研究対象地はアメリカ合衆国ヴァージニア州とテネシー州の全域である。The National Agriculture Imagery Program(NAIP)をデジタル航空写真として使用し、同データは点群データへと生成された。LiDAR点群データは3D Elevation Programが提供するデータを使用した。DSMはNAIP点群データから数値標高モデルの値を引くことにより求めた。

P-070 撮影条件の差異がSfM処理に与える影響の評価(2)

○山本一清<sup>1</sup>・吉田圭佑<sup>2</sup>・島田博匡<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup> 名古屋大学農学部・<sup>3</sup> 三重県林業研究所

近年航空機LiDARによる森林資源の把握が活発に行われているが、皆伐・間伐等の多時期・小区画・広域分散的な情報の把握・更新においては、航空機LiDARよりもUAVの利用が効果的であると考えられる。UAVによる森林計測技術は近年急速に発展しているものの、今多くの課題が残されている。UAVによる空撮で得られた画像からは、SfM処理により点群を生成し、空撮域のDSMを取得することが可能である。しかし、航空機LiDARと異なり、直接地面情報を計測することができないため、正確な立木位置や樹高推定には空撮時にGCPとなる対空標識の設置が必要となるが、空撮範囲が比較的小面積であるがゆえに、適切な対空標識の設置には困難が伴う場合も多い。そこで本研究では、三重県内の4地区に設置したスギ13プロット、ヒノキ9プロットの多時期空撮データを利用し、航空機LiDARにより過去に観測されたデータを利用し簡易に樹頂点マッチングを行うことにより立木位置及び樹高の推定を行い、その精度及び撮影条件の影響について検討した。

P-072 Litchiを用いたUAV空撮計画の作成方法

○村上拓彦<sup>1</sup>・篠原朋恵<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 新潟大学農学部・<sup>2</sup> 新潟大学大学院自然科学研究科

UAV空撮画像を適切に処理するにあたって、現場にて対地高度一定で撮影を実行することが求められる。空撮対象エリアの地形に起伏がある場合、地形に沿ってUAVを飛行させなければならない。対地高度一定のUAV空撮を現場で確実にを行うためのアプリとしてLitchi(VCTechnology社、イギリス)がある。今回、Litchiを用いた空撮計画(ミッション)の作成方法について紹介する。まず、GISにてメッシュ状ポリゴンを生成することで空撮ポイントの生成を行う。ここで生成したポイントを補助的なデータとして、空撮を行いたい地点を選定し、一連のポイントデータを入力する。入力したポイントの順番に従い空撮が実行される。ポイントデータを入力した後、各ポイントの地理座標(経度、緯度)を求める。加えて、DEMと準備したポイントデータを重ね合わせ、標高値を得る。この標高値に対置高度を加え、実際に飛行する高さとする。ミッション完成に必要な諸情報を格納したcsvファイルを準備する。Mission Hubにて、csvファイルをインポートし、最終的にミッションとして保存する。Settingsにてミッション全体の設定を行う。「Path Mode」ではStraight Linesの選択が必須である。



P-073 広域森林バイオマス研究プラットフォーム  
現場から衛星までを結んで

○鷹尾 元<sup>1</sup>・日浦 勉<sup>2</sup>・石原正恵<sup>3</sup>・落合 治<sup>4</sup>・田殿武雄<sup>4</sup>・林真智<sup>4</sup>・濱本 昂<sup>4</sup>・齋藤英樹<sup>1</sup>・高橋正義<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林管理研究領域・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>3</sup> 京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>4</sup> 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター

森林バイオマスとその動態は森林生態系の遷移や生産力の指標となり、巨大な炭素貯蔵庫として全球の炭素循環と気候変動にも影響を与える。衛星画像を用いた森林バイオマス観測技術を確立することで森林蓄積量とその動態を広域にわたり均一の精度でかつ高頻度に把握できるようになり、森林管理への活用や、気候変動対策への利用も期待できる。日本では、亜寒帯から亜熱帯まで幅広い植生タイプの森林が分布している。そして、全国各地の様々な森林に大学演習林や国有林の収穫試験地等が設置され長期にわたり森林計測を継続し知見を蓄積している。一方、我が国はLバンド合成開口レーダを初め衛星による地球観測を継続的に実施している。そこで、全国大学演習林協議会、JAXA、森林総研の連携により、森林バイオマスの広域分布とその動態に関する研究基盤「広域森林バイオマス研究プラットフォーム」を構築した。現地や航空機、衛星観測など様々な情報と知見を融合し、森林バイオマス分布とその変動を過去から現在まで地域・国の規模で隈なく推定する基盤となることで、森林動態の解明、持続的森林資源管理、地球環境問題への貢献が期待される。

P-075 松枯れ感染木検出のための衛星画像による時系列解析

○内藤千尋・真砂陽太郎・前田佳子・高主知佳・藤平 啓・松林健一・戸田真理子・永田早希・赤見亜衣・今井靖晃・大泉純也・榎本みな

国際航業株式会社

松くい虫による松枯れ被害は依然として国内各地の松林に壊滅的な被害を与えている。長崎県は被害が深刻な県の一つであり、県内のクロマツを中心とした重要な松林の保護は喫緊の課題である。感染拡大を防止するためには感染木を早期に発見し、防除策を講じることが重要である。感染を検出するため、これまで衛星画像を用いた研究が行われてきたが、多くが一時期の画像を用いており時系列の解析を行った例は少ない。時系列で解析することは、感染の兆候を捉え、早期発見に貢献することが期待できる。本研究では、高頻度かつ高解像度の撮影が可能なSkySat衛星を用いて、複数時期の画像を時系列的に解析し、感染の早期発見に有用な指標を明らかにすることを目的とした。感染の指標を検討するにあたり、10のスペクトルインデックスを設定し、感染による完全な枯れ木、一部枯れ木、感染しているが外部病徴の見られない枯れ無し木、健全な枯れ無し木について、各インデックス値の時系列の変動、及び、感染状態間での差を解析した。

P-074 人工衛星とAI判読技術を用いた森林資源の広域モニタリングについて

○西本里美<sup>2</sup>・洲浜智幸<sup>1</sup>・福井翔宇<sup>5</sup>・島崎康信<sup>3</sup>・渡邊昌春<sup>4</sup>

<sup>1</sup> (株)パスコ森林環境部・<sup>2</sup> (株)パスコ森林環境部 森林情報技術課・<sup>3</sup> (株)パスコ AI ソリューション部・<sup>4</sup> (株)パスコ AI ソリューション部アプリケーションサービス課・<sup>5</sup> (株)パスコ森林環境部 森林調査計画課

国内の森林が利用期を迎える中、皆伐等主伐が増加傾向にある。それに伴い造林未済地や無届伐採等の問題が生じている。一方、森林管理行政ではこれら問題に対応すべく、車両等による現地視察や、航空写真や衛星画像の目視判読を行っているが、視察は行政職員の負担や見落とし、目視判読は画像調達費用と判読費用が高額になるといった課題がある。これら課題対策を目的とし、人工衛星とAI判読技術による森林資源モニタリングサービスを開発した。人工衛星はSPOT6/7を用い、広域性と周期性さらに1.5m解像度を活かし1ha未満の小規模な伐採跡地の判読に対応可能とした。AI判読はこれまで航空写真の樹種判読で培った技術を応用し、伐採跡地等の判読に対応可能とした。また、サービス化にあたり、衛星画像取得のタイミングで自動的に画像判読と森林変化を検出し、クラウドシステムからユーザに情報提供を行う仕組みとし、衛星画像が取得され続ける限り、自動的に・継続的にモニタリング情報の提供を可能とした。これにより、職員負担軽減や広域一斉監視による見落とし削減、画像購入や判読の省略と省力化、情報提供までの自動化による人件費削減を実現した。

P-076 衛星画像を用いた過去35年間の日本の伐採面積推定

○志水克人・齋藤英樹

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林管理研究領域

日本では多くの人工林が近年主伐期を迎えており、伐採(主伐)面積および主伐による素材生産は増加傾向にある。森林資源を管理する上では、時空間的な伐採の動向を把握することが重要となるが、既存の統計データでは十分に把握されていない。そこで本研究では、Landsat画像を利用して、日本全体を対象に30m解像度で1985-2019年間の毎年の伐採およびその他森林攪乱箇所を推定した。Landsat画像に森林攪乱推定アルゴリズムをあてはめ、説明変数を抽出し、Random Forestによって各ピクセルの伐採、その他攪乱およびその他の土地被覆変化に分類した。精度評価には国有林の小班区画データを利用し、林齢から算出した伐採年とRandom Forestで推定した伐採年を比較した。伐採と推定されたピクセルを単純に合計した場合、期間全体では、伐採面積は1980年代から2000年代前半にかけて減少した後、2010年代で増加傾向にあることが示された。地域別では九州南部、東北太平洋側、北海道東部で伐採面積が大きい傾向にあった。北海道や中部山岳地帯で精度が低くなる傾向が示唆された。



## P-077 航空 LiDAR データを用いた山間部における路網の自動抽出に関わる手法の検討

○大垣志織<sup>1</sup>・古恵良拓哉<sup>2</sup>

<sup>1</sup> (株)パスコ中央事業部 森林環境部・<sup>2</sup> (株)パスコ衛星事業部 GEOINT 部

持続的な森林管理において、効率的な森林施業は必須であり、中でも適切な路網整備は特に重要とされている。新規路網を適切に設計するにあたり、森林内の既存路網の分布状況を正確に捉える必要がある。近年では航空レーザ計測成果から微地形情報を読み取ることで既存路網の分布状況を把握できるとされているが、目視判読による抽出が一般的であり、データ抽出時間とコストの面で課題がある。

そこで本研究では、航空レーザ計測成果から作成した DSM および DEM を用いた路網の自動抽出手法について検討した。山間部における路網は比較的緩傾斜地であり、かつ樹木により完全に被覆されていない場所であると仮定し、路網抽出を行った。

自動抽出の結果、「路網」「路網の可能性のある箇所」「路網以外」の3区分で分類できた一方で、砂防ダムや崩壊地の過抽出や、樹木に覆われた路網の未抽出が生じていた。

抽出精度のための課題として、誤抽出され得る土地被覆を考慮し、誤抽出箇所を差分除去していく必要がある。現段階では、正確な路網の自動抽出には至っていないが、目視判読での路網データ入力や確認作業を行う際の補助データとしての活用は十分可能であると考えられる。

## P-079 異なる環境制御化におけるスギ球果の成長とガス交換特性

○松下泰裕<sup>1</sup>・榎本正明<sup>3</sup>・水永博己<sup>3</sup>・山田晋也<sup>2</sup>・福田拓実<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 静岡大学大学院総合科学技術研究所・<sup>2</sup> 静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター森林育成科・<sup>3</sup> 静岡大学農学部

近年国内での伐採面積は拡大傾向にあり、伐採後の苗木植栽のため種子の安定生産が期待される。優良形質を持つ個体の確実な交配を目的とした閉鎖環境での種子生産が推進される一方で、母樹となる苗木のサイズや生育環境が球果・種子の成長を阻害する要因ともなり得る。本研究では、閉鎖環境内の環境要因として温度と二酸化炭素濃度に着目し、異なる環境がスギ球果の成長、また枝の炭素・窒素収支に及ぼす影響について調査した。

本研究は静岡県浜松市の静岡県森林・林業研究センターに設置されたビニールハウスで実験を行った。ビニールハウスには外部大気を循環した Control 区画、日中温度を 20 度に制御した温度制御区画、日中温度を 20 度に制御し同時に CO<sub>2</sub> 排出装置で CO<sub>2</sub> を付与した温度制御かつ高 CO<sub>2</sub> 区画を設置し、球果の成長及びそれに関わるガス交換特性、枝における炭素、窒素収支について区画間で比較した。各区画に配置したポット苗を対象に 4 月から 10 月まで各個体の枝、球果の成長を計測し、同時に携帯型ガス交換測定装置による光合成速度、暗呼吸速度を毎月測定した。また、10 月に各区画の球果を回収し、各区画の球果内の種子数を調査した。

## P-078 ALS データとタイルポリゴンを使用した路網バッファ別材積の推定

○塩田廣美<sup>1</sup>・田中和博<sup>2</sup>・長島啓子<sup>1</sup>・美濃羽靖<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 京都府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup> 京都先端科学大学 バイオ環境学部

間伐や枝打ちに代表される森林施業は、既設の林道や作業道に近いほど林内移動のための労力が少なくなり、実施に有利である。これらの施業の結果として、樹木生長が促進され、伐採時の材積が増加すると考えられる。本研究では、北近畿・中国地方林分密度管理図と、ALS データから算出した平均樹高及び樹木数の値を持つタイルポリゴンと路網データを用いて、路網からの距離により推定される材積に違いがあるかを解析した。平均樹高と樹木数は、2014 年に取得された京都府船井郡京丹波町内の ALS データを用い、スギ・ヒノキの人工林について、1m 間隔のデジタル地表面モデル (DEM) を使用して樹冠高モデル (DCHM) を作成して樹木を抽出し、10m 区画のタイルポリゴン毎にそれぞれ算出した。また、これらのタイルポリゴンと、路網から発生させた距離別バッファ (5 区分: < 50m, 50-100m, 100-200m, 200-300m, 300m 以上) を結合して路網からの距離別に面積割合や、推定材積分布を求めた。その結果、距離による材積の分布状況に大きな違いは見受けられなかった。

## P-080 新潟県苗場山の長期固定試験地におけるブナの肥大成長の変化

○小松 亮・榎本正明・水永博己・飯尾淳弘

静岡大学農学部

気候変動が自然生態系に与える影響が懸念される中、気温の上昇も重要な要素の一つであると考えられている。気温の上昇に伴う冷温帯・高山帯樹種の肥大成長の鈍化がヨーロッパやアラスカでは報告されており、日本でも冷温帯のブナを対象に、その分布南限で近年の肥大成長の低下が報告されている。これらの報告では、気温上昇が成長低下の原因として考察されているが、広範囲に分布する森林では気温上昇により成長が促進される可能性もあると考えられる。本研究では新潟県苗場山の異なる標高に分布するブナを対象に、過去 50 年の肥大成長の変化を気候要素との関係で整理し、標高ごとの成長変化を比較した。

苗場山のブナ林は標高 550m から 1500m にかけて分布し、6 標高 9 地点の試験地が設けられ、現在まで断続的に毎木調査が行われている。肥大成長と気候要素との解析を行ったところ、年輪が形成される年の 3 月、4 月の平均気温に正の相関が認められた。標高 700m・1500m の試験地では 1970 年代と比較して 2010 年代の相対成長率が上昇していたのに対し、別の 700m の試験地と 900m の試験地では成長率の低下が確認された。

P-081 ダケカンバの産地試験林を用いた葉フェノロジーの産地間変異の評価

○佐藤温起・飯尾淳弘

静岡大学農学部

地球温暖化によって樹木の生育可能域は大きく変化する可能性がある。その変化を予測する上で、生産や成長に関係する樹木形質の違いやその可塑性を知ることは重要だが、全国に広く分布する樹木の場合には、さらにその産地間変異を理解することが求められる。本研究は全国11産地のダケカンバを植栽した産地試験林を用いて、葉フェノロジーの産地間変異とその可塑性を評価した。具体的には温度環境の大きく異なる2つの産地試験林（天竜：年平均気温13℃、八ヶ岳：年平均気温7℃）において5～8産地各3個体に3月から11月の間、定点カメラを設置し、葉フェノロジーを毎日観測した。カメラを用いることで頻繁に変化するダケカンバの開葉、展葉期間、落葉を個体、個葉レベルで詳細に観測した。また、1ヶ月に1度、全個体の葉数と葉面積調査を行なった。個体レベルの開葉日は産地の温度が低いほど早くなる傾向が見られたが、落葉日には変異は見られなかった。また、個葉レベルの展葉期間は産地、開葉日に関わらず10～20日間前後であり、明確な変異は見られなかった。

P-083 Comparison of seed dispersal patterns between 6 and 15 years after felling in sugi plantation

○CHARISSA MANIAGASI<sup>1</sup>・Ito, Satoshi<sup>1</sup>・Hirata, Ryoko<sup>1</sup>・Kiwamu Yamagishi<sup>2</sup>・Hiromi Yamagawa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Miyazaki・<sup>2</sup>University of Miyazaki・<sup>3</sup>Forestry and Forest Products Research Institute

Seed dispersal from adjacent natural forests is expected to be important for natural forest restoration after the clear-felling of conifer plantations. However, our previous study indicated a limited contribution of dispersed seeds for the short-term regeneration of native tree species in a warm-temperate region. This study reassessed the seed dispersal in the same stand 14-15 years after clear-felling to examine the change of seed dispersal pattern. Frugivorous seeds increased their number compared to those observed during the first six years, being dispersed up to 35m from the stand edge, while gravity-dispersal seeds were observed only around the stand edge with a large annual fluctuation. We conclude that bird visits might have increased due to the developed stand structure, increasing the contribution of frugivore-dispersed seeds.

P-082 ススキ型および非ススキ型競合植生下におけるスギ特定母樹裸中苗の成長

○中山葉月<sup>1</sup>・伊藤 哲<sup>1</sup>・平田令子<sup>1</sup>・山岸 極<sup>2</sup>・山川博美<sup>3</sup>

<sup>1</sup>宮崎大学農学部・<sup>2</sup>宮崎大学大学院農学工学総合研究科・<sup>3</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所

近年、再造林における低コスト化のために下刈りの省略が検討されている。下刈り省略の可否を判断する指標として、これまで植栽木樹高に対する競合植生の相対的な高さが提案され、様々なケースで適用されてきている。しかし、競合植生の種類によっては、高さ方向の競合状態のみで植栽木の被圧度を表現できていない可能性があり、とくに競合植生がススキ優占型の場合は、密生する葉が他の競合植生よりも強く植栽木を被圧している可能性がある。そこで本研究では、ススキ型競合植生と落葉木本が主体の非ススキ型競合植生の被圧度に違いがあるかを検証することを目的とした。宮崎大学田野演習林の競合植生がススキ型と非ススキ型の林地に試験地を設定し、スギ特定母樹（県始良20号）の挿し木裸中苗を2019年3月に植栽した。2年間の結果では、ススキ型の被圧度（4方位測定平均）が非ススキ型よりも高いことがわかった。また、高さ方向の被圧度が同じでも、ススキ型は植栽木の直径成長をより抑制していることが分かった。本研究は農林水産省による戦略的プロジェクト研究推進事業「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発」（18064868）による支援を受けた。

P-084 静岡県「森の力再生事業」における人工林広葉樹林化の成否とその要因

○木下 信<sup>1</sup>・水永博巳<sup>2</sup>

<sup>1</sup>静岡大学大学院総合科学技術研究科・<sup>2</sup>静岡大学農学部地域フィールド科学教育研究センター

静岡県では放棄人工林の公益的機能の向上を図るため、2006年度から「森の力再生事業」を実施しており、放棄人工林の広葉樹林化施業を推進している。しかし、広葉樹林化施業には光環境、地形、土地利用履歴等の多数の要因が影響し、現場に応じた施業方法は未だ確立しておらず、当該事業の実行性を検証する必要がある。本研究では、「森の力再生事業」における広葉樹林化施業地にて、施業の成否に影響する要因を特定することを目的とした。

静岡県中部の「森の力再生事業」施業地から73ヶ所を調査地として選定し、目視による簡易調査を行った。また一部の調査地において上木の直径と密度、稚樹密度、及び光環境の測定を行った。

高木種の稚樹密度について、種子源からの距離による影響は見られなかった。一方、標高の上昇に伴う明確な減少傾向が見られた。この原因として、低標高地を中心に分布する常緑広葉樹の稚樹密度が高いのに対し、落葉広葉樹の稚樹密度がいずれの標高でも低かったことが考えられた。落葉広葉樹の稚樹密度は常緑広葉樹と比較して強光下で上昇する傾向にあったため、高標高地での施業では、伐採率をより高く設定する等の措置が必要であると考えられた。



P-085 マツ枯れ被害林分の再生におけるソヨゴ伐採の効果

○柴田健士・長島啓子

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

本研究はマツ枯れやシカ食害などによってソヨゴを中心としたマツ枯れ低質林が拡大する都市近郊林において、アカマツ林の再生に向け、防鹿柵の設置とソヨゴ伐採の効果を把握することを目的とした。まず、マツ枯れ被害林分が存在する尾根部に防鹿柵を設置し、防鹿柵内に100m<sup>2</sup>の林冠を形成しているソヨゴを伐採した伐採区4プロット、無伐採区3プロット、鹿防柵外に対照区4プロットを設置した。各プロットにおいて毎木調査を行い、個体数や胸高断面積割合を元に、伐採によって林分構造がアカマツ林の構造に近づいたことを確認した。また、アカマツの実生調査で2015年までの各年の成長量と、アカマツ林を構成する主要木の萌芽本数を測定することで、施業毎の今後の林分の動向を予測した。伐採区ではアカマツ実生の成長量が増加し、アカマツ林を構成する主要木の萌芽本数も増加していることが明らかとなった。一方で、ソヨゴの萌芽本数も大幅に増加したことから、今後追加のソヨゴ伐採等を実施することでアカマツ林の再生の可能性が示唆された。

P-087 スギ母樹へのグルタチオン施用が種子の品質に与える影響

○山下直子<sup>1</sup>・飛田博順<sup>2</sup>・奥田史郎<sup>2</sup>・小笠真由美<sup>1</sup>・松田 修<sup>3</sup>・小川健一<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>3</sup> 九州大学大学院理学研究院・<sup>4</sup> 岡山県農林水産総合センター生物科学研究所

種子の品質改善と収量の安定化に対するグルタチオン(W2酸化型)の影響を明らかにするための試験を、2018年から滋賀県林業普及センター油日採種園において実施している。2018年、2019年10月に採取した球果について、直径、球果あたりの種子数、100粒重、種子充実率を測定した。充実率は、近赤外光の吸収量に基づく判別手法(Matsuda *et al.*, 2015)で算出した。また、本手法で判別された充実種子を用いて、300cc コンテナへの直接播種試験を実施した。2018年に採取した4系統のうち、非施用区に対してグルタチオン施用区で有意に増加したのは、球果あたりの種子数が1系統(苫田9号)、100粒重が2系統(英田3号、神崎15号)、球果径が1系統(英田3号)、種子充実率が3系統(苫田15号、苫田9号、英田3号)であった。一方、2019年では、グルタチオン施用区で球果あたりの種子数が増加したのが2系統(八頭5、周桑16)、減少が1系統(美方2)、それ以外の項目は施用による差はなかった。コンテナへの直接播種試験では、グルタチオン施用した母樹由来の種子は、非施用と比べて本業展開に至る種子が有意に多く、母樹への施用により発芽初期の斉一性が高まることが示唆された。

P-086 旧ブナ薪炭林における用材生産のための伐採が天然更新に与える影響

○和泉柚子葉<sup>1</sup>・塚原雅美<sup>2</sup>・伊藤幸介<sup>2</sup>・柴田 嶺<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 新潟大学理学部・<sup>2</sup> 新潟県森林研究所・<sup>3</sup> 新潟大学農学部

多雪地に広く分布する旧ブナ薪炭林は用材林として活用することが期待されており、持続的に活用するためには、伐採後確実にブナ林を再生させる必要がある。本研究では再生方法として天然更新に着目し、ブナ実生の成長量・個体数分布に対する伐採と周囲の環境による影響を明らかにすることを目的とした。調査地は新潟県魚沼市大白川の旧ブナ薪炭林とした。ここでは2018年秋の豊作により多くの実生が芽生え、2019年6月に用材生産のための主伐・間伐が行われた。2020年夏に主伐区・間伐区・未伐区を含むように150m×150mのプロットを設置し、10m格子上に1m方形区を計256個設置・調査した。方形区内の二年生実生の個体数および芽鱗痕から推定した年成長量を目的変数とし、方形区内の光、土壌水分量、下層植生、方形区周囲の高木胸高断面積合計および伐採の有無を説明変数として一般化線形混合モデルにより解析した。未伐区では個体数は光、土壌水分、周囲8m以内の高木が多いほど多く、年成長量は明るいほど大きかった。一方、主伐区・間伐区では明るい場所ほど個体数・年成長量が小さくなり、強度の伐採による急激な環境変化が実生の生育に負の影響をもたらすことが示唆された。

P-088 スギの選別種子によるコンテナ苗育苗におけるGSSG施用の有無と成長

○奥田史郎<sup>1</sup>・上村 章<sup>1</sup>・山下直子<sup>2</sup>・飛田博順<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所植物生態研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

効率的な苗木生産を促進する目的でスギの選別種子による育苗過程でのGSSG施用による成長促進効果を比較した。スギ種子は滋賀県の油日採種園で採取したものを、種子選別分光システムで計測した種子充実度(SQI)と有効種子サイズから優良判定し選別して用いた。種子は200穴の育苗トレーに2020年3月下旬に播種し、一定数発芽後にGSSGの水溶液を4回施用し、対照区では液体肥料を施用した。6月プラグ苗を300ccリブ付きコンテナに移植しGSSG水溶液及び液肥を計8回株元に施用した。プラグ苗育苗時のGSSG施用の有無とコンテナでの育苗時のGSSG施用の有無の処理をそれぞれGN、GG、NG、NNとした。また、サイズの小さな種子を別処理してsNおよびsGとした。移植したプラグ苗の苗高は、標準サイズの種子ではGSSGの施用に関係なく有意な差はなく、小サイズ種子由来の苗高のみ有意に小さかった。12月時点での苗高はGG、NG、NNでは差がなく、GNのみ有意に小さかった。sGはGNとは差がなくsNは有意に他の処理に比べて小さかった。苗高35cmに達した苗の割合はGGとNGで約50%と最も高く、NNは約40%、GNは約30%となり、コンテナ育苗時のGSSG施用には一定の成長促進効果があると考えられた。



P-089 コンテナ苗における育苗方法の現状 ～全国の生産者へのアンケート調査より～

○小笠真由美<sup>1</sup>・藤井 栄<sup>2</sup>・飛田博順<sup>3</sup>・山下直子<sup>1</sup>・宇都木玄<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup> 徳島県立農林水産総合技術支援センター・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所植物生態研究領域・<sup>4</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

本研究では、本格的な生産が開始されて約10年が経過した現在のコンテナ苗の生産様式の全容を調査し、現行の標準的な栽培方法を明らかにすることを目的とし、全国のコンテナ苗生産者を対象にスギ、カラマツ（それぞれ実生苗と挿し木苗）およびヒノキ（実生苗）のコンテナ苗の育苗に関するアンケート調査を行った。

使用するコンテナ型について、スギではリブ型、カラマツではスリット型の使用率が高く、ヒノキではリブ型とスリット型の使用率がおおよそ半々であった。スギ挿し木苗では300ccコンテナの使用率が5割と最も多く、それ以外では150ccコンテナの使用率が7～9割であった。培地成分ではココナツハスクを使う生産者が8割と最も多かった。育苗に灌水施設を使用する生産者は全体の8割弱であった。これらの育苗方法は関係機関が発行する育苗マニュアルと概ね一致するものであった。コンテナ苗の生産本数と生産様式の関係の決定木分析から、コンテナ苗の量産化には、生産の効率化・労務負担軽減のための生産基盤施設（灌水設備や培地充填機等）の整備や、裸苗生産に基づく育苗技術や生産経験が相対的に豊富であることが寄与していると考えられた。

P-091 植栽時の性状および植栽後の成長からみた“よい”スギ挿し木苗の育苗条件

○伊藤 哲<sup>1</sup>・松枝亮良<sup>1</sup>・平田令子<sup>1</sup>・山岸 極<sup>2</sup>・栗田 学<sup>3</sup>・長倉良守<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 宮崎大学農学部・<sup>2</sup> 宮崎大学大学院農学工学総合研究科・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>4</sup> 株式会社長倉樹苗園

造林用苗木生産の技術革新は低コスト再造林と苗木の安定供給を実現する上で喫緊の課題である。本研究は、空中挿し木法によって得られたスギ挿し穂を用いて異なる灌水・施肥条件下でコンテナ苗を育成し、野外植栽後1生育期の成長を調査することで、植栽に適したスギ挿し木苗の性状とこれを短期間で育成する条件を探索した。2019年4月に挿しつけたスギ挿し穂を8月末にコンテナに移植し、計12処理（3段階の灌水頻度×4段階の施肥量）を設けて翌春まで温室で育苗を行い、5月に野外に植栽した。その結果、育苗終了時では灌水頻度が低く（週2日）施肥量が多い（4または8g/キャビティ）条件で枯死率が著しく高かった。育苗終了時に地上部サイズには有意な差はなかったが、週4日以上の灌水下では施肥量が多いほど伸長成長と根系発達が良好であり、T：R比が低かった。野外植栽後の成長は週4日以上灌水かつ4g以上の施肥で大きく、これらは根鉢の根系被覆率やT：R比と相関があった。以上の結果から、週4日灌水および4～8gの施肥が最適育苗条件であることが示された。なお、本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。

P-090 密度調整とソートがスギコンテナ苗の地上部と地下部の乾重量に及ぼす影響

○山中 豪

三重県林業研究所

スギ実生コンテナ苗（以下、苗）においては1年生苗の生産が可能であるが、植栽後の苗の生残や成長を考慮した場合には、H/D比やT/R比が低いことが苗に求められる。2019年4月に1粒/孔の播種を行い、育苗中の密度調整とソート（並べ替え）が苗の各部位の乾重量に及ぼす影響を調査した。容器はBCC社製FlexiFrame77（150cc/孔）を用いた。ソートを8月に行う試験区、8月と9月に行う試験区、および対照区を設定し、ソートにおいては各個体の苗長により、15cm未満（小）、15～25cm（中）、25～30cm（大）、30cm以上（特大）の4区分に分別しまとめた。密度調整はソート処理と同時に行い、小：400本/m<sup>2</sup>、中：200本/m<sup>2</sup>、大：100本/m<sup>2</sup>、特大：50本/m<sup>2</sup>とした。2020年4月、コンテナ苗の標準規格5号を満たす苗を対象に、各試験区87～101個体を根、幹、葉に切り分け、乾重量を測定した結果、ソート回数の多い試験区ほどT/R比が小さくなった。このことから、育苗中に密度調整とソートを行うことで、T/R比の低い苗を作ることができると考えられた。一方で、地上部と地下部を合算した乾重量や、葉の乾重量と幹の乾重量の比については、試験区間の差が小さかった。

P-092 春植栽したスギコンテナ苗の初期成長に及ぼす育苗時の追肥の影響

○飛田博順<sup>1</sup>・上村 章<sup>1</sup>・大平峰子<sup>2</sup>・山野遼太郎<sup>2</sup>・才木真太郎<sup>1</sup>・香山雅純<sup>1</sup>・原山尚徳<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所植物生態研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

育苗時の追肥がスギコンテナ苗の植栽後の初期成長に及ぼす影響を明らかにすることを目的に、追肥の量と時期や種類を変えて育成した苗を用いて植栽試験を行った。ビニールハウス内でコンテナ苗（300ccリブ型）を種子から育苗した。元肥（ハイコントロール650、100日タイプ、1.8g/個体、5月下旬）を与え、9月上旬から二つの追肥処理試験を行った。8系統の種子を用いた試験1では、時期（9月上旬と10月上旬）と量（元肥と同量と元肥の10分の1の量）の4処理設定した。少花粉スギ混合種子を用いた試験2では、試験1の処理に、種類（元肥と同じ種類とハイコントロール085、100日タイプ）の処理を加えて8処理設定した。追肥の溶出期限から3、4ヶ月経過した翌4月に苗畑に植栽し、12月まで地際直径と苗高を測定した。両試験とも、植栽後1成長期間後の苗高には、植栽時の苗高の正の効果と施肥量の正の効果がみられ、年間伸長量には、施肥量の正の効果がみられた。追肥の時期と種類は、植栽後1年目の成長には影響を及ぼさなかった。植栽後1年目のスギコンテナ苗の初期成長には、植栽時の苗の形状だけでなく、苗の養分状態が影響する可能性がある。

P-093 元肥と播種時期がヒノキ実生コンテナ苗のサイズと得苗率に及ぼす影響

○茂木靖和・渡邊仁志

岐阜県森林研究所

樹高 2cm 前後のヒノキ実生をコンテナへ移植後短期間で得苗する条件を検討した。2019 年 10 月（秋）と 2020 年 3 月（春）播種のセル苗を、元肥条件〔溶出日数 700 日の N16P5K10 肥料 2 条件（20、40 g/L）×溶出日数 360 日の N10P18K15 肥料 3 条件（0、5、10 g/L）の組合せ〕の異なる 6 種類の培地が入ったコンテナ（JFA150）へ 2020 年 4 月に移植して、12 月の苗サイズと得苗率を調査した。秋播種と春播種を比較するとすべての元肥条件で秋播種の苗サイズが大きかった。また、N16P5K10 肥料の施用量が同一の場合、単用より N10P18K15 肥料と組み合わせの方が苗サイズが大きくなる傾向にあった。したがって、短期間でヒノキ実生の苗サイズを大きくするには、秋播種の実生を用いること、N16P5K10 肥料と N10P18K15 肥料と組み合わせることが効果的であると示唆された。一方、樹高が高くても根鉢形成されない個体が多く、得苗率は極めて低かった。今回得苗できた個体の最低根元直径は 2mm であったがそのサイズに達した個体が少なかったことから、根鉢形成できなかったと推察された。

P-095 1 年生カラマツコンテナ苗の植栽後の成長

○二本松裕太<sup>1</sup>・清水香代<sup>2</sup>

<sup>1</sup>長野県林業総合センター・<sup>2</sup>長野県上伊那地域振興局

近年、長野県ではカラマツの主伐及び再造林が進み、カラマツの苗木需要が増加しており、マルチキャビティコンテナにより育苗した苗（以下、コンテナ苗）の出荷数も増加している。県内のカラマツコンテナ苗は、苗畑で育苗した 1 年生幼苗をコンテナに移植し、さらに半年から 1 年間育苗して作成する方法が一般的である。そのため、出荷までに 2 成長期を要することから、育苗に経費がかかることや急な需要の変動に対応しにくいことが課題となっている。それに対し、高機能性肥料を活用しつつ、播種から 1 成長期で出荷規格を満たすコンテナ苗を試験的に生産しているところであるが、従来よりも育苗期間の短い苗を林地に植栽した後の成長特性は明らかになっていない。そこで、本研究では 2019 年に高機能性肥料（酸化型グルタチオン配合）を用いて 1 年間育苗し、2020 年春に同肥料を与えて林地に植栽した苗木について、樹高や形状比などの変化について調査したので、その結果を報告する。

本研究は戦略的プロジェクト研究推進事業「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発（平成 30～34 年度）」により実施した。

P-094 育成方法が異なるヒノキ実生コンテナ苗の多点データによる活着と初期成長

○渡邊仁志<sup>1</sup>・茂木靖和<sup>1</sup>・三村晴彦<sup>2,3</sup>・千村知博<sup>2,3</sup>・安江清文<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岐阜県森林研究所・<sup>2</sup>林野庁中部森林管理局森林技術・支援センター・<sup>3</sup>現所属：林野庁中部森林管理局木曽森林管理署南木曽支署

ヒノキ実生コンテナ苗の成長特性を把握するため、岐阜県下の 13 調査地 67 調査区（本数 34～160 本/区）における多点データを解析した。苗の種類を裸苗（B 群）、従来コンテナ苗（C1 群）、特に肥効が長い緩効性肥料を元肥用いた改良コンテナ苗（C2 群）に分け、植栽後 2 成長期間の枯死率と成長を比較した。群間で比較すると、枯死率は C2 群の調査区で低かった。一部の調査区は生存率が特に低く、植栽直後の気象条件などが影響したと考えられる。枯死・損傷個体を除き個体単位で解析すると、植栽時の C2 群の樹高は C1 群より、根元直径は他の苗群より小さかった。しかし、C2 群は成長量や相対成長率の値がいずれも他より大きく、調査期末の樹高、直径も他より大きくなった。一方、C1 群にはこの傾向は認められなかった。超緩効性肥料を用いて育成したヒノキ実生コンテナ苗は、一般的な傾向として、他の苗群に比べて初期成長が優れていることが明らかになった。また、この結果には苗木の形状（コンテナ苗か裸苗か）ではなく、元肥の肥効が影響していることが示唆された。植栽後の苗木の成長は、育苗時の施肥条件によって異なる可能性があると考えられる。

P-096 異なる高さ仕様のツリーシェルター内の微気象

○米田令仁<sup>1</sup>・大谷達也<sup>1</sup>・安部哲人<sup>2</sup>・八木貴信<sup>2</sup>・野宮治人<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所

ニホンジカ等から植栽苗の食害を防ぐ単木保護資材内の微気象を測定した。市販されている保護資材は仕様が異なっており、これらの中で温度や湿度が異なるのかどうか分かっていない。本研究では高さの異なる単木保護資材（140 cm、170 cm）について、気温と湿度を測定し仕様によって保護資材の中の環境に違いがあるのか、また苗の成長に影響がある環境なのか調べた。測定の結果、保護資材の開口部は 140 cm、170 cm タイプのいずれも外気よりも 10～15℃気温が高く、湿度は外気とほぼ同じ値であったことから飽差の値が 40～70 hPa を示した。苗木の樹上付近の高さ 80 cm では試験開始当初（3 月）は外気との気温差が開口部付近と同じであったが、徐々に気温差が減少し 8 月頃は外気との気温差は約 5℃ほどであった。しかし、80 cm 付近の 8 月の最高気温は 40℃を超えており、外気との気温差は下がっても苗木には過酷な環境であった。140 cm、170 cm タイプの気温、湿度、飽差の傾向は同じであったが、170 cm タイプのほうがより高温で飽差が高く、苗木にはより厳しい環境であった。



P-097 植栽後3年間のスギの成長への苗木サイズ、ツリーシェルター、下刈りの影響

○八木真信

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所

ツリーシェルターの成長促進性能を発揮させる施業上の要点を提示するため、スギ苗木の植栽後3成長期間の追跡試験結果を解析し、植栽木の初期成長に対するツリーシェルター施工の効果、その効果に対する使用苗タイプ（標準苗、大苗）と下刈り実施の有無の影響を検討した。試験は熊本県人吉市の国有林のヒノキ人工林皆伐地に苗木を植栽し、下刈り有無を1次要因、ツリーシェルターの有無と苗タイプを2次要因とする3要因分割区デザインで実施した。下刈りは初期2年は全面刈り、3年目は列間筋刈りと坪刈り（半径70cm）を組み合わせた方式で実施した。ツリーシェルターは下部に通気穴3つのある高さ140cmのポリプロピレン製円筒タイプを使用した。使用苗は購入した1年生挿し木コンテナ苗で、大苗（苗高：約70-90cm）には標準苗（苗高：約40-70cm）とは施肥方法を変えて苗高を大きくしたものをを用いた。結果からは、ツリーシェルターは適切に施工されれば植栽木の初期樹高成長の促進に有効なこと、下刈り実施と大苗植栽は、植栽木の周囲植生に対する樹高競争力向上には有効だが、ツリーシェルターの性能発揮促進効果については年度により一定でないことが示された。

P-099 下刈り省略が植栽木の成長に与える影響

○中川宏治<sup>1</sup>・須永哲明<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 滋賀県琵琶湖環境科学センター・<sup>2</sup> 滋賀県造林公社

大苗を用いて下刈りを省略する際、競合植生による被圧の影響が問題になる。そこで、本研究では、下刈りを省略した場合のヒノキ大苗の樹高や競合植生による被圧の状況を記録し、下刈り省略が植栽木の成長に及ぼす影響について検討した。調査地である大津市仰木町にある皆伐跡地では、2016年3月、ヒノキ大苗（平均樹高：約150cm、密度：1,000本/ha）の植栽が行われており、主な競合植生はススキ（高さ：約160cm）である。同年4月、防護柵を設置した「柵設置区」と、防護柵を省略した「非設置区」を設置した（各200m<sup>2</sup>）。両プロットにおける植栽木の樹高成長は、非設置区が柵設置区を上回った。また、第4生育期のススキ以外の競合植生は、柵設置区で広葉樹種が多く、非設置区ではほとんど確認されなかった。同生育期の柵設置区における植栽木が受ける被圧の程度について、程度に応じて3段階に区分した樹冠級を用いて評価したところ、何らかの被圧を受けている個体が全体の70%以上を占めた。これらの結果から、柵設置区ではこれらの競合種による被圧の影響を受けている可能性が示唆された。発表では苗木の選定など対応策についても考察する。

P-098 林地除草剤の散布におけるドローンと人力の作業効率の比較

○田中友梨<sup>1</sup>・清原幹也<sup>2</sup>・奥 康人<sup>2</sup>・千原敬也<sup>1</sup>・陶山大志<sup>1</sup>・山中啓介<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 島根県中山間地域研究センター・<sup>2</sup> 株式会社 SWIFT

除草剤を使用した下刈りは夏季の猛暑下で防護衣を着用する重労働である。そこで本研究では、UAV（以下「ドローン」）を用いた林地除草剤散布の有効性を調査した。

試験地0.64haに除草剤ザイトロンフレノックを散布し、その作業をビデオ解析法で分析した。散布量は使用量として記載のある8kg/10aとした。散布は①ドローン、②背負式薬剤散布機（以下、「散布機」）を使用し、作業はいずれも2名1組で実施した。作業内容は人員移動、不散布移動、散布、補給、その他に5区分した。

また、試験地内に15m四方の格子を設定し、その交点38カ所に薬剤採取用カップを地上1mの高さで設置し、散布された薬剤量を計量した。

①、②の散布に要した作業時間はそれぞれ①2.0、②4.6時間/haで、①ドローン散布が約55%短かった。これは、不散布移動、散布時間がともに60%以上短縮されたことが大きな要因であった。

また、平均薬剤散布量は①7.36、②8.36kg/10aで、有意差は認められなかった（t検定）。標準偏差は①3.13、②12.62kg/10aとなり①ドローンの方が均一に散布できていた。

これらのことから、①ドローンは②散布機より短時間かつ均一に散布できた。

P-100 下刈り省略に対するスギ特定母樹系統間の初期成長反応の違い

○山岸 極<sup>1</sup>・伊藤 哲<sup>2</sup>・山川博美<sup>3</sup>・平田令子<sup>2</sup>・釜 稔<sup>4</sup>・大寺義宏<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 宮崎大学大学院農学工学総合研究科・<sup>2</sup> 宮崎大学農学部・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>4</sup> 林野庁九州森林管理局森林技術・支援センター

近年、我が国の林業では造林コストの縮減が喫緊の課題の一つである。特に下刈り作業は労働負担が大きく、費用が高いため、その省力化および低コスト化が強く求められている。特定母樹系統苗は高い初期成長性を示し、従来系統の苗よりも競合植生との競争で優位性を維持できることから、下刈り期間の短縮が期待されている。本研究では異なる下刈りスケジュールに対する特定母樹系統の初期成長反応を明らかにするため、特定母樹4系統（県始良3号、県始良4号、県始良20号、高岡署1号）と在来品種（タノアカ）のスギ挿し木コンテナ苗の植栽後2年間の樹長、直径成長を3種類の処理区間（毎年下刈り、1年目のみ省略、2年目のみ省略）で比較した。特定母樹系統では、植栽2年目末まで有意な樹長成長の低下は認められなかったが、直径成長はいずれの下刈り省略区でも省略した年の成長が抑制されていた。以上の結果から、下刈り省略による被圧の影響は特定母樹系統でも即時的に表れることが示唆された。本研究は農林水産省による戦略的プロジェクト研究推進事業「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発」（18064868）による支援を受けた。



P-101 下刈り省略下での特定母樹スギコンテナ中苗の4年間の成長と競合状態

○平田令子<sup>1</sup>・伊藤 哲<sup>1</sup>・山川博美<sup>2</sup>・釜 稔<sup>3</sup>・濱田辰広<sup>3</sup>

<sup>1</sup>宮崎大学農学部・<sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所・<sup>3</sup>林野庁九州森林管理局森林技術・支援センター

私達はこれまで、成長の早い特定母樹スギコンテナ中苗の下刈り省略に対する有効性を評価するために2017年より野外試験を行ってきた。本発表では、無下刈り区と1・2・4年目下刈り省略(3年目のみ下刈り実施)区において4年目の成長と雑草木との競合状態を調査した結果を報告する。無下刈り区では被圧により成長が低下していたが樹高は平均302cmまで到達した。クマイチゴやススキによる競合は少なくなったがアカメガシワ等落葉小高木による競合が増えていた。1・2・4年目下刈り省略区では、3年目の下刈り以後に枯死や衰弱個体は確認されず、被圧からの解放によって成長を回復させていた。4年目期末時点で競合植生に追いつかれた個体は、下刈り直前において樹高162cm以下の個体であった。以上のことから、無下刈り区では今後は落葉小高木による被圧の影響を受けると予想されること、無下刈り後の下刈り再開が可能であり、下刈り直前に樹高約160cm以上であれば、本中苗の場合その後の下刈りを省略できる可能性があることが分かった。本研究の一部は農林水産省による戦略的プロジェクト研究推進事業「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発」(18064868)による支援を受けた。

P-103 茨城県のスギ新植地における競合植生の成長量に影響する要因の推定

○五十嵐哲也・奥田史郎・倉本恵生・宮本和樹・八木橋勉・酒井武・飯田滋生・小山明日香・福本桂子・星野大介・佐藤 保

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

日本の人工林主伐後に人工林の更新を確実に行うためには、造林-保育作業全般を省力化・低コスト化するための技術開発が重要であり、その一つに、下刈りの省力化がある。そのためには下刈り省略の可否を判断するための客観的な基準を提示することが必要である。そのため、本研究では、下刈りを省略した場合の競合植生の成長量について検討した。調査地は茨城県北部の国有林に設置した。調査地は2~5年生のスギ新植地16林分とした。これらの林分では植栽以降毎年下刈りが実施されている。各調査地に10m×10mの調査プロットを設置し、プロット内の植栽木および植生を調査した。また、2m×2mの無下刈プロットを春に設置(平均植生高、最大植生高、出現種)し、秋に再調査して下刈りを省略した場合の競合植生の成長量を推定した。競合植生高の成長量は平均40cm前後で、林齢による変化は小さかったが、植生タイプによって異なり、キイチゴタイプでは53.8cm、広葉樹タイプでは28.5cmと有意差があった。また、土壌深が中庸の立地で成長量が大きい傾向が見られた。

P-102 下刈りを省略した造林地での雑草木の成長と競合状態

○山川博美

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所

近年、再造林コストを削減するため下刈り回数の削減が検討され、植栽木の樹高および植栽木と雑草木の相対的な高さ関係(競合状態)を指標とした下刈り要否の判断基準が提示されつつある。しかしながら、これらの基準の多くは毎年下刈りを実施した林分における競合関係を解析したもので、その年その年の下刈り要否について言及されたものが多い。本研究では下刈り終了の判断基準を明らかにするため、宮崎県宮崎市および日南市に位置する国有林の2~5年生スギ人工林に下刈りを省略した区画を設定し、下刈り省略前(6月)とその年の成長期末(10月)の競合状態および成長量を観察した。下刈り省略後から成長期末までのスギ植栽木の樹高成長量は平均59cmで、雑草木の平均樹高成長量は種によって異なりススキ22cm、アカメガシワ64cmおよびクサギ84cmであった。つまり、下刈り省略後に、草本植物であるススキが優占する林分では雑草木高の成長量が小さく、アカメガシワなどの木本植物が優占する林分では雑草木高がスギ植栽木と同等かそれ以上に成長することが示された。これらの結果に基づき、下刈り終了の判断基準について議論する。

P-104 UAV空撮画像と地上レーザにより得られた雑草木高および群度情報の比較

○鶴崎 幸・桑野泰光

福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター

雑草木は林地の中でパッチ状に不均質に分布しているため、それらの高さ情報や群度情報を面的に把握することは極めて難しく、これまでに雑草木高の面的な把握法や、定量的な群度の判断指標は確立していない。そこで本研究では、3つの10m方形区(毎年刈区、隔年刈区、無下刈区)において、雑草木高は①UAV空撮を実施し、SfM処理によりDSMを作成、LiDAR測量により得たDTMとの差分による算出法(結果1)と、②地上レーザ測量を実施し、得られた点群データに10cmメッシュをかけ、メッシュ内の最大値と最小値の差分による算出法(結果2)を比較検討した。また、群度指標は雑草木高分布モデルを一定サイズのメッシュで再集計した(結果略)。解析の結果、UAV空撮では全ての方形区で雑草木高を得られた一方、地上レーザでは無下刈区において植生が繁茂していたためマッチングできずに雑草木高を得られなかった。雑草木高を得られた毎年刈区、隔年刈区において結果1と結果2を比較すると、最大1m程度の誤差が認められたものの、雑草木高の分布は同様の傾向であり、高い精度で把握できていた。以上より、雑草木高および群度情報を把握する際、UAV空撮により得た情報の利用が有効と示唆された。

P-105 宮城県白石市の低密度植栽地におけるスギの10年間の成長

○酒井 敦<sup>1</sup>・齋藤智之<sup>1</sup>・野口麻穂子<sup>1</sup>・佐々木誠<sup>2</sup>・伊藤淳二<sup>2</sup>・湯浅 真<sup>3</sup>・井上 晃<sup>3</sup>・高橋慶<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林整備センター東北北海道整備局・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター東北育種場・<sup>4</sup> 白石蔵王森林組合

低密度植栽は低コスト育林のひとつの手段であるが、競合植生に負け植栽木が健全に育たない場合がある。本調査では宮城県白石市のスギ林で植栽密度や斜面傾斜が植栽木の成長や樹形に与える影響を検討した。調査地は森林整備センターの事業地にあり、2010年春にスギ苗をha当たり1000本、2000本、3000本の密度で、3段階の斜面（緩、中、急）に植栽した。植栽の翌年から4年間毎年下刈りを行い、2019年に除伐を行った。2020年10月に植栽木の胸高直径、樹高、樹冠幅を計測した。調査木の胸高直径（DBH）は平均10.5～12.3cm、樹高は平均6.6～7.9mだった。緩傾斜地（5～15°）では1000本区で有意に樹冠投影面積が大きく、3000本区で樹高が高かったが、DBHや単木当たりの材積は植栽密度による違いはみられなかった。また、急傾斜地（30°以上）では3000本区で樹高が有意に高かったが、DBH、樹冠投影面積、単木当たりの材積は植栽密度による違いはなかった。本事業地では下刈りや除伐を十分に実施したため1000本/haの低密度植栽でもスギが健全に生育したと考えられる。植栽木に対する地形の影響は、傾斜角に加え斜面方位や斜面の相対的な位置が反映されている可能性がある。

P-107 山梨県におけるヒノキの地位指数曲線の修正と直径成長に影響する要因の探索

○長谷川高平<sup>1</sup>・長池卓男<sup>1</sup>・酒井 武<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 山梨県森林総合研究所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林植生研究領域

山梨県内にある人工林の8割近くが10齢級を超え、高齢級化が進んでいる。人工林管理の技術指針は昭和50年代に作成された地位指数曲線および、それに基づく収穫予想表を基礎としている。しかし、作成当時は高齢人工林が少なく、高齢人工林の樹高成長を十分に予測できていない可能性がある。今後は高齢人工林のさらなる増加が予想され、その適切な管理のためには技術指針の更新を行う必要があると挙げられる。そこで、まずは地位指数曲線の修正を目的として調査を行った。

また、高齢林では全体の本数が少なくなるため、個体に着目した管理が必要であると言われている。今回は個体の胸高直径の大きさに関わる要因を探索し、今後の管理において残すべき個体の指標について解析を行った。着目した要因は、樹高、樹冠長、樹冠長率、樹冠幅である。本報告では山梨県の主要造林樹種の1つであるヒノキについて報告する。

P-106 スギの若齢以降の樹高成長曲線に幼齢部分を追加する

○重永英年<sup>1</sup>・久保田正裕<sup>2</sup>・武津英太郎<sup>3</sup>・松下通也<sup>3</sup>・倉本哲嗣<sup>3</sup>・高橋 誠<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

林分の成長や材積を予測するシステム収穫表には樹高成長曲線が必ず組み込まれているが、この曲線には若齢以降の林齢と上層樹高との関係に適合度が高いミチャーリッヒ関数が多用されている。本関数は樹高に対して成長速度が直線的に低下することから、樹高成長量が年々増加するような幼齢時の成長経過をうまく表現できない。現在、特定母樹等の初期成長に優れた苗木の普及や、造林木と雑草木との競合に着目した下刈回数の削減に向けた取組が進められている。苗種や下刈回数といった造林初期の施業の違いを既存のシステム収穫表に組み込み、植栽から主伐までの収益とコストを統一的に評価するためには、若齢以降の樹高成長曲線と対応した幼齢時の樹高の情報が必要となる。本発表では、幼齢時から定期的な調査が行われている九州育種基本区内の検定林データを利用して、若齢以降のデータに適合させたミチャーリッヒ関数の樹高成長曲線に対して、幼齢時のデータを反映するリチャーズ関数の樹高成長曲線をスムーズにつなげる手法を報告する。さらに、本手法を用いて、既存のシステム収穫表で利用されている樹高成長曲線に幼齢部分を追加した例を提示する。

P-108 クリーンラーチの植栽2年後の樹高に及ぼす苗木の形質と立地の影響

○原山尚徳<sup>1</sup>・津山幾太郎<sup>2</sup>・矢崎健一<sup>2</sup>・北尾光俊<sup>2</sup>・古家直行<sup>2</sup>・佐々木達也<sup>2</sup>・山田 健<sup>1</sup>・佐々木尚三<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所

クリーンラーチは、カラマツに比べて初期樹高成長や野鼠食害耐性に優れることから、低コスト再造林に適した品種として期待が高まっている。本研究では、クリーンラーチの大面積植栽試験により、植栽苗の初期形状、苗種、雑草木との競合、立地などが初期樹高成長に与える影響を明らかにすることを目的とした。北海道下川町において、2018年秋～2019年春に約3.2haの植栽試験地へクリーンラーチのコンテナ苗と裸苗を植栽した。試験地内に13本のライントランセクトを設定し、苗木の樹高、地際直径、競合植生を調査するとともに、主伐前に撮られた航空機LiDARにより得られた数値地形モデルから地形的湿潤指数（TWI）を算出した。植栽当年および2年目について、成長期間終了後の期末樹高を目的変数、期首樹高、期首直径、苗種、立地（集材路、TWI）、下刈直前の競合状態を説明変数、植栽時期をランダム変数とした線形混合モデルで解析した。その結果、各年ともに期末樹高に対して、期首樹高、期首直径は有意な正の効果、集材路上の植栽や雑草木との競合は有意な負の効果が認められたのに対し、TWIは効果が認められなかった。コンテナ苗は植栽当年のみ正の効果も認められた。



## P-109 コウヨウザンの植栽後2年間の成長特性

○高山 勉

兵庫県農林水産技術総合センター森林林業技術センター

近年早生樹として期待されているコウヨウザン (*Cunninghamia lanceolata*) について、兵庫県内に植栽し、2年間(2成長期)の成長を調査した。調査地は、兵庫県宍粟市(標高250m)、神河町(同970m)の2箇所に設定した。両調査地ともシカ防護柵を設置した。

宍粟市のコウヨウザン平均樹高は188cm、対照のスギは114cmであった。全調査木の樹高について、傾斜、開空度、土壌水分、ツリーシェルター有無を説明変数候補として、樹種毎に線型モデルによりAICを指標として解析をしたところ、コウヨウザンの樹高は、傾斜とツリーシェルター有無のモデルとなった。スギは切片のみのモデルとなった。コウヨウザンは傾斜が緩ければ樹高が高くなり、土壌条件の良い場所でより成長が良くなると考えられた。高標高である神河町のコウヨウザン平均樹高は102cm、スギは98cmであった。両者に有意差はなかった。前述の説明変数候補に暖かさの指数(WI)を加えた宍粟市、神河町全調査木での線型モデルでは、コウヨウザンの樹高はWIに有意なモデルが得られたが、スギは他の説明変数が有意であった。コウヨウザンはWIで樹高に差が付きやすいことが示唆された。

## P-111 さし付け時期の違いがオノエヤナギのさし木発根率および生存率に与える影響

○矢野慶介<sup>1</sup>・那須仁弥<sup>1</sup>・湯浅 真<sup>1</sup>・谷口 亨<sup>1</sup>・宮下智弘<sup>2</sup>・渡部公一<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター東北育種場・<sup>2</sup> 山形県森林研究研修センター

カーボンニュートラル社会構築への取り組みが世界各地で進められおり、日本でも再生可能エネルギーの導入などが進められている。世界各国で成長の早い樹木を用いた超短伐期施業(SRC)による木質バイオマスエネルギーの生産が行われているが、北半球ではヤナギがその対象として利用されている。

本研究では東北地方におけるオノエヤナギの増殖技術の開発の一環として、夏季にオノエヤナギの植栽を行い、発根の有無や成長量に影響する要因を調査した。試験は岩手県滝沢市と山形県鶴岡市の2か所で行った。穂木は山形県最上町で6月と8月に採取し、露地と灌水装置の付いたミスト室で育苗後、約6週間後に掘り取って発根の有無や成長量を調査した。穂木の長さは10cmと20cmとした。6月はいずれの長さでもほとんどが発根したが、8月は長さ10cmの穂木では発根率が大きく低下した。今年度の梅雨は記録的な多雨傾向であったため、6月は長さ10cmでも発根したと考えられる。成長量はいずれの時期においても長さ20cmの穂木の方が大きかった。なお本研究は、林野庁補助事業「エリートツリー等の原種増産技術の開発事業(3)早生樹の増殖技術の高度化と実用化の開発」により実施した。

## P-110 堆肥を用いて育成したヤナギ5種における2年目の成長

○香山雅純・菊地 賢・上村 章・倉本恵生・高橋正義

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

近年、木質バイオマス利用としてのヤナギの栽培に注目されているが、多くの栽培は寒冷地に分布する種であり、温暖な関東地方ではあまり植栽を実施されていない。ヤナギは養分要求性が高く、栽培には窒素施肥が必要なことから、関東地方に生育するヤナギを安価な窒素肥料の豚ふん堆肥を添加して植栽し、成長量と堆肥の添加効果を樹種間で2年間比較した。

本研究は、茨城県内に生育するカワヤナギ、ジャヤナギ、オノエヤナギ、コゴメヤナギ、ネコヤナギを対象とした。これらのヤナギは2018年12月に枝を採取し、20cmの挿し穂とした。挿し穂は、森林総合研究所の苗畑に2019年4月に植栽し、植栽密度は10,000本/haとした。施肥は、堆肥区(20t/ha)、2倍堆肥区(40t/ha)、及び対照区(無添加)の3処理区を設定し、植栽前の2019年4月と2020年4月に施肥を行った。2020年11月における幹・枝の乾重量はいずれの樹種も堆肥の添加によって大きく増加した。特に、オノエヤナギ、コゴメヤナギ、ジャヤナギの乾重量は2倍堆肥区で2kgを超え、10t/ha/yrの収穫目標を超えることができた。

## P-112 オノエヤナギの超短伐期施業の関東域での可能性

○上村 章

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所植物生態研究領域

バイオマスエネルギー作物として、ヤナギが着目されている。海外の事例から、ヘクタール当たり2万本の高密度で、超短伐期(約3年以内で収穫)での施業が試験計画である。通例、萌芽を促すために、台切りを1生育期の後に行う。収量目標は、乾燥重量で10ton/ha/year(2万本植栽で1個体当たり0.5kg/ha/year)である。本試験では、関東地域(つくば市)での、オノエヤナギの栽培試験を行った。これまでの試験により、ヤナギの高収穫には、十分な施肥が必要であることがわかっている。挿しつけ1年目に、豚糞堆肥を5ton/haと10ton/haの施肥を行った。挿しつけ2年目に、5ton/haを追肥する試験区を作った。1成育期間後に、2条植えの半分の個体に台切りを行い、その効果を検証した。

挿しつけ1年目は、樹高、乾物収量とも、施肥5ton/haと10ton/ha区で違いはなかった。乾物収量は、1個体当たり0.2kg/ha/yearほどしかなかった。挿しつけ2年目は、行った追肥の効果は、ほとんど見られなかった。施肥5ton/haと10ton/ha区とも、目標の1個体当たり0.5kg/ha/yearに近い収量を得た。台切りのメリットは、見られなかった。



### P-113 芽かき終了後の断幹がセンダンの樹冠形および幹の直径成長に与える影響

○横尾謙一郎<sup>1,2</sup>・松村順司<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 熊本県林業研究・研修センター・<sup>2</sup> 九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>3</sup> 九州大学大学院農学研究院

センダンは、成長が極めて早く、材価がスギ、時にはヒノキを上回るため、熊本県では造林に適した広葉樹として推奨しており、20年以内の短伐期施業を目指している。また、生産目標を長さ4mまたは2mの直材としているため、伐採高や余尺を考慮して、それぞれ高さ4.5mおよび2.4mまで「芽かき」を実施している。芽かき終了後は、その直上で枝を張らせ、傘型の樹冠形に誘導すると幹の直径成長が持続すると期待される。しかし、枝を張らせても主軸となる幹がその上部まで続き、傘型の樹冠形にならないと、さらに高い位置で枝が発生するため、下部の枝の被圧や枯れ上りが発生し、幹の直径成長が抑制されると考えられる。

そこで、高さ2.4mまで芽かきを実施し、その直上で枝を張らせ、上部まで幹が続いている個体を選び、枝が張った部分の直上で断幹した。断幹した個体では枝が被圧されず成長し、樹冠形を傘型に誘導できることが明らかになった。さらに、断幹が幹の直径成長に与える影響についても検討したので併せて報告する。

### P-115 青森県におけるミズメ人工林の生育経過

○矢本智之

青森県産業技術センター林業研究所

ミズメは岩手県以南に自生するカバノキ科の落葉高木で、高さ20~25m、直径60~70cmになり、材は建築材、家具材、器具材（漆器の木地、弓や船の櫓など）に利用されるが、流通量は少ない。青森県にはミズメが自生しておらず、人工造林の事例もほとんどない。本発表では、青森県内で人工造林されたミズメ植栽林の11年生から26年生までの生育状況調査の結果を報告する。

調査林分は、青森県東部の内陸に位置する七戸町の1994年に植栽されたミズメ人工林である。調査は11年生、21年生、26年生時に実施した。調査地に0.12haの調査区を設け、調査区内の全立木について毎木調査を行った。調査項目は、胸高直径、樹高、枝下高で、胸高直径は直径割付巻尺を用いて1cm単位で、樹高、枝下高は超音波樹高測定器 Vertex IVを用いて10cm単位で測定した。26年生の平均胸高直径は17.9cm、平均樹高は18.0mとなり、青森県の民有広葉樹林の樹高成長曲線と比較してみると、地位1等級を大きく上回っており、造林樹種として期待が持てる結果となった。

### P-114 北海道のシラカンバ人工林における地位指数曲線の作成

○内山和子・大野泰之・滝谷美香・蝦名益仁・山田健四

北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場

シラカンバは北海道の広葉樹人工林において最も多く植栽されてきたが、計画的な施業や利用に必要な施業体系は確立されていない。

これまで、シラカンバの収穫予測に必要な地位指数曲線は天然林を対象に作成されているものの、この曲線式が人工林に適合するか否かについては確認を要する。例えば、更新時の樹高や下刈りの有無などの更新初期の生育環境は、天然更新木と植栽木との間で大きく異なることから、樹高成長にも違いが生じることが予想される。

そこで、全道の人工林148箇所（林齢10~60年）のデータを用い、林齢と上層高の関係を、ロジスティック式、ゴンベルツ式、リチャーズ式、ミッチャーリッヒ式の成長関数にあてはめ、既存の地位指数曲線も含め適合度を比較した。

その結果、ロジスティック式が最もよく近似する曲線であった。この曲線は既存のものよりも上側に位置しており、人工林の上層高は天然林よりも樹高が全体的に高く、特に若齢時の成長が良好であることが示唆された。50年生時の上層高は、人工林は19.7mで天然林よりも2.4m高かった。得られたロジスティック曲線をガイドカーブに用い、基準林齢を50年とした地位指数曲線群を作成した。

### P-116 高齢化したコナラ林の高伐り後3年間の萌芽枝の発生と成長

○吉川正人<sup>1</sup>・飯島 諭<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京農工大学大学院農学研究院・<sup>2</sup> 東京農工大学大学院農学府

高樹齢化したコナラ林の萌芽更新において伐採後の萌芽枝発生を促す方法として、地面から高い位置で伐採する高伐り（台伐り）が提案されている。本研究では、東京都の都立浅間山公園において、約55年生のコナラ林が高伐りによって伐採された後、3年間の萌芽枝の発生と成長を追跡調査した。皆伐された区域では、96本のコナラのうち伐採当年に萌芽した株は44本で、3年目まで生存したのは26本であった。伐採後3年目までの萌芽枝の生残率は、直径30-40cm、伐採高100-120cmの株で高かった。また、株ごとの萌芽枝の体積を円錐で近似した総量に対して、伐採高には正の影響が、切株直径には負の影響が認められた。2年目から3年目にかけての個別の萌芽枝の生残率は、地表から60-80cmの高さで発生したものが最も高く、80cm以上の高さから発生したものでは台風による折損などで枯死する割合が高かった。これらの結果から、55年生以上のコナラ林では、直径40cm程度までなら高さ100cm以上の伐採で萌芽枝を成長させることが可能であると考えられたが、既存の報告と比べて高伐りが更新に大きな効果をもつとは認められなかった。

P-117 岐阜県高山市のケヤキ人工林における保育条件の違いが成長に与える影響

○大洞智宏<sup>1</sup>・渡邊仁志<sup>1</sup>・久田善純<sup>1</sup>・横井秀一<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 岐阜県森林研究所・<sup>2</sup> 岐阜県立森林文化アカデミー

1985年に岐阜県高山市(旧荘川村)に植栽したケヤキ人工林の保育条件ごとの成長状況を調査した。調査区は、植栽後6年間の保育方法(集約区:6年間下刈り、粗放区:1年目のみ下刈り)と2000年に行った除伐方法の違いによりA区(集約区-ケヤキのみ保残)、B区(集約区-ケヤキ、有用広葉樹保残)、D区(粗放区-ケヤキ、有用広葉樹保残)、E区(粗放区-除伐なし)に区分し、ケヤキと天然更新した広葉樹の樹高、胸高直径、樹冠級を2000年と2020年に測定した。樹冠級は、1:樹冠が林冠にあり被圧がみられないもの、2:側方からの被圧はあるが樹冠が林冠にあるもの、3:樹冠が林冠下にあるものに分類した。直径は、期首にはA区とE区、B区とE区で有意差がみられたが、期末にはA区とE区のみでみられた。樹高は、期首にA区とE区で有意差がみられたが、期末にはみられなかった。樹冠級1、2に相当するケヤキと天然更新木の比率は、全ての調査区において、期首と期末で大きな変化は見られなかった。しかし、ケヤキは樹冠級1、2が減少し樹冠級3が増加した。20年間伐採が行われていないため、全ての調査区で個体間の競争が激しくなり、被圧される個体が増加したと考えられた。

P-119 ウルシ苗の植栽後の初期成長と頂芽食害の影響

○白旗 学・大村元春

岩手大学農学部

日本の漆文化の保全のため、国産漆生産の増産に関する取り組みがはじまっている。現在のウルシ林資源量は、今後の需要を満たすにはまったく不十分のため、ウルシ林の造成が喫緊の課題となっている。一方で、ウルシは大型の冬芽を形成するが、食害や植栽ストレスで頂芽枯損の被害を受けやすい。本研究では、ウルシのコンテナ苗と裸苗について、山地植栽後の初期成長を調べるとともに、食害等によって被害を受けた個体の回復を観察した。二戸市浄法寺町内で、1年生コンテナ苗と3年生裸苗を植えた地区(2019年5月植栽)、2年生裸苗を植栽した地区(2019年11月植栽)の2植栽地で調査をおこなった。獣害とみられる食害は主に冬季間が主であったが、それ以外の頂芽枯損も合わせると、2020年11月の段階で前者の地区では、コンテナ苗で約6割、裸苗で約5割、後者の地区では、4割近い個体が頂芽被害を受けた。被害個体は、側芽伸長によって稚樹高を回復させるものがみられたが、特に後者の地区では地際径に被害の影響が大きかった。この地区では、秋植栽かつ裸苗であり、地下部充実の時間が短かった影響と考えられた。

P-118 北東北3県における直材の採れる広葉樹の特性

○太田敬之・酒井 敦・大塚生美・小谷英司

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所

東北地方は岩手県をはじめとして広葉樹材の主要な産地となっている。広葉樹の用材はチップ材の数倍の価格となるが、用材となる材には太さと通直性が求められる。北東北の二次林4か所(岩手県久慈市、岩手県岩泉町、青森県十和田市、秋田県北秋田市)で広葉樹のサイズと通直性の調査を行った。ブナは十和田市、北秋田市で、ナラ類は十和田市を除く3か所で生育している。通直性の指標として直幹長(根元曲がりの位置から幹の最も低い位置にある曲がりまでの長さ)を測定した。直幹長4m、末口直径24cm(胸高直径に換算すると30cm)が用材になる目安となる。十和田市では直径30cm以上のブナの43%、北秋田市では14%が要件の目安を満たした。直径30cm以上のミズナラでは久慈市で23%、岩泉町では80%が要件の目安を満たしたが、北秋田市では直幹長4mに達したものはなく、調査地間の差異が大きかった。久慈市ではミズナラが胸高直径30cmまで成長するには60年程度かかっていた。久慈市ではミズナラよりもヤマナラシ、オニグルミ、クリで直幹長が有意に長く、十和田市ではサワグルミ、ウダイカンバがブナよりも長い傾向が見られた。

P-120 3成長期間の土壌乾燥に対するスギ成木の応答 II. 光合成特性

○田中憲蔵<sup>1</sup>・井上裕太<sup>1</sup>・荒木眞岳<sup>1</sup>・川崎達郎<sup>1</sup>・北岡 哲<sup>1</sup>・齊藤 哲<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

土壌の乾燥によるスギ成木の光合成能力の変化を明らかにするため、約40年生のスギ人工林内に屋根を取り付けた降雨遮断区(乾燥区)と屋根のない対照区を設け、ガス交換速度や葉の特性をモニタリングした。降雨遮断の開始から2年目(2019年)と3年目(2020年)の春、夏、秋に両区の樹冠上層の当年シュートの最大カルボキシレーション効率( $V_{cmax}$ )と最大電子伝達速度( $J_{max}$ )を測定した。また5月から11月にかけて複数回、光飽和時の光合成速度( $A_{max}$ )と最大気孔コンダクタンス( $g_{smax}$ )を測定した。測定シュートの窒素濃度(N)と葉面積当たりの葉重(LMA)も測定した。2年とも傾向は似ており、乾燥区の $A_{max}$ は対照区に比べ夏にのみ有意に低下したが、 $V_{cmax}$ と $J_{max}$ は処理区間でほとんど有意差がなかった。また、NとLMAの処理区間差はほとんどなかった。一方、 $g_{smax}$ は夏にのみ乾燥区で有意に低下しており、気孔の閉鎖が $A_{max}$ の低下の要因と考えられた。以上から、スギの成木は土壌の乾燥に対して、乾燥ストレスの大きい夏には気孔を閉鎖気味にして水消費を抑制するが、カルボキシレーション効率など葉の潜在的な光合成能力や形態、窒素量への影響は限定的であると考えられた。



P-121 九州産スギ6品種の窒素利用様式—落葉窒素濃度の5地域での比較—

○榎木 勉<sup>1</sup>・高木正博<sup>2</sup>・鶴川 信<sup>3</sup>・鍋嶋絵里<sup>4</sup>

<sup>1</sup>九州大学農学部附属演習林・<sup>2</sup>宮崎大学農学部附属フィールド科学教育研究センター田野フィールド・<sup>3</sup>鹿児島大学農学部・<sup>4</sup>愛媛大学農学部

スギ品種の生育に遺伝子型と表現型可塑性が及ぼす影響を評価するために、九州大学、宮崎大学、鹿児島大学、愛媛大学演習林の5つのサイト(粕屋、田野、椎葉、高隈、米野々)に共通圃場が設定された。今回はクモトオシ、ヤイチ、オビアカ、ヤブクグリ、メアサ、アヤスギの植栽後45年での窒素利用様式の違いを明らかにするために落葉の窒素濃度を比較した。落葉の窒素濃度は品種、サイトおよびそれらの交互作用の影響を受けていた。品種間の比較では、ヤブクグリがやや高く、オビアカが低かった。サイト間の比較では高隈で高く、田野で低かった。田野では落葉の窒素濃度と樹高成長との間に負の相関があったが、他のサイトでは有意な相関はなかった。窒素濃度のサイト間とサイト内の違いをそれぞれ地域スケール、地形スケールでの可塑性として評価した。樹高成長の良い品種(クモトオシ、ヤイチ)は落葉の窒素濃度の地形間差が大きいが、地域間差は小さい傾向があった。落葉の窒素濃度が高い品種(ヤイチ、ヤブクグリ)は樹高の可塑性が地域、地形スケールのいずれにおいても大きかった。

P-123 掻き起こし作業実施後の土壌環境に土性の違いが与える影響

○山崎 遥<sup>1</sup>・吉田俊也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岩手大学農学部・<sup>2</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

現在、伐期を迎えた人工林における再造林のコスト削減が求められており、天然更新を利用した森林再生は重要な選択肢のひとつである。その中で、樹木の天然更新を促進する掻き起こし作業では、カンパ類の優占する二次林が多く成林するなど、一定の効果が示されてきた。しかし、掻き起こし作業に関する研究では、更新成績に注目したものが多く、作業によって生じる土壌環境などの更新気質について言及したものは、ほとんどない。また、土壌の質の違いが生み出す土壌環境の理解の不足は、土壌環境(物理性や水分環境)の把握を困難にし、更新の不確実性を高める可能性がある。そこで、異なる土壌の質を有する複数の森林で作業を実施し、施工前・施工後の土壌の物理的性質に関わる各種要因および土壌の水分環境を比較した。土壌の透水性は、全サイトにおいて掻き起こし作業を実施したことで低下した。サイト間では、植物の利用可能な水分の割合および土壌の保水性で有意な差が示された。しかし、値が有意に高いサイトは各項目で異なっていた。本発表では、三相率や粒形組成など、主要な物理的要因の結果を加えて、各サイトの持つ特徴と施工の際の注意点について議論する。

