

日本森林学会賞・奨励賞・学生奨励賞・論文賞

1. 日本森林学会賞受賞業績要旨

- (1) 高木の樹高成長制限に関する生理生態学的研究 石井弘明 (神戸大農)

2. 日本森林学会奨励賞受賞業績要旨

- (1) Estimation of deer population dynamics by Bayesian state-space model with multiple abundance indices
(複数の密度指標を用いたベイズ型状態空間モデルによるシカの個体群動態の推定) 飯島勇人 (山梨県森林研)
- (2) Contributions of bedrock groundwater to the upscaling of storm-runoff generation processes in weathered granitic headwater catchments
(花崗岩源流域における洪水流出過程の空間スケールリングに対する基岩地下水の寄与) 岩崎健太 (道総研林試)
- (3) Growth recovery of young hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) subsequent to late weeding
(下刈り省略後のヒノキ幼齢木の成長回復) 平田令子 (宮崎大学)
- (4) Physical interpretation of the difference in drop size distributions of leaf drips among tree species
(葉からの滴下雨滴の粒径分布における樹種間差異についての物理的解釈) 南光一樹 (森林総研)

3. 日本森林学会学生奨励賞受賞業績要旨

- (1) In situ CO₂ efflux from leaf litter layer showed large temporal variation induced by rapid wetting and drying cycle
(湿潤-乾燥サイクルにおける落葉分解呼吸の時間変動) 安宅未央子 (京都大学・農)
- (2) Evaluation of camera trap surveys for estimation of sika deer herd composition
(ニホンジカの群れ構成推定における自動撮影カメラの評価) 池田 敬 (北大)
- (3) Spatial tradeoffs between residents' preferences for brown bear conservation and the mitigation of human-bear conflicts
(ヒグマの保全と軋轢緩和に関する地域住民の空間的なトレードオフ認識) 久保雄広 (国立環境研究所)
- (4) REDD+ initiatives for safeguarding biodiversity and ecosystem services: harmonizing sets of standards for national application
(REDD プラス・イニシアティブにみる生物多様性及び生態系サービスのセーフガード指針の比較分析：プロジェクトから国レベルまでの複数スタンダード・ツールの調和を目指して) 江原 誠 (九州大学)

4. Journal of Forest Research 論文賞

Plasticity in resource use by the leafminer moth *Phyllocnistis* sp. in response to variations in host plant resources over space and time

(寄主植物資源の時空間変動に対する潜葉虫 *Phyllocnistis* sp. の可塑的資源利用)

Yoshiko Ayabe, Tetsuaki Minoura, Naoki Hijii

5. 日本森林学会誌論文賞

福島県内のモウソウチク林における放射性セシウムの分布

梅村光俊・金指 努・杉浦佑樹・竹中千里

高木の樹高成長制限に関する生理生態学的研究

石井弘明（神戸大・農）

どの研究分野においても、視点を変えて物事を見ることは、しばしば新たな発見につながります。本講演では、これまで地上からしか観察できなかった巨大な樹木に、ロープで登って調査を行ったことによって得られた大きな発見について紹介します。森林や樹木の高さは、地位指数など森林の生産性の指標であるため、樹高成長を規定する生理生態学的要因の研究が精力的に進められてきました（鍋島・石井 2010）。現在確認されている世界一高い木は、米国カリフォルニア州の北西海岸に分布するセコイアメスギで、最大個体の樹高は 115m です。

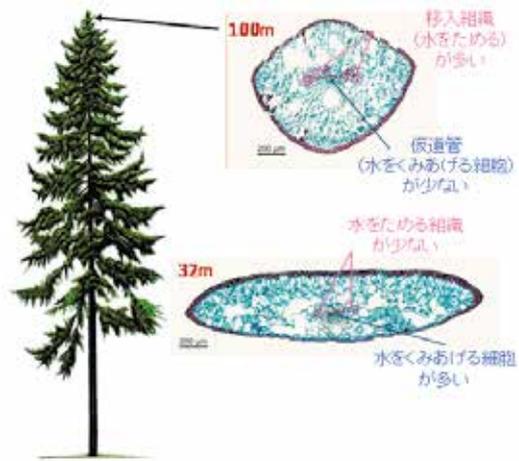
植物は光合成に必要な二酸化炭素を葉の裏側にある気孔から取り入れます。その際に空気が乾燥していると、大量の水分が蒸散によって失われてしまいます。巨大な樹木では、梢端部ほど日あたりがよく光合成に適している一方で、葉温が上昇し、空気も乾燥しているため水分損失が多くなるというジレンマが生じます。また、樹高が高くなるほど根からの水輸送距離が長くなり、さらに重力による負荷が加わるため、高い樹木の梢端部は常に水不足の状態にあり、梢端部への水分輸送制限が樹高成長を規定する主要因であると考えられてきました（水分通道制限説, Ryan et al. 2006）。

セコイアのような巨大な木は、どうやってこのジレンマを克服し梢端の葉に水分を供給しているのでしょうか？木に登って採取した葉を調べた結果、セコイアの梢端の葉は、下方の葉と比べて厚く、小さくなっていました。これは、表面積：体積比を小さくすることで葉からの水分消失を抑える順化反応であると考えられます（Ishii et al 2008）。さらに、梢端の葉では朝露や霧などの空中水分を葉の表面から吸収し、肉厚な葉の内部に貯水する機能が発達していることがわかりました（Ishii et al. 2014）。カリフォルニアの太平洋岸では、海霧が頻繁に発生します。セコイアの梢端部の葉は、このような空中水分を利用することで、根からの長距離水分輸送への依存度を減らし、100mもの高さで光合成を行うことができます。同様の貯水メカニズムは、樹高日本一の秋田スギにおいても発見されました（Azuma et al. 2015）。

この研究の着想に至ったきっかけは、早朝に高さ 100mまで登り、セコイアの梢端の葉に無数の朝露がついているのを見たことです。これまで地上から見上げるだけだった巨木に登って観察の視点を変え、樹木自身がおかれている環境条件を直接体感したことが、大きな発見につながりました。

引用文献

- Azuma W, Ishii HR, Kuroda K, Kuroda K (2016) Trees DOI:10.1007/s00468-015-1283-3
 Ishii HR, Azuma W, Kuroda K, Sillett SC (2014) Functional Ecology 28:1087-1093.
 Ishii H, Jennings GC, Sillett SC, Koch GW (2008) Oecologia 156: 751-763
 鍋島絵里・石井弘明(2008)日本森林学会誌 90:297-305.
 Ryan et al. (2006) Plant, Cell & Environment 29: 367-381.



樹齢 1000 年を超える屋久スギに登って調査する演者（左）。セコイアメスギの葉の断面（右）。

Estimation of deer population dynamics by Bayesian state-space model with multiple abundance indices

(複数の密度指標を用いたベイズ型状態空間モデルによるシカの個体群動態の推定)

飯島勇人 (山梨県森林研)

はじめに

近年、日本各地でニホンジカやエゾシカ (以下、シカとする) の個体数が増加し、それに伴って森林 (Iijima and Nagaike 2015a) や亜高山帯 (Iijima and Nagaike 2015b)、さらには高山帯 (Nagaike 2012) の植生に深刻な影響が生じている。このようなシカによる植生への影響を低減する管理の一つとして、シカの個体数管理が挙げられる。個体数管理を行う上では、「いつ」「どこで」「どれだけ」のシカがいるのかを明らかにする必要がある。本研究では、観測誤差が大きくかつ不完全なデータセットからシカの個体群動態 (数の時空間変異) を推定する方法を開発した。

方法

データは、2005 年から 2010 年にかけて山梨県の 5km メッシュ単位で収集されたシカの見撃効率 (シカ見撃数/出猟人日)、糞塊密度 (糞塊数/踏査距離)、区画法による見撃密度 (シカ発見数/踏査面積)、捕獲数 (狩猟や管理捕獲などの総数) を用いた。これらのデータに対し、図 1 のようなモデルを開発し、モデルのパラメータをマルコフ連鎖モンテカルロ法で推定した。なお、本モデルは個体群増加における密度依存性を考慮しなかったが、発展版のモデルでは考慮している (Iijima and Ueno in press)。

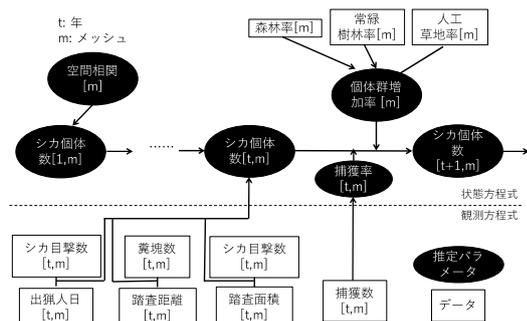


図 1 開発したモデルの概念図

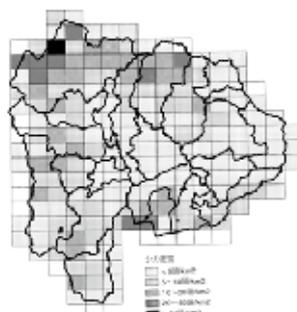


図 2 推定された 2010 年のシカ密度

結果と考察

5km メッシュかつ年ごとにシカ密度を推定できた。推定されたシカ密度はメッシュ間で大きく異なっていた (図 2)。推定されたシカ密度は各データと有意に相関しており、各データのバランスを取った推定値となっていた。個体群増加率は森林率や常緑樹林率の影響を受けていなかったが、人工草地率が高いほど高かった。牧草地などの人工草地ではシカの群れがしばしば目撃されているが、本研究は人工草地がシカの個体群増加に寄与していることを定量的に示したと考えられる。また、捕獲率と個体群増加率の関係から、前の年よりもシカを減少させるためには、30%以上のシカを捕獲する必要があることが明らかになった。

引用文献

Iijima H, Nagaike T (2015a) Appropriate vegetation indices for measuring the impacts of deer on forest ecosystems. *Ecological Indicators* 48: 457–463
 Iijima H, Nagaike T (2015b) Susceptible conditions for debarking by deer in subalpine coniferous forests in central Japan. *Forest Ecosystems* 2: 33
 Iijima H, Ueno M (in press) Spatial heterogeneity in the carrying capacity of sika deer in Japan. *Journal of Mammalogy*.
 Nagaike T (2012) Effects of browsing by sika deer (*Cervus nippon*) on subalpine vegetation at Mt. Kita, central Japan. *Ecological Research* 27: 467–473

Contributions of bedrock groundwater to the upscaling of storm-runoff generation processes in weathered granitic headwater catchments
(花崗岩源流域における洪水流出過程の空間スケールリングに対する基岩地下水の寄与)

岩崎健太 (道総研林試)

はじめに

斜面や小流域における観測結果に基づいて広い流域の流量・水質を予測するためには、降雨流出過程の流域スケール拡大に伴う変化、すなわち空間スケールリング問題の解明が必要不可欠である。従来の研究では、斜面部で基岩内へ浸透した水が下流へと徐々に流出する現象が基底流出過程の空間スケールリングに影響を及ぼしていることが明らかにされてきた。一方、洪水流出過程の空間スケールリングに関しては、斜面部と溪畔域の面積の割合や集水面積といった地形要因のスケール拡大に伴う変化という観点からしか捉えられていない。本研究では、空間スケールの異なる流域間での基岩地下水の洪水流出への寄与の相違と、その相違を生み出すメカニズムの解明を目的とした。

方法

観測地は滋賀県南部の花崗岩山地に位置する桐生水文試験地である。互いに隣接する0次谷および1次谷、合計4つの内部支流流域とそれらを内包する2次谷流域において流量と水質を詳細に観測した。これを基に、End-member mixing analysis を用いて基底流出時および降雨時の渓流水の空間的起源 (End member) を特定し、渓流水に占める各 End member の割合を流域ごとに推定した。

結果と考察

渓流水の起源として、樹冠通過雨、斜面土層内の地下水、浅い基岩地下水、深い基岩地下水の4種類を特定した。斜面で基岩内に浸透した水の大部分が基岩内を通過して流域外に抜けている0次谷流域(H)では、基底流出時、降雨時のいずれにおいても樹冠通過雨の渓流水への寄与が他の流域よりも大きかった。斜面で基岩内に浸透した水の一部が流域内で土層内に湧出している0次谷流域(A, M)では、基底流出時には浅い基岩地下水が主要な流出成分であったが、降雨後にはその寄与が低下し、斜面地下水の寄与が増加した。1次谷流域(R)と2次谷流域(K)では、降雨後の浅い基岩地下水の寄与の低下が0次谷流域に比べて小さく、2次谷流域では、深い基岩地下水の渓流水への寄与が比較的大きかった(図)。以上の結果と流域内の地下水質の観測結果から、本試験地では流域の空間スケール拡大に伴い、斜面で風化基岩内にまで浸透した水の恒常的な湧出によって涵養された溪畔域の地下水帯が拡大するため、風化基岩内を通過した水が洪水流出に占める割合が高まると考えられた。本研究の結果は、源流域の基岩が透水性をもつ流域での洪水予測や降雨時の物質負荷量の予測において、地表面地形のみに着目した平面的な解析ではなく、基岩内の地下水流動も考慮に入れた三次元的な解析が必要であることを示している。

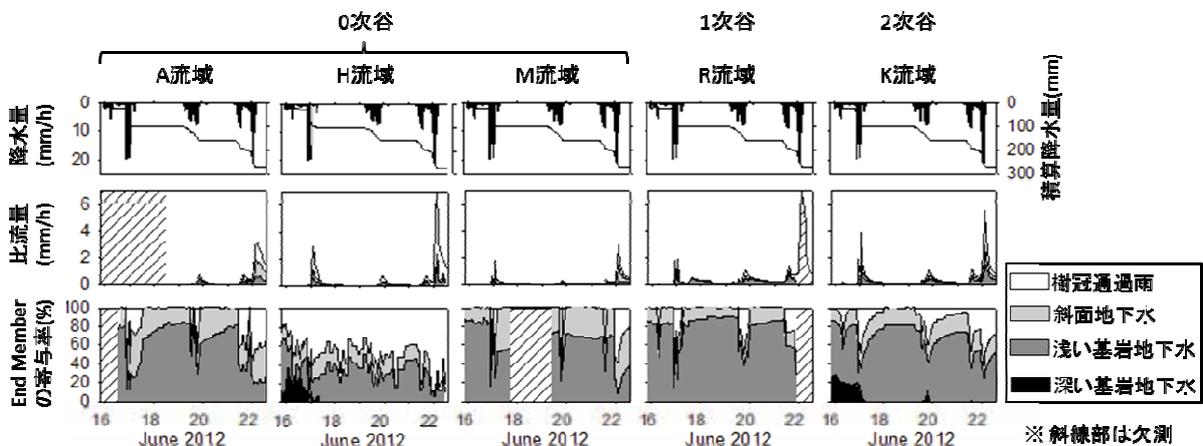


図. 各流域における降雨時の流出成分分離の一例 (Iwasaki et al. (2015) Fig.8 を一部改変)

引用文献

Iwasaki K, Katsuyama M, Tani M (2015) Hydrological Processes 29: 1535-1548.

受賞者講演要旨

Growth recovery of young hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) subsequent to late weeding (下刈り省略後のヒノキ幼齢木の成長回復)

平田令子 (宮崎大学)

はじめに

下刈りは植栽後 5~6 年間、少なくとも年一回の頻度で行われているが、その費用は膨大であり、効率的かつ省力的な森林管理のために下刈り回数の低減が求められている。平田ら (2012) は、植栽後 5 年間の無下刈り処理がヒノキ幼齢木の成長に与える影響を調査し、下層植生の発達が被陰と樹冠拡大の抑制を通してヒノキの成長を低下させることを明らかにした。本研究では、下刈り省略後のヒノキの成長回復過程を明らかにし、さらに、成長回復に対する樹冠の生産効率 (NAR) と樹冠へのバイオマス配分 (CAR) の効果を検討した。

方法

調査は宮崎大学農学部附属田野フィールドで行った。2006 年にヒノキ苗を植栽し、通常下刈り区、5 年間下刈り省略区 (6 生育期目と 7 生育期目の夏季に下刈り実施)、および無下刈り区を設置した。植栽後 4 年目の生育期終了時から 7 年目まで、樹高と胸高直径 (DBH)、樹冠幅を測定した。樹冠幅から樹冠投影面積 (CPA) を算出した。また、下刈り後のヒノキの成長回復を評価するために成長解析を行った。

結果と考察

下刈り省略区では、ヒノキの樹高は調査期間を通じて、通常下刈り区と同程度の高さであり、下刈り後に低下することはなかった。また、胸高直径と樹冠投影面積は下刈り後に回復し始めた。しかし、胸高直径と樹冠投影面積は下刈り翌年の生育期終了時にもまだ通常下刈り区より小さく、1~1.5 年ほどの成長の遅れを示した (図-1)。下刈り省略区の幹サイズの相対成長率 (RGR) と NAR は下刈り後に増加し、下刈り翌年の生育期終了時には通常下刈り区と同程度になった。一方、下刈り省略区の CAR は下刈り実施前後で通常下刈り区と差がなかった。これらのことは、今回の下刈り省略区におけるヒノキの RGR の回復は、CAR よりも NAR の回復の影響をより強く受けたことを示唆する。本研究は、ヒノキが下刈り後の劇的な環境の変化に対して即座に順応することができ、短期間で成長率を回復させることができることを示した。しかしながら、樹冠拡大の遅れはその後の物質生産に対して不利となるかもしれない。したがって、下刈り省略は、このような成長の遅れが起こることを考慮した上で採用されることが望ましいと考えられる。

引用文献

平田令子・伊藤 哲・山川博美・重永英年・高木正博 (2012) 造林後 5 年間の下刈り省略がヒノキ苗の成長に与える影響. 日林誌 94 : 135-141

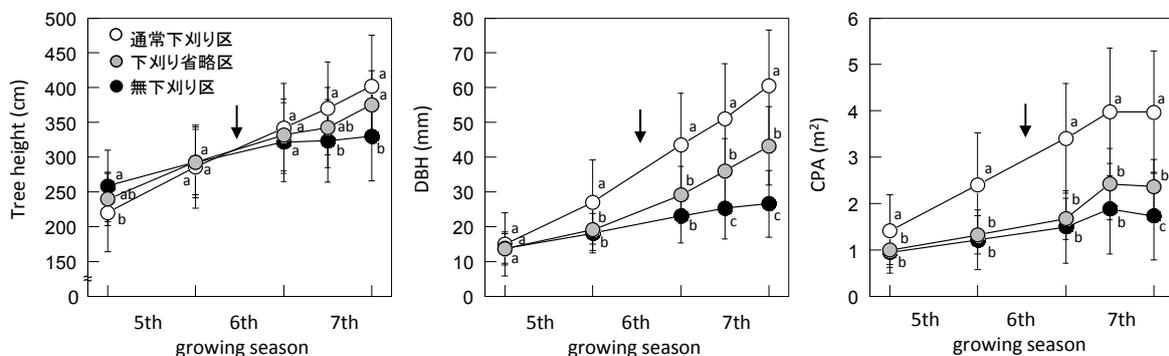


図-1. 各処理区における樹高、DBH、樹冠投影面積の変化。矢印は下刈り省略区で下刈りを行った時期を示す。バーは標準偏差。異なるアルファベットは 5% レベルで有意差があることを示す。

Physical interpretation of the difference in drop size distributions of leaf drips among tree species

(葉からの滴下雨滴の粒径分布における樹種間差異についての物理的解釈)

南光一樹 (森林総研)

はじめに

森林に降った雨は樹冠というフィルタを通過して地表に到達する。降雨の最小単位である「雨滴」は、葉や枝に遮断されて各々が結合するため、林内雨は林外雨と異なる雨滴粒径分布を有する。結合し大粒径した雨滴は林内雨の運動エネルギーを増大させ、管理不足ヒノキ人工林やシカ食害林などの林床が露出した林内の土壌侵食を促進する。また林内外の雨滴粒径分布の違いは、降雨の樹冠通過プロセスを推測するための重要な手がかりとなる。しかし従来の研究では林内雨滴について定性的な評価しかされておらず、その分布特性について未解明な部分がほとんどであった。本業績では、樹種による滴下雨滴の形成メカニズムの違いを、室内実験とそれを裏付ける物理理論から評価した。

室内実験

採取した9樹種の枝葉に自動霧吹きにより静的に水を与え続け、葉から滴下する雨滴を人工的に生成する室内実験を行った。自作のレーザー雨滴計により滴下雨滴の粒径を測定し、樹種間差異を調べた。その結果、樹種により滴下雨滴の粒径分布が異なった(図-1)。広葉樹では、表面がざらついた非革質の葉の方が革質の葉よりも滴下雨滴粒径が大きく、鋸歯のある葉の方が全縁の葉に比べての滴下雨滴粒径のばらつきが大きかった。針葉樹では、鋸歯のある広葉樹と同様に滴下雨滴粒径のばらつきが大きく、マツ<ヒノキ<スギの順に滴下雨滴粒径が大きかった。

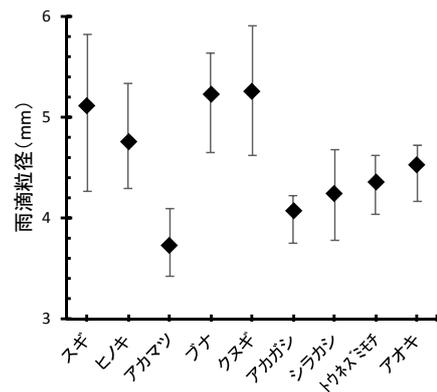


図-1. 滴下雨滴の粒径加積曲線における25%、50%、75%粒径

考察

物理理論によるモデル構築を通して実験結果を考察した。水滴が葉にぶら下がり、やがて滴下するときの平衡状態を想定し、水滴の接触角に着目して、水滴と葉の間にかかる付着力と剥離力のバランスを計算した(図-2)。まず、葉と水滴の間の接触長が長くなるほど葉への水の付着力が増し、大きな水滴が形成されることを示した。そして、接触角が大きくなる(=葉表面の撥水性が高くなる)ほど、葉への水の付着力が減少して接触長の上限が小さくなり、滴下雨滴の最大粒径が小さくなることを示した。滴下雨滴形成において、革質などによる葉表面の撥水性や、スギのような短い針葉の密生による水滴の接触長の増大が粒径最大粒径を決め、滴下雨滴が形成される葉先の接触長の多様性が粒径のばらつきを決める事が分かった。樹冠における水文プロセスの評価において、撥水性・表面粗度・形状・傾きなどの葉の形態的特徴や形質が重要であることを明らかにした。

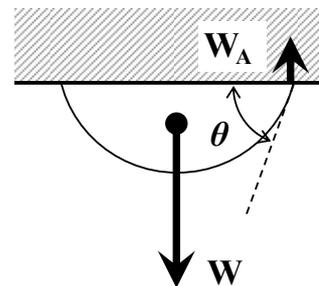


図-2. 水滴が葉にぶら下がるときにかかる重力 W 、付着仕事 W_A 、接触角 θ

Nanko K, Watanabe A, Hotta N, Suzuki M (2013) Agric For Meteorol 169: 74–84

In situ CO₂ efflux from leaf litter layer showed large temporal variation induced by rapid wetting and drying cycle

(湿潤-乾燥サイクルにおける落葉分解呼吸の時間変動)

安宅未央子 (京都大学・農)

はじめに

土壌呼吸の主構成要素である分解呼吸は、多様な枯死有機物のCO₂放出で構成されている。それぞれに異なる物理性・化学性を持つ基質は、環境要因に対して異なる応答を示す。しかし分解呼吸は、独立栄養呼吸との対比で一括量として評価される場合が多く、さらには手法上の制約から、直接測定した研究例すら少ない。なかでも土壌表層に位置する落葉は、他の枯死物（枯死根・枯死木）に比べて降雨による水分変動の影響を受けやすいため、短い時間スケールで落葉分解呼吸速度はダイナミックに変動すると考えられる。そこで本研究では、落葉層に着目して、そのCO₂放出速度と水分変動の連続測定により、落葉分解呼吸速度の降雨応答性と季節変化を定量的に評価した。

方法

コナラが優占する暖温帯林の山城試験地（京都府）において、落葉層の分解呼吸速度 (Ataka et al., 2014, PLOS ONE) と含水比変動 (Ataka et al., 2014, Appl. Env. Soil Sci) の直接的な測定を可能とするシステムを構築し、フィールドにおいてこれらの連続観測を試み、分解呼吸速度の変動を含水比の変動によって記述した。

結果

連続測定システムを用いた観測から、
①落葉層含水比の時間変動は、土壌含水率と比べると速やかで明瞭な湿潤—乾燥サイクルを示すこと、②そのダイ

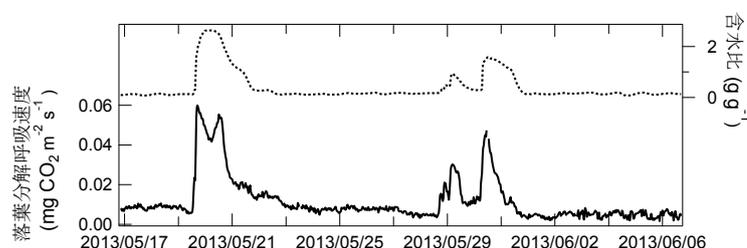


図1. 落葉層の分解呼吸速度と含水比の時間変動

ナミックな落葉層含水比の変動に従って、落葉層のCO₂放出速度が降雨時にピークを示し、その後、乾燥に従って数日で非常に小さい値に低下する短期的な変動を検出した。

その結果、土壌呼吸速度に対する落葉分解呼吸速度の寄与は、0~51%と大きな変動を示した。また、連続測定から得られた分解呼吸速度と環境要因（含水比・温度）の関数式から、降雨応答性を考慮に入れた年間落葉分解呼吸量を算出し、その値 (0.69 tC ha⁻¹ yr⁻¹) が年間土壌呼吸量に対する寄与は8.6%であることを示し、これらの結果から、落葉分解呼吸速度は土壌呼吸速度の時間変動における短期的な変動要因として重要であることを明らかにした。

森林炭素収支研究における分解呼吸においては、単純な気候因子（降水量や気温）との関係で評価される場合が多いが、それを構成する個々の基質の存在位置や形状によって、それぞれに固有の温度や水分環境場を形成している。その結果としての分解呼吸特性の多様性は、森林土壌圏における炭素蓄積・放出機構と環境要因との複雑な関係を生み出している。

Evaluation of camera trap surveys for estimation of sika deer herd composition
(ニホンジカの群れ構成推定における自動撮影カメラの評価)

池田敬 (北大)

はじめに

有蹄類の個体群動態は一般的に性比（100メスあたりのオス数）や齢比（100メスあたりの子ジカ数）として表され、これらの情報は保全計画や管理プログラムの立案に利用されている。従来、直接観察による群れ構成カウントが性比や齢比、子ジカの新規加入率を算出するために一般的に利用されてきた。しかし、直接観察は熟練の観察者に依存し、有蹄類の日周活動や生息地利用による影響を受ける。

これらの問題点を解決するために、自動撮影カメラは様々な野生動物のハビタットで利用されてきた。この手法は環境攪乱が少ない点や長期間の研究では費用対効果が高い点、夜行性や昼行性の種を同様に発見できる点、予測できない動物の行動に対応できる点などの長所がある。

本研究は北海道洞爺湖中島（以下、中島）においてニホンジカ（以下、シカ）の群れ構成を推定するために自動撮影カメラによる調査を行った。本調査地は1997年以降、直接観察による群れ構成カウントがシカの個体群動態をモニタリングしてきた。性比と齢比は発情期（10-11月）にバイアスが少ない点や、春における齢比は子ジカの新規加入率を推定するために利用できる点が先行研究により明らかにされてきた。先行研究のパタンに基づいて、本研究は自動撮影カメラを用いてシカの群れ構成を評価した。

方法

自動撮影カメラは中島内に12台設置し、調査期間は2010年8月から2011年11月まで実施した。しかし、シカが越冬地に移動してしまうため、2010年12月から2011年4月は調査を実施しなかった。カメラは5分間の休止時間を設定し、一回の検知で3枚の静止画を撮影した。同一の標識個体が50分間カメラの前で休息していたため、本研究は重複カウントを考慮し1時間以内の全ての写真は解析から除外した。撮影されたシカは4つのクラス（メス、オス、子ジカ、不明）に分類した。その後、本研究は毎月の各クラスにおけるシカの数と性比、齢比を計算した。

結果と考察

本研究は4,032カメラトラップ日のサンプリング期間で4,809頭のシカを撮影した。各月のメスの平均撮影頭数はオスよりも多く、8-9月が最も高い一山型の明確な季節パタンを示した。一方で、オスの平均撮影頭数は明確な季節パタンを示さなかったが、両年ともに11月にかけてメスの平均撮影頭数と同等にまで増加した。子ジカは出産期である6月にはほとんど撮影されなかったが、平均撮影頭数は時間の経過とともに増加した。

性比は5月から10月まで低く、11月に増加する明確な季節パタンを示した。また、性比はオスの撮影頭数と有意な正の相関関係が見られた一方で、メスの撮影頭数とは相関関係が見られなかった。これらの結果は先行研究の結果と同様であり、オスの観察率が增加する発情期は信頼性の高い性比を得るために適した時期であることが示唆される。8-9月から10-11月におけるメスの撮影頭数の減少は先行研究とも同様であり、発情しているオスの行動がメスの分布に影響を与えたと考えられる。

齢比は9-11月にかけて最も高く、その後6月まで減少する明確な季節パタンを示した。齢比の季節パタンもまた先行研究と同様であった。11月の齢比と比べると減少した5月の齢比は、子ジカの越冬生存率によるものだと考えられる。

自動撮影カメラは調査期間を通じて、全ての気象条件で利用でき、多くのサンプルサイズを得ることができた。また、自動撮影カメラは長期間継続的に利用され、性比や齢比において妥当な季節パタンを収集することができた。

Spatial tradeoffs between residents' preferences for brown bear conservation
and the mitigation of human-bear conflicts

(ヒグマの保全と軋轢緩和に関する地域住民の空間的なトレードオフ認識)

久保雄広 (国立環境研究所)

はじめに

野生動物と人間社会との軋轢が世界各地で深刻化している。これらの軋轢は自然保護区の設定をはじめとする保全活動に対して、地域住民の態度を悪化させることが知られている。一方、野生動物に関する観光などから得られる便益は野生動物の存在に対する地域住民の許容度を高め、保全に対する意欲を向上させることが知られている。つまり、地域住民にとって野生動物の保全は一種のトレードオフ問題となっている可能性がある。そこで本研究では、離散選択型実験を用いて、知床半島におけるヒグマ生息に対して地域住民がどこでヒグマ生息を望んでいてどこで望んでいないのか、ヒグマ生息に関する空間的なトレードオフ認識を明らかにした。

方法

アンケート調査は知床半島（斜里町・羅臼町）の住民を対象に実施した。選択型実験の属性は知床半島の6地域、水準は各地域におけるヒグマ生息の有無である。回答者には内容の異なる4つのシナリオを提示し、その中から望ましい(もしくは望ましくない)シナリオを選択してもらった。分析には条件付ロジットモデルおよび居住地に関する交差項を含めたモデルを適用した。

結果・考察

地域住民は居住地にヒグマが生息することは望んでいないものの、知床半島全体としてヒグマがいなくなるよりも、ヒグマが生息していること、つまりは共存を望んでいることが明らかになった。またヒグマ生息地と居住地との距離が地域住民の認識に影響を与えていることも明らかになった。つまり、地域住民は自分たちの居住地から遠い地域では相対的にヒグマを受け入れている一方、居住地周辺ではヒグマがいなくても望んでいた。これらの地域住民の認識は一般に迷惑施設の建設などの場面でよく見られるNIMBY (Not In My Backyard) 認識と類似したものであった。しかし、さらに詳しく分析すると、ヒグマに対する認識は前述の距離だけではなく、従事している産業にも影響を受けていた。つまり、農業や漁業を生業とする地域の住民はヒグマ生息に対して強く否定的であった一方、観光業を生業とする地域の住民は、居住地であってもヒグマを許容する傾向にあった。これらの結果は、住民認識に基づくゾーニング管理および観光業による便益や保全インセンティブの創出が今後のヒグマとの共存に向けて重要な役割を果たしうることを示した。

REDD+ initiatives for safeguarding biodiversity and ecosystem services:
harmonizing sets of standards for national application
(REDD プラス・イニシアティブにみる生物多様性及び生態系サービスのセーフガード指
針の比較分析：
プロジェクトから国レベルまでの複数スタンダード・ツールの調和を目指して)

江原誠（九州大学）

はじめに

REDD プラスの議論が本格化するに伴い、REDD プラス実施による環境面への影響に関心が高まっている。本論では、REDD プラスのセーフガード指針として世界的に利用されている3つのスタンダード（基準）と1つのツールを対象とし、それぞれの生物多様性と生態系サービスの取扱いについて比較分析した。

方法

分析対象は、国際連合のREDDプログラムが用いる社会・環境原則と基準（SEPC）、国際NGO等が用いるREDDプラス社会・環境スタンダード（REDDプラスSES）および気候・地域社会・生物多様性プロジェクト設計スタンダード（CCBS）そして、世界銀行が用いる戦略的環境・社会アセスメント（SESA）とした。各団体がこれらスタンダードやツールを用いて支援を提供することにより期待する成果やそれを達成するための工程を比較するために、因果関係ダイアグラムを用いた。

結果

これらのスタンダード・ツール間では、REDD プラスがもたらす正の影響を期待する空間的範囲の違い、優先されるべきREDDプラス活動の違い、生物多様性と生態系サービスのモニタリングの厳密さの違いといった生物多様性と生態系サービス確保への取組にて期待されている成果とそれらを達成するための手段が異なっていた。一方、これらのどのスタンダード・ツールにおいても、生物多様性と生態系サービスのための優先エリアの特定やREDDプラスの活動の負の影響のモニタリングとその緩和対策が求められていた。こうした様々な期待に現実的に対応し、プロジェクトレベルから国レベルへと取組のスケールアップを促進するための一助として、各スタンダード・ツールの特性を活かしながら、これらを組み合わせて利用する複数のオプションを提案した。

キーワード

生物多様性、生態系サービス、REDD プラス、セーフガード・スタンダード、戦略的環境・社会アセスメント

Plasticity in resource use by the leafminer moth *Phyllocnistis* sp. in response to variations in host plant resources over space and time(寄主植物資源の時空間変動に対する潜葉虫 *Phyllocnistis* sp. の可塑的資源利用)

Yoshiko Ayabe, Tetsuaki Minoura, Naoki Hiji

Journal of Forest Research 20 (1): 213-221, 2015

授賞理由

植食性昆虫と寄主植物の相互作用は森林昆虫学においてもっとも注目されている研究分野のひとつであり、生態学一般への展望も開かれている。温帯に生息する多化性の植食性昆虫は、量と質に時空間変動を示す食物資源を、春から秋にかけて季節を通して利用しなければならない。本論文は、2年間にわたる緻密なデータ採取によって、常緑樹であるネズミモチの葉を利用する潜葉性のハマグリガについて、可塑的な資源利用の時空間パターンを明らかにしたものである。

樹木を寄主とする潜葉性昆虫を含む食葉性昆虫が、硬さ、栄養価、防御物質の変異を基に、樹木内や樹木間で葉を選択的に利用することについては多くの知見があるが、本論文では、昆虫のラマスシュート葉の利用、および葉の表面と裏面のそれぞれの利用に着目している点で独創性が高い。2年間の緻密な調査により、年次に関わりない一貫したパターンとして、(1)季節の進行にともなう資源の量と質の変化、(2)昆虫の当年葉シュートからラマスシュート葉への資源利用の移行、(3)乏しい資源であるラマスシュート葉では、裏面のみでなく好適性が低い表面も利用されること、が明確に示されており、本論文で示されたハマグリガの資源利用パターンは精度、確度ともに高いものといえる。今後、重要な事例として国際的にも高い評価を受けることが期待される。

要旨

多化性で固着性の生活史をもつ植食性昆虫の一種であるホソガ科コハマグリガ亜科の一種 *Phyllocnistis* sp. が、寄主植物ネズミモチの葉資源量の時空間的変動に対してどのように適応しているか明らかにした。ネズミモチは常緑性であるため、三タイプの資源をコハマグリガに提供する；春に展開する当年シュート葉、夏以降展開するラマスシュート葉、当年以前に展開し樹上に残っている古シュート葉。我々は、これらの資源量の季節変化とコハマグリガ密度の季節変化を、樹木個体、シュート、葉の3つの空間スケールにおいて調査した。その結果、コハマグリガは、発生初期には当年シュート葉を利用していたが、ラマスシュートが展開するようになると、ラマスシュート葉に利用を移し、古シュート葉を全く利用しなかった。ラマスシュート葉の資源量はコハマグリガ発生数に対して相対的に少なく、コハマグリガのシュート当たり密度と葉当たり密度が増加した。コハマグリガは、当年シュート葉を利用する場合、葉の裏側組織を選好して利用するのに対し、資源量の少ないラマスシュート葉を利用するようになると、葉裏に加え葉表組織も利用するようになった。このように、葉内という微小空間スケールでの資源利用を拡大することによって、コハマグリガは、少ないラマスシュートの資源利用を補償し、利用していた。

福島県内のモウソウチク林における放射性セシウムの分布

梅村 光俊・金指 努・杉浦 佑樹・竹中 千里

日本森林学会誌97巻1号, 44-50, 2015

授賞理由

本論文は、2011年の東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う放射性セシウムによる汚染の実態を、竹林を対象に調査した結果を報告したものである。放射能汚染の実態調査は多くの樹種や森林で行われているが、竹やササを対象にした研究例はいまだに限られており、本研究は貴重な情報を提供している。調査方法はよく検討されており、結果について十分な根拠が得られている。竹林における初期沈着セシウムの地下茎を通じた拡散やその後の経根吸収に関する考察は妥当であり、今後検証すべき課題を明示している点で、事故後3年間の成果として十分な内容であるといえる。また、本研究のテーマは特用林産業としてのタケノコ生産者が高い関心を持つものであり、研究成果の社会への波及効果も十分に期待される。以上のことから、論文賞候補として本論文を推薦する。

要旨

東京電力福島第一原子力発電所事故で放出された放射性セシウム ^{137}Cs の福島県内のモウソウチク林における分布を明らかにするため、2012年5、6月に、事故前後に発筍したタケの稈、枝、葉、地下茎、タケノコを採取した。また2014年4月に経根吸収の実態を把握するため、深度別土壌と地下茎、および土壌表層と下層に伸びる地下茎根を採取した。2010年以前発筍稈の節部には放射性物質が高濃度で強固に付着しており、2012年時点で、降雨で洗脱されずに地上部に残留していることが明らかとなった。また、事故前後に発筍した稈の各器官中の ^{137}Cs 濃度は同程度であった。このことから、 ^{137}Cs は地下茎を介した転流等によって拡散し、2011年発筍稈に含まれる ^{137}Cs の起源として、フォールアウトの影響を受けた成竹からの転流と事故直後の可給態 ^{137}Cs の経根吸収の関与が示唆された。一方、地下部において ^{137}Cs 濃度が地下茎の深さや根の方向に関係していないことから、現時点では ^{137}Cs の経根吸収は少ないことが推測され、事故直後に吸収された ^{137}Cs が地下茎を通して竹林全体に拡散していることが考えられた。竹林利用の早期復興と竹林の空間線量低下のためには、比較的高濃度に ^{137}Cs を集積しているタケノコを除去して、個体内に含まれている ^{137}Cs を減らしていくとともに、放射性物質が未だに付着している可能性のある古い成竹を間引きし、表層のリター層を除去していくことが効果的であると考えられる。

研究発表題目(28日)
(部門別口頭発表・ポスター発表)

S1-1 皆伐施業における欧州製自走式搬器ウッドライナーの集材効率

野末尚希¹・渡井 純¹・袴田哲司¹・近藤 晃¹・中澤昌彦²・佐々木達也²・小野和浩³

¹ 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター・² 森林総合研究所林業工学研究領域・³ 林野庁 関東森林管理局天竜森林管理署

近年、充実した森林資源の循環利用を図るため、皆伐施業地が全国的に増加し、効率的な皆伐作業システムの構築が求められている。架線系作業システムは、皆伐において有効な作業システムの一つと考えられるが、この普及には索張りや運転技術の習得が課題となっている。こうした中、索張りや運転技術の簡易な、欧州製自走式搬器ウッドライナーが注目されているが、皆伐施業地において生産性等を調査した事例は少ない。そこで本研究では、静岡県内皆伐施業地において、ウッドライナーの基礎的な生産性の把握及び、適切な横取り距離の検討を行った。この結果、集材工程の労働生産性は、全木集材の場合 2.45 m³/人・時、全幹集材の場合 1.67 m³/人・時となった。また、主索直下や凹凸の少ない滑らかな斜面では横取り距離 30 m 程度でも大きな問題なく作業を行うことができ、高い生産性が期待できるが、主索と集材木の間谷に滑り込むような複雑な地形では、材が横取り中に谷に滑り込む等のトラブルが多く発生し、こうした条件下では作業効率が大きく低下する可能性が示唆された。

S1-3 根鉢サイズの異なるヒノキ・コンテナ苗の育苗と林地適応

渡邊仁志・茂木靖和

岐阜県森林研究所

コンテナ苗の植栽効率は概して高いが、植え穴が掘りにくい林地条件（たとえば急傾斜地、表層土が薄い）ではそれが低下する事例も報告されている。本研究ではこのような立地でも効率的に植栽できるコンテナ苗の根鉢形状を検討するため、根鉢高さの異なるヒノキ・コンテナ苗の育苗経過、植栽工期、植栽当年の成長と活着率を調査した。

根鉢高さが 15 cm（容量約 300 cc、JFA-300 と同等）、10 cm（同 200 cc）、5 cm（同 100 cc）になるよう調整したマスターコンテナを用いて、根鉢高さが異なる苗を育苗した。育苗終了時の樹高は根鉢高さにより大きくは異ならなかった。岐阜県中津川市の造林地（斜面傾斜 13 度）における植栽効率は、5 cm 根鉢苗 > 10 cm 根鉢苗 > 15 cm 根鉢苗の順に高かった。5 cm 根鉢苗はその他の苗に比べ、植え穴掘りに要した時間が短かった。5 cm 根鉢苗の活着率は他の苗と同等であったが、植栽当年の成長量（樹高、根元直径）は小さかった。つまり、ヒノキにおいては、初期成長が多少低下することを許容できるならば、根鉢の低いコンテナ苗により、条件不利地でも植栽効率の改善が図れる可能性が示唆された。

S1-2 界面活性剤を添加した水選によるヒノキ種子の発芽率の向上

陶山大志

島根県中山間地域研究センター

コンテナ苗の効率的な生産には種子発芽率の向上が必要である。0~5% の界面活性剤希釈液を用い比重選を行った結果、沈下種子に占める充実種子の割合は 90~99% と高く、沈下種子の発芽率は 86~93% (2.5 と 5% を除く) に達した。一方、充実種子のうち沈下種子の割合（回収率）は濃度によって大きな差があり、0% と 5% では顕著に低く、0.1~2.5% の濃度で 59~64% と高かった。回収率が高かった 0.1% 濃度において 3 分~48 時間浸漬したところ、浸漬時間が長くなるにつれ回収率が高くなったが、12 時間を経過すると未熟種子の沈下率も増加し、沈下種子の発芽率が低下した。この結果から、0.1% 濃度で 3~6 時間浸漬すると高い発芽率を維持し、かつ高い回収率を確保できることが分かった。精選前の発芽率が 2~62% の 8 系統の種子について 0.1% 濃度で 3 時間浸漬した結果、発芽率は 28~93% に向上した。精選前の発芽率が 30% 以上の種子では精選後の発芽率は概ね 9 割に達した。また、沈下した充実種子は浮上した充実種子よりも発芽率が顕著に高かく、同じ充実種子でも比重が大きいと発芽率が高いことが分かった。この結果、沈下種子の発芽率は充実種子の発芽率よりも高くなった。

S1-4 コンテナ苗の皆伐地保管は可能か？—高知県におけるスギ・ヒノキの事例—

藤本浩平・渡辺直史・山崎 真・山崎敏彦

高知県立森林技術センター

再造林を低コスト化する手段の一つとして伐採・造林一貫作業システムとコンテナ苗の活用が期待されている。架線系一貫作業システムでは、伐出用架線を用いた苗の運搬後に架線撤去やシカ柵設置などを行うため、植栽まで苗の現地保管が必要である。本研究では、コンテナ苗の皆伐地保管と活着について検討を行った。

スギおよびヒノキ実生コンテナ苗（JFA300・苗齢 2.5 年生）を使用し、運搬当日および 7 日・14 日・28 日保管後に植栽を行った。現地保管は、メッシュ袋に入れた苗を、周辺の枝条で全体を被覆して直射日光と乾燥を防いで行った。スギは 2014 年 9 月上旬に、ヒノキは 2015 年 7 月下旬に運搬して保管試験および植栽試験を行った。

保管した苗の重量は降水に応じて増減し、重量が 50% 以上減少するものもみられたが枯死したものはなかった。運搬当日に植栽するより現地保管後に植栽した方が活着率が高い傾向がみられた。スギは植栽直後の 10 月から翌年 3 月の半年間で地際直径の成長がみられたが、樹高成長はほとんどみられなかった。3 月から 10 月の半年間では地際直径、樹高とも成長がみられた。植栽直後の形状比は 95~100 だったが、1 年後は 75~80 に低下した。

S1-5 1年生スギ実生コンテナ苗の得苗率と育苗経費

藤井 栄

福島県立農林水産総合技術支援センター

従来の苗木生産はすべて露地で行われているため、播種後の天候不順により発芽しないなどの問題が発生し、深刻な苗木不足が発生することは少なくなかった。西日本の苗木生産者を中心にアンケートを取った結果、実生コンテナ苗を生産するほとんどの苗木生産者は畑で1年育苗したのち、毛苗をコンテナに植え替えているという方法であり、安定した苗木生産とは言えない。また、酷暑時の草取りや土壌殺菌といった畑の管理は苗木生産への新規参入の大きな妨げとなっている。既存の生産者にとって、毛苗の受け替えによるコンテナ苗の生産は、従来の普通苗と作業時期が重複し、既存の作業に遅れが発生するといった問題が発生していた。

本研究ではハウスを活用した1年での実生コンテナ苗生産を実証し、2015年9月時点で樹高35cmを越えた苗木は2014年8月播種で90%、2014年10月播種で60%となった。平均樹高35cmを越えたコンテナ苗について、出荷率を調べた結果、79%と高い出荷率を示した。この1年生実生スギコンテナ苗と2年生実生スギコンテナ苗、普通苗との植栽後の比較についても報告する。

S1-6 大規模生産によりコンテナ苗価格は下がるのか？

鹿又秀聡・都築伸行

森林総合研究所林業経営・政策研究領域

各地でコンテナ苗を活用した低コスト再造林に関する取り組みが実施されている。これらの取り組みの結果を見ると、苗木の活着や植栽作業の生産性が従来の裸苗と比較して良好であるという利点もあるが、コンテナ苗の価格に問題があり、必ずしも低コスト化には繋がっていないというケースが多い。筆者らが全国で実施した聞き取り調査でも、コンテナ苗は裸苗に比べて1本当たり40~100円程度高いことを確認をしている。コンテナ苗価格を下げるためには、海外事例のように機械化による大量生産が有効と言われている。そこで、スギコンテナ苗について、生産規模や機械化による生産コストや必要労働力について、シミュレーションを行った。その結果、1) 150CCコンテナであれば、原価を40円程度まで下げられること、2) 機械化により労働力が大幅に削減できること、3) 150ccコンテナに比べ300CCコンテナは原価で15~20円/本高くなること、が明らかとなった。なお、本研究は(国開)農研機構生研センターの「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業(うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立)」の予算による成果である。

S1-7 積雪地域のスギコンテナ苗植栽地における下刈りの省略方法

長岐昭彦¹・新田響平¹・金子智紀¹・成田義人¹・和田 覚¹・佐藤博文¹・野口麻穂子²・八木貴信²・玉 城聡³・織部雄一朗³

¹ 秋田県林業研究研修センター・² 森林総合研究所東北支所・³ 森林総合研究所林木育種センター東北育種場

【はじめに】造林の初期コストを削減する1つの方法として、下刈りの省略化が求められている。しかし、下刈りを省くと被圧による生育不良や、雪害などの諸被害が懸念される。そこで、下刈り回数の違いが樹高成長へ及ぼす影響や成長阻害要因を調べ、その省略方法を検討した。

【方法】秋田・岩手県の3カ所に、スギコンテナ苗を植栽し下刈りの有無区を設けた。また、大苗(60cm)植栽の1林分を含む下刈り回数削減の3林分を試験地に選定した。各試験区において、植栽木の成長や阻害要因の発生状況、競合植物の繁茂状況などを調査した。

【結果】コンテナ苗の植栽後、2年間の無下刈り区では、繁茂した競合植物の下敷きとなる雪害や、翌夏初めての下刈り時に誤伐が増え、2年目は下刈りが必要と判断された。また、7年生の大苗植栽区では、植栽後の下刈り回数は1回であったが被圧の影響は少なく、良好な生育を示した。さらに、植栽後4年目と6年目以降の下刈りを省略した7年生林分では、植生による被圧の影響が極めて少なかった。これらのことから、下刈りは、2-3年生、5年生の実施が望ましく、また、大苗を植栽した場合、1回の下刈りで済む可能性も考えられた。

S1-8 コンテナ苗と一貫作業システムにおける下刈り省略の可能性

重永英年・山川博美・野宮治人

森林総合研究所九州支所

近年、人工林の主伐・再造林には、コスト削減や生産性向上を目的として、伐採や搬出に利用した林業機械で地拵えやコンテナ苗の運搬を行い、直ぐに植栽を行う一貫作業システムが導入されつつある。本システムでは、伐採終了後から植栽までに林地が数年間放置されるというようなことはなく、また、裸苗の植え付け適期である翌春まで植栽を待つことがない。このような状況の変化が、新植地における造林木と雑草木の競合、そして下刈りにどのように関与するのかを考察した。皆伐跡地に発生したアカメガシワ実生では、樹高が高い個体ほど地上部の刈り取りに対する枯死率は低く、刈り取り後に再生した萌芽の成長も大きかった。このような特徴を組み込んだスギと雑草木の成長モデルからは、皆伐から植栽までの放置年数が長くなると雑草木の再生力が増して植栽後にスギが受ける被圧が強くなること、連年の下刈りを隔年とした場合に生じるスギの成長低下は放置年数が長いと大きくなることが予想された。春季の植栽を前年に早めることで期待される樹高成長の増加も併せて、伐って直ぐ植えることは、下刈り回数を削減する保育を行う際に必要な条件であると考えられた。

S1-9 北海道における低コスト再造林手法の開発

原山尚徳¹・上村 章¹・来田和人²・山田 健³・宇都木玄³・佐々木尚三¹

¹ 森林総合研究所北海道支所・² 北海道北海道立総合研究機構林業試験場・³ 森林総合研究所

北海道の人工林の65%を占める傾斜20°以下の緩中傾斜地における低コスト・省力化再造林手法について検討するため、緩中傾斜地で最も効率の高いハーベスタ・フォワードシステムで伐採作業を行った林地での、地拵え、植栽、下刈りに関する再造林経費および作業効率について試算した。苗木価格が安く、成長の早さから下刈り年数が短いカラマツを対象樹種とした。地拵えの完全機械化を目指して導入した海外製の林業用クラッシャは、従来用いられているバケットによる地拵えと比べて、コストや作業効率はほぼ同等だったものの、人力補正刈りを必要とせずオペレータ単独での地拵え作業が可能であり、林地残材による植栽出来ない箇所がないなどの利点を有した。さらにクラッシャ地拵えによって発生する末木枝条の破砕物には下草抑制効果があり、下刈りコスト軽減にも繋がることから予想された。植栽では、カラマツの大苗や成長の早い育苗種を低密度で植栽することにより、下刈りを含めたコストを最大41%まで低下させることが可能であると試算された。一方、カラマツコンテナ苗は、裸苗よりも旺盛な成長を示したものの、苗木価格の高さから13%のコスト削減に留まった。

S01-11 車両系作業システムによる皆伐・再造林の生産性評価

大矢信次郎¹・斎藤仁志²・大塚 大²・城田徹央²

¹ 長野県林業総合センター・² 信州大学農学部

日本各地の素材生産現場では、高性能林業機械の導入や高密度路網の整備により、間伐を中心に伐出作業の効率化が進み、生産性が向上してきている。一方で、皆伐・再造林作業においてもコスト削減技術の開発とその実証が求められている。そこで本研究では、再造林コストの低減を図るため、皆伐から植栽までの各作業工程における生産性調査、コンテナ苗の特性評価等を通じて、低コスト更新作業システム及びコンテナ苗等の高度利用技術の開発を行った。緩傾斜地における車両系作業システムによる伐採・造林一貫作業の生産性を把握するために、高密度路網が整備された浅間山国有林、霊仙寺山国有林及び南牧県有林のカラマツ林において、一連の作業工程を調査した。各皆伐作業地における伐出作業のシステム全体の労働生産性は概ね20m³/人日前後となり、木寄せ距離、単木材積等により変動した。造林作業への伐出用機械の活用を検討した結果、緩傾斜地ではグラップルローダによる地拵え作業が可能であり、人力作業に比べて労働生産性の向上及びコストの低減が図られた。また、苗木運搬をフォワードで行うことにより、植栽作業の効率化と労働強度の軽減が期待された。

S01-10 造林～下刈り作業の省力化

渡辺直史・山崎 真・山崎敏彦・藤本浩平

高知県立森林技術センター

再造林コストの7割以上を占める造林、下刈りの省力化のため、下記の調査を行った。

急傾斜地における「一貫作業システム」導入を目的に、架線による苗木の運搬効率を調査した。運搬には荷おろし場所の自由度が高いH型架線を採用し、作業性や運搬時のコンテナ苗(JFA300)根鉢の変形回避等を考慮してスチール製の籠を使用した。土場からの水平距離299m、標高差120mの上げ荷運搬に要した時間は、架線では人力の14%であった。

夏に植栽しても高い活着率を保つことがコンテナ苗の利点の一つであるが、夏植栽は春植栽よりも植栽効率が低下することが予想されるため、作業員二人(A、B)で苗木の植栽を夏と春に行い作業時間を比較した。作業員Aは夏と春で植え付け時間は変わらなかったが、作業員Bは夏が春より40%多く時間を要した。A、Bの体力差が影響した可能性がある。

下刈り省略を目的に“毎年下刈り”“隔年下刈り”“無下刈り”の試験区を設定し成長量調査を行った。皆伐翌春に植栽した場合は各試験区間で成長量に差はみられなかったが、皆伐後3年経過して植栽した場合は、下刈りを省略することで競合植生による被圧を受ける個体が多くなり、成長量は低下した。

S2-1 大学演習林における森林教育・社会連携活動の現状と課題

石橋整司¹・當山啓介²・齋藤暖生³

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林企画部・² 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・³ 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

環境教育の必要性が強調されるようになって以来、森林に環境教育の対象としての役割を求める傾向が強くなっている。大学演習林でも本来の「大学教育における教育研究の場」という任務に加えて、初等・中等教育や社会人教育、生涯教育のための環境教育・社会連携に関する要請に応えることが求められている。一方、国立大学法人化後も人員や予算の削減が着実に進む国立大学の演習林にとって、こうした活動は安全管理や業務の多様化などの負担増加につながりかねない。そこで、大学演習林における森林(環境)教育活動や社会連携活動への取り組みの実態を明らかにし、課題と解決策について検討した。

検討の結果、演習林を持つ大学では演習林を活用したさまざまな環境教育活動や社会連携活動を行っているが、やはり負担増に頭を悩ます大学もあり自らの業務における「教育・研究・社会連携のエフォートバランスの見直し」が必要と考えられた。また、企業や自治体と共同で活動を実施している例や業務の中心を社会連携活動に移す試みを行っている例などもみられ、負担増をさまざまな工夫で軽減し、演習林の社会貢献に積極的に取り組んでいこうとする姿勢が見て取れた。

S2-2 地域との協同拠点としての演習林：鹿児島大学演習林における林業技術者養成・森林環境教育の実践から

奥山洋一郎¹・岡 勝²・井倉洋二²・芦原誠一²・牧野耕輔²

¹ 鹿児島大学農学部・² 鹿児島大学農学部附属演習林

鹿児島大学農学部附属演習林は、教育関係共同利用拠点として全国に開かれた教育利用を推進しているが、従前から取り組んできた地域との協同拠点としての活動を基盤としている点に取り組みの独自性がある。具体的には、森林環境教育の各種取り組みと林業技術者養成プログラムの2種類の活動である。森林環境教育については、小学生を対象にしたキャンプを演習林内で実施しているが、これは単なる社会貢献活動では無く、参加する学生にとっては教育学部と農学部で単位となる授業でもある。また、林業技術者養成プログラムは「履修証明書」を発行する社会対象の特別課程だが、演習林をフィールドにして延べ150人近くの受講生が学んできた。このプログラムも一部を公開森林実習と共通で実施することで、現場の社会人と林業について学ぶ機会を全国の学生に提供している。鹿児島県においては演習林は最大級の民有林所有者でもあり、森林・林業に関わる地域協同の拠点として大きな可能性を持つが、その成果を大学の教育・研究と連携させることが重要である。本報告では、これらの取り組みの経過と実施に当たった課題、今後の展望について議論する。

S2-4 東京農工大学 FM 唐沢山における自治体・学生・演習林の協同による森林教育の取り組み

渡辺直明

東京農工大学農学部

森林教育を担い手から見ると、個人ベースでは森林インストラクターや樹木医などの活動があるが、内容を充実、安定させることは難しく、個人の力量に負う形となっている。義務教育課程では課題としてはあげられるものの各教員には荷が重いのが現状であろう。そのため、現状では大学演習林や国や県の関連部署などに期待される役割は大きい。東京農工大学は栃木県佐野市と地域連携協定を結び、その事業の一環として、農学部 FS センターが主体となり、2009 年から市民を対象に森林教育を実施してきた。佐野市環境政策課が募集を担当し、学生ボランティア団体「森の派出所」と本学科学博物館のサークルであるツルカゴの会 OB 会と FS センターが森林教育プログラムの内容を企画、運営する形で協同してきた。この活動には栃木県の環境税由来の「森づくり支援事業」の支援を受けている。アンケートでの評価は高いが、参加者数の変動が著しく、内容よりも広報の難しさや実施日の設定に問題があることが明らかになってきた。担い手側である学生への教育効果や課題についても検討した。

S2-3 新潟大学佐渡演習林における他大学実習 ―文科省共同利用拠点としての5年間―

崎尾 均・本間航介・阿部晴恵・菅 尚子

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

佐渡島に位置する新潟大学農学部附属佐渡演習林は、1955 年に新潟県からの県有林譲渡により発足し、本年度 60 周年を迎えた。佐渡演習林は、当初は天然ヒノキアスナロ・スギの大径材を伐採し、スギの造林を行いながら、農学部の学生実習施設として利用されてきたが、天然林の資源保護が唱えられるにつれて、伐採量は減少し、現在では木材生産を行っていない。平成 24 年に文部科学省の教育関係共同利用拠点に認定されて以来、設備の充実を図った。毎年、全国から 10 大学以上の学生が訪れ実習を行っている。佐渡には森林、河川、草地、湖沼、海などの生態系がコンパクトに配置されているとともに、佐渡金銀山、薪能、鬼太鼓など歴史文化的な遺産や祭りも多く、豊かな食文化もあるため、多様性を学ぶ優れたフィールドとなっている。共同利用では、これらの多様な自然や文化を組み合わせ、理学部附属臨海実験所との合同実習も行っている。また、一般の市民に大学演習林を含めた自然を楽しんでもらうエコツアーも数年前から実施されている。ただ、今後も利用が増加することが見込まれるために、スタッフの充実が大きな課題となっている。

S2-5 高知大学演習林の取り組み：トレイルランニングレースと技術職員らによる森林教育の実践

長井宏賢・鈴木保志・松本美香

高知大学農学部

高知大学演習林は 127 ha と非常に小規模なため「木材生産収益にこだわらず、学内外の多様な人々の要望に応えられる、多様な森づくりを行う」を基本方針とし、教育・社会貢献に重点を置いて運営している。技術職員による社会貢献活動は、学部実習期間外の 7-8 月と 11-2 月を中心に、小中学生対象の森林環境教育など年間約 20 件（2015 年は 17 件、うち小中学校対象は 13 件 77%）にのぼり、教育・社会貢献活動が途切れることはない。森林環境教育では依頼先校の想いや諸条件を考慮して、学内実習を経験した学生とともに演習林での多様な日常業務での知識を活かした個別メニューを企画し提供している。また、小規模なために管理が行き届いている路網やキャンパスから近い演習林の立地を活かし、トレイルランニングレース（以下、演習林トレラン）も開催している。2015 年に第 8 回を迎えた演習林トレランは、現在では 276 人の走者を迎えるイベントへと成長し、学生への企画運営能力の向上機会の提供という面でも機能している。この演習林トレランで蓄積したノウハウは、県内でのトレイルランニングイベントの普及にも繋がっている。

S2-6 大学の森で行われる商業活動としてのガイドツアーを考える —京都大学芦生研究林の事例—

坂野上なお

京都大学フィールド科学教育研究センター

京都大学芦生研究林（京都府南丹市美山町）は、大学演習林でありながらハイキングや登山を目的とする一般市民の入林が推定で年間約1万人以上あり、うち3千人程度は、地元団体が実施するガイドツアーの利用者である。ガイドツアーは、上限20名程度の団体客を1名ないし2名のガイドが案内するもので、地元3団体と芦生研究林との間で覚書を交わし、各種の条件を定めたいうで許可している。このほか地元NPO法人等が企画する野外教育プログラムの一環としての研究林内での活動も許可しており、芦生研究林内ではさまざまな団体による野外教育プログラムが、「商業活動」として実施されている（一部は非営利団体の活動）。芦生研究林を含む南丹市美山町一帯は、2015年度内に国定公園の指定を受ける見込みであり、ハイカーらの利用増大が予想される。研究林では、ガイドツアーのプログラムに、研究林の学術的な価値や研究成果を組み入れることによりツアーの価値をより高め、地元経済への貢献とともに、大学の研究成果の発信に活用するなどの新たな取り組みを模索し、地元団体との協議を行っているところであり、こうした現状と課題を報告する。

S2-8 地域の森を活かす地域住民との協働による森林教育・社会貢献活動の試み —地域と創る「癒しの森プロジェクト」—

藤原章雄¹・齋藤暖生¹・浅野友子^{2,1}

¹ 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・² 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

東京大学富士癒しの森研究所は山中湖村にあり、周辺は有数のリゾート地で別荘が多く存在し村の主な産業は観光業である。豊かな自然環境を求めて移り住む住民も多い。近年薪ストーブを導入するなど森林と関わりをもつライフスタイルを志向する住民が存在するが、そのような移住住民が地域の森林およびその所有者と関わりをもつチャンスは実際には少なく望むような薪の調達や森林との関わりをもつことは困難である。その一方で村のおよそ6割の面積が森林であるが、その大半が過去に造林はしたものの手入れはされておらず森林所有者の森林管理への関心は薄く地域の森林の活用は停滞している。そこで当研究所では、薪利用、フットパス、未利用木材の地域での活用などにより、地域の森林を積極的に活用し、そのことによって、さらに手入れの行き届いた身近で保健休養機能を高く発揮する森林を地域で維持してけるような社会システムの構築を目指して、地域住民と協働による「癒しの森プロジェクト」を進めている。地域の森林と地域住民の関係性に变革を及ぼすことを目的に掲げた教育研究プロジェクトを演習林として取り組んでおり、その具体的な取り組みの一部を紹介する。

S2-7 大学演習林の森林管理における社会連携の影響—東京大学演習林の実例—

Haruo Sawada¹・五十嵐勇治²・井上 淳³・西山教雄⁴・梁瀬桐子⁵

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林企画部・² 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・³ 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・⁴ 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・⁵ 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

東京大学に7つある地方演習林では、人員や予算が年々減少しているのに森林に対する社会の期待や要請が増えており、通常業務に影響が出てきている。

例えば、社会貢献の場として演習林の管理する森林や施設を使った「一般公開」（千葉）、「影森祭」（秩父）、市町村や地域の要請によるイベント協力（秩父、富士）、各演で実施している「公開講座」などでは事前準備として、プログラムや配布資料の作成、看板設置等や、当日の人員（職員、協力団体等）、林道・歩道の整備、ルート周辺の安全確認などの負担がある。各演ではそれらに対応するために業務を調整する他、管理協力員制度（秩父）や、「しおじの会」（秩父）、「Abies」（千葉）、「シデコブシの会」・「犬山研究林利用者協議会」（生水研）などの団体等との協力関係が必要不可欠となってきている。

一方、地域と社会連携を進めるにあたっては、地域と良好な関係を築いておかなければならず、公道沿い危険木除去、不法投棄対応（生水研）、森林・苗畑・敷地などから周囲に越境する枝の処理（秩父、富士）、各種苦情への対応が必要で、こちらも年々増加している。

今回は、そうした実例を紹介する。

S3-1 2016年問題 —発電所は燃料の未利用木材を安定的に確保できるのか？—

吉岡拓如¹・有賀一広²

¹ 日本大学生物資源科学部・² 宇都宮大学農学部

2012年にスタートした再生可能エネルギーによる電力の固定価格買取制度（FIT）では、未利用バイオマスには高額な買取価格が設定された。計画されているすべての発電所が稼働した場合、およそ500万トンの需要が新規に発生すると見積もられている。しかしそのまま発電所が乱立するようなことがあれば、かつて廃棄物系木質バイオマスで生じたような燃料の奪い合いになってしまうことは想像に難くない。現在建設中の施設でも稼働を控えずに燃料確保の動きが活発になっているが、当初利用が期待されたD材ではなくC材を調達する地域が多く、未利用木材とチップ用原木との間で価格競争が生じている。2016年末までには多くの発電所で運転がスタートするが、未利用木材の供給が間に合わない可能性も十分に懸念され、燃料確保の見通しは予断を許さない状況にある。このシンポジウムでは、国内各地における未利用木材の供給ポテンシャルやコストに関して調査研究を報告するとともに、発電事業における未利用木材の調達の現状や見通し、課題等を提示することにより、森林バイオマス資源の適切な利用について議論を深め、2016年問題を可能な限り俯瞰的に理解することを目標とした。

S3-2 中小規模の木質バイオマス発電事業の課題と可能性

久保山裕史¹・古俣寛隆²・柳田高志¹

¹ 森林総合研究所林業経営・政策研究領域・² 北海道北海道立総合研究機構林産試験場

再生可能エネルギーの固定価格買取制度の改定によって、発電規模が2000kW未満の未利用バイオマス発電電力の買取価格が40円/kWhに引き上げられた。これは、5000kW以上の比較的規模の大きな発電施設が急増しており、燃料集荷の競争が起こることによって発電事業の拡大が頭打ちになる可能性が高まっているのに対して、集荷範囲が小さくて済む中小規模の発電施設の普及拡大を意図したものと考えられる。これに対して、柳田らが開発した木質バイオマス発電事業採算性評価ツールを用いて、発電端出力1999kWの木質バイオマス発電事業の経済性を評価したところ、燃料チップの価格が9000円/t-40%w.b.以下等の有利な条件に設定した場合には十分な経済性を示したが、価格がわずかに上昇しただけで赤字となるなど、経営の安定性に乏しいことが明らかとなった。これに対して、低圧で蒸気を抽気(背圧)し、熱交換により温水利用を行った場合には、経済性が大きく高まることが明らかとなった。

S3-4 木質バイオマス発電の燃料はどのような形でどこから集められているのか？

岩岡正博¹・小野 梓²・松本 武¹

¹ 東京農工大学大学院農学研究院・² 林野庁

木質バイオマスを燃料とするFIT認定施設が全て稼働すると、木材供給が不足する恐れがある。そこで、燃料の供給状況を明らかにすることを目的に、該当する発電施設の所在地、燃料の形態と使用量を調査した。FIT以前から稼働している施設の公開情報はあるが、FIT認定施設は無いため、資源エネルギー庁公表の市町村単位の出力合計を参照してインターネット検索を行った。この結果143件の情報を得て、既存施設の公開情報と合わせて314件を対象とした。これらの施設は関東に多く、定格出力は1.5~3.0MWが最も多かった。燃料が不明な施設を除いた燃料種類別の定格出力合計は、一般廃棄物が最も多く、次いで一般木質、建廃、未利用木質の順であった。これらの施設のうち、未利用木質、一般木質、建廃を使用している109の施設に電話にて調査依頼を行い、67件に調査票を送付して、34件、39発電設備の回答を得た。この結果、多くの施設がチップを購入しており、未利用木質は都道府県内から収集されているのに対し、一般木質と建廃は都道府県外がみられた。また、多くの施設が燃料は十分集まっていると回答したが、実績量を計画量と比較すると、未利用木質と建廃で不足がみられた。

S3-3 森林資源と林業生産の観点からみた安定的燃料供給の条件について

寺岡行雄

鹿児島大学農学部

森林資源と林業生産の観点からみた安定的燃料供給の条件について、森林計画から見た長期的な課題について議論を提供する。まず、資源量の観点からはセンサスデータ等の統計データからは、木材蓄積が50億m³、成長量も1億m³とされ、国内の木材需要を十分にまかなうことが可能である。しかし、その森林資源を市場に供給するためには、木材伐採を可能とする林業労働力、導入機械および作業システムが必要である。生産した木材を用材(製材・合板用とパルプ用材)と燃材への配分の問題もある。また、木質バイオマス燃料の供給に関わる採算性も重要な観点であることから、FIT等による買い取り価格の設定と用材供給への影響、生産対象森林の森林経営計画、補助金に関する検討も必要である。さらに、持続的な木材供給の観点から、再生林を担保するための、森林経営意欲、収益性、労働力の安定性、省力化造林技術の開発も含めて、バイオマス発電用燃料の安定的供給が可能となると考える。

S3-5 ギュッシングと日本型FIT発電—燃料チップ含水率の陥穽

小池浩一郎

島根大学生物資源科学部

S3-6 北海道における発電所向け未利用材の供給ポテンシャルに関する考察

酒井明香¹・古俣寛隆²・八坂通泰³・津田高明³・寺田文字⁴・渡辺一郎³

¹北海道北海道立総合研究機構森林研究本部・²北海道北海道立総合研究機構林産試験場・³北海道北海道立総合研究機構林業試験場・⁴北海道北海道立総合研究機構林業試験場道南支場

2014年11月末現在、FIT制度に基づき北海道内で認可された木質バイオマス発電所は3箇所であり、2016年中の稼働が見込まれている。これら3箇所の計画上の燃料用バイオマス需要量合計は約60万m³と、これまでの北海道内の燃料用バイオマス需要量とほぼ同量で、地域需要は2倍になることが予想される。これに対し筆者らが2010年時点の森林経営計画の伐採量と機械作業システム、林地残材率等から推定した短期的なバイオマス集荷可能量は43万m³(経営計画5年間平均)となる。なおこの試算には発電所の原料購入価格や長期的な資源予測は反映されていない。

本報告では、燃料用バイオマスの経済的・長期的な見通しを立てるために、北海道内で認可済みの木質バイオマス発電所の規模(5,000~50,000kW級)と採算分岐点に基づく原料購入価格(7,000円~10,000円/t)との試算(木質バイオマス発電シミュレーターによる)、および20年先までの森林資源予測をも考慮し、より精度の高い燃料用未利用材の経済的利用可能量について試算する。

S3-8 栃木県における燃料材供給の現状と課題

有賀一広

宇都宮大学農学部

佐野市のセメント工場では、2009年4月から燃料の65%(年間10万トン)を木質バイオマスで賄う発電施設が本格稼働した。この施設では当初RPS制度を利用していたが、現在はFIT制度へ移行している。燃料はリサイクル木材である。那須塩原市の製材所では、乾燥用ボイラーと連動し、余剰蒸気でも発電できるスクリー式蒸気発電機(発電容量265kW)が2013年5月から稼働している。発電機稼働率68%で売電利益約1千万円/年を見込んでいる。燃料は一般木材である。那珂川町の製材所では、2014年10月から発電容量2,400kW(所内電力400kW)の木質バイオマス発電施設が稼働している。燃料の3割は一般木材、7割は未利用木材である。未利用木材は2012年8月に立ち上げられた地域の素材生産業者と4森林組合からなる那珂川バイオマス協議会が主に供給する。現在、栃木県では循環型森林施業への転換を促すため、「森林資源循環利用先導モデル事業」として未利用木材を含めたすべての木材を搬出する全量出材型皆伐と再造林が実施されている。本事業の一部を調査したので、調査結果を報告する。JSPS科研費15H04508

S3-7 木質バイオマス発電の立地による木材流通への影響—岩手県を中心に—

伊藤幸男

岩手大学農学部

本報告の課題は、木質バイオマス発電所の立地により地域の木材流通へどのような影響が表れているのかについて明らかにすることである。岩手県では、新日鐵住金(株)釜石製鐵所(149,000kW、石炭混焼)、(株)ウツティかわい(5,800kW、木質専焼)の2カ所が既に稼働している。これに加え、2016年内に(株)一戸フォレストパワー(6,250kW、木質専焼)、(株)野田バイオパワーJP(14,000kW、PKS混焼)、(株)花巻バイオマスエナジー(6,250kW、木質専焼)が順次稼働予定である。現在のところ既存の木材流通に大きな影響は見られないが、稼働を間近に控えた一戸フォレストパワーはNJ素流協を窓口とした集荷体制を構築し、先行して燃料材を集荷している。他の発電所も同様に集荷窓口組織を決め、系統だった集荷体制を整備している。価格帯からパルプ用材と競合することが予想されており、発電所と集荷圏が重なる三菱製紙八戸工場はパルプ用材の買取単価を上げるなどの対応を先行しておこなっている。現状ではパルプ用材の供給が追いついていない状況であるが、燃料材の価格が上昇しているということもない。

S3-9 富山県における木質バイオマス発電所稼働に伴う低質材生産量の変化

図子光太郎

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

富山県のような多雪地帯では、根元曲がりを有する立木が多いため、素材に占める低質材の割合が非常に高い。また造材工程において、曲がりのある部位が取り除かれ、多くの端材が林内に残置される。低質材の需要創出や林地残材の活用を目的に、本県においても木質バイオマス発電所(発電規模5750kw)の建設が計画され、2015年4月より稼働を開始した。こうした新たな低質材需要に対応するため、県内の素材生産者の多くが採材方法の見直しを行っている。そこで、採材の仕方を変えることによって低質材や残置される端材の発生量がどの程度変化するか調査した。採材方法は従来の採材法に対し、材積優先採材を設けた。材積優先採材は、曲がりや欠点のある部位を除去することなく、定められた採材長で丸太を採る。材積優先採材では従来の採材法に比べ低質材の発生量が20%程度増加した。端材の発生量は従来の採材法に比べ70%程度減少した。また、造材に要する作業時間は従来の採材法に比べ10%程度減少した。これらの調査結果をもとに、低質材の発生量や造材作業時間に関する予測モデルを作成し、この採材法の収益性についてシミュレーションを用いて検討した。

S03-10 高知県における木質バイオマス発電の現状と課題

鈴木保志¹・有賀一広²・吉岡拓如³・當山啓介⁴

¹ 高知大学教育研究部自然科学系農学部・² 宇都宮大学農学部・³ 日本大学生物資源科学部・⁴ 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

高知県では木質バイオマス発電施設が2箇所、県中部(T)と県西部(G)において、2015年から稼働している。いずれも600kW級で年間10万m³程度の木質燃料を必要とする。高知県のこれまでの素材生産量は40万m³程度であったが、これら発電施設に先立ち、やはり年間10万m³程度の原木を必要とする大規模製材工場(O)が県中部において操業を始めている。このため、木材の増産を促すため行政等の支援が先だっで行なわれており、県内材の生産量は50万m³に達するようになった。燃料の供給状況は、大手素材生産業者も多い県中部に立地し県森連が主要株主であるT発電所では、O製材工場への材供給に伴うC、D材の生産増加もあり、楽ではないものの森林施業に伴い発生した未利用材のみで一定量の確保が可能となっている。一方、拡大造林期が県中部より10年ほど遅れヒノキが主体の県西部に位置するG施設では、人工林からの材供給は多くはなく、製材チップが主な供給源となっている。ただし地域には放置薪炭林など広葉樹林が多く存在するため、回帰年を設定した森林経営計画下での皆伐による広葉樹材供給が試みられるなど、新しい動きが始まっている。

S4-1 針葉樹は広葉樹よりも光合成の安全弁機能が低い

津山孝人¹・中村将太¹・乗富真理¹・Radka Vladkova²

¹九州大学農学部・²Bulgarian Academy of Sciences

針葉樹は一般に環境ストレスに強い。環境ストレスが原因で多くの植物が生育できない条件下でも針葉樹は生育できる。ストレス耐性機構は環境ストレスの種類、植物の器官、組織、機能毎に異なる。針葉の厚いクチクラ層は葉の乾燥耐性に、細胞の不凍性は凍結耐性に寄与する。環境ストレス耐性には光合成の関与も大きい。実際、光合成は環境ストレスによる害を最も受けやすい代謝系の一つである。また、植物は光合成の制御を介して環境の変化を感受し、遺伝子発現を制御する。我々は、光合成電子伝達反応の安全弁、すなわち酸素還元反応に着目した。酸素還元反応は電子伝達鎖の過剰な還元を防止するとともに、葉緑体の活性酸素消去系の入口の反応として消去系を律速することで、光合成の光ストレス耐性に貢献する。様々な種類の植物を用いて酸素還元反応の能力を調べた結果、酸素還元能は裸子植物の方が被子植物よりも10倍高いことが分かった。形態的な違い(子房の有無)ばかりが目される二つの植物グループの間には、光合成のストレス耐性機構にも違いがあることが分かった。クロロフィル蛍光法を応用した酸素還元能の評価法および酸素還元能の制御について議論する。

S03-11 宮崎県における発電用木材の安定供給の取り組み

横田康裕

森林総合研究所九州支所

発電用木材の流通の実態を把握するため、全国的に見てもその調達が生活な宮崎県北部の状況について、発電事業者、出荷者、行政に対して聞き取り調査を実施した。発電事業者・集荷者は、安定調達に向けて、既存の流通システムの活用あるいは自前の集荷網の構築、価格の引き上げと手数料の引き下げ、枝条の購入、山側での引き取り、立木購入、A~D材の仕分け引き受け等の取り組みを行っていた。行政・業界団体は支援者として、収集・運搬コストの低減のための補助事業や安定供給のための協議会の設立支援に取り組んでいた。一方、出荷者は、出荷先の選定に際しては、価格と輸送コスト、森林組合の場合は県森連の意向、発電事業者・集荷者の熱心な「営業」、信頼関係、継続的な仕事量確保の視点等が考慮されていた。生産面では、基本的にA材・B材の生産が主であり、発電用木材のための伐採・増伐、A材・B材の発電用の出荷は行われていなかった。FIT制度開始後、未利用であった林地残材の搬出を行う事例や今までよりは低質な山を購入できるようになった事例もあるが、切り捨て間伐材や末木・枝条・端材は採算があわないとして出荷されない事例も多いとのことであった。

S4-2 ゲノムを基盤にした森林樹木の生理生態学

斎藤秀之

北海道大学農学部

造林学や森林保護学の基礎として、森林生理生態学の役割は森林で育つ樹木の成長と環境の関係を明らかにすることである。森林の環境条件はたくさん要因が同時に変動する。過去の環境刺激も履歴となって成長に影響するかもしれない。そのため、自然条件下で生育する樹木の成長に影響を与える環境要因を明らかにすることは簡単そうで実は難しい。その環境と樹木の因果関係を解く手掛かりをゲノムから情報収集できないか？

近年、次世代シーケンサーが身近な存在になり、非モデル生物である樹木でもゲノム解析が行えるようになった。例えば、ドラフトゲノムの解読、mRNAやタンパク質など遺伝子発現過程に関するゲノム網羅的解析、miRNAやDNAメチル化などのエピジェネティックな遺伝子発現制御である。ゲノムを基盤に解析することで、一度の実験で細胞内の生理現象を多面的に調べられるようになった。これらの解析手法の中には、樹木の成長と環境の因果関係を結びつける情報が隠されているようである。本発表では、近年の樹木におけるゲノム研究の動向を紹介しながら、発表者がゲノム解析を用いて行ったブナ林の環境影響評価に関する取り組みを紹介する。

S4-3 低酸素環境に曝された樹木根における ATP 生産経路の探索

山ノ下卓

東京大学アジア生物資源環境研究センター

湿地では、多くの陸生植物の根は酸素欠乏により呼吸を制限されてエネルギー（ATP）不足の状態となりストレスを受ける。私たちの研究グループでは、湿地造林技術開発に必要な、樹木の低酸素環境への耐性機構について、生理学的アプローチによってその解明を目指してきた。しかし、樹木を対象として生理学的研究を行うとき、作物などの栽培種と比べて遺伝的に不均質な材料であるとか、種子の供給が安定的でないなど、樹木が野生植物であることに起因する問題や、作物を主とした草本植物で確立されてきた実験プロトコルがそのまま適応できない等の樹木ならではの問題に直面する。本報告では、低酸素環境への適応を、酸素欠乏を回避する形態的適応と酸素欠乏に耐えるための代謝による適応に分け、前者については様々な樹種で調べてきた通気組織の発達（空隙率の変化）を、後者についてはフトモモ科の *Melaleuca cajuputi* を用いて調べてきた、低酸素条件下でのエネルギー代謝の動態とミトコンドリアの機能を、明らかになってきたこととともに直面した様々な困難も交えて紹介する。

S5-2 遺伝子発現プロファイルを利用したスギの伸長成長に影響を与える環境条件の検討

能勢美峰¹・栗田 学²・武津英太郎²・井城泰一³・花岡 創¹・田村美帆⁴・松下通也¹・平岡裕一郎¹・三浦真弘⁵・柳原尚貴⁶・高島有哉¹・三嶋賢太郎¹・坪村美代子¹・高橋 誠¹・渡辺敦史⁴

¹ 森林総合研究所林木育種センター・² 森林総合研究所林木育種センター九州育種場・³ 森林総合研究所林木育種センター東北育種場・⁴ 九州大学大学院農学研究院・⁵ 森林総合研究所林木育種センター関西育種場・⁶ 九州大学大学院生物資源環境科学府

植物の成長、発達、生理プロセスなどは、遺伝要因だけでなく環境要因によっても制御されている。環境要因に対する応答の解明は、主要な林業樹種であるスギの環境適応を考える上で特に重要な課題である。そこで、スギの環境応答を発現遺伝子レベルからアプローチした。

日変化および年変化に対応する発現遺伝子のプロファイルリングは、スギの日周性および年周性に関する基盤情報となり得る。マイクロアレイによる大規模発現解析を行った結果、日および年それぞれで遺伝子発現に変動が認められた。さらに、この基盤情報に基づいて環境の異なる地域に対して年周性を明らかにした結果、地域間差（発現量の違いや発現時期のズレ）が存在するだけでなく、年周性にはクローン間差も認められた。野外環境は複数の環境要因が関与している可能性があるため、環境を制御した人工気象室を用いてスギを育成したところ、日長や温度がスギの成長に強く影響しており、また、クローン間差がみとめられた。

本研究の結果は、スギの「遺伝×環境」の相互作用を示唆していると考えられ、明らかになった環境応答遺伝子群はスギの環境適応において重要な役割を果たしていると考えられる。

S5-1 全国に設定された次代検定林データに基づくスギの樹高成長と適応性の変異

花岡 創¹・三浦真弘²・平岡裕一郎¹・武津英太郎³・磯田圭哉¹・井城泰一⁴・松下通也¹・高橋 誠¹・渡辺敦史⁵

¹ 森林総合研究所林木育種センター・² 森林総合研究所林木育種センター関西育種場・³ 森林総合研究所林木育種センター九州育種場・⁴ 森林総合研究所林木育種センター東北育種場・⁵ 九州大学大学院農学研究院

林木育種対象樹種のうち、特にスギ・ヒノキ・アカマツ・クロマツについては、環境適応性を考慮して林業種苗法により「種苗配布区域」が設定されており、配布区域を越えた種苗の移動には一定の制限が設けられている。一方で、種苗配布区域を越えた場合に受ける影響や影響を与える気象因子については明確ではなかった。本研究では、全国に設定されてきた600箇所以上のスギの植栽試験地（次代検定林）データを基に、月別の気象条件と初期成長（10年次樹高）との関連性を機械学習（ランダムフォレスト）を用いて解析することにより、樹高成長に対する影響度の高い気象因子の抽出を試みた。また、影響度が上位に位置づけられた因子によるモデルを用いて樹高予測を試み、その予測樹高を基に環境区分を再構成した。この結果より、検定木の選抜地と植栽（検定）地の環境区分が同じ、あるいは異なる事例などを抽出し、環境区分の異なる地域への種苗の移動が樹高成長や生存率に影響する可能性を確認した。本講演では、これらの結果を提示した上でスギの環境適応性や現行の種苗配布区域との関係、今後の対応などについて議論したい。

S5-3 遺伝子発現解析から見たスギの木部形成に対する光や温度の影響

福田有樹¹・三嶋賢太郎²・田村美帆³・渡辺敦史³

¹ 九州大学大学院生物資源環境科学府・² 森林総合研究所林木育種センター・³ 九州大学大学院農学研究院

樹木の成長には環境要因が影響することは周知である一方で、種々の環境要因が樹木の成長動態にどのように影響を及ぼすかについては不明な点が多い。林業生産性に加え、温暖化に伴う炭素吸収固定源としての機能を考慮する上で、樹木の成長能を最大化するための生育に適した環境の把握は極めて重要である。したがって、種々の環境要因による樹木の成長動態への反応の解明やそれを詳細に追跡できる手法の開発が必要となる。一つの解決策として、Mishima *et al.* (2014) により、休眠期と成長期とでスギ木部における遺伝子発現が急速に大きく変動することが明らかとなっていることを踏まえ、遺伝子発現量を利用する手法の有効性を検討してきた。本研究では、休眠期におけるスギの形成層の再活性化は温度により制御される (Oribe *et al.*, 1997) ことを利用して、温度や日長を人工的に制御した環境下でスギを生育し、形成層帯を対象とした大規模遺伝子発現解析によって生体内の応答を定量的に評価した。これらの結果に基づいて環境要因が肥大成長に与える影響について検討したので報告する。

S5-4 標高に沿ったトドマツの表現型変異と適応候補遺伝子へのアプローチ

後藤 晋¹・鐘ヶ江弘美¹・石塚 航²・北村系子³・上野真義⁴・久本洋子¹・永野 惇⁵・岩田洋佳¹

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科・² 北海道立総合研究機構 林業試験場・³ 森林総合研究所北海道支所・⁴ 森林総合研究所森林遺伝研究領域・⁵ 龍谷大学農学部

山岳地帯では標高によって気温、降水量、積雪量、紫外線量、風速などの生育環境が異なることから、野生植物種は自生標高の環境に遺伝的に適応した群落を形成していると考えられる。冷温帯から亜寒帯にかけての主要樹種であるトドマツでは標高間の相互移植試験や交雑試験により、自生標高に適応した成長様式が存在し、それが次代へと遺伝することが示されている。例えば、高標高産のトドマツは、低標高の温暖な環境においても、低標高産よりも成長が遅く繁殖齢が低いことが観察される。私たちは、これまでの試験で得られた知見に基づき、自生標高への適応に関与する遺伝子の探索を行っている。本研究では、トドマツの適応的遺伝子を探索するためのスキームを紹介するとともに、高標高×低標高の分離集団を用いて、苗木の成長に関与する「二次伸び」、「耐凍性の獲得」等フェノロジー関連形質のQTL解析の結果を報告する。また、巨大なゲノムを持つ針葉樹を対象とする場合、次世代シーケンサーで得られたSNPデータを用いた連鎖地図を作成する際の留意点と課題についても触れる。

S6-2 環孔材であるチークを対象とした熱消散法による樹液流計測の適応例

五十嵐康記¹・佐藤貴紀²・田中延亮²

¹ 名古屋大学宇宙地球環境研究所・² 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

森林からの蒸散量は水・炭素収支や光合成における水利用を考える上で重要である。近年、安価で比較的計測が容易な熱消散法による樹液流計測が盛んに行われているが、環孔材樹種を対象とした熱消散法による樹液流計測はその樹幹内の樹液流動の不均一性から適応が困難であることが指摘されている。本研究では、熱帯モンスーン域に生育する環孔材であるチークを対象に熱消散法による樹液流計測より推定されたプロット及び単木スケールの蒸散量の妥当性を渦相関法による潜熱フラックス観測、吸水及び染色実験から検証した。樹液流計測より推定された蒸散量の季節変化は、潜熱フラックスのそれと対応していた。染色実験の結果、3~5年輪にわたって $6.3\sim 28.4\text{ m h}^{-1}$ の染色液の上昇が見られた。この速度は最大でも 0.5 m h^{-1} 程度の仮道管材の樹種に比べて非常に速い。吸水実験の結果、実吸水量が推定吸水量に比べて1.6~6.9倍であることが明らかとなった。このうち、最も実吸水量を過小評価した実験木の年輪幅は他の実験木に比べて大きかった。樹幹内の非常に速い水の流れによって実蒸散量が過小評価となったことが考えられ、過小となる程度は年輪幅の違いによることが示唆された。

S6-1 グラニエ法によるスギの樹液流速測定とその問題点

飯田真一・清水貴範・野口正二・荒木 誠・澤野真治・玉井幸治
森林総合研究所水保全研究領域

日本の国土面積の約7割は森林であり、その森林面積の約2割を被覆するスギ (*Cryptomeria japonica*) は代表的な植生の一つである。そして、森林の蒸散量は蒸発散量を構成する主要な要素であるため、森林の水循環を理解する上でスギ林の蒸散量を定量的に評価することは重要である。蒸散量は樹液流速測定法によって評価可能であり、国内でもグラニエ法 (Granier, 1985, Ann. Sci. For.) による計測事例が蓄積されつつある。特に九州のスギ林では、渦相関法による蒸発散量とグラニエ法による蒸散量の比較が通年レベルで行われている (Shimizu et al., 2015, J. Hydrol.)。しかし、スギ林を対象とした1年間以上の蒸散量の計測例は非常に少ないのが現状である。そこで発表者は筑波山系の山地斜面に生育するスギ林においてグラニエ法による樹液流速の連続計測を開始しているが、センサーの設置から時間が経過すると樹液流速は過小評価される場合があることが分かってきた。本発表では、過小評価が発生するまでの時間や、センサー設置時期の差異が過小評価の発生に与える影響、実際に発生した過小評価がスギ林の蒸散量の評価に与える影響について考察する。

S6-3 林冠つる植物への樹液流計測法の適用

市橋隆自

香川大学農学部

林冠つる植物個体の水利用特性、林分蒸散に果たす貢献の評価を目指し、暖温帯常緑樹林に生育するつる植物4種 (サカキカズラ、ハマニンドウ、テイカカズラ、カギカズラ) に対し、グラニエ法の適用を試みた。長さ1cmの自作センサーを用い、野外個体の茎切断面からの吸水速度を基に校正を行ったところ、つる植物茎内の樹液流速は、標準グラニエ式による予想より数倍高く現れた。つる植物用の新たな換算式を基に、野外プロットにおいてつる植物 (4種11個体) と優占樹木 (4種10個体) に対する1年間の樹液流測定を行った。つる植物は年間を通して樹木よりも高い樹液流速を示したが (夏期に4倍、冬期に2、3倍)、その相対的な日周変化、季節変化の様子は、両者でよく類似していた。樹液流データから個体ごとに蒸散量を推定し (基部直径と相関)、さらに個体の蒸散量-基部直径関係を林分の毎木データに外挿した。結果、つる植物は林分蒸散に対して12.2%の貢献があると推定され、これは基部面積に占める割合2.2%の5倍以上の大きさであった。この予測の精度は恐らく高くはないが、つる植物と樹木の葉量-基部面積のバランスを考えれば、妥当な結果であると考えられた。

S6-4 森林流域スケールの蒸散量推定：樹液流計測の適用可能性と限界

久米朋宣

國立台灣大學森林系

日本の国土の約65%が森林で覆われているが、戦後の拡大造林政策により、現在ではその半数近くがスギ・ヒノキなどの人工林となり、水源林としての役割が期待されている。人工林が下流の水資源量に及ぼす影響を解明するうえで、主要な損失量となる蒸散量を計測し、そのメカニズムを明らかにすることは重要な研究課題の一つと言えるであろう。

森林の多くが急傾斜地に存在している日本では、精度よく蒸散を計測する手法として単木の樹液流計測が最も有力であろう。樹液流計測から蒸散量を推定する場合、樹幹内部の樹液流分布、単木から林分、林分から流域へのスケールアップ、といったそれぞれの空間スケールでの検討が必要である。しかし、山地流域スケールの蒸散量の空間分布が明らかにされた事例は非常に乏しく、林分から流域へのスケールアップの方法が確立しているとはいえない現状である。

本発表では、ヒノキ人工林流域内の蒸散量の空間変動を明らかにするために、森林構造が異なる斜面上下部のヒノキ人工林において樹液流計測を実施した研究事例を紹介し、流域スケールの森林蒸散量を推定するための指針及び将来展望を提示する。

S6-6 様々な樹木の樹液流計測と根鉢秤量法によるキャリブレーション

竹内真一¹・飯田真一²

¹ 南九州大学環境園芸学部・² 森林総合研究所水土保持研究領域

樹液流計測から樹液流量を定量評価することにより、樹木一個体の蒸散量を得ることができ、樹木の灌水必要量などの有用な情報が得られることになる。このためには、秤量法や切り木法等により直接的に求めた蒸散量や吸水量と樹液流速計測値を比較するキャリブレーションを実施する必要がある。草本類を対象とした小型ヒートパルス法、莖熱収支法、両組み合わせ法の測定精度に関する検討を導入部として、つる性植物、燃料作物、熱帯果樹、移植木など、様々な樹木を対象としたヒートパルス法やHR法による樹液流計測の測定結果を紹介し、肥大成長に伴う樹幹内の速度検出点の変化の影響や樹液流の検出状況が鈍化する傾向など、樹液流速連続計測の問題点を提示する。また、樹体へのダメージを極力抑えるように工夫して根系を掘り出して根鉢を作成し、大型の電子天秤により単木蒸散量を実測する方法を根鉢秤量法と定義し、樹高1.5mのシダレモミジと樹高4.8mのカラネオガタマを対象にHFD法、HR法、グラニエ法のキャリブレーションを実施した。前者は三種類の樹液流速測定と蒸散量の経時変化が良く一致していたのに対し、後者は日単位で両者に相関関係が得られた結果となった。

S6-5 HRM (Heat Ratio Method) 法を用いた樹液流速測定—原理および測定システムの構築—

小南裕志¹・吉村謙一¹・飯田真一²・竹内真一³

¹ 森林総合研究所関西支所・² 森林総合研究所水土保持研究領域・³ 南九州大学環境園芸学部

HR法(Heat Ratio Method)は樹液流速の測定にあたって樹幹内に熱を加え、周囲の温度変動を測定することによって熱の移流拡散方程式内の移流成分から樹幹内の水の輸送を推定する広義な意味でのヒートパルス法の一つである。この原理に基づく様々な手法の中でHR法は、熱を加える場所から温度を測定する2つの測定位置が等距離にあるため、経験的なパラメータがない、理想的には移流が存在しない状態(流速がない状態)での熱伝導を仮定することが可能である、などの要因によって流速の絶対値を求めやすいという特徴を持っている。筆者らは数年前よりマイクロコントローラ(Arduino社製、Arduino Uno)を用いてHR法を安価かつ高精度で自作実装することを試みている。本発表ではHR法の原理の解説およびシステムの作成さらに測定、解析法にいたるまでの実際の方法、その優位性および問題点に関して筆者らが行ってきた取り組みの報告を行う。

S6-7 ヒートパルス法による樹液流計測を用いた落葉性熱帯林の生物季節の研究

吉藤奈津子¹・五十嵐康記²・田中延亮³・Chatchai Tantasirin⁴

¹ 森林総合研究所気象環境研究領域・² 名古屋大学宇宙地球環境研究所・³ 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・⁴ Kasetsart University Department of Forestry

複数ある樹液流計測法の中で、ヒートパルス法は電力消費が小さくセンサーが故障しにくいという特徴があるので、少数のセンサーでも数年以上の長期間にわたって継続的に計測することができ、樹液流(樹木蒸散)の季節変化パターンやその年々変動などの定性的な情報を得るのに適している。その利点をいかして、タイ北部の落葉性熱帯季節林(チーク人工林)では10年間にわたってヒートパルス法による樹液流計測を行い、蒸散開始・停止のタイミングを抽出してその年々変動の規模や傾向を調べるとともに、展葉・落葉のタイミングとの比較を行って、葉量という量的なフェノロジーと蒸散というガス交換活動のフェノロジーの差異や年々変動を明らかにした(Yoshifuji et al. 2011, 2014)。蒸散量の定量的評価とは別に、定性的なデータを長期に得ることによって、気候変動に対する生物季節の応答の傾向や変動幅といった時間軸上の変動を定量的に知ることができる。

S7-1 木を育て森を育む菌根菌：菌根共生の基礎から応用まで

奈良一秀

東京大学大学院新領域創成科学研究科

森林に生息している全ての樹木は菌根菌という土壤微生物と共生している。なかでも自然林で優占するマツ科やブナ科、フタバガキ科などの細根には、担子菌類（キノコ類など）が共生した外生菌根（以下、菌根）という構造が普遍的に見られる。本講演では、菌根の基礎的知見の説明とともに、以下の点について分かりやすい写真や図で紹介する。「樹木と菌根菌の間の物質（炭素とリン）の移動：相利共生関係」、「菌根菌による樹木の成長促進作用、および菌種による促進作用の差異」、「菌根菌のネットワーク、それによって決定される樹木実生の定着」、「菌根菌の多様性と群集構造：熱帯から冷温帯まで」、「森林の再生、絶滅危惧樹木の保全などへの応用の可能性」など。

樹木は菌根菌と共生しない限り成長できないうえ、自然界で生き残ることもできない。つまり、樹木の成長や生態に関する基礎研究から、森林の再生・保全等の応用まで、森林科学の幅広い分野へ菌根共生の知見が浸透して活用されることが必要といえる。このため、本企画シンポの各講演スライドについては、講義等で利用いただけるよう、希望する参加者に無料配布いたします。

S7-3 樹木の定着を土中で待つ菌根菌と動物たちの役割

橋本 靖

帯広畜産大学畜産生命科学研究部門

樹木の種子が散布され実生が定着する際に、土壌中で菌根菌と円滑に菌根を形成し相利共生関係を成立させる必要がある。特に、未だ樹木が定着していない場所では、菌根共生系を早期に獲得することが、樹木実生の定着の成否を決める大きな要因になると考えられる。主に樹木と共生する外生菌根菌は、次世代の分布を広げるために、胞子を飛ばすきのこを作ることが多いと考えられる。しかし彼らはある程度の宿主特異性があるため、風に乗った胞子の長距離移動は可能と考えられるが、都合の良い宿主植物の根にたどり着く可能性は低いと考えられる。一方、これらのきのこは、野生哺乳類や昆虫等の食物となり、糞によって感染力のある胞子が運ばれている可能性が指摘されており、樹木の定着の重要な要素である可能性が高い。しかし、この動物による有効な運搬が、各種の生態系でどの程度行われているのか、生態学的な研究例はあまり多くない。今回は、樹木が未だ定着していない立地の土壌で、いつから外生菌根菌の感染源が存在しているのか、また、それら感染源を野生の哺乳類が運んでいる可能性とその程度についての研究例を紹介し、森林の再生や管理を考える上での興味につなげたい。

S7-2 日本のスギ人工林を地下で支えるアーバスキュラー菌根菌

佐藤 拓・巽 大喜・呉 炳雲・松下範久

東京大学大学院農学生命科学研究科

アーバスキュラー菌根菌（AM菌）と植物との共生は、植物が陸上に進出してきた4億年前に始まったと考えられており、現在では陸上植物種の8割がAM菌と共生していると推測されている。AM菌は、土壌から吸収したリンなどの無機養分を、根の皮層細胞内に形成した樹枝状体（arbuscule）と呼ばれる器官を介して宿主に供給することで、宿主の成長を助けている。外生菌根とは異なりAMが形成されても根の外部形態は変化せず、大型の子実体（キノコ）を形成するAM菌も存在しないため、森林の中ではAM菌は目立たない存在である。また、亜寒帯から温帯にかけての森林の主要な構成樹種であるマツ科やブナ科は外生菌根性の樹木であるためか、森林科学の分野ではAM菌の研究は少ない。しかし、我が国の森林面積の2割程度を占めるスギはAM菌と共生関係にあることが知られており、スギの成長にとってAM菌との共生は不可欠であることが確かめられている。本発表では、スギ人工林におけるAM菌の群集構造、およびスギに対するAM菌の成長促進効果について、これまでの研究から得られた知見を紹介する。

S7-4 豊かな森が育む林床植物の菌根共生

松田陽介

三重大学大学院生物資源学研究科

わが国の森林は多種多様な樹木によって形成され、多くの樹種は地下部において菌根菌と共生関係にある。樹木に定着する菌根菌は土壌中に菌糸を伸び広げ、その先で別の樹木個体にも感染・定着する。これを菌根（菌）ネットワークと呼ぶ。このネットワークは成木間だけでなく、成木と林床の樹木実生や草本植物との間でも形成されている。菌根菌は従属栄養性であるため、炭素源を宿主樹木の光合成に依存する。同所的に生育する宿主樹木間では、同一の菌根菌が同時に共有されることもあり、菌根ネットワークの構築は炭素源の融通を通じた相互扶助的な関係の構築に寄与すると示唆されている。林床植物の中にも菌根ネットワークに依存する（すなわち、炭素源の一部または全ての炭素源を根に共生する菌根菌に依存する）植物が近年報告されている。絶滅危惧種や無葉緑植物が顕著な例であるが、緑色の遍在種であってもその可能性が示唆されている。本発表では、森林生態系を地下部から概観し、樹木間の菌根ネットワークの構造特性や薄暗い林床下に生きる植物の効果的な炭素源の獲得戦略について菌根菌の菌糸の連結に着目して紹介し、森林の多種共存を可能にする仕組みを考察したい。

S7-5 菌根性食用きのこの栽培化研究：地域再生にどこまで貢献できるか

山田明義

信州大学農学部

菌根性食用きのこの地域再生に貢献できる前提として、山林を活用した栽培技術の開発が挙げられよう。腐生性きのこの菌床栽培技術をそのまま応用しただけでは、必ずしも地域再生には結びつかない。マツタケで言うならば、経験的なマツタケ山の施業を元しつつ、施業内容の科学的な再検証と、新たな生物工学的技術の導入が考えられる。また、野生食用きのこの資源価値を吟味することも大いに意義があろう。戦後、菌根性きのこの含む野生きのこの収穫や生産は、栽培きのこの量産化に伴ってその価値が低下した。しかし、食文化の成熟とともに、菌根性きのこのにしかない風味や食感に対するニーズが、今後大きくなると予想される。また、欧米のきのこのこという見られ方の強いトリュフ、ポルチーニ、シャントレルも、実は国内の山林に自生する。このため、まずは、資源となる菌根性きのこの地域にはどのくらいあるのか明らかにし、その活用法や活用先について知恵を絞る手が考えられる。同時に、地域の山林でどの菌根性きのこのをどのくらい収穫したいのかといった青写真をかざしながら、菌根苗の生産と植林や、菌床埋設によるきのこの山の造成などの技術面を詰めていく手が考えられる。

S8-2 森林土壌における微生物の増殖・死滅と窒素動態

磯部一夫¹・岡裕章¹・渡辺恒大²・浦川梨恵子¹・館野隆之輔³・妹尾啓史¹・柴田英昭²

¹ 東京大学大学院・² 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・³ 京都大学フィールド科学教育研究センター北海道研究林

森林生態系において土壌微生物の増殖や死滅、様々な代謝反応は生態系の生産性や維持に大きく寄与している。本研究では、土壌中の細菌とカビならびに硝化・脱窒に関わる微生物群の量的な変動をそれぞれの微生物群が有する遺伝子の量的な変化から明らかにするとともに、その変動にともなう土壌中の窒素動態の変化について1年のスケールで検証した。調査は京都大学北海道研究林標茶区にて行った。

冬期の積雪期間において、土壌中の全細菌の16SrRNA遺伝子量、全カビの18SrRNA遺伝子量、アンモニア酸化細菌の*amoA*量は大きく増加した。硝酸の生成もまた確認された。このことから積雪期間において土壌微生物は全体として増殖期にあり、活発に窒素代謝を行っていることが示された。春先の土壌が凍結-融解を繰り返す期間において、16SrRNA遺伝子量、18SrRNA遺伝子量は大きく減少し、同時期に有機態窒素濃度の一時的な増大が見られた。このことから土壌の凍結-融解にともない微生物が死滅し、細胞内窒素が土壌中に放出されていることが示唆された。このように土壌微生物の増殖や死滅は生態系の窒素動態にダイレクトに反映されることが示された。

S8-1 積雪操作処理による冬期から春期の土壌微生物・窒素動態の変化パターン

渡辺恒大¹・柴田英昭¹・館野隆之輔²・今田省吾⁵・福澤加里部¹・磯部一夫³・浦川梨恵子³・小田智基³・細川奈々枝⁴・小林真¹

¹ 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・² 京都大学フィールド科学教育研究センター北海道研究林・³ 東京大学大学院農学生命科学研究科・⁴ 北海道大学大学院環境科学院・⁵ 環境科学技術研究所

土壌微生物は冬期の低温環境でも活動を続け、土壌窒素動態に影響を及ぼす。断熱効果を持つ積雪量の増減は森林の土壌環境（地温や水分）への影響を通じ、冬期から春期の土壌微生物と土壌窒素動態を変化させる。しかし、野外観測を基にした積雪量の変化が土壌微生物・土壌窒素動態に及ぼす影響に関する知見は限られる。本研究は京都大学北海道研究林（標茶区）において積雪除去実験を行い、積雪変化が冬期-春期における土壌微生物・窒素動態に及ぼす影響を解明することを目的とした。厳冬期における積雪除去区での土壌水分率の増加は、凍結による毛管上昇によって下層から表層に水分が供給されたことを示唆しており、そのことは表層土でのDOC含有率の増加と密接な関係があると考えられた。DOCは窒素循環に関わる土壌微生物のエネルギー源となることから、凍結-融解の影響による表層土壌でのDOC増加は、厳冬期におけるアンモニウム態窒素の増加や、積雪後期における微生物バイオマスの増加に深く関わっていることが示唆された。積雪変化による土壌凍結-融解サイクルの変動は、土壌水分やDOCの変化を通じて生態系の窒素循環の季節性に強く影響することが示された。

S8-3 森林土壌に特徴的な硝化菌の分離～その意義とアプローチ

黒岩 恵¹・堺 奎介¹・石川裕士¹・福原康平¹・磯部一夫²・諏訪裕一¹・柴田英昭³

¹ 中央大学理工学部生命科学科・² 東京大学大学院農学生命科学研究科・³ 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

【背景】近年、アンモニア酸化微生物（AOM）、亜硝酸酸化細菌の純粋分離株を用いた生理学試験で次々と新規な知見が見いだされ、分離株の拡充が求められている。得られた知見を考慮に入れて培地デザインの見直しを行い、新規性の高い純粋分離株の獲得にアプローチした。

【方法】分離源には京都大学北海道研究林標茶区内にて採取した0-10cm土壌を用い、森林土壌の実環境を考慮した培地設計を行った。Suwaら（1994）のC基礎培地に、 NH_4^+ を0.15、1.5、75mM添加し、それぞれCU、CL、CH培地、CU培地に合計0.15mMの $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ を添加した培地をCUN培地とした。これらを用いてMPN計数を行い、CU、CL培地の高次希釈でAOM陽性であったものを2つずつ選択して、*amoA*をターゲットとしたクローン解析を行った。

【結果】MPN計数の結果はCH培地では検出されなかった。一方、CL培地は 1.3×10^4 、CU培地は 7.0×10^3 、CUN培地は 3.3×10^3 とCH培地に比べ高い計数値を得られた。*amoA*を用いたクローン解析では*Nitrosospora*属のcluster2の近傍に分類され、新規のoligotrophicなAOMが培養された可能性が示唆された。

S8-4 森林における土壌凍結が細根動態に及ぼす影響：積雪除去操作によるアプローチ

福澤加里部¹・館野隆之輔²・鶴川 信³・渡辺恒大¹・細川奈々枝⁴・今田省吾^{2,5}・柴田英昭¹

¹北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・²京都大学フィールド科学教育研究センター北海道研究林・³鹿児島大学農学部・⁴北海道大学大学院環境科学院・⁵公益財団法人環境科学技術研究所

植物細根の動態は森林の純一次生産や炭素・養分循環において重要な役割を果たすと考えられているが、同時に起きている細根の生産と枯死プロセスの評価が方法的に難しいことや、それぞれに多くの要因が影響していることなどから、その詳細には不明な点も多い。本研究では、気候変動下での積雪量の減少により発生しやすくなると予想される冬季の土壌凍結が細根動態に及ぼす影響を明らかにするため、積雪除去操作を行い、非破壊的なスカナ法を用いて細根生産・枯死プロセスを測定した。調査は北海道東部に位置する京都大学北海道研究林内のミズナラ林で行った。林冠はほぼミズナラで占められ、林床にはミヤコザサが生育している。除雪区では、2014年12月から2015年3月に除雪を行った。あらかじめアクリル製の根箱を埋設しておき、除雪処理前後の2年間にわたり根箱側面の土壌断面画像を定期的に撮影した。画像解析により、観測日ごとの根長、細根生産・枯死速度を測定した。その際、新たに出現した根や既存根の伸長を生産、消失を枯死とそれぞれ定義した。除雪の有無による冬季間の細根枯死や翌シーズンの細根生産パターンの違いについて報告する。

S8-6 冬期の積雪操作処理が生育期における土壌性トビムシの群集構造に与える影響

菱 拓雄¹・渡辺恒大²・柴田英昭²・館野隆之輔³

¹九州大学農学部附属演習林・²北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・³京都大学フィールド科学教育研究センター北海道研究林

北方林の土壌は、積雪によって季節凍結から保護されており、冬期の土壌生物群集に大きく影響する。近年の気候変動において、高緯度域での積雪環境の極端な変化が予測されているが、温帯域の季節凍結土壌における土壌節足動物への影響はまだあまりわかっていない。

本研究では、北海道東部の冷温帯落葉広葉樹林における除雪実験を行い、土壌凍結頻度の変化が土壌性トビムシ群集に対してどのような影響を与えるのかを調査した。

トビムシの個体数、種数、多様性指数は除雪区でいずれも有意に減少し、この効果は春先の凍結融解直後だけでなく、4ヶ月後にも持続していた。トビムシ群集間の種入れ替わりを示す個体数比非類似度は季節間で異なっていたが、処理間での違いは見られなかった。群集間の個体数変化に付随した個体数傾度非類似度は、季節間、処理間で異なっていた。従って、冬期の積雪減少に伴う土壌環境の変化は、トビムシ群集の個体数と種の欠損をもたらし、また秋になっても除雪ストレスの影響は持続することが明らかとなった。凍結直後に除雪区で優占した種は、生育期には減少していたため、除雪処理が特定の種に有利に働く影響はないと考えられた。

S8-5 土壌の凍結融解が樹液流動態に与える影響

小田智基¹・渡辺恒大²・館野隆之輔³・佐藤貴紀⁴・今田省吾³・柴田英昭²

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科・² 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・³ 京都大学フィールド科学教育研究センター・⁴ 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

寒冷地域における冬季から融雪期にかけての土壌の凍結融解は、冬から春期における窒素循環に大きな影響を与えることが報告されている。土壌中の窒素循環には樹木による養分吸収が大きく影響を与えると考えられるが、樹木による水・養分吸収に与える積雪や土壌凍結の影響については研究例が少ない。本研究では除雪実験を行い、積雪や土壌凍結が樹木の樹液流動開始のタイミングに影響を与えるかを検討した。研究対象地は北海道東部の京都大学標茶研究林におけるミズナラ林とした。積雪除去を行った除雪区と対照区を設置し、冬季から春季にかけて20本のミズナラにグラニエセンサーを設置して樹液流速を計測した。その結果、樹液流動開始日は2015年5月27日～6月3日の間であり、個体別に1週間のばらつきが見られた。除雪区と対照区を比較すると、それぞれ平均5月29日、6月1日に樹液流動が開始し、除雪区の方が3日程度早かった。調査区間の樹木サイズに差は無く、調査区間の距離は近いこと、気温などの微気象に差は無いと考えられることから、除雪による土壌凍結に影響により樹液流動開始が早くなったと考えられる。

S8-7 積雪除去が森林生態系の純一次生産と養分吸収に与える影響

館野隆之輔¹・今田省吾^{1,3}・渡辺恒大²・福澤加里部²・柴田英昭²

¹ 京都大学フィールド科学教育研究センター・² 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・³ 環境科学技術研究所

高緯度地域では、気候変動により冬季の気温や積雪量が大きく変動することが予想されている。季節凍土地域における冬季の気温や積雪量の変化は、厳冬の土壌凍結深度に影響を及ぼすだけでなく、凍結―融解が発生する休眠期と生育期の端境期の土壌環境にも影響を及ぼす。土壌凍結や凍結―融解プロセスは、土壌中の微生物や細根、無機態窒素などの動態に影響を及ぼし、その結果として、生育期の純一次生産や養分循環にも影響を及ぼすことが予想されるが、詳細なメカニズムは明らかではない。そこで本研究では、冬季の積雪量の変化が生育期の純一次生産や養分吸収に与える影響を明らかにすることを目的として、季節凍土が発生する北海道東部太平洋側に位置する京都大学北海道研究林のミズナラが優占する天然林において、冬季から融雪期にかけての土壌環境を実験的に操作する大規模な野外積雪除去試験を行った。操作実験では、対照区と除雪区における土壌窒素動態、微生物動態、細根動態、樹液流など様々なプロセスについても同時に調べられたが、本研究では、対照区と除雪区における林冠木ミズナラと下層植生ミヤコザサの生産量と養分吸収量について報告する。

S8-8 生態系モデル BEAMS を用いた日本全域の窒素飽和率の評価

佐々井崇博

筑波大学生命環境系

近年、工業化や越境汚染により日本の窒素降下量は急激に増加している。降下量が生態系を介して温暖化に与える影響を空間的に評価することは重要であろう。しかし、その影響を広域評価した研究は非常に少なく、土壌の窒素飽和を面的に捉えた研究例はない。本発表では、窒素循環を再現する生態系モデルを開発し、1 km メッシュ分解能で日本全域の窒素飽和率を推定した。モデル検証では、落葉樹林と混交林の計 5 地点での葉の C/N 比の季節変動を評価した。C/N 比は展葉、落葉期の特徴的な季節変動パターンがよく一致したことから、モデルが生態系内の炭素と窒素相互作用を妥当に再現できたと考える。衛星観測データを組み合わせて広域解析した結果、土壌の窒素飽和率はほとんどの地域で 70% 以上 (平均 89.1%) を示した。農耕地は施肥による窒素流入量が多く、他の土地被覆タイプよりも高い飽和率を示した (97.7%)。日本海側では越境汚染に伴って降下量が多いが、成長期の生態系による窒素要求と冬季の窒素降下による大きな供給では時間的なズレがあり、生態系へ流入する窒素が多くても、それが必ずしも生態系の窒素固定量に反映されないことがわかった。

S9-2 島根県における荒廃竹林の現状と対策

西 政敏・帯刀一美

島根県中山間地域研究センター資源環境科

島根県の竹林面積は平成に入ってから急激に増加し、現在 1 万 ha を超えている。県内では竹材の需要はきわめて少ないが、タケノコ生産や竹炭、竹灰利用など小規模の生産活動は行われている。竹林の管理は所有者および森林組合など若干の担い手はいるものの多くは管理者がいないため放置されている。近年、放置竹林の拡大は地域の居住環境の悪化につながるため、集落 (自治会) 単位で整備、管理しようという動きが出始めている。当センターでは竹林整備と竹材利用について研究を行ってきた。地域住民の管理意識の向上を図るため、GIS を用いて管理作業難易度別分布図を作成した。また伐採にかかる作業時間等を調査した結果、搬出コストは 6.5 円/kg となり、チップ化すると 11 円/kg の生産費となった。チップ化した竹は解繊処理することで家畜の飼料、育苗資材、菌床などの利用を検討したが竹が特に優れていることを証明することはできなかった。燃料としての活用を検討した結果、発熱量は 4700 kcal/kg と針葉樹と大差はないが、燃焼温度によって灰の溶融が起こり、焼塊が多く発生することを明らかにした。焼塊の発生が抑制されれば燃料としての活用は有効であると考えられた。

S9-1 放置竹林問題の概要 (本企画シンポジウムの趣旨説明)

久本洋子

東京大学千葉演習林

本企画シンポジウムでは、放置竹林問題の解決に不可欠な 2 つの課題、「より簡便で効果的なタケの駆除手法」および「竹材の新たな利用方法」について、近年の先進的な実証研究や実例を紹介する。その前段階として放置竹林問題の概要をこれまでの研究事例とともに説明する。1) 放置竹林によって生じる社会問題・環境問題、2) 放置竹林の要因となる背景、3) 竹林拡大をもたらすタケ類の生物学的特徴、4) 過去と現在の竹と人との関わり方の変化 (利用・管理から放置・駆除へ) について主に概説する。

S9-3 竹林整備事業の目標と管理をめぐる

大宮 徹・小林裕之・中島春樹・長谷川幹夫

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

富山県では平成 19 年度から導入された「水と緑の森づくり税」を活用した里山再生整備事業などにより放置竹林の整備が進められ、平成 26 年度までの 8 カ年で約 400 ha の放置竹林が整備された。タケノコ生産林を目標とした再整備が全体の 3 分の 2 近く占めており、残りの 3 分の 1 あまりが広葉樹林などへの転換を目標としている。いずれの箇所でも、当初の整備は森林組合などのプロが携わるが、整備後の毎年の管理は地域住民とボランティアが担い手となっている。これらの活動の中で、目標ごとの管理技術に対する関心がたかまっており、タケノコ生産林においては穂先タケノコの利用を組込んだ年間管理が試みられている。穂先タケノコはこれまで利用されてこなかった経緯もあって食味成分について疑問の声もあったが、県食品研究所と合同で調査したところアミノ酸で GABA の比率がタケノコよりも高いといった特長のあることが分かってきた。一方、広葉樹などへの転換林では天然更新が可能な箇所では再生竹以外の刈払いは省略できることを確認するなど、植物の特性に沿った管理技術を検討している。県内にはまだ多くの放置竹林が残されており、今後さらに効率的・効果的な技術が期待される。

S9-4 薬剤による新たな低コスト竹林駆除方法の検討

池田虎三

石川県農林総合研究センター林業試験場

近年、管理放棄された竹林が各地で増加している。竹林は年間約2m程度拡大進行しており、隣接する造林地へ地下茎を通して侵入する。侵入した地下茎から新竹が発生することで、造林地内に竹が繁茂する。皆伐による竹林の駆除が行われているが、翌春以降に発生する新竹を伐採せずに放置すると、再度竹林が形成される。そのため、竹林を駆除するためには、地下茎の駆除が必要である。地下茎の駆除には除草剤の使用が効果的である。施用方法は、土壤散布による方法と幹に薬剤を注入する樹幹注入方法が行われている。これらの方法は、竹林の一斉枯死による景観の悪化や、枯れ竹が折れて林床を覆うことによる下層植生の更新阻害を引き起こす。また、伐採した竹を材として利用する場合には、薬剤の残留性が問題となる。

新たな施用方法として皆伐後の伐痕に薬剤を注入する伐痕注入法の駆除効果を検討した。伐痕にグリフォサートカリウムを注入し、翌春の新竹の発生本数を調査した結果、対照区の発生本数の7~13%まで発生本数を抑制することが可能であった。また、使用する機材を改良した結果、伐採による新竹駆除と比較して約4割のコストで駆除が可能となった。

S9-6 竹パルプによる大規模利用

西村 修

中越パルプ工業株式会社

中越パルプ工業は、富山県高岡市と鹿児島県薩摩川内市に工場を有し、毎日24時間操業で、あらゆる原紙を年間約80万トン製造販売する素材メーカーです。製紙原料の主は木材ですが、当社は製紙業界で唯一、原料に不向きな日本の竹も紙にしています。

「竹紙」の取り組みは1998年に川内工場が始まりました。タケノコ生産量でも日本一を争う鹿児島県から、竹林管理で伐採された処分困る竹を、製紙原料に使えないかと相談されたのが始まりです。木材と違い、竹は中が空洞なため、木材チップ専用工場への運搬や生産効率が劣ります。さらに硬いために、チップ機ナイフも消耗します。試行錯誤の末、竹の伐採者が自ら軽トラでチップ工場に搬入し、当社は紙の市況に関わらず竹チップを安定的に購入することで、竹の有償化を導きました。

数年後には年間8千トンの竹で10%配合の箸袋や紙コップ原紙を製造、2009年には2万トンの竹で100%配合「竹紙」も販売開始しました。

製紙会社の従来からの木材集荷システムを活用することで年間2万トンの竹が集荷され、年間100万トンの木材とともに製紙原料として使うことで持続的可能な活動になっています。

S9-5 事前伐採と塩素酸ナトリウム粒剤（クロレートS）全面土壤散布の組み合わせによる放置竹林防除法の紹介

江上 浩¹・久本洋子²・鈴木重雄³

¹住化グリーン株式会社・²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・³立正大学地球環境科学部

放置竹林の確実で効率的な駆除計画と跡地の利用に有用な情報の集積・提供を目的に、放置マダケ林を対象として稈の全伐後にクロレートS全面土壤散布を組み合わせた駆除手法の検討を行った。本手法での薬剤使用目的は、従来の竹稈から枯殺させる手法と異なり、地下部の駆除に焦点を絞ったもので、稈全伐による光合成阻害と、薬剤による地下部、特に根からの養分・水分吸収を阻害し、最終的には地下茎の枯殺・腐朽を狙ったものである。

本研究では、①地下部を主体とする薬剤有効性の検証、②樹種転換を目指した際の有効性・作業性・費用対効果の検証、③植生遷移への影響の検証を行った。これまでの結果、地上部の竹稈調査から薬剤有効性が確認され、地下部の掘り取り調査では、薬剤散布から2年後には地下茎の腐朽が認められた。また、植生調査から本手法により跡地に再植林を行う場合は開始時期の早期化、二次林再生を目的とした場合もその障害程度の軽減が期待された。

S9-7 最新技術を用いた竹の高度利用

藤井 透・大窪和也

同志社大学大学院理工学研究科

竹は「イネ科」として、草でもあると言える。この点と『コスト』面に注目して竹の有効活用を考えれば新しい可能性が考えられる。(1)竹繊維束：今、車の世界では、「環境」をキーワードに、内装材を中心に再生可能な天然繊維（フラックス、ケナフ）が利用されている。用途は、天井材（PPバインダと組み合わせ、不織布を製作した後、ホットプレス成形される）や、フロアパネルである。竹から、さすがに綿やリネンに代わる（紡糸可能な）長繊維は竹からは得られない。長繊維を得ようとすれば太くなる。0.5mm以上にもなる。細くすれば短くなる。それでも自動車内装材が作れる程度の繊維は得られる。これを活用すれば、ケナフ代替としての利用を進めることができる。(2)新しい糸素材：一部の竹では、上述の繊維束をかなり細くできる。しかし、紡績はできない。そこで、コットンや絹と竹繊維（束）との混紡糸が考えられる。現在、実用が進んでいる。(3)高い付加価値を目指して：竹パルプからCNF（Cellulose Nano Fiber）を得れば、その活用が進む。①竹スピーカ、②複合材料の樹脂母材の物理的変性、③部分フィブリル化によるポリ乳酸の強化、などの応用がある。

S9-8 竹に関する普及広報活動

鳥居厚志

森林総合研究所関西支所

竹林の放置・拡大問題が顕在化して久しい。竹林の問題は、我々森林科学関係者の間でさえ、必ずしも多数の研究者、行政担当者が深く興味を持っているとは思えず、まして世間一般の人々の多くが関心を持っているとは言えない。各地で多くの市民団体が竹の伐採や竹の利用に取り組んでいるとは言え、メディアに取り上げられる頻度は僅かである。竹林の施業管理、拡大の影響評価、有効な利用法など対処すべきテーマは多岐に渡るが、竹に関する人々の裾野を拓げるためには、一般への問題提起や普及広報は欠かせない。

任意団体「京都竹カフェ」は2010年に設立された、竹に関係する個人や団体、研究者や行政担当者が情報交換や事業サポートなどを行うゆるやかなネットワーク組織である。これまで講演会やセミナー、竹林整備実習、竹利用現場の見学ツアーなど外部イベントへの参加も含めて様々な活動を行ってきた。一昨年からは、「クイズ形式で楽しみながら竹に関する知識を身につけよう」という趣旨で、「竹検定」をスタートさせた。各種取り組みの現状と問題点を紹介する。

S10-1 林業技術者教育における大学の位置づけと新たな動向

枚田邦宏¹・奥山洋一郎¹・芦原誠一²

¹ 鹿児島大学農学部・² 鹿児島大学農学部附属演習林

現場で活躍する技術者、技能者および森林組合、林業会社等の職員の多くは、専門林業教育を受けることなく、実践的に仕事をするなかで経験を積み上げていくことで養成されていた。近年は「緑の雇用事業」により組織的に現場技術者、技能者の養成が開始されている。一方、森林管理ならびに生産現場は、コスト管理が必要な素材生産が中心になり、さらに更新を含めた対応が求められている。そのため、現場技術者だけでなく管理技術者とともに、新たな技能、技術の獲得が必要となっている。

鹿児島大学では、現場技術者の養成を目的に「林業専門技術者養成プログラム」を開始して10年間が経過した。この教育活動の中でいままでの大学における専門技術者教育の対象を再検討する必要性が明らかになった。その場合に、既存の各種研修、他の教育研修機関との役割分担を整理することが必要である。本報告では、林業人材育成の中での大学教育の位置づけを行うとともに、社会人向けの新たな大学教育の枠組み動きについて検討する。

S9-9 放置竹林問題の解決に向けて—竹材利用と防除技術を踏まえた竹林管理計画—

鈴木重雄¹・久本洋子²

¹ 立正大学地球環境科学部・² 東京大学千葉演習林

1980年代以降日本各地で顕在化している放置竹林の増加と面積の拡大について、様々な知見が得られている。それらの成果により、竹林そのものへの人の管理の減少と竹林周囲の土地利用の衰退の相乗により、急速な竹林拡大がもたらされてきたことが分かっている。本企画シンポジウムでは、当面利用の見込めない竹林の駆逐手法と、資源としての竹の有用性に着目した需要の創出という二つの面から竹林に関する技術の現状と、それに期待をかける行政の取り組みを確認した。今後も双方の技術にはさらなる展開が予想されるが、それと同時に、竹林を賢く使う管理計画の策定も重要となる。多くの竹林の所在する中山間地域では、今後、一層の過疎化・高齢化が進行することが予想される。一方、竹林は傾斜地や林道等の整備されていない人のアクセス性の悪い場所で放置・侵入が進みやすかった。これを踏まえれば、竹林を含む里山の持続可能な景観計画を策定するためには、竹の需要と竹林管理の作業性も考慮した上で、地域計画を策定していくことが重要であるといえる。

S10-2 愛知県立安城農林高等学校における森林・林業教育

雨宮 永

愛知県立安城農林高等学校森林環境科

愛知県立安城農林高等学校は、安城市池浦町茶筌木に位置し、農業科、園芸科、生物工学科（平成28年度からフラワーサイエンス科へと学科改編を行なった）、食品科学科、森林環境科、動物科学科（2クラス）の6学科、7クラスで、全校生徒822名が在籍する農業の専門高校である。

森林環境科では、林業および生活環境についての基礎的な知識・技術を習得し、森林の造成と活用・木材のハイテク加工やキノコの培養技術を専門的に学んでいる。また、造園や環境緑化材料に関する専門的な知識・技術を習得し、地域社会の産業の発展に寄与できる技術者を養成することを目標としている。

この学科の目標を達成するために、林業教育のフィールドである演習林を活用し演習林実習を行なっているが、事実上様々な課題が挙げられている。この課題を解決するために必要な手立ては何か、様々な角度から検討した。さらに現在、本学科で展開されている教育課程を分析し、効果的な教育や指導が行なわれているか、森林・林業の現場から必要とされる人材を育てることができているか、という観点からも検討・考察する。

S10-3 専門高校森林・林業教育のための持続可能な森林管理に関する教育内容の提案

井上真理子¹・大石康彦¹・伊藤 哲²・光田 靖²・大住克博³・大谷 忠⁴

¹ 森林総合研究所多摩森林科学園・² 宮崎大学農学部・³ 鳥取大学農学部附属フィールドサイエンスセンター・⁴ 東京学芸大学教育学部

森林・林業分野の人材育成を図るには、専門教育の森林教育の充実が不可欠である。専門高校の森林・林業教育について、「学習指導要領」(1947年以降8回改訂)をもとに、教育目的と内容の分析を行った結果を踏まえ、本稿では、新たな森林・林業教育の内容として、森林施業・経営に関する内容の検討を試みた。戦後の専門高校での森林・林業教育は、教育目的が技術者養成から将来の職業人としての基礎的・基本的な教育へと変化した。教育内容は、「森林科学」(概論、森林の環境、森林の育成、社会との関係、林業土木：砂防・林道・木材生産)、「森林経営」(概論、測樹、経営、林政)、「林産物利用」(概論、木材の性質、木材の加工、林産製造、特用林産)が挙げられ、木材生産を中心とした育林や森林経営から、多面的な機能を含む森林の保全、総合的な森林の利用などの持続可能な森林管理への転換が見られた。ただし、個別の項目は、必ずしも新たな森林管理の意義に対応した内容構成とはなっていなかった。以上から、科目「森林科学」と「森林経営」を対象に、持続可能な森林管理を学ぶ項目(森林の育成：森林施業、経営：森林経営)を取り上げ、内容の構築を試みた。

S10-5 中学校技術教育における生物育成技術としての森林・林業教育のあり方

荒木祐二
埼玉大学

中学校技術・家庭科技術分野の教育課程では、平成24年度から「生物育成に関する技術」(以後、生物育成技術と略記)の学習内容が全面実施された。それまで「作物の栽培」に限定されていた内容が、「家畜の飼育」や「水産生物の養殖」などを含めた生物の育成まで学習の範囲を広げたことが大きな特徴といえる。生物育成技術では、食料の生産以外にも、加工品などの素材の生産、森林の育成、造園などの生活環境の創造、エネルギー源としての生物資源の活用といった目的に応じて植物や動物を人間の生活に役立てる技術に関する学習を念頭に置いている。しかし、現行の教科書において、森林や林業にかかわる学習の記載は極めて限定的である。教育現場においても、稚魚の養殖や酪農体験などの報告がみられるものの、森林・林業を題材とした授業実践例は顕著に少ない現状にある。そこで筆者らは、かつては「造林」として指導されていた森林・林業教育の学習内容を「育林」として提案し、その指導内容について検討を進めてきた。ここでは、生物育成技術の基礎概念とその枠組みを抑えたいうで、中学校において森林・林業教育を「育林」として指導する意義とその内容について考察する。

S10-4 我が国の学校教育における森林・林業に関する教育政策

大谷 忠
東京学芸大学自然科学系

我が国の木材生産は、これまで輸入材に頼ってきた国内の事情を改め、川上から川下までの森林・林業システムの整備を通して、自国の木材生産を増やす時代に突入している。このような国内の産業政策に対して、木材を利用する国民の意識に関しては、我が国の木材生産の現状に関する十分な理解と今後の国産材利用拡大に向けた意識向上が重要になる。そこで本報告では、学校で取り扱われている森林・林業教育の現状について報告するとともに、今後の森林・林業政策に対応した学校教育の在り方について検討した。その結果、学校教育における森林・林業教育の現状に関しては、幼稚園では木育活動のように、森林・林業教育が包括的に取り扱われているのに対して、小・中学校では理科や社会科の教科書において自然環境や国土の保全のための森林・林業教育の内容が多く、木材生産に関しては消極的な記述が認められた。このような現状の中で、中学校技術・家庭科技術分野に新たに導入された生物育成に関する技術の内容において、我が国の産業政策を踏まえた木材生産に関する内容を取り扱うことにより、バランスの良い教育政策の展開の可能性が見出された。

S10-6 生物育成技術としての林業に関する指導内容の提案

東原貴志
上越教育大学大学院学校教育研究科

中学生が技術・家庭科(技術分野)において、木材の生産を含んだ林業に関する知識と技術を学び、それらの技術の適切な評価・活用について考えるために必要な林業に関する指導内容を検討した。現在の中学校学習指導要領解説技術・家庭編には林業に関する踏み込んだ記述がみられないため、教科の性格と目標は異なるが、造林が教育内容に含まれていたかつての学習指導要領職業・家庭科編で扱われていた造林の技術に関する知識・理解についての指導内容と1950年代の教科書における造林に関する学習内容を抽出した。森林・林業系の専門高校で学習される森林科学に関する内容と比較した結果、1960～1990年代まで指導されていた「育林」の内容に相当すると考えられた。これらに現在の林業の課題を加えた内容について、生物育成技術の指導の時系列段階に準じて、森林を育成する準備段階、生み出す段階、育てる段階、利用段階に分類した結果、中学校で学習される作物の栽培の指導内容とよく対応しており、生物育成技術としての指導内容として適切ではないかと考えられた。

S10-7 中学校における教育実践と森林・林業教育への期待

小西伴尚

梅村学園三重中学校高等学校

三重中学校では、人工林の管理不足による災害の危険性を題材にして、地元の自然環境への興味関心を高めること、および科学的思考を養うため、外部連携により森林教育を中学校2年生対象に「森の健康診断」という授業で行った。授業実践を通じて、全員参加で行える義務教育の利点と、生徒の森への関心や科学的興味・関心が著しく高まったことについて、生徒の変容をアンケートをもとに分析した。森林教育など環境に関わる実践的な授業は、現在、多くの中学校では行われていない。その理由として、教員が抱える問題に「時間的にゆとりがない」「費用の確保」「どの様な活動が可能なのか分からない」など (JST, 2012) があげられる。ただし、三重県松阪市の中学教員全員にアンケートを行った結果、42%が地元でできるプログラムが出来れば実施したいとしており、実施したいと考えている教員は多くいる。そこで、今までの実践をもとに多くの中学校で実施できるように対策を考え、教員自身が主体的に取り組むことで熱意を持ち時間を作ることや、管理職や教育委員会の支援、専門家との連携、地域での協議会の設置、実施しやすいプログラムの作成が大切といえる。

S11-2 樹冠による窒素吸収がアカマツ苗木の二酸化炭素同化速度とバイオマス配分に与える影響

智和正明¹・松田敏英²・中谷暢丈³・小林 剛⁴・久米 篤¹・佐久川弘²

¹九州大学農学部・²広島大学大学院生物圏科学研究科・³酪農学園大学環境共生学類・⁴香川大学農学部

樹木は根からのみでなく、樹冠からも窒素を吸収することが知られている。このことは、近年増加している窒素沈着が森林の炭素固定に及ぼす影響を評価する際に樹冠による窒素吸収も考慮する必要がある可能性を示唆している。しかし、樹冠による窒素吸収が樹木の生理活性やバイオマス量に及ぼす影響を検討した例はほとんどない。そこで本研究は、アカマツ苗木を用いてこれらの影響を検討した。2年生のアカマツ樹冠部に霧状にした硫酸アンモニウム溶液を1週間に3回暴露した。噴霧中は防水シートを土壌表面に覆って暴露溶液が土壌に侵入するのを防いだ。暴露は3ヶ月間(コントロール: 0.03 kg N ha⁻¹, N₁: 13 kg N ha⁻¹, N₂: 33 kg N ha⁻¹)行った。その結果、N₁, N₂の葉中の窒素濃度やクロロフィル量はコントロールと比べて上昇し、最大光合成速度も上昇した。また、N₁, N₂の地上部(枝・葉)のバイオマス量はコントロールと比べて有意差はなかったが、地下部(根)のバイオマス量が有意に増加し、その結果、地上部/地下部比が低下した。これらの結果は、窒素沈着による樹木の炭素固定の影響を評価する際に樹冠による窒素吸収の過程を考慮する必要があることを示している。

S11-1 大気から栄養塩を吸収するハイマツの地上部長は有効土壌容積によって制限されている

久米 篤

九州大学大学院農学研究院

日本の中部山岳地域の森林限界上部ではハイマツ植生が広い範囲で優占しており、このような場所は、土壌発達の制限された貧栄養な環境であると推測されてきた。しかし、立山の山頂付近の栄養塩循環を調べた結果、山麓と同程度かそれ以上の大気窒素沈着があり、ハイマツはこれを葉面から効率的に吸収しており、さらに植生が利用している栄養塩類のほとんどは、黄砂や酸性雨などの大気由来であることが明らかになった。一方、ハイマツは山頂部から分布下限にかけて大型化するが、これには土壌発達の影響も示唆されている。そこで、土壌条件の影響を明らかにするために、立山室堂付近の標高や立地の異なる4つの群落で、有効土壌率と体積土壌含水率を測定し、有効土壌水分量(EWC)を求め、地上部の形態と比較解析を行った。その結果、ハイマツの平均群落樹高、当年枝伸張量や平均針葉長はEWCと高い正の相関を示した。この結果は、大気からの栄養塩類供給増加は、土壌と根圏の伸長にともなう根圏のバッファサイズ、すなわち有効土壌容積によって影響が異なり、土壌の富栄養化よりかはポットサイズ効果としての容積増大が地上部長の重要な要因であると考えられた。

S11-3 ニホンカラマツとグイマツ雑種 F₁ 稚樹に対するオゾンと硫酸アンモニウム付加の影響—光合成と成長に着目して—

菅井徹人¹・渡部敏裕²・来田和人³・齋藤秀之²・渋谷正人²・小池孝良²

¹北海道大学農学部・²北海道大学大学院農学院・³北海道北海道立総合研究機構林業試験場

アジアを中心とした経済発達に伴い、越境汚染物質の影響が日本でも生じている。対流圏オゾン(O₃)濃度や窒素(N)沈着量が増加し続けている。O₃は樹木に酸化ストレスを与え、生理機能や成長を阻害する。N沈着によるN養分の増加や土壌酸性化は土壌ストレスとして、樹木の栄養状態や成長に悪影響を及ぼす。こういった大気環境変動による北海道を含む日本の森林への影響が懸念されている。北海道の主要造林種にニホンカラマツがある。また、育種開発されたグイマツ雑種 F₁ (以下、F₁) は、病虫害耐性の高さ、初期成長の早さから期待が大きい。近年カラマツ類の低密度植栽が期待されており、植栽後の健全な成長は必須である。このため、変動環境が植栽苗木に与える影響を評価することは急務である。本研究では、土壌を介するN沈着の影響がO₃の影響を悪化させることを仮説とし、硫酸アンモニウムによるN沈着処理を行った。N沈着とO₃が地上部に与える影響を非破壊的に評価し、個葉レベルを光合成、個体レベルを成長から検討した。光合成では仮説が支持されなかったが、F₁の成長に対する複合影響が確認された。今後、地下部の生理・成長、同化産物の分配変化を評価する必要性がある。

S11-4 開放系オゾン付加施設で生育した落葉広葉樹稚樹の虫害（予報）

小池孝良⁴・Vanderstock, Amelie¹・井上 航²・Evgenios Agathokleous³・石 聡³

¹北海道大学工学部 HUSTEP・²北海道大学農学部・³北海道大学大学院農学院・⁴北海道大学大学院農学研究院

森林の健全性に及ぼす高オゾン (O₃) 環境 (70 ppb) の影響を野外条件で評価した。虫害に対する O₃ 付加の影響は、現状では予測が難しいため、O₃ 濃度と土壌条件を操作した実験によって被食防衛能力の変化を明らかにし、森林の生産性予測に貢献したい。被食防衛能力は先駆的樹種で低く、遷移後期種で高い傾向がある。炭素骨格の防御能は貧栄養では増加するが O₃ が増加すると光合成が抑制され防御能は低下すると予想した。本材料は Yamaguchi *et al.* (2011) の O₃ 耐性一覧の順にミズナラ>シラカンバ>ブナ3年生稚樹とし、食害痕に注目して調査した。結果：虫害はシラカンバで食害が最も多く、ブナで最も少なかった。O₃ 区で被食率が低く、特にシラカンバにおいてその傾向が顕著であった。樹体内のフェノール類等の被食防衛物質の増加の関与が示唆された。今後、被食防衛物質の量や葉の強度など、O₃ 存在下における被食防衛に関する個々の理化学的特性を今後解明したい。また、植物の資源分配パターンの変化以外にも、昆虫が O₃ を好まない可能性も考えられる。そのため今後は揮発性物質 (BVOC) についても調査を行いたい。

S11-6 ブナ苗の上位葉と下位葉の光合成能力に対するオゾンの影響

黄瀬佳之¹・岡部成晃²・廣島ひろか²・渡辺 誠³・伊豆田猛³

¹東京農工大学大学院連合農学研究所・²東京農工大学農学部・³東京農工大学大学院農学研究院

ブナ苗の上位葉と下位葉の光合成能力に対するオゾン (O₃) の影響を評価するために、2成長期間にわたって3段階の濃度の O₃ をブナ苗に暴露した。2成長期目の5~9月に測定した純光合成速度と葉内 CO₂ 濃度との関係から、最大カルボキシル化速度 (V_{cmax}) などの光合成パラメータを求めた。Farquhar *et al.* (1980) の光合成モデルと Ball *et al.* (1987) の気孔コンダクタンスモデルを用いて、総光合成速度 (A_g) と葉の O₃ 吸収速度 (F_{st}) を推定した。O₃ の影響発現における閾値 (D_t) を超えた F_{st} の積算値 [Σ (F_{st} - D_t)] と光合成パラメータとの関係を解析した結果、下位葉の O₃ 吸収量 [Σ (F_{st} - 0)] と V_{cmax} の回帰直線の傾きの絶対値 (O₃ 感受性) は上位葉のそれの約3倍であった。下位葉の A_g は上位葉に比べて低かったが、Massman (2004) が提案した D_t を用いた葉の O₃ 吸収量 [Σ (F_{st} - 定数 × A_g)] と V_{cmax} の回帰直線の傾きの絶対値は上位葉と下位葉で同様であった。したがって、下位葉における O₃ の影響発現における閾値 (定数 × A_g) が上位葉におけるそれに比べて低かったため、下位葉の V_{cmax} における O₃ 感受性が上位葉に比べて高かったと考えられる。

S11-5 ブナ苗の成長における窒素利用率に対するオゾンの影響

渡辺 誠¹・廣島ひろか²・黄瀬佳之³・岡部成晃²・伊豆田猛¹

¹東京農工大学大学院農学研究院・²東京農工大学農学部・³東京農工大学大学院連合農学研究所

近年、対流圏オゾンの森林生産に対する悪影響が懸念されている。一方、多くの森林生態系では、窒素が生産の律速要因となっている。本研究では、異なる養分条件で育成したブナ苗の成長における窒素利用率 (NUE) に対するオゾンの影響を調査した。3段階のオゾン処理 (浄化、外気の1.0倍および1.5倍の濃度) と3段階の養分処理 (無施肥、低養分および高養分) を組み合わせた9処理区を設け、2年生のブナ苗を2014年5月から2成長期間にわたって育成した。2成長期目における NUE と、その構成要素である窒素生産力 (NP) および窒素の平均滞留時間 (MRT) を算出した (NUE = NP × MRT)。NUE はオゾンまたは養分処理によって有意に低下したが、両処理の有意な交互作用は認められなかった。NP と MRT にオゾンの有意な影響は認められなかったが、両者ともオゾンによる低下傾向が見られ、その低下程度は MRT で大きかった。以上の結果より、土壌養分条件に関わらずブナ苗の NUE はオゾンによって低下し、この低下には保持している窒素の光合成生産への利用率が低下することよりも、個体の窒素保持能力の低下が大きく寄与することが明らかになった。

S11-7 葉のオゾン吸収量に基づいたブナ、コナラ、ミズナラおよびシラカンバの積算 CO₂ 吸収量に対するオゾンの影響評価

山口真弘¹・黄瀬佳之²・松村秀幸³・伊豆田猛⁴

¹長崎大学大学院水産・環境科学総合研究所・²東京農工大学大学院連合農学研究所・³電力中央研究所環境科学研究所・⁴東京農工大学大学院農学研究院

気孔を介した葉のオゾン (O₃) 吸収量に基づいて、ブナ、コナラ、ミズナラおよびシラカンバの葉の積算 CO₂ 吸収量に対する O₃ の影響を評価するために、オーブントップチャンバー (OTC) 内で2成長期間にわたって4樹種の苗木に4段階の濃度レベルの O₃ を暴露した。着葉期間中に1ヶ月毎に作成した光-光合成曲線と OTC 内で常時測定した光合成有効光量子束密度を用いて純光合成速度を推定し、その積算値を葉の積算 CO₂ 吸収量とした。気孔コンダクタンス推定モデルから算出した葉の積算 O₃ 吸収量 (X) と積算 CO₂ 吸収量 (Y) との関係をウェイブル関数 (Y = exp[-(X/ω)^λ])、ω と λ は定数) に回帰した。その回帰式を用いて積算 O₃ 吸収量が 30 mmol O₃ m⁻² の時の積算 CO₂ 吸収量の低下率 (%) を算出した結果、シラカンバ (14.7%) > コナラ (6.7%) > ミズナラ (4.9%) > ブナ (3.0%) の順に高かった。この結果から、同量の O₃ を吸収しても、O₃ による葉の積算 CO₂ 吸収量の低下程度は樹種によって異なることが明らかになった。本研究は環境省環境研究総合推進費 (5B-1105) の助成を受けて行われた。

S11-8 空間スケールをつなぐ：対流圏オゾンによる温帯落葉樹林への影響の数値的評価

野田元喜¹・星加康智²

¹ 日本原子力研究開発機構・² イタリア国立研究機関環境保護研究所

対流圏オゾンは、森林樹木の光合成活動を阻害するとともに気孔開閉機能に影響を与える。高オゾン濃度下では、環境要素の変化に対する気孔応答の鈍化が誘発され、樹木の炭素獲得や蒸散に伴う水消費が変化するが、この影響は森林のオゾン影響の評価に使われているモデルには全く考慮されていない。本研究では、オゾン交換過程を考慮した多層陸面モデルと全球大気化学モデルを組み合わせたシミュレーションによって、気孔応答の鈍化がおよぼす北半球スケールの森林の炭素獲得量と蒸散量への影響を評価する。気孔応答の鈍化過程は、北海道のFree-Airオゾン暴露実験サイトで得られた個葉レベルのガス交換測定データを用いて、最小気孔コンダクタンスに基づいてモデル化して陸面モデルに取り込むことで、群落へとスケールアップした。数値計算の結果、気孔応答の鈍化により森林の炭素獲得の減少と蒸散の促進が同時に起こり、水利用率効率が大幅に低下することを明らかにした。この結果は、過去の暴露チャンバー実験や野外観測から得られている知見と一致した。気孔応答の鈍化による水利用率の低下は、特に東アジアの高オゾン濃度地域で著しいことが明らかになった。

S11-10 変動する東アジアの大気環境に対する森林集水域の応答

佐瀬裕¹・齋藤辰善^{1,5}・山下尚之²・諸橋将雪¹・猪股弥生¹・松田和秀³・大泉毅⁴・中田誠⁵

¹ アジア大気汚染研究センター・² 森林総合研究所立地環境研究領域・³ 東京農工大学・⁴ 新潟県保健環境科学研究所・⁵ 新潟大学大学院

東アジア地域では、1980年代以降の急速な経済発展のため、硫黄や窒素の酸化物やアンモニア等の大気中への排出量が著しく増大し、その流入による森林生態系の攪乱が懸念されてきた。その影響は広範囲で顕在化はしていないが、中国や日本の一部では樹木枯損や森林集水域の酸性化・窒素飽和など、大気沈着の影響が示唆された。一方で、中国における硫黄酸化物の排出量は2006年をピークにその後は低下に転じた。窒素化合物の排出量は大きく変化していないため、今後、大気沈着における硫黄と窒素のバランスが徐々に変わって来るとも考えられる。このように、大気環境が大きく変化しつつある東アジアにおいて、森林集水域がその変動にどのように応答しているか、日本、タイ、及びマレーシアにおける研究成果や東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)の公表データを基にその違いを論ずる。例えば、大気からの硫黄流入量の低下に伴い、新潟のスギ林集水域では渓流水中の硫酸イオン濃度の低下やアルカリ度の上昇等の酸性化からの回復が見られるのに対し、タイ東北部の乾燥常緑林集水域では渓流水はむしろ酸性化していた。

S11-9 硫黄・窒素沈着による森林生態系影響の全国評価— 臨界負荷量を用いた推定—

山下尚之¹・佐瀬裕²・黒川純一²・森野悠³・栗林正俊⁴・大原利真³

¹ 森林総合研究所立地環境研究領域・² アジア大気汚染研究センター・³ 国立環境研究所・⁴ 長野県環境保全研究所

東アジアでの硫黄・窒素酸化物の排出は増え続け、沈着の空間分布も変化しているが、生態系に対する我が国のリスク評価マップは90年代以降ほとんど更新されていない。かつて生態系の酸性化リスクの評価手法として用いられた臨界負荷量(酸性化が生じる沈着の限界量)は現在の観測結果を必ずしも反映しておらず、富栄養化(窒素飽和)リスクへの対応も進んでいない。本研究は、近年の知見を反映した臨界負荷量マップの作成により、より現状に沿った全国評価を実施することを目的とした。入力値として塩基類の沈着、化学風化、降水に伴う溶脱、伐採による持ち出し等を全国の森林で推定し、硫黄・窒素沈着による土壌酸性化の臨界負荷量と、窒素沈着による富栄養化の臨界負荷量を算出した。これらを大気化学輸送モデルCMAQにより推定された硫黄・窒素沈着の全国分布と比較した。土壌酸性化の臨界負荷量は中部地方と関東西部で低い傾向がみられたものの、硫黄・窒素沈着が臨界負荷量を超える地点はなかった。一方、富栄養化の臨界負荷量は北海道で低く、一部で窒素沈着が臨界負荷量を上回っていた。今後、観測結果を活用した臨界負荷量モデルの調整や不確実性評価が必要である。

S12-1 破壊的手法による樹木根バイオマスの測定

都築勇人・末田彦彦

愛媛大学農学部

亜寒帯・温帯・熱帯の森林を構成する樹木を対象にして破壊的手法により得られた根バイオマスのデータを用い、様々な地域・森林帯・樹種に共通して適用できる相対成長関係が存在するかを検討する。樹木根バイオマスのデータは、亜寒帯林についてはカナダと北海道苫小牧国有林において、温帯林については愛媛において、熱帯林についてはインドネシア中部カリマンタンとラオス北部において取得され、計約150本分となる。この根バイオマス調査は、航空レーザー測量技術を用いた森林資源量の広域精密推定のグランドトゥルースの一環として実施され、主に手動式ウインチ(レバースロック)での掘りあげによる。相対成長関係の検討において、根バイオマスと相対する樹木変数に胸高直径を用い、材密度等を考慮する。

S12-2 海岸クロマツ林における地中レーダ法を用いた根系推測と引き倒し抵抗力

藤堂千景¹・所 千恵²・谷川東子³・山瀬敬太郎¹・池野英利⁴・大橋瑞江⁴・檀浦正子^{5,6}・平野恭弘^{2,7}

¹ 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・² 名古屋大学理学部・³ 森林総合研究所関西支所・⁴ 兵庫県立大学環境人間学部・⁵ 京都大学大学院地球環境学堂・⁶ 京都大学大学院農学研究科・⁷ 名古屋大学大学院環境学研究科

樹木の倒れにくさには根系の発達程度が影響することが示唆されている。樹木の引き倒し抵抗力について多数報告されてきたが、樹木地上部との関係に着目しており、地下部の知見は限られている。本研究は樹木の引き倒し抵抗力と地下部根系との関係性を明らかにすることを目的とした。愛知県田原市の海岸クロマツ林において汀線に比較的近い海側調査区と遠い陸側調査区において、地中レーダを用いて根系の非破壊的計測を行った後、樹木の引き倒し試験を行った。引き倒し後、土壌と根が密着し持ち上がった根鉢について半径及び深さを評価した。

クロマツ個体の胸高直径が大きくなると引き倒し抵抗力も高くなるが、胸高直径が15 cm程度以上では海側より陸側調査区のほうが引き倒し抵抗力が高くなった。根鉢の半径は大きくなるほど引き倒し抵抗力が高かったが、海側・陸側で差異はなかった。陸側では根鉢が深い個体ほど引き倒し抵抗力が大きくなったが、海側ではその傾向が認められなかった。本発表ではレーダで検出された根の位置と引き倒し力との関係や、個体周辺の植生及び土壌環境の影響についても報告する。

S12-4 土壌攪乱の影響を受けた細根の生産動態—細根生産量過大評価の可能性—

仲畑 了¹・大澤 晃^{1,2}

¹ 京都大学大学院農学研究科・² 京都大学大学院地球環境学堂

これまで、細根生産量の推定は主にイングロースコアなどの破壊的手法で行われてきた。そこには、土壌攪乱が細根の生産動態に与える影響は無視できる、という大きな仮定が存在する。しかし、攪乱に伴って切断された根や、生きた根の存在しない土壌空間が攪乱直後の細根の生産動態に与える影響を検証した例は少ない。本研究は、細根スキャナー法による細根動態の長期的観察に基づき、土壌攪乱が細根の生産動態に与える影響とその時間変化を検証することを目的とした。

ヒノキ林とコナラ林においてフラットベッドスキャナーを埋設し、1-2週間おきの土壌断面の撮影を4年間以上行った。画像解析によって、画像中における根の現存面積の推移と各成長期における積算生産面積の推移を求め、それぞれの変動に対してロジスティック曲線をあてはめて曲線の最大値と成長係数を推定した。

攪乱された当年の積算生産面積の最大値と成長係数は林分タイプによってそれ以降の年より有意に高かった。両林分において、土壌攪乱直後の細根の生産動態は特異的であった。このことから、従来のイングロースコアなどによる生産量の推定値は攪乱の影響を受けて過大評価となっている可能性がある。

S12-3 沖縄マングロブ林における、細根を考慮した純一次生産量の推定

玉崎あかね

京都大学大学院地球環境学堂

森林は光合成によって炭素固定を行い、樹体内にバイオマスを貯蓄する。中でもマングロブ林は塩分濃度が高く、軟弱で不安定な、また嫌氣的土壌に生育するため、樹体を安定することが容易ではなく、根に多くの炭素を分配する必要がある。これよりマングロブ林は根の生産量が大きく、炭素貯蓄能が高い可能性があり、特に地球温暖化の制御機能への貢献が期待される。しかし地下部を考慮した純一次生産量(NPP)の推定は、これまで細根生産量推定の困難さからあまり行われてこなかった。本研究では、マングロブ林における地下部炭素動態パターンを調べること、地上部と地下部両方の生産量を考慮してNPPを推定すること、そのNPPのうち地下部が占める割合を算出することを目的とした。2014年7月から一年間、沖縄本島漫湖湿地のKandelia obovata(メヒルギ)純林を対象として調査した。地上部については毎木調査とリタートラップ法を用い生産量を算出し、地下部については連続コア法と細根リターバック法を用い、根の分解量・枯死量・生産量を算出した。これらのデータから1年間の地上部と地下部の生産量を推定し、森林生態系全体の1年間の純一次生産量(NPP)を推定した。

S12-5 グイマツ雑種F₁の細根の成長に及ぼす窒素沈着の影響：リン付加の有無の比較

藤田早紀¹・来田和人²・斎藤秀之³・渋谷正人³・小池孝良³

¹ 北海道大学農学部・² 北海道北海道立総合研究機構林業試験場道北支場・³ 北海道大学大学院農学研究院

細根(一般的に直径2 mm以下)は養水分吸収の役割を担っている。新しく生産された細根の根端は菌根形成の場であり、特にリン(P)の獲得を可能にする。このため新しい根の形成は宿主である苗木の成長を左右する。北海道では貧栄養な火山灰性土壌が広く分布しており、今後、ニホンカラマツの弱点を克服したグイマツ雑種F₁(*Larix gmelinii* var. *japonica* × *L. kaempferi*)による再造林が期待されている。一方で、近年、窒素(N)沈着が増加している。Nは必須栄養素であるが、過剰な場合、P等の他の土壌中の栄養素元素との均衡を崩し、土壌酸性化を招くことで植物の成長を低下させる恐れがある。この場合、最も顕著に影響が表れるのが養水分吸収の機能を担う細根である。本研究の目的は、F₁の初期成長に対するN沈着とそれに伴うP欠乏の影響を細根の動態と地上部の成長に注目して解明することである。細根生産をコアサンプリング法で調査し、地上部の成長を追ったところ、P付加をしない場合、細根への光合成産物の投資が大きかった。このことにより、F₁は不足する養分を確保するために光合成産物の配分が調整され、共生菌類の感染場所である細根も増加することが分かった。

S12-6 In-growth core 法を用いた樹木細根における放射性 Cs 吸収量の推定

橋本長武¹・大橋瑞江³・遠藤いず貴¹・小田智基¹・田野井慶太郎¹・小林奈通子¹・廣瀬 農¹・大手信人²

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科・² 京都大学大学院情報学研究所・³ 兵庫県立大学環境人間学部

福島第一原発の事故により放出され、森林に降下した放射性セシウム (Cs) は、事故後の4年間でその大半が土壌へと移行したと考えられる。しかし土壌中の放射性 Cs の挙動は未だ不明な点が多く、なかでも樹木根での放射性 Cs の吸収様式は不明である。そこで本研究では、イングロースコア法を応用することで、細根における土壌からの吸収量の推定を試みた。

実験は福島県伊達市のスギ人工林で行った。根を取り除いた放射性 Cs を含む土壌 (+Cs) と放射性 Cs を含まない土壌 (-Cs) を充填した直径 5 cm、深さ 20 cm の円筒 (コア) をそれぞれ 10 本ずつ 1 年間試験地に埋設し、回収することを 2 年間行った。二回の回収で得たコアの土壌では、+Cs、-Cs とともに放射性 Cs の混入が見られたが、+Cs、-Cs 間の平均値は +Cs の方が遥かに高かった。一回目のコアの土壌では放射性 Cs の混入が全ての層で見られ、特に 0-3 cm で多かった一方、二回目で回収したコアでは、+Cs の 3-10 cm で放射性 Cs の流出が見られた。またコア内の細根中の濃度は +Cs の 0-3 cm で 8.9×10^3 Bq/kg が最大であり、-Cs の 10-20 cm で 90 Bq/kg が最低と、土壌の放射性 Cs 濃度と正比例であった。

S12-8 ヒノキ細根系の呼吸速度の変動要因 — 東海地方 7 林分の調査より —

宮谷紘平¹・谷川東子²・牧田直樹²・平野恭弘¹

¹ 名古屋大学大学院環境学研究所・² 森林総合研究所関西支所

演者らは東海 4 県 (愛知・静岡・岐阜・三重) のヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) 林 7 林分において、同時期に掘り取って測定された重量当たりのヒノキ細根呼吸速度 (R_r) が調査地間で 3.5 倍も変化し得ること、調査地の一つである幸田 (愛知) の R_r および土壌硝酸濃度が他の調査地に比べ有意に高いことを明らかにしてきた。 R_r の変動要因として、温度や根の窒素濃度などが報告されているが、その他要因との関係に関する知見は限られている。そこで本研究では、ヒノキ林において R_r を規定する要因を包括的に明らかにすることを目的とした。上記 7 林分のうち幸田と三ヶ日 (静岡) の 2 林分において、季節毎の R_r と細根形態の指標である比根長 (SRL) の測定を 2 年間計 8 回行った。また東海 4 県で測定した R_r の変動要因を詳細に解析するため、細根と土壌の化学性の測定を行った。

東海 4 県に生育するヒノキ林において、 R_r と細根形態 SRL との間には調査地に関わらず有意な正の相関があることが明らかとなった。また幸田と三ヶ日で 2 年間測定した R_r は、季節毎に変動したものの、SRL と同調的であった。本発表では、土壌および細根化学特性と R_r との関係性も報告し、ヒノキ R_r の変動要因について考察する。

S12-7 ヒノキ細根の直径 2 mm 以下に着目した次数別形態特性

土居龍成¹・宮谷紘平²・谷川東子³・所 千恵¹・平野恭弘^{2,1}

¹ 名古屋大学理学部・² 名古屋大学大学院環境学研究所・³ 森林総合研究所関西支所

樹木細根の機能特性については、分岐構造を示す次数に着目した研究が行われてきた。これまでの研究は 1~3 次根など根端近くの根を対象としており、細根定義「直径 2 mm 以下」全体の中ではごく一部に相当する。一方、国内外で直径 2 mm 以下の細根量の知見が蓄積されつつある。そこで「直径 2 mm 以下全体の次数特性」が明らかになれば、細根量情報を樹木個体や森林生態系における細根機能の評価に利用できる可能性がある。本研究ではヒノキについて、直径 2 mm 以下全体の細根系における次数別形態特性を明らかにすることを目的とした。

調査は細根特性が調査されてきた東海地方のヒノキ林、幸田、二本木、三ヶ日の 3 ヵ所で行った。樹幹から 1 m 程度の地点で約 30×20×深さ 10 cm の範囲から、根端を含んで直径 2 mm に至るまでの細根系を各調査地 3 根系ずつ掘り取り、実験室に持ち帰った。細根系は次数ごとに分け、次数別の根直径、根長、乾重などを測定した。

1 根系は、平均 1500 個程度の次数根に分けられ、5~7 次根までに区別された。3 次根の平均直径は 0.5 mm、5 次根では 1 mm 程度であった。本発表では 3 調査地における次数根形態の違いを土壌特性と比較しながら考察する。

S12-9 フィンランド亜寒帯林における細根と菌根菌の機能的な関わり

牧田直樹^{1,2}・Jussi Heinonsalo²・Jukka Pumpanen^{2,3}・Jaana Leppälammil-Kujansuu²・Heljä-Sisko Helmisari²

¹ 森林総合研究所関西支所・² University of Helsinki, Department of Forest Sciences・³ University of Eastern Finland, Department of Environmental Science

多くの植物の主要な共生菌である菌根菌は、エネルギー源として共生相手となる植物から光合成産物を得る、一方で、土壌中に張り巡らした菌糸から、主にリンや窒素を吸収して植物に供給することが知られている。したがって、菌根菌共生は、植物が生存・生育していく上で極めて重要な役割を担っている。本研究では、土壌窒素の勾配に対する樹木細根の生理・形態特性と菌根菌の関係を明らかにすることを目的とする。調査は、フィンランド・ヘルシンキ大学 Hyytiälä 亜寒帯林のマツ林とトウヒ林にて調査を行った。異なる土壌窒素条件下において、重量当たりの根呼吸速度は土壌窒素が高いプロットほど高くなる傾向を示した。根形態指標である比根長は、土壌窒素プロット間で有意に異なることが明らかとなった。また比根長と根呼吸の関係をプロット間で比較すると、回帰直線の傾きは、有意に異なった。本発表では、菌根菌共生と根形質特性の関係も含めて根の機能的な役割を考察する予定である。

S12-10 植物はどのような根を形成して過湿状態の土壌に適應するのか？

塩野克宏

福井県立大学生物資源学部

雨水や河川からの流入による水が適切に排水されず、過湿状態が続くと土壌は低酸素状態になる。低酸素に続いて土壌は還元化し、有毒物質が増える。樹木、草本を問わず、ほとんどの陸上植物は過湿状態の土壌では根の呼吸阻害と有毒物質の過剰吸収により生育が阻害される（湿害）。一方、マングローブやイネ、ヨシなどの湿生・水生植物は Radial Oxygen Loss (ROL) バリアと呼ばれる根の形態変化を伴った環境応答により湿害を回避する。ROL バリアは根の効率的な酸素通気を助け、有毒物質の根への侵入を防ぐ耐湿性の重要形質だが、その構成物質ははっきりせず、形成に関わる遺伝子は不明である。我々は円筒型酸素電極を国内で初めて確立し、イネの ROL バリア形成過程のモニタリングに成功した。バリア形成中の外皮周辺組織の網羅的遺伝子発現解析の結果、疎水性の極長鎖脂肪酸であるスベリン生成遺伝子群の発現がバリア形成中に高まることを明らかにした。さらに、同定した遺伝子の1つ、ABC トランスポーターのイネ変異体では過湿ストレスへの適応性が失われることも明らかにした。本発表では ROL バリアの役割と根の形態変化についてイネと樹木の知見を交えて紹介する。

T1-2 まず減らすべき「メスジカ」。その群れの行動圏は固定的で非重複的

大場孝裕・大橋正孝・山田晋也・石川圭介・片井祐介

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

ニホンジカ (*cervus nippon*) の個体数削減を図る上で、雌雄の違いを踏まえることが肝要である。利息分しか(さね)返済できていない借金が減らないのと同様、子を産むメスが減らせなければ、個体数管理はできない。ニホンジカは、通常、雌雄で別々の群れを作り、娘は母親とともに母系的な群れを作る。

静岡県内各地で、2008 年以降、45 頭のメスのニホンジカに GPS 首輪を装着し、位置データを収集した。GIS ソフトを用いて、得られた位置データから高精度測位点を抽出し、行動圏とした。

季節移動しない個体(群れ)とする個体(群れ)が確認された。それぞれの行動圏、季節行動圏は固定的(数十 ha 程度)で圏外への抜け出しは少なかった。さらに行動圏の近接が 7 例確認できた。いずれも行動圏の重複はあまり認められず、谷等で境界が形成されていた。森林内だけでなく、開放的環境においても、行動圏の非重複性が観察された。

今回明らかとなったメスの群れの非重複性からは、捕獲やその効率化のための誘引等は、そこを行動圏とする限られたメスの群れにしか作用しないと考えられ、パッチ状に存在するであろうメスの行動圏を単位とした個体数管理が望ましい。

T1-1 釧路湿原におけるエゾシカによる湿地林の生息地利用

日野貴文¹・吉田遼人¹・五十嵐守¹・佐藤温貴¹・村井拓成²・立木靖之²・赤松里香²・橋本寛治¹・小川健太¹・金子正美¹・吉田剛司¹

¹ 酪農学園大学環境共生学類・² EnVison 環境保全事務所

日本全国でニホンジカの湿地生態系への分布拡大が報告されている。湿地生態系への影響把握やニホンジカの生息を理解する上で、湿地生態系における生息地利用の解明は重要である。一般に、林冠ギャップや草地のような開放地はニホンジカの採食物の資源量が多く選好性が高い。一方で、捕食回避のためそのような開放地を忌避する行動も知られている。そして、開放地に隣接する森林のパッチサイズや形状により、開放地に対する選好性は異なる。ニホンジカにとって湿原生態系は、開放地にパッチ状に湿生林が存在する生息地であるが、湿地生態系ではシカ類の生息地利用に関する研究は世界的に少ない。本研究では湿地生態系におけるニホンジカの生息地利用を明らかにするために、釧路湿原にて計 20 頭のエゾシカに GPS 首輪を装着し、位置データを取得した。そして、植生図を用いて植生タイプ毎の生息地利用を解析し、さらに航空写真から判読した湿生林のパッチサイズ、形状、密度がその選好性に与える影響を解析した。その結果、エゾシカは一年を通じて湿生林を選好していることが示唆された。発表ではパッチ形状等がエゾシカの湿生林利用の選好性に与える影響についても報告する。

T1-3 人工林皆伐跡地におけるニホンジカ集中捕獲を目指した利用状況モニタリング

奥村栄朗¹・藤井 栄²・森 一生³・八代田千鶴⁴・金城芳典⁵

¹ 森林総合研究所四国支所・² 徳島県立農林水産総合技術支援センター・³ 徳島県西部総合県民局・⁴ 森林総合研究所関西支所・⁵ NPO 法人 四国自然史科学研究センター

森林総研と徳島県では、再造林地でのシカ被害軽減のため、皆伐跡地における集中捕獲技術の開発を試みていて、皆伐跡地のシカによる利用実態を把握するため、糞粒法と自動撮影カメラによるモニタリングを行った。

2014 年春、徳島県つるぎ町の皆伐跡地 2ヶ所(2013~14 年伐採、約 4 ha)を捕獲試験地および対照試験地に設定した。糞粒法調査は、各試験地周囲の林内、および捕獲試験地の周辺地域(1.5~3 km 範囲の 4 地点)で行い、シカの利用頻度指標としてプログラム FUNRYU(岩本ら 2000)による生息密度推定値を用いた。自動撮影カメラは、7 月末から試験地の林縁に各 15 台を設置した。

糞粒法の結果は、試験地周囲が 31 頭/km²、周辺地点は 15 頭/km²で、皆伐跡地の利用頻度が高かった。自動撮影カメラでは、夏~秋には出現頻度が高く、日没前の出現もあり、給餌による日中の誘引が可能と考えられたが、12 月初めに記録的大雪があり、以後、出現頻度が大幅に低下するとともに、日中の出現がほとんど無くなった。その状況で 2~3 月に給餌誘引による捕獲(狙撃および囲いワナ)を試みたが不成功に終わった。

講演では、冬季の出現低下の要因を考察し、今年度の状況についても報告する。

T1-4 広葉樹植栽地での捕獲によるシカ出没頻度の低減効果

八代田千鶴¹・森元萌弥²・中須真史³・岡本宏之³・鈴木正嗣²

¹ 森林総合研究所関西支所・² 岐阜大学応用生物科学部・³ 宮川森林組合

森林におけるシカによる被害防止のためには、捕獲による個体数管理も重要である。そこで本研究では、植栽地での捕獲実施によるシカの出没状況への影響を検討した。三重県多気郡大台町内のパッチディフェンスを設置した広葉樹植栽地 (3.2 ha) において調査を実施した。2012 年度 (以下、12 年) および 2013 年度 (以下、13 年) の 2 年間実施し、両年とも調査期間は 11 月～4 月とした。植栽地内に設置した自動撮影カメラを用いてシカの出没状況を記録し、12 月および 2 月に 2 週間ずつ給餌を行った。捕獲は 12 年のみ実施し、給餌期間中に誘引狙撃法により 3 回実施した。また、植栽地内および周辺の林内に固定コドラートを設置し、1 カ月あたりの平均糞粒数 (個/m²) を測定した。シカの出没頻度は、給餌期間中に増加したことから、給餌によりシカの出没を誘導できることが確認できた。12 年の捕獲では、合計 8 頭のシカを捕獲した。実施前の平均糞粒数は、林内では 0.5 個以下であったが、植栽地内では約 7.5 個と多かった。実施後における植栽地内の平均糞粒数は実施前の半分に減少し 13 年も同水準であったことから、捕獲により植栽地内へのシカの出没頻度を減少させる一定の効果があると考えられた。

T1-6 シカ捕獲でスギヒノキ苗木食害は軽減できるか—徳島県つるぎ町での実証試験

大谷達也¹・藤井 栄²・森 一生³・八代田千鶴⁴・宮本和樹¹・奥村栄朗¹・酒井 敦¹

¹ 森林総合研究所四国支所・² 徳島県立農林水産総合技術支援センター・³ 徳島県西部総合県民局・⁴ 森林総合研究所関西支所

全国各地で問題となっている新植地での苗木被害に対応するため、徳島県つるぎ町においてシカ捕獲によってスギ・ヒノキ苗木への食害が軽減できるかどうかを検証した。互いに 4 km ほど離れた場所にシカ捕獲を試みる伐採地 (捕獲試験地) と試みない伐採地 (対照試験地) を設定し、伐採地内に試験植栽区をそれぞれ 6 カ所および 3 カ所に設けた。ひとつの植栽区は 25 m 四方で、スギとヒノキのコンテナ苗を 3:1 の本数割合 (合計 144 本) で植えた。2015 年 5 月下旬に植栽した後、ほぼ 1 ヶ月ごとに苗木の被害状況を記録し、10 月中旬には捕獲試験地で 3 頭のメスジカを捕まえた。植栽後の日数から苗木被害を予測するロジスティックモデルに、樹種のちがいが、下草による苗木被覆の有無、およびシカ捕獲の有無を切片として組み込んだところ、被害の推移をうまく表現することができた。被害を 5 段階のランクで表現した場合、仮想的に植栽当初からシカを捕獲していたとすると、植栽 6 ヶ月後においてスギで 25 %、ヒノキで 18 % ほど被害を軽減できると推定された。なお現在の結果は速報的なもので、この試験を来年度にも繰り返してシカ捕獲の効果をさらに詳しく検証する予定である。

T1-5 狩猟圧がエゾシカの行動や活動性に与える影響

池田 敬・小泉逸郎

北海道大学地球環境科学研究院

現在、過増加したニホンジカ (以下、シカ) の個体数管理が全国各地で実施されている。しかし、狩猟がシカの行動に与える影響は評価されておらず、効果的に管理するためにはシカの行動を把握することが重要である。そこで、本研究は狩猟圧が異なる地域で猟期前と猟期中におけるシカの逃避行動や生息数、活動性を評価した。

本研究は狩猟圧が高い A 地域、狩猟圧が低い B 地域、狩猟が行われていない C、D 地域で調査を行った。センサス調査は逃避開始距離、カメラ調査は生息数と活動性を算出した。

生息数は A 地域では猟期前と比べて猟期中に著しく低下した一方で、狩猟が行われていない C 地域では著しく増加した。また、有意差はなかったが、B 地域は減少傾向、D 地域は増加傾向であった。このため、シカは狩猟が行われている地域から行われていない地域に避難していることが示唆された。また、A 地域の活動性は猟期前から夜間の撮影割合が高く、強度な狩猟圧は猟期にかかわらずシカの活動性に影響を与えていることが考えられる。狩猟が行われている B 地域は猟期前と比べて猟期中の夜間の撮影割合が高く、シカは狩猟の影響により活動性を夜間にシフトしていることが示唆された。

T1-7 広葉樹二次林においてエゾシカの影響が顕在化する初期過程

明石信廣

北海道立総合研究機構林業試験場

北海道新得町の広葉樹二次林において、20×20 m の調査区 2 箇所 (A 区及び C 区) を設定し、幹長 50 cm 以上かつ胸高直径 1 cm 未満の稚樹 (萌芽を含む) 及び胸高直径 1 cm 以上の樹木の成長とエゾシカの影響を 5 年間調査した。2010 年には稚樹や小径木の本数が多かったが、5 年間でこれらの多くが枯死し、特に胸高直径 2 cm 未満の本数が激減した。稚樹本数は A 区で 44 本から 11 本、C 区で 180 本から 54 本に減少した。胸高直径 1-5 cm の枯死木の 65 % が樹皮剥ぎ、角擦り、幹折りの被害を受けていたが、そのほとんどが 2012 年秋～2013 年春に発生したものであった。枝葉の食痕率も年によって異なっていたが、樹皮剥ぎや幹折りよりも変動は小さかった。この調査地では夏季よりも冬季の採食が多く、夏季には新たに 50 cm 以上に成長する稚樹もあったが、その多くは冬季に採食を受けて小さくなった。5 年間生残していた稚樹は A 区で 3 本、C 区で 35 本のみであり、幹長が長くなくなったのは C 区の 12 本のみであった。当初は 50-150 cm の高さの食痕が多かったが、この層の枝葉の減少に伴って上下の枝葉の採食も多くなった。この結果、エゾシカが届く高さ 200 cm 以下に枝葉を付ける稚樹・樹木が減少し、採食ラインが形成されつつある。

T1-8 シカと照葉樹林化が落葉広葉樹林の出現種数に及ぼす影響—県域スケールでの空間解析

藤木大介

兵庫県立大学自然・環境科学研究所

シカによる下層植生衰退度 (SDR)、常緑樹被度が様々に異なる落葉広葉樹林で収集された植生データに基づき、シカによる下層植生衰退と照葉樹林化が落葉広葉樹林の出現種数に及ぼす影響を予測する一般化線形混合モデルを構築した。そのうえで、空間解析のために必要とされる空間データを準備したうえで、予測モデルを地理情報システム上でラスタ演算することにより、シカと照葉樹林化が落葉広葉樹林の出現種数に及ぼしている負の影響について兵庫県域スケールで空間推定した。

その結果、調査地域の落葉広葉樹林の出現種数は、SDRと常緑樹被度の2変数によって強く説明されることが明らかとなった。空間推定結果から、下層植生の衰退に伴う種数の減少は高標高の山岳域において、照葉樹林化による種数の減少は、瀬戸内側の低山帯を中心に進行していることが示された。このように下層植生の衰退と照葉樹林化による種数の減少が地理的に分離して生じている理由としては、調査地域においては過去数十年間に高標高の山岳域からシカの密度増加と分布拡大が進んだこと、気温と積雪の制約から照葉樹の生育適地が瀬戸内側の低山帯に偏っていることが推測された。

T1-10 長期的なシカの摂食による樹木の個体数変動

岡部憲和

九州大学大学院システム生命科学府

シカによる摂食は、林内の樹木の成長や生存に大きく影響し、特定の種の個体数を減少させる。長期的に考えると、摂食を受けやすい種は、林内から絶滅してしまう可能性がある。そのため、長期的な森林管理や種の保全を行う上で、シカ摂食によって森林内の種構成が変化するかを予測することは重要である。そこで、本研究では、食害の有無による樹木の成長量や死亡率の変化を野外データで検証し、食害を受けやすい種がどのように減少するか、究極的には絶滅するかをシミュレーションによって評価した。1年間の野外調査の結果、先行研究と同様に、特定の種の成長や死亡に食害が影響することがわかった。さらに、野外調査で扱った種を対象に、長期モニタリングによる観測値を組み込んだ1000年間のシミュレーションを行った。その結果、摂食を受ける種は、年経過とともに個体数が激減するが、絶滅には至らなかった。今回シカの摂食を受けやすかった種は、現在も森林内に出現する種であり、一般にシカの摂食を受けやすい種ではないため、シカの摂食は、今後の森林の構成を変化させると考えられる。

T1-9 ニホンジカの採食により林床植生が衰退した斜面における土壌・リターおよびCsの移動—丹沢山地壮齢ブナ林での観測—

若原妙子¹・石川芳治¹・白木克繁¹・内山佳美²

¹ 東京農工大学大学院農学研究院・² 神奈川県自然環境保全センター

神奈川県の丹沢山地では1990年代頃からニホンジカが過密化し、採食圧により植生が衰退した。林床植生の衰退は生態系の基盤である土壌の侵食に関係する。そこで東丹沢堂平地区の壮齢ブナ林で、林床面被覆の違いが土壌侵食に与える影響を2004年より調査した。

本研究では植生被覆率の異なる3つの試験プロット(縦5m×横2m)および斜面(長さ約30m)の下部へ流出したリターおよび土壌量を測定するとともに林床の植生・リター被覆率を測定した。また原発事故後の2011年7月より流出土壌・リターの放射性Cs濃度を測定するとともに土層内の放射性Cs濃度の垂直分布を測定し、土砂の移動-堆積状況を把握した。

植生被覆率の低いプロットでは年間を通して土壌侵食量が多く、特に林床面被覆率が低下し降雨の多い夏季に土壌侵食量が多く観測された。被覆率の高いプロットでは土壌侵食量は少ないが土壌のCs濃度は高く、Csがプロット内に留まりつつ土層内部へ浸透していることが示された。斜面スケールではプロットスケールよりも単位面積当たりの土壌侵食量は少なく、移動-堆積を繰り返しながら流下する土壌の移動動態の複雑さおよびスケール効果の問題点が示唆された。

T1-11 植栽広葉樹へのニホンジカの摂食強度に影響する要因

飯島勇人・長池卓男

山梨県森林総合研究所

近年、ニホンジカ密度が日本各地で増加し、植栽木に対する摂食圧が深刻化している。植栽木に対する摂食の防除方法として忌避剤や柵の設置が挙げられるが、柵は忌避剤よりも設置費用が高いため、摂食リスクに応じて防除方法を選択する必要がある。本研究は、ニホンジカ密度と防除方法による防除効果の違いを明らかにすることを目的とした。山梨県内の様々なニホンジカ密度下の広葉樹植栽地において、植栽木の生残を調査した。その結果、ニホンジカ密度が20頭/km²以下では忌避剤でもニホンジカによる植栽木の摂食を防ぐことができたが、それ以上の密度では激しい摂食を受けていた。広葉樹の植栽木をニホンジカの摂食から効率的に防除するためには、植栽地のシカ密度を把握し、密度に応じて防除方法を選択する必要がある。

T2-1 落葉広葉樹クリにおける種子散布制限と尾根ごとに異なる遺伝的組成

長谷川陽一^{1,2}・高田克彦¹・陶山佳久²・清和研二²

¹ 秋田県立大学木材高度加工研究所・² 東北大学大学院農学研究所

樹木の遺伝的多様性は、集団内の個体間で多く見られ、一般に樹木の集団間の分化の程度は低いと言われている。しかし、遺伝子流動が制限されれば樹木であっても集団間の遺伝的分化が生じる可能性がある。そこで本研究では、地形構造が樹木の空間的遺伝構造に与える影響を検証した。6ヘクタールの調査地において、3つの谷に隔てられた3つの尾根に分布するクリを対象に、SSR マーカーを用いて成木集団と実生集団の空間的遺伝構造と、種子と花粉の散布パターンを調べた。ソフトウェア GENELAND を用いた解析によって、3つの尾根の上にパッチ状に分布する成木集団は、3つの遺伝的クラスターに別れた。また、実生集団も同様の3つのクラスターに別れたことから、遺伝構造は成木集団から実生集団へ伝搬していることが明らかになった。種子の散布は、谷を越えずクラスター内への短い散布に限られており、遺伝構造の形成に強い影響を与えていると考えられた。これらのことから、クリ天然林では、集団が谷によって隔離されると、ネズミ類によって散布される種子の移動が制限され、パッチ集団ごとの遺伝的クラスターが形成されることが示唆された。

T2-3 ソメイヨシノとエドヒガンとの雑種不和合性の詳細マッピングと候補遺伝子の探索

鶴田燃海・向井 謙

岐阜大学応用生物科学部

日本で最も親しまれているサクラの品種ソメイヨシノに野生種のエドヒガンを掛け合わせると、およそ半数の実生で致死的な生育不全が起こる。この受精後の雑種不和合の仕組みを明らかにすることを目的に、実生の形質に関する遺伝子座の詳細マッピングおよび候補遺伝子の探索を行った。これまでに、ソメイヨシノ（種子親）とエドヒガン（花粉親：3個体）との交雑による雑種第一代（F₁）483個体を用いた連鎖解析により、生育不全に関する遺伝子座はソメイヨシノの連鎖地図の第4連鎖群、3.8cMの領域にマッピングされている。さらに候補領域を狭めるため、ゲノムが解読されているモモの配列を参考に、同領域内に新たに7つのSSRマーカーを開発した。これにより候補領域を2つのマーカー EMPaS13 と PPS4C005 の間、約1cMの範囲におとすことができた。これはモモのゲノムでおよそ300kbに相当し、この範囲には59個の遺伝子領域が推定されている。配列の相同性検索を行い、これらの中から実生の成長に関連した候補遺伝子を探索した。現在、両親およびF₁において候補遺伝子の塩基配列の解読を進めている。

T2-2 国内外来種コブシからシデコブシへの遺伝子浸透の可能性

行年恭兵¹・玉木一郎²・石田 清³・戸丸信弘¹

¹ 名古屋大学大学院生命農学研究所・² 岐阜県岐阜県立森林文化アカデミー・³ 弘前大学農学生命科学部

外来種が近縁な在来種と交雑して雑種が生じ、さらに雑種が在来種と繰り返し戻り交雑すると外来種の遺伝子が在来種に取り込まれる（遺伝子浸透）。在来種が希少種の場合、希少種の遺伝的固有性を消失させる遺伝子汚染が引き起こされることがある。希少種シデコブシの自生地付近に本来分布しないコブシが植栽され、雑種形成が引き起こされている恐れがある。本研究では、シデコブシとコブシ間の雑種形成と遺伝子浸透を明らかにすることを目的とした。また、雑種の形態的特徴も調査した。愛知県昭和の森に生育する樹幹長1.3m以上のシデコブシとコブシおよびそれらの雑種と思われる全318個体の葉からDNAを抽出し、核マイクロサテライト12座と葉緑体マイクロサテライト3座を用いて各個体の遺伝子型とハプロタイプを決定した。また、全個体の葉と開花個体の花の形態形質を計測した。STRUCTURE解析とNEWHYBRIDS解析の結果、シデコブシとコブシ間の雑種形成が確認され、シデコブシとの戻り交雑個体が検出された。よって、シデコブシ方向の遺伝子浸透が生じる可能性があることが明らかとなった。また、推定雑種個体は2種の間中間的な形態を示した。

T2-4 ホンシャクナゲとキョウマルシャクナゲの交雑起源集団における花形態の標高クライ

玉木一郎¹・渡辺洋一²・松木 悠³・陶山佳久³・水野瑞夫⁴

¹ 岐阜県立森林文化アカデミー・² 千葉大学大学院園芸学研究所・³ 東北大学大学院農学研究所・⁴ 岐阜薬科大学

ホンシャクナゲとキョウマルシャクナゲの2変種は形態的に類似するが、花の数性が明確に異なり、それぞれ7と5数性を示す。本研究では2種とこれらの中間的な個体が標高的に連続して生育する集団（乙女溪谷）で、花形態の標高分布と各個体の遺伝的背景から集団の成立過程を明らかにすることを目的とした。数性は標高と有意な負の相関を示し、標高が高くなるにつれ、ホンシャクナゲからキョウマルシャクナゲに変化する形態クライが見られた。乙女溪谷に加え、2種の参照集団を含めた3集団でMIG-seqを行い、75 SNPを決定した。Admixture解析の結果、最適クラスター数（K）は2または3を示し、K=2の場合、参照集団の2種は明確に区別され、乙女溪谷のほぼ全て個体は中間的なクラスター組成を示した。K=3の場合、各集団は個別のクラスター組成を示した。乙女溪谷の集団は高い固有SNP数を示した。乙女溪谷の個体の花形態とK=2のクラスター組成に有意な相関は認められなかった。以上より、乙女溪谷は、現在、種間交雑が生じている集団ではなく、過去に種間交雑で成立し何世代も経て現在に至った集団であると考えられる。

T2-5 東アジアにおけるツツジ属ミツバツツジ節の急速な多様化過程を復元する

渡辺洋一¹・Jin, Xiao-Feng²・手塚あゆみ³・永野 惇^{3,4}・伊藤元己⁵・上原浩一¹・戸丸信弘⁶

¹ 千葉大学大学院園芸学研究所・² Hangzhou Normal University・³ 龍谷大学農学部・⁴ JST さきがけ・⁵ 東京大学大学院総合文化研究科・⁶ 名古屋大学大学院生命農学研究科

種の多様化における原動力を解明することは、近年の生物地理学における課題の一つである。東アジアに固有なツツジ科ツツジ属ミツバツツジ節は、大陸辺縁部の島々に18の島固有種が分布する特徴を有する。それぞれの種は北海道から南西諸島・台湾に至る各地の多様なハビタットに生育するため、木本種の進化と適応放散を解明する上で適した材料であると考えられる。ミツバツツジ節の多様化は、葉緑体 DNA 塩基配列に基づく解析により第三紀末ごろから急速に進んだことが解明されている。

本発表では対象種群の多様化の過程を中立進化の側面から明らかにすることを目的とした。そのために、次世代シーケンサーを用いた RADseq 解析により大量配列情報を取得し、キャピラリーシーケンシングにより葉緑体 DNA の部分配列も決定した。本発表では、これらのデータを基に系統推定や個体群動態の推定を試みた結果を報告する。

T2-7 系統・環境：トドマツ幼苗のパフォーマンスを変える因子は？

石塚 航・今 博計・来田和人・黒丸 亮
道総研・林業試

北方針葉樹の1種トドマツは、これまでの石塚・後藤らの研究にて、垂直分布に沿った明瞭な遺伝的変異を有しており、植栽個体の由来標高が異なると成長パフォーマンスやフェノロジー（季節的応答）に違いがみられること、ならびに、植栽標高が異なる場合にも似た傾向の違いが観察されることから、変異は自生環境に対して適応的であるとみられている。しかし、適応的変異は何も垂直分布だけにはみられるのではない。本発表では、北海道全域に分布するトドマツの“地域性”に着目した。

まず、1980年に設定された産地試験のデータ解析から、成長・生残パフォーマンスに明瞭な遺伝的変異がみられたこと、また、変異の傾向が由来産地の環境と関係性をもっていたことを示した上で、夏期・冬期環境の異なる試験地（厚岸地域・美唄地域）間におけるパフォーマンスの違いも大きかったことを示す。これらを踏まえ、遺伝的背景（系統）の違いと生育環境の違いがどのくらい適応形質の表現型を変えうるか、現在行っている圃場試験から読み解く。試験では、道内24系統の次代苗を4条件で生育させ、光合成成長・生理・耐凍性パラメータを計測し、これらの表現型値を変える因子を探索した。

T2-6 著しい形質多型で広域ニッチを優占するハワイフトモモのゲノム解析

伊津野彩子¹・島山剛臣^{2,3}・西山智明⁴・玉木一郎⁵・清水-稲継理恵²・清水健太郎²・井鷲裕司¹

¹ 京都大学大学院農学研究科・² University of Zurich・³ Functional Genomics Center Zurich・⁴ 金沢大学学際科学実験センターゲノム機能解析分野・⁵ 岐阜県岐阜県立森林文化アカデミー

ハワイ諸島の固有樹種であるハワイフトモモ（フトモモ科）は、島内の多様な環境に生育し、優占樹種として生態系を構築する。環境の異なる集団間では樹高や葉形質に著しい種内変異が観察される。本研究では、種内の遺伝的変異をゲノムレベルで解明し、その劇的な進化を理解するために、ハワイ島 Mauna Loa に生育する1個体について新規に全ゲノム解読を行った。アセンブルの結果、全長304 M塩基のゲノム配列が得られ、その半長は5 M塩基以上の長さをもつ19本のスキマホールドから構成された。全ゲノム中には39,305遺伝子と、ヘテロ接合塩基サイト847,078箇所が見出された。また、ヘテロ接合サイトの出現頻度に基づくコアレセントシミュレーションを行い、過去の有効集団サイズを推定したところ、本種は約400万年前にハワイ諸島に移入した際にボトルネックを受け、新島の造成にともなうニッチ拡大とともに個体群が成長し、その後著しい個体群減少を経験したことが示唆された。本研究で得られた高質ゲノム配列に基づき、種内に見られる遺伝的変異の機能解析や自然選択の検証が可能になると期待される。

T3-1 風景評価に及ぼす自然接触頻度の影響

尾崎勝彦¹・平野文男²・狩谷明美³

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

〈背景・目的〉様相の異なる森林風景の評価に及ぼす自然接触頻度の影響を検討する。

〈方法〉渓流風景および湖水風景を評価対象とし両者の写真4枚ずつをエンドレスに提示しながら、その森の中にいるという設定で質問紙に回答させた。対象者は大学生・専門学校生512名（女性295名、男性215名、不明2名、平均年齢20.7歳（SD=4.7））であった。測定は日本語版注意回復尺度等の注意回復関連質問と気分状態関連質問（POMS、PANAS）、および自然接触頻度を5段階で問うものであった。回答者のうち、低接触群101名と高接触群57名を比較の対象とし、2要因混合分散分析を行った。

〈結果と考察〉主観的注意回復度およびPOMSの活気において有意な交互作用が見られた（ $p < .05$ ）ので、場所ごとに独立t検定を行ったところ、両測定とも湖水風景については有意差が認められず、渓流風景については、接触頻度の多い群が有意に評価が高かった（主観的注意回復度； $p < .01$ 、活気； $p < .001$ ）。ある程度以上に評価が高くなると、接触頻度の影響がみられるので、低頻度接触者にはより評価の高い森林に連れ出すことが有効であると考えられる。