P-122 天然更新補助作業の確実性：かき起こし地の成長に及ぼす地形の影響

○吉田俊也<sup>1</sup>・山崎 遥<sup>2</sup>・高木健太郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>2</sup>岩手大学農学部

ササ地を対象とした重機によるかき起こし作業は北海道で広く実施され、その多くでカンパ林が成林している。近年、カンパ類の木材需要が増加しており、低コスト経営の面から、かき起こし後の確実な成林と成長速度の増加が期待されている。本研究では、過去の施工履歴と航空機測量を組み合わせて、成林状況に及ぼす地形要因の影響を評価した。北海道大学天塩研究林の、近接したA.30年生(6.5ha)およびB.27年生(2.9ha)の施工地を対象とした。前者は緩やかな尾根上、後者は沢沿いの平坦地に立地している。施工地を10×10mの区画に分割し、2004年に取得した航空機LiDARデータによる3次元モデルから当該区画の林冠高(林冠標高-地盤高)を求めた。林冠高の平均値はA.14.2m(sd2.2)、B.15.0m(sd1.9)であった。また、林冠高が著しく低い(<5m)箇所は比率はA.1.2%、B.1.4%と差は認められず、成林の確実性については地形が一義的な要因ではなかった。ただし、施工年差を考慮するとBのほうがやや成長が速いと示唆され、また、Aにおいては、斜面下部ほど林冠高が高い傾向があった。

P-124 津軽地方のヒバ択伐林試験地における直径分布と材積の100年間の推移

○八木橋勉<sup>1</sup>・齋藤智之<sup>2</sup>・野口麻穂子<sup>2</sup>・櫃間 岳<sup>3</sup>

<sup>1</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林植生研究領域・<sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup>国際農林水産業研究センター林業領域

ヒバ(ヒノキアスナロ)は東北地方を中心に広く分布し、特に青森県で資源量が多く、主に択伐天然更新による施業で管理されている。本発表では、青森県青森市に1914年に設定され、択伐施業指針に沿って100年以上維持されてきた穴川沢第一ヒバ成長量試験地の直径階分布と材積の推移を報告する。これまでに6回の択伐が行われ、当初の回帰年は10年前後であったが、1982年の伐採では経済性を考慮して伐採量をふやすため、回帰年が30年にされた。これまでに択伐で得られた合計収穫量は504m<sup>3</sup>/ha、最後の伐採から35年経過した2017年の林分材積は618m<sup>3</sup>/haであり、いずれも設定当初の林分材積428m<sup>3</sup>/haを上回るものであった。胸高直径階分布はL字型を維持しつつ、直径60cm以上の大径木は増加していた。これらのことから、この試験地で行われた択伐は持続的な施業であると評価できた。しかし、林分材積の増加は大径木による増加が大きく、中径木の割合が相対的に減少気味であること、回帰年が長くなると更新が阻害される可能性があることなど、いくつかの課題もあり、これらについても報告する。



## P-125 ヒノキ・カラマツ混交植栽人工林における林分構造

○長池卓男・長谷川高平

山梨県森林総合研究所

混交植栽人工林は、単一種植栽人工林と比較して物質生産機能が強く、気候変動適応策としても有効であると一般的に言われている。しかしながら、その管理についての知見は乏しい。管理方針を考えるための基礎データとして、カラマツとヒノキが混交植栽された人工林における林分構造を明らかにした。山梨県内のカラマツとヒノキが同時に千鳥状に混交植栽された29林分において、30m×4mの調査区を設置し、胸高直径と樹高を計測した。調査地の平均林齢は52年生(34-70年生)、平均標高は1087m(670-1510m)であった。平均胸高直径、平均樹高ともに、カラマツがヒノキを上回っている林分がほとんどであった。山梨県の地位別収穫予想表と比較すると、地位上を上回る林分はヒノキの平均胸高直径と平均樹高でそれぞれ6林分と4林分であったが、カラマツでは、9林分と12林分であった。また、地位下～中に位置する林分はヒノキの平均胸高直径と平均樹高でそれぞれ6林分と10林分であったが、カラマツではともに4林分であった。

## P-127 100年生ヒノキ林の個体内葉分布 ~UAV-LiDARによる推定~

○福井翔宇<sup>1,2</sup>・水永博己<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学大学院連合農学研究所・<sup>2</sup> (株)パスコ森林環境部・<sup>3</sup> 静岡大学農学部

日本の人工林は過半数が伐期を満了しており、今後、高齢級の人工林の割合が増加することが予想される。一方で、長伐期施業など高齢級の林分を対象とした施業体系は十分に確立されているとは言いがたい。高齢級の林分では、間伐後の樹冠の成長が衰えることが想定されるため、短伐期施業における間伐と異なり、樹冠の成長を十分に考慮しなければ間伐後も樹冠が閉鎖せず、気象害を受けやすくなるなどのリスクが生じる。これまで照射密度の低い航空機レーザ計測では、樹冠上層部で多くのレーザ照射が遮断され、樹冠下層部の葉分布の計測誤差が大きくなる傾向がみられていた。しかし、近年UAVレーザ計測の普及より、より高密度なレーザ照射が可能となっている。そこで本研究では、非破壊かつ簡易に個体の葉分布を計測する手段として、UAVレーザ計測データを用いたポイント・クラウド法による葉分布の推定を行うことを目的とした。約1haの100年生のヒノキ林を対象に100点/m<sup>2</sup>を上回る照射密度でのUAVレーザ計測を行い、取得したデータから各辺50cmボクセル単位でLADを求め、推定精度の検証を実施した。

## P-126 16世紀の木曾ヒノキ伐採株の年代推定

○酒井 武<sup>1</sup>・星野大介<sup>1</sup>・香川 聡<sup>1</sup>・佐野雅規<sup>2</sup>・中島和美<sup>3</sup>・梅田英孝<sup>4</sup>・早川幸治<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 早稲田大学・<sup>3</sup> 林野庁中部森林管理局森林技術・支援センター・<sup>4</sup> 林野庁中部森林管理局木曾森林ふれあい推進センター・<sup>5</sup> 林野庁中部森林管理局木曾森林管理署

有史以前の日本列島の温帯域には樹齢1000年オーダーのヒノキ、スギなど温帯性針葉樹の大径木が混交する森林が存在していたと考えられ、現存する天然生の木曾ヒノキなど天然生林はそのような森林が人間活動により失われた後に成立した林齢300年程度の若い森林であると考えられる。かつての温帯針葉樹林はどのような種組成、サイズ構造、年齢構造をしていたのだろうか？その謎を解くための一つの手段が伐根等の遺物の解析である。木曾ヒノキ林が保護されている赤沢休養林付近の国有林内にはかつて伐採された古いヒノキの伐根が残存している。私達は、そのなかの1つの古い伐根のから採取した材を酸素同位体比分析することで少なくとも7世紀から12世紀まで生育していた個体であったことを明らかにした。この伐根の上には樹齢350年程度と推定されるヒノキの根上り個体が生育しており、16世紀頃に伐採されたとすれば伐根となった個体は1000年程度生きていた可能性が高い。今後、数多くの伐根の年代とそのサイズ、分布からかつての温帯針葉樹林の復元を試みたい。

## P-128 複雑な葉層構造の林が大きい純生産量を持つためには

○水永博己

静岡大学農学部地域フィールド科学教育研究センター

森林の階層構造の複雑さが森林のNPPを高めることが知られており(Hardimanら2011)、そのメカニズムとして階層間での相補的な光資源が指摘されている(Williamsら2017)。一方で、複雑な階層構造を持つ森林は吸光係数が低く光エネルギー獲得効率が悪いことから、森林の総受光量から複雑林冠構造の生産力を説明することはできない。Hardimanらが対象とした森林は複数の種で構成されており、生理機能の異なる種による階層のすみわけが階層間の相補的な光資源利用をもたらしていると考えられる。階層構造の複雑さがNPPを高める原因として、異なる生理機能グループの混合が必要なかもしれない。では、複雑な階層構造の群落が高い生産力を持つためにどの程度の生理機能の変異が必要だろうか？必要とされる生理機能の変異は種を超えるだろうか？本研究ではこれらの二つの問いに答えることを目的とし、同種異齡林の生産力におけるアドバンテージの有無を評価する。単木伐採林を含む7つの森林の葉面積密度データをもとにそれぞれの階層ごとのPPFD階別出現頻度(時間×葉面積)を計算した。光合成特性の変異量ごとに、群落純光合成速度と葉分布の複雑さとの関係を予測した。

P-129 ブナ林の樹冠発達が堅果生産量に及ぼす影響

○塚原雅美<sup>1</sup>・伊藤幸介<sup>1</sup>・高野瀬洋一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>新潟県森林研究所・<sup>2</sup>フリーランス

大豊作年のブナ二次林の堅果生産量は、林分の総樹冠体積と平均胸高直径によって比較的高い精度での推定が可能である。一方、大豊作以外の年の堅果生産量の推定は行われておらず、経年的な林分の発達を考慮した関係についても明らかになっていない。そこで、2005年の大豊作年に堅果生産量が推定されたブナ二次林7林分とその他の1林分において、2009年から12年間継続して堅果生産量と林分の発達状況を調査した。堅果生産量は、10m間隔で均等に配置した開口部面積が0.5m<sup>2</sup>の種子トラップ16基の総落下種子量から推定した。林分の発達の指標として、種子トラップ配置区域内の樹高5m以上の樹木を対象とし、樹高、枝下高、胸高直径、樹冠幅等を測定した。その結果、全ての林分で結実が認められたのは2011年、2015年及び2018年の3回で、そのうち、総落下種子数が2005年の大豊作時を上回ったのは2011年の3林分、2015年の3林分のみであった。さらに、林分の発達との関係及び落下種子の充実率を考慮した解析を行い、大豊作年とそれ以外の年の堅果生産量に影響する林分因子の違いについて検討した。

P-131 Comparison of Two Linkage Maps Between *Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc. and *Cryptomeria japonica* D. Don

○ DOGAN, Guliz<sup>1</sup>・UENO, Saneyoshi<sup>2</sup>・HASEGAWA, Yoichi<sup>2</sup>・MATSUMOTO, Asako<sup>2</sup>・SAITO, Ryunosuke<sup>2</sup>・SAITO, Hiroshi<sup>3</sup>・FUKAI, Eigo<sup>1</sup>・MORIGUCHI, Yoshinari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Science and Technology, Niigata University・<sup>2</sup> Department of Forest Genetics, Forestry and Forest Products Research Institute・<sup>3</sup> Kanagawa Prefecture Natural Environment Conservation Center

*Cryptomeria japonica* (sugi, n = 11) and *Chamaecyparis obtusa* (hinoki, n = 11) are economically important and major cultivated coniferous tree species. Since the conifers have a considerable large genome size (over 10Gb) and their genome has a great number of repetitive sequences, it is very difficult to determine the whole genome sequence. Last year, we constructed a linkage map for the first time in hinoki. The map was constructed using SNPs which were developed from common EST sequence between two species, EST-SSRs, and ddRAD-seq, and included 1974 markers and the total map length was 1731 cM. On the other hand, in sugi, we are currently constructing a composite map using some linkage maps previously reported using LPmerge software. In this time, we will compare the linkage map in hinoki and the composite map in sugi using ShinyCircos software.

P-130 クロマツにおける RNA-Seq データからの高密度連鎖地図の作製

○平尾知士<sup>1</sup>・平川英樹<sup>2</sup>・松永孝治<sup>3</sup>・三嶋賢太郎<sup>1</sup>・能勢美峰<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup> かずさ DNA 研究所ゲノム情報解析施設・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター九州育種場

マツ材線虫病に対するクロマツの抵抗性メカニズムの解明に向けて、抵抗性の人工交配家系(雑種第一代 F<sub>1</sub>) 96 個体を対象にした eQTL (expression Quantitative Trait Locus) 解析を進めている。その eQTL 解析に利用する遺伝的変異と連鎖地図情報について、現状では約 400 の EST 上にある SNP の情報をもとに構築されたラフマップの状態にあり、クロマツのゲノム骨格を反映した精度の高い連鎖地図とは言い難い状態にある。マツをはじめとする巨大かつ複雑なゲノム構造を持つ針葉樹種において、発現している遺伝子をターゲットにした RNA-seq データは、ゲノム中のジャンクな配列が除去され、生物学的な機能に直結する配列のみをターゲットにできる効率的かつ効果的なデータであり、現在、その eQTL 解析に利用する RNA-seq データから、遺伝的変異の検出と高密度連鎖地図の構築を試みている。本発表では、RNA-seq データより検出した多型情報とその多型を利用して実際に連鎖地図の構築を試みたので報告する。

P-132 カラマツとグイマツの完全長 cDNA 配列の取得と種間比較

○三嶋賢太郎<sup>1</sup>・平川英樹<sup>2</sup>・井城泰一<sup>1</sup>・福田陽子<sup>1</sup>・平尾知士<sup>1</sup>・田村 明<sup>1</sup>・高橋 誠<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup> かずさ DNA 研究所

カラマツおよびグイマツは、成長に優れ、材質の強度も優れていることから、我が国の主要造林樹種の一つとなっている。近年では、木材加工技術の進展による集成材としての利用が広がったこともあり、造林面積が増加している。北海道においては、高成長性や対鼠性に優れたグイマツとカラマツのハイブリッド苗木の需要が高く、種苗の安定供給が望まれている。一方で、着花に豊凶のあるカラマツ・グイマツにおいて、効率的な種苗生産を行うために着花特性の改良の重要性が高まっており、育種を進める上での重要な育種形質の一つとなっている。これらのことから、森林総合研究所林木育種センターでは、カラマツ・グイマツの着花特性も含めた次世代育種を進めつつ、また育種に要する年限を短縮する高速育種を指向し、ゲノム情報の集積を進めてきた。集積したゲノム情報は、様々な表現型評価と合わせて利用することで、着花特性や材質等の育種形質を支配する遺伝子の特定や表現型を予測する解析等を可能にする。本報告では、カラマツ・グイマツの様々な部位から収集した EST 配列について報告し、それらの両種における類似性についても報告する。



P-133 空中さし木法によるスギさし木発根過程における遺伝子発現変動

○福田有樹<sup>1</sup>・栗田 学<sup>1</sup>・久保田正裕<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>2</sup> 九州大学大学院農学研究院

さし木増殖は、母樹と同一の遺伝子型を有する苗木を比較的簡便な作業により生産できることから、林木育種において非常に重要な増殖方法である。一方で、さし木増殖に必須である発根の成否は材料や環境といったさし付け条件に左右されるという特徴を有するが、発根のメカニズムについては不明な部分が多く、発根の成否がさし付け条件に左右される理由も十分には解明されていない。最近、スギにおいて、土壌等の基質を用いず、空中に露出したさし穂に適切な散水を行うことにより、発根を誘導する、空中さし木法が開発された。この手法では、発根に至る様子を視認できるほか、基質の違いによる影響を考慮する必要がなく、発根のメカニズムの解明に向けた研究を遂行するうえでの利点を有する。そこで、本研究では、発根のメカニズムの解明に向けた知見を集積することを目的として、空中さし木法によるスギさし木発根過程における遺伝子発現変動を明らかにするとともに、発根の成否に関連する散水頻度の異なるさし穂における遺伝子発現の比較を行った。なお、本研究の一部は、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。

P-135 サクラの生育不全実生で見られた防御関連遺伝子の高発現

○鶴田燃海<sup>1,2</sup>・練 春蘭<sup>2</sup>・向井 諒<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 東京大学アジア生物資源環境研究センター・<sup>3</sup> 岐阜大学応用生物科学部

サクラ属の栽培品種‘染井吉野’と野生種エドヒガンとを掛け合わせると、およそ半数の実生が致死的な生育不全となる。この実生の生育不全のメカニズムを明らかにすることを目的に、健全な実生と生育不全の実生とで発現遺伝子の網羅的解析を行った。発現比較解析からは、2,888 遺伝子が健全および生育不全の実生間の発現変動遺伝子 (DEGs) として同定された。このうち 1,044 遺伝子が生育不全実生において高発現、1,844 が低発現となっていた。生育不全実生で高発現の DEGs には、植物の防御反応と関連した遺伝子が多く含まれていた。GO 解析からは、生物的刺激に対する反応 (GO:0009607) および防御反応 (GO:0006952) 等が有意にエンリッチメントされることが示された。生育不全実生の部位別に RNA-seq を行い、先に同定された防御関連 DEGs の発現部位を調べたところ、いずれの遺伝子も胚軸において発現が高くなっていた。部位ごとの GO 解析結果でも、防御反応等のエンリッチメントは胚軸で起きていた。これらの結果から、雑種実生の生育不全は防御関連の遺伝子の主に胚軸における過剰発現により引き起こされたと考察した。

P-134 アスナロ属葉組織における耐凍性関連遺伝子の発現解析

○稲永路子<sup>1</sup>・平尾知士<sup>1</sup>・高田克彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup> 秋田県立大学木材高度加工研究所

アスナロ属は日本固有の針葉樹で、アスナロとヒノキアスナロの2変種によって構成される。アスナロは山形および宮城県以南を中心に西日本にかけて広く分布する。一方、ヒノキアスナロは能登半島、佐渡島および群馬県以北に分布し、北海道渡島半島が北限である。発表者は両変種間に冬期の気候条件に対する適応による差異が存在するという仮説を立て、これを検証するため、アスナロ属の冬季の遺伝子発現について調査を進めている。本発表では、2016年9月から2017年2月にかけて大畑ヒバ産地別見本林で採種された葉組織を使用し、リアルタイム PCR による耐凍性関連遺伝子の発現解析を試みた。解析対象は北海道、青森、石川に由来するヒノキアスナロ、および長野、新潟、岐阜、鹿児島に由来するアスナロ各1個体である。発表ではアミラーゼ、デハイドリン、転写因子 ICE1 と推定される遺伝子の発現量の季節変動について解析する予定である。

P-136 熊本に残る屋久杉伝説の遺伝的検証

○金谷整一<sup>1</sup>・内山憲太郎<sup>2</sup>・川端彩友美<sup>3,5</sup>・近藤真奈<sup>3,6</sup>・田嶋隆文<sup>3</sup>・横尾謙一郎<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所樹木分子遺伝研究領域・<sup>3</sup> 熊本県立第二高等学校・<sup>4</sup> 熊本県林業研究・研修センター・<sup>5</sup> 佐賀大学農学部・<sup>6</sup> 長崎国際大学薬学部

現在、熊本県内には、加藤清正公 (1562-1611) によって豊後 (大津) 街道等に屋久島産のスギが植栽されたという「屋久杉伝説」がある。菊陽町に残る杉並木では、その由来の解明が期待されている (建設省九州地方建設局ほか、1991)。日本の天然スギには4つの遺伝的系統 (北日本型、日本海型、太平洋型および屋久島型) があることが明らかとなっており、その系統識別用の SNP パネルも作成されている (内山・松本、2018)。そこで本報告では、熊本県内で屋久島産と言われているスギを対象に、遺伝解析による系統識別、現地調査ならびに文献調査を実施し、「屋久杉伝説」の検証を行った。杉並木の現地調査では、2つの伐株の年輪を計数したところ200年前後であった。文献調査では、「加藤清正公が屋久島産のスギを植栽した」という明瞭な記述はみられなかった。遺伝解析では、杉並木や健軍神社等で調査対象とした大径木 (胸高周囲 200 cm 以上) は屋久島型ではなく、太平洋型に区分され、「屋久杉伝説」の確認は得られなかった。以上のことから、熊本県内で屋久島産と言われている現存するスギは、約200年前の藩主細川氏の時代に植栽された太平洋型由来であると考えられた。



P-137 Effects of warming on survival and growth of *Betula ermanii* revealed by range-wide transplant experiments

○ Aye Myat Myat Paing<sup>1</sup>・Chen, Shufen<sup>1</sup>・Yoshida, Toshiya<sup>2</sup>・Tsumura, Yoshihiko<sup>3</sup>・Kobayashi, Hajime<sup>4</sup>・Iio, Atsuhiko<sup>5</sup>・Tomaru, Nobuhiro<sup>6</sup>・Hisamoto, Yoko<sup>1</sup>・Honma, Kosuke<sup>7</sup>・Nagamatsu, Dai<sup>8</sup>・Takagi, Masahiro<sup>9</sup>・Taneda, Haruhiko<sup>10</sup>・Hirota, Mitsuru<sup>3</sup>・Goto, Susumu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> The University of Tokyo · <sup>2</sup> Hokkaido University · <sup>3</sup> University of Tsukuba · <sup>4</sup> Shinshu University · <sup>5</sup> Shizuoka University · <sup>6</sup> Nagoya University · <sup>7</sup> Niigata University · <sup>8</sup> Tottori University · <sup>9</sup> University of Miyazaki · <sup>10</sup> The University of Tokyo

Global warming has become the serious problem and could lead to the extinction of cold temperate and alpine species. In this study, seeds of *B. ermanii* were collected from 11 natural populations. Saplings produced from those seeds were transplanted to 11 sites in 2019. Assuming the difference in mean annual temperature between planting sites and source populations as temperature change, we examined the effects of warming on survival and growth in *B. ermanii* using a generalized linear model. When increase in air temperature was assumed to be 5°C, survival rate, length, and diameter of saplings were estimated to decrease approximately 5%, 10%, and 15%, respectively. Although both population (genotypic) and site (environmental) effects were significant for survival and growth, environmental effects were greater than genotypic effects.

P-139 母島列島のオオバシマムラサキにおけるエコタイプの分化と交雑

○鈴木節子<sup>1</sup>・須貝杏子<sup>2</sup>・葉山佳代<sup>3</sup>・加藤英寿<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所樹木分子遺伝研究領域 · <sup>2</sup> 島根大学大学院生物資源科学研究科 · <sup>3</sup> 小笠原環境計画研究所 · <sup>4</sup> 東京都立大学大学院理工学研究科牧野標本館

母島列島のオオバシマムラサキには複数のエコタイプが存在し、複雑な遺伝構造が形成されていることが示唆されている。本研究では母島列島から網羅的にサンプリングを行い、SSR マーカーを用いて詳細な遺伝構造を明らかにした。さらに、各エコタイプの開花フェノロジー調査、人工授粉実験、自然受粉種子の交雑率の推定を行い、交配隔離の程度を明らかにした。STRUCTURE 解析と表現型から、母島列島では4つのエコタイプがあると考えられ、それらを Dry (乾燥した崖)、Edge (尾根)、Glabra (湿性林、葉の星状毛なし)、Tall (湿性林、葉の星状毛あり) と名付けた。開花フェノロジーは Dry が夏と秋の二度咲、Edge と Glabra が夏咲、Tall が秋咲であった。人工授粉による結果率はエコタイプ間 81.3%、エコタイプ内 85.0% とほぼ同じであった。自然受粉種子の交雑率は全体で 28.9% であり、開花フェノロジーが重なるエコタイプ間の交雑率が高い傾向にあった。母樹間の父性相関には開花フェノロジーの重複度や空間分布が寄与していることが示唆された。母島列島のオオバシマムラサキのエコタイプ間の交配隔離は限定的であり、ある程度の交雑が生じていることが明らかになった。

P-138 化石 DNA 解析にむけたツガ属における種間・種内識別に有用な DNA 領域の探索

○松江倫代<sup>1</sup>・James RP Worth<sup>2</sup>・百原 新<sup>1</sup>・渡辺洋一<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学大学院園芸学研究所 · <sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

化石由来 DNA 塩基配列を PCR 法により増幅・解析し、現生個体由来の DNA 配列と比較することで過去の植物分布を同定する研究が近年盛んである。塩基配列の比較を行うことで、保存状態が悪く形態からでは識別できない化石サンプルでの種同定や、化石サンプルと現生個体群の間の系統の移動や地理的な分布を比較する解析に活用できる。加えて、種内系統を考慮した分布変遷の推定を行うことで、氷期逃避地から現在の分布地域に至る植物の移住・分布拡大の速度を明らかにすることが可能となり、それは森林保全の基礎的な知見となる。本研究では日本産ツガ属 2 固有種を対象とし、既存研究で明らかになっている現生 DNA における種間・種内変異が化石由来の DNA で配列決定できるか検証した。化石由来 DNA は堆積物中に埋積している間に酸化反応や加水分解によって短く断片化されてしまい、長い DNA 鎖を増幅することは難しいと考えられる。そのため本研究ではまず現生 DNA において 100~150 bp 程度の増幅に適したプライマーを設計し直した。今後は再設計したプライマーと化石から抽出した DNA を使用して PCR 増幅、配列決定を行っていきたいと考えている。

P-140 ライム病の原因菌と媒介者であるシュルツェマダニの遺伝的分化の解明

○塚本 宝<sup>1</sup>・平尾聡秀<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科 · <sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林秩父演習林

マダニは様々な人獣共通感染症を媒介することが知られている。その中でもライム病は、欧米で近年増加傾向にあり、重要な社会問題となっている。一方、日本では症例数こそ少ないものの、宿主であるシカなどの大型哺乳類の密度増加や生息域の拡大が報告されており、潜在的な感染リスクが高まっている可能性がある。そこで本研究では、シュルツェマダニ (以下、マダニ) の生息域拡大の遺伝的シグナルを検出するため、マダニがライム病の原因菌 (以下、ボレリア菌) を保持する割合を調べるとともに、両者の遺伝的分化の解明に取り組んだ。

2020年6月~9月に関東・中部地方の5地点において、旗振り法でマダニのサンプリングを実施した。サンプリングしたマダニの 16S rRNA と COI 遺伝子の塩基配列を取得し、ハプロタイプネットワークを構築した結果、6種類のハプロタイプが確認されたが、地域間での遺伝的分化は見られなかった。また、ボレリア菌の 23S rRNA 遺伝子を qPCR で増幅させ、マダニがボレリア菌を保持しているかを判定し、8つのハウスキーピング遺伝子を対象に多座配列解析を行った。本発表では、ボレリア菌の遺伝構造についても報告する。

## P-141 分布境界におけるミネカエデ類の遺伝構造

○竹内虎輔<sup>1</sup>・齊藤陽子<sup>2</sup>・平尾聡秀<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学農学部・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>3</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林秩父演習林

カエデ属 (*Acer*) は東アジアを中心に多様化した木本植物であり、日本列島には約 27 種が分布している。カエデ属には分岐年代の浅い種群を擁する節 (Sect.) が存在し、分布境界における近縁種間の交雑が多様化に関係していると考えられる。本研究では、ウリハダカエデ節 (Sect. *Macrantha*) に分類されるミネカエデ (*A. tschonoskii*) と近縁なナンゴクミネカエデ (*A. australe*) を対象に、2 種の分布境界における遺伝構造を明らかにすることを目的とした。これらの 2 種が分布するとされる関東甲信越地方において、2020 年 6 月から 10 月に、ミネカエデ類 11 集団 230 個体から葉や芽を採取し、核 SSR マーカーと葉緑体シーケンスによって遺伝的分化と遺伝構造を分析した。その結果、ミネカエデとナンゴクミネカエデは新潟県と長野県の間に分布境界があり、遺伝的にも分化していることが示された。また、長野県以南のナンゴクミネカエデの集団間には明確な遺伝構造は見られなかったが、分布境界付近のナンゴクミネカエデの集団にはミネカエデと共通する祖先由来の混合が多く見られた。これらの結果は、2 種の祖先集団が二次的に接触し、遺伝的な交流が生じていることを示唆している。

## P-143 多雪地植物ハイヌガヤの遺伝的多様性と進化過程の推定

○蔡 惠美<sup>1</sup>・松尾 歩<sup>2</sup>・陶山佳久<sup>2</sup>・渡辺洋一<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学園芸学部・<sup>2</sup> 東北大学大学院農学研究科・<sup>3</sup> 千葉大学大学院園芸学研究科

日本は世界でも有数の豪雪地で、北海道と本州の日本海側で多雪環境が形成される。日本海側の多雪環境に分布の中心をもつ植物は日本海要素として指摘され、そのうち太平洋側に近縁種をもつものはその近縁種から進化したと考えられる。日本海側と太平洋側間の形態や遺伝的変異等の違いは明らかにされているが、進化過程に関して遺伝的解析から調査した例は限られる。本研究では日本海要素の 1 つであるハイヌガヤ (*Cephalotaxus harringtonia* var. *nana*) と太平洋側に分布するイヌガヤ (var. *harringtonia*) を対象に、その遺伝的多様性と系統関係を明らかにし、進化過程推定を目的とした。国内の分布を網羅するように、ハイヌガヤ 19 集団、イヌガヤ 14 集団、外群として中国に分布する *C. sinensis* 4 個体を解析に用いた。MIG-seq 法による SNP 解析を行い、その結果を用いて集団遺伝学的解析を行った。集団構造は、ハイヌガヤとイヌガヤの 2 つのクラスターに分類され、イヌガヤでのみクラスターの混合がみられた。遺伝的多様性はハイヌガヤの北陸地方と岩手県の集団以外は一様にイヌガヤより低い多様性を示した。集団間分化は高い値を示した。

## P-142 千葉県柏市に隔離分布するズミ集団の父性解析

○白間菜々海・松下範久・福田健二

東京大学大学院農学生命科学研究科

千葉県柏市のズミは隔離小集団であるため、近親交配や遺伝的多様性の消失が起こりやすいと推測されるが、その実態は明らかにされていない。そこで本研究では、マイクロサテライトマーカーを用いた実生の父性解析を行い、自家受粉の有無や送粉範囲を明らかにすることを目的とした。こんぶくろ池自然博物館の園内とその周囲約 1.5 km の範囲に生育する全 41 個体の遺伝子型と、2018 年に 3 個体の母樹から採種、栽培された実生 63 個体の遺伝子型を決定した。2018 年の開花個体を花粉親候補として父性解析を行った結果、50 個体の実生の花粉親を特定することができたが、その中に自家受粉由来の個体はなかった。また、花粉親候補が複数残った実生のうち、自家受粉の可能性があったのは 3 個体のみであった。以上から、柏のズミ集団の自殖率は非常に低いことが明らかになった。母樹と開花個体間の距離は最大で 410 m であったが、実際の花粉親個体との最大距離は 104 m であった。また、母樹と近距離の個体が花粉親であった実生が多くを占め、距離が離れた個体ほど花粉親となる実生数が減少する傾向や、胸高直径が大きい花粉親の実生数が多い傾向がみられた。

## P-144 葉緑体 DNA を用いたシロヨモギの地理的変異の解析

○武田浩太・森口喜成

新潟大学大学院自然科学研究科

シロヨモギ (*Artemisia stelleriana*) はキク科ヨモギ属の多年草植物で、アジア北東部の亜寒帯から温帯、日本では新潟県・茨城県を南限として北海道までの日当たりの良い海岸砂地に分布する。近年、埋め立てや護岸工事による海岸砂地の縮小に伴いシロヨモギの生息環境は減少している。個体数の低下や空間的に隔離される事により、遺伝的多様性が低く遺伝的分化が高くなることが危惧される。新潟県や宮城県においては県指定絶滅危惧 I 類に分類されており保全上の重要性が高まっている。遺伝解析によって得られるデータはシロヨモギ集団の現状を把握するとともに、今後の保全を検討する際に必要な情報である。本研究では、新潟県 2 集団、山形県、秋田県、青森県、岩手県、宮城県、茨城県、北海道 4 集団の 12 集団から集団あたり約 30 個体の葉のサンプリングを行った。サンプリングは個体間の距離を最低 2 m 離して行った。解析は、ヨモギ (*A. indica* var. *maximowiczii*) とカワラヨモギ (*A. capillaris*) も含めて行った。本発表では、葉緑体 DNA のシーケンス解析の結果を報告する。



P-145 サクラの栽培品種の形質に対するゲノムワイド関連解析

○加藤珠理

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所多摩森林科学園

サクラの栽培品種には複数の野生種が関与し、交雑によって多様な形質（花の色や形、開花期、樹形など）が生み出されてきた。本研究ではこれらの形質を司る DNA 多型の有無および、ゲノム上の位置を特定するため、ゲノムワイドアソシエーション (GWAS) 解析を行った。形質情報（樹形、樹高、花色・形・サイズ、開花期）を取得できた 142 品種を材料として、RAD-seq 解析によりゲノム全体から 40,891 座の DNA 多型を検出し、更に 10kbp 以上離れている DNA 多型を機械的に選別して、5,335 座の DNA 多型を得た。サクラの栽培品種は複数の分類群（サトザクラ系、ヤマザクラ系、ソメイヨシノ系など）を含んでいる他、親子関係にある栽培品種も含んでいるので、統計ソフト R の rrBLUP、BGLR パッケージを利用して、集団構造と血縁構造を組み込んだモデルで各形質についての GWAS 解析を行った。その結果、樹高（第 1、8 連鎖群）、花色（第 2 連鎖群）、花形（第 2 連鎖群）、花サイズ（第 1 連鎖群）、開花期（第 4 連鎖群）について、関連のありそうな DNA 多型が検出された。

P-147 新たなスギ雄性不稔遺伝子の探索

○釣崎恵里子<sup>1</sup>・平山聡子<sup>2</sup>・岩井淳治<sup>3</sup>・渡部大寛<sup>4</sup>・伊藤由紀子<sup>3</sup>・五十嵐正徳<sup>5</sup>・大橋瑠子<sup>6</sup>・大谷内健二<sup>6</sup>・森口喜成<sup>4</sup>

<sup>1</sup>新潟大学農学部・<sup>2</sup>新潟県新潟地域振興局・<sup>3</sup>新潟県森林研究所・<sup>4</sup>新潟大学大学院自然科学研究科・<sup>5</sup>福島県南会津農林事務所・<sup>6</sup>新潟大学医学部病理組織標本センター

スギの雄性不稔性は単一の核内潜性遺伝子によって支配される。交配試験の結果、4 種類の雄性不稔遺伝子 (*MS1*, *MS2*, *MS3*, *MS4*) が同定され、顕微鏡観察によって *MS1* は四分子期、*MS2* および *MS3* は小孢子一核期、*MS4* は花粉成熟期に花粉の発達に異常が生じることが報告された。平山ら（印刷中）は、新大 3 号と東蒲原 7 号の交配で生じた無花粉スギ（以下 S3HK7 とする）が先述の 4 種類の雄性不稔遺伝子とは異なる新たな雄性不稔遺伝子に起因する可能性を示唆した。本研究では S3HK7 に加え、福島 3 号、新大 16 号、新大 18 号、新大 19 号の計 5 個体を対象に、雄性不稔性の発現過程の顕微鏡観察を行った。2020 年 7 月に対象個体に GA<sub>3</sub>処理を行い、9 月上旬から一週間に 1-2 回のペースで雄花序を採取して 10% ホルマリン溶液で固定し、パラフィン切片法で標本作製した。染色はヘマトキシリン・エオジンで行い、光学顕微鏡を用いて観察した。発表では、正常個体、新大 3 号 (*ms1/ms1*)、新大 1 号 (*ms2/ms2*)、新大 5 号 (*ms3/ms3*)、新大 8 号 (*ms4/ms4*) との違いを考察する。

P-146 Genetic dissection of wood properties in hybrid larch using SNPs

○CHEN, SHUFEN<sup>1</sup>・Ishizuka, Wataru<sup>2</sup>・Kusunoki, Kazutaka<sup>3</sup>・Unno, Yamato<sup>3</sup>・Uchiyama, Kentaro<sup>4</sup>・Goto, Susumu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The University of Tokyo・<sup>2</sup>Forest Research Department, Forest Research Institute, Hokkaido Research Organization・<sup>3</sup>Sumitomo Forestry Co., Ltd.・<sup>4</sup>Forestry and Forest Products Research Institute

The F1 hybrid larch (*Larix gmelinii* var. *japonica* × *Larix kaempferi*) exhibits rapid growth and high resistance against field voles damage as well as superior wood properties. To identify causal genomic region associated with wood properties in the juvenile stage, genome-wide association study (GWAS) was conducted using both 6,372 high-quality SNPs and wood properties data obtained from 14-yr-old progenies of open-pollinated hybrid larch in Hokkaido. Two significant SNPs were detected for wood strength and volumetric water content, respectively, correspondingly, narrow-sense heritability of wood strength (0.476) and volumetric water content (0.454) was higher than other wood properties, which suggest that SNPs with large effect on wood properties might rarely exist or not exist, and the large number of SNPs with small effect exist in this study.

P-148 バルク DNA を用いた MALE STERILITY 1 を持つ個体の低コストマーカー選抜

○渡部大寛<sup>1</sup>・上野真義<sup>2</sup>・長谷川陽一<sup>2</sup>・森口喜成<sup>1</sup>

<sup>1</sup>新潟大学大学院自然科学研究科・<sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

近年、無花粉スギの原因遺伝子 *MALE STERILITY 1* (*MS1*) が同定され、*ms1* を保有する個体のマーカー選抜が可能となった。しかし、全国のすべての精英樹等の育種素材から DNA を抽出し、解析するには労力とコストがかかる。そこで本研究では、複数個体の針葉を混合して DNA を抽出し、このバルク DNA をマーカー選抜に用いることで労力とコストの大幅な削減を試みた。まず、DNA 抽出過程での手間や検出された波形の高さなどの観点から、バルクするサンプル数を決めた。次に、どのサンプルに *ms1* を持つ個体が入っているか分からない状態（ブラインド状態）で、2 人の解析者に判定を依頼した。ブラインド試験の結果、判定精度が 100% であることが確かめられたため、秋田県、岩手県、福島県、神奈川県、千葉県の 5 県の合計 600 個体を対象として、バルク DNA を用いた低コストマーカー選抜を行った。解析の結果、新たに 8 個体の *ms1* を保有する個体が見つかった。本研究は、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行われた。



P-149 スギ雄性不稔の原因遺伝子である *MS1* のハプロタイプ多様性解析

○長谷川陽一<sup>1</sup>・上野真義<sup>1</sup>・松本麻子<sup>1</sup>・内山憲太郎<sup>1</sup>・伊原徳子<sup>1</sup>・袴田哲司<sup>2</sup>・津村義彦<sup>3</sup>・森口喜成<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター・<sup>3</sup> 筑波大学生命環境系・<sup>4</sup> 新潟大学大学院自然科学研究科

本研究では、無花粉スギのマーカー選抜を促進し、スギ人工林からの花粉飛散を低減することを目的として、スギ雄性不稔遺伝子 (*MS1*) の探索を行った。また、特定した *MS1* のハプロタイプを全国のスギ天然林の個体について調べた。無花粉スギで発現している mRNA の配列を検索したところ、脂質輸送タンパク質をコードし雄花で発現する遺伝子 (CJt020762) において、4bp 欠失が無花粉スギに特異的に含まれることを発見した。また、*MS1* をヘテロ接合で有する静岡県産精英樹大井7では、同遺伝子に 30bp 欠失が含まれていた。*ms1* を持つスギ9個体はいずれも、4bp 欠失または 30bp 欠失のいずれかを有していた。さらに、これら2つの欠失はいずれもコードするタンパク質の機能を損なうと予想された。これらのことから、CJt020762 が *MS1* の原因遺伝子であると考えられた。また、CJt020762 は高い遺伝的多様性を示し、83 個体から 49 個のハプロタイプが見つかった。さらに、30bp 欠失は、宮城県石巻天然林の3個体からも検出された。このように、2つの欠失変異を用いてマーカー選抜を行うことで、日本列島各地の固有の環境に適応したスギ個体から *ms1* を持つスギを見つけることが可能になった。

P-151 花粉アレレルゲン採取を目的とした多花粉・高アレレルゲン性スギ品種の選抜

○斎藤真己<sup>1</sup>・寺西秀豊<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 富山県農林水産総合技術センター森林研究所・<sup>2</sup> 富山医療生活協同組合富山協立病院

最近、スギ花粉症の根治を目的とした舌下免疫療法は、①舌下にアレレルゲンエキスを投与するだけのため痛みがなく簡便である、②在宅投与が可能であることから患者側の負担が少ない、③安全性が高いなどの理由から注目されている。

このアレレルゲンエキスはスギ花粉を原料としていることから、着花量やアレレルゲン量が多いスギ品種の方がアレレルゲンエキスを作製するうえで効率的であり、今後はこのような特徴を持った品種が医学や製薬学の分野から求められる可能性が高い。以上のことから、本研究では、富山県の主要なさし木品種の中から着花量とアレレルゲン量の両方が多く、さらにジベレリンに対する感受性が高い品種の選抜を行った。

5 品種 (ミオ、マスマヤマ、リョウワ、カワイダニ、ボカ) を対象とし、アレレルゲン (*Cry j1*) 量と雄花の大きさ、ジベレリン処理による若齢での雄花生産量の比較調査を行った結果、ミオスギが *Cry j1* 量と雄花生産量がともに最も多く、さらに雄花も他の品種より大きかった。これらの結果から、アレレルゲンエキスを作製するのに最も適した品種はミオスギであると判断された。

P-150 関西育種基本区で開発したスギ少花粉品種の若齢時における雄花着生性の評価

○宮下久哉・三浦真弘

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター関西育種場

関西育種基本区においては、成長に優れかつ雄花着生性が一般的なスギの花粉量のおおむね半分以下となることを基準としているスギ特定母樹を 32 系統開発している。現在、これらスギ特定母樹を導入した採種園が各府県において造成され、スギ花粉症対策に資する苗木として普及が進められている。特定母樹指定基準においては、スギの雄花着生性の調査として、自然着花調査と植物ホルモンのジベレリン (GA) を用いた処理による調査との2種類の方法が認められている。より短期間に雄花着生性を決定するためには、できるだけ樹齢の若い段階で評価できることが望ましい。そこで、GA 処理をしたスギ若齢木の雄花着生性と自然状態での雄花着生性を比較するため、すでに雄花着生性が評価されているスギ少花粉品種と、対照用としてスギ精英樹を用いて、若齢時にジベレリン処理を行い、その雄花着生性を評価した。

P-152 スギ閉鎖系採種園における2つの異なる花粉散布機による種子生産の比較

○伊藤由紀子<sup>1</sup>・渡部大寛<sup>2</sup>・岩井淳治<sup>1</sup>・森口喜成<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 新潟県森林研究所・<sup>2</sup> 新潟大学 大学院自然科学研究科

閉鎖系採種園における花粉銃を用いた袋無しの人工交配では、受粉作業と受粉適期の判定に要する時間の短縮が課題である。そこで、本研究では、果樹で用いられているポーレンダスター ((株)アグリ、以下 PD) に着目し、受粉作業に要する時間と種子発芽率を花粉銃 (以下 PG) と比較した。反復データをとるため、ビニールハウスに中仕切りを設けて3分割し、それぞれに出入口を作ったハウスを2棟造成した。それぞれ3つの PG 試験区と PD 試験区、対照の屋外試験区 (オープン交配) の合計7試験区には、同じ6クローンを配置した。PG 試験区と PD 試験区では、令和2年3月上旬の天候の良い日に花粉を散布した。散布回数は1日1回とし、計3回行った。PD は PG に比べ、使用花粉量は多かったが、作業時間は約3分の2となった。4月中旬にすべてのラメットをハウスの外に出し、屋外で管理した。発表では、12月に行った種子の100粒重、充実率、発芽率の結果も含めて報告する予定である。本研究は、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化支援研究推進事業」の支援を受けて行った。

P-153 エリートツリーミニチュア採種園における外部花粉の低減

○西原寿明

愛媛県農林水産研究所林業研究センター

人工林皆伐後の再生林を担う種苗“エリートツリー”の普及を進めるため、ミニチュア採種園を造成し種苗の生産を行っている。しかし、採種園付近の人工林から飛来する花粉（外部花粉）の混入が問題になると考えられる。そこで、採種園に簡易なビニールハウスや防風垣等を設置し、外部花粉の混入低減を図る方法を検討した。2015年に愛媛県東温市で造成した採種園において、2018年夏にジベレリン処理を行い、開花期に簡易ビニールハウス・防風垣を設置した試験区及び施設無しの対照区を設定した。2019年産種子から発芽した苗の核DNAのSSR遺伝子型からCERVES 3.0により外部花粉の混入率を算出した。外部花粉混入率は、対照（施設無）区80.0%、簡易ビニールハウス区では71.7%、簡易防風垣区では72.0%で、統計学的な有意差は見られなかったが、外部花粉混入率は施設を設置した方が低い傾向が見られた。過去のデータと比較すると、対照区の外部花粉混入率は、ジベレリン処理・施設設置を行わなかった2017年産種子と同等（80.6%）となった。これは近年、雄花が枯死する現象が見られており、園内の花粉量が不足したためと考えられる。

P-155 スギの人工交配に適する花粉増量剤の検討

○宮下智弘<sup>1</sup>・渡部公一<sup>1</sup>・森口喜成<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山形県森林研究研修センター・<sup>2</sup>新潟大学農学部

人工交配は新たな系統の作出や優良系統の種子生産のために広く行われる。人工交配には多量の花粉を確保する必要があり、花粉が少量であると交配作業は困難になる。果樹では、様々な花粉増量剤を用いることにより、少量の花粉でも多数の交配作業を可能にしている。しかしスギでは、人工交配に適した花粉増量剤を検討した事例は少ない。そこで本研究では、スギの人工交配に適した増量剤の種類を検討した。本研究で用いた増量剤は、石松子、片栗粉、クロマツ花粉、10%シヨ糖溶液である。スギ花粉に対する各増量剤の希釈倍率は10倍に統一した。対照として、増量剤を混ぜていないスギ花粉のみの交配も行った。試験の結果、結果率や発芽率などの種子生産に関連する形質は他の増量剤と比べて石松子が優れている傾向があった。特に、雌花あたりの発芽可能な種子数は、石松子のみ対照と有意差が認められなかった。以上のことから、スギに用いる増量剤には石松子が適していると考えられた。本研究は農研機構生研支援センターイノベーション創出強化研究推進事業「成長に優れた無花粉スギ苗を短期間で作出・普及する技術の開発」（課題番号28013BC）の支援を受け実施した。

P-154 BAPを含有する農薬を用いたクロマツ雌花の着生促進

○古本拓也<sup>1</sup>・織部雄一朗<sup>2</sup>・涌嶋 智<sup>1</sup>・坂田 勉<sup>1</sup>

<sup>1</sup>広島県立総合技術研究所林業技術センター・<sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

合成サイトカイニン N6-benzylaminopurine (BAP) は花性転換によりクロマツの雌花の着生を促進する効果があるが、事業的な種子生産のためには市販のBAP剤の農薬登録事項を変更する必要がある。本研究では、市販BAP剤の基礎データ収集を目的として、有効な処理方法について広島県庄原市の抵抗性クロマツ採種園で2年間試験を行った。処理は①BAP液剤+ペースト（ラノリンと白色ワセリンを混合）、②BAP液剤+ペースト+KOH、③BAP試薬+ペースト+KOH、④BAP塗布用剤の4種類で、頂芽を覆うように塗布した。処理日は1年目がH30年9月12日、19日、26日、2年目がR1年8月29日、9月6日、17日、27日、10月9日で、系統間差を調べるため1年目が8系統、2年目が5系統を対象とした。処理翌年の雌花が幼球果へと成育した段階で着生数を計測した。

その結果、①～④の処理全てで幼球果の着生が確認され、市販BAP剤を用いた処理でもクロマツの雌花着生促進が可能であることが示された。また、9月中旬から下旬が処理適期であり、系統によりBAP処理に対する感受性に違いがあることが示唆された。

P-156 クマノザクラの種子の保存と発芽に関する考察

○勝木俊雄<sup>1</sup>・山下由美子<sup>2</sup>・中村昌幸<sup>3</sup>

<sup>1</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>2</sup>和歌山県林業試験場・<sup>3</sup>日本樹木医会三重県支部

紀伊半島に分布するクマノザクラは、2018年に学名 *Cerasus kumanoensis* が発表された野生種で、観賞目的での利用が期待されている。増殖手法に関しては、これまで種子増殖が比較的簡易であることが報告されているが、詳細な種子の取扱については不明部分が多い。そこで、採取・発芽させた種子について、採取後の処理方法や発芽率・得苗率などを分析し、適切な取り扱い手法について検討した。2017～2020年の4～5月に三重・奈良・和歌山の自生地の60母樹から約8,000粒の種子を採取した。採取した種子は、果肉の除去と洗浄をおこない、ひと月ほど室内で風乾させた後、低温湿層処理をおこなった。低温湿層処理後40～200日まで発芽を続けたが、おおよそ60～80日に最も多く発芽した。発芽までの日数は年や母樹によって大きく異なったが、風乾日数と発芽日数に正の相関関係が見られた。一方、発芽後の実生は、本葉が伸びる段階まで育てばその後1年以上は大部分が生存していたが、発芽直後に種子の腐敗や奇形などの要因で死亡するものが20～60%ほど見られた。この結果、高い得苗率を得るためには、種子の洗浄・殺菌などの対策がきわめて重要と考えられた。



P-157 空中さし木法を用いた不定根形成に必要な環境要因の解析

○栗田 学<sup>1</sup>・福田有樹<sup>1</sup>・久保田正裕<sup>1</sup>・倉本哲嗣<sup>2</sup>・松永孝治<sup>1</sup>・倉原雄二<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター・<sup>3</sup> 九州大学大学院農学研究院

スギさし木コンテナ苗の生産効率の改善に資する目的で、空中さし木法が開発された。通常のさし木は、さし穂を土にさしつけて発根（不定根形成）させるが、空中さし木法では、さし穂全体を空气中に露出するように立て、一定の条件で定期的にミスト散水することによって不定根を形成させる。本手法を活用したさし木苗生産の実用化には、高効率かつ安定的にさし穂から不定根を形成させるための条件の確立が必要であり、そのためには、光、温度、水等のさしつけ環境の最適化が重要である。今回我々はそれら環境要因のうち、「水」に着目し、不定根形成における水の役割について知見の集積を行った。モデル植物等において、側根形成には根が土壌水分と接触することが必要であることや、散水間隔の違いがさし穂の水ポテンシャル及び発根率に影響すること等が報告されている。今回我々は、スギのさし穂を使った空中さし木法において、散水間隔やさし穂基部への水の接触状態を変えた試験区を設定し、それら条件がスギの不定根形成に及ぼす影響について調査したので報告する。

本研究は、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。

P-159 クリーンラーチ（グイマツ雑種 F<sub>1</sub>）コンテナ育苗におけるグルタチオン施用例

○成田あゆ<sup>1</sup>・今 博計<sup>1</sup>・小川健一<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場・<sup>2</sup> 岡山県農林水産総合センター生物科学研究所

グルタチオンは抗酸化物質として機能するトリペプチドであり、植物体に与えるとストレス耐性が向上することが報告されている。本発表では、その酸化型であるグルタチオンジスルフィド（GSSG）をクリーンラーチ（グイマツ×カラマツ雑種 F<sub>1</sub>）の当年生苗に与え、GSSG 施用の効果を検討した結果を報告する。試験は一部条件を変更しつつ 2019 年と 2020 年に実施した。コンテナ容器（200 cc）で育成した当年生苗に GSSG+NPK 肥料、NPK 肥料、水のいずれかを 6~8 月に 12 回与え、10 月に成長量（苗高、地際径、地上部重量、地下部重量）を調べた。GSSG+NPK 肥料区（72mg GSSG+48mg N/個体/成長期）では、NPK 肥料区（48mg N/個体/成長期）や水のみ区と比較して成長量が大きく、2019 年の平均苗高はそれぞれ 45.5、39.6、27.8 cm であった。2020 年は成育期間中の日照時間が前年より 135 時間短かく、平均苗高が 26.6、24.0、16.1 と小さかったが、同様の傾向が見られた。日射量が多く、光合成が活発かつ活性酸素が発生しやすい条件では GSSG 施用によって成長量が増加するが、日射量が少ない条件ではその効果が現れにくくなると考えられる。

P-158 採穂木およびコンテナ苗由来のスギさし穂の重量が発根に及ぼす影響

○大平峰子

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

開発した優良品種の原種苗木を早期に採種圃園に供給するには、1 本しかない原木から効率よく増殖する必要がある。そのためには原木の主枝からより多くの穂を得るとともに、増殖したクローン苗から再増殖することが有効であろう。そこで、枝の先端および先端以外のさし穂（管穂）を用いて主枝からの採穂数の増大を試みるとともに、さし木増殖したコンテナ苗からの再増殖を検討するため、さし穂の重量が発根の成否に及ぼす影響を明らかにするための試験を行った。材料として発根性の異なるスギ 3 クローンを選び、野外の採穂木およびコンテナ苗から採穂した。荒穂を先端から根元まで 10 または 20 cm の長さに切断し、生重量を測定してさしつけ、発根の成否を観察した。その結果、先端の穂・管穂ともに発根した。野外の採穂木の場合、生重量で概ね 10 g 以下のさし穂は発根性が低下する傾向が認められた。また、さし木コンテナ苗から採穂した場合、野外の採穂木に比べて発根率が高かった。以上の結果から、先端だけでなく管穂を使用することで生産本数を増大でき、さらに管穂から得られたさし木苗から再増殖を行うことで、原種苗木の生産性向上が期待できると考える。

P-160 高 CO<sub>2</sub> 施肥による苗木の成長促進効果

○田村 明・遠藤圭一・高橋 誠

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

スギとカラマツは、日本の主要な造林樹種となっており、現在その人工林の多くが主伐期を迎えている。今後も森林資源を持続的に利活用するためには、主伐後の再造林を確実に進める必要がある。またその再造林には、成長等の優れた優良種苗を利用することが望ましい。優良種苗を大量に生産・供給するためには、種子や穂を生産するための拠点として採種圃園や採穂圃園を造成する必要があり、それには原種苗木を大量に増殖する技術の確立が必要となる。このため、森林総合研究所林木育種センターでは、スギとカラマツの原種苗木の増産効率を高める研究を進め、日長と CO<sub>2</sub> 濃度の異なる条件下で苗木を育成した結果、長日条件かつ高 CO<sub>2</sub> 濃度条件で育成することによりスギ、カラマツの成長が促進されることを明らかにした。本発表においては、育成条件の違いによる成長の差異について報告する。



P-161 アカマツ精英樹人工交配家系におけるマツノザイセンチュウ抵抗性

○井城泰一<sup>1</sup>・山野遼太郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター東北育種場・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

アカマツ (*Pinus densiflora*) は、寺社仏閣や歴史的建造物の梁などの建築材として利用されている。しかし、マツノザイセンチュウにより引き起こされるマツ材線虫病により、壊滅的な被害を受けている。このため、東北育種基本区においても、1992年より関係各県と連携して「東北地方等マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業」を開始した。現在も、関係各県と連携してアカマツの抵抗性品種の開発を進めている。マツノザイセンチュウ抵抗性品種の開発は、マツ材線虫被害害林分より候補木を選定し、マツノザイセンチュウを人工的に接種する一次検定および二次検定を経て、抵抗性品種として開発されている。

それに加えて、東北育種場では、東北育種基本区で選抜されたアカマツ精英樹人工交配家系にマツノザイセンチュウを接種し、マツノザイセンチュウ抵抗性を評価してきた(一次検定)。その生存個体は東北育種場内に保存されている。2015年から2017年にかけて、この保存されている生存個体の接ぎ木苗を育成し、マツノザイセンチュウの接種試験を行った(二次検定)。本報告では、その結果を報告する。

P-163 ギヤマツ雑種 F<sub>1</sub> 優良系統の材質に対する植栽密度の影響

○花岡 創・中田了五・玉城 聡・福田陽子

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター北海道育種場

ギヤマツ雑種 F<sub>1</sub> はギヤマツを母樹、カラマツを花粉親とした雑種 F<sub>1</sub> であり、ギヤマツの持つ耐鼠性やカラマツ並みの成長性を併せ持つことなどから、北海道での造林用樹種として大きな期待が寄せられている。これまでに北のバイオニア1号や中標津4号×諏訪16号、グリーンム、クリーンラーチなど、複数の優良系統が開発されている。本研究では、これら4系統を挿し木または実生で育成し、2000本/haおよび1000本/haの植栽密度で植栽した試験地を対象に、材質形質に対する先述の各種条件の効果について検証した。12年生時にファコップを用いて応力波伝播速度を、ピロディンを用いてピン貫入量を測定した結果、応力波伝播速度、ピロディンのピン貫入量とも、2000本/ha区の方が1000本/ha区よりも平均値が5%程度高く、すなわち、2000本/ha区でヤング率がやや高く、材密度がやや低いと考えられた。しかし、系統間や挿し木・実生苗間には差は見られなかった。植栽密度区間には10年次の胸高直径に差があったことが確認されており、その影響が考えられた。

P-162 抵抗性アカマツ採種園種苗の抵抗性における母樹の性能と交配組合せの効果

○岩泉正和<sup>1</sup>・三浦真弘<sup>1</sup>・片桐智之<sup>2</sup>・吉岡 寿<sup>3</sup>・大池航史<sup>4</sup>・杉本博之<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>2</sup> 岡山県林政課・<sup>3</sup> 元 広島県立総合技術研究所林業技術センター・<sup>4</sup> 山口県森林企画課・<sup>5</sup> 山口県岩国農林水産事務所

抵抗性マツ採種園造成から30年以上が経過し、種苗の普及が進む中、生産種苗には高い抵抗性を安定して発揮することが求められている。そのため、種苗の性能の違いに影響しうる母樹や花粉親の能力、園外交配率や交配組合せの変動をもたらす採種園の成熟度(園齢)等の要因について明らかにする必要がある。本研究では、母樹や系統構成、植栽・採種年次の異なる複数の抵抗性アカマツ採種園種苗を対象に線虫接種を行い、母樹家系間での抵抗性の違い及び花粉親による影響を評価した。複数年次にわたり6採種園の計63母樹から得られた実生家系(家系当り最大32本)を対象に調査した結果、いずれの採種園も母樹の抵抗性ランクが高い家系ほど有意に高い健全率を示した。一方、同一系統でも異なる採種園の母樹間では健全率に違いが見られ、園齢15年以上では安定して健全率が高かった。上記の成熟採種園では園外交配率が低く、花粉親情報を組み込んだ線形混合モデルでは、園内交配で花粉親のランクの高い実生苗ほど健全率が高いと推定された。以上の結果から、基本的には採種母樹の抵抗性ランクを高めかつ園内の抵抗性花粉源を確保することが、安定した抵抗性の発揮に重要と考えられた。

P-164 西南日本の3地域におけるスギ精英樹の植栽3年後の成長

○三浦真弘<sup>1</sup>・新原一海<sup>2</sup>・坪田幸徳<sup>3</sup>・上杉 基<sup>4</sup>・武津英太郎<sup>5</sup>・栗田 学<sup>6</sup>・高橋 誠<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>2</sup> 岡山県農林水産総合センター森林研究所・<sup>3</sup> 愛媛県農林水産研究所林業研究センター・<sup>4</sup> 宮崎県林業技術センター・<sup>5</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター・<sup>6</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター九州育種場

気候変動は、森林へ重大な影響を及ぼすと懸念されており、気候変動に適応したスギの作出技術開発が求められている。環境適応にかかる品種改良を進める際、生育期間が長い林木では、変動が大きい環境因子に対しても耐性が高く、なおかつ広域に適応できるような品種が望ましい。そこで、気候が異なる西南日本3地域(岡山県、愛媛県、宮崎県)の一般造林地で、環境応答性の評価を目的としたスギ植栽試験地を設定し、そこに共通の精英樹クローンを植栽し、乾燥に対する成長反応を比較した。植栽系統は、精英樹および花粉症対策品種を対象とした。乾燥状態及び生育状況を調べるため、全植栽木の根元部分を簡易土壌水分計で測定し、年4回樹高、生育状態を記録し、成長休止期の12月には根元径及び雄花着生の有無を植栽3年後まで記録した。生存率は、どの試験地も1年目に約5~15%低下し、2年目以降も、岡山、愛媛では乾燥している場所で低くなる傾向があったが、宮崎では乾燥程度による違いは小さかった。成長は、どの試験地でも土壌水分が多い箇所ほどよい傾向があった。雄花着生個体の割合は、10~20%となったが、現時点では乾燥に対する傾向は確認されていない。

P-165 スギエリートツリー人工交雑温室産種子由来コンテナ苗の検定林での初期成長

○山野遼太郎<sup>1</sup>・大平峰子<sup>1</sup>・永野聡一郎<sup>1</sup>・千葉一美<sup>1</sup>・高島有哉<sup>1</sup>・坪村美代子<sup>1</sup>・加藤一隆<sup>2,1</sup>・高橋 誠<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター北海道育種場

林木の効率的な遺伝的改良のためには、花粉親及びその系統の特性が既知であることが望ましい。このため、しばしば系統管理に配慮しつつ花粉を収集し人工交配が行われてきた。スギでは雄花錐内で花粉が発芽能力を得るタイミングを見計らって雄花錐が付着する枝をグラシン袋で覆って花粉を収集する方法が一般的である。この方法は多大な労力を要し、収集した花粉を何らかの方法で雌花に受粉させる必要があるため、多くの交配組合せを行うには困難を伴い、効率的に遺伝的改良を進める上での障がいとなってきた。我々は、これら花粉収集と人工交配の手間を省くため、ブース内交配により第二世代精英樹候補木同士の人工交配種子を高効率に得て、事後的にDNA分析により花粉親を同定する方法による遺伝的改良が技術的に可能かを検討し、得られた種子によるコンテナ苗育成と検定林造成および形質評価を試行した。今回は、植栽後3成長期経過するまで毎年行った樹高調査の結果とこの方法で得られきた交配組合せ数について報告する。なお、本研究は農林水産省による戦略的プロジェクト研究推進事業「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発」(18064868)の支援を得て推進した。

P-167 トドマツ雄花当たり花粉量にみられるクローン間変異

○加藤一隆

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター北海道育種場

トドマツは北海道において主要な造林樹種であるため育種対象樹種に含まれており、精英樹を利用した採種園も10箇所以上造成されている。精英樹ごとの雄花着生量に関するデータは公表されているが、雄花の大きさや花粉量の変異に関するデータはほとんどない。雄花着生量が同等でも雄花当たりの花粉量が異なる場合には雄親の採種園での貢献度も変動するため、その変異について明らかにする必要がある。そこで、2020年5月上旬～中旬にかけて雄花が確認された11クローンから開花直前の雄花を毎日適当に5個ずつ(30～95個)採取し、生重を測定後、室内で葉包紙の上に開花するまで放置した。その後、開花が十分に完了した雄花について花粉及び鱗片の重量を測定した。その結果、雄花の生重はクローン平均で73.6～202.2mgの範囲で3倍近い差がみられ、変動係数が高い(0.46)クローンもみられた。一方、花粉及び鱗片の重量は、それぞれ7.3～19.6mg、5.2～19.2mgの範囲であったが、花粉重量は生重よりも鱗片の重量により依存していた。したがって、雄花着花量が同等でも雄親としての採種園での貢献度は大きく異なることが示唆された。

P-166 ドロノキサシ木苗における3年間の成長のクローン間変異

○生方正俊・山口秀太郎・福山友博・弓野 奨・竹中拓馬・藤原優理

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

ドロノキは、我が国では、本州中部以北から北海道にかけて分布し、成長性に優れ、さし木の発根性も良いことから、北方地域での早生樹として期待されている樹種の一つである。ドロノキの直さし造林技術を開発するため、個体別に採取した穂木を用いた試験地を設定し、生育状況や成長性の調査を行っている。今回は、さし付けてから3成長期後の成長性についてとりまとめた結果を発表する。(国研)森林総合研究所林木育種センターの長野増殖保存園(長野県御代田町)のドロノキ産地別試験地に植栽されていた60個体の成木から穂木を採取し、2018年5月に同園内に直さし試験地を造成した。2020年11月に全ての生存個体について樹高、根元径を測定した。樹高の平均は363.4cmであり1年前の169.8cmに比べ大幅に伸長した。最も大きなものは、樹高718cmだった。クローン別の平均では515.5cm～121.5cmと差が大きく、有意なクローン間差が検出された。しかし、採穂した母樹の樹高とそれらのクローン個体の樹高との間に有意な相関は認められず、成長の良い個体から得られたクローン個体の初期成長が必ずしも良いとは限らないことが示唆された。

P-168 地上LiDAR再計測による試験林の成長モニタリングと樹幹形状解析

○平岡裕一郎<sup>1</sup>・江藤信輔<sup>2</sup>・松下通也<sup>3</sup>・高橋 誠<sup>3</sup>・増田 宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 静岡県立農林環境専門職大学生産環境経営学部・<sup>2</sup> 電気通信大学大学院情報理工学研究科・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

林木育種における成長形質の評価のために、次代検定林の定期的な成長量調査が行われている。リモートセンシング技術のひとつである地上型レーザスキャナによるLiDAR(Light Detection and Ranging)計測は、林内の3次元情報が点群データとして取得できるため、樹幹のサイズや形状に関する形質の抽出が可能である。演者らは、林内の地上LiDAR計測によって得られた3次元点群から樹木個体の樹高や胸高直径、様々な地上高における樹幹径、幹の通直性を高精度で推定する手法を開発し、1時点でのLiDAR計測の有効性を既に確認している。本研究では、同一検定林で2年の間隔をおいて地上LiDAR計測を実施し、それぞれの時点で取得した3次元点群から樹幹モデルを生成した。その結果、98%以上の個体の樹幹モデルが両時点で得られた。これら樹幹モデルに基づき形質の変化を解析したところ、特に樹高の推定結果が良好であった。また、通直性の指標としての樹幹形状を比較した結果、多数の個体で両時点における形状が一致した。本発表ではこれら結果を基に、経時的なLiDAR計測による検定林調査の可能性について議論する。



P-169 UAVによるスギ若齢木の樹冠形状計測と系統間差の解析

○武津英太郎<sup>1</sup>・栗田 学<sup>2</sup>・久保田正裕<sup>2</sup>・三浦真弘<sup>3</sup>・松下通也<sup>1</sup>・高島有哉<sup>1</sup>・上杉 基<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>4</sup> 宮崎県林業技術センター

若齢木の樹冠サイズや形状は、林冠閉鎖までの時間や下層植生の抑制に影響するため、造林初期の保育を考える上で重要な特性であり、同時に初期成長にも影響すると考えられる。これらが遺伝的に異なることは経験知である一方、量的形質としての解析例は少ない。本研究では、若齢スギの樹冠サイズおよび形状の遺伝性を把握する目的で行った。宮崎県および茨城県に設置された、3年生のスギ試験地（乱塊法73クローン計630個体、および単木混交93クローン計372個体）において、樹冠半径を樹冠サイズとして実測した。樹冠サイズの広義の遺伝率は、宮崎と茨城でそれぞれ0.42および0.68であり、樹高の広義の遺伝率（0.34および0.57）を上回った。一方で、樹冠サイズと樹高との相関は、0.77および0.70であり、高い関係性が認められた。樹冠サイズについてモデル選択の結果、クローンのランダム切片および樹高に対してのランダム傾きが入ったモデルが採用され、平均樹高でのクローンごとの樹冠サイズの予測値の範囲は、宮崎で0.29m~0.56m、茨城で0.26m~0.70mであった。同じ試験地で、UAV画像から樹冠サイズと形状の推定を行った結果について報告を行う。

P-171 複数検定林におけるRTK-GNSSを用いた苗木個体配置図の作成

○松永孝治<sup>1</sup>・武津英太郎<sup>2</sup>・入江博樹<sup>3</sup>・栗田 学<sup>1</sup>・倉原雄二<sup>1</sup>・福田有樹<sup>1</sup>・久保田正裕<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター・<sup>3</sup> 国立熊本高等専門学校建築社会デザイン工学科

林木育種の試験地では遺伝子型の異なる様々な系統が長い期間にわたって調査され、優良な系統の評価・選抜が行われる。各系統の特性を適切に評価するためには、試験地内の各個体の系統情報と位置情報を正確に取得して記録しておく必要がある。近年、安価なRTK-GNSSキットとQRコードラベルを用いて、植栽苗木の正確な地理情報（緯度、経度、標高）と苗木の系統情報を簡易に取得するマッピングツールを開発した。これまでの研究では、比較的平坦な植栽地において個体あたり20秒程度以下の時間で水平方向の誤差が10cm以下のかなり正確な位置情報と正確な系統情報を取得することができていた。ここでは、植栽地の地形がこのツールを用いたマッピングの効率に及ぼす影響を調べるために、最近スギを植栽した傾斜が異なる3つの試験地においてこのマッピングツールを使用し、傾斜地への適用可能性について検討したので報告する。

P-170 UAV空撮画像を利用したグイマツとグイマツ雑種F<sub>1</sub>の黄葉フェノロジーの比較

○福田陽子・花岡 創・玉城 聡・加藤一隆

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター北海道育種場

グイマツを母樹、カラマツを花粉親とするグイマツ雑種F<sub>1</sub>は、成長に優れ耐鼠性が高いことから、北海道では重要な造林樹種の一つである。発表者らはこれまでの研究で、グイマツ、カラマツ、グイマツ雑種F<sub>1</sub>では開葉時期および黄葉が開始する時期（葉中のクロロフィル量が急減する時期）に差異があること、種内においてもクローン間変異があることを明らかにした。光合成活動期間の差異は成長等の有用形質の変異に関与する可能性があることから、本研究では、効率的に黄葉フェノロジーを調査するため、9月下旬および10月上旬の2回、グイマツのオープン家系（グイマツ×グイマツの個体とグイマツ雑種F<sub>1</sub>の個体を含む）が植栽されている試験地においてUAVによる航空写真の撮影を行い、RGB値より算出される植生指標（GEI, GRVI, RGBVI, VARI）を用いた葉色の種および家系間の比較と季節変化の検出を試みた。その結果、いずれの指標においても家系間変異が認められた。また、同一撮影日の航空写真を用いた葉色の相対評価は可能と考えられたが、撮影日の異なる画像の比較については手法の改良が必要であることが明らかになった。

P-172 スギにおける不定胚形成過程が花粉親寄与率に及ぼす影響

○金枝拓実<sup>1</sup>・本多美由貴<sup>2</sup>・丸山 E. 毅<sup>3</sup>・上野真義<sup>4</sup>・平山聡子<sup>5</sup>・番場由紀子<sup>6</sup>・森口喜成<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 新潟大学大学院自然科学研究科・<sup>2</sup> 新潟大学農学部・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所企画部・<sup>4</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所樹木分子遺伝研究領域・<sup>5</sup> 新潟県新潟地域振興局・<sup>6</sup> 新潟県森林研究所

優良な無花粉スギクローンの選抜を行うための検定林造成に必要な相当数のクローン苗木を短期間に作出する方法として組織培養技術の利用が考えられる。一般的に、スギでは不定胚形成技術による植物体の再生は1つの未熟種子由来の細胞から行われる。複数個体の花粉を混ぜて人工交配を行うポリクロスで生産された未熟種子を組織培養に利用することで花粉親が異なる多様な系統（クローン苗木）が効率的に作出できると期待されるが、生産される苗木に極端に大きく寄与する花粉親があるとその効率が悪くなる。そこで、本研究ではポリクロス由来の未熟種子からカルスを誘導し、花粉親寄与率を調べた。2019年3月と、2020年3月に3個体と10個体の花粉を混ぜた混合花粉を用いた2種類のポリクロスを行い（3mixと10mix）、それぞれの交配で得られた未熟種子からカルスを増殖させ、マイクロサテライトマーカー7座を用いて花粉親寄与率を決定した。解析の結果、ポリクロスに用いる花粉親数を多くすることで均等寄与からの隔たりを緩和できる可能性が示唆された。本研究は、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援によって実施した。



P-173 ヒバ葉条からの多芽体形成と増殖細胞の誘導・プロトプラストの単離

○細井佳久

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

森林総合研究所構内に植栽されているアスナロ、ヒノキアスナロの葉条切片を殺菌し、MS、改変MSに植物生長調節物質として2,4-DとBAPを組み合わせて添加し、シヨ糖濃度を0.3、1、2、3%に変化させた固形培地上で16時間照明下、培養した。その結果、多芽が分化し、多芽体を形成させることができた。多芽体は誘導時と同一の培地で培養することで維持増殖が可能であった。アスナロについて得られた多芽体を、無機塩濃度を1/2にし、シヨ糖濃度を1%にしたMS固形培地上で、16時間照明下、培養すると多芽からシュートが伸長した。両樹種の多芽体について、継代培養中に生じるカルス状の細胞塊と、多芽体を細断した組織片について、16時間照明下、固形培地上で静置培養した。また、同様の培養材料について100ml培養フラスコを用い、30ml液体培地へ移して暗黒下、60rpmで振盪培養した。液体培養では多くの単一細胞の遊離が観察された。固形培地や液体培地で増殖する細胞塊や単一細胞についてプロトプラストの単離を行った。

P-175 輸出用植木類の根部土壤除去後の保湿資材の違いが水分ストレスに及ぼす影響

○高橋 玄

千葉県農林総合研究センター花植木研究室

千葉は植木類の生産が盛んな県であり、イヌマキを中心に中国やベトナム、台湾へ輸出が行われている。植木類の輸出は、検疫の厳格化により土壤を除去しての輸出を義務付ける国が増えており、根洗い技術の確立が輸出拡大のための課題となっている。根洗いは、根圏に生息するセンチュウ類を効率よく除去できる反面、根傷みに伴う樹勢の衰退により、作業後に枯死することもある。そこで、根洗いによる樹勢の衰退を軽減するために、土壤除去後に使われる根の保湿資材・被覆資材の検証及び選定を行った。その結果、慣行の保湿資材である水苔と比較して、ピートモスで保湿した場合、根洗い後の葉身含水率が高く維持され、枯死葉の割合も有意に低かった。また、細根の発生は、水苔よりピートモスの方が多かった。一方、根を包む被覆資材については、供試した3種の資材（ポリフィルム、不織布、ネット）の間で、枯死葉の割合や葉身含水率には見られなかった。これらの結果から、ピートモスは樹体の水分ストレスを軽減でき、樹勢衰退の軽減に有効だと考えられ、根部土壤除去後の保湿資材にはピートモスが適している。

P-174 3 成長期間の土壤乾燥に対するスギ成木の応答 I。葉の水利用特性

○井上裕太<sup>1</sup>・田中憲蔵<sup>1</sup>・荒木真岳<sup>1</sup>・川崎達郎<sup>1</sup>・北岡 哲<sup>1</sup>・釣田竜也<sup>2</sup>・阪田匡司<sup>2</sup>・齊藤 哲<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所植物生態研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