T3-2 造林地における施業状況と風致および気分評価の関係

上原 巖

東京農業大学地域環境科学部

森林環境における風致、アメニティの評価については現在までに様々な手法が試みられてきている。特に主観的に二対のSD評価で行う手法は簡便であり、明るさや見かけの印象の評価などでよく用いられている。しかしながら、造林地において、その林分密度や枝下高など、森林施業によってもたらされた林分状況の風致評価と気分評価の関係性についてはあまり研究されてきていない。

そこで本研究では、幾つかの異なる施業林分において、風致と気分評価を同時に行い、施業状況、風致、気分の相互関係を考察した。調査の結果、林分密度、枝下高などの施業状況が気分評価に影響を与えることが示され、特に枝打ち、間伐等の保育作業が、見通しや植生の多様性などの視覚を含む森林風致に与える重要性が再確認された。

T3-4 抗疲労に資する環境空間開発

水野 敬^{1,2}・佐々木章宏^{1,3}・田島華奈子¹・渡邊恭介^{1,3}・堀洋^{1,4}・梶本修身^{2,4}・渡邊恭良^{1,3}

¹ 理化学研究所ライフサイエンス技術基盤研究センター健康・病態科学研究チーム・² 大阪市立大学大学院医学研究科疲労医学講座・³ 大阪市立大学大学院医学研究科システム神経科学・⁴ 大阪市立大学健康科学イノベーションセンター

成人の39%は6ヶ月以上の疲労が続く状態、慢性疲労状態にある。また、小学校高学年生の9%、中学生の19%が1ヶ月以上続く疲労状態にあり、子どもの疲労もまた深刻な状況にある。抗疲労に資するソリューション開発は、疲れきっている子どもと大人の疲労克服のための重要な研究領域であり促進させていく必要がある。われわれは、小児期から成人期を対象として、急性疲労・慢性疲労・疾患関連疲労の分子神経基盤を探究しつつ、抗疲労介入研究を推進している。本講演では、生理心理指標に基に、風景画像や木質内装空間が有する疲労軽減効果について紹介する。これらの刺激・環境・空間は、急性の精神的疲労状態において機能変調をきたす自律神経機能や、疲労により低下する認知機能の機能維持効果を有することを明らかにした。本成果を一例とする科学的検証法に立脚した抗疲労ソリューションを実生活空間へ提供・還元していくことが、健康社会を具現化するために必要であり、さらに本研究領域が進展することを期待する。

T3-3 色彩による林内景観の分析

木庭 慧¹・竹内啓恵²・上原 巖¹

¹ 東京農業大学地域環境科学部・² 東京農業大学大学院

内閣府の調査(2011)によると、森林へ行く目的は「優れた風景、景観を楽しむ」との回答が最も多く、人がどのような森林景観を好むかを把握することは重要である。

そこで本研究では、森林において快適さを感じさせる要素のひとつであり、林相によって異なる色彩を切り口に、人がどのような色彩の森林を好むのかを考察した。

調査は林相の異なる6プロットと、対照区(東京農業大学構内、和泉多摩川河川敷)において、写真撮影とアンケートを実施した。撮影した画像は代表色を抽出し、RGB値の三次元グラフ内での分布から色の豊かさを考察した。アンケート調査では、回答からプロット毎に全体の好感度と色の好感度を算出した。

その結果、林内では色の好感度と全体の好感度とで正の相関関係が認められたほか、対照区に比べ林内のプロットの方が、色の好感度が全体の好感度に影響を与えていた。

林相では、常緑樹林と対照的に落葉広葉樹林の好感度、色の豊かさが高く、より好まれることがわかった。一方の常緑樹林は、好感度と色の豊かさが共に低かったが、落葉広葉樹林を引き立てる重要な役割があり、両者のバランスが快適な林内景観を造る鍵になると示唆された。

T3-5 森林浴の生体適応について

Atsushi Takeda・Teruhiko Kondo

東京医療学院大学保健医療学部 リハビリテーション学科

森林浴が生体に及ぼす生体適応効果について検討した。被験者は、24名の男性高齢者である。森林浴および非森林浴調査は、マスクによる嗅覚遮断8名、アイマスクによる視覚遮断8名およびコントロール8名の3グループに群別した。非森林浴は、同一被験者による室内環境において日を変えて測定した。フィトンチッド濃度は、ガスクロマトグラフィー質量分析法を用いた。測定項目は、森林浴ならびに非森林浴前後の気象データ、心拍数、血圧、カテコールアミン3分画、コルチゾールおよびNK細胞活性について調べた。本研究における森林浴測定地点(群馬県利根郡川場村)から樹木由来のフィトンチッドが3種類検出された。森林浴前後の収縮期血圧は、嗅覚遮断およびコントロールにおいて有意に低下した。森林浴前後のアドレナリンは、嗅覚遮断およびコントロールにおいて有意に低下した。同様に、嗅覚遮断およびコントロールのコルチゾール値が有意に低下した。森林浴前後のNK細胞活性は、直後では変化を認めなかった。非森林浴では、すべて変化を認めなかった。森林浴は、嗅覚経路のみならず、視覚経路をも介して生体適応効果を短時間にもたらす可能性があることが示唆された。

T3-6 多摩ニュータウン森林浴がスポーツ競技選手の心身リラックス効果に及ぼす影響

TERUHIKO KONDO¹・ATSUSHI TAKEDA¹・IWAO UEHARA²

¹ 東京医療学院大学保健医療学部リハビリテーション学科・² 東京農業大学地域環境科学部

多摩ニュータウン森林浴前後の生体に及ぼす心理・生理学的検討から水泳競技選手の心身リラックス効果に及ぼす影響について検討した。対象は年齢20±1.2歳のK大学水泳競技選手男性20名(水泳群)ならびに同年齢コントロールの一般男子学生10名である。森林浴前後の測定項目は、気象データ、大気中フィトンチッド濃度、POMS検査、血圧、心拍数、血漿カテコールアミン3分画および血漿 cortisolである。森林浴大気中からフィトンチッドが4種類検出された。水泳群における森林浴前後のPOMS検査結果は、活力を除くすべての項目に有意な低下を認めた。一方、コントロールは、有意差を認めなかった。水泳群における森林浴前後の血液変動は、ノルアドレナリンを除くすべての項目に有意な低下を認めた。一方、コントロールは、有意差を認めなかった。水泳群は、コントロールに比べ心拍数およびノルアドレナリンが有意に高値を示した。今回検討した森林浴は、水泳競技選手に対して心身リラックス効果をもたらす、水泳競技のコンディショニングトレーニングに応用する有効性を見いだす可能性が示唆された。

T3-8 4泊5日の都市近郊林滞在におけるQOLと気分の経時的変化

高山範理^{1,2}・斎藤 馨³

¹ 森林総合研究所森林管理研究領域・² 女子美術大学芸術学部・³ 東京大学大学院新領域創成科学研究科

T3-7 森林散策頻度と高血圧症との関連：名古屋市民での検討

森田えみ^{1,2}・内藤真理子¹・高木咲穂子¹・松永貴史¹・清水俊雄¹・篠壁多恵¹・服部雄太¹・岡田理恵子¹・川合紗世¹・菱田朝陽¹・浜島信之¹・若井建志¹

¹ 名古屋大学大学院医学系研究科・² 森林総合研究所森林管理研究領域

【目的】1回数時間の森林浴をした場合、血圧が低下することが報告されている。一般的に健康への効果を期待するには継続して行う必要がある。静岡県の人間ドック受診者を対象にした研究では、森林散策頻度と高血圧症には関連が見られないことを報告したが、集団が異なると結果が異なることも多い。よって本研究では、名古屋市民にて森林散策頻度と高血圧症との関連を検証した。

【方法】解析対象は名古屋市の一般住民5,132人(男性1,458人、女性3,672人、平均年齢52.5±10.3歳、35~69歳)とし、高血圧症は、降圧剤の服薬、収縮期血圧140mmHg以上、拡張期血圧90mmHg以上のいずれかに当てはまる人と定義した。従属変数を高血圧症、独立変数を年齢、飲酒、喫煙、BMI、運動習慣、森林散策頻度として、男女別にロジスティック回帰分析を行った。

【結果及び考察】年齢調整後の高血圧症の割合は、森林散策頻度が週1回以上は26.0%、月2~3回は28.7%、月1回は21.4%、年数回以下は20.7%であった。森林散策頻度は、男女ともに高血圧症に対する調整オッズ比は有意ではなかった。静岡地区と同様に、高頻度で森林散策をしていても高血圧症の有病率は低くはなかった。

T3-9 自然に関わる職業の女性を対象とした傾聴散策カウンセリングの試み

竹内啓恵¹・長井聡里²・川畑真理子³・上原 巖¹

¹ 東京農業大学大学院農学研究科・² すてっぷ産業医事務所・³ 株式会社JUMOKU

森林環境を利用し、個別の被験者を対象にした保健休養の臨床的な事例研究は数少ない。本研究は、森林療法を基礎とした傾聴散策カウンセリングの事例研究(期間1.5年、月1度、1時間、森林公園を散策しながら適宜、傾聴を行う形式)に取り組み、自然に関わる職業の女性(50代)を対象とした場合の経過とその効果を考察した。気分評価(POMS)を効果の尺度に用いた他、被験者の表情、態度、話の内容の変化を観察し、記録した。森林公園の対照として職場環境での気分評価の記入を、また傾聴散策カウンセリングの対照として街中散策、室内での傾聴、森林公園での単独散策を行った。その結果、被験者の気分評価は回を重ねる毎に改善する傾向はみられたものの、森林公園より職場の方が高い評価であった(有意差なし)。被験者の感想は「仕事で出かける里山の方が、人工で作られた森林公園より飽きずに気持ちがいい」であった。しかし「話を聞いてもらったこと」「林床で寝転がったこと」を良い点として挙げた他、被験者は途中辞退せずに完了したこと、徐々に自己開示を行い、行動する変化が見られたこと等から傾聴散策カウンセリングの組み立て方の重要性と可能性が示されたと考える

T3-10 精神疾患に対する森林療法の治療効果の影響要因について

伊藤賢司

医療法人内海慈仁会姫路北病院診療部作業療法課

当院ではH26年度に森林療法の研修を実施し、その後リハビリテーションの一環として毎月2回、近隣の山林での森林療法を実施している。本研究では、精神疾患を持つ対象者に感想の聞き取りを行うことにより、精神疾患に対する森林療法の治療効果の要因を調査した。なお、本研究の発表に際して、参加者の同意を得ている。

【方法】対象者22名（男性12名 女性10名 平均年齢51.4歳±13.8 統合失調症15名 気分障害3名 統合失調感情障害3名 解離性障害1名）に対して森林療法のプログラム終了時にその感想を聞き、KJ法にて感想の分析を行った。

【結果】対象者からは総数118件の感想が得られ、プログラムの参加に対する感想36件、感情35件、気分14件、転地効果11件 共同作業9件、意欲9件、回想4件の計7つに分類され、その中には否定的なコメント4件も含まれていた。これらの結果から森林療法は精神疾患に対して、「感情」「気分転換」「共同作業」「意欲」「回想」などのカテゴリーに影響を及ぼす要因が含まれていることが示唆された。

A2 トレイルランナーの林地利用をめぐる動向と課題

平野悠一郎^{1,2}

¹ 森林総合研究所林業経営・政策研究領域・² 筑波大学大学院生命環境科学研究科

トレイルランニングは、2000年代以降に日本でも愛好者が急増し、特にアップダウンや景観が楽しめる林地の道（登山道、林道、里道等）を走ることに人気が集まっている。しかし、数百人単位による大会（レース）を軸に普及が進んだこと等から、従来のユーザーであるハイカー等との軋轢が増加し、土壌・植生への影響等も懸念され、最近では環境省「国立公園におけるトレイルランニング大会等の取扱い」（2015年）等を通じて林地利用の規模・要件を制約する動きも生じてきた。この状況へのトレイルランナー側の反応として、まず、全国の大会開催や普及活動を担ってきた有志ランナーによる「日本トレイルランナーズ協会」が設立され、上記の問題に向き合う「窓口」として、林地を走る際のルール作りや社会的地位の確立を組織的に行う動きが見られている。また、自治体・集落との関係構築を通じ、里山整備や古道再生の一環として大会開催や普及活動を位置づけ、山村地域の活性化を積極的に担おうとする有志ランナーの取り組みも確認された。一方、ブームに応じて幅広い愛好者が存在する現状で、どのような発展ヴィジョンを提示・共有していくかが大きな課題となっている。

A1 アメリカにおける近年の野外レクリエーション利用の動向と私有地へのアクセス

柴田晋吾

上智大学大学院地球環境学研究所

近年、アメリカでは野外レクリエーションがビジネスとしても大きな位置を占めてきており、「肉体と精神の刷新」のための「規則に縛られない遊び」としての「持続可能なレクリエーション利用」の推進が図られてきている。その内容を見ると、狩猟や魚釣りなどの伝統的な野外レクリエーションは依然根強い人気があるが、近年の顕著な傾向として野生生物ウォッチングなどの自然体験型レクリエーション利用の急増がある。また、1人当たりの国公有地面積の減少や国公有地の偏在によって、私有地におけるレクリエーションの関心が高まってきており、例えば、狩猟では東部において有料貸付契約なども含めて国公有地以上に私有地が利用されている実態にある。しかしながら、いわゆる「開放型土地所有者」と称される一般公衆のアクセスを認める私有地所有者は限られており、連邦や州政府は様々な助成措置によってアクセス可能な私有地の確保を図っている。民有地が多く荒廃した里山が多く存在する日本においても、都市住民等の身近な野外レクリエーションのためのフィールドの確保という観点から、同様な対策を検討するべきではないだろうか。

A3 Community Attitudes toward Ecotourism Development in a National Nature Reserve, China

陳 碧霞

琉球大学農学部

This study investigated residents' attitudes toward tourism development in nature reserves. Local people have a very positive attitude towards ecotourism development, and considered that they could benefit from the economic activities related to tourism. Residents were supportive of the conservation of natural resources, preservation of culture, sustainable community development, and community participation in ecotourism planning and management. Socio-demographic characteristics also influenced residents' attitudes, for example, younger and more highly educated community members were more likely to support learning more about natural and cultural resources and landscapes. The results suggest that the relevant government agencies should invest in training residents, particularly young, well-educated residents, so they are able to take up alternative employment in the tourism industry in protected areas, such as ecological tour guides and nature interpreters.

A4 森林セラピー[®] 基地・ロード運営の現状と課題

立花 敏¹・柳澤詩織²・香川隆英³

¹ 筑波大学生命環境系・² 元筑波大学生物資源学類・³ 森林総合研究所森林管理研究領域

2005年に認定が開始された「森林セラピー[®] 基地・ロード」は、年々増加して2015年1月現在全国に57箇所となった。本研究は、基地・ロードの運営において重要視する項目とその達成率、今後重要視される項目等を把握すべく、基地・ロードの運営者に対する聞き取り調査と悉皆のアンケート調査を実施した。その結果、項目の「森林とセラピーロードの整備」や「参加者の満足度等の意識調査」は達成率が高い一方で、「宿泊施設」、「医療機関」、「企業・団体」等との連携はまだ十分進んでいない状況が明らかになった。また、「基地運営の仕組みづくり」、「人材の確保・育成」を今後重要視すると回答した主体が多かった。基地運営の仕組みづくりに関しては、開始時に行政が主導して認定を取得したところが多いが、その後に新しく組織を作ったり外部団体に運営を移行したりと、分業体制が進んでいることも把握された。人材の確保・育成に関しては、主にガイドについて検討し、基地・ロードの約半数に地元独自のガイドが存在すること、メンタルヘルスプログラムの実施等が課題となっていることも明らかになった。今後は企業等と更に連携し、利用者を獲得することも重要となる。

A6 遺産化に伴う沖縄島北部地域の観光客数の動向及び予測

芝 正己

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

沖縄県の観光客数は、海洋博公園や首里城公園を中心に年々増加傾向にあり、平成26年には705万人と対前年比10%の増加を示した。一方、「やんばる」と呼ばれる沖縄島北部地域の3村(国頭村、大宜味村、東村)は、いずれも人口減少と高齢化による過疎化が進行してきており積極的な地域活性化対策の実施が急務となっている。これらの地域には80%以上の森林率を有する豊かな自然環境が残されており、鹿児島県の「奄美大島」と「徳之島」、沖縄県の「西表島」と共に奄美琉球世界自然遺産候補地の一部に指定され、エコツーリズムを基軸とした観光産業振興による地域活性化の取り組みが期待されている。

本研究では、遺産化を視野に入れたやんばる地域における今後の観光客数の動向について、県全体の観光客数の推移と連動させながら俯瞰すると共に、域内道路網による移動性について、既存の保養施設や宿泊所、野外自然観察・学習施設、散策トレイルに、ダムサイトや景勝地点など潜在的なビューポイントを加えた主要観光スポットへの到達距離の計量分析により検討した。

キーワード：遺産候補地、やんばる、入込観光客、動向、保全管理

A5 林業遺産の保存と活用をめぐる現状と課題 —北海道の森林鉄道遺構を事例として

八巻一成

森林総合研究所北海道支所

北海道では戦中戦後にかけて、伐採された国有林材を搬出するために多くの森林鉄道が敷設された。しかし、1968年に全線廃止され、それから50年近くが経とうとしている。遺構の多くが森の中に埋もれようとしている中、林業遺産としての価値を有する森林鉄道関連遺構の現状について、十勝上川、音更森林鉄道を中心に実態を把握を行った。その結果、十勝上川森林鉄道では土場や木造施設、トンネル、橋脚等の遺構が確認できた。また、遺構の中には地元教育委員会が説明板を設置している例も見られた。音更森林鉄道では、産業考古学系組織の熱心な働きかけによって修理工場が保存されているものの、補修が行われているわけではなく、保存状態は劣悪であった。以上のことから、遺構の一部は保存されているものの、地域や行政の関心は必ずしも高いとはいえず、全体として遺構群が積極的に保存されている状況ではなかった。これらの遺構は、人と森林との歴史を今に伝える貴重な林業遺産であるといえるが、適切に保存していくためには、その学術的価値を明らかにするとともに、地域や行政にもわかりやすく伝えていくことも重要である。本研究はJSPS 科研費 26570031の助成を受けた。

A7 映像資料を用いた林学研究の可能性

柴崎茂光

国立歴史民俗博物館

デジタル化の技術発達が著しい中で、近年は、専門家でなくとも容易に動画を撮影・編集し、youtubeといった媒体で作品を公開することが可能となってきた。映像資料の学術的な利用については、昭和の初期から、アチック・ミュージアムを設立した澁澤敬三や、宮本馨太郎らによって収集が行なわれ、戦後も、民族文化映像研究所(民映研)などによって蓄積されてきた。学問のディシプリンとして、映像民俗学や映像人類学といった分野も確立されてきている。しかしながら、動画の一般的な普及と比べて、学術研究における動画利用は、必ずしも十分進んできていない。これは、森林・林業を総合的に扱いつつ、国民や人類の生活・文化の向上に貢献することを謳う当学会においても同様な状況である。人文科学や社会科学の視点に立てれば、山村生活や林業技術を含む生業のあり方を映像で記録し、学術論文として公開することは、文字資料として論文を書くことと同等に重要なことと考えられる。本報告では、筆者が撮影した研究映像を紹介しながら、映像資料を用いた林学研究の可能性をも考察する。なお本研究はJSPS 科研費 26570031の助成を受けたものである。

A8 三重県北部地域の森林管理において NPO に期待される役割

清水 環¹・奥 敬²

¹ 認定 NPO 法人森林の風・² 富山大学芸術文化学部

三重県北部地域は、森林率が高く林業の盛んな南部地域とは対照的に、森林率が低い都市的地域である。そのため既存の森林関連セクターの規模が小さく、都市近郊の人工林や里山林に対して社会的に求められている森林管理に十分対応できない場合が多い。一方で同地域でも市民活動による森林への関わりが広がりつつあり、一部では既存セクターを補完する形の NPO 法人なども見られるようになった。本研究では同地域の森林管理に携わる NPO 法人を対象として、活動状況とその展開を時系列的に分析することで、NPO に求められる役割の変化と今後の可能性について明らかにすることを目的とした。「認定 NPO 法人森林の風」を主な対象とした活動展開分析の結果、当初は人工林施業が中心であったが、企業や自治体、他団体との連携が増加し、里山林管理、森林環境教育、啓発事業等、多様な役割が求められるようになっていた。また、一般向けの技術研修は初期から継続的に高いニーズがあった。既存の森林関連セクター間をつなぐ役割も持ち始めており、森林環境ガバナンスを担う新たな市民セクターとしての可能性を見いだすことができる。

A10 東日本大震災が福島県相双地方の森林・林業に与えた影響と復興への課題

木村憲一郎

福島県相双農林事務所

本研究の目的は、東日本大震災が福島県相双地方の森林・林業に与えた影響と復興への課題を明らかにし、震災被災地の復興に資することである。調査地である相双地方は、沿岸部に東京電力福島第一原子力発電所があり、原発事故により多くの住民が避難生活を余儀なくされるなど、甚大な被害を受けた地域の一つである。

調査の結果、① 原発事故の影響は、避難指示に伴う営林可能範囲の制限、森林整備面積や素材生産量の大幅な減少、特用林産物の出荷制限に特徴づけられること、② 震災から4年以上が経過した今もその影響は続いていること、③ 震災以降、相双地方では搬出間伐による放射性物質の低減、製材品の表面線量調査、きのこのモニタリング検査などの対策が進められ一定の効果を挙げていること、④ 対策の進展とともに、域内労働者の不足や地場産材の需要創出などの諸課題が表出し、新たな対応が模索されていることなどが明らかとなった。

原子力災害の対策に前例は無く、地域の課題は刻々と変化する。復興には長い時間を要するが、それ故に長期的な視点と実態に即したきめ細かな対策が必要である。

A9 森林環境税及び活用事業の各県における認知度に関する研究 —どうすればもっと知ってもらえるのだろうか?—

高橋卓也・酒井美知

滋賀県立大学環境科学部

森林環境税は全国の半数以上の県に導入され広がりを見せている。森林環境税は環境税のなかでも、税により人々の意識を地域の環境に向けさせ、皆で環境保全に取り組む「アナウンスメント効果」の役割が大きいとされる。しかし、その認知度は3割から8割と県によって大きな違いが見られる。この違いが何に起因するかを探ることは、森林環境税およびその事業の理解浸透のために必要であろう。本研究では、認知度の異なる8県（長野、福島、高知、茨城、神奈川、奈良、滋賀、愛知）について事例研究を行い、認知度向上の要因について検討した。その結果、税導入前や導入直後の話題性、新聞等の大衆向けメディアでの報道・広告、多種多様な広報媒体の活用、印刷物の全戸配布などの情報伝達の工夫、森林の身近さといった地理的条件が影響している可能性が示唆された。一方で、予算規模、事業地での「税活用」表示、土砂災害発生数などは、あまり影響していない可能性がある。

A11 山村における浄化槽の利用と管理：住民意識アンケートの結果から

高田乃倫予・永田 信

東京大学大学院農学生命科学研究科

過疎高齢化が進む山村の住環境に鑑み、本研究は、永続的管理に必要な山村の生活排水処理について、特に浄化槽の利用と管理の実態を明らかにする。調査は埼玉県C市の振興山村であるU地域を対象とした。C市役所、U地域住民への聴き取り調査の結果をもとに、アンケート調査項目を組み立てた。質問票は無記名回答とし、U地域の自治会を経由し住民に配布及び回収を行った。

回答者は65歳以上が約49%、単身もしくは2人の世帯が過半数を占めた。合併処理浄化槽を使用する世帯は25世帯、単独処理浄化槽は12世帯、汲み取り式は6世帯、無回答は4世帯となった。生活環境に良い排水処理方法として合併処理浄化槽を選択する回答が、自然環境に良い排水処理方法としてそれを選択する回答よりも多かった。費用に対する意識は、保守点検費より清掃費を高く感じているという結果になった。清掃費に対する意識は年収と弱い逆相関がみられた。世帯人数と浄化槽の稼働日数により数年に一度の清掃が平均的であるが、一回に支払う額が大きいため、所得の少ない世帯にとっては費用を高く感じると推測できる。今後、C市においても低所得世帯を対象とする管理補助制度が求められてくるだろう。

C1 自己間引き指数は $-3/2$ と $-4/3$ のどちらなのだろうか？

井上昭夫

熊本県立大学環境共生学部

発表者は既報 (Inoue & Nishizono, Eur. J. For. Res., 2015) において、過密林分における単位面積あたり樹幹表面積合計は、林分密度によらず一定となることを発見し、これを「樹幹表面積の保存則」と名付けた。この保存則は、樹幹のみの場合と樹幹と枝を合わせた場合のいずれにおいても成立する。いま、体積 (あるいは個体重) と表面積とのアロメトリ指数は、樹幹のみの場合において $3/2$ 、樹幹と枝を合わせた場合には $4/3$ と仮定する。この仮定は、樹幹に枝を合わせた場合、体積よりも表面積の方が相対的に大きく増えることからの予想である。これらのアロメトリ式と上述の保存則から表面積を消去すると、自己間引き指数は樹幹のみの場合で $-3/2$ ($3/2$ 乗則)、樹幹と枝を合わせた場合で $-4/3$ (WBE: Enquist et al., Science, 1998) となる。すなわち、体積と表面積とのアロメトリに関する仮定が正しいければ、 $-3/2$ と $-4/3$ との違いは変数選択の問題に帰着され、どちらの値も自己間引き指数として正しいことが予想できる。この予想は、先行研究の結果からも支持される。

C3 間伐施業が林内の積雪に及ぼす影響の評価

中島綾一朗・山本博一

東京大学大学院新領域創成科学研究科

森林国で急峻な地形の多い日本において、上流に積もる雪は下流の貴重な水資源となるが、春先に融けて一気に流れ出てしまう。そのような雪融け水はダムや水路の造成により制御されるが、自然の力を用いて雪を融けにくくする工夫も期待される。そこで、雪融けが遅れる森づくりを検討する。間伐施業による樹冠開空度の違いで積雪深が変化することは雪融けに影響すると考えられるが、知見が不足している。本研究では、融雪洪水の可能性が潜在する神通川上流の岐阜県宮川流域を対象に、樹冠開空度の違いが積雪深に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。観測地点は気象環境の同一な半径2km圏内で、標高(647~800m)・傾斜方位(南向き斜面)・傾斜角度($14\sim 29^\circ$)・樹冠開空度(10%、20%、30%)を取得した6地点である。この6地点は開空度の違いにより2地点ずつ定めた。開空度の観測には、魚眼レンズを通して樹冠を撮影する全天写真を、積雪深の観測には、設置した測量用赤白ボールを毎日12時から14時の間に1枚撮影する定点カメラを用いた。観測期間は1月から3月までである。本発表では、観測結果を用いて樹冠開空度が積雪に及ぼす影響の評価を報告する。

C2 全天球写真を用いた傾斜地におけるデジタル定角測定法の検討

新田一也¹・村上良平¹・吉田城治²・矢田 豊³

¹株式会社エイブルコンピュータ・²日本森林技術協会・³石川県農林水産部

森林調査の効率化のため、地上レーザスキャナや UAV を活用する手法などが研究されているが、林内写真の解析による計測も森林計測の有力な手法になり得ると考えている。林内写真による計測は、(1)計測作業がカメラによる撮影だけと容易である(2)計測用の画像がそのまま記録として活用できるなどの長所がある。

「円空」は林内を魚眼レンズで撮影した写真に対し、デジタル定角測定法(画像処理によるピクチャーリッチ法)を実行するソフトである。これまでの検証で、平坦地ではピクチャーリッチ法と同程度の精度が得られているが、傾斜地では平坦地より精度が落ちることが分かっている。

本研究では、傾斜地でも精度よく胸高断面積合計を推定できるように「円空」を改良し、また、複数の断面積定数を利用した精度向上アルゴリズム(矢田2010)を組み込んだ。解析には RICOH の全天球カメラ「THETA S」で撮影した全天球写真を使用した。撮影時に THETA 本体に記録される傾斜角を使用し、傾斜に応じた全天球写真の展開と補正を行うアプローチをとった。検証は石川県の県有林の傾斜地、平坦地で撮影した画像を使用し、実測値等と比較・検討した。

C4 団地法人経営における出資額の評価方法に関する研究

奈良和正・白石則彦

東京大学大学院農学生命科学研究科

2002年に、日本の森林の所有と経営の分離を実行する一つの手法として「団地法人化」という概念が藤澤氏により提唱された。これは、ある面積規模以上の森林の団地に含まれる森林所有者が立木を法人に現物出資し、法人は出資された立木と委譲された経営権をもって規模の優位性を生かし、効率的な森林経営に努めて利益を得、配当により出資者に還元する、というものである。

出資割合により配当額が決定されるため、出資額の評価方法の在り方によっては、出資される森林の年齢構成に偏りが生じ、持続的な経営に支障をきたす恐れがある。これまで提示されてきた評価方法では、相続税・贈与税に係る立木評価式を用いて算出される立木評価額を出資時の年齢毎の評価額としており、それは出資時の山元立木価格を基準とした値となる。しかし、出資された森林の多くは長期間の成長を経た後に伐採されるため、出資時と伐採時の評価額に大きな差が生じ、出資される森林の年齢構成に偏りが生じうる。

本研究では、幅広い年齢の森林が出資されることを目的とし、藤澤が提示した評価方法に出資後の成長の要素を組み込んだ複数の方法を模索し、それらの評価方法の比較をした。

C5 針葉樹人工林に広葉樹はどのくらいあれば十分か？ 土地の共有、節約、数値目標の経済性

山浦悠一^{1,2}・庄子 康²・光田 靖³・宇都木玄⁴・柘植隆宏⁵・栗山浩一⁶・中村太士²

¹ 森林総合研究所森林植生研究領域・² 北海道大学農学部・³ 宮崎大学農学部・⁴ 森林総合研究所植物生態研究領域・⁵ 甲南大学経済学部・⁶ 京都大学農学部

生物多様性の保全を有意義な社会的投資とするためには、市場価値のない生物多様性の保全の価値と機会費用を金銭評価する必要がある。本研究では、選択型実験を用いて鳥類の個体数への支払い意思額を見積もった。費用便益分析を行ない、鳥類の保全と木材生産から得られる社会的な便益を最大化させるような、針葉樹人工林内の広葉樹の最適な割合を求めた。

鳥類個体数への支払い意思額は鳥類保全の限界効用の低減を示した。鳥類の個体数が増加するにつれて、支払い意思額は当初増加するがその程度は次第に減少し、頭打ちになった後に微減した。

費用便益解析の結果、鳥類の個体数と広葉樹の割合が凸型の場合には、広葉樹率が0以上(0.02-0.22)の半自然人工林が常に最適な選択となった。両者の関係が線形の場合には、主として木材の価格によって、最適な広葉樹率は0から0.78まで変化した。関係が凹型の場合には、最適な広葉樹率は、非常に高い割合(約0.9)と0の二択だった。

生態学的な視点のみでは、生物多様性保全の数値目標を設定することは時に困難である。生物多様性の保全と資源生産をいかに両立するか？本研究はこの点に一つの枠組みを提供する。

C7 研究用ソフトウェアを用いた中学校林業実習の提案

柏倉美沙¹・東原貴志¹・井上真理子²

¹ 上越教育大学大学院学校教育研究科・² 森林総合研究所多摩森林科学園

本研究では、林業教育の実践が少ない中学校を対象に、技術・家庭科で林業に触れる体験的な実習の授業案を作成した。技術分野「C生物育成に関する技術」では、生徒が自分の考えを整理し、目的や条件に応じた育成計画を立てる能力の育成をねらいとしている。中学生を対象に、人工林での測樹、間伐実習、研究用ソフトウェアを用いた測樹データの描画と間伐の将来予測を行った。

授業案作成にあたり、学内の比較的平坦な43年生スギ人工林内において20m×20mの調査区を設置し、立木の位置、樹高および胸高直径を計測した。中学生は収穫表作成システムを用いて得られたデータから森林の間伐の時期、方法、強度を変え、様々な場合の総収穫量を予測した。その結果、10年ごとに上層間伐を20%ずつ行くと、1度も間伐をしなかった場合より総収穫量が高くなり、材価が高くなる事や、管理を放棄するとスギの巨木が残ることが予想できた。中学生はそれらの予測を踏まえて、今後の人工林のあり方について木材生産以外の活用方法も含めて自由に考え、発表することができた。測樹やシミュレーションソフトの操作方法は比較的容易であり、「C生物育成に関する技術」のねらいも達成する事ができた。

C6 四国国有林の森林整備事業における入札制度導入の影響

松本美香

高知大学教育研究部自然科学系農学部

C8 都道府県別間伐モデルによる利用間伐量のシミュレーション — 2020年国産材自給率50%の達成条件 —

広嶋卓也¹・鹿又秀聡²・中島 徹³

¹ 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・² 森林総合研究所林業経営・政策研究領域・³ 東京大学大学院農学生命科学研究科

2011年の森林・林業基本計画では、2020年に素材生産量3,900万m³を目指すこととなった。そのうち間伐材生産量(伐り捨て間伐材を除く)は1,530~2,068万m³を占めると想定され、これは2012年時の間伐材生産量と比して1.9~2.7倍に増産する必要があることを意味する。本報告では民有林を対象として、都道府県別積み上げによる国レベル間伐材生産量予測モデルを紹介し、そのモデルによるシミュレーションを通じて、2020年に間伐材生産量を2012年比で2~3倍とする条件を検討する。シミュレーションでは47都道府県を、地形因子・社会経済因子・地理的配置によるクラスタリングを通じて10グループに分類し、グループごとに2012年から2020年にかけての間伐面積の増加率、間伐材の搬出率を一定刻みで変化させ、搬出間伐量(間伐材生産量)の全国合計値がどのように変化するか調べた。結果として、搬出間伐量を2012年比で2倍にするには、各グループの面積増加率を1.02~1.88倍、搬出率を28%~70%(全国的に見て間伐の重要度が低い県では低倍率、低搬出率とした)、3倍にするには各グループの面積増加率を1.19~2.00倍、搬出率を49%~70%とする必要があることが明らかとなった。

C9 木質バイオマス発電の導入が地域林業経営にもたらす影響

澤田直美・白石則彦

東京大学大学院農学生命科学研究科

再生可能エネルギーの固定価格買取制度の導入以降、全国で木質バイオマス発電事業計画が林立している。中でも買取価格の高い「未利用材」が燃料として期待されているが、長期的かつ安定的に一定量を要求するバイオマス発電所の需要特性は、従来にも増して資源生産側＝林業に対し計画的かつ安定的な生産を要求すると考えられる。そもそも日本の林業地域は、地域ごとに異なる生産構造を有し(藤澤、1996)、林業クラスターが充実している生産能力の高い地域もあれば、十分な森林蓄積を抱えながらも ha あたりの素材生産量が低い地域もある。このように森林蓄積と素材生産力には地域特性があり、双方とも高い地域が現在の日本の林業生産を牽引していることが確認されている(興梠、2012)。本研究ではこの蓄積と生産力の関係についてさらに詳細に把握し、バイオマス需要との関係について検討を行う。まず林野庁「森林資源の現況(平成24年)」、農林水産省「平成25年度木材需給報告書」を基礎資料として林種・樹種別蓄積と素材生産の地域特性を都道府県を単位として比較検討し、地域特性の違いを考慮したバイオマス利活用上の課題について考察する。

H1 ヒノキ人工林の土壌呼吸におよぼす間伐の影響

小林 元¹・木村公良²・平井敬三³

¹ 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・² 信州大学農学部・³ 森林総合研究所立地環境研究領域

間伐から6年経過した30年生ヒノキ人工林の土壌呼吸量を、隣接する無間伐林と斜面の上部と下部と比較した。間伐林と無間伐林の本数密度は、それぞれ620~850本/haと2,600~2,700本/haであった。樹高は11~15mの範囲にあり、斜面下部が上部より高かった。胸高直径は14~18cmの範囲にあり、間伐林が無間伐林より大きかった。土壌呼吸速度は密閉法によって測定した。間伐区と無間伐区の Q_{10} は斜面上部で2.6と2.8、斜面下部で2.2と2.1で、間伐の有無による差は小さかったが斜面位置で大きく異なった。年間土壌呼吸量($\text{kgCO}_2/\text{m}^2/\text{yr}$)は斜面上部の間伐区が2.27と最も高く、次いで同無間伐区が1.94の値を示した。斜面下部では逆に無間伐区が1.78と間伐区の1.56より高い値を示した。いずれの処理区においても、年間土壌呼吸量は斜面上部が下部より高い値を示した。斜面上部の Q_{10} と土壌呼吸量が下部より大きい理由として、平均地表面温度が高いことと、深さ0~5cmの根量が多いことが挙げられる。斜面上部の根量が多い理由として、ヒノキ以外の広葉樹やササの断面積合計が大きいことが挙げられる。人工林の土壌呼吸は植栽木以外の植生の地下部現存量にも大きく影響されている。

C10 千葉県柏市の里山における市民管理による木質バイオマス発生量とその利用可能性の検討

小林昂太¹・山本博一¹・寺田 徹²

¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科・² 東京大学大学院工学系研究科

近年、生物多様性の保全や低炭素社会の実現に向けて、生物資源の循環活用による自然環境の持続的な管理が期待されている。木質資源の有効活用は山間部を中心に活発化してきたが、都市近郊では未だ事例が少ない。一方で、都市近郊里山では市民団体による管理活動が多く見られるが、管理の際に発生した間伐材の多くは林内に放置されている。まずは放置間伐材の有効利用を推進し、都市近郊における木質資源利用の基礎を構築することが必要だと考えられる。本研究では、都市近郊里山の管理活動が活発である千葉県柏市において、市民管理による木質バイオマス発生量の推定を目的とした。その際、1つの市民団体だけでは、木質資源の年発生量がばらつき、安定供給が困難な可能性が高い。そのため本研究では、市内の複数団体から木質資源を収集することを想定し、複数団体を対象とした推定を行い、資源供給が平準化されるか否かを検討した。具体的には、市内の各団体の管理地において、切株の直径を手掛かりに、管理の際に発生した木質資源量を推定した。さらに市民団体へのヒアリングを実施し、管理記録等から切株の伐採時期を推定することで、木質資源発生量の経年変化を算出した。

H2 自動開閉チャンバーを用いた富士北麓カラマツ林における林床部炭素収支の長期観測

寺本宗正・梁 乃申・曾 継業・井手玲子・三枝信子

国立環境研究所地球環境研究センター

土壌呼吸を含む林床部の炭素収支は、森林生態系における炭素循環を把握する上で重要な因子であり、温度や土壌水分、光条件など、様々な環境因子の影響を受けて変動するものと考えられる。

林床部炭素収支に対する各環境因子の影響を抽出するため、2006年に富士北麓カラマツ森林サイトにマルチチャンネル式自動開閉チャンバーシステムを設置した。チャンバーの設置に際しては無処理区と根切り区を用意し、土壌呼吸(R_s)と微生物呼吸(R_h)を測定した。また、チャンバー内に林床植生を含む植生区を設け、林床部純生態系 CO_2 交換量(NUE)を測定し、林床部総生産量(GPP_u)を算出した。

2013年までの連続観測において、 R_s と R_h の年間積算量はそれぞれ、 7.9tC ha^{-1} 、 6.4tC ha^{-1} であった。これらの土壌 CO_2 フラックスと地温の間には、顕著な指数関数的相関が見られた。一方で、 R_s と R_h に対する土壌水分の影響は小さかった。また、植生区におけるNUEおよびGPP_uの年間積算量は 7.0tC ha^{-1} 、 3.2tC ha^{-1} であり、植生を含んだ場合でも、林床部は CO_2 の放出源であった。

H3 暖温帯落葉広葉樹林の土壤炭素動態における落葉分解呼吸の機能

安宅未央子¹・小南裕志²・吉村謙一²・深山貴文³・谷 誠¹

¹ 京都大学大学院農学研究科・² 森林総合研究所関西支所・³ 森林総合研究所気象環境研究領域

日本の森林に多くみられる斜面林では、林床面に供給される有機物（主に落葉）の不均質な分布によって、落葉分解呼吸量は空間的に変異する。さらに、温帯林においては、落葉層含水比のダイナミックな変動に従って、落葉分解呼吸速度は時間変動する。本研究は、複雑地形が特徴的な山城試験地（京都府）において3つのスケール（①プロット・②トランセクトライン・③流域スケール）を対象に、落葉量の空間的・時間的な変動が落葉分解呼吸速度・量に与える影響を定量化した。

まず、①では、320cm²区画での落葉の含水比と分解呼吸速度の連続測定によって、落葉量がこれらの変動特性に与える影響を評価した。次に、②では、1斜面37地点（1m毎）で毎月測定された落葉量とそれを基に推定した落葉分解呼吸量の空間分布と季節変動を評価した。さらに、③複雑地形の試験地流域全体へと拡張し、流域全体（1.7ha）での落葉堆積量の観測を行うことによって、落葉分解呼吸量の代表値を推定した。以上より、落葉分解呼吸は、落葉の量とその含水比の不均質な分布を通じて、土壤呼吸の時間的・空間的な変動の重要な制御因子になることを明らかにした。

H5 微生物代謝過程からせまる森林土壌の窒素無機化の律速要因

藤井一至¹・山田高大²・小野賢二³・中西麻美²

¹ 森林総合研究所立地環境研究領域・² 京都大学農学部・³ 森林総合研究所東北支所

窒素無機化には大別して、①酵素によるタンパク質のアミノ酸への可溶性（脱重合）、②微生物によるアミノ酸吸収と代謝、アンモニア放出（アンモニア化成）の二つのプロセスが存在する。C/N比、pHの重要性が二反応において異なるため、無機化速度の予測は困難となってきた。二反応に対して、①脱重合はカゼイン、②アンモニア化成はアルギニンを選択して添加試験を行い、潜在分解速度を比較した。この結果、耕地土壌では脱重合反応が律速段階となるが、酸性・高C/N条件の森林土壌では糸状菌による脱重合が促進され、アンモニア化成が潜在的に律速段階となることが示された。

さらに、¹⁴C標識アミノ酸（15種）、代謝経路の末端に位置するアルギニン、オルニチン、尿素の添加無機化試験を行った結果、低pH、高C/N条件の森林土壌ではアミノ酸の同化が卓越し、アルギニン・オルニチンの異化が抑制されるために、アンモニア化成能が低くなることが示された。酸性・高C/N条件の森林土壌では糸状菌の代謝（二次代謝産物の合成、NH₄⁺の再利用）を含めた窒素無機化機構の解析が必要になることが示された。

H4 スギ人工林における皆伐後の土壤呼吸速度の変化

阿部有希子¹・丹下 健¹・菅原 泉³・佐藤 明⁴・寺本宗正²・梁乃申²

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科・² 国立環境研究所地球環境研究センター・³ 東京農業大学地域環境科学部・⁴ 成城大学

皆伐による環境の変化が土壤呼吸速度に与える影響について明らかにするために、東京農業大学奥多摩演習林において、2013年3月に皆伐された約50年生のスギ人工林（以下、皆伐区）と林道を挟んで上部に位置する10年以上無間伐のスギ人工林（以下、立木区）で土壤呼吸速度を毎月測定した。測定期間は2012年12月から2015年12月である。その結果、深さ5cmの地温と土壤呼吸速度の関係は皆伐区と立木区ともに有意な指数曲線で回帰され、同じ地温では皆伐区で低い速度を示す傾向が認められた。これらの回帰式に基づく年炭素放出量は、皆伐区では7.6~7.9tC/ha・y-1、立木区では11.2~11.5tC/ha・y-1と推定された。皆伐により、樹木からの根呼吸が無くなったと仮定した場合、皆伐区での主に夏期の地温の上昇による土壤有機物の分解速度の増加は1.0~1.5tC/ha・y-1と推定された。また、地温と土壤有機物の分解速度の関係が立木区と皆伐区で変わらないと仮定した場合、立木区の根呼吸による年炭素放出量は4.8~5.0tC/ha・y-1であり、根呼吸が土壤呼吸に占める割合は約43%と推定された。

H6 高知県におけるヒノキの成長量と葉の特性との関係

中西麻美¹・稲垣善之²・深田英久³・渡辺直史³

¹ 京都大学フィールド科学教育研究センター・² 森林総合研究所四国支所・³ 高知県立森林技術センター

樹木の成長は土壌中の窒素や水分などの資源量と資源利用効率に影響を受ける。葉の窒素濃度は窒素吸収量の指標として、葉の炭素安定同位体比（ $\delta^{13}C$ ）は水分利用効率の指標として用いられている。これらの指標を用いて窒素利用と水分利用がヒノキの成長量に及ぼす影響を高知県内の林齢28~73年のヒノキ人工林30林分で評価した。葉の窒素濃度は7.8~12.3mg/g、 $\delta^{13}C$ は-28.4~-26.2%を示した。窒素濃度と $\delta^{13}C$ には有意な関係は認められず、窒素濃度が高く、光合成活性が高い条件で $\delta^{13}C$ が増加する傾向は認められなかった。樹高成長量は0.08~0.53m/年、材積成長量は1.4~11.0Mg/年を示した。林齢と窒素濃度を説明変数として成長量を予測する重回帰モデルでは、林齢が若く、生葉窒素濃度が高い林分ほど樹高および材積成長量が大きい傾向を示した。これらの重回帰モデルで、樹高成長量では53%、材積成長量では30%を説明できた。 $\delta^{13}C$ と樹高や材積成長量には有意な傾向は認められなかった。したがって、高知県におけるヒノキの成長には窒素資源が重要であり、水分資源の制限は小さいことが示唆された。

H7 シカによるブナ林の林床植生衰退斜面におけるリター流出量に影響を与える要因

飯野貴美子¹・石川芳治²・若原妙子²・内山佳美³

¹ 森林総合研究所林木育種センター・² 東京農工大学農学部・³ 神奈川県自然環境保全センター

近年、ニホンジカの過度の採食圧により全国規模で林床植生が衰退し、これに伴い林床のリター堆積量が著しく減少している。シカの採食圧により林床植生が衰退した斜面では、リター堆積量が土壌侵食量に大きな影響を与えており、リター堆積量の変動には、リター流出量が影響を与えている。本研究では、丹沢堂平地区のブナ林斜面におけるリター流出量の変化に影響する要因を明らかにすることを目的とする。ブナ林斜面上に林床植生被覆率の異なる3個の試験プロット(幅2m×長さ5m)を設置し、2010~2013年の4~11月に1~2週間毎に各試験プロットにおけるリター流出量を測定した。また同一斜面において降雨量、風速、リター供給量、林床被覆率を測定した。これらの要因とリター流出量の関係を単回帰分析および重回帰分析により検討した。その結果、春季から秋季の期間において日リター流出量に最も大きな影響を与えているのは、風速であり、次いでリター供給量であった。また、秋季には降雨量はリターの含水率を増加させることで、日リター流出量を抑制していることが明らかになった。

P1-002 葬儀における木材利用の変遷

中善寺涼・林 宇一・山本美穂

宇都宮大学農学部森林科学科

厚生労働省によると、死亡数は今後増加し、2039年に推計で166万人とピークを迎える。今後死亡数増加に伴って葬儀件数の増加が見込まれ、葬儀では棺などで木材が利用されており、葬儀を通じた木材需要の拡大が期待される。一方で、葬儀における過去や現在の木材利用状況について扱った研究は、山田(2007)などで部分的に記述されているに限られる。そこで本研究では、葬儀における木材利用の変遷を明らかにすることを目的とする。今回は特に、葬儀に必ず必要となる棺と、葬儀だけでなく追善供養にも用いられる卒塔婆について明らかにすることとする。調査対象は、葬祭用具製造業者、製造・卸売業者、葬祭業者である。

棺は、原料は当初は国産材のモミを使用していたが、やがて南洋材などの外材利用が進み、また棺自体も1990年前半以降は中国で主に生産されるようになった。卒塔婆は、全国生産量の60~70%が東京都西多摩郡日の出町で作られており、原料はモミを使用し、当初は地元産を使用していたが、資源の枯渇に伴い周辺県から調達を開始し、現在は九州の他、欧州、中国などから輸入している。

P1-001 製紙会社の成り立ちに関する国際比較

嶋瀬拓也

森林総合研究所北海道支所

製紙部門を含む木材関連産業には垂直的・水平的多角化のメリットが存在することが指摘されているが、長年にわたり世界の紙生産量トップ2を占めてきたわが国と米国とでは製紙会社の多角化状況に大きな違いがあり、前者では専門的であり続けたのに対し、後者では複合企業化が進んだ。このような違いが生じた要因を明らかにするための手がかりとして、両国における製紙会社の創業以来の状況を、特に参入前の業種および資本蓄積の状況、森林資源の利用可能性などに注目しつつ検討した。わが国の製紙会社の共通のルーツである抄紙会社(1873年)は、渋沢栄一が政策的な意図をもって設立したものであり、特定の業種をバックグラウンドに持たない。また、自社で必要とする製紙原料の多くを賄うような規模の森林を持たず、その多くを外部から調達する必要があった。他方、米国の主要製紙会社は木材関連産業を出自とするものが多く、公有地の払い下げによって長期にわたる大量かつ計画的な伐採が可能な森林を早くから得ていた。成立から発展の過程におけるこのような違いがただちに今日の状況を説明するものではないが、一因として影響している可能性はある。

P1-003 成熟した旧薪炭林におけるブナ樹幹へのクワカミキリの食害率と被害材の木工品としての有効活用

青木美和子¹・紙谷智彦²

¹ 新潟大学農学部・² 新潟大学大学院自然科学研究科

燃料革命以降放置された旧薪炭林には、用材生産が可能な成熟したブナ林が増えてきている。しかし、ブナ材の利用は極めて限られており、国内に流通しているブナ製品のほとんどは欧州産である。その理由の一つとして、ブナ材には不規則に入る偽心材とクワカミキリの幼虫による穿孔材が多いという材質上の問題が挙げられる。これまでクワカミキリの被害分布には、海拔高や湿量指数が関係すると指摘されている。そこで本研究は、新潟県を対象に①ブナ材に対するクワカミキリの食害率を広域的に予測する図を作成するとともに、②穿孔材・偽心材を含んだブナ材の有効活用について検討する。クワカミキリ被害調査は十日町市を中心とした海拔高が異なるブナ二次林33林分で行い、食害本数率と海拔高・湿量指数との間で回帰分析を行った。得られた回帰式を用いてクワカミキリの被害分布を予測する図を作成した。そして、これら穿孔材・偽心材を含むブナ材を有効活用するために、十日町市でクワカミキリ被害木を試験伐採し、新潟県内の材木店、木のおもちゃ工房、木工職人、家具店とともに穿孔材や偽心材を活かした製品を試作し、一部で試験販売を行った。

P1-004 Changes of Bamboo Production and the Distribution in Myanmar

KyawPhone Wai¹・Noriko Sato²

¹ Kyushu University, Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences・² Kyushu University, Faculty of Agriculture

Rural people in Myanmar strongly have been depended on bamboo forests as food, living ware, building materials and craft products. Economic growth has caused more demand of the bamboo products. Sustainable use of bamboo resources and improvement of the distribution system are necessary for sustainable forest management and rural livelihoods. This research aims to examine the value chain based on interview survey of producers, distributor and retailer in BAGO area. Landless producers who are living in forests had a strong dependence of bamboo distributor by advance loan. Financial support and encouragement of market should be introduced for solving the problems.

P1-006 伐採木材製品の炭素固定機能を経済的に評価することによる森林経営への影響

小幡進午・永田 信・古井戸宏通・竹本太郎

東京大学大学院農学生命科学研究科

京都議定書の第二約束期間では CMP7 のダーバン合意に基づき、住宅等の木材に貯蔵される炭素量の変化が各国の温室効果ガス吸収量又は排出量として計上されるようになった。小論では Asante et al. (2011) の最適化モデルを基に伐採木材製品の炭素固定機能を内部化した拡張モデルを構築した。拡張モデルでは、計画期間中の各時点の森林経営から得る利潤の割引現在価値総和を最大化することを目的として、森林所有者が皆伐または非伐採の意思決定を行うと仮定した。森林所有者が各時点で得る利潤は、木材販売収入と所有森林の持つ炭素固定機能に由来する収入の和である。動的計画法による数値計算の結果、伐採木材製品の持つ炭素固定機能を経済的に評価することは伐期や総炭素貯蔵量のばらつきを増大させることが明らかになった。このような不安定性の緩和を目的として補助金政策を導入する場合は、公的な支出により炭素価格を高い水準に維持することが有効である。ただし同政策は割引現在価値総和に対する影響が小さい。よって森林施業に対する経済的誘因を森林所有者に与えることを目的として補助金政策を導入する場合、森林経営と木材生産に対する補助金があると言える。

P1-005 リゾート地域における薪ストーブの利用実態と居住形態 —山梨県山中湖村を事例として—

笠原琢志

東京大学大学院農学生命科学研究科

木材をエネルギー利用するメリットとして、林業経営や森林整備の推進に寄与することが期待されている。現在、FIT の影響もあり大型の発電事業が盛んに計画、実施されている一方で、小規模分散型の熱利用もその重要性が見直されてきている。本研究では、山梨県山中湖村を対象として、薪ストーブの利用実態を明らかにし、森林利用との関わりを検討することを目的とした。

リゾート地として発展してきた山中湖村では、旧来から居住する地元住民とここ数十年の間に移住してきた非地元住民の大きく 2 タイプの居住形態が存在する。本研究では、薪ストーブユーザー 14 世帯および薪供給に関わる業者を対象に聞き取り調査を行った。その結果、地元住民はストーブ導入前に安定した木材の供給源を確立していたのに対し、非地元住民は導入後に供給源を確保する傾向にあった。また、地元住民の多くは支障木由来の薪原木で需要が概ね満たされており、積極的に森林を利用する例はまれであった。一部ではあるが、非地元住民は供給源を模索する中で、コミュニティを形成し森林での伐採活動に進展した例が確認され、条件次第で非地元住民の薪原木需要が森林利用へつながる可能性があると考えられた。

P1-007 Proposing value addition method to woody biomass for Kenyan forestry in reference to Japanese forestry

Birundu, Osindi¹・Yasushi Suzuki²・Jyun'ichi Gotou²・Mika Matsumoto²

¹ 高知大学大学院総合人間自然科学研究科農学専攻・² 高知大学教育研究部自然科学系農学部門

Biomass energy is one of the safest means to combat climate change and global warming as it is renewable and releases fewer amounts of greenhouse gases into the atmosphere. Woody biomass accounts for 80% of energy provision in Kenya, whereas forest cover is just 7%. The challenge causing more concern in Kenya is lack of better utilization techniques and technologies thus leading to over-exploitation of the raw materials for biomass production, especially those from forests. For example, the current charcoal production technologies have a conversion efficiency of only 10-15%, thus leading to too much biomass wastage. The aim of this study is proposing the best practices for biomass utilization in Kenyan forestry through assessing the operation techniques and technologies of some biomass production and utilization centers in Japan, especially within Kochi Prefecture.

P1-008 集落単位での集約的森林経営の現代的意義と初期採算性について—福井県「コミュニティ林業」プロジェクトを例に—

金森啓介

福井県立大学大学院経済・経営学研究科

森林施業の効率化のための取り組みとして、森林団地化による集約的施業が全国各地で実践されている。福井県では、森林所有者たちが集落単位で主体的に森林団地化を行い、「木材生産組合」を組織し、生産計画を立てる取り組みである「コミュニティ林業」プロジェクトが、平成22年度から実施されている。本研究では、平成25年度に実施された同事業19事例を対象に、施業単価、採算性、林業補助への依存度を検証した。

その結果、伐倒から運搬までの費用で見ると、従来よりも全体的に低コスト化することが分かった。また、平均搬出材積 (m^3/ha) が大きい森林団地での伐出施業ほど費用が下がる傾向が見られた。だが、林内路網費を考慮する場合、その費用が巨額であるために、搬出補助、路網補助なしでは、第1回目の集約的施業の黒字化は全ての事例において見込めなかった。そのため、仮に、初回施業以降に路網にかかる費用を維持管理費だけと見なせるならば、今後いかにこの費用を抑えていくかが、同団地の長期収支の黒字化において重要になってくると考えられた。

P1-010 栃木県における林業労働者の定着要因の検討

山室 聡・小杉 純・林 宇一

宇都宮大学農学部森林科学科

林業では2003年より「緑の雇用」事業が実施され、新規採用はハローワークや支援センターなど公的機関を通じたものが増加している。また、林業の労働市場は開かれたものとなり(興梠2015)、求職者にとっても林業は「仕事の一つ」となっている。このような中、本研究は栃木県を対象に林業労働者の定着要因について検討を試みる。栃木県は、将来に向けて木材生産の増加を企図し、担い手となる林業労働者の増加も目指している。一方で、林業における定着には依然として課題が存在し、林業の労働市場が開かれたものとなる中、定着状況の改善には事業者の努力が求められてもいる。しかしながら、事業者の努力と労働者の期待の間に齟齬がある可能性は否定できない。そこで本研究では、事業者と労働者の就業環境への認識に関する違いを調べることにした。事業者としては8つの認定事業者を対象とし、林業労働者としては2015年度に林業カレッジ(県単独による育成事業)に参加している8人の労働者を対象とした。本研究では、その成果を整理、報告する。

P1-009 営林家による林業機械利用の現状と課題

佐々木向・中善寺涼・山本美穂

宇都宮大学農学部森林科学科

林業における機械化は、1950年代後半期以降からのチェーンソーや集材機の導入、1990年代における高性能林業機械の導入に見られるように、戦後一貫している流れである。事業者における林業機械普及に関する研究蓄積は多いが、林家については限定的である。本研究では林家における林業機械、中でも車両系機械の導入に焦点をあて、その普及過程を明らかにすることを目的とする。

2013年から栃木県那珂川町でスタートした『木の駅プロジェクトなかがわ』参加者を中心に、旧馬頭町の大山田上郷、大山田下郷、小砂、谷川、大内、大那地の計6地区11戸の林家を選定し、山林保有規模、農林業就業、林業機械導入経緯および保有状況について対面聞き取り調査を実施した。

一貫して農業機械を軸として導入と改良が進んだこと、林業構造改善事業による新規導入は限られていること、1990年初期までに地域内に相当量の保有台数が蓄積したこと、現在ではそれまでに蓄積された中古機械をベースに売買関係が構築されていること、森林組合による高性能林業機械導入がこれらと平行して進んだことが明らかとなった。

P1-011 小型センサーを用いた林業作業内容の半自動的記録に関する予備的考察

三木敦朗・斎藤仁志

信州大学学術研究院農学系

林業作業の効率化・システム化のためには、作業内容を記録し、分析することが求められる。この記録は、学術研究の場合は別として、実際の作業現場では作業者自身による記録(作業日報)に依らざるをえない。しかし作業日報は、作業終了後の記憶によるもので正確さや時間分解能が高くない上に、作業者への精神的負担も大きく、またリアルタイムでの分析には用いることができない。したがって、作業者に新たな負担をかけることなく、作業内容を把握することが必要となる。そこで本研究では、作業者・作業機械に小型かつ安価なセンサ(3軸加速度センサ、マイクロフォン、GPSセンサ等)とそのデータの記録装置を取り付け、データの内容から作業内容を(半)自動的に判別・記録することが可能かどうかを検証した。

P1-012 アマゾン河下流低湿地における天然林に対する
アサイー生産農家の意識調査

北村 亮¹・戸田浩人²・草 処基²・ベリングラート木村園子ドロ
テア³・山田祐彰²・及川洋征²・永井沙知⁴・堤 剛太⁴・崔 東壽²

¹ 東京農工大学大学院連合農学研究科・² 東京農工大学大学院農
学研究科・³ Leibniz Centre for Agricultural Landscape
Research, Institute of Land Use Systems・⁴ 東京農工大学
大学院農学府

ブラジル国パラ州の河岸低湿地住民は、古くから天然
生アサイー (*Euterpe oleracea*) の採取果実を主な収入源と
する半自給的生活を送ってきた。近年、国際的な健康食
ブームでアサイー果肉が高騰し、住民が増産を目的に天然
林の除伐を進めた結果、植生・収入源の単一化による生態・
経済的な持続性の低下が危惧されている。

本研究では、地域住民の天然林占有と管理に関する聞き
取り調査を、アサイー生産者 21 戸 (天然林占有: 8 戸、非
占有: 13 戸) に対して行った。調査対象者のアサイー果実
収量は 262~9,200 kg/年で、アサイー生産林の管理面積と
負の相関があり、規模の不経済が存在していた。天然林占
有者は平均 1,658 kg/年と非占有者の平均 3,260 kg/年より
少なかった。天然林占有者の半数は、天然林の自然環境保
全の意義を理解しながらも、増収のため、除伐による天然
林からアサイー生産林への移行を希望していた。

一方、天然林占有・非占有にかかわらず、8 割強が混交が
望ましいと考え、アサイーと他樹種の適切な混交で、アサ
イー果実の収量に関する長期的な生産持続性が担保される
と考えていた。

P1-014 Field of elementary education and forestry

Gaku Hara・Jun Kosugi・Miho Yamamoto

宇都宮大学農学部森林科学科

地域社会における森林・林業を理解する窓口として、小
中学校教育で地域の資源、地域の産業を学ぶことによる普
及の意義は極めて高いと考えられる。本研究は、地域社会
の理解を学習目標とする小学校 3・4 年社会科授業におい
て市町村が自主的に作成する副読本「社会科副読本」に焦
点を当て、市町村の教育現場における森林・林業の位置づ
けを明らかにすることを目的とする。栃木県下 25 市町の
「社会科副読本」を閲覧し、特に顕著な記述が見られる自治
体に対して、記述の背景とそれについての意識調査を実施
した。

結果以下のことが明らかとなった。① 森林・林業に関す
る単語ないし写真は全 25 市町にみられた。土地利用 (21
件)、水源涵養 (18 件)、名木 (18 件)、益子焼のアカマツ薪
(17 件) などが挙げられ、「仕事」の章において森林・林業
について記載があるものは 25 市町のうち 7 市町であった。
② 森林・林業に関する記述が 10 頁を占める S 市において
は、合併により森林面積が拡大し流域が一体化したにも関
わらず、関係各主体の意識は低く、連携の余地が大きいこ
とが唆される。

P1-013 粟野川流域における狩猟者の行動様式

小杉 純・林 宇一・山本美穂

宇都宮大学大学院農学研究科森林科学専攻

近年野生鳥獣による農林水産被害が全国的に問題となっ
ており、野生動物管理の必要性が叫ばれている。管理の担
い手として狩猟者への期待が高まっているが、狩猟者登録
数は年々減少している。

栃木県西部に位置する旧粟野町は 2006 年に鹿沼市と合
併した。旧粟野町には日光山地を上流として永野川・思川
(旧粕尾川)・粟野川と三つの河川が平行に流れ、古くから
河川の上流から下流までを一つの単位としたコミュニティ
を形成してきた。類似の地形・歴史背景を持つこの地域は
グループ銃猟によるシカ猟を主としている。本研究では粟
野川沿いの地域の狩猟の変遷と現状を整理し、粟野地域の
狩猟の実態を明らかにすることを目的とする。

粟野地域では上流から下流までに三つの狩猟グループが
存在し、シカを対象とした単独猟者は存在しない。また中
流・下流域は親から子への世襲制のリーダーを中心として
粟野地域在住の猟師と地域外在住の猟師からなるグループ
で活動しているが、上流域は地付きの猟師がすべて脱退し
た後、地域外在住メンバーが構成するグループに上流から
下流へ移住した地域在住の新規猟師が後から参加した経緯
を持っている。

P1-015 環境保全型農業に対する意識調査 —滋賀県環
境こだわり農業を事例として

小坂田ゆかり¹・藤野正也²・栗山浩一²

¹ 京都大学農学部・² 京都大学大学院農学研究科

これまで国内の水質保全対策は排水規制などの直接規制
を中心に進められてきた。しかし湖沼等の閉鎖性水域にお
いては、環境基準がなかなか達成されないという現状にあ
る。この現状を踏まえて、従来の直接規制による点源汚染
への対策だけではなく、農業排水などの面源汚染への対策
が不可欠になってきている。こうした新たな対策を実施す
るためには従来の直接規制のみでは限界があり、経済的
手段による汚染者の自発的な取り組みが求められている。

本研究では、農家が減農薬や減肥料といった水質対策を
講じ、環境への負荷を低減させる「環境保全型農業」に着
目し、これを経済効率的に普及させる方法を検討した。農
家による環境保全型農業の普及方法として、対策費用を補
助する方法と環境保全型農産物の価格を高くする方法の 2
つを想定した。調査対象地は琵琶湖を選定し、琵琶湖流域
の滋賀県・京都府・大阪府の一般市民を対象とした意向調
査と、琵琶湖周辺の農家を対象とした意向調査を実施した。
これら 2 つの調査結果を基に、環境保全型農業を普及させ
るためにはどちらの方法が経済効率的であるかを検討した。

P1-016 生分解性食器用洗剤の支払意志額の変化要因の調査—コンジョイント分析を用いて—

稲葉由花利

京都大学農学部

環境問題が注目される現在、消費者の環境意識は高まっているものの、環境に配慮した購買行動を実践している人の割合は多くない。しかし、循環型社会の実現のために消費者が積極的に環境配慮型商品を購入するようになることは重要である。そのような問題意識の下、本研究では環境配慮型商品がより選ばれるようになる要因を明らかにすることを目的とした。具体的な調査対象としては生分解性食器用洗剤を取り上げた。

調査は京都大学の学生 250 人にアンケートを配布する形式で行い、コンジョイント分析により支払意志額を推定した。その際、①多くの人が生分解性食器用洗剤を使用することによる長期的利益、②他者の使用状況という2つの異なる情報を与え、支払意志額の差を検証した。その結果、②の情報の方が効果的であることが分かった。また、回答者の環境意識や、環境配慮行動の実施度による支払意志額の差も合わせて調査した結果、環境意識が高くても必ずしも生分解性に対する支払意志額が高くないことが分かった。このため、他者の購入状況を知らせることで環境配慮型商品がより選ばれる可能性があり、また、単に環境意識を高めるだけでは十分ではないと考えられた。

P1-018 高温条件下の休養がシイタケほだ木一代の収量に及ぼす影響

山口 亮・鈴木拓馬・山田晋也

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

近年、気温の高い日が多く、特に夏季の最高気温が 30℃を超える日が増加している。このため、原木シイタケ栽培の夏季における休養中のほだ木への影響が懸念される。そこで、自然条件よりも高い温度でほだ木を休養させ、子実体発生への影響を検討した。

シイタケ中高温性品種 2 種を接種したほだ木を用いて、浸水、子実体採取、休養の順番で複数回繰り返し、発生した子実体の生重量及び個数をほだ木ごとに測定した。発生は 2014 年 5 月から 2015 年 12 月にかけて 8 及び 12 回行った。休養は通常の栽培で用いられる遮光ネット下及び加温した遮光温室下（以下、遮光区、加温区）で行った。加温区のほだ木内部温度は、遮光区よりも平均で 2 から 3℃高い状態となった。

ほだ木一代の子実体発生量は、2 品種ともに試験区間で差はみられなかった。しかし、発生回ごとの子実体発生量は試験区間で差がみられる場合があり、夏季に限ると加温区における発生量は減少し、浸水から収穫までの日数が増加し、高温下での休養の影響が現れた。その後の発生回では、加温区の発生量が遮光区を上回ったことから、ほだ木への影響は長期に及ばないと思われる

P1-017 タケノコの採取時期及び大きさ等と放射性セシウム濃度の関係

小林真生子¹・廣瀬可恵²・岩澤勝巳¹

¹千葉県農林総合研究センター森林研究所・²元・千葉県農林総合研究センター森林研究所

2011 年に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故以来、千葉県ではタケノコの放射性セシウム濃度が高い地域がある。そこで安全なタケノコを生産するためにタケノコの Cs137 濃度とタケノコの採取時期及び大きさ等との関係について調査した。2014 年 3 月～5 月に、採取時期に係わる調査を千葉県内の 4 ヶ所のモウソウチク竹林で、大きさ等に係わる調査を 6 ヶ所の竹林で行った。その結果、4 ヶ所中 3 ヶ所の竹林では、4 月 15 日～4 月 24 日に採取したタケノコの Cs137 濃度は、3 月 25 日～4 月 4 日に採取したタケノコよりも有意に低かった。また、6 ヶ所中 3 ヶ所の竹林において、同日に発生したタケノコの全長と Cs137 濃度との間に負の相関が見られた。発生初期はタケノコの発生本数が少ないことから、少ない本数のタケノコで親竹から転流する Cs137 を分配したことにより Cs137 濃度が高くなったと考えられた。また、大きなタケノコの Cs137 濃度が比較的低くなったのは、タケノコ内部の Cs137 がタケノコの成長に伴い希釈されたためと考えられた。

P1-019 Predicting the current and future distribution and harvesting of Sago palm using the Maxent model in Sulawesi

Sri Een Hartatik¹・Akemi Itaya¹・Hiroshi Ehara²・Makoto Hisamatsu¹・Takashi Mishima¹・Tomohiro Uchiyama³・Hitoshi Naito⁶・Masaharu Ohmi⁴・Yoshihiko Nishimura¹・Chay Asdak⁵・Dicky Muslim⁵

¹三重大学大学院生物資源学研究科・²名古屋大学・³東京農工大学・⁴東京農工大学・⁵Padjadjaran University・⁶倉敷芸術科学大学

Although Sago palm have been focused as bioenergy as well as foods, the production has decreased. In our previous study, we predicted the potential site of sago palm in Sulawesi Island, Indonesia. The total area was 1282 km². The model for prediction of sago palm showed the maximum temperature of the warmest month was the most important variable affecting sago palm potential distribution. Climate change is also an important global issue for crop production. In this study, we predicted the future distribution and harvesting of Sago palm affected by the climate change using the Maxent model and it was compared with the current prediction that was predicted in our previous study.

P1-020 ケニアにおける竹資源の利用履歴と竹林造成普及ポテンシャルに関する研究と活動報告

CHIKA SASAHARA・SHOZO SHIBATA

京都大学大学院地球環境学堂

東アフリカに位置するケニアは気候や土壌条件等を考慮すると、国土の約20%は森林になり得た土地である。しかし、2010年の国土森林被覆率公称値は6.99%である。ケニアの森林の所有権の39%が国のものであり全てKenya Forest Serviceにより管理されている。また残りの61%は私有林であり、私有林の4%が商業用林、96%がCommunity forestとなっている。国土森林被覆率は1990年に7.89%と記録されており現在まで減少傾向が継続している。その主な要因として人口増加による薪炭材の需要増加が挙げられている。薪炭材の需要について、ケニア国内総エネルギーの約70%は薪炭材に依存しており、2011年時点で燃料材需要は3,700,000m³である一方、持続可能な供給量は3,000,000m³と見積もられている。そのため、国有林から薪炭材を違法採取する住民が発生し、国有林管理を進める上で問題となっている。また、ケニアでは自生竹 *yushania alpina* が生育している。さらに、インド原産竹の *Bambusa vulgaris* も国内全土に生育をしている。これらの竹を活用した社会林業プロジェクトの活動報告とCommunity forest 造林を目的とした利用履歴と現存量等を調べる研究計画を紹介する。

P1-022 近畿地方の森林組合における山の神の祭事や行事の地域性

柳田邦玲雄¹・松本 武²・岩岡正博²¹ 東京農工大学大学院農学府・² 東京農工大学大学院農学研究院

我が国には山間部、平地を問わず、各地に山の神のための祭事、行事、儀礼、習慣など（以下、祭行事）が多様に存在する。人びとの信仰する山の神と生業とに関する研究では、林業と山の神との考察には至っていない。そこで、林業者の集団である森林組合において山の神はどのように信仰されているか、山の神のための祭行事の内容や山の神の特徴を通して明らかにすることを目的として、近畿地方にある89の森林組合を対象に電話調査を行った。その結果、88組合からデータを得て（回答率98%）、所在地にマッピングし地域性の有無を明らかにした。88組合中32組合で祭行事が行なわれており、そのうち26組合には山に入らないという習慣があり、25組合には行事があった。また、祭行事を年に2回行う組合が5組合あった。祭行事の実施月は、5月にだけ行う1組合を除くと、11月、12月、1月の冬期であった。そのうち2組合では冬期と4月の年に2回行い、3組合では冬期に2回行っていた。祭行事の実施日は、奈良県、和歌山県の組合では7日、滋賀県、京都府、兵庫県の組合では9日であり、南部と北部に分けられた。山の神に「山の神」以外の名前はなかったが、21組合では女性格の神であった。

P1-021 Food Culture and the Utilization of Satoyama and Satoumi on the Sanriku Coast, Miyagi Prefecture

Binxian Ji・Katsue Fukamachi・Shozo Shibata・Junichi Imanishi

京都大学大学院地球環境学堂

The Sanriku Coast with its typical and complex rias topography, connects satoyama and satoumi together to provide abundant natural resources, biodiversity and a unique food culture. The Sanriku Coast, however, was worst hit by the Japan earthquake and tsunami in 2011. The disaster had many negative influence on the local natural environment, and culture. This study was conducted in Kesenuma and Minami Sanriku. Through literature review and personal interviews, the aim of this study is to investigate local lifestyles of satoyama and satoumi and assess the characteristic of resources circulation, and to improve our understanding of how natural resources are utilized and managed in the living areas. This study may give some suggestions regarding resources of satoyama and satoumi that can be used for a food culture-centered rehabilitation from the disaster.

P1-023 京都市における世界遺産バッファゾーン内の景観の変遷

河村清美¹・深町加津枝²・柴田昌三²¹ 京都大学大学院農学研究科・² 京都大学大学院地球環境学堂

平成6年に「古都京都の文化財」として世界文化遺産に登録された17の構成遺産のうち、14箇所が京都市内に位置している。その際、構成遺産に加え、各遺産周辺の広い範囲がバッファゾーン（緩衝地帯）として設定された。各遺産の周辺ではバッファゾーンと一体となったの歴史的景観が形成されており、京都市においては、都市計画法に基づく高度地区や風致地区、景観法に基づく景観地区の他、古都保存法や眺望景観創生条例等を活用し、建築等の行為に対する景観規制が実施されている。しかしバッファゾーンにはその景観を保全する特別な法律は存在しておらず、都市開発に伴い市内の遺産周辺環境には景観の変容の可能性も懸念される。

以上の問題意識に基づき、本研究では京都市における世界遺産バッファゾーン内の現在の景観の特徴、その変遷の様子を地形図やフィールド調査、また景観政策のレビューに基づき時系列に沿って整理し、バッファゾーンが持つ問題点を分析・報告する。

P1-024 宝ヶ池公園利用者の森林への意識調査に基づく今後の森林整備

中野由唯・長島啓子・田中和博

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

近年、林野庁による森林・林業白書において森林環境教育の推進が掲げられるなど、環境教育への関心が高まりつつある。また環境教育の開始期として幼児期が適切であるという指摘も多い。大石（2001）によって環境教育に関する研究の増加が指摘されているが、対象者として林業従事者や小学生、学校教員、対象地として学校林や大学演習林を取り上げたものが多く、実際に幼児に多く触れ合う保護者や、一般の人が利用できる森林公園等についての研究例は少ない。本研究は家族での利用が多い宝ヶ池公園の周辺林（以下宝ヶ池丘陵）を対象にしている。宝ヶ池丘陵ではナラ枯れやシカ害等による植生の衰退が報告されており、対策が必要となっている。そこで対策案の1つとして、一般の家族が訪れやすい山を目指し、宝ヶ池丘陵内の遊歩道の把握、宝ヶ池公園利用者への森林利用状況や幼少期の自然経験等に関する質問紙調査を行った。その結果、獣道の形成による遊歩道の複雑化、山の歩き方がわからないと回答する人が多数であること、幼少期の遊び場と、大人になってから山へ出向く頻度に関係があることが浮き彫りとなった。以上の結果から、今後の管理方法を立案する。

P1-026 サイバーフォレスト：2072年に向けた自然認証のための全球感覚について

齋藤 馨¹・藤原章雄²・中村和彦³・小林博樹³・岩岡正博⁴・藤稿亜矢子⁵

¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科・² 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・³ 東京大学空間情報科学研究センター・⁴ 東京農工大学大学院農学研究院・⁵ 東洋大学国際観光学科

1872年米国で世界初の国立公園イエローストーンが指定された。自然を永遠に保全し利用することを国家が認証した。100年後の1972年ユネスコで世界遺産条約が採択された。人類の普遍的価値として自然遺産、文化遺産、それらの複合遺産の保護を目的にし、世界的な自然も認証されている。世界遺産数は既に1,031（2015年）である。そこでさらに100年後の2072年に第3の自然認証が採択されると仮説しその要件を検討した。原生自然を保護しながら、国立公園では鉄道、ケーブルカー、ロープウェイにより容易に自然地に到達可能となった。世界遺産では世界的航空網とモーターリゼーションが世界中の自然地に世界中の人の訪問を可能としている。インターネットを使って原生自然を直接訪れることなく、いつでもどこからでも原生自然にアクセスできる「インターネットの先にある本物の自然」サイバーフォレストは、原生自然地の現在をリアルタイムに、過去をアーカイブにより仮想的に訪問できるため、人は全球自然を感覚的に把握できる。日常的に全球感覚的に捉えることのできる原生自然は、従来の交通手段で到達できるため、新たな第3の自然認証の対象となる。

P1-025 火打山におけるライチョウ確認時の特徴にみる個体発見効率のよいエコツアーの検討

小川結衣¹・佐方啓介²・武 正憲³・長野康之⁴

¹ 筑波大学生物資源学類・² 筑波大学大学院生命環境科学研究科・³ 筑波大学大学院芸術系・⁴ 国際自然環境アウトドア専門学校

高山帯に生息するライチョウ（絶滅危惧ⅠB類）を保全するためには、厳しい環境で生息情報を得る必要があり、既に登山技術を有する登山ガイドや登山者に着目したライチョウ市民参加型調査エコツアー（以下、ライチョウET）による情報収集手法が検討されている。鳥類の個体を確認しやすい調査条件（時期、調査者数、時間帯、天気）にはある程度の偏りがあるとされる。しかし、ライチョウは効率的にデータの取れる（個体を確認しやすい）調査条件が十分に明らかでないため、ライチョウETは調査条件を考慮して運営されていない。そこで本研究では、効率的にデータを取るために、調査専門家による過去のライチョウ調査記録を用いて、個体確認時の調査条件を明らかにすることを目的とした。

過去6年分の調査記録を使用し、単位時間ごとに各調査条件の個体確認回数をまとめた。次に、各条件の違いによる「単位時間当たりの個体確認回数（以下、SPH）」に差があるかを統計解析により確認した。効率的にデータの取れる調査条件は、時期が残雪期、調査者数が8人以上17人以下、時間帯が15時台までであることが示された。また、個体確認と天気との統計的な関連性はみられなかった。

P1-027 森林環境教育におけるPBL（プロジェクト・ベースド・ラーニング）の有効性

中山紘之

三重大学大学院生物資源学研究院

人と森林との共生の営みは、約1万年前の縄文時代からはじまったとされ、人々は長い年月を経て里山を形成し、その公益性の恩恵を受けてきた。しかし、現在の日本の森林は、外材輸入により自国の木材を使わなくなったことによる林業の低迷もあり、森林の質的な荒廃という危機を迎えている。また、ライフスタイルの変化によって人と森林との直接的な関わりが見えにくくなり、森林に対する国民のニーズも大きく変化している。さらにグローバル化やICTの普及によって情報やトレンドが急速に変化する予測困難な現代においては、各問題に政治的、経済的、社会的な様々な側面が存在しその根源がつかみにくくなっている。

本研究では、このような現状を打開し持続可能な社会を実現するための人材を育成する教育として森林環境教育に着目し、その手法としてPBLを導入した場合の有効性を大学生の諸能力の伸長率やコメントから検証する。

P1-028 森林に生息する野生哺乳類の体験型観察プログラムの検討とテキストの試作

丹羽悠二¹・中村和彦²

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科付属演習林北海道演習林・

² 東京大学空間情報科学研究センター

専門家でない一般の人々が野生哺乳類本来の姿を知ることは、人間と野生哺乳類の共存について市民レベルで考えていくうえで重要である。しかし、現代の日常生活では野生哺乳類に遭遇する機会は少なく、一般的な観察会を開催しても哺乳類に遭遇できない可能性が高い。そこで、専門的な野生哺乳類調査に用いられる手法や機材を用いて、一般の人々が簡便かつ安全に森林で野生哺乳類を実際に観察することを目的とした体験型観察プログラムの試行を行った。北海道富良野市山部地区在住の小学生とその保護者の計26人を被験者として、4つの調査(センサーカメラ調査・痕跡調査・ライトセンサス・コウモリの夜間調査)を体験してもらい、アンケート調査・聞き取り調査・行動観察の3点からプログラムの評価を行った。アンケートおよび聞き取り調査からは、被験者らが全ての野生哺乳類調査に強い興味を示したことがわかった。被験者らの居住地周辺には良好な森林環境が整っているにもかかわらず、野生哺乳類を観察する機会は多くないことが示唆された。また、行動観察からは、被験者らは指導者から離れている状態のほうがより積極的に観察および考察を行うことがわかった。

P1-030 航空機 LiDAR による単木レベルでの樹種分類精度の検討

中武修一¹・山本一清²・宇野女草太³・吉田夏樹³・都竹正志³

¹ 名古屋大学農学部・² 名古屋大学大学院生命農学研究所・³ 中日本航空株式会社

これまで、航空機 LiDAR による樹冠の抽出手法に関する研究が国内外で数多く行われてきた。一方で、観測時に得られる樹木からの反射強度は樹種ごとに特徴的な傾向が存在することも報告されている。よって、これら航空機 LiDAR の持つ特徴を組み合わせるにより、単木の樹種判別が可能となることが考えられる。そこで本研究では、スギ、ヒノキ、マツ類、広葉樹を対象に、まず LiDAR データから樹冠を抽出した。さらに、この抽出された樹冠を単位として、反射強度及び樹冠形状に関する LiDAR 由来の指標を算出した。これらの指標について特徴選択を行い、加えて各指標が分類にどの程度の重要度を持つか解析した。こうして得られた指標の情報をもとに、教師付き分類による単木レベルの樹種分類精度について検討した。また、あわせて学習データ数の変化による分類精度の変化についても検討を行った。なお、本研究は、災害に強い森林づくり推進事業(三重県)の助成を受けたものである。

P1-029 航空レーザデータを用いた Valley-following 法による単木抽出の精度および関連する森林情報の推定

安達太郎・田中和博・長島啓子

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

近年、航空レーザ計測による広域での森林情報の取得が注目されている。この中でも単木抽出については、梢端が明瞭であることを利用している手法が中心である。しかし、実際の森林では梢端が明瞭でない場合も多く、これらの単木抽出手法を用いるのに適していない場合がある。そこで、梢端が明瞭でない場合でも単木抽出が理論上可能である Valley-following 法に注目した。この手法は樹冠と樹冠の間の谷部となっている境界部を抽出し、抽出されたデータにより囲まれた範囲を単木の樹冠領域として決定する手法である。また、衛星画像データでの樹冠領域の分割手法として主に用いられてきたが、航空レーザデータへの適用における簡便法が確立されていない。これまでに、ArcGIS のツールを用いて航空レーザデータに適用するための Valley-following 法を開発した。本研究では、開発した Valley-following 法による単木抽出の精度について、京都市において計測密度4点/m²で取得された航空レーザデータと現地調査結果を用いて精度検証を行うとともに、樹高などの森林情報の推定を行った。また、既往の単木抽出法との比較を行い、Valley-following 法による単木抽出の特徴について考察した。

P1-031 航空機 LiDAR データを使用した林冠構造と樹木サイズ分布の把握

内田莉紗¹・梅木 清¹・平尾聡秀²・鈴木智之²・本條 毅¹

¹ 千葉大学大学院園芸学研究所・² 東京大学大学院農学生命科学研究科付属演習林秩父演習林

森林生態系において、林冠構造は生物多様性と生態系機能に強い影響を与えることが知られている。樹木サイズ分布は持続可能な森林経営や森林動態を明らかにしていく上で、森林の現況を把握する基本的な情報となる。本研究では、航空機 LiDAR リモートセンシングによって、林冠の垂直構造を把握し、それから林分の樹木サイズ分布を推定することを目的とした。

東京大学秩父演習林に30m×30mの調査プロットを60箇所設置した。調査プロットにおける毎木調査と、同範囲の航空機 LiDAR のデータを使用して、林冠の垂直葉量分布から林分の樹木サイズ構造を推定した。林冠の垂直葉量分布と林分の樹木サイズ構造を推定するため、胸高直径-個体垂直葉量分布関係(樹高関係・最下葉高・個体葉量の予測を含む)と Beer-Lambert 則を使用した。胸高直径-樹高関係を使用して胸高直径から樹高を推定する際には、全プロットの中で調査が容易な30プロットから9種の代表種を選定し、代表種9種については独自のパラメータを使用し、精度を高めた。得られたパラメータ値を使用して、林冠の垂直葉量分布と林分の樹木サイズ構造を推定することができた。

P1-032 Fusion/LDV による航空機レーザースキャナデータを用いた樹冠解析の研究 —京都市近郊国有林での樹冠高モデル解析例—

塩田廣美・田中和博・長島啓子

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

航空機レーザースキャナで取得された LiDAR データを利用した樹冠の解析には多くの手法が開発されている。これらの方法の研究報告では、手法についての記述はあるが、使用したデータ特性（セルサイズ、フィルター方法・フィルター範囲など）についてはあまり詳細に報告されていないことが多い。本研究では、樹冠解析で使用する LiDAR データの特性の違いで、自動抽出される樹冠数に違いがあるかの検証を行った。データの作成には、米国農務省森林局が開発した森林資源解析用ソフトウェアの Fusion/LDV を使用した。数値樹冠高モデルを作成する際に、セルサイズとフィルター（平滑化：中央値または平均値）の方法と範囲（セル数 3×3 など）を変化させて、Fusion/LDV による樹木本数の自動抽出機能に違いがあるかを、ArcGIS の分水界法、3D Analyst コンター描画機能から作成した等高線を用いる方法、そして、現地での計測結果と比較することで検証した。

試験地として、京都市近郊で 20 齢級前後のヒノキ・スギが優占する南禅寺山・大日山国有林内に $20\text{m}\times 20\text{m}$ のプロット 3 箇所と、隣接する安祥寺山国有林内のスギ 47 年生林分内に、 0.3ha のプロット 1 か所を設営した。

P1-034 地上レーザースキャナの導入に向けた立地環境要因に基づく単木管理適地の抽出

吉本 壘・長島啓子・田中和博

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

現在、川中・川下のニーズに合った材の供給が出来る森林管理が川上側に求められている。そのため、林分管理ではなく単木管理を行うことで、どこにどのような材があるのかを常に把握しておく必要がある。こうした状況の中、単木レベルでの森林計測が可能な地上設置型レーザースキャナ（以下地上 LS）の利用が注目されている。しかし、地上 LS を利用した森林計測には高額な費用がかかってしまうため、全ての林分において地上 LS を利用した単木管理を行うのは負担が大きくなってしまふ。そこで、比較的成長の良い林分においては地上 LS を利用した単木管理を行い、成長のあまり見込めない林分に関しては林分管理を行うといった区分を行う必要がある。そこで本研究では、京都府南丹市日吉町の 541・542 林班を対象に、日吉町森林組合によって行われた過去 2 年分に森林調査データと立地環境からスギ・ヒノキ人工林の単木管理適地の抽出を行った。まず、森林組合による森林調査データからスギ・ヒノキ人工林の成長量を算出した。GIS を用いて立地環境要因図を作成し、スギ・ヒノキの成長の良い立地環境を把握した。対象地におけるこの立地環境を抽出し、単木管理適地の把握を行った。

P1-033 航空機 LiDAR によるスギ・ヒノキ大径木の抽出とみちびきを用いた現地確認

板谷洋輔¹・加治佐剛¹・大野勝正²・寺岡行雄¹

¹ 鹿児島大学農学部・² アジア航測株式会社

近年、日本では木材需要の拡大のため公共建築物の木造化が推進されている。しかし、公共木造建築物は建築物の規模により、一般に流通されている木材とは異なる大きさ・長さの材が大量に求められる。しかしながら、そのような大きさ・長さの材に対応する立木情報は整備されていない。一方でレーザー測量などのリモートセンシング技術の発展から、正確な森林資源の状態、特に単木の立木情報を把握することが可能になってきている。さらに、これまでの衛星測位システムによる森林内での位置測位は十分ではなかったが、準天頂衛星の打ち上げにより森林内でも高精度な位置測位が行われることが期待されている。

そこで本研究では、航空機 LiDAR を利用した森林のデータから胸高直径 50cm 以上となる大径木の抽出を行った。また、準天頂衛星のみちびきを利用して抽出された大径木までの到達について検証した。

P1-035 信州大学構内演習林における高密度複層林への地上レーザーの適用

張 桂安・井辻康大・市川 栞

信州大学農学部

近年林業において費用対効果を上げるために、人工衛星や航空機によるリモートセンシングが注目されている。しかし、高密度な林分ではそういった方法の精度が落ちてくる。本研究は別の方法である地上レーザを使って高密度複層林への適用性を検証する。調査地は信州大学構内演習林 6 林班にある $40\text{m}\times 40\text{m}$ のプロットである。この林分はアカマツとヒノキと広葉樹が混交する林分である。地上レーザはフィンランドの FARO 社製の Focus3D $\times 130$ を使う。解析ソフトウェアは SCENE5.2 と Digital Forest である。本研究はアカマツ、ヒノキ、広葉樹の 3 つの項目について、それぞれの本数と DBH を地上レーザ技術を使って推定する。推定方法については、 10m 、 20m 、 30m と 3 種類の間隔を設けて解析を行い、各々の精度を比較する。本研究は針葉樹と広葉樹が混交する普通に見られる林分において、樹種ごとに、地上レーザデータ解析において、どれくらいの間隔を設ければ一番費用対効果がいいかを検証する。なお、精度の比較は同じ時期に行った現地調査を真値とする。

P1-036 地上レーザーによる木曽赤沢の高齢ヒノキ林の解析

市川 菜・井辻康大・張 桂安

信州大学農学部

長野県木曽郡上松町の赤沢自然休養林は林野庁中部森林管理局管轄下の国有林である。赤沢美林とも称される樹齢300年を超える大径木のヒノキ天然林を擁し、毎年数多くの利用者が足を運んでいる。本研究ではその林分構造に着目し、精密なデータを取得する手法として地上レーザー(TLS)を取り扱った。レーザー光を使用するRS技術としては航空機から当該林分を俯瞰して広範囲にレーザー光を照射する航空レーザー(ALS)も知られている。しかしTLSはALSに比べ限られた範囲の測定に限られるものの空間構造の詳細な3Dモデル表現においては、林内の数箇所からほぼ全方位にレーザー光を照射するTLSが優れている。休養林学術参考保護林内に50m×40mのプロットを設置しTLSの適用、解析、3Dモデル表現を行った。本研究においては国際共同研究を進めるフィンランド式の測定方法を取り入れ、10m、20m、30m間隔、3種類の異なる測定方法を行い、毎木調査結果と照らし合わせて精度検証を行う。本研究から、赤沢自然休養林のような貴重な高齢ヒノキ林における、林分の空間把握に適する測定法に関して検討する。

P1-037 地上型レーザースキャナを用いた森林計測の精度検証

川北憲利¹・長島啓子²・田中和博²

¹ 京都府立大学生命環境学部・² 京都府立大学大学院生命環境科学研究科

人工林の適切な管理と林業の再生を推進するには、需要に応じた材を安定的に供給する必要がある、その方法として単木管理が有効と考えられる。この単木管理を実現する方法として、レーザー光を利用した測距器である地上レーザースキャナー(以下地上LS)を利用した森林内の計測が現在注目されている。本研究では、日吉町および府大野演習林において、地上LSから得られたデータを解析するソフトウェアツールであるDigital Forestから得られたデータを毎木調査から得られた実測値と比較することで、地上LSの胸高直径および樹高の精度検証を行った。まず、地上LSからの距離、立木の大きさ、傾斜、斜面の上部・下部、地上型LSからの可視・不可視等の要因と、地上LSの計測値と実測値の誤差との関係を把握し、重回帰分析によって、誤差に最も影響を与えている要因を求めた。その結果、大野演習林では、立木の大きさ、可視・不可視、傾斜の順で胸高直径の誤差に影響を与えているという結果となった。また樹高誤差には立木の大きさ、距離、斜面上部・下部が影響していることがわかった。

P1-038 3Dカメラによる簡易森林計測システムの開発—自動回転雲台による立木位置図推定手法の検討—

三谷綾香¹・山本一清²

¹ 名古屋大学農学部・² 名古屋大学大学院生命農学研究科

民生用3DカメラFinePix REAL 3D W3(富士フィルム社製)を用いた簡易的森林計測手法の開発を目的として、渡邊・山本(2013)ではプレートマッチング手法による立木個体抽出及び撮影点からの距離推定について検討を行った。さらに、三谷・山本(2015)では光学ズームを利用することにより、計測可能距離の拡大について検討した。しかし、これらの研究では、三脚に固定したカメラによる手動撮影が前提であり、広域での計測方法に関しては検討されていない。一方、近年自動回転雲台を併用した撮影システムが安価で利用できるようになっており、これを3Dカメラと組み合わせることにより、簡易な広域計測が可能になると考えられた。そこで本研究では、簡易的なキャリブレーション手法の再検討を行うとともに、自動回転雲台を用いた広域での立木位置図作成を行い、簡易森林計測システムとしての有用性を検討した。なお、本研究はJSPS科研費15K07478の助成を受けたものである。

P1-039 Using Landsat-MODIS fusion to assess ecological effectiveness of the Grain-for-Green Project in Ningxia, China

Zhao, Jinlong¹・Yone, Yasumichi²

¹ Shimane University, Graduate School of Life and Environmental Science・² Shimane University, Faculty of Life and Environmental Science

Grain-for-Green Project in Ningxia of China refers to protect and improve the ecological environment by stopping farming in easily soil erosion on sloping farmlands and planting trees to recover forest vegetation. Vegetation index as an important parameter of the ground information has become a popular subject in vegetation remote sensing researches. This paper proposed a method of monitoring vegetation by using STARFM algorithm to blend Landsat and MODIS data, in order to create time series Landsat-MODIS fusion data NDVI. With the advantages of the high-frequency temporal information from MODIS and high-resolution spatial information from Landsat, it has become possible to improve the accuracy of assessing ecological effectiveness of the Grain-for-Green Project.

P1-040 ボルネオ熱帯林 — 焼畑モザイクにおける時系列衛星解析を用いた植物群集組成の時空間動態予測

藤木庄五郎¹・岡田慶一²・西尾尚悟¹・長野秀美³・北山兼弘¹

¹ 京都大学大学院農学研究科森林生態学分野・² 横浜国立大学大学院環境情報研究院・³ 京都大学大学院農学研究科森林生物学分野

現在、熱帯林の大部分は二次林として成立している。中でも焼畑に由来する二次林は、小規模な森林消失と二次遷移が繰り返される結果、遷移段階の異なる植生がパッチ状に分散したモザイク状の森林として成立する。このような熱帯林モザイクの炭素量や生物多様性を広域に評価・管理していくには、リモートセンシングを用いて森林生態系を景観レベルで評価する必要がある。以上を可能にするため、本研究はマレーシア・ボルネオ島北部にある、キナバル国立公園とクロッカー山脈国立公園の2つの保護区の間にある焼畑二次林地域を対象とし、以下3つの目的に基づき行われた。1) 時系列衛星を用いた熱帯林モザイクの齢(焼畑からの遷移年数)の推定アルゴリズムの開発。2) 熱帯林モザイクの齢依存的な属性(バイオマスや植物群集組成)の空間分布予測。3) 将来の植物群集組成の動態予測。本研究では、1)~3)の結果から、様々なシナリオ(焼畑の周期や強度、実施場所を変える)の森林動態を予測し、地域全体の炭素蓄積量・生物多様性を高めるのに最も効果的なシナリオについて考察を行う。それにより、現地住民の生活と生物多様性の最大化を両立する森林管理を検討する。

P1-042 Object-based image analysis for detection of coastal vegetation in Banda Aceh

Mochamad Candra Wirawan Arief・Akemi Itaya

三重大学大学院生物資源学研究所

In order to detection of coastal vegetation changes in Banda Aceh after the 2004 tsunami, the high resolution images were analyzed using the Object-based image analysis. The 2004, 2009, 2011 and 2013 images were downloaded from Google Earth Pro (4800×3318 pixels), and they were mosaicked as one image for each year (RGB, 28800×33180 pixels). After they were divided 12 classes based on RGB brightness values and texture of R, using the feature analysis extension of ERDAS 9.3, we identified their categories. Although we wanted to detect tree area around waters, it was difficult to classify paddy fields and fish ponds.

P1-041 UAV と SfM を用いた林分構造推定

小川みゆき¹・太田徹志²・溝上展也³・吉田茂二郎³

¹ 九州大学大学院生物資源環境科学府・² 九州大学持続可能な社会のための決断科学センター・³ 九州大学大学院農学研究院

森林の現況把握は、持続的な森林管理に重要である。近年では、安価で空中写真撮影が可能な無人航空機(UAV)の登場とデジタル写真測量技術の進展により、空中写真を用いた3次元モデル(DSM)の作成が容易となっている。そこで本研究では、UAVから撮影した空中写真と地上調査の結果を元に、林分構造および地上部バイオマス量の推定モデルを開発し、その推定精度を求めることを目的とした。まず、研究対象地である大分県長期育成循環施業モデル団地において、UAVによるデジタル空中写真の撮影と地上調査を実施した。撮影したデジタル空中写真をSfMソフトウェアであるPhotoScan(Agisoft社、Russia)で処理し、DSMを作成した。DSMと地表高モデル(DEM)の差分から林冠高モデル(DCHM)を求め、DCHMから各地点の最大樹高や平均林冠高などの林分構造の指標を求めた。同様に、地上調査の結果から各地点の胸高断面積合計や平均樹高、地上バイオマス量などの指標を求めた。求めた指標と林分構造因子との間で回帰分析を行い、林分構造推定モデルを作成した。また、作成したモデルから各林分構造因子の推定精度と推定する際に有効な指標を明らかにした。

P1-043 地域の林業経営を持続可能にする条件：マルチエージェントシミュレーションを用いた検討

小野貴哉¹・大手信人¹・小山里奈¹・徳地直子²

¹ 京都大学大学院情報学研究所・² 京都大学フィールド科学教育研究センター

日本における林業は、収益性の低下や就業者数の減少・高齢化といった課題を抱えている。不振に陥った林業経営は放置林の増加を招き、これによる斜面崩壊などの災害の増加や生態系の劣化など森林環境への悪影響が懸念される。こうした課題に対して、林業経営の健全化を目的に施業の集約化や人材育成のような取り組みが推進されているが、林業の持つ長期的サイクルという特徴や経営体の属性を考慮した上でその効果を予測する必要がある。本研究では林業経営を持続可能にするための条件を探ることを目的とし、林小班GISをベースとした空間でのマルチエージェントシミュレーション(MAS)による将来予測を行った。エージェントとしては、森林、経営体を含むその所有者、労働者などを想定した。シミュレーションでは日本林業の現状を表すベースラインとなるシナリオと、林業経営改善に向けた取り組みを反映した複数のシナリオを用意する。滋賀県を対象とした100年間のシミュレーションの結果から、エージェント毎に異なる環境下で特定の施策が林業経営の経済性に与える効果を評価する。

P1-044 製材所経営における森林資源情報の活用

石井宏一郎¹・園師光聖²・吉野 聡²・佐藤孝吉²

¹ 東京農業大学大学院農学研究所・² 東京農業大学地域環境科学部

製材所経営において、製品の原料となる素材の確保は供給先への定時、定量的な供給を行う上で重要である。その際に、製材所としては森林の位置や分布、蓄積といった森林資源そのものに関わる情報や、森林資源から丸太を生産する所有者や素材生産者、同業者の情報、伐採制限や補助金などの制度的な情報が必要になる。これらの情報の提供元としては、各地域の森林組合や国、地方自治体などの公共機関が挙げられる。これらの組織体は、森林資源情報を製材所に提供することで、製材所経営を補助的に支援していることになる。そこで、本論文の目的は、製材所の経営者が提供された情報を元に経営方針を決定する上で、どのように情報を活用するかを検討した。本論文では、北海道森町に位置する A 製材所を事例として取り上げる。北海道の公共機関から提供された森町の森林資源情報と、聞き取り調査によって把握した製材所が必要としている情報を森林 GIS を活用して重ね合わせ、製材所における森林資源情報の有効的な活用を検討した。

P1-046 人工林及び広葉樹の搬出間伐作業のコストシミュレーション ～京都府京丹後市を事例にして～

石橋早苗・長島啓子・田中和博

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

近年、木質資源をバイオマスエネルギーとして利用することへの関心が高まっており、京都府京丹後市では森林整備促進・木質バイオマス利用促進事業を実施し、散在する人工林を整備する際にその周辺の広葉樹林を里山林として利用する取り組みを開始しているが、その採算性を把握できていないのが現状である。そこで本研究では、京丹後市内の人工林及び広葉樹林を対象に、GIS のネットワークアナリストを用いたコストシミュレーションを行い、採算性の観点から搬出間伐作業の生産性向上の可能性を探る事を目的とした。

まず、京丹後市で行われた人工林及び広葉樹林の搬出間伐作業をビデオで記録し、各作業の処理時間と処理された材積から各作業の生産性を求めた。次に、GIS 上に集材ラインや土場等のデータを構築し、ネットワークアナリストを用いて集材及び輸送のシミュレーションを行い、土場の貯木量、フォワーダ等の走行距離、走行時間を算出した。そして、得られたデータからコストシミュレーションを行い、採算性を求めた。その結果、人工林に関しては木寄作業の生産性の向上が、広葉樹林に関しては伐採及び玉切り作業の生産性の向上が採算性の向上に必要なと考えられた。

P1-045 経営方針がスギ人工林の収益に与える影響

鈴木洸明・龍原 哲

東京大学大学院農学生命科学研究科

本研究では、隣接する地域を管理する 2 つの森林組合の経営方針の違いが、スギ人工林の収益に与える影響について考察した。

山形県鶴岡市旧温海町を管轄する温海町森林組合は、製材品・構造用集成材を製造する工場を主要な需要先としており、安価な丸太を大量に安定供給することが要求されていた。このため高密度の路網作設や車両系高性能林業機械の導入、採材する丸太の種別を絞るといった、低コスト伐出システムに力を入れていた。

一方、県境を挟んだ新潟県村上市旧山北町を管轄する村上市森林組合は、前出の需要先に加えて、高価な造作用集成材を製造する工場も需要先に持つことから、単価の高い高齢級大径材をできるだけ多く生産するような採材を行っていた。

このように隣り合う地域でありながら、両森林組合はそれぞれの地域の需要を反映した経営方針を採用しており、その方向性は全く異なっていた。この 2 つの経営方針の下、単位面積当たりの金員粗収穫を最大化する採材シミュレーションを行った。さらにそれぞれの伐出システムに即した費用計算を行い、単位面積当たりの森林純収益が様々な条件によってどのように変化するかを考察した。

P1-047 Network Analyst を用いた高密度路網における人工林搬出間伐作業のコストシミュレーション

吉永 生¹・長島啓子²・田中和博²

¹ 京都府立大学生命環境学部・² 京都府立大学大学院生命環境科学研究科

森林の整備や木材生産の効率化を目的とした、森林・林業再生プランの中で、効率的な集材を行うために高密度路網が推奨されているが、高密度路網地での作業の生産性や施業コストについての研究がなされている事例は少ない。そこで本研究では、高密度路網が作設されている京都府綾部市志賀郷町有林を研究対象地として、人工林搬出間伐作業の生産性と施業コストについて GIS の Network Analyst を用いて把握することを目的とした。まず、志賀郷町有林で行われた人工林搬出間伐作業をビデオで記録し、各作業の作業時間と処理された材積から各作業の生産性を求めた。そして同町有林の路網データと森林簿から、GIS を用いて搬出間伐可能な人工林の蓄積量を算出し、Network Analyst を用いて集材・輸送シミュレーションを行い、各作業における作業時間を算出することで施業全体のコストを算出した。その結果、高密度路網地での施業コストは集材・造材の生産性と使用機械に大きく影響されること、また路網開設費を施業コストに加えると 1 年目は大幅にコストが増加することが分かった。今後は同じ路網を用いた同施業地における将来的な採算性の予測を行いたい。

P1-048 間伐実績に基づく利用可能な森林資源量の推定
—三重県菰野町の事例—

廣瀬裕基・川田伸治・松村直人

三重大学大学院生物資源学研究所

三重県菰野町では、森林保全整備を目的に、町内の間伐未利用材を活用した地域内エネルギー循環システムの構築を目指している。町内全域の森林賦存量及び間伐施業範囲内での森林資源量の推定値を算出するために、平成26年度に森林簿データに基づいて推定を行った。同時に、典型的な森林タイプを抽出し、現地での林分調査を行う中で、森林簿データの欠損や未更新箇所が散見され、森林資源量の推定精度の向上が課題となっている。

一方、菰野町では、平成20年度から“特定間伐等促進計画”事業が進められており、森林施業が優先されるエリアを中心に間伐が行われてきた。当事業の実施に当たっては、間伐実績データとして、搬出材積量や間伐履歴位置図、標準地内の毎木調査データ等が記録されている。そこで本研究では、過去の間伐実績データを用いることで、菰野町における地域内エネルギー循環システムに利用可能な森林資源量の推定精度の向上を試みる。また、森林簿データと間伐実績データの比較検証を行う。

P1-050 群状択伐区におけるスギ植栽木の成長モデリング

伊藤一樹¹・太田徹志²・溝上展也³・吉田茂二郎³

¹九州大学大学院生物資源環境科学府・²九州大学持続可能な社会のための決断科学センター・³九州大学大学院農学研究院

近年、森林資源の成熟が進む一方で管理不十分な森林の増加が問題となっている。このことから、森林のもつ公益的機能と木材生産機能の両者を十分に発揮できるような資源の適切な利用が求められている。この資源の利用にあたって、わが国は森林計画制度等により複層林化を推進している。群状択伐施業は複層林施業のひとつであり、帯状択伐施業とともに作業効率等優れる択伐方式として注目されている。この群状択伐施業の有用性をさらに検討するためには、下木の成長や競争関係について長期的に評価し、将来的な収穫予測が可能なモデルの構築が必要であると考えられる。そこで本研究では宮崎県椎葉村住友林業社有林と大分県由布市湯布院町九州電力社有林の群状択伐地に植栽されたスギを用いて下木の樹高と直径それぞれの期間成長量についてモデリングした。その際に、上木との競争関係が下木の成長に影響を持つことが予想されるため、数種類の距離従属型競争指数を用いて成長モデリングを行った。これらのモデルの推定精度を比較することでモデル選択をすると共に下木の成長に影響を与える要因を検討した。

P1-049 大分県長期育成循環施業モデル団地における帯状択伐地のヒノキ植栽木の成長

池田 正¹・太田徹志²・岩永史子²・福本桂子³・吉田茂二郎⁴・保坂武宣¹・作田耕太郎⁴・井上昭夫⁵・溝上展也⁴

¹九州大学農学部・²九州大学持続可能な社会のための決断科学センター・³九州大学大学院生物資源環境科学府・⁴九州大学大学院農学研究院・⁵熊本県立大学環境共生学部環境資源学科

作業効率がよく、森林の公益的機能の発揮も期待できる帯状複層林施業が注目されている。しかしながら、いまだ造成事例が少なく、下層木の成長等に関して研究の蓄積は十分ではない。そこで、植栽後6~9年経過した皆伐区と帯状択伐地のヒノキ植栽木成長を比較し、帯状複層林の下層木に一斉林と同等の成長が見込めるか検討した。2011年から2012年にかけて、約15m幅の帯状択伐後にヒノキが植栽された林分16点、皆伐後にヒノキが植栽された林分5点に、固定試験地を設定し、樹高と根元直径を測定した。2015年に再度測定を行い、各調査地点の樹高と直径の定期平均成長量を求めた。求めた定期平均成長量を目的変数、期首樹高、期首直径、伐採方法、斜面方位を説明変数とする一般化線形回帰分析を行い、AICによるモデル選択を行った。結果、全ての説明変数を含むモデルが選択された。さらに、選択されたモデルによる成長量予測したところ、帯状複層林の下層木は一斉林と比べて、樹高の成長量が0.03(m/year)、直径成長量が0.19(cm/year)下回ることがわかった。以上の結果から、帯状複層林の下層木は一斉林と比べて成長で下回ると結論付けた。

P1-051 スギ・ヒノキ人工林における帯状伐採後無植栽地の天然更新状況 —大分県長期育成循環施業モデル団地での事例—

谷口寛昭¹・太田徹志²・保坂武宣¹・岩永史子²・福本桂子³・吉田茂二郎⁴・作田耕太郎⁴・井上昭夫⁵・溝上展也⁴

¹九州大学農学部・²九州大学持続可能な社会のための決断科学センター・³九州大学大学院生物資源環境科学府・⁴九州大学大学院農学研究院・⁵熊本県立大学環境共生学部 環境資源学科

近年、針葉樹人工林を広葉樹林や針広混交林へ誘導する技術の確立が求められている。そこで本研究では、作業効率の高く、伐採直後の公益的機能発揮にも優れる帯状伐採に着目し、帯状伐採を利用した天然更新の可能性を検討した。大分県長期育成循環施業モデル団地内に存在する帯状伐採区を対象とした。帯状伐採区の中心付近に、0.0016haの固定プロットを設置し、樹高0.5m以上の個体の樹種、樹高、測定可能な場合は胸高直径を測定した。同時に、帯状伐採区の帯幅、保残木の樹種および、帯状伐採後の経過年数を記録した。加えて、GISを用いて、各帯状伐採区から近接広葉樹林までの最短距離、帯状伐採区の方位角を求めた。測定結果から、各プロットの高木性樹種の出現数を求め、これを天然更新の進捗状況とみなした。高木性樹種の出現数を従属変数、帯状伐採区の帯幅、経過年数、保残木の樹種、広葉樹林までの距離、方位角を独立変数とする一般化線形回帰分析を行い、年々更新の進捗状況に影響をあたえる要因を探った。その結果、天然更新の進捗状況は帯幅、保残木の樹種、経過年数に影響されることが分かった。

P1-052 外観の特徴に基づく天然生ミズナラ立木のウイスキー樽材適性評価：東京大学北海道演習林の事例

永竹翔太¹・尾張敏章²・福士憲司²・笠原久臣²・渡邊良広²・井口和信²・犬飼 浩²

¹ 東京大学農学部・² 東京大学大学院農学生命科学研究科付属演習林北海道演習林

ウイスキー樽用資材として国産ミズナラ材の需要が近年高まっている。樽材生産に適した径級や形質を持つミズナラ立木は、天然林内にごく少数が点在して生育する。熟練した森林技術者が樹幹の外観を観察し、長年の経験をもとに樽材適性を評価・判定した上で収穫木を選定している。これまで、天然生ミズナラ立木の樽材適性評価は技術者個人の暗黙知にとどまり、客観的な選木基準は明らかでなかった。そこで本研究では、熟練技術者によるミズナラ樽材候補木選定調査のデータを分析し、ウイスキー樽材適性評価に関する暗黙知の表出化を試みた。調査は東京大学北海道演習林の57林班で行った。胸高直径40cm以上のミズナラ立木計744本のうち、95本が樽材適性有りと判定された。胸高直径と枝下高、樹幹外観の特徴（ねじれ、曲がり、傷、腐れ、コブ、枝・節）が樽材適性の有無に及ぼす影響を一般化線形モデルにより解析した。解析の結果、枝下高が高く、ねじれないミズナラを樽材候補木として選定する傾向が認められた。一方、胸高直径および曲がり、コブ、傷、枝・節については、樽材適性の判定において有意な効果が検出されなかった。

P1-054

（講演キャンセル）

P1-053 カラマツ天然更新林分の構造が搬出間伐に及ぼす影響

松永宙樹¹・斎藤仁志¹・大塚 大²・守口 海³・大矢信次郎⁴・植木達人¹

¹ 信州大学農学部・² 信州大学大学院農学研究科・³ 信州大学大学院総合工学系研究科・⁴ 長野県林業総合センター

近年、長野県内ではカラマツ材の需要が増加しており素材生産量も右肩上がりの状態が続いている。また、林業のサイクルの中で造林や下刈りといった保育経費は全体の8割に上るといわれ、植栽費用の削減が期待される天然更新への注目が高まっている。本研究では、カラマツ天然更新林分の構造が間伐時の生産性および価格評価に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

今年度、長野県北佐久郡御代田町にある浅間山国有林カラマツ天然更新試験地において列状間伐が実施された。作業前に対照として設けた人工林も含めて標準地調査を実施し、林分情報を把握した。さらに作業時にビデオカメラによる功程調査を実施するとともに、山土場および木材センターで選木された材の用途割合と、それぞれの価格把握を行った。

K関数法を用いた立木配置評価の結果、林分構造はそれぞれでやや違いが見られたものの、直径階や歩留りのバラつきおよび平均値に有意差は認められなかった。時間解析の結果、作業時の生産性は人工林でやや高かったが、伐採率および選木、用途割合と取引価格反映の結果、販売総額に対する間伐時の主作業費は天然更新林分の方がやや低く抑えられる結果となった。

P1-055 包絡分析法（DEA）を用いた提案型集約化施業の効率性分析

黒田栄樹¹・藤野正也²

¹ 京都大学農学部・² 京都大学大学院農学研究科

日本林業では近年、林業所得の低迷や林業従事者数の減少が生じている。これらの改善のためにはコスト削減や労働時間の短縮による生産性や効率性の向上が必要である。生産性は「1人の労働者が1日にどれだけの木材を生産できるか（ $m^3/(人 \cdot 日)$ ）」を表す指標である。それに対し、効率性は「現在の生産が最適な生産状態をどの程度達成しているか」を表す指標であり、複数の産出要素と投入要素とで評価することができる。これら生産性・効率性向上の有効な手段の一つとしては、日吉町森林組合で誕生した提案型集約化施業が挙げられる。林業分野では生産性の議論は盛んにされるが、効率性に言及するものは少ない。そこで、本論文では日吉町森林組合を対象に提案型集約化施業の効率性分析を行う。分析の1段階目として47箇所の団地の効率性をDEAによって評価する。続く第2段階目では、DEA効率値を被説明変数とした重回帰分析を行う。重回帰分析のモデルは、最小二乗法を用いた通常の回帰モデルとトービットモデルとの2種類を用いる。

P1-056 木質バイオマス発電所への森林資源供給の可能性と課題

中田知沙¹・板谷明美²

¹ 三重大学生物資源学部・² 三重大学大学院生物資源学研究所

三重県津市の人工林から、三重県に建設予定の3つの木質バイオマス発電所に森林資源を供給する際の課題を明らかにするために、両地点間のアクセシビリティを分析した。アクセシビリティは、木質バイオマス発電所の位置から、1 km メッシュで三重県津市を覆ってその中心点にスギ・ヒノキ人工林が存在する場所への距離および時間を Google Map の経路検索機能を用いて測定した。Google Map に路網のデータがなく、計測できなかった公道から林内までの距離は直線距離で計算した。その結果、津市内のスギ・ヒノキ人工林からの平均輸送距離は 32.74~40.60 km で、平均輸送時間は 0.90~1.14 時間（公道部分のみ）であった。このうち公道から林内までの平均直線距離は 0.35~0.36 km であった。これらの領域から森林資源を供給するためには、林道や架線集材などを整備する必要があると考えられた。また、3つの発電所は近距離に位置しており（6.30~19.42 km）、森林資源の供給が容易な人工林が重複する傾向がみられた。これらの領域では、過伐採が心配された。

P1-058 漸伐作業終伐時における更新木損傷軽減に関する検討

大塚 大¹・斎藤仁志²・守口 海³・植木達人²

¹ 信州大学大学院農学研究所・² 信州大学農学部・³ 信州大学大学院総合工学系研究科

近年の森林経営において大きな課題である初期保育コストを軽減するにあたり、漸伐作業は有効な作業法の一つであると考えられる。しかしながら、更新を完了する作業である後伐時には、上木の伐出にともなう更新木の損傷が避けられず、面的なギャップが生成されてしまうなど、複層状態での伐出に関して解決すべき課題が未だに残っている。これら更新木の損傷は伐倒木との接触が原因であり、伐倒方向を集中させることで損傷の発生箇所を誘導できると考えた。そこで本研究では、最大到達距離が少なくとも伐倒木の樹高程度となるよう集材線を設置し、梢端がそこで接地するように伐倒方向を指定して終伐を行った。作業システムは、伐倒・枝払いをチェーンソー、集材をウインチ、造材をプロセッサ、運材はフォワーダである。その結果、更新木の損失を集材線に集中させることができた。一方で、集材線から最大 14m の幅で損傷が発生した。これについては、損傷の要因として大きいと考えられる伐倒木の樹冠を集積させることで、より局所的に損傷の発生を誘導できる可能性が示唆された。

P1-057 木の駅プロジェクトにおける木材搬出の実態に関する研究

狩場晴也・近藤 稔

名古屋大学大学院生命農学研究科

平成 24 年に再生可能エネルギーの固定買取制度が導入され、日本各地で大規模な木質バイオマス発電施設の計画が進められているが、未利用間伐材等の安定的な確保や熱利用の導入の観点から、小規模分散型の木質バイオマスのエネルギー利用が今後普及していくことが必要であると考えられる。そして、森林資源の持続的かつ無駄の無い利用を考えたとき、小規模林産による未利用材等の木質バイオマスの収集は、地域内の小規模分散型の施設への供給において重要な役割を担うことが予想される。近年では、「木の駅プロジェクト」と呼ばれる素人でも木材販売が容易であり、気軽に木材搬出が可能となる取組が全国で広がっている。毎年約 400 t を安定して搬出している地域も存在し、木質バイオマスの安定供給に大きく寄与することが期待される。しかしながら、木の駅プロジェクトで実際に行われている搬出方法等の作業実態は明らかにされていない。そこで本研究では、東海地方での木の駅プロジェクトで行われている木材搬出について、特に木寄せ・集材作業に注目し、作業方法に関する聞き取り調査と労働生産性に関する調査を行った。

P1-059 木材市場における取扱量の変化について～大径材の動向～

亀山翔平・井上公基・吉岡拓如

日本大学生物資源科学部

現在、我が国では長伐期施業に伴う高齢級の人工林の増加による立木の太径木化が進んでいる。大径材は、丸太生産過程においても伐倒作業時に使用する林業機械が制約されることや、木材として使用される範囲が狭まるなどの課題もある。そのため大径材の価格が小・中径材丸太より安くなるという報告もある。そこで本研究は、ある地域の木材市場の資料を基に径級別価格及び取扱量について大径材と小・中径材との比較検討を行った。その結果、スギ 3 m 材および 4 m 材の径級別価格は、平成 18 年度から同 27 年度までのすべての年度において、大径材が小・中径材よりも高値で取引されていた。また、取扱量については、3 m 材ではどの年度においても小・中径材が大径材よりも多く取引され、4 m 材の大径材は小・中径材よりも多く取引される年度も見られた。大径材は小・中径材より価格が安いとも言われているが、本調査結果では大径材は小・中径材よりも高価であると同時に、大径材の価格や取扱量は、年度や時期によって大きく変化することがみられた。今後も大径材の取扱量は増加傾向で推移し、さらに高価格で取扱われていくものと考えられる。

P1-060 感染様式の違いが菌根圏バクテリア群集に及ぼす影響

細谷 粽子・上原 巖・田中 恵

東京農業大学地域環境科学部

菌根の周囲は根と菌糸の両方からの浸出物に影響を受けており、菌根圏土壌と呼ばれている。菌根圏土壌には特異的なバクテリアが存在し、植物根に対する作用により、植物の生育に影響を及ぼすとされている。本研究では、人工林において根圏バクテリアの群集を把握する事を目的として調査を行った。対象樹種は、アーバスキュラー菌根を形成するヒノキと外生菌根を形成するカラマツとした。

東京農業大学奥多摩演習林に生育するヒノキとカラマツをそれぞれ3本ずつ選定し、2カ月に一度、根と非根圏土壌を採取した。採取した根端と非根圏土壌からバクテリアをYG培地で培養し、出現したコロニー数を調べた。その後、ランダムにコロニーを選択し同定した。

根端では *Burkholderia* 属がどちらの樹種でも最も多くみられた。根端と非根圏に出現した属数を比較すると根端のほうが有意に少なく、根端が特定のバクテリアの生育に適した環境であることが推察される。また、類似度で見た場合はヒノキの根端のバクテリア群集は類似しているといえる。菌根菌種とバクテリア群集は関連がある可能性がある。

P1-062 カラマツ根圏におけるバクテリア群集の把握

白川 誠・上原 巖・田中 恵

東京農業大学地域環境科学部

土壌環境、特に植物根圏には多様な微生物が生息することが知られている。本研究では、落葉針葉樹であるカラマツ *Larix kaempferi*、宿主植物と共生関係を結ぶ外生菌根菌、そして根圏バクテリアの三者により構成される根圏微生物相に焦点を当て、これら根圏に存在するバクテリア群集についてDNA解析を用いた調査を行った。

東京農業大学奥多摩演習林内のカラマツ人工林においてカラマツ成木20本を選出し、その根端及び根圏土壌から採取した培養可能なバクテリアについて16SrRNA領域のシーケンスを行った結果、394サンプル、16科27属のサンプルを得た。採取箇所ごとに得られたバクテリア群集を非計量多次元尺度法(NMDS)を用いて序列化したところ、根端と根圏土壌で群集構造が異なり、根端は *Burkholderia* 属及び *Collimonas* 属、根圏土壌は *Bacillus* 属及び *Streptomyces* 属によって特徴づけられた。

P1-061 針葉樹人工林における外生菌根菌の埋土胞子群集

渡邊啓太・上原 巖・田中 恵

東京農業大学地域環境科学部

菌根菌には根外菌糸以外の感染方法として、土壌中に存在する埋土胞子がある。埋土胞子は共生関係にある樹種の根が発根することによって発芽し、菌根を形成すると考えられている。本研究では、ヒノキ林において、広葉樹を導入する際の足がかりになることを考え、外生菌根性樹木からの距離による埋土胞子の感染率の違いを調べた。

東京農業大学奥多摩演習林及び山梨県小菅村で各地点2方向ずつヒノキ林と広葉樹林の境界でライン上に、土壌を採取した。採取土壌は菌糸を死滅させるため風乾した後、アカマツ実生を用いた釣り上げ試験を行った。6ヶ月間生育した後、実生の菌根形成と成長測定を行った。

菌根形成率はヒノキ林内と比較を行ったところ広葉樹林内の方が有意に多く見られた。ヒノキ林内で確認されたのは、*Cenococcum geophilum* と *Rhizopogon* の2種であった。実生の成長では菌根の有無によって地下部の重量・根長に差が出ることを示唆された。境界から10m先までは *Cenococcum geophilum* が菌核によって侵入できている可能性がある。

P1-063 外生菌根菌の接種がアカマツ実生の成長並びに根圏バクテリアに及ぼす影響

吉澤潤也・上原 巖・田中 恵

東京農業大学地域環境科学部

外生菌根菌の接種がアカマツ実生の成長並びに根圏バクテリアに及ぼす影響

吉澤潤也・上原 巖・田中 恵 (東京農大)

外生菌根菌は、宿主植物と共生関係を結び光合成産物を受け取る代わりに土壌養分や水分を供給し、乾燥や土壌病原菌から根系を守り、成長を促進するなどの役割を担っている。菌種による成長促進効果の違いを調べるため、無菌播種2ヶ月のアカマツ実生に培養菌株を接種して半年間育成した。実生は生重量、乾燥重量、茎長、根長、菌根数、細根数、菌根形成率を測定した。また、菌根からYG培地を用いて根圏バクテリアを分離し種を推定した。菌株は、キツネタケ、ウラムラサキ、クロトヤマタケ、ケショウハツ、ヌメリイグチ、チチアワタケ、アマタケ2株、コツブタケ3株、*Cenococcum geophilum* の12株を用いた。計171個体について調べた結果、*Cenococcum geophilum*、クロトヤマタケ、ウラムラサキがアカマツ実生の成長を有意に促進していた。また、地上部の生育を促進する傾向があるものや、地下部バイオマス量に関与するものなど、菌種によって成長促進部位が異なっていた。根圏バクテリアは、*Burkholderia* 属、*Rhizobium* 属が出現種数の大半を占め、菌根形成率が低いほどコロニー数が多くなる傾向がみられた。

P1-064 東京都奥多摩地域におけるミズナラ実生の菌根菌相について

渡邊裕太・上原 巖・田中 恵

東京農業大学地域環境科学部

一般に樹木菌根は土壤中で菌が根に感染することで形成され、養分の受け渡しをするなどの役割が知られている。これらの働きは実生の生残や成長にも重要な役割を果たしていると考えられる。そこで、実生への菌根菌感染はいつ行われ、どのような菌根菌相を持つのか明らかにするために、有用広葉樹であるミズナラ実生を対象として調査を行った。

東京農業大学奥多摩演習林と山梨県小菅村鶴峠付近のミズナラ林で2015年2月からミズナラ実生を採取した。採取した実生の根から菌根の特徴ごとに形態的分類を行いその後DNA解析による菌根菌の種推定を行った。

実生1本あたりの菌根数は100~200個程度が多く見られた。一方感染していなかった個体は1本のみで他はすべて感染が確認された。これにより自然下ではほぼ確実に菌根菌に感染すると考えられる。未感染の個体も発芽後あまり時間がたっていなかったためであると思われる。今回確認された菌種は、*Tomentella*、*Russula*、*Sebacina*、*Cenococcum geophilum*、*Laccaria*、*Lactarius*、*Inocybe*、*Amanita* 等に属していた。

P1-066 樹下植栽と土壌改良が海岸林内に植栽されたタブノキの活着に与える影響

米山隼佑¹・紙谷智彦¹・城向勇男²・古市ゆかり²

¹ 新潟大学大学院自然科学研究科・² 新潟県

クロマツに代わる海岸砂丘の保安林樹種として高木性常緑広葉樹が植栽される機会が増えているが、植栽1年目の活着不良が問題になっている。新潟海岸では、マツ枯れが進行し落葉高木が侵入しつつある多様な林冠下に、クロマツ代替種としてタブノキが2015年3月に試験植栽された。植栽方法は、【深鉢ポット・普通ポット】×【従来植栽・パーライト植栽・むしろ伏せ植栽】の計6通りである。本研究は、これら植栽木1023本を対象に、すべての植栽位置で測定した環境要因（光環境と土壌環境）と植栽方法の違いが活着に及ぼす影響を明らかにした。光環境は曇天日に光合成有効光量子束密度の相対値を、土壌環境は8月上旬の真夏日における地表下10cmの地温と土壌水分を測定した。その結果、環境要因では、光量が少なく、地温が低く、土壌水分が高い植栽木で生残率が高かった。植栽方法では、普通ポットよりも深鉢ポットで生残率が高く、パーライト植栽>むしろ伏せ植栽>従来植栽の順に生残率が高かった。当年度の生育期終盤では、混交林の林冠下で、光量が少なく、地温が低く、土壌水分が高い条件で生残率が高かった。植栽方法では【深鉢ポット×パーライト植栽】で95%が生残していた。

P1-065 コナラ林における年間の細根生産量と地上部成長量の関係

亀田悠人¹・大澤 晃^{2,3}・仲畑 了³

¹ 京都大学農学部・² 京都大学大学院地球環境学堂・³ 京都大学大学院農学研究科

細根は生産と枯死の周期が短いと考えられるため森林生産量への寄与が大きく、森林炭素循環を理解するうえで細根動態の把握は欠かせない。本研究では、細根動態推定を簡略化する方法の可能性を考え、地上部と細根の成長に相関があるか吟味した。滋賀県大津市のコナラが優占する二次林「龍谷の森」1林分で調査を行った。細根生産量の推定にはスキヤナ法を用いた。防水加工したスキヤナ5台を林内に埋め、およそ1週間に1度の頻度でスキヤナを行って得た画像データについて、スキヤナされた細根の投影面積の1期間内の増加量を積算して細根生産の指標とした。これを、毎木調査から推定した各年の地上部バイオマス増加量と比較した。2013年、2014年、2015年の地上部バイオマス増加量と、2013年(12/10~13/09)、2014年(13/10~14/09)、2015年(14/10~15/09)の積算細根生産面積との間に、有意な負の相関が見られた。林内の状況は年によって大きくは変わらないと考え、年間の光合成生産物量にも大差はないと仮定すると、一定の資源を各部位に分配することになる。今回の結果から、地下部と地上部との間にその年の光合成生産物量の利用に関してトレードオフの関係があると推測できる。

P1-067 マツ枯れが激しい海岸クロマツ林に更新したシロダモの分布と成長特性

中山美智子¹・紙谷智彦²・古市ゆかり³・城向勇男³

¹ 新潟大学農学部・² 新潟大学大学院自然科学研究科・³ 新潟県

マツ枯れの進行とともに広葉樹が侵入した海岸林の再生手法のひとつとして、新潟県では常緑広葉樹による天然更新施業の方法を検討している。本研究は、クロマツの枯死が著しい林分を常緑広葉樹が優占する海岸林へ誘導するために、天然更新したシロダモの稚樹と成熟木の密度、シロダモ稚樹の成長特性を明らかにすることを目的とする。シロダモの天然更新が良好なマツ枯れ激害林分に設置した1haの調査プロットを5mメッシュで区分し、樹高30cm以上の稚樹と成熟木の分布、林冠条件が異なる林床に更新した稚樹の成長特性を調べた。出現した稚樹は6600本で、樹高頻度分布は典型的なL字型を示したが、密度分布に偏りがあった。成熟木は75本/haと現時点では少なかったが、稚樹の生育にともなって林冠占有率の上昇が予測された。成長解析の結果から、シロダモ稚樹は樹高30cmから50cmの低位集団と樹高50cm以上の上位集団それぞれについて、平均15cmと21cmの高さで成長が良好に転じたことから、草本層と低木層を除去すれば、稚樹の成長が促進され、林冠層への加入が促進できる可能性がある。

P1-068 海岸林造成樹としての落葉広葉樹の耐潮性評価
—塩水吹付による2年間の育苗試験—

横山翔一・戸田浩人・崔 東壽

東京農工大学大学院農学府

近年海岸林では震災による一斉倒壊やマツノザイセンチュウ病の蔓延を理由に広葉樹を導入する動きがある。しかしながら広葉樹がクロマツに代わって海岸林として十分な機能を発揮できるか、さらには海岸環境下で生育可能かについての知見が不足している。本研究はクロマツ、タブノキ、さらに広葉樹の中でも一般的に耐潮性が低いとされながらも造成樹とされている落葉樹（コナラ、クリ、ケヤキ、ヤマザクラ）の苗木を対象に塩水吹付による耐潮性試験を実施した。試験は2014年6月から東京農工大学のキャンパス内で行い、塩ストレスによる影響を成長量、生理障害、可視被害の観点から昨年の1年目の発表に引き続き2年目を評価した。2年間を通じてクロマツ、タブノキ、落葉樹の順で耐潮性が強かった。これら3分類間では葉面に付着したNaの葉内への侵入率が異なり、Naの吸収状況から耐潮性の違いが示すことができた。また落葉樹4種間ではコナラが各項目で成長阻害の程度が比較的小さく、落葉樹の中では耐潮性が優れており、ケヤキとヤマザクラは葉縁の黄化および枯れる現象がみられ、可視被害の程度が大きく、耐潮性が低いと考えられた。

P1-070 生育環境の異なる常緑カシ類実生の初期成長

大熊紗織¹・高木正博²

¹ 宮崎大学大学院農学研究科・² 宮崎大学農学部

森林を構成する樹種は気候や地形、他の生物種などの様々な要因と関連があるため、分布や生態特性について多くの研究が行われている。成木の分布を規定する樹種特性の解明には、種子発芽や実生の定着およびその後の成長が大きく関係する。そのため実生の環境応答を調査した研究が多く行われている。しかし、日射量や雨量などは年変動を示すため実生成長が毎年同様の傾向を示すとは限らないと考えられる。そこで本研究では暖温帯林の主な構成樹種であるブナ科アカガシ亜属3種（アラカシ・イチイガシ・ウラジロガシ）について、2014および2015年の各当年生実生を対象に異なる光および土壌水分環境下での初期成長の違いを調査した。その結果、3種とも2014年と2015年で異なる成長傾向が確認された。光環境は、2015年7月の日射量が2014年の同月よりも3割以上低かった。また、土壌水分環境は、2015年の6月から10月にかけての乾燥処理における土壌含水率が2014年の同期間に比べて高い値で推移した。以上の結果をふまえて、実生の成長傾向と光環境及び土壌水分環境の年変動との関係性について考察した。

P1-069 光環境が土壌埋土種子の発芽とその後の成長に与える影響～海岸防災林再生のための予備実験～

熊井沙緒理・高橋一秋

長野大学環境ツーリズム学部

東日本大震災後の盛土地に造成する海岸防災林の種多様性を高める植物材料として土壌埋土種子が有効となる可能性がある。この仮説の予備実験として、土壌埋土種子の種構成および光環境が発芽とその後の成長に与える影響を調査した。

宮城県山元町の海岸防災林から約4km離れた町内の山林と約25km離れた白石市の山林で採取した土壌をプランター16個に蒔き出したのち、4つの光環境下（遮光率：0%、22%、50%、75%）に設置した。発芽した実生は個体識別し、2年間モニタリングした。

草本は73種532個体、木本は34種383個体の実生が確認され、2つの土壌採取地に共通する種は草本・木本ともに7種類のみと少なかった。ある特定の光環境下でのみ発芽した種は草本で39種、木本では15種であり、全種の約半数を占めた。一元配置分散分析とTukeyHSDの多重比較を行った結果、発生実生の個体数と種類数は山元町産土壌では遮光率22%と50%でともに高い値を示す傾向が認められたが、白石市産土壌では光環境による違いは認められなかった。3つ以上の光環境下で発芽した木本を対象に、幹の長さや根元直径の光環境に対する反応を分析したところ、種類によってその反応は異なっていた。

P1-071 シオジ稚樹生育に適したスギ林内の立地条件

小川大知¹・戸田浩人²・崔 東壽²

¹ 東京農工大学農学部・² 東京農工大学大学院農学府

シオジは関東以南太平洋側で主要な溪畔樹種の良質材が得られる落葉広葉樹である。天然生シオジは伐採により蓄積が減少し、後継樹となる稚樹の育成が課題である。シオジ母樹下では稚樹が矮小化し後継樹育成は困難だが、隣接するスギ林内で良好な成長をしている稚樹が見られると報告されている。そこで本研究ではスギ林内でのシオジ稚樹生育に適した立地条件、特に林内光環境と土壌水分量を調査した。群馬県みどり市東京農工大FM草木にて、沢筋にシオジ林かつ側方斜面にスギ林が存在し、両林内にシオジ稚樹が生育している林地4箇所とシオジ皆伐植栽地1箇所を調査地とした。沢岸から斜面上部に向かって帯状調査地を設置し、沢からの距離別プロットでシオジ稚樹の生育状況、相対照度およびTDR法による土壌体積含水率の調査を行った。また、各帯状調査地のシオジ林、スギ林斜面下部、スギ林斜面上部の3群から1～3本のシオジ稚樹の樹幹解析と採土円筒を用いた土壌三相組成・最大容水量の測定を実施した。結果、相対照度の高いスギ林内斜面下部でシオジ稚樹の生育が良好であった。発表では樹幹解析や土壌物理性の結果も含めシオジ稚樹生育に適したスギ林内の立地条件を考察する。

P1-072 亜熱帯広葉樹林における微地形の違いが皆伐後の更新動態に及ぼす影響

日暮悠樹・谷口真吾・松本一穂

琉球大学農学部

【研究目的】亜熱帯広葉樹林の天然下種更新地での微地形の違いが更新実生の動態に及ぼす影響を4成長期間、継続的に調査した。【方法】調査地は、沖縄島北部の70年生常緑広葉樹林(2011年10月に4.8haを皆伐)と伐採地に隣接する残存林である。調査は、残存林内の林床と伐採面の微地形(凹、凸)ごとの林床に実生調査プロット(凹斜面16m²、凸斜面16m²、林内12m²)を設置し、2012年から2015年までの成長期ごとに林床に発生した実生をナンバーリングした。【結果と考察】更新実生の凹斜面での出現種数は成長期ごとに増加し、遷移後期種の定着が年々増加した。凹斜面の成長期ごとの出現本数は凸斜面に比べて1.3から1.9倍多かった。一方、更新実生の凸斜面での出現種数は4成長期とも凹斜面よりも多かった。凸斜面の出現本数は4成長期とも凹斜面、林内よりも少なかった。凹、凸斜面における更新実生の平均樹高は成長期ごとに常に凹斜面が凸斜面よりも高かった。また、凸斜面は凹斜面に比べて、更新実生の成長が遅い傾向であった。この結果、凹斜面は凸斜面に比べ、遷移後期種が新規に加入、定着後に成長しやすい環境であると推察された。

P1-074 針葉樹人工林皆伐跡地における広葉樹植栽木の成長と雑草木との競争

荒井美香¹・大久保達弘²・逢沢峰昭²

¹宇都宮大学大学院農学研究所・²宇都宮大学農学部

針葉樹人工林皆伐後に造成された幼齢コナラ人工林において、コナラ植栽木の成長や周囲雑草木などの植生構造を規定する要因について、斜面位置(調査地最低標高からの比高)別に検討した。調査対象とした栃木県の大月沢、原沢、株次の3林分ではそれぞれ3、5、14回の下刈りが完了している。コナラ成長量調査の結果、累積成長量は斜面上部ほど小さくなった。年成長量は大月沢のみ斜面下部と上・中部間に差があった。周囲雑草木について、自然高は、斜面上部ほど小さく、出現個体数は斜面上部ほど大きくなった。植生調査の結果、大月沢中部を除いて、他はコナラ植栽木が優占した。植生プロットのクラスター分析と序列化(DCA)の結果、大月沢上部、大月沢中部・原沢上部・中部、大月沢下部・原沢下部・株次の3群に大別された。DCAの第1軸は広葉樹林分からの距離と負の、斜面方位と正の相関がみられ、第2軸は比高と負の相関がみられた。以上から、幼齢コナラ人工林の植生構造は近隣広葉樹林からの距離や斜面方位、比高によって規定されている可能性が考えられ、斜面位置や方位を考慮した植生管理が必要と考えられた。

P1-073 How do major tree and herbaceous seedlings respond to soil properties following mechanical site preparation?

Yamazaki, Haruka¹・Yoshida, Toshiya²

¹北海道大学大学院環境科学院・²北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

Natural regeneration practices are significant for cost-effective management, but they are associated with difficulty in controlling species composition. Among various factors, soil properties (such as water content and nutrient) would be significant because they are drastically changed by the practice especially when heavy machinery is applied. We therefore evaluate influences of different machinery practices on vegetation development during the initial 3-years, with emphasis on changing soil properties. There were no significant relationships of soil properties with the number of seedlings germinated. However, at the later stage (3rd year), practices with leaving surface soil resulted in more herbaceous dominant vegetation. The possible mechanisms to produce the pattern, including difference in responses between herbaceous and tree species, are discussed.

P1-075 雑草木群落高と下刈り作業量の関係解析

福本桂子¹・太田徹志²・溝上展也³・吉田茂二郎³・寺岡行雄⁴・加治佐剛⁴

¹九州大学大学院生物資源環境科学府・²九州大学持続可能な社会のための決断科学センター・³九州大学大学院農学研究院・⁴鹿児島大学農学部

持続可能な林業経営を行う上で、初期育林コストの削減は重要な課題である。その中でも下刈り回数の削減に注目が集まっている。下刈り回数を削減した場合、雑草木が成長し1回当たりの下刈り作業量が増加する可能性があるため、結果として下刈り回数の削減が初期育林コストの削減につながらないことも考えられる。しかし、下刈り回数を省いた場合の作業量について研究された事例は少ない。そこで本発表では、下刈り実施回数およびスケジュールの異なるスギ幼齢林分を対象に、雑草木群落高、スギの樹高、植栽密度を説明変数とする下刈り作業量モデルの構築を試みた。また、構築したモデルを用いて下刈り実施スケジュール別の下刈り作業量を推定したので、その結果を報告する。

P1-076

(講演キャンセル)

P1-077 スギコンテナ苗はどこまで乾燥に耐えられるのか？ — 土壌乾燥実験による裸苗との比較 —

新保優美・平田令子・伊藤 哲

宮崎大学農学部

コンテナ苗は培地と一体化した根系を持つことから、植栽時にストレスを受けにくいとされている。このような特徴を持つコンテナ苗は植栽時期を選ばず、夏季の植栽も含めた伐採-植栽一貫作業への適用が期待されている。しかし、コンテナ苗が植栽後に裸苗より良好な活着・成長を示す可能性には、現在はまだ不確実性が残っており、結果は気象条件および土壌条件に左右されることが考えられる。したがって、本研究では各苗種がどの程度まで土壌乾燥に耐え、どの程度の乾燥条件でコンテナ苗の生残率が優位になるのかを検証した。2015年8月に宮崎大学農学部附属木花フィールドの露地（耕耘あり、なし）と、土壌水分を調節するため温室内（毎日灌水、8日おき灌水、無灌水）に1年生および当年生コンテナ苗、当年生裸苗、当年生カルス苗を植栽した。植栽から約1ヶ月後の枯死率は、露地・温室ともにコンテナ苗が最も低く、無灌水の場合は1年生および当年生コンテナ苗8%、裸苗50%、カルス苗83%と苗種による差が顕著であった。また、半数以上の苗が枯死に至るまでの日数は、露地・温室ともにコンテナ苗が最も長く、コンテナ苗は厳しい土壌乾燥に耐えられることが示唆された。

P1-078 根羽村スギ人工林における森林内路網が下層植生の構造に与える影響

孝森博樹・城田徹央・岡野哲郎・齋藤仁志

信州大学農学部

森林内路網に対し、生物多様性管理の観点から評価を加えることを目的として、長野県下伊那郡根羽村のスギ人工林と面した穴田線、小桁線、高橋莢野線の3路線沿いで下層植生の調査を行った。各路網から林内へ幅10m、奥行20mのベルトプロットを設置し、路網から5m間隔に区切った小プロットで行った植生調査の結果から、反復測定分散分析によって、路網からの距離に対して、草本層植被率、草本層種数、低木層植被率、低木層種数に回答があるか検討を行った。その結果、比較的林道の開設年が古く、低木層が発達した壮齢林を主体とする穴田線と小桁線では、低木層には回答がなかったが、草本層の被度及び種数が路網側で増加した。一方で、比較的林道の開設年が新しく、低木層があまり発達していない若齢林を主体とする高橋莢野線では、草本層には回答がなかったが、低木層の被度及び種数が路網側で増加した。この結果から、路網からの距離に対する下層植生の応答は同質ではなく、林分あるいは林道によって異なる様相を示すことが明らかにされた。

P1-079 間伐強度を変えたスギ人工林における12年間の混交林形成過程

根岸有紀¹・清和研二²

¹ 東北大学農学部・² 東北大学大学院農学研究科

【背景・目的】日本の森林の67%を占める針葉樹人工林は、間伐遅れで過密化し、生態系機能の低下が懸念されている。間伐により、多様な草本や広葉樹が侵入することで、生態系機能の回復が図られ、持続的な森林管理につながると期待できる。しかし、間伐が種多様性や木材生産にどの程度影響するのか長期的に調査した例が少ない。したがって現場での間伐の実践には結びつきにくいと考えられる。本研究は、間伐強度を変えたスギ人工林において、針広混交林化に及ぼす間伐の効果（種多様性、広葉樹の種数や個体数、スギと広葉樹の直径・材積成長量）を明らかにすることを目的とした。

【方法】間伐強度は、0%（対照区）、33%（弱度区）、66%（強度区）の三段階に設定した。間伐は植林後20年、25年時の2回行い、本調査は初回間伐後12年目となる。

【結果】強度区では弱度区に比べ、広葉樹の個体数が増加し直径成長量も高かった。種数は、弱度区と強度区のどちらも対照区に比べ極めて増加したが、両者に差はなかった。しかしDBH \geq 5cmの個体で比べると、種数は強度区の方が多くなった。さらにスギの成長を解析し、間伐強度がスギ及び広葉樹の生産に与える影響についても考察する。

P1-080 列状間伐したスギ林における伐採後の広葉樹の更新

藤原 崇¹・齋藤倫実¹・林田光祐²

¹ 山形大学大学院農学研究所・² 山形大学農学部

イヌワシの採餌環境創出を目的とした、幅5~10mで伐採する列状間伐が東北を中心としたスギ林で行われている。しかし、採餌環境に対する効果は数年で低下するため、その後の植生管理が課題である。そこで、伐採後の天然更新の現状とその要因を検討した。鳥海山南麓のスギ林で2006~2009年に実施された列状間伐地において、伐採後5~8年経過した「5年地」、「7年地」、「8年地」の3か所に合計約0.3haの調査区を2014年に設置し、そこに出現した胸高以上の木本種を対象に、樹種・樹高・胸高直径の計測と萌芽由来か実生由来かを調べた。全調査区内の出現種数は合計43種で、共通する優占種はタラノキ・ホオノキ・オオバクロモジだった。各伐採地のBA/haは伐採後の経過年数の順に時系列化できず、5年・8年地はタラノキなどの小高木種が優占していたが、7年地はBA/haが最も大きく、高木種が優占していた。また、5年・8年地は実生由来、7年地は萌芽由来の更新木が多かった。5年地と7年地が高木種の更新状況を比べると、種構成に違いはなかったが、7年地の方が萌芽由来の更新木の本数密度が高かったことから、高木種の前生稚樹が多い林分では早期に広葉樹林が成立すると推察される。

P1-082 モンゴル国北方林における火災と違法伐採がシベリアカラマツの更新に与える影響

友成美咲¹・中桐恵利華¹・音田高志¹・赤路康朗¹・Uyanga, Ariya¹・廣部 宗¹・Baatarbileg, Nachin²・坂本圭児¹・吉川賢¹

¹ 岡山大学大学院環境生命科学研究科・² National University of Mongolia

モンゴル国北方林では違法伐採を目的とした人為的防火が増加傾向にある。火災跡地では、火災耐性を持つシベリアカラマツが残存木からの種子供給で更新し森林再生に貢献するが、残存木を除去する違法伐採によって森林が劣化することが指摘されている。本研究では違法伐採を伴う火災から10年経過した火災跡地でシベリアカラマツを対象とし、林縁から近いサイトと遠いサイトとで稚樹の密度比較から森林再生における違法伐採の影響を検証し、さらに侵入時期、成長様式、および成長と環境条件の関係などの更新特性を明らかにすることを目的とした。林縁から遠いサイトでは違法伐採の影響から稚樹密度が極めて低かった。林縁に近いサイトをみると3年生から8年生のみが出現し、過去3年間で草本・灌木群落の発達により更新が阻害されていたことから、林縁の遠くでは草本・灌木群落の発達により森林が再生しないリスクがあることが示唆された。また林縁に近いサイトでは伸長成長と環境条件の関係から、シベリアカラマツの成長には水分条件が影響し、草本・灌木との競争によって抑制され、リターや燃焼残渣木片がマルチとして働くことで促進されることが示唆された。

P1-081 放置落葉広葉樹二次林における林冠木伐採後のナラ類萌芽更新過程

梶河千紘

岡山大学農学部

大径木化した放棄落葉広葉樹二次林では、ナラ枯れ被害を防ぐために伐採によって萌芽更新を促進することが有効とされる。本研究では大径木化した放棄落葉広葉樹二次林の林冠木を伐採し、優占樹種であるコナラとクヌギを中心に萌芽動態と萌芽動態に切株の特性や環境要因が及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。萌芽枝の生残や成長を、伐採後1回目の成長期間終了後(2014年秋)、2回目の成長期間開始前(2015年春)、2回目の成長期間終了後(2015年秋)の3回測定するとともに、環境条件として、光条件、土壌条件、および未伐採の下層木の胸高断面積を測定した。2014年秋時点でコナラでは97切株のうち69切株から合計1750本の萌芽数が発生し、クヌギでは61切株のうち45切株から780本発生した。これらの萌芽枝は2015年春時点でコナラで1436本、クヌギで660本に減少し、2015年秋時点での生残数はコナラで899本、クヌギで443本であった。また、2015年中に新たに発生した萌芽数はコナラで124本、クヌギで24本であった。萌芽枝の動態に影響をおよぼす要因について解析を行う。

P1-083 照葉樹林帯における老齢スギ人工林の種多様性と種組成—原生林、壮齢二次林及び壮齢人工林との比較—

川口千尋¹・伊藤 哲¹・平田令子¹・高木正博¹・吉田藍子¹・山川博美²

¹ 宮崎大学農学部・² 森林総合研究所九州支所

単純化した人工林の問題の解決策として、林分の高齢化により生物多様性の回復が期待される長伐期施業の導入が考えられている。しかし、100年を超える高齢スギ人工林の林分構造に関する知見は多くない。そこで、スギ人工林の高齢化による下層植生の発達の実態を明らかにすることを目的とした。宮崎県北郷町の老齢(137年生)スギ人工林(三ツ岩国有林)に0.36haのプロットを設置し、スギ林冠下の胸高直径5cm以上の個体の樹種、胸高直径、樹高を調査し、種多様性および種組成を壮齢(93年生)ヒノキ人工林、壮齢(90年生)照葉樹二次林(いずれも宮崎大学田野演習林)および照葉樹原生林(宮崎県東諸県郡綾町)と比較した。その結果、下層の多様度指数は壮齢ヒノキ人工林、壮齢照葉樹二次林、老齢スギ人工林、照葉樹原生林の順に高かった。原生林との種組成の類似度は、老齢スギ人工林よりも壮齢ヒノキ人工林の方が高く、これは老齢スギ人工林における重力散布型常緑高木の欠落に由来していた。以上のことから、伐期延長によって下層のサイズ構造は発達するものの、種組成は散布制限を強く受けるため伐期延長のみでは必ずしも天然林に近い種組成に回復しないことが示唆された。

P1-084 冷温帯老齡林における木本性ツル植物の分布に与えるホスト樹木、地形および攪乱の役割

森 英樹¹・上條隆志¹・正木 隆²

¹筑波大学生命環境系・²森林総合研究所森林植生研究領域

木本性ツル植物は樹木に取り付くことで、その生育を阻害し、結果的に森林の構造や動態に影響を及ぼすと考えられている。しかし、このような知見の多くは熱帯や亜熱帯地域に集中していて、温帯林ではごくわずかである。そこで本研究では、冷温帯林における木本性ツル植物の空間分布を明らかにし、ホスト樹木、地形および自然攪乱の影響の大きさを検証した。調査地は北茨城市に位置する小川試験地(6ha)である。樹木(DBH1cm以上・全18664本)に取り付くツル植物の種、DBH、位置を記録した。ツル植物は計1408本、計10種記録された。このうち個体数が最も多かった5種(フジ、ツルマサキ、イワガラミ、ツルアジサイ、ツタウルシ)を解析対象とした。本研究の結果からは、温帯林におけるツル植物はホスト樹木の選択性が強く、熱帯林とは対照的に、自然攪乱がツル植物の分布に及ぼす役割は小さいことが示唆された。また、種によって地形の選好性が異なり、種ごとの分布に反映されていると考えられた。

P1-086 白神山地高倉森調査区における成木群集の動態と実生・稚樹群集の空間分布パターンの解析

土井絵里子¹・赤田辰治²・石田 清²・松下通也³・鳥丸 猛⁴

¹弘前大学大学院農学生命科学研究科・²弘前大学農学生命科学部・³森林総合研究所林木育種センター・⁴三重大学大学院生物資源学研究科

山岳環境の発達した日本において、地形が森林群集・樹木個体群の成立・存続に果たす役割は大きい。そこで本研究は、青森県白神山地高倉森のブナ天然林に設置された固定調査区において、6年間の成木の動態、稚樹・実生の群集構造、リター量の空間分布、落葉の分解速度を調査し、急傾斜地に成立する成木の動態と稚樹・実生の構造の特徴を解明することを目的とした。6年を通じた群集全体の死亡率(2.73%/年)は加入率(1.83%/年)を上回っており、平坦地のブナ林に関する既存の報告とは逆の傾向であった。6年間を通じた各樹種の死亡率は加入率と正の相関関係を示したが、各樹種の動態パラメータには年変動が認められ、各年の積雪量との関連性が示唆された。リター量はリターラップ周辺に生育する稚樹の出現本数に負の影響を及ぼしていた。リターバックに詰め合わせた落葉の樹種の組合せと設置した地形によって落葉の分解速度に差が認められた。さらに本発表では、リター量が実生の出現本数に影響を及ぼすかを検証するとともに、落葉分解速度が実生・稚樹の出現に及ぼす影響を検討する。

P1-085 ブナ実生の出現および生残の時空間変動

赤路康朗¹・廣部 宗¹・宮崎祐子¹・牧本卓史²・坂本圭児¹

¹岡山大学大学院環境生命科学研究科・²岡山県美作県民局

ある時間断面における植物個体群の空間分布はそれ以前の個体の出現と死亡により形成される。そのため、個体群の空間分布を予測するためには個体の出現と死亡の発生場所について理解することが必要である。本研究ではブナ実生個体群を対象とし、出現と死亡の発生場所の変動性から空間分布の形成過程を理解することを目的とした。2011年に0.27haの調査区を若杉ブナ天然林(岡山県)に設置し、1年生以上の全てのブナ実生を対象に存在位置を記録し、樹齢を推定した。その後、2015年まで毎秋、1年生の実生の新規加入と既存実生の生死を記録した。本調査地では2009年、2011年、および2013年にブナの成り年があり、ブナ実生は隔年で多く出現していた。L₁₂関数(帰無仮説:ランダムラベリング)による空間分布相関解析の結果、実生の新規出現場所は調査年間で有意な同所性は検出されず、独立的または有意に排他的であった。また、実生個体群全体の死亡場所も調査年間で独立的または有意に排他的であった。以上の結果から、小さな空間スケール(~15m)では、ブナ実生の出現や死亡が多く生じる場所は、毎年異なる傾向があることが示唆された。

P1-087 空間分布パターンの異なる落葉広葉樹5種における11年間の動態パラメータ

佐々木崇徳¹・清和研二²

¹東北大学農学部・²東北大学大学院農学研究科

植物種の空間分布構造は様々な生物との相互作用によって形成される。例えば成木近傍の土壤病原菌や植食者が密度・距離依存的に同種実生を加害し、親木近傍での定着を妨げると親木と子個体は離散的な分布になる[Janzen-Connell(J-C)仮説]。一方、土壌中の菌根菌が親木近傍での同種実生の定着を助けると両者は同所的に分布する[正のPlant-Soil Feedback(PSF)]。近年、草地群集において優占種では正のPSF、非優占種ではJ-C仮説が作用しやすいことが示唆されている。本研究では優占度の異なる樹木の空間分布構造の解析からJ-C仮説および正のPSFのどちらが作用しているかを類推した。優占種のミズナラ、ブナでは実生から稚樹までおおむね成木と同所的分布を示し正のPSFの作用が示唆され、非優占種のミズキの実生は成長するに従いしだいに成木と排他的傾向となりJ-C仮説の作用が示唆された。クリとトチノキではその中間的傾向を示した。さらに11年間の動態解析から個体の生長に対して成木からの距離依存的な正負の効果が見られるかを検証する。

P1-088 樹冠投影図を用いたブナ林の林冠構造の比較

安藤真純¹・板谷明美²

¹ 三重大学生物資源学部・² 三重大学大学院生物資源学研究所

個体の光合成にとっても重要であり、他の個体の光環境にも影響を与える林冠層の樹冠と林冠ギャップの特徴を明らかにするために、従前に発表された論文の樹冠投影図を用いてブナ林の林冠層の構造を比較した。収集した8文献から得られた秋田県から岐阜県の樹冠投影図をGISを用いてデジタル化し、樹冠面積と林冠ギャップ面積を測定した。すべての樹冠をデジタル化できなかった1箇所を除いた7つの樹冠投影図での樹冠面積の平均は、11.3~107.6 m²であった。最も平均値の大きかったブナ林は、岐阜県白山大川流域のミズナラなどが混交する原生林であった。標準偏差が最も大きかったのは同じく岐阜県白川村大川流域の異なる調査プロットのブナ林(標準偏差 68.1 m²)であった。8つの樹冠投影図から得られた林冠ギャップの調査区に占める割合は、5.4~75.9%であった。最も大きな林冠ギャップ面積割合を示したのは山形県朝日村のブナ林で、広範囲の林床をササが覆っていた。この最大値を除くと従前の論文で示されているブナ林の林冠ギャップ面積割合(4.1~21.1%)と同程度であった。樹冠面積が大きい林分で、林冠ギャップの平均面積が大きくなる傾向がみられた。

P1-090 垂直写真で計数した混芽数によるブナ二次林の種子生産量推定

丸山諒子¹・小林 誠²・紙谷智彦³

¹ 新潟大学農学部・² 十日町市立里山科学館越後松之山森の学校キョロコ・³ 新潟大学大学院自然科学研究科

ブナの混芽は、開花年の春に大きく膨らみ、肉眼で識別することができる。開葉前の残雪期に混芽を林分単位で定量化できれば、種子生産量を推定できる可能性がある。そこで本研究では、新潟県十日町市松之山のブナ二次林7林分を対象に、高解像度のデジタルカメラを用いて1画像あたり25 m²のブナ樹冠を地上から垂直に各林分21枚撮影した写真画像から混芽数を計数し、同じ位置に設置したシートトラップの落下種子数との関係を明らかにすることを目的とする。

ブナ樹冠の撮影画像は1 m²の小区画ごとに計数した。この平均混芽数とシートトラップの落下種子数の間には正の相関があり、回帰式が得られた。ブナ二次林の樹冠画像から混芽数を計数し、今回得られた回帰式を用いることで、種子生産量を推定することが可能である。一方、冠雪による落枝から採取した混芽を分解したところ、雌花を含む混芽の割合(雌花率)は66%であった。さらに、6月に採取した枝では、雌花のうち95%が殻斗を形成(結実率)していた。これら雌花率と結実率で補正したところ、混芽数の少なかった2林分で有意な差が見られた。並作年のシートトラップによるデータは過小評価の可能性はある。

P1-089 天城山に残存する断片化した広葉樹林における樹木の種多様性

鈴木志保¹・井出雄二²・齊藤陽子²

¹ 東京大学農学部・² 東京大学大学院農学生命科学研究科

多様な種から構成される広葉樹林は様々な森林機能、特に生物多様性保全のような公益的機能について単一種栽培の人工林に比べて高く発揮されることが期待され、近年、針葉樹人工林の広葉樹林化の動きも見られる。伊豆半島天城山湯ヶ島国有林では、これまで針葉樹人工林施業が広く行われ、広葉樹林は断片化された状態で存在している。本研究では、この地域における広葉樹林や広葉樹の侵入のある針葉樹人工林について樹木種の多様性を明らかにし、断片化した広葉樹林が保有する潜在的な生物多様性保全機能を評価することを目的とした。

調査地を、湯ヶ島国有林内約600 haに設定した。まず、空中写真(2011年)を判読し、樹冠のサイズと針葉樹・広葉樹の別、地表の可視の有無から、林分を7タイプに分類した。広葉樹が優占する林分を中心に、全てのタイプから調査候補林分を抽出し、現地踏査により37林分を選定した。林分の植生を代表すると思われる場所を中心に50 mのラインを設置し、ラインを中心に左右両側2.5 m以内に生育する全木の樹種、階層、胸高直径を測定した。胸高断面積比に基づくクラスター分析を行い、クラスターごとの調査林分の種組成や種多様性について検討した。

P1-091 宮崎県綾町の日向夏農園における訪花昆虫の多様性および豊富さとランドスケープ構造の関係解析

湯村昂広¹・光田 靖²・伊藤 哲²・平田令子²

¹ 宮崎大学大学院農学研究科・² 宮崎大学農学部

宮崎県を代表する柑橘類である日向夏は強い自家不和合性を持つため、人工授粉など生産コストのかかる作業が必要である。生産コストを下げる方法の一つとして、生態系サービスの一つである送粉サービスを活用し人工授粉の省略化を行うことが考えられるが、送粉サービスと立地条件との関係は明らかになっていない。よって本研究では訪花昆虫の多様性および豊富さを送粉サービスの指標として、ランドスケープ構造との関係を明らかにすることを目的とした。

宮崎県綾町の日向夏農園15ヶ箇所を調査地として設定し、日向夏の開花期にハチ類の訪花数調査を行った。ランドスケープ構造については平成25年の航空写真を用いて各調査地から半径2 kmの土地利用図を作成し、ランドスケープ構造の定量化を行った。また既往の研究においてハチ類の生息域として天然生林が重要であることが明らかとなっていることから、より詳細な検討を行うために、現地調査で行った毎木調査のデータをもとに航空写真DSMを用いて天然生林を若齢林と老齢林の2タイプに分類し、ランドスケープ構造を評価した。以上のデータを用いて訪花ハチ類の多様性および豊富さとランドスケープ構造の関係解析を行った。

P1-092 Hotspot of Landscape Diversity in East Java, Indonesia

yasa palaguna umar¹・Satoshi ITO²・Ryoko Hirata²・Yasushi Mitsuda²・Tsuyoshi Kajisa³

¹ 宮崎大学大学院農学研究所・² 宮崎大学農学部・³ 鹿児島大学農学部

REDD+ are expected to prevent the progress of deforestation in tropical region. However, there is a possibility that the counting CO2 sequestration in REDD+ would lead further establishment of monoculture plantations and biodiversity degradation. We aimed to identify the hotspots of the landscape diversity in a suburban-rural landscape in East Java to for developing the effective safeguards against REDD+. Based on the unsupervised classification of the Landsat8-OLI image, the land-cover types were classified into five categories (forests, agricultural lands, water, buildings and bare land (soil)) on GIS, and the diversity index (H) of land-cover types were calculated to identify the hotspots. The detected hotspots tended to distribute in the mid area between agricultural land use and forest area, that was suggested to be conserved from extensive monoculture establishment.

P1-094 被食型散布樹種であるヤマボウシの果実の形態と成熟フェノロジー

高橋章文¹・林田光祐²

¹ 山形大学大学院農学研究所・² 山形大学農学部

ヤマボウシはミズキ科の中でも大きなサイズの集合果を実らせ、成熟するにつれて果皮の色が変化する。この特徴は動物散布に適応した形態と考えられるが、果実の形態の特徴と成熟フェノロジーとの関係は解明されていない。そこで、山形県鶴岡市に生育するヤマボウシ12個体を対象に、開花し果実が成熟して樹冠上で変化する果実数の推移と色の変化を2015年6~10月に追跡調査し、果実を随時採取して形態の計測を行った。ヤマボウシの集合花数と結果した果実数から算出した結果率は、1個体を除いて平均9割以上と高かった。果実は8月下旬から黄や赤に変化しはじめ、9月下旬にかけて成熟時期がばらついた。果実1個に含まれる種子数も1~17個と大きくばらついた。そこで、同じ個体内で成熟段階の異なる緑・黄・赤色の果実の種子数を比較すると、それぞれ平均8.2、3.7、2.0個となり個体内で成熟が進んだ果実ほど少なかった。同様に、同じ個体内で8月下旬に成熟した果実の平均種子数が2.0個であったのに対し、9月中旬では9.9個と多かった。早く成熟する果実ほど種子数が少なく、種子乾重あたりの果肉乾重が大きい特徴は、散布動物に対する適応的な性質である可能性が考えられる。

P1-093 竹林の拡大が溪流生態系に及ぼす影響

大藪絢香・柳井清治

石川県立大学生物資源環境学部

竹林の拡大が溪流生態系に与える影響を明らかにするため、石川県金沢市の山間部を流れる竹林溪流と落葉広葉樹林溪流においてリターバッグによる分解実験、溪流における底生動物のサンプリングおよび竹葉を餌とした淡水生ヨコエビ類 (*Jesogammarus* sp.溪流の優占種) の室内飼育実験を行った。分解実験は、水生動物の侵入が可能な粗メッシュとその侵入を制限した細メッシュの2種類のリターバッグに葉を封入し、夏季に溪流中に設置後、2週間前後の間隔で回収してその重量残存率を比較した。底生動物のサンプリングは30×30cmの方形区を設定し、そこに生息する動物類をすべてサンプリングし、室内において種の同定と個体数の計測を行った。リターバッグによる分解実験の結果、樹種間で分解速度に大きな違いが見られ、この分解過程を指数関数モデルに当てはめ分解速度を求めると、モウソウチク葉が優占広葉樹葉(コナラ)よりも著しく遅いことがわかった。底生動物サンプリングの結果、竹林溪流と広葉樹林溪流においてヨコエビ類が優占しており、竹林溪流の個体数は広葉樹林溪流の約1/7であった。また飼育実験では、ヨコエビ類は竹葉を忌避する傾向が見られた。

P1-095 標高傾度に伴う樹木の機能的多様性の変化が土壤微生物相に及ぼす影響

執行宣彦¹・平尾聡秀²・梅木 清¹

¹ 千葉大学大学院園芸学研究所・² 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

森林において土壌は植物の生育に影響を及ぼすと同時に、そこに生息する植物の活動も土壌の形成に寄与する。樹木の落葉落枝の形質の違いは分解過程や物質循環といった土壌生態系の機能に強い影響を及ぼすことが知られており、樹木の形質の多様性は土壌微生物相と関係があると考えられる。しかし、山岳地では、標高と関係して変化する気温などの環境も、土壌微生物相にとって重要な要因となる。本研究では、標高傾度に伴う劇的な環境変化の中で、土壌微生物相に対する樹木の機能的多様性の重要性を評価することを目的とした。

東京大学秩父演習林の天然林において、標高傾度(900m~1800m)に沿った60ヶ所の調査区を設置して、植生調査と土壌採取を行った。2014年5月下旬から6月上旬にかけて、深度ごと(0~5cm、5~10cm、10~20cm、20~30cm)に土壌を採取し、真正細菌の16SrRNA遺伝子V4領域を対象とした土壌微生物群集の多様性の解析をした。また、調査区内に出現する樹木種の機能形質については、調査地周辺で各種5個体からサンプルを採取し測定を行った。本講演では、これらのデータを用いて、樹木の形質が土壌微生物相の多様性に及ぼす影響について議論する。

P1-096 資源が動的に変化する場合の植物—菌根菌系における資源配分の数理モデル

内之宮光紀

九州大学大学院システム生命科学府

ほとんどの陸上植物の根には菌根菌と呼ばれる菌類が存在している。植物と菌は共生関係にあり、菌根菌がいることで植物は乾燥に強くなり、重金属を含む土壌での生育が可能になるなどの利益がある。ここでは植物と菌根菌の共生における栄養のやり取りについて考える。

植物は光合成によって炭水化物を作り出すことができる。一方、菌根菌は細い菌糸を伸ばすことで、植物の根に比べてより効率的に土壌中の栄養素を獲得することができる。植物と菌根菌の共生では、植物は光合成によって獲得した炭水化物を菌根菌に与え、菌根菌は獲得した土壌栄養を植物に与えている。本研究では、植物と菌根菌における炭素とリンが時間変化する場合に相手にどれだけの資源を渡すべきかという、最適資源配分について数理モデルを用いた解析を行なった。

最適な分配割合は相手への輸送効率と資源を獲得する能力に依存して変わることが分かった。輸送効率は植物と菌の性質のみによって決まると考えられるが、資源獲得能力は生物の能力に加えて環境中にどれだけの資源が存在するかによっても変わると考えられ、分配割合は相手に加え環境条件によっても大きく変わることを意味する。

P1-098 ブナ科樹木の根から検出されるビョウタケ目菌の多様性とその分類学的位置づけ

中村慎崇¹・細矢 剛²・田中千尋¹・竹内祐子¹

¹ 京都大学大学院農学研究科・² 国立科学博物館

ビョウタケ目(子囊菌門)に属する菌類は、針葉樹もしくはツツジ科植物の根部内生菌や菌根菌としての報告が主であったが、近年ではブナ科樹木においてもビョウタケ目菌の優占が明らかにされつつあり、樹木、菌根菌との相互作用を示唆する知見も得られている。しかしその森林土壌生態系における役割は未解明のままであり、生態学的調査におけるブラックボックス的扱いから進展させるためには、これら根部に見られるビョウタケ目菌の詳細な分類と基礎的な生態的知見の蓄積が不可欠である。本研究では、京都市を中心とする調査地を対象に、表面殺菌したブナ科樹木の根部から分離される菌群集を特定した。高頻度で分離されたビョウタケ目菌については、菌叢形態と核リボソーム ITS 領域に基づいて分類するとともに、子実体のデータベースを含めた分子系統解析により、近縁種の有性世代との対応を調査した。その結果、頻繁に分離されるビョウタケ目菌に一致する子実体のデータは見られず、それらのみからなる二つのクラスタを形成した。これらの系統は、Hyaloscyphaceae 科、もしくは Dermateaceae 科の *Mollisia* 属菌の有性世代と系統的に最も近縁であることが示された。

P1-097 Can the basidiocarp formation of *Laccaria amethystina* be influenced by co-colonized ECM fungi in *Pinus densiflora*?

Shijie Zhang¹・Yan Xia^{1,2}・Hiroyuki Kurokuchi¹・Lu Min Vaario^{1,3}・Chunlan Lian¹

¹ 東京大学アジア生物資源環境研究センター・² Nanjing Agricultural University, College of Life Science・³ Natural Resources Institute Finland

Many kinds of ectomycorrhizal (ECM) fungi coexist in natural forest ecosystems. Some previous studies have reported that most of ECM fungi were patchily distributed under the forest floor and influenced the mycelial growth of each other. But so far, whether the basidiocarp formation of each ECM fungus was influenced by coexisted ECM fungi has not been demonstrated yet. In this study, the effects of *Cenococcum geophilum*, *Pisolithus* sp and *Suillus luteus* on the basidiocarp formation of *Laccaria amethystina* were investigated by co-colonization of these four fungi in the roots of the seedlings of *Pinus densiflora*. We traced the photosynthetic rate, mycorrhizal rate of each fungus and basidiocarp formation of *L. amethystina*. The results showed that the appearing time of basidiocarp formation of *L. amethystina* was significantly affected by different ECM fungi, indicating that reproductive dynamic of basidiocarps was influenced by other coexisted ECM fungi.

P1-099 多雪地ブナ林における樹洞の分布、形質の地域差について

井嶋 陸・箕口秀夫・紙谷智彦

新潟大学農学部

樹洞は森林生態系の生物多様性に影響を与える重要な構造的特徴の1つである。そのため、樹洞の分布や形態が野生動物に及ぼす影響を解明することは重要である。しかし、多雪地冷温帯林において、樹洞に関する研究は少ない。そこで、本研究では代表的な多雪地冷温帯林であるブナ二次林を対象に、樹洞の分布・形質の特徴を単木スケール、林分スケール、および地域スケールで検討した。

調査地は新潟県十日町市、新潟県魚沼市で、13 林分にそれぞれ 20m×40m の調査プロットを設け、毎木調査を行った。樹洞に関しては、入口径、高さ、向き、形成要因、動物による利用の有無を記録した。解析結果から、単木スケールでは自然樹洞の有無に相関がある変数として DBH とカミキリ被害が選択された。林分スケールでは、自然樹洞の個数に対しては標高が強い負の相関を持ち、キツキ樹洞には樹木の生死が選択され、生立木より枯死木でキツキ樹洞の個数が多いという結果がとまった。地域スケールでは自然樹洞、キツキ樹洞共にその形質に有意差は認められなかった。

P1-100 窒素飽和に伴うコナラ林の樹木根変化

大野 聡・楊 宗興

東京農工大学大学院農学府

近年、人為的な無機態窒素の放出量が増大しており、森林生態系への影響が懸念されている。無機態窒素過多による植物への影響としては、root/shoot 比の減少や根の形態変化などが報告されているが、その多くはポット実験であり実環境中の成木への影響について検討された例は少ない。そこで本研究では、人為的な窒素沈着量の大きい都市近郊の森林と都市から離れた森林において、成木の根の量や物理的・化学的特性に差がみられるのか調査を行った。樹体から距離 1m 地点の土壤断面（幅 1m、深さ 1m）に露出する根の総断面積を計測したところ、土壌中の硝酸態窒素濃度が高いほど露出する根の総断面積は小さくなっていった。また根の断面積から算出した根の総引き抜き強度も低下していた。加えて、直径 5mm 以下の根の全乾密度も土壌中無機態窒素量増加とともに減少する傾向がみられた。これらによって、窒素沈着量の増大により根の引き抜き抵抗・物理的強度が低下していることが示され、根が樹体の姿勢を支持する力が低下している可能性が示唆された。

P1-102 種多様性の高い落葉広葉樹林における樹種ごとの細根垂直分布構造

Yoshiaki Kato

静岡大学農学部

森林の種多様性が炭素固定機能などの生態系機能及びその安定性を高めると推測される理由として、ニッチの違いによる資源利用の効率化が提案されている。地下部におけるミネラル・水などの資源利用のニッチ分化を考える場合に、資源要求性の違いとともに根系分布のニッチ分化、すなわち根の棲み分けの情報が重要である。多様な種が混交する林で、吸収根である細根はすみ分けているのだろうか？ 2015 年 8 月に種多様性の高い冷温帯性広葉樹林から 90 カ所の土壌コアを 10cm ずつ、50cm の深さまで採取し、サンプル周辺の樹種組成との関連を調べた。ウェットシービング法により細根を抽出し、生重量を測定し、土壌深ごとの細根分布を把握した。また一部の地点において rbcL 遺伝子を抽出し RFLP による樹種同定を行った。コア周辺の樹種組成と細根分布のパターンおよび、樹種同定された細根の分布から、種多様性と根系のニッチ分化の関係を明らかにする。

P1-101 シベリアカラマツの枝アロメトリーにおけるサイズ依存性

田邊智子¹・城田徹央²・齋藤 大⁴・Baatarbileg, Nachin³・岡野哲郎²・安江 恒²

¹ 信州大学農学部・² 信州大学学術研究院農学系・³ National University of Mongolia, School of Biology and Biochemistry・⁴ 信州大学大学院農学研究科

モンゴル北部では不連続に分布する永久凍土上にシベリアカラマツ (*Larix sibirica*) を主とした森林が広がる。樹冠葉量とその垂直分布の推定を行う過程で、個体サイズによる枝アロメトリーの差異を検討した。

林分のサイズ構造を考慮して選定した大、中、小のシベリアカラマツ 3 個体の樹冠に、ロープを用いた非破壊的な方法でアクセスして枝分布と枝サイズを計測した。これら 3 個体から 1 次枝を 5 本ずつ採取し、着生する長枝と短枝のシュート数を数えた。また各供試枝からシュートを採取し針葉に分けて葉面積を測定した。樹冠の枝密度、枝基部直径に対するシュート数および葉面積のアロメトリー関係、枝を構成する長枝数と短枝数のアロメトリー関係は個体サイズによって異なった。これらの違いを考慮して推定した個体の LAI は大個体から順に 5.2、4.0、1.9 であった。枝アロメトリーの違いを考慮しない LAI 推定値はそれぞれ 4.5、3.4、2.3 であり、小さな個体の LAI を過大に、大きな個体の LAI を過小に評価する結果となった。樹冠葉量の推定には、個体サイズによる枝アロメトリーの違いを考慮する必要があることが示された。

P1-103 イチイシュートの二列互生はいつ形成されるのか？

岩崎千鶴¹・西野実樹¹・飯島健史¹・岡野哲郎²・城田徹央²

¹ 信州大学農学部・² 信州大学学術研究院農学系

一般に針葉樹の下部に着生する葉は自己被陰により、弱光下に置かれるので、光の補足効率を高めるためにしばしばシュートや葉のデザインを変える。常緑針葉樹のイチイはもともと螺旋状に葉を付け、時間経過に伴い平面状に葉を配置させるが、この変化は光の補足効率を向上させていると考えられる。この仮説を検証するため、5/1 から 5/27 にかけてイチイの下部、頂端部からサンプルを採取し、シュートの投影面積、葉面積、重量を測定した。そして葉の重複性（投影面積/葉面積）、SLA（葉面積/重量）、およびこれらの積である光の補足効率（投影面積/重量）を算出した。

シュート展開開始時、下部と頂端部を比べると、光の補足効率は下部の方が少しだけ大きな値を示した。このとき、葉の重複性では差が見られなかったのに対し、SLA では下部が大きな値を示していた。一方で、シュート展開後期では、光の補足効率は下部が大きな値を示した。このとき、葉の重複性と SLA が共に下部で大きな値を示した。これらから、樹冠下部ではシュート展開に伴い、葉のレイアウトを変化させる事で光補足効率を高めていく事が明らかにされた。

P1-104 人工林における下層植生の侵入に関与する要因の解明—綾ユネスコエコパークにおける事例—

岡本 南・平井幹人・光田 靖

宮崎大学農学部

本研究では宮崎県綾町を対象とし、人工林から照葉樹林へ復元するための適地を選択する技術を開発することを目的として、人工林の林況、立地条件および土地利用履歴と林床に侵入した常緑広葉樹との関係を解析した。林分現況については宮崎県撮影の航空写真を立体視して密度、上層樹高、および樹冠投影面積を計測した。また、列状間伐の適用地であるかどうかを評価項目とした。立地条件については対象林分よりも標高の高い位置にある広葉樹林との距離、傾斜角および林道・皆伐地からの距離を評価項目とした。過去の土地利用履歴については昭和47年の航空写真から判読した。一方で、20林分の人工林において幅4mのベルトトランセクトを設定して林床に侵入していた常緑樹種について樹種別の個体数調査を行った。ベルトトランセクトを水平距離10mおきに分割して解析単位とし、種別の出現傾向にもとづいて林床植生分類を行った。林床植生タイプを行ったところ、特定の種（バリバリノキ・シロダモなど）がほとんどを占めている林床、種多様性の高い林床に分けることができ、林床植生タイプと林況、立地条件および土地利用履歴との関係を解析した。

P1-106 奥日光の森林植生：館脇操ら（1966）の現在と過去

坂本祥乃¹・逢沢峰昭¹・横溝康志²・大久保達弘¹

¹宇都宮大学農学部・²元 栃木県庁林務観光部

館脇操ら（1966）は奥日光の様々なタイプの森林植生（73カ所）について精密な調査記録を残した。近年奥日光ではシカが増加し、森林植生に大きな影響を与えているが、植生変化前のデータはほとんどない。そのため、館脇らの記録は貴重なデータである。そこで、本研究では50年前に館脇らが植生調査を行ったポイントと同一のポイントを探索・再調査し、両者を比較することで50年間の森林植生の変化とその要因の解明をすることを目的とした。探索の結果、オオバヤナギ林、ブナ林、ヒメコマツ林、ウラジロモミ林、トウヒ林の5ヶ所の林分で館脇の調査したポイントを発見できた。そこに同一の調査区を設置し、毎木調査と植生調査を行った。その結果、トウヒ林ではトウヒ1本以外すべて風倒し、優占種がオガラバナおよびナナカマドに変化していた。これ以外の林分では、優占する高木層の著しい変化はほとんど見られなかった。また、オオバヤナギ林では林床植生がクマイザサからシロヨメナに劇的に変化していたが、2001年に設置されたシカ柵内にある林分では林床植生に大きな変化はみられなかった。以上から、50年間でシカが林床植生に大きな影響を与えていることが明らかとなった。

P1-105 スギ幼齢林に生育するキイチゴ属植物のクローン構造

久保田将之¹・吉岡さんご²・新井一司²・松下範久¹

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科・² 東京都農林水産振興財団東京都農林総合研究センター

キイチゴ属4種の分布拡大において、種子繁殖と栄養繁殖がどの程度寄与しているのかを推測するために、マイクロサテライト（SSR）マーカーを用いた多型解析により各種のクローン構造を調査した。東京都奥多摩町（以下奥多摩）と東京大学秩父演習林（以下秩父）のスギ幼齢林内に、それぞれ8m×13mと5m×10mの調査区を設定し、調査区内の全ラメットの遺伝子型を、4遺伝子座のSSRマーカーを用いて決定した。その結果、奥多摩の調査区ではモミジイチゴ94ラメットが4ジェネットに、ニガイイチゴ100ラメットが7ジェネットに、クマイチゴ53ラメットが13ジェネットに区別された。秩父の調査区ではモミジイチゴ29ラメットが7ジェネットに、ミヤマニガイイチゴ115ラメットが6ジェネットに、クマイチゴ116ラメットが42ジェネットに区別された。ラメット数に対するジェネット数の比は、どちらの調査地でもクマイチゴが最も高かった。これらの結果から、クマイチゴは、他種よりも分布拡大への種子繁殖の寄与が大きいと推測された。クマイチゴは他種より埋土種子が多いか、実生の生存率が高い可能性があると考えられる。

P1-107 里山林整備跡地における植生回復状況

和田大樹¹・長島啓子²・田中和博²

¹ 京都府立大学生命環境学部・² 京都府立大学大学院生命環境科学研究科

近年、広葉樹資源利用への関心の高まりに伴い、チップ工場や発電施設の建設が全国的に行われている。しかし近年、シカの食害によって広葉樹の萌芽更新が阻害される事例が報告されていることから、伐採前の植生に回復するか不明なのが現状である。そこで本研究では、木質資源の利用を目的に伐採された京丹後市内のコナラ林を対象に、柵内および柵外における萌芽再生状況、実生再生状況並びにシカ食害状況を把握し、今後の植生を予測することを目的とした。まず、2014年7月に研究対象地に441m²の調査プロットを設け、毎木調査を行った。その後、対象地は同年8月に間伐率38%で伐採されたが、伐採前後ともにコナラ林であった。翌2015年4月に調査プロット内に防鹿柵を2プロット（計126m²）設置し、4月～10月の計4回、伐採後の萌芽および実生の再生状況、並びにシカの食害状況のモニタリング調査を柵内外ともに行った。これらから再生率や生存率、平均伸長量、食害率を求めた結果、コナラは萌芽からほとんど再生しておらず、下層にヒサカキやスダジイ等の常緑樹が増加していることが分かった。このことから、柵内外ともにコナラが再生する可能性は低いと考えられた。

P1-108 カナダ北方林における過去の林分現存量復元と気候応答

藤井創一朗¹・芳賀祐馬¹・大澤 晃^{1,2}¹ 京都大学大学院農学研究科・² 京都大学大学院地球環境学堂

カナダは地球上の亜寒帯林面積の約30%を占める広大な森林を有し、温暖化が顕著に起こりつつある地域でもあるため、カナダ北方林の気候変動に対する応答を理解することは重要である。しかし、カナダ北部には毎木調査によるデータ蓄積のある林分が少なく、長期間の林分成長を現存するデータから知ることはできない。そこで、現在測定可能なデータのみから過去の林分構造を推定できる林分構造復元法(OAZ法)を用いて過去の林分現存量を推定しその気候応答を調べた。カナダ北西準州FortSmithにおいてマリアナトウヒ(*Picea mariana*)、バンクスマツ(*Pinus banksiana*)の単純林にプロットを2つずつ、両種の混交林にプロットを1つ設置した。プロット内の全ての木の胸高直径と樹高を測定し、樹幹解析用に6~8本の木を伐採し異なる高さから幹円盤を採取した。得られたデータからOAZ法により過去の林分現存量を復元し、気候との相関をレスポンスファンクション解析により調べた。短期の成長は夏の気温と負の相関、降水量と正の相関があった。一方、中期成長に対しては11月の降水量と正の相関があった。このことから夏の乾燥と初冬の降雪量が林分成長に影響を与えることが示唆された。

P1-110 Effects of urbanization and climate warming on expansion of a temperate palm : along urban-mountain gradient

Xiaodai Xu¹・Akito Yamada¹・Noriyoshi Tanaka²・Akiko Sakai¹¹ 横浜国立大学大学院環境情報研究院・² 神奈川県立生命の星・地球博物館

Trachycarpus fortunei is an exotic temperate palm introduced to Japan as ornamental plants and began to show significant invasive expansion phenomena generally from 1970s. Ameliorated temperature caused by climate change and forest fragmentation generated by urbanization have been assumed have connection with the expansion.

For the expansion phenomenon of this exotic palm, we investigate fragmented forests in Kanagawa, to verify differences in palm's physiological characteristics, especially the reproduction size and growing speed, along a gradient from urban to mountain area. Additionally, a bioclimatic model and a dispersal model are applied to analyze the effects of climate change and urbanization to the invasive expansion, respectively, and try to compare these effects of two drivers.