長期の土壤の乾燥がスギの葉の水利用特性に与える影響を評価するため、約40年生のスギ人工林内に林内雨を遮断した乾燥区と対照区を設置し、林内雨遮断処理を2018年5月末から3成長期にわたり行った。夜明け前と日中の水ポテンシャル（それぞれ $\psi_{pre}$ 、 $\psi_{mid}$ ）、原形質分離時の水ポテンシャル（ $\pi_{tp}$ ）を定期的に測定した。乾燥区の土壤は1年目の夏季にやや強い乾燥が生じ、2年目、3年目はスギの成長期を通じて非常に強い乾燥が生じた。各年ともに、 $\psi_{pre}$ は春から秋に乾燥区で対照区よりも有意に低い値を示し、スギは特に夏季に乾燥ストレスを受けていた。一方、 $\pi_{tp}$ は春から夏にかけて高く冬に低いため、夏に耐乾性が低いことがわかったが、処理間差はみられなかった。 $\psi_{mid}$ は1年目の春から夏にかけて $\pi_{tp}$ 付近まで低下した。これは、スギが葉のしおれ点ぎりぎりまで光合成活動を行っていることを示唆するが、より土壤が乾燥した2年目、3年目も同様であった。以上より、長期の土壤の乾燥に対して、スギは夏季に最も乾燥ストレスを受けることが変わらず、耐乾性の向上や水利用様式の変化といった順化は認められないことが明らかになった。

P-176 相対湿度制御下での赤外分光法による高木スギ葉横断面への水吸着

○東 若菜<sup>1</sup>・中嶋 悟<sup>3,4</sup>・山北絵理<sup>2</sup>・太田民久<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 神戸大学大学院農学研究科・<sup>2</sup> 大阪大学・<sup>3</sup> 関西大学・<sup>4</sup> 自然環境・科学技術研究所・<sup>5</sup> 富山大学

葉の貯水性は高木における梢端への水輸送の困難さを補償し、組織の解剖特性や生理特性に加え、生体分子や水の物理化学特性が複雑に関与している。そこで、葉において水分子がどのように吸着されるか、生体分子と水との相互作用に基づいて理解することを目的とし、スギの梢端（52m）および樹冠下部（19m）の葉の横断面切片を、相対湿度（RH）制御下において、顕微赤外分光法で測定した。OH吸収帯面積（葉の含水量と相関するスペクトル領域）は、どのRHでも常に梢端が樹冠下部より大きかった。この梢端葉の高い水分吸着性は移入組織の表面積が大きいことに起因し、ペクチンのCa架橋構造の水分吸着への効果は小さいと考えられた。OH吸収帯を4つのガウス型成分で近似したところ、RHの増加とともに、長い水素結合（自由水：3550 $\text{cm}^{-1}$ ）および短い水素結合（結合水：3200 $\text{cm}^{-1}$ ）の成分が、梢端と樹冠下部で同様に吸着された。一方、自由水の吸収帯面積は、どのRHでも常に梢端が樹冠下部よりも大きかった。スギの葉の横断面上において、自由水は多糖類の疎水性CH基の表面に緩く吸着され、結合水は多糖構造の薄層にきつく保持される可能性が示唆された。

P-177 無道管被子植物ヤマグルマの生理生態特性 —冷温帯構成樹種 5 種との比較—

○和田智弘・加藤正吾・片畑伸一郎

岐阜大学応用生物科学部

ヤマグルマは、被子植物でありながら通水機能を仮道管に依存している。ヤマグルマが仮道管をもつことにどのような生態学的意義があるのかを解明するための第一歩として、本研究では、ヤマグルマの生理生態特性を明らかにすることを試みた。

調査地は岐阜県中津川市神坂にある標高 1370m に位置する湯船沢国有林 2245 林班とした。調査地内に自生するヤマグルマ、ヒノキ、ミズナラ、イヌブナ、ミズメ、コミネカエデの陽樹冠の枝を対象に P-V 曲線を測定し、乾燥耐性の指標になる飽水時の浸透ポテンシャル ( $\Psi_{Osat}$ )、膨圧を失うときの水ポテンシャル ( $\Psi_{Wtlp}$ ) や膨圧を失うときの相対含水率 (RWCltp) について解析した。その結果、ヤマグルマの  $\Psi_{Osat}$  と  $\Psi_{Wtlp}$  は最も低かった。しかし、RWCltp はヒノキ以外の 5 種と同程度であった。一方、ヒノキの RWCltp は他種と比較して有意に低かったが、 $\Psi_{Osat}$  と  $\Psi_{Wtlp}$  は、ヤマグルマほど低くはなかった。以上より、ヤマグルマとヒノキは同じ仮道管を持つ種であるが、乾燥への適応の仕方が異なることが示唆された。本発表では、以上の結果に加え、細胞の体積弾性率や光合成特性も踏まえて考察する。

P-179 温帯性および亜熱帯性ササ類の氷核活性物質の探索

○久保 光・石川雅也・松下範久・福田健二

東京大学大学院農学生命科学研究科

植物の氷点下の温度に対する生存戦略として、細胞外の特定位を高い温度で凍結させて致命的な細胞内凍結を防ぐ細胞外凍結や器官外凍結がある。これらの凍結様式には、氷晶形成を助ける氷核活性物質の関与が推測されている。しかし、植物由来の氷核活性物質に関する報告例はほとんどない。本研究では亜熱帯性ササ類 2 種 (トウチク、スホウチク) と温帯性ササ類 2 種 (チシマザサ、ミヤコザサ、スズタケ) の氷核活性物質を探索し、物質の物理的、化学的性状を調べた。亜熱帯性ササ類 2 種と温帯性ササ類 3 種の稈と葉身を蒸留水に浸漬・脱気して得た抽出液の氷核活性を測定したところ、高い氷核活性が認められた。すなわち、いずれの種も表面またはアポプラストに遊離性の高い氷核活性物質をもつことが示された。サイズ分画の結果、粒子サイズが大きい画分に、より高い氷核活性があった。物理的、化学的性状から、温帯性ササ類 3 種の氷核活性物質は粒子状のタンパク質様物質が主体だと考えられた。一方、亜熱帯性ササ類の氷核活性物質も主要なものはタンパク質と考えられたが、温帯性ササ類よりも多様な種類があり、種や部位によって異なる氷核活性物質をもつことが示唆された。

P-178 落葉広葉樹の樹幹水分動態の季節変化

○和泉健太・上田正文

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

【はじめに】樹木の水分状態の季節変化を明らかにすることは、樹木の健康度や水分生理作用を把握するにとどまらず、植生分布および森林衰退の予測を行う上で重要となる。そこで、落葉広葉樹であるブナについて葉の無着生期間と着生期間における樹幹内の水分動態について調べた。

【方法】京都府立大学構内に生育するブナ 2 個体 (樹高 10.7 m と 9.7 m、DBH 31.2 cm と 16.2 cm) について、樹幹含水量を ADR 法により、樹液流速を HRM により 5 分間隔で測定した。

【結果】樹幹含水量は、展葉開始前から増加し始め、展葉開始頃に最も高くなり、展葉の進展に従い低下した。樹液流速は、展葉開始後数日遅れて上昇し、葉の展開期間は夜間においても高い値を示した。葉の着生期間の樹幹含水量は、夜明け前に最大、日中に最小となる日変化を示し、樹液流速は、夜明け前に最小、日中に最大となる日変化を示した。それに対し、葉の無着生期間の樹幹含水量と樹液流速は、夜明け前に最小、日中に最大となる日変化を示した。また、葉の着生期間に無降雨期が継続すると、樹幹含水量が低下し、樹液流速の日中の最大値が低下するとともに夜間の最小値は上昇する傾向を示した。

P-180 水ストレスに対するヒノキの花成応答

○兼松史奈<sup>1</sup>・福田拓実<sup>2</sup>・山田晋也<sup>2</sup>・片畑伸一郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学応用生物科学部・<sup>2</sup> 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

現在、再造林用の苗木が不足しており、効果的な苗木生産技術が求められている。そのためには、効果的な着花や種子生産が必要である。樹木の着花を自然に任せると年変動するため、例えばスギにおいては、植物ホルモンのジベレリン 3 ( $GA_3$ ) を葉面散布する着花促進技術が開発されている。しかし、ヒノキは  $GA_3$  に対する感受性は低いため、 $GA_3$  に代わる効果的な着花促進技術が求められている。

我々の先行研究において、 $GA_{4/7}$  ( $GA_4$  と  $GA_7$  の混合) に対してほとんどの系統で花成応答することを明らかにし、その花成メカニズムの一部も明らかにした。しかし、 $GA_{4/7}$  に対する花成応答が極めて低いヒノキが 1 系統だけ存在していた。この系統は少花粉 (雄花が少ない) の性質をより強く持っている可能性があり、花粉症対策を考慮した森づくりを考える上で重要な系統であるため、新たな着花促進技術が必要である。そこで我々は、水ストレスと花成の関係に着目した。一部の針葉樹において、メカニズムは不明ながら、水ストレスによって花成が誘導されることが報告されている。本研究では、水ストレスに対するヒノキの花成応答性を明らかにし、そのメカニズムについて考察することを目的とした。



P-181 カラムツの FT/TFL-like 遺伝子の部分塩基配列の決定とその発現特性

○中島 剛<sup>1</sup>・五十嵐恵<sup>2</sup>・赤田朝子<sup>2</sup>・初山慶道<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 青森県産業技術センター林業研究所・<sup>2</sup> 青森県産業技術センター弘前工業研究所・<sup>3</sup> 青森県産業技術センター農林総合研究所

カラムツは成長が早く材強度が優れることなどから寒冷地の主要な造林樹種の一つであり、近年、造林需要が増加している。しかし花芽形成の周期が不規則であり着花促進技術も確立していないため種子の安定供給が困難である。カラムツは短枝に雌雄別の花をつけるが開花を制御する分子機構なども未解明である。本研究では植物の開花を制御する FT/TFL1 を含む遺伝子ファミリーに着目して発現解析を行った。試料は 8 から 10 月に計 3 回、カラムツの花芽・葉芽を採取し液体窒素で凍結後、RNA を抽出し cDNA を合成した。既知の FT/TFL1 遺伝子に高い相同性を持つ領域のアミノ酸配列に対して縮重プライマーを設計して RT-PCR 法により増幅した部分 cDNA1 種類 (LkFTL) の塩基配列を決定した。LkFTL と既知の FT/TFL ファミリー遺伝子の配列情報を用いて系統樹を作成した結果、トウヒ属の FT/TFL と最も相同性が高かった。また、特異的プライマーを設計して LkFTL の発現特性をリアルタイム PCR 法により調べた結果、9 月の花芽で相対発現量が最も高く、同時期の葉芽の約 3 倍であった。今後、LkFTL の機能解析を進めることでカラムツの開花を制御する技術開発に繋がる知見を得ることが期待される。

P-183 ブナとシロイヌナズナにおける FT プロモーターの比較解析

○赤田辰治<sup>1</sup>・鳥丸 猛<sup>2</sup>・大宮泰徳<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 弘前大学農学生命科学部・<sup>2</sup> 三重大学生物資源学部・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

本研究ではブナの開花周期にみられる個体変異の要因が、FT プロモーター構造の多様性に起因する可能性を追求するため、同領域における塩基多型の解析を行った。FT タンパク質は葉の葉脈における篩管伴細胞で合成され、茎頂分裂組織に輸送されて花成誘導の引き金となる。シロイヌナズナ *AtFT* の発現誘導には転写因子 CONSTANS (CO) が関わっており、*AtFT* プロモーターにはその認識配列としての CORE (TGTGXnATG; 但し、n=6~8) が TATA-box 上流 1 kb 以内に 2 カ所確認されている。また、CO の働きを介助する転写因子である nuclear factor Y (NF-Y) は *AtFT* の上流約 2~6 kb に散在する CCAAT 配列を認識して CO を CORE に導くと報告される。このステップが花成誘導に重要な役割を持つ可能性がある。一方、ブナ *FcFT* のプロモーター領域には、転写開始コドン (ATG) から 118 塩基上流に TATA-box、465 塩基上流に CORE 様配列が存在し、さらに 4378~6012 塩基上流には 11 カ所の CCAAT 配列によるクラスターが同定された。これらの *FcFT* 上流配列に同定された個体変異と開花年の多様性について報告する。

P-182 カラムツの花芽分化と長枝形成の関係

○馬場俊希<sup>1</sup>・斎藤秀之<sup>2</sup>・宮本敏澄<sup>2</sup>・渋谷正人<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup> 北海道大学大学院農学研究院

カラムツは寒冷地の造林樹種で、着花促進技術の向上が求められている。カラムツの花芽分化は短枝の茎頂において 6 月下旬~7 月上旬ごろに発生する。同じ時期、長枝の伸長成長も盛んであるため長枝は樹冠内の養分シンクになっている。一般に、樹木の花芽分化において窒素やリンなどの養分は花成の制限要因として作用すると考えられている。したがって、長枝の伸長成長による養分シンク作用が近隣の枝に養分環境勾配を作り出して短枝の花芽分化を制限しているならば、短枝の茎頂における養分濃度と長枝との位置関係に相関が現れ、さらに樹冠内の花芽分化する短枝の位置にも長枝との関係性が現れることが予想される。本研究は、カラムツ樹冠を対象に葉面施肥による養分操作実験を行い、カラムツの花芽分化における養分の役割と長枝の伸長成長の影響について明らかにする。

P-184 ポプラの花成抑制遺伝子をゲノム編集した影響

○西口 満・宮澤真一

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

2020 年のノーベル化学賞に輝いた CRISPR/Cas9 法はゲノム編集技術の一つであり、遺伝子の機能解明、医療、品種改良などへ応用するため、世界中で技術開発が行われている。林木や果樹を含む樹木においても、効率的なゲノム編集技術の開発やゲノム編集樹木の特性解析が進められている。本研究では、ポプラ (*Populus nigra*) へのゲノム編集の影響を解明するため、生理学、生化学、分子生物学的な解析を行った。ゲノム編集していない普通のポプラは挿し木苗が開花するまで数年以上かかるが、CRISPR/Cas9 法で花成抑制遺伝子に変異を導入し機能欠損させたゲノム編集ポプラは、長日条件下で 1 年以内に開花した。ゲノム編集ポプラの葉および茎の乾燥重量は普通のポプラよりも減少した。一方、葉の光合成能力については、ゲノム編集ポプラと普通のポプラの間で有意差は見られなかったことから、乾燥重量の減少は個体の総葉面積の縮小や節間の短縮が原因と考えられた。ゲノム編集ポプラでは葉中のグルタミン酸が増加し、花芽分裂組織決定遺伝子の一つである *APETALAI-2* 遺伝子の発現も高く、これらの要因が早期花成の引き金であることを示唆した。



P-185 葉緑素濃度の季節変化に現れるエピゲノムを介したストレス後遺症の可能性

○岡崎裕平<sup>1</sup>・斎藤秀之<sup>2</sup>・宮本敏澄<sup>2</sup>・渋谷正人<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学農学部・<sup>2</sup> 北海道大学大学院農学研究院

樹木の光合成に現れる環境ストレス後遺症は、即発性と遅発性に大別できる。即発性後遺症とは環境刺激を受けた後に即時的に生理不全が現れて継続する現象である。これに対して遅発性後遺症は、環境刺激が内在して後に時間を隔てて生理不全が現れる現象を指す。環境刺激が内在するメカニズムには、酸化ストレスなどが引き起こす遺伝子の化学修飾によるエピゲノムの作用や遺伝子の損傷など、遺伝子を介したメカニズムが考えられる。しかしながら、樹木において遅発性の影響は見逃されやすく、研究例が少なく不明な点が多い。そのために樹木では遅発性後遺症の事実さえ判然としていない。本研究は、遅発性後遺症が樹木においても発現することを明らかにするために、未成熟で環境ストレスの影響を受けやすいと予想される開芽期の葉の環境ストレスに注目して、一斉開葉型落葉広葉樹であるブナ苗木にオゾン (O<sub>3</sub>) 曝露を施して酸化ストレスを誘発させて葉のクロロフィル濃度の季節変化を調べ、光合成における即発性ならびに遅発性の後遺症について明らかにした。

P-187 スギとコウヨウザンのシュートにおける最大光合成速度の比較

○作田耕太郎

九州大学大学院農学研究院

コウヨウザンは中国における主要な造林樹種であり、初期成長が早いことや旺盛な萌芽力といった特性などから、林業経営におけるコストの低減に向けた針葉樹の早生樹種として日本国内での活用が検討されている。

これまでに国内において植栽されたコウヨウザンについては、成長や材質などに関する報告は散見されるものの、成長特性や植栽適地を理解する上で重要な生理的特性についてはほぼ検討されておらず、不明である。樹木の成長は土壤の水分状態のような環境因子とともに、シュートのガス交換特性のような生理的因子などに支配されることより、コウヨウザンについては、初期成長の早さが光合成速度の高さに支えられていることが予想される。

本研究では、スギ精英樹およびコウヨウザンの生理的特性、特にシュートのクロロフィル濃度と最大光合成速度について比較することを目的として、切り枝による室内実験を行った。その結果、コウヨウザンの当年生シュートにおけるクロロフィル濃度と最大光合成速度は、比較対象としたスギ精英樹 (指宿1号) よりも高いことが示されたと同時に、クロロフィル a と b の構成比にも違いが認められた。

P-186 アカエゾマツの個葉と枝レベルで推定した NDVI とクロロフィル濃度の関係

○玉城 聡・花岡 創・福田陽子

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター北海道育種場

NDVI (正規化植生指数: 近赤外光と赤色光の比率で計算される指数) から個体ごとのクロロフィル含量を推定する上で、樹冠内の変動の把握や測定材料 (枝、針葉等) 間の比較が必要である。そこでアカエゾマツの異なる樹冠位置から採取した枝 (シュート) を用いて、枝レベルと針葉レベルで NDVI を推定し、クロロフィル量との関係を調べた。9月と10月に枝をサンプリングし、枝ごとに近赤外カメラで撮影し、NDVI 値を推定した。また、携帯式 NDVI 測定装置で針葉の NDVI 値を推定した。近赤外カメラと携帯式測定装置でそれぞれ推定した NDVI 値と生化学的手法で推定したクロロフィル量との相関係数は、9月では前者が 0.330 で後者が 0.473、10月では前者が 0.418 で後者が 0.844 であった。クロロフィル量と NDVI 値について個体と樹冠位置を要因とした分散分析を行った結果、個体間差はいずれも有意であり、樹冠位置については近赤外カメラでの NDVI のみ有意であった。以上の結果から、携帯式測定装置は近赤外カメラと比べて樹冠位置の影響を受けにくく、個体のクロロフィル量の推定により適した手法である事が示唆された。

P-188 ブナの幹の異なる高さにおける光利用効率とガス交換

○橋本正明・片淵幸菜・山本愛華

静岡大学農学部

CO<sub>2</sub> 吸収は同化器官である葉で主に行われるが、非同化器官である枝や幹においても光合成色素のクロロフィルが存在し、CO<sub>2</sub> 吸収が確認されている。本研究では、ブナを対象に異なる高さにおける非同化器官での光利用効率とガス交換特性について検討する。

静岡大学農学部キャンパス内に生育するブナを対象に異なる高さの非同化器官におけるクロロフィル蛍光およびガス交換の測定を行った。クロロフィル蛍光の測定には携帯型クロロフィル蛍光測定器 Mini-PAM (WALZ) を用い、ガス交換の測定には多点通気および閉鎖型測定システムを用いた。ガス交換については成長期間に測定を行い、クロロフィル蛍光については落葉期間を含む季節変化での測定を行った。異なる高さにおける非同化器官を対象に、種々の要因とガス交換特性および光利用効率の変化について解析する。

## P-189 ブナとヒメシヤラ若木の樹皮 CO<sub>2</sub>フラックスの比較

○齋藤彼方・楢本正明・飯尾敦弘  
静岡大学農学部

樹木は葉だけでなく枝や幹の樹皮にも葉緑体を持つが、葉と比べるとその量は少なく樹皮の光透過性も低いため、幹枝光合成が個体生産に占める割合は非常に小さいと考えられている。しかし、ヒメシヤラは直径10cmを超える幹であっても樹皮だけでなく木部にまで葉緑体を持ち、また、外樹皮が薄く剥がれやすいため、幹枝光合成が個体生産に貢献している可能性がある。本研究はヒメシヤラにおける幹枝光合成の重要性を明らかにするために、ヒメシヤラと葉緑体の少ないブナの幹 CO<sub>2</sub>フラックスを比較する。具体的には、両樹種の幹に透明、遮光されたチェンバーをそれぞれ取り付け、自作した開放型ガス交換測定装置を用いて、幹 CO<sub>2</sub>フラックス（ヒメシヤラ：胸高直径12cm、ブナ：胸高直径7cm）を測定した。透明と遮光チェンバーのフラックスの差から樹皮光合成速度を計算した。

## P-191 針葉樹の光合成機能解析Ⅱ —光化学系Ⅰサイクリック電子伝達反応の抑制—

○津山孝人  
九州大学大学院農学研究院

針葉樹は木部の通水抵抗が高いため、葉が水不足に陥る危険性が高い。その危険性は特に高木の梢端部に潜在する。水ストレス下では、梢端部の恵まれた光環境は逆に光合成の阻害（光阻害）の原因となる。針葉樹は、水ストレス下で光合成の阻害を回避する仕組みを備えていると考えられる。我々は以前、針葉（裸子植物）は広葉（被子植物）よりもメーラー（Mehler）反応—葉緑体チラコイド膜における（光化学系Ⅰ下流での）酸素への電子の流れ—の能力が約10倍高いことを見出した。メーラー反応の結果、葉緑体内で活性酸素が発生するが、活性酸素は速やかに無毒化される。すなわち、活性酸素が安全に消去される限り、メーラー反応は過剰な光エネルギー（電子）のシンクとなり、光阻害を回避する安全弁として機能する。一方、メーラー反応は光化学系Ⅰサイクリック電子伝達反応と競争する。同反応においては、電子を光化学系Ⅰの周辺で回すことで、過剰な光エネルギーにシンクを提供する。本研究では遅延蛍光法を応用して、針葉樹における光化学系Ⅰサイクリック電子伝達反応の解析を行った。その結果、同反応は針葉樹において大きく抑制されていることが分かった。

## P-190 コナラの炭素輸送と成長特性

○高梨 聡<sup>1</sup>・安宅未央子<sup>2</sup>・檀浦正子<sup>3</sup>・Schaefer, Holger<sup>3,1</sup>  
<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup> 京都大学生存圏研究所・<sup>3</sup> 京都大学大学院農学研究科

森林の炭素循環過程は様々な気候帯で調べられて来ているものの、土地利用改変や攪乱からの回復過程については、メカニズムに基づいた定量的な理解が進んでいるとは言い難い。そこで本研究では、薪炭材やほだ木として利用されたり、近年ではナラ枯れによる枯死・衰退など、外部からの擾乱を数多く受けているコナラ（*Quercus serrata*）を対象として、その成長フェノロジーおよび炭素輸送特性について調査した。実験対象のコナラは直径約0.1m、樹高約10mであり、2018年3月に高さ1mの位置で切断し、萌芽後の展葉・落葉パターン等について調査した。コナラは2018年4月中旬に萌芽し始め、約30本の枝が伸長した。11月初旬から葉は色づき始め、12月初旬には葉は完全に枯れた。その後、一か月ほどで落葉し、2019年4月初旬には展葉・伸長し始めた。この展葉・落葉は切断していない成木とほぼ同様のパターンであった。また、2018年11月に<sup>13</sup>C<sub>2</sub>を用いたラベリング実験を行い、秋季に獲得した炭素を翌年の1月ごろまでは幹において呼吸として消費するものの、冬季にはほとんど消費せず、4月初旬ごろから再び呼吸として消費していることなどを観測した。

## P-192 針葉樹は広葉樹とは異なる光呼吸代謝をもつ

○宮澤真一<sup>1</sup>・深山貴文<sup>2</sup>・田原 恒<sup>1</sup>・鈴木雄二<sup>3</sup>・西口 満<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所樹木分子遺伝研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林防災研究領域・<sup>3</sup> 岩手大学農学部

光呼吸代謝は、CO<sub>2</sub>固定酵素ルビスコが酸素と反応して生じる有害な物質を、カルビン回路の代謝物である3-ホスホグリセリン酸（3-PGA）に変換する役割をもつ。針葉樹は光呼吸代謝に重要な葉緑体型グルタミン合成酵素を持たず、広葉樹とは異なる光呼吸代謝を有する可能性がある。針葉樹13種と広葉樹14種において、葉に含まれる光呼吸代謝物をガスクロマトグラフ型質量分析装置（GC-MS）などによって定量し、両者で比較した。その結果、3-PGAの前駆物質であるグリセリン酸の平均含量は針葉樹の方が低く、広葉樹の約10分の1であった。一方、グリコール酸およびグリオキシル酸においては、平均含量は針葉樹の方が高く、広葉樹の約2倍であった。次に、ポプラとスギの切り枝を用い、炭素安定同位体（<sup>13</sup>C）で標識された、グリセリン酸の前駆物質であるセリンを枝断面から蒸散流で吸わせて葉を採取し、標識された光呼吸代謝物をGC-MSで検出した。その結果、ポプラではグリセリン酸が標識されていたのに対し、スギではグリセリン酸よりもグリコール酸が標識されていた。以上から、針葉樹の光呼吸代謝はセリンをグリコール酸に変換する独自の経路を有することが示された。

P-193 Genetic variation in photosynthetic pigments among diverse origins of *Cryptomeria japonica* grown in common gardens

○ Han, Qingmin<sup>1</sup>・Kusumoto, Norihisa<sup>2</sup>・Suyama, Yoshihisa<sup>3</sup>・Kanetani, Seiichi<sup>4</sup>・Tsumura, Yoshihiko<sup>5</sup>・Uchiyama, Kyotaro<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Forestry and Forest Products Research Institute・<sup>2</sup> Forestry and Forest Products Research Institute・<sup>3</sup> Tohoku University・<sup>4</sup> Forestry and Forest Products Research Institute・<sup>5</sup> University of Tsukuba・<sup>6</sup> Forestry and Forest Products Research Institute

Forest ecosystem becomes more vulnerable in the face of intensifying pressures and risks of the global warming and climate change. Therefore, it is important to elucidate plant physiological acclimation to environmental changes. Natural forests of *Cryptomeria japonica* distribute from Aomori Prefecture (40°42' N) to Yakushima Island (30°15' N) in Japan and have been evolved into four genetic groups. Here, we examined variations in photosynthetic pigments in needles of these groups using seedlings grown in two common gardens (CG) located in Kumamoto and Miyagi Prefecture. The main finding is that rhodoxanthin content, accumulating during winter to protect the photosynthetic apparatus, was higher in the Pacific Ocean group than the other three groups (the north region, Japan Sea side and Yakushima Island). Moreover, chlorophyll content in all groups decreased when growing in the warmer CG.

P-195 アルミニウム耐性樹木ユーカリが含む加水分解性タンニンの網羅的解析

○田原 恒<sup>1</sup>・鈴木勝<sup>2</sup>・西口 満<sup>1</sup>・橋田 光<sup>1</sup>・伊東秀之<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 岡山県立大学大学院保健福祉学研究科

*Eucalyptus camaldulensis* (ユーカリ) は、酸性土壌で問題となるアルミニウム (Al) 過剰害に強い耐性を持つ。演者らは、ユーカリが Al 無毒化物質として加水分解性タンニン (以下、タンニン) oenothain B を含むことを見出している。本研究は、ユーカリが含む oenothain B 以外のタンニンも網羅的に同定し、それらの Al 無毒化能を評価することを目的とする。ユーカリの抽出物から 5 種類のタンニンをカラムクロマトグラフィーによって単離し、NMR および質量分析 (MS) によって 1,6-digalloyl glucose, strictinin, tellimagrandin I, pedunculagin, oenothain B と同定した。また、GC-MS によってタンニンの前駆物質である gallic acid と  $\beta$ -glucogallin も同定した。ユーカリで同定した 7 種類の化合物を含む 13 種類のタンニン関連化合物の Al 無毒化能を生物検定によって評価した。13 種類の化合物は全て Al 無毒化能を示し、分子量が大きいほど Al 無毒化能が高い傾向にあった。これらの結果から、ユーカリでは oenothain B だけでなく他のタンニンも Al の無毒化に寄与していることが示唆された。

P-194 低 Ca 濃度下で Al が熱帯フトモモ科樹木の根の伸長に及ぼす影響

○山ノ下卓・則定真利子・小島克己

東京大学アジア生物資源環境研究センター

過剰 Al による根の伸長阻害を Ca が緩和することが様々な種で報告されている。本研究では、Al 耐性種では低 Ca 濃度下でも Al 害が起きにくいという仮説を立て、東南アジアの酸性硫酸塩土壌で生育するフトモモ科樹木の *Melaleuca cajuputi* (Mc) と *Syzygium cinereum* (Sc) を材料とし、低 Ca 濃度下で Al が根の伸長に及ぼす影響を調べた。

培養液中の Ca 濃度を 0.0035、0.01、0.035、0.35 (標準) mM にした培養液それぞれに、Al を 0、0.4、2 mM の濃度になるように添加した組み合わせのうち、Mc は 0.01~0.35 mM Ca、0~2 mM Al の 9 種類の処理区、Sc は 0.0035~0.35 mM Ca、0~0.4 mM Al の 8 種類の処理区を設定し、処理 4 日間の根の伸長を測定した。両種とも、標準 Ca 濃度下でも、低 Ca 濃度下でも Al による根の伸長阻害はみられなかった。Mc では、Ca 濃度が低いほど Al による伸長促進が大きくなる傾向がみられ、伸長促進は 0.4 mM Al で顕著だった。一方、Sc では、逆に Ca 濃度が低いほど Al による伸長促進が小さくなる傾向がみられた。

P-196 カラマツにおけるカリウムチャンネル遺伝子の単離および解析

○細尾佳宏<sup>1</sup>・山田越季<sup>2</sup>・西村佳穂<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 信州大学学術研究院農学系・<sup>2</sup> 信州大学農学部・<sup>3</sup> 信州大学大学院総合理工学研究科

カリウムイオン ( $K^+$ ) は植物にとって必須な陽イオンの 1 つであり、成長や生命維持に関わる様々な局面で重要な役割を果たしている。植物体内での  $K^+$  の働きは、生体膜を横切る  $K^+$  の取り込み・排出調節 (膜輸送) と密接に関連しており、チャンネル、トランスポーターと呼ばれる膜タンパク質がこの  $K^+$  膜輸送を担っている。カラマツでは、これまで複数個の  $K^+$  トランスポーターをコードする遺伝子が単離され解析が行われたが、 $K^+$  チャンネルについてはほとんど研究されていない。本研究では、カラマツから  $K^+$  チャンネル候補遺伝子である *LkTPK1* を単離し、解析を行った。*LkTPK1* がコードするタンパク質の推定アミノ酸配列は、TPK ファミリーに属する既知の  $K^+$  チャンネルと相同性を有していた。そして、*LkTPK1* は他の 2 孔型  $K^+$  チャンネルと同様の構造を持つと推定された。発現解析では、*LkTPK1* は針葉、内樹皮、分化中木部などの様々な部位で発現が検出された。そして、各部位における発現の季節変動を調べた結果、発現量は月によって変化することが分かった。



P-197 低木における種ごとの光資源の利用体制 受光構造と光合成特性からの評価

○石橋和明<sup>1</sup>・水永博己<sup>2</sup>・楢本正明<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 静岡大学大学院総合科学技術研究科・<sup>2</sup> 静岡大学農学部

樹木の3次元構造は、葉の空間配置を決定し光資源獲得を規定するため、その個体の成長や生存に深く関わっている。また、樹木の成長過程は樹形と生理機能のフィードバック関係によって成り立っている。特に光資源の限られた林内で生育する低木において、その場の光環境に応じて受光構造をどのように変化させるのか知ることは、低木ステージでの種ごとの成長・競争を知るうえで重要である。しかしながら、このような受光構造の可塑性がその種の生理特性とどのような関わりを持つか複数種について調べた研究は少ない。本研究では、受光構造と光合成特性の両面から種ごとの光資源の利用特性を明らかにすることを目的とした。

静岡大学演習林天竜ブランチのヒノキ人工林内に出現する12種について、地上型レーザーキャナーを用いて、5cmの立方体ボクセル単位で推定した葉面積密度をもとに様々な角度から入射する光に対する投影面積を計算し、個体ごとの受光構造を調べ、それぞれの種の最大光合成速度と合わせて生理と構造の両面から光環境に対する反応を考察した。生理特性と構造の関係は複雑であり、複数の異なる機能・構造系に分類された。

P-199 航空機 LiDAR による葉群三次元分布の把握  
—落葉広葉樹林の事例—

○荒木一穂<sup>1</sup>・粟屋善雄<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学大学院応用生物科学研究科・<sup>2</sup> 岐阜大学流域圏科学研究センター

森林は林齢と種構成、攪乱の有無によって異なる複雑な三次元構造を形成し、森林生態系の炭素収支や生物多様性に影響を及ぼす。近年、森林の有する多面的機能を考慮した森林管理意識の高まりから、データ取得事例が増加している航空機 LiDAR は、非破壊的に広域の森林三次元構造を把握する方法として注目されている。一方で、植生密度の高い場所でパルス数が不足すると、推定精度が下がるなどの問題が指摘されている。したがって、現地調査による検証の積み重ねが重要である。本研究では、岐阜県高山市の落葉広葉樹二次林を対象に2011年の航空機 LiDAR データからレーザーの林冠透過率を算出し、Beer-Lambert 則に基づいて植物面積指数(以下、PAI)の垂直構造の把握を試みた。精度評価には、2019年に量子センサーで計測した相対光量子束の垂直分布と、円形プロット50地点の2011年毎木調査データへアロメトリー式の適用を以て推定した葉面積指数(LAI)の垂直分布を使用した。また、従来の代表的な推定手法である、全天空写真、相対光量子測定、アロメトリー式、リタートラップで、4プロットのLAIもしくはPAIを推定し、手法の違いによる推定値の差異を考察した。

P-198 カエデ属3種の個体成長に伴うシュート構造と資源配分比の変化

○藤岡薫子・鈴木 牧

東京大学大学院新領域創成科学研究科

樹木の成長後期において幹直径の成長に対し樹高成長が鈍化する要因として、活発な繁殖に伴う伸長成長資源の不足が示唆されている。本研究では、繁殖が活発な生育段階で当年枝の伸長成長が抑制されているかどうかを検証した。北海道大学苫小牧研究林に生息するカエデ属3種、エゾイタヤ、オオモミジ、ハウチワカエデの林冠木と小径木、各3-4個体を対象に、樹高成長に寄与する樹冠頂部の当年枝群について、当年枝長と、葉・枝・種子にそれぞれ配分される資源量(窒素・炭素含量、乾重量)を計測した。個体成長に伴い、3種とも当年枝長の平均値が減少し、エゾイタヤ、オオモミジの高木種2種では特に大型の当年枝の生産が減少していた。当年枝枝軸1本あたりの資源量の合計は林冠木の方が小径木よりも大きかったことから、当年枝長の減少は資源制限でなく別の要因で引き起こされたと考えられた。実際の林分で3種の樹高と直径を計測してD-H曲線を作成し、傾きの変化に影響する要因をGLMとモデル選択により検討した結果、樹高成長の低下に、高木種2種では繁殖と光環境、ハウチワカエデでは光環境の関与が示唆された。樹種によって異なる樹高成長鈍化のメカニズムを発表にて説明する。

P-200 Crown structure explains the discrepancy between UAV- and ground-based leaf phenology at the individual tree level

○Noviana BUDIANTI<sup>1,3</sup>・Hiromi MIZUNAGA<sup>2</sup>・Atsuhiko IIO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> The United Graduate School of Agricultural Science, Gifu University・<sup>2</sup> Faculty of Agriculture, Shizuoka University・<sup>3</sup> School of Life Sciences and Technology, Institut Teknologi Bandung

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) is used in recent years to monitor leaf phenology at the individual tree level. However, UAV data may be different from the ground observation in a thick and dense crown due to the more significant leaf overlapping in the UAV-derived crown image. To test this hypothesis, we examined crown-level leaf phenology for 55 canopy trees of 19 deciduous-broadleaf species using UAV and the ground observation during the 2019 growing season, cross-compared the results, and identified the crown structure that explains the discrepancy between the two methods using Bayesian analysis. In general, UAV data showed a good agreement with the ground observation in detecting the start and the end of the growing season but finished leaf expansion earlier and started leaf falling later. Bayesian analysis indicated this discrepancy linked to the volume, area, length, and height of the target crowns.

P-201 二次遷移に伴う樹木間光獲得競争と森林構造の変化：冷温帯と暖温帯の比較

○松尾智成<sup>1</sup>・日浦 勉<sup>2</sup>・北山兼弘<sup>3</sup>・小野田雄介<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ワーヘニンゲン大学森林生態学・管理学研究室・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>3</sup>京都大学農学研究科森林生態学分野・<sup>4</sup>京都大学農学研究科熱帯林環境学分野

森林の二次遷移では、初期の10-30年ほどで、森林高は急激に増加するが、その後は頭打ちとなる。個体レベルでは、遷移初期で、優占木の相対成長速度(RGR)が下層木よりも高く、群集内の個体サイズ格差が広がるが、遷移後期では、優占木のRGRは、下層木と同程度か、下回るようになり、群集内の個体サイズ格差は安定化する。RGRは光競争の観点から光獲得効率と光利用効率の積として考えられる。そのため、個体サイズ分布の駆動要因である樹高とRGRの関係性は、樹高と光獲得・利用効率の関係性から評価できる。本研究では、この概念を元に、異なる気候帯の二次遷移系列の森林構造の決定機構を明らかにする。

冷・暖温帯林の林齢の異なる12と5つの森林プロット(20×20m)で毎木調査を行い、各個体の現存量と成長速度を求め、RGRを算出した。また、林内の3次元光環境と各個体の樹冠の空間分布から、各個体の光獲得量と光獲得・利用効率を算出した。

遷移初期では優占木がより高いRGRを持つことで個体サイズ格差は増大した。遷移が進むと、冷温帯林では優占木の光利用効率が減少し、暖温帯林では優占木の光獲得効率が減少することで、RGRの樹高依存性が低下し、森林構造は安定化する。

P-203 遷移後期の照葉樹林に隣接する天然生二次林における15年間の植生動態

○川田直人・野口結子・岩崎絢子・土居 優・堀田佳那・東若菜・石井弘明

神戸大学大学院農学研究科

近年、管理放棄された里山二次林では、種多様性の低下や外来種の侵入など、様々な問題が発生している。本研究では、里山二次林の植生動態を把握することを目的とし、兵庫県南部の放棄里山林における約17年間の林分構造の変化を調査し、隣接する遷移後期照葉樹林と比較した。管理放棄されてから50年以上が経過していると考えられる里山二次林において、調査初期は個体数が多く、枯死率が低かったが、調査後期には個体数が減少し、枯死率が高くなった。調査期間を通して落葉広葉樹の胸高断面積合計が増加し続けていたことから、コナラ・アベマキなど落葉樹の林冠木は成長し続けていることが明らかになった。また、ツツジ類の生息数の減少と照葉樹林を種子供給源とする常緑広葉樹の侵入がみられることから、今後は照葉樹林へと遷移が進むことが予測される。一方、隣接する照葉樹林では、調査初期は個体数が増加し、後期にはあまり変化がみられなかった。台風による林冠ギャップが形成された場所では、低木層の個体数が増加したことから、ギャップ期、形成期、成熟期を含む定常状態であることが示唆された。

P-202 狭山丘陵における長期間放棄された二次林の林分構造

○三木友貴<sup>1</sup>・大久保敏宏<sup>2</sup>・平塚基志<sup>2</sup>

<sup>1</sup>早稲田大学人間科学研究科・<sup>2</sup>早稲田大学人間科学学術院

狭山丘陵にある山口貯水池(狭山湖)周辺の二次林は、狭山湖造成までは主に農用林として利用され、狭山湖の造成後から約100年は水源涵養林として人為影響が及ばないように管理されてきた。このため、狭山湖の周辺に現存している二次林は長期間にわたり管理放棄された状況にあるが、その林分構造を明らかにすることは、各地に広がる管理放棄された二次林(50年以上)の将来地の管理方法を構築するための基礎情報の提供が期待される。本研究では、狭山湖周辺の二次林を対象に、狭山湖造成前の人為影響ごとに階層化し、それぞれの階層における管理放棄の影響を、1)被覆変化、2)樹種構成、3)森林空間の利用効率等から分析した。なお、階層化にあたっては、旧道(農道を含む)からの距離や地形(尾根谷指数)等を用いた。管理放棄された二次林は過去の土地利用のレガシーエフェクトが顕著に確認された。とくに旧道(農道を含む)沿いや屋敷林に植栽されたシラカシ等の常緑樹の更新が局所的に進んでいた。また、狭山丘陵にはシカが生息していないこともあり、下層にアオキ等の常緑樹が高密度で確認され、地上高5m程度までの空間利用率が著しく高い状況にあった。

P-204 世界遺産白神山地ブナ林の20年間の動態と構造の変化

○板橋福洋<sup>1</sup>・赤田辰治<sup>2</sup>・石田 清<sup>2</sup>・齋藤宗勝<sup>3</sup>・松井 淳<sup>4</sup>・大野美涼<sup>5</sup>・渡辺陽平<sup>5</sup>・神林友広<sup>6</sup>・神 真波<sup>7</sup>・中山隆志<sup>8</sup>・平川久仁夫<sup>8</sup>・石橋史郎<sup>9</sup>・佐藤七恵<sup>9</sup>・坂田ゆず<sup>10</sup>・蒔田明史<sup>10</sup>・中静 透<sup>11</sup>

<sup>1</sup>秋田県立大学大学院生物資源科学研究科・<sup>2</sup>弘前大学農学生命科学部・<sup>3</sup>盛岡大学(退職)栄養学部・<sup>4</sup>奈良教育大学・<sup>5</sup>弘前大学大学院農学生命科学研究科・<sup>6</sup>青森県深浦町・<sup>7</sup>青森県立柏木農業高校・<sup>8</sup>青森県青森市・<sup>9</sup>白神山地ブナ林モニタリング調査会事務局・<sup>10</sup>秋田県立大学生物資源科学部・<sup>11</sup>国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所

東北地方を代表する樹種であるブナは、将来的な気候変動の程度によってはその生育適地を大きく減少させると予測されている(Matsui et al. 2004)。しかし、実際にブナ林の変化について長期的なモニタリングデータに基づいて議論された例は少ない。また、気候変動に関する多くの研究が成木を対象としているのに対して、より環境の変化に脆弱な稚樹や実生などの未成熟な段階の樹木に対する調査も必要である。

そこで、人為的攪乱の影響が少ない世界遺産白神山地核心地域内のブナ林(1ha×3地点)を対象として、1999年から2019年にかけて取得された生育段階別のモニタリングデータから、将来的なブナ林の衰退の兆候が見られるかどうか検討した。

20年間で全体の森林構造や種組成に大きな変化は見られなかったものの、各調査区に共通して亜高木の成長量の低下や、低木種やササの密度の増加傾向が見られた。また、調査区によっては15年以上ブナのマस्टィングが見られなかった。このような変化が気候変動によるものかどうかは明らかでないが、比較的若いステージでの変化が大きいいため、今後もさらにモニタリングを続けていく必要がある。



P-205 蘚苔類が佐渡島のスギ天然林の倒木更新に与える影響

○久保田美理<sup>1</sup>・崎尾 均<sup>2</sup>

<sup>1</sup>新潟大学農学部・<sup>2</sup>新潟大学佐渡自然共生科学センター

新潟県佐渡島の積雪地帯におけるスギ天然林では、多くのスギ実生が倒木上に分布していることが報告されている。また、トドマツやエゾマツをはじめとした針葉樹において、腐朽の過程で倒木上に出現した蘚苔類は、これらの樹種の発芽に影響を与えていることが明らかになっており、倒木更新と蘚苔類の関係性が指摘されている。しかし、スギの倒木更新と蘚苔類に関する関係はこれまで明らかになっていない。本研究ではスギの倒木上の更新適地、また蘚苔類が更新に与える影響を明らかにすることを目的とし、倒木上において野外種子播種実験、また自然に発芽した当年生実生と稚樹の調査を行った。その結果、播種実験において蘚苔類の有る場所で発芽率が高くなる傾向がみられ、また低木層の開空率が高いほど実生の生存率が有意に高くなった。また自然に発芽した当年生実生は、倒木の割れ目や穴に多く生息していることが分かった。当年生実生は稚樹に比べて低木層の開空率が高いところで生息が確認された。これらのことから、倒木上におけるスギの更新適地は蘚苔類が侵入もしくは樹皮の凹部で、まだ低木層が発達していない場所であると考えられる。

P-207 76年生落葉広葉樹林における伐採後3年間の実生による更新

○前田紹吾<sup>1</sup>・浅野 仁<sup>1</sup>・向井美緒<sup>2</sup>・三木直子<sup>1</sup>・廣部 宗<sup>1</sup>・坂本圭児<sup>1</sup>

<sup>1</sup>岡山大学大学院環境生命科学研究科・<sup>2</sup>岡山大学農学部

西日本の76年生落葉広葉樹林において大径木伐採後の実生更新過程を検討するため、林床のササ除去処理によってササ被覆の影響を明らかにすることを目的として、伐採後3年間にわたり実生の発生、生残、および伸長成長を調査した。調査地は岡山県新見市釜谷国有林で、伐採前には林冠層をコナラとアベマキが優占しアカマツが混交していた。2017年の秋季に大径木を択伐し、林床ではササの地下茎まで除去した地掻き区、ササの地上部のみを刈払った刈払い区、および未処理区の3つの処理区を設定した。その結果、ササ群落処理と実生の発生、生残、および伸長成長量との関係から、アカマツを含む先駆樹種は実生が多数発生するが更新は地掻き区にほぼ限られ、更新はササによる被覆に抑制されることが明らかになり、コナラでは先駆樹種に比べ実生発生数は少ないがササ被覆下でも更新する可能性が高いと考えられた。さらに、大径木択伐とササ群落処理による土壌水分、土壌養分、光環境といった環境条件の違いが実生の発生、生残、および伸長成長量に与える影響を解析し、その影響から各樹種の更新特性について考察する。

P-206 暖温带二次林における実生群集の動態：環境要因と形態特徴からの検討

○CE, LEGEER・渡辺直登・大谷奏恵・岡田知也・中川弥智子

名古屋大学大学院生命農学研究科

日本の森林面積の24%を占める二次林は、放置されると二次遷移によって常緑広葉樹林に移行すると予想される。また、マツ枯れやナラ枯れに伴った林内環境の変化より、樹木の更新動態に影響が及ぶことも考えられるため、二次林の森林構造の変化を予測するには実生群集の動態と、それを左右する生物学的および非生物学的要因の長期モニタリングが重要である。そこで本研究では、愛知県海上の森の暖温带二次林に設定された3つのプロットにおける実生群集構造とその形成要因の解明を目指して、2008年から2020までの長期データ（中断期間を挟む）を用いて、実生群集や光環境および土壌含水率といった林内環境の変化を明らかにするとともに、主要13樹種の当年生実生の形態形質と環境データから、実生の定着に関わる要因について検討した。

実生群集の密度や種組成、林内環境は経年変化していた。主要な13種の実生密度はリターフォール量、光環境、土壌含水率および土壌養分といった環境要因に影響を受けることが示唆され、実生更新を左右する環境要因は樹種によって異なったものの、地上部への資源配分が多い樹種の当年生実生の定着確率は光環境のよい場所で上昇する傾向にあった。

P-208 ヒノキ林分内における細根の成長、枯死フェノロジーの空間変動性

○藤井 黎<sup>1</sup>・大橋瑞江<sup>2</sup>・檀浦正子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>兵庫県立大学環境人間学部

樹木細根の生産、枯死のフェノロジーの解明は森林生態系の炭素循環を考えるうえで重要であるが、フェノロジーの特性は種間で大きく異なることが報告されている。しかし、その要因解明に必要と考えられる種内差や林分内の空間変動性についての知見は少ない。細根のフェノロジーを観察する手法の一つにフラットベッド・スキヤナ法がある。土壌に透明の箱を埋設し、箱表面の土壌断面に出現した根を市販のスキヤナで定期的に撮影することで、根のフェノロジーを観察する手法である。本研究は、同一種からなる林分内で箱を多地点に垂直に埋設し箱の両面での撮影を行うことで、細根動態の空間変動性や林分代表値の推定精度を評価することを目的とした。調査は滋賀県大津のヒノキ人工林において2020年春から行なった。A4サイズの時系列スキヤナ画像から、根の投影面積、出現面積、消失面積を測定し、撮影面間と箱の埋設地点間のばらつきを検討した。その結果、出現面積率と消失面積率の地点間のばらつきは、撮影面間のばらつきよりも小さくなる傾向が見られた。



P-209 冷温帯落葉広葉樹林の細根動態からみた生産性と安定性に対する多様性効果

○唐澤拓朗・楢本正明

静岡大学

生物多様性と生態系機能に関する研究は、近年注目されており、多様性が生態系機能の向上や安定性に貢献するとの報告がある。こうした研究の多くは草地生態系を対象として実証された例が多い一方で、森林生態系での例はほとんど見られない。また、地上部と地下部の種組成のつながりに関して調べた例は少ない。しかし、つながりを明らかにすることは、種多様性が地下部でどのように維持されているかという問題を理解するうえで重要である。

本研究では、細根を対象とし、1) 細根生産性、および経年変化や環境変化に対するその安定性に多様性がどの程度貢献するのか 2) 地上部と地下部の種多様性の分布パターンの違いについて明らかにすることを目的とした。

試験地は多様な種で構成される冷温帯落葉広葉樹林で、試験地内に多様性が異なるプロットを2つ設けた。ミニライゾトロン法を用いて細根動態を2016年から2020年まで観察したほか、2019年からは硝酸アンモニウム水溶液を一定期間散布して、環境変化による細根動態への影響を調査した。また、土壌コアサンプルを行い、細根を採取し、DNA バーコーディングによる種同定を行うことで地下部における細根の種組成を調べた。

P-211 年輪から見た三宅島2000年噴火がタブノキに与えた影響とその空間分布

○木村祐貴・上條隆志

筑波大学大学院生命環境科学研究科

本研究では、三宅島で広く優占するタブノキ (*Machilus thunbergii*) を対象に、年輪解析を用いて、三宅島2000年噴火前後の長期的な噴火の影響ならびに成長変動の空間分布様式を明らかにすることを目的とした。

島内の17地点から、計182本の年輪コアをタブノキ林冠木から採取し、年輪解析を行った。各年輪コアは、目視及びCOFECHAプログラムによって、クロスデーティングを行った。結果、既存研究で噴火後の被害が軽微とされた場所においても、年輪幅が低下する傾向が確認された。年輪幅は、三宅島の火口や火山ガスが多く流されたと考えられる島北東部に近いほど、大きく減少する傾向がみられ、これはリモートセンシングによる既存の噴火被害度と対応していた。年輪幅は、噴火後5年間ほどは極めて小さい値で推移しており、噴火の影響が持続的であったことが分かった。噴火以前の年輪幅と気象データによって重回帰分析を行った結果、選択された気候要因によって年輪変動の約70%が説明されたが、噴火以降の期間も含めた場合では式の説明度は約14%にまで低下した。ここに、三宅島で観測されたSO<sub>2</sub>ガス放出量のデータを入れた場合、式の当てはまりは45%となり、説明度が増加した。

P-210 奥多摩地域の二次林における木本性つる植物の群集構造と分布特性

○仲田郁実<sup>1</sup>・森 英樹<sup>2</sup>・上原 巖<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京農業大学大学院農学研究科・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所樹木分子遺伝研究領域・<sup>3</sup> 東京農業大学地域環境科学部

木本性つる植物（以下、つる植物）は森林の構造や動態に影響を与えると考えられている。しかし、森林群集におけるつる植物の生態的な基礎的知見は樹木と比べて大きく不足しており、温帯林では個体数やサイズ構造、分布特性などの知見が少ない。本研究では、木本性つる植物の群集構造と空間分布を明らかにし、それらの特性を検証するとともに、同所的な樹木群集との比較によりその特徴を考察した。調査地は東京都奥多摩に位置する東京農大奥多摩演習林内の落葉広葉樹二次林とした。1ha調査区内で毎木調査を行い、幹直径1cm以上のつる植物および樹木の種、直径、位置を記録した。つる植物は計134個体、計10種記録された。平均直径は4.25cm、サルナシが多く、全体として更新個体が少なかった。これらは全植物に対し、それぞれ個体数(1047個体)の13%、種(58種)の17%、断面積合計(38.2m<sup>3</sup>)の0.6%程度を占めた。樹木群集と比較すると、つる植物群集では相対的に動物散布型種が多く、森林植物種数や餌資源の多様度への貢献が予想された。空間分布については説明変数に宿主樹木、地形および攪乱の指標を選択し、各々の影響の有無について解析した。本発表では、その結果を報告する。

P-212 沼ノ平地すべり地域における植生の多様性

○松浦隆介<sup>1</sup>・崎尾 均<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 新潟大学大学院自然科学研究科・<sup>2</sup> 新潟大学農学部附属フィールド科学教育研究センター佐渡ステーション

沼ノ平は国定公園、及びユネスコエコパークに指定されている只見町に位置する地すべり地帯である。地すべりは発生過程で多様な微地形を形成し、多様性に富む景観の形成に寄与する。その為、この地域でも地すべりに対応した特異的な植生の成立や遷移が起こっている可能性がある。本研究ではこの地域における植生を分類し、それらの成立と地形変動との関係の解明を目的とした。データ収集は92箇所の調査区を設置し、植生及び環境因子を調査する事で行った。それらの解析の結果、この地域の植生は8種(ブナ・サワグルミ・ヒメヤシャブシ・ヌマガヤ・ヤチダモ・ミヤマカワラハンノキ・ヤナギ類)に特徴づけられた。加えて、構成種や立地環境の観点から、安定地ではブナ・ミズナラ、攪乱地ではヤナギ類・ミヤマカワラハンノキ・ヒメヤシャブシ、攪乱から時間の経過した地形ではサワグルミの植生が成立し、湿地など水分豊富な地形においてヌマガヤ・ヤチダモが出現していた。また、各植生の群落構造や多様性を比較する事によって、地形変動が安定地と攪乱地に出現する植生の境界を曖昧にし、多様性の増加、及び各植物種に対して好適な環境の形成に寄与している可能性が推測された。

P-213 メジロ体内における種子体内滞留時間に対する種子サイズの影響

○平尾多間<sup>1</sup>・平田令子<sup>2</sup>・伊藤 哲<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 宮崎大学大学院農学研究所・<sup>2</sup> 宮崎大学農学部

果実食性鳥類による種子の散布距離を決める重要な要因の一つは種子の体内滞留時間であると考えられている。ヒヨドリの種子の体内滞留時間を調べた既往文献によると種子の体内滞留時間は種子サイズと負の相関があり、大きな種子ほどより早く排出することで消化の制限を無くすことが示されている。メジロのような小型の果実食性鳥類の種子の体内滞留時間の測定はほとんど行われていないため、小型のメジロにおいてもヒヨドリと同様に種子サイズと種子の体内滞留時間に負の相関があるという仮説を立て、実験を行った。カスミ網を用いてメジロを捕獲し、実験室においてメジロの嘴のサイズ以下で種子サイズの異なる果実数種を与える給餌実験を行った。ビデオカメラで実験状況を記録し、種子の体内滞留時間を算出した。実験の結果、コバノガマズミ(種子長径5.0mm)の体内滞留時間は平均21.1分、ヘクソカズラなど(3.0~3.8mm)は23.9~33.7分、ヤブムラサキ(2.8mm)は18.9分、ヒサカキ(1.6mm)は7.9分だった。種子サイズと種子の体内滞留時間が負の相関を示す既往文献と異なり、今回の実験ではメジロにおいて有意な負の相関は見られなかった。

P-215 大気窒素沈着量増加と下層植生衰退に対する樹木蒸散の応答

○長野菜穂<sup>1</sup>・智和正明<sup>2</sup>・久米朋宣<sup>2</sup>・内海泰弘<sup>2</sup>・田代直明<sup>2</sup>・大槻恭一<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>2</sup> 九州大学農学部附属演習林

大気窒素沈着量の増加は森林生態系に様々な影響を与えるが、樹木の蒸散の応答に関する報告は少ない。本研究では窒素負荷増加に対するミズナラの蒸散の応答を明らかにすることを目的とした。さらに、下層植生との養分や水分をめぐる競争が影響する可能性があるため、下層のミヤコザサの有無による違いも検討した。

九州大学北海道演習林の28年生ミズナラ林分において窒素施肥・下層除去処理を行った。各処理を組み合わせたプロット4つを設置し、各8本の樹木に対して2年間樹液流速計測を行った。またリター生産量、樹木・ササ中窒素濃度計測、樹幹肥大成長量計測等も行った。

リター生産量は窒素施肥区において有意に大きく、樹幹肥大成長量も同様に大きい傾向が見られた。これらの値と樹液流速には一般的に正の相関が見られることが多いが、本研究では樹液流速に処理間の有意差は見られなかった。一方2019年7月と2020年8月の樹冠葉窒素濃度を比較したところ窒素施肥区で有意に増加し、ササの窒素吸収量にも窒素施肥区で大きい傾向が見られた。これらより窒素施肥がミズナラ・ササ両方の窒素吸収量を増加させていることが示唆されたが、下層除去による差は見られなかった。

P-214 花粉DNAメタバーコーディングによるシカ食害下の送粉ネットワークの解明

○吉田拓矢<sup>1</sup>・平尾聡秀<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林秩父演習林

近年、日本の森林ではニホンジカの食害による植生の衰退が大きな問題となっており、それは花蜜資源の減少を介したハナバチなどの送粉者の減少や、虫媒の植物の訪花率や結実率の低下を招いている。シカ食害下では相対的に下層植生が木本植物より少なくなるため、両者の間で送粉者が共有されていれば、送粉ネットワークの構造が頑健になり、下層植生の復元に寄与すると考えられる。したがって、シカ食害下の送粉ネットワークの解明は下層植生の保全に重要な送粉者や花蜜資源として重要な植物種の把握につながる。そこで本研究では、シカ食害下の森林で採取した送粉者の付着花粉からDNAを抽出し、核ゲノムのITS2領域をメタバーコーディングすることで送粉ネットワークを解明することを目的とした。送粉者は2020年7月から8月にかけてシカ食害の劇害地である東京大学秩父演習林内において採集した。メタバーコーディングの結果、個体あたりの訪花種数がオオマルハナバチでは多いのに対し、コハナバチ類では少ないことが示された。本発表では、送粉ネットワークのネスト性やモジュール性、広食性の度合いについても示し、下層植生と木本植物間での送粉者の共有について考察する。

P-216 異なる標高に分布する針葉樹人工林を対象とした土壌呼吸特性

○重藤皓一<sup>1</sup>・楢本正明<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 静岡大学大学院総合科学技術研究所・<sup>2</sup> 静岡大学農学部

土壌呼吸は森林の炭素循環における重要な構成要素である。土壌呼吸の温度順化を観察した研究は、実験室内では数多く行われているものの、現地測定の研究例は少なく、未だ情報が整理されていない。また国土の森林の多くを占める針葉樹林を対象とした、同一地域における幅広い標高間での土壌呼吸の評価もあまり行われていない。本研究では同一地域のヒノキ・ウラジロモミ人工林を対象に、異なる標高間での温度環境の変化が土壌呼吸に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、現地での土壌呼吸速度の測定とリター分解実験を行った。富士山上井出国有林の800m~1500mに概ね100m毎に試験地を設けた。ヒノキ人工林は800~1300m、ウラジロモミ人工林は1200~1500mに位置している。夏季から冬季かけて土壌呼吸速度の測定を行い、併せて気温、地温、土壌水分の測定を行った。各測定期間において標高間の土壌呼吸速度を比較し、地温と土壌呼吸速度の関係から、各標高のQ10を算出した。地温と土壌呼吸速度の関係については標高間で変化する傾向が見られたが、標高の上昇と、それに伴った気温の低下に対する影響はQ10では確認できなかった。



P-217 カナダ北西準州のクロトウヒにおける枝と幹の伸長量と肥大量の乾燥応答

○田邊智子<sup>1</sup>・檀浦正子<sup>2</sup>・倉地奈保子<sup>3</sup>・松浦陽次郎<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院地球環境学舎・<sup>2</sup> 京都大学農学部・<sup>3</sup> 平岡森林研究所・<sup>4</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

樹木の成長は伸長と肥大というふたつの様式に分けられる。樹木成長量の気候応答解析には、指標として幹の肥大量が使われてきた。しかしクロトウヒ (*Picea mariana*) を用いたこれまでの研究では、伸長量と肥大量は経年変動パターンが異なり、両者を制限する要因が異なる可能性が考えられた。本研究では気候変動に伴い増加するとされる乾燥ストレスに着目し、幹と枝の伸長量と肥大量への影響を調べることを目的とした。カナダ北西準州の亜寒帯林において、約60年生の林分に生育するほぼ同サイズのクロトウヒの成木10個体 (DBH4.5cm±1cm) を伐倒した。伸長量は、幹および各個体から採取した計396本の一次枝について、節間長の経年変動を物差しで計測した。肥大量は、幹の胸高位置および計120本の一次枝基部から円盤を採取し、年輪幅を計測した。これらの成長量について過去10年分以上の時系列データを得た。乾燥年の指標として樹体内の炭素安定同位体比を用い、胸高位置の幹円盤から各年の木片を採取して分析した。幹と枝の伸長量・肥大量ともに、炭素安定同位体比との有意な関係は検出されなかった。乾燥ストレスは各成長量の経年変動を制限する主要因ではない可能性が示唆された。

P-219 大阪府和泉葛城山におけるブナの開花結実特性

○木田和泉<sup>1</sup>・木寺由樹<sup>2</sup>・中村彰宏<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 大阪府立大学生命環境科学域・<sup>2</sup> (株)大幸造園・<sup>3</sup> 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科

太平洋側のブナ林の多くは衰退が懸念されているが、そのメカニズムは十分に解明されていない。大阪府和泉葛城山の山頂付近のブナ林は国の天然記念物に指定 (8.1ha) されているが、寡雪地域で隣接するブナ林 (大阪府金剛山) から約23km離れて分断化され、衰退が報告されている。そこで、繁殖状況評価を目的に、天然記念物指定区域周辺の個体密度の低いブナ林で開花調査と結実調査を行った。指定区域周辺 (48.1ha) における2020年4月の目視調査では、胸高直径 (DBH) 15cm以上の81個体のうち61個体で開花または混芽を確認できた。2020年9月から12月初旬での結実調査では、異なる開花個体密度条件下 (半径30m以内に開花0~10個体、半径60m以内に開花0~21個体) の12個体 (DBH27.8~85.3cm) の樹冠下にシートラップ (開口部1m×1m) を設置し、2週間~1か月ごとに内容を回収した。その結果、回収した堅果数は73~1065個/m<sup>2</sup> (平均459.3個/m<sup>2</sup>) で、堅果数は他地域で報告されている豊作年と同程度であった。虫害種子の割合は1.9~11.6% (平均6.4%) と低かったが、健全種子の割合も0~2.7% (平均0.5%) と低かった。

P-218 約1世紀ぶりに日本各地で一斉開花期を迎えたタケ類ハチクの繁殖戦略

○小林慧人<sup>1</sup>・梅村光俊<sup>2</sup>・北山兼弘<sup>1</sup>・小野田雄介<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所

ハチクは日本各地で栽培・利用されてきた大型のタケである。長期にわたるクローン成長を経て、約120年に一度、広範囲で同調して開花・結実・枯死することが知られている。明治後期に各地で開花した際には、成熟した種子が見られないなどの興味深い記載が断片的に残っているが、詳細なことはよくわかっていない。約1世紀ぶりの開花期を迎えている現在、ハチクの繁殖戦略を明らかにする絶好の機会である。本研究では、開花様式や種子結実の有無や繁殖器官への資源配分様式や開花後のクローン成長を定量的に評価し、ハチクの繁殖戦略を考察した。調査は2017年に一斉開花の見られた四国から関東地方のハチク林 (計5か所) で行った。一斉開花時には、地上部の窒素・リン全量の6割程度が繁殖器官 (花) へ分配されたが、成熟した種子や実生は見られず、有性繁殖をできていないことがわかった。開花林内では、開花後、一部に非開花花が残り、残存した地下茎より高さ1m程度の小さな稈が出現した。以上より、約1世紀ぶりに開花したハチクは、結実に失敗し、繁殖への膨大な資源投資が無駄になっていたが、一部の稈が残存することにより竹林の消滅を回避する戦略をもつことがわかった。

P-220 小笠原諸島における森林生態系修復業務に伴うドローンの活用

○瀬戸智大・村尾未奈・大野真慶

日本森林技術協会

小笠原諸島は、これまで大陸と陸続きになったことのない海洋島であり、固有の森林生態系が残されている。なかでも兄島は、過去の人為的な土地改変が最小限であり、中央台地部には原生的な森林が残されている無人島である。近年、兄島において外来動物であるグリーンアノールが定着し、固有昆虫類への悪影響が懸念されたため、生息エリアの拡大を防ぐために全長2~3,000mの防衛柵が設置された。柵は兄島台地上を横断するように設置され、一部には連続した在来林を伐り開いた箇所もあり、森林環境の改変による在来植生への影響が懸念されている。これまでの調査では、目視で柵沿いの在来植物の衰退状況をモニタリングしていたが、それだけでは柵近傍から視認出来る範囲のみで、柵周囲の森林全体の状況を把握ができないという課題があった。そこで、今回はUAVを用いて対象とする柵を含む森林域を撮影し、撮影画像をもとに森林変化の把握を行った。使用したUAVはDJI社のMavic2 Proで、撮影画像はMetashapeを用いてオルソ化処理を行い、GISソフト上で樹種や樹木の枯損状況等の判読を行い、柵の設置が周辺森林植生に及ぼす影響について考察を行った。



P-221 ペルー山岳地域における森林火災の発生動向について

○佐藤 保<sup>1</sup>・宮本和樹<sup>1</sup>・今村直広<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林植生研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所立地環境研究領域

ペルーの森林は、低標高のアマゾン地域から高標高の山岳地域であるアンデスに至るまで広範囲に渡っている。これら森林の攪乱については、伐採だけではなく、火災も大きな割合を示している。ペルーの森林火災は、クスコ県やプーノ県といった山岳地域での発生が多い。気候変動の影響を受け、ここ 10 年でペルー国内の森林火災発生数は増加傾向にあり、公益的機能の低下、特に水源涵養機能の低下が懸念されている。加えて COVID-19 の感染拡大が森林火災の発生にも影響を及ぼしている。都市部のロックダウンによって行政機関による違法伐採の監視が無くなり、森林伐採と火災が増加している。最も火災が発生しているクスコ県では、その件数が 2019 年比で 250% 増となっている。このような森林火災の増加に伴い、煙による健康被害が懸念されている。森林火災の 98% は人為起源とされており、放火は 4 年から 6 年の懲役が科されることが示されており、防火のための啓蒙活動も盛んになっている。山岳地域の森林は元々脆弱な生態系であり、火災による影響とその後の回復過程を正しく把握することで、公益的機能の高度発揮を可能とする森林管理が実施できるであろう。

P-223 朽木・落葉広葉樹二次林におけるナラ枯れ、マツ枯れ、シカ食害と植生動態

○籠谷泰行・河崎晃博・落合瑞希・竹田真知子・浜端悦治

滋賀県立大学環境科学部

日本各地に広く分布する落葉広葉樹二次林は、かつては里山林として人々に利用・管理されていたが、現在では放置されている。そのため植生には成長や遷移の進行が見られる一方、マツ・ナラ枯れやシカによる食害などの攪乱も生じている。こうした中で、落葉広葉樹二次林の植生動態を理解することは、今後の森林・集水域管理の上で重要である。本研究では、滋賀県高島市朽木麻生のコナラ林において、面積 1.91 ha の調査地で 1997 年から 2019 年にかけて胸高直径 4.5 cm 以上で毎木調査を行い、結果を整理し、まとめた。

2019 年現在の調査地の植生は、全幹密度 1847 本/ha、総現存量 122 t/ha で、最優占樹種はコナラであった。調査地ではマツ・ナラ枯れやシカによる食害がいずれも 2007 年前後から顕著となっていた。シカはとくにリョウブの樹皮をはぎ、それによりリョウブの枯死が進んだ。これらの攪乱により、総現存量は 2007 年から 2019 年にかけて 29 t/ha 減少した。ナラ枯れは 2010 年頃にはほぼ終息したが、アカマツとリョウブの枯死は現在も続いている。この間、一部樹種では成長が見られるものの、総現存量はまだ回復していない。

P-222 攪乱履歴の異なるマレーシア熱帯山地林における林分構造の違いに関する考察

○伊尾木慶子<sup>1</sup>・今井伸行<sup>2</sup>・Daniel James<sup>3</sup>・Loh, Ho Yan<sup>3</sup>・Phua, Mui-How<sup>3</sup>・露木 聡<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 武蔵野大学工学部・<sup>2</sup> 東京農業大学地域環境科学部・<sup>3</sup> マレーシアサバ大学理学資源学部・<sup>4</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科

マレーシア・ボルネオ島の山地林では現在土地改変などによる森林の減少が進んでおり、保全の必要性が指摘されている。しかし基礎データの豊富な低地林に比べ、山地林については研究が少なく樹種構成などを含め明らかになっていないことも多い。本研究では、マレーシア・サバ州の山地林において、過去にさまざまな攪乱を受けた林分構造の回復について調べた。調査プロットにおいて毎木調査を行い、劣化・回復度の基準とするため断面積合計、立木密度、地上バイオマス量を求めた。同様に、各プロットのパイオニア種の割合を求め、攪乱タイプごとの比較を行った。また過去の衛星画像より攪乱のあった場所を特定し、各プロットの老齢林からの距離を調べた。

断面積合計、地上バイオマス量は皆伐林や焼畑跡地の二次林において低く、攪乱の強度が比較的低い集落利用の森林では高くなる傾向が見られた。立木密度はその逆の傾向を示した。また、パイオニア種の割合は焼畑後の二次林で最も高かった。また老齢林から近いほど林分構造の回復度が高くなる傾向も見られたことから、シードソースである老齢林からの距離も回復に影響を与えている可能性が示唆された。

P-224 田島ヶ原サクラソウ自生地にみられる 5 年間の植生変化

○岡田 遥・荒木祐二

埼玉大学教育学部

埼玉県南東部の荒川河川敷に位置する田島ヶ原サクラソウ自生地は、国の特別天然記念物に指定されている。ここには約 250 種の維管束植物が生育し、サクラソウを含む約 30 種の絶滅危惧種が確認されている。本自生地におけるサクラソウ株数は、最大値 235 万株を記録した 2003 年を境に減少に転じ、2020 年には 47 万株まで落ち込んでいる。本研究では、自生地にみられる近年の植生変化を把握するため、自生地内に 6 箇所の永久方形区 (1 m×1 m) を設置し、2016 年 4 月～2020 年 9 月にかけて植生調査を定期的に行った。結果として、オギとノウルシが圧倒的に優占となる植生構造に大きな年変化はないものの、サクラソウの出現には顕著な年変化が認められた。4～5 月におけるサクラソウの植生率は、2016～2017 年に比して 2018～2019 年で高くなり、2020 年には再び著しく低下した。また、コバギボウシが卓越する方形区が局所的に認められ、その方形区ではコバギボウシが年々増加してサクラソウの植生率が低下する反面、コバギボウシの少ない区ではサクラソウの植生率が高まる傾向が確認された。自生地では年を追うごとにアキノノゲシやノカンゾウなども増加しており、乾燥化の進行が示唆された。

P-225 ヒノキ人工林における間伐が細根動態に与える影響

○仲畑 了

京都大学生態学研究センター

間伐により林分成長量は一時的に減少するが、残存個体の地上部成長率は上昇し、下層植生が繁茂するため、林分純一次生産は間伐以降徐々に回復するとみられる。しかし、林分の物質生産能を正確に把握するためには、細根生産の評価を避けては通れない。間伐後に林分の生産動態がどのように経年変化するかを理解するためには、地上部だけでなく地下部の動態も明らかにする必要がある。本研究の目的は、人工林における間伐が、その後数年間の細根生産動態に与える影響を評価することにある。調査地は滋賀県に位置するヒノキ人工林の間伐区と無間伐区である。間伐区では2010年3月に50%間伐が施された。細根の測定にはフラットベッドスキャナー法を適用した。2009年春に間伐区、無間伐区のそれぞれ5地点にスキャナーを設置し、1-2週間おきに2016年まで土壌断面画像を取得した。画像解析により、期間ごとの細根の生産面積などを測定した。細根生産は間伐・無間伐区ともに山形の季節的なパターンをみせたが、ピークが年ごとに異なった。また、間伐後数年間は間伐区の細根生産が無間伐区よりも低く、間伐により、直後数年間における林分細根生産量は低下する可能性が示唆された。

P-227 強光ストレス下における樹木の色素含有量の変化と光阻害耐性の多様性比較

○辻 祥子<sup>1</sup>・上妻馨梨<sup>2</sup>・小澤理香<sup>3</sup>・伊福健太郎<sup>1</sup>・中野雄司<sup>1</sup>・石田 厚<sup>3</sup>・彦坂幸毅<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院生命科学研究所・<sup>2</sup> 東北大学大学院生命科学研究所・<sup>3</sup> 京都大学生態学研究センター

葉の色素は光合成の光吸収だけでなく、ストレス回避など様々な役割をもつ。特に、キサントフィル類は、非ストレス状況ではバイオキササンチンとして蓄積し、ストレス状況ではゼアキササンチンに変換され(デポキシ化)、光合成色素クロロフィルが吸収した過剰エネルギーの放散に役立っており、ストレス回避の主要な役割を果たしていると考えられている。本研究では、乾季に強光・高温にさらされる小笠原諸島において、在来種および外来種を含む草本・木本23種類の植物に関して、暗条件から直達光まで光強度が異なる光環境下での葉の色素と機能形質の分析を行った。在来種ほどキサントフィル総量が多く、また、直達光下と暗条件下でのデポキシ化率(DPS)が高かった。これらの結果は在来植物がストレス状態にあると示唆された。一方で、外来種はDPSが低く、キサントフィルサイクル色素に関する特徴よりも葉の生理的特徴に影響を受けている種が多い結果が得られた。これにより小笠原諸島では、在来種はストレス耐性メカニズムをはたらかせて生存しているのに対し、外来種には乾燥や高温環境がストレスとなっておらず、旺盛に生育できていると推察された。

P-226 群状間伐後のヒノキ林分における雄花生産の16年間の変動

○中西麻美<sup>1</sup>・稲垣善之<sup>2</sup>・大澤直哉<sup>3</sup>・柴田昌三<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所四国支所・<sup>3</sup> 京都大学大学院農学研究科

花粉症対策において、ヒノキの雄花生産に影響を及ぼす要因を明らかにすることは重要である。ヒノキの雄花生産への林分条件と伐採の影響を明らかにするために、京都市内のヒノキ林の同一斜面の3箇所(上部、中部、下部)に、無間伐の対照区と伐採区(群状間伐を2000年に実施)をそれぞれ設定した。2005年から16年間にわたり雄花生産を観測した。斜面位置、伐採、年、前年7月の最高気温と降水量、これらの交互作用を説明変数とした重回帰分析を行った。

解析の結果、前年7月の最高気温が高いほど、降水量が少ないほど、雄花生産は大きくなる傾向を示し、年変動は前年7月の気象条件で説明できた。斜面位置と伐採の交互作用が認められた。対照区と比べて伐採区では、上部、中部、下部の順に同程度、増加、やや減少と、斜面位置で伐採の影響が異なった。対照区の雄花生産が小さいところほど、伐採後の増加が大きかった。伐採と年、伐採と斜面位置と年の交互作用はいずれも認められなかった。伐採後の応答は、斜面位置ごとに期間を通じて同様であった。ヒノキの雄花生産への伐採の影響は斜面位置によって異なり、対照区で生産量が小さいところほど影響が大きかった。

P-228 木本性つる植物のクローン成長プロセスは種によって異なるか?

○森 英樹<sup>1</sup>・上野真義<sup>1</sup>・上條隆志<sup>2</sup>・津村義彦<sup>2</sup>・正木 隆<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 筑波大学生命環境系

木本性つる植物は、自重を樹木に委ねることで林床から林冠までの森林階層に生育するクローナル植物である。つる植物は、明るい林冠へ垂直方向に、暗い林床で水平方向にクローン成長する。しかしながら、つる植物の生活史において、これらの異なる方向への成長をどのように使い分けているのかはほとんど明らかになっていない。そこで本研究は、林床および林冠のつる植物に着目してそのクローン成長プロセスを明らかにすることを目的とした。調査地は茨城県北部に位置する小川試験地(6ha固定調査区)であり、対象種はフジ、ツルマサキ、イワガラミ、ツタウルシである。調査地内の樹木(DBH>5cm)およびベルトランセクト(10m×120m)内の個体をサンプリングしてDNAマーカーで個体識別を行った。その結果、ツルマサキ、イワガラミ、ツタウルシは林床でクローン成長し、その中の個体が登攀を開始する(水平方向→垂直方向)一方で、フジは林床のクローン成長は親株を起源とするものであり、その後匍匐枝を林床で展開する(垂直方向→水平方向)ことが判明し、つる植物のクローン成長プロセスは種によって大きく異なることが明らかになった。



## P-229 分布拡大している先駆樹木アオモジの遺伝構造

○川口英之<sup>1</sup>・岩津風花<sup>1</sup>・河原崎知尋<sup>2</sup>・兼子伸吾<sup>3</sup>・井鷲裕司<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 島根大学生物資源科学部・<sup>2</sup> 島根大学大学院生物資源科学研究科・<sup>3</sup> 福島大学共生システム理工学類・<sup>4</sup> 京都大学大学院農学研究科

クスノキ科の雌雄異株の落葉樹アオモジは、山口県と岡山県の一部、九州西部、さらに南に分布するとされていた。しかし最近、分布拡大が報告されている。倉田 1971 の分布地図の地域と分布拡大地域のアオモジの遺伝子型を解析し、移入の経路と遺伝構造を考察した。倉田 1971 の分布地域 16ヶ所、その後の分布拡大地域 18ヶ所、各場所 16 個体から試料採取し、5つのマイクロサテライトマーカーで遺伝子型を決定した。さらに鳥取県西部では空間のおよび世代間の遺伝構造を解析する試料を採取した。STRUCTURE 解析の結果、倉田 1971 の分布地域のアオモジは、屋久島・種子島とそれより北の2つに分かれた。拡大地域のアオモジは2つのどちらかに属し、一部で混交がみられた。鳥取県西部では2つに由来のアオモジが隣り合っていた。空間的な遺伝構造が存在し、両者の混交がおこりつつあった。親と子の遺伝子型の比較では、世代間の変化は小さかった。今回採取した分布拡大地域のアオモジの遺伝的多様性は、倉田 1971 の分布地域と比べて低いということではなく、比較的多くの個体が移入されたことと、雌雄異株の影響が考えられた。

## P-231 スギ人工林における林内雨が土層へのセシウム<sup>137</sup>の下方浸透に及ぼす影響

○飯田 光<sup>1</sup>・加藤弘亮<sup>2</sup>・篠塚友輝<sup>1</sup>・赤岩 哲<sup>1</sup>・恩田裕一<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup> 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

林内雨(樹幹流と樹冠通過雨)は、林床への水や溶存物質の主な流入経路となるが、そのフラックスは空間変動性が大きい。特に樹幹流は、高濃度の溶存物質を含む雨水の集中流入と、樹木根系に沿う選択浸透流により森林の水物質循環に影響を及ぼすとされるが、その実態は未解明である。また林内雨が原発事故由来の放射性セシウムの下方浸透に及ぼす影響について、土壌浸透水に着目した例はほぼない。本研究では福島県浪江町のスギ林にて、樹幹近傍(Rd)と樹幹から離れた樹木間(Bt)でゼロテンションライシメーターにより土壌浸透水を採水し、溶存態<sup>137</sup>Cs濃度を測定した。その結果、期間中の溶存態<sup>137</sup>CsフラックスはRd地点の方が5cm深度で1.8倍、20cm深度で3.4倍大きい値を示した一方、Bt地点でも大きなフラックスを示す地点が確認された。同地点の樹冠通過率は、樹冠通過率は56%だが溶存態<sup>137</sup>Csの濃度は樹幹流全体の加重平均値より大きく、フラックスも他の樹冠通過雨より2倍大きい値を示した。よって、樹幹流の影響が大きいRd地点では溶存態<sup>137</sup>Csの浸透フラックスは大きい、高濃度の樹冠通過雨が滴下する地点でもRd地点と同程度のフラックスが生じると明らかになった。

## P-230 福島県北部の森林における放射性セシウムの流出機構に関する研究

○川井拓哉<sup>1</sup>・大手信人<sup>1</sup>・二瓶直登<sup>2</sup>・小田智基<sup>3</sup>・和田敏裕<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院情報学研究所・<sup>2</sup> 福島大学食農生産学類・<sup>3</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>4</sup> 福島大学環境放射能研究所

原発事故後、福島県の森林では抜本的な除染は行われておらず、降雨イベントの際に放射性Csが流出する状態にある。森林が飲料水・農業用水の水源であることを考慮すると、流域内の放射性Csの移動メカニズムをとらえることは重要である。現在<sup>137</sup>Csを多く保持しているのは土壌鉱物中であるが、事故当時に放出されたSiO<sub>2</sub>を主成分とする高濃度放射性セシウム含有粒子の存在も注目されている。森林域から農耕地に続く領域には農業用の貯水池が多く存在し、放射性Csを含む土砂が流入・堆積している。本研究の目的は、事故後9年が経過した福島県北部の森林域からの降雨イベント時における<sup>137</sup>Csの流出量及びその形態を明らかにすることと、中山間池に存在するため池における<sup>137</sup>Cs収支を明らかにすることである。その結果、事故後9年が経過した現在においても大規模降雨時には高い濃度で流出していることが明らかになった。また貯水池における<sup>137</sup>Csをトラップする効果は大きくなかった。ため池に<sup>137</sup>Csを保持する粒子状浮遊物質が堆積するのは平常時であり、大規模降雨イベントの際には、大部分の土砂は蓄積せず、流下させている可能性があることがわかった。

## P-232 きのこのセシウム濃度と土壌の交換性カリウム濃度の関係 — 3年間の調査

○鈴木也実<sup>1</sup>・成井 希<sup>2</sup>・太田祐子<sup>2</sup>・小松雅史<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 日本大学大学院生物資源科学研究科・<sup>2</sup> 日本大学生物資源科学部・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所のこ・森林微生物研究領域

野生きのこの放射性Cs濃度は、種や属、生活タイプなどによって異なるとされている。同一サイトで採取した同一種でも試料ごとに濃度差を生じることが知られ、その要因の一つとして土壌の交換性K濃度との関係性が示唆されている。本研究では、茨城県つくば市のヒマラヤスギ林内に設置した2か所のプロットにおいて、2016、2018、2019年の3年間に発生した菌根性のきのこであるススケヤマドリタケ子実体と、子実体発生地点の土壌を採取し、きのこ土壌の放射性Cs、安定同位体Cs、交換性塩基濃度の関係と、空間的自己相関について検証を行った。その結果、年ごとの解析では有意でない場合もあったが、3年分のデータでは子実体のCs濃度と土壌の交換性K濃度の間に有意な負の相関が認められた。土壌の交換性K濃度が高いプロットでは、子実体のCs濃度が低かった。また、3年分のデータでは、各プロットにおける子実体のCs濃度と土壌の交換性K濃度分布に空間的な偏りは見られなかった。以上より、きのこの放射性Cs濃度は不均一に分布する土壌の交換性K濃度に影響を受けている可能性があるが、菌糸の位置などのその他の要因も関係すると考えられる。



P-233 北海道東部の森林における初冬および初春の酵素活性に対する根圏効果

○中山理智<sup>1</sup>・館野隆之輔<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院農学研究所・<sup>2</sup> 京都大学フィールド科学教育研究センター

根圏での物質循環プロセスは、植物の生育や森林土壌の養分動態にとって重要である。また近年冬季の物質循環プロセスの重要性が指摘されているが、根圏でのプロセスの研究は主に成長期に着目しており、冬季の根圏でのプロセスはあまり知られていない。本研究では北海道東部の落葉広葉樹林において、落葉後積雪前（初冬）、融雪後展葉前（初春）および成長期（夏）にミズナラ根圏、ミヤコザサ根圏および非根圏土壌の細胞外酵素活性と細菌および真菌に特異的な遺伝子量を調査した。リンや窒素の循環に関わる Acid Phosphatase と NAGase の活性はすべての時期で根圏において非根圏より有意に高かった。真菌の遺伝子量は初冬のミズナラ根圏を除き、すべての時期で根圏において非根圏より有意に多かった。細菌は初春のミズナラ根圏で非根圏より多い傾向があったが、有意な差はなかった。また初冬は真菌、初春は細菌の遺伝子量が Acid phosphatase や NAGase の活性と有意な正の相関関係にあった。これらより初冬や初春でも根圏では微生物が多く酵素活性が高いが、プロセスに関わる微生物は季節によって異なることが示唆された。

P-235 ヒノキ人工林における根呼吸および従属栄養呼吸

○武居 玄<sup>1</sup>・田島 笹<sup>2</sup>・小林 元<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 信州大学総合理工学研究所・<sup>2</sup> 信州大学農学部・<sup>3</sup> 信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター

信州大学手良沢山演習林 35 年生ヒノキ林の斜面中腹部（上プロット）と下部（下プロット）において、チャンパー法による土壌呼吸速度（ $R_s$ ）および従属栄養呼吸速度（ $R_h$ ）の測定を行い、土壌呼吸を根呼吸と従属栄養呼吸に分けて評価することを試みた。測定は 2019 年と 2020 年に行い、 $R_h$  は 2019 年 7 月に周囲に根切り処理を行ったチャンパーで測定した。根切り処理では、根切りセンサーを用いてチャンパーの 4 面に幅 60 cm、深さ 40 cm の切れ込みを作成し、仕切りとして防根透水シートを挿入した。根呼吸速度（ $R_{r20}$ ）は、すべてのチャンパー（ $n=4$ ）を込みにした指数関数式から得られた  $R_{s20}$  と  $R_{h20}$  の差から算出した。2019 年と 2020 年の土壌呼吸に占める根呼吸の割合（根呼吸の寄与率）は、上プロットでそれぞれ 25.8% と 6.0%、下プロットでそれぞれ 22.3% と 12.9% で、根呼吸の寄与率は 1 年間で大きく低下した。根呼吸の寄与率が 1 年後に大きく低下した原因として、根切りチャンパーで測定された従属栄養呼吸が増大したことが挙げられる。従属栄養呼吸が増大した理由として、根切り処理を行ったことで発生した枯死根の分解により分解呼吸が増大したことが挙げられる。

P-234 愛知海上の森における地質の違いがヒノキ林の成長と表層土壌に与える影響

○松山哲矢<sup>1</sup>・谷川東子<sup>2</sup>・土居龍成<sup>3</sup>・西村 滯<sup>3</sup>・吉江凜平<sup>1</sup>・林 亮太<sup>4</sup>・千葉尚哉<sup>4</sup>・平野恭弘<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学理学部・<sup>2</sup> 名古屋大学大学院生命農学研究所・<sup>3</sup> 名古屋大学大学院環境学研究所・<sup>4</sup> 名古屋大学農学部

愛知県瀬戸市海上の森の表層地質は、花崗岩類と砂礫層に大別される。地質間で植生の繁茂状態の違いが見られるが、樹木の生長量やその要因となる土壌特性の違いなどの定量的な評価はなされていない。本研究は海上の森において地質の違いがヒノキ林の成長にどのように反映されるかを明らかにすることを目的とし、ヒノキ幹材積量、土壌物理性、表層土壌化学性の比較を行った。異なる地質におけるヒノキ人工林の特性を明らかにすることは、人工林の成長管理や土壌劣化の防止など持続可能な森林管理に貢献できる。

海上の森内のヒノキ林 8 林分（花崗岩地域 4 林分・砂礫層地域 4 林分）においてヒノキの樹高と胸高直径を測定して幹材積量を計算した。また、土壌断面を作成し土壌硬度測定と土壌試料採取を行った。採取した土壌試料を用いて表層の交換性塩基量を測定した。その結果、花崗岩地域のヒノキ幹材積量は砂礫層地域に比べて有意に大きかった。表層の交換性塩基量には有意差が認められなかった一方で、土壌深 20 cm までの土壌硬度は砂礫層地域で有意に大きくなった。このことから、地質の違いが土壌物理性に影響し、ヒノキの成長に反映されていることが示唆された。

P-236 関東平野の管理された都市林における炭素現存量の調査と炭素動態の推定

○王 郭超<sup>1</sup>・矢崎友嗣<sup>2</sup>・大場 真<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 明治大学農学研究所農学専攻・<sup>2</sup> 明治大学農学部農学科・<sup>3</sup> 国立環境研究所福島支部

2020 年「2050 年温室効果ガス実質ゼロ」が宣言され、森林における吸収源としての機能がより重要となった。多面的な生態系機能を求められる都市林は、枯損木の除伐や落葉の除去など頻繁な管理を受けることが多い。管理された都市林の吸収源としての機能を評価するために、関東平野の都市林を対象として、樹高や胸高直径の実測値に基づきパラメータを最適化した森林物質循環モデル（BGC-ES モデル）を適用した。シミュレーションは、1950 年以降里山林が放置され無管理である場合、及び 3 管理シナリオを想定し、2050 年までの森林成長および炭素の動態を計算した。本研究の結果、以下のことがわかった。① BGC-ES により管理された都市林の林分および炭素の動態を適切に評価することができる。② 高頻度・低強度の管理（伐採や植樹）やリターの利用により、炭素吸収能力の低下を抑制することができる。本研究で得られた知見は都市林を炭素吸収源とするための都市公園管理法の提言に資すると期待される。

P-237 カラマツ人工林における葉面積指数およびクランピングファクターの年変動

○小枝慧子<sup>1</sup>・小林 元<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 信州大学大学院総合理工学研究科・<sup>2</sup> 信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター

カラマツ人工林において、直接法と間接法を用いて葉面積指数 (Leaf Area Index、以下 LAI とする) を 2017 年から 2019 年の 3 年間測定し、間接法による過小評価を補正するクランピングファクター ( $\Omega$ ) を推定した。

直接法ではリタートラップ法を用いて、間接法ではプラント・キャノピー・アナライザー (LAI-2200C、以下 PCA とする) を用いて LAI を測定した。PCA で測定した LAI をリター法で求めた LAI で除して  $\Omega$  を求めた。

2017 年、2018 年、2019 年のリターフォール重量はそれぞれ 2,493 kg/ha、1,722 kg/ha、2,123 kg/ha であり、大きく年変動した。リター法で求めた LAI はそれぞれ 4.06、2.76、3.51 で、リターフォール量と比例して増減した。一方 PCA で測定した LAI はそれぞれ 2.20、2.13、2.01 で、リターフォール量と比べて年変動が小さかった。 $\Omega$  は、それぞれ 0.542、0.771、0.573 で、2018 年が他の年と比べて高くなった。2018 年は PCA による測定を 8 月 1 日に行ったが、9 月 30 日に通過した台風 24 号によってプロット内の多くの立木が着葉したまま倒れた。このため、リタートラップで捕捉されたリターフォール量は低い値となり、2018 年の  $\Omega$  は他の年より大きくなったと考えられる。

P-239 コナラ当年枝の放射性セシウム濃度の季節変動

○坂下 渉<sup>1</sup>・三浦 覚<sup>1</sup>・長倉淳子<sup>1</sup>・金指 努<sup>2</sup>・篠宮佳樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 福島大学

コナラ当年枝とその幹の放射性セシウム (<sup>137</sup>Cs) 濃度の間における一定の関係を利用して、当年枝からキノコの原木として利用される幹の濃度を推定する手法の確立が期待されている。現時点では休眠期 (11~2 月頃) のコナラ当年枝の利用が前提のため、季節的制限が存在する。そこで、コナラ当年枝中の <sup>137</sup>Cs 濃度の季節変動を明らかにすることにより、当該手法の適用範囲の拡大が可能か検討した。本研究では、福島県田村市都路町の複数地点のコナラ萌芽林で各 5 個体を選び、同一個体から経時的に当年枝、葉、前年枝を採取した。当年枝の <sup>137</sup>Cs 濃度を測定した結果、葉が展葉した直後 (5 月上旬) に濃度が急激に増加し、年間を通じて最も濃度が高くなった。その後、6 月下旬にかけて濃度が大きく低下し、それ以降は大きな変化は見られなかった。葉と前年枝も同様の経時変化を示したが、葉は当年枝よりも濃度が高く、前年枝は当年枝よりも濃度が低いという関係が通年でみられた。本研究から、展葉期以外の期間の樹体内のセシウムの動きは相対的に小さいことが示唆され、休眠期以外の期間にも、当該手法の適用範囲を拡大できる可能性があることが分かった。

P-238 Seasonal dynamics of carbon allocation between different organs in *Phyllostachys edulis* (Moso bamboo) forests

○Shitephen Wang<sup>1</sup>・Keito Kobayashi<sup>1</sup>・Masako Dannoura<sup>1</sup>・Satoru Takanashi<sup>2</sup>・Keitaro Fukushima<sup>3</sup>・Yuji Onishi<sup>3</sup>・Kanehiro Kitayama<sup>1</sup>・Yusuke Onoda<sup>1</sup>・Yuji Kominami<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Kyoto University・<sup>2</sup> Forestry and Forest Products Research Institute・<sup>3</sup> Kyoto University・<sup>4</sup> Forestry and Forest Products Research Institute

Carbon allocation in plants changes in different seasons and reflects the balance between photosynthetic carbon uptake (source) and metabolic carbon consumption and investments (sink). The carbon allocation of Moso bamboos is worthy for further study. The reason is that Moso bamboo has rhizome systems which may transfer carbohydrates between bamboo culms even it lacks conclusive evidence so far. The purpose is to observe the carbon allocation in a Moso bamboo stand seasonally. We used pulse-labelling to generate <sup>13</sup>C-enriched mature bamboos in FFPRI Kansai Research Centre in October 2019 and sampled their leaves, branches, culms, rhizomes, and roots from October 2019 to August 2020. We analysed  $\delta^{13}\text{C}$  of sampled organs and purified starches and structural carbohydrates of them. The results indicated that assimilated carbohydrates in October prefer transport to rhizomes for expansion from autumn to winter, and then provide strong sinks (bamboo shoots and new leaves) in the next spring.

P-240 福島原発事故の影響を受けたブナ類大径木の放射性セシウム分布

○中島 芳<sup>1</sup>・大久保達弘<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>1</sup>・飯塚和也<sup>2</sup>・深澤瑛一<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 宇都宮大学大学院農学研究科・<sup>2</sup> 宇都宮大学農学部附属演習林

2011 年 3 月の福島原発事故により大量の放射性セシウム (Cs) が放出され、その大部分が森林に沈着した。栃木県北部高原山では 101,926 Bq/kg の初期沈着がみられたことから、ブナ林では事故後の時間経過に伴って、ブナおよびイヌブナ樹体内に放射性 Cs が取り込まれている可能性がある。そこで、2018 年 10 月の台風によって風倒したブナ大径木 1 個体 (DBH72.1 cm、H24 m) およびイヌブナ株立ち個体中の 1 本の大径幹 (DBH51.4 cm、H23 m) から高さ 2 m おきに円盤を採取し、放射性 Cs の樹体内分布を調べた。円盤は樹皮と材部に分け、材部を半径 4 cm ごとに試料採取し粉碎した。粉碎後の樹皮・材部の放射性 Cs (<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs) をゲルマニウム半導体検出器で測定した。その結果、ブナ、イヌブナともに円盤高 11.3 m 以下の材部では辺縁部の <sup>137</sup>Cs 濃度が高く、それ以上の円盤高では中心部の濃度が高かった。また、ブナ材部の <sup>137</sup>Cs 濃度は、樹皮から一定の距離において高い値を示す傾向があり、<sup>137</sup>Cs が材の中心に向かって移動している過渡期を示していると考えられた。また、ブナ樹体では蓄積された <sup>137</sup>Cs のうち 72% が材辺縁部に存在しており、樹皮から材内部への移行が大きく進行していると考えられた。



P-241 放射性セシウム吸収の樹種間差 —植栽木等多点調査から

○三浦 寛<sup>1</sup>・大前芳美<sup>2</sup>・篠宮佳樹<sup>1</sup>・大橋伸太<sup>1</sup>・清野嘉之<sup>2</sup>・坂下 渉<sup>1</sup>・赤間亮夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 元 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

原発事故後に植栽更新された幼木による土壌からの Cs-137 の吸収特性や樹体内での Cs-137 の分布特性を明らかにするため、3~8年生のスギ、アカマツ、カラマツ、コナラ、クスギを対象に、各樹種福島県内の15~55箇所において調査を行った。各調査区で1個体を選び、土壌は個体近傍で0-5cm、5-10cmの2層から500mLの採土円筒で採取し、Cs-137濃度と交換性K濃度及び容積重を測定し蓄積量を算出した。植栽木は伐倒して当年枝葉、樹皮、材に分けてCs-137濃度を測定した。すべての樹種で、土壌の交換性K量が大きくなると当年枝葉の面移行係数が小さくなる傾向が認められた。ただし、両者の関係は樹種により違いがあり、同程度の土壌の交換性Kに対して、カラマツ、コナラ、クスギの当年枝葉は面移行係数が高く、スギ、アカマツは低かった。また、当年枝葉と材のCs-137濃度には樹種毎に明瞭な比例関係が認められた。この関係においても、スギの材のCs-137濃度は当年枝葉の濃度と1:1に近い値を示し、他の樹種とは傾向が異なっていた。スギのCs-137吸収や樹体内分布は、他の樹種とは異なる傾向を示すことが明らかになった。

P-243 <sup>137</sup>Cs 添加前後および同時の K 処理がスギ苗の<sup>137</sup>Cs 吸収に及ぼす影響

○関本 均<sup>1</sup>・樋口彩香<sup>1</sup>・岩田明香里<sup>1</sup>・平田 慶<sup>2</sup>・仲本深香<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 宇都宮大学農学部・<sup>2</sup> 宇都宮大学バイオサイエンス教育研究センター・<sup>3</sup> 宇都宮大学大学院地域創生科学研究科

<sup>137</sup>Cs の経根吸収は K が共存することにより抑制されることが知られている。一方、K は<sup>137</sup>Cs 吸収移行を促進するという指摘もある。<sup>137</sup>Cs 添加前後および同時の K 処理の影響を RI 実験によって検討した。

**<sup>137</sup>Cs 添加前の K 処理の影響**：1年生のスギ苗を異なる K 濃度 (0 (欠乏)、0.15 (標準)、0.6 (4 倍)、2.4 (16 倍) mmol/L) で2週間水耕栽培した後、<sup>137</sup>Cs を添加し1週間栽培した (K : 0.15 mmol/L)。また、異なる K 濃度での栽培終了時 (<sup>137</sup>Cs 投与前) に、各試験区の地上部の K 含量を測定した。地上部の<sup>137</sup>Cs 濃度に有意差はなかったが、<sup>137</sup>Cs 濃度の増減は体内 K 含量の増減に対応した。**<sup>137</sup>Cs 添加後の K 処理の影響**：スギ苗を K 濃度 0.15 mmol/L で水耕栽培し、<sup>137</sup>Cs を添加し1週間栽培した。その後、<sup>137</sup>Cs を含まない、異なる K 濃度の水耕液で2週間栽培した。<sup>137</sup>Cs 濃度は添加後の K 処理に影響されなかった。**<sup>137</sup>Cs 添加と同時の K 処理の影響**：スギ苗を K 濃度 0.15 mmol/L で水耕栽培した後、異なる K 濃度に変更すると同時に<sup>137</sup>Cs を添加し1週間栽培した。スギ苗の<sup>137</sup>Cs 濃度は K 欠乏で助長され、0.15 mmol/L 以上の K の共存では低かった。

P-242 クヌギ植栽地におけるカリウム施用等土壌処理と植栽苗の放射性セシウム吸収

○益守真也<sup>1</sup>・平出政和<sup>2</sup>・小林奈通子<sup>1</sup>・田野井慶太郎<sup>1</sup>・三浦寛<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所きのこ・森林微生物研究領域・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所震災復興・放射性物質研究拠点

2011年の原発事故で放射性物質が降下沈着した地域で、シイタケ原木となるクスギの新植地に調査区を設け、毎年落葉期に当年生枝を採取し放射能を計測している。調査区の北半分は事故後に掻き起こした造成地で、南半分は放射性物質が降下した地表のままとなっている。表層土の放射能は造成区が南側の3分の1ほどで、植栽前の交換性カリウムも南側の約30 mgK/100 g 乾土に比べ造成区が約10 mgK/100 g 乾土と少なかった。南北のさらに半分の区画に20 kgK/10aの塩化カリウムを2017年5月に散布し、翌月にクスギ苗を植栽した。

表層土の交換性カリウム濃度は、散布翌年は両カリウム散布区で高くなっていったが次第に区間の差がなくなっている。当年生枝の放射能は造成区のカリウム非散布区で高く、移行係数が他の区より1桁大きい。事故後に重機で掻き起こし造成したことにより表層土の放射能が下がったが、交換性カリウムの少ない下層土が現れた結果、クスギへの放射性セシウム吸収が多くなったと考えられる。カリウム散布により造成区では移行が抑制されているようだが、1回だけのカリウム散布では持続性に乏しく効果は限定的であろう。

P-244 ヒノキ植栽木の放射性セシウム吸収に対するカリウム施肥と施肥中止の影響

○平井敬三・小松雅史・長倉淳子

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

放射性セシウムの経根吸収とカリウム施肥によるその抑制効果を評価するため、福島県川内村において3年生の非汚染ヒノキ苗を2014年に植栽し、施肥区と非施肥区を各4プロット設け、施肥区では毎年カリウムとして83 kg/haの塩化カリウム肥料を継続施用して調査している。これまで植栽苗の放射性セシウム経根吸収速度やカリウム施肥のセシウム吸収抑制効果の有効性を明らかにした。カリウム施肥による吸収抑制効果の持続性を評価するため、植栽4年後の2017年から、施肥区のうち2プロットで施肥を中断した。毎年成長終了期に針葉・幹枝・根の放射性セシウム濃度を測定し、施肥中断4生育期経過後の2020年でも施肥区では針葉のセシウム平均濃度は無施肥区の1/10と施肥による効果が継続していた。一方、施肥中断区では、針葉の平均セシウム濃度は施肥中断後の2017年から高まったが、無施肥区の1/5にとどまっていた。このように、施肥中断によりセシウム吸収を抑制する効果は弱まるものの、持続していることが明らかになった。引き続き追跡を継続し、施肥効果の持続期間を明らかにすることが重要である。



P-245 里山での除染の有無が分解に伴う落葉中の放射性 Cs 濃度・量に及ぼす影響

○市川貴大<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>2</sup>・大久保達弘<sup>2</sup>・小林達明<sup>3</sup>

<sup>1</sup> くまの木里山応援団・<sup>2</sup> 宇都宮大学農学部・<sup>3</sup> 千葉大学大学院園芸学研究科

東日本大震災後人手を加えていない里山林（放置区）と、隣接した 2013 年に熊手でリター層を除去した里山林（除染区）において、除染の有無が分解に伴う落葉中の放射性 Cs 濃度・量に及ぼす影響を調査した。試験は福島県川俣町山木屋地区のコナラが優占する里山林で行った。放置区、除染区に 1m×1m、深さ 30cm の底の開いた木枠を 1 つずつ設置し、2020 年 4 月に林床の落葉を各木枠内に敷き詰め堆肥化した。数か月ごとに分解中の落葉の重量と放射性 Cs (134Cs+137Cs) 濃度を測定した。放置区、除染区ともに 9 月には重量含水率は約 80%、重量残存率は約 50% となった。除染区の落葉堆肥の放射性 Cs 濃度および量は放置区の 0.4~0.5 倍であった。9 月の落葉堆肥の放射性 Cs 濃度は 4 月に比べて放置区、除染区ともに 2.0~2.3 倍であった。落葉堆肥の放射性 Cs 量は放置区、除染区ともに 4~9 月まで違いがみられなかった。除染により林床の落葉および落葉堆肥の放射性 Cs 濃度が低下していた。また、落葉堆肥中への系外からの放射性 Cs の取込みはみられないと考えられた。

P-247 スギ林における放射性セシウム 137 の分布に及ぼす地形の影響

○篠宮佳樹<sup>1</sup>・三浦 覚<sup>1</sup>・金子真司<sup>2</sup>・大橋伸太<sup>1</sup>・荒木眞岳<sup>1</sup>・今村直広<sup>1</sup>・坂下 渉<sup>1</sup>・阪田匡司<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

放射能汚染により立入りが制限されている森林の取扱いを検討するための基礎資料として、帰還困難区域とその周辺に位置するスギ林 9 地点で放射性セシウム 137 の分布を調査した際、そのうち 1 地点で空間線量率は同じ程度であっても葉や材の放射性セシウム濃度が相対的に高い地点が存在した。その地点が比高差（約 15m）の小さな尾根上であったため、斜面系列での放射性セシウム 137 の分布の実態を調査した。スギの林齢は 36 年生、平均胸高直径は 29cm であった。小尾根から沢沿いにかけての斜面系列でスギ 10 個体から葉、枝、樹皮、材を採取し、16 地点からリター、土壌を採取した。また、土壌採取地点では空間線量率（地上高 1m）を測定した。その結果、16 地点の空間線量率に明確な違いはなかったのに対し、葉と材の Cs-137 濃度は尾根で相対的に高く、谷で低い傾向があった。また、リターの Cs-137 濃度は尾根で高く、谷に向かって低くなっていた。これに対して、土壌（0~5cm 深）は尾根で低い傾向が認められた。以上のように、スギの葉、材、リター、土壌（0~5cm 深）の Cs-137 濃度は地形の影響を受けていると考えられた。

P-246 河畔域におけるセシウム 137 の沈着量と生葉中濃度との関係

○金指 努<sup>1</sup>・和田敏裕<sup>1</sup>・鈴木紳悟<sup>2</sup>・森高祥太<sup>2</sup>・薄 実咲<sup>2</sup>・難波謙二<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 福島大学環境放射能研究所・<sup>2</sup> 福島大学共生システム理工学類

森林を流れる溪流の生態系では、河畔林から溪流へ供給される外来性有機物が重要な一次生産物の役割を担っている。そのため、河畔林の放射性セシウム汚染レベルから、溪流生態系の汚染レベルを推定可能と考えるが、河畔林における放射性セシウムの実態については知見が少ない。本研究では、福島県の中通り・浜通り地方を流れる 10 溪流の河畔域にて、樹木の生葉・林床リター・表層 5cm の土壌を、2020 年 6~9 月に採集し、セシウム 137 濃度を測定・解析し、3 要素間の関係を明らかにした。生葉を採集した樹種は、イタヤカエデ、オニグルミ、コナラ、フサザクラ、スギであり、イタヤカエデは 10 溪流すべてで、その他は 3~6 溪流で採集された。土壌-生葉におけるセシウム 137 の面移行係数は、樹種によっては調査地で大きく異なり、例えばイタヤカエデでは  $4.6 \times 10^{-4} \sim 5.7 \times 10^{-3}$  と一桁異なった。しかし、生葉・林床リター・土壌のセシウム 137 濃度にはそれぞれ正の非線形関係が認められた。また、5 溪流で測定されたイワナ・ヤマメのセシウム 137 濃度と上記 3 要素の間にも、それぞれ正の相関が認められたため、溪流生態系の放射性セシウム汚染レベルをできる可能性が示された。

P-248 福島県スギ林における植物根中<sup>137</sup>Cs 濃度の深度別時間変化

○井口 啓<sup>1</sup>・佐々木拓哉<sup>1</sup>・高橋純子<sup>2</sup>・恩田裕一<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学生命環境学群・<sup>2</sup> 筑波大学生命環境系

これまでの調査から、福島県山木屋地区におけるスギ若齢林及びアカマツ-コナラ混交林の植物根の Cs-137 の移行係数（Concentration Ratio : CR）が経年（2012, 2015, 2017 年）及び深度（0-20cm）によって増加する傾向が示された。1 年で枯死すると考えられる細根でのこの結果は植物根の Cs-137 吸収量が経年的に増加している可能性を示唆しており、森林における Cs-137 動態を把握するうえで重要である。そのため 2020 年 7 月に同スギ林サイトにおける土壌及び植物根の深度別 Cs-137 の濃度を測定し、現在の CR の傾向を明らかにした。さらに 3 深度（0-2.4-6, 10-15cm 深）における土壌中の Cs-137 及び Cs-133 の CR を指標にして土壌から植物根への Cs-137 の移行を評価した。

深度別植物根中の Cs-137 濃度は 5-2453 Bq/Kg の範囲にあり、CR は 0.049-0.690 とこれまでと同様に深層ほど高くなる傾向にあった。一方 2020 年のスギ若齢林における植物根の CR は 2017 年の CR に比べて減少しており、経年的な増加傾向は認められなかった。交換態 Cs-133 の CR と交換態 Cs-137 の CR については、主に 10-15cm 深において 1:1 の対応関係が得られた。

P-249 食品検査データを用いた山菜の放射性セシウム濃度特性の解析

○小松雅史

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所きのこ・森林微生物研究領域

福島第一原発事故によって山菜の放射性セシウム汚染が起り、東日本の広域で出荷制限が課せられるなど問題となっている。しかし、山菜の出荷制限域の広がり（制限市町村数）は、種や可食部位によってばらつきがあり、種ごとの放射性セシウム濃度特性が大きく異なることが示唆されている。著者は厚生労働省が取りまとめている食品の放射能モニタリングデータを用いて、野生きのこの種ごとの放射性セシウム濃度特性を示した（Komatsu et al. 2019）。そこで今回、野生きのこのこと同様に食品の放射能モニタリングデータを用いて、山菜の放射性セシウム濃度特性の解析を行った。種類ごとに平均的な放射性セシウム濃度を見ると野生きのこのこと同様に最大で100倍程度濃度が異なっていた。また、濃度の年変化傾向についてみると、多くの種が事故直後から指数的な濃度の低下傾向を示すが、2013～2014年になると変化が小さくなる傾向が認められた。事故直後の2011年の濃度は種類による差が小さいが、その後の濃度の低下速度が種類によって異なり、結果として種類ごとの濃度差を生じたと考えられた。

P-251 福島県放射性セシウム汚染森林に生息するジョロウグモの被ばく線量評価

○綾部慈子<sup>1</sup>・金指 努<sup>2</sup>・川口勇生<sup>3</sup>・竹中千里<sup>4</sup>・肘井直樹<sup>4</sup>

<sup>1</sup>公益財団法人 環境科学技術研究所生物影響研究部・<sup>2</sup>福島大学共生システム理工学類・<sup>3</sup>国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所放射線防護情報統合センター・<sup>4</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科

2011年の東電福島第一原子力発電所事故後に放出された放射性核種による、野生生物の被ばく影響が懸念されている。汚染された地域に生息する節足動物において、奇形や遺伝的影響、個体数減少等の報告がある一方で、無脊椎動物は他の生物と比べ放射線感受性が低いことや、原発から離れた汚染地域のほとんどが比較的低い汚染レベルであることから、野生生物に対する放射線影響は原発近隣に限られるという報告もある。観察された影響と放射線の関連性を検討するためには、生物個体の吸収線量が必要とされるが、節足動物に関して評価した事例は少ない。そこで本研究では、ジョロウグモを節足動物の指標種として内部及び外部被ばく線量の評価を行い、過去の外部照射実験と比較することで生物影響に関する評価を試みた。被ばく線量は、これまでに取得したデータを用いてERICA Toolにより評価した。この結果、ジョロウグモの被ばく線量は外部被ばくに依る部分が大きく、致死、遺伝的影響、増殖率に影響が出るとされる昆虫の誘導考慮参考レベル10～100 mGy/dayを下回っていることが明らかとなった。

P-250 可搬型検査装置により測定したほだ木からシイタケへの放射性セシウムの移行

○金田一美有<sup>1</sup>・加賀谷美佳<sup>2</sup>・小林久泰<sup>1</sup>

<sup>1</sup>茨城県林業技術センター・<sup>2</sup>国立高等専門学校機構 仙台高等専門学校

放射性物質対策のための基礎資料とするため、茨城県林業技術センター構内のスギ林（空間線量率0.058～0.064 μSv/h）で管理しているほだ木から発生するシイタケへの放射性セシウム移行状況をモニタリングするとともに、ほだ木を破壊せずに可搬型検査装置を用いて測定した放射性セシウム濃度と、チェーンソーにておが粉に粉碎し、Ge検出器で測定した結果を比較した。モニタリング調査については、2018年春に植菌した3ロット計89本のホダ木の放射性セシウム濃度の平均値はいずれも50 Bq/kg未満、そこから発生したシイタケの放射性セシウム濃度の平均値はいずれも100 Bq/kg未満だったが、95パーセンタイル値の移行係数を見ると、2.39、2.07と、2を超えたものが3ロット中2ロットであった。次に、同じセンター構内で管理している原木産地の異なる別の3つのホダ木ロット（各ロット30本）を用いて、可搬型検査装置とGe検出器の測定を行った。その結果を現在解析中である。

P-252 セシウム137の濃度およびインベントリーデータベース構築

○橋本昌司<sup>1,2</sup>・今村直広<sup>1</sup>・川西あゆみ<sup>1</sup>・小松雅史<sup>1</sup>・大橋伸太<sup>1</sup>・仁科一哉<sup>3</sup>・金子真司<sup>1</sup>・George Shaw<sup>4</sup>・Yves Thiry<sup>5</sup>

<sup>1</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>3</sup>国立環境研究所・<sup>4</sup>ノッティンガム大学・<sup>5</sup>フランス放射性廃棄物管理機関

東京電力福島第一原子力発電所の事故により汚染された地域の約7割は森林である。事故後、森林において多くの研究が行われたが、得られたデータは日本語または英語で書かれた研究論文、国や県の報告書、Web上のデータベースなど様々な媒体で公表されており、一つのデータベースとしてまとめられていない。そこで本研究では、それらのソースから、森林で測定されたセシウム137濃度とインベントリーのデータを抽出し、マイクロソフトエクセルに入力してデータベースを構築した。収録されたレコード数は、樹木、土壌、キノコのセシウム137濃度がそれぞれ8593、4105、3189、また樹木と土壌のインベントリーデータは471、3521となった。データベースはオープンアクセスで公開されており、以下のリンクからダウンロード可能である。<https://doi.org/10.5281/zenodo.4268843>



P-253 木質燃焼灰施用後 4 年間にわたるスギ新植林分の  
土壌化学性の変化

○山田 毅<sup>1</sup>・平井敬三<sup>1</sup>・佐野哲也<sup>2</sup>・執行宣彦<sup>1</sup>・長倉淳子<sup>1</sup>・  
西川祥子<sup>3</sup>・松岡秀尚<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所立地環境  
研究領域・<sup>2</sup> 東北工業大学工学部・<sup>3</sup> 中国木材株式会社

FIT 制度導入以降、木質バイオマス発電所は増加し続け  
ており、それに伴い燃焼副産物の燃焼灰量も増加している。  
木質バイオマス燃焼灰はカリウムなどの養分を含むので、  
その有効利用のため、スギ林に施用して土壌化学性の変化  
を追跡した。調査地は、熊本県内の 2 年生 (2016 年時) の  
スギ新植地で、1 区画 10m×20m のプロットを灰施用区  
と対照区、それぞれ 2 反復で設置した。施用区では、2016  
年 6 月に木質燃焼灰 (主灰) を約 5Mg ha<sup>-1</sup> 施用して、施  
用後 4 年間 (2020 年 11 月まで) 調査した。

燃焼灰施用後の 2016 年 8 月以降、表層 0-10 cm 深の土  
壌では、灰施用により pH (H<sub>2</sub>O) や交換性 Ca, Mg, K 含有  
率などが高くなる傾向にあり、その状態は 4 年後も継続し  
ていた。一方、10cm 以深では変化の傾向は明瞭ではな  
かった。それらの傾向は施用区内でもプロットによって異  
なっており、施用以外の要因も影響していると推察された。

P-255 永久しおれ点の体積含水率の簡易推定手法の検  
討

○釣田竜也・阪田匡司・小林政広

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

極端気候下での樹木の乾燥害リスク評価を高度化するた  
めには、永久しおれ点 (-1500 kPa) までの森林土壌の保  
水性の把握が重要である。しかし、森林分野で用いられて  
きた加圧板法の測定による既往の保水性データは -150 kPa  
までであり、このようなデータからどのように永久しおれ  
点を適切に推定するかが課題である。本研究では、加圧板  
法で得られる保水性データに、付随して得られる風乾土の  
データ (約 -40000 kPa 時の水分量) を 1 点加え、van  
Genuchten (VG) モデルをあてはめて永久しおれ点含水率  
を推定する簡易手法の有効性を検討した。-150 kPa より乾  
燥側は露点計測法で測定し、加圧板データとともに  
Durner の bimodal モデルをあてはめて求めた永久しおれ  
点含水率を真値とした。森林総研千代田苗畑の 4 地点の土  
壌の A 層と B 層で検討した結果、風乾土データを加えら  
ると、加圧板データのみから VG モデルで推定した場合より  
も真値に近い永久しおれ点含水率が推定された。有効水分  
を算出したときの誤差は、風乾土データを利用した場合は  
真値からの減少率が 8 地点の平均で 12%、加圧板データ  
のみの場合の減少率は 55% であり、この簡易手法は有効で  
あると考えられた。

P-254 緩効化処理を施した木質燃焼灰散布後のスギ植  
林地土壌化学性の変化について

○佐野哲也<sup>1</sup>・阿部 詢<sup>1</sup>・阿部 真<sup>1</sup>・平井敬三<sup>2</sup>・山田 毅<sup>2</sup>・  
西川祥子<sup>3</sup>・松川秀尚<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東北工業大学工学部・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構  
森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>3</sup> 中国木材株式会社

木質バイオマス発電所の増加により、木質灰を肥料とし  
て林地に還元する取り組みが注目されている。木質灰には  
カリウムなど有効成分が含まれているが、還元量を増やす  
と樹木の成長や環境に負荷を与えてしまう可能性がある。  
そこで、緩効化処理を施し成分溶出量を抑えた木質灰の散  
布が土壌化学性や樹木の成長に与える影響を調べた。

熊本県内のスギ新植地において植林木を中心に 2×2m  
の方形区を設定し、3 種の灰すなわち、無処理の灰、水を添  
加し乾固する処理を施した灰、リグニンスルホン酸塩溶液  
を添加し乾固する処理を施した灰を、原料灰のカリウム含  
量に換算して約 100、200、500 kg/ha に相当する量を 2017  
年 11 月に散布し、表層土壌の化学性を 2 年間と樹木の成  
長を 3 年間追跡調査した。

表層土壌の pH 変化量は、灰の還元量を増やせば大きく  
なるが、その量はリグニンスルホン酸塩溶液で処理した灰  
を多く撒いた箇所で抑えられた。樹木の成長率は、散布量  
を 500 kg/ha と多くした時にわずかに高くなる傾向が見ら  
れた。リグニンスルホン酸塩溶液で処理した灰は、200  
kg/ha の散布量でも成長率が高くなる傾向が見られた。

P-256 デジタル地形データを用いた西日本の土壌型を  
規定する地形要因の解析

○稲垣昌宏<sup>1</sup>・山下尚之<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所四国支  
所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所立地  
環境研究領域

既報にて九州、四国地方においてデジタル標高モデル  
(DEM) から算出される 24 の地形因子と実際の土壌調査  
に基づく褐色森林土系の土壌型との関係を調べた。その結  
果、各地形因子はそれぞれの地方の地形特徴を反映しており、  
機械学習による土壌型の判別の試みは九州および四国  
の過去の土壌調査データを用いれば、褐色森林土の乾性湿  
性の違いを 7 割弱の精度で有意に判別できることがわかっ  
た。本報告では、同様の解析を中国近畿地方に拡大して  
行った。地形データは国土地理院基盤地図情報 10m メッ  
シュ DEM を用い、地形解析は SAGA ver.7 を用いた。近  
畿以西の土壌調査データを統合して、勾配ベースティング  
法による土壌型の予想を行なった。褐色森林土系の土壌型  
ごとの判別ではデータ点数の少ない土壌型の予想結果が悪  
く、全体の正答率は低かった。BA~BC を乾性、BD (d)  
~BF を湿性とカテゴリー化した場合、正答率が 7 割を超  
えて有意な予想ができた。しかし九州+四国データの結果  
と比較するとデータを追加したことによる予想精度の大幅  
な向上には繋がらなかった。



P-257 リター層と土壌層における細菌の群集と機能の  
小集水域スケールの空間分布

○執行宣彦・古澤仁美・山下尚之・長倉淳子・眞中卓也・山田毅・平井敬三

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所立地環境研究領域

森林源流域の水質浄化機能には、森林生態系の物質循環が深く関わっている。土壌微生物群集はその物質循環の主要な駆動者であるにもかかわらず、小流域スケールで土壌微生物の分類群や機能がどのように分布しているのかは十分に明らかにされていない。斜面位置によって窒素無機化や土壌水分特性に違いがみられることから、小流域内であっても地形や土壌特性の変化に伴って微生物群集は機能的に異なった分類群で構成されている可能性がある。本研究では、小流域スケールでの土壌微生物の群集と機能の空間分布とそれを規定する要因を明らかにすることを目的とした。皇都川支流の山地小流域である茨城県森林管理署管内北山国有林の桂試験地において、植生と斜度の違いを考慮し53の調査地点を選んだ。2020年12月にリター層および土壌層の0-5cmで試料を採取し、採取した試料からDNAを抽出した。本発表では、真正細菌の16S rRNA 遺伝子V4領域を対象としたアンプリコンシーケンス解析と群集の分子系統樹に基づいた予測メタゲノム解析のデータに基づいて、細菌の群集と機能の小集水域スケールの空間分布について議論する。

P-259 モウソウチクの葉から抽出した植物ケイ酸体の  
粒度分布分析手法の検討

○梅村光俊<sup>1</sup>・岡本 透<sup>2</sup>・鳥居厚志<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

ケイ酸集積植物として知られるタケ類は、葉などにケイ酸を集積し、生体鉱物である植物ケイ酸体を生成する。植物ケイ酸体は、2 $\mu$ m未満から200 $\mu$ mを超えるものまで、様々な粒径を持つ粒子であることから、植物の枯死・分解過程を経て土壌に供給されると、土壌粒子の一部として機能する可能性が考えられる。そこで本研究では、植物ケイ酸体の土壌生成への寄与を明らかにするための基礎的研究として、モウソウチクの葉リターから植物ケイ酸体を抽出し、土性の粒度分布(USDA法)に従った粒径分画を試行した。試料は、京都府内の竹林でリタートラップにより採取した葉リターを用いた。洗浄・乾燥の後、1cm片に切断した葉3gを硝酸で湿式灰化し、0.45 $\mu$ mメンブレンフィルターで吸引ろ過し、植物ケイ酸体を得た。この粒子を脱イオン水中で超音波処理により分散させ、ストークス則に基づく沈底法および篩捌により、粘土(2 $\mu$ m未満)、細シルト(2~20 $\mu$ m)、粗シルト(20~50 $\mu$ m)、砂(50 $\mu$ m~2mm)に分画した。また、試料調整時における葉の機械的粉碎が、これらの粒度分布に及ぼす影響について比較検討した。

P-258 コウヨウザン人工林における3年間の表土移動量

○渡辺靖崇<sup>1</sup>・鈴木保志<sup>2</sup>・涌嶋 智<sup>1</sup>・坂田 勉<sup>1</sup>・古本拓也<sup>1</sup>・東敏生<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 広島県立総合技術研究所林業技術センター・<sup>2</sup> 高知大学農林海洋科学部・<sup>3</sup> 広島県樹苗農業組合

コウヨウザン(*Cunninghamia lanceolata*)林における表土移動特性を明らかにするため、コウヨウザン林とヒノキ林に簡易土砂受け箱を設置して表土移動量を3年間観測した。本研究は2017年4~10月までの調査を渡辺ら(2018)にて報告しており、2020年4月まで調査結果を加えたものである。土砂受け箱の設置要因として被覆率条件(無処理区・落葉落枝除去区)、傾斜条件(急・緩)を設定した。また、物質移動レート( $g\ m^{-1}\ mm^{-1}$ )を指標として他の樹種の林分を調べた既往の研究事例と比較検討した。設置条件に土砂粒径条件と観測期間条件を加え、4元配置の分散分析を行った。単要因はすべて有意となったが、傾斜条件の寄与率は低い結果となった。また、2018年7月回収回までは物質移動レートは減少傾向であったが、2018年9月の回収回で物質移動レートが前回の約3倍に増え以後2019年7月まで物質移動レートが2018年7月回収回より増加傾向にあった。これは2018年7月の西日本豪雨災害の影響であったと考えられる。既往研究と比べると、前報と同じく、コウヨウザン林は表土保全の効果が高いとされるアカマツと広葉樹の混交林と同程度の物質移動レートとなった。

P-260 ティバッグの分解にメッシュサイズと土壌含水量  
が与える影響

○森 大喜<sup>1</sup>・青柳亮太<sup>2</sup>・多賀洋輝<sup>3</sup>・酒井佳美<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>3</sup> 京都大学大学院農学研究科

ティーバッグ法は、緑茶とルイボス茶のティーバッグを標準物質とすることで有機物分解速度の広域比較を可能にする手法であるが、最近メーカーであるリプトン社によってティーバッグのメッシュサイズが変更されてしまった。本研究では、メッシュサイズの変化がティーバッグの分解速度に与える影響を調査した。また、室内培養実験を行い、ティーバッグの分解速度に対する土壌水分の影響を明らかにした。加えて、ティーバッグの分解速度に対する溶脱の寄与についても検討した。緑茶の分解速度はメッシュサイズの違いによる影響を受けなかった一方で、ルイボス茶の分解速度は、細かいメッシュサイズで大きくなった。緑茶の分解に対する溶脱の寄与は、ルイボス茶や文献値と比較して非常に高かった。土壌含水量が高くなるにつれ、ティーバッグ分解速度も高くなったが、土壌含水量が最大のもものでは分解の抑制が観察された。

P-261 連年施肥がウダイカンバとトドマツの葉の窒素安定同位体比におよぼす影響

○長倉淳子<sup>1</sup>・古澤仁美<sup>1</sup>・伊藤江利子<sup>2</sup>・橋本 徹<sup>2</sup>・中下留美子<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所野生動物研究領域

植物の窒素安定同位体比は、利用する窒素の窒素安定同位体比、窒素代謝過程の同位体分別、転流等の影響を受ける。施肥によって植物の利用する窒素がどのように変化するかを調べるために、1978年から現在まで毎年無施肥、窒素(N)+リン(P)+カリウム(K)施肥、N+P施肥を受けているウダイカンバ林とトドマツ林において、1978年から1995年までの18年間および2011年以降に採取したウダイカンバ落葉およびトドマツ当年性針葉について窒素安定同位体比を測定した。無施肥区の窒素安定同位体比は自然状態での各樹種の窒素利用を示していると考えられるが、ウダイカンバは0前後で変動が少なく、トドマツは変動が大きかった。1990~1995年、2011年以降にはトドマツ無施肥区は-1前後で推移した。施肥(NPK, NP)区では両樹種とも同じ肥料を施用しているが、両区ともウダイカンバよりトドマツが高い傾向だった。ウダイカンバは処理区間差が小さかったが、トドマツは処理区間差が大きかった。ウダイカンバとトドマツでは施肥を受けても利用する窒素が異なると考えられる。2011年以降は1995年までに比べウダイカンバ、トドマツ共にNP区の値が低くなった。

P-263 台風による被害率の違いがその後の枯死率に与える影響

○溝口康子<sup>1</sup>・山野井克己<sup>1</sup>・宇都木玄<sup>2</sup>・鷹尾 元<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林管理研究領域

先駆樹種の一つであるシラカンバは山火事などの攪乱跡地などに侵入し、二次林を形成する。長期モニタリングが行われている札幌の羊ヶ丘実験林(JaLTER site abbreviation: Hitsujigaoka, AsiaFlux site code: SAP)では、20世紀初頭の山火事後にシラカンバを主とする二次林が形成され、現在は樹齢100年以上の高齢シラカンバの枯死が継続している。そのため、バイオマスベースの枯死率は1970年代の調査開始当初と比べ高いことが報告されている。羊ヶ丘実験林は2004年の台風によって大きな被害を受け、現在のバイオマス量は空間的に非常に不均質である。バイオマス量が大きく異なると、高齢シラカンバの枯死が枯死率に与える影響も異なってくる。対象森林では20m×20mの格子プロット65個(合計2.6ha)の毎木調査を行っている。2004年の台風被害前後の航空機LIDARで得られたデータから樹冠高の低下が70%以上の割合をプロットの被害率とし、各プロットの被害率を推定した。各プロットの被害率と枯死率の変化の関係性について報告する。

P-262 モンゴル森林ステップの森林と草原に生育する木本種の炭素・窒素同位体比

○小田あゆみ<sup>1</sup>・安江 恒<sup>1</sup>・城田 徹 央<sup>1</sup>・Bayarbaatar, Soronzonbold<sup>1,2</sup>・Gerelbaatar, Sukhbaatar<sup>2</sup>・Baatarbileg, Nachin<sup>2</sup>・山中和典<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 信州大学農学部・<sup>2</sup> モンゴル国立大学・<sup>3</sup> 鳥取大学乾燥地研究センター

モンゴル国の森林ステップの森林と草原の境界が明確な地域において、森林と草原それぞれの土壌中の無機態窒素と植物の炭素・窒素同位体比を調べた。モンゴル国立大学Udleg演習林の丘陵地の斜面にある森林と草原において、約20~30m間隔の格子状に15か所から土壌と周辺に生育する樹木の葉を採取した。土壌試料は抽出液中の無機態窒素濃度を比色定量した後、微量同位体比測定システムにより形態別の同位体比を測定した。植物試料は乾燥・粉碎後に窒素濃度と炭素および窒素同位体比を測定した。その結果、森林土壌中にはアンモニア態窒素、草原土壌中には硝酸態窒素の存在量が相対的に多く、カラマツなどの木本種はアンモニア態窒素が相対的に多い立地に生育していた。アンモニア態窒素の同位体比は草原より森林で低く、カラマツの葉の窒素同位体比も同様に草原より森林で低くなったが、斜面下部では高くなる傾向があった。水利用効率を示す炭素同位体比は樹種間で異なるが、同一樹種における森林と草原の差はなく、森林と草原では、水分環境よりも窒素などの養分環境が異なる可能性が考えられた。

P-264 高齢人工林と再造林地の増加が日本の森林土壌炭素収支に及ぼす影響

○酒井寿夫

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所立地環境研究領域

2020年9月に菅内閣が標榜した2050年のゼロエミッションの達成には森林による吸収分もカウントされる。現在、日本の人工林は主伐適齢期とされる8~12歳級の面積がピークに達し、皆伐再造林が増加する一方で、伐採しきれない高齢林も増加しており、これらが森林吸収量にどのような影響を及ぼすのかについての予測が急務である。本研究では、森林の炭素収支を扱うことのできるCENTURYモデルを用いて、現在の気象条件におけるスギ、ヒノキ林の平均的な成長量をモデル内で再現し(\*高齢級ほど不確実性が高い)、枯死木、リター、土壌における炭素量がどのように変化するかについて検討した。皆伐再造林というイベントでは、1)材の伐出にともなう林地残材や枯死根の発生、2)再造林による成長・枯死量の低下により、プロットレベルの炭素収支としては非常に大きな変動が起きると推定されるが、これらがある伐期で繰り返し管理される全国的な集合体として見なしたときには、土壌3プールの炭素収支はゼロに近いことがわかった。一方、高齢人工林については、19歳級以降も成長を続けるという想定下では、枯死木と土壌が森林吸収量の増加に寄与することがわかった。



P-265 スギ人工林における皆伐前と皆伐後 2 年間の土壌呼吸速度と土壌有機物の変化

○阿部有希子<sup>1</sup>・梁 乃申<sup>2</sup>・寺本宗正<sup>3</sup>・丹下 健<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 国立環境研究所地球環境研究センター・<sup>3</sup> 鳥取大学乾燥地研究センター

皆伐に伴う土壌呼吸速度と土壌有機物の変化を明らかにするために、東京農業大学奥多摩演習林のスギ人工林において、皆伐(2017年12月)前後の2016年9月から2019年8月まで土壌呼吸速度を定期的に測定した。伐採木は引きずらないようにして全木集材し、地拵え・植栽は行わなかった。調査区では年1回の下刈りが行われ、土壌呼吸測点内に雑草木が定着しないように排除した。皆伐前後の土壌の変化を明らかにするために、2017年11月から2019年8月までおよそ3か月おきに土壌呼吸の測定地点周囲から深さ0-5cmの土壌を採取し、炭素濃度と根量を測定し、細土の比重分画を行った。皆伐後の土壌呼吸速度は、皆伐前の同じ地温の時と比べて皆伐後4か月目まで高くなる傾向が認められた。皆伐後1年目に比べて2年目の土壌呼吸速度は有意に低下した。太さ2mm未満の細根の枯死根量は、皆伐1年後に皆伐前の53-68%に減少していた。皆伐後数ヶ月間は、根が枯死していない可能性と細根の枯死によって微生物分解されやすい有機物が大量に土壌に供給された可能性が考えられた。

P-267 日本の森林土壌に含まれる可給態鉛の地理的分布

○浦川梨恵子<sup>1</sup>・太田民久<sup>2</sup>・申 基澈<sup>3</sup>・佐瀬裕之<sup>1</sup>・柴田英昭<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター・<sup>2</sup> 富山大学学術研究部理学系・<sup>3</sup> 総合地球環境学研究所・<sup>4</sup> 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

日本の森林土壌に含まれる鉛(Pb)とその同位体比の分析を行った。Pbは土壌に強く吸着され、その濃度と同位体比から長期的な人為由来の大気降下物沈着量を推定できる可能性がある。対象は日本の多地点の森林から採取されたリター層(Oa層、44箇所)と鉍質土層(0-10cm深、58箇所)である。リターは過酸化水素で湿式灰化し、土壌はEDTA溶液で可給態画分を抽出した。リター分解液および土壌抽出液中のPb濃度はICP-MSで分析した。陰イオン交換樹脂でPbを抽出し、同位体比をマルチコレクターICP-MSで分析した。

Pb濃度の平均値±標準偏差はリターで $9.7 \pm 8.8$  mg/kg、土壌で $10.7 \pm 10.0$  mg/kgであり、土壌の可給態鉛濃度は地質鉛の分布(地質調査総合センター、2004)と有意な正の相関関係が認められた。一方、 $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ はリターで $1.1610 \pm 0.0050$ 、土壌で $1.1666 \pm 0.0069$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ はリターで $2.4475 \pm 0.0066$ 、土壌で $2.4562 \pm 0.0097$ であり、リターよりも土壌で同位体比が高くなった。同一地点におけるリターと土壌のPb同位体比の差異は日本海側であるほど大きくなり、気象条件の影響が示唆された。

P-266 木質リターの初期分解過程における土壌深さ影響の広域比較

○酒井佳美<sup>1</sup>・堀澤 栄<sup>2</sup>・石山菜々子<sup>2</sup>・徳地直子<sup>3</sup>・上村真由子<sup>4</sup>・鶴川 信<sup>5</sup>・稲垣哲也<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup> 高知工科大学・<sup>3</sup> 京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>4</sup> 日本大学生物資源科学部・<sup>5</sup> 鹿児島大学農学部・<sup>6</sup> 名古屋大学大学院生命農学研究科

森林における木質リターの分解は基質の物理的・化学的性質と、分解の場(地表、地下)に関わる周辺環境の影響を受ける。木質リターが葉リターに比べて分解が遅いのは基質の大きさや硬さ、樹皮に覆われる構造によると考えられる。筆者らは木質リターとしてスギ丸太材から作成した標準試料と、スギの枝と根を使用して広域7試験地(標茶、札幌、水上、筑波山、芦生、熊本、鹿児島)での分解試験を実施している。試験開始後2年経過した分解基質の重量減少率から分解定数を推定し比較すると、分解定数は基質の違いによる差が非常に大きく、地域間差よりもその差は大きくなった。分解の場の比較として、土壌深さを変えた分解試験では、分解定数は地表よりも地中の方が大きい傾向であった。また、より深い土壌深さでの分解の進行を観察するために木杭を模擬根として見立てた分解試験を開始している。生物群集同定のため分解基質内部の微生物DNAを抽出し真菌とバクテリアを検出したところ、分解初期段階では試料ごとに多様な微生物群が存在し、その違いには試験地による影響が大きいことが示唆された。

P-268 島根県隠岐島後における森林溪流の水質

○藤巻玲路<sup>1</sup>・葛西絵里香<sup>2</sup>・山下多聞<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 島根大学生物資源科学部・<sup>2</sup> 島根大学生物資源科学部附属生物資源教育研究センター

森林溪流の水質調査は全国的に行われているが、離島地域での森林溪流水質は研究事例が非常に限られている。本研究では、島根県隠岐諸島の島後における森林溪流水質を調査し、集水域の地勢状況との関係を検討した。島後の河川分布から、なるべく島全体をカバーするように、上流部に集落等の人為的な排出源がない源流部を採水地に選定して全体で81箇所を採水を行い、pH、電気伝導度、陽イオン類および陰イオン類の分析を行った。隠岐島後の渓流水は全般的に、NaとClの濃度および電気伝導度が極めて高く、海塩の影響が大きいことが考えられる。また、Ca、MgおよびHCO<sub>3</sub>濃度が、低標高で人工林面積割合の大きい集水域において高くなる傾向があった。NO<sub>3</sub>濃度は変動が大きく、一部の河川でやや高いNO<sub>3</sub>濃度が観測された。この値は、森林の窒素流出が隠岐諸島の窒素沈着量と同等である際に予測される濃度に匹敵していた。NO<sub>3</sub>濃度と集水域の標高および集水域内の斜面傾斜角の最大-最小範囲との間に弱い正の相関が認められ、標高が高く起伏に富んだ森林集水域において窒素流出が生じやすい状況にあることが示唆される。



## P-269 四万十川流域における渓流水質の空間変動：1999年と2020年調査の比較

○稲垣善之・稲垣昌宏・志知幸治・吉永秀一郎・山田 毅・三浦 寛・篠宮佳樹・藤井一至

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

人為起源による酸性降下物質は、森林生態系の物質循環に様々な悪影響を及ぼすが、近年では原因となる汚染物質の削減によって、森林は元の状態に回復しつつあると予想される。本研究では、四万十川流域 92 地点において 1999 年夏と 2020 年夏の渓流水質を比較した。その結果、1999 年と 2020 年の 92 地点の平均値は、pH では 7.29 から 7.60 に 0.30 増加した。陽イオンについては、カリウムは 2.1% 増加したが、ナトリウム、カルシウム、マグネシウムは、それぞれ、2.5%、10.3%、8.6% 低下した。陰イオンについては、塩素、硝酸、硫酸は 24.8%、9.4%、22.5% 低下したが、重炭酸は 0.7% 増加した。また、年平均気温と渓流水質の変化（2020 年/1999 年比）の関係については、カルシウム、マグネシウムでは、温暖な地域ほど顕著に濃度が低下した。陰イオンでは硫酸は温暖な地域ほど濃度が低下する傾向を示したのに対して、塩素では年平均気温との関係は明瞭でなかった。これらの結果より、四万十川流域においては、負荷量の減少を反映して渓流水の硫酸、塩素イオンの濃度が低下すること、温暖な地域ほど森林生態系の硫酸の減少が大きく、生態系内での硫黄の滞留時間が短いことが示唆された。

## P-271 山地小流域における土層厚測定点選択の最適化

○山下尚之<sup>1</sup>・大貫靖浩<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所立地環境研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所

日本の山地・丘陵地における土層厚分布には不明な点が多く、土壌炭素の蓄積量推定や水文モデルにおける不確実性要因の一つとなっている。k 平均法を活用した最適化サンプリング（地点選択）は、地形等による土層厚への影響を最適化した測定地点あらかじめ選択し、コストを最小限に抑えながら土層厚分布を推定するための有望なツールと考えられる。本研究では、従来のランダム法、格子点法との比較を通じて土層厚空間推定のための最適化サンプリングの有効性を検証した。北関東の山地小流域における 544 地点の土層厚測定データから k 平均法、ランダム法、（疑似）格子点法の 3 つの手法によって地点をサンプリングし、各手法で得られたサンプルセットによる機械学習マップ（空間推定）の精度を  $R^2$  と RMSE で比較した。k 平均法による分類と機械学習マップの説明変数には、2m-DEM から算出した地形因子（傾斜、曲率、TWI 等）を用いた。その結果、k 平均法によるマップ推定精度はサンプル数が少ないほど従来のランダム法、格子点法よりも高く、最適化サンプリングの有効性が示された。一方、サンプル数が増えると、手法の差よりもサンプル数の増加による精度の向上が卓越した。

## P-270 降雨遮断によるスギ人工林乾燥処理試験区の土壌水分収支

○阪田匡司・釣田竜也・荒木眞岳・小林政広

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

長期にわたる土壌の乾燥が樹木の吸水におよぼす影響を評価するため、約 40 年生のスギ人工林で土壌乾燥試験をおこなった。地上高約 4m に 10m 四方の屋根を設置した乾燥区と設置しない対照区を設け、処理区境界には深さ 20~40cm まで波板を埋設した。両処理区の中央部および境界から 1.5m 付近において、深さ 10,40,80cm の土壌の体積含水率、水分ポテンシャル、地温を測定した。降雨遮断後、乾燥区の含水率は速やかに低下し、遮断後 1 年目の表層 10cm の水分ポテンシャルは -400 kPa まで、2 年目には -700 kPa まで低下した。両処理区とも無降雨期間の土壌水分減少量と平均大気飽差には有意な正の相関が認められ、その傾きは対照区では年次によって明瞭な差がなかったのに対し、乾燥区では年次経過に伴い著しく低下した（遮断後 2 年目では遮断前の 1/10 以下）。処理区間の 20cm 以深の水移動量を水平方向の動水勾配から推定したところ、乾燥区の土壌水分減少量の約 6 倍に相当する量の土壌水が対照区から流入していた。これらのことから、本乾燥試験区において、降雨遮断により強度な乾燥条件が維持されたが、水平方向の水移動によって、相当量の水が乾燥区に供給されていたことが示唆された。

## P-272 花粉分析に基づく小笠原諸島母島における定住化前後の植生変化

○志知幸治<sup>1</sup>・鈴木節子<sup>2</sup>・須貝杏子<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所樹木分子遺伝研究領域・<sup>3</sup> 島根大学生物資源科学部

小笠原諸島は独自の植物生態系を發展させた海洋島である。しかし、人が定住するようになった江戸時代後期以降に人為影響を強く受けるようになり、その植物生態系は大きく変化した。残された植物群の維持および回復を検討するためには、人為影響を受けていない定住化以前の植生の状態および、定住化以降に人が植生に及ぼした影響について知る必要がある。そこで、本研究では母島南部の湿地において堆積物を採取し、花粉分析に基づき定住化前後の植生変化を明らかにした。表層から約 50cm 深までのいずれの層準においてもタコノキ属花粉が最も多く産出した。湿地周辺では、タコノキが現在まで広く分布していたと考えられる。それ以外では 16cm 深を境に花粉組成は大きく異なっていた。16cm 以深ではヤシ科、ツバキ科、ホルトノキ属、マメ科などが産出し、これらが原植生を構成していたと考えられる。一方、それ以浅では二葉のマツ属およびモクマオウ属が多産し、リュウキュウマツおよびトクサバモクマオウの移入の影響を反映していた。文献記録から、これらの分類群の増加開始は明治時代前期以降と判断されるが、放射性物質に基づく年代推定を進めているところである。

## P-273 ラオス北部山地におけるチーク人工林造成適地の判定

○今矢明宏<sup>1</sup>・Simone Vongkhamho<sup>2</sup>・Sikhot Phoutthavong<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> 国際農林水産業研究センター林業領域・<sup>2</sup> ラオス林業研究センター

ラオスでは森林率の回復を目的として焼畑耕作地の転換によるチーク植林が推奨されてきた。それら地域の大半は、天然分布域から外れており、地域による生育差が大きいとされる。植栽地の大部分が存在するルアンパパン県南西部は植栽地域の中では生育が良いとされるものの、ラオス産チーク材の価格は周辺国のものと比べて低く、材価の決定要因の一つが単木あたりの材積によるものであることを考えると、道路沿いなどアクセスが容易な適地以外への植栽が多いことが一因にあるものと推察される。チークは水はけがよく、交換性カルシウムに富むなどの立地条件を好むことが知られており、本地域においても好適条件を明らかにし適地に植栽することで生産性の向上が見込まれるものと考えられる。ルアンパパン県南西部のチーク人工林127林分における地位指数と立地条件の関係を勾配ベースティング決定木により解析した結果、谷の深さや斜面高、地形的な湿潤指数、標高に加え、土壌のカルシウム飽和度やCN比が特徴量として高い重要性を示しており、地形による水分環境とそれに伴う土壌の有機物および養分の蓄積状況の違いがチークの生育に影響していることが示唆された。

## P-275 2種類のスギ高密度林分における樹冠遮断・樹冠通過雨・樹幹流の測定

○村上茂樹・北村兼三

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所

2種類のスギ林分（林分密度5700本/ha及び9700本/ha、いずれも7年生）で樹冠遮断・樹冠通過雨・樹幹流を測定した。約6ヶ月の測定期間における林外雨量は1404.5mmであった。

5700本/ha（9700本/ha）の林分における樹冠遮断、樹冠通過雨、樹幹流が林外雨に占める割合は、それぞれ18.2%（13.1%）、38.6%（24.7%）、43.2%（62.2%）であった。樹幹流が多いのは、高密度林分では樹木1本が占める樹冠面積が小さくなるため、枝が急角度で上方に伸び、ジョウゴのように雨水を集めることが原因と考えられる。

降雨毎の雨量（横軸）と樹冠遮断（縦軸）の散布図では、下に凸の二次回帰曲線でデータがよく近似できた。一降雨100mm以上の降雨イベントを対象とした1時間毎の雨量・樹冠遮断の散布図においても二次回帰曲線で近似できる傾向が見られた。雨量・樹幹流の散布図においては、逆に上に凸の二次回帰曲線でよく近似できる傾向があった。

これらの原因は降雨強度の増加とともに飛沫が増加するため、枝が受け止めて樹幹流に転換できる雨水の量が減少し、その分だけ飛沫蒸発が増加するためと考えられる。

## P-274 降雨中における森林からの微水滴輸送

○北村兼三・村上茂樹

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所

森林における水交換過程を把握するために森林-大気間における水輸送についてインターバルカメラを用いて観察したところ、降雨中や降雨終了後に森林樹冠層付近から霧のようなもの（微水滴を含んだ空気塊）が発生し上空に向かって輸送される現象（微水滴輸送）が観察された。微水滴を含んだ空気塊は上空に輸送されるにしたがい周辺大気と混合し微水滴は蒸発した。微水滴輸送は降雨中や降雨終了後に継続的もしくは断続的に観察されたが、時間的・空間的に不規則に微水滴が輸送された。また季節に依存する現象ではなかった。微水滴輸送は樹冠層付近で生じた微水滴（液体）を含んだ空気塊が大気中に輸送され上空で蒸発することから、微気象学的熱収支基準面における熱収支に依存せず水を大気中に還元する現象であった。

微水滴を含んだ空気塊は、樹冠以下の層内（森林内）で水の蒸発および凝結によって形成されたと推察される。また、森林内における蒸発および凝結には、濡れた植物体表面や雨粒の飛沫など広い蒸発面の存在、エアロゾルが凝結核ならびに溶質効果として大きく関与していると考えられる。

## P-276 ヒノキ人工林30%間伐後3年間の林内雨量の経過

○細田育広

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

【目的】ヒノキ人工林における間伐後の林冠ギャップ（CG）閉鎖過程における林内雨量の変動経過を明らかにするため、本数率30%の間伐が実施された34年生ヒノキ人工林において林冠状況と林内雨量の関係を調べた。【方法】間伐は竜ノ口山森林理水試験地南谷中流で2018年1月末頃実施された。2017年9~11月と2018年3月以降、間伐区域内の観測プロットで樹冠通過雨量（ $Tf$ ）と樹幹流下量（ $Sf$ ）を転倒マス型量水計で観測し、山麓露場雨量（ $Pg$ ）と比較した。CGは観測プロット中心部の鉛直上空写真を機械的に画像解析して数値化した。【結果】CGは正弦関数に近似する季節変動を示し、間伐直後約12%増加した。この傾向は同年秋まで続いた後、2019年夏以降は季節変動の小さい低減傾向となり、2020年には間伐前のレベルに落ち着いた。CGの増減と2ヶ月積算 $Tf$ および $Sf$ の $Pg$ に対する割合の増減には調和的傾向が認められた。また、2020年の降雨イベント毎の $Pg$ と $Tf$ および $Sf$ の関係は間伐前の同関係に近似した。CGは二次元的林分指標ながら、ヒノキ一斉林間伐後の林冠閉鎖過程における林内雨量の定性的な説明変数となりうる可能性が示唆された。



P-277 根鉢秤量法による樹液流計測法の検定

○飯田真一<sup>1</sup>・竹内真一<sup>2</sup>・荒木 誠<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林防災研究領域・<sup>2</sup> 東海大学海洋学部

近年、樹液流計測法の過小評価が多数報告されている。これらの研究では、樹幹サンプルに既知の樹液流を発生させる強制通水法を用いて樹液流計測法の検定を行う場合が多い。すなわち、当該樹木は伐採されるため、根系から葉までの樹液の流動経路が絶たれることになる。したがって、強制通水法を用いた検定は生育時とは別の条件を反映する可能性もある。そこで、本研究では、当該樹木を根系ごと掘り出して根鉢を作成し、その重量変化を大型電子天秤で計量して樹液流量（蒸散量）の真値を得る根鉢秤量法を茨城県と宮崎県に生育するスギ2個体に適用し、グラニエ法および Heat Ratio (HR) 法の検定を行った。両手法は樹液流速の相対的な変化を適切に検出可能であるが、その絶対値は過小評価されることが明らかとなった。HR 法は熱伝達に関する理論的検討が十分になされた手法であることから、計測値と真値の間には決定係数 0.91 の高い相関がみられたが、その絶対値は約 6 割過小評価された。グラニエ法も良好な相関（決定係数 0.84）を示したが、過小評価率は HR 法とほぼ同様であった。今後は、根鉢秤量法による検定例を蓄積し、強制通水法との比較を行う必要がある。

P-279 Culm age impact on transpiration estimates in a Moso bamboo forest, central Taiwan

○Kume, Tomonori<sup>1</sup>・SJ Lin<sup>2</sup>・IH Chen<sup>2</sup>・Sophie Laplace<sup>2</sup>・WL Liang<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kyushu University ・<sup>2</sup> National Taiwan University

Moso bamboo expansion could have strong impacts on water and carbon cycling. In our previous studies, almost same amount of Moso bamboo stand transpiration were found regardless of culm density (i.e., 4,000-10,000 culms/ha). This suggest consideration of individual culm transpiration is needed to understand the mechanism of the stand transpirations. This study performed sap flux basis individual transpiration estimates in a Moso bamboo stand in central Taiwan with the consideration of culm ages. Older age culms showed lower sap flux than that of younger culms, and the oldest culms showed significantly lower sap flux than that of younger culms, probably due to lower stem hydraulic conductivity. Consequently, total amount of transpiration from older culms accounted only 5 % of total stand transpiration at this site. Our study showed importance of culm age structure in Moso bamboo stand transpiration estimates.