P1-109 高山に生育するブナ、ダケカンバ、ミズナラの肥大成長に影響する気候要因

シンリトウ¹・村岡裕由²・斎藤 琢²・安江 恒³¹ 信州大学大学院農学研究科・² 岐阜大学流域圏科学研究センター・³ 信州大学大学院山岳科学総合研究所

日本の代表的落葉広葉樹であるブナ、ダケカンバ、ミズナラについて肥大成長のフェノロジーを明らかにしたうえで、年輪幅、年輪内平均密度と気候要素の関係を統計的に解析し、気候変動の影響を検討した。

フェノロジーの観察において、ダケカンバの形成層活動期間はブナ、ミズナラより短かった。気候応答について、ブナの年輪幅と前年夏の降水量、最低気温および平均気温との間に有意な負の相関が認められた。ダケカンバについて、当年夏の降水量と年輪幅との間に正の相関、一方、年輪内平均密度との間に負の相関が認められた。当年夏の日照時間および最高気温と年輪幅との間に負の相関が、年輪内平均密度との間に正の相関が認められた。従って、ダケカンバの年輪幅と年輪内平均密度は逆の気候応答をしていると言える。ミズナラの年輪幅と当年の春、夏の降水量に正の相関が認められた。肥大成長のフェノロジー結果と気候応答の結果を合わせて、気候と肥大成長の関係は樹種によって異なると言える。

P1-111 海流散布樹木テリハボクにおける形態形質の島嶼間・家系間変異

松下通也¹・花岡 創¹・加藤一隆¹・楠城時彦²・千吉良治²¹ 森林総合研究所林木育種センター・² 森林総合研究所林木育種センター西表熱帯林育種技術園

ある種の形態形質において認められる地域間変異は、ある地域の生育環境に対する適応(地域適応)と種の歴史(遺伝的浮動)のバランスによって生じると考えられるが、種子が海を渡って分布を拡大する海流散布植物については知見があまり蓄積されていない。本研究では、産地試験により海流散布植物テリハボク(*Calophyllum inophyllum*)の形態形質における島嶼間変異を明らかにした。先島諸島・大東諸島の8島から選抜した計66母樹より自然交配種子を収集し、発芽した苗木個体を西表島内の産地試験区に植栽した。植栽個体について、幹については樹高、根元直径、幹形状比、第一分枝高、葉については葉生重、葉乾重、葉面積などの形質を測定した。これらの形質について遺伝率を計算し、また量的形質の集団間(島間)の分化程度Qstを算出した。その結果、幹および葉の形質において比較的低い遺伝率が推定された。その一方で集団間(島間)の表現形質の分化の程度を示すQstの値は0.3~0.6程度と推定された。これら分化の程度の値は、既往研究の遺伝マーカーを用いて推定された遺伝的分化の程度の指標Fstの値に比べると高いと考えられ、地域適応の可能性が示唆される。

P1-112 SSR 分析によるタカネザクラ集団の地理的遺伝構造の評価

加藤珠理¹・向井 讓²・加登ありさ²・松本麻子³・河原孝行³・吉丸博志³・勝木俊雄¹・岩本宏二郎¹

¹ 森林総合研究所多摩森林科学園・² 岐阜大学応用生物科学部・³ 森林総合研究所森林遺伝研究領域

高標高地域に隔離的に分布するタカネザクラについて、分布域を網羅するように 24 集団をサンプリングして、核マイクロサテライトマーカーを用いて地理的遺伝構造を評価した。STRUCTURE 解析の結果では、タカネザクラは北海道から東北にかけての北東集団と本州中部山岳の南西集団に大別されることがわかった。このような遺伝構造は日本に分布する他の高山植物種と一致しており、分布変遷過程についても類似している可能性は高いものと思われる。集団間の遺伝的分化の程度は他のサクラの野生種と比べて大きく、タカネザクラが自生する山岳地域という隔離環境が遺伝子流動を制限しているものと考えられる。遺伝的多様性は集団間で大きく異ならなかったが、分布の南限に位置する集団は他地域の集団より遺伝的多様性が低いことがわかった。高山生態系は地球温暖化の影響を強く受けやすいので、タカネザクラの南限集団における低い遺伝的多様性についてもそのような影響を反映しているものとして、注視したほうがよいものと思われる。

P1-114 河道沿いに断続分布するシオジ (*Fraxinus spaethiana*) の遺伝構造

小西雄大¹・齊藤陽子²・井出雄二²

¹ 東京大学農学部・² 東京大学大学院農学生命科学研究科

冷温帯溪畔林の主要な構成種であるシオジは、大規模な攪乱跡地に一斉に更新する一方、小さな攪乱サイトにも稚樹バンクを形成できる。このことにより、シオジは谷壁斜面に大きな集団を形成すると同時に、溪流沿いに単木ないし数個体の小集団として断続的に分布できると考えられる。本研究では、溪流沿いのシオジ林がどのように維持されているのかを議論することを目的とし、秩父山地大血川沿い (約 1.5 km) に分布するシオジ 76 個体を対象に、核 SSR マーカー 10 座を用いて遺伝構造解析を行った。

Mantel 検定の結果、遺伝的距離と地理的距離の間に微弱だが有意な正の相関が検出され、また空間自己相関解析の結果、近隣個体間で有意な正の相関が検出された。この結果より、溪流沿いの小集団内に母樹となる個体が存在し、繁殖に成功している可能性が示唆される。一方で COLONY を用いた家系解析の結果、全体の 83% が少なくとも他の 1 個体と半兄弟または全兄弟の関係にあることが示された。しかし、マーカー 10 座のうち 3 座の間で連鎖不平衡が検出されており、この結果については更なる検討の余地がある。

P1-113 伊豆半島丸山の林分構造とブナの集団内遺伝構造

吾妻直彦・齊藤陽子・井出雄二

東京大学大学院農学生命科学研究科

伊豆半島天城山系には樹齢 150 年以上のブナが約 2000 ha にわたり分布している。しかし、それより若齢のブナ林の分布は限られ最近の更新は少ないため、ブナ林自体の存続が危ぶまれる。一方、天城山系の小峰である丸山には例外的に比較的若いブナが多く生育している。丸山のブナがどのような時期に、どのような環境下で更新したか明らかにできれば、天城山系におけるブナの更新機構を知る上で重要な知見となるとともに当該地域のブナ林の保全を考える一助となり得る。そこで本研究では、丸山 (湯ヶ島国有林 156 林班ろ小班内) の広葉樹林内に 2 カ所のプロット (I : 50 m × 100 m、II : 30 m × 60 m) を設置し、各プロットにおいて胸高直径 5 cm 以上の全個体の樹種、胸高直径、階層、位置を記録した。また、プロット I においてブナとその他の広葉樹の年輪コアを採取し、集団内の遺伝構造を明らかにするためブナの葉を採取した。遺伝解析には、核 SSR マーカー 8 座を用いた。以上に基づき、丸山のブナ林の林分構造と遺伝構造を明らかにし、その成立過程を考察した。なお、ブナの直径階分布は、I では二山型、II では一山型を示した。

P1-115 アスナロ属 2 変種の分布重複域における空間的遺伝構造解析

佐藤都子¹・長谷川陽一²・稲永路子²・瀧誠志郎²・逢沢峰昭³・高田克彦²

¹ 秋田県立大学大学院生物資源科学研究科・² 秋田県立大学木材高度加工研究所・³ 宇都宮大学農学部

広義ヒノキ科に属するアスナロ属は日本固有の常緑針葉樹であり、北方変種のヒノキアスナロ (*Thujaopsis dolabrata* var. *hondae*) (以下、ヒバとする) と南方変種のアスナロ (*Thujaopsis dolabrata*) が知られている。これまでの研究から、アスナロ属 21 集団を対象に系統地理的な遺伝構造解析を行った結果、(1) ヒバとアスナロがそれぞれ単系統に分かれること、(2) 群馬県水上集団では 2 変種の遺伝組成を共有しており、交雑が発生している可能性が示された。アスナロ属 2 変種の分布は群馬県や栃木県等の関東北部地域で重複しており、この地域に存在するアスナロ属集団の遺伝構造は不明な点が多い。

本研究では 2 変種の分布域が重複する地域に着目し、新たに栃木県日光の天然集団を集団遺伝解析に加えた。その結果、栃木県日光集団は、群馬県水上集団と共にアスナロのクレードに含まれることが示された。さらに、2 変種の分布重複域の遺伝構造に関する知見を得るため、栃木県日光集団を対象に集団内の空間遺伝構造解析を行っている。

P1-116 RAD シーケンスによるイタヤカエデ *Acer pictum* の系統解析

田中龍大¹・手塚あゆみ²・永野 惇^{2,3}・黒河内寛之⁴・齊藤陽子¹・井出雄二¹

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科・² 龍谷大学農学部・³ JST さきがけ・⁴ 東京大学アジア生物資源環境研究センター

イタヤカエデには多くの亜種が存在するが、これらの遺伝的分化については明らかでない。本研究ではイタヤカエデのうち日本に分布する、エンコウカエデ、ウラゲエンコウカエデ、オニイタヤ、イトマキイタヤ、エゾイタヤ、アカイタヤ、ウラジロイタヤ、タイシャクイタヤの8つの亜種・品種について遺伝解析を行い、これらの系統関係を明らかにすることを目的とした。

各々の亜種・品種の分布域を網羅するように全国12か所から採集したイタヤカエデのサンプル76個体について、EcoR I と Bgl II の2種類の制限酵素を用いてRADシーケンスを行い、約1.7億本(86億bp)の「リード」を得た。得られたリードを基にde novo シーケンスを行い、リードより長いDNA断片「コンティグ」約70万本を作成した。得られたコンティグをBLASTの結果によって葉緑体・ミトコンドリア・核の3つに分類し、塩基置換・欠失・挿入などの変異を検出するとともに亜種・品種間で結果を比較した。その結果DNAの変異が葉緑体で453箇所、ミトコンドリアで35箇所、核で450箇所検出された。葉緑体においてはウラジロイタヤに特異的な変異が見られた箇所があったが、そのほかの変異は亜種・品種や産地によらなかった。

P1-118 国内コウヨウザン人工林における遺伝的多様性の解明

磯田圭哉¹・上野真義²・久保田正裕³・三浦真弘³・倉本哲嗣⁴・倉原雄二⁴・竹田宣明⁴・大塚次郎¹・飯野貴美子¹・飯田啓達¹・近藤禎二¹・山田浩雄¹・生方正俊¹

¹ 森林総合研究所林木育種センター・² 森林総合研究所森林遺伝研究領域・³ 森林総合研究所林木育種センター関西育種場・⁴ 森林総合研究所林木育種センター九州育種場

コウヨウザンは初期成長が早く、ヤング率もスギ以上でヒノキに匹敵するものもあることから、再造林における新たな選択枝の一つとして注目され始めている。原産は中国南部および台湾で、日本国内における造林地はそれほど多くはないものの、50年生前後の林分が複数存在し、多くが良好な成長を示している。これらの林分は、日本の気候に適応していると考えられ、今後、造林用種苗を育成する際の重要な遺伝資源となる。そこで、日本国内のコウヨウザン林分を対象に、SSRマーカーによる遺伝資源評価を行うこととした。SSRマーカーはWen et al. (2013) により報告されているもののうち27マーカーを用いた。報告にある湖南省および広東省の精英樹の平均ヘテロ接合体率(He=0.616)と比較すると、広島県の民有林(He=0.518)は多様性が低く、林木育種センターの試験林(He=0.670)は同等であった。また、広島県の林分と林木育種センターの林分では、遺伝的組成に差異があることが示唆された。なお、本研究は、平成27年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「西南日本に適した木材強度の高い新たな造林用樹種・系統の選定及び改良指針の策定」によって実施したものである。

P1-117 愛媛で生育する四国固有のサクラのSSRマーカーによる系統分析

西原寿明

愛媛県農林水産研究所林業研究センター連携推進室

愛媛県に生育するサクラのうち、野生のサクラの個体についての記録や遺伝的な検討を行った報告は少ない。このため、これまで愛媛県で栽培されているサクラや野生のサクラの系統について分子レベルでの解析結果を報告してきた。今回、これらのデータを用いて四国固有のサクラの遺伝構造や、品種不明のサクラの系統を分析したので報告する。愛媛県の高山地帯に生育する四国固有種“イシツチザクラ”20個体、品種不明の栽培種2個体の葉からDNAを抽出し、これまでに収集した野生・栽培のエドヒガン、ヤマザクラ、オオシマザクラ、カスミザクラ等の遺伝子型データを含めて遺伝構造を解析した。SSRマーカーはモモの核SSRマーカー4座及びEST-SSRマーカー8座で、これら12座ですべての個体識別が可能であった。遺伝構造の解析にはSTRUCTUREを用いた。イシツチザクラでは、他の種で見られたような交雑の形跡は見られず、葉緑体DNAのtrnL-trnF spacer(467塩基対)においても変異は認められなかった。また、不明種においては、複数の起源が推定できたがタカネザクラやシナミザクラなど、分析サンプル数の少ない原種を起源に持つと思われるものは、正確な起源推定ができなかった。

P1-119 De novo アセンブルによるヒバ (*Thujopsis dolabrata* var. *hondae*) のトランスクリプトーム解析

稲永路子¹・長谷川陽一¹・三嶋賢太郎²・高田克彦¹

¹ 秋田県立大学木材高度加工研究所・² 森林総合研究所林木育種センター

次世代シーケンサーの登場によって大量の遺伝情報を取得できるようになった昨今、生物のゲノム情報は、種内の遺伝的多様性と形質の遺伝的基盤を研究するうえで必須となりつつある。しかし、非モデル生物ではゲノム情報の公開がほとんど行われておらず、また全ゲノム情報の取得には未だ高いコストがかかる。なかでも針葉樹はゲノムサイズが非常に大きいため、ゲノム全体にわたるDNA解析が行われている種は非常に少ない。一方で、トランスクリプトーム解析を用いて、発現しているmRNAの塩基配列を網羅的に解析することで、ゲノムDNAの配列が解読されていない生物であっても機能遺伝子の情報を効率的に得ることができる。そこで本研究では、トランスクリプトーム解析を行って、ヒバの機能遺伝子を網羅的に調査することを目的とする。シーケンサーデータは、HiSeq1000シーケンサーを用いて青森県南津軽郡大鰐町のヒバ1個体の葉および形成層から計23.96Gb取得した。得られたコンティグ配列をblastx解析によりシロイヌナズナおよびポプラのタンパク質コード配列と比較する予定である。

P1-120 ウルシ形成層部位で発現する遺伝子の収集

田村美帆¹・田端雅進²・渡辺敦史¹

¹九州大学大学院農学研究院・²森林総合研究所林木育種センター東北育種場

ウルシは、ウルシ科ウルシ属に属しており、外来種の一つであると考えられている。日本では伝統的な塗料として利用されてきた一方で、多くの伝統的産物同様に、漆についても国内生産量は減少の一途を辿ってきた。最近、歴史遺産の修復過程で国産漆の価値が再認識されており、増産に向けた取り組みが検討されつつある。増産に向けた一つの解決策は、育種改良と考えられるものの、遺伝資源や育種母材料の整備は立ち遅れており、喫緊の対応策とすることは難しい。最近、ゲノム科学技術の進展により、非モデル生物においても大量のゲノム情報の取得が可能となっている。そこで、漆採取時期に樹皮や形成層を含む部位を採取し、RNA抽出後、次世代シーケンサーでの分析を行い、発現する遺伝子情報を取得した。さらに、パイオインフォマティクス解析を行い、発現遺伝子情報の整備を行った。漆滲出のメカニズムは不明であり、メカニズムの解明は効果的な漆採取に直結すると考えられることから、本研究で整備したウルシ遺伝子情報についてはメカニズム解明の基盤情報に位置づけられる。

P1-122 樹木種のゲノムワイド解析に向けたマーカー整備

内山憲太郎¹・加藤珠理²・上野真義¹・鈴木節子¹・須貝杏子³・松本麻子¹

¹森林総合研究所森林遺伝研究領域・²森林総合研究所多摩森林科学園・³森林総合研究所野生動物研究領域

高速シーケンサーや SNP アレイの登場により、ゲノム情報の乏しい生物種においてもゲノムワイドな遺伝解析が比較的容易に行えるようになってきた。しかし、多検体に対して、数千～数万の遺伝子座のタイピングを行うのは未だコストがかかる。その一つの解決策として、制限酵素断片配列の網羅的解析がある (RADseq: Restriction-site Associated DNA sequencing)。本報告では、頻度の異なる 2 種類の制限酵素組み合わせを用いることで、ゲノムサイズの小さな種から大きな種まで、比較的自由度高くデータ量と解析遺伝子座数を調節できる ddRAD (Double Digest RAD) の手法を日本産の 14 樹種に対して適用した結果を報告する。解析に用いた樹種のゲノムサイズは 0.3～19.4 Gb の範囲である。12 種類の制限酵素の組み合わせを試した結果、7 種類の組み合わせにおいて比較的良好的なデータが得られた。いずれの樹種においても、数千～数万座の 1 塩基多型が検出された。一方で、特にゲノムサイズの大きな樹種においては、制限酵素の選択がデータ量に大きな影響を及ぼすことがわかった。

P1-121 カラマツの花芽形成期における光周性関連遺伝子の発現解析

福田陽子¹・田村 明²・矢野慶介¹・栗田 学³・斎藤秀之⁴・中田了⁵

¹森林総合研究所林木育種センター北海道育種場・²森林総合研究所林木育種センター・³森林総合研究所林木育種センター九州育種場・⁴北海道大学大学院農学院

現在、カラマツ種苗の需要が高まっているものの、着花促進技術が確立されていないため、常に種苗が不足している状況にある。筆者らはカラマツの花成制御機構を分子レベルで解明することによって、より精度の高い着花促進技術が確立できると考え、次世代シーケンサーを利用して花芽形成期に発現する遺伝子の網羅的収集を進めてきた。

植物の花成は、自律的経路、春化依存経路、光周期依存経路、ジベレリン依存経路により制御されていると考えられているが、このうち光周期依存経路に関わる遺伝子、*Flowering Locus T (FT)*、*CONSTANS (CO)*、*GIGANTEA (GI)* の相同遺伝子の塩基配列情報が得られた。このうち *FT* と同じ PEBP gene family に属する遺伝子として、ヨーロッパトウヒで報告されている *FT/TFL1* の相同遺伝子が 2 つ、*MFT (Mother of FT)* の相同遺伝子が 1 つ検出された。そこで、これら 3 つの PEBP 遺伝子の花成への関与を明らかにするため、リアルタイム PCR を使用して発現量の季節変動について解析を行ったので報告する。

P1-123 スギ精英樹におけるゲノムワイドアソシエーション解析とゲノミック予測

平岡裕一郎¹・平尾知士²・三嶋賢太郎¹・田村美帆³・武津英太郎⁴・井城泰一⁵・坪村美代子¹・能勢美峰¹・大平峰子¹・花岡 創¹・高橋 誠¹・星比呂志¹・渡辺敦史³

¹森林総合研究所林木育種センター・²森林総合研究所森林バイオ研究センター・³九州大学大学院農学研究院・⁴森林総合研究所林木育種センター九州育種場・⁵森林総合研究所林木育種センター東北育種場

林木は世代あたりの時間が長いことや、繁殖までに時間がかかることなどから、育種に長期間を要する。近年発達した DNA 解析技術を背景として、動植物のゲノム情報を活用した育種手法としてゲノムワイドアソシエーション解析 (GWAS) やゲノミックセレクション (GS) が試行されている。これらの手法は SNP (一塩基多型) 等のゲノムワイドな大量 DNA マーカー情報と表現型との関連性を利用して、従来から行われてきた表現型に關与するマーカーを特定することに加え、表現型を予測 (ゲノミック予測) し、系統・個体選抜を行うものであり、育種年限の短縮やコスト削減が期待されている。本研究では、スギ精英樹を対象として GWAS およびゲノミック予測を試行した。スギの EST 情報から得られた約 7 万の SNP について、精英樹の遺伝子型を決定した。対象形質は成長形質として 10 年次樹高、材質として応力波伝播速度および雄花着花指数とし、それぞれの形質における GWAS を試行した結果、有意な SNP が多数検出された。さらに、GS の可能性を検討するため、各形質におけるゲノミック予測を行った。

P1-124 全国から集めたスギ精英樹の初期成長の産地間差

三浦真弘¹・花岡 創²・平岡裕一郎²・井城泰一³・磯田圭哉²・武津英太郎⁴・高橋 誠²・渡邊敦史⁵¹ 森林総合研究所林木育種センター関西育種場・² 森林総合研究所林木育種センター・³ 森林総合研究所林木育種センター東北育種場・⁴ 森林総合研究所林木育種センター九州育種場・⁵ 九州大学大学院農学研究院

林木は、異なる環境に種苗を移動した場合、成長等形質に影響する可能性が懸念される。このため、主要林業用樹種のスギでは、環境条件や天然分布の情報を基に種苗配布区域が設定され、種苗の移動が制限されてきた。これまで、特定地域内のスギ種苗の移動による影響評価は、林木育種事業により設定された次代検定林の調査データと GIS データを利用して可能となってきた。一方、広域の種苗移動による影響の有無について、日本国内の共通システムを利用した異なる環境間の大規模植栽試験について報告例がなく、不明なままである。本研究では、全国各地のスギ精英樹 27 クローンを用いて、全国 9 カ所の苗畑で 2 年間の成長を調査し、産地および植栽場所による成長への影響を評価してきており、昨年までに、全ての環境下で温暖環境由来の精英樹が、冷涼環境由来の精英樹より苗畑段階での成長がよい傾向を確認した。今発表では、高頻度に調査を行った 4 か所の苗畑での生育データを用い、植栽系統の産地および植栽場所による成長パターンの違いについて議論する。

P1-126 スギさし木苗の根系成長におけるクローン間変異

大平峰子¹・花岡創¹・平岡裕一郎¹・渡辺敦史²¹ 森林総合研究所林木育種センター・² 九州大学大学院農学研究院

個体による成長の差を理解するには、地上部のみならず根系の特性を把握する必要がある。そこで本研究では、1 年を通したさし木苗の根系成長を調査し、そのクローン間差異を明らかにすることを目的とした。材料として関東育種基本区の精英樹 4 クローン（郷台 1、上都賀 7、天竜 11 および甘楽 1）を使用し、2015 年 3 月中旬にさし木苗をロングポット内に移植した。1ヶ月ごとに各クローン 2~3 本を掘り取り、地上部と地下部に分けてスキャン後、乾燥重量を測定した。スキャンした画像から根長等の特性を WinRHIZO で計測した。

さし木苗の根系の全長は、植え付け時から指数関数的に増加した。11 月時における根の全長は、3.7m（甘楽 1）から 6.1m（天竜 11）と大きな変異を示した。また、T/R 比には 4.4（天竜 11）から 7.6（上都賀 7）の、比根長（根長/根重）には 0.68（郷台 1）から 1.13（上都賀 7）の変異が認められた。以上のことから、スギのさし木苗の根系成長にはクローン間変異が存在することが示された。さらに、上都賀 7 は乾物生産の根への分配量が少なく細根が多い、天竜 11 は根への分配量が多い、郷台 1 は太い根が多いというクローンの特徴が明らかになった。

P1-125 千葉県におけるスギ次代検定林のスギカミキリ被害状況

小林沙希

千葉県農林総合研究センター森林研究所

過去のスギ林被害調査の結果、スギカミキリ抵抗性のクローン間の差が明らかにされ、選抜育種が進められているが、精英樹実生家系の自然条件下での抵抗性を評価した報告は少ない。そこで、23 年生次代検定林において、被害状況（脱出孔数、4 段階の被害指数）、胸高直径を調査した。調査は、当検定林に列状に 3 反復で植栽されている関東産スギ精英樹自然交配 17 家系、在来 2 家系、人工交配 4 家系及び千葉県産精英樹（少花粉品種）2 クローン、クモトオシ（感受性）、サンプスギ（抵抗性）を含む在来 3 クローンで行った。

調査の結果、検定林全体の被害率は 56.0% と高く、スギカミキリ激害林であった。また、脱出孔数と被害指数に有意な正の相関 ($r=0.46$, $P<0.01$) が認められたため、脱出孔数を用いて分布の集中度を示す CA 指数を算出したところ、被害木は集中分布していることが分かった。検定林全体ではクローン、家系、交雑品種それぞれで大きな差はなく、胸高直径の大きいもので脱出孔が多い傾向がみられた。

P1-127 多雪地に植栽したスギ雪害抵抗性品種コンテナ苗の雪曲りからの回復能力

玉 城聡¹・千葉信隆²・宮本尚子¹・那須仁弥¹・織部雄一朗¹・落合幸仁³¹ 森林総合研究所林木育種センター東北育種場・² 森林総合研究所林木育種センター北海道育種場・³ 住友林業株式会社

多雪地に植栽するコンテナ苗に適した品種特性を明らかにするため、雪害に対する抵抗性や成長特性の異なる品種をコンテナで育苗し、多雪地に植栽して適応性を比較した。供試材料として、コンテナで 1 成長期間育苗した 1 年生苗および 2 成長期間育苗した 2 年生苗を用い、それらを同時に植栽した。消雪直後から成長休止期にかけて、根元曲がりの形成に関係することが知られている苗木の傾き角度（水平方向からの角度）を定期的に測定するとともに、成長調査を実施した。

苗木の傾き角度は成長期間中に増加し、立ち上がっていく傾向が認められた。その際、立ち上がりの過程で品種間の角度の違いが徐々に大きくなる傾向が 1、2 年生苗ともに認められた。特に 1 年生苗では、秋期には品種間で苗木の傾き角度に顕著な違いが認められ、雪害抵抗性品種で最も大きかった。成長量の品種間差は 2 年生苗では認められなかったが、1 年生苗では伸長成長量に有意な違いが認められ、雪害抵抗性品種は成長優良な精英樹と同程度の値であった。以上の結果から、雪害抵抗性品種はコンテナで育苗した場合でも多雪地での適応性が高いことが示唆された。

P1-128 スギのダイアレル交配家系で造成した検定林における初期成長と寒害抵抗性調査結果

蓬田英俊

岩手県林業技術センター

【目的】成長と寒害抵抗性に優れたスギの選抜と寒害抵抗性の遺伝様式解明を目的として、ダイアレル交配家系による検定林で初期成長と寒害を調査した。【方法】9×9(自殖なし)の両面ダイアレル交配による72家系を含む、単木混交6ブロックの検定林を岩手県北と県南の2カ所に造成し、植栽後6成長期経過までの樹高(cm)と寒害程度を調査した。寒害程度は5段階の指数を用い、分散分析はブロックごとの家系平均値を用いた。【結果】県北の検定林では、寒害の程度は若齢で大きく、その後樹齢が増すにつれ小さくなる傾向があったのに対し、県南の検定林では、突発的に発生した。2箇所での検定林で寒害が最も多く発生した年次のデータで、組合せ能力とダイアレル交配の正逆の差を要因として分散分析した結果、寒害指数では、一般組合せ能力が有意となる一方、特定組合せ能力は認められなかった。また、一般的な正逆交配の差が認められたが、母樹や花粉親に著しく偏った効果が認められなかった。初期成長経過をみると、寒害の発生と関係が認められることから、岩手県では、地域により寒害が成長の制限因子になっており、寒害に強い家系の利用が成長の改善につながると考えられる。

P1-130 東北育種基本区選抜のアカマツ精英樹交配家系における幹の通直性と諸形質との遺伝相関の推定

那須仁弥¹・井城泰一¹・宮本尚子¹・山野邊太郎²・織部雄一朗¹

¹ 森林総合研究所林木育種センター東北育種場・² 森林総合研究所林木育種センター

岩手県北部などの東北地方マツノザイセンチュウ病の非感染地域まではアカマツ材は建築用材として生産されている。近年のアカマツの育種は抵抗性を中心に行われ、材強度、通直性など林業上重要な形質についてはスギなどほかの樹種に比べ進んでいない。アカマツ材には輪生節と曲がりによって造材歩留りが低下する問題がある。そこで、アカマツの輪生節および幹の通直性の遺伝的改良について検討するために、岩手県滝沢市にある林木育種センター東北育種場の場内に植栽されたアカマツ精英樹人工交配家系を対象に、立木状態で地際から高さ5mまでの樹幹部の根元曲りと通直性、輪生節間の平均長さ(平均節間長)、輪生節数と樹高、胸高直径の6形質を調査した。根元曲りと幹の通直性は目視による5段階で評価した。すべての形質が花粉親間および母樹間について統計的に有意であった。これらの狭義の遺伝率は0.07~0.33であった。平均節間長は樹高および胸高直径と正の遺伝相関が、輪生節数は樹高および胸高直径と負の遺伝相関があった。これらのことから輪生節については遺伝的な改良が可能であると考えられた。

P1-129 静岡県産スギ精英樹のフルダイアレル交配家系から推定した立木ヤング率の組合せ能力

山田晋也・山口 亮・近藤 晃

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

交雑育種や採種圃の改良、また育種方法を選択する上で、精英樹の組合せ能力を推定することは重要である。そこで、静岡県内で選抜したスギ精英樹の人工交配を行い、その交配家系について、生育ステージごとのヤング率および諸形質の組合せ能力等を推定する試験を実施した。

試験には、1979年と1990年にフルダイアレル交配を行って得られた自殖を除く家系を使用した。各家系苗は、2生育期間にわたり養苗した後、1982年春に浜松市天竜区神沢試験林、1993年春に周智郡森町三倉試験林へそれぞれ単木混交で植栽した。神沢試験林では2005年、2014年、三倉試験林では2004年および2013年に応力波伝播法による立木ヤング率、樹高、胸高直径を測定した。

本発表では、神沢試験林24年次と33年次、三倉試験林12年次と21年次の立木ヤング率、樹高、胸高直径、材積のデータを用いて、推定した組合せ能力等について発表する。

P1-131 スギミニチュア採種圃におけるブルーシート被覆の外部花粉遮断効果

田中功二¹・平岡裕一郎²・平尾知士²・渡辺敦史³

¹ 青森県産業技術センター林業研究所・² 森林総合研究所林木育種センター・³ 九州大学大学院農学研究院

林業用種子生産を目的とする採種圃において、外部からの花粉の混入は、生産される育種種子の形質低下を招くことから、その対策は非常に重要である。特にスギ花粉症対策品種の採種圃においては、遺伝形質的に雄花着生量が多いと推定される外部花粉の混入は、生産されるスギ苗の将来の花粉量にも大きく影響することが懸念されるため、閉鎖された交配環境での種子生産が望ましい。しかしながら苗木生産者配布用種子の全量をガラス温室等で生産するためには、多額の施設設備費や管理費が必要になる。そこで本研究では、低コストな閉鎖的環境の種子生産を検討するための外部花粉遮断試験を行った。屋外に造成したミニチュア採種圃において、花粉飛散前に市販のブルーシートで9本の採種木を一括して被覆し、外部花粉を遮断した環境を作り、花粉飛散終了後にブルーシートを外して10月に種子を採取し、発芽率等の種子調査、及び芽生えの子葉のDANを7種類のマイクロサテライトマーカーを用い、外部花粉の混入率、自殖率などを解析した。その結果、ブルーシート被覆により大幅に外部花粉の混入率が低下した。一方、種子量減少、発芽率低下、自殖率増加の課題も明らかになった。

P1-132 スギの半兄弟家系における雄花稔性と水分特性との関連

河合慶恵¹・磯田圭哉²・池田武文³¹ 森林総合研究所林木育種センター関西育種場・² 森林総合研究所林木育種センター・³ 京都府立大学大学院生命環境科学研究科

我が国のスギ花粉症罹患率は約30%に達し、花粉症対策として造林木の遺伝的改良による花粉量の抑制が望まれている。林木育種センターでは花粉を飛散させない遺伝的形質（雄性不稔性）を有し、かつ成長などに優れたスギ無花粉品種の開発を進めている。筆者らは予備実験として雄性不稔遺伝子をヘテロ保有する精英樹と保有しない精英樹の水分特性を比較し、前者の水ストレス耐性が劣っていることを確認した。水ストレス耐性の優劣が雄性不稔遺伝子の有無に影響されているのであれば、無花粉品種開発の効率に大きく関わる。そこで本研究では雄花稔性と水分特性との関連を検証した。雄性不稔スギ「爽春」および「三重不稔（関西）1号」をそれぞれ精英樹と交配し作出したF₁を相互交配し、半兄弟家系を得た。2014年3月、雄花稔性と苗高を調査したのち関西育種場内に定植した。不稔および可稔個体を各2個体選定し、2015年7、9および11月に葉の水分特性を調査した。その結果、雄花の稔性による成長量の差は認められず、飽水時の浸透ポテンシャル、細胞の体積弾性率等の水分特性でも稔性による差は認められなかった（ $P>0.05$ ）。

P1-134 新潟県が開発した無花粉スギF₂の挿し木苗の成長特性岩井淳治¹・森 有未²・伊藤信治²¹ 新潟県森林研究所・² 元新潟県森林研究所

本県は1999年から無花粉スギの開発を行っている。既に開発したものは、富山不稔1号（以下富山）のF₁同士を交配して作出したF₂世代の無花粉個体が36家系44個体、新大不稔1号（以下新大1）のF₁同士を交配して作出したF₂世代の無花粉43家系56個体の計100個体である。2010年4月にそのうちの49個体（富山：32、新大1：17）及び対照1個体を各30穂ずつ挿し付け、2010年11月に発根調査と2012年11月に30ヶ月苗での成長調査を行い、さし木苗として適するかどうか確認した。

その結果、発根率及び根量は良好で著しく悪い個体はなく、さし木苗として利用可能であることがわかった。また、対照家系として用いたさし木推奨品種である新潟県精英樹中頸城4号と比べ、成長が良い・対照と同程度・対照より劣る個体はそれぞれ22・24・3個体であった。このように推奨品種よりも成長が同程度以上の個体がほとんどであった理由として、F₁、F₂の段階で成長が良好な個体を選抜したためと考えられた。

P1-133 爽春家系から開発された雄性不稔個体識別マーカーの適用

郷田乃真人¹・坪村美代子²・栗田 学³・田村美帆⁴・渡辺敦史⁴¹ 九州大学大学院生物資源環境科学府・² 森林総合研究所林木育種センター・³ 森林総合研究所林木育種センター九州育種場・⁴ 九州大学大学院農学研究院

爽春は林木育種センターで公表された雄性不稔スギの1品種である。これまでの交配実験から、爽春の雄性不稔は1遺伝子によって引き起こされることが明らかとされてきた。一方、爽春の成長特性は、精英樹と比較して中位以下であり、より成長特性の優れた不稔品種開発に向けて、爽春を母樹、精英樹を花粉親とした交配が行われている。すでに、F₂個体については作出され、成長特性に関する評価が行われていることに加え、遺伝解析に向けた材料整備が続けられている。最近、スギ各器官から網羅的に収集された遺伝子情報に基づくDNAマーカーが多数開発され、これらマーカーを利用した連鎖解析が行われた結果、爽春の不稔形質と連鎖するゲノム領域が検出された。そこで、不稔形質と連鎖したゲノム領域近傍に位置する遺伝子が識別マーカーになり得る可能性について評価した結果、爽春実生後代では高確率で雄性不稔形質を判定できることが明らかとなった。今回、爽春とは血縁関係のないスギクロンを供試材料とした場合について検討したので報告する。

P1-135 根域抑制したヒノキ少花粉品種採種木における種子生産について

西川浩己・馬目恭行

山梨県森林総合研究所森林研究部

スギ・ヒノキ花粉症に対しては、花粉の少ないスギ、ヒノキが選抜され、スギについては、ミニチュア採種園等が実用化され、広く普及している。ヒノキについても少花粉品種を母樹とする採種園産実生苗や挿し木苗の供給が期待されている。実生苗の普及策として、採種園産種苗による効率的な少花粉品種の作出を進めており、その取り組みの1つとして、根域抑制栽培した採種木を用いた種子生産方法の開発を行っている。ヒノキ少花粉品種の若齢木をコンテナボックスに鉢植えをして根域抑制を行った。根域抑制栽培の効果を評価するため、植栽時より継続して、採種木の樹高を測定した。また、根域抑制栽培した採種木と通常の採種園およびミニチュア採種園で生産した種子の発芽率を比較し、結実促進効果についても検討した。根域制限は、採種木の上長成長抑制に有効であった。発芽率は、根域抑制栽培した採種木>通常の採種園>ミニチュア採種園の順で高かった。2015年春季の花粉飛散量は、過去の平均飛散量より少なく、通常の採種園での作柄は並下作であった。根域抑制栽培した採種木は、植栽密度が高く、生産された種子の発芽率に影響を与えているのではないかと考えられた。

P1-136 コウヨウザンの所在地データベースの作成

山田浩雄・安部波夫・埴 栄一・大塚次郎・磯田圭哉・生方正俊
森林総合研究所林木育種センター

早生樹種の一つとして注目されているコウヨウザンは、江戸時代に渡来したとされる外来樹種であることから、日本における植栽可能地域やその環境条件についての情報が十分ではない。コウヨウザンの生育範囲を明らかにするため、コウヨウザンが植栽されている所在地を探索してデータベースを作成し、データベースにリンクさせた国土数値情報から所在地の気候要因を抽出した。

これまでに226件のコウヨウザンの所在地が確認され、宮城県および新潟県以西から九州までの照葉樹林帯と考えられる地域に広く植栽されていた。特に、関東地方と近畿・東海地方から北陸地方にかけての地域に多く植栽されている傾向にあった。226件のうち、約50%が神社・仏閣の社叢林に、約25%が都道府県・市町村の公園や植物園に、それぞれ単木的に植栽されている個体が多く、巨樹巨木や天然記念物として登録されている個体もあった。所在地の気候要因から、年平均気温12℃以上、暖かさの指数90℃・月以上、寒さの指数-15℃・月以上の地域が植栽可能地域と考えられた。年降水量は約1000~3000mmの範囲に植栽されており、日本の気候では制限要因にはなっていないようであった。

P1-138 カラマツの環状剥皮に対する着花促進効果のクローン間変異

生方正俊・松下通也・田村 明
森林総合研究所林木育種センター

全国的にカラマツ造林への関心が高まり、種苗の安定的な供給が喫緊の課題となっている中、カラマツに対して確実に効果のある着花促進技術の開発が求められている。林業用樹種では、スギやヒノキについては植物ホルモンのジベレリンを用いた着花促進技術が確立しており、安定的な種子生産が可能となっているものの、カラマツについてはジベレリン等のホルモン処理、幹への環状剥皮や枝へのスコアリングといった物理的な処理等、様々な試験が単独または併用して行われているが未だ決定的な着花促進処理技術が未確立の状態である。森林総合研究所林木育種センター長野増殖保存園（長野県御代田町）は、過去に検定林等の種苗の供給や各種技術開発のためカラマツの採種園を保有し、当時行った環状剥皮とその後の着花調査の結果が文書として残されている。其中で1969年から1971年の3年間に終わった環状剥皮処理によるクローンごとの着花データを解析したところ、雌花、雄花ともクローンによって環状剥皮処理の効果が大きく異なることがわかった。カラマツ種苗生産の安定化の有効な一手段として、着花しやすいクローンを用いた採種園の造成・整備の可能性が示された。

P1-137 樹冠中のカラマツ球果数の簡易推定方法の開発

田村 明¹・松下通也¹・矢野慶介²・来田和人³・今 博計³・石塚航³

¹ 森林総合研究所林木育種センター・² 森林総合研究所林木育種センター北海道育種場・³ 北海道北海道立総合研究機構林業試験場

近年、カラマツの育種種苗の需要が増加してきている。採種園にあるカラマツの育種種子の生産量を推定するために、まずは樹冠に着生している球果数を簡易に推定する方法を開発する必要がある。2014年6月に北海道育種場構内に植栽されていた樹齢11年から58年のカラマツ属（カラマツとグイマツ）53個体の樹冠に着生していた真の球果数を推定する手法を検討した。解析用のインデックスとして高所作業車による実測、5段階指数（北海道育種場方式）、樹冠中3箇所の部分実測（道総研林業試験場方式）、幹材積を用いた。推定方法として階層ベイズモデルを用いた。この階層ベイズモデルは、複数の異なるインデックスを統合することができ、樹冠に着生している真の球果数を推定する手法として利用できる可能性がある。今回はその構築したモデルの有効性について考察する。

P1-139 実生苗に対するマツノザイセンチュウ多回接種によるクロマツ抵抗性個体の選抜

宮下智弘・渡部公一
山形県森林研究研修センター

実生家系からマツノザイセンチュウ抵抗性個体を選抜する手法として、マツノザイセンチュウを2年続けて接種して生存個体を選抜する手法が用いられている。この選抜手法は一次検定合格木の選抜に用いられ、東北育種基本区では強毒性線虫「島原」または「Ka4」を1万頭接種する事例が多い。しかし、2回の接種だけでは枯損が十分に進まないため、その中から抵抗性個体を選抜することは困難であった。そこで著者らは、2回目の接種頭数を2万頭に増やし、さらに接種回数も2回以上繰り返して実生苗に強い淘汰をかけて抵抗性個体を選抜することを試み、接種回数が多い生存苗集団ほど生存率および健全率が高かったことを報告した。しかし、この報告は単年度の接種結果であり、さらにこれと同様の報告例も少ないため、この選抜の有効性について再現性が確認されているとは言いがたい。そこで本報告では、複数年の接種結果を解析し、接種履歴と生存苗集団の抵抗性向上の関係について再現性が認められるかを検討する。なお、本研究は平成27年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「薬剤使用の制約に対応する松くい虫対策技術の刷新」（課題番号27020C）により実施した。

P1-140 クロマツの遺伝的多様性を考慮した九州育種基本区におけるマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業について

松永孝治¹・宮田翔介²・岩泉正和³・井城泰一⁴・平尾知士⁵・栗田学¹・倉本哲嗣¹・田村美帆⁶・渡辺敦史⁶

¹ 森林総合研究所林木育種センター九州育種場・² 九州大学大学院生物資源環境科学府・³ 森林総合研究所林木育種センター関西育種場・⁴ 森林総合研究所林木育種センター東北育種場・⁵ 森林総合研究所林木育種センター・⁶ 九州大学大学院農学研究院

林木育種センターはマツ材線虫病対策の一環として抵抗性育種事業を実施しており、被害を受けたマツ林分から種穂を収集し、線虫の人工接種によって抵抗性品種を選抜してきた。現在、これらの品種間の交配によって、各品種の持つ抵抗性因子を集積した次世代の抵抗性品種を作出する取組を進めており、育種母材の確保という観点から今後も野外林分から抵抗性品種の選抜を継続する必要がある。一方、近年全国の有名クロマツ林の遺伝的多様性が調査され、全国的にみると九州地域は比較的まとまった遺伝的な集団を形成していること、また、九州地域内でも多少の遺伝的構造が存在する可能性が示唆されている。このクロマツ林分と抵抗性品種の遺伝的組成を比較するとともに、これまでの育種事業で明らかになった、九州地域内の被害林分における残存個体の抵抗性の程度の変異を考慮して、今後の追加選抜の方向性について検討する。

P1-142 接種後2ヶ月経過したクロマツ接木苗におけるマツノザイセンチュウの分布

中島 剛¹・井城泰一²・山野遼太郎³・相川拓也⁴・中村克典⁴

¹ 青森県産業技術センター林業研究所・² 森林総合研究所林木育種センター東北育種場・³ 森林総合研究所林木育種センター・⁴ 森林総合研究所東北支所

青森県における松くい虫被害は2011年以降西津軽郡深浦町で散見されている。県内の大多数の市町村は未だ未侵入地域であるものの、今後の松くい虫侵入への備えとして、県内での抵抗性クロマツの生産・植栽が切望されている。松くい虫被害未侵入地域に被害蔓延地域で生産された抵抗性マツを導入する場合、その樹体内にマツノザイセンチュウ（以下、センチュウ）が生存していないことを確認する必要があるが、苗木の樹体内にセンチュウが生存していないことを証明することは極めて難しい。しかし、育種事業により同一種苗配布区域で選抜された抵抗性マツのシュートにセンチュウが生存していないことを証明することができれば、被害未侵入地域内で接ぎ木苗等を生産し、これらを採種木とすることで安全に抵抗性マツの種子を生産できる。そこで本研究ではセンチュウ接種後のクロマツ苗木樹体内におけるセンチュウの分布を明らかにすることを目的とし、苗木の枝齢別にセンチュウのDNAと生存個体数を調査した。発表では、接種後2ヶ月及び1年4ヶ月経過時に生存していたクロマツ接木苗各1個体について、LAMP法によるDNA検出調査とパールマン法による個体数調査の両結果について報告する。

P1-141 マツノザイセンチュウ接種検定クロマツ苗木への再接種試験

福原一成・小林沙希・遠藤良太

千葉県農林総合研究センター森林研究所

千葉県では海岸防災林の造成用に、マツノザイセンチュウを接種し健全であった苗木（以下、接種検定苗木）の供給を開始した。この接種検定苗木の抵抗性を明らかにすることを目的に、前年に植栽した接種検定苗木に対して再接種試験を行った。供試木は2年生クロマツ苗木で、2013年7月に、ka-4を10,000頭/本接種、島原を3,000頭/本接種して健全を確認した抵抗性苗木と、接種していない抵抗性苗木及び千葉県産在来クロマツ苗木の4種類を、2014年3月に、海岸砂地及び内陸圃場にそれぞれ10~20本植栽した。2015年7月、全ての苗木に対してka-4を10,000頭/本接種した。その結果、海岸及び内陸ともに、2013年に接種を行った接種検定苗木の生存率は66.7~100%と、接種しなかった苗木の生存率30.8~89.5%に比べて高く、接種検定苗木は高い抵抗性を示した。また生存率は、過去の試験結果と同様に内陸圃場のほうが海岸砂地よりも高かった。一方で、接種検定苗木においても枯死が0~33%生じたことから、植栽後もマツ材線虫病に対する防除は必要と考えられた。

P1-143 アカマツにおけるマツノザイセンチュウ抵抗性と成長・形態の遺伝的相関関係

山野遼太郎¹・三浦真弘²・平尾知士¹・那須仁弥³・織部雄一朗³

¹ 森林総合研究所林木育種センター・² 森林総合研究所林木育種センター関西育種場・³ 森林総合研究所林木育種センター東北育種場

アカマツは、建材として利用されるほか、景観林やマツタケ林など林分としてさまざまな生態系サービスを生み出す有用な樹種である。ただ、マツ材線虫病に感受性のため、この先植栽されるアカマツはマツ材線虫病に抵抗性のある個体であることが望ましい。これまで、(研)森林総合研究所林木育種センターと全国の府県は共同してマツノザイセンチュウ抵抗性選抜育種事業を展開し、抵抗性のあるアカマツを選抜してきている。アカマツの育種研究として次に必要な視点は、抵抗性の遺伝的向上に伴いアカマツの利用上有用な形質が遺伝的にどう変動していくかであろう。本研究では、利用上有用な形質として成長および形態に着目し、約20年次の検定林において樹高、胸高直径、幹曲がり、傾斜角を測定した。これらの家系評価値と苗木におけるマツノザイセンチュウ抵抗性家系評価値との遺伝的相関関係について紹介する。

P1-144 道央地域に植栽したヤナギの3年次におけるバイオマス収量のクローン間変異

矢野慶介¹・中田了五¹・福田陽子¹・田村 明²・山田浩雄²

¹ 森林総合研究所林木育種センター北海道育種場・² 森林総合研究所林木育種センター

地球温暖化の防止やエネルギー源の分散の観点などから、近年再生可能エネルギーの利用が推進されている。木質バイオマスもその一つであるが、未利用の木質バイオマスの活用に加えて、北海道ではオノエヤナギなどを用いた木質バイオマス生産が注目されている。ヤナギ栽培によるバイオマス生産を効率化する手段の一つには、優良種苗の利用による高収量化が挙げられる。このため、北海道育種場では、ヤナギの優良個体候補木を用いた植栽試験地を造成し、優良クローンの選抜を進めている。本研究では、道央の江別市に造成した試験地におけるヤナギさし木個体の成長量を調査し、クローン間変異を明らかにした。

植栽試験には、北海道内で選抜されたオノエヤナギ48クローン、エゾノキヌヤナギ66クローンを用いた。試験地は3ブロックで構成され、各ブロック内には単木混交にて1クローン当たり5本植栽した。植栽は平成24年秋に行い、平成25年秋に伸びた萌芽枝を切り取る台切りを行った。台切りから2成長期経過後の平成27年秋には成長量の調査を行った。成長量の指標にはバイオマスの絶乾重量を用い、クローン間での成長量の違いを比較した。

P1-146 スギ樹幹における高さ別の肥大成長フェノロジーと枝打ちの影響

山田 剛¹・玉泉幸一郎²

¹ 九州大学大学院生物資源環境科学府・² 九州大学大学院農学研究院

スギの肥大成長は貯蔵物質と当年の光合成産物に依存している。成長開始期においてはまず貯蔵物質に依存し、その後当年の光合成産物に依存すると考えられる。本研究ではスギの肥大成長の成長開始後の資源利用の変化点を知る方法を検討するとともに、高さ別および葉量別の資源利用の違いを比較した。

供試木として10年生スギ6本を用い、このうち3本には2015年1月に枝打ちを行った。その後2月から12月まで高さ別に5カ所で幹の肥大成長を測定した(自動デンドロメーター)。同時に主軸の伸長成長を毎週手動で測定した。

スギの肥大成長には春期に2つの成長ピークが確認された。1回目のピークは肥大成長にのみ認められ、2回目のピークは肥大成長と主軸成長と一致した。この結果から、1回目のピークは貯蔵物質に依存した成長、2回目は当年の光合成産物に依存した成長と判断し、1回目と2回目の中央点を資源利用の変化点とした。資源利用の違いを高さ別にみると、貯蔵物質への依存量に差は無かったが、当年の光合成産物への依存量は幹上部ほど大きかった。枝打ち別に比較すると、貯蔵物質への依存量に差は無かったが、当年の光合成産物への依存量は非枝打ち木の方が大きかった。

P1-145 サクラ栽培品種における花の揮発性物質分析

松本麻子¹・福島敦史²・加藤珠理³・草野 都⁴

¹ 森林総合研究所森林遺伝研究領域・² 理化学研究所・³ 森林総合研究所多摩森林科学園・⁴ 筑波大学生命環境系

日本にはサクラ属野生種が10種自生し、栽培品種は現在300種類以上あると言われている。サクラの花や葉では、アレロパシー活性、昆虫との相互作用等に関連する揮発性物質が生成されることが知られている。しかしながら、これらの代謝物生産が経験的に種や品種間で量的・質的に異なると考えられているもの、遺伝的背景は不明であり、代謝物の生合成に影響する環境因子(例:生育環境)なども厳密に考慮されていない。本研究では、クローン性を確認した複数のサクラ栽培品種の花器組織を用いて、HS-SPME(ヘッドスペース固相マイクロ抽出)による揮発性物質の抽出を行い、超高分解能GC-TOF-MS(ガスクロマトグラフ-飛行時間型質量分析計)による非ターゲットの揮発性物質プロファイリングを行った。得られたピークについて多変量解析を行い、品種間差に対する寄与を明らかにした。その結果、芳香性を有する栽培品種とそれ以外とは別々のクラスターを形成し、ベンズアルデヒドのような香りに関係する主要成分のみならず、微量な成分も品種間差に寄与することが明らかになった。

P1-147 カラマツの早材・晩材の出現時期に影響を及ぼす気象因子の特定—日本(帯広)とモンゴル(ハトガル)の比較—

今村百太¹・武田一夫¹・野堀嘉裕²

¹ 帯広畜産大学地域環境学研究部門・² 山形大学農学部

年輪の早材・晩材はいつ出現するのか、またどのような気象因子によって決まるのか、未解明の課題を明らかにするため、カラマツの年輪と気象因子との関係を調べた。そこで直達日射、気温、降水量に着目し、日射のピーク発生が夏至前後で変わらないと仮定して、気温と降水量の異なる帯広(N43°、5個体10試料)とハトガル(N50°、5個体10試料、一部5試料)で1週間毎に樹皮下の年輪を2014年と2015年に採取して分析した。その結果、帯広では早材が6月10日を中心に5月中旬~6月中旬に、晩材が8月上旬~中旬に、ハトガルでは早材が6月下旬~7月上旬に、晩材が2014年の8月中旬~下旬・2015年の8月上旬に出現した。これらの出現時期に対して、日射または降水量との相関は認められず、日平均気温から算出した1週間毎の積算温度と比較した。積算温度/週のピークを100%として、帯広では早材が50~80%の増加過程で、晩材が100~90%の減少過程で、同様にハトガルでは早材が60~90%で、晩材が100~80%で出現した。以上から、気温が早材・晩材の出現に強く関わる事が示された。

P1-148 成長休止期におけるスギ幹呼吸の成長に伴う経年変化

玉泉幸一郎

九州大学農学研究院

樹木の呼吸は維持呼吸と成長呼吸から構成されている。このうち維持呼吸は成長休止期における呼吸で代用されることが多い。しかし、成長休止期における呼吸特性についての研究は少ない。本研究においてはスギの幹呼吸を対象として、成長休止期における呼吸特性を明らかにすること、さらに、成長にともなう維持呼吸の変動を明らかにすることを目的とした。九大構内に植栽された5本のスギ(16年生:2005年)を用いて、2005年から2013年までの成長休止期(12月から翌年の3月)において、断続的に幹呼吸を測定した。幹呼吸は呼吸箱を用いて通気法により求めた。呼吸測定と同時に呼吸箱内の樹皮温度、および幹の伸縮量を測定した。炭酸ガス濃度は赤外線ガス分析装置(Li820; Li-cor)、樹皮温度は熱電対、および伸縮量測定には自記デンドロメーターをそれぞれ用いた。成長休止期の呼吸速度は樹木の肥大成長が停止した後も徐々に低下し、翌年の成長開始とともに増加に転じた。このことから、成長開始直前の呼吸を維持呼吸とすることが妥当と考えられた。また、維持呼吸は幹のサイズが大きくなると低下する傾向が見られた。これは、幹内の生細胞数の減少が原因と考えられた。

P1-150 コンパクトMRIを用いた樹幹中の水分のADCマッピング

平川雅文¹・長田晃佳²・小笠真由美³・福田健二¹

¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科・² 筑波大学大学院数理物質科学研究科・³ 森林総合研究所植物生態研究領域

木部組織の通水性や樹液流速は、樹木の健全性と大きく関わっている。樹木における樹液流速の測定は、従来、ヒートパルス法や茎熱収支法をはじめとして、樹幹中の特定の点、または面の平均値として流速を測定してきたが、ある断面における樹液流速分布を可視化した例は少ない。MRIを用いた測定法においては、樹幹横断面における各ピクセルの樹液流速分布を画像化することが可能とされており、その手法の1つとしてADCマッピングの利用が考えられる。ADCマッピングとは、ADC(Apparent Diffusion Coefficient: 見かけの拡散係数)をMR画像の各ピクセルごとに算出し、画像化する手法である。本来は流速ではなく、拡散係数をMRIによって測定した値であるが、MRIの1ピクセル内という微小な視点において、ランダムな分子の動きである拡散と方向を持った流速は区別されないため、上下方向の流れのある場所においては、ADCが増加することから、樹液流速を可視化できる可能性がある。本研究では、磁場強度1.0Tの樹木用コンパクトMRIを用いた、ゲッケイジュ(*Laurus nobilis*)の苗木におけるADCマッピングの結果について発表を行う。

P1-149 葉の呼吸から林冠呼吸量へのスケーリング:呼吸特性と葉面積の時空間変動が推定値に与える影響

荒木眞岳¹・玉泉幸一郎²・梶本卓也¹

¹ 森林総合研究所植物生態研究領域・² 九州大学農学部

ヒノキ若齢林を対象に、葉の呼吸特性すなわちR20(温度が20度の時の呼吸速度)とQ10(温度が10度増加した時の呼吸速度の増加率)について調べ、R20はいずれの季節においても下層よりも上層の葉で高いこと、Q10は冬に高く夏に低いものの層間差がないことを明らかにした(125回森林学会)。これら葉レベルの呼吸特性から、葉面積の垂直分布あるいは気温の季節変化を組み込むことで、林冠呼吸量あるいは年間呼吸量が推定される。本発表では、R20の垂直変化とQ10の季節変化がこれらの推定値にどの程度影響を与えるのか検討した。例えば7月の林冠呼吸量は、R20の垂直変化を考慮に入れた場合に対して、R20が一律として上層の葉のR20の値を用いた場合は2.2倍、中層の値だと0.9倍、下層の値だと0.5倍となった。一方、Q10の季節変化を考慮に入れた年間呼吸量に対して、Q10が一律としてQ10の年平均値(2.09)を用いた場合は1.13倍、冬の値(2.35)だと1.43倍、夏の値(1.93)だと0.96倍となった。したがって、年間の林冠呼吸量を推定する際、呼吸特性の時空間変動を考慮に入れることは非常に重要である。

P1-151 Whole-tree pressure volume 法とデンドロメーター法を用いたスギの貯留水の測定と水輸送におけるその役割

姫野早和¹・玉泉幸一郎²・石井弘明³・東 若菜³

¹ 九州大学大学院生物資源環境科学府・² 九州大学大学院農学研究院・³ 神戸大学大学院農学研究科

樹木の水輸送において樹体内の貯留水は重要な役割を担うが、その実態に関する研究は少ない。本研究ではスギを対象として貯留量とその内訳を明らかにすること、さらに蒸散による水分消失への貢献度を明らかにすることを目的とした。

10年生スギ3本を供試し、2015年8月10日に針葉の木部圧ポテンシャル(XPP)、蒸散速度、幹の伸縮量および樹液流量の日変化を測定した。翌日供試木を断幹し、立木吸水法により樹液流速から吸水量への換算式を得た。その後供試木は暗黒下で乾燥させながら重量とXPPを測定し、単木のpressure-volume曲線を得た。またP-V曲線の作成と同時に幹の収縮量を測定し、幹貯留水の変化量を得た。

P-V曲線から得られた貯留量は樹体の生重に対し、0-1MPaの範囲で平均7%、0-1.7MPaの範囲で16%であった。貯留量の内訳はいずれのXPPにおいても葉が90%、幹が10%と葉の割合が多かった。蒸散への貯留水の貢献度に関しては、早朝の蒸散開始時には蒸散量のほとんどを貯留水で補っていたが、時間とともにその割合は低下し、蒸散のピーク以降ではマイナス供給となった。以上のことから、スギでは蒸散開始時に葉の貯留水の供給が重要な役割を担っているといえる。

P1-152 神奈川県丹沢山地檜洞丸に生育するブナの水分生理状態

上田正文

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

神奈川県丹沢山地において標高1,400 m以上の稜線沿いと南斜面を中心にブナ林の衰退が進んでいる。この原因を明らかにする目的で、丹沢山地の主稜の一つである檜洞丸(標高1,601 m)と奈良県大台ヶ原西大台地区(標高1,494 m)に生育するブナの水分生理状態と木部構造について調べた。檜洞丸山頂付近の南斜面と稜線沿いに生育するブナは、夜明け前および日中の葉の水ポテンシャルが低く、LMA(葉重/葉面積)が高く、平均道管内径が小さい傾向があった。また、平均道管内径が小さい傾向にあるにもかかわらず木部のキャピテーション感受性は高い傾向があった。これらの傾向は、南斜面と稜線沿いに生育する衰弱したブナで顕著で、とくに衰弱が激しいブナにおいては日中の葉の水ポテンシャルが初発現質分離時水ポテンシャルと同程度まで低下した。以上のことから、ブナ林の衰退が多く認められる檜洞丸標高1,400 m以上の南斜面と稜線沿いは、もともと水不足を生じやすい立地環境にあり、そこに生育するブナは、小さい内径の道管を数多く作るもの、木部のキャピテーション感受性が高く、日中に強い水不足状態で生育していることが示唆された。

P1-154 キイチゴ属2種の地上茎と地下茎における水分通導性

Yuki Hirose¹・Kotaro Sakuta²

¹九州大学大学院生物資源環境科学府・²九州大学大学院農学研究院

森林群落において伐採などによって林冠にギャップが発生すると、飛来種子や土中の埋土種子、あるいは伐根による群落の更新が起こる。群落更新の初期段階に実生によって多く出現する樹種は先駆性樹種と呼ばれる。キイチゴ属種のクマイチゴとナガバモミジチゴは先駆性樹種であり、地下茎による旺盛な繁殖によって急速に群落を拡大する。この同属2種の生活史は非常に共通性が高いものの、分布には偏りがある。発表者らは、これまでの調査からクマイチゴは強光条件、ナガバモミジチゴは比較的中庸な光条件に多く分布することを明らかにした。さらに葉の解剖学的観察からは、クマイチゴでは強光の利用に適した柵状組織、ナガバモミジチゴでは弱光の利用に適した海綿状組織が発達していた。本研究では、それぞれの地上茎と地下茎を対象に、横断面的な解剖学的な観察によって主に通水組織の種間差について明らかにした。さらに、HPFM(高圧流量計)による水分通導性の測定から、地上茎と地下茎の組織形態と生理機能の関係性について解析を行い、これら2樹種の水利用様式の相違について検討した。

P1-153 小笠原のウラジロエノキ稚樹の乾燥枯死の生理機構

甲野裕理¹・才木真太郎¹・吉村謙一²・白井 誠³・木村美久⁴・丸山 温⁴・松山 泰⁵・矢崎健一⁶・中野隆志⁷・相川真一⁸・石田厚¹

¹京大大学生態学研究センター・²森林総合研究所関西支所・³日本大学大学院生物資源科学研究科・⁴日本大学生物資源科学部・⁵北里大学海洋生命科学研究所・⁶森林総合研究所植物生態研究領域・⁷山梨県富士山科学研究所・⁸首都大学東京理工学研究科

小笠原は同じ緯度である沖縄の約半分の年降水量であり、また過去100年乾燥傾向にあると言われ(Oka et al. 2000)、乾燥による樹木枯死がしばしば観察される。乾燥による樹木枯死の生理的主要因として、脱水から生じる道管の水切れによる通水欠損仮説(Tyree & Sperry 1988)と、気孔閉鎖による光合成産物(糖)減少による炭素欠乏仮説(McDowell 2008)の二つが主要仮説として提唱されている。また近年、樹木は柔細胞から水切れを起こした道管に糖を放出することで木部の通水機能を回復させることが明らかになっており、このことから2つの仮説は独立したものではない可能性もある。本研究では、小笠原諸島鳥島の沿岸部に多く生育しているウラジロエノキの稚樹を用いて、着葉量からの樹木衰退度と、道管の水切れや樹体内の可溶性糖、でんぷん量の関係を調べた。その結果、衰退度とともに枝通水性の低下が進み、特に枝部で呼吸の低下傾向が見られたが、糖欠乏は見られなかった。調査地は砂質土壌で夏期乾燥が急激に進むため、炭素欠乏よりも、通水欠損が先行して進んだ結果と思われる。すなわち両仮説は乾燥進行のスピードと関連する可能性があり、今後さらに検討していく。

P1-155 生育休止期のマダケ地上稈および地下茎の蒸散流速

作田耕太郎

九州大学大学院農学研究院

タケ類は食用や細工物・工芸品などとしての有用性の高さから、積極的に里山に導入されてきた。しかしながら、利用度の低下などによって管理放棄される竹林が増大し、隣接地への拡大現象が頻発している。タケ類は、地下茎の伸長によって無性繁殖を行い、地下茎の頂芽ないし節に着生する側芽から地上稈が発生する(発筍)という特性を有する。このような地下茎を通じた物質移動によって、光に依存しない地上稈の発生や発筍後の速やかな成長などが可能となっていると考えられるものの、タケ類地下茎の生理生態的機能については十分に解明されているとは言いがたい。

本研究は、光合成の律速因子の一つである蒸散流速について、タケ類の地上稈と地下茎での季節変動を明らかにするための予備的試験と位置づけた。対象林分は管理放棄によって群落が拡大しているマダケ林分(福岡市西区九州大学伊都キャンパス内)である。平成27年に発生した地上稈1本、および選定した地上稈周辺土壌中の地下茎1本の節間部に対して、平成27年11月~12月にかけてHDR式蒸散流速計をそれぞれ装着した。同時に気温など外部気象因子も観測し、蒸散流速との関係性などについて解析を行った。

P1-156 チシマザサの地下茎の水収支：地下茎で水は双方向に動く

角田悠生¹・小澤嘉乃²・加藤悠希²・水永博己¹

¹ 岐阜大学大学院連合農学研究所・² 静岡大学農学部

タケ科ササ属のチシマザサ (*Sasa kurilensis*) は、樺太、千島列島から鳥取県まで分布し、北海道、本州の日本海側などの多雪地帯の冷温帯から亜高山帯の林床における優占種である。チシマザサは、密な群落を形成し林床を被覆するため、他の植物の定着や更新に強い影響力を持つことが知られている。ササ類は長い地下茎に複数の地上稈を持つクローナル植物であり、地上稈（ラメット）間での転流が生じていることが明らかにされている。地下茎を介した転流メカニズムは主に、地下茎の頂端の伸長成長、ラメットの成長や葉の展開などの細胞の分裂・伸長の場がシンク器官となって起こる同化産物の転流と葉の蒸散作用によって形成される根から葉への水ポテンシャルの勾配によって移動する無機養分の転流がある。これまでの研究では同位体を用いた方法で転流の有無を確認するのにとどまっておらず、直接的に地下茎での転流の動きを測定した例はない。本研究では、茎熱収支法により地下茎の樹液流速を測定することで、地下茎における樹液流の動態を明らかにすることを目的とする。

P1-158 顕微赤外分光法による高木のスギ針葉の水分保持メカニズムの解明

東 若菜¹・中嶋 悟²・山北絵理²・石井弘明¹・黒田慶子¹

¹ 神戸大学大学院農学研究所・² 大阪大学理学部

樹木は高木になるほど、光合成に有利な光環境の良い梢端までの根からの水供給が物理的に困難となる（水ストレス）。近年、樹高 50 m の *Cryptomeria japonica* や樹高 100 m の *Sequoia sempervirens* において、梢端の葉の貯水能が高く水ストレスが補償されることが示唆された。しかし、葉の組織中で水分がどのように保持されているかは未解明である。本研究では、顕微赤外分光法を *C. japonica* の葉横断切片に適用し、高さにもなう葉の水分及び化学成分を明らかにし、生理学的測定と比較した。葉横断断面のスペクトルから得られた水分量（O-H 吸収帯面積（3700-3000 cm^{-1} ）は高さにもない増加し、生理学的測定と同様の傾向を示した。葉横断断面のスペクトルから得られた糖類の量（C-O 吸収帯面積（1190-845 cm^{-1} ）は高さにもない増加していたが、生理学的測定において葉の浸透調節能は高さによらず一定であった。スペクトルマッピングによって水分・糖類量について葉横断断面において分布を可視化でき、梢端の葉では葉肉組織中に水分・多糖類の分布が拡大していた。梢端の葉では多糖類が水分保持に寄与すると考えられる。

P1-157 100 年生ヒノキ鱗状葉の通水性維持機構

石井弘明・新良貴歩美・東 若菜・木原健雄・黒田慶子

神戸大学大学院農学研究所

高木の樹冠内では光・水分環境が大きく異なり、葉の形態変化が資源獲得に大きく影響する。本研究では、林業上重要なヒノキ樹冠内における鱗状葉の光・水分環境への生理的順化反応を明らかにすることを目的とした。

調査対象木は比叡山延暦寺所有の 100 年生ヒノキ造林地に植栽されたヒノキ 3 個体である。樹冠最上部と最下部から採取した葉を用い、形態特性として葉面積、葉乾重、分岐数を、生理特性として最大光合成速度、萎れ点の水ポテンシャル、飽水時の浸透圧、細胞の体積弾性率、および水分通導度を測定した。

明るい樹冠上部の葉は、樹冠下部より比葉重が高く、葉面積当たり分岐数が多く、最大光合成速度が高かった。また、樹冠上部の葉は樹冠下部より萎れ点の水ポテンシャルが低く、葉面積当たり含水量が多い傾向が見られた。さらに、樹冠上部の葉は樹冠下部より細胞の体積弾性率や飽水時の浸透圧が低かった。水分通導度は樹冠内で一定であった。これらのことから、ヒノキ樹冠上部は光資源が豊富で、葉は光資源の獲得に有利な形態である一方で水ストレスを受けているが、硬い細胞壁による吸水力の向上や水分通導度の維持によって水ストレスに順化していると考えられる。

P1-159 コナラにおける葉内炭素動態 —¹³C パルスラベリングと NanoSIMS を用いて—

檀浦正子^{1,6}・田中千晴¹・高梨 聡²・竹内美由紀³・安宅未央子¹・吉村謙一⁴・小南裕志⁴・Priault, Pierrick⁵

¹ 京都大学農学部・² 森林総合研究所気象環境研究領域・³ 東京大学農学部・⁴ 森林総合研究所関西支所・⁵ Université de Lorraine, Ecologie et Ecophysologie Forestières・⁶ 京都大学地球環境学

樹木の葉において光合成で獲得された炭素は糖となり呼吸に使われ、またデンプンとして蓄積され、一部は師部を通過して非同化部分へと送られる。葉内の炭素動態は森林炭素循環における滞留時間を考えるうえで重要である。本研究ではコナラ (*Quercus serrata*) に¹³C パルスラベリングを適用し炭素の詳細な追跡を試みた。2014 年 7 月に行ったラベリングでは 3 時間ごとにサンプリングされた 33 時間目までの葉について可溶性炭素（糖類、アミノ酸、有機酸を含む）とデンプンの¹³C 同位体比を IRMS で測定した。2012 年 5 月に行ったラベリングでは、ラベリング直後および 6 日後の葉について切片を作成し NanoSIMS での観察を試みた。可溶性炭素の¹³C 同位体比はラベリング直後が最も高く徐々に減少していたが、デンプンの¹³C 同位体比はラベリング後夕方にかけて増加し、その後夜間に減少した。NanoSIMS での観察では、ラベリング直後にはみられなかったデンプン粒への¹³C の集積が 6 日後の葉で見られた。これらの結果は炭素が取り込まれた直後は可溶性炭素として存在し、時間とともにデンプンにも移動することを示している。

P1-160 クロマツ樹冠下に生育するクロマツ実生の生理特性～成長と光合成における外生菌根の効果～

中島寛文・江口則和・山下 昇
愛知県森林・林業技術センター

クロマツのような菌根性樹種において、菌根菌との共生関係は生理特性（光合成や成長）に大きな影響を及ぼす。また、菌根菌は種毎により宿主に与える影響が異なる上に、宿主の樹齢によって菌根菌相は遷移していく可能性も示唆されている。クロマツ成木の樹冠下で生育しているクロマツ実生にとっては、その最近隣の成木は菌根菌の感染源であると考えられる。つまり、最近隣の成木の樹齢が異なることで、菌根菌相が変化するとすれば、その傍で生育する実生の生理特性にも影響が生じると考えられる。

本研究では、類似した立地環境下において、クロマツの当年生実生は同程度の光合成特性を示したにも関わらず（菌根菌との光合成特性の関係は不明瞭）、成長特性には違いが認められた（茶色の菌根数と成長特性の間に負の相関）。更に、最近隣の成木の樹齢が高いと、茶色の菌根菌数は減少した。

菌根性樹種は、光合成産物を自身だけでなく菌根菌にも配分することが知られている。最近隣の成木の林齢に伴った菌根菌相の変化が、傍で生育する実生の菌根菌相を決定づけ、光合成産物の配分バランスに違いを生じさせたのかもしれない。

P1-162 スギ針葉におけるロドキサントンの蓄積に関する諸要因の検討

片畑伸一郎¹・加藤万季²・飯尾淳弘¹・向井 謙³

¹ 静岡大学農学部地域フィールド科学教育研究センター・² 和歌山県・³ 岐阜大学応用生物科学部

スギなどのいくつかの針葉樹では、冬期に直射日光にさらされた針葉が、緑色から褐色に変化することが知られている。この針葉の変化はカロチノイドの一種であるロドキサントンが新たに合成されたことによって起こる。このロドキサントンの蓄積は、冬季の直射日光が照射される針葉にのみ観察されることから、低温下における光阻害との関連性が想像されている。また、ロドキサントンの蓄積量や蓄積するタイミングと環境因子などとの関連性も推察されているが確証は得られていない。そこで本研究では、静岡県仏谷山南側斜面の様々な標高に生育するスギを対象に、クロロフィル蛍光や色素組成を測定した。さらに構造方程式モデリングを用いて、ロドキサントンの蓄積と様々な要因（環境・生理）との因果関係を明らかにすることに挑戦した。

P1-161 湛水前処理が熱帯湿地林構成樹種の植栽後の光合成に与える影響

則定真利子・山ノ下卓・小島克己
東京大学アジア生物資源環境研究センター

熱帯荒廃湿地における森林再生を成功させるためには湛水ストレスに対する応答の樹種特性の理解とストレス緩和のための造林技術の確立が欠かせない。植栽前に予め苗木を湛水状態で育成することによって湛水ストレスに対する応答を誘導して植栽成績を改善する可能性を検討するために、*Horsfieldia irya*, *Syzygium cinereum*, *Sy. kunstleri*, *Sy. longiflorum*, *Sy. oblatum*, *Sy. polyanthum*, *Stemonurus secundiflorus* の7種の湿地生熱帯樹木について苗畑において約4ヶ月の湛水処理を苗木に施し、植栽後の光合成の応答を調べた。植栽前の時点で *Sy. cinereum* 以外の種においては湛水処理による光合成の低下は認められなかった。*Horsfieldia irya* では、対照苗で植栽後に気孔が閉じて光合成が呼吸に転じたが、湛水苗では気孔開度と光合成が維持された。地際部の茎と主根の空隙率を調べたところ、*Sy. kunstleri* と *Sy. oblatum* で湛水処理により空隙率が増加し、通気組織の発達が示唆されたが、*Horsfieldia irya* では空隙率が他の種に比べて高いものの、湛水処理による変化は認められず、湛水処理によって植栽後の光合成が維持された背景には形態的適応反応以外の要因があると考えられる。

P1-163 落葉広葉樹の被陰応答における葉の厚さと光合成速度のトレードオフ

田中 格
山梨県森林総合研究所森林研究部

落葉広葉樹において、相対PPFD 100%および7.4%に展開した個葉の厚さと飽和光合成速度を測定し、相対値（相対PPFD 7.4%の値/相対PPFD 100%の値）に基づき、個葉レベルでの強度被陰応答性について検討した。測定した樹種は、コブシ、ケヤキ、ミズナラ、コナラ、クリ、ブナ、シラカンバ、ミズメの8種である。葉の厚さと飽和光合成速度の相対値は統計的に有意な正の相関を示し、被陰応答においても密接な関係にあることが確認された。このことは、強度被陰に対して光合成速度の低下が小さいほど、葉の厚さは厚くなり葉の生産コストは大きくなることを意味し、被陰に対して有利に適応するかという観点に立てば、葉の厚さと飽和光合成速度の応答はトレードオフの関係にあると考えられる。今回測定した8種は、シラカンバを除けば、被陰に対して葉の生産コスト向上により適応する樹種（ケヤキ）、光合成速度の低下抑制により適応する樹種（ミズナラ、コナラ）、中間的に適応する樹種（コブシ、クリ、ブナ、ミズメ）の3タイプに相対区分された。シラカンバは、被陰された際の葉の生産コストが高く、光合成の低下も大きかったことから、生理的観点からも被陰に弱い樹種であることが明らかになった。

P1-164 ブナ林下層の異なる光環境下で生育するチシマザサの葉群における光順応性について

呉 崇洋¹・藤好恭平²・服部一華²・赤路康朗¹・三木直子¹・廣部宗¹・坂本圭児¹

¹ 岡山大学大学院環境生命科学研究所・² 岡山大学農学部

ブナ林では倒木による林冠ギャップ、林冠層の樹種の展葉フェノロジーの違いによる季節的ギャップが樹木の更新に影響を与えていることが指摘されている。一方でブナ林の林床を優占するササはその被覆によって樹木の定着と生長を阻害し、その生育もそうした光環境の違いによって変化すると考えられる。そこで、本研究はブナ林において林冠の構造や林冠樹種によって異なる光環境の林床で樹木と競争的關係にあるチシマザサの生理生態的特性の解明を目的とした。そのため、岡山県北部英田郡西粟倉村に位置し、林冠層をブナ、ホオノキ、ミズメが優占するブナ林に130 m×10 mの調査区を設置し、チシマザサの稈の数及び葉数、個葉の面積と乾重、その他に、光合成速度など生理的特性について調べ、林冠の構造あるいは林冠樹種との関係を検討した。その結果、ギャップの下、ホオノキ林冠下、ミズメ林冠下、ブナ林冠下の順で、チシマザサの稈密度とバイオマスの量が高かった。また、このような林冠タイプにおいてチシマザサの稈数とバイオマスの変動、葉の入替り、個葉の形態、及び葉の光合成特性についても解析した。

P1-166 ポリアミンによる光合成促進が環境適応に果たす役割

杉村尚倫¹・松山 泰¹・末弘宗晃¹・才木真太郎³・石田 厚³・中野隆志⁴・安元 剛¹・神保 充¹・渡部終五¹・坂田 剛²

¹ 北里大学院海洋生命科学研究所・² 北里大学一般教育部・³ 京都大学生態学研究センター・⁴ 山梨県富士山科学研究所自然環境研究部

植物細胞が mM レベルで含有するポリアミン (PA) が、葉の内部で CO₂ 取り込みを促進し、光合成に寄与していることが明らかになりつつある。この仕組みが、乾燥地や低温期の光合成維持に役立っているか検証を行った。

亜熱帯の乾燥地に生育するテリハハマボウにおいて、葉の周囲の CO₂ 濃度を人為的に半減させると、葉内で CO₂ 利用効率が平均 11% 上昇することが示された。この上昇は PA の生合成阻害剤により少なくなること、湿潤な生育地の個体群ではわずかであることから、PA による光合成促進がテリハハマボウの乾燥地適応に役立っている可能性が示された。

また、温帯に生育するマテバシイの飽和光合成速度 (A_{max})、気孔コンダクタンス (g_s)、葉温、主要 PA (Put, Spd, Spm) の葉内含量などの季節変化を測定した。その結果、冬季には主要 PA が増加している傾向があり、さらに A_{max} の季節変化を共分散構造解析した結果、 g_s と葉温、Spm は、それぞれのパス係数が 0.74, 0.42, 0.42 と高く、特に Spm が冬の低温時の光合成に維持に役立っている可能性が示された。

P1-165 モウソウチクの光合成速度に関する予備的研究

大谷悠巴¹・奥村智憲¹・小杉緑子¹・柴田昌三²

¹ 京都大学大学院農学研究所・² 京都大学大学院地球環境学

一般にタケ類は成長の早い植物であり、高い炭素固定能がその一因ではないかと考えられている。大気中の二酸化炭素の上昇が地球温暖化現象を促進しているが、その対応として二酸化炭素の排出量削減を目指すと同時に、京都議定書などでは森林に二酸化炭素の吸収源としての機能も期待されている。大型木本の炭素固定能は徐々に明らかになりつつあるが、タケ類に関しては十分な研究は行われていない。現代の日本では、タケ類は管理が放棄された竹林の存在などで問題となっているが、一方で温暖化問題の解決にタケ類が貢献していることが明らかになればタケ類の再評価につながる。本研究では、日本を代表する大型タケ類であるモウソウチクについて調査を行った。竹林内に建てた観測塔 (15 m) の上部において、竹桿の上部の葉について、LI-6400 (植物光合成総合解析システム) を用い個葉単位で炭酸ガス濃度・水分蒸気圧等を測定し、単位時間当たりの炭素固定速度、光合成速度を算出し評価・分析を行った。その結果モウソウチクの光合成速度について、7月に激しい日中低下が見られる一方で、12月には光合成速度が日中維持されるという特徴が明らかになった。

P1-167 measuring the leaf carotenoid content using hyperspectral data

常 開¹・王 権²・藺部 礼²

¹ 静岡大学大学院農学研究所・² 静岡大学農学部

Carotenoid and chlorophyll pigment contents provide valuable information of physiological status of plants. Traditional methods for leaf pigment quantification may not be applicable for tracing the changes of the leaf pigment content overtime due to its time-consuming and destructive procedures. Previous studies suggested that the relationships between leaf biochemical and optical properties can be applied in reversely to retrieve leaf pigment concentrations. In this study, samples from a number of broadleaf tree species were collected and simultaneously measured leaf reflectance and leaf chlorophyll as well as leaf carotenoids for retrieving possible relationships between leaf carotenoid contents and reflectance characteristics. Furthermore, applicability of identified spectral indices has been evaluated also using the simulated dataset that generated from calibrated radiation transfer model PROSPECT5 for tracing the leaf carotenoids content.

P1-168 落葉広葉樹における光合成能力評価のための分光反射指数の探索

青井夕貴¹・藺部 礼²・王 権²

¹ 静岡大学大学院総合科学技術研究科 農学専攻・² 静岡大学農学部

地球全体の炭素循環を促える上で森林の光合成能力を広域的に把握する必要がある。ハイパースペクトルリモートセンシングは植物の生理生態情報の取得に活用されており、光合成能力を評価するうえで有効な手段となりうる。そこで、本研究では、冷温帯落葉広葉樹を対象に光合成能力を表す重要なパラメータである V_{cmax} (最大カルボキシレーション速度) と J_{max} (最大電子伝達速度) を汎用的に推定する分光反射指数の探索を目的とした。季節変化及び種による違いを評価するため、オオイタヤメイゲツ (*Acer shirasawanum Koidzumii*) に関しては春から秋にかけて、夏期に他の 12 種に対しても月に 1 回サンプリングを行った。また、対象樹を 1~3 層に分け、層ごとに個葉の A/Ci カーブ、分光反射率、葉面積、葉厚、生重量、絶乾重量、葉緑素量、C/N を測定した。A/Ci カーブから V_{cmax} 、 J_{max} を算出し、それらと分光反射率から最適な分光反射指数の探索を行った。

P1-170 針葉樹における酸素依存光合成電子伝達反応の解析

中村将太¹・乗富真理¹・Radka Vladkova²・津山孝人¹

¹ 九州大学農学部・² Bulgarian Academy of Sciences

光合成電子伝達反応は光化学系 II における水の分解で始まる。水は酸素、プロトン、電子に分解される。電子は光化学系 II から光化学系 I へと伝達され、チラコイド膜のストロマ側で $NADP^+$ を還元する。生成した NADPH は炭酸固定回路で消費され、 $NADP^+$ が再生する。低温や乾燥等の環境ストレスにより炭酸固定速度が低下すると、NADPH の消費も遅くなり、 $NADP^+$ の再生が電子伝達に追いつかなくなる。このような状況下では光化学系 I の還元側で酸素の還元が起きる。酸素還元の結果、活性酸素種が生成するが、それらは速やかに水へと還元される。水の分解に始まり水の生成に終わることから、一連の反応系は水-水サイクルと呼ばれる。酸素還元反応は水-水サイクルの律速段階と考えられている。我々はクロロフィル蛍光を測定することで、様々な種類の植物種において酸素還元反応の能力を比較した。その結果、針葉樹 (裸子植物) は広葉樹 (被子植物) よりも酸素還元能が高いことが分かった。本研究では、酸素還元能の制御機構を解析した。裸子・被子問わず、酸素還元能は 15°C 以下で小さく、0°C では酸素還元そのものが起きないことが分かった。

P1-169 シロイヌナズナ Rubisco 欠損変異体を用いた Rubisco 量および活性推定における最適波長選択

田村実加¹・王 権²・片畑伸一郎³

¹ 静岡大学大学院農学研究科・² 静岡大学農学部・³ 静岡大学農学部地域フィールド科学教育研究センター

光合成を表現するモデルにおいて重要なパラメータである最大カルボキシレーション速度 (V_{cmax}) は、カルビンサイクル内において炭素固定を触媒する酵素 Rubisco の活性および量に影響される。本研究では、野生型に比べ Rubisco の合成量が少ないシロイヌナズナの Rubisco 欠損変異体を対象として、野生型との分光反射特性を比較することにより Rubisco 量および活性に対する感度が高い波長を特定する。栽培環境を気温: 22°C、湿度: 約 70%、光量子束密度: 約 120 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、短日条件 (日長 8h) とし、8~11 枚目の本葉が展開後、最も新しい葉を選び光飽和下 ($800 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)、葉温 25°C において、細胞間隙内 CO_2 濃度-光合成速度 (A/Ci) および個葉の分光反射率を測定した。なお、 V_{cmax} は得られた A/Ci 曲線から算出した。ガス交換および分光反射率測定後、葉を液体窒素で凍結し、Rubisco 活性および量、そしてクロロフィル量の化学分析に用いた。また Leaf mass area, Equivalent water thickness 等の形態的特性および葉内窒素量の測定には同一個体から葉齢の近い葉を用いた。得られたデータより統計的解析を行う。

P1-171 針葉樹の光ストレス耐性 —変動光耐性の分子生物学的解析—

乗富真理¹・中村将太²・Radka Vladkova³・二村典宏⁴・津山孝人⁵

¹ 九州大学大学院生物資源環境科学府・² 九州大学農学部・³ ブルガリア科学アカデミー・⁴ 森林総合研究所生物工学研究領域・⁵ 九州大学大学院農学研究院

裸子植物は被子植物よりも葉緑体の酸素還元反応 (メーラー反応) の能力が高い。酸素還元反応は、活性酸素消去系である水-水サイクルの入り口の反応として、光合成の光阻害回避の役割を担う。近年、酸素還元反応を触媒する酵素 (フラボタンパク質 Flv) が藍藻から単離され、酸素還元反応を遺伝子レベルで解析できるようになった。Flv タンパク質は、藍藻が変動光下 (弱い光と強い光が交互に繰り返し照射される条件) で生育する際に機能する。我々は、ヒノキにおいて酸素還元反応が光合成の変動光耐性に寄与することを確認した。弱光 ($2 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$) の連続光に加えて強光 ($470 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$) のパルス光 (1 秒間) を繰り返し照射する変動光処理に対して、ヒノキはシロイヌナズナよりも光合成の耐性が高かった。スギ EST データベースを検索した結果、藍藻 Flv をコードする遺伝子 (*flv1*) のホモログを見出すことができた。本研究では、スギ *flv1* 候補遺伝子の機能解析を目的として、藍藻 *Synechocystis pcc 6803* の *flv1* 欠損株を作成した。針葉樹および藍藻における酸素還元能について議論する。

P1-172 高温ストレスによるスギ実生の遺伝子発現パターンの比較解析

伊原徳子¹・二村典宏²

¹ 森林総合研究所森林遺伝研究領域・² 森林総合研究所生物工学研究領域

致死的でない高温ストレスを与えることで個体の高温耐性が増す「耐暑性」の獲得が樹木でも報告されている。本研究は耐暑性誘導処理が高温ストレス応答遺伝子の発現に与える影響を明らかにすることを目的に行った。暗期8時間(16℃)、明期16時間(25℃)で発芽させた11母樹由来のスギ実生について、ほぼ全てで本葉が展開した後に半分の実生に暗条件下で38℃・3時間の耐暑性誘導処理を2日間行った。処理終了から24時間後にサンプリングを行い、さらに24時間後全ての個体に45℃・2時間の高温ストレスを与えた。その後25℃に戻し、1時間後及び24時間後にサンプリングを行った。3つの時点において、耐暑性誘導処理あり・なしから各4サンプル、計24サンプルのトランスクリプトーム解析を行った。得られた総計423,735,176リードをスギ全長cDNA配列にマッピングし、遺伝子発現パターンを比較した。その結果、熱処理1時間後においてのみ、熱ストレス応答制御の鍵であるHEAT SHOCK TRANSCRIPTION FACTORのホモログ遺伝子の発現レベルが耐暑性を誘導したサンプルで有意に低いことが明らかになった。

P1-174 ブナのタンニン合成経路に働く傷害誘導性遺伝子の探索

福井忠樹¹・鳥丸 猛²・赤田辰治³

¹ 弘前大学大学院農学生命科学研究科・² 三重大学大学院生物資源学研究科・³ 弘前大学農学生命科学部

植物の主要な防御物質として知られている縮合タンニン(プロアントシアニジン、以下PA)は食葉性昆虫による食害や物理的損傷によって葉に蓄積される。また冷温帯落葉広葉樹林の主要構成樹種であるブナにおいて、前年の食害が翌年の若葉におけるPA合成にまで影響を及ぼすことが報告されており、関連遺伝子のエピジェネティックな調節が関与していると考えられる。本研究はブナのPA合成経路に働く傷害誘導性遺伝子の探索と、翌年のPA合成に影響を与えるメカニズムの解析を目的とした。

これまでPA合成の調節遺伝子としてシロイヌナズナの種皮着色に関与する*TT2*が知られており、ポプラではそのホモログとして傷害誘導性の*MYB134*が報告されている。同様のブナホモログを探索する為、2015年10月中旬に青森県弘前市の千年農場で生育するブナ稚樹を用いて葉に傷害処理を行った。傷害処理前と処理後24時間の葉で発現しているRNAを比較した結果、ブナの傷害誘導性遺伝子として*FcMYB3202*が同定された。そこで当年生ブナ実生を用いて、*FcMYB3202*発現とPA合成の傷害誘導を指標としたシグナル伝達性の時間的、距離的要因と遺伝子DNAのメチル化を検討した。

P1-173 乾燥ストレスによるブナ実生の成長遅延と乾燥応答性*FcMYB1603*の発現

國嶋俊輔¹・鳥丸 猛²・大宮泰徳³・赤田辰治⁴

¹ 弘前大学大学院農学生命科学研究科・² 三重大学大学院生物資源学研究科・³ 森林総合研究所生物工学研究領域・⁴ 弘前大学農学生命科学部

白神山地には世界最大級のブナ林が分布しており、世界的にも希少な森林生態系が形成されているが、地球温暖化により現存のブナ林存続が危惧されている。本研究はブナの持つ環境適応能力を調べることにより、白神山地の環境保全に役立てることを目的としている。産地の異なるブナ実生の乾燥耐性を比較解析するため、青森県の白神山地、岩木山、鱒ヶ沢、岩手県の安比高原、山形県の戸沢村、鳥取県の大山など、合計7か所の異なる産地由来のブナ実生全90個体をコンテナ毎に9個体ずつ植え、対照区44個体、乾燥区46個体に分けて、樹高と幹直径の成長量と葉面積を比較解析した。その結果、乾燥区においては対照区に比べて肥大成長が遅延し、葉面積が減少する傾向が見られたが、個体数が限られていた為にどちらも有意な差としては検出されなかった。一方、乾燥ストレスにより強い発現誘導を示す*FcMYB1603*の機能解析を行うため、シロイヌナズナに遺伝子導入して恒常的に発現させたところ、長期の乾燥に対する強い抵抗性を示した。このシロイヌナズナ形質転換体を用いたマイクロアレイ解析によって、転写因子*FcMYB1603*の標的遺伝子を同定するための網羅的な探索を行っている。

P1-175 ブナ花成のエピジェネティック制御—開葉時の養分とDNAメチル化の関係—

和田尚之・斎藤秀之・渋谷正人・小池孝良

北海道大学農学部

着花技術は多くの樹木で確立できておらず、花成メカニズムの解明が求められている。既往の着花技術の開発研究の問題点として、再現性の低さがある。この原因としてある時期の効果のみ検証している点がある。しかし、開花の制御には時期の異なる2つのメカニズムが働いている可能性がある。1つ目は、花芽分化時の即時的な制御である。2つ目はDNAメチル化を介したエピジェネティック制御である。本報告では、開葉後のブナの葉に窒素とリンの施肥を行い、花芽分化時の葉の養分濃度が葉の*FT*遺伝子発現量に与える影響を調べた。さらに、葉の*FT*遺伝子のDNAメチル化率を定量し、花成との関係性を調べた。養分施肥の結果、窒素施肥でのみ*FT*遺伝子発現量が増加した。しかし、窒素による*FT*遺伝子の転写促進効果は花芽分化していない枝ではみられなかった。以上からブナでは、窒素には花成の促進効果があるものの、その効果は条件付きであり、他のメカニズムによって花芽分化の可否、つまりは*FT*遺伝子の転写の可否が制御されていることが考えられた。発表では、DNAメチル化率との関係についても報告する。

P1-176 リーフマイナー潜入葉の解剖学的特性

薬師川穂・池田武文・大島一正

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

葉に潜り込み、葉肉細胞を摂食する昆虫をリーフマイナーと呼ぶ。一般に昆虫が葉を摂食すると、食べられた箇所の細胞は褐変・枯死するが、リーフマイナーが摂食した葉は緑が維持される。そこで、リーフマイナーと植物の相互関係を探るために、潜入葉の光学顕微鏡と走査電子顕微鏡による観察及びクロロフィル蛍光を測定した。材料はクルミホソガが潜入したカシグルミの葉（恒温室内）と、野外採取した5種の葉を用いた。光顕観察では、葉のメイン部の切片を作製し、サフラニン-ファストグリーン²の二重染色を行った。その結果、カシグルミの葉肉細胞には顕著な活性の低下や壊死は生じていなかった。野外採取の種では、クズを除くすべてで細胞の壊死はみられなかった。いずれのメインにおいても摂食跡はメインのある組織のみであり、まわりの組織への損傷はほとんどなかった。また、クロロフィル蛍光の測定結果から、すべての葉でメイン部分の光合成活性が低下していた。以上から、メイン形成によって葉の光合成活性は低下するが、細胞それ自体の活性は維持されているようであった。クズのメインは、メインに接する細胞壁がスベリン化していた。

P1-178 ヒノキ人工林の保育管理がオサムシ科甲虫群集に与える影響

鷲見勇貴¹・大久保達弘²・逢沢峰昭²

¹ 宇都宮大学大学院農学研究所科・² 宇都宮大学農学部

栃木県北部の宇都宮大学船生演習林において、ヒノキ人工林の保育管理がオサムシ科甲虫の種組成と多様性に与える影響を調べた。調査地として、植栽から皆伐まで、保育管理ごとに、2014年は11林分、2015年は12林分（計23林分）を設定した。さらに、これらの林分を、林齢によって幼齢林（Y1~Y9）、若齢林（I1~I10）および壮齢林（M1~M4）に区分した。2014年6~11月、2015年5~11月にかけて各月1回、1プロットに10個のピットフォールトラップを3日間設置してオサムシ科甲虫を捕獲した。その結果、23林分において、総計33種5,389頭が捕獲された。幼齢林では種数が多く、草地性のゴモクムシ亜科やアオゴミムシ亜科が多くみられた。また、I8、I10およびM4では個体数が特に多く、これはクロツヤヒラタゴミムシの多量発生に起因していた。主座標分析の結果、幼齢林が他のプロットと異なる座標配置を示した。これは、幼齢林では下層植生が発達するため、草地性種が多く出現するためと考えられた。また、下刈や間伐などの保育管理では種組成に大きな変化はみられなかった。一方、皆伐では下層植生の大きな増加にともなって、種組成が大きく変化することが明らかとなった。

P1-177 葉食性鱗翅目昆虫ギルドの寄主選択及び専門化に対する植物の系統と形質の影響

阿部智和¹・Rajesh Kumar²・Martin Volf³・Martin Libra³・阿部 永⁴・福島宏晟⁴・Vojtech Novotny³・村上正志⁴・鎌田直人⁵

¹ 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・² Central Muga Eri Research & Training Institute・³ Czech Academy of Sciences・⁴ 千葉大学大学院理学研究科・⁵ 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

森林の植物-植食性昆虫群集において、植食性昆虫のギルドは植物の系統により影響を受ける。しかし、植物の形質には系統と相関が弱いものがある。近縁な植物間で変異に富む形質が、植食性昆虫の寄主選択や、群集構造に影響する可能性も考えられる。本研究では、葉食性鱗翅目昆虫の寄主利用を調べ、特定の寄主への特殊化するプロセスを考察した。調査は北海道大学苫小牧研究林の冷温帯落葉広葉樹林にて、2014年の5月から8月に行った。0.15haのプロット内の胸高直径5cm以上の樹木（11科19種）から幼虫を採集して室内で飼育し、成虫の外部形態と生殖器により種の同定を行った。2植物種間の系統距離と共に昆虫ギルドの非類似度が増加した。各植物種上の昆虫種内のジェネラリスト種の割合及び、葉の単位重量あたり種数には、系統シグナルはみられなかった。植物の形質としてSLA、C:N比、トリコーム密度のいずれにも系統シグナルは認められず、また昆虫群集に対する有意な影響もなかった。一方で、植物の系統は、昆虫ギルドと関係が認められた。これらの結果から、昆虫の特殊化が、植物の形質の影響を受け、植物の各分類群内で独立に起きたことが示唆された。

P1-179 マツノザイセンチュウにおける角皮構造の系統間比較

浴野泰甫・竹内祐子

京都大学農学部

線虫の体表面を覆う角皮は、虫体を外的環境と隔て保護する役割を担っている。植物を加害する線虫においても、活性酸素など宿主植物が生成する防御物質に耐える上で角皮が重要な役割を果たしている可能性がある。本研究では、マツ材線虫病の病原体であるマツノザイセンチュウにおいて角皮微細構造を観察し、病原力（マツを枯死させる力）が異なる系統間で比較した。使用した系統は強病原力系統P9ならびに弱病原力系統P3及びF7である。系統間で角皮に構造上の違いはなく三層から構成されていたが、強病原力系統の角皮は弱病原力系統より厚く、特にその差は中間層で著しかった。続いて、P3及びP9において活性酸素に対する耐性を調査した。両系統を0~40mMの過酸化水素水に浸漬し、生存率を測定したところ、P9はP3より高い生存率を示した。また、10mM及び20mMの過酸化水素水に両系統を浸漬し、過酸化水素減少量を測定したところ、系統間で明確な差を確認することはできなかった。以上のことから、本種では角皮の厚さが過酸化水素の虫体への浸透性に関与し、その結果、角皮が厚いほど過酸化水素に対する耐性が高くなっている可能性が示唆された。

P1-180 タイムラプスカメラによるツシマウラボシジミの分布調査法の検討

柴田桂太・三谷奈保

日本大学生物資源科学部

希少種のチョウは個体数が少ないため、分布の確認には長時間、あるいは広範囲の調査が必要となる。その一方で、専門家以外によるチョウの目撃情報は、種同定の信頼度について判断が難しく、調査を実行可能な人材は限定される。また、希少種のなかには頻回な調査やアクセスが困難な離島や高山地帯を分布域とするものもあり、専門家がかけられる調査量には限界がある、そこで、専門家以外にも実行可能かつ信頼度の高い調査方法として、タイムラプスカメラ調査について検証した。本研究の目的は、タイムラプスカメラでツシマウラボシジミを撮影できるか、また撮影された画像から種同定ができるかについて明らかにすることとした。

調査地は、長崎県対馬市のツシマウラボシジミの放蝶地点、放蝶地点から200m離れた地点、本種の卵、幼虫、蛹の目撃地点の3カ所とした。5台のタイムラプスカメラにより、本種の食草または吸蜜植物を20秒間隔で、約1ヶ月間、継続的に撮影した。総撮影枚数約27万枚のうち、740枚で本種と同定されるチョウが撮影された。

P1-182 福島県のナラ枯れの被害分布推移と被害要因の検討

月田祥拓¹・福沢朋子²・逢沢峰昭¹・大久保達弘¹

¹ 宇都宮大学農学部・² 東京農工大学大学院連合農学研究科

福島県では、2000年にカシノナガキクイムシの穿入によるナラ類集団枯損被害（以下、ナラ枯れ）が北西部で発生・拡大し、隣接する栃木県へのナラ枯れ被害侵入の可能性が考えられた。本研究では2015年の福島県のナラ枯れ被害分布の把握および気象・標高・樹種植生と被害との関連性について検討し、今後の被害推移の予測を行った。被害分布の把握は福島県の主要道路を自動車で行きながら、ナラ枯れ被害木を観測することで行った。その後、被害位置をGISソフト上で3次元メッシュ化し評価した。また、2011～2015年までの被害量と気象条件はゼロ過剰モデルを用いて被害要因の検討を行った。結果、福島県の被害は2011年から被害量は減少したが、2015年も新規被害地の発生が確認され、ナラ枯れ被害は未だに継続していた。気象条件と被害量の関係については6～9月の平均気温と12～3月の平均最深積雪量について有意な正の効果がみられた。2015年の被害位置からの距離、樹種植生、標高および気温をもとに今後のナラ枯れ被害の拡大予想図を作成したところ、福島県から栃木県へは西郷村から那須町への経路で侵入する可能性が示唆された。

P1-181 谷川山系荒沢山（新潟県）における標高傾度に沿ったカシノナガキクイムシの発生

福沢朋子¹・新井涼介²・逢沢峰昭²・北島博³・所雅彦³・大久保達弘²

¹ 東京農工大学大学院連合農学研究科・² 宇都宮大学農学部・³ 森林総合研究所森林昆虫研究領域

カシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）の穿入に伴うナラ類集団枯損被害は、1980年頃から日本海側を中心に拡大した。2011年の群馬県北部のみなかみ町における被害分布調査から、被害は被害量の多い日本海側の新潟県から標高2000mを越える谷川連峰を越えて広がってきたものと予想された。しかし、ナガキクイムシ科甲虫の活動には一定以上の気温が必要であり、高標高地域では発生数などが制限される可能性がある。本研究では上記の可能性の検証のため、みなかみ町に隣接する新潟県湯沢町の荒沢山（標高1,303m）において、標高傾度に沿ったカシナガ成虫の発生数と飛翔数を調査した。2015年6月15日～12月1日にかけて、標高600～1000mの尾根上の前年枯死木13個体に発生トラップを、標高100mごとに飛翔トラップ（各2基）を設置し、発生数および飛翔数をそれぞれ調べた。その結果、本調査地の発生・飛翔の初発日は7月19日であった。発生数は各調査木で大きなばらつきがみられたことから、標高間の違いよりは樹液の滲出量などの各調査木の状態によって決定される可能性が推察された。一方、飛翔数は標高上昇に伴って減少するとともに、飛翔時期が遅くなる傾向がみられた。

P1-183 関東地方におけるニホンヤマビル集団遺伝構造

森嶋佳織¹・逢沢峰昭²・中山ちさ³・大久保達弘²

¹ 宇都宮大学大学院農学研究科・² 宇都宮大学農学部・³ 群馬県林業試験場

近年、関東地方においてニホンヤマビル（以下、ヤマビル）の吸血被害が問題化している。栃木県では、2011年以降、これまで生息が確認されなかった地域においても吸血被害が報告されるようになった。ヤマビルは、吸血という特徴を持つため、古くからの分布地が把握されている上、移動性が低いと予想されることから、その遺伝構造を調べることで、近年の栃木県および、関東地方の分布拡大がどのように生じたのか明らかにできると考えられた。そこで、古くからの分布地である神奈川県、千葉県、群馬県、栃木県の計6集団と、栃木県の近年の分布拡大地域の3集団の計9集団（114個体）から解析試料を採集した。吸血動物の血液混入を防ぐため、尾吸盤からDNAを抽出し、ミトコンドリアDNAのCOI領域の塩基配列（658bp）を決定した。そして、ハプロタイプ間の系統解析、遺伝的多様度の算出、およびミスマッチ分布解析を行った。その結果、関東地方の9つのヤマビル集団から19のハプロタイプが検出され、集団遺伝構造を有することがわかった。さらに、栃木県の近年の分布拡大集団は、過去にボトルネックを受けた可能性が示唆された。