P-278 若齢・壮齢・老齢ポンドロサパイン林における干ばつが蒸散に及ぼす影響

○鶴田健二<sup>1</sup>・Hyojung Kwon<sup>2</sup>・Beverly E. Law<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 滋賀県琵琶湖環境科学センター・<sup>2</sup> オレゴン州立大学森林学部

アメリカ・オレゴン州の半乾燥地帯に生育する若齢、壮齢、老齢ポンドロサパイン (Pinus ponderosa) 林において樹液流計測を実施し、蒸散量を算定した。土壌が湿潤な条件では、若齢林の樹液流速は壮齢・老齢林より大きい傾向にあった。一方で、夏期の干ばつ時には若齢林の樹液流速の低下が最も大きく、老齢林では樹液流速の明瞭な低下は認められなかった。環境要因を入力データとして樹液流速をモデル化し、環境要因に対する樹液流の応答を調べたところ、蒸散の主要な駆動力である大気飽差に対する樹液流の応答には、林分間で明瞭な違いは認められなかった。樹液流速モデルを用いて、同一気象条件の下、湿潤土壌時と干ばつ時の単木蒸散量を算定した。その結果、土壌水分条件に関わらず、林分横断的に胸高直径と単木蒸散量には高い相関関係が認められた。これは、樹木間の辺材面積のばらつきによるものだった。胸高直径データは基礎的な林分構造データであり、広域で容易に入手可能であることから、胸高直径と単木蒸散量の関係は、蒸散量の広域評価に有益な情報であると考えられた。その際、土壌水分に対する林齢別の樹液流応答を考慮に入れる必要があることが分かった。

P-280 年輪セルロースの炭素同位体比から年蒸散量を復元する試み

○久保田多余子<sup>1</sup>・香川 聡<sup>2</sup>・阿部俊夫<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林防災研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所木材加工・特性研究領域・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所

森林がその成長および気候変動に対して蒸散量 (E) をどのように変化させてきたのかを明らかにすることは、将来的な気候変動に対する水資源量の変化を予測する上で重要である。本研究では年輪のセルロースの炭素同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) を利用して過去約 80 年間の E を復元した。釜淵森林理水試験地 (山形県) において、樹齢約 100 年のスギの年輪のコアを採取し、 $\alpha$ -セルロースを抽出して 1 年輪ごとに  $\delta^{13}\text{C}$  を分析した。年輪セルロースの  $\delta^{13}\text{C}$  から潜在的な水利用効率 ( $i\text{WUE} = A/g_s$ 、A は光合成速度； $g_s$  は気孔コンダクタンス) を計算した。また、胸高直径とスギの乾燥重量の関係式から年間の炭素固定量を推定し、これを A とした。水利用効率 ( $\text{WUE} = A/E$ 、E は蒸散速度) と  $i\text{WUE}$  には  $i\text{WUE} = \text{WUE} \times \nu$  ( $\nu$  は葉と大気間の水蒸気圧差) すなわち、 $E = g_s \nu$  の関係があることから、 $i\text{WUE}$ 、A および  $\nu$  を用いて E を推定した。推定した E は樹液流計測の測定結果と比べて妥当であった。本試験地は土壌水分の不足によって蒸散が制限されないことから、樹木の成長によって E は増え続けた。一方で、大気  $\text{CO}_2$  濃度の上昇による  $i\text{WUE}$  の増加によって、大気  $\text{CO}_2$  濃度の上昇がないと仮定した場合よりも E が抑えられていた。



P-281 広域森林水循環評価に向けた LiDAR データによる立木密度推定手法の構築

○猪越翔大<sup>1</sup>・五味高志<sup>1</sup>・邱 湏璋<sup>1</sup>・小柳賢太<sup>1</sup>・張 宇攀<sup>2</sup>・恩田裕一<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京農工大学・<sup>2</sup> 筑波大学

本研究は、森林流域を対象とした水文プロセスの広域評価を目的として、森林簿情報と航空機レーザー計測による林分状態評価と蒸発散モデルの統合を行った。対象地域は山梨県北杜市旧白州町の釜無川支流神宮川流域および境川流域(約 40 km<sup>2</sup>)で、森林簿から得られた植生は広葉樹 32%、カラマツ 23%、ヒノキ 25%、アカマツ 16%であった。LiDAR 計測結果(2015 年、パルス密度は約 7 点/m<sup>2</sup>)から、森林資源解析用ソフト Fusion/LDV を使用し、Watershed 法および局所最大値法を用いてラスター解像度(0.5m、1.0m)やフィルタサイズ(3×3、5×5、7×7)を変更した様々な手法により樹頂点を抽出することで立木密度を計測した。降雨量はアメダス斐崎のデータから、標高が高くなるにつれ増加することとした。蒸発散量については、遮断・蒸散・林床面蒸発について、針葉樹については、立木密度、樹高を用い、広葉樹については樹高、林床面蒸発量については、Ry を用いて計算した。

P-283 冷温帯落葉広葉樹林における熱フラックスの長期モニタリング

○小坂 泉<sup>1</sup>・大庭流維<sup>2</sup>・金井亮磨<sup>1</sup>・風間廉大<sup>1</sup>・瀧澤英紀<sup>1</sup>・阿部和時<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 日本大学生物資源科学部・<sup>2</sup> 日本大学大学院生物資源科学研究科

森林-大気間における渦相関法による熱、水および二酸化炭素の交換量の長期モニタリングは、気候変動などに伴い年々変動する環境の変化に対する森林の応答特性を評価する上で強力なツールの 1 つである。本研究対象である冷温帯落葉広葉樹林における優占樹種はブナ (*Fagus crenata*) であるが、筆者らは、ブナが気候変動などの環境変化にどのように応答するかを現地観測に基づいて実証的に明らかにすることを念頭におき、群馬県北部に位置する日本大学水上演習林において渦相関法による熱フラックスの連続観測を実施している。本研究では、本試験地において 2015 年から 2019 年に実施した渦相関法により求められる顕熱および潜熱フラックス ( $H$  および  $\lambda E$ ) の季節および年々変動を明らかにし、各年の熱収支の特徴について調べた。その結果、2015、2016、2017、2018 および 2019 年における  $H$  と  $\lambda E$  の和と純放射量 ( $R_n$ ) と貯熱量 ( $G$ ) の差である有効エネルギーの関係における両者の回帰直線の傾きは、それぞれ 1.18、1.19、1.10、1.10 および 1.16 となり、 $H$  と  $\lambda E$  の和が有効エネルギーを上回る傾向は 5 年間で共通してみられた。

P-282 森林施業が衛星画像の NDVI に与える影響 —蒸発散評価に向けて—

○深江朋美・篠原慶規

宮崎大学農学部

水資源量の最大値は、降水量から蒸発散量を引いて算出されるため、水資源を考えるうえで蒸発散量を知ることは重要である。水資源量の増加を目的とした森林施業が行われているが、森林施業が蒸発散量に与える影響を広域で評価できる手段は少ない。本研究では、その最初のステップとして、間伐による樹冠構造の変化が、衛星画像の NDVI の変化から検出可能かを明らかにすることを目的とした。宮崎大学田野フィールドの 2014 年～2019 年の間に間伐が行われた小班(スギ・ヒノキ人工林)を対象とした。衛星画像は、Landsat8 の反射率データ(Level2)を用いた。14 枚の晴天日の画像について、band4 と band5 を用いて NDVI を計算し、間伐前後で比較を行った。比較を行う際は、フェノロジーを考慮し、田野フィールドのスギ・ヒノキ人工林全体の NDVI の中央値との比を用いた。その結果、間伐後の NDVI は間伐前の NDVI の 0.92 倍～1.02 倍(平均: 0.97 倍)となり、間伐による樹冠構造の変化は、衛星画像から算出された NDVI によって検出可能であることが示唆された。NDVI から蒸発散量を推定するモデルを用いることで、衛星画像から、間伐による蒸発散量の変化を広域で推定できる可能性がある。

P-284 低温期における森林の揮発性有機化合物濃度の上昇要因

○深山貴文<sup>1</sup>・Yamanoi, Katsumi<sup>1</sup>・溝口康子<sup>1</sup>・安田幸生<sup>1</sup>・森下智陽<sup>1</sup>・Noguchi, Hironori<sup>1</sup>・岡野通明<sup>1</sup>・小南裕志<sup>1</sup>・吉藤奈津子<sup>1</sup>・高梨 聡<sup>1</sup>・北村兼三<sup>1</sup>・松本一穂<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 琉球大学農学部

森林の地球温暖化防止機能には炭素固定機能の他、森林が放出する揮発性有機化合物がエアロゾルを生成し地球を冷却する機能がある。森林起源の揮発性有機化合物の主要成分は、イソプレン (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>) とモノテルペン (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>) であり、主にイソプレンは広葉樹林、モノテルペンは針葉樹林から気温の上昇に伴って揮発性が高まる夏に集中的に放出されることが知られている。一方、世界各地の様々な植生の森林において夏に限らず低温の時期に、これらの濃度上昇が観測された事例が報告されている。本研究では日本国内の 6 か所の森林において概ね月 1 回の頻度で 3 年間にわたって観測されたデータを用いて、国内においても低温期に同様の濃度上昇現象が発生しているのかを確認すると共に、この現象が発生した際の気象要因についての検討を行った。その結果、20℃未満の低温期に 20 回の高濃度現象が発生していたことが確認された。また、その多くがイソプレンは春、モノテルペンは秋の降雨後に発生していたことから、この現象の発生に降雨が影響している可能性が示唆された。

P-285 冷温帯落葉広葉樹林における夏季の CO<sub>2</sub>交換量と気温の関係

○大庭流維<sup>1</sup>・小坂 泉<sup>2</sup>・坂田祐樹<sup>2</sup>・川津侑大<sup>2</sup>・須郷将貴<sup>2</sup>・瀧澤英紀<sup>2</sup>・阿部和時<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 日本大学大学院生物資源科学研究科・<sup>2</sup> 日本大学生物資源科学部

森林と大気における CO<sub>2</sub>交換量 ( $F_c$ ) の長期モニタリングは、気候変動などの環境変化が森林生態系の炭素循環に与える影響を評価する上で重要である。筆者らは、群馬県北部に位置する日本大学水上演習林内高平山山頂において、ブナが優占する冷温帯落葉広葉樹林を対象に、2014年から渦相関法による  $F_c$  の連続観測を実施している。本試験地における先行研究では、7月の日中において光強度と気温が低い気象条件のとき、森林から大気へ CO<sub>2</sub> の放出を示す正值の  $F_c$  のデータが多くみられたことを報告しているが、夏季の気温低下が森林の炭素循環に与える影響を報告した研究事例は少ない。そこで本研究では、夏季の気温低下が  $F_c$  に与える影響を明らかにするため、光強度の違いが  $F_c$  の変動に与える影響を最小限にした上で、2014~2020年7月の日中における  $F_c$  と気温の関係を、熱フラックスのデータを用いて調べた。その結果、光強度が低く、気温が 20℃未満の条件における正值の  $F_c$  は、顕熱フラックス ( $H$ ) と潜熱フラックス ( $\lambda E$ ) の和に対する  $\lambda E$  の比  $[\lambda E / (H + \lambda E)]$  が比較的小さいデータである場合が多くみられた。

P-287 Predicting soil water retention using soil chemical properties

○Kazumichi Fujii<sup>1</sup>・Tomoki Oda<sup>1</sup>・Naoko Tokuchi<sup>2</sup>・Yoshiyuki Inagaki<sup>1</sup>・Chie Hayakawa<sup>4</sup>・Jun'ichiro Ide<sup>5</sup>・Frouz Jan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Forestry and Forest Products Research Institute・<sup>2</sup>Kyoto University・<sup>3</sup>Charles University・<sup>4</sup>Utsunomiya University・<sup>5</sup>Department of Applied Chemistry and Bioscience Chitose Institute of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

Predicting soil water retention using soil field texture is difficult due to wide variation in constituents (organic matter, clay, silt, and sand) and their pore distribution among soil types. Even in similar texture class, allophanic volcanic soils have greater water holding capacities than those dominated by crystalline clays. To predict water retention from soil chemical properties, soil water retention curves were analyzed using multiple regressions with chemical properties (allophane, crystalline clay, carbon). Soil properties can not predict Van Genuchten parameters except for  $n$  value, which increases acutely above sand > 80% threshold. Saturated water content increases with soil carbon content. Soil water retention was contributed by allophane in pF 1.0-2.0, carbon and crystalline clay contents in pF 2.5-3.0, carbon and allophane contents in pF 3.0-4.2, and allophane contents in pF 4.2-7.0. Predicting water retention using soil chemical properties is promising.

P-286 沖縄の亜熱帯常緑広葉樹林における炭素収支の変動について

○Tadashi Ookami<sup>1</sup>・Kazuho Matsumoto<sup>1</sup>・Shingo Taniguchi<sup>1</sup>・Atsushi Takashima<sup>2</sup>

<sup>1</sup>琉球大学農学部・<sup>2</sup>琉球大学農学部附属亜熱帯フィールド科学教育研究センター

現在、温室効果ガスである二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) の吸収源として森林の役割が期待されており、森林による CO<sub>2</sub> 吸収量の定量的評価が求められている。生態系が吸収した正味の CO<sub>2</sub> 量である純生態系生産量 (NEP) は、生態系が吸収した CO<sub>2</sub> の総量である総一次生産量 (GPP) と生態系が排出した CO<sub>2</sub> の総量である生態系呼吸量 ( $R_E$ ) の収支として求められる。世界各地で森林生態系の NEP、GPP、 $R_E$  が調べられ、時空間的変動やその制御要因について解明されつつあるが、亜熱帯林における知見は未だ限られている。そのため、本研究では沖縄の亜熱帯常緑広葉樹林における NEP、GPP、 $R_E$  を求め、これらの年々変動や季節変動、環境応答について解明する。調査方法は 2013~2020 年に沖縄島北部の亜熱帯常緑広葉樹林(琉球大学与那フィールド)において、渦相関法を用いて森林-大気間の CO<sub>2</sub> フラックスを観測し、これに貯留 CO<sub>2</sub> フラックスを加味することで純生態系交換量 (NEE) を求め、 $NEE = -NEP$  として NEP を求めた。また、 $R_E$  は  $GPP = 0$  となる夜間において気温と  $R_E$  ( $= -NEP$ ) との関係性を調べ、日中の  $R_E$  はその関係に基づいて気温から推定した。そして、GPP は NEP から  $R_E$  を差し引くことで求めた。

P-288 降灰量の異なる 2 時期の裸地斜面の土壌水分の挙動

○平岡真合乃・山崎祐介・清水武志・石井靖雄

土木研究所土砂管理研究グループ

降灰後の斜面における降雨に対する土壌水分の挙動を把握することは、降灰が斜面の表面流発生に与える影響を解明するうえで重要である。鹿児島市桜島では降灰量が経年的に変化しており、降雨に対する土壌水分応答も変化している可能性がある。本研究では、桜島の有村川流域の斜面を対象に、多灰期と少灰期における地表から深さ 3 cm、10 cm の体積含水率 ( $\theta$ ) の計測から、降灰量の多寡と土壌水分応答との関連性を考察した。降雨イベント中の  $\theta$  は、降灰量の多寡によらず 2 深度とも降雨量の増減に応じて変化したが、増減の傾向は多灰期と少灰期で異なっていた。総降雨量 200 mm 程度の降雨イベント時には、多灰期の  $\theta$  は鋭いピークを形成しており、深さ 3 cm の方が深さ 10 cm よりも常に高かった。一方、少灰期の  $\theta$  は緩やかなピークを形成し、2 深度間の差は多灰期より小さかった。また表面流の発生割合および流出量の平均値は、少灰期の方が多灰期よりも大きく、少灰期には  $\theta$  が多灰期より低い時にも表面流が発生していた。以上の結果から、対象斜面では降雨に対する土壌水分応答が降灰量の多寡で異なることが示され、この違いと表面流の発生割合や流出量との関連が示唆された。



P-289 森林伐採による斜面表層水分の降雨応答の変化観測

○浅野志穂<sup>1</sup>・壁谷直記<sup>2</sup>・萩野裕章<sup>3</sup>・黒川 潮<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林防災研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所

地球規模の気候変動の影響により各地で豪雨や干ばつなど気象災害が世界各地で発生している。特に豪雨に伴う山腹崩壊では崩壊土砂が大量の水と共に斜面上を高速で長距離を流下し、土石流状となって下流域の集落に大きな被害を及ぼすことがある。例えば2019年の宮城県丸森町で発生した土石流では、源頭部に崩壊深が1m以下程度の浅い崩壊が発生しておりこれが引き金となっているなど、浅層で発生する豪雨時斜面崩壊が土石流等の災害要因の重要な位置づけとなっている。こうした浅層の斜面崩壊に発生メカニズムにはいくつかあるが、そのうちの1つとして、表層の不飽和土中の降雨浸透が斜面の不安定性を促進する可能性が指摘されている。特に森林斜面において表層の不飽和域を含む土壌層の水分条件は地表の本木や草本の影響を受けると考えられる。このためここでは森林域での表層の崩壊発生への影響の観点から、森林の表層土壌に含まれる土壌水分の降雨に対する応答の特徴について現地観測から検討を行った。特に土壌水分変動への森林の影響を検討するため、森林樹木の伐採前後で観測を行いその変化について検討した。

P-291 森林土壌の孔隙構造の違いが抽出水の水素・酸素安定同位体比に及ぼす影響

○中野晴太<sup>1</sup>・勝山正則<sup>2</sup>・小杉緑子<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 京都府立大学生命環境学部・<sup>2</sup> 京都府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>3</sup> 京都大学大学院農学研究科

土壌水の水素・酸素安定同位体比計測のための抽出方法の一つに遠心分離法がある。本研究では土壌の水分保持特性の違いが土壌水の安定同位体比に与える影響を検討することを目的に、砂質土壌と粘土質土壌を用いて遠心分離法による抽出水の安定同位体比を比較した。各土壌をそれぞれ3地点6繰り返しで採取し、風乾、絶乾サンプルを作成した。風乾サンプルは同位体比Aの水で飽和させた後段階的に回転数を上げて遠心分離を行い、各段階で抽出された水の安定同位体比を測定した。絶乾サンプルは同位体比Aの水で飽和させた後軽く脱水し、異なる同位体比Bの水で再度飽和させ、同様の実験を行った。粘土質土壌は砂質土壌に比べて常に体積含水率が高く、残存する微細孔隙中の水分が多いため、安定同位体比は残存水の影響をより強く受けた。遠心分離では結合の緩い粗大孔隙から先に排水されるため、微細孔隙の多い粘土質土壌は強い力で抽出したときにも抽出量が多いことが安定同位体比へ影響を与えた。粗孔隙の多い砂質土壌では、弱い力でも比較的多くの水が抽出されるため、その後強い力で抽出した水は量が少なく、安定同位体比への影響が比較的小さかった。

P-290 阿蘇地域の様々な植生における土壌の透水・保水性の評価

○松本一穂<sup>1</sup>・高野 涼<sup>2</sup>・伊藤幸男<sup>2</sup>・山本信次<sup>2</sup>・原科幸爾<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 琉球大学農学部・<sup>2</sup> 岩手大学農学部

熊本県阿蘇地域の山地部は主に草原や人工林として利用されているが、景観や防災、水源かん養等の面からみた最適な土地利用のあり方について模索する動きが地域社会で進められている。草原は放牧・野焼きの有無や優占種の違い(ススキ、ネザサ)によって違いが見られ、人工林も管理(間伐)の程度や樹種(スギ、ヒノキ)によって林相に大きな違いが見られる。しかし、これらの植生の諸特性がその土地の多面的機能をどのように特徴づけているのかについては定量的な知見が限られている。そこで、本研究では熊本県阿蘇市・南阿蘇村内の複数の草原と人工林において土壌の透水性および保水性を調査し、植生の違いが阿蘇地域における山地斜面の水源かん養機能や防災機能に及ぼす影響について検討した。

P-292 山地斜面における土層中の封入空気形成と林内雨の関係について

○岩上 翔<sup>1</sup>・野口正二<sup>2</sup>・清水貴範<sup>1</sup>・久保田多余子<sup>1</sup>・飯田真一<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林防災研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

森林小流域の降雨流出過程のうち、特に豪雨時に素早い流出応答を生じるプロセスについては、未だすべてが解明されているとは言い難い。降雨時に浸透する雨水と地下水面によって、土層内の間隙空気が封入・加圧されて流出に影響を及ぼす現象は、素早い流出応答を解明する手掛かりとなり得る。この現象は、室内実験によって明らかにされているが、現地観測に基づいてこれを示した例はない。そこで著者らは、森林小流域の山地斜面において、降雨時に土層内に形成される封入空気が流出に影響を与える可能性に着目して、観測を行ってきた。自作の間隙空気圧計を用いた測定によって、無降雨時には間隙空気圧が大気圧と同期していることや、降雨時に封入空気が形成される様子が捉えられてきている。しかし斜面の位置によって封入空気が形成されるタイミングや圧力の応答にはバラつきが大きく、林外雨量の変動では説明できない点が多かった。そこで林外雨に加えて、各間隙空気圧計の近傍で林内雨の観測を行った。本発表では林内雨と封入空気形成との関係について報告する。



P-293 渓流水源に依存する小規模水わさび田の水温変化

○竹内真一<sup>1</sup>・宮本勇斗<sup>1</sup>・田中伸彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東海大学海洋学部・<sup>2</sup> 東海大学観光学部

水わさびの生育に水温は最も重要な環境要素であり、適温範囲は8~18.6℃で年較差が小さい場合に生育が良好とされるものの、具体的な測定結果の報告例は少ない。本研究では安倍川支流上流部に昭和10年に開田された渓流水源に依存する畳石式わさび田において、水温の通年測定を2か年に渡り行った。調査田は標高差41.7mの傾斜地に33段で構成され、温度ロガーを3~5段おきに8段のわさび田山側の導水路に設置し、さらに地温を15段目において熱電対により測定した。水温は年間を通じて、日平均値で18.6℃以下に保たれていたが、一時的に18.6℃を上回る積算時間が、各段において0~27時間となった。水温の日変化では、上段(田頭)で7~15.0℃、中段で5.5~20℃で推移し、下段(田尻)で4.5~19℃であり、水源に近い上段では水温は低くかつ安定していたのに対し、中段および下段では、夏に高温になり冬に低温となる傾向を示した。また、地温では18.6℃以上の測定値の積算時間が水温の値を上回った。更に、夏季において一時的にまとまった降雨により水温が上昇する現象が確認された。これらの温度測定結果を水わさび栽培者に還元したところ、経験値の高い栽培者の予想と合致していた。

P-295 森林流域における渓流水高頻度電気伝導度データの分解によるイオン動態比較

○柴田夏希<sup>1</sup>・勝山正則<sup>2</sup>・糸数 哲<sup>3</sup>・正岡直也<sup>4</sup>・中村公人<sup>4</sup>・小杉賢一朗<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 京都府立大学生命環境学部・<sup>2</sup> 京都府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>3</sup> 沖縄大学・<sup>4</sup> 京都大学大学院農学研究科

森林流域において渓流水質変動を考える際、できるだけ高頻度で観測するのが望ましい。だが、サンプル採取・分析作業に手間や時間がかかることから、水質観測は、流量や降水量の観測と比べて採水機会の限られた低頻度観測が中心であった。一方、電気伝導度(EC)は、容易に計測可能であるため、高頻度に測定された例もある。本研究はBenettin and van Breukelen (2017)の手法を用いて、高頻度ECデータをもとに高頻度のイオン濃度推定を行うことを目的とした。滋賀県甲賀市の信楽試験地において、ECに対する各イオンの寄与率に相当する係数fの変動性を評価した。次に、渓流水の高頻度ECデータからイオン濃度を推定し、流量とイオン濃度の関係を考察した。さらに、隣接支流間で、渓流水に対する主要貢献イオンの違いと、その動態を考察した。fの値は、電気当量の値が大きいイオンほど大きく、また、イオン種や支流によって、流量に対するfの変動性が異なった。fの評価が正確であるときには、推定イオン濃度もきわめて正確に算出された。よって、ECからイオン濃度の値を推定する本研究の手法は、fの変動性の評価によって、その精度が大きく左右されることが示された。

P-294 森林流域における湧水・渓流水 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度形成への脱窒の影響とその地点間比較

○白井峻太<sup>1</sup>・勝山正則<sup>2</sup>・福島慶太郎<sup>3</sup>・大西雄二<sup>3</sup>・木庭啓介<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup> 京都府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>3</sup> 京大大学生態学研究センター

森林流域におけるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>動態において、脱窒はNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の消費反応として重要である。本研究では滋賀県南部の桐生水文試験地内の隣接森林流域において、2018年6月から約2年間、約1か月ごとに平水時に複数地点で地下水・湧水・渓流水を採取し、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の濃度と窒素安定同位体比からNO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度への脱窒の影響を考察した。また同地点における2014年のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度・窒素安定同位体比・ $\Delta^{17}O$ データを用いて、Fang et al. (2015)の方法を基に基岩浸透地下水を考慮した流域ごとの脱窒量を定量化し、比較した。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度と窒素安定同位体比の結果から、湧水・渓流水のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度差には地下水で起こる脱窒が影響することが分かった。また脱窒だけでなく基岩浸透地下水由来や大気由来NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の寄与の大小もNO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度差に影響していた。定量化の結果からは、流域外へのNO<sub>3</sub><sup>-</sup>流亡(渓流流出+基岩浸透+脱窒)のうち脱窒の割合は流域間で28~85%と差が大きく、同時に渓流水や基岩浸透地下水としてのNO<sub>3</sub><sup>-</sup>流出量も流域間で異なることが分かった。本流域では窒素負荷量や植生、地質等の条件を同じと見なせるため、脱窒量の流域間差には流域内での地下水帯の存在を規定する流域構造が影響していると考えられる。

P-296 水抽出方法の違いによる土壌中窒素安定同位体比を用いた脱窒進行程度の比較

○高橋悠太郎<sup>1</sup>・勝山正則<sup>2</sup>・白井峻太<sup>3</sup>・尾坂兼一<sup>4</sup>・福島慶太郎<sup>5</sup>・大西雄二<sup>5</sup>・木庭啓介<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 京都府立大学生命環境学部・<sup>2</sup> 京都府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>3</sup> 京都大学大学院農学研究科・<sup>4</sup> 滋賀県立大学環境科学部・<sup>5</sup> 京大大学生態学研究センター

本研究では、森林土壌中の脱窒には土壌孔隙径とそこに保持されている水の分布が影響しているという仮説のもとに、土壌と水との結合の強さと脱窒過程の関係を解明することを目的とした。滋賀県の桐生水文試験地にて、8地点、2深度(10-20、30-40cm)で土壌を採取した。土壌からの硝酸イオン(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)の抽出には、土壌に比較的弱く保持されたNO<sub>3</sub><sup>-</sup>を抽出するための純水(H<sub>2</sub>O)抽出と、より強く保持されたNO<sub>3</sub><sup>-</sup>を抽出するための塩化カリウム(KCl)抽出の2つの方法を用いた。KCl抽出水を用いて土壌の硝化速度を調べた。また、抽出水中のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の窒素・酸素安定同位体比により、脱窒の程度を比較した。KCl抽出水ではH<sub>2</sub>O抽出水と比べてより高いNO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度を示した。硝化速度は10-20cmでより大きい傾向にあった。深度ごとに窒素安定同位体比を比較すると、10-20cmではH<sub>2</sub>O抽出水で、30-40cmではKCl抽出水でより大きくなった。強く保持された水で脱窒がより進行すると考えると、10-20cmは硝化によるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>生成の影響がより現れるためこれに反すると考えられる。一方30-40cmでは、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>生成が小さく、より強く保持された水について脱窒していることを反映すると考えられる。

## P-297 森林斜面における地下水挙動と実効雨量の対応関係

○小杉賢一朗<sup>1</sup>・郷間未森<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup> 京都大学農学部

豪雨に伴う斜面地下水位上昇を的確に予測することは、斜面崩壊対策を行う上で極めて重要である。筆者らはこれまでの研究で、半減期の長い実効雨量を横軸、半減期の短い実効雨量を縦軸にとって描かれるスネーク曲線によって、斜面地下水位の挙動を良好に再現できることを確認している。ただし同時に、横軸実効雨量の半減期（横軸半減期）と縦軸実効雨量の半減期（縦軸半減期）は、地点ごとに最適化する必要があることを示している。そこで本研究では、各種地質を持つ12サイトを対象として、計89地点の地下水位データを収集し、各地点ごとに最適な横軸半減期と縦軸半減期の特定を行った。その結果、横軸半減期はおよそ26~2784h、縦軸半減期はおよそ0.1~2784hの範囲に分布しており、サイトや深度（土層と基岩層の別）等の違いによって大きく異なることが示された。t検定の結果、横軸半減期については、「花崗岩」に比べて「堆積岩」の半減期が短いことや、「基岩層」に比べて「土層」の半減期が短いことが示された。縦軸半減期についても「基岩層」に比べて「土層」の半減期が短いことが示されたが、土層において「花崗岩」と「堆積岩」の違いは明確でなかった。

## P-299 HYCY モデルを用いた堆積岩山地における降雨流出特性の解明

○稲岡 諄<sup>1</sup>・小杉賢一朗<sup>1</sup>・正岡直也<sup>1</sup>・糸数 哲<sup>2</sup>・中村公人<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup> 沖縄大学経済商学部

土砂災害による被害を軽減するには、その発生機構の解明が必要である。既往研究によって、地形や地質、植生など様々な要因の影響で地下水の挙動が変化し、土砂移動現象につながるものが明らかにされてきた。このうち、地質に注目すると、花崗岩山地における研究は比較的多いが、堆積岩山地における研究例は少ない。本研究は、モデルを用いて花崗岩山地に位置する流域と対比する形で堆積岩山地における降雨流出特性を検討した。

研究対象地はいずれも滋賀県上山系に位置する信楽試験地（計12流域）と不動寺試験地（計7流域）である。信楽試験地の地質は中古生層の堆積岩であるのに対し、不動寺試験地の地質は花崗岩である。各流域に量水堰を設け約3年間流量を観測した。この観測ハイドログラフを基にHYCYモデルを流域ごとに最適化した。得られたパラメータから土層内貯留量と流出寄与域面積率の関係を求め、対象とした19流域を分類すると、(1)基底流の多い流域、(2-1) 逶減の遅い流域、(2-2) 逶減の早い流域の3グループに分類できることが分かった。堆積岩を基質とする流域は(1)と(2-2)に分類されたのに対し、花崗岩を基質とする流域はすべての分類群に分かれる結果となった。

## P-298 花崗岩山地におけるストロンチウム同位体比を用いた基岩内地下水動態の解明

○滝澤 遼<sup>1</sup>・勝山正則<sup>4</sup>・申 基澈<sup>2</sup>・正岡直也<sup>3</sup>・小杉賢一朗<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 京都府立大学生命環境学部・<sup>2</sup> 総合地球環境学研究所・<sup>3</sup> 京都大学大学院農学研究科・<sup>4</sup> 京都府立大学大学院生命環境科学研究所

山地における基岩地下水動態は、地下水位の急激な上昇が深層崩壊の直接的な原因になる可能性が指摘されるなど、防災の観点からも重要である。しかし、基岩地下水の挙動は直接観測出来ないために不明な点が多く、その解明にはトレーサー適用が有効な手段だと考えられる。本研究ではストロンチウム (Sr) 安定同位体比をトレーサーとして用い、基岩地下水の渓流水形成への寄与の解明を目的とした。観測を行った不動寺試験流域は6つの隣接する流域で構成され、ここに設置されたボーリング孔のうち34地点の基岩地下水、各流域の渓流水及び一か所のボーリングコアの岩石サンプルのSr同位体比を測定した。ボーリングコアの柱状図によると地表面標高の低い流域は風化がより進んでおり、同時にその流域では地下水のSr同位体比は大きい傾向が見られた。渓流水のSr同位体比は平均地表面標高が低い流域で大きい傾向が見られたが、中央に位置する流域はこの関係から外れ、隣接する流域から同位体比の大きい地下水が流入していると考えられた。Srトレーサーにより流域間の地下水移動が渓流水形成に影響を及ぼす実態が示された。

## P-300 山地上流域河川における豪雨時の流量観測

○山川陽祐<sup>1</sup>・北本 楽<sup>2</sup>・内田太郎<sup>1</sup>・羽鹿孝文<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学生命環境系・<sup>2</sup> 国土交通省九州地方整備局・<sup>3</sup> 筑波大学生物資源学類

山地流域の洪水流出機構について、流域面積1~10km<sup>2</sup>スケールかつ大起伏地形を呈する流域に関しては、特に河川流量観測の困難さからその解明が遅れている。観測が困難な理由として、アクセスの悪さや、大きな出水による観測機材の損傷・流亡によってデータが欠測してしまうこと等が挙げられる。本検討では、静岡県大井川水系東河内沢における流域面積9.03km<sup>2</sup>、起伏率0.30の流域末端部において、超音波水位計および電波流速計からなる非接触型の観測システムを用いて出水時の河川流量の観測を試みた。また、インターバルカメラによる流況の観察を併せて行った。最も大規模な出水として、累積雨量433mm（降雨継続時間は約20時間）のイベントについて、水位の時系列変動が良好に観測された。一方、流速については、水位のピーク付近にて、頭打ちあるいは平水時未満の値が観測された。流路横断方向に生じた大きな流速分布の偏りがその原因と考えられた。



P-301 森林内外における消雪日の違いが融雪流出に及ぼす影響

○平田智道<sup>1</sup>・藤原洋一<sup>2</sup>・高瀬恵次<sup>2</sup>・一恩英二<sup>2</sup>・長野峻介<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 石川県立大学大学院生物資源環境学研究所・<sup>2</sup> 石川県立大学生物資源環境学部

森林内外の消雪日の違いは様々な要因によって決まり、それを理解することが森林の貯雪・融雪遅延機能を評価するための基本的な知見となり得る。本研究では森林内外の消雪日の差の指数： $\Delta SDD$  を利用し、 $\Delta SDD$  が融雪流出に及ぼす影響とその要因の検討を試みた。石川県白山市の森林小流域に水文モデル CRHM を適用し、森林流域を皆伐した場合の計算結果と比較したところ、林地の消雪は皆伐地よりも4日遅く、消雪後の林地の融雪流出量は皆伐地よりも32.3mm増加した。よって、 $\Delta SDD$  が数日変化した場合でも森林流域の水資源量に及ぼす影響は大きいことが示唆された。さらに、消雪日を観測した論文・資料を整理し、 $\Delta SDD$  と気象条件の相関分析を行ったところ、冬期平均気温と  $\Delta SDD$  に負の相関関係が見られた ( $r = -0.62, p < 0.01$ )。全球スケールの  $\Delta SDD$  と冬期平均気温の関係性と比較したところ、日本は温暖な気候帯に属し、冬期平均気温と  $\Delta SDD$  の間には負の相関が見られることから、 $\Delta SDD$  はプラスにもマイナスにもなり得る地域である。また、日本では森林の貯雪・融雪遅延機能が比較的発揮されているが、将来的には  $\Delta SDD$  がマイナスになり、貯雪・融雪遅延機能は低下すると考えられた。

P-303 施業履歴の異なるヒノキ林の2流域における流出量等の比較 — 2020年夏期 —

○久田善純・渡邊仁志・大洞智宏

岐阜県森林研究所

岐阜県では、間伐が水源かん養機能に及ぼす影響を検証するため、1963年及び1965年に植栽されたヒノキ人工林2流域(加茂郡白川町)において、一方の流域を2015/16年冬期に間伐(本数率・材積率ともに30%)のうえ、両流域における河川流出量、林内雨量(樹冠遮断率)、土壌水分率等の調査を行っている。2020年夏期は8月初めの梅雨明けを境にして、7月中の豪雨期と8月以降の渇水期に明確に分かれる特徴があり、6/17~9/24の100日間について2流域の水分動態の違いを検証した。

豪雨期のうち、量水堰への土砂堆積等の影響が無い7/3~7/8の降雨イベントを対象に、両流域の河川流出量の推移(5分間隔ハイドログラフ、時間雨量ハイエトグラフ)を比較したが、流出過程について際立った差は確認されなかった。一方、8月初め~9月初めまでの渇水期における河川流出量については、無間伐流域と比較して間伐流域の方が、より安定的に維持される傾向が確認された。流況曲線と併せて検証したところ、その傾向は8月下旬~9月初めの無降水日に顕著であり、無間伐流域内プロット地点において土壌含水率が低下した時期とも一致した。

P-302 定山溪長期森林理水試験地における月流出量の長期的な傾向に関する研究

○澤野真治<sup>1</sup>・延廣竜彦<sup>2</sup>・山野井克巳<sup>1</sup>・溝口康子<sup>1</sup>・阿部俊夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所

森林総合研究所の定山溪試験地(北緯42°58'34", 東経141°9'44")は、積雪寒冷地における森林の水源涵養機能解明を目的として、札幌市の豊平川水系小樽内川支流に1987年に設置され現在に至るまで観測を継続している水文試験地である。近年、地球規模で見られる気温の長期的な上昇によって雪氷が減少するなどの観測が報告されている。そこで、本研究では、データの欠測が比較的少ない時雨一の沢流域を対象に、データが公表されている1991年以降の月単位のデータを用いて、主に流出量の長期的な変化傾向を調べた。土砂流出などによる欠測があるため、長期的な傾向はMann-Kendall検定によって調べた。その結果、年、1月及び2月の流出量で5%の有意水準での増加傾向が検出された。有意な傾向は検出されなかったものの、3月の流出量が増加し5月の流出量で減少する傾向を示していた。これらの結果から、定山溪試験地では冬季間を通じて融雪が早まりつつある可能性が示された。

P-304 開設年の異なる2つの作業道における間伐後3年間の濁水流出量の推移

○阿部俊夫<sup>1</sup>・野口正二<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

間伐後の秋田県長坂試験地において、再利用された作業道(再利用道)と新たに開設した作業道(開設道)の2か所で濁水流出量の推移を調査した。表面流出量は調査プロット下端に簡易量水堰を設置して観測し、自動採水器で出水時の濁水を採取した。濁水サンプルについて浮遊土砂濃度を分析し、表面流出量と降雨強度との関係式から浮遊土砂流出量を推定した。浮遊土砂流出量は時間経過とともに減少し、3~4年目には間伐直後の年の5.7~8.7%となったが、表面流出量は3~4年目でも12.3~53.0%に留まった。なお、作業道からの濁水流出量は、表面流、浮遊土砂とも再利用道で多かった。再利用道は植生被覆が多かったものの、山側から湧水流入のために表面流出が多い状況であった。開設道は植生被覆がなかったが、路床に間伐材を敷き並べる等の侵食防止対策を行っており、湧水もなかった。両者とも年々、植生やリターの被覆は増加傾向にあり、浮遊土砂流出はさらに減少すると推測されるが、表面流出については時間経過に応じた減少をしていない。林業機械が走行する作業道は路床を締め固めており、容易には透水性が回復しないためと考えられる。



P-305 作業道開設を伴う間伐における作業道および間伐斜面からの濁水流出

○延廣竜彦・阿部俊夫

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所

釜淵森林理水試験地で2018年10月に行われた作業道開設を伴う間伐が濁水発生に及ぼす影響を明らかにするため、同試験地に作業道区、間伐区、対照区を設定し、それぞれに表面流観測のためのプロットを設置した。各試験区では2020年8月から降雨量、表面流量、表面流中の微細土量の観測を開始した。観測期間中の各試験区の降雨量に対するそれぞれの表面流量の割合は作業道区、間伐区、対照区の順で多くなり、作業道区では降雨の7割程度が作業道表面を流下していた。また、表面流中の微細土濃度および期間合計の微細土量は作業道区、間伐区、対照区の順に多くなった。作業道は微細土量、微細土濃度ともに高い値を示しており、単位面積当たりでは濁水発生に最も大きな影響を与えていた。

P-307 GeoWEPPを用いた森林流域内の土砂生産量分布と土砂流出の評価

○PEI, JING<sup>1</sup>・長岡 岳<sup>2</sup>・堀田紀文<sup>1</sup>・田中延亮<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 国土交通省

山地森林流域の水収支と土砂流出の長期的な変化を把握するために、本研究では主要な土壌侵食モデルの一つであるGeoWEPP (Geospatial interface for the Water Erosion Prediction Project) を適用した。対象地は東京大学生態水文研究所の白坂流域 (面積: 88.5 ha、標高: 295-629 m、地質: 風化花崗岩、年降水量: 約 1900 mm) とした。対象地では約八十年間の気象および降雨-流出データや土砂流出量の記録等が整備されている。また、その間に裸地での森林回復など、植生被覆の状況が大きく変化している。裸地の空間分布の変遷を含む各種の現地データを用いたGeoWEPPによる長期計算結果から、水収支についての良好な再現性と、一方で土砂流出量の過少評価が明らかになった。土砂流出の計算結果は、裸地と河道の間も裸地として取り扱い、土砂移動の連続性を担保することで、顕著に再現性が向上した。なお、この操作による裸地面積自体の増加は全体の8%程度に留まっていた。加えて、2000~2010年の10年間の土砂流出量に関して、長期計算の結果得られた値は、当該期間のみ計算した結果と異なる値となり、河道区間での土砂移動が長期的な土砂流出に影響を及ぼすことが示唆された。

P-306 Characteristics of widespread landslides triggered by extreme rainfall in Japan

○Mtibaa, Slim・Tsunetaka, Haruka・Asano, Shiho

Forestry and Forest Products Research Institute

Extreme rainfall may induce widespread shallow landslides in multiple mountainous basins. Here, we studied the spatial patterns and characteristics of some large rainstorms, that hit the Japanese archipelago during the last decade and triggered widespread shallow landslides, to assess the spatial distribution of the triggered landslides. To this end, we employed radar rainfall data provided by the Japanese Meteorological Agency at a spatial resolution of ~1 km. The maximum rolling 1, 6, 12, 24, 48, and 72 h amounts of these storms were computed, then compared with the spatial distribution of triggered landslides. The preliminary results showed that: (1) the studied rainstorms were widespread spatially and persistent temporally. (2) the spatial patterns of maximum rainfall amounts can be a good indicator of the distribution of triggered landslides.

P-308 瑞牆山山麓の森林斜面における土壌侵食の実態と要因について

○廣瀬 満<sup>1</sup>・五味高志<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 山梨県森林総合研究所・<sup>2</sup> 東京農工大学大学院農学府

本研究は、山梨県北杜市に位置する瑞牆山山麓のカラマツ林およびミズナラ林を対象とし、現地観測によって、月ごとの雨量と土砂移動量による侵食の実態とその要因について明らかにした。調査地は標高 1500 m に位置する 60 年生のカラマツ林及び、隣接するミズナラ林にプロット (1 × 4 m) を設定した。観測期間は 2018 年 8 月~2020 年 8 月であり、期間総降雨量は 2966 mm (2018 年 8~12 月 747 mm、2019 年 1 月~12 月 1331 mm、2020 年 1 月~8 月 888 mm) であった。林内に設置した雨量計により、カラマツ林内雨量率は 78%、ミズナラ林内雨量率は 87% となり、ミズナラ林の方が林内雨量が多かった。カラマツ林の土砂移動量は平均 48 g/plot/month、ミズナラ林が平均 120 g/plot/month と土砂移動量が 2 倍以上多かった。また、降雨量が多い夏季や、春先の凍結融解の時期に土砂移動量の増加が確認できた。プロットは獣害等の植生への影響を考慮し、獣害防除柵内外にそれぞれ設置したが、柵内外で土砂移動量に顕著な違いは確認できなかった。この地域はシカ等による獣害が長く続いていることから、柵設置から 3 年では土砂移動量の減少に至るほどの植生の回復は起きていないと考えられた。

## P-309 北海道胆振東部地震による崩壊土層の物理的特性

○鈴木駿汰・百瀬年彦・勝見尚也・柳井清治

石川県立大学

2018年に発生した北海道胆振東部地震では、未固結の樽前山(Ta)や恵庭岳(En)からの降下火砕堆積物の分布域に大規模な斜面崩壊が発生した。崩壊多発地帯の北部ではEn-a軽石層(20ka)、中央部から南部ではTa-d軽石層(9.0ka)の崩壊が顕著にみられた。こうした斜面崩壊のメカニズムを捉えるうえで、土の物理的特性は重要な基礎的情報となる。しかし、今回の地震に関する既往の研究では、これは広範囲には把握されていない。そこで本研究では、崩壊多発地帯において広範囲にテフラのサンプリングを行い、乾燥密度・透水性・保水性・粒度分布などの物理的特性を測定した。その結果、Ta-d層が他の降下火砕堆積物と比べて特異的な値を示した。特に、その乾燥密度は非常に低く、保水性と透水性が高いことなどである。Ta-d層の崩壊が見られた吉野、幌内などの調査地点で、その下層に透水性の低い粘土層が発達しており、このためTa-d層の下部は、浸透水を多く含み、風化・粘土化しやすい環境であった。その部分にはハロイサイトが生成されており、ここがすべり面となったことが示唆された。発表では粒度試験の結果も踏まえて、Ta-d層の崩壊メカニズムについて議論する。

## P-311 斜面規模の異なる地すべりの安定性に及ぼす積雪層の影響評価

○岡本 隆<sup>1</sup>・馬場俊明<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 東京農業大学地域環境科学部

豪雪地帯の地すべりは融雪や積雪層の力学作用(荷重やせん断抵抗力)の影響を強く受ける。このうち力学作用は地すべり規模の増大によって効果は減少すると考えられるが定量的な評価は進んでいない。そこで本研究では簡易Janbu法に基づく三次元斜面安定解析を通じて、積雪層の力学作用に対する地すべりの規模依存性について検証した。

斜面安定解析に供する数値モデルとして、積雪期に沈静化する特性をもつ小規模な地すべり(新潟県伏野地すべり)を参考に長さ120m、幅40m、土層厚5mの単純な地すべり移動層を作成し、これを基準モデルとした。次に地すべり各辺をn倍(n=2-4)となる数値モデルを順次作成し、積雪層(厚さ3.1m)載荷時の安全率変化を比較した。基準モデルにおける積雪載荷時の安全率は初期値の1.000から1.146まで上昇し、積雪期に地すべりが沈静化する状況と一致した。しかし各辺長を2、3、4倍(体積換算で8、27、64倍)すると積雪載荷時の安全率は1.036、1.009、0.997と上昇幅が縮小し、最終的にはほぼ無変動になった。以上から地すべりに与える積雪の力学的効果は規模依存性があり、いわゆる巨大地すべりに対する積雪層の影響は小さいことが示された。

## P-310 北海道胆振東部地震で崩壊した斜面の粘土鉱物組成

○勝見尚也・百瀬年彦・柳井清治

石川県立大学生物資源環境学部

北海道胆振東部地震により斜面崩壊が多数発生し、土砂の流下・埋没により甚大な被害が生じた。この地震による斜面崩壊は、発生密度が高いことや、傾斜が30度以下の緩斜面でも崩壊が生じているなどの特徴がある。本研究は、本地震による斜面崩壊メカニズムの解明を目指し、崩壊が発生した斜面の粘土鉱物の分析を行った。

北海道厚真町にて斜面崩壊が生じた4地点を選定し、すべり面と考えられる層位を採取した。この4地点は樽前dおよび恵庭aの堆積量が異なる。採取した試料は風乾させずに2mmの篩を用いて篩別し、過酸化水素処理した。その後、ストークス径が2 $\mu$ m以下の画分を回収し、XRDによる粘土鉱物の同定を行った。さらに、同試料に対して<sup>29</sup>Si DD/MAS NMRおよびTG-DTAの測定を行った。

XRDから全ての試料でハロイサイトの存在が確認された。ハロイサイトに由来するピークの強度は4地点で異なり、吉野地区が最も高かった。<sup>29</sup>Si NMRスペクトルを解析したところ、火山灰風化土壌に特徴的なアロフェンやイモゴライトに由来するピークはSi四面体シートに由来するピークと比べて極めて微小であり、それらの鉱物はほとんど含まれていないことが示唆された。

## P-312 積雪変質モデルを用いた雪崩発生確率の温暖化影響評価の試み

○勝山祐太

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林防災研究領域

積雪は、温帯低気圧の通過などに伴い気温が大きく変動するような気象条件に晒されると、強度の弱い性質の雪(しもざらめ雪やこしもざらめ雪)に変質し、さらに大量の降雪がもたらされると、積雪は荷重に耐えられず雪崩となる。近年の地球温暖化予測によると、標高の高い山地においては短期間に多量の雪が降る頻度が高まることや温帯低気圧の経路が変わる可能性が指摘されており、山地における雪崩災害のリスクが今後増加することやこれまでと異なる地域で雪崩災害が発生することが懸念される。そこで、複数の気候モデルを用いて作成された大量の気象データと積雪の物理的性質を推定する積雪変質モデルを用いて、雪崩リスクの高い不安定な積雪状態となりうる確率を推定した。その結果、1950年代の北海道日本海側においては、全積雪期間のうち約10%でもしもざらめ雪やこしもざらめ雪に起因して積雪が不安定な状態となっていた。一方で、北海道を除く北日本日本海側においては、積雪が多いにもかかわらず積雪が不安定な状態は全積雪期間のうち約5%程度だった。



P-313 地形分析に基づく流木発生リスクの評価手法の検討

○田中裕貴<sup>1</sup>・長島啓子<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 京都府立大学生命環境学部・<sup>2</sup> 京都府立大学大学院生命環境科学研究科

本研究の目的は、豪雨に伴う樹冠消失の予測による流木発生リスクの評価手法を検討することである。対象は2014年に丹波市市島町を中心に発生した豪雨災害地域である。当該災害による樹冠消失をGISを用いて災害直後の正射画像から写真判読し地図化した上で、標高・斜面方位・傾斜・起伏・TPI・水分保持力・谷からの距離の地形要素図と重ね合わせ、0.5ha未満と0.5ha以上の樹冠消失と地形の関係をランダムフォレストを用いて解析した。この時データは10mメッシュに分割した上で、トレーニングデータとして対象地から10万個のメッシュをランダムサンプリングし、残りの約7万個をテストデータとした。得られた樹冠消失箇所の予測結果を基に、0.5ha未満は予測箇所をポイントデータに変換して15mのバッファを発生させ表現し、0.5ha以上は予測箇所を基に樹冠消失が発生すると考えられる谷線を抽出して15mのバッファを発生させ表現した。その結果、0.5ha未満は実際の樹冠消失56/360箇所しか表現できず課題が残ったが、0.5ha以上は実際の樹冠消失13/13箇所を表現できリスク評価手法の有効性を示せた。

P-315 UAVを用いた針葉樹林および広葉樹林で発生した流木の長さや移動性の比較

○経隆 悠・Mtibaa, Slim・浅野志穂・岡本 隆・黒川 潮

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

斜面崩壊によって生産される流木は、流域に生態学的・地形学的影響を及ぼすため、溪流での流木捕捉量の定量的な評価が重要である。しかし、崩壊発生直後の荒廃した溪流はアクセスが困難であり、リモートセンシングによる流木計測手法の確立が求められている。本研究では、溪流内の捕捉流木の長さについて、UAVで取得したオルソ写真による計測精度を調べた。対象地は、平成29年九州北部豪雨および平成30年7月豪雨でそれぞれ斜面崩壊が発生した福岡県朝倉市および広島県東広島市の小流域である。長さ0.2m以上、直径0.03m以上の流木について、オルソ写真から手動で計測した流木長と、現地で実測した流木長を比較した。針葉樹で覆われた朝倉市の小流域では、流木が樹冠等の遮蔽の影響を受けない場合、オルソ画像によって誤差1m以内で流木長を計測できた。一方、広葉樹で覆われた東広島市の小流域では、遮蔽の有無に関わらず、オルソ画像では流木両端部の複雑な形状の判読が難しく、流木長が過小評価された。朝倉市では、2時期のオルソ画像によって、記録上2番目に高い降雨強度(リターンペリオド30年以上)を経験しても捕捉流木が再移動しないことを明らかにした。

P-314 流木災害調査へのUAVの活用と課題：令和2年7月豪雨の事例

○小柳賢太・平田 遼

国立研究開発法人 土木研究所 土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム

近年、災害調査の効率化を目的にUAVの活用が進んでいるものの、流域スケールでの流木災害実態調査に適用された事例はほとんどない。そこで本研究では、令和2年7月豪雨を事例に、熊本県園口川流域(0.41km<sup>2</sup>)を対象としてUAVによる流木災害調査の適用性と課題の評価を行った。発生流木量は20分の空撮及び4時間のSfM-MVSより得られた災害後DSM、災害前LP、10m×10m×1区画の材積調査から算出した。堆積流木量は単木と流木群に分類し、2日間の現地調査で流木群の容積率と堆積厚を実測した上で、災害後オルソ画像から単木の直径、長さ、流木群の投影面積を判読し算出した。発生流木量は1522m<sup>3</sup>と推定された一方、単木と流木群を合わせた堆積流木量は1035m<sup>3</sup>(発生流木量の68%)と算出された。対象流域では災害後に谷出口から流木の流出が見られなかったことを踏まえると、UAV空撮の光学的・物理的な制約により堆積流木量が過小評価された可能性がある。今後はレーザ計測等によりUAV空撮の課題を補うとともに、単位面積当たりの材積、流木群の容積率と堆積厚についても実測に代わる計測手法を検討することで、より効率的かつ効果的な流木災害調査が可能になると考えられた。

P-316 土石流中の流木の挙動に及ぼす土砂濃度の影響に関する数値解析的検討

○鈴木拓郎<sup>1</sup>・経隆 悠<sup>1</sup>・浅野志穂<sup>1</sup>・村上正人<sup>2</sup>・飯田弘和<sup>2</sup>・高橋佑弥<sup>2</sup>・奥山僚佑<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 森林防災研究領域・<sup>2</sup> (株)建設技術研究所

流木は一般的に比重が軽く、土石流の表面付近に浮上して速い流れに乗って先端部に集積すると考えられる。このような流木の先端部集積過程に及ぼす土砂濃度の影響について、水路実験と数値計算により検討した。実験では、土砂と流木の混合材料を水で侵食させて土石流を発生させ下流端で流木の集積状況を測定した。河床勾配、流木材料(丸棒、自然木材)を変化させて行い、各条件で流下距離1、3、5mで実験を実施し、流下に伴う集積の変化を測定した。実験の結果、土砂濃度(河床勾配)が大きく、流木材料の摩擦係数が小さいほど(丸棒)、先端部に流木が集積しやすいことが明らかになった。土砂濃度が小さく、流木の摩擦係数が大きくと、流木がある程度集積した後に分散する結果が得られた。数値計算でも同様の結果が再現された。流木が先端部にある程度集積すると、河床から摩擦抵抗力を受ける。この力は流木の分散方向に作用すると考えられる。それに対して、土砂からの摩擦駆動力が分散を抑制する方向に作用すると考えられる。土砂濃度が大きい場合には土砂による摩擦駆動力が大きく、流木が先端部付近に留まりやすいため、集積状態が保たれやすいと考えられる。



P-317 山地河川における流木ダムの分布とその量の把握：九州北部豪雨の事例

○宮崎 仁・五味高志・宇田川理奈・荒田洋平

東京農工大学

本研究は、平成 29 年 7 月九州北部豪雨で多くの流木が発生した赤谷川水系乙石川支流の 2 流域（L 流域：38.8 ha、R 流域：35.6 ha）を対象とし、流木ダムの分布や規模を把握することを目的とした。調査は、合流点から上流に 1.5 km 程度を踏査し、流路勾配 1~43°、谷幅 4~21 m であった。流木ダムは、L 流域では 23 箇所（1.5 箇所/100 m）、R 流域では 13 箇所（1.0 箇所/100 m）であった。流木ダムの構成本数は L 流域で 995 本となり、流木の直径と長さは 10~90 cm と 1~22 m であった。R 流域の流木本数は 649 本であり、直径と長さはそれぞれ 10~47 cm と 1~25 m であった。R 流域の上流では、土石流により形成された流木ダムが存在しており、373 本の流木と、3386 m<sup>3</sup>の土砂が堆積していた。この流木ダムは、上流 60 m で発生した斜面崩壊が土石流化して流下することで形成されたと思われる。その他、側方斜面の崩壊や支流との合流によって形成された流木ダムが存在した。一方、L 流域では、土石流が流域外まで流下したことにより、大きな流木ダムが少ないと思われた。

P-319 スギ根引抜抵抗力の経年劣化と引き倒し実験

○Okada, Yasuhiko

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所企画部

スギ根引抜抵抗力の経年劣化と引き倒し実験

森林が有する防災機能の一端の解明を目指し、現地斜面でのスギ根の引抜実験および模型を用いた引き倒し実験を実施した。

根の引抜実験は、生木、伐採から 1 年後および 8 年後の根株の周囲にトレンチを切り、表出した根に対し治具を取り付け引き抜く際に発揮される荷重を計測するものである。治具取り付け位置における根の直径と引き抜く際の最大荷重の関係を整理した。伐採から 1 年後の根については、生木に比べてやや低下し、直径 10 mm の根と比較すると 74% 程度になることが分かった。伐採から 8 年後の根は、直径が 20 mm 弱程度以上でないともそもそも引抜実験自体ができない程に腐朽が進み著しく強度が低下していることが明らかになった。

模型引き倒し実験は、直径が 30 mm、長さが 300 mm の円柱棒を立木模型、直径 7 mm のアンテナケーブルを根の模型として種々の条件で設置して根系模型とし、地表から 100 mm 位置を水平に引っ張って実施した。鉛直根の長さが大きくなるにつれて発揮される最大荷重は概ね線形に大きくなること、水平根についてもその量が多いと最大荷重が大きくなることが示された。

P-318 室内燃焼実験によるスギ落葉の延焼速度の計測

○吉藤奈津子<sup>1</sup>・小南裕志<sup>1</sup>・深山貴文<sup>1</sup>・岡野通明<sup>1</sup>・上川大輔<sup>2</sup>・高瀬 椋<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林防災研究領域・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所木材改質研究領域

日本の森林で発生する地表火の延焼速度を評価するためには、様々な林床可燃物条件における実測データの収集が必要であるが、実際の林野火災現場でデータを得ることは難しい。そこで、林床可燃物を敷き詰めた模擬林床を用いた室内燃焼実験装置の構築と、地表火を想定した延焼速度の計測を試みた。模擬林床の大きさは延焼方向 143.5 cm、幅 95 cm、傾斜は 0 度とした。林床可燃物にはスギ葉を用い、投入量はスギ林分での実測値に従って乾燥重量で 0.5、1.0、1.5 kg/m<sup>2</sup>とした。ほぼ無風条件で、模擬林床の一边から線状に着火し延焼速度を計測した。本実験のように小規模な模擬林床では、延焼速度が速いと有効な延焼速度データが得られない可能性があったが、実験の結果から、傾斜 0 度で無風条件であれば、国内の針葉樹林床可燃物の中では比較的延焼速度が速いと想定されるスギ葉を用いた場合でも、延焼速度の計測が可能であることを確認した。また、可燃物量が大きいほど延焼速度が速いことを確認した。

P-320 静電容量による樹木根量の推定

○萩野裕章

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所

樹木の根量を掘り出さずに推定する静電容量法を海岸に植栽したクロマツに適用した。静電容量と根量の関係は概ね比例することと静電容量は幹に挿す電極の高さに応じて大きく変化することを確認した。先行研究では 2 本の電極について正極を幹から 20 cm 離れた土壤に、負極を幹の地際付近の高さに刺して計測していた。本研究では、地中の正極の位置は変えず幹に刺す負極を高さ方向数か所で計測した。対象木 5 本の結果を概観すると、負極を刺す位置が低いほど静電容量は上昇し、土を除き根が現れた状態で負極を刺す場合も深いほど静電容量は上昇して、根が分岐する深さでおおよそ一定値に近づいた。本研究ではこの結果を踏まえて負極を根の分岐点付近に刺して計測することにした。昨年発表した 5 本の結果に加え、土壤が異なる別の場所で実施したクロマツ 3 本の結果を合わせて解析した。合計 8 本の静電容量と根量の関係から得た決定係数は ( $R^2 = 0.4316$ ) 高くはなかったが、負極の高さがちょうど地表で最大値を記録した一個体を除く 7 本で解析すると高い相関 ( $R = 0.8118$ ) になった。対象としたクロマツの大きさは根の乾燥重量で 31 ~ 704 g の範囲であった。

## P-321 野外風荷重の動的計測

○宮下彩奈・鈴木 寛

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林災害・被害研究拠点

風害の発生メカニズムを解明する上で、林木に作用する風荷重の大きさとその重心位置は不可欠の要素であるが、これまで森林内の樹木でそれらを直接測定する技術は存在しなかった。発表者らは、ひずみゲージを用いて、立木に作用する荷重の大きさ・重心位置・方向の計測が可能な手法を開発し、これまで、実験室内で既知荷重に対する測定精度を検証してきた。当手法によると、ひずみゲージの貼り付け精度や木の材質の不均一性などに関わらず高精度な推定が可能であり、分布荷重ならびに全方向からの荷重を数%程度の誤差で推定可能であった(Miyashita & Suzuki, 2021)。そこで、次のステップとして、実際の野外の風による変動荷重のもと同手法による荷重計測を行い、その精度検証を行った。測定には樹高2mから3mのスギ稚樹の地上部を用い、ひずみゲージを貼り付け、分力計の上に固定する。分力計は、上に載せた物体に作用した荷重及びモーメントを計測できる測定器であり、これを用いてひずみゲージによる荷重計測値の検証を行った。その結果、測定誤差は荷重の大きさならびに重心位置で10%前後、荷重方向で5度前後と、比較的高精度での計測が可能であることが確認できた。

## P-323 海岸林における付着塩分量の時間変化及びそのモデル化

○宮崎拓馬<sup>1</sup>・篠原充輝<sup>1</sup>・篠原慶規<sup>1</sup>・南光一樹<sup>2</sup>・岩崎健太<sup>3</sup>・新田響平<sup>4</sup>・水永博己<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 宮崎大学農学部・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林防災研究領域・<sup>3</sup> 北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場道東支場・<sup>4</sup> 秋田県林業研究研修センター・<sup>5</sup> 静岡大学農学部地域フィールド科学教育研究センター

海岸林は、飛砂や飛塩などから後背地を守る役割を備えている。一方で、海岸林では、付着した塩分によるストレスが原因と考えられる成長阻害や枯死などが報告されている。そこで本研究では、環境要因から樹冠の付着塩分量の時間変動を予測するモデルを構築することを目的とした。宮崎市石崎浜の海岸林(クロマツ林)を対象にし、2019年9月12日から2020年12月21日の間に、1~2週間に1回の頻度で樹冠の付着塩分量と、樹冠通過雨・樹幹流によって洗い流された塩分量を計測した。また、風向風速と降水量を林外の開けた場所で計測し、有義波高のデータを国土交通省NOWPHASから取得した。樹冠の付着塩分量の計測結果より、樹冠に付着した塩分は4mm程度の少ない降雨で洗い流されていることが分かった。また樹冠通過雨・樹幹流の計測結果から、樹冠通過雨・樹幹流に含まれる塩分量は、海側から吹く風の平均風速及び平均有義波高と相関があることが分かった。これらを考慮し、風速・有義波高・降水量から付着塩分量を求めるモデルを構築した結果、モデルから推定した付着塩分量は、樹冠の付着塩分量の実測値と同様の挙動を示した。

## P-322 風由来の環境ストレスを踏まえた海岸林の樹高成長履歴

○南光一樹<sup>1</sup>・新田響平<sup>2</sup>・篠原慶規<sup>3</sup>・岩崎健太<sup>4</sup>・水永博己<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林防災研究領域・<sup>2</sup> 秋田県林業研究研修センター・<sup>3</sup> 宮崎大学農学部・<sup>4</sup> 北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場道東支場・<sup>5</sup> 静岡大学農学部地域フィールド科学教育研究センター

海岸林は、海岸から吹き込む強風・飛砂・飛塩を防ぐ。樹高が高いほど防風効果が高まるが、海岸林自体も風由来のストレスにより樹高成長が制限される。海岸林動態の予測モデルの開発に向けて、20年生海岸クロマツの樹高成長履歴を調べた。秋田市の林帯幅70mのクロマツ海岸林において、林帯の海側、中間、陸側でそれぞれ2本のクロマツを伐倒し、樹高と枝階痕から過去の樹高を推定した。現在の樹高は海側、中間、陸側の順に高くなり、林帯全体で風衝林形を作っていた。林帯の海側からの距離に対する樹頂高さの勾配は年々増大した。陸側のクロマツは植栽直後を除くと年平均50~60cmの良好な樹高成長があったのに対し、中間は植栽後7年まで、海側はずっと成長抑制を受けていた。また、中間と陸側において2011年と2013年に極端に鈍い樹高成長が見られ、2012年4月の爆弾低気圧の接近(秋田市において10分間最大風速28.9m/s)がその原因であることが推察された。春先の極端な海からの強風が、前年の成長分の枯れ下がりを引き起こし、被害に伴う当年の光合成産物の減少が、翌年の樹高成長鈍化を促したと考えられる。極端な強風が、2つの理由で樹高を制限することがわかった。

## P-324 防災と林業とを共存させる森林調査の一提案

○田中賢治<sup>1</sup>・大貫 肇<sup>2</sup>・高井秀章<sup>2</sup>・上野直哉<sup>1</sup>・秋山菜々子<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国土防災技術株式会社・<sup>2</sup> 物林株式会社

森林の有する国土保全の機能等の様々な公益的機能は、国民に広く恩恵を与えるものであり、適切な森林の整備を進めていくことは、国土や国民の命を守ることに繋がるものである。しかし、木材価格の低迷等によって森林の所有者の経営意欲が低下していることや、森林を整備する担い手の確保が大きな課題となっている。このような森林を取り巻く状況を踏まえて、森林を支える仕組みとして「森林環境譲与税」が創設されることになり、市町村による適切な森林管理計画の策定が進められている。

今までの森林整備計画の立案では林業が主体であったが、近年の山地災害の激化によって森林への防災の期待が高まってきている。今回の報告は、地区毎の林分の細り度(完満度)、樹齢、樹高、胸高直径、地下水等を複合的に考察した内容である。林分の成長度合いを評価することで、林業と防災機能の両方の目的に沿った森林整備計画の立案することが可能となり、この結果から木材の適切な伐期や適正樹種の選定、防災力の評価ができる。このような新しい評価基準による森林整備計画の立案は、岡山県の新庄村において実践されており、各市区町村にアドバイスができる仕組みができてきた。



## P-325 詳細地理情報を用いた施業地検討用アプリケーションの開発

○白澤紘明

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林業工学研究領域

森林施業プランナーは地域内に存在する施業に適した森林を把握したうえで、それらを施業地としてまとめ上げ、森林経営計画等の計画を策定する。従来、施業地の検討は紙の地図上で行われてきたところ、近年になってGIS上でも行われるようになってきた。しかしながら、GISはもっぱら作図やデータの管理に用いられており、施業地に適しているかどうかの判断はプランナーの経験に委ねられているのが実情である。これは使用するGISが汎用的なものであり、施業地の検討に特化した解析機能（例えば、路線の設計や施業方法の選択、出材量の推定）を有しておらず、定量的な評価を行うことができないことが原因の一つであると考えられる。そこで、本研究では上記解析機能を有する施業地検討用のGISアプリケーションを開発した。開発にあたっては現実的な検討が行えるように、航空レーザー測量などから得られる詳細地理情報を活用した。開発するアプリケーションはクラウドサーバ上で実行可能なものとした。

## P-327 シカ等侵入防護柵の点検自動化に向けたIoTシステムの実証事業

○井内正直

アイオーネイチャーラボ株式会社

宮崎県の山間部に位置する美郷町では、スギの苗木を植栽する再造林が盛んであるが、ニホンジカによる苗木食害、野ウサギによる噛み切り被害が非常に多く発生し、対策として、再造林地を囲むように、防護柵が設置されている。しかし、強風や倒木での倒壊は頻発するとともに、アンカー外れ等によりネット下部に隙間が発生する等で、容易に動物が侵入する。宮崎県では平成25年に約900キロメートル、27年には600キロメートルの防護柵が造林時に設置され、現在も再造林地のほぼすべてに設置されている。設置費用には、補助金が支給されるが、設置後の点検や補修は自助努力のため、損壊していることすら認識できず、補修もままならない状況が続いて被害が拡大している。そこで、支柱にIoTを設置して、支柱の傾きやネットの揺れを検知して、防護柵の損壊状況の点検を自動化する実証事業を実施した。支柱が倒れることによる角度の変化、シカのネットへの攻撃による揺れをセンサーによって検知すると、再造林地を管理する森林組合等のパソコンに通知がきて、防護柵の損壊可能性がある場合には、現地にて確認し、補修をするといった一連の作業が迅速に実施され、被害軽減が期待される。

## P-326 全国の各市区町村における木質バイオマス利用可能量の推計

○千田遥斗<sup>1</sup>・中村直人<sup>2</sup>・根本和宣<sup>1</sup>・中田俊彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院工学研究科・<sup>2</sup> 東北大学工学部

本研究では、全国の1,741の市区町村における木質バイオマス利用可能量を推計することを目的とする。2020年6月に環境省が公開した「再生可能エネルギー情報提供システム(REPOS)」では全国・地域別の再エネ導入ポテンシャル情報が公開されているが、対象資源は太陽光や風力、中小水力などに留まり、木質バイオマスは含まれていない。また自治体が独自に推計した木質バイオマス利用可能量は存在するが、全国の市区町村に対し統一した手法を用いて推計した例は少ない。そこで本研究では、年齢別蓄積や伐採立木材積などの森林資源の現況に関する公開データに基づき、トップダウン的手法により市区町村別木質バイオマス利用可能量の推計を試みる。推計手順として、はじめに林野庁の公開データに基づき都道府県別木質バイオマス賦存量を推計する。次に、森林面積に基づく按分法により市区町村別木質バイオマス賦存量を得る。最後に、当該市区町村における林道延長から集材可能範囲を見積り、市区町村別木質バイオマス利用可能量を推計する。また、本研究で対象とする森林資源は、森林の所有については民有林および国有林、林種は人工林、樹種は針葉樹および広葉樹である。

## P-328 インスタンスセグメンテーションによるロバストな材検出手法

○有水賢吾

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林業工学研究領域

本研究では、造材後の丸太(材)を掴む・積むという荷役作業に注目し、荷役作業を自動化するにあたって必要な材形状推定のための材の個別検出技術を提案する。

材の検出技術として本研究ではMask R-CNNによるインスタンスセグメンテーションを行い、材の検出精度について評価を行った。複数試験地(茨城県、群馬県)にてステレオカメラ(Zed, Stereolab)で撮影したスギ・ヒノキ・モミの極積み画像に教師ラベルを付与し、591枚のデータセットを作成した。この際に、環境変化に対応可能な検出を行うために複数の試験地にてデータを取得するのみならず、教師データをRandAugmentにより拡張した。

結果として、複数の試験地でmAPが0.65、IoUが0.74以上の結果が得られ、複数の試験地に対応可能な材領域検出手法を開発した。また、データセット全体ではmAPが0.81、IoUが0.78であった。これまでの学習モデルと比較するとmAPについては0.43ポイント、IoUについては0.03ポイントの増加が確認でき、これまでと比較して複数の試験地に対応可能な汎用性の高い検出ができていると考えられる。



## P-329 森林作業道の土構造による横断排水の機能評価

○和多田友宏・臼田寿生

岐阜県森林研究所

土構造を基本とする森林作業道においては、排水施設を適切に設置・維持管理することが継続的な利用に不可欠である。森林作業道作設指針等においては、排水施設を「路面の縦断勾配、当該区間の延長および区間に係る集水区域の広がり等を考慮して、適切な間隔で設置する。」としている。しかし、開設後の土砂の堆積等により横断排水施設の処理能力が低下したために越流し、開設時には想定していない長い区間の路面水が集中した横断排水施設で崩壊等が発生した路線も見受けられる。

そこで、土の掘り込みと土盛りによる横断排水施設を設置している岐阜県内の既設森林作業道等7路線において、土質、縦断勾配、集水区間距離、排水施設の高さ方向の最大値・最小値、排水施設の設置角度および越流の有無について調査した。その結果、排水施設の高さの最小値が25 cm以上で、集水区間距離が40 m以下のものについては、越流がなかった。

## P-331 竹林内の環境色彩分布

○松村哲也<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 信州豊南短期大学・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科

放置竹林の拡大が懸念される中で、今後の竹林施業の活性化を願う立場から作業の安全性向上を図る一策として、作業者が着用する作業服・防護服や携行する機材類の外装色彩の視認性とその注意喚起効果の有効性を検討している。本報告では、2020年10月に山口市内のモウソウチク林3カ所を対象として竹林内環境色彩の取得と、竹林内に存在する物体の色彩分布の演算を行った。竹林では、スギ類・ヒノキ類・マツ類といった一般的な針葉樹種で構成される森林とは異なり、樹幹・樹皮部分が葉などと同様の緑色系統の色彩で構成されている。そのため環境色彩の分布では茶色系統の色彩が少なく、緑色系統の色彩が優先する結果となった。スギ等の樹種では樹幹・樹皮部分の茶色系統の色彩との色差の確保に配慮を要するオレンジ色系統の色彩が、竹林内では十分な色差を維持できることから、作業者の衣服類や携行機材類に適した高視認性色彩として積極的な利用が可能である。

## P-330 植栽作業時における苗木人力運搬の作業能率

○猪俣雄太・山口浩和・伊藤崇之

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林業工学研究領域

持続可能な林業を行うには、伐採後の植栽は必要不可欠な作業である。植栽には道路から植栽現場まで苗木を運搬する作業と、現場で苗木を植付する作業に大別され、基本的に両作業とも人力で行われる。植付に関しては、これまでに作業能率の報告があるが、運搬の能率に関しては、十分な知見はそろっていない。運搬は労働強度が高く、勤務時間内に疲労回復を目的とした休息が発生するため、休息時間を十分に考慮しないと、持続的に実施できる作業能率の算定は難しい。そこで、本研究では持続的に実施できる運搬能率を推定することを目的に、傾斜の異なる3種の造林地（緩傾斜地・中傾斜地・急傾斜地）において、コンテナ苗を対象に苗木15kg運搬時の労働負荷と作業時間を計測し、労働負荷から休息時間を推定して、持続的に実施できる能率を算出した。推定の結果、上荷（苗木を背負って上り、空荷を下る）で500m運搬する場合、緩傾斜地の能率は約1000本/人日であり、中傾斜地は約760本/人日、急傾斜地は700本/人日で、下荷（苗木を背負って下り、空荷で上る）の能率は上荷の2~4%高い結果となった。

## P-332 ウォークスルー式3Dレーザー計測機を用いた森林計測の検証

○大地純平

山梨県森林総合研究所

地上レーザー計測は少人数、短時間、高精度な計測が可能であり、森林蓄積量調査においてもこの活用に期待が持たれている。

本試験ではWoodInfo社製地上レーザー計測機「3DWalker」を用いて試験を行い、計測ノウハウの蓄積、計測データの検証を行った。3DWalkerはウォークスルー式地上レーザー計測機であり、調査地を常に移動しながら計測するため、効率的に計測を行うにはある程度調査地の地形を理解した上で計測を行う必要があった。具体的には調査地一帯を踏査し、谷・倒木などで通行不可な場所、微地形での折り返し地点などを考慮した計測コース選定が重要であった。

ヒノキなど常緑針葉樹林では、照射されたレーザーが枝葉に阻まれ、梢端まで届かず、樹高が正確に計測できない場合も多く、地上レーザー計測結果は毎木調査の5~6割程度であった。地上レーザー計測結果は出材量と比較すると1~2割多い結果であり、計測結果に含まれる未利用部を差し引くことで出材量の予測が可能になると考えられる。今後は、UAVによる写真計測結果等より樹高を求め、地上レーザー計測結果とリンクさせて再計算することで全木材積を求める方法を検討する。

### P-333 森林作業道災害リスク評価参考図の検証

○白田寿生・和多田友宏

岐阜県森林研究所

当所は既設森林作業道における災害リスクの評価を支援するためのツールとして、道が作設された林地の傾斜角度と保全対象（建物）からの距離を可視化した「森林作業道災害リスク評価参考図」を作成した。

この図の有用性を確認するため、既設道で発生した損壊のうち、重大な災害につながる恐れが高い盛土損壊との整合性を検証した。

検証の結果、林地の傾斜角度と盛土損壊発生の関係については、損壊が発生しやすい場所として示した30度を越える斜面に集中しており、災害リスクを適正に表現できていることが確認できた。

### P-335 スギ原木の木口から得られる情報と強度の関係

○植田小晴・長島啓子

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

近年、木材利用者（川下）側では強度性能の確かな木材が求められている。しかし、素材生産者（川上）側では強度情報が不明であり、需要に対応した木材の供給には至っていないことが多い。本研究では丸太の末口の直径階別に年輪情報並びに心材率と強度特性の関係を評価することで、見た目から強度のある木材を推測する方法を考察することを目的とした。京都府立大学附属大野演習林から20本のスギを伐採し、構造用材への利用を想定して、末口の直径が14cm以上の丸太を合わせて60本造材し、その場で簡易型強度測定器を用いて各丸太の動的ヤング率を測定した。また、各丸太の末口の円板を採取、あるいは写真撮影し、その円板から未成熟材部の年輪幅、樹皮側15年の年輪幅、平均年輪幅と心材部の幅の値を得たのち、さらに各円板の未成熟材率と心材率を算出した。そして丸太を14~18cm、20~22cmの直径階に分け、各直径階における年輪数や年輪情報、未成熟材率並びに心材率と動的ヤング率や強度等級（E70、E90、E110、E130）との関係を把握した。その上で重回帰分析により、動的ヤング率へ最も影響を与える要素を解析した結果、未成熟材率が最も影響を与えていることがわかった。

### P-334 皆伐地における森林作業道の実態把握

○生駒 直<sup>1</sup>・斎藤仁志<sup>2</sup>・立川史郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 岩手大学大学院総合科学研究科・<sup>2</sup> 岩手大学農学部

森林資源の充実に伴い、皆伐作業が増加傾向である。その多くは高密路網を用いた車両系集材により行われていると考えられるが、作業路網の配置および損壊実態は明らかではない。本研究では、皆伐作業における効率のかつ損壊危険性の低い路網配置を明らかにすることを目的として、皆伐地の作業路網を調査した。皆伐地をUAVにより撮影し、作成されたオルソ画像からGIS上で路網を抽出した。加えて、作業効率・損壊危険性の2面から作業路網の評価を行った。

路網密度は平均で300m/ha以上となり、非常に高い値を示した。また、路網上への植栽や、横断排水溝の未設置など、路網の長期的利用を想定していないケースが多くみられた。路網配置の形状を評価する路網配置係数は、半分以上の対象地で1.5以下となった。連結性指数（ $\alpha$ 指数・ $\beta$ 指数）は低い値を示し、循環路網ではなく突っ込み型線形が多い結果となった。しかしながら、これらの指標は林道などの広域路網に用いられてきたものであり、高密路網の評価に適していない可能性も考えられる。

皆伐地の作業路網のあり方も含め、配置形状について評価方法の検討が必要である。

### P-336 刈払い機の連続使用による振動

○安藤寛人<sup>1</sup>・岩岡正博<sup>2</sup>・松本 武<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京農工大学農学部・<sup>2</sup> 東京農工大学大学院農学研究院

わが国の振動障害の新規労災認定者の内、林業に従事している者は毎年数十名程度であり、この数は2005年以降大きく変化していない。林業作業の中で振動障害の原因となる機械はチェーンソーと刈払機であるが、特に刈払機は連続して長時間使用することが問題と考えられる。このため、振動障害の予防策として厚生労働省は刈払いの連続作業時間と一日の最大作業時間に上限目安を設け、連続作業後の休憩を指針で示している。しかし、作業現場では連続して長時間の作業を行う事が見受けられ、この目安が十分に周知されていないと考えられる。連続作業中は目立てを行わないため、この間に刈刃が摩耗し切れ味が低下することが考えられる。この結果として、刈刃からの振動の発生や、切断時に動力部に掛かる負担が大きくなって動力部の振動が大きくなることが予想される。そこで本研究は、連続作業によって刈払機の振動がどのように変化するかを明らかにすることを目的とする。このために、刈払い作業を再現する実験装置を用いてササ類の切断試験を行い、刈刃から発生する振動の大きさの連続作業に伴う変化について分析した。

P-337 苗木の植付位置への誘導および位置登録装置の開発とその作業能率

○佐々木達也<sup>1</sup>・古家直行<sup>1</sup>・小玉哲大<sup>2</sup>・石田英也<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup> (株)フォテック・<sup>3</sup> 芦別市役所経済建設部

苗木の植付け作業において位置決め作業時間を削減できれば作業能率は向上する。そこで本研究では、1.作業者を苗木の植付け予定位置まで誘導し、2.植付けた位置を登録する装置（以下、植付けナビ）を開発し、その作業時間を分析した。植付けナビは2個のGNSS受信装置を用いて作業者の位置と向く方位を計算し、植付け位置までの距離と方向を表示する。試験は北海道芦別市の市有林で行った。芦別市周辺で通常行われている植付け作業（以下、通常の方法）は間縄設置・撤去・クワの柄による間隔測定を行っていた。位置決めに要する時間は、通常の方法では間縄を30m張った場合に約13秒/本、植付けナビでは誘導・位置登録で約16秒/本を要した。位置決め方法が異なる関東地方では約18秒/本であり、現状でも活用できる。植付けナビは間縄張り等の作業省略による軽労化が図られ、登録した位置情報は下刈り等、将来の作業での有効活用が期待できる。開発装置はプロトタイプで改良の余地を残しており、今後、作業時間の短縮が期待できる。本研究は林野庁令和2年度「省力化機械開発推進対策（作業の軽労化・効率化に向けたソフト開発事業）」の支援を受けて実施した。

P-339 *Trypodendron niponicum* の発生活長と共生菌

○三木尚輝<sup>1</sup>・升屋勇人<sup>2</sup>・梶村 恒<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

養菌性キクイムシや、その共生菌や随伴菌による植物体への農林業被害が世界的に問題となっている。*Trypodendron* 属としては、*T. lineatum*（シラベザイノキクイムシ）が欧米の針葉樹の害虫として有名である。日本では、*T. lineatum* を含めて7種が分布し、穿孔樹種の記録はあるが、生態はほとんど解明されていない。とくに、共生菌については、カシワノキクイムシ (*T. signatum*) 以外、情報が無い。

本研究では、愛知県北東部のヒノキ人工林、広葉樹二次林、カラマツ林において、エタノールを誘引剤とするトラップ（生け捕り式）で飛翔・分散成虫を捕獲し、種類と季節消長を調べた。その結果、どの林分にも *T. niponicum* が生息しており、雌雄に関わらず4月下旬が発生のピークであった。また、捕獲した雌成虫から菌類の分離を行い、特定の菌種がマイカンギア（共生菌の保持・運搬器官）のある胸部で高頻度（21個体中20個体）に優占することを見出した。

P-338 東京都の都市緑地で発生しているナラ枯れの空間的分布

○加藤優奈<sup>1</sup>・吉田智弘<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京農工大学農学部・<sup>2</sup> 東京農工大学農学部 FS センター

関東地方でもナラ枯れが発生し、2019年には初めて東京都の被害が確認されている。しかし、都市部の分断化された緑地帯でのナラ枯れの研究事例は少なく、都市緑地でのナラ枯れは人的被害を伴うと予想され、迅速な対応が求められる。そこで、本研究では東京都内の都市緑地でコナラの毎木調査を行うことで、ナラ枯れ初期被害の空間分布を把握し、都市部でのナラ枯れの特徴を明らかにすることを目的とした。

2020年の8月から12月に、東京都八王子市・府中市・三鷹市の7地点の緑地帯で調査を行った。コナラ個体の位置をGPS受信機で測位し、樹木位置図をQGISにて作成した。また、各コナラ個体の胸高直径、カシナガ被害度（フラスや穿孔の数）、ナラ枯れ被害度（萎凋症状の有無）を記録した。

7調査地点で合計6165本のコナラを調査した結果、各調査地点では約3割～6割のコナラ個体がカシナガの被害を受けていた。どの調査地点でも、大径木ほどカシナガの被害を受けている個体の割合が高かった。また、林縁部の他に、歩道や展望台、草地の近くなど明るく開けた場所に位置するコナラ個体でナラ枯れ被害が集中して発生していることが示唆された。

P-340 埋立造成緑地に大量蓄積したハナムグリ亜科幼虫糞層の分解と土壌への影響

○前田健蔵<sup>1</sup>・戸田浩人<sup>2</sup>・崔 東壽<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup> 東京農工大学大学院農学研究院

東京港野鳥公園ではリュウキュウツヤハナムグリ等のハナムグリ亜科が大発生し、保護区樹林地林床の大部分に厚さ数cmの幼虫のフンが堆積し層を成している。この特殊な土壌環境下における養分動態を調査した。フンを構成するC、N、Mg濃度はそれぞれ172、13、6.8mg/gでリターと土壌の中間であり、Si、K、Na濃度は327、2.1、1.3mg/gで土壌に近く、CaとP濃度は14.6、1.5mg/gでリターと土壌よりも高濃度であった。リターバッグ法を用いフンとリターの分解速度を比較した。リターは10か月間で約40%の重量減少を示したが、フンはほとんど変化しなかった。フンのNa、Mgはそれぞれ24%、13%重量が減少し、Ca、K重量はほとんど変化せず、C、N、Pは14～17%重量が増加した。フンに採取林内雨を滴下する室内実験を行い、フン層からの年間溶脱量を測定した。Ca、硝酸態N、K、Mg、Naの年間溶脱量はそれぞれ1.54、0.60、0.46、0.16、0.11mg/gであった。フン内には腐葉土と表層土壌の養分が長期間固定化され、フン内の無機態養分が年間2～22%ずつ溶脱していると推定された。



P-341 ブナ開葉時期の変異がブナカイガラタマバエの  
ゴール形成数に及ぼす影響

○野中佳祐<sup>1</sup>・鎌田直人<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林北海道演習林

寄主-寄生者間のフェノロジカルミスマッチは、寄生者個体群の動態や進化に影響する。日本各地のブナを植栽した産地別試験地（埼玉県秩父市）では、開葉時期に産地間変異があるため、試験地周辺の自生個体群と開葉フェノロジーが異なることが予想される。また、ブナカイガラタマバエ（以下、本種）は、ブナのみを寄主とする年1化性のゴール形成性昆虫で、成虫の寿命は約2~3日と短く、産卵のフェノロジカルウィンドウが狭い。本種は試験地近傍の個体群に由来するため、産地別試験地ではブナと本種との間でフェノロジーのずれが生じ、ゴール形成に影響する可能性が考えられた。本研究では、ブナの開葉時期、本種のフェノロジカルウィンドウ・羽化と飛翔の消長、および開葉と羽化の時期・ゴール形成数との関係を調べ、秩父産のみが植栽された試験地と比較を行った。本種の羽化時期は寄主の開葉時期と正の相関を示し、羽化・飛翔時期は試験地間で異なっていた。産地別試験地の開葉時期および飛翔時期のピーク、ゴール形成数のピークとなる寄主の開葉時期が一致していた。以上のように、本種のフェノロジーの変化によって寄主とのフェノロジカルミスマッチに適応していた。

P-343 北海道の人工林の鳥類群集：気候と季節によって  
異なる林齢と混交率の影響

○河村和洋<sup>1</sup>・山浦悠<sup>2</sup>・中村太士<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学大学院農学院・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所四国支所

近年、人工林における生物多様性保全の重要性が広く認識されるようになった。既存研究は、非植栽木が混交した成熟人工林が天然林の重要な代替生息地に、若齢人工林が世界的に減少する遷移初期種の生息地になりうることを示してきた。しかし、地域や季節によって動物の分布や生息地選択は異なるため、林分要因の影響も異なる可能性がある。本研究では、北海道各地のトドマツ・カラマツ人工林（89林分）、天然林（28林分）で繁殖期と越冬期に鳥類群集を調査し、気候差を考慮しながら人工林の林齢や広葉樹混交率の影響を季節ごとに調べた。

若齢人工林には繁殖期の遷移初期種が生息したが、冷涼な地域ほど生息する期間が短かった。繁殖期の広葉樹林性種への林分要因の影響は全道で一貫しており、個体数・種数は林齢の増加に伴って増加し、混交率の増加に伴い25-50%までは増加したが、それ以上ではほとんど変わらなかった。一方で、越冬期の広葉樹林性種では、気候が厳しい地域ほど、林齢の正の影響が弱く、広葉樹割合の正の影響が強くなった。したがって、人工林管理により広域的かつ効果的な鳥類保全を行う上で、地域の気候や季節の違いの考慮が重要だと考えられる。

P-342 森林において同所的に生息する中型食肉類の日  
周性と生息地選択の解明

○森川 周<sup>1</sup>・谷川鴻介<sup>2</sup>・平尾聡秀<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学農学部・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>3</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林秩父演習林

捕食者による恐怖は被食者の行動を変化させ、被食者の個体群から生態系全体にまで影響を与えることが知られている。近年、世界各地で大型食肉類が衰退しており、被食者が捕食者への恐怖から受ける影響は減少しているが、その一方で人為活動の増大は、新たに人間への恐怖によって被食者の行動に大きな影響を与えていると考えられている。そこで本研究では、森林に生息する中型食肉目に着目し、その時空間的な活動が、人為活動から受ける影響について解明することを目的とした。本研究では、東京大学秩父演習林滝川流域（約23km<sup>2</sup>）において2018年4月~2019年12月の期間に64台のカメラトラップを設置し、撮影された人間および動物の写真データを用いた。このデータから、ニホンアナグマ、ホンドキツネ、ホンダタヌキ、ホンドテン、ハクビシンの5種について、カーネル密度推定によって得た日周活動パターンと、サイト占有モデルによって得たサイト占有率および種間干渉指数が、人為活動によってどのように変化するかを解析した。その結果、人為活動によって日周活動パターン、サイト占有率および種間干渉指数が変化しており、さらにその影響には季節変動もあることが示唆された。

P-344 ギャップ構造を持つヒノキ人工林における広葉  
樹種子の鳥散布ネットワーク

○高野 翼<sup>1</sup>・水永博己<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 静岡大学大学院総合科学技術研究科・<sup>2</sup> 静岡大学農学部地域フィールド科学教育研究センター

針葉樹人工林における林冠ギャップ創出は、林内の樹種組成を多様化させるための効果的な手段である。しかし人工林では広葉樹の更新材料が少ないことが障害となっている。鳥散布は針葉樹人工林内ギャップへの広葉樹の導入で重要な役割を担う可能性がある。特に被食型樹種の多い暖温帯において鳥散布の重要性は高い。Takano et al. 2019では、ギャップ構造及びギャップ齢によって散布種子数と散布樹種相が異なることや、ギャップ内の下層植生の発達と果実の結実が種子散布を促進することを明らかにすることができた。しかしながら、種子を散布する鳥類種や散布源との関係は未だ不明であった。したがって本研究では、ギャップを伴う人工林への散布種子、散布場所、散布者、散布源（結実木）の量的関係（ネットワーク）を明らかにすることを目的とした。静岡県浜松市において、ヒノキ人工林内の林冠ギャップ12年生への散布種子を2018年5月から12月まで、隣接天然林と点在する広葉樹パッチへの散布種子を2020年5月から12月までシードトラップ法により毎月回収した。同様にギャップへの来訪鳥類数と鳥類種も毎月調査し、散布種子と鳥類種ごとの行動の関係について解析した。

P-345 オオタカ繁殖地は木本植物多様性の指標になる：  
都市生態系における実証研究

○夏川遼生<sup>1</sup>・湯浅拓輝<sup>2</sup>・小室静子<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 横浜国立大学・<sup>2</sup> 慶應義塾大学・<sup>3</sup> 成瀬の自然を守る会

都市化は生物多様性に対する主要な脅威であり、その保全に配慮した都市計画が不可欠である。ただし、生物多様性保全は資源集約的であるため、限定的な時間、人的資源の下で実用的な保全策を計画する必要がある。この問題の解決策の一つは、指標種を使用して包括的な生物相調査を簡略化することである。ここでは、神奈川県の一部で、木本植物多様性の指標としてのオオタカの実用性を検証した。2020年に各30箇所のオオタカ繁殖地/非繁殖地から500m圏内の木本植物の種数と個体数を調査した。これらの情報と図鑑や先行研究から抽出した機能形質をもとに、機能的多様性を算出した。オオタカ繁殖地/非繁殖地間で種数、個体数、機能的多様性を比較した結果、いずれの値もオオタカ繁殖地で非繁殖地よりも有意に高かった。オオタカは魅力的な形態によって、市民や行政による保全への理解と資金の拠出を促進する。さらに、頂点捕食者としての生態系機能の重要性と希少性から、彼らの保護は法制度や地域条例で義務化されている。したがって、オオタカ繁殖地周辺の保全により、市民や行政の協力の下、潤沢な保全資金を確保し、法的に担保された木本植物の保全を実現できる可能性がある。

P-347 竹林拡大が小河川内の落葉分解と水生大型無脊椎動物に及ぼす影響

○佐藤 駿・柳井清治

石川県立大学

竹林の拡大が、溪流中の落葉分解と水生動物群集に及ぼす影響を明らかにするため、野外でのリターバッグ実験と室内で摂食実験を行った。調査対象地を金沢市近郊の丘陵を流れるモウソウチク林・広葉樹林溪流に2溪流ずつ設定した。そこに生息する底生動物のサンプリングを行い、種類と個体数を測定するとともに、モウソウチクと広葉樹林に多く出現するヤブツバキ葉を対象にリターバッグ実験を行った。サンプリング調査の結果、溪流内の底生動物相は、ヤマトヨコエビがShredderの出現個体数の約90%を占めており、その生息密度は実験期間を通して広葉樹林溪流の方が高かった。またリターバッグによる分解実験の結果、モウソウチクはヤブツバキに比べて分解が遅く、モウソウチク林溪流に置いたリターは広葉樹林溪流に比べて分解が遅かった。室内でモウソウチク、ヤブツバキの葉を用いてヤマトヨコエビの摂食実験を行ったところ、モウソウチクよりもヤブツバキが摂食されやすく、20日後の生存率はモウソウチクで著しく低下することが明らかになった。

P-346 LiDARを用いて定量化した森林垂直構造とコウモリ類各種の活動量の関係

○三宮 望<sup>1</sup>・三浦直子<sup>2</sup>・小池伸介<sup>3</sup>・福井 大<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林教育研究センター・<sup>3</sup> 東京農工大学大学院農学研究院・<sup>4</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林北海道演習林

森林内の物理的な空間構造（以下、森林構造）の差異は、コウモリ類など林内を飛翔しながら採餌を行う動物の採餌空間利用に大きな影響を与える。そのため、森林構造とコウモリ類の活動量の関係性およびその要因を明示することは、コウモリの群集メカニズムを理解すると同時に、森林構造の人為的改変に対するコウモリ類の応答を予測する上で重要な情報の提供が期待できる。従来、森林構造の指標として樹木密度や植被率が用いられていたが、近年、航空レーザー測量（LiDAR）を用いて正確に定量化できるようになった。本研究では、森林構造とコウモリ類の活動量の関連性と、それに機能形態が及ぼす影響の検証を目的とし、東京大学北海道演習林の天然林14箇所でコウモリ類の活動量を計測すると同時に、LiDARの点群データより森林構造の指標であるForest characterization scheme (FCS)を求めた。そして翼の形態的特徴に基づいたコウモリギルドごとにFCSとの関係をモデル化した結果、森林構造に対する応答がコウモリギルドによって異なることがわかり、翼形態が森林内の採餌空間利用に強く影響していることが検証された。

P-348 接着材を用いたクビアカツヤカミキリ羽化成虫に対する防除の可能性

○滝 久智・田村繁明

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林昆虫研究領域

クビアカツヤカミキリは、国内侵入後バラ科の樹木を加害し、緑化樹や果樹に甚大な被害を生じさせている。本種の幼虫は、成熟すると木部に材入して蛹室と材入孔を形成する。その際に羽化後に利用する脱出予定孔を出口付近の外樹皮に形成するが、幼虫による材入孔と脱出予定孔の形成は、成虫の木質穿孔能力が乏しいためと考えられる。したがって、人為的に脱出予定孔から材入孔を塞ぐことで、本種成虫を材内に閉じ込め、殺虫防除が可能であることが予想される。本研究では、成分や硬度が異なる3種類の接着材と、各接着剤において脱出予定孔を形成した本種3個体ずつの計9個体を用いて、防除の効果を検証した。脱出予定孔から材入孔を塞いだ結果、3種類の接着材それぞれで、3、2、1の個体数で材入孔内部での成虫の死亡を確認し、応じて0、1、2の個体数で成虫の脱出を確認した。以上の結果は、適切な接着剤の成分と方法を選別し、脱出予定孔から材入孔を塞ぐことで、簡易に本種の羽化成虫の拡散を物理的に防止できる可能性があることを示唆している。



P-349 異なる誘引トラップによるクビアカツヤカミキリ成虫捕獲の比較

○松本剛史・所 雅彦・砂村栄力・加賀谷悦子

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林昆虫研究領域

サクラ・モモ等のバラ科樹木を加害する外来昆虫クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* による被害は深刻化しており、2020年度で11都府県に被害が拡大し、早急な防除対策が求められている。クビアカ雄成虫が揮散し雌雄成虫を誘引する性・集合フェロモンの構造が決定されており、この合成フェロモンを用いた誘引試験を群馬県館林市のソメイヨシノ被害地で実施した。トラップは黒色サンケイトラップを誘引器として用いたものと、粘着紙（カミキリホイホイ：アース製薬（株））を用いた粘着トラップで捕獲数の比較をおこなった。誘引源は合成フェロモンおよび樹液を模した糖酢液を用いた。また誘引源の比較として樹液食昆虫一般に使用される発酵バナナを用いた。その結果、フェロモン糖酢液―サンケイ区で計41頭、フェロモン糖酢液―粘着紙区で計29頭捕獲され、統計的にサンケイトラップと粘着トラップではほぼ同程度の捕獲数となった。また誘引源として発酵バナナを用いた区での捕獲数は少なかった。本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援により実施した。

P-351 高知県鷹取山のシイ・カシ類に生じたブナ科樹木萎凋病による枯死の発生経過

○佐藤重穂<sup>1</sup>・米田令仁<sup>1</sup>・稲垣善之<sup>1</sup>・長谷川元洋<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup> 同志社大学理工学部

ブナ科樹木萎凋病はカシノナガキクイムシがナラ菌を感染させることによって生じ、国内各地で集団枯損が発生している。四国では1950年代に高知県西部でカシ類の枯損が報告され、その後、60年余り被害の発生はなかったが、2015年に高知県梶原町で本種によるブナ科樹木の枯損が発生した。そこで、梶原町の鷹取山において2020年まで継続して本病による枯死状況を調査した。

調査地は梶原町下鷹取山国有林であり、標高450m付近の老齢の針広混交林に0.2haの調査区を設定して毎木調査を毎年行い、本種による穿孔の有無、樹木の生育状況を記録した。穿孔を受けた樹種はウラジロガシ、スダジイの2種で、当初はDBH30cm以上の個体の被害が多かったが、2019年には10-30cmの個体が穿孔されるようになった。穿孔された個体のうち40cm以上の大径木はほとんど枯死したが、30cm未満では枯死に至る個体は少なかった。胸高断面積割合では2016年にはブナ科樹木が22.0%だったのに対し、2020年には8.5%に低下した。これらの結果から、大径木が枯死したために林分構造が変化していることが明らかになった。

P-350 薬量やシート破損状況が異なる松くい虫くん蒸処理でのMITC濃度と殺虫効果

○川口エリ子<sup>1</sup>・米森正悟<sup>1</sup>・江崎功二郎<sup>4</sup>・相川拓也<sup>2</sup>・前原紀敏<sup>3</sup>・小澤壮太<sup>2</sup>・中村克典<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 鹿児島県森林技術総合センター・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林昆虫研究領域・<sup>4</sup> 石川県農林総合研究センター林業試験場

マツノマダラカミキリ駆除に用いられるくん蒸処理では、幼虫が穿入するマツ丸太にガスバリア性のあるシートを被せ、くん蒸剤によって材内の幼虫を殺虫する。この際、シートに破損があるなど、ガスが漏れるような条件下では、殺虫効果が劣ることが知られている。さらに、くん蒸剤の農薬登録上の使用量は幅があり、最小量でのくん蒸はガス漏れによる殺虫効果低下のリスクが高まる可能性がある。そこで、薬剤使用量やシートの破損状況が殺虫効果に及ぼす影響を明らかにするために、キルバー40（サンケイ化学）を被覆内容積1m<sup>3</sup>あたり375ml（最小量）または750ml（最大量）使用した上、シートに穴を開けてくん蒸を行い、被覆内のMITCガス濃度の推移や殺虫効果を比較した。その結果、穴のないシートで被覆した750ml区のガス濃度は、375ml区よりも高い濃度を維持し、全ての幼虫が死亡した。一方、穴のない375ml区やくん蒸開始とともに直径1cmの穴を3個開けた処理区などではわずかに生存幼虫がみられ、薬剤使用量の減少や被覆シートの破損は、被覆内のガス濃度と穿入幼虫の死亡率の低下に影響を及ぼすことが明らかになった。

P-352 カシノナガキクイムシの過冷却点の地域変異

○北島 博<sup>1</sup>・斉藤正一<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林昆虫研究領域・<sup>2</sup> 山形大学農学部

近年、ナラ枯れは高標高、寒冷地へ拡大する傾向がある。寒冷地では、カシノナガキクイムシ幼虫が越冬できずに死亡することが示唆されていることから、本種の耐寒性解明のため、幼虫の過冷却点を調べた。まず、山形県の個体群を用いて、過冷却点の季節変化を調べた。その結果、過冷却点は12月～3月に有意に低く、この時期に耐寒性を高めていると考えられた。次に、カシノナガキクイムシ日本海型では青森、岩手、山形、静岡、鹿児島、太平洋型では静岡および徳島の各県個体群において、越冬幼虫の過冷却点を調べた。その結果、前者では-15.9～-18.6℃、後者では-17.6℃および-19.0℃となった。これらは、個体群内のばらつきが大きく、個体群間に有意差は見られなかった。また、緯度に伴う傾向は見られず、寒冷地で耐寒性を高めているとは考えられなかった。山形県の2月の最低気温平年値の分布を見ると、ほとんどの地域で-12℃以上であった。これらから、過冷却点はカシノナガキクイムシの耐寒性の指標とは考えられるが、越冬可能性を制限する条件ではないと考えられた。本研究は、JSPS 科研費 JP18K05735 の助成を受けた。



### P-353 カシノナガキクイムシの飛翔行動におけるエッジ効果

○衣浦晴生・北島 博・滝 久智

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林昆虫研究領域

昆虫が光に誘引される場合、光そのものではなく明暗の境界を認識しこのエッジ付近に集中すること、また色のコントラストにも同様の効果があることなどが明らかになっている(エッジ効果)。そこでナラ枯れを引き起こすカシノナガキクイムシについて、飛翔の定位におけるエッジ効果を検証するため、明暗のあるパネルトラップによる捕獲試験を行った。カシナガ合成フェロモン剤とエタノールを誘引源として、透明・黒色・中黒(エッジ有)の3種類の粘着式パネルトラップを作製し、7月下旬(約2週間)、ナラ枯れ発生林分内から続く遊歩道沿いの5地点に設置して、付着個体数とそのパネル上の位置を記録した。その結果、総捕獲頭数は被害地に近い地点ほど多く、また同一パネル内ではトラップ上部よりも下部において多く捕獲された。トラップ種類別では、透明トラップにおいて黒色・中黒トラップよりも有意に多く捕獲されたが、黒色と中黒との間では全く差が無く、さらに中黒トラップにおける明暗境界部分とその他の部分において捕獲頭数には明瞭な差が見られなかった。これらのことから、今回の調査ではカシノナガキクイムシにエッジ効果は確認できなかった。

### P-355 ピットフォールトラップによるオサムシ類の捕獲効率と個体数の推定

○山中 聡<sup>1</sup>・山浦悠<sup>2</sup>・尾崎研一<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所四国支所

ピットフォールトラップは、地表性甲虫の調査に広く用いられるトラップである。しかし、このトラップで得られる甲虫各種の捕獲個体数は、対象種の活動量や調査地ごとのトラップの捕獲効率の違いに影響を受けて変化することが知られている。本研究では、地表性甲虫の活動量に影響を及ぼすと予想される地温に着目し、地温とトラップの捕獲効率との関係を検証した。また、捕獲効率の変化を考慮した上で個体数密度を推定し、異なる環境間(皆伐地とトドマツ人工林)でその比較を行った。

調査は北海道空知振興局の道有林で行った。皆伐地とトドマツ人工林にフェンス(5×5m)を3つずつ設置し、その中に9個のピットフォールトラップを設置して7日間連続して捕獲を行った。調査は2018年と2019年に計4回実施した。ツンベルグナガゴミムシの日ごとの捕獲数と地温との関係を検証したところ、日ごとの捕獲率は平均で18%、7日間でフェンス内の個体数の約74%を捕獲したと推定された。一方で、捕獲率に地温が及ぼす影響は限られていた。また、皆伐地と人工林での個体数密度を比較したところ、皆伐地よりも人工林で個体数密度が高い傾向があるものの、その差は明瞭ではなかった。

### P-354 ナラ枯れ発生前後における養菌性キクイムシ群集構造の比較

○伊藤昌明

青森県産業技術センター林業研究所

2016年に青森県西津軽郡深浦町で発生したブナ科樹木萎凋病(ナラ枯れ)被害は増加を続けている。被害が継続している深浦町では、ナラ類の急激な衰退がみられ、森林構造にも大きな変化が生じている。このような変化は、地域の生物多様性にも影響を及ぼしている可能性が高い。そこで、本研究では、衝突板トラップによるモニタリングを実施し、ナラ枯れによる生物多様性への影響を評価した。対象は森林昆虫の主要ギルドである穿孔性昆虫の養菌性キクイムシ類とした。調査期間は2013~2020年の6~9月であり、誘引剤にはエタノールチューブを用いた。調査地は深浦町(西北)の4か所と弘前市及び平川市(中南)の4か所のナラ類が優占する森林である。その結果、西北と中南でキクイムシ類の群集構造が大きく異なった。また、西北では、被害発生前後で狭食性種の種構成が変化し、特に、ナラ類を寄主とするキクイムシ類の割合が増加した。一方、中南では8年間で群集構造の変化は小さく、広食性種の割合も変化が小さかった。このことから、ナラ枯れ被害はナラ類を寄主とするキクイムシ類を一時的に増加させ、狭食性種の種構成を大きく変化させることで多様性に影響を及ぼすと思われる。

### P-356 マレーシアにおける枯死木による炭素蓄積と生物多様性維持の相乗便益

○山下 聡<sup>1,2</sup>・市岡孝朗<sup>3</sup>・市栄智明<sup>4</sup>・Paulus Meleng<sup>5</sup>・Habibah Salleh<sup>5</sup>・Mohd Effendi Wasli<sup>6</sup>・Mohamad Azani Alias<sup>7</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所生物多様性研究拠点・<sup>2</sup> 徳島大学生物資源産学学部・<sup>3</sup> 京都大学大学院人間・環境学研究所・<sup>4</sup> 高知大学農林海洋科学部・<sup>5</sup> サラワク州森林局・<sup>6</sup> マレーシア大学サラワク校・<sup>7</sup> ブトラマレーシア大学

枯死木は、森林の主要な炭素プールの一つであると同時に、多様な生物に生息場所を提供することで、森林の炭素蓄積と生物多様性維持の二つの機能に大きく貢献しているものの、これらの関係を調べた例は少ない。本研究では、マレーシア国において、枯死木による炭素蓄積量と生物多様性維持の二つの機能の間の量的関係を明らかにすることを目的に二次林や国立公園において野外調査を行った。林分レベルでは、枯死木による炭素蓄積量は、二次林では調査した21林分の平均で11.15Mg/ha、原生林では調査した計6プロットの平均で48.76Mg/haであった。これらの27林分において出現した多孔菌のうち、*Cyclomyces tabacinus*と*Ganoderma australe*では枯死木による炭素蓄積量が高くなるにしたがって出現頻度も増加したが、*Microporus xanthopus*ではそのような傾向は認められなかった。また、国立公園8か所のデータを用い、トレイル1kmあたりの倒木の本数に対して、これまでに採集された子実体一個あたりの昆虫個体数をプロットすると、解析に供試したゴミムシダマシ科昆虫では一山型のパターンを示した。森林タイプが影響しているものと考えた。

P-357 ウダイカンバの餌としての葉質は樹木の成長段階によってどう変化する？

○松木佐和子・中村日香・真坂一彦

岩手大学農学部

ウダイカンバ林では、これまで様々な広食性の鱗翅目幼虫による食害が認められている。これまでの調査から、ウダイカンバ成木の葉はクスサンにとって好適な餌である一方、稚樹の葉は成木葉に比べて好適な餌でないことが分かっている。しかし、餌としての葉質が様々な成長段階でどのように異なるのかはこれまで明らかにされていない。

本研究では、胸高直径0.6cmから54.8cmまでのウダイカンバ33本を対象として、クスサンおよびエリサンの摂食試験および葉の形質分析（窒素・炭素含有率、水分含有率、LMA、C/N比、総フェノール量、縮合タンニン量）を行い、様々な成長段階のウダイカンバで鱗翅目幼虫の餌としての葉質がどのように異なるかを評価することを目的とした。

結果として、最も直径の小さい稚樹の葉を摂食した初齢幼虫の成長率は低く、直径約10cmになるまで幼虫の成長率は上昇していき、それ以上の直径では横ばいとなった。しかし最も直径が大きい50cm以上の個体ではむしろ幼虫の成長率が低下する傾向も見られた。幼虫の成長率と葉の様々な形質をGLMで解析したところ、幼虫の成長に最も影響を与えていたのは水分含有率であった。

P-359 ツリーシェルターがスギ苗木植栽後5年間の食害防止効果と成長に及ぼす影響

○大橋章博

岐阜県森林研究所

近年、ニホンジカによる植栽木の食害対策として様々なツリーシェルター（以下、シェルター）が使用されているが、設置場所に応じたシェルターの使い分けは行われていない。今回、タイプの異なるシェルターを用いて、スギに対する食害防止効果および苗木の成長に及ぼす影響について検討した。試験は、2016年3月にスギ苗木を植栽した岐阜県郡上市大和町の造林地で実施し、同年7月にシェルターを設置した。処理区は、ハイトシェルターHS、サブリガード、幼齢木ネットを設置した処理区と無処理区の4つとし、供試本数はそれぞれ100本とした。その後、定期的に食害状況、苗木の根元径、樹高を調査した。

無処理区の被害率は2年後に96%に達したが、各シェルター処理区では主軸の被害は認められなかった。苗木の根元径および樹高は、幼齢木ネット>サブリガード>ハイトシェルターの順に大きかった。また、形状比（樹高/根元径）は、ハイトシェルター>サブリガード>幼齢木ネットの順に高かった。樹高がシェルターの高さを超えると、いずれのシェルターにおいても形状比は低くなったが、ハイトシェルターでは5年後でも90と高かった。

P-358 タヌキのため糞における実生の生存率に影響する要因

○小池伸介・大杉 滋

東京農工大学大学院連合農学研究所

これまで周食型種子散布の各段階において、種子散布を担う各動物種の定性的および定量的な有効性を評価する研究が多く実施されてきた。たとえば、「種子の発芽と成長」の段階における理想的な評価方法は、実際に動物によって散布された種子の発芽と実生の成長を追跡することであるが、実際に実生の生存を追跡した事例は限られる。本研究は、日本の森林生態系における主要な種子散布者の1つであるホンドタヌキによって散布された種子から発芽した実生の生存率を1年間にわたって個々に追跡することで、タヌキの種子散布者の有効性を確認するとともに、実生が生存しやすい環境条件を明らかにした。ホンドタヌキはタメフンといわれる、特定の場所に繰り返し糞を排泄する特性がある。そのため、調査ではタメフンから発芽した4種を対象とした。その結果、発芽翌春までの実生の生存率は、イチヨウは85%、カキノキは39%、ムクノキは25%、エノキは13%であった。また、実生の生存に与える環境条件では、実生の周囲でタヌキによって排便されることで、実生の生存率を低下し、周囲に植生被覆が高い実生は、生存率が高かった。さらに、早い時期に発芽した実生は生存率が高かった。

P-360 ニホンジカの効率的捕獲とその効果検証

○柳澤賢一<sup>1</sup>・八代田千鶴<sup>2</sup>

<sup>1</sup>長野県林業総合センター・<sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

長野県において農林業被害額が最も大きいニホンジカ（以下、シカ）は第二種特定鳥獣管理計画に基づき重点的に捕獲が進められているが、捕獲従事者の減少やシカの警戒心の高まり等により捕獲頭数が伸び悩んでいる。一方、わな猟免許所持者数割合は増加傾向で、わなによるシカ捕獲頭数は全体の約9割となっている。シカ捕獲頭数の増加を図るためには、わなによる捕獲をより効率的かつ確実に進める必要がある。そこで本捕獲実証実験では、自動撮影カメラを用いてシカの利用頻度の高い地域を選定し、集中的な捕獲による生息密度低減効果を検証した。長野県塩尻市において27カ所に設置した自動撮影カメラの結果から、シカの利用頻度が高いと推定されたカラマツ林内と畑地周辺の2カ所を選定し、笠松式くりわなを用いて30日間捕獲を実施した。また捕獲効果を検証するため、捕獲前後に糞塊除去法によりシカ生息密度を推定した。捕獲頭数とCPUE（頭/わな日）はそれぞれ、カラマツ林内が8頭と0.044、畑地周辺が4頭と0.022となり、効率的な捕獲が可能であった。捕獲後のシカ生息密度は、捕獲前との比率でカラマツ林内が67.4%、畑地周辺が50.0%に減少し、捕獲による低減効果を確認できた。



P-361 マーケティング分析手法を用いたニホンジカ研究戦略の整理の検討

○林 耕太<sup>1</sup>・長池卓男<sup>1</sup>・大地純平<sup>1</sup>・飯島勇人<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 山梨県森林総合研究所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所野生動物研究領域

増えすぎたニホンジカは農林業被害や自然環境へ大きな影響を及ぼしている。個体数管理を行っていくためにはモニタリングに基づく科学的な適応管理が必要であり、地方公設研究機関には個体数推定や、農林業被害、生態系への影響の把握、捕獲技術の検討や構築など幅広い対応が求められている。一方で対応するための人的・資金的資源は限られているため、効率のかつ戦略的な対応が必要となっている。そこで山梨県におけるニホンジカの状況を踏まえたうえで、山梨県の管理政策に貢献し、県の研究機関として特色のある研究を行っていくための戦略を試行的に検討した。本研究では主にそのプロセスを発表する。検討には、マーケティング戦略で用いられている手法を利用した。まず山梨県内のニホンジカを巡る状況を PEST 分析と 3C+C 分析を用いて環境分析し、SWOT 分析により内的環境、外的環境のプラス及びマイナス要因に区分して状況と戦略を整理した。さらに STP 分析を用いて注力すべき分野の検討を行った。

P-363 管理形態の異なる広葉樹二次林における外生菌根菌群集

○山寺豊海<sup>1</sup>・笹原真華<sup>1</sup>・石川 陽<sup>2</sup>・白川 誠<sup>3</sup>・田中 恵<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京農業大学地域環境科学部・<sup>2</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科・<sup>3</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科

都市近郊の二次林は、ナラ類やシイ・カシ類をはじめとする外生菌根性樹種が優占することが知られている。したがって、林内には多様な外生菌根菌のリソースが保持されていることが期待される。加えて、こうした二次林の成立・維持には人為的な攪乱が前提となることから、原生林とは異なる菌類相が見られる可能性が考えられる。

発表者は、これまで都市近郊二次林における外生菌根菌の多様性を明らかにすることを目的として、東京都多摩地域を中心としたインベントリ調査を実施してきた。

本発表では、これまで調査してきた青梅市の結果に加え、さらに二か所の広葉樹二次林において子実体・菌根を対象とした多様性調査を行った。その結果、シラカシ、アラカシ、コナラ、イヌシデなどの成木と共生する菌種並びに子実体としてラシャケ属、ロウタケ属、チチタケ属、ベニタケ属、テングタケ属、アセタケ属などが確認された。また、管理形態の異なる 3 調査地間での種組成の比較などについても述べる。

P-362 クロマツ林における外生菌根菌の菌糸成長と子実体形成の季節変化

○居駒すみれ<sup>1</sup>・小泉敬彦<sup>2</sup>・清水智史<sup>2</sup>・松尾 歩<sup>3</sup>・陶山佳久<sup>3</sup>・井上みずき<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 日本大学大学院総合基礎科学研究科相関理化学専攻・<sup>2</sup> 日本大学文理学部・<sup>3</sup> 東北大学大学院農学研究科

外生菌根菌は、土壌養分を獲得するために菌糸を伸ばし、繁殖を行うために子実体を形成する。こうした生命活動の季節変化に関する知見は、環境に応じた生物の適応・動態メカニズムを理解するうえで重要な手がかりである。本研究では、外生菌根菌の菌糸成長および子実体形成の季節変化を調べ、その変化要因を明らかにすることを目的とした。

湘南海岸クロマツ林において、外生菌根菌の成長菌糸を収集するため、クロマツ無菌苗 30 本を現地に植栽し、翌月にその苗を回収した (2019 年 4 月-2020 年 7 月)。回収した根系全体から DNA を抽出し、外生菌根菌の rDNA-ITS1 領域の塩基配列を次世代シーケンスによって取得した。世田谷区、三鷹市、大洗海岸において子実体を収集し (2020 年 6-11 月)、同領域の塩基配列をサンガーシーケンスによって取得した。

成長菌糸から得られた群集構造の変化には、年単位の周期性が (=季節性) が認められた。この周期的な変化は気温によって最も説明され、5-9 月の温暖な時期に群集構造が類似する傾向が認められた。子実体形成は 6 月と 10 月に種数のピークを迎え、その時期は *russula-lactarius* の系統群が優占した。

P-364 カラマツ人工林の成木および実生における土壌深度別外生菌根菌種組成

○大山和也・小口燎巳・田中 恵

東京農業大学地域環境科学部

近年の木材加工技術の発展により、カラマツ材の利用用途が増加している。カラマツ造林地伐採後の再造林としては、天然下種更新による方法が多く研究されており、表土層の除去を行うことで土壌中に存在する暗色雪腐病菌などを取り除き実生の天然更新が促されるとされている。また、それらの病原菌に対し耐性を高めるものとして菌根菌の存在が考えられるが、表土除去を行う際に感染可能な菌根菌が除去されている可能性が考えられる。また、菌根菌種の深度別分布や機能は知られていないことが多い。そのため本研究では、東京農業大学奥多摩演習林内のカラマツ人工林を調査地として深度 20 cm までに存在するカラマツ成木及びカラマツ実生に共生している外生菌根菌相の調査を行った。また、採取した土壌サンプルを用いてカラマツとアカマツの実生を 3 か月間育成し、発芽実生に感染する菌根菌相の調査も同様に行った。採取した根端は、特徴ごとの形態分類を行い、DNA 解析を用いた菌根菌の種の推定を試みた。その結果、成木の菌根菌相はどの深度においても *Tomentella* 属や *Inocybe* 属、*Sebacina* 属が優占していた。また、カラマツに特異的に共生するハナイグチの存在も確認できた。

19  
ポ  
ス  
タ  
ー  
日  
一  
発  
表



P-365 無菌条件下における外生菌根菌の複数種接種がアカマツ実生に与える影響

○加藤伸久・田中 恵

東京農業大学地域環境科学部

外生菌根菌種間の相互作用が樹木の実生成長に与える影響を明らかにするために、無菌条件下のアカマツ実生に複数の外生菌根菌を接種する実験を、培地上で行った。培地上で行うことで他の微生物や土壌の環境要因を排除し、容易に菌根形成の過程を観察することができる。外生菌根菌はコツブタケ、*Cenococcum geophilum*、アマタケ、マツタケの4種を用いた。接種試験では角シャーレでFH斜面培地を作成し、アカマツ実生に外生菌根菌を接種した。1角シャーレ毎に2種、計10通りの組合せで行い、単一の外生菌根菌を接種した場合と複数種接種した場合の実生の成長量を比較した。接種試験の結果、菌根合成に成功したのは*C. geophilum*のみで、コツブタケは菌根様の状態であった。接種区の実生の乾重量を対照区と比較したところコツブタケのみを接種した場合の接種効果が高いことが確認された。また、接種試験と同様の組合せで菌根菌同士の対峙培養を行い、菌種毎の菌糸の成長を測定した。その結果、対峙培養ではほとんどの菌種が単体で培養した場合が最も菌糸成長が大きかった。しかし*C. geophilum*と共培養した場合のマツタケの菌糸成長はマツタケ単体よりも増加することが確認された。

P-367 口永良部島火山泥流土における菌根菌感染源の分布

○石川 陽<sup>1</sup>・早坂大亮<sup>2</sup>・奈良一秀<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科・<sup>2</sup> 近畿大学農学部

火山噴出物の堆積によって生じた裸地は、植物の利用可能な栄養塩の不足、乾燥などの強ストレス環境下にある。菌根共生は、宿主植物の養水分吸収を促進することから、このような裸地への植物の定着に重要な役割を持つ。そのため、菌根菌感染源の有無やその組成は、その後の植物の侵入や植生遷移に決定論的な影響を与える要因のひとつとなるだろう。本研究では、鹿児島県口永良部島の火山泥流跡地において、外生菌根菌とアーバスキュラー菌根 (AM) 菌の感染源の分布を調査した。噴火跡地の任意の22地点から火山泥流土を採取し、口永良部島に生息するクロマツおよびメヒシバを用いたバイオアッセイを行った結果、クロマツでは海岸に近い2地点でのみ外生菌根菌の感染が確認されたのに対し、メヒシバでは約半数の地点においてAM菌の感染が確認された。また、火山泥流土から篩別・遠心法によりAM菌の胞子を分離した結果、採取したすべての地点において胞子が検出された。火山泥流土内に、微量ではあるが根などの植物遺骸が混入していたことから、AM菌の胞子は、泥流が流下する際に周囲の植物を巻き込んだことによって、火山泥流跡地に供給された可能性が考えられる。

P-366 Arbuscular mycorrhiza fungal biomarkers associated with Japanese cedar and Japanese cypress

○DJOTAN, Akotchiffor Kevin Geoffroy・Matsushita, Norihisa・Fukuda, Kenji

Forest Science, The University of Tokyo

Japanese cedar (Sugi) and cypress (Hinoki) host arbuscular mycorrhizae (AM) but their dependence and preferences to AM fungi (AMF) are still not well known. We collected samples from conifer plantations in Chichibu, Tanashi and Chiba, and assessed the AM colonization in their roots. We investigated the AMF communities in their roots and rhizospheric soil to identify their AMF preferences. We found higher AMF dependence in Sugi compared to Hinoki and in Chichibu compared to other sites. We detected a total of 2144 OTUs of AMF. While Chichibu and Chiba contained similar AMF communities, Sugi was more enriched than Hinoki was. The rhizospheric soil contained more OTUs than did roots. We identified common biomarkers for Sugi and Hinoki, which included 2 *Glomus* and 1 *Rhizophagus* species. They are thought to be selected by Sugi and Hinoki roots from the AMF communities in the soil.

P-368 ヤクタネシヨウロ埋土胞子の宿主選好性

○村田政穂<sup>1</sup>・金谷整一<sup>2</sup>・奈良一秀<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所

演者らは、昨年の森林学会大会での発表で、過去にヤクタネゴヨウが分布した自生地 of 土壌を採取し、ヤクタネシヨウロ埋土胞子の生存の有無を確認するため、近縁種のタカネゴヨウとゴヨウマツを用いてバイオアッセイを実施した結果、最高で15年生存することを明らかにした。これまでにヤクタネゴヨウ自生地の土壌を用いたバイオアッセイでは、ヤクタネシヨウロの感染割合はヤクタネゴヨウよりゴヨウマツでやや少なくなる傾向があったため、昨年の結果 (タカネゴヨウ: 30 サンプル中3個、ゴヨウマツ: 72 サンプル中1個で検出) は過小評価である可能性が考えられた。そこで本発表では、昨年の発表と同じ土壌サンプルとヤクタネゴヨウを用いたバイオアッセイを行い、昨年の結果を再検証するとともに宿主の違いがヤクタネシヨウロの検出に与える影響を評価した。その結果、ヤクタネシヨウロ埋土胞子の生存年数は、昨年とほぼ同じ最大で16年であり、宿主が不在でも長期間生存できることを確認した。一方、検出頻度は72 サンプル中28個で、タカネゴヨウやゴヨウマツより高頻度であったことから、ヤクタネシヨウロは、宿主選好性を持つことが考えられた。

P-369 Communities of mycorrhizal fungi in different trophic types of Asiatic *Pyrola japonica* sensu lato (Ericaceae)

○ Matsuda, Yosuke<sup>1</sup> · Yamaguchi, Yusuke<sup>1</sup> · Matsuo, Naoko<sup>1</sup> · Uesugi, Takashi<sup>1</sup> · Ito, Junko<sup>2</sup> · Yagame, Takahiro<sup>3</sup> · Figura, Tomáš<sup>4,5</sup> · Selosse, Marc-André<sup>5,6</sup> · Hashimoto, Yasushi<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Mie University · <sup>2</sup> Natural History Museum and institute, Chiba · <sup>3</sup> Mizuho town Museum · <sup>4</sup> Charles University · <sup>5</sup> Muséum national d'Histoire naturelle · <sup>6</sup> University of Gdańsk · <sup>7</sup> Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine

Mixotrophic plants obtain carbon both via photosynthesis and mycorrhizal fungi. The aim of this study was to clarify mycorrhizal dependency and heterotrophy level in various phenotypes of mixotrophic *Pyrola japonica*, (Pj), namely green individuals, rare achlorophyllous variants (albinos) and a form with minute leaves, *P. japonica* f. *subaphylla*, (Pjs). Samples were collected in two Japanese forests. Both plants and mycorrhizal fungi were analyzed by DNA barcoding. Enrichment in <sup>13</sup>C among organs of the phenotypes were compared by measuring stable carbon isotopic ratio. There were no significant differences in  $\delta^{13}\text{C}$  values among organs in both albino Pj and Pjs. Among 55 taxa detected, *Russula* was the most abundant in each phenotype and its dominance was significantly higher in albino Pj and Pjs. These suggest that Pj sensu lato is prone to evolve mycoheterotrophic variants, in a process that changes its mycorrhizal preferences, especially towards the genus *Russula*.

P-371 *Hymenoscyphus fraxineus* とトネリコ属植物との宿主 — 寄生者相互関係

○ 岡根 泉<sup>1</sup> · 加藤早織<sup>2</sup> · 山岡裕一<sup>1</sup> · 山口岳広<sup>3</sup> · 玉井 裕<sup>4</sup> · 石質康博<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学生命環境系 · <sup>2</sup> 筑波大学大学院生命環境科学研究科 · <sup>3</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所 · <sup>4</sup> 北海道大学農学部

欧州でセイヨウトネリコの立枯病 (Ash dieback) が問題になっている。病原菌の *Hymenoscyphus fraxineus* (ビョウタケ科子囊菌) は東アジアから欧州へ渡った侵略的外来種で、原産地ではヤチダモ他を宿主とする。しかし、ヤチダモ複葉内では内生的に生息し、立枯れは起こさない。本菌はトネリコ属植物数種を宿主とするが、樹体内での挙動や生活環には不明な点が多い。そこで、本菌と複数のトネリコ属植物との相互関係を調査した。

調査地は北海道大学構内と森林総合研究所北海道支所で、東アジア産と欧米産トネリコ属 7 種 9 個体の複葉と落葉軸での本菌の生息を DNA 検出により確認すると同時に、落葉軸上での子実体形成の有無を調査した。研究上重要な樹種については、展葉期から落葉期までの複葉内の菌体 DNA 量の変化を調査した。その結果、全てのサンプルから本菌の DNA が検出され、4 樹種の落葉軸上で子実体形成が確認された。北大構内の無病徴のセイヨウトネリコとピロードトネリコでは、複葉内の菌体 DNA の相対値が年間を通じて低い一方で、森林総研の病徴を呈するピロードトネリコとアメリカトネリコでは高いことが示された。

P-370 Symbiotic fungi of *Euwallacea fornicatus* (Polyphagous Shot Hole Borer) infesting mango trees in Okinawa main island

○ Jiang, Zi-Ru<sup>1</sup> · Masuya, Hayato<sup>2</sup> · Kameyama, Norikazu<sup>3</sup> · Kuroda, Keiko<sup>4</sup> · Kajimura, Hisashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University · <sup>2</sup> Forestry and Forest Products Research Institute · <sup>3</sup> Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus · <sup>4</sup> Graduate School of Agriculture, Kobe University

An ambrosia beetle, *Euwallacea fornicatus* (Polyphagous Shot Hole Borer), has attacked mango trees (*Mangifera indica* L.) in Japan. To identify its fungal symbionts, dispersal adults (85 female, 45 male), which were collected from some branches of the attacked trees in Okinawa main island, were used for fungal isolation. Of the 23 species of fungi isolated directly from body of the adults, *Fusarium kuroshium* and *Penicillium citrinum* were the most dominant in female and male, respectively. Particularly, in female, *F. kuroshium* was more frequently isolated from head, including mycangia (fungus-carrying structures), than any other body parts. These results suggest that *F. kuroshium* is a mycangial fungus of *E. fornicatus* in Okinawa main island, and is inoculated on galleries bored into the xylem of mango trees by female adults.

P-372 Regional-scale analysis of rhizosphere bacterial community in *Cryptomeria japonica* plantations

○ Keisuke Obase<sup>1</sup> · Taichiro Mine<sup>2</sup> · Yudai Kitagami<sup>2</sup> · Toko Tanikawa<sup>3</sup> · Chien-Fan Chen<sup>4</sup> · Yosuke Matsuda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Forestry and Forest Products Research Institute · <sup>2</sup> Mie University · <sup>3</sup> Nagoya University · <sup>4</sup> Division of Botanical Garden, Taiwan Forestry Research Institute

We investigated the rhizosphere bacterial community in *Cryptomeria japonica* plantations distributed from cool temperate to subtropical zones in order to understand how the communities are biogeographically and environmentally shaped. Fine root systems of *C. japonica* were collected from a 1 ha study plot established in each of following 8 areas: Hokkaido, Miyagi, Tochigi, Mie, Kochi, Kumamoto, Okinawa and Taiwan. DNA was extracted from 0.2 g of rhizosphere soils, and amplicon sequence analysis was performed on the V3/V4 region of 16S rRNA by Miseq. Ordination analysis indicated that the rhizosphere bacterial community was significantly correlated with soil EC and pH and a spatial vector. However, the explanatory power by both the environmental and spatial factors were low in variation partitioning analysis. The results indicate the significant influence of unmeasured environmental variables on the rhizosphere bacterial community pattern.

P-373 Regional and tissue-specific variation in endophytic fungi of tea plant (*Camellia sinensis*)

○ Win, Phyu · Matsushita, Norihisa · Kenji, Fukuda

Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

The variation in the diversity of endophytic fungi of tea plant was compared among different locations and tissue types. We collected tea branches from Miyazaki, Hiroshima, Kyoto, Shizuoka and Saitama Prefectures. Endophytic fungi were isolated from four different tissue types; old leaf, old branch, young leaf and young branch. A total of 1971 isolates were obtained from 1840 samples. PERMANOVA revealed that composition of tea endophytic fungi was significantly affected by region and tissue type (Region;  $R^2 = 0.06$ ,  $p < 0.001$ ; Tissue;  $R^2 = 0.19$ ,  $p < 0.001$ ). Higher diversity indices were observed from southern regions (Miyazaki and Hiroshima). And the lowest diversity index was found from Saitama. In term of tissue types, the lowest diversity index was found in old leaf tissue in all tested areas.

P-375 ヌメリイグチの菌根圏から分離された放線菌が菌根菌の菌糸成長に及ぼす影響

○小川 進 · Lu-Min Vaario · 松下範久 · 福田健二

東京大学大学院農学生命科学研究科

アカマツの菌根圏に生育する放線菌の生態的機能を明らかにするために、ヌメリイグチ (SL) の菌根から分離された *Streptomyces* sp. A11 株が菌根菌の菌糸成長に及ぼす影響を調査した。滅菌土壌を寒天で固めた土壌平板培地に A11 株の胞子懸濁液を接種した後、SL またはウラムラサキ (LJ) を培養した。また、A11 株の振とう培養液 (ろ過により A11 株を除去) を添加した平板培地を用いて、SL または LJ を培養した。その結果、SL と LJ とともに、どちらの培地で培養した場合も、対照の培地に比べて菌糸成長量は有意に少なかった。これらの結果から、A11 株は、単独でも、菌根菌とともに培養しても、SL と LJ の菌糸成長を阻害する物質を生産すると考えられた。一方、A11 株の胞子懸濁液から胞子を除去した液体を土壌平板培地に塗布した後に SL を培養した結果、無塗布の培地で培養した場合よりも菌糸成長量は有意に多かった。しかし、LJ では、塗布の有無の間で菌糸成長量に有意な差はなかった。したがって、A11 株の胞子懸濁液中には、SL の菌糸成長を促進し、LJ の成長には影響を与えない物質が含まれていると推測された。

P-374 植生衰退が土壌微生物機能の攪乱を介して実生更新に及ぼす履歴効果の解明

○谷川鴻介<sup>1</sup> · 平尾聡秀<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科 · <sup>2</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林秩父演習林

生態系攪乱の長期的な影響として、改変された土壌環境が次代以降の地上部生態系に影響を及ぼす、攪乱の「履歴効果」が存在する。本研究ではニホンジカ *Cervus nippon* による森林下層植生の衰退に着目し、土壌微生物、特に硝化作用を担う細菌・古細菌の活性が低下することで植物の成長に履歴効果が働くという仮説を立てた。そして、シカ柵内外での樹木実生調査と、実生の相互移植実験、土壌中の全菌・全細菌・硝化機能遺伝子量と無機態窒素濃度の測定、菌類群集組成の解析を行った。AMF 共生樹木は柵外で実生成長率が低下するのに対して、ECM 共生樹木の実生成長率は柵外で上昇することがわかった。また、柵外では全細菌量当たりの硝化機能遺伝子量が柵内より小さくなり、土壌の硝酸態窒素濃度も柵内より少なくなることが示された。これらの結果より、履歴効果が発揮されるメカニズムとして、土壌微生物への不動化量の増加による可給態窒素の減少が考えられた。また、AMF・ECM 共生樹木間でみられた履歴効果の差異は AMF と ECM の窒素利用様式の違いによると考えられ、樹木種群間での履歴効果の差異が森林下層植生の衰退以前と異なる植生への遷移をもたらす可能性が示唆された。

P-376 アカマツ根圏における細胞外トラップ (RETs) の可視化

○白川 誠 · 松下範久 · 福田健二

東京大学大学院農学生命科学研究科

植物の生体防御機構の一つとして、根冠から脱落する境界細胞などで構成される細胞外トラップ (Root extracellular traps: RETs) が挙げられる。本研究では、シロイヌナズナやマメ科植物に比べて知見が乏しい外生菌根性樹木における RETs を、蛍光染色法などを用いて可視化した。無菌的に発芽させたアカマツ初生根 (根長 0.5-2.0 cm) を対象に、RETs の主な構成要素である境界 (様) 細胞、粘性分泌物 (ムシゲル)、細胞外 DNA (exDNA) を実体・光学顕微鏡下で観察した。根端部を滅菌水、クリスタルバイオレット溶液、またはインディアインクに浸したところ、根冠から速やかに境界 (様) 細胞の脱落とムシゲルの放出が起きることが確認された。加えて、破損した境界細胞において短軸方向から核と細胞質、長軸方向先端部から糸状の構造物 (ストランド) の放出が見られた。Hoechst33342 と SYTOX Green による蛍光染色では、短軸方向から放出された exDNA が網状の構造をとる様子が確認されたが、ストランドは染色されなかった。これらの結果から、アカマツ初生根の根冠において RETs が機能していることが示唆された。



P-377 イワダレゴケ茎葉体のシアノバクテリア着生及び窒素固定量の齢別傾向

○原巳美子・中村俊彦・松下範久・福田健二

東京大学大学院農学生命科学研究科

イワダレゴケは、日本の亜高山帯林の地表及び倒木上コケ群落に優占する多年生蘚類である。毎年規則正しく分枝する茎葉体には、窒素固定能を持つシアノバクテリア（以下、シアノ）が着生し、コケ群落内の窒素循環に寄与していると考えられる。本研究は、コケの茎葉体の齢（以下、葉齢）による、窒素固定速度およびシアノ着生量の違いを明らかにすることを目的とした。秩父山地において25本の倒木上から採取したイワダレゴケを葉齢ごとに切り分け、アセチレン還元法により窒素固定速度を測定し、蛍光実体顕微鏡下で茎葉体表面のシアノの自家蛍光を観察し0~5の6段階の「シアノ着生レベル」によりシアノ着生量を評価した。窒素固定速度およびシアノ着生量は、当年葉で少なく、1年葉で最大となり、以降は茎葉体が古くなるほど減少した。また、単回帰分析の結果、窒素固定速度の対数値はシアノ着生レベルにより有意に説明されることが示された。シアノ着生レベルは茎葉体の全窒素濃度と負の相関があったことから、茎葉体の齢による全窒素濃度などの環境要因の違いにより、シアノ着生量が変化し、その結果として葉齢ごとの窒素固定速度に違いが生じることが示唆された。

P-379 ヨシブエナガキクイムシ随伴菌の多様性

○升屋勇人・高橋由紀子

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所きのこ・森林微生物研究領域

養菌性キクイムシのヨシブエナガキクイムシ (*Platypus calamus*) は、ナラ枯れを引き起こすカシノナガキクイムシとともに見いだされるキクイムシの1種であり、時に単独でコナラ、ミズナラ枯死木への穿孔があることから、その加害力が懸念される。しかし、その随伴菌類相については十分には把握されていない。本研究ではヨシブエナガキクイムシの随伴菌類相について、分離培養とメタゲノム解析による解明を試みた。脱出個体を70%EtOH、次亜塩素酸、滅菌水による表面滅菌処理後、頭部、胸部、腹部に分けて1%MA培地に置いた。また任意の坑道壁10カ所から2mm四方の木片を採取し、滅菌水に懸濁し、木片ごと1%MA培地に塗布した。培地上で生育してくる糸状菌について純粋培養菌株を確立し、形態とDNAにより同定した。脱出個体を雌雄それぞれ10頭まとめてDNA抽出を行い、18S-ITS-LSU rDNAをPCR増幅し、MinIONでシーケンスデータを取得した。分離試験ではナラ菌を含む5種類の *Raffaelea* 属菌が検出された。それらはマイカンギアがある胸部以外の複数個所から検出された。メタゲノム解析でも *Raffaelea* 属菌が複数種検出された。今後それらの病原力の検証が必要である。

P-378 伊吹山の異なる標高に生息する土壤線虫群集の形態学およびDNAメタ解析

○北上雄大<sup>1</sup>・小長谷啓介<sup>2</sup>・松田陽介<sup>1</sup>

<sup>1</sup>三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所きのこ・森林微生物研究領域

DNAメタ解析により土壤線虫群集の包括的な把握が可能になったが、従来からの形態情報による群集パターンとの関連不明である。本研究はDNAメタ解析と形態学的観察によって決定される線虫群集の相違点の抽出を目的とし、両手法で決定した異なる植生に生息する線虫の群集構造を調べた。滋賀県に位置する伊吹山の異なる植生群落(200m、500m、800mはスギ林、1100mはカエデ林、1350mは頂上付近で草本類)を対象に、リターを除いた表層土壌を採取した。生土30gから分離された線虫は光学顕微鏡観察により属群に類別した。Ion Torrent PGMを用いて18Sの部分領域を対象に線虫の網羅解析を行った。得られた配列は97%で操作的分類群に分け、PR2データベースを参照し代表配列を属群に類別した。2部ネットワークを用いて両手法で検出された属群の関連を調べた。その結果、DNAメタ解析で51属が、形態学的観察で46属が検出され、27属が両手法で共有された。手法によらずスギ林では微生物食性線虫が優占し、カエデ林では雑食性線虫が、草本植生では植物食性線虫の割合が増加した。以上より、両手法で共有された属数は半分未満だったが、食性群組成は両手法で一致することが示唆された。

P-380 サワラ人工林における腐朽病害木と健全木の環境マイクロバイオームの違い

○平尾聡秀・原口竜成・山田利博

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林秩父演習林

樹木の腐朽病害は、森林動態に影響を及ぼすだけでなく、経済的にも大きな損失を引き起こす。特に心材腐朽の進展は外部表徴から判別できないため、腐朽被害を非侵襲的に評価することは難しい。しかし、樹木に根株心材腐朽病害が発生する際には、腐朽菌が周囲の土壌やリターで増殖し、菌糸が根から貫入することが多いため、環境微生物叢に変化が生じると考えられる。そこで、本研究では、心材腐朽の発生しているサワラ林において、腐朽被害木と健全木の微生物叢の違いを明らかにすることを目的とした。2019年1月に、東京大学秩父演習林のサワラ林において、打撃音腐朽診断装置により腐朽木と健全木を選定し、対象木の樹皮・根、周囲の土壌・落葉・落枝を採取して、菌類ITS2領域のアンプリコンシーケンス解析を行った。その結果、腐朽木の樹皮と土壌において、サワラ心材腐朽の原因となるナミダケモドキが健全木より有意に多く検出された。また、腐朽木の土壌では、健全木に比べ、菌類の多様性が有意に高く、群集組成や共起ネットワーク構造にも差異が生じていることが明らかになった。これらの結果は、微生物叢による森林環境の評価が潜在的に可能であることを示唆している。

P-381 本州中部のスギ細根から検出したアーキアの群集構造

○峰太一郎<sup>1</sup>・北上雄大<sup>1</sup>・谷川東子<sup>2</sup>・松田陽介<sup>1</sup>

<sup>1</sup>三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究所

おもに極限環境下で生息するアーキアは、近年様々な環境で検出されることが判明した。森林の土壌に生息するアーキアの硝化作用に注目が集まっているが、樹木の栄養吸収に関与する根圏に関わる研究は限られている。本研究では、樹木の細根に生息するアーキア群集を解明するため、スギ細根から検出されるアーキアの種類属性と群集構造を調べた。2017年6月～8月に本州中部（石川、福井、三重県と大阪府）に位置するスギ人工林6林分の2地点から土壌を採取した。そこに含まれるスギ細根の1、3次根よりDNAを抽出し、クローニング法でアーキアのDNA塩基配列を決定した。配列の分子系統解析を行うとともに、97%で操作的分類群に分けてから群集構造解析を行った。その結果、解読に成功した配列の90%がタウムアーキオータ門に分類され、1.1b、1.1cグループはそれぞれ65、25%であった。細根全体と3次根で構成された群集構造、および1次根のみのものは、それぞれ土壌pHとC/N比によって有意に座標付けされた。以上より、タウムアーキオータ門を優占的な分類群としたアーキアはスギ細根に生息しており、その群集は至近的な土壌の化学性（pHやC/N）によって影響されると考えられた。

P-383 薬剤を用いた木質残渣中に残存するナラタケモドキの防除

○目黒友佳子<sup>1</sup>・入江優吾<sup>1</sup>・宮嶋 寛<sup>1</sup>・岩戸康平<sup>1</sup>・全柱 誠<sup>1</sup>・太田祐子<sup>1</sup>・秋庭満輝<sup>2</sup>・佐橋憲生<sup>3</sup>・長谷川絵里<sup>3</sup>・小野里光<sup>4</sup>

<sup>1</sup>日本大学生物資源科学部・<sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所のこ・森林微生物研究領域・<sup>3</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>4</sup>群馬県林業試験場