P1-184 クマ剥ぎ被害木の昆虫・鳥獣による二次的、三次的利用について

田村大輔・箕口秀夫

新潟大学農学部

クマ剥ぎを受けた立木の剥皮部位では、昆虫による営巣等の二次利用や、クマやキツツキ類による採餌等の三次利用が確認されている。森林生態系に及ぼすクマ剥ぎの影響を評価するためには、この二次、三次利用の実態を明らかにする必要がある。そこで今回、二次、三次利用の発生状況、それぞれの利用に影響している要因の解明を目的に調査を行った。

調査地は山形県小国町、新潟県阿賀町と新発田市のスギ人工林に計5カ所の調査プロットを設置して行った。調査プロット内の全被害立木について、被害木本数、剥皮部位数、昆虫類の営巣痕と鳥獣類による採餌痕の記録を行った。また、剥皮部位の属性を記録し、二次、三次利用に影響している要因の検討をした。

調査地間、剥皮方向間でクマ剥ぎ被害木本数、剥皮部位数に違いを確認できた。

二次利用が見られた剥皮部位の割合は調査地間で大きな差はなかったが、剥皮方向間では差が見られた。解析結果より、昆虫類は、剥皮部位の営巣に影響する要因を重視することが考えられた。

三次利用の数は調査地間、剥皮方向間で違いが見られた。結果より、クマは昆虫の営巣状況、採餌効率から剥皮部位を選択することが考えられた。

P1-185 ツキノワグマによるクマ剥ぎ被害の形態とその年次変化

北島 優¹・大平敬典²・箕口秀夫²

¹新潟大学大学院自然科学研究科・²新潟大学農学部

ツキノワグマによるクマ剥ぎ被害は林業経営上問題になっている。クマ剥ぎを防ぐためにはその実態、および発生要因を明らかにすることが必要である。また、クマ剥ぎ被害発生量には年次変化があることが知られている。そこで同じ調査地において継続的な調査を行うことによって、クマ剥ぎの形態や発生数の年次変化を明らかにし、クマ剥ぎの発生要因を考察する。調査は新潟県阿賀町、新発田市、および山形県小国町で2013年から2015年までの3年間行った。毎年クマ剥ぎ時期に新規被害木の調査を行った。新規被害木は胸高直径を計測し、被害状況を記録した。同時期に加害クマ特定のため、調査地にカメラトラップを設置した。カメラトラップには毎年同様にツキノワグマが撮影されたが、クマ剥ぎ被害量は3調査地すべてで2013年に被害量が多く、2014年は少なくなり、2015年に再び多くなる年次変化がみられた。被害時期においても2013年と2014年はクマ剥ぎ開始時期がほぼ同じ時期であったが、2015年は被害が早くから発生する傾向が見られた。また、剥皮面積は阿賀町を除いて2013年は大きく、2014年に小さくなり、2015年に大きくなっていった。

P1-186 高知県中部の小面積皆伐地周辺における給餌によるニホンジカ誘引効果の季節変化

後藤将太¹・八代田千鶴³・酒井 敦²・奥村栄朗²・比嘉基紀⁴・石川慎吾⁴

¹高知大学大学院総合人間自然科学研究科理学専攻・²森林総合研究所四国支所・³森林総合研究所関西支所・⁴高知大学理学部

ニホンジカによる林業被害が深刻化している地域において再造林を推進するためには、皆伐地周辺で効率的にシカの個体数を管理する必要がある。本研究では皆伐地周辺における給餌によるシカの誘引効果を明らかにすることを目的に、2015年の夏、秋、冬期に高知県内の小面積皆伐地においてシカの誘引調査を行った。皆伐地とその周辺の林内で餌資源量の異なる6カ所計12地点に調査地を設置し、自動撮影カメラによるシカの出没頻度調査、林床植生の刈り取り調査、2週間の誘引調査を行った。誘引調査の結果、給餌期間中は前後の期間と比較してシカの出没頻度が増加し、その頻度は、皆伐地、林縁、二次林で高かった。夏、秋、冬期共に餌資源量にかかわらずほとんどの場所で餌が完食されていた。銃器の使用が可能な時間帯(日中)でシカが出没したのは日の出直後が最も多く、昼間にはほとんど確認されなかった。以上のことから、皆伐地、林縁、二次林ではシカを効率的に誘引できる可能性があるものの、銃器で捕獲を行うためには、シカが日中に出没するように給餌方法を調節する必要があると考えられる。

P1-187 島根県弥山山地におけるニホンジカの採食と剥皮の樹種選択性

河野圭太・久保満佐子

島根大学生物資源科学部

ニホンジカが生息する島根半島西部に位置する弥山山地において、ニホンジカの採食および剥皮の樹種選択性を調べた。10m×10mの調査区をアカマツ林とコナラ林、イヌシデ林、スダジイ林で合計36カ所設置して出現する樹種および胸高直径、シカの採食および剥皮の有無を調べた。その結果、合計786個体、37種が確認され、個体数はアカマツ、シロダモ、ソヨゴの順に多く、アカマツおよびシロダモは剥皮および採食の被害が少ない傾向があった。一方、エゴノキ、スダジイ、ヤマボウシ、リョウブは出現本数の半分以上に採食および剥皮が確認され、特にエゴノキ、カマツカ、スダジイ、ソヨゴ、ヤマボウシ、リョウブはシカの採食および剥皮の被害が高い樹種であった。胸高直径には傾向がみられなかった。また、コナラ林の調査区で採食および剥皮が多いこれらの種が多い傾向が見られた。このことから、アカマツとシロダモはシカが生息している本地域で生育が可能な樹種であり、シカはエゴノキ、スダジイ、ヤマボウシ、リョウブを優先的に採食すると考えられた。

P1-188

(講演キャンセル)

P1-189 森林性ネズミ 2 種による 3 種の種子の利用様式 — クリ・トチノキ・オニグルミの混合供試実験 —

三浦 光¹・柏木晴香²・辻本悟志²・梶村 恒²

¹ 名古屋大学農学部・² 名古屋大学大学院生命農学研究科

森林性の野ネズミ類、とくにアカネズミ属は、貯食型種子散布における主要な散布者である。したがって、野ネズミ類の落下種子に対する選好性は、それらの種子を生産する樹種の更新および分布拡大、ひいては森林動態に影響を及ぼす。野ネズミ類の種子選好性については多くの知見があるが、異なる多樹種の種子を混合して供試した場合の事例は少ない。本研究では、調査地（愛知県北東部）に生息するヒメネズミおよびアカネズミを対象として、3 樹種（クリ、トチノキ、オニグルミ）の種子に対するそれぞれの反応を観察した。

供試実験は、広葉樹パッチに隣接する、ヒノキ・アカマツ林にて行った。円周上に種子を配置できる餌台を作成し、3 樹種を交互に並べることで、どの方位から進入しても各樹種へアクセスできるようにした。種子は個体ごとに識別し、餌台へ向けてカメラを設置した。また、餌台から持ち去られた種子の追跡調査も行った。

ヒメネズミはクリを非常に強く選好し、優先的に持ち去った。アカネズミはトチノキやオニグルミも積極的に利用した。また、種子の持ち去り先および利用様式についても、ネズミ種と樹種の組み合わせで、類似点あるいは相違点が認められた。

P1-190 森林施業がアカネズミとヒメネズミの堅果分散に及ぼす影響

大石圭太¹・児嶋音衣²・石場理紗²・畑 邦彦³・曾根晃一³

¹ 鹿児島大学大学院連合農学研究科・² 鹿児島大学大学院農学研究科・³ 鹿児島大学農学部

日本の多くの森林で同所的に生息するアカネズミ（以下、アカ）とヒメネズミ（以下、ヒメ）は貯食行動を通してブナ科の堅果分散に貢献する。そのため、林野庁で推進される針葉樹人工林の育成複層林化や広葉樹林化に対する間伐や皆伐の効果を評価するためには、これらの森林施業が野ネズミの生息状況に及ぼす影響を明らかにする必要がある。しかし、アカとヒメのモニタリングを施業前から継続した研究例はほとんどない。

2014 年の大会では、2012 年 9 月に約 50% の間伐を行ったスギ人工林とこれに隣接した広葉樹林において、間伐以前から実施したアカとヒメの標識再捕調査、ラジオテレメトリー法による追跡調査、貯食行動調査をもとに、施業直後の著しい影響とその後の個体数の回復、間伐で生じた残渣のネズミに対する誘引効果を報告した。これとは別の林分で 2013 年に皆伐、2015 年に下刈りと植栽が行われ、間伐林分と同様、施業前後でアカとヒメのモニタリングを実施した。本大会では、アカとヒメの生息状況や貯食行動に対する間伐と皆伐施業の効果を比較し、森林施業がネズミの堅果分散に及ぼす影響を考察する。

P1-191 針葉樹人工林におけるシジュウカラ科鳥類 3 種の繁殖生態と広葉樹パッチとの関係

近藤 崇・早瀬晴菜・肘井直樹

名古屋大学大学院生命農学研究科

針葉樹人工林は、日本の森林面積の約 4 割を占めており、主要な森林生態系のタイプの一つとなっている。人工林は一般に、樹種や林齢が均一的であるため、上位捕食者である森林性鳥類にとって、営巣場所や餌資源が少ない環境である。そこで、餌資源の供給源として、人工林内に存在する広葉樹林（広葉樹パッチ）に着目し、シジュウカラ科鳥類の繁殖生態を調査した。調査地は、愛知県豊田市の名古屋大学稲武フィールド内の 40-60 年生のスギ人工林であり、林内の尾根や沢沿いの一部に、最大 0.6 ha 程度の広葉樹パッチが複数存在する。2012-2015 年に約 60 個の巣箱を設置し、繁殖期である 4-7 月の間、週に 1 回以上の頻度で、営巣した巣箱の位置と繁殖特性（一腹卵数、巣立ち雛数、14 日齢雛の体重）を記録した。広葉樹パッチの分布の評価には、営巣場所から最も近い広葉樹パッチまでの距離と、巣箱から一定距離ごとの内側にある広葉樹パッチの面積を用いた。本発表では、カラ類 3 種が繁殖を行った場所と広葉樹パッチの分布との関係、およびその繁殖特性を検証し、針葉樹人工林においてカラ類の繁殖を可能にした広葉樹パッチの機能とその意義について考察した。

28 日 口頭発表・ポスター

P1-192 積雪地へのシカ分布域拡大が植生に与える影響

佐藤 優²・望月翔太²・箕口秀夫¹

¹ 新潟大学農学部・² 新潟大学大学院自然科学研究科

【目的】積雪地帯において、適切な資源管理のために人工林の広葉樹林化が検討、実施されている。広葉樹林化を阻害する森林被害、そして広葉樹林化により発生が懸念される森林被害として病虫獣害がある。このなかで、森林生態系への被害が問題となっているのが、シカ被害である。近年、積雪地帯にシカが生息復帰している。そこで、積雪地帯において、シカの生息場所選択と森林生態系に与える影響を明らかにする。【方法】少雪から多雪地帯にかかる新潟県上越市名立区を調査地とした。調査地には、スギ人工林の他、落葉広葉樹林、カラマツ人工林、および農地が景観要素として点在している。現地調査では、カメラトラップ法と植生・シカ被害調査を実施した。調査地に40台のカメラトラップを設置し、設置箇所を起点に調査サイトを設けた。調査サイトを環境特性ごとに整理し、それらの比較によって林分スケールにおける、シカの利用する環境、植生被害に代表されるその環境に及ぼしている影響を検証した。影響の検証には2014年、2015年の2カ年分のデータを用いた。さらに、GISを用いて景観スケールでの土地利用形態の影響についても検証した。

P1-194 奈良県内のヒノキおよびスギ人工林におけるニホンジカの樹皮剥ぎ被害 — 4 齢級以上の林分について —

若山 学

奈良県森林技術センター

【はじめに】奈良県の民有林の約62%を占めるヒノキおよびスギ人工林でのニホンジカの樹皮剥ぎ被害の実態を把握することを目的に調査を行った。【方法】調査は、4 齢級以上でニホンジカの樹皮剥ぎ被害が発生しているものの侵入防止柵（防護柵）やテープ巻き付け等の樹皮剥ぎ被害対策が実施されていない人工林で行った。2009年～2014年にかけて、面積0.1～0.35haの調査地を各年2～3カ所ずつ合計13カ所（ヒノキ人工林調査地10カ所、スギ人工林調査地3カ所）設定した。そして調査地内に発生した樹皮剥ぎ被害の有無、被害部の大きさ（幹周囲方向の長さ、上下の長さ）、被害を受けた被害部の方向（山側あるいは谷側等）について記録した。【結果】各調査地における樹皮剥ぎ被害の発生率はヒノキ人工林では7～40%、スギ人工林では2～34%であった。樹皮剥ぎ被害の大きさは、幹周囲方向においてはヒノキおよびスギ人工林の各調査地のいずれも幹周囲長の1/4以下が多かった。樹皮剥ぎの垂直方向の長さの各調査地における平均は、ヒノキ人工林では29～86cm、スギ人工林では20～90cmであった。被害部の方向についてはヒノキ、スギ人工林ともに明確な傾向は見られなかった。

P1-193 富士山南麓の落葉広葉樹林におけるニホンジカの影響によるスズタケ衰退後の植生変化

佐藤佑樹¹・吉川正人²・岡田真樹¹

¹ 東京農工大学大学院農学府・² 東京農工大学大学院農学研究院

富士山南麓の落葉広葉樹林ではシカの採食圧により、2009年頃から林床のスズタケが急速に衰退した。本地域ではスズタケ衰退前の2006～2008年に植生調査を行っていたため、スズタケ衰退後の2014～2015年に同一スタンダード36ヶ所、他8ヶ所で植生調査を行い、階層構造と種組成の変化を明らかにした。

スズタケの衰退後、草本層では木本種の実生や小型草本種あるいは矮小化して生育できる草本種、不嗜好性の草本種などの出現頻度が増加し、植被率と出現種数が増加した。2006～2008年での種の出現傾向より、主に木本種の実生は上層の母樹から、草本種はスズタケがもともと優占しない周囲の植生から侵入したと考えられた。DCAの結果からは、スズタケ衰退後の種組成がスズタケのもともと優占しない周囲の植生へと近づく傾向もみられた。

スズタケがもともと優占しない植生の草本層でも、木本種の実生や小型草本種あるいは矮小化して生育できる草本種、不嗜好性の草本種などの出現頻度が増加したが、植被率に変化はなかった。また、フタリシズカのような不嗜好性種の優占度が増加したほか、採食圧に耐性をもつハコネイトスゲが2006～2008年と変わらず高い優占度で生育し続けていた。

P1-195 新植地におけるニホンジカ誘引餌の検索と囲い罠を用いた捕獲試験

福本浩士・浅井俊次・井面美義

三重県林業研究所

【目的】戦後に拡大造林されたスギ・ヒノキ人工林が成熟期を迎え、今後、皆伐・再造林の増加が見込まれるが、シカによる苗木食害のため成林が困難な状況にある。被害を軽減するためには、侵入防止柵の設置だけでなく、新植地を餌場とするシカ集団を集中的に捕獲する必要がある。そこで、新植地においてシカを効率的に捕獲するための誘引餌の検索と移動組立式囲い罠を用いた捕獲試験を実施した。【方法】調査地は県内3カ所の新植地である（以下、大紀A、大紀B、松阪）。餌資源が少ない時期（2～3月）と餌資源が豊富な時期（5～6月）にヘイキューブのシカ誘引効果を調査した。また、後者の時期において、きのこ栽培用廃菌床ブロックのシカ誘引効果を検証した。さらに、遠隔監視・遠隔操作によるシカ捕獲システムを構築し、捕獲試験を実施した。【結果】大紀A、Bではヘイキューブの誘引効果は認められたが、松阪ではその効果を確認できなかった。大紀A、B、松阪では廃菌床ブロックの誘引効果は認められなかった。今回構築した捕獲システムにより継続的にシカを捕獲することが可能となった。

P1-196 250m メッシュを単位としたシカ出現ハザードマップの開発

江口則和¹・石田 朗¹・山下 昇¹・高橋 啓²・鈴木千秋³・佐藤亮介³

¹ 愛知県森林・林業技術センター・² 特定 NPO 法人穂の国森林探偵事務所・³ 株式会社マップクエスト

【はじめに】ニホンジカ（以下、シカ）の密度は5×5kmメッシュ単位で算出されることが多いが、現場でのシカ害防除活動には広範なため活用しづらいという問題がある。現場での防除活動に役立てるために、より狭い250×250mメッシュ単位でシカの出現を予測できる「シカ出現ハザードマップ」を開発することを目的とした。【材料と方法】愛知県東部地域において、ライトセンサスとGPS首輪を用いたシカ11個体の追跡調査を行い、各メッシュでの夜間（19:00-5:00）のシカ発見数および測位数をカウントした。また、階層ベイズモデルを用いて、これらデータと各メッシュの環境情報（植生や地形等）とを統合することで、シカの出現しやすいメッシュを予測し、ハザードマップを作成した。さらに、行政職員対象のシカ目撃アンケート調査から、ハザードマップの精度を検証した。【結果と考察】スギ・ヒノキ林、水田、牧場の多いメッシュで出現しやすいというハザードマップを作成した。アンケートによるシカ目撃箇所と、ハザードマップの予測とは比較的一致していた。本ハザードマップを活用すれば、シカ柵やワナ設置箇所の検討などシカ害防除対策の効率を高めることができるだろう。

P1-198 ニホンジカの生息密度が異なる場所でのライトセンサス、区画法、カメラトラップ法の比較

石田 朗¹・江口則和¹・山下 昇¹・高橋 啓²

¹ 愛知県森林・林業技術センター・² NPO 法人穂の国森林探偵事務所

愛知県のシカは、1980年頃には東部の本宮山周辺や北東部の長野県境に生息が限られていたが、現在では県東部のほぼ全域にまで分布が拡大し、農作物や造林等への被害が増加している。本研究ではシカ対策に必要な生息個体数の変化を明らかにするために、生息域拡大の核と考えられる県東部の豊根村と新城市作手、その周辺の豊田市と新城市上吉田の計4ヶ所で、環境省の同一5kmメッシュ内でライトセンサス（H26とH27の春・夏・冬、各所20~30km）、区画法（H26とH27の秋、各所200ha前後）、カメラトラップ法（H26年5月~H27年12月、各所自動撮影カメラ8台）を実施した。その結果、生息密度は区画法では作手、豊根・豊田、上吉田の順で、ライトセンサスとカメラトラップでは共に豊根、作手、豊田、上吉田の順で多く、ライトセンサスとカメラトラップの傾向が一致していた。また、これらの方法は季節変化の傾向も一致していた。一方、区画法、ライトセンサスで生息が確認できない場所でもカメラトラップではシカが確認できた。以上のことから、地域個体数の推移を明らかにするにはライトセンサスやカメラトラップが有効で、特に低密度の場所ではカメラトラップが有効と考えられた。

P1-197 下刈りを省略したスギ植栽地におけるシカ被害率の経年変化

野宮治人¹・山川博美¹・香山雅純²・荒木眞岳³・金谷整一¹・安部哲人¹・重永英年¹

¹ 森林総合研究所九州支所・² 国際農林水産業研究センター林業領域・³ 森林総合研究所植物生態研究領域

造林初期の幼齢木に対するシカ被害が全国的に報告されている。下刈り省略によるシカ被害軽減の効果を明らかにするため、九州内の水源林造成事業地（スギ植栽）10箇所のそれぞれに下刈区と無下刈区を設定して、スギの樹高成長とシカ被害の推移を4年間調査した。水源林造成事業地は一般的な再造林地と異なり、植栽当年から再生植生は比較的発達している。シカ被害は、主軸梢端への被害（主軸被害）と枝葉梢端への被害（枝葉被害）に区分した。全個体が枝葉被害と主軸被害を受けた激害地（2地点）を除くと、下刈区におけるシカ被害率は植栽当年（樹高45cm程度）に最も高く、次第に低下する傾向にあった。さらに、最も被害の大きかった植栽当年の下刈区と無下刈区を枝葉被害で比較すると、激害地ではいずれも100%にちかい被害を受けていたが、中害（微害：4年後の被害率が10%以下）と判断した地点では下刈区で62~89%（25~89%）であったものが、無下刈区では20~64%（9~80%）であった。植栽木の樹高が高くなると主軸被害率は低下した。激害地を除けば、下刈り省略によるシカ被害軽減の効果は期待できると考えられる。

P1-199 同所的に生息するニホンジカとカモシカの食性比較

安藤正規¹・酒井愛里¹・島村咲衣²・後藤真希³

¹ 岐阜大学応用生物科学部・² 岐阜県加茂農林事務所・³ 岐阜県郡上農林事務所

近年、日本各地でニホンジカ（以下シカ）の増加・分布拡大による森林植生の衰退が問題となっている。シカと同じ大型草食動物であるニホンカモシカ（以下カモシカ）とシカの分布が重複する地域では、両種間で環境や餌資源を巡る競合が生じると予想される。特に、シカの影響による下層植生の衰退は、カモシカの食性にも大きな影響を与えると予想される。しかし、両種が同所的に生息する地域において、両種の食性を比較した研究は少ない。本研究では、現在両種が同所的に生息している岐阜大学位山演習林（以下位山演習林）において両種の食性を比較した。2013年4月から2015年10月にかけて位山演習林で採取した両種の糞133サンプル（シカ：105、カモシカ：28）について糞分析を実施しその構成を分析した。一般化線形混合モデルによる分析の結果、シカはカモシカよりもササの構成割合が大きく、一方カモシカはシカよりも双子葉類の構成割合が大きい傾向がみられた。しかしながら主成分分析の結果では両種の食性の違いは明瞭でなく、主成分得点に基づいた散布図上で両種の分布は重複しており、餌資源を巡る競合が生じ得ることが推察された。

P1-200 大峯山脈前鬼の針広混交林における実生・稚樹 個体群の動態

松井 淳・辻野 亮

奈良教育大学

大峯山脈前鬼のツガ、ヒメシャラ、ミズナラ、ブナなどが優占する針広混交林に7基のシカ柵を設け、その内外に2個ずつ設置した調査区(各2m²)計28個に発生する実生の生長、生残を2005年からモニタリングしてきた。今回は2013年までのデータをとりまとめた結果を発表する。なお本調査地のニホンジカの生息密度は2008年に11.2頭/km²~24.0頭/km²と推定された。

2005年から2013年までに高木性樹種49種8479個体の実生が発生した。内訳は柵内で3877個体、柵外で4602個体であり内外で差はなかった。発生実生数が多かった樹種はヒメシャラ(2518)、イヌシデ(1225)、ミズメ(1053)、ツガ(556)、アカシデ(439)などで、ミズナラ(203)、ブナ(67)は10番目と21番目だった。年別では2006年と2012年に発生ピークが見られた。ミズナラとブナは同調しなかった。シカ柵内外で100個体以上発生した6種14コホートで、高さ生長は柵内が柵外より大きかった。生残率も一貫して柵内が高かった。2013年には高木性樹種9種で最大高が1mを越えたが柵外では15cmを越える実生はなかった。遅く発生したコホートでは柵内でも生長が遅くなり生残率が低下する傾向が認められた。

P1-202 サクラ系統へのサクラ類てんぐ巣病菌接種試験：接種2年目の経過

長谷川絵里

森林総合研究所関西支所

サクラ各系統へのサクラ類てんぐ巣病菌の確実な接種方法を開発するため、サクラ類3種と2栽培品種(エドヒガン・オオシマザクラ・ヤマザクラ・染井吉野・十月桜)について2014年2-3月に罹病枝を接木し、経過を観察した。エドヒガンに接木された染井吉野及び十月桜罹病枝の芽は全く伸びず活着せず、ヤマザクラに接木された'不断桜'罹病枝の芽は接木した当年には伸びたものの2年目には接穂が枯死し、これら2種の台木・穂木とも異常分枝の病徴を示さなかった。オオシマザクラと染井吉野に接木された染井吉野罹病枝、及び十月桜に接木された十月桜罹病枝は活着し、接木当年と2年目に子実層を持つ罹病葉が形成された。これら3系統の台木に接木された罹病枝の一部は、接木2年目にはてんぐ巣病罹病枝にしばしば見られる湾曲した形態に成長した。しかし台木にはてんぐ巣病特有の異常分枝が見られなかった。接木による接種の問題点として、台木と穂木の相性があること、接木で菌を接種できるとしても、菌が台木に感染してから病徴が発現するまでに時間がかかる可能性があることが明らかになった。

P1-201 '染井吉野'短命説の検証

勝木俊雄

森林総合研究所多摩森林科学園

サクラの栽培品種'染井吉野'は、明治時代全国に広まって以来、それまでの主流のサクラであったヤマザクラやエドヒガンなどと比較して「寿命が短い」とされている。このため、高齢の'染井吉野'が衰弱すると「寿命が短い」と考えられることが多い。しかし'染井吉野'は樹齢が140年を超える個体も確認されており、決して短命な樹木ではない。そこで'染井吉野'の植栽地の記録と現況から、'染井吉野'の樹齢と健全度について検討した。この結果、高齢の'染井吉野'は健全度が下がる傾向が見られるものの、生存限界があることは示されず、生物学的な寿命があるとは考えられなかった。ただし高齢木の観賞機能は環境や管理によって大きく影響され、植栽後数十年で観賞機能が低下するケースも示され、植栽木としての耐用年数があることが示唆された。

P1-203 光条件がソメイヨシノこぶ病の病徴に与える影響の組織解剖学的考察

奥田 岬¹・石原 誠²・池田武文¹

¹ 京都府立大学大学院生命環境科学研究科・² 森林総合研究所北海道支所

ソメイヨシノの細菌性こぶ病に対する抵抗性誘導には、光の強度と質が関係している可能性がある。そこで、異なる光強度の白色光と、中程度の強度の青色光照射下で(1)こぶ内部の状態に違いが見られるか、(2)こぶの大きさや罹病の程度に差があるかを検証した。異なる光条件下(強光、中光、弱光、青色光)で生育するソメイヨシノ(*Cerasus × yedoensis*)1年生鉢植え苗に、サクラ類こぶ病菌を接種した。経過日数ごとの枝断面の切片を作成し、サフラニン-ファストグリーンTMの二重染色を行い、光条件による組織状態の違いを観察した。また、SEMにより内外部の詳細な状態や細菌の有無等を観察した。検鏡観察より、光強度が強くなるにつれて罹病部組織の崩壊は少なくなり、過敏反応と考えられる防御も強く見られた。青色光下でも同様の反応が見られた。一方で中光下と弱光下における罹病個体では、細菌の侵入に対して内部反応は見られたものの、程度が小さく罹病部位全体に細胞の壊死・崩壊が生じた。また、中光下と弱光下の方が強光下と青色光下よりこぶの大きさや罹病程度が大きかった。以上の結果から、強光や青色光の照射は病気抵抗性の増大につながったと考えられた。

P1-204 南根腐病による樹木枯死の生理メカニズム

才木真太郎¹・吉村謙一²・木村美久³・白井 誠³・丸山 温³・甲野裕理¹・矢崎健一⁴・太田祐子⁵・服部 力⁵・佐橋憲夫⁵・石田厚¹

¹ 京都大学生態学研究センター・² 森林総合研究所関西支所・³ 日本大学生物資源科学部・⁴ 森林総合研究所植物生態研究領域・⁵ 森林総合研究所森林微生物研究領域

南根腐病は熱帯と亜熱帯を中心に広く分布し、根を介して感染が広がるため大規模な集団感染、枯死が報告されている。近年、世界自然遺産の小笠原諸島でも本病による樹木枯死が報告され、将来の大量枯死が危惧される。しかし、本病による樹木枯死の生理メカニズムは未だ明らかでない。本研究は、小笠原諸島父島に生育するシャリンバイを対象に、健全木と病徴が軽度と重度の罹病木との生理特性を比較し、感染によって宿主応答がどのように変化するかを明らかにした。健全木と比較すると罹病木の軽度と重度ともに日中の葉の水ポテンシャル、葉の光合成が有意に低下していた。しかし、夜明け前の葉の水ポテンシャルは、軽度個体は健全個体と同程度であったが、重度では顕著に低下していた。また、先端枝の通水性は健全個体と感染個体ともに維持されていた。これらの結果は、罹病木は枝先の通水阻害なしに葉の変色や落葉が起きていることを示唆し、これまでナラ枯れやマツ枯れなどの萎凋病による枯死とは異なるメカニズムの可能性を示す。しかし本研究では感染部の根を直接観察できていないため、今後ポット実験等で、病徴と感染部での変化との関係性を明らかにする必要がある。

P1-206 東海地域の海岸クロマツ林に生息する土壌線虫の垂直分布

北上雄大¹・神崎菜摘²・松田陽介¹

¹ 三重大学大学院生物資源学研究所・² 森林総合研究所森林微生物研究領域

線虫は地球上のあらゆる生態系に分布する。しかし、日本国内においては線虫群集についての調査事例が少なく、その生息実態は把握されていない。海岸林は環境ストレスの高い場所であるので、植生が貧弱で生態系も単純であると考えられる。そのため、海岸林に生息する線虫群集も内地の生息環境がより複雑な原生林などに比べると単純であると予想され、群集構造解析手法のためのモデルとなると考えられる。本研究では東海地域の海岸林の線虫の垂直分布を明らかにすることを目的とした。そのため、愛知、三重、静岡県内の3地域4ヶ所の海岸林から土壌を採取し、そこに含まれる線虫の生態的特性（食性）と群集構造を調べた。2015年9月に愛知県の2ヶ所、2016年1月に三重と静岡の各1ヶ所において、表層から深さ0-10cmと10-20cmの土壌を採取し、ふるい法より線虫を分離した。各土壌から分離された線虫は実体顕微鏡下で昆虫針を用いて無作為に50頭釣り上げ、個別に全抽出したDNAから、18S rDNA バーコード領域の塩基配列を決定した。現在までに、愛知県のサンプル処理が終了しており、今後得られるデータを含め、深さによる線虫群集の構造特性や優占する分類群について考察する。

P1-205 小笠原における南根腐病の発生・拡大にかかわる要因

太田祐子¹・服部 力¹・佐橋憲生¹・升屋勇人²・島田律子³・秋庭満輝¹

¹ 森林総合研究所森林微生物研究領域・² 森林総合研究所東北支所・³ 東京都元専門員

南根腐病はシマサルノコシカケ (*Phellinus noxius*) によって樹木が枯死する樹木病害である。小笠原諸島では2009年頃から本病の拡大が顕在化し、特に固有樹種の被害が報告されたことから早急にその現状を把握し対策を講じる必要がある。今回、これまで父島内で病害発生が認められた地点について、植生、土壌および林内の明るさの区分の既存の環境データを用いて、被害発生との関係を解析した。さらに父島および母島内の主要なトレイル沿いで被害調査を行い、被害発生地45カ所に調査区を設け、調査区内の環境調査を行うとともに、2014年6月または11月、およびその12ヶ月後に、調査区内の樹木被害状況を記録した。その結果、病害発生の要因として、植生区分は重要であると考えられた。また、病害拡大傾向にある調査区内では、新規感染木上に菌糸膜が確認される場合が多いことから、主に根系接触感染によって被害が拡大したと考えられた。一方、一部の調査区内では被害木は1~2本にとどまり、また根腐れではなく心材腐朽の進展に伴う倒木で枯死するなど、病徴に差異が認められた。

P1-207 ザイセンチュウ属3種の耐久型幼虫形態に関して

神崎菜摘¹・前原紀敏²・秋庭満輝¹・田中 克³・井手竜也⁴

¹ 森林総合研究所森林微生物研究領域・² 森林総合研究所東北支所・³ 東京大学大学院農学生命科学研究科・⁴ 森林総合研究所森林昆虫研究領域

マツノザイセンチュウ近縁種群は、ヒゲナガカミキリ属を中心としたカミキリムシ類を便乗宿主とし、その気管系に耐久型幼虫で侵入して分散する。しかし、耐久型幼虫は種特異的な形態形質に乏しく、形態による同定は非常に困難とされてきた。このため、媒介昆虫から検出された線虫を簡易識別するための形態情報を得るため、マツノザイセンチュウ、ニセマツノザイセンチュウ、*Bursaphelenchus firmae* の互いに非常に近縁な3種の線虫に関して、耐久型幼虫形態の比較を行った。この結果、これら3種は、体型（体長体幅比）、分泌孔の位置、尾端の形状で識別できることが明らかになった。すなわち、マツノザイセンチュウは他の2種に比べて体型が細いこと、中部食道球に対する分泌孔の位置は、*B. firmae* では前方、ニセマツノザイセンチュウでは後方、マツノザイセンチュウでは重なること、尾端が、マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウはそれぞれ、短い突起、太くて長い突起を持つのに対し、*B. firmae* は全体が円錐状になるという違いがみられた。

P1-208 カミキリによって誘導された耐久型線虫の遺伝子発現変化

田中 克^{1,2}・田中龍聖^{2,3}・竹内祐子⁴・神崎菜摘⁵・菊地泰生³・福田健二¹

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科・² 日本学術振興会・³ 宮崎大学医学部・⁴ 京都大学大学院農学研究科・⁵ 森林総合研究所森林微生物研究領域

マツノザイセンチュウは東アジアや西ヨーロッパで甚大な被害を及ぼすマツ材線虫病（以下マツ枯れ）の病原体である。本線虫は増殖型と分散型の二型性の生活環を持ち、増殖型はマツの衰弱・枯死に関与する一方、分散型はマツ枯れ伝播に関与する。特に分散型 IV 期幼虫（以下 D_{IV}）は、媒介昆虫であるマツノマダラカミキリからの誘導を受けて出現し、マツからマツへと運ばれるため、疫学上重要な役割を担う。

本研究では D_{IV} の生理的機能を遺伝子発現の面から解明するため、RNA-seq 法を用いた線虫全ステージの比較解析を行い、D_{IV} で特徴的な発現を示す遺伝子の同定を試みた。

その結果、線虫全ステージ合計で 15,251 遺伝子、D_{IV} では 12,730 遺伝子の発現が確認された。D_{IV} は、増殖型各ステージと比較して 774~3,448 遺伝子（約 5~21%）の発現が有意に異なった。また、D_{IV} の前段階である分散型 III 期幼虫との比較においても、2,347 遺伝子（約 14%）の発現が有意に異なった。これらのことから、D_{IV} が形態や生態だけでなく遺伝子発現においても特徴的であることが明らかとなった。講演では上記の遺伝子の機能も含めて、D_{IV} の遺伝子発現様式を総合的に論じる。

P1-210 クロマツ樹体内におけるマツノザイセンチュウ頭数測定手法の確立と接種頭数が枯損に与える影響

山口莉未¹・松永孝治²・下山泰史³・渡辺敦史⁴

¹ 九州大学大学院生物資源環境科学府・² 森林総合研究所林木育種センター九州育種場・³ ゴエティス・ジャパン株式会社・⁴ 九州大学大学院農学研究科

クロマツ樹体内に存在するマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*、以下、線虫) の頭数測定には、ベールマン法が一般的に用いられている。しかし、目視による測定は、労力や精度の面で難がある。そこで、本研究では、過去報告されてきた線虫 DNA マーカーを利用し、クロマツから線虫を単離することなく、頭数測定できる手法開発を試みた。頭数測定手法には、リアルタイム PCR を利用し、SYBR Green アッセイと TaqMan アッセイを比較した。SYBR Green アッセイでは、クロマツゲノムの影響を受ける一方で、TaqMan アッセイでは高精度な検出が可能であった。さらに、その精度は理論上、1 頭レベルから計測可能であることを示しており、今後樹体内の線虫の移動や増殖を詳細に明らかにすることが出来ると考えられる。そこで、本技術を利用して、線虫の接種頭数・初期侵入頭数および以後の増殖頭数を評価するため、1 万・5,000・2,500・1,250・625 頭の線虫をそれぞれクロマツの地際部分に接種し、接種後 1 日目と 14 日目の主軸上部と下部の頭数測定を行ったので報告する。

P1-209 マツノザイセンチュウ頭数増加に与える温度要因の影響

小林 玄¹・松永孝治²・山口莉美¹・井城泰一³・下山泰史⁴・渡辺敦史⁵

¹ 九州大学大学院生物資源環境科学府・² 森林総合研究所林木育種センター九州育種場・³ 森林総合研究所林木育種センター東北育種場・⁴ ゴエティス・ジャパン株式会社・⁵ 九州大学大学院農学研究科

マツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus* 以下、線虫) が侵入して約 100 年経過し、最近では、これまで報告例が少なかった高緯度・高標高地へもマツ林被害も顕著となっており、結局の所、沖縄県から青森県深浦町までの広い範囲で線虫の存在が明らかとなっている。一方で、分布域を拡大した線虫の特性に関し、特に地域分化や多様性については未解明な点が多い。既報では、ベクターであるマツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus*) からの離脱や増殖において温度が強く影響することが報告されており、地球温暖化も考慮すれば重要な環境要因の一つである温度感受性に関する系統間の特性を評価する必要性がある。そこで、収集地域の異なる系統に対して培養温度を変えることで温度感受性に対する系統間の相違を検討した。その結果、培養温度によって各系統の増殖率に変化が認められ、系統間で温度感受性が異なる可能性が示唆された。本発表では、異なる地域から収集した各系統間の温度感受性に対する多様性について報告する。

P1-211 Localized within-tree distribution of pinewood nematodes during latent state makes the disease status cryptic

Kazuhiko Hoshizaki¹・Yuuki Nakabayashi¹・Yasuharu Mamiya²・Michinari Matsushita³

¹ 秋田県立大学生物資源科学部・² 無所属・³ 森林総合研究所林木育種センター

A better understanding of infection status of pinewood nematodes (PWNs) is important in preventing spread of pine wilt disease. Not all infected trees show disease symptoms, and such asymptomatic PWN-carrying trees are likely to be overlooked, becoming a pathogen reservoir. To elucidate PWN infection in detail, we performed PWN inspection of branches and trunks in 3 apparently healthy, PWN-inoculated trees and 18 unmanipulated trees with suspected PWN infection. PWNs were detected in eight trees (38%) and in 13 (1.5%) out of a total of 843 samples. The difference in these percentages suggests highly localized nematode inhabitation within the trees. Our data demonstrated that apparently healthy pine trees are present in forest, as asymptomatic PWN carriers, and have implications for disease control in areas with low incidence levels, in particular those at the limit of infected areas.

P1-212 マツ材線虫病罹病マツにおける枝のキャビテーション発生と幹の水分分布

池田武文¹・森園 至¹・黄 宇波¹・加藤英俊²・鈴木良一²

¹ 京都府立大学大学院生命環境科学研究科・² 産業技術総合研究所計測フロンティア研究部門

はじめに：マツ材線虫病に対する化学的防除のひとつとして樹幹注入法は極めて予防効果が高い。しかし、薬剤注入は樹液中に異物を混入させることであり、マツの通水機能が変化することで水分状態に何らかの影響を与える可能性がある。ここでは、2種類の樹幹注入剤を注入したマツにマツノザイセンチュウを接種し、水ポテンシャル、通水性、キャビテーション感受性とX線撮影によるマツ樹幹内部の状態を検出することで、マツの水分生理におよぼす樹幹注入剤の影響を検討した。結果：センチュウ非接種個体とセンチュウ接種個体ともに、概ね水分状態やキャビテーション感受性、枝の水分通道性、木部の状況に樹幹注入剤の影響は見られなかったが、センチュウ接種個体の一部では水ポテンシャルと樹脂滲出の一時的な低下が認められた。また、キャビテーション感受性ではセンチュウ接種個体でセンチュウ非接種個体より有意に低い個体がみられた。以上より、樹幹注入剤を注入したマツでは、マツノザイセンチュウを接種するとマツの水分状態に若干の変化を生じる場合があるが、X線検査の結果、枯死マツのように仮道管内の水が失われ、エンボリズムが発生することはなかった。

P1-214 マツ材線虫病進展初期の防御反応：異なる光条件下のアカマツポット苗木の比較

三木直子¹・岩本圭太²・岩泉正和³・楠本 大⁴

¹ 岡山大学大学院環境生命科学研究科・² 岡山大学農学部・³ 森林総合研究所林木育種センター関西育種場・⁴ 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

マツ材線虫病は、マツノマダラカミキリにより媒介されるマツノザイセンチュウ(PWN)によって引き起こされるマツ属樹種の多くで認められる樹木病害である。マツ材線虫病に対する抵抗性は、PWNの樹体内における動態と密接に関わりがあり、PWNの樹体への侵入と樹体内での移動、増殖のしにくさに関わるマツの防御反応が関連していることが報告されている。なかでも近年、皮層から木部への放射方向の移動が感受性品種に比べて抵抗性品種において著しく抑えられており、その理由として抵抗性品種で顕著に認められる組織化学的な防御反応(エピセリウム細胞でのタンパク質架橋結合やリグニン化)による細胞壁強化が関与している可能性が抵抗性クロマツ品種において明らかになってきた。本研究では、これらの組織化学的な防御反応ならびに線虫の放射方向移動の抑制が抵抗性アカマツ品種においても同様に認められるのかを確認するとともに、これらの二次代謝産物に基づく防御反応の違いに光合成による一次代謝産物量が関係しているのかを確認するために、PWN接種後の生育光条件を二段階(相対照度100%と5%)設け、光合成活性、糖・デンプン量の比較を行った。

P1-213 マツ材線虫病に対するクロマツ生体防御反応の遺伝子発現解析

平尾知士¹・山口莉未²・渡辺敦史²

¹ 森林総合研究所森林バイオ研究センター・² 九州大学大学院農学研究院

マツノザイセンチュウの感染に対する抵抗性クロマツ及び感受性クロマツにおける生体防御反応のメカニズムを明らかにするため、マイクロアレイを利用した大規模な遺伝子発現解析を進めてきた。これまでに抵抗性クロマツでは、5クローン(三崎90、波方37、志摩64、津屋崎50、田辺54)を、感受性クロマツでは、2クローン(クロマツ精英樹：片浦1、高萩1)を対象に解析を行ってきた。各クローンに対して、マツノザイセンチュウ(アイソレイト：Ka-4)を接種し、接種後1日目、3日目、7日目、14日目のサンプルからそれぞれ抽出したtotal RNAをもとにマイクロアレイ分析を行った。その結果、抵抗性クロマツのグループと感受性クロマツのグループ間において接種後各時系列で10倍以上の発現差を示す遺伝子(発現誘導及び発現抑制の両方の遺伝子を含む)が複数検出でき、植物ホルモンに関連する遺伝子群や生体防御関連の遺伝子群をはじめとして、デンプンや糖代謝、フェニルプロパノイド合成系の遺伝子群で発現量や発現パターンに違いが見られた。本発表では、それらデータをもとに抵抗性クロマツ及び感受性クロマツの特徴を報告する。

P1-215 ウルシを加害するツタウルシノコキクイムシの随伴菌

升屋勇人¹・遠藤力也²・田端雅進¹

¹ 森林総合研究所東北支所・² 理化学研究所 JCM

ウルシ(*Toxicodendron vernifluum*)は漆器産業や文化財修繕に不可欠な、文化的、産業的に重要な樹種であり、国内に漆収穫のための人工林が成立している。しかし、複数の病虫害が発生しており、健全なウルシ林の育成が脅かされている。その中で最近、漆産地の一つ、二戸市浄法寺において、ツタウルシノコキクイムシ(*Cryphalus rhusi*)によるウルシへの加害が確認された。いくつかの*Cryphalus*属キクイムシの随伴菌は病原性を有することが知られていることから、本キクイムシの随伴菌のウルシ人工林への影響を評価する必要がある。そこで本キクイムシにおける随伴菌相の解明を行った。その結果、4種の真菌類が検出された。最も優占していたのは酵母の1種 *Yamadazyma* sp. であり、全てのステージのキクイムシ幼虫、成虫から検出された。それ以外は *Fusarium*、*Penicillium* 属菌等が稀にしか検出されなかった。マイカンギアの探索も行ったが、体表面と腸管以外では菌類は検出されなかった。よってツタウルシノコキクイムシは *Yamadazyma* が主要随伴菌であると考えられた。

P1-216 ウルシ萌芽木の健全性評価

田端雅進¹・小谷二郎²

¹ 森林総合研究所東北支所・² 石川県農林総合研究センター林業試験場

【目的】低コストで効率的な漆液採取を行うために、漆液を採取したウルシを伐採し萌芽更新によって再生させる方法を検討している。そこで、芽かき処理の違いによる萌芽木の成長の違いと、健全性について評価した。【方法】調査は石川県輪島市内の3箇所のウルシ林(3年生)で行った。2015年12月に樹高と地際直径を測定するとともに、健全性評価として頂芽の伸長状況および樹脂異常流出を3段階(+1~3)で評価した。【結果と考察】芽かき直後の優勢木の処理2年後の成長量と成長率について2元配置の分散分析を行った結果、処理区間ではなく地域間で有意差がみられ、3か所のうち水田跡地の萌芽更新地で成長が不良であった。芽かき処理区に比べ、対照区では劣勢木を中心として枯死率が高い傾向がみられた。しかし、優勢木に関して成長を比較したところ、地域間で差がみられたものの、処理区間では差がみられず、芽かき処理の効果は明らかではなかった。生育不良が目立った1箇所を含め2箇所で樹脂異常流出が目立ち、大きな個体サイズほど流出レベルが高いと同時に、+2~3と評価された個体は集中分布する傾向がみられた。

P1-218 絶滅危惧種トガサワラと共生するショウロ属菌のマイクロサテライトマーカー

阿部寛史・村田政穂・奈良一秀

東京大学大学院新領域創成科学研究科

トガサワラ (*Pseudotsuga japonica*) は絶滅危惧Ⅱ類(VU)に指定されている常緑針葉樹で、日本での分布域が紀伊半島と四国東部に限定されている。*Rhizopogon togasawariana* はトガサワラと特異的に共生する菌根菌で、残存林分の埋土胞子中で優占し、成長促進効果も顕著であることから、トガサワラの更新に重要な働きをしていると考えられる。一方、*R. togasawariana* は動物散布種のため地理的隔離の影響を受けやすいと考えられ、生息地の分断化が遺伝的多様性や遺伝子流動に大きく影響している可能性がある。そこで本研究では *R. togasawariana* 集団の遺伝構造を調査するために SSR (マイクロサテライト) マーカーを Dual-Suppression-PCR 法を用いて開発した。また、紀伊山地の3林分(三之公、大又、川又観音)から採取した土壌でバイオアッセイを行い、苗に形成された *R. togasawariana* の菌根を用いて SSR マーカーの多型性を調べた。その結果、合計29の新規 SSR マーカーの開発に成功し、そのうち12マーカーで多型が確認された。また、北米の近縁種で報告されている17の SSR マーカーについても同様の解析を行った結果、6マーカーで多型が確認された。

P1-217 コウヤマキ林における実生消失に関与する菌害

市原 優¹・大原偉樹¹・升屋勇人²

¹ 森林総合研究所関西支所・² 森林総合研究所東北支所

【目的】コウヤマキは日本固有の温帯性針葉樹であり、紀伊半島や木曾地方に主に分布している。コウヤマキ林では林床に実生が多数生育するが、数年以内に立枯れ症状で消失する。その原因は未解明であり、コウヤマキ林の保全のためには更新阻害要因を解明する必要がある。本研究ではコウヤマキ実生の立枯れの病原菌を明らかにするため、菌の分離と分離菌の病原性の確認を行った。【方法】和歌山県高野町のコウヤマキ林で立枯れ症状の実生を2015年5月と9月に採取し、軸から菌を分離した。主な分離菌を純粋培養し、山取のコウヤマキ実生の軸に付傷接種した。【結果】実生からは5月に2種の未同定菌1と2が主に分離され、9月には軸上部から *Phomopsis* sp. が分離された。接種試験の結果、対照と未同定菌2では病斑形成が無く全ての実生が生残した。未同定菌1と *Phomopsis* sp. では接種部から軸が壊死し、実生の枯死が認められ、枯死実生からは接種菌が再分離された。このことから、これら2菌がコウヤマキ実生の立ち枯れを引き起こす病原菌であることが確認され、林床における実生消失の一要因になっていると考えられた。

P1-219 展葉期のシラカシ葉の内生菌群集の変化

森永健太・松村愛美・福田健二

東京大学大学院新領域創成科学研究科

樹木の葉の内生菌は展葉前の芽にほとんど感染しておらず、一般的に展葉期の新葉に胞子感染すると考えられている。さらに、内生菌の感染は微小環境の変化などに影響されると考えられるが、展葉期の葉の内生菌群集の変化を詳細に観察した例は少ない。そこで、街路樹や屋敷林に多いシラカシを対象に展葉期の内生菌群集の変化とフェノロジーとの関係を検討した。調査は千葉県柏市北部に位置するこんぶくろ池自然博物館と東京大学柏キャンパス内の林で、シラカシの展葉期である5~8月に計11回行い、各地点のシラカシ3個体から展葉期の健全な当年葉を3枚ずつ採取した。採取した葉から内生菌の分離を行い、形態およびDNAにより種を同定した。その結果、展葉フェノロジーに対応して内生菌群集の推移が観察されたが、両地点間で感染の推移に差異が見られた。立木密度、近傍のシラカシ本数の違いによる湿度や胞子密度の差、菌種間の相互作用などが影響を与えていると考えられる。また、地点、サンプリング日ごとの内生菌群集を多変量解析した結果、展葉初期には地点間の内生菌相の違いが大きいが、フェノロジーの進行とともに内生菌相が一致していくことが示唆された。

P1-220 Diversity and Biocontrol Potential of Endophytic Fungi Isolated from Different Tissues of Tea Plants

Phyu Win · Emi Matsumura · Kenji Fukuda

東京大学大学院新領域創成科学研究科

Endophytic fungi are attracting interests as biocontrol agents because of their beneficial effects on the host plants. Endophytic fungal composition varies depending on the host species, plant age, tissues or organs of a host plant and agricultural management such as pesticide treatment. We investigated 1) diversity of endophytic mycoflora in different plant tissues of different varieties of tea plant, 2) effects of pesticide treatment on fungal endophyte diversity and 3) biocontrol potential of endophytic fungi against tea diseases. Most fungal endophytes revealed high tissue specificity rather than host variety specificity. Some fungal species had sensitive response to pesticides. *Diapothales* sp.1, 2, *Colletotrichum* sp. and *Pestalotiopsis* sp. were observed as virulent pathogens. All endophytic isolates belongs to *Phomopsis* showed biocontrol potential against these pathogens.

P1-222 潮汐により冠水するメヒルギ樹冠の衰退部莖葉の寄生菌類

龜山統一

琉球大学農学部

琉球列島のマングローブ林において、メヒルギ *Kandelia obovata* は、林縁部や林外では低樹高で、しばしばテーブル状の薄く平らな樹冠をなす。このテーブル状樹形の個体の樹冠上部は、大潮の満潮時における冠水位置とよく一致している。大潮の満潮時の潮位よりも少し高い位置にまで伸長したメヒルギ枝では、頻繁に頂芽や当年枝の壊死が起こり、ときに枝の枯れ下がりが起こって、テーブル状の樹形が形成・維持されている。

西表島及び沖縄島のマングローブにおいて、それら壊死過程に関与する菌類について検討した。枝の枯れ下がりには、メヒルギ枝枯病が強く関与していた。成木では、本病は冠水面の直上ばかりか、日々冠水する樹冠下部でも感染発病し、枯死枝には高率で分生子殻を形成した。一方、稚樹では枝の枯れ下がりはいずれであった。成木でも稚樹でも、頂芽や当年枝の壊死部位では、*Pestalotiopsis* sp. などメヒルギ枝枯病と異なる多様な菌が分離された。それらは、健全部位の優占的な内生菌とは異なった。分離された菌類について、菌叢の類別化を進めるとともに、シーケンスによる種の推定を試みたので報告する。

P1-221 熊本市のスギ植栽地内で落下する菌類胞子数の季節変化

高畑義啓

森林総合研究所九州支所

樹木病原菌を含む糸状菌の多くは胞子によって分散を行う。これら糸状菌の胞子による分散の季節変動を明らかにするため、森林総合研究所九州支所立田山実験林（熊本市中央区）内に植栽されたスギ林冠下（2地点）で落下する胞子数を調査した。調査は2015年6月から2014年12月の間、およそ2週間に1度の間隔で行った。寒天平板培地を一定時間開封した後に15℃暗黒下で2週間培養し、出現したコロニー数を落下胞子数と見なして時間あたり面積あたりの落下胞子数を計算した。過去に熊本県菊池市のスギ・ヒノキ人工林で得られた結果と同様に、落下胞子数のピークは6月であり、その後減少して秋・冬季には少数となった。9月初旬には一時的な胞子数の増加が見られ、これには2015年8月25日に熊本に上陸した台風15号による多量の倒木や落枝の発生が影響した可能性がある。培地の開封時間5分間と1分間とで比較すると、5分間の場合に計数できた胞子数の上限は $0.26 \text{ cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ であるのに対し、1分間では $0.53 \text{ cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ であり、とくに初夏のピーク時に開封時間5分間では胞子数を過小評価する可能性が高いと考えられる。

P1-223 沖縄におけるデイゴ (*Erythrina veriegata*) の軟腐症状および枯死要因の検討

黒田慶子¹・木原健雄¹・村上 翼¹・中馬いづみ¹・龜山統一²

¹ 神戸大学大学院農学研究科・² 琉球大学農学部

デイゴ属樹木の衰弱被害が2000年代から世界各地で報告されている。日本では沖縄県花のデイゴで落葉や不開花という症状に加え、樹皮の軟腐症状を伴う枯死被害が多発している。同時期にデイゴヒメコバチ (*Quadrastichus erythrinae*) の寄生が認められているが、枯死への関与は不明であり、殺虫剤の施用では十分な効果が得られていない。本研究では枯死要因の解明を目的とし、被害木を病理学・解剖学的に解析した。2014~15年に沖縄島で、寄生を受けて葉が減少し軟腐症状を示す「激害木」、寄生被害はあるが樹勢の衰えは見られない「微害木」の複数個体を採取し、組織の顕微鏡観察および微生物の検出を行った。激害木の主幹基部では木部横断面の約8割が変色しており、組織内には黄色の物質が蓄積していた。軟腐症状を示す部位では師部が壊死していた。変色部および壊死した師部に隣接する木部では菌糸が観察された。また、いずれの被害木からも *Fusarium* 属菌が優占的に検出された。このことから、樹体内に侵入した菌への防御反応で木部が変色し、通水が阻害されて枯死に至ることが示唆された。検出された菌の病原性については、苗木への接種実験によって検証する予定である。

P1-224 ヒノキ受傷樹幹に対する殺菌剤塗布の菌侵入阻止効果

服部 力¹・太田祐子¹・宮下俊一郎²

¹ 森林総合研究所森林微生物研究領域・² 森林総合研究所関西支所

近年、樹幹傷に起因する造林木の辺材腐朽被害が各地で発生している。そこでヒノキ受傷幹に殺菌剤塗布し、その菌侵入阻止効果を検証した。2011年9月、森林総合研究所関西支所桃山実験林(京都市内)のヒノキ人工林において、12本の約10年生ヒノキ樹幹に各4箇所、縦10cm横2cmの傷をつけ、辺材を露出させた。2箇所には殺菌剤塗布を行い、2箇所は放置した。2015年1月または12月に試験木を伐倒、解体し、材の反応帯や変色の有無を観察するとともに、菌の分離を行った。分離した菌について、核リボゾームLSUおよびITS領域の塩基配列を決定し、相同性の高い配列を検索した。殺菌剤塗布区では24区中1区で、非塗布区では8区で、傷周辺の辺材内に反応帯または変色が検出された。そのうち、非塗布区の7区からは反応帯の内側から広域で菌が分離された。分離された菌には、*Amylostereum laevigatum*、*Pezizula neosporulosa*、*Phaeoacremonium sclolyti*としてデータベース登録されている菌と相同性の高いものなどが含まれた。このことから、樹幹傷に殺菌剤を塗布することで、材の腐朽や変色被害を軽減できる可能性が示唆された。

P1-226 ドクターウッズによる非破壊腐朽診断—人工空洞の形状と周波数の影響

山田利博¹・山下香菜²・太田祐子³・米沢 洋⁴・徳江 泉⁵・関敏之⁶

¹ 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・² 森林総合研究所木材特性研究領域・³ 森林総合研究所森林微生物研究領域・⁴ JFEシビル株式会社・⁵ 株式会社マグハウス・⁶ グリーン巴樹木医事務所

音響波伝達速度を用いたトモグラフィによる立木の腐朽診断精度向上のため、疑似ランダム波を用いた非破壊腐朽診断器ドクターウッズによって人工空洞の形状と発振周波数の影響を調べた。直径45~47cmのケヤキ円板の中心部に円形、三日月形のスリット、中心部にスリット、周縁にスリットの4パターンで大きさを変えた空洞を開け、16個の受発信センサーを持つドクターウッズを用い10、15、20、30、40kHzの発振周波数でもって測定を行い、断面での推定音速の分布を比較した。どの形状の空洞の場合も周波数が高い方が空洞の位置は正確になる傾向があった。中心部の空洞の場合、周波数が高い方が小さな空洞を検知しやすかった。スリット状の空洞は円形の空洞として表示され、中心部のスリットでは周波数が高くなると推定空洞面積は大きくなった。これらのことから複数の周波数の結果を組み合わせることで診断の精度が高まる可能性が示された。また、各センサー間の音速を精査することで診断断面図に表れない補足的な情報を得ることも可能であった。

P1-225 林業機械による地がきで生じた隣接トドマツ立木の根系損傷—機械走行による損傷との比較—

山口岳広

森林総合研究所北海道支所

【目的】林業機械による地がき・地拵え作業により残存立木の根系損傷が発生し、そこからの腐朽菌侵入による材質劣化の懸念が生じている。特にトドマツは材が露出する傷から腐朽が進展しやすいとされている。そこで、林業機械を用いた地がき・地拵え作業による根系損傷の実態調査を行ない、列状間伐等による機械走行で生じる根系損傷被害との比較を行なった。

【調査地と方法】機械作業による地がき・地拵え作業が行われた北海道内のトドマツ林5箇所において、伐採区画周囲にある立木と伐採木伐根での根系損傷の有無を確認し、傷から幹までの水平距離、胸高直径または伐根径、根系の傷幅・長さ、調査木周辺での斜面傾斜と地がき深さを測定した。

【結果】機械地がきによる根系損傷発生は、立木までの距離に近いほど、胸高直径(=樹木サイズ)が大きいほど損傷本数被害率が高い傾向があった。また、斜面傾斜・地がき深さは傷の大きさによって被害への影響が違っていたことが示唆された。列状間伐等による機械走行による損傷と比較すると、立木までの距離や胸高直径の影響を受けるのは同様であるが、地表面をはぎ取るため、さらに根の損傷を受けやすくなる傾向があった。

P1-227 モンゴルとシベリアの北方林における地表面熱収支と大気境界層の年々変動

Galtbayar, Saruul¹・小谷亜由美²・太田岳史²

¹ 名古屋大学農学部・² 名古屋大学大学院生命農学研究所

北半球の気候を制御するアジア北方地域での地表面と大気のエネルギー循環に占めるタイガ林の役割は大きい。東シベリアのタイガ林は永久凍土上のカラマツ林であり、南限はモンゴルの北東に存在する。本研究では、東シベリアとモンゴルのタイガ林において、土壌水分量と対流性降雨の間には負のフィードバックがあるという仮説を検証し、両方の地域特性や年々変動を調査した。東シベリアは2004-2012年、モンゴルは2003-2006年に森林内のタワーで観測された顕熱や気温などの気象データを使って、スラブモデルで混合層の高さを推定した。これに正味放射量、顕熱、大気安定度と持ち上げ凝結高度の条件を加えることで対流性降雨の発生を予測した。主な結果として、シベリアで雨が多い年は、そこでの対流性降雨量が少ない傾向がみられ、上記の仮説に沿っていた。また、モンゴルでは、調査が行われた全ての年で東シベリアより対流性降雨量が多く、対流性降雨の年間雨量には有意水準5%で有意な差がみられた。対流性降雨は、各地域での水のリサイクル率と関係しており、水蒸気の起源がモンゴルと東シベリアで異なっていることを表している。

P1-228 エンクローズドパス式渦相関法を用いた降雨中および降雨後の蒸発散・光合成の実態把握

仙福雄一¹・小杉緑子²・岩田拓記³・坂部綾香²・鶴田研二²・鎌倉真依²・山本浩之²

¹ 京都大学農学部・² 京都大学大学院農学研究科・³ 信州大学大学院総合理工学研究科

日本は降雨の多い地域だが、これまで降雨中・後の生態系 CO₂/H₂O フラックスについての研究例は少なく未解明の部分が多かった。本研究では、降雨中・後の CO₂/H₂O フラックスの実態把握を目的とし、滋賀県南部の桐生水文試験地の気象観測タワーにおいて、エンクローズドパス式渦相関法により生態系 CO₂/H₂O フラックス、及び各種気象条件、樹液流速を測定した。エンクローズドパス型濃度計は新型の濃度計であり、従来のオープンパス型、クローズドパス型のそれぞれの測器による測定結果と比較したところ、エンクローズドパス型のみが降雨中・後の CO₂/H₂O フラックスを欠測なく測定できた。CO₂ フラックスについて、降雨中・後も無降雨時と同じように日射の大きさに応じて森林生態系への吸収が観測された。降雨中・後でも葉の裏面は濡れにくく、日射の上昇とともに速やかに光合成に移行できたと考えられる。降雨中・後の H₂O フラックスに関しては、飽差の増大につれて無降雨時と比べて大きな放出が観測され、樹液流速の上昇が伴わなかったことから、遮断蒸発がおこっていたと考えられる。さらに強い日射が続くと、H₂O フラックスの成分が遮断蒸発から蒸散へ移り変わる様子がみられた。

P1-230 multi-scale water use in dry land

gu, daxing¹・Sonobe, Rei²・Wang, Quan²

¹ 静岡大学創造科学技術大学院・² 静岡大学農学部

In order to clarify response of Haloxylon ammodendron to climate factors, tree-level sap flow, ecosystem-level gas flux and climate factors were measured synchronously using the TDP and the eddy covariance method, in the southern edge of Gurbantünggüt desert in Xinjiang, China. Ecosystem scale conductance was computed by inverting Penman equation, while ecosystem respiration was separated from the NEE by fitting light response curve based on both day- and night-time data. Results showed that the transpiration per day based on ground area of this type of ecosystem averaged at 0.027 mm·d⁻¹ during the growing season of 2015. Summer EC was larger than that in spring and autumn. Canopy conductance was found to be significantly correlated with air temperature and air humidity. Ecosystem respiration had an average value of 0.771 μmol·m⁻²·s⁻¹ during the growing season with a peak appearing in summer and had a significant positive correlation with air humidity.

P1-229 落葉広葉樹林における波長域の異なる 3 種の短波放射量を用いた葉面積指数の推定

野中翔平¹・小坂 泉²・大塚羽純²・清水伸大²・関崎良美²・田口裕也²・瀧澤英紀²・阿部和時²

¹ 日本大学大学院生物資源科学研究科・² 日本大学生物資源科学部

森林-大気間における熱・水・CO₂ 交換量を評価する上で重要なパラメータの一つとなる葉面積指数 (LAI) を求める際、Lambert-beer の法則による光の樹冠透過率から求められる間接推定法が地上観測において広く用いられている。近年、林内に透過した近赤外線放射量 (NIR) と光合成有効放射量 (PAR) の比を用いて推定する NIR/PAR 法が開発されたが、この手法に関する情報はまだ少ないため、野外での観測事例を蓄積するとともに、従来の方法と比較・検証する必要があると考えている。そこで本研究では、群馬県北部に位置する日本大学水上演習林のブナが優占する冷温帯落葉広葉樹林において、波長域の異なる 3 種の短波放射量を用いて、従来の方法である PAR および日射量の樹冠透過率を用いた Lambert-beer 法と、新たに開発された NIR/PAR 法により推定される LAI の季節変化を比較し、両者の違いを検証することを目的とした。その結果、Lambert-beer 法と NIR/PAR 法により推定された LAI の季節変化については、展葉期である 4~6 月では同様の傾向を示したが、落葉前である 8~9 月では、Lambert-beer 法のものには大きな変動が見られなかったが、NIR/PAR 法のものには緩やかに減少する傾向が見られた。

P1-231 分光反射率を用いた蒸散量の推定

深井暁雄¹・菌部 礼²・王 権²

¹ 静岡大学大学院農学研究科・² 静岡大学農学部

蒸散量といった水フラックスに関わるパラメータのモニタリングは、森林全体の水収支を明らかにする上で重要である。分光反射特性を活用したハイパースペクトルリモートセンシングは、植物に含まれている色素量や水分量、光合成速度の推定に関して広く研究がなされているため、上記の目的達成においても有効な手段になり得る。しかし水フラックスを対象とした研究は、ほとんどなされていない。本研究では、新潟県苗場山の試験地 (標高 900m) に自生しているブナを対象に葉温、光環境、蒸散量 (個葉、枝スケール) 及び分光反射率の同時計測を実施し、分光反射率と蒸散量の関係を解析した。解析方法は、総当たり法、統計解析による手法を用いた。総当たり法では蒸散速度、気孔コンダクタンス、葉温の値を対象に行った。最も決定係数が高くなった型と組み合わせはそれぞれ 2R635-(R635+51)+R635+51)、2R633-(R633+50+R633+50)、R1440-R1476 である。(決定係数 R² はそれぞれ 0.319、0.315、0.75)。組み合わせを増やす、葉温などを用いて蒸散量を推定する方法を開発することで精度は向上すると考えられる。

P1-232 温帯森林流域における降雨流出過程に伴う溶存有機態炭素の質的变化

田中洋太郎¹・勝山正則²・岩崎健太³・長野龍平¹・鷹木香菜¹・谷誠¹

¹ 京都大学大学院農学研究科・² 京都大学学際融合教育研究推進センター・³ 北海道立総合研究機構林業試験場

降雨流出過程の溶存有機態炭素(DOC)の質的変動メカニズムを解明するため、滋賀県南部に位置する桐生水文試験地内の4つの支流と本流域において、月に一度、降水、土壌水、地下水、渓流水を採水した。三次元蛍光分析の結果から多変量解析(PARAFAC)を行い、DOCを高分子化合物で植物由来の腐植画分(C1)と低分子化合物で微生物由来の腐植画分(C2)およびタンパク様物質(C3)の計3成分に分離し、それらの構成割合を求めた。降雨流出過程においてDOC濃度は低下し、各画分の蛍光強度も低下した。水文過程に沿ってC1画分の割合は低下し、C3画分の割合は増加した。C2画分の構成割合は土壌水で大きく、他の地点における変動は小さかった。DOC濃度と各画分の構成割合、分子量指標(SR)、腐植化度指標(HIX)を変数とし主成分分析を行った結果、降雨流出過程に沿って特徴が変化した。それぞれ変動メカニズムを考察すると、土壌水では表層においてC1画分の選択的吸着により質が変動した。地下水では地下水の発存在形態と深度に応じて流域上部から下部にかけて、表層から下層にかけてC1画分の割合が低下した。支流の渓流水は流出を構成する地下水の質の違いが流域間差に反映された。

P1-234 間伐が針葉樹人工林における土壌侵食に及ぼす影響について

謝 樹冬¹・恩田裕一¹・加藤弘亮¹・五味高志²・孫 新超¹・高橋純子¹

¹ 筑波大学大学院生命環境科学研究科・² 東京農業大学大学院農学研究科

林地の中で土壌侵食が最も顕著なのは荒廃人工林であると考えられる。日本は国土面積約65%が森林であり、その約40%がスギやヒノキなどの人工林である。林地における土壌侵食を放置すれば、林内の荒廃が進み、斜面崩壊や土石流などの災害を引き起こす要因にもなる。そこで、人工林における土壌侵食や水流出について考察することが重要だと考えられる。

我々は栃木県佐野市にあるヒノキ・スギ人工林において間伐施業が与える土砂流出の影響を調査した。調査期間は2010年6月から2013年10月までの間である。そして、2011年と2013年に間伐した。本研究では、研究サイトに4m×10mの観測用プロットを三つ設置し、間伐前後のプロットから流出した土砂の量を観測と表面流量も測定した。結果として間伐後は土砂流出量が減少し、表面流出量が増加したことを示された。そこで、その原因を明らかにするために、魚眼レンズを使用した映像解析によってプロットの植被率を推定した。その結果、間伐後に下層植生が回復したことで、前述した現象を起こす要因の一つであると考えられた。

P1-233 洪水時における河畔林の破壊・流出形態とシミュレーションによる再現—石川県手取川の事例—

中島文人・柳井清治

石川県立大学生物資源環境学部

河道内の樹林化は流下能力の低下を引き起こすとして治水上の深刻な問題となっている。石川県手取川においても樹林化は進んでいるが、河積阻害が最大となる洪水時の河畔林の挙動に関する知見は乏しい。そこで2013年7月29日に手取川で発生した中規模洪水における河畔林の破壊・流出形態について調査した。洪水前後で撮影(2013年6月17日、同年8月14日)された航空写真と、同じく洪水前後で測量(同年6月16日-22日、同年8月10日-11日)されたLPデータを用いて破壊・流出した樹木の抽出を行った。そして、iRIC2.3によるシミュレーション再現を行い、洪水時の流況に対する河畔林の動態を解析した。対象樹木はハリエンジュとヤナギ類等の樹高3m以上のものを中心とした。解析の結果、樹木は中洲の上流部や川筋の湾曲部で河岸侵食を受けることで流出していることが確認された。これより河畔林の破壊・流出の主要因は洗掘流出によるものと推測される。同洪水を対象とした先行研究では、3m未満の樹木は倒伏による埋没であることを踏まえると、アキグミ等の水面近くに繁茂する先駆的低木は倒伏によって、ハリエンジュやヤナギ類は洗掘によって破壊され流出していったと考えられる。

P1-235 鉛直一次元浸透計算と斜面安定解析を用いた火山地域の表層崩壊発生プロセスの検討

經 隆悠¹・後藤優弥²・堀田紀文¹・正岡直也³・今泉文寿⁴・山川陽祐⁵

¹ 筑波大学大学院生命環境科学研究科・² 筑波大学生物資源学類・³ 京都大学大学院農学研究科・⁴ 静岡大学大学院農学研究科・⁵ 筑波大学農林技術センター井川演習林

伊豆大島では、2013年台風26号により、広範囲で表層崩壊が発生したが、その発生メカニズムは解明されていない。本研究では、伊豆大島の崩壊斜面を対象に、鉛直一次元浸透計算と斜面安定解析を行い、表層崩壊発生プロセスを検討した。浸透計算は、対象地の土層構造に対応した4層構造(表層土・テフラ・レス・テフラ)の条件で実施し、各層の土質定数と水分特性曲線は現地サンプルの分析結果から与えた。解析対象降雨は、2014年9月から2015年7月、および過去の豪雨とした。圧力水頭の計算値とテンシオメーターによる観測値との比較から、各層の圧力水頭を鉛直一次元浸透計算のみで再現可能であること、圧力水頭の最大値が得られた相対的な難透水層(レス層)がすべり面と一致することが明らかになった。得られた圧力水頭から地下水深を与え安定解析を行ったところ、崩壊が発生した1958年と2013年の降雨の浸透解析結果から地下水深を与えた場合に、斜面の安全率が1以下となった。これらの結果は、火山地域特有の土層構造に対応した鉛直浸透プロセスにより、相対的な難透水層上に一時的に発生した飽和帯が、伊豆大島での表層崩壊の直接的な原因になったことを示唆する。

P1-236 針葉樹人工林の地上部バイオマスと表層崩壊の関係 — 1993年豪雨時の宮崎県椎葉村における解析—

矢野敦久¹・篠原慶規²・久保田哲也²

¹九州大学農学部・²九州大学大学院農学研究院

森林成長に伴い、根系が発達し、森林の表層崩壊抑制機能が向上することが知られている。この関係を調べる際、森林成長の指標として林齢が用いられてきた。根系（地下部バイオマス）との関連性が林齢よりも強いと予想される地上部バイオマスをを用いた方が、森林成長に伴う表層崩壊抑制機能の変化をよりの確に表現できる可能性がある。そこで本研究では、この可能性を検証することを目的とした。本研究は、九州大学宮崎演習林内の大藪川流域で1993年9月の豪雨により発生した表層崩壊を対象とした。小班毎の地上部バイオマスと崩壊面積率の関係を調べた結果、地上部バイオマスが増加するにつれて崩壊面積率が指数関数的に減少する傾向が見られた。表層崩壊の発生には地形の影響が大きく関わるため、地形要因を含めたロジスティック回帰分析を行った。地形のみ、地形+地上部バイオマス、地形+林齢の3タイプのモデル間で、AICとROC曲線のAUCに基づいた比較を行った結果、地上部バイオマスをを用いた場合と林齢を用いた場合で大きな違いはなかった。このことから、林齢の代わりに地上部バイオマスをを用いても、予測精度の向上は期待できないと考えられる。

P1-238 異なる植生による流域の増水時の河流水質の変化について

高島靖文・高木正博

宮崎大学農学部

山地の河流水質を把握することは下流部の流域の環境を健全に保つために重要である。降雨に伴う増水時には、河川に溶存している成分の濃度は減少もしくは増加することが確認されている。しかし、水質形成の過程にある様々な要因、例えば流量、流域特性、もしくは季節などへの依存性については未解明の部分が多い。そこで、本研究では宮崎県の丘陵地帯の8つの山地源頭部小流域を対象に平水時及び増水時の河流水質を1年間を通して測定した。測定は針葉樹壮齢林と広葉樹壮齢林が流域植生である流域でそれぞれ4カ所ずつ行った。その結果、増水時と平水時では、流域植生の違いによって河川中の硝酸濃度や有機体炭素濃度などに差がみられた。また、増水の程度によってもその差が変動する傾向が見られた。ケイ素は植生間の差や増水による変化が小さかった。これらの結果をもとに、特に増水時の河流水質と流域植生など流域特性の関係について考察する。

P1-237 山地溪流に生息する水生不完全菌の種構成に及ぼす水質の影響

山本航平¹・宮本敏澄²・長坂晶子³・長坂有³・玉井裕²・矢島崇²

¹北海道大学大学院農学院・²北海道大学大学院農学研究院・³北海道北海道立総合研究機構林業試験場

河川源流域は森林生態系と河川生態系の接点であり、河畔林から供給される落葉に依存する水生生物（破碎食者）が卓越する場である。破碎食者は、落葉の重要な分解者として知られるが、摂食の初期段階で落葉に水生不完全菌が定着することにより餌資源としての質が向上する過程がとくに重要である。水生不完全菌は水温や水質によって種構成が変化すると考えられているが、国内における調査報告例は著しく少ない。筆者らは、北海道中央部のトドマツ人工林を主体とする地域において、近接する溪流でありながら硝酸態窒素濃度の異なる9河川に調査地点を設定し、河川の水質の違いおよび林分の伐採による水質の変化が水生不完全菌の菌類群集に与える影響を明らかにすることにした。8月中旬からリターバッグ設置実験を行い、菌類群集を調べたところ、落葉分解過程で合計64種の水生不完全菌が出現した。菌類群集は河川によって異なり、河川の水温、硝酸態窒素濃度、溶存有機体炭素濃度の影響がみられた。硝酸態窒素濃度と正あるいは負の相関のある種が見られたため、伐採によって今後、硝酸態窒素濃度が上昇した場合、種によって大きく増加、消失する可能性が示唆される。

P1-239 土壌の凍結・融解が細根リターを介して土壌の窒素動態におよぼす影響 — 北海道東部における野外操作実験からの考察—

細川奈々枝¹・磯部一夫²・浦川梨恵子²・舘野隆之輔³・福澤加里部⁴・渡辺恒大⁵・柴田英昭⁵

¹北海道大学大学院環境科学院・²東京大学大学院農学生命科学研究科・³京都大学フィールド科学教育研究センター北海道研究林・⁴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・⁵北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

土壌が凍結する冷温帯林では初春に窒素無機化や硝化が増加することが知られており、土壌の凍結融解現象は、細根リターの物理的破碎等による溶存有機物濃度の変化を介して土壌微生物による窒素の生成・消費に影響していると考えられる。そこで本研究では、土壌の凍結融解が窒素動態に与える影響を細根リター・森林タイプ・凍結融解パターンの3要因で明らかにすることを目的とした。北海道東部に位置する京都大学北海道研究林のミズナラ林とカラマツ林から採取した土壌を2つに分け、一方にササ細根リターを添加した。それらをミズナラ林（下層植生：ササ）に設置した除雪区と対照区において2014年12月～2015年5月まで野外培養を行い、正味窒素無機化・硝化・DOC生成速度を測定した。また、培養後土壌の総窒素無機化・硝化速度、微生物バイオマスを測定した。GLMM解析から、細根添加により正味窒素無機化・硝化速度が低下する効果が認められた。さらに、各種実験処理が窒素動態におよぼす影響のメカニズムをPLSパス解析で分析したところ、細根リターの添加による土壌微生物を介した窒素動態への影響は採取した土壌の森林タイプによって異なっていた。

P1-240 針葉樹林と広葉樹林の硝酸還元酵素活性の比較

小田木由紀・高木正博

宮崎大学農学部

植物は土壤中の硝酸態窒素を主な窒素源として利用している。針葉樹の硝酸還元酵素活性 (NRA) は広葉樹に比べると低いとの指摘があり、そのことが土壤中の特に硝酸態窒素の動態に影響を及ぼしている可能性が考えられる。本研究では、樹種の違いが林分レベルでの窒素動態に与える影響を明らかにすることを目的として、針葉樹林、常緑広葉樹林の各林分内の葉と細根の NRA の測定を行った。宮崎大学附属田野フィールド内のスギ人工林、ヒノキ人工林、常緑広葉樹林内の葉と細根を、葉は、晴天日と曇天日に広葉樹は 15 種、スギ、ヒノキは当年葉と旧葉に分別して採取し、細根は、白根と褐色根に分別して採取した。NRA 測定 (in vivo 測定) は、硝酸を含む抽出液と含まない抽出液の 2 つの場合を比色法により測定した。また、林分全体の NRA を推定するために、林分の葉面積指数と現存量を測定した。常緑広葉樹林は硝酸の有無による NRA の変化が大きく、光環境に依存した NRA の変化が小さかった。スギ人工林は光環境に依存した NRA の変化が大きかった。ヒノキ人工林は硝酸の有無による NRA の変化が小さかった。これらの結果をもとに、常緑広葉樹林と針葉樹林の窒素動態の違いを考察する。

P1-242 土壤に供給される有機物の違いは分解生成物にどのような違いをもたらすか？

小林高嶺¹・河上智也¹・保原 達¹・春日純子²・松本真悟²・阿江教治³

¹ 酪農学園大学環境共生学類・² 島根大学生物資源科学部・³ 酪農学園大学酪農学研究所

土壤有機物は非常に多様な構成を示すと考えられていたが、近年の研究から一部の土壤有機物は微生物由来のものに徐々に置き換わりながら、一部のアミノ酸組成や構成成分が似た物質へと収斂していく可能性が示唆されている。本研究では、土壤分解物に収斂性があるのかを検証することを目的とし、まず新鮮な桜島火山灰にグルコース、ミズナラ、トドマツの異なる 3 種類の有機物を添加し 120 日間の培養を行った。さらに 0、30、60、120 日目において各土壤を 20g 採取し KCl、超純水、リン酸緩衝液による逐次抽出を行い、抽出液において有機物の分解生成物や土壤中のアミノ酸組成の変化について検証を行った。その結果、全炭素においてはグルコース区では 30 日目までに減少がみられたが、ミズナラ区、トドマツ区に大きな変化は見られなかった。一方、全窒素では、グルコース区、ミズナラ区では大きな変化は見られなかったが、ミズナラ区で大きな増加がみられ、微生物の活動により窒素固定が行われたと推測された。これから土壤有機物の分解生成物に C/N 比的な収斂は見られなかった。発表では、アミノ酸分析の結果も交えて考察を加えていく。

P1-241 琵琶湖流入河川流域における土壤中のリン含有粒子サイズの比較

長根美和子¹・保原 達¹・尾坂兼一²・大園享司³

¹ 酪農学園大学環境共生学類・² 滋賀県立大学環境科学部・³ 京都大学生態学研究センター

リンは多くの生物にとって重要な元素であるが、湖沼などにおいてしばしば過剰となり富栄養化を招く。湖沼へのリンの流入源は主に森林や農地の土壤であるが、特に農地からの懸濁態リンの影響が大きいとされる。

本研究では、森林・畑地・水田の 3 種類の土壤について粒子のサイズ分画を行い、各粒子サイズが全体に占める割合と、そのサイズ毎のリンの含有量を比較することで、これらの土壤が持つ懸濁態リンの負荷の能力や、その違いを調べた。各土壤は、まず篩によって 300 μm~2 mm (F1) および 75 μm~300 μm (F2) の粒子に分けた。次に残りの粒子を 1L メスシリンダーにて沈降速度の違いによって沈降しやすかったもの (F3) と浮遊しやすかったもの (F4) に分画し、それぞれについて全リン、無機態リン、有機態リンを求めた。

粒子サイズは、水田土壤・畑地土壤では比較的小さいサイズのものが多かったが、森林土壤では一番大きいサイズの割合が最も多かった。全リン濃度は、森林土壤と畑地土壤では粒子サイズが小さいもので高く、水田土壤では粒子サイズの違いによる差は認められなかった。発表では、これらの違いについてさらに考察を加えていくこととする。

P1-243 半乾燥地の菌根菌タイプの異なる 2 つの森林における窒素動態と微生物動態

岩岡史恵¹・谷口武士²・山中典和²・杜 盛³・館野隆之輔⁴

¹ 京都大学大学院農学研究科・² 鳥取大学乾燥地研究センター・³ 中国科学院水土保持研究所・⁴ 京都大学フィールド科学教育研究センター

優占する菌根菌タイプの違いは、森林の窒素や微生物の動態に影響を与える。外生菌根菌とアーバスキュラー菌根菌では、土壤有機物分解能力や窒素取り込み能力が異なるため、それぞれの優占林内に存在する窒素の形態や量は異なることが予想される。それに伴い、窒素を利用する菌根菌以外の非共生の微生物相にも違いが生じることが考えられる。本研究では、半乾燥地に位置する中国黄土高原において、外生菌根菌共生種の在来種リョウトウナラ林と、アーバスキュラー菌根菌共生種の侵入種ニセアカシア林を対象に微生物相の違いが窒素の無機化に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

結果、ニセアカシア林ではリョウトウナラ林よりも、非共生微生物と無機態窒素の存在量がともに多かった。リョウトウナラ林では、外生菌根菌が有機態窒素を分解し盛んに窒素を取り込むため、非共生微生物の利用可能な窒素量が減り、非共生微生物の生育やその活動である無機化が制限された。一方、アーバスキュラー菌根菌は有機態窒素分解能が低いため、ニセアカシア林では、非共生微生物が、窒素を十分に利用して、増殖し、無機化活動により多くの無機態窒素を生成したと考えられる。

P1-244 森林土壌への窒素添加が土壌の窒素・リン動態に与える影響

柏木孝太¹・徳地直子²・日浦 勉³

¹ 京都大学農学部・² 京都大学フィールド科学教育研究センター・³ 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

森林生態系において、窒素は植物の成長の制限要因である。そのため、森林生態系には窒素を効率よく利用して保持する機構がある。しかし、人為起源の窒素降下の増加や、他の元素とのバランスの乱れにより、我が国でもいくつかの森林において多量の窒素が系外へ流出していることが報告されている。本研究では、窒素と同じく植物の成長の制限要因であり、窒素の流出に関係があると考えられる元素であるリンに着目し、窒素の添加培養実験を行って窒素とリンの動態を調べた。

調査地は、北海道大学苫小牧研究林、東京大学田無演習林、京都大学芦生研究林内の森林と埼玉県内の森林である。各森林内の表層土壌 0-10 cm を採取し、窒素源として塩化アンモニウムを添加した後、25°C で培養を行った。培養日数は 3、7、14、28 日とし、培養後に可給態リン酸、無機態窒素、pH (H₂O) の測定を行った。これらの実験から得られた結果を報告する。

P1-246 土壌の有機物吸着性は土壌炭素蓄積量に違いをもたらすか？

河上智也¹・小林高嶺¹・保原 達¹・春日純子²・松本真悟²・阿江教治³

¹ 酪農学園大学環境共生学類・² 島根大学生物資源科学部・³ 酪農学園大学酪農学研究所

近年の研究では、土壌有機物はリグニン単体と比べて滞留時間が長い事が示されており、鉱物とのキレート結合による化学的吸着が土壌有機物を強く隔離していると考えられている。加えて、土壌有機物の分解過程において、微生物由来のアミノ酸などが増加する事から、新たに物質が生成されている事が示唆されている。

そこで我々は、分解過程で微生物により生成された物質が、鉱物の吸着により安定化し、さらに吸着の度合いによってその蓄積量が左右されると考えた。これを検証するため、吸着度合いが異なる土壌について、本来微生物に速やかに消費されると考えられるグルコースを与えた培養実験を 120 日間行い、土壌の吸着度合いと炭素蓄積量の関係について調べた。

その結果、グルコース濃度は短期間で急激に減少し、最終的には検出されなくなった。しかし、全炭素量をみると、添加したグルコースに対して多いものでは 1/3 以上の炭素が残っていた。更に、残った炭素量は吸着度合いの大きい土壌ほど高い値を示した。これらの結果から、微生物によりグルコースは別の物質に変化し、鉱物の吸着により安定化、さらに吸着の度合いによって炭素蓄積量は左右されたと考えられる。

P1-245 北方落葉広葉樹林における積雪除去が落葉分解呼吸速度と微生物バイオマスに与える影響

佐藤 開¹・安宅未央子¹・館野隆之輔¹・檀浦正子^{1,2}・大澤 晃^{1,2}・大真貴孝²・柴田英昭³

¹ 京都大学大学院農学研究科・² 京都大学大学院地球環境学学堂・³ 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

温暖化影響を予測するためには、積雪減少が落葉分解呼吸に与える影響を評価することが重要である。落葉分解呼吸の温度応答性は、落葉の分解段階や微生物バイオマスの変化によって季節変動すると考えられる。そこで、2014 年 10 月から翌年 5 月まで、北海道東部の冷温帯落葉広葉樹林で、積雪が落葉分解呼吸の温度応答性の季節変動に与える影響について調べた。2m 四方のプロットを 2 つ作り、一方を積雪区、他方を除雪区として、除雪区の雪をスコップで除去した。月に 1 回両区内の 4 箇所をミズナラ落葉を採取して分解呼吸速度を測定し、Q₁₀ を求めた。また、分解段階の指標として C/N を、微生物バイオマスの指標として SIR (基質誘導呼吸) を測定した。どの測定項目も積雪区と除雪区の間の違いが殆ど見られず、SIR には季節変化が殆ど無かったのに対し、Q₁₀ と C/N は秋から春にかけて減少傾向を示し、特に 11 月と 12 月の間での減少が著しかった。この期間、凍結融解の頻発によって落葉の構造が破壊され分解が急速に進んだことによって、微生物活性が下がったのではないかと考えられた。

P1-247 ブナ苗の根の成長および植栽土壌の呼吸速度に対するオゾンと土壌養分の単独及び複合影響

岡部成晃¹・黄瀬佳之²・廣島ひろか¹・伊豆田猛³・渡辺 誠³

¹ 東京農工大学農学部・² 東京農工大学大学院連合農学研究所・³ 東京農工大学大学院農学研究院

森林の炭素吸収に対する対流圏オゾン (O₃) の影響が懸念されている。本研究では、異なる土壌養分条件下で育成したブナ苗の根の成長と植栽土壌の呼吸速度に対する O₃ の影響を調査した。ポットに植栽した 2 年生のブナ苗を 2014 年 5 月から 2 成長期間にわたって育成した。3 段階のガス処理 (浄化空気、外気の 1.0 倍および 1.5 倍の O₃ 濃度) と 3 段階の施肥処理 (無施肥、低養分添加、高養分添加) を組み合わせ合わせた合計 9 処理区を設定した。2 成長期目の 7~10 月に月 1 回の頻度でブナ苗の植栽土壌の呼吸速度を測定した。また、10 月にブナ苗の器官別乾重量を測定した。無施肥区および低養分添加区では、9 月に植栽土壌の呼吸速度が O₃ によって低下したが、高養分添加区では、植栽土壌の呼吸速度に対する O₃ の影響は認められなかった。同様の傾向が 10 月における根の乾重量に認められた。一方、養分添加量の増加に伴って粗根乾重量に対する細根乾重量の比が低下し、植栽土壌の呼吸速度が低下した。以上の結果より、ブナ苗の植栽土壌の呼吸速度に対する O₃ の影響は土壌養分条件によって異なり、無施肥区および低養分添加区では O₃ による根の成長低下によって植栽土壌の呼吸速度が低下することが明らかになった。

P1-248 コナラ二次林における、土壌深度の変化に伴う微生物呼吸量の推移

新谷涼介・登山直人・宮浦富保
龍谷大学理工学部

序論 土壌らの微生物呼吸量 (HR) は、深度によって異なると考えられる。表面に近いほど有機物が多く微生物の活性も高いと期待されるため、微生物呼吸量 (HR) も高くなると思われる。本研究では、微生物呼吸量 (HR) の深度ごとの違いを調べる事を目的とした。

方法 コナラ二次林内で、地表から 20cm までの土壌を 5cm ずつ掘り出し、土壌内の植物根を全て取り除いた。高さ 23cm の塩化ビニル円筒を掘り起こした際にできた穴に 20cm 差し込み、円筒内に土壌を深さ別に戻した。これをチャンバー A とし、同様にチャンバー B~E を作成した。チャンバー B~E は内部の土壌の比率が異なる (B では深さ 0~5cm, C では深さ 0~10cm, D では深さ 0~15cm, E では深さ 0~20cm の土壌を川砂で置き換えた)。これらに未処理の A0 チャンバーを加えたものを 20 セット用意し、プロット内にラテン方格法を用いてランダムに配置、土壌表面からの CO₂ 放出量を測定した。

結果 土壌表面に近いほど土壌呼吸速度 ($\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2/\text{s}$) が高くなる傾向が見られたが、深い層の方が高い数値を示しているポイントも複数見られた。プロット設置時の攪乱、元々存在していた有機物量の差などが影響していると考えられる。

P1-250 常緑針葉樹林と落葉広葉樹林における土壌呼吸評価

市川萌菜美・楢本正明
静岡大学農学部

土壌呼吸 (以下 R_s) はその森林の樹種や土壌の種類、地温、土壌含水率など様々な影響を受ける。そこで異なる森林を対象に R_s を測定して、その違いを明らかにし、 R_s に影響を及ぼす種々の要因について解析することを目的とした。試験地は静岡大学農学部附属南アルプスフィールドの落葉広葉樹林 (標高約 1500m) と天竜フィールドの常緑針葉樹林 (標高約 400m) である。 R_s は 7 月から 12 月まで、月に一回測定した。落葉広葉樹林では 2 つのエリアにそれぞれ 5cm・30cm ($\Phi=9.4\text{cm}$) の塩ビ管を 10 個ずつ設置した。塩ビ管は長さ 2.5cm が地上から出るように埋設し、15cm・30cm の塩ビ管はそれぞれ 12.5cm・27.5cm の深さまでの根切り処理に相当する。同様に常緑針葉樹林も同じ長さの塩ビ管を 20 個ずつ設置した。 R_s は赤外線ガス分析計 (Li-820, Licor)、ポンプ、チャンバーから構成される閉鎖系システムにより測定された。円筒型チャンバーは土壌に埋設した塩ビ管と同径であり、同じ場所で繰り返し測定することができる。 R_s 測定時には、気温・地温 (深さ 3cm)・土壌水分も併せて測定した。 R_s に影響する様々な要因から樹種の異なる森林の R_s 評価を行った。

P1-249 沖縄島の亜熱帯常緑広葉樹林における土壌呼吸量の時空間変動

寺澤 慧¹・松本一穂²・谷口真吾²・大橋瑞江³・高嶋敦史²・片山歩美⁴

¹ 琉球大学大学院農学研究科・² 琉球大学農学部・³ 兵庫県立大学環境人間学部・⁴ 九州大学大学院農学研究院

【目的と方法】 本研究では沖縄島における亜熱帯常緑広葉樹林の土壌呼吸量 (R_s) の時空間変動を明らかにすることを目的とした。2013 年 10 月から翌 12 月にかけて 0.15ha の調査地内の 50 ないし 60 地点において R_s 、地温、土壌水分、リター被覆率の観測を月に 1 回行った。2015 年 7 月から 10 月にかけて調査地の 2 地点で R_s 、地温、土壌水分の 30 分間隔の観測を行った。

【結果】 2013 年 10 月から翌 9 月までの 1 年間における R_s の平均値は $5.5\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ となり、東南アジアの熱帯雨林において報告された値に匹敵するものであった。 R_s の季節変動は温帯林と同様に地温に依存した明瞭な変動パターンがみられ、土壌水分の影響はみられなかった。より細かい時間スケールの R_s の日内・日間変動に対しても地温の影響が大きかったが、降雨直後の土壌水分の増加に伴って R_s が著しく減少する場合があった。 R_s の空間変動については全観測日で斜面に比べ尾根での R_s が大きい傾向にあり、そのパターンとリター被覆率との間に有意な正の相関関係がみられた。リターは土壌微生物の呼吸基質となることから、 R_s の空間変動に土壌微生物の呼吸量の空間変動が影響していることが考えられた。

P1-251 群状伐採と広葉樹混入が針葉樹人工林土壌に及ぼす影響

牧すみれ¹・戸田浩人²・崔 東寿²・内山佳美³

¹ 東京農工大学農学部・² 東京農工大学大学院農学研究院・³ 神奈川県自然環境保全センター

森林資源を持続的に活用しつつ公益的機能を発揮させるため、単純な一斉人工林ではない林型が検討されている。新たな林型やそのための施業が、森林土壌の養分状態に与える影響を把握しておくことは重要である。また、土壌の養分状態は同じ流域内でも斜面方位で違いがあり、施業の影響も異なることが示されている。そこで本研究では、斜面方位での違いを考慮し、針広混交林化及び、群状伐採による複層林化を目指した施業が森林土壌の窒素状態や微生物に及ぼす影響を調査した。相模川水系相模川上流部に位置する貝沢流域の小流域内に、広葉樹混入区、群状伐採区、通常間伐区を設定し、窒素無機化量、微生物バイオマス窒素などを調査した。その結果、窒素無機化量は、広葉樹混入区や通常間伐区よりも群状伐採区で多く、通常間伐区の間では斜面方位で $\text{NH}_4\text{-N}$ に大きな違いは見られなかったが、群状伐採区では南東向き斜面の $\text{NH}_4\text{-N}$ が北西向き斜面及び南向き斜面より多かった。また、広葉樹混入区では、広葉樹率が増加するに連れて微生物バイオマス窒素及び全窒素量が減少する傾向が見られた。発表では、無機態窒素移動量、C/N、群状伐採区の下層植生窒素量なども考察する。

P1-252

(講演キャンセル)

P1-253 斜面の上部・下部に生育する90年生ヒノキのキャビテーション感受性と木部構造

丸毛絵梨香¹・上田正文²

¹ 京都府立大学生命環境学部・² 京都府立大学大学院生命環境科学研究科

同一斜面に生育する人工林では、斜面の上部と下部で明らかな成長差が生じる。この原因の一つとして、斜面上部と下部における水分環境の違いが影響する可能性が考えられる。樹木は慢性的な水不足に対して様々な対応を取る。その対応の一つとして木部構造を変化させることが知られている。そこで、本研究では同一斜面の上部と下部に生育するヒノキがどのように木部構造を変化させ、水分環境の違いに対応しているかを明らかにすることを試みた。調査は、京都府南丹市に位置する京都府立大学大学院附属大野演習林に生育する90年生のヒノキ林で実施した。本林分は、上部と下部で水分環境が異なることが既に明らかとなっており、上部と下部でヒノキに成長差が認められている。斜面の上部と下部に生育するヒノキそれぞれ3個体から、良く日の当たる枝を5本ずつ採取し、それらを用い遠心分離法によりキャビテーション感受性とP50(水分通導機能消失率50%)の違いを調べた。また、採取した枝の木部切片を採取し、仮道管径を測定するとともに仮道管径頻度分布とKh、t(理論水分通導度)頻度分布を求めた。

P1-254 糸状菌によるCs移行量の測定法の確立

渡邊菜月・金子信博

横浜国立大学大学院環境情報学府

野外における落葉分解実験によって、糸状菌が土壌から放射性セシウムを集積することを明らかにして、ウッドチップを林床に大量に散布し糸状菌の働きを用いて、放射性セシウムを土壌から移行させる除染を提案している。本研究では、除染効率を高めるために吸収率の高い菌の探索を目的として、取り込まれた放射性セシウムの量を定量的に比較するための培養系の確立を行った。

移行率が高いことが報告されている菌を繁殖させたおが粉と、森林の汚染土壌(1.1 kBq/kg)をそれぞれU8容器に封入し、野外の分解系のように土壌とおが粉のU8容器の面を接触させた培養系を5か月間培養した。3か月目と比較すると、5か月目の方がおが粉中の放射性セシウム濃度が高くなり、同じ土壌環境や基質条件でも菌種間において移行率が異なることが分かった。また、糸状菌バイオマスの指標としてPLFAとおが粉に移行した放射性セシウムとの関係について検討する。

P1-255 スギ林および広葉樹林における樹木中のCsの存在形態と安定性

原 竜弥・竹中千里・富岡利恵・金 指努

名古屋大学大学院生命農学研究科

福島原発事故により放射性物質の汚染を受けた森林の長期的管理のため、森林における放射性Csの動態の把握が求められている。樹木は、Csの吸収や体内輸送、落葉等により森林内のCsの移行経路の1つとなっており、樹木中におけるCsの動態および存在形態は森林内のCsの動態を把握する上で重要な要素となる。本研究では樹木におけるCsの動態の理解のため、スギ林・広葉樹林から採取した葉、樹皮、リターについて水と酢酸アンモニウムによる放射性Csの抽出実験を行い、樹木中のCsを体内輸送や溶脱によって移動しやすい形態のCsと移動性の低い安定な形態のCsに分類した。2015年6月に採取したコナラの新葉中のCsは大部分が水で抽出されたことから、容易に移動する形態である事が示唆された。スギ葉については2015年の新葉では多くのCsが抽出されたが、葉齢が古くなるにつれ水や酢酸アンモニウムで抽出されないCsの割合が多くなり、古い葉に含まれるCsはより安定性が高い事が示唆された。スギ樹皮では水や酢酸アンモニウムによるCsの抽出率は低く、スギ林・広葉樹林のリターも同様にCsの抽出率が低かったことから、樹皮やリターに含まれるCsは移動しにくい安定な形態である事が示唆された。

P1-256 福島県のスギ林、アカマツ林、広葉樹林における放射性 Cs の挙動の違い

林愛佳音¹・竹中千里²・富岡利恵²・金 指努²・原 竜弥²

¹ 名古屋大学農学部・² 名古屋大学大学院生命農学研究所

2011年3月に発生した福島第一原子力発電所の事故により、放射性核種が大量に放出された。放出された放射性Csの多くは森林に沈着し、その一部は土壌に不均一に存在している。今後の森林の除染や森林利用を計画する上で、土壌中の放射性Csの挙動推定は重要な課題である。森林土壌における放射性Csの動態に影響を与える要因の一つに植生の違いが挙げられるが、その詳細に関する知見は少ない。そこで本研究では、放射性Csの挙動に植生の違いが与える影響を明らかにすることを目的とし、福島県川俣町山木屋地区世戸八山の隣接したスギ林、アカマツ林、広葉樹林の3林分を対象に、リターおよび土壌中の放射性Csの存在量や動態について調べた。本研究対象地は、植生以外の環境条件はほぼ同じと考えられる。今回は、各林分における単位面積あたりの放射性Cs沈着量、土壌のC/N比、リターへの吸着、化学形態の違いに焦点をあてた。結果より、スギ林における放射性Cs沈着量はアカマツ林や広葉樹林よりも多いことが明らかになった。またリターの形状や分解速度の違いにより、リターから土壌への移行過程において違いが生じることが示唆された。

P1-258 Cesium absorption through bark of three tree species in Fukushima

Wang, Wei・Takenaka, Chisato・Tomioka, Rie・Kanasashi, Tsutomu・Hara, Tatsuya

名古屋大学大学院生命農学研究所

Absorption of radiocesium through bark and translocation into wood and leaves should be a potential process of tree contamination, but few reports have been available. To confirm whether Cs could enter tree through bark and how Cs moves within tree, field experiments were conducted. Stable cesium was applied to the bark at breast height of *Cryptomeria japonica*, *Pinus densiflora* and *Quercus serrata*. ¹³³Cs concentration was determined in the bark, sapwood and heartwood of disks from several heights and in current year leaves from the canopy. For all three tree species, ¹³³Cs concentration in sapwood at 1.2 m disks of ¹³³Cs-treated trees were higher than control trees, suggested that ¹³³Cs penetrated through the bark to enter the wood. Distribution of ¹³³Cs in wood and leaves varied among tree species.

P1-257 担子菌菌糸の垂直分布と子実体中放射性セシウムとの関係

林 拓也¹・岡田直紀²

¹ 京都大学農学部・² 京都大学大学院地球環境学学

【背景・目的】

福島第一原子力発電所の事故後、大量の¹³⁷Csが放出され森林に沈着した。菌類子実体中には高濃度の¹³⁷Csが集積し、属間で集積の程度が異なることが報告されている。その要因のひとつとして、土壌中の菌糸の垂直分布の違いが指摘されている。この点を確認するため本研究では安定同位体を用いて菌糸の土壌中垂直分布と子実体中放射性セシウムの吸収源を推定することを試みた。

【方法】

福島県川内村の広葉樹林（原発より約20km）にて外生菌根菌と腐生菌、合わせて約90試料と、リター層と腐植層および鉍質土壌を2cmごとに深さ30cmまで採取した。子実体試料は乾燥後に粉碎、土壌試料は風乾し、それぞれの安定同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 、 $\delta^{34}\text{S}$ ）および¹³⁷Cs濃度を測定した。

【結果】

土壌の $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 、 $\delta^{34}\text{S}$ はいずれもリター層と腐植層で最も小さく、鉍質土壌では深くなるにつれて大きくなった。子実体中の安定同位体比と¹³⁷Cs濃度は属間および種間で差が見られた。腐生菌よりも外生菌根菌の方がより深い土壌層に菌糸が分布することが安定同位体の値から示唆されたが、子実体中の¹³⁷Cs濃度とは必ずしも対応していなかった。

P1-259 福島県で採取したコシアブラにおける葉中元素含有量とアーバスキュラー菌根菌感染率の関係

福士彰久¹・竹中千里²・出口世太郎³

¹ 名古屋大学農学部・² 名古屋大学大学院生命農学研究所・³ 名古屋大学大学院工学研究所

ウコギ科コシアブラは土壌中のMnを特異的に吸収し、地上部に高濃度に蓄積する植物である。またコシアブラについては、植物体中の放射性Csの濃度が高いこと、細根のアーバスキュラー菌根菌（AM菌）の感染率とCs濃度に関係があることが報告されている。本研究ではコシアブラにおいて、根系に共生するAM菌とCsやMnなどの元素吸収能との関係を明らかにすることを目的とした。福島県川俣町山木屋地区世戸八山にてコシアブラ実生の採取を行った。細根についてオートラジオグラフィによって得られた放射能と、染色及び顕微鏡観察によって得られたAM菌の感染率から、Cs吸収能とAM菌の感染率の関係を評価した。また、細根のAM菌感染率の深度分布を評価した。さらに、葉身に含まれる元素や¹³⁴Cs、¹³⁷Csを、ICP-AES、ICP-MSおよびγ線スペクトロメトリー法により定量し、葉身中のそれぞれの核種および元素含有量と細根のAM菌感染率との関係を明らかにした。本研究により、土壌深度によってコシアブラ細根のAM菌感染率に違いがあること、及び放射性Cs集積能にAM菌が関与していることが示唆された。

P1-260 林床への木質チップ材の敷き均しが放射性セシウムの動態に及ぼす影響

斎藤 翔・高橋輝昌・小林達明

千葉大学大学院園芸学研究所

林地への木質チップ材施用が、林木への吸収含め、土壌中の放射性セシウム (rCs) 移行に与える効果を明らかにするため、福島県川俣町の落葉広葉樹林斜面において試験を行った。2013年7月に、斜面上部、中部、下部にそれぞれ40m²の調査区を設け、予め林床のリター層を除去し、スギの幹と枝を粉碎したチップ材を3kg/m² (斜面上部) ~5kg/m² (斜面中部、下部) 敷き均した区とリター層を除去しただけの区を設けた。チップ材敷き均し後1年間にチップ材に吸収されたrCs量は斜面上部、中部、下部でそれぞれ19、21、15kBq/m²であり、チップ材敷き均し時に下層のFH層や鉍質土層に含まれていたrCs量の4~5%に相当した。2年後、土壌中のrCs濃度はチップ材を敷き均し区ではFH層で最大であり、敷き均していない区では鉍質土層表層(0-1cm)で最大だった。コナラの葉のrCs濃度は、チップ材を敷き均した区で4~7kBq/kg、敷き均していない区で約0.7~3.5kBq/kgとチップ材敷き均しによって樹木への吸収が促進されたと考えられる。

P1-262 溪流中におけるスギと落葉広葉樹のリターの混交が溪床堆積物の放射性セシウム動態に与える影響

峯澤知里¹・戸田浩人²・崔 東壽²

¹ 東京農工大学大学院農学府・² 東京農工大学大学院農学研究院

溪流生態系は溪畔林から供給されるリターにエネルギーの大部分を依存しており、溪畔林の林相の違いは溪床に堆積するリターの量や質に影響を与える。渓流域の放射性Cs動態についても林相によって大きく異なることが予想されるため、福島県二本松市の森林流域に位置する3種類の溪畔林(①スギ人工林、②広葉樹二次林、③溪流を挟んでスギ人工林と広葉樹二次林が隣接)を流れる溪流を対象に、溪床に堆積する有機物を採取し、堆積量と放射性Cs濃度を測定した。試料の採取は2014年11月と2015年9月の2回実施した。スギと広葉樹のリターが混交している溪床では、スギのみ、広葉樹のみと比べて有機物堆積量が少なく、放射性Cs濃度が低かった。また、溪流沿いの林床で、2015年7月にA0層と表層土壌を採取し、放射性Csの調査を行ったところ、スギと広葉樹のリターが混交しているA0層のスギリターは、スギのみの林床のものに比べて濃度が低く、土壌深部への移行が進んでいた。これは、スギと広葉樹の混交により、微生物によるスギリターの分解が促進され、リターに沈着した放射性Csの移動性や溶出が増大したことによると推測された。

P1-261 落葉広葉樹の落葉における放射性セシウム濃度の樹種による違い

河野沙紀¹・戸田浩人²・崔 東壽²

¹ 東京農工大学農学部・² 東京農工大学大学院連合農学研究所

主要な落葉広葉樹の落葉における放射性Cs濃度の種間差を経年変化と併せて把握することは、落葉による放射性Cs循環特性を明らかにするうえで重要である。

本研究では福島第一原子力発電所事故による放射性Csの初期沈着量の異なる福島県二本松市の3地点で2012~2014年に採取したミズナラ、クリ、イタヤカエデ、コナラの落葉と、群馬県みどり市で2010~2014年に採取したミズナラ、クリ、イタヤカエデ、ミズキ、シオジ、トチノキ、ハクウンボクの落葉を対象とした。落葉は乾燥・粉碎した後、放射性Cs濃度、全KおよびCN比を測定した。

その結果、落葉の放射性Cs濃度は初期沈着量に依存し概ね経年とともに減少した。二本松市では、イタヤカエデの放射性Cs濃度が高く、コナラが低かった。一方、みどり市ではミズナラとクリで放射性Csが原発事故前の2010年にもわずかに検出され、2011年以降も高めに推移した。2011年以降ではハクウンボクの濃度が最も高く、イタヤカエデとトチノキは2011年のみ高く以降の濃度低下が著しかった。シオジとミズキは比較的低濃度であった。発表ではこれらの樹種間差の要因について考える。

P1-263 ポット栽培におけるコナラ苗のセシウム吸収に及ぼす菌根菌の影響

小河澄香¹・山中高史²・赤間慶子²・平井敬三³・長倉淳子³・山路恵子¹

¹ 筑波大学大学院生命環境科学研究科・² 森林総合研究所森林微生物研究領域・³ 森林総合研究所立地環境研究領域

土壌中の放射性セシウムの樹木への吸収に及ぼす菌根菌の影響を明らかにするため、当年生のコナラ実生苗へ菌根菌のツチグリを接種した後、安定体セシウムを添加する試験を行った。森林総研本所構内から採取したコナラ種子は発芽させたのち、火山灰土壌(森林総合研究所本所(茨城県つくば市)構内圃場B層)または花崗岩土壌(茨城県日立市入四間町から採取)にて育てた。また、セシウム吸収に及ぼすカリウムの影響を評価するため、肥料としては、通常のホーランド氏養液のほか、カリウムを除いたものも用いた。菌を接種した1箇月後にポットあたり85μMの塩化セシウム水溶液を50ml添加した。その1箇月後、根系の菌根形成を観察し、成長量、コナラ苗地上部のセシウム含量を測定した。今回、接種したツチグリ菌の他、雑菌の混入によると思われる菌根形成も認められた。火山灰土壌で育てた場合の方が花崗岩土壌で育てた場合に比べて、植物体の成長やセシウム濃度は有意に上昇しており、土壌の性質が影響していることが考えられた。

P1-264 The release of Cs-137 from the decomposition of contaminated forest litters and its migration in two soil conditions

Mensah, Akwasi¹ · Fujii, Yoshiharu² · Toda, Hiroto² · Bellingrath-Kimura, Sonoko Dorothea³

¹ 東京農工大学大学院農学府 · ² 東京農工大学大学院農学研究院 · ³ Institute of Land Use Systems Leibniz Centre for Agricultural landscape Research

This study was to investigate the ¹³⁷Cs migration from 6 g each of contaminated forest oak and cedar litters with types, L and F, collected at Nihonmatsu, Fukushima Prefecture in 2014 added to 4 brown forest soils and 4 brown lowland soils, was studied by column based method. Columns with litters were incubated with water additions 3 times per week as precipitation. Cedar forest litter showed significantly higher ¹³⁷Cs in all types than in oak litter. The F-type of both oak and cedar litter recorded higher ¹³⁷Cs of 38.7 and 65.3 Bq kg⁻¹ respectively than the L-type. Results after two months incubation showed that ¹³⁷Cs in leachate from brown forest soils were higher than in brown lowland soil. In brown forest soil with L-type oak litter, ¹³⁷Cs in leachate decreased from 22.1 to 10.8 Bq kg⁻¹ but increased from 15.5 to 24.9 Bq kg⁻¹ for F-type oak litter. Cedar showed increased ¹³⁷Cs for all litter types in leachate.

P1-266 ローム土壤に植栽したスギ苗木の放射性セシウム吸収とカリウム施肥による移行吸収抑制の検討

平井敬三¹ · 長倉淳子¹ · 小松雅史² · 山中高史³ · 大橋伸太⁴ · 今村直広⁵ · 赤間亮夫⁵ · 渡邊仁志⁶

¹ 森林総合研究所立地環境研究領域 · ² 森林総合研究所きのこ・微生物研究領域 · ³ 森林総合研究所森林微生物研究領域 · ⁴ 森林総合研究所木材特性研究領域 · ⁵ 森林総合研究所企画部 · ⁶ 岐阜県森林研究所

放射性物質の樹木や木材への土壤からの経根吸収のメカニズム解明や評価には、事故後新たな植栽木による解析が有効と考えられる。本研究ではローム質土壤を充填したポットに福島原発事故の影響が無い1年生スギ実生苗を植栽して放射性物質で汚染されたリターをポット表面に置き、放射性物質と養分の動態を2年間追跡した。処理としてカリウム施肥区と対照区を設けた。当年葉の¹³⁷Cs濃度(Bq kg⁻¹)は施肥区で2.4、対照区で7.0であり施肥区で低かった(p=0.06)。またカリウム濃度は対照区より有意に高く、カリウム濃度が高いほど¹³⁷Cs濃度が低下する傾向にあった。根でも¹³⁷Cs濃度は3.7と、対照区の8.5に比べて低い傾向を示した(p=0.08)。カリウム施肥により物質を吸収する根や生育の活発な当年葉で濃度低下が見られることから、ローム土壤ではスギ苗の放射性セシウムの吸収を抑制する効果があると考えられた。

P1-265 栃木県塩谷町におけるスギとコナラ材に関する¹³⁷Cs汚染状況の年次的変化

飯塚和也 · 金田伊織 · 那須礼二 · 室町爽子 · 大島潤一 · 逢沢峰昭 · 大久保達弘

宇都宮大学農学部

事故を起こした福島原発から南西方向に約130 kmに位置する栃木県塩谷町の森林を対象に、放射性降下物である¹³⁷Csに関する調査をしている。スギについて、樹幹木部に移行した¹³⁷Csは、時間とともに辺材から心材へ移動し、これに伴い濃度も辺材よりも心材の方が高くなってきた。2013年1月に採取した林齢40年では、心材の¹³⁷Cs濃度は、材色(明度L^{*})と負の相関、含水率とカリウム濃度との間に有意な正の相関が認められた。2014年と2015年に主伐した樹幹木部の¹³⁷Cs濃度の半径方向は、辺材と隣接した心材部位が最も高い値を示す傾向があった。一方、シタケ原木栽培用のコナラ立木について、2012年~2015年の初冬の樹皮は、2012年から2014年にかけて¹³⁷Cs濃度は、自然減衰よりも減少率が大きい傾向を示したが、2014年と2015年ではほぼ同様な値を示した。また、汚染されたほだ木から発生した子実体の¹³⁷Cs濃度と比べ、菌糸の蔓延する前後の木部の濃度には大きな変化は認められなかった。

P1-267 セシウムは森林土壤のどこに存在しているか

金子真司¹ · 赤間亮夫² · 高野 勉² · 小林政広² · 石塚成宏¹ · 橋本昌司¹ · 志知幸治¹ · 大貫靖浩¹ · 鳥山淳平¹ · 釣田竜也¹ · 平井敬三¹ · 阪田匡司¹ · 山田 毅¹ · 野口享太郎¹ · 古澤仁美¹ · 池田重人¹ · 小野賢二³ · 藤井一至¹ · 大橋伸太⁴ · 齊藤 哲⁵ · 小松雅史⁶ · 梶本卓也⁵

¹ 森林総合研究所立地環境研究領域 · ² 森林総合研究所企画部 · ³ 森林総合研究所東北支所 · ⁴ 森林総合研究所木材特性研究領域 · ⁵ 森林総合研究所植物生態研究領域 · ⁶ 森林総合研究所きのこ・微生物研究領域

福島原発事故で森林にもたらされた放射性Csのほとんどは、堆積有機物層(A0層)と表層土壤に存在していることから、A0層と土壤の¹³⁷Csの分布状況について検討した。森林総研がこれまで行ってきたA0層(25×25 cm全量採取)と土壤(高さ5 cmの採土円筒によって0-20 cmの土壤を採取)の調査に加えて、スクレーパー法(15×30 cm枠内の0-10 cmの土壤を1 cm毎に採取)による調査を行った。調査は2013年8月に川内村の川内ヒノキ林(KH)、川内コナラ林(KK)、上川内スギ林(KKS)と大玉村の大玉スギ林(OS)、大玉アカマツ林(OA)、大玉コナラ林(OK)で行った。A0層と土壤(0-20 cm)の¹³⁷Cs蓄積量を比べると、川内村の3プロット(KH、KK、KKS)は土壤よりA0層の蓄積量が大きかったのに対して、大玉村の3プロット(OS、OA、OK)ではA0層より土壤の蓄積量が大きく、川内村と大玉村では分布の違いが認められた。土壤の容積重を標準化(1.0に調整)して比較したところ、¹³⁷Cs全蓄積量に対する最表層(0-2 cm)の割合は、KK、KKS、OS、OKでは概ね80%以上であったのに対して、KH、OAは60%以下と、プロットによって土壤への浸透に違いがみられた。

P1-268 福島県北東部の森林におけるセシウム 137 の動態モデル

金 指努¹・竹中千里¹・飯塚和也²・大久保達弘²・関本 均²・王 韡¹・杉浦佑樹¹・肘井直樹¹・綾部慈子¹・古川 純³・金子信博⁴・小金澤正昭⁵・福島和彦¹・青木 弾¹・吉田智弘⁶・逢沢峰昭²・小澤 創⁷

¹名古屋大学大学院生命農学研究所・²宇都宮大学農学部・³筑波大学アイソトープ環境動態研究センター・⁴横浜国立大学大学院環境情報研究院・⁵宇都宮大学雑草と里山科学教育研究センター・⁶東京農工大学農学部・⁷福島県森林整備課

福島第一原子力発電所事故による森林の放射性セシウム汚染は、未だに重要な問題である。IAEA および国の方針として、森林の除染対象は、基本的に住居・農地等に隣接する 20m に限定されているため、半減期が約 30 年と比較的長いセシウム 137 (¹³⁷Cs) は、今後も長期にわたって森林内に留まり続けることが予想される。そのため、¹³⁷Cs が森林生態系のどの構成要素に移動・蓄積するか、長期的な動態の予測をすることは、森林の放射性セシウムの適切な管理に必要であり、また、森林内の除染が行われることになれば、効果的な除染を行うために必要であると考えられる。そこで、森林における、主に樹木を中心とした¹³⁷Cs 循環の長期予測モデルを作成した。福島県および栃木県のスギ・アカマツ・コナラ林で採取したリター、土壌、根、幹、枝、葉に含まれる¹³⁷Cs の濃度を測定し、既存の立木のエアロメトリー式を適用することにより、事故発生から時間経過に伴う、土壌-立木間を循環する¹³⁷Cs の濃度変化をモデル化した。本モデルでは、長期的には土壌へ¹³⁷Cs が蓄積されることが予測されたが、まだ森林内のセシウム循環には未解明な部分が多く、モデルの改良が必要である。

P1-270 樹幹全体の放射性 Cs 濃度を推定する試み

櫻井哲史・小川秀樹・吉田博久

首都大学東京

東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴い、大量の放射性 Cs が放出し、東日本の広域が汚染された。木材の利活用については、用途に応じて指標値等により放射性 Cs 濃度に一定の制限がされており、汚染の深刻な福島県では林業の停滞を招いている。

放射性 Cs による樹幹の汚染状況は、ある高さにおける、樹皮や材部等の部位別の濃度が調査されており、濃度分布が明らかにされるとともに、時系列変化から移行や拡散などの放射性 Cs の動態が議論されているが、樹木全体でどの程度の放射性 Cs を保持しているかは、ほとんど議論されていない。樹木全体の放射性 Cs 濃度の把握は、局所的分布の偏りや局所の変化が全体に与える影響の評価や、木材の利活用を検討するうえで重要であるものの、それには、伐倒し多くの試料を採取しなければならず、人的・経費的な負担が大きいという、多くの時間を要する。そのため、森林施業の現場からは簡易に全体を推定する新たな手法が求められている。本研究では、伐倒し採取したスギの樹皮及び材部のデータを基に、任意の高さの放射性 Cs 濃度から全体の濃度を推定するモデルを提案する。

P1-269 スギ林の A0 層からシイタケ菌床へのセシウム 137 の移行

成松眞樹

岩手県林業技術センター

土壌など栽培環境からホダ木への Cs-137 の移行経路を把握するため、シイタケ完熟菌床をモデルとして、栽培袋の下面を開放し、岩手県南部のスギ林の A0 層上に設置した。設置期間は 2015 年 5 月から 11 月とし、6 月から 11 月の各月に菌床を回収して、上下に分けて Cs-137 濃度と含水率を測定した。コントロールとして滅菌した完熟菌床を同様に開放、設置した。なお、発生した子実体は菌床に含めた。

設置 1 か月後の菌床では、菌床の下面から伸びたシイタケの菌糸がスギの落葉に強固に付着し、落葉の一部は白変していた。Cs-137 濃度の上昇は菌床の下部で顕著であった。下部の Cs-137 濃度は設置から 3 か月間は増加し、その後は同程度で推移した。また、下部の Cs-137 濃度は期間を通じて上部より高かった。さらに、設置から 1、2 か月間が経過した菌床下部の Cs-137 濃度は、いずれもコントロールの 2 倍以上の値を示した。一方、菌床の含水率は、菌床の上部でやや高めに推移するものの、期間を通じて 70~80% に分布し、コントロールとの顕著な差異は観察されなかった。これらのことから、菌床下部における Cs-137 濃度の増加には、シイタケの菌糸による A0 層からの移行が関与していることが示唆される。

P1-271 林地と畑地における分解にともなう落葉中の放射性セシウム濃度および量の変化の比較

市川貴大¹・逢沢峰昭²・大久保達弘²

¹とちぎ農林倶楽部・²宇都宮大学農学部

【目的】東京電力福島第一原子力発電所の事故により、大量の放射性核種が大気や海水中に放出され、高濃度の放射性セシウム (Cs) が含まれる可能性のある堆肥等の施用・生産・流通の自粛が要請された。そこで、林地と畑地における分解にともなう落葉中の放射性セシウム濃度および量の変化を把握することで、落葉堆肥の利用可能性について検討した。【方法】試験は栃木県塩谷町熊ノ木地区のコナラ林 (*Quercus serrata* Thunb.) および畑で行った。1m×1m、深さ 30cm の底の開いた木枠を設置し、2015 年 3 月にコナラ林の林床に堆積している落葉をかき集め、各木枠内に収まるように敷き詰めて有機物分解させた。3 か月ごとに分解中の落葉の重量と放射性 Cs 濃度を測定した。【結果】畑地で分解させた落葉の放射性 Cs 濃度は 9~12 月に上昇したが、放射性 Cs 量はほとんど変化しなかった。畑地土壌から落葉堆肥への放射性 Cs の移行はみられなかった。一方、林地で分解させた落葉の放射性 Cs 濃度は 12 月で 3~6 月より上昇し、放射性 Cs 量も 12 月で 3 月の 1.6 倍であった。林地では表層土壌から落葉堆肥への放射性 Cs の移行が依然みられた。

P1-272 福島原発事故後4年間のデータを用いた森林内放射性セシウム動態のモデル予測

橋本昌司¹・今村直広²・大橋伸太³・小林政広²

¹ 森林総合研究所立地環境研究領域・² 森林総合研究所放射性物質影響評価監・³ 森林総合研究所木材特性研究領域

福島第一原子力発電所事故で汚染された地域の約70%が森林である。今後の森林の対策を考えていく上で、森林内の放射性セシウムの動態を長期に予測していく必要がある。本研究では、チェルノブイリ事故後に開発された森林内放射性物質動態予測モデル(RIFE1)を、森林総合研究所が2011年から行っているモニタリングデータを用いてパラメタリゼーションし、放射性セシウムの動態をモデル化した。単位面積あたりの放射性セシウムの森林内の分布予測は、Hashimoto et al. 2013と近い結果となった。モニタリングサイトの森林のバイオマスデータと森林生態系多様性基礎調査のデータを用いてバイオマスの変化量も予測し、木材内部の放射性セシウム濃度も予測した。根からの吸収が主に有機物層で起こるのか、その下の鉱質土壌で起こるのかの仮定により、将来の木材内部の放射性セシウム濃度の予測が異なった。今後もモニタリングを継続し、モデルの結果を検証するとともに、モデルの改良に反映させる必要がある。

P1-274 落葉広葉樹林における落葉・落果の放射性セシウムの年次変化

直江将司¹・阿部 真¹・田中 浩²・赤間亮夫³・高野 勉³・正木隆¹

¹ 森林総合研究所森林植生研究領域・² 森林総合研究所・³ 森林総合研究所放射性物質影響評価監

森林のリターは放射性セシウムの林内循環に大きな影響を与え、またリターを食べる動物を内部被ばくさせる。しかし、原発事故による放射性物質の降下があった落葉広葉樹林において、リターの放射性セシウムに関する知見は不足している。本研究では落葉広葉樹林の主要構成樹種であるコナラ・カスミザクラ・アカシデを対象に、その落葉・落果の放射性セシウム濃度と年次変化を調べた。サンプルは原発から70kmの北茨城市と26kmの川内村に設置したリタートラップで採取し、樹種・部位別に測定した。

落葉の放射性セシウム濃度は、2011年からの時間経過とともに全樹種において大幅に減少した。一方、年度ごとの落葉の放射性セシウム濃度には顕著な樹種差が見られ、カスミザクラ、アカシデ、コナラの順に多くなっていた。落果の放射性セシウム濃度はカスミザクラでは2011年から2015年にかけて単調に減少する一方、コナラでは2011年から2013年にかけて増加し、その後減少に転じるというパターンが見られた。調査結果から、落葉広葉樹のリターの放射性セシウム濃度は概して減少しているものの、生態系に与える影響を考える上では樹種や部位による差異を考慮する必要があると考えられた。

P1-273 栃木県北部の落葉広葉樹林における樹上生葉および落葉の放射性セシウムの季節変化

大久保達弘¹・佐藤史佳¹・飯塚和也²・逢沢峰昭¹

¹ 宇都宮大学農学部・² 宇都宮大学農学部附属演習林

福島原発事故後、里山林の林床落葉を利用した腐葉土に暫定許容値(400Bq/kg)が設定され現在に至っている。腐葉土利用再開のための放射性セシウムモニタリングを栃木県北部の落葉広葉樹林で2011年5月以降開始した。当初5年間(2011~2015)で落葉中の放射性セシウム濃度は大きく減少したが、夏季(7月~9月)に一時的な濃度増加が観測された。そこでリター中の落葉と樹上の生葉・枝の放射性セシウム濃度の対応関係、ならびに樹体から葉・林床への放射性セシウムの移行を検討するために、これまでの落葉、土壌に加えて樹上の生葉および枝の放射性セシウム濃度を栃木県北部の標高・樹種の異なる2ヶ所の落葉広葉樹林[塩谷町高原山ブナ類林(標高900m)と那須塩原市関谷コナラ・アカマツ林(標高400m)]で2年間測定した。樹上のブナ類ならびにコナラの旧年枝の濃度は生葉・枝(当年枝、二年枝)のそれよりも高く、濃度の季節変化は5月の測定開始以降減少し、落葉に見られる夏季増加傾向はなかった。したがって夏季の落葉の放射性セシウム濃度の増加は樹上の生葉のそれと連動せず、林内雨による湿性沈着などとの関連性が示唆された。

P1-275 モウソウチクにおける放射能汚染の実態と除染試験の効果

齋藤智之¹・八木橋勉¹・清和研二²・鈴木有映³・今楚実希⁴

¹ 森林総合研究所東北支所・² 東北大学大学院農学研究所・³ 宮城県大河原地方振興事務所・⁴ 宮城県林業技術総合センター

竹林は森林生態系の構成要素の一つとして、また食用筍の生産現場としてかなりの面積を有する。東日本の主要な筍生産地では筍から基準を超える放射性Csの値が検出されたため出荷停止が続いている。そこで福島第一原発事故により放出された放射性物質による竹林生態系の汚染実態とその後の経過を把握すること、および除染試験の効果を検証することを目的に調査を行った。実態調査では、筍のみならずタケ個体全体の放射能汚染の実態を評価するため、竹林の面積ベースでの推定値を部位別測定値の積み上げ式で算出した。タケは、ササと同じ分類に属するため分枝構造から各部位の齢が分かる。放射性物質の濃度は年ごとに生産された部位ごとに明らかにし、時系列で物質の動態を追跡した。特に放射性Csの初期沈着後の個体内への吸収分の影響がどのくらいの期間続くか、その後の植物体内における転流・移行の経路を考慮してその影響を予測した。本報告では原発から距離約70kmの宮城県丸森町・白石市を中心とする地域において2013年5月から、放射性セシウム濃度を測定した結果を報告する。さらに宮城県と共同で行っている除染対策を施した竹林のその後の効果についても経過報告する。

研究発表題目(29日)
(部門別口頭発表・ポスター発表)

T4-1 自然保護地域におけるガバナンスのあり方試論(1)

土屋俊幸

東京農工大学大学院農学研究院

日本の国立公園においては、2014年7月の自然環境局長通知に基づき、公式に協働型管理運営の推進が始まっている。しかし、試みは始まったばかりであり、現場では協働型管理運営の方向性や手法について、手探りの状況が続いている。

これに対して、研究面では、以前から進められつつあった国内外の自然保護地域における協働型管理の事例分析が蓄積されつつあり、また、協働型管理に欠かせない合意形成手法の検討も進められつつある。しかし、先行研究は、まだ多分に断片的であり、総合的、統括的な検討がされているとは言い難い。

そこで、本研究では、IUCNの定義に従えば、実施すべきことを、誰が、どのようにして決めるのかの問題、つまりガバナンスの問題に絞って、そのあり方を検討することにしたい。報告者は、かつて、この問題について、概括的な方向性を示したが(土屋、2014)、ここでは、その後の知見も含めて、より具体的で、かつ総合的な検討を目指したい。

引用文献：土屋俊幸「我々にとって国立公園とは何なのか？—地域制自然公園の意義と可能性—」。林業経済研究、60(2)、2014年、1-12頁

T4-3 森林生態系とエコツーリズムの展開に関する基礎的研究

海津ゆりえ

文教大学文教大学

本発表は、磐梯朝日国立公園裏磐梯地区におけるエコツーリズム推進に伴う参加型モニタリングシステムを題材としている。福島県を代表する観光地である同地区は、1999年からエコツーリズムに取り組み始め、2003年度からの環境省のエコツーリズム推進モデル地区を経て2007年度には裏磐梯エコツーリズム協会を設立し、実践と仕組みづくりを進めている。エコツーリズムは自然資源の活用と保全の両立と地域振興を目指す観光の概念である。適切な資源管理のためには利用に伴う生態系への影響のモニタリングが不可欠であるが、裏磐梯地区では2006年度からそのシステムの開発に取り組み、2009年度にはエコツーリズム協会が主体となって十数項目に及ぶモニタリングシステムを構築した。このシステムは①多様な参加主体、②収集するデータの多様性、③成果情報の共有のあり方、④モニタリング結果の活用方法、⑤継続性の担保、⑥地域外からの支援の確保等のいくつもの工夫を連携させたものである。作業負担と経費負担を軽減し、持続性ある制度として一定の実績を有している。観光利用に伴う生態系管理に向けた応用可能な基礎技術として概略を紹介する。

T4-2 我が国の観光学の現状と森林観光研究

田中伸彦

東海大学観光学部

21世紀に入り、我が国では観光学の専門学部学科を置く大学が増加したため、専門性を前面に出した観光研究教育体系を改めて考える時期に差し掛かった。一方で、これまで我が国では観光等のサービス産業が注目されてこなかったため、例えば経営学分野の観光研究水準は欧米などと比較すると、数十年遅れた段階に留め置かれていると指摘されている。その様な中、日本森林学会でも「近年の観光やレクリエーションに対する社会的な注目を反映し、これらについて議論できる場を部門レベルで設定し、研究交流の促進を図る」ことを目指す動きが始まった。観光学も森林学も、学問としては領域学である。観光という現象を、森林という実態に照らし合わせて、学術的に議論できる場を部門レベルで設定するには、どの様な点に留意すべきかを本論では議論したい。具体的には、Goeldner and Richie (2006)らの概念を念頭に、「観光学が『観光という現象』を明らかにするための学問」、「観光という産業」を理解するための学問」、「観光産業に携わる際に必要とされる知識や技能の習得」の3つの柱から構成されるという立場から森林科学における観光研究の体系を論じたい。

T4-4 北海道南西沖地震後の奥尻島の復興と観光

山本清龍

岩手大学農学部

1993年7月12日の北海道南西沖地震では推定震度6の烈震が発生し、海岸崖地の深層崩壊に加えて津波が奥尻島を襲い、稲穂や初松前、青苗、藻内の各地区で集落が壊滅的な打撃を受けた。本研究では、津波という危険事象を取り上げて、災害発生後の復興を評価することを企図し、具体的には、災害から約22年が経過した時点での奥尻島民の復興に対する評価を明らかにすること、観光の視点を加えて島の現状や課題を明らかにした上で公園緑地を活用した防災・減災の可能性について検討すること、の2点を研究目的とした。2015年時点で島にある1,433の全世帯を対象にした郵送回収式アンケート調査の結果、災害発生後の復旧、復興の取り組みについては肯定的な回答が多かった一方、島が現在抱える課題としては漁業の衰退、人口減少、島の活気の喪失などの回答が多くみられた。また、島民の多くは自然風景に島の魅力があると回答し、観光振興による経済効果、島の活性化が期待されていた。しかし、公園緑地の役割はそれほど期待されておらず、自然風景の保全、観光振興を図る場としての公園緑地の機能について理解を求めていく取り組みの必要性が示唆された。

T4-5 マレーシア・キナバル国立公園における協働型管理の現状と課題

熊谷嘉隆

国際教養大学国際教養学部

マレーシア・サバ州のキナバル山国立公園・世界遺産自然地域(MKNP)はその景観と特異な生態的特徴によりマレーシアを代表する国立公園として毎年多くの登山・観光客が訪れる。また、登山ガイドやポーター等の雇用創出や土産物の販売等、MKNPがもたらす経済波及効果は極めて大きい。一方で、MKNPの指定においては、地元住民はキナバル山が「聖なる山」として信仰の対象であることから観光客の入り込みによりその神聖性が侵され、指定地域内の土地利用が制限され、そして周辺地域の土地価格の高騰への懸念から、指定検討過程において反対していたが、1964年、マレーシア最初の国立公園として正式認可、また、2000年には世界自然遺産地域として登録され、それ以降、当地を訪れる観光客は増え続けている。当初は公園指定そして遺産登録に反対だった公園周辺住民もMKNPがガイドやポーターの雇用機会を創出することから公園管理行政との歩み寄りを模索し始め、2013年に公園管理行政と地域住民との協働の場としての「長老会議」が発足した。本講演では長老会議発足に至る経緯やその役割を切り口に国立公園、観光振興、そして公園管理行政と地域とのあり方を検証する。

T4-7 国立公園における混雑の把握 —屋久島・縄文杉登山ルートを事例に—

新井愛那¹・枚田邦宏²・奥山洋一郎²

¹ 鹿児島大学大学院農学研究所・² 鹿児島大学農学部

屋久島の山岳地域でも他の国立公園と同様に、混雑は1日当たりの利用者数(入園者数)によって判断されてきた。しかし、1日当たりの利用者数が多いからといって全ての場所において同じ混雑状況になっているわけではないことは経験的に理解されていた。そのため、混雑によって生じると考えられている心理的な問題の解決策を考える際には、全体の利用者数のみではなく、場所ごとの混雑状況をきちんと把握する必要がある。

そこで、混雑の発生場所と場所ごとの混雑状況を把握するためにアンケート調査および地点ごとの利用者数調査を行った。アンケート調査は平成26年の秋と平成27年の春の大型連休の計11日間、荒川登山口にて実施した。地点ごとの利用者数調査は、平成27年の秋の大型連休等の計5日間、混雑地点3カ所で実施した。その結果、山中での混雑発生カ所と時間帯ごとの混雑状況を把握することができた。

T4-6 観光プログラムの流通・販売に関する一考察(その2)

菅野正洋

日本交通公社観光文化研究部

我が国では、自然体験やエコツアー、産業体験、野外活動など、地域固有の資源を活かしたさまざまな地域発の観光プログラムが各地で企画・販売されている。その取り組みに当たっては、観光客や旅行会社に対するワンストップ窓口として、あるいは地域内の連携促進の核として各地の観光協会などの観光推進組織が中心的な役割を担うことについての期待が高い。その一方で、2014年に全国の観光推進組織を対象として実施したアンケート調査では、観光プログラムの事業単独では採算性が確保できない傾向があるが、組織としての地域振興や地域活性化に対する期待や使命に基づき取り組んでいるといった現状が明らかになっている。本研究では、上記のアンケートへの回答組織のうち、販売規模(取扱額)や補助金への依存度といった指標をもとに、優良と目される事例を抽出し、担当者へのヒアリング調査によって現場での実態と工夫、課題を詳細に把握した。その結果、個人客向けの直接販売をメインとし、二次交通との組み合わせによって販路を確保していること、また観光プログラムとは別の主たる収入源を確保して取り組んでいることなどの特徴が把握された。

T4-8 持続可能性指標を活用した合意形成手法に関する実践的研究 —奥日光をケースとして

寺崎竜雄・五木田玲子・門脇茉海

日本交通公社観光文化研究部

観光分野における持続可能性指標(Sustainable Tourism Indicator: STI)は、世界観光機関(2004年)が推奨する観光地の管理計画モデルであり、観光地の状態を複数の指標によって表現し、数量データとして測定、モニタリングしようというものである。本研究では、STIモデルが観光地の協働型管理における合意形成の手法としても有効であるという仮説をたて、奥日光地域を対象地として試行的に導入し、その有効性や留意点などを検討した。STI設定の過程では、地域の関係者は、観光客や観光経済、住民意識などの客観的な状況把握に興味を抱き、具体的な測定項目やアンケート調査の手法の検討などに積極的に関わろうとした。また、この時々小さな合意形成を積み重ねることができた。状態観察の結果、STIモデルは地域の現状と課題の共有や、将来像の検討の場におけるコミュニケーションのツールとして効果的であり、何らかの合意形成にも有効であると考察した。また、留意点として、意欲と行動力のある中核人材の発見、簡易な言葉の利用が重要であること等を確認した。なお、本研究は環境研究総合推進費によって実施した。

T4-9 日光国立公園奥日光地域における利用者の行動と意識に関する考察

五木田玲子

公益財団法人日本交通公社

日光国立公園奥日光地域は、山岳や湖沼等の優れた観光資源を有することから古くから観光地として発展し、多くの利用者が訪れてきた。しかし、近年においては、中長期的な宿泊客の減少や地域内消費の減少などが課題となっている。そこで、本研究では、奥日光地域における利用者の滞在時間や飲食物販施設の利用有無に影響を与える要素を明らかにすることを目的とし、公園利用者に対して奥日光地域での行動と意識について自己記入方式によるアンケート調査を実施した。その結果、居住地や性年代のほか、来訪回数、同行者などが、滞在時間や飲食物販施設利用に影響を与えていることが示された。飲食施設利用は年代が上がるにつれて利用率が低下する一方、宿泊・物販施設利用は年代による有意差はみられないこと、飲食物販施設は5回目以上のハードリピーターになると利用率が低下するが、宿泊施設はハードリピーターに加え初来訪者の利用率も低いことなどが明らかとなった。なお、本研究は、環境省環境研究総合推進費「持続的・地域社会構築の核としての自然保護地域の評価・計画・管理・合意形成手法の開発」の一環として実施した。

T4-11 国立公園での利用者行動調査における携帯電話GPSの活用可能性：奥日光地域での試行

宮坂隆文¹・大場章弘²・赤坂宗光¹・土屋俊幸¹

¹ 東京農工大学大学院農学研究院・² 慶應義塾大学 SFC 研究所

国立公園における近年のGPS機器配布型の利用者行動調査がもつ、機器のコストや回収リスク、行動の始点と終点の限定性等の課題を克服し得るものとして、利用者の携帯電話GPSの活用について検討した。

日光国立公園奥日光地域において、利用者に対し属性調査および携帯電話GPSを用いた行動調査を実施した。スマートフォンの場合、既存のアプリケーションを使って滞在中のGPS情報を記録・送信してもらったが、そういったアプリケーションのないフィーチャーフォンに対しては、独自のGPS情報収集システムを開発しデータを取得した。行動調査への協力の有無を応答変数、利用者属性を固定効果、調査地点をランダム効果とした一般化線形混合モデルから協力・非協力者間の属性的偏りを、非協力の割合やその理由、得られたGPSデータの有用率からサンプリング効率を検討し、調査時に直面した課題もあわせて手法の適用性を考察した。

その結果、サンプリングの属性的偏りや効率の低さ、携帯電話の機種多様性に伴う困難が明らかになり、主要因は利用者のITリテラシー不足にあると考えられた。そのため、現時点では現場の利用者行動調査に携帯電話GPSを用いることは困難であると結論した。

T4-10 奥日光地域における生活と観光に対する住民意識に関する一考察

門脇茉海

日本交通公社観光文化研究部

日本を代表する観光地である奥日光地域では、人口減少が大きな課題となっている。奥日光地域は多くの住民が観光事業に携わっている観光地であり、このままでは観光の担い手がなくなるといった危機感がある。上記のような背景を受け、本研究では、奥日光地域（中宮祠地区、湯元地区）の住民を対象として住民意識アンケート調査を行い、「住みやすさ」「地域への誇り度」「居住継続意向」等の現状を把握するとともに、その要因について分析を行った。

「住みやすさ」については住民の2割強が住みやすいと回答し、「地域への誇り度」については約半数が誇りに思うと回答した。今後も奥日光地域に住み続けたいと回答したのは、住民の3割強にとどまった。住み続けたくない理由としては、「買い物が不便」「交通利便性が悪い」等の地域に関する事項が多く挙げられた。また、「気候・自然」についても、住み続けたい理由としても、住み続けたくない理由としても、多くの人が理由として挙げた。

なお、本研究は、環境省環境研究総合推進費「持続的・地域社会構築の核としての自然保護地域の評価・計画・管理・合意形成手法の開発」の一環として実施した。

T4-12 ヤマレコのGPSログを用いた戦場ヶ原訪問客の行動分析

梶野修仁¹・黒川 瞬²・栗山浩一²

¹ 京都大学農学部・² 京都大学大学院農学研究所

日本には現在、32ヶ所の国立公園があり、年間3億人以上の人が訪れている。しかし、近年は、過剰利用をはじめとする様々な問題が発生している。これらの問題に対処し、適切な公園運営を行っていくためにも観光客の行動調査は重要である。従来のアンケート調査では記入間違いなどが想定されるが、GPSを用いることでその課題が克服できる。そこで、本研究では、ハイキングなどの情報共有を行うウェブ上のコミュニティサイトである「ヤマレコ」に登録されているGPSログを用いて行動分析を行った。対象地は首都圏から近く利用者が多い日光国立公園内の戦場ヶ原周辺とした。現地視察を踏まえ、戦場ヶ原の各スポットの属性などを説明変数とし、訪問場所や滞在時間に影響を与える要因とその影響の大きさをパネルデータ分析により推定した。その結果、次の2つのことが明らかになった。1つ目は、訪問場所には、木道が設置されていることや、きれいな風景が一望できることなどが影響を与えているということである。2つ目は、滞在時間には、滝などのように観光スポットとしてみどころがあることや、トイレや木道が設置されていることが影響を与えているということである。

T4-13 森林文化都市飯能のエコツーリズムにおける地域資源の観光対象化とその持続性

武 正憲・伊藤 弘

筑波大学芸術系

成熟社会のまちづくりにおいて「観光」という視点・手法は今後一層必要とされ、既に関連した様々な分野の主体が地域への関わりを活発化している。特に、2000年前後から、自然環境に配慮した観光を理想とするエコツーリズムを、まちづくり手法として導入する自治体も多数みられる。しかし、エコツーリズムによる地域資源の観光対象化が、まちづくりにおいて十分に機能しているかどうかは、ほとんど検討されていない。本研究では、地域「資源」の観光「対象」化によるまちづくりとは、『地域住民が「資源」を観光「対象化」することを明確に認識し、持続的に活動し続けることによる資源の広がりおよび資源同士の結びつきによるものである』という仮説を立て、埼玉県飯能市を事例に、まずはその持続性について仮説検証することを目的とする。飯能市は環境省エコツーリズム推進事業の13モデル地区のうち、唯一エコツーリズム推進法による全体構想の認定を受け、2015年に再認定を受けた。本発表では、過去10年分の業務報告書から、推進協議会やエコツアーの実施概要の記述を抽出し、テキストマニングを用いて類型化した結果から観光対象化とその持続性に関する考察を示す。

T4-15 「経験の消失」時代における都市近郊林の役割

曾我昌史

東京大学工学部

我々が日常生活で自然と触れ合う頻度は大きく減少している。今から20年前、昆虫学者であるRobert M. Pyleは、こうした現代社会における自然離れを「経験の消失：The Extinction of Experience」と命名し、健康・福利上の問題はもとより、環境保全上深刻な影響をもたらすことを警告していた。それから四半世紀経った今、経験の消失は大きな社会問題として認識され始めてきたが、原因やプロセスなど不明な点も多い。本講演では、森林科学、生態学、公衆衛生学、環境心理学など多様な分野の研究報告をレビューし、経験の消失に関する知見の体系化を試みた。既存研究を調べた結果、経験の消失は公共の健康・福利を低下させるだけでなく、社会の自然環境に対する親近感・関心・保全意識をも減少させることが明らかとなり、経験の消失には正のフィードバックが働くことが示唆された。こうした経験の消失に伴う負のスパイラルから脱却するためには、人口の大多数が居住する都市において人と自然の関係を再構築することが必須である。本講演では、こうした「経験の消失」時代における都市近郊林の役割について議論したい。

T4-14 「牛久自然観察の森」の自然観察指導における市民参加型野鳥調査報告の活用

神宮翔真¹・伊藤太一¹・佐方啓介¹・武 正憲²

¹ 筑波大学生命環境系・² 筑波大学芸術系

長期にわたる市民探鳥会記録の活用事例は各地で見られるが、探鳥会の主目的はレクリエーションにあり、データに限りがある。一方、有識者による調査は多くのデータを提供するが、単発的なものが多い。そこで、「牛久自然観察の森」における探鳥会と有識者調査の結果を比較・分析し、ある種がいつ、どの程度見られるかという情報を、両者の結果を補完することで経年的に得ることができるかを検討した。

探鳥会は、一般来園者を対象とした月1回の行事で、その結果は出現種のみを記録していたのに対し、有識者調査は出現種、出現率、場所を記録していた。探鳥会は20年間・226回の実施回数における出現種を明らかとしたが、有識者調査における2年間・409回の出現種と強い相関が見られた。また、探鳥会における結果を月毎にまとめることから種あたりの出現率を求め、有識者調査における月毎の出現率と比較したところ、一部の種で相関が見られた。

以上の点から、探鳥会の結果と有識者調査の結果の補完は、出現種と出現率において可能であると示唆された。得られた経年的なデータは、学術的な活用やインタープリテーションの改善に有用な情報をもたらすと考えられる。

T4-16 都市近郊林と国立公園における野生動物への餌付けに対する利用者意識

稲場彩夏¹・愛甲哲也²

¹ 北海道大学大学院農学院・² 北海道大学大学院農学研究院

野生動物への給餌が希少な種の保全策として行われる一方で、無秩序な餌付けによる人と野生動物の関係への悪影響も懸念されている。条例によって餌付けを禁止する自治体も増えつつあり、実態や市民意識の把握が必要である。本研究では、立地と背景の異なる自然公園と都市近郊林で、餌付けの実態と市民意識を明らかにし、その相違と今後の課題を考察する。

札幌市円山公園では、定期的に餌付けの実態を現地踏査し、6月と10月には意識調査用紙1,000部を配布し、549部の回答を得た（有効回答率54.9%）。知床国立公園では、7月と9月に計1,208部を配布し、492部の回答を得た（有効回答率40.7%）。

円山公園では、頻繁にリスや野鳥への餌付けが確認された。意識調査では、人と動物との距離は離れる程望ましく、餌付けへの対策を望む意見が多かった。餌付けへの態度で回答者を分類すると、餌付けに寛容な集団があり、より近い距離を望み、他の回答者よりも餌付けへの対策を望む意見が少なかった。

今後、餌付けに何らかの対策を取る場合、餌付けに対し寛容なグループへの情報提供や教育の方法などを慎重に考慮する必要があると考えられた。

T4-17 山岳地域におけるドローン利用に対する登山者の評価：大雪山国立公園における事例研究

田岡拓未¹・庄子 康²・愛甲哲也²・齋藤天道¹

¹ 北海道大学農学部・² 北海道大学大学院農学研究院

山岳地域でのドローン利用が自然環境や登山者の利用体験に悪影響を与えることが懸念される中、本研究では、ドローン利用に対する登山者の評価を明らかにすることを試みる。ドローン利用の野生動物への影響を把握した研究は存在するが (Ditmer et al. 2015)、登山者への影響あるいは登山者のドローン利用への評価を把握した研究は知り得る限り存在していない。調査方法は郵送アンケート調査と現地での聞き取り調査を併用した。対象者は大雪山国立公園内の登山者、調査時期は 2015 年 7 月から 9 月である。アンケート調査では、回答者全体の 63.4% がドローン利用に対して否定的な回答をしていた。環境省が問題を認識して、昨年度対応策を取りまとめたトレイルランに対する評価も聴取しているが、それに対する否定的な回答が 34.4% であったことを考えると、ドローン利用は重大な利用者間の軋轢を生じさせる可能性があり、早急な対応が必要である。ただし、聞き取り調査の回答者の 39.5% が研究等の公的な目的でのドローン利用に対して寛容な意見を示しており、利用目的と規制との線引きについても考えていく必要があることが示唆された。

T4-19 登山道補修に関する募金フィールド実験：アンケート調査との比較

庄子 康¹・久保雄広²・柘植隆宏³・栗山浩一⁴

¹ 北海道大学農学部・² 国立環境研究所生物・生態系環境研究センター・³ 甲南大学経済学部・⁴ 京都大学農学部

2014 年に成立した地域自然資産法により、入域料などを経費に充てる地域自然環境保全等事業などを実施できるようになった。しかしながら、日本では国立公園などの自然保護地域において利用料金が徴収されていないため、これらの事業において、どのような形で費用負担を依頼するのが効果的で批判が少ないのか、ほとんど知見が蓄積されていない。本研究では、大雪山国立公園の高原温泉沼めぐりコースの利用者を対象とした、登山道補修に関する募金フィールド実験とアンケート調査から、1) 実験で集められた募金額とアンケート調査で表明された支払意志額との間に差が存在するのか、2) 情報提供の方法が募金額や支払意志額に影響を与えるのかを明らかにする。1) に関しては、実験で募金を依頼した 934 名の募金額の平均値は 348 円、アンケート調査の回答者 272 人の支払意志額の平均値は 520 円であったが、両者には統計的な有意差は存在しなかった。2) については、同じ公募セッションの久保らによる「登山道補修に関する募金フィールド実験：情報提供が募金行動に与える影響」で報告する。

T4-18 世界遺産登録の経済分析—疑似実験アプローチによる評価—

栗山浩一¹・庄子 康²・柘植隆宏³

¹ 京都大学大学院農学研究科・² 北海道大学大学院農学研究院・³ 甲南大学経済学部

2013 年 6 月、富士山が世界文化遺産に登録されたが、富士山の世界遺産登録は富士山のある富士箱根伊豆国立公園の観光利用に影響を及ぼす可能性がある。そこで、富士山が世界遺産に登録される前後の 2012 年から 2014 年の全国の国立公園の訪問行動を分析し、世界遺産登録が各国立公園の訪問行動にもたらした影響を評価することで、世界遺産登録の経済価値を分析する。過去 1 年間の国立公園の利用回数をたずねるアンケート調査を Web 調査により 3 年間実施した。3 年間累計で 7373 人から有効回答が得られた。この訪問データをもとにクーンタッカーモデルを用いて分析したところ、富士箱根伊豆国立公園の訪問価値は 2012 年では一人あたり平均 3736 円、2013 年では 7326 円、2014 年では 8218 円と上昇傾向にあった。この訪問価値のうち世界遺産登録による影響を Difference-in-Difference 推定量を用いて計測したところ、世界遺産登録価値は 2013 年では 2621 円に対して 2014 年では 4281 円と上昇し、2014 年の訪問価値のうち約半分が世界遺産登録の効果であることが示された。

T4-20 登山道補修に関する募金フィールド実験：情報提供が募金行動に与える影響

久保雄広¹・庄子 康²・柘植隆宏³・栗山浩一⁴

¹ 国立環境研究所生物・生態系環境研究センター・² 北海道大学大学院農学研究院・³ 甲南大学経済学部・⁴ 京都大学大学院農学研究科

2015 年に施行された地域自然資産法により、自治体主導で自然保護地域等の利用者から入域料やその地域を保全するための寄付を集められるようになった。しかし、我が国では入域料徴収等に関する知見は十分に蓄積されてきたとは言いがたく、どのような方法で入域料や寄付、募金を求めていくのが望ましいのか、これまでほとんど明らかにされていない。

本研究では、大雪山国立公園の利用者を対象とした、登山道補修に関する募金フィールド実験とアンケート調査を実施し、次の点を明らかにした：1) 情報提供の方法が実験で集められた募金額やアンケート調査で表明された支払意志額に影響を与えるのか、2) 募金額と支払意志額との間に差が存在するのか。1) に関しては、募金目標額を設定したグループ 310 名の募金額の平均値は 397 円、募金目標額を設定しないグループ 311 名の募金額の平均値は 311 円であり、両者には統計的な有意差が存在した。ただし、アンケート調査で表明された支払意志額には目標額は影響を与えていなかった。2) については、同じ公募セッションの庄子らによる「登山道補修に関する募金フィールド実験：アンケート調査との比較」で報告する。

T4-21 協働型山岳環境修復・復元作業への地域外有志の受入は可能か？

菊池俊一

山形大学農学部

飯豊連峰・朝日連峰は山形県・新潟県・福島県にまたがる山地であり、全国から多くの登山者が訪れる。深い山地に入り込む登山道は風化しやすい花崗岩地域であることや、維持管理にかかる人手の不足、登山利用者数の増加等から荒廃が進み、周辺植生の荒廃も急速に進んでいる。このような状況を背景に、両山地では山岳会・自然保護団体等の地域団体、国や地方自治体、学識経験者が連携して登山道の保全を進める連絡会・協議会が設立された。現在では、自然性高い景観を損なわないように配慮しつつ、荒廃箇所の保全作業が多様な主体の協働により進められている。小規模な保全作業は地方自治体から登山道の草刈りや避難小屋の管理を委託された地元山岳会が日常的に実施されているが、年に一度の大がかりな「合同」保全作業には関連する複数の山岳会から多くの参加があり、実施されている。この合同保全作業には地元以外から訪れる登山者の関心も高く、実際に当日参加する者もいる。専門的な知識や技術が求められる場に、「飛び入り」地域外有志の受入は果たして可能なのか。そこに課題・問題は無いのか。議論すべき点を整理し、報告する。

T4-23 みちのく潮風トレイルの管理と協働に関する研究

坂 拓弥¹・山本清龍²

¹ 岩手大学大学院農学研究科・² 岩手大学農学部

2013年、環境省はグリーン復興の一つとして、青森県八戸市蕪島から福島県相馬市松川浦までの区間を地域の自然や暮らし、利用者と地域の人々などを「結ぶ道」とするため、みちのく潮風トレイルの整備を開始した。トレイルには震災復興の役割に加え、交流人口の増加や観光復興が期待されており、今後、地域の受入体制の構築、強化が必要である。そこで本研究では、青森県八戸市から岩手県久慈市までの区間を対象に、①三陸沿岸部の来訪者、実際にトレイルを歩いたハイカー、受入側であるトレイルサポーター、地域の関係者の4者のトレイルに関わる意識を明らかにすること、②トレイルの管理と地域の協働に関する課題を明らかにした上で協働の方向性を論考することの2点を目的とした。研究結果から、来訪者のトレイルの認知度は低いものの利用意向には前向きなこと、ハイカーは道迷いに不安を感じ、案内標識の整備を期待していること、サポーターは活躍の場を求めていることが明らかになった。さらに、地域の関係者へのヒアリング等から、協働の方向性としてサポーターの連携と協議の場の必要性が示唆された。

T4-22 森林レクリエーションの利用者特性と環境意識—九州自然歩道の利用者アンケートを基に—

日和佐楓・嶋田大作

福岡女子大学国際文理学部

長距離自然歩道は、環境省が全国に設置している歩道で、九州自然歩道もその一つである。豊かな自然環境に触れることによって、自然保護意識を高めることを目的にしており、環境政策の基盤的手段と位置づけられる。しかし、これまでの研究では、長距離自然歩道の利用者の特性や環境保護意識の解明は、充分に行われていない。本研究では、この課題について、九州自然歩道における利用者アンケート調査を実施して、その解明に取り組む。調査方法は、ルート上の山頂や登山口の3ヶ所で、調査員が自記式質問紙を配布・回収する形で2015年秋に行った。特に、環境意識については、一般的な環境意識と自然歩道利用者のそれを比較するため、内閣府の世論調査と同じ内容とした。その結果、九州自然歩道の利用者は、森林への親しみや生物多様性への取り組みに関して、世論調査よりも環境意識が高い結果となった。また、これらの項目では、九州自然歩道の利用頻度が高い利用者ほど環境意識も高くなることが分かった。他方、自然環境との関係性が低い循環型社会の形成に関する質問では、自然歩道利用者の環境意識において、世論調査との差や利用頻度との関係はみられなかった。

T4-24 大雪山国立公園における登山者の登山道管理への参加意欲

愛甲哲也¹・齋藤天道²・亀井佑矩³

¹ 北海道大学大学院農学研究院・² 北海道大学農学部・³ 北海道大学大学院農学院

山岳地の登山道の維持管理において、行政の予算・人員不足から、地元山岳会等の団体およびボランティアの協力を求める例が増えてきている。しかし、山岳会等から負担増や継続性への懸念が指摘され、ボランティアの募集に苦勞する例も少なくない。大雪山国立公園において、一般登山者と荷揚げに協力した登山者の動機や参加意欲から、今後の展開と課題を考察する。

7月末から9月末にかけて、黒岳（山頂、石室、五合目）、姿見駅、赤岳で805通を配布し、10月末までに有効回答435通を得た（有効回答率54%）。また、上川中部森林管理署大函森林官事務所が呼びかけた黒岳での荷揚げに協力した登山者42名から、意識調査の回答を得た。

山岳会や登山者や参加した協働型登山道管理の認知度はまだ低いが、関心や参加意欲は高かった。作業の中では、登山のついでに可能な補修・清掃や荷揚げが望まれていた。荷揚げ協力者は、大雪山の自然を守るためという動機を多くあげ、今後の参加意欲がより高かった。

登山者との協働で山岳地の管理をすすめるには、参加の機会の広報、登山者の参加しやすいプログラムの用意、それらのコーディネーターが必要だと考えられた。

T5-1 森林樹冠による福島原発事故由来放射性セシウムの初期遮断率

加藤弘亮・恩田裕一

筑波大学生命環境系

本研究では、林野庁が平成23年度に取得した広域・多地点の林内空間線量率データを統計解析するとともに、同地点での林内空間線量率の再測定を実施することにより、樹種や沈着量等の違いと林内空間線量率の時間変化傾向の関連性を調査した。その結果、以下の事が明らかになった。スギ林では、セシウム¹³⁷の総沈着量と林床インベントリーとの関係の近似式の傾きがアカマツや広葉樹と比べて小さな値を示した(0.45)。このことから、樹種の違いにより大気から沈着した放射性セシウムの樹冠遮断が異なることが示唆された。林内空間線量率の低減速度は、常緑針葉樹・特にスギ林で物理減衰よりも遅く、一方で広葉樹では物理減衰と同程度の低下速度を示した。いずれの樹種でも、湿性沈着の割合が多い地点で樹冠遮断率がやや小さな値を示した。以上の結果から、林内空間線量率の時間変化傾向は、樹種ごとの放射性セシウムの樹冠遮断率の違いや沈着形態の影響を受けて異なることが示唆された。

T5-3 阿武隈の落葉広葉樹林における放射性セシウム循環の経年変化

小林達明¹・降旗大樹¹・鈴木弘行²・平野亮将¹・齋藤 翔¹・遠藤雅樹¹・高橋輝昌¹

¹ 千葉大学大学院園芸学研究所・² 千葉大学大学院薬学研究院

福島県川俣町の農地に接する落葉広葉樹林において、¹³⁷Csのストックとフラックスを2013年から継続測定している。林床有機物層除去処理区も設け、生態系の反応について調べた。以下の数値はすべて2011年3月15日基準で半減期補正した。試験地にはトータル500kBq/m²の¹³⁷Csが存在したが、当初より大部分は林床に集積していた。林床の¹³⁷Csは、2014年まで50%以上が有機物層にあったが、2015年は72%が鉍質土層に存在し、下層移行が進行した。林内雨と樹幹流中の¹³⁷Csは、2014年1.2kBq/m²だったのが2015年は0.8kBq/m²に減少したが、リターフォール中の¹³⁷Csは、2014年3.2kBq/m²だったのが2015年は3.8kBq/m²に増加した。系外への¹³⁷Cs流出量は2013年から2015年にかけていずれも0.3kBq/m²前後で大きな変化はなかった。熊手による有機物層部分除去区の林床¹³⁷Cs集積量は対照区の55%だったが、リターフォール¹³⁷Cs量は83%、林内雨¹³⁷Cs量は約70%で、有機物層除去により林木吸収量が減り、林地供給量が減少したと考えられる。

T5-2 福島第一原発事故後から5年間の森林における樹木および土壌の放射性セシウム濃度と蓄積量の経年変化

今村直広・金子真司・梶本卓也・鈴木養樹・小林政広・齋藤 哲・川崎達郎・大橋伸太・小松雅史・高野 勉・池田重人・赤間亮夫・高橋正通

森林総合研究所

森林における樹木および土壌の放射性セシウム濃度と蓄積量の経年変化を明らかにするため、福島県および茨城県のスギ林、ヒノキ林、アカマツ林、落葉広葉樹林において、原発事故後から5年間の森林内の葉、枝、樹皮、材、落葉層と鉍質土壌層の放射性セシウム濃度と蓄積量を調査した。葉の濃度は落葉広葉樹以外の林分で低下傾向にあり、枝と樹皮の濃度は全ての林分で低下傾向にあった。また、材の濃度はスギ林では林分により異なる傾向を示したが、落葉広葉樹林では上昇傾向が見られた。多くの林分において、落葉層の濃度は低下し、0cmから5cmの鉍質土壌層の濃度は上昇する傾向が見られた。これら変化に伴い、特にスギ林では、樹木地上部と落葉層の蓄積量は減少し、鉍質土壌層の蓄積量は増加する傾向を示した。ただし、全ての林分において合計蓄積量の有意な変化は見られず、放射性セシウムは森林内に留まっていると考えられた。

T5-4 成長錐を利用したスギ材部の放射性Cs分布の変化

小川秀樹^{1,2}・村上 香¹・横田かほり²・新井志緒²・櫻井哲史²・吉田博久²

¹ 福島県林業研究センター・² 首都大学東京都市環境科学研究所

原発事故により汚染されたスギ材部の¹³⁷Cs分布の推移を把握するため、福島県内の2つの森林(二本松市、川俣町)に計4本の標準調査木を設定し(二本松(3)、川俣町(1))、2012年から2015年まで年1~2回、成長錐を用いて材サンプルを採取した。採取した材を辺材心材別、あるいは1cm間隔で切断して¹³⁷Cs濃度を測定し、標準調査木における¹³⁷Cs濃度の推移を調査した。さらに得られた¹³⁷Cs濃度分布を元に、採取した高さの材に含まれる¹³⁷Cs量の推移を試算した。

その結果、辺材の¹³⁷Cs濃度は経年的に減少する傾向にあり、それに対し心材の¹³⁷Cs濃度は増加から一定傾向に推移していた。また心材の¹³⁷Cs濃度の放射分布は、2012年は髓心に向かって減少する傾向であったが、年々その減少の傾きは緩やかとなっていた。材に含まれる¹³⁷Cs量は、辺材では年々減少したのに対し、心材では年々増加しており、総量に大きな変化は無かった。このことからスギ材部では辺材から心材への¹³⁷Csの移動に伴い¹³⁷Cs分布が変化したが、その変化は年々小さくなり、さらに経根吸収による追加的な樹体内への¹³⁷Csの移行もこれまでのところ多くはないことが推察された。

T5-5 コナラとアカマツの材への放射性セシウム の固定量の推定

平野堯将¹・小林達明¹・高橋輝昌¹・恩田裕一²・高橋純子²・遠藤雅貴¹・斎藤 翔¹

¹ 千葉大学大学院園芸学研究所・² 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

里山生態系内での放射性セシウム（以下 RCs）の樹木の吸収量や材への固定量を明らかにするため、川俣町山木屋地区の森林において樹体各部位と土壌の RCs 量を調査した。森林内の調査地では対照区、A₀ 層除去区、L 層除去区を設け、土壌中の RCs の低下が樹木に与える影響について調査した。調査区に生育するコナラの林冠木を選択し、成長錐による材の採取を行い RCs の測定を行なった。採取した成長錐の試料の分析から RCs 量の幹断面分布と肥大成長量を求め、WIP（wood immobilisation potential）の考え方をを用いて、材への RCs の不動化量の推定を行った。肥大成長量大きい個体は RCs の現存量や不動化量の値が大きく、肥大成長量の小さい個体は値が小さい傾向が見られた。また、A₀ 層除去区、L 層除去区では同じ成長量（cm）でも材への RCs 不動化係数（Bq/cm³）は、対照区より低い値を示した。林分全体の材の RCs 現存量は対照区が 5.8 kBq/m²、A₀ 層除去処理区が 4.3 kBq/m²、L 層除去処理区が 4.2 kBq/m² と推定された。

T5-7 森林土壌中の放射性セシウムの移行に関わる有機物および微生物の役割

遠藤雅貴・小林達明・高橋輝昌・平野堯将・斎藤 翔

千葉大学大学院園芸学研究所

林床へ降下した放射性セシウム（RCs）の移行における有機物と微生物の関わりを解明するため、福島県川俣町山木屋地区にて、土壌中の RCs、有機物量、クロロホルム燻蒸抽出法による微生物のバイオマス量および RCs 吸収量の測定を行った。広葉樹林・マツ林の有機物層においては、有機物量と RCs 量に正の相関がみられた。単位有機物量あたりの RCs 量は前年から約 70% 減少し、11~48 kBq/m²であった。鉍質土層の表層では相関がみられなかったが、RCs 量は前年から約 30% 増加し、29~89 kBq/m²であった。有機物分解により RCs の下層移行と植物吸収が進行したと考えられる。スギ林では有機物層・鉍質土層のどちらでも有機物量と RCs 量に正の相関がみられ、RCs 量は前年と同程度であった。微生物の RCs 吸収量は、広葉樹林・マツ林の有機物層で前年度と同程度の 0.05~0.6 kBq/m²であり、微生物への有機物層からの RCs 供給効率は増加したと考えられる。

T5-6 グローバルフォールアウト Cs-137 を利用したコナラの移行係数推定

三浦 覚^{1,2}・益守真也¹・高田大輔¹・関谷信人^{1,3}・成田義人⁴・新田響平⁴・中島春樹⁵・相浦英春⁵・小谷二郎⁶・小倉 晃^{6,7}・田野井慶太郎¹・中西友子¹

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科・² 森林総合研究所立地環境研究領域・³ 三重大学大学院生物資源学研究所・⁴ 秋田県林業研究研修センター環境経営部・⁵ 富山県農林水産総合技術センター森林研究所森林環境課・⁶ 石川県農林総合研究センター林業試験場森林環境部・⁷ 石川県中能登農林総合事務所森林部

森林の放射能汚染による数十年後のきのこ原木汚染を予測するために、石川、富山、秋田の3県のコナラ林でグローバルフォールアウトセシウム（GFO-¹³⁷Cs）の分布を調査した。実生あるいは植栽された19~31年生コナラ林を各県3林分選定し、各林分で3個体のコナラの地上部3部位と地下部1部位およびその近傍のリターと土壌3層を採取し、Ge 検出器により¹³⁴Cs、¹³⁷Csを測定した。秋田県の枝とリター試料からは福島原発由来の¹³⁴Csがわずかに検出された。GFO-¹³⁷Cs濃度は、土壌第1層0-5cmが最も高く、第2層5-15cm、第3層15-30cmでは急激に低下していた。リター層の濃度は土壌第2層と同程度であった。コナラ樹体中の濃度は枝<1cm、幹6m高、幹0.5m高、太根のいずれも低濃度であった。造成地1林分を除いた土壌第1層と幹0.5mの濃度を用いた移行係数は0.005~0.05であり、福島県で原発事故後の2014年に調査したコナラ林に比べて、1/5~1/100程度低かった。凝集移行係数についても算出し、汚染土壌で新たに生育したコナラのセシウム吸収について報告する。

T5-8 スギ・コナラ苗における吸水量とセシウム移行量の関係

大橋伸太・黒田克史・赤間亮夫

森林総合研究所

福島原発事故後の放射性セシウム（Cs-137）の木材への移行状況は、同じ樹種であっても地域や林分によって異なるということが徐々に明らかとなってきた。例えば森林総合研究所のモニタリング結果では、スギ幹材のCs-137濃度があまり変化していない林分と増加傾向にある林分があることが示唆されている。こうした幹材のCs-137濃度の変化傾向に林分間差や個体間差が生じる要因を解明することは、今後の森林管理や木材利用の安全性を確保するために極めて重要である。本研究では、根からの吸水量が多い個体ほどセシウムが樹体内に多く移行するという仮説を立て、吸水量が幹材のCs-137濃度を左右する要因となりうるのか検証した。実験には約3年生のスギとコナラの苗木を用い、安定同位体セシウム（Cs-133）を含む培養液で水耕栽培した。苗木の吸水量は培養液の減少量で評価し、材のCs-133濃度はICP-MSで測定した。スギとコナラのいずれにおいても吸水量と材のCs-133濃度の間に正の相関が見られ、吸水量が樹木へのCs移行量を左右する要因となりうるということが示唆された。

T5-9 萌芽更新から3年経過したコナラ、クヌギ萌芽枝のCs-137濃度

佐々木道子¹・峯澤知里³・戸田浩人²・崔 東壽²

¹ 東京農工大学大学院連合農学研究所・² 東京農工大学大学院農学研究院・³ 東京農工大学大学院農学府

福島第一原発事故によりCs-137+Cs-134が100~300 kBq/m²沈着した福島県二本松市の里山に萌芽更新試験地を設定し、空間線量率、コナラ、クヌギの萌芽枝の成長とCs-137濃度変化を調べた。2013年2月に皆伐した更新区の、同年5月の地上1mにおける空間線量率は0.5μSv/h、対照として隣接する森林区は0.8μSv/hと、更新区は皆伐によって空間線量率が4割低下した。更新後2年半経過した2015年9月の空間線量率は、更新区で0.35μSv/h、森林区で0.43μSv/hと、両区とも低下し、その線量率の差は皆伐当年より小さくなり、更新区の萌芽と下草の繁茂が影響していると考えられた。更新後2年経過した2015年4月の平均萌芽枝長・根元径は、コナラが2.3m・1.6cm、クヌギは2.8m・2.5cmであった。萌芽枝のCs-137濃度は2013年9月→2015年9月では、コナラが1050→510Bq/kg、クヌギは280→160Bq/kgと、Cs-137の崩壊速度以上の低下傾向を示し、萌芽枝の成長に伴うCs-137の希釈効果が考えられたが、原木シイタケ用ほだ木の基準値である50Bq/kgよりも高い値で推移していた。発表では萌芽枝のCs-137蓄積、土壌のCs-137濃度についても報告する。

T5-11 福島第一原発事故後の山菜・キノコ等の利用減少

松浦俊也¹・杉村 乾²

¹ 森林総合研究所森林管理研究領域・² 長崎大学環境科学部

福島第一原発事故は広範囲の山林を放射能汚染し、森林がもたらす恵み(生態系サービス)のうちとりわけ供給・文化サービスを大きく低下させたと考えられるが、その実態把握は進んでいない。本研究では、福島第一原発から12~30km圏の阿武隈山地に位置し、山菜・キノコ採りや溪流釣りが盛んであった福島県双葉郡川内村を対象に、これらの活動が原発事故後にいかに変化したかを定量化するアンケート票を作成した。そして、村役場や食品検査所の職員への予備調査で内容を調整後、村内生活世帯全戸(全8区、約620戸)を対象に、区ごとに郵送または区長経由にて、各世帯で山に最も関心のある方一名ずつにアンケート票を配布・回収した。質問項目には、山菜・キノコ採りや溪流釣りの月毎の頻度、活動をする理由ややめた理由、使途(自家消費・贈答・販売など)や贈答先数、山菜・キノコの栽培、落ち葉堆肥利用の原発事故前後での変化などの設問を加えた。その結果、村全体で5割半以上の回収率を得られ、原発事故後にこれらの活動が大幅に低下した実態が明らかになった。また、自由回答のコメント欄への記入率も約3割と高い関心がみられた。

T5-10

(講演キャンセル)

T5-12 木戸川および富岡川水系におけるヤマメ、イワナ、アユの¹³⁷Cs濃度

岡田直紀¹・渡辺政成²・井出 茂²・須山敦行²・猪狩清美³

¹ 京都大学大学院地球環境学・² 福島県で釣を楽しむ会・³ 富岡川漁業共同組合

福島県双葉郡の木戸川および富岡川水系において、淡水魚に含まれる¹³⁷Cs濃度を2015年5月に木戸川水系(福島第一原発より20~30km)でヤマメとイワナを、8月に富岡川河口付近(福島第一原発より約10km)でアユを捕獲、内臓を除いて乾燥後γ線計測を行った。ヤマメとイワナは自然繁殖したもの、アユには放流したものと自然繁殖したものがあつた。

木戸川本流のヤマメとイワナでは¹³⁷Cs濃度がほとんどの個体で100Bq/kg乾重以下であったが、ホットスポットにあたる支流ではこれよりも大きく、ほぼ100~200Bq/kg乾重の範囲にあつた。魚種の違いによる差は認められなかった。富岡川のアユに含まれる¹³⁷Cs濃度はほぼ400~500Bq/kg乾重であった。放流したものと自然繁殖したものの間に差はないと考えられた。イワナとヤマメの胃からは陸生および水生昆虫が多数確認され、食物連鎖による放射性セシウムの濃縮が示唆された。一方、アユ数個体の胃を調べたところ、珪藻と思われる内容物ばかりであつた。

T5-13 マイコエクストラクション —菌類の働きを利用した放射性セシウムの森林土壌からの除染

金子信博¹・渡邊菜月²

¹ 横浜国立大学大学院環境情報研究院・² 横浜国立大学大学院環境情報学府

森林を汚染した福島原発由来の放射性セシウムは、樹冠から地表面に移動し、ほとんどが土壌の表層に保持される傾向にある。森林を除染するために伐採や、落葉除去、表層土壌の除去が行われてきたが、土壌の除去はコストの点でも、森林生態系の保全の面でも今後の除染法としては適切ではない。我々は、落葉分解の初期には、落葉に生育する糸状菌が土壌から放射性セシウムを落葉に移動させていることを報告している (Huang et al., 2015)。その量は、面積あたり 4% 程度と推定され、植物による除染よりはるかに多くを移動できる。さらに有機物量を増加させることで、より多くの除染が期待できる。そこで、有機物量の多い立木を伐採して現地でチップ化し、地表面に敷設することで、チップに生育する糸状菌が放射性セシウムを吸収することを利用して、森林土壌から除染が可能である。この方法を放射性セシウムのマイコエクストラクションと呼びたい。2年間の野外試験で 10% 以上の移動を観測した。この方法は、有機物の化学量比に対する菌類の反応を活用するもので、除染法のなかでは森林生態系への負荷が最も少ない方法である。

T5-15 カリウム施肥を行ったヒノキ新規植栽木の放射性セシウム濃度

小松雅史¹・平井敬三⁴・赤間亮夫³・野口享太郎⁴・長倉淳子⁴・山田 毅⁴・大橋伸太⁵・齊藤 哲⁶・川崎達郎⁶・矢崎健一⁶・池田重人⁴・今村直広³・梶本卓也⁶・高橋正通³・宮沢一正²・青柳 浩²・伊藤 直²・荒家 武²・山口康弘²・田坂隆治²・滝沢 勝²・平塚長²・青木 勇²・桐生康夫²

¹ 森林総合研究所きのこ・微生物研究領域・² 森林総合研究所森林整備センター・³ 森林総合研究所企画部・⁴ 森林総合研究所立地環境研究領域・⁵ 森林総合研究所木材特性研究領域・⁶ 森林総合研究所植物生態研究領域

土壌から樹木への放射性セシウム (^{137}Cs) の移行と、カリウム (K) 施肥による移行抑制効果を検討するため、福島県川内村の新規植栽地において、長期モニタリング試験を開始した。2014年5月に50×50mプロットを8つ設定し、ヒノキ苗木を植栽した(約3000本 ha^{-1})。植栽後の同年8月に各プロット5地点で土壌を採取した後、4プロットにKとして100 kg ha^{-1} のKClを施肥した。堆積有機物層から深さ20cmまでの土壌の ^{137}Cs 蓄積量は平均で261 kBq m^{-2} で、55%が堆積有機物層に、31%が土壌表層(0-5cm深)に存在していた。その後、2014年11月と2015年4月に、それぞれ各プロット1本および4本ずつヒノキ苗木を採取するとともに、近傍(約50cm横)の土壌を採取した。これらを合わせて解析した結果、ヒノキの葉の ^{137}Cs 濃度は近傍の土壌(0-5cm深)の ^{137}Cs 蓄積量と有意な相関が認められたが、K施肥区における葉の ^{137}Cs 濃度の有意な低下は認められなかった。一方で、根の ^{137}Cs 濃度はK施肥区において有意に低下していた。2015年4月には苗木と土壌の採取後に追加のK施肥を実施した。また、同年11月にも苗木と土壌の採取を行っており、新たに得られた結果についても報告する予定である。

T5-14 福島県北東部森林域における局所的スケールでの森林除染効果

綾部慈子・肘井直樹・竹中千里

名古屋大学大学院生命農学研究科

2011年3月の福島第一原子力発電所爆発事故後、住民の帰還を目指して、汚染地域では生活圏の除染が行われてきた。しかし、森林は除染が難しく、先頃、環境省も森林域の除染を断念したが、汚染森林は再拡散源となるだけでなく、住民の帰還意思決定にも影響するため、問題は依然として残されたままである。福島県伊達郡川俣町では、宅地や道路に接した林縁部以外にも、居住区から離れた高太石山の登山道沿いの広葉樹林の一部で除染(下層植性、リター層、表層土壌の除去)が実施された。このように、局所的な除染が行われた場合、時間経過にともなって森林除染の効果がどのように変化するかを明らかにするため、溪流沿い登山道付近の広葉樹林における空間線量率と、土壌、植物、ジョロウグモの放射性Cs濃度について、事故以降の経時変化と、2015年5月の除染実施直後および4ヶ月後における濃度変化を調査した。その結果、4ヶ月後には、除染直後だけでなく除染前と比べても、土壌中の放射性Cs存在量が高くなった。この理由としては、地形や降雨イベントなどの影響が考えられ、局所的な森林除染の効果は安定していないことが示唆された。

T6-1 Forest Cover Classification of East Kalimantan in 2015 Using Landsat Satellite Imageries

Kiswanto^{1,2}・Satoshi Tsuyuki¹

¹ The University of Tokyo, Graduate School of Agricultural and Life Sciences・² Mulawarman University, Indonesia, Faculty of Forestry

Reliable information on land cover is required to determine the actual land condition and to propose solutions to environmental problems. The thematic map of land cover using satellite imageries is one of the most common analyses of remote sensing. Although time series thematic land cover maps are necessary to analyze land cover changes over time, it is not advisable when the maps are generated from different sources and by different methods. In East Kalimantan, land cover maps of 2000-2014 have been published by the Ministry of Environment and Forestry using Landsat imageries interpreted visually. The purpose of this study is to show land cover in 2015 and complete the information to analyze land cover changes of East Kalimantan. We describe the land cover classification using Landsat 8 OLI imageries interpreted visually. The result shows the land cover of East Kalimantan based on SNI 8033 : 2014 consisted from forested land and non-forested land classes.

T6-2 Biomass carbon stocks in protected areas in Chittagong Hills, Bangladesh

Rahman, Md Mizanur¹ · Kanzaki, Mamoru¹ · Ahmed, Imran²

¹ Kyoto University, Graduate School of Agriculture ·

² Bangladesh Forest Department, Social Forest Division, Rajshahi

Protected area (PA) is an important forest management approach for biodiversity conservation in the changing climate. The present study assessed aboveground biomass carbon (ABC), and forest structural properties in Fashiakhali Wildlife Sanctuary (FWS) and Medhakachapia National Park (MKNP) in Chittagong Hills using systematic grid sampled data. The basal area (BA) and canopy height between these PAs were not significantly varied, while stem density (37 cm MKNP) and DBH (28 cm FWS) varied significantly which indicates that MKNP is more mature than FWS. The ABC, species diversity and richness were found higher in MKNP (174.59 Mg C ha⁻¹, 1.99 and 1.74) than FWS (102.14 Mg C ha⁻¹, 1.28 and 0.91). Among these structural parameters, BA showed a strong correlation ($r=0.99$) with ABC carbon in these two PAs. These findings reveal that old growth forests are the important habitats for biodiversity conservation and carbon sequestration.

T6-4 Rehabilitating degraded tropical forests requires adaptive management at the landscape level and improved governance

Takeshi Toma

Forestry and Forest Products Research Institute, Department of Forest Vegetation

Rehabilitating degraded forests takes a long time. Landscape level planning, which includes various land use patterns with involvement of various stakeholders is important to get multiple benefits from rehabilitated forests. Adaptive management is required because demands from stakeholders and conditions may change over time. Improving forest governance at various scales is vital to address driving factors for deforestation and forest degradation that may destruct rehabilitated forests repeatedly. Networking through a scientific association can be an important step for it.

T6-3

(講演キャンセル)

T6-5 An analysis of long-term forest management plans for Forest Management Units in Sumatra, Indonesia

Masahiko Ota

Kyushu Institute of Technology, Learning & Teaching Center

The government of Indonesia has recently been developing Forest Management Units (FMUs) nationwide. FMUs are to undertake on-site forest management activities. To know how FMUs are actually trying to manage forests, I analyzed long-term forest management plans that FMUs formulate for the activities during next 10 years. I drew on the plans of 22 FMUs located in Sumatra. I confirmed the activities planned in four aspects, i.e. development of an institutional infrastructure, utilization of forest resources outside concession areas, empowerment of local people, and control of concession holders, with the analysis of the expressions or ways of writing related to these activities. It was discovered that the FMUs listed up various activities that they considered needed, but a fair amount of them might be written without enough deliberation on feasibility.

T6-6 Reviewing the characteristics of people vulnerable to changes in ecosystem service provisions by tropical deforestation

Ehara, Makoto^{1,2} · Hyakumura, Kimihiko³

¹九州大学大学院比較社会文化学府 · ²日本学術振興会 · ³九州大学熱帯農学研究センター

We reviewed 11 case studies that assessed the impacts of changes in ecosystem service (ES) provisions mainly caused by deforestation on local residents in developing countries. We focused particularly on the categorization of the socioeconomic and environmental characteristics of the residents subject to the effects of actual changes in ES provisions caused by deforestation, applying three perspectives : their issues (i.e., type of ES), time and spatial scale settings. We revealed that the studies typically use medium- to long-term periods in assessing the impacts. We argue that a lack of short-term assessment studies may result in a lack of deep knowledge of the social groups most vulnerable to being affected by deforestation in the short term, leading to governments' development policies and measures being less effective. We draw implications for appropriate methods of information collection and identification of social groups vulnerable to the changes associated with deforestation.

T6-8 Impacts of Participatory Plantation Programs for Rural People

Hlaing, Khin · Palihakkara, Indika Rohan · Inoue, Makoto

東京大学大学院 農学生命科学研究科 国際森林環境学研究室

We examined the strength, weakness, opportunity and threat of three community based afforestation programs in Myanmar using SWOT-AHP analysis. The programs are Departmental Village Supply Plantation (DVSP), Community Forest Plantation (CFP) and Household Development Plantation (HDP) that are undertaken to rehabilitate dry land zone of Myanmar while supporting local livelihood. Focus group discussion is used to collect data for SWOT-AHP analysis which is supplemented by data from household interview and field observation. The result showed that CF perform better than the DVSP and HDP in terms of livelihood development as well as forest conservation. The reason for inferior performance of DVSP and HDP were insecure property right, lack of clear instruction and utilization procedures, lack of capacity and awareness.

T6-7 Identifying Salient Factors for Sustainable Forest Socio-Ecological Systems

Mohammed, Abrar · Inoue, Makoto

東京大学大学院農学生命科学研究科 国際森林環境学研究室

This study aims to identify important factors for sustainable forest Socio-Ecological Systems (SESs). It is based on 88 Forest SESs from seven countries. The independent variables for the study are forest size, diversity of non-wood product extracted from the forest, forest governance, job opportunity, household food insufficiency, land ownership and forest income dependency. Data was collected from IFRI database. Livelihood and forest outcomes were used to categorize the 88 SESs into lose-lose, trade-off and win-win outcomes. As the dependent variable (outcome) is ordinal, ordered logistic regression is conducted to develop a model that estimates likelihood of SES outcome given the aforementioned independent variables. Our result shows that sustainable SES is negatively associated with forest income dependency and household food insufficiency while it is positively associated with forest size, non-wood product diversity, forest governance, job opportunity and land ownership.

T6-9 Impact of Special Use Forest Development Plan on communities inside buffer zone : A case of Bac Ma National Park, Vietnam

Iwanaga, Seiji¹ · Yokoyama, Shigeki² · Nguyen, Tam Thi³

¹森林総合研究所林業経営・政策研究領域 · ²国際農林水産業研究センター社会科学領域 · ³Hue University, Institute of Resources and Environment

Vietnamese natural forests continue to be degraded by local people's illegal logging. In 2012, the Vietnamese Government enacted "Decision 24" for forest conservation and development, featuring the community support program in national park buffer zone to enhance their livelihoods on the condition of reducing forest exploitation. A community proposes annual development plan, then 40 million VND/year is granted on its approval by the District government. An open-ended interview survey was conducted on 11 villages of Nam Dong District in Bach Ma National Park buffer zone. The approved development plans were categorized as social infrastructures construction (road, community house, drinking water supply) and agricultural investments (livestock, aquaculture, fruit tree). Planning process and factors on decision-making were examined. The effective ways to accommodate forest conservation with community development were explored.

T6-10 Stakeholders' Perception on Marginal Small Tea Farming and Fuelwood Planting : A Case study in Sri Lanka

Palihakkara, Indika · Yimon, Hlaing · Inoue, Makoto

東京大学大学院 理学系研究科国際森林環境学研究室

Adoption of new land use requires understanding perception of major stakeholders about the status-qua and potential of a new land use. This research evaluates marginal tea farmers' perception of tea farming and fuelwood plantation in Sri Lanka. Twenty-six questions categorized under biophysical factors, dis/advantage of tea farming, dis/advantage of fuelwood plantation, property right and external intervention were employed to 50 interviewees from two districts in 2014. The result showed soil erosion and heavy wind to be vital physical factors. Low productivity, high cost of management, labour intensity and labour scarcity were found to be key disadvantages of tea farming while environmental protection, good market demand, comparatively less labour requirement were found to be important advantages of fuelwood plantation. The stakeholders were also found to prefer government involvement over other actors such as NGOs and private sectors.