ならたけもどき病は、ナラタケモドキ (*Desarmillaria tabescens*) を病原とする根株腐朽病害である。本菌は、罹病した樹木の伐根や地下部に残った根の残渣で長期間生存可能であり、それが伝染源となることから、防除には伝染源を物理的に除去するか死滅させる必要がある。本研究では、土壌中の木質残渣に生息するナラタケモドキを対象として、ダズメットによる土壌燻蒸試験を実施した。試験は神奈川県藤沢市、茨城県つくば市の2か所で実施し、ダズメットを100g/m<sup>2</sup>混和した薬剤区と、無処理区をそれぞれ3区ずつ設置した。コナラ、クスノキ、サクラの切り枝に菌を蔓延させた接種枝を作成し、試験区の15および45cmの深さの土壌に10本ずつ埋設した。薬剤処理の約30日後に菌の分離を行った。その結果、ナラタケモドキの分離率は、薬剤区では0%、無処理区では藤沢市で51%、つくば市で67%であった。無処理区の樹種ごとの分離率はコナラ88%、クスノキ15%、サクラ74%であった。クスノキの分離率が低いのは、材の分解が早く、分離が困難であったためと考えられた。以上より、ダズメットは土壌中の木質残渣中のナラタケモドキを死滅させるのに有効な薬剤であることが確認された。

P-382 *Euwallacea* spp. が随伴する *Fusarium* 属菌のデイゴとマンゴーへの影響

○石田真結子<sup>1</sup>・岩川奈生<sup>1</sup>・足助聡一郎<sup>1</sup>・黒田慶子<sup>1</sup>・梶村 恒<sup>2</sup>・升谷勇人<sup>3</sup>・亀山統一<sup>4</sup>

<sup>1</sup>神戸大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究所・<sup>3</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>4</sup>琉球大学農学部

近年、養菌性キクイムシ (*Ambrosia beetle*) とその共生菌あるいは随伴菌による樹木病害が世界各国で問題になっている。沖縄県では、デイゴの衰退枯死木から *Fusarium solani* 種複合体に属する病原菌とともに、ナンヨウキクイムシ (*Euwallacea fornicatus*) を含む3種を検出したが (Takashina et al. 2020)、同県では *E. fornicatus* によるマンゴーへの加害が2000年以降に報告されている。2019年に石垣島のマンゴー圃場の枯れ枝で *Euwallacea* 属のキクイムシ類と *Fusarium* 属菌を検出したことから、本研究では、検出菌の分子系統解析および孔道付近の組織の解剖観察を通して、樹木とキクイムシ類および菌類との関係について検討を行った。孔道を含む木部組織および孔道内の *Euwallacea* 属数種から菌分離を行い、それらのITSおよびEF-1 $\alpha$  領域の塩基配列の解析から、デイゴの病原菌と近縁の菌類を確認した。さらにRPB1、RPB2領域の解析も加えて分類学的検討を進めている。

P-384 天然林における暗色雪腐病菌の集団遺伝構造

○岩切鮎佳・松下範久・福田健二

東京大学大学院農学生命科学研究科

マイクロサテライトマーカーを用いて、異なる2つの空間スケール（地域スケール、小スケール）で暗色雪腐病菌の集団遺伝解析を行った。RとSTRUCTUREを用いたクラスタリングの結果、供試した暗色雪腐病菌（150菌株）は遺伝的に分化した4つのクラスターに分けられた。これらのクラスターは、ITS、EF-1 $\alpha$ 、 $\beta$ -tubulinを用いた分子系統解析でも独立したクレードを形成したことから、それぞれが異なる隠蔽種である可能性が示唆された。半径3km圏内に設置した5つの調査地（富良野）間では有意な遺伝的分化が見られた一方、250km離れた2つの調査地（富良野、天塩）間では遺伝的分化が見られず、地理的距離では説明できない集団が形成されていることが示唆された。小スケール（40cm×40cm）におけるジェネット解析では、上述の4つのクラスターが同所的に存在していることが示された。区画全体に広がるようなジェネットもあった一方、分布範囲が狭い（ $\leq 10$ cm）と考えられるジェネットが多数存在したことから、暗色雪腐病菌は菌糸伸長によるジェネットの拡大に加えて頻りに遺伝子組換えを行っていることが示唆された。



P-385 ホルトノキ等へのファイトプラズマ感染率の九州と琉球諸島の比較

○亀山統一

琉球大学農学部

ホルトノキ萎黄病の病原 *Candidatus Phytoplasma Malaysianum* は、九州・四国の全域でホルトノキ *Elaeocarpus zollingeri* var. *zollingeri* 植栽木・自生木のいずれにも高率で感染している。一方、沖縄島では、感染率が本土よりもかなり低い傾向にあり、島北部では感染木は見つからず、島中南部にも感染木が全くない植栽地や林分がある。沖縄島中南部には、本土の感染木同様に、その個体のいずれの葉からもファイトプラズマが容易に検出できる感染木がある一方、個体内の病原密度が明らかに低い感染木が相当数あることが明らかにされた。また、感染木周辺の非感染木について3-5年後に再検査すると、新たにファイトプラズマが検出された個体はわずかであった。一方、石垣島では感染木の分布や個体の感染密度について、沖縄島中南部と同様の傾向が見出されたが、一方で、沖縄島北部と同様に自然度が高い森林がある地域においても、感染木が見出されなかった調査地はなかった。以上の知見をふまえて、沖縄島、石垣島などの琉球諸島と本土における本病病原のファイトプラズマ感染について、地域や個体による相違、また宿主範囲などに着目して比較検討した。

P-387 ナラ枯れ初発地の被害状況

○高橋由紀子<sup>1</sup>・升屋勇人<sup>1</sup>・鳥居正人<sup>1</sup>・北島 博<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 森林総合研究所きのこ・森林微生物研究領域・<sup>2</sup> 森林総合研究所森林昆虫研究領域

2020年8月、つくば市内の公園・緑地において、ナラ枯れと見られる枯死被害が発生した。これまで茨城県でナラ枯れは報告されておらず、本年が初めての被害発生である。一方、被害地付近では、7月にナラタケモドキの子実体を確認されており、枯死の発生にならたけもどき病による衰弱の関与が疑われた。本研究では、ナラ枯れ初発地の被害状況を把握することを目的として、つくば市およびその周辺地域の公園および樹林地において、カシノナガキタイムシおよびその他の生物による被害の発生と枯死の有無を調査した。その結果、枯死木の87.5%でナラタケモドキが感染しており、その半数以上でカシナガの穿孔があったことから、ナラ枯れ初発地ではナラタケモドキの感染によって衰弱した個体がカシナガの穿孔を受けやすい可能性が示唆された。ナラタケモドキが発生していない樹林地では、林内に放置された伐倒木に多数のカシナガが穿孔・繁殖している状態であったことから、カシナガの密度が高まり、被害が発生したと考えられた。いずれの被害地も枯死木の数倍の穿入生存木が残っており、これらが翌年以降の伝染源となり得ることから、今後の被害発生が懸念される。

P-386 サクラ類ふくろ実病について

○長谷川絵里・勝木俊雄

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所多摩森林科学園

子のう菌門 *Taphrina* 属の菌は、縮葉や、てんぐ巣と呼ばれる枝の叢生、ふくろ実と呼ばれる膨大しやがて中空となる果実など、多様な形態形成異常を植物にもたらす。日本のサクラ属 (*Cerasus*) およびウワミズザクラ属 (*Padus*) のふくろ実病からは、これまでに数種の *Taphrina* 属菌が報告されている。しかし、これらのうちマメザクラやミヤマザクラなどから採集の記録があり、日本で新種記載された *T. truncicola* については、DNA塩基配列に基づいた分子系統学的研究が報告されていない。筆者らが2020年6月に長野県内のミヤマザクラからふくろ実病の罹病果を採集し、観察したところ、その顕微鏡的特徴は *T. truncicola* とよく一致した。その病徴、表徴、分子系統学的知見について報告する。

P-388 サクラ類こぶ病に対する抵抗性を光で誘導するための最適条件の検討

○石原 誠

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所

サクラ類こぶ病に対する光誘導抵抗性を確認するための最適条件について、葉量、温度、接種菌量、サクラ樹種等を変えて2段階の光管理下における接種試験を実施し、これらの影響について調べた。その結果、葉量の減少に応じてこぶ肥大指数の上昇が認められたことから、光誘導抵抗性の発揮には接種枝に一定量の葉の着生が必要であることが分かった。温度との関係では、中庸的温度 (22℃) が高温時 (26℃) や低温時 (18℃) に比較して誘導抵抗性がより現れやすい事が確認された。また、接種菌量と関係では低濃度接種下での発病過程は遅く、一方で高濃度接種下での病徴形態は自然病徴から乖離する傾向が見られ、中庸の濃度の接種が最適と考えられた。また '染井吉野' に比較して、他のサクラ野生種では個体間でこぶの肥大を示す指数にばらつきが認められ、クローンである '染井吉野' を供試する事の優位性が判明するなど、光誘導抵抗性を確認するための最適条件が明らかになった。



P-389 スギ雄花上で黒点病菌と共存する菌類群集

○松村愛美・窪野高德・升屋勇人・高橋由紀子

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所きのこ・森林微生物研究領域

スギ黒点病菌 *Sydowia japonica* はスギ雄花を嗜好する寄生菌であり、花粉飛散抑制のための微生物資材として注目されている。雄花の枯死過程において、本菌と共存する菌との相互作用や遷移過程は、本菌を利用した花粉飛散防止技術を確立する上で重要な基礎情報となる。そこで本研究ではスギ黒点病菌感染雄花における菌類群集を調査した。2020年2~3月に屋久島および清澄山のスギから雄花を採取し、外見上異なる3段階の健全度（健全、黒点病菌感染初期、蔓延後）に分類した。各雄花を組織分離し、得られた菌株を形態およびrDNA-ITSの塩基配列に基づき属レベルまで同定した。その結果、健全、感染初期、蔓延後の雄花における黒点病菌の分離率は、それぞれ16、43、42%であった。黒点病菌と共に分離された菌は30属、採集地別では屋久島で24属、清澄山で17属であり、屋久島における多様性が高かった。各種統計解析から、各雄花から検出される菌類相は採集地ごとに類似し、清澄山では宿主個体、屋久島では雄花の健全度によって異なることが示された。また、*Pestalotiopsis* や *Phomopsis* など8属が黒点病菌の出現の有無に関与することが示された。

P-391 スギ樹幹内部における非赤枯性溝腐病の病原菌の存在状況

○岩澤勝巳<sup>1</sup>・小林真生子<sup>2</sup>・遠藤良太<sup>1</sup>

<sup>1</sup>千葉県農林総合研究センター森林研究所・<sup>2</sup>千葉県農林水産部森林課

千葉県で問題となっているスギの非赤枯性溝腐病について、病原菌チャアナタケモドキの侵入経路を明らかにするため、スギ樹幹内部におけるチャアナタケモドキの存在状況を調査した。調査ではサンプスギ林4か所とサンプスギではない実生のスギ林2か所で立木を3本ずつ伐採して地上12mまでの材を厚さ12mmの耳付き板に製材し、腐朽部位や節の巻き込み状態等を観察するとともに、腐朽部位、節、変色部位、入皮、その他の辺材・心材から検体を採取してチャアナタケモドキのDNAが検出されるかを調査した。その結果、サンプスギ林では枝打ちしていない枯れ枝由来の節でチャアナタケモドキが検出され、その多くから腐朽が進んでいた。枝打ちを実施した節ではチャアナタケモドキは検出されず、枝打ちを適正に実施することで罹病をかなり防げる事が確かめられた。一方、実生のスギ林では枝打ちを実施した一部の節にチャアナタケモドキが検出されたが、腐朽は進んでいなかった。なお、調査した6か所の調査地では、腐朽部位と節以外からはチャアナタケモドキが検出されず、枯れ枝由来の節からチャアナタケモドキが侵入するケースが多いと考えられた。

P-390 サワラ高齢級林分における溝腐の発生状況と患部の菌類相の解析

○原口竜成・平尾聡秀・山田利博

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林秩父演習林

東京大学秩父演習林のサワラ (*Chamaecyparis pisifera*) 高齢林で確認された溝腐の特徴や原因を明らかにするため、3つの被害林分で患部の高さ別、方位別の分布を調査したほか、患部の菌類群集組成を解析した。患部は地際部と樹高10m付近で多く発生しており、枝の齢や枯死との関連から、発生しやすい樹齢あるいは年があったことが推測された。溝腐の発生しやすい方位は認められなかった。被害木3本から患部を採取し菌の分離を試みたほか、患部の材と内樹皮の菌類群集組成を菌ITS領域のアンプリコンシーケンスにより解析した。患部から *Chaetomium* 属、*Trichoderma* 属、*Cadophora* 属、*Leptodontidium* 属等の菌が分離された。材では木材腐朽菌の優占率が6%~47%であり、分離菌を含めた特定の菌が優占する材はなく、サワラ溝腐の原因菌として報告例のある *Fomitiporia* 属菌は検出されなかった。内樹皮についても特定の菌が優占することはなかったが、一部から *Pucciniales* 目の菌が検出され、本林分における溝腐の原因菌候補の一つであることが示唆された。

P-392 岐阜県のヒノキ人工林における根株腐朽部から分離された木材腐朽菌について

○片桐奈々<sup>1</sup>・日恵野綾香<sup>2</sup>・大橋章博<sup>1</sup>・景山幸二<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岐阜県森林研究所・<sup>2</sup>岐阜大学流域圏科学研究センター

岐阜県では、近年、県内各地のヒノキ人工林においてヒノキの根株腐朽被害が高頻度に発生していることが明らかになった。このことから、病原菌となる木材腐朽菌が岐阜県各地に分布していることが示唆されるが、現在までに主要な種やその生態はほとんど分かっていない。そこで、岐阜県内でヒノキ根株腐朽被害を引き起こしている木材腐朽菌を把握することを目的として、現在、調査を行っており、その途中経過を報告する。多治見市、中津川市、美濃市、瑞浪市、郡上市、養老町、関ヶ原町、揖斐川町、池田町の間伐および皆伐から2年以内のヒノキ人工林11林分において、1林分あたり1~10本の根株から腐朽材片を採取し、木材腐朽菌を分離した。その際、菌の侵入門戸、腐朽している木部組織（辺材・心材）を記録した。分離菌株から抽出したDNAのITS領域における塩基配列を解析し、BLAST検索して相同性の高い菌種を探索した。その結果、岐阜県において初めてキンイロアナタケ (*Perenniporia subacida*) や *Phlebia brevispora* 等が分離された。キンイロアナタケはヒノキ根株腐朽被害の重要な病原菌であるため、引き続き県内の調査を進める必要がある。

P-393 国内におけるチャアナタケモドキと *Fomitiporia punctata* の分布様式

○鳥居正人・升屋勇人・服部 力

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所きのこ・森林微生物研究領域

スギに深刻な材質劣化を引き起こす非赤枯性溝腐病菌としても知られるチャアナタケモドキ (*Fomitiporia torreyae*, 以下 FT) は形態的特徴が類似することから、近年まで *F. punctata* (以下 FP) と混同されていた。FT は亜熱帯から暖温帯域、FP は冷温帯から寒帯域に分布するとされるが、その分布を規定する要因については十分に明らかでない。そこで、本研究では両種の分布と気候条件の関連を明らかにするため、両種の分布予測とその予測に影響する気候条件の推定、異なる温度での培養試験を行った。分布予測は Maxent で行い、既報あるいは発表者らの採取履歴と気温、降水量のデータを用いた。培養試験は PDA 培地上で 5~40℃ までの 5℃ 間隔で行った。潜在的分布確率は FT では仙台付近以南の太平洋側が高く、FP では中国と四国地方以東の山間部を中心に高かった。その分布確率は、FT では夏季あるいは冬季の気温が一定より高い場合に、FP では冬季の気温が一定よりも低い場合に高くなる傾向にあった。培養試験では FT の方がより高い温度で生育することが可能であった。以上から、両種の潜在的分布域は異なると予想され、その分布域の違いには温度特性の違いが関与する可能性が示唆された。

P-395 落葉分解に関わるリグニン分解菌の機能的多様性

○大園享司

同志社大学理工学部

菌類はリグニンなどの難分解成分の分解力を有することで、森林生態系における葉リター分解で中心的な役割を担っている。菌類の潜在的な落葉分解力やリグニン分解力は培養系での接種試験により評価されてきた。多様な菌類の分類群でそれら分解力に変異が認められるが、それを総括的に評価した例は少ない。本研究では、標準化された研究手順で調べられた 1232 件の接種試験のデータを集約することで、落葉分解に関与する菌類の機能的な多様性について明らかにした。データセットには、熱帯林、温帯林から極ツンドラに至る様々な陸域生態系から得られた 69 科 218 種の担子菌類、子囊菌類、ケカビ類が含まれる。培養系において滅菌落葉に菌株を接種したのち培養したとき、菌株により引き起こされた落葉の重量減少率、リグニンの重量減少率、ならびに環境要因の影響について調べた。その結果、活発なリグニン分解力が担子菌類のクヌギタケ科やホウライタケ科、子囊菌類のリチズマ科やクロサイワイタケ科の菌株で認められた。また、菌株のリグニン分解活性は、菌類の分類群、基物の質や種類、培養温度、外部栄養源により変動した。

P-394 シイタケホダ木における真菌バイオマスと分解呼吸速度の季節変化

○上村真由子<sup>1</sup>・栗山知子<sup>1</sup>・猪瀬安希子<sup>1</sup>・郡司耕平<sup>1</sup>・丸山 温<sup>1</sup>・山口宗義<sup>2</sup>・Lenaka Michalcikova<sup>3</sup>・Petr Baldrian<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 日本大学生物資源科学部・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林資源化学研究領域・<sup>3</sup> チェコ科学アカデミー微生物学研究所

枯死木分解の制御要因を理解することは、森林生態系の物質循環や生物多様性機能の保全に不可欠である。本研究では、木材腐朽菌であるシイタケを接種した木材を用いて、呼吸測定により得られる分解者の生理活性と菌の現存量と環境ストレスとの関係を調べることを目的とした。2017 年 2 月にコナラのホダ木にシイタケの種駒を打ち込み 2018 年 12 月まで日本大学の樹木園に設置した。ホダ木の呼吸速度を月に 1 度の頻度で測定後、木粉サンプルを得た。サンプルから DNA を抽出し、定量 PCR を用いてシイタケと真菌、細菌のバイオマスを測定した。植菌後 2 年間のホダ木内のシイタケバイオマスは、春、秋における増加と、夏、冬における低下という季節変化を示した。2017 年 8 月は冷夏、2018 年 8 月は酷暑であったことが夏期のバイオマス低下を引き起こしたと考えられた。呼吸速度とホダ木の温度、含水率、真菌バイオマスとの間には有意な相関が見られた。2018 年 10 月は、台風によってもたらされた海塩により、呼吸速度の低下がみられた。野外におけるホダ木を用いた栽培実験により、シイタケバイオマスの季節変化や環境ストレスの影響を捉えることができた。

P-396 クリーンルームでの環境管理や根切り処理によるマツタケ菌根苗のシロ拡大

○小林久泰<sup>1</sup>・倉持眞寿美<sup>1</sup>・山中高史<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 茨城県林業技術センター・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

マツタケのシロ拡大を促進するため、①クリーンルームでの植栽試験と、②菌根苗の外部伸長した根の根切り試験を行った。①の試験では、密閉バケツ、樹脂製ポット、素焼き鉢のそれぞれに菌根苗 1 本とその周囲に無菌実生苗 6 本を植え付け、クリーンルーム内の人工気象器に静置し、半年~1 年半後の拡大状況を調査した (n=3)。その結果、樹脂製ポットの菌根苗 2 本で半年後からシロの拡大が認められ、1 年半後に最大で 26×21.5×14cm の塊になった。②の試験では、3 本または 6 本の無菌実生苗を周囲に植え付け、1 年間空調温室で育苗した菌根苗 12 本を供試し、このうち 6 本は外部伸長した根を切断後、新しい鉢に移植し (処理区)、残り 6 本は処理しなかった (対照区)。これらを空調温室で半年間管理したところ、対照区、処理区とも 2 本でシロの拡大が認められた。対照区ではいずれも元のシロから外側に 6-7mm の伸びなのに対し、処理区では 1 つの菌根苗で最大で 7×4cm の大きさで 2cm の伸びが確認された。このシロは 1 年半後にはさらに 1.5cm 伸びた。なお、本研究は農林水産省委託プロジェクト研究「高級菌根性きのこ栽培技術の開発」により行った。



## P-397 林地散布に適したマツタケ胞子の発芽促進処理法の検討

○藤田 徹

京都府農林水産技術センター森林技術センター

マツタケの胞子は酪酸で発芽が促進されるが、有効な処理時間等は明らかではない。そこで、透析膜に落下させた胞子を酪酸を含む培地に設置して24H及び48H処理後、酪酸を含まない培地に移し、酪酸を含まない培地(cont)及び酪酸を含む培地で培養した胞子と発芽率を比較した。その結果、contの発芽率1.1%に対し24H処理0.2%、48H処理21.3%で48H処理で発芽促進効果が確認されたが、酪酸を含む培地で培養した胞子の発芽率42.7%より低く、処理効果は不完全だった。また、胞子発芽に対する基質の影響を調べるため、胞子を基質を含む培地と含まない培地で48H酪酸処理後、基質を含む培地と含まない培地で培養し発芽率を比較した。その結果、基質を含む培地で酪酸処理後、基質を含まない培地で培養した発芽率は20.8%で、最初から基質を含まない培地で培養した発芽率12.2%より高く、酪酸処理時の基質添加は発芽促進に有効だった。

## P-399 薬用樹木カギカズラの組織培養による増殖法の改良

○小長谷賢一<sup>1</sup>・谷口 亨<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林バイオ研究センター<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター東北育種場

カギカズラはアカネ科のつる性木本植物で、枝は釣藤鈎(チョウトウコウ)と呼ばれる生薬として、ストレス・高血圧症・認知症周辺症状に緩和効果のある漢方薬に利用されており、国内消費量は年々増加傾向にある。日本では千葉県以西に自生するが、釣藤鈎は現在中国からの輸入に全て依存していることから、国内での安定供給体制の確立が必要である。そこで本研究では、カギカズラの国内栽培による自給率の向上を目指し、組織培養による苗木大量生産技術の開発を試みた。これまでに各地から収集・保存している無菌植物体から生育が良好な6系統を選抜し、1節ごとに切り分けた外植体(節外植体)のシュート誘導条件について検討した。その結果、サイトカニン添加培地で1ヶ月培養することで1節外植体から2本以上のシュートが再生され、5から8個の外植体に増殖することが明らかとなり、発根培地を用いた従来法のおよそ1.5から3倍の増殖効率の向上に成功した。さらに得られたシュートを発根培地へ移植することで100%の発根率が得られた。なお、本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて実施した。

## P-398 収穫後シイタケ内部の酸化酵素活性に及ぼす変色を抑制する保存処理の影響

○上辻久敏

岐阜県森林研究所

岐阜県のキノコ総生産額は約43億円であり、シイタケ(*Lentinula edodes*)は、その約75%を占める重要な作目である。シイタケは品質が低下し始めると、ヒダや柄が褐色に変色し、市場関係者や消費者の視覚的評価が下がることから、取引価格にも影響する。

そこで、岐阜県森林研究所では、シイタケ菌床栽培における変色等の品質低下を抑制する保存処理技術の開発を行っている。シイタケ子実体の変色現象に影響する因子を探索した結果、変色したシイタケほど検出される酸化酵素活性が高く、また、収穫したシイタケを脱酸素処理することで変色の抑制効果が認められ、シイタケの変色現象には酸素を用いた酸化反応を触媒する酵素が強く関与していることを示す結果を得た。品種間における変色のしやすさについても、品種間での酸化酵素活性が異なり、検出される酸化酵素活性が高い品種は、変色しやすい傾向を示した。保存処理の効果を高めるためには、シイタケ内部の酸化酵素活性が重要な因子であると考えられ、シイタケの酸化酵素活性を経時的に測定し、シイタケ変色抑制と酸化酵素活性の関係について解析を進めている。

## P-400 ウルシ種子の播種後1年4ヶ月間の発芽推移

○土屋 慧

青森県産業技術センター林業研究所

ウルシの苗木生産において、ウルシ種子の発芽率を向上させるために、硫酸等による発芽処理が行われているが、硫酸は作業リスクが高いことから、代替となる処理方法を検討した。試験に供した種子は、2018年11月に青森県弘前市東岩木山及び十腰内のウルシ林各5個体から採取した。発芽処理は、濃硫酸、粉末状工業用洗剤、塩素系漂白剤による3処理を実施した。給水させた種子を2019年4月に128穴セルコンテナに各試験区あたり96粒播種し、5月から8月の期間中、1週間間隔で発芽数を調査した。調査の結果、播種後4ヶ月時点の処理別の平均発芽率は、硫酸処理が49.3%、工業用洗剤が4.5%、漂白剤が3.4%、無処理が3.9%で、硫酸処理以外は無処理と差がみられなかった。播種後1年4ヶ月時点の平均発芽率は、硫酸処理が49.7%、工業用洗剤が14.3%、漂白剤が15.4%、無処理が11.3%で、播種後4ヶ月時点と同様に硫酸処理以外は無処理と差がみられなかった。しかし、播種後4ヶ月時点から1年4ヶ月時点までの平均発芽率の増加量は、工業用洗剤、漂白剤、無処理で10%前後増えたのに対し、硫酸処理では0.4%と小さく播種後4ヶ月間に発芽が集中していた。



P-401 島根半島のニホンジカにおける正負の選択性樹種の生息分布と発見頭数の関係

○高橋絵里奈<sup>1</sup>・岩崎山太郎<sup>1</sup>・金森弘樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 島根大学生物資源科学部・<sup>2</sup> 島根県中山間地域研究センター

シカの分布が拡大すると、シカの正の選択性植物が食害を受けて生息密度が低下し、いずれ負の選択性植物しか分布出来なくなることが知られている。そこで正負の選択性植物の分布とシカの発見頭数には関係があると考えた。本研究では、島根半島において正負の選択性樹種各5樹種(正:アオキ、ハイヌガヤ、ヤブツバキ、ネズミモチ、ヒサカキ、負:キツタ、シキミ、シロダモ、アブラギリ、ウラジロガシ)を選定し、その分布状況について、シカの食害を受けやすい10cm以上2m以下を対象として1m×500mのベルトトランセクト調査を5カ所で行った。正負の選択性樹種の合計生息数を100%としたときの各調査地における選択性樹種10種のうちの正と負の選択性樹種の比率を見ると、正の選択性樹種の比率は出雲北山山地の弥山で14%だが、高野寺、一畑、大平山で50%前後、朝日山では80%以上となった。ライトセンサスの結果、出雲北山山地の中心にある弥山から離れるにつれて、シカの生息密度は低下していた。従って正負の選択性樹種の生息分布とシカの発見頭数は連動しており、正負の選択性樹種を調査することでシカの生息分布を推定できる可能性を示すことが出来た。

P-403 造林地シカ防護柵内への動物侵入を機械監視する

○大場孝裕

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

GPS首輪装着後に防護柵内に侵入したシカの行動からは、造林地は植栽木以上に嗜好性の高い植物が発生するシカにとって魅力的な環境であるものの、柵修繕後は長期間再侵入が起こらず、シカ自体が柵を切断・破壊して突破する能力も、アタック頻度も高くないと推測された。イノシシによる切断、倒木による破損、人間による開放箇所が、シカの侵入口になっていると考えられた。侵入口の発生頻度は低いものの、気象災害以外は予想が困難で、柵の有効性を維持するためには、見回りを繰り返す必要がある。

防護柵の見回りを省力化し、かつ、動物侵入を継続させずに植栽木の食害を防ぐため、柵内に侵入した動物を検知するセンサーを設置し、LPWA通信を使って携帯圏外の場所からでも通報できる仕組みの有効性を、シカの動きも踏まえて検証した。比較的安価に導入できる焦電型赤外線センサーは、日射による誤作動が多数発生するが、夜間の誤作動は少なかった。シカは主に夜間に侵入していた。したがって、夜間のみを検知・通報対象とすることで有効な監視方法になると考えられた。ただし、ノウサギが通り抜けない柵の設置が前提となる。防護柵の破損は、侵入した動物に教えてもらう。

P-402 シカ防護柵アンカーの材質・形状による引抜き耐力の違い

○小長井信宏<sup>1</sup>・宮田典幸<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 兵庫県農林水産技術総合センター森林林業技術センター・<sup>2</sup> 株式会社ソイル工学兵庫

シカ防護柵内へのシカ侵入は、ネット地際のもちあげによるものが多く(尾崎2001)、もちあげ防止が再造林の成否を左右している。もちあげ防止の要である防護柵アンカーは、材質、形状ともに様々であるが、アンカーの引抜き耐力を比較した研究は確認できない。

このたび、兵庫県内の土質の異なる複数の森林において、材質(鉄またはプラスチック)、形状(羽根・先細りの有無)の違う7種類のアンカーを地面に打ち込み、ロープで引き上げその引抜き耐力のピーク値をフォースゲージで測定した。土質については、三軸圧縮試験(UU, CD)により粘着力C及び内部摩擦角 $\phi$ 、さらに長谷川式土壌貫入計によりS値(柔らか度)を求めた。

引抜き試験の結果、引抜き耐力が大きいアンカーの材質・形状は土質によって異なり、土質に応じて適切なアンカーを選択することで、動物によるネット地際のもちあげを減らし、シカの侵入リスクを低減できるものと期待される。

P-404 高齢ヒノキ人工林における植栽木と他樹種の細根生産

○宮本和樹<sup>1</sup>・五十嵐哲也<sup>1</sup>・野口享太郎<sup>2</sup>・須崎智広<sup>3</sup>・仲田昭一<sup>3</sup>・中山優子<sup>3</sup>・富樫善弥<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・<sup>2</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup> 林野庁関東森林管理局森林技術・支援センター

森林の細根の現存量や生産量は、単一樹種の林よりも複数の樹種で構成される混交林で高まることが天然林で報告されている。本研究では、針葉樹人工林でも同様の現象が生じているのかを確かめるため、ヒノキ人工林において他樹種との混交が樹木細根の組成と生産量に及ぼす影響を評価することを目的とした。調査地は茨城県内の国有林で100年生を超える高齢ヒノキ人工林である。胸高断面面積合計でみたヒノキ以外の樹種の相対優占度が16%以上ある混交林化区と2%程度の通常区を設置した。各調査区において、根を除去した土壌を2mmメッシュの円筒資材(イングロスコア、直径3cm、長さ20cm)に入れて埋設し、1年後に回収し細根生産量を推定した。平均細根生産量は混交林化区、通常区ともにヒノキの方が他樹種よりも大きく、ヒノキと他樹種それぞれの細根生産量について混交林化区と通常区との間で有意な差はみられなかった。細根現存量については、深さ10-20cmでは混交林化区の方が通常区よりも他樹種の割合が高い傾向であった。今回は1林分ずつの比較であるため、一般的な傾向を明らかにするためにはさらに調査事例を増やしていく必要がある。

P-405 ヒノキ細根は細根系のどの位置でどれくらい脱落するのか？

○吉田 巖<sup>1</sup>・土居龍成<sup>1</sup>・和田竜征<sup>1</sup>・谷川東子<sup>2</sup>・平野恭弘<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院環境学研究所・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科

森林地下部生態系において、樹木の細根は土壤中で枯死し微生物に分解されることにより、細根を構成していた炭素が土壤や大気中に移動する。根から土壤への初期炭素供給過程を解明するため、細根がどのように枯死するのかを知る必要がある。細根は枯死後に脱落するがその過程はあまり着目されていない。本研究ではヒノキ細根系内のどの位置で脱落が生じているのかを明らかにすることを目的とした。細根系の脱落位置を調べることで、根の枯死過程がより明らかになると期待される。

調査は愛知県岡崎市の117年生幸田ヒノキ林で行った。2018年8月に表層土壤から3次根までの無傷な60細根系を掘り出した。細根系は写真撮影しヒノキ個体から切断せずに遠沈管で1年間現地培養をした。毎月根系写真撮影、遠沈管に蓄積した脱落根の採取を行った。2018年8月時点と各月に写真撮影された画像で細根系を比較し、脱落根がいつどこで生じたのかを解析した。脱落根の位置を特定し、写真上で根系を根元から先端にかけ4分割しブロックごとに脱落根率(脱落根数/培養前根端数)を算出した。発表では各ブロックにおける脱落根率から細根系の枯死過程について考察する。

P-407 針葉樹4種における細根系の水透過性と根特性の関係性の解明

○増本泰河・暁麻衣子・伊藤拓生・牧田直樹

信州大学理学部

本研究では野外における樹木細根の吸水能力と根特性の関係性を明らかにするために、針葉樹4種の細根系を用いて、組織内の水の流れやすさを示す水透過性の直接評価を行った。また、細根の形態特性として比根長、根直径、根組織密度を、化学特性として窒素含有量を、解剖特性として中心柱:根直径比、皮層:根直径比を測定した。調査は冷温帯林に属する信州大学農学部手良沢山演習林で行った。対象樹種は外生菌根種であるカラマツとアカマツ、内生菌根種であるスギとヒノキである。根水透過性はプレッシャーチャンバーを用いて細根系に一定の圧力を加え、圧力当たりの出液速度を測定することで求めた。結果、水透過性の平均値は外生菌根種のカラマツとアカマツが、内生菌根種のスギとヒノキと比べて高くなった。水透過性と根特性の関係を見たところ、水透過性は根組織密度と正の相関、平均根直径や窒素含有量と負の相関が認められた。この結果から、密度が高い根系ほど吸水能力が高くなり、根直径が大きく、細胞の代謝活性が高い根系ほど吸水能力が低くなることが明らかとなった。発表では水透過性と解剖特性の関係性も踏まえ、細根の機能的な役割に対する議論を深める。

P-406 異なる滞水期間に対するクロマツ苗の応答特性—細根成長と蒸散速度—

○藤田早紀<sup>1</sup>・野口享太郎<sup>2</sup>・丹下 健<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所

2011年の東日本大震災の津波により、東北地方沿岸部の海岸林は甚大な被害を受けた。これらの被災地では、クロマツを中心とした再生作業が進められている。しかし、一部の造林地では、排水不良による滞水の発生が課題となっている。本実験では、2年生クロマツ苗を用い、(1)短期区(滞水7日間)、(2)中期区(18日間)、(3)長期区(32日間)の3つの滞水区と対照区(滞水無し)を設け、細根の形態、成長量と吸水機能(蒸散速度で推定)を調査した。長期区は7月末に滞水処理を開始し、その後、順次、中期区、短期区で処理を開始した(滞水処理=水位を地表面で維持)。8月末に全ての滞水処理を解除し、実験終了時の9月末まで、通常状態で生育させた。その結果、滞水解除後、短期区と中期区では比較的速やかに蒸散速度が対照区と有意差のない値まで回復し、既存の細根の吸水機能が回復可能な状態であることが示唆された。一方で、長期区では蒸散速度の回復にばらつきがあり、良く回復した個体では新たな細根成長が見られた。これらのことから滞水期間によって滞水解除の回復の応答は既存の細根または新たに成長した細根によるものであることが示唆された。

P-408 細根バイオマス傾斜を持つ森林間での土壤の有機金属複合体存在比の比較

○林 亮太<sup>1</sup>・和穎朗太<sup>2</sup>・平野恭弘<sup>3</sup>・溝口岳男<sup>4</sup>・谷川東子<sup>5</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学部・<sup>2</sup>農研機構 農業環境変動研究センター・<sup>3</sup>名古屋大学大学院環境学研究所・<sup>4</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所・<sup>5</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科

土壤環境に触発され、樹木は細根を増産することがある。根リターも葉リターと同様に微生物による分解作用を受け土壤有機物(SOM)となるため、細根増産は「土壤中の葉由来SOMと根由来SOMの割合」に変化をもたらすと予想される。根圏には有機物と高い親和性をもつ金属(アルミニウム(Al)や鉄(Fe))が多い点や、根は葉より難分解性である点は、根由来SOMの割合が増加するベクトルを大きくする可能性を秘めている。実際に我々は、細根が増産されたスギ林でSOM量が高いことを確認している。リターがSOMとなり土壤に長く留まるには、鉱物と複合体を形成して微生物の分解に対する抵抗性を獲得する必要があるが、有機物・金属複合体の研究史の中で、植物の器官差に言及する研究は限られている。そこで、「細根バイオマスに差があるスギ林」「細根動態に差があるヒノキ林」では土壤の有機物・金属複合体量に変動が表れるのかを明らかにすることを本研究の目的とする。この目的のために比重分析法での中比重画分量(有機物・金属複合体に富む画分)と選択溶解性金属量(SOMと親和性の高いAl、Feの量)を計測した。これらと細根量との関連を検討した結果を報告する。



P-409 カラマツのシュートと細根のフェノロジーは同期するの？

○田村 梓<sup>1</sup>・小熊宏之<sup>2</sup>・藤本稜真<sup>3</sup>・栗林正俊<sup>4</sup>・牧田直樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 信州大学大学院総合工学系研究科・<sup>2</sup> 国立環境研究所生物・生態系環境研究センター・<sup>3</sup> 信州大学理学部・<sup>4</sup> 長野県環境保全研究所

樹木の生物季節（フェノロジー）の傾向と変動は、森林の生産性や機能、環境への適応に影響するため観測がなされてきた。シュートと細根の生産性の間には密接な繋がりが存在する可能性があるが、両者のフェノロジーの関係性は明らかになっていない。

本研究では、長野県飯綱高原にて落葉針葉樹であるカラマツのシュートと細根のフェノロジーを明らかにすることを目的とした。シュートと細根の自動撮影を行い、生理的機能や成長段階に関わる色の変化に着目した生産量の評価を行った。シュートについては、植物面積指数及びシュートの緑色の割合を示す緑色比が、共に5月上旬の展葉期に値が増加した。展葉後、緑色比は減少したが植物面積指数は気温の上昇と共に増加を続け、8月上旬にピークを示した。細根については、6-8月に伸長し9月以降は減少する結果となった。さらに細根を生理的機能が異なる白根と茶根に分類すると、6-8月頃は白根の比率が高く9月以降は茶根の比率が高くなった。シュートと細根の成長パターンを比較すると、シュートの生産が細根生産に先行する結果となった。

本発表では、シュートと細根のフェノロジーを比較し、更に環境要因との関係について報告する。

P-410 SfM を使用した樹木根系構造の三次元再構成と形態計測

○岡本祐樹<sup>1</sup>・大橋瑞江<sup>1</sup>・平野恭弘<sup>2</sup>・谷川東子<sup>3</sup>・山瀬敬太郎<sup>4</sup>・藤堂千景<sup>4,2</sup>・檀浦正子<sup>5</sup>・池野英利<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 兵庫県立大学環境人間学部・<sup>2</sup> 名古屋大学大学院環境学研究科・<sup>3</sup> 名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>4</sup> 兵庫県農林水産技術総合センター森林林業技術センター・<sup>5</sup> 京都大学大学院農学研究科

樹木根は、土壌の水分と栄養を吸収し輸送する機能を持つ、地上部の支持を担うなど樹木における重要な器官である。そして、樹木根の機能及び構造に関する研究は地上部に比べ遅れている。また、根系の構造計測には多大な人的及び時間的労力が必要だが、多くの場合解体を行うため根系の再利用は難しく、より効率的なデータ活用のため、再利用可能な形でデータを保存、計測する方法が求められる。一方、近年画像から物体を三次元的に再構成しデジタル化する技術が開発、利用されており、その一つに Structure-from-Motion (SfM) が存在する。この手法が樹木根系に適用できれば、より効率的なデータ活用が期待できる。本研究では、材木で作成した根系の模型及びクロマツ根系の画像から、SfM による三次元再構成を実施し、完成した三次元モデルから根系の根直径を求めた。その結果、両三次元モデルにおいて実測値と線形の相関が認められた。しかし模型と比べ、クロマツ根系ではやや相関が低い結果であったため、本手法が風や撮影者との接触による根系の位置変動の影響を受けやすいなどの課題も明白となった。

P-411 スギ・ヒノキ細根系の次数別形態特性の比較

○土居龍成<sup>1</sup>・谷川東子<sup>2</sup>・和田竜征<sup>1</sup>・平野恭弘<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院環境学研究科・<sup>2</sup> 名古屋大学大学院生命農学研究科

樹木細根（直径 2mm 以下の根）は、土壌中の養水分を吸収する機能を持ち、土壌環境の変動に敏感な器官である。スギ (*Cryptomeria japonica*) とヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) はともに AM 菌を形成するヒノキ科の針葉樹であるが、適地が異なるため、樹種間で細根系の形態も異なることが予想される。本研究の目的は、スギ・ヒノキにおける 1 次根から 4 次根までの細根系の次数別形態特性の樹種間差を明らかにすることとした。

東海地方のヒノキ 7 林分と近畿地方のスギ 4 林分において、1 次根から 4 次根までの無傷な細根系を採取した。次数分類後、次数別の直径など形態特性を解析した。また、樹種ごとに 1 つの細根系あたりの直径階級別の総根長割合を算出した。その結果、根端付近の 1、2 次根における平均直径において、ヒノキはスギと比べ有意に小さく、すべての次数におけるヒノキの平均根長はスギよりも大きかった。細根系あたりの直径階級別の総根長は、ヒノキで直径 0.3-0.4 mm の階級、スギで直径 0.3-0.4 mm および 0.5-0.6 mm の階級において長かった。これらのことから、スギとヒノキでは細根系の形態が異なり、それは樹種間の生育条件の違いに対応していることが示唆された。



**学 会 企 画 (19~23 日)**

**(帰国留学生会員およびアジアの林学会との**

**ネットワークフォーラム：**

**Online Reunion of Ex-Overseas Student Members  
and International Networking Forum  
among Forest Societies in Asia)**

GP-01 Participatory forest management in Bangladesh : A route to sustain livelihood of pro-poor

○ Kazi Kamrul Islam<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bangladesh Agricultural University

Bangladesh government has placed utmost priority on participatory forest management (PFM) since the 1980s as PFM has the ability to alleviate poverty and improve livelihood of poor people. The objectives of our researches were the impacts of PFM on the livelihood and poverty alleviation of the poor people in Bangladesh. We conducted several case studies in the Madhupur Sal and Teknaf Hill forests of Bangladesh from 2010 to 2019. Our findings clearly indicated that the PFM has the great potency to improve livelihood capitals of the poor people and alleviate poverty by more than 36% in Bangladesh. Our study recommended that the PFM alone was not sufficient enough to conserve forests and improve livelihood : therefore, a long-term integrated approach involving all relevant stakeholders would be necessary for Bangladesh.

GP-02 The role of Wanagama as a healing forest during the pandemic covid 19

○ Ratih Madya Septiana<sup>1</sup> · Dwiko Budi Permadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gadjah Mada University

Cases of COVID-19 in Indonesia have increased since March 2020. The Indonesian government has declared a National Health Emergency since April 1, 2020, followed by Large-Scale Social Restrictions (PSBB). This condition has a direct impact to the Indonesian people. the need for a quarantine room to accommodate reactive rapid test patients because the capacity of the hospital to treat special COVID-19 patients has exceeded its capacity. This activity is devoted to the emergency response case in the Wanagama University Forest Gunungkidul and also anticipates post-pandemic activities ending. The activity was carried out for 6 months in the Wanagama University Forest with the target group of village communities around the forest, Gunungkidul's COVID-19 Task Force, and reactive rapid test patients in Gunungkidul Regency. The results of activities include 1) Increased understanding through the socialization of COVID-19 prevention, 2) Availability of Quarantine Houses for reactive patients of Gunung Kidul Regency and 3) Revitalization of Mangium Houses as Partnership Houses for the production of food security, public health and employment.

**研 究 発 表 題 目 (19~23 日)**  
**(高校生ポスター発表)**



## KP-01 南宮山における野生イノシシの撮影頻度と CSF (豚熱) の関係と考察

自然科学部 相崎涼太・小原彰馬・大澤叶芽

岐阜県立不破高等学校

平成 30 年 9 月 9 日、岐阜県の養豚農場において、平成 4 年以來 26 年ぶりとなる CSF (豚熱) の発生が確認された。9 月 13 日以降に調査対象区域内で発見された死亡した野生イノシシ及び捕獲された野生イノシシを検査した結果、CSF の陽性事例が確認されている。

本校は岐阜県の西部に位置する南宮山の山麓に立地しており、その周辺を迂回するように鉄道や主要幹線道路が通っているため近隣の山々とは独立した閉鎖的な環境にあるといえる。本校自然科学部では南宮山に 10 数台の赤外線センサーカメラを設置し、2018 年 8 月から撮影データを収集し続けている。本研究では、垂井町における有害鳥獣捕獲隊の捕獲実績と垂井町の野生イノシシの CSF 陽性事例、および野生イノシシの撮影データを比較し考察を行った。

## KP-03 目指せ！伐木プロフェッショナル ～町の林業活性化に向けた取り組み～

林業科学科 1 年 橋大治朗・和田遙生・村上伊吹・2 年 岡部修人・櫻井 樹

熊本県立矢部高等学校

本校が所在する山都町は、阿蘇南外輪山と九州脊梁山地に接する熊本県東部の中山間地である。町の基幹産業は農林業で、町の中心部には平成 11 年まで矢部営林署があり内大臣を中心とした国有林を含めた森林からの伐採・搬出に関連する人々で賑わっていた。

このように林業が盛んな地域の担い手を育成するために昭和 19 年に設置された林業科は、多くの卒業生が林業従事者や公務員林業職などの関連した職業に就いて全国で活躍している。一方で、町は過疎・高齢化が進み、林業関連産業に関係した人々で賑わっていた町は見ると影もない。また、地域には所有者不明の森林や間伐が遅れ、放置された森林が多く見られるようになった。

私たちは、地域の林研グループの方々から本校演習林で伐木・玉切りの方法を学び、演習林の間伐を行っている。また、地域の放置林の間伐ボランティアを行い、掛かり木せずに安全に伐倒する方法の研究を進めてきた。さらに、伐木チャンピオンシップの競技にも挑戦し、安全にチェーンソーを扱う競技を通じて林業の魅力を伝える取り組みを行うなど、将来の地域林業の担い手として地域林業の活性化のために何が出来るかを研究テーマに取り組んだ。

## KP-02 ニホンミツバチの研究 ～豊かな地域資源を地域活性化につなげるために～

林業科学科 1 年 奥村 雅・岸本伶旺・田中悠宇・増田海仁

熊本県立矢部高等学校

2019 年、間伐材の有効利用と新たな木工製品の開発について検討していたところ、私たちの地域には、杉丸太を使った丸洞タイプのニホンミツバチの巣箱があることに気が付いた。私たちは、ニホンミツバチについて調べていくうちにその希少価値は、大きな地域資源になりうるのではないかと考えた。またニホンミツバチの巣箱の製作では、日ごろ学んでいる林業の知識や技術を役立てることができた。この年、分蜂群の捕獲にも挑戦したが、残念ながら失敗してしまった。

2020 年、ニホンミツバチの特性を考慮した改良型矢部高校オリジナル巣箱の完成に至った。4 月、分蜂群捕獲に再挑戦したところ校内に設置した 5 カ所の巣箱のうち 1 箱で分蜂群捕獲に成功することができた。私たちは、生態調査に取り組み、巣箱内検の結果から今年の採蜜は、見合わせることにしたが、愛好家の方から採蜜について学ぶとともに巣くずの利用などにも取り組んだ。今後は、地域の愛好家と交流して学ぶことでニホンミツバチ養蜂の技術を向上させることができると考えている。さらにこのニホンミツバチ研究の取り組みが私たちの住む地域資源に気づき、目を向けることにつながるよう研究を続けている。

## KP-04 山都町の木材を活用した木工品の製作と木育や福祉分野での活用に関する研究

林業科学科 1 年 竹岡風馬・吉田嘉矩・龍 伸弥・2 年 岩崎晃大・藤島匡介

熊本県立矢部高等学校

熊本県東部に位置する山都町はスギ・ヒノキを中心にした森林が広がる森林率 74% の町である。本校林業 (緑) 科学科では基幹産業の一つである林業を活性化しようと、山都町の森林資源の有効活用を目指した研究を進めている。

これまで、演習林の間伐材を活用したイスや積み木、通潤橋の模型などを製作・販売してきた。また、高大連携の取り組みとして住環境やインテリアデザインを研究する熊本県立大学の佐藤研究室の協力で防災シェルターやイスなどの製作を行っている。佐藤研究室ではレーザー加工機を活用した木工品製作に取り組んでおり、学生が木材活用に興味・関心を持つきっかけ作りとして活用している。

今年度は、本校演習林の間伐材などを活用して、木工品を制作するとともに「木育」や福祉分野で木工端材を有効活用する研究を進めてきた。地域の林業の活性化のために山都町の木質資源を有効に活用し、子どもから大人まで楽しめる木工体験や木工製品を提供する取り組みを行っている。

## KP-05 不思議な生きもの「マクラギヤステ」の生態調査

伊藤若菜・櫻井乃綾・伊東優杏・鈴木日菜子・高橋佳奈絵・元木斗我

宮城県多賀城高等学校

2019年10月8日に宮城県多賀城市で奇妙な形をした生物を見つけた。この生物のユーモラスな姿に興味を持ち、文献調査を行った結果、この生物はヤステ綱、オビヤステ目、シロハダヤステ科のマクラギヤステ (*Niponia nodulosa*) であった。宮城県における本種の生息確認は、これが初めての報告となる。

2020年5月21日から多賀城高校の校地内で継続した生息調査を行い、これまでに37個体を採集した。これらの個体はガラス水槽で飼育し、産卵や孵化の観察、確認しづらい尾部の体節構造の観察、普通種のヤケヤステ (*Oxidus gracilis*) との行動の比較を行った。

マクラギヤステの分布は関東以西とされていたが、平山ら (2016) により福島県会津若松市での生息が報告された。その後、菊田ら (未発表) による発見と、その後の継続した本研究からマクラギヤステが宮城県内で繁殖していることを明らかにしたことで、宮城県が本種の分布の最北限となった。

成体及び幼体の飼育はこれまで順調に飼育できているが、飼育条件を再検討し、恒常的な飼育と複数視点からの生態観察を行う予定である。

## KP-07 有機物を微生物が分解することで生成するリン酸量の測定

SSHクラブ化学班リン酸グループ所属 江連勇輝・蓬田 周・佐藤祥太・間中啓太

栃木県立栃木高等学校

火山灰土壌である関東地方では、リン酸が吸着されて植物が利用できない環境と考えられる。しかし、リン酸欠乏症状は見られない。これに関して、落ち葉を微生物が分解してリン酸が生成されることがわかっている。

前回の実験では、リン酸量の測定データにばらつきが多かった。また、pHによるリン酸カルシウムの分解についても言及できなかった。そこで、今回の実験は、落ち葉に微生物入りの水を加えたものを35℃で培養し、1週間ごとに取り出したサンプルに対して、そのまま、および、硫酸を過剰に加えてリン酸カルシウムを十分に分解したもののリン酸量とpHを測定し、生成したリン酸の動態を調べた。この関係が究明され、落ち葉から堆肥を作る効率的な方法がわかれば、農業や林業に生かせると考えている。

## KP-06 みんなで学校のソメイヨシノを元気にしよう

グリーン環境科3年 長瀬翔真・山崎大雅・小坂奎太・山形悠二・寺坂辰弥

岡山県立勝間田高等学校

岡山県立勝間田高等学校の中庭には、明治35年校舎建築時に植栽されたソメイヨシノが今なお咲き続けている。しかし、樹勢は衰えているものもあり、15年ほど前から樹木医原田照太先生ご指導の下、土壌改良を行い樹勢回復につとめてきた。しかし、幹のいたるところに瘤腫ができ、木の勢いが弱くなっている。原田先生から、瘤腫病の進行は、紫外線を防ぐことで遅くなるのではとのお話を伺った。みんなで相談し、病変部を刃物で削り、殺菌剤を塗布した後、アルミホイルで巻いて紫外線をカットしながら、ソメイヨシノの生育の様子を確認してみることにした。6月ころ、幹1mあたりの枝の本数、枝の長さ、1枝あたりの葉数、葉の大きさなどを測定し、樹木の活力度を測定した。また、夏の時期に新たに、病変部をアルミホイルで覆う取り組みをした。落葉後は、一度アルミホイルをはがし、病変部がどのように変化しているかを確認した。

## KP-08 植物の生育段階における、葉のリン酸量の変化

蓬田 周

栃木県立栃木高等学校

鮭は、卵を持つようになると身の栄養が乏しくなるため、身は廃棄される場合もあることを聞いた。植物でも、花や実を形成するときに非生殖器官である葉の栄養が生殖器官である花や実に移動するかもしれないと考えた。それを確かめられれば、最も多く栄養を蓄えた実の収穫時期を適正に定めることができ、農業に生かせるのではないかと考えた。

実験は、毎日一定量の液体肥料を与える状態を保ちながら、大豆を発芽させた後の、つぼみができる時期、花が咲く時期、実がなり始める時期、実が充実する時期の各生育段階において、葉を採取し、そこに含まれるリン酸量を測定し、その経時変化を調べた。

結果、植物の成長段階において、葉に含まれるリン酸は、有意的な変化をすることがわかった。

## KP-09 “もっと”木育！～地域資源を活用した、木材の利用促進と伝統文化の継承～

総合農業科・環境コース2年 山本悠人・村崎康生・木村賢星  
総合農業科・環境コース1年 松崎宗太・松村歩武・平田龍慎・大川内美音

熊本県立南陵高等学校

森林・林業の衰退が叫ばれる昨今、森と人、人と木材、環境と社会の繋がりを再構築するには、生活の中に木材を取り入れる働きかけが必要であると考えています。そこで、①木材の温もりを、もっと多くの人々に届けること、②ものづくりを通じて、もっと豊かな心を育むこと、③森林や林業について、もっと興味関心を高めること、の3点を活動の中心に据え、人吉・球磨地域の財産である木質資源の最大限の活用と伝統文化の継承を目指した実践に取り組みました。

熊本大学の田口教授、全国ものづくり塾原嶋塾長と連携・協力し、木育活動を展開する中で必要な知識や技術、ノウハウを学び取り、活動に反映させました。木育活動として、『ミニ門松』『バターナイフ』づくりのワークショップを開催し、地域資源を生かしたものづくりを実践しました。「今後も木材を活用したものづくりをしていきたいです！」という参加者の声に、木育の可能性を実感しています。また、人吉・球磨地域の伝統工芸品とおした文化伝承として、『キジ馬』『花手箱』『球磨川竹トンボ』といった古くから伝わる工芸品を、本校が海外研修に行く際のお土産品として訪問先に配布し、広く発信しました。

## KP-11 京都府絶滅寸前種サンショウモの保護に向けた研究・実践

フィールド探究部(2年) 松田健吾・坂根知樹・浪江快斗(1年)  
石本貫志・初岡皆星・藤本和奏

京都府立宮津高等学校・京都府立宮津天橋高等学校

宮津市下世屋のある棚田では、化学肥料・除草剤を使用せず稲作が行われてきた。その農法が貴重な生物の生息環境を作り、京都府絶滅寸前種サンショウモの唯一の自生地となっている。しかし、農家の高齢化や度重なる獣害・水害により水田維持が困難になり、サンショウモの保護と環境の維持は喫緊の課題であった。サンショウモの生態を調査したところ、耐陰性が強いこと、水温30℃で増殖速度が大きく40℃以上で枯死すること、除草剤耐性が弱いこと、比較的低濃度の栄養塩類の持続的な供給が必要であることが明らかとなった。これらから、一般的な水田における農薬使用や乾田方式の稲作、耕作放棄による水深低下や乾燥化が生育を難しくすると考えられた。次に、現地でビオトープ作りに取り組んだ。沢から水を引き入れ、夏季の水温上昇を防ぎ一定の栄養塩類を維持した。耐陰性が強いことから他の水田雑草との共存は可能と考え、除草は最小限に留めた。ビオトープに学校の池で増殖させたサンショウモを移植したところ、定着と増殖が認められた。このように、生態的特徴に立脚した保護活動によって、サンショウモの生存を可能にし、かつ多様な生物の共存を実現できると見込まれる。

## KP-10 球磨モンの水土林 Project★～水と郷土と緑を育む故郷環境保全活動～

総合農業科・環境コース2年 長岡光龍・溝辺優后・若山 走  
総合農業科・環境コース1年 星原幸生・高田翔真・中村孔亮・中村 楓

熊本県立南陵高等学校

学校設定科目「球磨農林学」等を通じて私たちの住む故郷の魅力と歴史、文化について学習を深める中で、地域の現状として、故郷の自然環境に触れる機会の乏しさと、豊かな自然が“当たり前”になっていることによる環境保全意識の低さの2点の問題が浮き彫りになった。そこで地域の財産である水資源や郷土愛、森林・林業に着目し、地域から地球環境の保全に繋げる活動を行った。1つ目は、水に関する取り組みで、污水浄化装置を新設し、生徒・職員の意識啓発に繋げ、近年は水道料金が減少傾向にあるという成果を上げた。2つ目は郷土愛醸成に関する取り組みで、フウセンカズラでの緑化活動を始め、木育活動を通して地域の伝統工芸品づくりに取り組み、海外にも伝統文化と木の温もりを発信することができた。3つ目は森林・林業を育む取り組みで、森林環境譲与税を活用したICT箱罟による野生鳥獣駆除対策に着手し、森林の健全化に向けて関係機関と連携した。4つ目は地球環境保全に向けた取り組みで、インドネシアで目の当たりにしたはげ山やプラスチックによる海洋汚染の改善に向け、廃棄ペットボトルを活用したボトル苗の開発と普及の可能性を模索し、活動の輪を広げた。

## KP-12 地域遺産「巨樹」の調査とその活用に向けた挑戦

フィールド探究部(2年) 和田庄世・西川銀之助・宮下真之・(1年)  
木村虎太郎・黒田倭大・中山慶太郎・平田えみ

京都府立宮津高等学校、京都府立宮津天橋高等学校

丹後地域の巨樹の分布から、自然・歴史の特徴や人との関わりを読み解き、保全・活用に繋げることを目標に調査を行った。環境省の規定に従い、樹種・胸高幹周・位置情報等をデータベース化し、証言や文献と併せて分析した。これまで2720本(11月末現在)を確認し、その大半は社叢林にあり、防火・防風林としての意義や、明治の神道国教化政策との関わりが見えた。また、定置網が固定されたエノキや舟屋の材としてのスタジイなど、海の暮らしに密接な巨樹も確認された。一方、山間部では特徴的な分布と樹形が見られた。丹後町依遅ヶ尾山のタブノキ、高山周辺の「あがりこ」ブナ、宮津市杉山の台状スギがその代表であった。また、「あがりこ」ブナや台状スギは再生を前提とした樹木活用を反映していた。

このように、丹後の森林が人間生活との関連の下に成立することから、その保全には人の関わりが不可欠だと考えられた。そこで、幼児を対象とした自然体験イベントや、高校生を対象としたスタディーツアーで巨樹を紹介するなど、若い世代が森を体感的に学び・楽しむ機会を企画・実践した。



## KP-13 ハイハマボッサに適する生育環境

理科部 2年 齋藤拓実・土田匠真

新潟県立新津高等学校

ハイハマボッサ (*Samolus parviflorus*) は主に、北海道から本州にかけて自生し、環境省では準絶滅危惧、新潟県で絶滅危惧Ⅱ類に指定されている。この植物が学校から歩いて5分位の所にある秋葉公園に生育していたことから、私たちは、保全を目的に生育環境の調査と生活史の観察を行ってきた。もう1つの生息地である角田浜の2箇所で、ハイハマボッサの個体数が多い地点と少ない地点で、それぞれ地表温度、土壌水分量、照度を比較したところ、両者とも個体数の多い地点は照度が低い傾向が見られた。また、他に3箇所の生息地と秋葉公園、角田浜とを合わせ、計5箇所で、植生と環境の比較を行った結果、いずれも、公園や神社の境内や参道など人が定期的に整備してきた箇所で、周辺には湿地や日陰を好む植物が生育していた。また、角田浜では、草が刈り取られた後、ハイハマボッサが茎を伸ばし、花芽を形成している様子を毎年観察してきた。以上のことから、土壌水分が年間を通してある程度維持できている、照度が低く他の植物が入り込めない所や他の植物に覆われる時期もあるが適度に人の手が入るような所で絶滅せずに生存しているのではないかと考えた。

## KP-15 サンプスギオイルによるチャアナタケモドキの耐性

中村 航

東京都立科学技術高等学校

近年、サンプスギにのみ発病するとされていた非赤枯性溝腐病がサンプスギ以外の樹種でも発病することが明らかになった。非赤枯性溝腐病の原因はチャアナタケモドキによるものでチャアナタケモドキを駆逐することで非赤枯性溝腐病の解決につながる。そこで注目したのがサンプスギから抽出されるオイルである。このオイルには抗菌性があることが知られており、このオイルによってチャアナタケモドキを駆除が可能ではないかと考えた。PDA培地を作成し、そのすべての培地の左側にチャアナタケモドキを植菌し、もう右半分にサンプスギから抽出したオイルと抽出水を塗布した培地を作りチャアナタケモドキの成長がどのようになるのか観察する。結果として、オイルまたは水を一回のみ塗布した場合、培地内のチャアナタケモドキは半分を乗り越えて成長した。この原因としては培地内の成分が蒸発してしまったためであると推察できる。オイルと水を毎週一回塗布することでオイルの成分が蒸発しないようにした。その結果、オイルを塗布した培地はチャアナタケモドキのみが半分まで成長し、逃避している様子が観察できた。

## KP-14 ヒシとタニシが及ぼすブルーギルへの影響

理数探究科 仲塚夏鈴 愛甲希空 古川陽菜

福井県立若狭高等学校

三方湖では、ブルーギルとヒシの増加が元の環境を壊すとして問題となっている。ヒシの被覆面積が大きくなるとブルーギルの大きさは小さいが個体数が多くなるという先行研究より、ブルーギルの卵の時に注目してヒシがブルーギルの個体数維持にどのような影響を与えているのか解明し、ブルーギルの個体数の減少を目的とする。まず、私達はヒシの繁殖量とブルーギルの個体数は比例すると考えた。その仕組みとしては、ヒシが大量に繁殖すると付着藻類も多く繁殖する。付着藻類が多くなるとタニシ類は付着藻類を食べ、ブルーギルの卵を食べる必要性はないのでブルーギルの個体数は増加する。結果的に、ヒシの増加がブルーギルの個体数に比例する。この仮説を証明するために2つの実験を行った。1つ目はタニシが付着藻類を食べるのか、2つ目はヒシが多い場所と少ない場所では付着藻類の繁殖量に違いがあるのかを調べた。結果は、タニシは付着藻類を食べ、ヒシが多い場所の方が付着藻類は多かった。この2つの実験から、ヒシが多い場所ではタニシの餌である付着藻類が豊富になるため、ヒシが多い場所でのブルーギルの卵の生存確率は高くなると考えられる。

## KP-16 サクラの新品種開発でCO<sub>2</sub>の吸収を促す ～被災校震災10年目の挑戦！～

科学部チーム smiles 2年 鳥山優里・識名衣吹・安海央太・1年 相澤美月

宮城県農業高等学校

私達は東日本大震災のとき桜が津波跡に奇跡的に咲いたことで人々の力になったことを知り、以来、その桜を増殖し、沿岸部に植え、間もなく千本というところまできた。一方、人を魅了し輝ける桜があれば、より多くの人と地域を助けられると考え品種開発も行ってきた。まず、候補の桜を選び、その若葉に塩分3.5%水溶液を付着させ、葉を摩砕、塩分濃度を調べると、全13種類の中では2番目に低く塩害に強いことがわかった。ほか環境浄化力の測定などでも自信を得たため、地区の名前を1字貰って「玉夢桜(タマユメザクラ)」と命名、地区と共同で申請したところ2020年8月、正式に新品種として認定された。さらにパリ協定において日本が約束した中の「森林整備等によるCO<sub>2</sub>吸収促進」をこの桜が担えないか研究してきた。災害跡や補修後の土を検査したところ、ほとんどがこれまでの研究場所と同じC層の土(母岩)とわかり、深さ90cmまでを土壌改良し排水機能を設ける新しい植栽法も開発できた。私達は現在、昨年の台風19号の被災地などで、オンリーワンの桜、奇跡の桜、そして新しい植栽法を紹介しながら、桜でなければできないCO<sub>2</sub>吸収促進を提言している。

## KP-17 森林におけるシカの行動

国際科学科 1 年 清水結太・横井春太郎・谷津眞海

名古屋市立向陽高等学校

10月27、28日、愛知県豊田市稲武町でグローバルサイエンスキャンプを行った。その時のフィールドワーク並びにグループ発表に用いた四台の定点カメラの画像(2020年10月6日~27日分)をもとに今回のポスターを作成し、発表を行う。このような発表しようと思った動機は、近年相次ぐ野生動物の出没のニュースが多いことを受けて、それらに害獣とみなすのではなく、人間や社会と共生する手段はないだろうかと思ったからである。

私たちのグループは森林に住む哺乳類、特にシカについての画像を分析した。主な分析としては、シカの1日の行動についてである。フィールドワークで用いた定点カメラは熱を感知する自動撮影カメラで、その前方を通った動物は全て映ることになる。私たちはこれを利用してシカがどの時間帯に現れやすいのか調べた。この分析によりシカの行動の特徴をつかんだうえで、動物と共生する様々な方法を私たちは模索する。

## KP-19 富士東麓「山中のハリモミ純林」は衰退するのか

野澤真穂・内藤亜美・林 佩珈・吉川 桜

学校法人山梨英和学院 山梨英和中学校・高等学校

私達は天然記念物に指定されている「山中のハリモミ純林」のハリモミが年々衰退していることを知り2018年から地上調査(コドラート調査、土壌動物)を3年間実施してきた。今年は空中からも調査研究してハリモミ林の現存植生を明らかにし、持続可能性を追求することを目標に研究を進めた。研究方法として新たにドローンによる空撮を取り入れ、定量的に調査してきた。1960年代には3万本といわれたハリモミ高木が現在は約500本まで減少し混交林となっている。樹齢250年を超える高木の長期衰退傾向は続いているがコナラ林、アカマツ林等の林床にハリモミの実生や稚樹が成育していることから絶滅することはないと示唆された。今後、このハリモミ林はウラジロモミやコナラとともに針・広混交林を形成すると考えられる。調査林内のアカマツを基準として葉の組織の形状変化(断面の肥厚形から菱形へ)と年成長率の比較結果から、ブナと同様に陰葉と陽葉の2種類を持つ陰樹であることが示唆された。今後はハリモミ衰退要因の解析をする一方、ハリモミ純林を後世に引き継ぐためにSDGsに基いた生態系保全と利用の調和をはかるためのエコロジーパーク構想を提案する。

## KP-18 広島県絵下山における環境因子による直翅類昆虫の種、個体数の変化

小谷 椋

広島県立広島国泰寺高等学校(東京農工大学グローバルサイエンスキャンパス GIYSE プログラム受講生)

森林の林床では、多くの直翅類昆虫が見られる。それらの多様性の要因として、森林地上部や林床における複数の環境因子が関わっているのではないかと考えられた。2020年10月~11月に、広島県絵下山において直翅類昆虫および環境因子の調査を実施した。蛹粉を誘引物質としたベイトトラップを用いて直翅類昆虫を採集した。また、調査地における複数の環境因子(人工林・二次林などの森林タイプ、立木密度、林冠開空度、下層植生の有無、微地形[付近の沢の有無]、落葉落枝の量・厚み)を測定した。これらの調査から得られた結果をもとに、森林における環境因子の違いが、生息する直翅類昆虫の種、個体数にどのような影響をもたらすのかを考察していきたい。

## KP-20 岐阜県大垣市に生育するタンポポ属に関する調査

岩井翔吾・河村 曜・三輪珠己・三輪千尋

岐阜県立大垣西高等学校

人間の活動が拡大するに伴い、自然界に大きな影響を与えている。そのひとつに移入生物の問題がある。日本では地理的に隔離されていた在来タンポポとの間で自然では起こらない遺伝子の交流が起こる交雑現象が報告されている。これらの外来タンポポは交雑によって在来種の遺伝的特性を取り込み、長い時間をかけて在来タンポポが形成した日本の環境に適応的特性を強奪し、在来種の生息域に侵入をしている。我々は、昨年度から西濃地区に生育するタンポポ属について調査・解析を行っている。

今年度は、西濃地区に特徴的な水防システムである「輪中」に注目し、輪中内のタンポポを採集し、形態的に在来・外来の判別を行い、その結果をもとにして「輪中」内のタンポポ生育状況に関するマップを作成した。また、雑種が形成されているかを判定するためにDNAを抽出し、核ゲノムと葉緑体ゲノムを解析した。

本調査により、「輪中」の内側では在来タンポポが多く生育する領域が保存されていた。しかし、幹線道路や宅地付近には雑種タンポポが多く生育していた。DNA解析の結果、輪中内の形態的に外来タンポポの特徴を示す個体のほとんどが雑種であった。

## KP-21 想いが交わり、育まれる森

【Harmony with Nature】山神 開・小澤 暖・伊藤風馬・片山新太・前佳太郎・伊藤優花・Christ Précieux Yocka Okoumou・Camila Ibañez【UWC ISAK Japan】 Catherine Mimuro・Jolyon Hinton【筑波大学山岳科学センター菅高原実験所】津田吉晃【株式会社飛驒の森でクマは踊る】松本 剛・井上 彩  
UWC ISAK Japan

Harmony with Nature は、人間と自然の新しい関係を構築したいという想いから発足した。森で活動する中で生まれた「森で本物に触れることで、自分を見つめ直し行動を変えられるようになるのではないか」という荒削りな仮説を洗練するため、ヒダクマを訪問した。ヒダクマでは、山主、伐採業者、製材所、デザイナーなどをつないで、相乗効果を生み出すようなサイクルが生まれていることを発見した。飛驒で木を中心に文化的・経済的なサイクルが回っているのを見て、私たちの学校の森で回すものはアイデアだと考えた。そこで、学生たちの多様なアイデアをつなぐための「感じ、振り返り、作る」というサイクルを設計し、人間と自然の関係を再構築できるのではないかと試みた。その後プロトタイプとして、アート好きの学生を呼んで、森で感じたことを森の素材を使って作品にするワークショップを企画した。そして、このサイクルに必要なものを二つ見つけ、プロジェクトとした。1: より多くの人を森に呼び込むこと。これは森にカフェを作ることで実現した。2: サイクルをつなげていくこと。これは、森で詩交換するワークショップなどで探求している。

## KP-23 マングローブ散布体の初期成長特性から考える生態系のつながり

橋本紗英・横山瑛美

私立山脇学園高等学校

潮間帯に生育するマングローブの初期成長、すなわち、樹種による漂い方の違いや発根発芽の仕方を観察するために、ヤエヤマヒルギ、メヒルギ、オヒルギの散布体を用いた栽培実験を行った。まず、汽水域の塩分濃度の違いによる散布体の漂い方を0%から3.5%の食塩水に落下させて調べた結果、メヒルギはどの塩分濃度でも沈み、ヤエヤマヒルギでは塩分濃度が上がると散布体が浮きやすいことから、生育範囲を広げるため一定の浮き方をすることが示唆された。次に、散布体が母樹から落下した後どの時点で発根を始めるのかを調べた結果、水中に散布体を垂直に吊るすと、土壤に挿し付ける場合に比べ、発根発芽が少ないことから、土壤への接触が発根を促進することが分かった。さらに、散布体を土壤に垂直あるいは水平に静置し発根発芽を調べたところ、水平に接触する散布体の立ち上がりにおいてオヒルギは他よりも遅かった。また、掘り起こすと根の形がそれぞれの母樹に近い形になった。以上より、散布体の初期成長には一定の漂い方と土壤に対する接触性が重要であると考えた。本発表では実験結果からモーリシャスの重油流出事故後のマングローブ生態系についても考察する。

## KP-22 マイタケプロテアーゼによる異なるタンパク質に対する作用について

畝くるみ・四方帆奈美・原田ありさ・渡邊柚月

石川県立七尾高等学校

マイタケは他のキノコに比べ、タンパク質分解酵素のマイタケプロテアーゼを多く持つ事が知られている。本研究では動物性タンパク質と植物性タンパク質に対するマイタケプロテアーゼの作用の違いに注目し3種類の実験を行った。

実験1は動物性と植物性のタンパク質への作用を観察した。ゼラチン、血清、鶏肉、豆乳、小麦の水溶液5mLにマイタケ抽出液0.25mLを加え、25℃(常温)と60℃(加熱)で5分間反応させた(60℃はマイタケプロテアーゼの最適温度)。さらにニンヒドリン液3mLを加え反応させ、加熱条件と常温条件の吸光度を比較した。この結果、全ての基質でマイタケプロテアーゼは作用した。また、ゼラチンと鶏肉のみ常温条件と加熱条件の間で有意差があった。実験2では熱変性後のタンパク質への作用を観察したところ、常温-加熱条件間で有意差はなかった。実験3では熱変性前の血清への作用を観察したところ、常温-加熱条件間で有意差はなかった。これらよりマイタケプロテアーゼは動物性と植物性のタンパク質のどちらも分解するが、熱変性後のタンパク質には作用しづらいことが示唆された。また、マイタケプロテアーゼは血清を分解しにくい傾向がみられた。

## KP-24 尾瀬国立公園アヤマ平植生調査

星野圭亮・林 寿音・周藤 宙・萩原成美・小宮晴太・奥西 翠

群馬県立尾瀬高等学校

尾瀬国立公園アヤマ平は、昭和30年代の登山ブームにより荒廃が進み、湿原が荒らされ広範囲が裸地化した歴史を持つ。その後植生の回復活動が行われ尾瀬高校の前身である武尊高校も活動に参加をした。回復活動が始まり50年以上が経過し、現在はどのような状態にあるのか調べたいと思った。調査はアヤマ平ルート(鳩待峠~富士見峠間)の植生調査と、ドローンによるアヤマ平湿原の調査を行った。ルート調査は、登山道において標高20mごとに区画を設定し、木道沿いの植生がどのように変化するかを記録した。アヤマ平湿原では、ドローンを用いて植生の回復状況を調べた。そして、湿原植生の調査においてドローンの有効性を検証した。

木道沿いの植生調査を行ったところ、木本では36種、草本では49種の植物が同定できた。ルート沿いの植生は高木層はオオシラビソ・ダケカンバ、低木層はナナカマド・オガラバナ・オオカメノキ、下層はチシマザサが優占していた。ルート上ではゴヨウイチゴやコミヤマカタバミがよく観察された。湿原の調査では30年前以上の区画がまだ残っていることや、ドローンによる植生の調査では、色情報解析が重要であることが分かった。



## KP-25 スギ高齡林は大丈夫？—スギ高齡人工林における幹の非破壊腐朽診断—

九州大学未来創成科学者育成プロジェクト Bio & Life コース  
松尾倫之介

佐賀県立致遠館高等学校

スギは日本の主要造林樹種であり、その植栽面積は人工林の44%を占める。近年、林業活動の低迷しており、スギ人工林の高齡化が進んでいるが、高齡木の幹の腐朽など幹の健全度に関する情報は少ない。今回、造林されたスギ高齡木を対象に非破壊的手法を用いて幹の腐朽診断を行ったので、その結果について報告する。調査は九州大学福岡演習林第13林班（福岡県糟屋郡久山町）の135年生および151年生スギ林分で行った。135年生林分から5個体、151年生林分から21個体を選び、各個体の胸高周囲長（cm）を測定した後、地際と胸高部位を対象に幹の直径方向の応力波伝播時間（Fakopp、Enterprise Bt、ハンガリー）を測定し、応力波伝播速度から腐朽の有無を評価した。

林分による違いはあったが、両林分とも腐朽を有すると推定された個体は高確率（135年生林分60%、151年生林分70%）で存在した。胸高部位よりも地際付近に腐朽を有すると推定された個体が多かった。今後年数の経過とともに幹上部に広がる可能性があると思われた。高齡林分では、非破壊的手法等により幹の健全度を評価したうえで伐採の時期を検討する必要がある。

## KP-27 カイワレ大根の成長における肥料の必要性

高田祥平・家山悠吾

福井県立若狭高等学校

私たちの身近には農業があり、肥料の必要性についても様々な声が上がっていた。さらに、肥料に含まれる三要素とは植物の育成に不可欠なものであるが、その用量は何が最適であるか分からなかった。そこで私たちはそれらの三要素の割合について、育つまでにあまり時間を要しないカイワレ大根を用いて検証を行った。三要素である「窒素・リン・カリウム」の割合の異なる3種類の液体肥料を混ぜた水溶液と水の4種類を用いて実験を行った。その結果、水のみで育てたものが一番よく成長し、窒素の割合が大きい肥料で育てたものが一番成長速度が遅かった。この実験ではカイワレ大根に肥料は不要で、窒素が成長の邪魔をすることが考えられる。

## KP-26 森林と暮らす

下川宏武・藤原大河・大西 桜・川田 南・中村歩乃理・矢川利紗  
徳島県立池田高等学校

日本の林業は従事者の高齡化、国産材の需要の低下など多くの課題を抱えている。しかし、森林には木材生産、環境保全だけでなく、文化、レクリエーションなどといった多面的に機能を有していることを知り、森林の整備とともに国産材の利活用を進めていくことが大切だと感じた。そこでまずは、若い世代の人に木について知ってもらうことを目的とし、リーフレットを作成し、地元中学生への啓発活動を実施した。同時に中学生の林業や木に対する意識調査を行った。

また2018年に徳島県にし阿波地域は世界農業遺産に認定されている。そこで、林業と関わりの深い農業についても調べ、産業としてどのような発展ができるのかを考察した。これらの活動から、国産材の利用は林業だけでなく地域の活性化にもつながり、また、農業と林業を一体として捉えることで、多くの課題が解決できると考えた。現在は、より木を身近に感じてもらうため、地元木材を使用した製品の製作に取り組んでいる。

## KP-28 取り出せエネルギー！～セイタカアワダチソウのバイオエタノール化～

国久 陽

福井県立若狭高等学校

日本では雑草のセイタカアワダチソウの数が増え、猛威を振っている。セイタカアワダチソウはすだれなどの材料に使われているが、それでもなお数を増やしている。そこでそのセイタカアワダチソウを有効活用できないかを考えた。私はバイオエタノールに注目した。バイオエタノールとは植物の糖を発酵させて作られるアルコールである。セイタカアワダチソウを最初に糖化し、酵母とドライイーストを入れて発酵させ、バイオエタノールの精製を試みた。先行実験を調べ工夫し実験し、結果セイタカアワダチソウからエタノールを採取出来た。今後は効率化を目指して行く。

## KP-29 森林における土壌透水性 ～現場土壌透水性法と試料円筒法の違い～

サイエンス部 京極貴文・山崎雄介・岡 健生・酒井佑真・森下浩彰・青木七海・松本 誠

京都府立嵯峨野高等学校

松木 (2020) は、嵯峨野高校校有林において、土壌がもつ斜面崩壊防止機能について明らかにした。また、土壌の透水性をオーガホール法により計測し、水平方向への水の移動が無視できないことを報告している。土壌透水性の測定法としてはオーガホール法の他に、パーミアテスト法、ボーリング孔利用法、試料円筒法などがあげられるが、各測定法にはそれぞれ長所と短所がある。そこで、本研究では、降雨の土壌への浸透を評価するための適切な方法を明らかにすることを目的とした。まず土壌断面調査を行った後、様々な土壌透水性の測定法を試みた。その結果、ボーリング孔利用法では測定結果の差が大きく、これは打ち込み時の手ブレ、根や礫の有無による孔隙が影響したためと考えられ、表面から浅い点での調査は注意を要することが分かった。また、オーガホール法とパーミアテスト法では近い数値が得られた。試料円筒法については現在解析を進めている。今後、土壌生成因子の異なる地点において、同様の調査を実施し、一般化に向けて検討を進めたい。

## KP-31 校内サギソウ群落の送粉者の研究

三輪突起・北川慶典・小瀬川光一・高濱嘉樹・梅本明里・吉田花歩  
学校法人奈良学園 奈良学園中学校・高等学校

奈良県に3カ所しか残存していないラン科サギソウ (*Habenaria radiata*) 群落の一つが本校にある。私たちは、7年間の群落動態調査から得られた、平均約60%という高い結実率は、安定した送粉者の存在を示唆していると考え、その探索を続けてきた。

私たちは、今年のこの発表会で、2015年に昼間の送粉者として発見したチャバネセセリ (*Pelopidas mathias*) だけでは高い結実率を担保できないこと、送粉者は飛翔性昆虫に絞られることなど、主たる送粉者の特定に繋がる手掛かりを報告した。

本年の研究では、視認観察や花の長時間動画撮影とシェルターを用いた実験、並びに種子数と有胚数の計数から、(1)夜はスズメガが活発に吸蜜・送粉行動を行っていること。(2)距を切除した花はほぼ結実せず、主たる送粉者は蜜に誘引されること。(3)スズメガ媒のさく果からは、すべてのさく果で安定した種子数が得られたが、その他の昆虫媒や距を切除したさく果には、極端に種子数の少ないさく果があった。また、そのさく果は有胚率も低かった。

これらのことから、私たちはサギソウの主たる送粉者はスズメガであると確信を深めたので、報告する。

## KP-30 森林の水源涵養機能の評価に向けて ～土壌透水性と土壌貫入強度～

サイエンス部 青木七海・松本 誠・森下浩彰・酒井佑真・岡 健生・山崎雄介・京極貴文

京都府立嵯峨野高校

昨今の豪雨による斜面崩壊の原因の一つとして森林の土壌荒廃があげられる。本研究では、森林土壌がもつ保水性について明らかにすることを目的とした。調査地点は、土壌生成因子の異なる嵯峨野高校校有林 (以下、校有林) と丹後海と星の見える丘公園 (以下、うみほし公園) の2地域とし、土壌断面、土壌三相分布、土壌貫入強度、土壌透水性の各調査を実施した。

うみほし公園の土壌は赤色系褐色森林土、弱乾性褐色森林土、グライ土に分類された。土壌貫入強度調査より、根の侵入を阻害する層を確認した。透水性調査では、尾根部と傾斜地では透水性が良く、谷部では非常に悪いという結果が得られた。

校有林の土壌は適潤性褐色森林土であり、次表層の土壌透水性と土壌三相分布、土壌貫入強度については現在解析を行っている。また、層位ごとに金属管を用いた土壌透水性の測定と、100cc コアを用いた土壌透水性及び土壌三相分布の測定を行い、B層に相当する35cm深度の透水性とC1層に相当する75cm深度の透水性が低く、水が通りにくい層である可能性が示唆された。100cc コアを用いた層位ごとの透水性及び土壌三相分布については現在解析を行っている。

## KP-32 自動撮影カメラを利用した神奈川県北部におけるニホンジカの生息状況調査

阿部華子

東京都立西高等学校

筆者らが参加する緑のダム北相模は相模原市緑区で間伐、枝打ち等の森林整備を行っているNPOである。近年、ニホンジカの生息数拡大は日本全国で問題視されている。神奈川県では、ニホンジカは丹沢地区等によく見られ、同区はニホンジカの生息はごく少数だと思われており、また、近隣住民ヒアリングからもシカの出没は聞き取れなかった。しかし、活動フィールド内で森林整備中にシカの角が発見された (2018年10月)。そこで、ニホンジカの生息実態について確認するために活動フィールド内のいくつかの地点に自動撮影カメラを設置した結果、ニホンジカが複数撮影され、その頻度が環境省 (2014) の推定生息密度よりもかなり高いことが明らかとなったため、本格的な調査を始めた。

森林整備を行なっている約3haのうちから30m四方の間伐地区、非間伐地区に自動撮影カメラを2台ずつ設置し、3月から11月の期間撮影を続けた。ニホンジカのカウント方法は個体の識別を行わず、カメラに映った回数を数えた。

ニホンジカの撮影数は、間伐地区で34回、非間伐地区で2回となり、生息実態の概要が明らかになり、間伐により出現数が増えることが示唆された。

## KP-33 ケヤキ PROJECT

緑地計画科 石毛勇武

東京都立農業高等学校

東京都府中市にある大國魂神社馬場大門のケヤキ並木は国の天然記念物に指定されている。そのケヤキが枯死すると代わりのケヤキを植樹していた。しかし、遺伝子交雑等を考慮し、ケヤキ並木の遺伝子を残すことを府中市ふるさと文化財課では考えていた。

本校では2017年に府中市公園緑地課と都市園芸科で種子から台木を育て、生徒が接ぎ木したサクラの苗木の提供から府中市との連携が始まっており、その関係から府中市ふるさと文化財課が緑地計画科に馬場大門ケヤキ並木の古木の種子から苗木にしてほしいとの打診を受ける。その年の秋にケヤキ並木の古木を中心に種子採取を造園部が始め、現在に至る。

採取した種子は発芽試験を実施し、種子の採集日による発芽率は大きく異なることを発見した。2018年には播種し、2019年の8月には樹高が2mを超えるほどに成長し、現在は3mを超える苗もある。2年後にはその苗木が自立可能とみている。

2021年には、本校、府中市ふるさと文化財課、文化庁及び大國魂神社による今後の取り決めが行われ、植樹に至る予定である。また種子の採取活動は市内の小・中学校の生徒とともに本校造園部生徒を中心に実施される。

## KP-35 カラスバト≡こだま カラスバトを絶滅から救え

高橋 慧・小川拓磨・藤木 泉

東京都立国分寺高等学校

現在伊豆諸島に生息するカラスバトは森林伐採により本州から姿を消した。その結果個体数も減り続け準絶滅危惧種に指定されるまでになっている。しかし、この鳥は人を避ける性格故に普段姿を見るのも困難であり、生態などの研究もあまり進んでいないため保護や保全に関しても具体的には何も試みられていないといった現状がある。本校生物部は七年前からカラスバトの研究を始め、彼らにとって良い環境を残すことを目標に掲げて活動をしてきた。これまでの研究により見えてきたカラスバトの環境嗜好性に加えて今年度新たに始めたカラスバト生息地である伊豆諸島の島々の高校生を対象とした意識調査からカラスバトの認知度を探り、目撃情報等からデータの信頼性を高めることを試みている。またカラスバトの啓蒙ポスターを作成し、島の動物園や港に掲示してもらうことで島民や観光客からの認知度の上昇を目指している。今後も彼らの嗜好性を調べ、島民とともに彼らの好む環境を残すことで効果的に種を守っていきたいと思う。主張をしないカラスバトに代わって私達調査者がポスターの掲示や講演などを通じて彼らの代弁者になることは彼らを絶滅から救う上で重要であると考えている。

## KP-34 ソバ殻を培地基材としたアラゲキクラゲの栽培実験

グリーンライフ科 森林科学コース2年 キノコ研究班 安達由那・入澤美月

群馬県立利根実業高等学校

ソバ殻の有効活用策として、キノコの培地基材としての可能性を検証するため、アラゲキクラゲを用いた栽培実験を行った。2018年度はソバ殻を培地基材としたアラゲキクラゲの栽培実験でオガクズ10：フスマ2とオガクズ5：ソバ殻5：フスマ2の培地構成では収穫量に遜色がないことがわかった。2019年度は更科ソバを作る際に出る三番粉を活用する実験を行った。培地構成はA～Cの培地基材をオガクズ10とし、Aにフスマ2、Bにフスマ1：三番粉1、Cに三番粉2、D～Fの培地基材をオガクズ5：ソバ殻5とし、Dにフスマ2、Eにフスマ1：三番粉1、Fに三番粉2を添加して菌糸成長量を測定したところ、C培地では標準Aと比較すれば1.6倍も速く、F培地も1.4倍も速くなることがわかった。その結果を基にA～Fの培地構成で1kgの袋培地を8個ずつ作成し、栽培比較実験を行った結果、Aでは培地一個の平均収穫量が156.4g、Dでは152.1gと昨年行った実験と同じ結果となり、収穫量に遜色ないことが証明された。だがC培地では収穫量が113.4gでB、E、F培地もそれ以下であった。そこで2020年度は培地基材をA～Fと同じとし、全てにフスマ2と三番粉の量を変えて加え、栽培実験を行った。

## KP-36 火山地帯に生息するアリの生態

三瓶晃太・高槻遼大

東京都立国分寺高等学校

噴火によって溶岩が流れ出た後の場所では、裸地から出発する植生の変化（一次遷移）が生じる。調査地の伊豆大島は火山島であり、島の中央に位置する三原山周辺では、度重なる噴火によって生じた、遷移の様々な段階がみられる。本校では過去に、伊豆大島における遷移とアリの関係について調査が行われた。その資料によると、2016年初夏に行われた調査では、それまでアリの姿が確認できなかったスコリア地帯において、クロヤマアリの生息が確認された。スコリア地帯は強い風が吹き付ける等の要因により、多くの生物にとって生息に適した環境とは言い難く、先駆植物であるハチジョウイタドリのパッチが所々に形成されているのみである。そのような環境下において、アリはどこに営巣し、何を食糧としてその土地に生息しているのか。また、イタドリのパッチがアリの生息に何らかの影響をもたらしているのか、という点に疑問を抱き、行った調査の結果を発表する。



# 講演者索引

※発表者の場合、講演番号が太字になっております。

## あ

相川高信 T1-4  
 相川拓也 P-350  
 愛甲哲也 B1, B19, P-015, P-017, P-019  
 逢沢峰昭 P-240, P-245  
 相原隆貴 F8  
 青木拓朗 G4  
 青木英明 K1  
 青柳亮太 P-260  
 青山岳彦 E3  
 赤岩 哲 S2-1, P-231  
 赤坂宗光 B16  
 明石信廣 T4-1  
 赤田辰治 P-183, P-204  
 赤田朝子 P-181  
 暁 麻衣子 T5-4, T5-5, P-407  
 赤間亮夫 P-241  
 赤見亜衣 P-075  
 秋津朋子 D22  
 秋庭満輝 P-383  
 秋山菜々子 P-324  
 秋山リカ P-015  
 浅野志穂 P-289, P-316  
 浅野 仁 P-207  
 浅野友子 J9  
 足助聡一郎 P-382  
 東 若菜 S3-2, P-176, P-203  
 安宅未央子 P-190  
 安達啓介 P-009  
 阿達康真 P-057  
 渥美幸大 S4-5  
 阿部和時 P-283, P-285  
 阿部慶一 K2  
 阿部 詢 P-254  
 安部哲人 P-096  
 阿部俊夫 P-280, P-302, P-304, P-305  
 阿部 真 P-254  
 阿部有希子 P-265  
 天野智将 T1-3  
 天野 亮 T2-1  
 綾部慈子 P-251  
 荒井宣仁 B2  
 荒木一穂 P-069, P-199  
 荒木 誠 P-277  
 荒木真岳 E4, P-120, P-174, P-247, P-270

荒木祐二 P-224  
 荒田洋平 P-317  
 有浦 涼 G4  
 有賀一広 T1-8  
 粟屋善雄 P-069, P-199  
 安藤寛人 P-336

## い

飯尾淳弘 P-080, P-081  
 飯尾敦弘 P-189  
 飯澤宇雄 K2  
 飯島 論 P-116  
 飯島勇人 S1-1, P-361  
 飯田弘和 P-316  
 飯田滋生 P-103  
 飯田真一 P-277, P-292  
 飯田 光 S2-1, P-231  
 飯塚和也 F3, P-240  
 井内正直 P-327  
 伊尾木慶子 P-222  
 五十嵐哲也 P-103, P-404  
 五十嵐正徳 P-147  
 五十嵐 恵 P-181  
 井城泰一 P-132, P-161  
 井口 啓 P-248  
 池田紘士 L11  
 池野英利 T5-6, I7, L6, P-410  
 居駒すみれ P-362  
 生駒 直 P-334  
 井鷲裕司 P-229  
 石井弘明 S3-2, P-203  
 石井靖雄 P-288  
 石賀康博 P-371  
 石川 陽 P-363, P-367  
 石川敦子 S8-3  
 石川智代 P-001  
 石川雅也 P-179  
 石川佳生 T1-7  
 石崎涼子 A12  
 石田 朗 E2  
 石田 厚 P-227  
 石田 清 P-204  
 石田英也 P-337  
 石田真結子 P-382  
 石塚 航 F7  
 石橋和明 P-197

- 石橋史郎 P-204  
石橋整司 P-034, P-035, P-038, P-039, P-040, P-041, **P-055**  
石橋弘之 A28  
石橋靖幸 E6  
石原 誠 **P-388**  
石原正恵 A22, P-073  
石原正彦 **S4-6**, S4-7, P-045  
石原昌宗 **A5**  
石山菜々子 P-266  
伊豆田 猛 G4, J3  
泉 桂子 **P-008**  
和泉健太 **P-178**  
和泉柚子葉 **P-086**  
磯貝 明 S7-1  
磯川悌次郎 I7  
磯田圭哉 F6, F8  
伊高 静 **D8**  
板橋朋洋 **P-204**  
市栄智明 P-356  
市岡孝朗 P-356  
一恩英二 P-301  
市川貴大 **P-245**  
市野瀬 愛 A5, **C4**  
伊藤江利子 P-261  
伊藤幸介 P-086, P-129  
伊藤幸男 P-290  
伊藤 哲 P-082, **P-091**, P-100, P-101, P-213  
伊藤淳二 E3, P-105  
伊藤太一 **B10**  
伊藤崇之 P-330  
伊藤拓生 **T5-4**, T5-5, P-407  
伊東秀之 P-195  
伊東宏樹 **S1-4**, E6  
伊藤 弘 T2-1  
伊藤太順 **P-006**  
伊藤昌明 **P-354**  
伊東康人 L6, L7  
伊藤優子 S8-4  
伊藤由紀子 P-147, **P-152**  
伊藤瑠海 B19, **P-017**, P-019  
井道裕史 S8-4  
糸数 哲 P-295, P-299  
稲岡 諄 **P-299**  
稲垣哲也 P-266  
稲垣昌宏 **P-256**, P-269  
稲垣善之 P-226, **P-269**, P-351  
稲田涼吾 **L4**  
稲月理央 **P-047**  
稲永路子 **P-134**
- 伊能健悟 K1, **K3**  
井上 晃 P-105  
井上慎也 S10-8  
井上貴央 H5  
井上 真 **B11**  
井上真理子 S10-2, S10-8, C8, C9, **P-021**, P-024, P-025  
井上みずき P-362  
井上裕太 E4, P-120, **P-174**  
猪越翔大 J4, **P-281**  
猪瀬安希子 P-394  
猪俣雄太 K2, **P-330**  
伊原徳子 P-149  
伊福健太郎 P-227  
今井伸行 P-222  
今井靖晃 P-075  
今枝 大 **P-052**  
今村直広 **I1**, P-221, P-247, P-252  
今矢明宏 **P-273**  
今安清光 T1-6  
入江彰昭 S10-1  
入江博樹 P-171  
入江優吾 P-383  
杵山哲矢 I6, **P-234**  
岩井淳治 P-147, P-152  
岩泉正和 F6, F8, **P-162**  
岩岡正博 T1-5, K5, P-002, P-004, P-336  
岩上 翔 **P-292**  
岩川奈生 P-382  
岩切鮎佳 **P-384**  
岩崎絢子 P-203  
岩崎健太 **J1**, P-322, P-323  
岩崎山太郎 P-401  
岩澤勝巳 **P-391**  
岩田明香里 P-243  
岩津風花 P-229  
岩戸康平 P-383
- 
- う
- ウ シメイ P-026  
上杉 基 P-164, P-169  
植田小晴 **P-335**  
植田多聞 **H1**  
上田正文 P-178  
上野真義 J2, P-148, P-149, P-172, P-228  
上野直人 **S4-4**, S4-8  
上野直哉 P-324  
上原 巖 T2-2, T2-4, P-210  
上村 章 P-088, P-092, P-110, **P-112**  
鶴川 信 P-121, P-266

潮 雅之	I3, I4	大島順子	C3
有水賢吾	P-328	大杉 滋	P-358
薄 実咲	P-246	大園享司	P-395
白田寿生	P-329, P-333	太田祥平	B2
白間菜々海	P-142	太田敬之	P-118
宇田川理奈	P-317	太田民久	P-176, P-267
内田太郎	S6-1, J9, P-300	太田徹志	P-029, P-043, P-044, P-058
内田由紀子	A28	太田道人	B2
内山和子	P-114	太田祐子	P-232, P-383
内山憲太郎	S3-4, P-136, P-149	大谷奏恵	P-206
内山愉太	A14, A15, A27	大谷達也	T4-2, P-096
宇都木 玄	P-089, P-263	大地純平	P-332, P-361
宇津木佑夏	I8	大塚生美	A13, P-003, P-118
内海泰弘	S7-3, P-215	大槻恭一	P-215
内海佳城	D20	大手信人	S11-2, P-230
宇野裕之	T4-1	大寺義宏	P-100
生方正俊	F8, P-166	大西雄二	P-294, P-296
梅田英孝	P-126	大貫 肇	P-324
梅村光俊	P-218, P-259	大貫靖浩	P-271
浦川梨恵子	P-267	大野朋子	B3
浦部光治	T1-6	大野真慶	P-220
雲野 明	T4-1	大野美涼	P-204
<hr/> <b>え</b> <hr/>			
江草智弘	J8	大野泰之	P-114
江口則和	E2	大場孝裕	P-403
江崎功二郎	L10, P-350	大場 真	P-236
江崎雄介	P-065	大庭流維	P-283, P-285
江澤一熙	P-050	大橋章博	P-359, P-392
江藤信輔	F1, P-168	大橋伸太	S2-2, P-241, P-247, P-252
榎木 勉	P-121	大橋瑞江	S5-1, T5-2, T5-3, T5-6, H1, I7, P-208,
蝦名益仁	P-114		P-410
遠藤いず貴	T5-3	大橋瑠子	P-147
遠藤圭一	P-160	大平峰子	F5, P-092, P-158, P-165
遠藤良太	P-391	大洞智宏	P-117, P-303
<hr/> <b>お</b> <hr/>			
王 郭超	P-236	大前芳美	P-241
大池航史	P-162	大宮 徹	B2
大石圭太	L2	大宮泰徳	P-183
大石 諭	P-057	大村元春	P-119
大石康彦	C9, P-021, P-025	大村和香子	S8-4
大泉純也	P-075	大矢信次郎	E7
大垣志織	P-077	大谷内健二	P-147
大久保達弘	P-240, P-245	大山和也	P-364
大久保敏宏	P-059, P-202	小笠真由美	S7-2, P-087, P-089
大後恵里菜	N1	岡崎裕平	G5, P-185
大崎久司	S10-6	岡田知也	P-206
大澤智也	S8-4	岡田 遥	P-224
大澤直哉	P-226	岡田美香	S10-2
		岡田康彦	S8-6
		岡根 泉	P-371
		岡野哲郎	H3
		岡野通明	P-318



岡本 隆	S8-6, P-311, P-315	角井宏行	F2
岡本 透	S6-2, I6, P-259	景山幸二	P-392
岡本祐樹	P-410	籠谷泰行	P-223
岡本亮介	B5	葛西絵里香	P-268
小川健一	P-087, P-159	風間廉大	P-283
小川聡志	T1-2	加治佐 剛	P-058, P-062, P-063, P-068
小川 進	P-375	梶村 恒	P-339, P-382
小川高広	P-023	梶原領太	D20
小川秀樹	S2-5	粕谷俊輔	J4
小川泰浩	S8-6	片桐智之	P-162
小川結衣	P-022	片桐奈々	P-392
沖野友哉	E2	片野洋平	A19
奥 康人	P-098	片畑伸一郎	F4, P-177, P-180
奥芝理那	C2	片瀨幸菜	P-188
奥田史郎	P-087, P-088, P-103	片山歩美	T5-3
奥田 昇	A28	勝木俊雄	P-156, P-386
小口療巳	P-364	勝見尚也	P-309, P-310
奥野駿矢	I5	勝山正則	J5, J6, P-291, P-294, P-295, P-296, P-298
小熊宏之	D11, P-409	勝山祐太	P-312
奥山僚佑	P-316	加藤朱音	F8, L11
小倉 淳	G1	加藤 顕	D16
小黑芳生	P-014	加藤一隆	P-165, P-167, P-170
尾坂兼一	P-296	加藤健一	E7
尾崎勝彦	T2-3	加藤早織	P-371
尾崎研一	P-355	加藤珠理	P-145
長田典之	S3-3	加藤正吾	P-177
小澤壯太	L9, P-350	加藤伸久	P-365
小澤理香	P-227	加藤英雄	S8-4, S8-5
小田あゆみ	T5-4, P-262	加藤英寿	P-139
小田智基	S11-2, P-230	加藤弘亮	S2-1, P-231
落合 治	P-073	加藤正人	D12, D13, D18, D24
落合瑞希	P-223	加藤鞠乃	P-037
小野清美	F7	加藤優奈	P-338
小野 裕	I8	角谷 寛	P-012
小野里 光	P-383	門脇浩明	I3, I4
小野田雄介	P-201, P-218	金井亮磨	P-283
小野寺賢介	G1	金指 努	P-239, P-246, P-251
小長谷啓介	P-378	金森弘樹	P-401
小幡進午	P-071	金枝拓実	P-172
小張真理子	D3	兼子伸吾	L11, P-229
織部雄一朗	F3, P-154	金子真司	P-247, P-252
尾分達也	A2	金谷整一	P-136, P-368
尾張敏章	H5, P-057	兼松史奈	P-180
御田成顕	P-003	鹿又秀聡	A12, D5
恩田裕一	P-231, P-248, P-281	壁谷直記	P-289
<b>か</b>			
加賀谷悦子	P-349	釜 稔	P-100, P-101
加賀谷美佳	P-250	鎌田直人	P-341
香川 聡	S7-3, P-126, P-280	上浦尚武	I7
		上川大輔	P-318



倉本 宣 P-026  
 倉本哲嗣 P-106, P-157  
 栗田 学 F6, P-091, P-133, P-157, P-164, P-169,  
 P-171  
 栗林正俊 P-409  
 栗山浩一 B18  
 黒川 潮 P-289, P-315  
 黒田慶子 B4, P-382  
 桑野泰光 P-104  
 桑原優太 B2  
 桑辺七穂 T5-2  
 栗山知子 P-394  
 郡司耕平 P-394

## こ

小池伸介 P-346, P-358  
 小池孝良 G2, G3  
 小泉敬彦 P-362  
 香坂 玲 A14, A15, A27  
 上妻馨梨 P-227  
 小枝慧子 P-237  
 古恵良拓哉 P-077  
 古賀達也 P-007  
 五木田玲子 B14  
 小坂 泉 P-283, P-285  
 小島克己 P-194  
 小島健一郎 T1-5  
 児嶋美穂 S10-8  
 小菅良豪 C5  
 小杉賢一朗 J7, P-295, P-297, P-298, P-299  
 小杉緑子 J6, P-291  
 小谷英司 D14, D21, P-118  
 小谷二郎 S4-5  
 小玉哲大 P-337  
 後藤 晋 S9-1  
 小長井信宏 P-402  
 小長谷賢一 P-399  
 木庭啓介 P-294, P-296  
 小林慧人 H1, P-218  
 小林達明 P-245  
 小林徹哉 B3, L7  
 小林奈通子 P-242  
 小林 元 P-235, P-237  
 小林久泰 P-250, P-396  
 小林博樹 P-027  
 小林真生子 P-391  
 小林 真 S5-2, S5-4, I3, I4  
 小林正秀 L8  
 小林政広 I1, P-255, P-270  
 小堀貴子 B7, B17, B20

古俣寛隆 T1-4  
 小松 亮 P-080  
 小松 光 S11-4  
 小松雅史 P-232, P-244, P-249, P-252  
 五味高志 S11-1, J4, P-281, P-308, P-317  
 コミティ J10  
 フランチェスコ  
 小南裕志 I3, I4, P-284, P-318  
 小室静子 P-345  
 小森伸一 S10-5  
 小柳賢太 P-281, P-314  
 小山明日香 P-103  
 小山泰弘 P-020  
 今 博計 E1, P-159  
 近藤 聡 S10-4  
 近藤洋史 D21  
 近藤真奈 P-136  
 今野幸則 F3

## さ

蔡 恵美 P-143  
 才木真太郎 P-092  
 齋藤暖生 P-039  
 斎藤 馨 P-027  
 齋藤和彦 D7  
 齋藤彼方 P-189  
 齊藤 哲 E4, P-120, P-174  
 斉藤正一 P-352  
 齋藤 大 E5  
 齋藤武史 D14  
 齋藤智之 E3, P-105, P-124  
 齋藤暖生 S6-3, T2-5, P-035, P-040, P-041,  
 P-055  
 齋藤英樹 D15, D21, P-067, P-073, P-076  
 斎藤秀之 G1, G5, P-182, P-185  
 斎藤真己 P-151  
 斎藤仁志 P-334  
 齋藤宗勝 P-204  
 齊藤陽子 L11, P-141  
 酒井 敦 E3, P-105, P-118  
 酒井明香 T1-7  
 酒井 武 E8, P-103, P-107, P-126  
 P-264  
 酒井佳美 P-260, P-266  
 榊原岳史 E2  
 坂倉健斗 E2  
 坂下 涉 I1, P-239, P-241, P-247  
 阪田匡司 E4, P-174, P-247, P-255, P-270  
 坂田 勉 P-154, P-258  
 坂田祐樹 P-285



坂田ゆず	P-204	重藤皓一	P-216
坂野上なお	A22	重永英年	P-106
坂本圭児	P-207	志知幸治	P-269, P-272
崎尾 均	P-205, P-212	篠塚友輝	S2-1, P-231
作田耕太郎	P-187	篠原充輝	P-323
篠壁多恵	P-012	篠原朋恵	P-051, P-072
笹川大河	D22	篠原慶規	J1, P-282, P-322, P-323
佐々木尚三	P-108	篠宮佳樹	I1, P-239, P-241, P-247, P-269
佐々木貴信	S8-1	柴崎茂光	B12
佐々木拓哉	P-248	柴崎則雄	N1, N2
佐々木達也	K2, P-108, P-337	柴田健土	P-085
佐々木芙美	B1	柴田昌三	P-226
佐々木 誠	E3, P-105	柴田夏希	P-295
笹田敬太郎	A12	柴田英昭	H5, P-267
笹原真華	P-363	柴田 嶺	F2, P-014, P-086
佐瀬裕之	P-267	渋谷正人	P-182, P-185
佐々英徳	F2	島崎康信	P-074
佐藤温起	P-081	嶋瀬拓也	A3
佐藤重穂	P-351	島田博匡	P-070
佐藤 駿	P-347	志水克人	D21, P-043, P-044, P-076
佐藤太一	E6	清水香代	P-095
佐藤貴紀	H2	清水貴範	S11-3, P-292
佐藤孝吉	P-037, P-060	清水武志	P-288
佐藤 保	P-103, P-221	清水智史	P-362
佐藤七恵	P-204	執印康裕	J11
佐藤宣子	A5, A26, C4	シュローダー	P-071
佐藤 永	H6	トッド	
佐藤冬樹	G3	徐 喬逸	P-034
佐藤正直	S10-8	庄子 康	B19, P-017, P-019
佐藤政宗	T1-2	上村真由子	I3, I4, P-266, P-394
佐藤有晟	P-053	白井峻太	P-294, P-296
佐野哲也	P-253, P-254	白川 誠	P-363, P-376
佐野雅規	P-126	白澤紘明	P-325
佐野由輝	T2-1	白旗 学	P-119
佐橋憲生	P-383	城 賀津樹	B2
佐保田万智子	P-063	城田徹央	H3, P-262
澤志 萌	T5-6	申 基澈	P-267, P-298
澤田晴雄	H2	神 真波	P-204
澤野真治	P-302	陣川雅樹	L3
三宮 望	P-346	神宮翔真	P-013

し

シェーファ	P-190
ホルガ	
ジェームズ	P-222
ダニエル	
塩田廣美	P-078
塩野貴之	S1-3
志賀 薫	P-005
執行宣彦	P-253, P-257

す

須貝杏子	P-139, P-272
菅井徹人	G3
菅谷 光	N2
杉浦克明	C8, P-024
杉田久志	E8
杉本博之	P-162
祐成亮一	B2
須郷将貴	P-285

- |                      |                    |        |   |
|----------------------|--------------------|--------|---|
| 須崎智応                 | P-404              | 高瀬 椋   | P-318   |
| 鈴木智之                 | H5, I2, I3, I4     | 高田克彦   | P-134   |
| 鈴木 覚                 | P-321              | 高梨功次郎  | T5-5  |
| 鈴木駿汰                 | P-309              | 高梨 聡   | P-190, P-284  |
| 鈴木勝一                 | P-195              | 高主知佳   | P-075   |
| 鈴木紳悟                 | P-246              | 高野 翼   | P-344   |
| 鈴木節子                 | P-139, P-272       | 高野 涼   | A9, P-290   |
| 鈴木崇之                 | S4-9               | 高野瀬洋一郎 | P-129   |
| 鈴木拓郎                 | P-316              | 高橋絵里奈  | P-401   |
| 鈴木也実                 | P-232              | 高橋慶一   | P-105   |
| 鈴木 創                 | L1                 | 高橋 玄   | P-175   |
| 鈴木秀典                 | S8-4               | 高橋純子   | P-248   |
| 鈴木 牧                 | P-198              | 高橋卓也   | A18, A28  |
| 鈴木雅一                 | S6-5               | 高橋輝昌   | N1, N2  |
| 鈴木正貴                 | P-008              | 高橋與明   | D21, P-064  |
| 鈴木祐紀                 | P-057              | 高橋史樹   | T5-5  |
| 鈴木保志                 | T1-6, P-258        | 高橋 誠   | F1, F8, P-106, P-132, P-160, P-164,<br>P-165, P-168 |
| 鈴木雄二                 | P-192              | 高橋正義   | D15, D21, P-067, P-073, P-110                       |
| 須永哲明                 | P-099              | 高橋悠太朗  | P-296   |
| 砂村栄力                 | P-349              | 高橋佑弥   | P-316   |
| 洲浜智幸                 | P-074              | 高橋由紀子  | P-379, P-387, P-389                                 |
| 陶山大志                 | P-098              | 田上恵子   | S2-4  |
| 陶山佳久                 | F7, P-143          | 高村学人   | A19   |
| <hr/> <b>世</b> <hr/> |                    |        |   |
| 石 佳凡                 | A17, D4            | 高山 勉   | P-109   |
| 関岡東生                 | A16                | 高山範理   | T2-1, T2-5  |
| 関口大晴                 | T1-8               | 滝 久智   | P-348, P-353  |
| 関本 均                 | P-243              | 瀧澤英紀   | P-283, P-285  |
| 瀬戸智大                 | P-220              | 滝澤 遼   | P-298   |
| 全 柱誠                 | P-383              | 滝谷美香   | P-114   |
| 仙田徹志                 | A18                | 武居 玄   | P-235   |
| <hr/> <b>そ</b> <hr/> |                    |        |   |
| 曾我昌史                 | B16                | 竹内研時   | P-012   |
| 園原和夏                 | P-036              | 竹内虎輔   | P-141   |
| <hr/> <b>た</b> <hr/> |                    |        |   |
| 戴 承睿                 | K5                 | 竹内真一   | P-277, P-293  |
| 平 千万                 | P-068              | 竹内啓恵   | T2-1, T2-2, T2-5                                    |
| 多賀洋輝                 | P-260              | 竹内美由紀  | S7-1  |
| 多賀正明                 | B4                 | 武田浩太   | P-144   |
| 高井秀章                 | P-324              | 武田惇奨   | B15   |
| 鷹尾 元                 | P-073, P-263       | 竹田宣明   | F3  |
| 高階史章                 | I5                 | 竹田真知子  | P-223   |
| 高木健太郎                | P-122              | 竹中明夫   | P-022   |
| 高木正博                 | I3, I4, P-121      | 竹中拓馬   | P-166   |
| 高岸 且                 | D19                | 竹中千里   | P-251   |
| 高島有哉                 | S9-3, P-165, P-169 | 竹本周平   | I3, I4  |
| 高瀬恵次                 | P-301              | 田島 笹   | P-235   |
|                      |                    | 田嶋隆文   | P-136   |
|                      |                    | 田代直明   | P-215   |
|                      |                    | 立花 敏   | A1, A4, A7  |
|                      |                    | 立花義裕   | J5  |
|                      |                    | 立川史郎   | P-334   |

龍原 哲 P-054  
 楯 直顕 E8  
 館田一步 P-033  
 館野隆之輔 P-233  
 立松宏一 E1  
 田殿武雄 P-073  
 田中和博 P-078  
 田中邦宏 D7  
 田中賢治 P-324  
 田中憲蔵 E4, P-120, P-174  
 田中真哉 D7, D21, P-067  
 田中樹己 P-028  
 田中千賀子 C9, P-025  
 田中延亮 I3, I4, P-307  
 田中伸彦 B15, P-293  
 田中 恵 P-363, P-364, P-365  
 田中裕貴 P-313  
 田中裕二郎 E7  
 田中友梨 P-098  
 田中亮志 J3  
 田邊 純 S10-7  
 田邊智子 P-217  
 谷 晃 G2  
 谷川東子 S5-3, I6, P-234, P-381, P-405, P-408,  
 P-410, P-411  
 谷川鴻介 P-342, P-374  
 谷川東子 T5-6  
 谷口 亨 P-111, P-399  
 谷村 亮 E6  
 種子田春彦 S7-2  
 田野井慶太郎 P-242  
 田原 恒 P-192, P-195  
 玉井幸治 S8-6  
 玉井 裕 P-371  
 玉置雅紀 S2-3  
 玉城 聡 P-163, P-170, P-186  
 田村 明 P-132, P-160  
 田村 梓 P-409  
 田村繁明 P-348  
 田村典江 A21  
 垂水亜紀 T1-3  
 丹下 健 P-265, P-406  
 檀浦正子 S5-1, S5-3, S9-4, T5-6, P-190, P-208,  
 P-217, P-410

---

ち

崔 東壽 P-340  
 陳 碧霞 A8  
 近口貞介 D7  
 千田遙斗 P-326

千葉一美 P-165  
 千葉尚哉 P-234  
 千原敬也 P-098  
 千村知博 P-094  
 張 宇攀 P-281  
 趙 星一 T5-2  
 邱 瀆璋 S11-5, P-281  
 長野峻介 P-301  
 智和正明 P-215  
 陳 田 P-035

---

つ

塚越剛史 P-057  
 塚原雅美 P-086, P-129  
 塚本 宝 P-140  
 辻 祥子 P-227  
 辻 良子 P-055  
 津田高明 T1-7  
 津田吉晃 B16, F8  
 土屋 慧 P-400  
 土屋俊幸 B12  
 土屋智樹 A16  
 經隆 悠 P-315, P-316  
 坪田幸徳 P-164  
 坪村美代子 S9-6, P-165  
 津村義彦 P-149, P-228  
 津山幾太郎 P-108  
 津山孝人 P-191  
 釣崎恵里子 F2, P-147  
 釣田竜也 E4, P-174, P-255, P-270  
 鶴崎 幸 P-104  
 鶴田健二 J6, P-278  
 鶴田燃海 P-135  
 鶴見康幸 P-057

---

て

鄭 峻介 P-067  
 寺岡行雄 P-062, P-063, P-068  
 寺崎竜雄 B5, B13  
 寺下太郎 C10  
 寺田愛理 P-044  
 寺西秀豊 P-151  
 寺本宗正 P-265

---

と

土居 優 P-203  
 土居龍成 I6, P-234, P-405, P-411  
 トウソウキュウ D24  
 鄧 送求 D12, D13  
 藤堂千景 T5-6, P-410



當山啓介 D1, D2, P-034, P-038, P-057  
 陶山佳久 P-362  
 富樫善弥 P-404  
 徳田佐和子 G1  
 徳地直子 A22, P-266  
 所 雅彦 P-349  
 戸田堅一郎 D19  
 戸田浩人 P-340  
 戸田真理子 P-075  
 飛田博順 P-087, P-088, P-089, P-092  
 戸丸信弘 S3-4  
 友村光秀 J9  
 當山啓介 P-039  
 鳥居厚志 P-259  
 鳥居正人 P-387, P-393  
 鳥丸 猛 S3-4, P-183

## な

内藤千尋 P-075  
 内藤真理子 P-012  
 仲 七重 B5  
 長井聡里 T2-2  
 長池卓男 P-107, P-125, P-361  
 中尾勝洋 S3-4  
 中川宏治 P-099  
 中川太人 D13  
 中川真海 D24  
 中川弥智子 P-206  
 長倉淳子 P-239, P-244, P-253, P-257, P-261  
 長倉良守 P-091  
 中路達郎 S5-4, D22  
 中静 透 P-204  
 中下留美子 P-261  
 中嶋 悟 P-176  
 中島 皇 C11  
 中島 芳 P-240  
 中島和美 P-126  
 中島 剛 P-181  
 中島春樹 L5  
 長島啓子 P-030, P-031, P-078, P-085, P-313, P-335  
 中田俊彦 P-326  
 中田康隆 J1  
 仲田郁実 P-210  
 仲田昭一 P-404  
 中田了五 P-163  
 永田早希 D20, P-075  
 長田茂美 S4-1, S4-2, S4-3, S4-4, S4-5, S4-6, S4-7, S4-8, P-045  
 永田 信 A1

中西麻美 P-226  
 中西敦史 E6  
 中野研人 P-018  
 中野雄司 P-227  
 中野晴太 P-291  
 永野聡一郎 S9-5, F3, P-165  
 長野菜穂 P-215  
 仲畑 了 T5-3, P-225  
 永町博満 S8-4  
 中村彰宏 P-219  
 中村和彦 P-027  
 中村克典 L9, P-350  
 中村公人 P-295, P-299  
 中村達樹 S4-6, S4-7, P-045  
 中村俊彦 P-377  
 中村友美 C8  
 中村直人 P-326  
 中村日香 P-357  
 中村日菜子 P-065  
 中村太士 H5, P-343  
 中村昌幸 P-156  
 仲本溪香 P-243  
 中山隆志 P-204  
 中山葉月 P-082  
 中山理智 P-233  
 中山優子 P-404  
 奈佐原顕郎 D22  
 那須仁弥 F3, F6, P-111  
 夏川遼生 P-345  
 鍋嶋絵里 P-121  
 並木空也 P-061  
 奈良一秀 P-367, P-368  
 榎本正明 P-079, P-080, P-188, P-189, P-197, P-209, P-216  
 榎山真司 D7  
 成田あゆ P-159  
 成井 希 P-232  
 南光一樹 J1, J2, P-322, P-323  
 難波謙二 P-246

## に

新原一海 P-164  
 西尾優花 P-069  
 西岡昌泰 P-029  
 西川祥子 P-253, P-254  
 西口 満 P-184, P-192, P-195  
 西園朋広 D21, P-056, P-067  
 西田圭佑 P-043  
 仁科一哉 P-252  
 西原俊介 P-004

西原寿明 P-153  
 西村佳穂 P-196  
 西村 滯 16, P-234  
 西本里美 P-074  
 西山教雄 P-055  
 仁多見俊夫 K1, K3, K6  
 新田響平 J1, P-322, P-323  
 新田紀敏 F7  
 二瓶直登 P-230  
 二本松裕太 P-095

ぬ

沼本晋也 P-046

ね

根本和宣 P-326

の

納富 信 A17, D4  
 野口享太郎 S5-2, S5-3, S5-4, P-404, P-406  
 野口正二 P-292, P-304  
 野口宏典 P-284  
 野口麻穂子 E3, P-105, P-124  
 野口結子 S3-2, P-203  
 野嶋健太郎 P-036  
 野末尚希 F4  
 能勢美峰 P-130  
 野田 龍 S8-2  
 野中佳祐 P-341  
 延廣竜彦 P-302, P-305  
 野宮治人 T4-2, P-096  
 則定真利子 S7-1, P-194

は

芳賀大地 P-006  
 芳賀智宏 H5  
 芳賀弘和 S6-4  
 袴田哲司 P-149  
 萩野裕章 P-289, P-320  
 羽鹿孝文 P-300  
 橋口稜世 E6  
 橋田 光 P-195  
 橋本昌司 P-252  
 橋本 徹 P-261  
 長谷川絵里 P-383, P-386  
 長谷川喬平 P-107, P-125  
 長谷川元洋 P-351  
 長谷川陽一 P-148, P-149  
 服部 力 P-393  
 初山慶道 P-181

花岡 創 F7, P-163, P-170, P-186  
 馬場俊希 P-182  
 馬場俊明 P-311  
 濱田辰広 P-101  
 浜端悦治 P-223  
 濱本 昂 P-073  
 早川 敦 I5  
 早川幸治 E8, P-126  
 早坂大亮 P-367  
 林 潔 T2-2  
 林 航希 S4-1, S4-2, S4-3, S4-4, S4-5  
 林 耕太 P-361  
 林 雅明 J5  
 林 真智 P-073  
 林 雅秀 A19, A24, A25  
 林 勇輝 D17  
 林 亮太 P-234, P-408  
 早田佳史 T1-6  
 早舩真智 T1-3  
 葉山佳代 P-139  
 原 登志彦 F7  
 原 巳美子 P-377  
 原口竜成 P-380, P-390  
 原科幸爾 P-290  
 原田真樹 S8-5  
 原田佳生 C4  
 原山尚徳 P-092, P-108  
 番場由紀子 P-172

ひ

日浦 勉 H6, P-073, P-201  
 日恵野綾香 P-392  
 東 敏生 P-258  
 東原貴志 S10-8  
 樋口彩香 P-243  
 樋熊悠宇至 A4  
 彦坂幸毅 P-227  
 久田善純 P-069, P-117, P-303  
 久本洋子 P-057  
 菱 拓雄 S5-2  
 肘井直樹 P-251  
 櫃間 岳 P-124  
 人見拓哉 N1, N2  
 比屋根 哲 C6, C7  
 馮 麗文 D4  
 平井敬三 P-244, P-253, P-254, P-257  
 平出政和 P-242  
 平尾多聞 P-213  
 平尾聡秀 P-140, P-141, P-214, P-342, P-374, P-380, P-390

平尾知士 P-130, P-132, P-134  
 平岡真合乃 P-288  
 平岡裕一郎 F1, P-168  
 平川久仁夫 P-204  
 平川英樹 P-130, P-132  
 平田晶子 I4  
 平田 慶 P-243  
 平田智道 P-301  
 平田 遼 P-314  
 平田令子 P-082, P-091, P-100, P-101, P-213  
 平塚基志 P-059, P-202  
 平野文男 T2-3  
 平野恭弘 S5-1, S5-4, S5-6, T5-6, I6, P-234,  
 P-405, P-408, P-410, P-411  
 平野悠一郎 B9  
 平山聡子 P-147, P-172  
 平山智貴 A26  
 広嶋卓也 D6  
 廣瀬 満 P-308  
 廣田恭明 S6-4  
 廣部 宗 P-207

## ふ

ファムドゥ L6  
 イロン  
 深江朋実 P-282  
 深澤瑛一 P-240  
 深澤圭太 P-022  
 深澤 遊 I3, I4  
 武津英太郎 P-106, P-164, P-169, P-171  
 深谷肇一 S1-3  
 福井翔宇 P-074, P-127  
 福井 大 P-346  
 福澤加里部 S5-3  
 福島慶太郎 P-294, P-296  
 福島雅之 P-016  
 福田健二 P-142, P-179, P-375, P-376, P-377,  
 P-384  
 福田拓実 F4, P-079, P-180  
 福田有樹 P-133, P-157, P-171  
 福田陽子 F7, P-132, P-163, P-170, P-186  
 福本桂子 D21, P-056, P-103  
 福山友博 P-166  
 藤井 厚 S8-4  
 藤井一至 P-269  
 藤井佐織 S5-3  
 藤井 栄 P-089  
 藤井美由紀 K6  
 藤井 黎 P-208  
 藤岡薫子 P-198

藤掛一郎 A2  
 藤掛素子 P-026  
 藤沢直樹 P-036  
 藤田早紀 P-406  
 藤田 徹 P-397  
 藤沼潤一 S1-3  
 藤野正也 B18  
 藤原聖真 L6  
 藤原洋一 P-301  
 藤平 啓 P-075  
 藤平晃司 P-057  
 藤平光希 D12, D13  
 藤卷玲路 P-268  
 藤本将光 J7  
 藤本稜真 P-409  
 藤原章雄 T2-2, T2-5, P-027, P-040, P-041,  
 P-055

藤原 敬 A6  
 藤原敬大 C4  
 藤原拓摩 C6, C7  
 藤原優理 P-166  
 二井一禎 M2  
 古川康二 N1  
 古澤仁美 P-257, P-261  
 古本拓也 P-154, P-258  
 古家直行 D21, P-108, P-337

## ほ

星崎和彦 S1-2  
 星野大介 P-103, P-126  
 細井佳久 P-173  
 細尾佳宏 P-196  
 細川奈々枝 I5  
 細田育広 P-276  
 細田和男 D21  
 堀田佳那 P-203  
 堀田紀文 S6-4, S11-1, S11-6, P-307  
 堀田 亘 H5  
 堀川慎一郎 S3-2  
 堀澤 栄 P-266  
 本多美由貴 P-172

## ま

前川新司 I7  
 前田健蔵 P-340  
 前田紹吾 P-207  
 前田佳子 D20, P-075  
 前中久行 B3  
 前原紀敏 L9, P-350  
 マキシモフ M1  
 トロフィム



蒔田明史 C1, P-204  
 牧田直樹 S5-2, S5-3, T5-4, T5-5, P-407, P-409  
 正岡直也 J7, P-295, P-298, P-299  
 真坂一彦 J1, P-357  
 正木 隆 H4, P-228  
 真砂陽太郎 D20, P-075  
 増井 昇 G2, G3  
 増田 宏 F1, P-168  
 増本泰河 T5-4, T5-5, P-407  
 榎本みな P-075  
 益守眞也 P-242  
 升屋勇人 P-339, P-379, P-382, P-387, P-389,  
 P-393  
 町田怜子 S10-1  
 松井 淳 P-204  
 松井孝典 H5  
 松井康浩 S4-1, S4-3, S4-4, S4-5, S4-6, S4-7,  
 S4-8, P-045  
 松浦崇遠 L5  
 松浦陽次郎 P-217  
 松浦隆介 P-212  
 松英恵吾 P-033, P-053, P-066  
 松江倫代 P-138  
 松枝亮良 P-091  
 松尾 歩 F7, P-143, P-362  
 松尾智成 P-201  
 松尾奈緒子 J5  
 松岡秀尚 P-253, P-254  
 松木佐和子 P-357  
 松下幸司 A18  
 松下直矢 S6-4  
 松下範久 P-142, P-179, P-376, P-377, P-384  
 松下通也 S1-2, S9-2, F1, P-106, P-168, P-169  
 松下泰裕 P-079  
 松島 肇 B19, P-017, P-019  
 松田 修 P-087  
 松田和秀 J3  
 松田陽介 S5-2, P-378, P-381  
 松永佳奈子 A7  
 松永孝治 P-130, P-157, P-171  
 松永浩史 S8-4  
 松林健一 P-075  
 松原秀幸 P-020  
 松久 卓 B2  
 松村愛美 P-389  
 松村順司 P-113  
 松村哲也 K1, P-331  
 松村直人 P-046  
 松本麻子 J2, P-149  
 松本一穂 P-284, P-290

松本剛史 P-349  
 松本 武 K5, P-002, P-004, P-336  
 松本美佐子 G4  
 松本光朗 C2  
 眞中卓也 II, P-257  
 丸山 E. 毅 P-172  
 丸山徹也 N1  
 丸山 温 P-394

み

三浦 覚 P-239, P-241, P-242, P-247, P-269  
 三浦直子 P-346  
 三浦真弘 P-150, P-162, P-164, P-169  
 三木 茂 T1-5  
 三木尚輝 P-339  
 三木直子 P-207  
 三木友貴 P-059, P-202  
 三嶋賢太郎 P-130, P-132  
 三須直也 S3-4  
 水井英菜 P-024  
 水永博己 J1, P-079, P-080, P-127, P-128, P-197,  
 P-322, P-323, P-344  
 水永博己 P-084  
 溝上展也 P-029, P-043, P-044, P-058  
 溝口岳男 P-408  
 溝口知広 P-050  
 溝口康子 P-263, P-302  
 道中哲也 P-003  
 三次充和 P-057  
 光田 靖 P-065  
 峰 太一郎 P-381  
 美濃羽 靖 P-078  
 三村晴彦 P-094  
 宮城 昂 H3  
 宮口貴彰 P-010  
 三宅良尚 A14  
 宮崎 仁 P-317  
 宮崎拓馬 P-323  
 宮崎博之 S1-2  
 宮澤真一 P-184, P-192  
 宮下彩奈 P-321  
 宮下智弘 P-111, P-155  
 宮下久哉 P-150  
 宮嶋英好 B4  
 宮嶋 寛 P-383  
 宮田秀介 J10  
 宮田典幸 P-402  
 深山貴文 P-192, P-284, P-318  
 宮本勇斗 P-293  
 宮本和樹 P-103, P-221, P-404

宮本敏澄 P-182, P-185  
宮本尚子 F3  
宮本基杖 A11  
宮本裕美子 M1

## む

向井花乃 P-031  
向井美緒 P-207  
向井 譲 P-135  
村尾 満 B4  
村尾未奈 P-220  
村上茂樹 P-274, P-275  
村上拓彦 P-028, P-047, P-048, P-051, P-072  
村上弘晃 S10-8  
村上正人 P-316  
村上良平 S4-2, S4-3, S4-4, S4-8  
村上 亘 S8-6  
村川功雄 P-057  
村田功二 S10-8  
村田政穂 P-368  
村中麻咲 J6

## め

目黒友佳子 P-383  
メレン P-356  
パウルス

## も

毛綱昌弘 K2  
茂木靖和 P-093, P-094  
笏山寛樹 J8  
百瀬年彦 P-309, P-310  
桃原郁夫 S8-3, S8-5  
森 大喜 P-260  
森 英樹 P-210, P-228  
森 靖雄 B4  
森川英治 D19  
森川 周 P-342  
守口 海 T1-6  
森口喜成 F2, P-144, P-147, P-148, P-149, P-152,  
P-155, P-172  
森下智陽 P-284  
森田えみ T2-5, P-012  
森田大輔 T1-6  
森高祥太 P-246  
森本淳子 H5

## や

八木貴信 P-096, P-097  
八木橋 勉 P-103, P-124

矢崎健一 S7-2, P-108  
矢崎友嗣 P-236  
矢島万里 S10-1  
安江清文 P-094  
安江 恒 P-262  
安田慎之介 N1, N2  
安田幸生 D14, P-284  
安原有紗 B14  
安村直樹 A1, P-034, P-035, P-038  
矢田 豊 S4-1, S4-2, S4-3, S4-4, S4-5, S4-6,  
S4-7, S4-8, P-045  
柳井清治 P-309, P-310, P-347  
柳澤賢一 E7, P-360  
矢野慶介 P-111  
八尋 聡 B19, P-017, P-019  
山浦悠一 S1-5, P-343, P-355  
山尾真生 B2  
山岡裕一 P-371  
山川陽祐 P-300  
山川博美 P-082, P-100, P-101, P-102  
八巻一成 A24, A25  
山岸 極 P-082, P-091, P-100  
山北絵理 P-176  
山口幸三 A18  
山口 智 S8-4  
山口秀太郎 P-166  
山口岳広 P-371  
山口浩和 K2, L3, P-330  
山口穂奈美 E2  
山口真弘 G4  
山口宗義 P-394  
山崎理正 L6, L7  
山壽孝一 E6  
山崎 遥 P-122, P-123  
山崎祐介 P-288  
山路佳奈 S4-1, S4-2, S4-3, S4-4, S4-5, S4-6,  
S4-7, S4-8, P-045  
山下詠子 A16, A19  
山下 聡 I3, I4, P-356  
山下淳也 P-030  
山下多聞 P-268  
山下寿之 B2  
山下直子 P-087, P-088, P-089  
山下尚之 P-256, P-257, P-271  
山下由美子 P-156  
山島有喜 B7, B17  
山瀬敬太郎 S5-5, T5-6, P-410  
山田越季 P-196  
山田健四 P-114  
山田晋也 F4, P-079, P-180

山田 健 P-108  
 山田 毅 P-253, P-254, P-257, P-269  
 山田利博 P-380, P-390  
 山田尚登 P-012  
 山田祐亮 D1, D21, P-067  
 山田容三 K4  
 山寺豊海 P-363  
 山中啓介 P-098  
 山中 豪 P-090  
 山中 聡 P-355  
 山中高史 P-396  
 山根正伸 L2  
 山野井克己 P-263, P-284, P-302  
 山ノ下 卓 P-194  
 山野邊太郎 F5, P-092, P-161, P-165  
 山本愛華 P-188  
 山本一清 D17, P-052, P-070  
 山本清龍 B7, B8, B17  
 山本 茂 E6  
 山本信次 P-290  
 山本伸幸 P-011  
 矢本智之 P-115  
 八代田千鶴 L3, P-360

ゆ

湯浅拓輝 P-345  
 湯浅 真 P-105, P-111  
 湯地裕史 P-065  
 弓野 奨 P-166  
 湯本景将 F8, L11

よ

横井秀一 P-117  
 横尾謙一郎 P-113, P-136  
 横田康裕 A1, T1-3  
 吉井達樹 P-046  
 吉江凜平 T5-1, P-234  
 吉岡明良 P-022  
 吉岡 寿 P-162  
 吉川正人 P-116  
 吉積巳貴 P-010  
 吉田圭佑 P-070  
 吉田 巖 I6, P-405  
 吉田大智 P-048  
 吉田拓矢 P-214  
 吉田俊也 P-122, P-123  
 吉田智弘 P-338  
 吉田直輝 S4-6, S4-7, P-045  
 吉田正人 B12  
 吉田嘉雄 A18

吉永秀一郎 P-269  
 吉野 聡 P-037, P-060, P-061  
 吉藤奈津子 P-284, P-318  
 吉村哲彦 T1-6  
 吉元美穂 S10-3  
 米 康充 D11  
 米田令仁 T4-2, P-005, P-096, P-351  
 米道 学 P-057  
 米森正悟 P-350

り

黎 婧 G4  
 陸 黎駿 P-039  
 梁 乃申 P-265  
 劉 馨遙 P-041  
 劉 立航 P-038

れ

歴 園園 P-040  
 練 春蘭 P-135

ろ

呂 雨晴 G4

わ

ワーリオ P-375  
 ルミン  
 若井建志 P-012  
 和穎朗太 P-408  
 若狭夏海 P-002  
 涌嶋 智 P-154, P-258  
 鷺田隆二 D20  
 和田敏裕 P-230, P-246  
 和田智弘 P-177  
 和田尚之 G1  
 和田竜征 P-405, P-411  
 和多田友宏 P-329, P-333  
 渡辺敦史 P-133, P-157  
 渡部公一 P-111, P-155  
 渡部敏裕 G3  
 渡邊仁志 P-069, P-093, P-094, P-117, P-303  
 渡辺 誠 G4, J3  
 渡邊昌春 P-074  
 渡部大寛 P-147, P-148, P-152  
 渡辺靖崇 P-258  
 渡辺洋一 P-138, P-143  
 渡邊陽子 G3  
 渡辺陽平 P-204



<b>A</b>	
Adams Mary	S11-2
Alias Mohamad	P-356
Azani	
Andreoli Andrea	J10
Ang Meng Ann	<b>D9</b>
Jeffery	
Asano Shiho	P-306, P-315
Aye Myat Myat	<b>P-137</b>
Paing	
Ayu Dian	D10
<b>B</b>	
Baatarbileg Nachin	P-262
Baldrian Petr	P-394
Band Lawrence	S11-2
Bauhus Jürgen	E5
Bayarbaatar	P-262
Soronzonbold	
Beyer Friderike	E5
BUDIANTI Noviana	<b>P-200</b>
<b>C</b>	
Carrillo Ricardo	J10
CE LEGEER	<b>P-206</b>
Chacha Trevor	<b>P-042</b>
Chen Chien-Fan	P-372
Chen IH	P-279
Chen Shufen	P-137
CHEN SHUFEN	<b>P-146</b>
Coviello Velio	J10
<b>D</b>	
Dannoura Masako	P-238
DENG WEN	<b>A20</b>
DJOTAN Akotchiffor	<b>P-366</b>
Kevin Geoffroy	
DOGAN Guliz	<b>P-131</b>
Dwi Rachmat	D10
<b>E</b>	
Engel Michael	J10
<b>F</b>	
Figura Tomáš	P-369
Freschet Grégoire	E5
Fujihira Koji	D9
Fujii Kazumichi	<b>P-287</b>
Fujita Masaharu	J10

Fujiwara Takahiro	T3-2, <b>T3-3</b>
FUKAI Eigo	P-131
Fukuda Kenji	P-366
Fukushima Keitaro	P-238

<b>G</b>	
Gavrilov Sergey	S4-8
Gerelbaatar	P-262
Sukhbaatar	
Glenz Paula	E5
Goto Susumu	P-137, P-146
Green Mark B	S11-2

<b>H</b>	
Hamaoka Michiho	<b>B6</b>
Han Qingmin	<b>P-193</b>
HASEGAWA Yoichi	P-131
Hashimoto Yasushi	P-369
Hayakawa Chie	P-287
Hayashi Koki	S4-8
Hirata Ryoko	P-083
Hirota Mitsuru	P-137
Hisamoto Yoko	D9, P-137
HOANG PHAN	<b>T3-2</b>
BICH NGOC	
Honma Kosuke	P-137
Hyakumura	A20, B6
Kimihiko	

<b>I</b>	
Ide Jun'ichiro	P-287
Iio Atsuhiko	P-137
IIO Atsuhiko	P-200
Imaya Akihiro	P-032
Inagaki Yoshiyuki	P-287
Ishizuka Wataru	P-146
Itaya Akemi	P-042
Ito Junko	P-369
Ito Satoshi	P-083
Iwanaga Seiji	T3-2

<b>J</b>	
Jan Frouz	P-287
Jiang Zi-Ru	<b>P-370</b>

<b>K</b>	
K C Rabin	E5
Kajimura Hisashi	P-370
Kameyama Norikazu	P-370
Kanetani Seiichi	P-193

Karukome Tsutomu D9  
 Katsuyama Masanori S11-2  
 Kawano Sho E5  
 Kenji Fukuda P-373  
 Kitagami Yudai P-372  
 Kitamura Keiko S3-1  
 Kitayama Kanehiro P-238  
 Kobayashi Hajime P-137  
 Kobayashi Keito P-238  
 Kolonel Christian **T3-1**  
 Kominami Yuji P-238  
 Kubota Kohei L12  
 Kume Tomonori **P-279**  
 Kuroda Keiko P-370  
 Kusumoto Dai D9  
 Kusumoto Norihisa P-193  
 Kusunoki Kazutaka P-146

---

**L**

---

Laplace Sophie P-279  
 Law Beverly E. P-278  
 Liang WL P-279  
 Lin SJ P-279  
 Loh Ho Yan P-222

---

**M**

---

Mainali Surya E5  
 MANIAGASI **P-083**  
 CHARISSA  
 Masuya Hayato P-370  
 Matsuda Yosuke **P-369**, P-372  
 MATSUMOTO P-131  
 Asako  
 Matsumoto Kazuho P-286  
 Matsuo Naoko P-369  
 Matsushita Norihisa P-366, P-373, P-375  
 McGuire Kevin S11-2  
 Michael Nobis L11  
 Michalcikova Lenaka P-394  
 Mine Taichiro P-372  
 Mitsugi Mitsukazu D9  
 Mizoguchi Yasuko P-284  
 MIZUNAGA Hiromi P-200  
 Momohara Arata P-138  
 Monica Papeş P-071  
 MORIGUCHI P-131  
 Yoshinari  
 Mtibaa Slim **P-306**, P-315

---

**N**

---

Nadalet Rudi J10  
 Nagamatsu Dai P-137  
 Nagaoka Gaku P-307  
 Nakama Eiichiro **D10**  
 Nobis Michael P F8  
 Nock Charles E5  
 Nogawa Kento P-026

---

**O**

---

Obase Keisuke **P-372**  
 Oda Tomoki P-287  
 Okada Ryuichi L6  
 Okada Yasuhiko **P-319**  
 Okano Michiaki P-284  
 Onda Nariaki T3-3  
 Onda Yuichi S2-1  
 Onishi Yuji P-238  
 Onoda Yusuke P-238  
 Ookami Tadashi **P-286**  
 Ota Masahiko **T3-4**  
 Owari Toshiaki P-049

---

**P**

---

Pei Huiqing **P-049**  
 PEI JING **P-307**  
 Phoutthavong P-273  
 Sikhhot  
 Phua Mui-How P-222

---

**S**

---

Saidin Zul S2-1  
 SAITO Hiroshi P-131  
 SAITO Ryunosuke P-131  
 Saito Yoko F8  
 Salleh Habibah P-356  
 Sato Hirotaka D10  
 Sato Noriko T3-2  
 Sato Takayoshi T3-1  
 Scanlon Todd S11-2  
 Schaefer Holger **P-010**  
 Scherer-Lorenzen E5  
 Michael  
 Sebestyen Stephen S11-2  
 Selosse Marc-André P-369  
 Setiadji Gunawan D10  
 Shaw George P-252  
 Shibata Shingo **A23**  
 Shimizu Takanori S11-2

Sugimoto Atsuko M1  
Suyama Yoshihisa P-193  
Suzuki Maki D9

---

**T**

Tachibana Satoshi A10  
Takagi Masahiro P-137  
Takahashi Takuya A23  
Takanashi Satoru P-238  
Takashima Atsushi P-286  
Takenaka Chisato P-032  
TAN JIAZE **A10**  
Taneda Haruhiko P-137  
Taniguchi Shingo P-286  
Tanikawa Toko P-372  
Thein Saung P-058  
Thiry Yves P-252  
Tokuchi Naoko P-287  
Tomaru Nobuhiro S3-1, P-137  
Tsubota Kazuya **D23**  
Tsuda Yoshiaki L11  
Tsuge Takahiro A23  
Tsumura Yoshihiko P-137, P-193  
Tsunetaka Haruka P-306  
Tsuyuki Satoshi P-049, P-222  
Tual Cin Khai P-058  
Tung Nguyen Ngoc P-010

---

**U**

Uchiyama Kentaro P-146  
Uchiyama Kyotaro P-193  
UENO Saneyoshi P-131  
Uesugi Takashi P-369  
Ujino-Ihara Tokuko S3-1  
Unno Yamato P-146

---

**V**

Vignoli Gianluca J10  
Vongkhamho Simone **P-032**, P-273

---

**W**

Wang Shitephen **P-238**  
Wasli Mohd Effendi P-356  
Watanabe Naoto P-206  
WIJENAYAKE D6  
Pavithra Rangani  
Win Phyu **P-373**  
Worth James **S3-1**, P-138

---

**Y**

Yagame Takahiro P-369  
Yamagawa Hiromi P-083  
Yamagishi Kiwamu P-083  
Yamaguchi Yusuke P-369  
Yamamoto Kazukiyo P-032  
Yamanaka Norikazu P-262  
Yamazaki Eiji E5  
Yone Yasumichi D23  
Yoshida Toshiya P-137  
Yoshino Satoshi T3-1

---

**Z**

Zhang Shengnan **L12**



2021年3月19日発行

第132回日本森林学会大会学術講演集

【編集】第132回日本森林学会大会運営委員会・  
日本森林学会プログラム編成委員会

【発行】一般社団法人 日本森林学会  
〒102-0085 東京都千代田区六番町7 日林協会館内  
TEL/FAX 03-3261-2766

【印刷・製本】創文印刷工業株式会社  
〒116-0011 東京都荒川区西尾久7-12-16  
TEL 03-3893-3692  
FAX 03-3893-3603

# 超耐候性ラベル デュラタック PF100 / デュラインク PF



**屋外で10年以上使用可能なラベル、シール!\***

ラベル、インク、プリンタの組合せですぐれた耐候性を発揮

すでに様々な屋外用途で活躍

\*弊社独自の評価によるものであり、保証されたものではありません。

●販売元／お問い合わせは

**村井電気株式会社 熊本営業所**

〒862-0950 熊本市中央区水前寺1-20-22  
TEL : 096-382-9238 FAX : 096-382-9233 <https://www.muraidenki.co.jp/>

●製造元

**日東電工株式会社**

<https://www.nitto.com/jp/ja/>

使用上のご注意

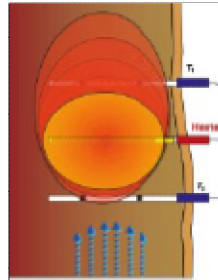
- 被着体表面の油分、水分、ゴミなどは、十分取り除いてください。
- 粘着層は感圧性ですので、貼り合わせの際は十分に圧着してください。
- 貼り付け作業時の温度は10℃以上が適しています。  
(冬季など気温が10℃以下の場合は初期の粘着力が低下します。)
- 保管場所は高温・多湿を避け、直射日光が当たらない冷暗所に置いてください。





# 製品紹介

## NEW! 植物水分監視センサー



CICT-SFM1x ¥358,200~

SFM1x サップフローメーターは、ロガーとセンサーが一体化したスタンドアロン式の樹液流測定器です。

HRM (Heat Ratio Method) 原理を利用し、太い樹木だけでなく幹径の小さな枝や根などの速い流速や遅い流速を測定することができます。

[http://www.weather.co.jp/catalog\\_html/CICT-SFM1.htm](http://www.weather.co.jp/catalog_html/CICT-SFM1.htm)

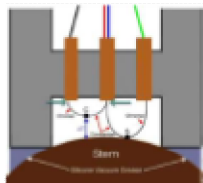


CICT-PSY1 ¥500,000~

水ポテンシャルを連続計測できる、オンリーワンの製品です。

「植物の水ポテンシャル」を連続的（10分毎に測定が可能）に観測することができます。同時にサップフローメータ（樹液流速）やデンドロメータを使用すれば「植物と水の関係」や「植物の生長ポテンシャル」をより理解することができます。

[http://www.weather.co.jp/catalog\\_html/CICT-PSY1.htm](http://www.weather.co.jp/catalog_html/CICT-PSY1.htm)



## Ecomatik デンドロメータシリーズ ¥78,000~



ワイヤ式(周囲計測、中~大幹)



フレーム式(直径計測、小~大幹)



果物用(柔らかい球体)

### その他取り扱い製品

- ・ オプトリーフ
- ・ HukseFlux 社 日射計
- ・ RM YOUNG 社 風向風速計

### クリマテック株式会社

東京都豊島区池袋 4-2-11 CTビル 6F  
 TEL:03-3988-6616 FAX:03-3988-6613  
 E-mail sales2@weather.co.jp





MDPIは、1996年スイス パーゼルにて設立されたオープンアクセス学術出版のバイオニア企業です。研究データや科学情報に誰もがアクセスできる未来の実現に向けて、世界中の研究者へオープンで使いやすいサービスを提供しています。

### (1) 迅速な査読プロセス

弊社独自の編集プラットフォームの活用により、迅速で使いやすい投稿・査読・編集過程を実現しています(投稿から出版まで平均37日)

### (2) 英語校正サービス

ネイティブスピーカーによる文法修正のRegularプランと、専門家による専門用語校正を含めたSpecialプランをご用意しています。

3,000Wordsの論文の場合、Regularプランではおおよそ20,000円(最短2営業日)、Specialプランでは35,000円(最短4営業日)からご案内しています。

### (3) 日本語でのサポート体制

日英バイリンガルスタッフが、ご投稿・出版に関するお問い合わせから、MDPIサービスへのご質問、印刷版装丁を含めた出版企画まで日本語でご対応いたします。



*forests*

森林科学を網羅する国際誌  
2010年創刊。掲載料 CHF 1,800

IMPACT  
FACTOR  
2.221



*plants*

植物学・植物科学に関する国際誌  
2012年創刊。掲載料 CHF 1,800

IMPACT  
FACTOR  
2.762

#### お問い合わせ先

MDPI Japan (日本支社)  
〒103-0004  
東京都中央区東日本橋2-23-3  
MYS東日本橋4階  
E-mail: [tokyo@mdpi.com](mailto:tokyo@mdpi.com)  
Tel: 03-5829-3835  
[www.mdpi.com/offices/japan](http://www.mdpi.com/offices/japan)

ウェブサイト  
はこちらから





**Abstracts of The 132th Annual Meeting of the  
Japanese Forest Society**

---

**TOKYO UNIVERSITY OF  
AGRICULTURE AND TECHNOLOGY  
MARCH 19-23, 2021**