T7-2 市民と研究者の協働による森の健康診断の10年

洲崎燈子¹・蔵治光一郎²・丹羽健司³

¹ 豊田市矢作川研究所・² 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・³ 矢作川水系森林ボランティア協議会

市民参加型の人工林調査「森の健康診断」は長野、岐阜、愛知の3県を流れる矢作川の流域で2005年に始まり、10年かけて約2300人の参加者により3県7市町村の人工林610地点のデータを蓄積した。矢作川流域の人工林の6割強がヒノキ林で、スギ林とヒノキ・スギの混交林がそれぞれ2割弱あること、平均密度が約1,500本/haであること、断面積と相対幹距、林分形状比から総合的に判断して、流域の人工林の5~8割が過密で、現時点で間伐が必要なが分かった。植栽木の密度が上がると草と低木の被覆率・種数、落葉層と腐植層の被覆率が下がることも分かった。人工林内の光環境は、植栽木の大きさではなく密度によって変化し、林内が暗くなると他の植物の生育が抑えられ、落葉層と腐植層が薄くなると考えられた。2007年に策定された愛知県豊田市の豊田森づくり条例では、2005年の第1回の健診結果に基づき間伐の目標面積が定められ、市民調査の結果が自治体の施策に反映された希有な事例となった。また森の健診は、長野県根羽村や岐阜県恵那市、愛知県豊田市や岡崎市などの森づくり・木づかいの関係者が自治体の境界を越えて交流を始めるきっかけにもなった。

T7-1 檜皮採取技術査定会 ―森の時間が実感できる森林教育題材―

中島 皇

京都大学フィールド科学教育研究センター

檜皮は日本で古来から屋根材と利用されてきた。現在でも檜皮葺は社寺や庭園内にある建物の屋根に見られ、その優美な姿は多くの国宝や重要文化財に指定され代表的な日本文化の一つとなっている。檜皮葺は一定年数経つと葺き替える必要がある。これは植物性材料を使った日本建築に共通する宿命であり、技術の伝承・材量の確保という観点からすれば重要なポイントになる。

高度経済成長期（1954~1973）の終わった頃には多くの伝統的な技法の継承や材料の供給などが危機に直面したが、関係者の努力によって対策が講じられ、徐々に回復しつつある。その一つが全国社寺等屋根工事技術保存会で、技術保存と向上を目的としている。

京都大学徳山試験地（山口県）には昭和初期に植栽された90年生のヒノキ林があり、2005年に荒皮を採取して10年目になることから、今年度は黒皮を採取出来るようになり檜皮採取技術査定会も開催された。徳山試験地では周南市及び保存会と協力し、檜皮採取を題材とした見学会を実施した。今回は森林教育の題材として檜皮・原皮師（もとかわし）を取り上げる。

（連絡先：中島 皇 tnakashi@kais.kyoto-u.ac.jp）

T7-3 森林教育活動における場所特性

大石康彦・井上真理子

森林総合研究所多摩森林科学園

森林教育活動は、森林を教材としてとらえ、その多くが森林をの場として行われている。しかしながら、森林が森林教育活動の教材や場として持つ意味については、ほとんど検討されていない。そこで本研究では、森林教育活動において森林が果たす意味について明らかにすることを目的とし、タイプの異なる森林教育活動事例のビデオ記録を基に、活動者の発言や行為に表出した森林のとらえを抽出し、分析、検討した。その結果、森林教育活動における森林のとらえには、具体的な「この（あの）森林」から、具体性が弱い「ここの（あそこの）森林」、さらに抽象的な「森林」まで幅があり、森林教育活動において森林が持つ具体的な場所とのつながり＝場所特性に濃淡があることが明らかになった。森林教育活動において森林が有する具体～抽象の場所特性は、体験学習法のサイクル過程において重要な要素となっている実体験と概念化とも重なるものであり、森林教育活動における森林の場所特性を積極的にとらえ活かしていくことが重要である。

T7-4 森林フィールドワークを原体験とした小学校授業におけるインターネットと映像コンテンツの活用

中村和彦¹・斎藤 馨²・藤原章雄³・奥山賢一⁴・中村忠廣⁴・伊東恵子⁴・八代一浩⁵

¹ 東京大学空間情報科学研究センター・² 東京大学大学院新領域創成科学研究科・³ 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・⁴ 甲斐市立竜王小学校・⁵ 山梨県立大学国際政策学部

学校教育の中で森林体験学習を行う場合、立地条件による制約から、その学習期間が長くても数日程度の1回のみとなることが多い。この体験学習は事後に振り返りを行うことが肝要であるが、体験学習の記憶は日常の学校生活の中で急速に薄れると考えられる。その結果、振り返りの時点で児童・生徒の中に体験学習の記憶が十分に保持されていないことが懸念される。そこで本研究では、森林体験学習を行った児童を対象として、事後の振り返り時に体験学習地の映像コンテンツを提示し、その効果を検討した。2015年10月15日に東京大学富士癒しの森研究所をフィールドとして1時間程度の体験学習を行った山梨県内の小学校第5学年の児童らに対し、小学校の音楽室で行われた同年11月24日の事後学習において、10月15日の体験学習の様子がわかる映像と、それに続き夜から朝にかけての同地の映像を提示した。また、この日以降には教室にインターネットリアルタイム配信されている同地の映像を閲覧可能な端末を設置した。その後、12月から1月にかけて行われた調べ学習においては、10月15日の体験学習を映像コンテンツで振り返ることで学習を深めていく様子が観察された。

T7-6 高校生を対象にした森林環境教育の役割

安藤 愛

筑波大学大学院生命環境科学研究科

高校生を対象とした森林環境教育について、安藤(2012)は学校外教育「聞き書き甲子園」を事例にその社会的意義と効果を明らかにした。一方、学校教育において山下(2013)は「総合的な学習の時間」に限ることなく、教科・領域においても重要であることを示しているが、井上・大石(2014)は教科の位置づけがない以上、その実践は困難な面があったとした。そこで、本発表では教科・領域を超えた時間割外科目において森林環境教育を内包する実践を行う、筑波大学附属坂戸高等学校を取り上げ、その実態と同科目における森林環境教育の効果から、その役割を考察した。同校は総合学科であり、ユネスコスクール指定や国内外でのフィールドワーク実施など先進的事例としてあげられる。森林環境教育を内包する科目として、自然科学分野「総合地球科学入門」と社会科学分野「国際フィールドワーク入門」の2科目を抽出し、参与観察、履修生徒へのアンケート、生徒の実習記録から検討した。結果、同学年および異学年の生徒間および生徒-教員間の良好な人間関係構築、普段の授業内容の補完的役割、活動の場の広がりを与えるなどの役割を果たすことが示された。

T7-5 小学教科書に掲載されている樹種名および森林・林業に関連する用語

杉浦克明・吉田早織

日本大学生物資源科学部

本研究の目的は、小学校で使用されている教科書に掲載されている樹種名および森林・林業に関する用語の出現頻度と取り扱われ方の分析から、児童への影響を論じることである。教科書に掲載されている樹種名および森林・林業に関する用語の出現頻度を把握するために、全国で使用されている文部科学省検定教科書の全学年全教科を対象に、語句の抽出と集計を行った。その結果、どの教科に対しても桜、リンゴ、カキ等といった身近な樹種や果樹が多いことが明らかとなった。社会も国語同様に、樹種に関する用語は果樹に関する用語が上位を占めており、都道府県の生産量を示す欄で多く取り扱われていた。生活においては、ドングリという用語が最も多く、ドングリとなるクヌギ、コナラ、マテバシイ、スダジイ等が上位に位置していた。その一方で、社会の5年生で唯一森林に関する単元があり、森林・林業に関する用語が扱われていた。よって、教科書に載っている樹種は、私たちの生活の中で目にすることができるものを中心に取り入れられているため、児童の生活と連結して考えることを目的にしていると考えられる。

T7-7 地域学習の拠点としての博物館の現状と課題：道内博物館対象高齢者プログラムアンケート調査結果から

青柳かつら

北海道博物館

【目的】近年、人口減少や高齢社会対策は全国の自治体に共通する課題となっている。本研究では、地域学習の拠点として博物館、そして学習の参加者、指導者となる高齢者に着目し、北海道の博物館の高齢者プログラムの特性や課題を明らかにすることを目的とした。【方法】2015年度北海道博物館協会加盟館園全116館園を対象に、1) 高齢者の利用動向、2) 高齢者に関連した展示や教育普及事業、3) 高齢者ボランティアの実態をたずねる郵送法アンケートを行った。データの一部は、2003年に全国の館園を対象とした調査結果と比較した。【結果】北海道の特性として、1) では、高齢者利用が「特に多い」、「少ない」、「無関心」といった館園の層の分化が見られた。2) では、高齢者への訴求力や企画力の弱さが明らかになった。3) では、ボランティアに高齢者の比率が高く、調査研究への協力や行事の指導等に役割を發揮していた。多くの館園は、高齢者受け入れのためのソフト、ハード面を整備する資金、人員、ノウハウ不足を認識していた。ボランティアの人材育成、高齢者の参画を促して簡便に実施できる活動プログラムの開発が課題である。

T7-8 大学発、持続可能な地域づくりの拠点としての自然学校

井倉洋二¹・玉置理那²

¹ 鹿児島大学農学部附属演習林・² 鹿児島大学大学院農学研究科

1980年代に始まったわが国の自然学校は、自然体験活動を通じた青少年の育成を当初の目的としていたが、時代とともに目的と活動内容が多様化し、自然豊かな農山漁村を拠点として、自然体験等の教育活動を行うだけでなく、地域の資源を活かした新たなソーシャルビジネスを興していくことで持続可能な地域づくりに貢献することが、近年では自然学校の主目的の一つとなっている。

鹿児島大学高隈演習林が所在する垂水市大野地区では、2006年に地元集落の廃校施設を活用した「大野ESD自然学校」が垂水市により設立され、演習林や集落での体験活動に学生が協働する形で運営してきた。そこから学生と集落住民との交流が生まれ、地域の暮らしや文化に触れる体験の中から、それらを未来へ繋いでいくことの重要性に気づき、そして2013年に自然学校で活動してきた学生と卒業生が「NPO法人森人くらぶ」を設立した。森人くらぶは学生の長年にわたる地域住民との交流の中から生まれた「大学発」の自然学校である。本報告では、森人くらぶが持続可能な地域づくりの拠点としてどのような役割を果たしているのか、集落住民へのアンケートと関係者への聞き取り調査の結果から検証する。

A12 薪ボイラーでの未利用材活用及び熱利用の事例比較

風聡一郎・香坂 玲

金沢大学大学院人間社会環境研究科

未利用材の木質バイオマス利用において、発電ではエネルギーの利用効率が悪いと、木質バイオマスのエネルギー利用においては、熱利用もしくは電熱併用（コージェネレーション）での利用が望ましいとされている。

その中でチップやペレットと比較し安価に製造するための環境を用意できる未利用材を薪に加工する取り組みが日本各地で行われており、温浴施設向けに薪ボイラーの導入を行い、燃料として未利用材を薪に加工し供給するという事例も見受けられる。しかしながら薪ボイラー導入に関する事例研究はほとんど見受けられない。

そこで本研究では薪ボイラー導入の複数事例に関して、地域で導入する際のモデル化の検討を目的とし、岡山県A地域をはじめとする複数の地域で関係者へのヒアリング調査を行った。ボイラー起因による運用負荷のバイアスを避けるため、同一機器を導入している施設に限定して調査を行った。

本研究により各事例から以下の事柄について明らかにした。

1. 導入の経緯における行政をはじめとする関係者の相関
2. 薪の製造主体の形態の差による経済効果
3. 薪の供給形態の差異による利用者の負担
4. 薪ボイラーへの換装による燃料コストの変化

T7-9 林業教育の地域性 ―ドイツの林業学校を事例として―

寺下太郎

愛媛大学農学部

林業作業従事者を育成するための教育制度には様々な要素が考慮されなければいけない。はっきりと説明可能な理論とだれにでも習得可能な作業手順。自然環境に依存し、過去からの蓄積である生物資源を対象とする、地域性と歴史性。加えて、生業として成立させるために、地域のニーズ、時代の要請を感知するのアンテナなど。

つまり、林業教育を行う場は、狭い意味での「学校」である以上のものを求められる。その事例としてドイツ諸州を取り上げる。まず、教育制度上、職業教育が一つの独立したカテゴリーとして成立している。そして、林業技術については、Forstwirtという資格に集約される、全国的に確立された作業内容・体系を持つ。この教育を中心的に担うのは、各州にある林業研修センターである。ここへは様々な背景を持つ研修生が集まり、3年のカリキュラムを通じて林業技術者としての資質を身につけていく。他方、センターは新規参入者へのスタートアップだけでなく、すでに現場経験を積んだ者へのブラッシュアップ、林業従事者以外への啓発活動なども提供している。さらに、各州のセンターは林業技術に関する全国組織を通じて連携している。

A13 チップボイラー導入および燃料チップ供給の実態―岩手県を事例に―

遠藤元治¹・伊藤幸男²・泊みゆき³

¹ 岩手大学大学院農学研究科・² 岩手大学農学部・³ バイオマス産業社会ネットワーク

本報告は岩手県での民生用チップボイラー（熱利用）の導入状況を解説し、燃料用チップの供給の実態と課題を事例を元に明らかにするものである。平成27年度末で累計47台のチップボイラーが導入されている（全国第一位）。内26台が震災後であり、公共施設へが12台、民間施設へが14台と民間での利用が急増し、その利用目的も多様化の傾向にある。震災後に導入が伸びた理由は、① 様々な復興関連補助金制度が利用できた、② 地元ボイラーメーカーの技術力および総合提案力の向上があった、③ 既導入ボイラーの実績による経済性試算の精度向上があった、④ 県および自治体の地道な需要発掘および具現化サポートがあった（今も継続中）等であると推察される。一方、燃料用チップは各ボイラーが導入された地域の製紙用チップ製造業者、製材業者、木材加工業者、森林組合などが試行的に供給しているのが現状である。ボイラーの急増に対し燃料用チップの供給・流通網の組織的な整備は追いついていない。現在、燃料用チップの品質向上、安定供給、生産量確保等に向けた模索がなされている。

A14 沖縄県多良間島を事例とした薪炭材利用をめぐる地域社会の取り組みと森林造成と管理の特徴

知念良之¹・芝 正己²

¹ 鹿児島大学大学院連合農学研究科・² 琉球大学農学部

宮古島と石垣島のほぼ中央に位置する多良間島は、面積19.75km²の隆起サンゴ礁の島で、ほぼ平坦な地形を呈している。現在の森林は、北部2集落の周辺部と島の海岸線に沿って林帯として成立している。戦災の影響が比較的少なかったこともあり、多良間島を対象とした研究は、主に古文書や伝統行事等の社会科学的視点から多くが試みられ、自然科学、特に森林科学の分野においては、陳・仲間(2009)による「多良間島における集落抱護林の植生・構造」に関する研究等を除いてはほとんど見られない。ところで、森林面積や資源量が限られた沖縄の島嶼地域において、多良間島では薪炭生産の自給的体制が古くから在ったことが知られている。そこで本研究では、主に戦後からガス燃料等が普及する1960年代後半までの期間を対象として多良間島の薪炭林の利用実態を、文献資料や統計データの分析、現地でのヒアリングにより検討した。その結果、島内の森林所有が旧態的な管理がされていた字所有の共有地と民有地で構成されていたこと、薪炭材はほとんど島内で自給していたこと、周辺の島へ換金や血縁者への支援を目的として移出していたこと等が明らかとなった。

A16 富士山北麓における非木材林産物利用とそのブランディング

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

富士山およびその周辺地域は、名勝・天然記念物、国立公園のほか、近年では世界遺産に指定されるなど、その土地利用を制約しうる様々な制度がしかれてきた。いっぽうで富士山北麓地域は、土壌が貧弱なことに加え寒冷な気候のため、長らく広大な富士山域に資源が求められてきた。本研究では、特に非木材林産物の採取・利用に着目し、史資料調査および関係者への聞き取り調査により、近世から現代にいたるまでの富士山における資源利用の把握を試みた。その結果、現在規制のもっとも厳しい高山地帯においても、時代を通じて地元住民による資源採取が行われていること、この慣行の存在によって各種保護制度の下であっても資源採取にレジティマシーが付与されてきたことが明らかとなった。さらに、採取物販売の際には、産地が富士山であるという特殊性を積極的に活かそうとされてきたことが明らかとなった。いっぽうで、慣行が理解されなくなる恐れや、地元住民による資源利用文化が途絶える恐れなどが指摘でき、保護地域制度化における資源活用戦略について議論を開始する時期に来ているといえる。

本研究は JSPS 科研費 26570031 の助成を受けた。

A15 旧薪炭ブナ林を用材として活用するための試験伐採とネットワーク構築

紙谷智彦¹・青木美和子²

¹ 新潟大学大学院自然科学研究科・² 新潟大学農学部

半世紀前まで薪炭林として利用されていた里山に分布する民有のブナ林は、ほとんどが未利用のままである。地域によっては、すでに用材としての利用が可能な大きさに成長しているが、ブナ材は人工乾燥が不十分な場合に歪みが激しいことに加え、クワカミキリによる穿孔や変色(偽心材)材を多く含む。そのため、国内に流通しているブナ製品のほとんどに欧州産のホワイトビーチ(ヨーロッパブナ)が使われている。本研究は、里山のブナに含まれる穿孔や変色を自然がつくり出した造形ととらえ、毎木調査で歩留りを意識した選木を行い、製材後の板材の材質を適確に記録することで、乾燥後の板材製品を効果的に販売する方法を検討した。新潟県魚沼市で試験伐採した15本のブナ丸太から乾燥挽板となるまでの材積歩留りは、通直性が乏しい広葉樹においては十分な値であった。さらに、ブナ丸太からとれる総板面積と材質別の枚数予測式を求め、厚さと板幅を指定することで丸太材積からおおよその挽板枚数が算出できた。この式を用いることで、国内産ブナの製材品の量と質的な内訳の予測が可能となり、ブナの製材品を扱う川中の業者には、目安のひとつになるだろう。

A17 木材・産地ブランドと知財管理 地域団体商標への登録状況と地理的表示の展開

香坂 玲・川上潤吾・内山愉太・風総一郎

金沢大学大学院人間社会環境研究科

特許庁が中心となり、地名を含む商標の登録の制度となる地域団体商標が2006年に発足している。2015年11月30日現在で野菜55品、水産食品45品、果実42品、木材・石炭・炭14品、米7品目などの586件が登録されている。

本研究では、仏壇などの加工品の木材製品を除いた「小国杉」、「北山杉」、「東濃松」、「南部の木」、「吉野材」、「吉野杉」、「吉野松」、「龍神材」を対象とし、その登録の動機、経済的・社会的影響、品質・地理区分の基準の有無、今後の展望について、申請をした森林組合に聞き取りを実施した。結果、動機と影響については、模造品の防止、近隣の産品の混同の防止、温泉など地域内の他の取り組みに触発など多様であった。ただし、狭義の価格向上など、経済的な利益は動機においても影響でも限定的であった。また北山杉を除き、生産基準について明確な取り決めはなされていない事例が大多数であった。

品質工程管理まで登録をする地理的表示の保護制度が農水省を中心に2015年6月に発足している。本研究対象の地域団体商標の事例のなかで、地理的表示の登録への動きは調査した事例ではなく、品質の基準と合わせて、今後の展開が注目される。

A18 齢級構成平準化促進をめぐる考察

岡 裕泰

森林総合研究所林業経営・政策研究領域

日本では1950年頃から1980年台初頭頃までに集中的に人工造林が行われ、その後、人工造林面積が大幅に減少してきた。そのため現在では7齢級から13齢級までの人工林が人工林の大部分を占めていて、14齢級以上の高齢林も6齢級以下の若齢林も少なく、齢級構成に著しい偏りがある。主伐面積、造林面積ともに人工林面積に比べて著しく小さい状況が続いている。しかし、素材生産量の平準化という観点からは、このような齢級構成の偏りは必ずしも問題にはならない。木材供給の持続性や、育林部門を含む林業就業の安定性は目的として考慮されるべき要素であるが、平準化された齢級構成の早期実現自体を目的にすべき根拠は明確ではない。次世代林分の伐期の中核部分の始まりを50年生程度と想定するならば、50年後の資源齢級構成の違いと、現存林分の伐採収益と次世代林分の造育林費用等に基づいて、今後のより適切な主伐面積、造林面積は算出できる。木材需要に対応して、経済性原則で主伐生産量を増加させることは望ましい。一方、収益性なしに若返りを促進することは、50年後の資源齢級構成から見て、それだけの便益があるといえるかどうかの問題である。

A20 東三河地域における森林組合の素材出荷行動

金山知広

京都大学大学院農学研究科

A19 月次データによるスギ素材需給関数の推定

藤掛一郎

宮崎大学農学部

宮崎県におけるスギ製材用素材市場を対象とし、月次データを用いて素材需給関数を推定した。対象期間は市場構造が安定していたと考えられる2005年から2013年の108カ月とした。まず、需給曲線の位置変化を引き起こす独立変数では、需要は製材工場の素材消費量や素材在庫量に影響を受け、供給は降雨日数と季節の影響を受けている結果となった。また、これら独立変数による需要曲線と供給曲線の月次の絶対変化（一定価格での需要・供給量の変化）は同程度の大きさであった。次に、価格弾力性推定値は需要が -0.16 と非弾力的、供給が 0.78 とより弾力的であった。その結果、需要曲線と供給曲線の月次変動が均衡価格・需給量に与える影響を見ると、価格に対しては平均的に同程度の影響を持ち、需給量に対しては需要曲線の変動の影響が大きい結果となった。以上のことから、素材市場では安定供給が課題と言われるが、供給側は天候や作業の季節性によって独自の月次変動を示す中で、いかにそれをコントロールし、川下の製品市況に影響され変動する需要に対応していくかが求められるものと考えられた。

A21 木材関連産業におけるエネルギーバランスの試作

大津裕貴¹・小池浩一郎²

¹ 鳥取大学大学院連合農学研究科・² 島根大学生物資源科学部

A22 林業におけるイノベーションシステム論の国際的研究動向

峰尾恵人・松下幸司

京都大学大学院農学研究科

イノベーションすなわち経済活動における革新は、国家やセクターの経済成長や事業体の競争力の源泉であり、その促進は日本の林業政策にとっても重要な課題である。近年、欧米を中心に森林セクターにおけるイノベーションの促進政策に関する研究が多数行われており、それらは日本にも示唆を与えるものと考えられる。その中では、イノベーションを制度や複数の主体の相互関係から生まれるシステム的な現象として捉える見方が大きな流れとなっている。本報告では、わが国の林業研究への示唆を導き出すことを目的に、システムの観点から林業におけるイノベーションを分析した論考について整理した結果を報告する。イノベーションシステムの分析枠組みには諸説あり、海外の林業研究では地域やセクターのイノベーションシステム論、産業クラスター論やネットワーク理論が多用されている。これらの研究では、主体間の関係強化を促す制度や政策の必要性が強調されている。イノベーションが地域経済に正の影響をもたらすことは与件とされることが多く、その効果の測定の研究は発展途上である。日本林業の特徴である補助金に着目した分析は少なく、森林資源構成に着目されることはない。

A24 林業における OJT 指導員の養成 —熊本県を事例に—

興枳克久¹・伊藤孝史郎²・杉山沙織³

¹ 筑波大学生命環境系・² 筑波大学生物資源学類・³ 筑波大学大学院生命環境科学研究科

2003 年度から始まった国の「緑の雇用」事業では OJT (On the Job Training) 指導員の養成は十分にはカバーされていない。熊本県では 2006 年度から県単独事業として講師養成研修という OJT 指導員向けの講習 (山林現場での新人指導方法やコミュニケーション術等) を行っている。本研修は県が熊本県林業従事者育成基金に委託し、県内の林業事業体から指導者クラスの山林現場従業員が年 10 人程度参加している。受講者の年齢は 30~40 代を中心としつつ 60 代まで幅広く、キャリアも数年から 30 年と幅広い。指導方法研修を担当するのはウズマン・ワークショップ代表の水野雅夫氏で、林業において現場指導者の育成をテーマとする日本では数少ないプロの講師である。本研究では本研修が参加者の安全面、技術面、組織運営面にもたらした影響を明らかにする。そのため、過去の参加者 91 名を対象に 2015 年 9~10 月にアンケート調査を実施した (回収率 50%)。2015 年 8 月に 2015 年度受講者 11 名を対象としたアンケート調査 (回収率 100%) と過去受講者 4 名を対象とした聞き取り調査を行った。
<参考文献> 興枳克久編著『「緑の雇用」のすべて』日本林業調査会。

A23 国勢調査を用いた林業作業員コホート変化の時代・世代・年代への分解

林 宇一¹・永田 信²・立花 敏³

¹ 宇都宮大学農学部・² 東京大学大学院農学生命科学研究科・³ 筑波大学生命環境系

本研究では林業労働者数のコホート効果・年齢効果・時代効果の分解を行った。林業労働者数の動向分析としては、国勢調査の林業就業者、林業作業員データを用いたコホート分析に研究蓄積が見られ (田村ら 1999 等)、コホート変化率やコホート変化数の把握やこれらを用いた将来推計が行われてきた。他方で、各時点・年齢階級の就業者数はコホート効果・年齢効果・時代効果の 3 効果から決まるとされるが、林業労働において 3 効果を検討した先行研究は限られる。そこで、Fu (2000) の提唱した IE モデルによる 3 効果への分解を行った。コホート効果では 1935 年生まれをピークに減少し、1970 年生まれから再び増加すること、年齢効果として 55 歳をピークに以後単調に減少すること、時代効果では 1980 年から 2005 年まで減少したのち、2010 年に向かって増加することが判明した。林業労働には体力が必要なことから 50 代後半には減少を示し、就職氷河期に当たった 1970 年生まれ以降で林業への就業が進んでいる。また、緑の雇用制度が定着する 2005 年から 2010 年にかけて時代効果が上昇したことがうかがえる。

A25 林業事業体における現場作業員の労使関係と職務意識

杉山沙織

筑波大学大学院生命環境科学研究科

林業事業体における現場作業員は、近年労働力の需要の変化や若返りが見られ、2010 年時点での従事者のうち 65 歳以上の割合である高齢化率は減少傾向で 21% に、35 歳未満の割合である若年化率は増加傾向で 18% となっている (林野庁 2015)。本研究の目的は、林業事業体の労働組織や雇用形態のあり方と、事業体における中堅的な現場作業員の職務意識の関係の分析を行い、現在行われている人材育成に関する制度の評価を行うことである。調査対象は緑の雇用研修におけるフォレストリーダー研修、フォレストワーカー研修の受講者であり、2012 年から 2014 年の 3 カ年で行ったアンケートをもとに分析を行った。結果として、経験年数や事業体の規模に応じて中心業務が異なることや、その中心業務に関連して現場管理者としての技術や技能を取得する意識の高低を明らかにした。

A26 林業事業体の地域別動向 —経営及び雇用に関するアンケート分析—

滝沢裕子¹・伊藤幸男²・興侶克久³

¹ 岩手大学大学院農学研究科・² 岩手大学農学部・³ 筑波大学生命環境系

本報告の課題は、林業事業体の地域別動向の分析である。特に、事業体の経営と雇用について、いかなる地域差があるかを明らかにしようとしている。分析には、2013年に実施した全国の林業事業体に対するアンケートを用いた。林業事業体の素材生産量と賃金との関係から、都道府県別にタイプ分けを行った結果4つのタイプに分かれた。

① 中大規模高賃金型は、栃木県や和歌山県など地域のブロックでくくれない傾向がみられた。② 小規模高賃金型は、東山・東海・近畿地域のほとんどの県が属しており、地域性が出ていた。③ 小規模低賃金型は、千葉県や香川県など森林面積自体が少なく、林業経営規模が小さな県が占めた。④ 中大規模低賃金型は、北海道・東北・九州地域に属する多くの県が該当した。

A28 育林経営再編の諸相

大塚生美

森林総合研究所東北支所

今日、わが国では、木材価格の低迷により森林所有者は経営意欲を喪失し、土地込立木販売や、林地は手離さないまでも伐採跡地の造林や施業を放棄するといった動きがある。他方、素材生産業、原木市場、木材加工業などの原木を必要とする経営体の中には、事業規模を拡大するとともに、林地を積極的に購入し育林経営までも行う事例も生起している。また、林地の購入まではしないまでも、規模のメリットを生かし、いわば信託的な管理受託を行う例もみられるようになってきている。このように、今日、わが国の林業を巡っては、育林経営の再編が進行しているようにも見える。世界の林業経営に目を向けると、年金ファンドなどの巨大資金を持つ機関投資家がポートフォリオの対象となり第三者に経営信託されている例もあり、こうした世界の動きは、1992年に採択された森林原則声明以降、顕著になってきているように見える。そこで、本論では、いわゆる人工林育成林業時代の育林経営再編の動きについて、① 経営の規模拡大、② 所有の再編、③ 人工林育成林業の新たな管理組織の3つの項目に視点をあて、国内で展開している事例を中心に報告する。

A27 林業経営統計調査における最近の育林費用変化に関する検討

田村和也・岡 裕泰

森林総合研究所林業経営・政策研究領域

林業経営統計調査（農林水産省統計部）の結果のうち1ha当たり林齢別樹種別林業経営費（育林費）は、人工林経営の採算性を示す基礎資料であるが、その最近の変化と内容を検討した。直近の平成25年度調査では、すぎの育林費1～50年生計は121万円・ひのきは272万円で、20年度からそれぞれ48%減・14%減であった。費目別には労働費の減少が大きく、減価償却費は増加傾向、物件税・公課諸負担は減少した。構成比で見ると大きな変動はなく、労働費+請負わせ料金が6割から5割へ減少した程度であった。林齢別には6年生以上で多くの費目が減少し、1～5年生の割合が5割台から9割を占めるに至った。いっぽう、経営体の集計結果から試算した育林施業面積当たりの労賃と投下労働時間には若干の低下が見られた。これらの分析を踏まえ、育林費低下をどう捉えられるか検討を報告する。なお、同調査は標本調査であり、特に若齢林では集計数が少ないことに留意が必要である。

A29 自営林業へのIターン参入者の実態 —高知県本山町を事例に—

片山傑士¹・佐藤宣子²

¹ 九州大学農学部・² 九州大学大学院農学研究院

近年、自伐林業が小規模・環境保全型、地域振興、新たなライフスタイルとして見直す動きがある。その中でも山林を所有しないが、所有者から林地を借り、自ら施業をする自営林業へ参入する事例がある。現在、この自営林業者の施業現場確保や収入などの労働実態が明らかになっていない。そこで、本研究では、高知県本山町に地域おこし協力隊として、Iターンで自営林業へ参入した3名と本山町役場、本山町森林組合に対面調査を実施した。調査の結果、作業現場確保について、所有者に施業による売り上げの一部を還元する実績を上げたことで所有者から施業を依頼されるようになり、現在は現場確保には困らない状況であることや、収入については現場ごとに土地条件が異なるため、収入が不安定であることが課題であり、林業以外に地域おこし事業やアルバイトなど副業が必要なこと、今後、1名は木を活かした自営複合の意向があることが明らかとなった。また、森林組合としては自営林業を歓迎しており、作業の再委託を要請するなど関係は良好であった。森林組合や林業事業体と競合することなく、施業現場が確保できることが新規参入の成立条件であると考えられる。

A30 森林経営計画策定の地域性と制度的課題

佐藤宣子

九州大学大学院農学研究院

森林経営計画制度は、森林・林業再生プランの制度的枠組みであり、2012年度から策定作業が開始され、現在4年度目を迎えている。森林経営計画は、造林補助金制度とリンクさせ、支援対象を計画作成者のみに限定したこと、間伐の下限面積を設定し、ha当たり間伐搬出量が増すと助成額が増加する仕組みである。当初、隣接した林班面積の半分以上を対象に樹立する林班計画、100ha以上の所有者がすべての所有林を対象に樹立する属人計画の2タイプであった。しかし、策定率が低迷する中、2014年度から、市町村が区域を指定し、区域内で30ha以上をまとめて樹立する区域計画を導入し、策定を促そうとしている。

本研究の目的は、都道府県別策定データ、九州における計画タイプ別割合、市町村別策定に関する行政資料の分析、行政担当者への対面調査に基づいて、森林経営計画の制度的な課題を考察する。都道府県によって、さらには市町村によっても策定率と計画範囲の面積が異なっていること、素材生産が活発な市町村では、千haを越える林班計画を樹立していた。小規模自営林家は林班の共同作成、区域計画、策定していないタイプがみられた。

A32 持続可能な森林管理を担保する制度としての森林認証制度と我が国における森林法・合法性証明システム

藤原 敬¹・鈴木春彦²・速水 亨³

¹ 林業経済研究所・² 豊田市森林課・³ 速水林業

森林管理の義務と支援を直接対象とした国際約束をめざした国際森林条約の不調を背景に、市場を通じたアプローチが、国際的な持続可能な森林管理達成の一つの方向性を示すものとなった。第三者認証による「森林認証システム」、行政の森林法の手続きをベースとする「合法性証明システム」など、である。これらのシステムは日本市場で一定の役割を果たしているが、コスト効率性と信頼性を巡り議論がある。効率的で信頼性のあるシステムを構築する視点で、両者のシステムを、分析・評価する。

森林経営の評価手続きを、① FSCの森林認証要求事項と、② 森林法の森林経営計画の認定要求事項を比較検討すると、後者は運用実態として、生物多様性保全・労働安全分野・事業者への注意義務などの面で不足している面が多い。ただし、森林経営計画の記載様式は柔軟にできており、実質的な認定の基準となっている市町村森林整備計画との連携で、持続可能な森林管理のツールとしてさらに発展する可能性をもっている。森林経営計画とセットになった合法証明システムのサプライチェーン管理の効率性・信頼性の評価と合わせて、さらなる検討が必要。

A31 国有林分収造林の主伐後の動向

大地俊介

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

A33 ニュージーランドの林業投資に対する社会経済要因の影響

小坂香織¹・立花 敏²

¹ 筑波大学大学院生命環境科学研究科・² 筑波大学生命環境系

本研究は、小規模所有者である農家等の土地所有者や個人投資家による林業投資への動機付けに、税制改正による優遇策や排出権取引制度の開始がどのような影響を及ぼしたのかを解明することを目的とする。林業投資への動機付けに「儲かること」は必須であるが、数十年先の市場を見通すことは困難であり、国内外の社会・経済・環境等の変化がその収益性を左右する。ニュージーランド(NZ)では、1984年の労働党への政権交代を契機とした行財政改革で農業・林業の補助金は廃止され、自立した林業経営が求められることとなった。現在、NZの人工林で1ha以上の大規模所有者は約6割を占めるが、残りの約4割に含まれる小規模所有者も重要な位置づけにある。ラジアータパイン林業経営では収穫までに約30年を要するが、税制改正等を契機に林業投資が1990年代以降に拡大し、その経営に重要な役割を果たした。また、2008年に排出権取引制度の法案が成立し、森林部門から運用が開始されて投資へも寄与した。個人所有者を含むパートナーシップ等により投資家集団を形成する林業投資会社でも、排出権取引から得られる収益を木材収穫以外の収入源としてビジネスチャンスと捉える動きが生じた。

A34 ヨーロッパにおける森林行政の誕生：ローレンツ・フォン・シュタイン『行政学綱要』「森林制度」の項の検討を中心に

山岸健一・永田 信・古井戸宏通・竹本太郎

東京大学大学院農学生命科学研究科

西欧において、中世盛期に封建法のなかで形成された領域的支配の権利は、近世には内部の身分制的諸権利による制約を根強く残しつつも主権や高権の観念を発達させ、有力な王や諸侯のもとで絶対主義国家を形成する。しかし近代初期には市民社会の発達を反映して、公法関係を通じて国家と市民社会が互いに制約し合うものに転換される。この歴史のなかで近代行政は、議会を通じて市民社会の意思に制約されつつ、秩序維持と「公共の福祉」を目的として必要に応じて法律の許す範囲で市民権を制限するものとして成立する。一方で、近代市民社会の経済社会的な性格や、「公共の福祉」の国家主義的な性格も指摘されてきた。日本は明治期にこのような行政のあり方を継受する。森林行政も同様の歴史のなかで理解できるものと考えられるが、日本の林政史研究でそれを描くものは多くなかった。本発表では、19世紀後半のドイツ国家学を代表する学者であり行政学の祖と言われるローレンツ・フォン・シュタインの『行政学綱要』（第2版1876年）「森林制度（Die Forstwesen）」の項に依拠して、西欧とくにドイツで近代の森林行政が生まれるに至る歴史とその内容を概説し、研究の可能性を検討する。

A36 ブータンにおける森林保全政策と環境教育に関する研究

神前佳毅

京都大学大学院地球環境学会

本講演では、ブータンにおける森林保全に関する政策と環境教育について発表を行う。まず、1969年以降に制定された法規制を紹介する。その際、調査対象地域の森林法制定前後の衛星画像を比較分析する。次に、1985年以降行われている Social Forestry Day（社会植樹の日）における実地体験と、その際集計した森林保全に関するアンケート調査の結果を報告し、分析する。ブータンでは、国民総幸福の追求という国家理念の下、その理念を支える4本の柱の一つとして、環境保全を掲げている。また、憲法においても、環境を第五条で独立項目として掲げ、その第三節において、国土の60%以上を森林として維持管理することが定められている。ブータンでは世界で唯一チベット仏教を国教と定め、生きとし生けるものすべての幸福を祈る信条が、多くの国民に代々植え付けられている。しかし、森林保全に関しては、歴史を辿ると、必ずしもその国民性と信条のみにより保護されてきたわけではない。如何にして、過去の大規模な開発による森林伐採を克服し、現在では60%以上の森林面積を維持し、さらには将来世代に向けて如何なる森林保全に関する意識を植え付けているのかについて、考察する。

A35 REDD-plus 政策の交渉プロセスにおけるタンザニアのスタンス

福嶋 崇

亜細亜大学国際関係学部

本発表では、タンザニアの REDD 政策の交渉プロセスにおけるスタンスを、主に現地調査を通じ明らかにすることを目的とする。森林減少・劣化を対象とする REDD は、COP21 における交渉の結果、パリ協定の下に法的合意として位置付けられ、各国の GHG 削減目標の達成に活用可能となった。タンザニアは UN-REDD プログラム及びノルウェーからの二国間援助を受けて国内の体制整備を進めてきた。また、自国で約 20 年にわたり実施してきた参加型森林管理事業を REDD として適用することを検討している。タンザニアは多くのアフリカ諸国にみられるように、京都議定書の第一約束期間における CDM 登録件数は 3 件のみとほとんど利益を得られなかった。このことから、地域バランスへの配慮を強く求めると共に市場アプローチよりも基金アプローチを主張していた。しかし、その後は多国間・二国間の支援を十分に得られておらず体制整備は停滞気味であり、また地域バランス是正に向けた主張は現時点においては必ずしも十分に決定事項には反映されていない。こうした懸念について詳細ルールを検討する今後の交渉で改善を図っていくことが求められる。

A37 中国における林業專業合作社の経営実態について—中国浙江省蘭溪市の事例として—

徐 月明¹・佐藤宣子²・笹田敬太郎²

¹九州大学大学院生物資源環境科学府・²九州大学大学院農学研究科

近年、中国では林農業專業合作社が急激に増加している。林農業專業合作社とは、同じ種類の作物を生産経営する者、あるいは林農業生産経営サービスを提供する者、利用者が自主的に連携し、民主的に管理している協同経済組織である。林農業專業合作社は組織としてだけでなく、教育面、技術面、マーケットなどにおいて重要な存在とされている。既往研究では、林農業專業合作社の存在意義、発展史、問題点などが分析されているが、基礎となる経営実態についての研究は少ない。

本報告では、2004年に中国で初めて合作社条例を定め、近年專業合作社の組織設立経済組織などの産業化経営組織が現在非常に盛んである浙江省をとりあげる。浙江省は中国の東南部にあり、山地面積は総面積の70.4%を占め、林業総生産額は近年連続全国一になっている。そのうちの一つ事例として、浙江省蘭溪市のヤマモモの專業合作社を事例に、出資状況、メンバー構成、組織運営、利益分配などに関して、資料収集と聞き取り調査を行い、合作社の経営実態を考察する。

A38 中国の集団林権制度改革における林業労働力の変遷と今後の動向 —四川の集団林の事例を中心に—

霍 雪峰¹・佐藤宣子²・笹田敬太郎²

¹九州大学大学院生物資源環境科学府・²九州大学大学院農学研究院

2006年から、中国では集団林権制度改革を全面的に展開してきた。この集団林権制度改革によって、林地と林木の権利関係が明確化され、林木所有権と収益権などの権利が保障されることとなった。それによって、林農といわれる農民世帯が林業（木材や果樹生産）の経営意欲を高め、投資し、林業収入を高めることが期待されている。更に、林農以外に集団組織等の様々な経営主体が林権取得も可能となった。改革後、集団林権制度改革による経済的な変化に関して、多くの研究がなされているが、農村の労働力不足と林権改革との関連に着目した研究はまだ少ない。そこで、本研究は集団林権制度改革前と改革以降、林業に従事する労働力の状況の変化を考察する。本研究では、四川省で最初に集団林権制度改革を実施した沐川県を調査対象地にする。沐川県は2004年から試験地として、林権改革を行ってきた。この10数年間、林業に従事する労働力が大きく変化している。もちろん、林業経営主体は林農だけではなく、集団組織、事業体、企業なども含まれているが、今回の研究は主に林農（農民）経営における林業労働力の構成と変化を明らかにする。

B2 文化的景観としての「越前オウレン」栽培地

奥 敬一¹・平野悠一郎²

¹富山大学芸術文化学部・²森林総合研究所林業経営・政策研究領域

福井県大野市山間部で受け継がれてきた「越前オウレンの栽培技術」は、2014年度に日本森林学会により林業遺産に選定された。栽培技術が自然資源の伝統的利用形態として高い価値を有していること、そして落葉広葉樹林下に展開する栽培地が林業景観としても貴重であることが、その選定理由である。当該地域では、小作者が山林所有者との間でひとまとまりの山野を対象に小作契約を交わし、その中で焼畑やオウレン畑、ワサビ畑などを適地に割り当て、出作り小屋で生活することで作物栽培を行っていた。また、オウレン畑はトチノキ、キハダといった上層木の下に拓かれる場合もあり、これら樹木が副産物を生み出す重層的な利用もなされてきた。オウレン栽培が継続されることで、以上のような伝統的土地利用の組合せと、出作り文化の一端を現在も動態として見る事が可能となっている。オウレン栽培地を含めた包括的な範囲に対し、林業遺産としての価値のみならず、白山麓の山村文化と生業によって成立した文化的景観としての高い価値を認めることができる。本研究はJSPS科研費26570031の助成を受けた。

B1 気仙沼市における森林資源利用をとおした新たな里山・里海のつながり

深町加津枝

京都大学大学院地球環境学堂

宮城県気仙沼市では、三陸海岸とその背後に広がる北上高地の自然の恵みを受け、豊かで多様な文化が形成されてきた。しかし、2011年東北地方太平洋沖地震により三陸沿岸部は大きな被害を受け、暮らしや営みのそのものが消失、変容し、地域固有の自然や文化の継承と創造が大きな課題となっている。「気仙沼地域における木質バイオマスエネルギー事業」は、間伐材などのチップをガス化するもので、発電能力は800kWとなっている。そして、地域内の森林資源を活用した木質バイオマス発電を軸にしたさまざまな取り組みによって、森-里-海のつながりを創り出すことを目的としている。自伐林家による森林利用・管理への積極的な参加に重点を置き、発電時の廃熱の観光ホテルへの供給、「リネリア」という地域通貨の導入など、事業で生まれた利益を山と海の間で循環させる仕組みを模索している。本報告では、対象地域における聞き取り調査やアンケート調査などの結果に基づき、木質バイオマスエネルギー事業と関わる林業従事者、行政等の主体間の連携の現状を明らかにするとともに、事業を進めることの意義、課題について考察する。

B3 IUCN 保護地域管理カテゴリとゾーニングの展開

伊藤太一

筑波大学生命環境系

国際的保護地域区分の動きは1933年に遡るが、IUCNが管理目的に応じたカテゴリを検討したのは1975年からである。3年後に最初の管理カテゴリが提示され、それを修正した1994年のカテゴリが今日まで使われている。だが、20年を経ても各国の保護地域への適用が困難となっている。その一因として保護地域内のゾーンとの曖昧な関係が挙げられる。BR (Biosphere Reserve) のコアとバッファからなるゾーニングは、IUCNによる保護地域管理カテゴリ検討開始に先立つ1974年に提案されている。MABプログラムとIUCN保護地域管理カテゴリに関わったR.F. Dasmannは保護地域内のゾーンに保護地域管理カテゴリが割り振られる可能性を示唆し、そのような保護地域も存在する。一方で、IUCNはある保護地域の75%以上を占めるゾーンの管理カテゴリをその保護地域全体の管理カテゴリと見なすという考え方を2004年に示している。だが、そのようなゾーンがない場合には保護地域管理カテゴリを割り振ることができないことにもなる。保護地域の面積基準もない状況では、各ゾーンに保護地域管理カテゴリを割り当てていることが現実的である。

C11 木曾ヒノキの天然更新における環境因子についての研究

阿部周平・山本博一

東京大学大学院新領域創成科学研究科

日本において天然のヒノキ大径木は、寺院や神社の修復に欠かせないものであるが、近年ではそのヒノキ大径木の減少が報告されている。ヒノキの天然更新に関する先行研究は、種子の発芽条件や稚樹を対象として行われてきた。しかし、将来的なヒノキ大径木を推定するためには、稚樹段階のみの知見では不十分である。天然更新を考える際に、様々な環境において一定の大きさ以上に生長した更新木の生存条件に関する知見が必要である。

本研究では、長野県木曾郡の赤沢自然休養林を対象地とし、更新木が樹種間競争を勝ちぬき、積雪深よりも大きくなり、生存率が高まると考えられる樹高1.5m以上のヒノキ更新木を対象とした。距離法によって立木密度を推定し、それに加えて6つの環境因子（土壌水分量、土壌酸性度、開空度、斜面方位、斜面傾斜、日射時間）を調査した。土壌水分量は、土壌水分センサーを用いて土壌中を流れる電磁波の速度から誘電率を求め、水分量を求めた。開空度は魚眼レンズを用いて全天写真から樹冠開空度を解析した。日射時間は全天写真と太陽の軌道を求めて算出した。6つの環境因子がヒノキ更新木密度にどのような影響を与えるか分析したので結果を報告する。

C13 熱帯季節林における違法伐採の現状と課題

溝上展也¹・Zar, Chi Win¹・Thein, Saung¹・Tual, Cin Khai¹・
太田徹志¹・加治佐剛²・吉田茂二郎¹・Wang, Guangyu³・Innes,
John³

¹九州大学大学院農学研究院・²鹿児島大学農学部・³University of British Columbia, Faculty of Forestry

熱帯林における違法伐採は深刻な環境問題として以前より重要視されており、その撲滅に向けて、輸出国・輸入国ともに様々な取り組みが実施されている。しかしながら、違法伐採を系統的・直接的に計測した例はほとんどなく、その実態や規模、その生態的・社会経済的影響、および国内規制・国際条約の効果についてはいまだ十分に明らかにされていない。そこで本研究では、森林減少率が世界的にも大きく、森林劣化も進行していると思われるミャンマーとカンボジアを対象に、違法伐採傾向を推定することを目的とした。ミャンマーでは、伝統的林業地として知られるバゴ山地を対象に、80m×80mの方形区や2.0km×20mのライントランセクトを設定し、伐根の状態を評価することによって、合法伐採と区別しながら違法伐採の傾向（サイズや確率）を推定した。カンボジアでは、コムポントム州内の旧択伐経営区を対象に、1998年に設置された固定試験地の時系列データや2012年と2014年に同じ場所で計測されたLiDARデータを用いて、違法伐採傾向を推定した。これらの結果、両国において、2010年以後、違法伐採が加速的に増大している可能性が示唆された。

C12 霧島山系のアカマツ、モミ、ツガ天然林の健全度評価 — 20年間の推移 —

吉田茂二郎・溝上展也

九州大学大学院農学研究院

筆者らは、1996年から霧島山系の老齢なアカマツ・モミ・ツガ天然林において、上層を占める直径が20cm以上の樹木を対象に、樹冠（枝張りと葉密度）をもとに健全度モニタリング調査を行っている。これまで数回にわたってその経過報告をしているが、モニタリング開始から20年を迎えたので、これまでの推移をまとめて解析した。その結果、特にモミの健全度が非常に低下したことがわかった。本来の調査目的は、霧島地域のモミ・ツガ・アカマツ天然林を今後も健全に維持するためには健全な母樹が必要であるが、その健全度が20年前に低下しているように感じられたことを評価するためであった。しかし、近年の中国等からの越境大気汚染物質による森林被害が深刻化しその評価が必要となり、霧島以外にも屋久島と宮崎県椎葉村等でモミの健全度モニタリング調査を開始し、地域間の比較もしている。

C14 ミャンマーにおける小型 UAV を利用した森林管理の可能性

和田幸生・三塚直樹・佐野滝雄

アジア航測株式会社

ミャンマーでは年々森林減少が進み、FAO2015によると森林減少率が2%と世界第3位（森林率は45%）となっている。また、森林減少だけでなく違法伐採などを要因とする森林劣化も深刻な問題となっている。そのため、ミャンマー政府はREDD+早期実現のためにも森林減少・劣化の防止対策を急務としている。しかし、広大な国土と未整備な道路事情により森林調査には多大な労力と経費を要し、全国レベルの森林資源調査（NFI）は未実施である。そこで、近年急速に普及が進んでいる小型 UAV の森林調査への利用可能性について検討を行った。調査対象地はシャン州南タウンジー県、バゴ管区イェダシー郡、マンガレー管区モゴー郡の3か所とし、森林調査、UAVによる空中写真撮影および林内連続写真撮影を行った。3次元復元（SfM）ソフトによりオルソフォト、点群データ、DSM等を作成した。これらのUAV成果より林分因子（樹高、直径など）を計測し、森林調査結果との比較検討を行った。その結果、小型 UAV は概況把握、林分構造、樹高計測、時系列変化など林分の状況把握に有用であることが確認できた。

C15 マルチコプター撮影と地上撮影のビデオ画像を組み合わせた森林計測Ⅱ

米康 充・松井絢平・杉谷静流・高橋絵里奈
島根大学生物資源科学部

間伐時の選木の指針として、樹冠幅や樹冠長を用いた手法が提案されている。この方法を林業現場で利用しようとした場合、計測にかかる労力や時間が課題となってくる。そこで、本研究では近年、手軽に上空からの写真が撮影でき、SfMと呼ばれる写真測量技術を使用することで詳細な3D点群データが取得できる、マルチコプターを利用して、樹冠幅や樹冠長、樹高、立木位置の計測を行う手法を開発することを目的とした。

マルチコプターは飛行・撮影の後、撮影時の位置である外部標定要素を求めるため、既存の航空写真から明瞭な地物の座標を移写してこれをGCPとした。また、樹高を計測するためには地盤高が必要であるが、LiDARデータの無いサイトでは、このデータの取得が困難である。そこで、本研究ではビデオカメラ撮影による地盤高の取得を試みた。あらかじめプロットの四隅の座標を計測しておき、測量用ポールを設置し、そのポールをGCPとしてビデオ画像の外部標定要素を求めた。マルチコプター画像、ビデオ画像から点群データを求め、フィルタリングを実施して地盤高を求めた。また、樹冠範囲を抽出し、点群データの値から樹冠幅・樹冠長・樹高・立木位置を求めた。

C17 衛星リモートセンシングデータを用いたブナ林のマッピング

村上拓彦¹・武藤幹秀¹・望月翔太²・紙谷智彦²
¹新潟大学農学部・²新潟大学大学院自然科学研究科

ブナ (*Fagus crenata*) は他の落葉広葉樹に先駆けて開葉する特性を有する。ブナのみが開葉している時期に撮影されたリモートセンシングデータを用いれば、ブナ分布の図化が期待できる。本研究の目的は、衛星リモートセンシングデータを用いたブナ林のマッピングである。対象地は新潟県十日町市松之山地域に分布するブナ林である。準備した衛星データはWorldView-2 (2012年4月29日撮影) である。4月下旬に撮影されたこの画像では落葉広葉樹ではブナのみしか開葉していないことが確認された。標高の高い箇所では開葉前のブナ林分が存在することが確認できた。NDVI=0.2を閾値として画像を分割し、それぞれオブジェクトベース画像分類を適用した。NDVI>0.2ではブナとスギの分離が中心であった。一方、NDVI≤0.2では開葉前のブナと非植生部分(陰影、雪、屋根など)との分離が求められた。分類にあたって、分光反射特性に関連する特徴量を準備し、Nearest Neighbor法によって分類を実行した。NDVI>0.2におけるブナとスギの分類精度は、Kappa係数で0.828であった。NDVI≤0.2では、精度を正答率で評価したが、ブナの正答率は47.1%を示し、非植生部分との分離は容易ではなかった。

C16 UAVを用いたヤブツバキ林管理

桐枝佑輔¹・加藤 顕²・黒岩康博³・田嶋幸一³
¹千葉大学園芸学部・²千葉大学大学院園芸学研究所・³長崎県農林技術開発センター森林研究部門

【目的】ヤブツバキ (*Camellia japonica*) から生産されるツバキ油は様々な用途に利用され、近年需要が増している。本研究対象地の長崎県五島市はヤブツバキ生産地として全国的に有名である。果実収量を増産させるためにはヤブツバキ樹木形状の個体管理を行うことで、収量を予測する必要がある。本研究では無人飛行機(UAV)による空撮と、様々な角度で撮影されたステレオ画像から三次元データを作成するStructure from Motion (SfM)の技術を用い、ヤブツバキの個体を測定する際の測定精度を検証する。【方法】長崎県五島市で林分密度の異なるヤブツバキ林二か所を対象地とし、UAVによる空撮を行った。Photoscan (Agisoft社)を用いて空撮画像から三次元モデルを作成し、数値標高モデル(Digital Canopy Model, DCM)を作成、DCMから樹高と樹冠幅を計測、実測値と比較した。また、それらのデータと果実収量の関係性を検討した。【結果】SfMによる樹形測定は、隣接個体との距離が十分にあれば、より高い精度で計測することができた。得られた三次元データと収量には正の相関が見られた。よって、UAVによる三次元データからツバキ林の個体管理が正確に行えることが示された。

C18 ハイパースペクトルリモートセンシングによる光ストレスの検知

蘭部 礼・王 権
静岡大学農学部

葉が強光に晒され、光化学系において過剰な光エネルギーが生じると、キサントフィル色素がジオラキササンチンからアンテラキササンチン、ゼアキササンチンの順に還元され、吸収した光エネルギーが熱として消費される。この特性に基づき、キサントフィルのエポキシ化率を表すEPSが植物の光ストレスを評価するために使用されている。一般的にEPSはHPLCによって算出されるが、本手法は労力とコストに難点があり、長期的な観測に常に有効というわけではない。一方、ハイパースペクトルデータの活用は、簡易かつ低コストでのEPS推定を実現できる可能性がある。実際、キサントフィル色素の構成における変化に対する感度が高い531nmと、その変化の検出基準となる570nmにおける反射率を用いたPRIの有効性が示されてきた。しかし、PRIを用いた多くの研究は草本もしくは針葉樹を対象としており、広葉樹における陽葉と陰葉の差異を考慮していない。結果として、広葉樹のEPS推定における精度が低いことが報告されている。本研究では、ブナの陽葉及び陰葉を用いた実験を行い、EPSを評価する上で有益な指標を開発し、PRIよりも有効であることを明らかにした。

C19 SkySat-2 データを用いた松本市の松枯れ被害の把握

竹中悠輝

信州大学農学部

長野県でも松枯れ被害が拡大しており、薬剤散布や伐倒燻蒸処理等を行うための被害状態の把握が求められている。航空写真を利用した被害抽出はすでに他地域で取り組まれているが、人工衛星データ解析の短所として、撮影頻度が少なく雲の影響を受けるため撮影が限られること、ほとんどの画像が鉛直ではなく斜め撮影であるという問題点がある。しかし、SkySat-2 は同一地点を一日に数回鉛直に撮影することが可能である。そこで、SkySat-2 データから松本市の松枯れ被害の把握を専用のリモートセンシングソフトウェアを利用して解析した。本研究では、まず SkySat-2 データを用いて樹種分類を行い、さらにアカマツの分類結果を用いて被害区分図を作成した。一方で LiDAR データから作成した DCHM を用いて樹頂点画像を作成した。作成した樹頂点画像と DCHM を用いて、単木ごとの樹高を抽出した。そして、これらのデータ、樹高と DBH の回帰式、立木幹材積表から材積を推定した。また、分光放射計を用いて異なる被害度の葉の分光反射を測定し、スペクトルパターンを作成した。被害度の異なる葉によって、異なるスペクトルパターンを示すことがわかった。

C21 デジタル空中写真と航空機 LiDAR データを用いた天然林の資源量推定手法の開発

平田泰雅¹・金森匡彦²・米金 良²・山田祐亮²・後藤明日香²

¹ 森林総合研究所温暖化対応推進拠点・² 日本森林技術協会

天然林は、構成する立木の樹齢が様々に樹種も多種にわたることや人工林と比較して用材としての利用が限定されていたことから、その資源量が正確に把握されていなかった。しかし、現在の森林林業基本計画において多様で健全な森林への誘導や森林簿情報の精度の向上を目指していることから、天然林の精度の高い資源量の把握が重要になってきている。本研究は、天然林の小班レベルでの精度の高い情報を提供するため、デジタル空中写真や航空機 LiDAR データを用いて天然林の資源量を推定する手法を開発することを目的とする。

対象地は林野庁が実施した「デジタル森林空間情報利用技術開発事業」でデジタル空中写真撮影と LiDAR 計測が行われた地域の天然林を対象とし、検証データとして森林生態系多様性基礎調査データを使用した。

まず、空中写真および LiDAR 計測データからデジタル林冠標高モデルを作成した。これらから LiDAR 計測で得られたデジタル地形モデルを引くことにより、林冠高モデルを作成した。この林冠高モデルから得られるパラメータを説明変数に、地上調査データから得られた材積を目的変数として重回帰モデルを作成し、決定係数の高いモデルを選択した。

C20 航空写真と LiDAR データを用いた風倒被害地の材積推定

山本拓也¹・加藤正人²

¹ 信州大学農学部・² 信州大学山岳科学研究所

近年、台風や大型の低気圧による自然災害の増加に伴い、様々な森林状況の変化が広域にわたって起っている。これらの変化を人力のみで詳細に把握するのは難しい。そのため、森林の現況把握を広域に観測するリモートセンシングの活用がなされている。特に最近では高解像度の航空写真、衛星写真、LiDAR の使用が容易になり、森林状態だけでなく単木単位での解析が可能になってきた。単木単位での樹木情報の取得により、より詳細な森林現況の把握が期待される。本研究では複数年撮影された高解像度の航空写真と LiDAR データを用いて風倒被害地の解析を行い、被害面積、樹高、樹冠面積、立木本数、材積推定をすることを目的とした。風倒被害地の立木は、1) 航空写真を用いた教師付分類、2) 被害後の LiDAR データで被害地を抽出、3) 被害前後の LiDAR データを用いて被害地を抽出、4) 航空写真と LiDAR データを組み合わせた抽出、の 4 手法を用いて把握した。次にこれらの手法により抽出・算出した被害面積、樹高、樹冠面積、立木本数、被害材積の精度を比較、検証した。航空写真と LiDAR データを組み合わせることによる単木単位での高精度推定の可能性について報告する。

C22 高密度と低密度の航空機 LiDAR データによるスギ材積推定手法の比較分析

小谷英司¹・鷹尾 元²・田中真哉³・細田和夫²・西園朋広²・古家直行⁴・北原文章⁵・家原敏郎³

¹ 森林総合研究所東北支所・² 森林総合研究所森林管理研究領域・³ 森林総合研究所関西支所・⁴ 森林総合研究所北海道支所・⁵ 森林総合研究所四国支所

航空機 LiDAR による林分材積などの林分パラメータ推定手法には、高密度 LiDAR 計測—単木法と、低密度 LiDAR 計測—林分法の 2 種類が挙げられる。森林分野では高密度 LiDAR 計測の利用が多いが、一般には行政による精密地形計測のために低密度計測の事例の方が遙かに多い。また、高密度と低密度 LiDAR 計測では、計測コストが大きく異なる。本論では、点密度平米 5 点以上の高密度 LiDAR を間引いて、1、0.5、0.25 点の低密度 LiDAR データを生成し、それぞれ平均林冠高から林分材積推定回帰式を算出し、LiDAR 計測密度が林分材積推定に与える影響を検討した。秋田県北部に対象地を設定し、2013 年 10 月に高密度 LiDAR 計測を行い、同時期にスギ林の調査プロットを 46 箇所設定した。プロット対象地から LiDAR バルデータを抽出して平均林冠高を算出し、分析した。結果として、点密度に関わらず、平均林冠高はほぼ同様な値となり、回帰式の係数もほぼ同様な値となった。計測密度の低下により材積推定精度はやや低下したが、平均林冠高法が LiDAR 計測密度低下に関わらず頑強であることがわかった。

C23 航空レーザーデータを利用した胸高直径推定手法の検討

大野勝正

アジア航測株式会社

航空レーザーデータ解析による高精度な単木の位置や樹高情報の取得がこれまでの研究で示されてきた。さらに、樹冠投影面積、樹冠表面積や樹冠体積といった樹冠の大きさを表す指標と胸高直径に相関があることから、回帰式により胸高直径を推定する手法も示されてきた。しかし、密度管理の違いなどが影響し、樹冠の大きさのみを用いた単回帰式では胸高直径の推定精度が低くなる事例があったため、樹冠の大きさだけでなく樹高、樹冠長、樹冠長率を説明変数に加えて、重回帰分析による胸高直径の推定を試みた。対象地は北海道から九州の7地区で、スギ、ヒノキ、カラマツ、アカマツを対象として胸高直径の推定を行った。その結果、カラマツは低い齢級林分がなかったため単回帰式が最も推定精度が高くなったが、その他の樹種については樹冠投影面積と樹高の組み合わせなど重回帰式により単回帰式に比べ1cm以上も精度良く胸高直径が推定できていることが分かった。また、全体的に推定誤差は2cm程度であったことから、地域や樹種に関わらず航空レーザーデータ解析により胸高直径を推定する有効性が示された。今後は事例を重ね地域・樹種毎の回帰式を整備することが課題である。

C25 LiDAR データによる樹種別本数抽出法の本曽赤沢ヒノキ林への適用

加藤正人・Yu, Xiaowei・Hyypä, Juha

信州大学山岳科学研究所

航空機レーザースキャニング (ALS)、地上レーザースキャニング (TLS)、移動式レーザースキャニング (MLB) を使用した高精度な森林資源把握について、北欧と日本の森林についてオリジナルの樹種別資源量の算定技術の開発とグローバルな比較研究を開始した。国際共同研究のゴールはこれら次世代リモートセンシング技術を用いて広域でかつ詳細な森林情報を効率的に解析し、国有林や地方自治体の森林管理や森林計画を支援する技術開発である。森林のレーザースキャニングは数値標高モデル (DEM)、数値表層モデル (DSM)、数値樹冠モデル (DCHM) による森林の三次元の空間解析が基本技術である。オリジナル技術による単木樹冠抽出 (Individual tree Detection)、さらに樹高、樹冠、材積、バイオマスの森林情報の半自動取得・算定を行う。本研究では長野県本曽郡上松町の赤沢自然休養林を対象に、ALS の LiDAR データによる樹種別本数抽出、資源量推定について休養林全域と林分内容の異なる各 1ha のリモートセンシング試験地での現地検証結果について報告する。

C24 航空機 LiDAR データによる針葉樹林の材積推定—樹冠閉鎖率の影響の軽減について

栗屋善雄¹・高橋與明²

¹ 岐阜大学流域圏科学研究センター・² 森林総合研究所九州支所

航空機 LiDAR データは樹冠高を正確に計測できることから材積の推定に利用され、推定精度が高いことが知られている。しかし、高齢化するにつれて林分間の立木密度の差が大きくなり、推定誤差が大きくなる。回帰分析ではサンプルに林齢の偏りが生じることがあり、回帰モデルの外挿部分では推定誤差が大きくなる。そこで岐阜県高山市で2011年に観測された約1点/1m²の低密度 LiDAR データを用いて、スギとヒノキを対象に立木密度の影響を軽減することを目的に材積推定を試みた。材積は樹冠表面と地表が成す空間体積 (平均樹冠高 Hc×面積) に比例し、材積 V は原点を通る $V=a \cdot Hc$ で表せる。回帰係数 a は回帰分析で求めることが多いが、高齢の立木密度が異なる林分がサンプルの場合、残差が大きくなる。本報告では LiDAR データから樹冠構造を表す複数のパラメータを算出し、通常の回帰分析と、所与の基準となる材積推定モデルによる推定材積と地上材積とのバイアスを回帰する方法を比較した。また、スギとヒノキを独立に解析した場合と一緒に解析した場合を比較して、立木密度の影響を軽減する材積推定方法を考察した。

C26 地上型 3 次元レーザースキャナによる林内計測の効率化と解析の自動化に関する研究

中村裕幸¹・石井 彰¹・高松 久²・井上 剛³・萩森康之³・是澤卓⁴

¹ 株式会社 woodinfo・² 愛媛県山林種苗農業協同組合・³ 有限会社 マルヨシ・⁴ 大木坑木有限会社

地上レーザースキャナ計測では周辺立木による計測不能エリアの解消と、森林全体のデータ化のため多測点の計測を行っている。多測点の統合はターゲットと呼ぶ人工物を利用するが、計測作業効率はターゲットの設置に大きく依存する。統合作業は専門技能が要求され、計測作業を1単位とすれば1.2単位を要する。その後の分析は0.8単位であるので、計測から解析結果までは3単位を要している。

そこで、計測と同時期で結果を得る事を目標とし、各計測点から立木位置を算出し、共通する立木をターゲットとする自動統合システムを開発することとした。

シミュレーションより立木補足率が100%となる最大20m間隔の格子状計測を実施、平行して作成した毎木位置図と計測結果の対応付けにより100%を確認した。

Ha 当りの現地計測からデータまとめまでの比較は、毎木調査 (胸高直径全数、樹高サンプリング) で5人日に対し、既存3D計測で4人日、全自動で2.5人日となった。樹幹表面点群の機械学習による樹種判別 (スギ・ヒノキ・灌木: 判別率現在80%) と、黒色テープによる反射強度変化から林分外縁木や内部枯死木等の自動抽出のシステム化を行った。

C27 地上レーザーデータを用いた樹木の詳細な形状把握

長岡貴子¹・加藤正人²

¹ 信州大学農学部・² 信州大学大学院山岳科学総合研究所

近年、リモートセンシングデータは資源把握のための計測だけでなく、データから取得できる様々な情報を用いたシミュレーションモデルのパラメータとしての利用が期待されている。本研究では、リモートセンシング技術の一つである地上レーザーを用いて、まず①3次元点群データから地上部の樹木要素を推定する、②現地調査において地下部(根系)を計測する、③地上、地下部の形状を比較すること、森林の崩壊防止機能評価における地上レーザーデータの利用可能性を検討した。具体的には、地上レーザー計測を信州大学手良沢山演習林のヒノキ幼齢木を対象に行い、同時に掘削調査から樹木の水平根の形状を調査した。得られたレーザー点群を解析し、現地調査したデータとの比較を行った。さらに、水平根と地上部形状との相関関係を明らかにした。本研究においては、調査本数が少ないなどの問題はあっても、地上レーザーデータの崩壊防止分野における応用の可能性について、端緒をつかむことができたと考える。今後は、調査データの追加、根系の新たな計測方法や解析を継続することで、リモートセンシング技術の発展を議論していく。

C29 地上レーザーと小型 UAV を用いた森林の階層構造の評価

田村太吉¹・加藤 顕¹・市橋 新²・常松展充²

¹ 千葉大学大学院園芸学研究所・² 東京都環境科学研究所

東京都は緑の量の維持管理に加え、生態系の評価を行うなど、「緑の質」を向上する新たな行政施策を検討している。森林構造の把握は森林域での生物多様性を評価する上で重要である。多様性と関係している階層区分、植被率はこれまで主に目視によって調査が行われてきたが、人による測定は誤差が生じやすいため、データの客観性には限界があった。本研究では、地上レーザーによる3次元データを用いることで、森林の階層構造を客観的かつ正確に評価する手法の確立を目的としている。東京都立野山北・六道山公園及び千葉県山武市日向の森において樹種や立木密度、階層構造が異なる調査区を設け、地上レーザーによる3次元データを取得した。また、デジタルカメラを搭載した UAV からの空撮を行い、写真測量の技術である SfM を用いて空撮画像からも3次元データを取得した。取得した3次元点群データはボクセル法を用い、箱状のデータに変換した。その垂直分布から階層構造を評価し、水平での占有面積から植被率を評価した。その結果、階層構造と植被率共に3次元データを用いることで、高い精度で把握することができた。

C28 地上レーザーと UAV を用いた森林災害モニタリング

加藤 顕

千葉大学大学院園芸学研究所

【目的】風倒害や森林火災などの森林災害は、森林簿情報十分に整備されていない遠隔地で生じることが多い。森林災害によって林分構造が変化するため、早急に状況を把握する必要がある。国際的な環境政策である REDD+においても、自然災害と違法伐採を分けてモニタリングする技術を必要としており、森林災害をモニタリングする技術の確立は、重要な課題である。本研究は無人飛行機(UAV)と地上レーザーを用い、森林災害をモニタリングする技術を提供することを目的としている。【方法】安価に3次元データを取得できる無人飛行機を利用した手法を用い、広域の森林災害状況を把握する。空撮画像から Structure from Motion (SfM) によって3次元データを作成し、得られた結果を地上レーザーによる3次元データと比較する。さらに、これらのデータを融合することで、森林災害状況を早急にデータ整備できるようにする。【結果】無人飛行機を用いて作成した3次元データによる樹木計測は、地上レーザーによって計測された結果と比較すると、過小評価する傾向があった。データ取得方法による計測精度の違いを明らかにし、実用的技術として使用できるようにしたい。

C30 地上レーザーを用いた自己間引きに関わる樹形計測

三浦翔太¹・加藤 顕²・大澤 晃³

¹ 千葉大学園芸学部・² 千葉大学大学院園芸学研究所・³ 京都大学大学院地球環境学堂

自己間引きの法則は、天然林に特有な現象であり、樹木の個体群密度と個体の平均質量との関係を示した法則である。自己間引きの法則を明らかにするために樹木形状を計測することは難しい。多大な労力を要するほか、作業員の計測技術による計測誤差が生じてしまう。正確な樹形の計測と解析のために、可搬性の優れた地上レーザースキャナを本研究では用いた。地上レーザーで取得された3次元データを用いることで自己間引きの法則に関わる樹冠形状や樹冠体積を本研究では正確に測定した。

カナダ、ノースウェスト準州にあるウッドバッファロー国立公園内で樹齢や樹高の異なるマツ(Pinus banksiana)林とポプラ(Populus tremuloides)林で各3か所ずつ地上レーザースキャナを用いて樹木計測を行った。各調査区内で毎木調査したデータと解析したデータを照らし合わせ、計測精度を検証した。各調査区で3次元データを単木ごとに抽出し、樹冠標高モデル(Digital Canopy Model)を作成した。さらに、統計ソフトRのパッケージrLiDARを用いて樹冠体積と占有面積を計測した。得られた結果は、既往研究の結果と矛盾しない結果を得ることができた。

D1 スギコンテナ苗の形状と植栽当初の蒸散速度

池尻由加子・丹下 健

東京大学大学院農学生命科学研究科

D2 中国クブチ沙漠に植栽された小葉楊の根萌芽発生

山本福壽¹・片山卓也¹・岩永史子²・谷口武士³・山中典和³

¹ 鳥取大学農学部・² 九州大学持続可能な社会のための決断科学センター・³ 鳥取大学乾燥地研究センター

中国内蒙古自治区のオルドス高原北部に位置するクブチ沙漠での緑化には飛砂固定や砂移動制御のため、特に小葉楊 (*Populus simonii* Carr.) が重点的に植栽されている。2014年の調査では、クブチ沙漠の移動砂丘地の埋砂と退砂というまったく異なる環境に置かれている小葉楊の植栽木を調査対象とした。この結果、埋砂環境の植栽木は退砂環境に比べて個体のサイズが顕著に増加すること、および埋砂した多くの枝が不定根を形成して伏条更新のように成長するため、複数樹幹からなる大型のクラスター構造を発達させることがわかった。また退砂環境では水平根に根萌芽が多数発生し、複数のシュートからなる新たな株(ラメット)が増加して分布域が拡大していた。埋砂区では葉の浸透調節物質(可溶性糖、アラニンペタイン)が多く、炭素同位体比 $\delta^{13}\text{C}$ も大きいことから、より強い乾燥ストレス下におかれているものと考えられた。また2015年の調査では、根萌芽は砂中にほぼ水平に展開している根系が地上部に現れた地点で発生していることが確かめられた。このことから根萌芽では光環境が重要であることが示唆された。

D3 魚梁瀬千本山スギ天然更新試験地における更新状況—地掻き処理の影響—

杉田久志・北原文章・志賀 薫・酒井 敦

森林総合研究所四国支所

スギの天然更新技術については古くから試験が行われてきたが、成功事例は非常に少ない。成功事例のひとつである秋田県の柳沢試験地では地掻き処理による更新促進効果が示唆されている(寺崎ら、1952; 桜井ら、1986)ので、地掻きが実施された他の事例についても更新状況を解析し、その効果について論議する必要がある。そこで、スギ天然林において択伐と地掻きが実施された高知県魚梁瀬千本山スギ天然更新試験地における更新状況を解析した。ここでは、択伐を1925年、1967年、1982年、2004年の4回実施し、1967年の択伐の際には更新補助作業として、「刈払いのみ」処理区と「刈払い+地掻き」処理区(それぞれ幅10m)を交互に配置した。2015年に、「刈払いのみ」区と「刈払い+地掻き」区を含むように、幅20mの調査ベルトを2本設置し(長さ100mと120m)、高さ0.1m以上のすべての樹木(低木種除く)の樹高、胸高直径、位置を測定した。多くのスギ更新木がみられていわゆる択伐林型を呈し、DBH3cmとH20cmにモードをもつ2つの集団がみられた。DBH5cm以上の大きな更新木は「刈払い+地掻き」区に多い傾向があったが、全体的には地掻きの効果は明瞭ではなかった。

D4 絶滅危惧樹木トガサワラの人工ギャップによる更新試験

酒井 敦¹・岩泉正和²・松田陽介³・奈良一秀⁴

¹ 森林総合研究所四国支所・² 森林総合研究所林木育種センター 関西育種場・³ 三重大学生物資源学部・⁴ 東京大学大学院新領域創成科学研究科

トガサワラは紀伊半島および高知県に分布する日本の絶滅危惧樹木(VU)である。本種の高知県における3つの生息地は林野庁により林木遺伝資源保存林に指定され、伐採が制限されている。しかし、本種は陽樹であり更新には伐採や地滑りなどの攪乱が必要とされている。そこで、高知県の安田川林木遺伝資源保存林において小面積皆伐を行い、トガサワラの更新試験を実施した。2014年はじめに約15m×20mの小面積皆伐を実施した。その年にトガサワラが開花・結実が確認された。2015年4月に芽生え調査用のコドラート(2m×2m)を皆伐地から林内にかけて計21個設置し、およそ1ヶ月ごとに芽生え調査を行った。トガサワラは平均して0.17本/m²発生し、皆伐地の林縁部分に最も多く発生した(0.35本/m²)が、皆伐地ではわずか(0.05本/m²)であった。皆伐地に発生した実生も2015年の秋までには乾燥により枯死した。2014年はトガサワラの結実年であったが、更新を期待するには少なかったかもしれない。皆伐跡地はミズメ、リョウブの他、アカメガシワ、カラズンショウなどの先駆性樹種が多く発生した。今後林縁部分に残ったトガサワラ実生の動態とともに競合する樹種の動態を観測していく。

D5 約100年生のヒノキにおける樹高成長、およびそれと直径成長の関係

横井秀一¹・三村晴彦²

¹岐阜県岐阜県立森林文化アカデミー・²林野庁中部森林管理局森林技術・支援センター

【目的】人工林長伐期施業を進める上で、高齢時における成長の持続は重要な課題である。本研究は、ヒノキ高齢木の樹高成長量を推定し、それと幹の直径成長量・断面積成長量との関係を検討することで、高齢ヒノキ林の成長の持続性を議論する際の情報を得ることを目的に行った。

【方法】岐阜県・愛知県の国有林のヒノキ高齢人工林（林齢80年以上）5林分において、間伐木の梢端部試料（梢端から1~2m下での円板）4~11個体分/林分を採取した。各試料の年輪数を数え、[梢端から採取部位までの長さ/年輪数]を直近の平均樹高成長量とした。その内3林分では、試料採取個体の元玉の末口部分（多くは地上高4.2m付近）でも円板を採取し、幹直径の成長過程を測定した。

【結果】試料採取個体の平均樹高成長量は10~24cm/年であり、それと個体の胸高直径・樹高・材積とは、林分ごとにも全試料込みでもみても無相関であった。一方、末口円板採取個体においては、平均樹高成長量と直近10年間の直径成長量・断面積成長量とに正の相関がみられた。

D7 攪乱の影響を考慮した欧州アカマツ林の過去の林分構造推定

大澤 晃^{1,2}

¹京都大学大学院地球環境学堂・²京都大学農学部

気候変動下における森林構造発達の定量的理解は森林の炭素蓄積能とその変化の推定にとって重要である。しかし、森林構造発達におよぼす気候変化の影響の評価は、風倒、間伐など中程度以上の攪乱が同時に起こっているときには単純ではない。本研究では、林分構造復元法を適用して過去の林分構造とその発達様式を定量的に推定する際に、大きな枯死木の年輪と個体サイズ情報を加味して過去に起こった攪乱を同時に定量化する方法を考案した。この方法は、近年開発された二つの林分構造復元法（Osawa et al.の方法と Metsuaranta et al.の方法）のハイブリッド法であり、各種攪乱の影響下で過去の林分構造を推定する現実的方法であると考えられる。この方法を間伐と冠雪害の履歴があるフィンランド Hyytiälä の欧州アカマツ林分に適用し、過去の林分構造とその変化を推定した。また、推定結果を、これと独立に得られた過去の毎木調査データと比較することにより、その精度を評価した。攪乱による枯死木を考慮しないと、林分復元法による推定値が大きな過小評価になること、枯死木を加味すると今回のデータセットに関しては地上部現存量がほぼ正確に推定できることが分かった。

D6 リチャーズ成長関数を用いた吉野林業地における樹木個体の胸高直径の成長解析

高橋絵里奈¹・高橋さやか²・竹内典之³

¹島根大学生物資源科学部・²京都大学生存圏研究所・³元京都大学フィールド科学教育研究センター

吉野林業地における間伐選木の指針を得るために、リチャーズ成長関数を用いた、胸高直径（DBH）の成長解析を行った。リチャーズ成長関数は、 $w = A(1 - e^{-k(t-4)})^{1/(1-m)}$ で表される関数を用いた。ここで、 w は成長要素の時間 t における大きさ、 A は w の最終到達量を示すパラメータ、 k は成長速度に関するパラメータ、 m は成長曲線の型を示すパラメータであり、 $0 \leq m < 1$ および $1 < m$ である。リチャーズ成長関数のパラメータ A 、 k 、 m については、林齢と DBH の関係を表す散布図を見ながら当てはまりのよい初期値を与え、Excel2013 のソルバーを用いて、残差平方和（SS）が最小となる最適解を求めた。本研究では、パラメータ A と、成長が実質的に完了するまでに要する期間にあたる $(2m+2)/k$ などによって、当該個体の成長の良否を判定した。吉野林業地で永代木候補木と呼ばれる今後成長が見込める個体を選抜する30年生から15年間の胸高直径の測定値を解析に用いた。45年生時点で残存していた80個体の全てにおいて、パラメータ A は現在の当該個体の DBH より大きく、 $(2m+2)/k$ は72個体で林齢より大きく、今後も成長が見込まれる個体を選抜育成されていることが明らかとなった。

D8 パラグアイ3生態領域のバイオマス比較

齊藤昌宏¹・佐藤 保¹・Lidia F. Perez de Moras²・鳥山淳平¹・門田有佳子¹・清野嘉之¹・Maura Diaz²・Delia Ramirez²・Emigdio Herebia²・Edgardo Dure Vera³・Jorge David Ramirez Ortega³・Mirtha Vera de Ortiz²

¹森林総合研究所森林植生研究領域・²Universidad Nacional de Asuncion, Facultad de Ciencias Agrarias・³Instituto Forestal Nacional

南米の亜熱帯に位置し、日本の1.1倍の国土を持つ、パラグアイ共和国において森林の炭素蓄積量の推定精度を向上させるため、森林総合研究所、アスンシオン国立大学、パラグアイ森林院、パラグアイ環境庁により共同研究が行われた。国内の主要な3森林タイプを対象に85か所の固定試験地を設定し、バイオマスのデータを収集した。同国には大西洋岸森林、湿潤チャコ、乾燥チャコ、セラード、パンタナールと呼ばれる5生態領域が分布しているが前三者で96%をカバーしている。そこで主要な森林ごとに、地下部を含むバイオマス推定式を開発した。また、トックリ型の樹形を持つ Ceiba 属のバイオマス推定式も作成した。森林タイプごとにそれぞれの推定式を用い、固定試験地の毎木調査データにより、樹木のバイオマスを推定した。この結果、プロットの平均値で比較すると太平洋岸森林では135.8Mg/ha、湿潤チャコ林が93.9Mg/ha、乾燥チャコ林が61.9Mg/haであった。これらの平均値にそれぞれの生態領域の森林面積を乗じることにより、生態領域ごとのバイオマスの総量が計算される。

D9 保育および競争緩和効果から見た列状間伐の評価—シミュレーションによる検討—

伊藤 哲・光田 靖・今岡成紹・上田萌香・平田令子

宮崎大学農学部

近年、国有林を中心に経営上有利とされる列状間伐が積極的に実施されているが、その保育効果については未知の点が多く、将来の収益減を危ぶむ意見もある。本研究では、競争効果を考慮したヒノキ造林木の直径成長の個体ベースモデルを構築し、このモデルを利用して異なる間伐方式の違いが個体および林分の成長に及ぼす影響を比較した。GLM 分析の結果、対象ヒノキ林の個体の成長は個体サイズに大きく依存しており、このモデルに基づく間伐後の成長予測の結果、機械的な選木による列状間伐は成長量の小さな小サイズ個体を残すことによって、成長促進効果をあまり発揮できないことが明らかとなった。したがって、列状間伐で競争緩和による林分全体の成長量を増大させるには、最低でも間伐前材積の5%相当以上の定性的な補間伐により、成長の改善の見込みがない小径個体を除去する必要があると考えられた。一方、林分単位での材積成長の予測結果は、間伐の種類（定性・列状）に関わらず間伐強度の影響を強く受けており、これは直径成長が強いサイズ依存性を持つことにより、競争緩和の効果よりも保残される個体のサイズおよび総材積の影響の方が大きいとめと考えられた。

D11 2ha 未満の森林での持続的更新施策は実行可能か？

水永博己

静岡大学農学部

小規模森林面積でも実行可能な持続的更新システムが確立できないか、その技術的課題を把握するために、静岡大学天竜フィールドでは SSS (Small-scale Sustainable Selection-system) モデル林の造成に着手した。このモデル林の施策デザインを紹介し、その実行可能性を予測する。

1.6 ヘクタールの73年生ヒノキ単純林をモデル林として、パッチ状異齢連続林の造成を目指す。弱度中層間伐と群状択伐を毎年繰り返す。群状伐採場所にはヒノキを植栽し、下刈りは原則行わないシステムとした。また下層木の高木性の広葉樹を残存予定木としてマーキングをして、伐採前の除伐対象にせず、間伐時での光コントロールを行うこととした。

下刈りを行わずに下木を育成できる群状伐採地のギャップサイズを検証するため、ギャップ設定後8年間の植生動態・ヒノキの側方被陰の影響評価・林冠葉分布による光環境予測を組み合わせて、成長予測を行った。収穫量および伐採コストと成長予測を含めて、持続的更新システムが可能かどうかを検証する。

D10 再造林に向け植栽樹種選択を再考する

光田 靖・伊藤 哲

宮崎大学農学部

近年、九州を中心として人工林の皆伐が進んでいる。また、林業政策の中でも「人工林の若返り」として、皆伐・再造林が見直されている。皆伐後、再造林をするか否かについては、地位と地利の観点、また苗木供給体制の観点から議論されている。一方で、再造林する場合における再造林樹種の選択については、議論が十分ではないだろう。戦後の拡大造林政策においては「スギ・ヒノキ一辺倒」の造林が問題とされることが多いが、スギとヒノキの適切な植え分けがなされていない現状もよく見られる。現在の経済条件では皆伐後再造林適地は多くはないと考えられ、皆伐後に同じ樹種を植えるか、別の樹種を植えるのかは慎重に判断すべきである。本研究においては、スギとヒノキに着目して、樹種選択を考える第1段階として成長のポテンシャルのみから立地を評価した。既往の炭素循環にもとづく林分成長モデルに地形による補正項を組み込み、気象および地形を要因とする成長シミュレーションを行った。九州および四国を対象に評価単位を50m格子として、スギおよびヒノキそれぞれで60年生までのシミュレーションを行い、両樹種を比較した。

D12 華南と西日本の伝統的育成林業でみられる育林技術体系の類似について

大住克博

鳥取大学農学部

針葉樹造林による育成林業は、近世以前の産業としては世界的に極めて稀な存在であり、林学の教科書では、ようやく17・18世紀になって日本とドイツの一部で確立したとされる。しかし中国経済史研究では、12世紀に南宋で広葉杉による育成林業が行われていたことが知られている(斯波1989)。これは清朝まで継続し、投資や流通、分収造林制度を高度に発達させるが、漢族の間では19世紀には衰退してしまう。同系と思われる広葉杉の育成林業は、苗族などの間では少なくとも20世紀末まで行われており、幸いなことにダニエルズ(2003)らにより調査されている。それらの記録をもとに、現代の苗族と近世日本における伝統的育林技術体系を比較した。苗族の広葉杉育成林業と近世西日本のスギ育成林業は、挿し木造林を行うこと、木場作とセットであることにおいて共通する。これはドイツにおける伝統的育成林業にはみられない特徴であり、東亜における二つの育成林業の間に何らかの技術伝搬があった可能性を示唆する。さらに南方に隣接する地域のタウンヤ造林との類似も指摘でき、東亜において焼畑耕作と育林技術の間に連環があった可能性も考えられる。

E1 広島県におけるコウヨウザンの成長

近藤禎二¹・山田浩雄¹・磯田圭哉¹・大塚次郎¹・飯田啓達¹・飯野貴美子¹・木下 敏¹・生方正俊¹・久保田正裕²・三浦真弘²・藤澤義武³

¹ 森林総合研究所林木育種センター・² 森林総合研究所林木育種センター関西育種場・³ 鹿児島大学農学部

コウヨウザン (*Cunninghamia lanceolata*) は中国において 600 万 ha を超える造林地があり、人工造林面積では中国国内で第 1 位を占める樹種である (立花 2009)。わが国においても 20~30 年までの成長が優れていることが、高知、熊本、茨城の各県の植栽地の調査から明らかにされている (福田 1954、森田他 1989、近藤他 2015)。今回、広島県に植栽された約 50 年生のコウヨウザン林分を毎木調査したところ、1285 本/ha の本数密度で約 720 m³/ha の蓄積を示した。また、樹幹解析によって 20~30 年以降も旺盛な成長を示すことが明らかになり、50 年程度までは利用目的に応じた伐期が選択できると考えられた。なお、本研究は、平成 27 年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「西南日本に適した木材強度の高い新たな造林用樹種・系統の選定及び改良指針の策定」によって実施したものである。

E3 気象データを利用したカラマツ採種園の適地評価

今 博計・石塚 航・来田和人・黒丸 亮

北海道北海道立総合研究機構林業試験場

北海道にはカラマツ類の採種園が 16 箇所あるが、種子の生産量が少なくほとんど採種されたことのない採種園がいくつかある。カラマツの結実には、花芽分化期である 6 月から 7 月の気温、降水量、日照時間が影響するといわれている。しかし、これらの気象要因は互いに相関が高く、どの要因が影響しているのかよくわかっていない。

本研究では、気温と降水量の分離を目的に、カラマツの接ぎ木ポット苗を用いた操作実験を 2014 年に行った。2010 年に接ぎ木した網走 1 号に、加温と灌水の 2 条件を組み合わせた 4 処理を実施した。その結果、気温と降水量がそれぞれ花芽分化に影響していることが示唆された。また、この結果を受け、結実性の良い訓子府採種園 (87 個体) と悪い新冠採種園 (31 個体) の 2002 年から 2015 年の球果数データを用いて、気温と降水量との関係を分析した。分析の結果、両採種園とも花芽分化期の気温は差がないものの、降水量には大きな差が認められた。5 月から 7 月の降水量が多いほど球果数が少なくなる傾向があった。したがって、採種園の適地評価基準として、5 月から 7 月の降水量が利用できるという、気象データを利用した適地評価が可能と考えられる。

E2 3 県の抵抗性アカマツ採種園産種苗における交配組合せと抵抗性の関係

岩泉正和¹・三浦真弘¹・河合慶恵¹・片桐智之²・石井 哲²・吉岡寿³・涌嶋 智³・杉本博之⁴・大池航史⁴・平尾知士⁵・磯田圭哉⁵

¹ 森林総合研究所林木育種センター関西育種場・² 岡山県農林水産総合センター森林研究所・³ 広島県立総合技術研究所林業技術センター・⁴ 山口県農林総合技術センター林業技術部・⁵ 森林総合研究所林木育種センター

マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業の進展に伴い、抵抗性マツ採種園の造成から 30 年が経過し、種苗の普及が進む中、外来花粉による交配の削減や生産種苗の更なる抵抗性の強化が求められている。幾つかの抵抗性マツ採種園では DNA 鑑定により、花粉親の組成や外来花粉による交配率等の評価が行われてきたが (Goto et al. 2005; Ozawa et al. 2009)、実際の交配組み合わせと種苗の抵抗性の関係性については殆ど明らかになっていない。

本研究では、3 県の所有する構成系統や植栽環境の異なる抵抗性アカマツ採種園から得られた種苗に対し、SSR マーカーを用いて DNA 鑑定を行い交配組み合わせについて明らかにすると同時に、線虫の接種試験を行いそれらの抵抗性を評価した。20 家系の計 763 個体を鑑定した結果、外来花粉率は家系間で 6%~49% と差が見られたが、各採種園とも合計で 20% 前後であり、既報 (80%) に比べて少なかった。園が成熟してきていることや、園外マツ林の枯損による減少等が、外来花粉の混入の低下と関係することが考えられた。また、接種試験の結果、健全率は家系間で 63%~100% と差が見られたが、外来花粉率との明瞭な相関関係は見られなかった。

E4 UAV 空撮と SfM による樹高計測の林木育種への適用可能性の検討

武津英太郎¹・栗田 学¹・平岡裕一郎²・米康 充³

¹ 森林総合研究所林木育種センター九州育種場・² 森林総合研究所林木育種センター・³ 島根大学生物資源科学部

林木育種において樹高は重要な形質である一方、測定コストと測定精度が問題となってきた。近年、複数枚の画像からの 3 次元データ構築技術 (SfM) が向上し、無人航空機 (UAV) により林分上方からの画像取得も可能となった。本報告では林木育種における樹高測定への SfM と UAV による樹高測定技術の適用可能性を検討した。平坦な地形上の育種集団林 (19 年生、残存本数 634 本) を対象とした。すべての個体の樹高 (実測樹高) を測高器で測定した。UAV で上空より 500 枚超の画像を取得し、市販のソフトウェア Photoscan を用いて 3 次元データを構築し、Local Maximum 法で梢端を抽出、各個体の樹高の推定値 (SfM 樹高) を求めた。24 個体は SfM 樹高が推定できなかった。実測樹高に対する SfM 樹高の決定係数は個体値で 0.94、親の育種値で 0.85、個体の育種値で 0.87 であった。上位 5% の選抜の試行では SfM 樹高により実測樹高の遺伝的獲得量の 96.1% が得られた。平坦な試験地では SfM+UAV による樹高測定は林木育種に利用可能と考えられる。今後は複雑な地形にある試験地や林冠が閉鎖した試験地での検討を進める。

E5 エゾマツ集団における空間遺伝的構造と遺伝子散布

中西敦史¹・岡田桃子²・石塚 航³・北村系子¹・練 春蘭⁴・後藤 晋⁵

¹ 森林総合研究所北海道支所・² 日本政策金融公庫熊本支店・³ 北海道北海道立総合研究機構林業試験場・⁴ 東京大学アジア生物資源環境研究センター・⁵ 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

北海道富良野市に位置する岩魚沢保存林内に設置された5haプロットにおいて、エゾマツの実生、稚樹、小径木、成木のマイクロサテライト解析を行い、種子と花粉の散布と空間遺伝構造について、デモグラフィックな変化があるかどうかを調べた。数理モデルを用いてプロット内の種子と花粉の散布パターンを最尤推定した結果、種子散布パターンは実生と稚樹段階で似ていたが、花粉散布パターンは両段階で異なり、稚樹の方がより Fat-tail 型になっていた。この理由として、実生に比べて稚樹はより含まれる年齢の幅が大きいため、受粉パターンと花粉親の貢献の年次変動がより大きく反映される可能性がある。また、実生、稚樹および小径木では有意な空間遺伝構造が検出されたが、成木の有意な遺伝構造は検出されず、他の生育段階に比べ有効な集団サイズ (N_e) が大きかった。また、近交係数は、実生段階では高かったが、生育段階が進むにつれて減少した。以上のことから、限られた種子散布が次世代の空間遺伝構造を形成するが、近交弱勢および母系半兄弟内の競争、異なる交配に由来する世代の成木段階への加入が空間遺伝構造を弱め、成木の N_e を高めていると考えられた。

E7 ニューカレドニア産希少針葉樹 *Callitris sulcata* の保全遺伝解析

阪口翔太¹・Guillaume Lannuzel²・Bruno Fogliani²・Adrien Wulff³・L'Huillier Laurent²・上野真義⁴・津村義彦⁵・伊藤元己⁶・井鷲裕司⁷

¹ 京都大学大学院人間・環境学研究科・² Agronomic Institute of New Caledonia, Agronomic Institute of New Caledonia・³ SoREco-NCSoREco-NC・⁴ 森林総合研究所森林遺伝研究領域・⁵ 筑波大学生命環境系・⁶ 東京大学大学院総合文化研究科・⁷ 京都大学大学院農学研究科

ニューカレドニアに産するヒノキ科樹木 *Callitris sulcata* は、本島南部の3本の河川沿いのみ分布する希少針葉樹である。本種は貧栄養な蛇紋岩土壌に分布するため成長が遅く、近年増加している森林火災や違法伐採によって集団の存続が危ぶまれている。本研究では *C. sulcata* の残存集団を遺伝分析することでその集団構造を明らかにし、遺伝的分化が起きた時間スケールと遺伝子流動のレベル、分化に影響する景観要素を特定することを目的としている。

核 EST-SSR マーカー (14 座) での解析の結果、どの集団でも比較的高い多型が維持されていること (平均ヘテロ接合体 $H_e=0.676$)、3 水系間での高い遺伝的分化が確かめられた ($G'_{ST}=0.386$)。また、同じ水系内で隣接する集団間でも遺伝構造が検出されたことから、水系内で効果的な花粉分散が起こっていない可能性が示唆された。本属では花粉を介して葉緑体が遺伝するため、葉緑体遺伝マーカーを用いて花粉分散の効果を推定した結果も合わせて本種の集団分化を議論する。

E6 フタバガキ科樹種における異なる遺伝的クラスターに属する両親間の交配による実生の高い生存力

谷 尚樹^{1,3}・近藤俊明²・Lee, Soon Leong³・Ng, Chin Hong³・Lee, Chai Ting³・Norwati Muhammad³・津村義彦⁴・新山 馨⁵・星野大介¹・Abd Rahman Kassim³

¹ 国際農林水産業研究センター林業領域・² 広島大学大学院国際協力研究科・³ マレーシア森林研究所・⁴ 筑波大学生命環境系・⁵ 森林総合研究所国際連携推進拠点

丘陵フタバガキ林の優占樹種セラヤ (*Shorea curtisii*) の実生の成長および生残を苗畑にて計測した。また、それらの実生の両親をマイクロサテライトマーカーにて決定した。種子を採取したマレーシア半島部セマンコック森林保護区において、成木集団は遺伝的に分化しており、両親が遺伝的に異なると実生の成長がよく、また生存率も高かった。実生両親間の近交係数および種子の重さと実生の成長および生存率との関係は認められなかった。種子の重さと成長との相関が認められないことから、母性による効果は認められず、この成長と生存率は実生の両親間の遺伝的違いによって生じている可能性が高い。ただし、この結果は苗畑という理想的な環境条件によって得られたものであり、自然条件下では乾燥が頻繁に起こっていると考えられ、環境要因による成長や生存率への影響を考慮する必要がある。

E8 トドマツのトランスクリプトーム解析

上野真義¹・中村幸乃²・小林正明²・石塚 航³・内山憲太郎¹・津村義彦⁴・矢野健太郎²・後藤 晋⁵

¹ 森林総合研究所森林遺伝研究領域・² 明治大学農学部・³ 北海道立総合研究機構林業試験場・⁴ 筑波大学生命環境系・⁵ 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

日本の北方針葉樹のなかで、トドマツは低地から高山帯までの幅広い標高域に分布し、それぞれの標高に適応した個体群を形成している。異なる標高への適応には開花や展葉、低温馴化といったフェノロジーが関連していると考えられている。これらのフェノロジーに関連する遺伝子を明らかにし、環境との相互作用を解析することで、樹木の環境適応に関する理解を深めることが出来る。本研究では東京大学北海道演習林に生育するトドマツをモデルとして、高標高環境への適応を解析するために、トドマツの遺伝子カタログの作成を行った。東京大学北海道演習林の樹木園に植栽されたトドマツ (標高 1250m に由来する母樹の実生苗) の雄花・雌花・内樹皮・葉の組織から RNA を抽出し、組織別に新型シーケンサーにより総計 36Gb の配列を収集した。これらの配列をアセンブルして遺伝子の配列を構築した。その結果、158,542 本 (平均 1,560 塩基対) の配列が得られた。この配列セットをトドマツの遺伝子を代表する参照配列と定義した。参照配列に対して相同性探索、遺伝子オントロジーや代謝経路などの予測を行いデータベース化し、環境適応などに関連する候補遺伝子を検索できるように整備した。

E9 静岡県天竜地域の高齢スギ人工林の遺伝的多様性

井出雄二¹・内山憲太郎²・袴田哲司³・木村 恵⁴・齊藤陽子¹

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科・² 森林総合研究所森林遺伝研究領域・³ 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター・⁴ 森林総合研究所林木育種センター

静岡県の天竜林業地では古くからスギ人工林経営が行われており、伝承ではスギ植林の歴史は文明年間(1469-1487)に遡るとされる。実際、当該地域の寺社には、江戸時代から知られた高齢林が存在し、その造林の歴史に興味もたれる。本研究では、こうした天竜林業のルーツというべき高齢人工林にどのような種苗が使われていたのか、その遺伝的背景を明らかにすることを目的に、春野山大光寺(>300年生*)、秋葉山本宮秋葉神社(>500年生*)、山住神社(>300年生*)の各寺社叢および天竜森林管理署瀬尻スギ展示林(127年生)の4か所の人工林について、その遺伝的多様性を評価した。分析には169座の核SNPマーカーを用い、同じマーカーによって分析された全国の天然林集団の結果と比較した。その結果、高齢集団の遺伝的多様性の指標(Alleric Richness, *He*)は天然林集団と比較して低くなく、植栽された種苗は比較的遺伝的多様性に富んでいたと推察された。また、STRUCTURE解析、Nei's *D*に基づくネットワーク分析では、いずれの林分もオモテスギ天然林集団と同じクラスターに属した。

*: 推定年齢

F1 ヒサカキのアレロパシー物質の有無の検証及び作用する機序について

大西洋聡・竹内啓恵・上原 巖

東京農業大学地域環境科学部

今日、ヒサカキ(*Eurya japonica Thunb*)は使用用途が少なく、自生しているものは邪魔者扱いされていることがある。しかし、仮にヒサカキにアレロパシー物質があった場合、その物質を用いて除草剤や育苗剤などの特用林産物を生産することが出来るようになるため、ヒサカキの利用方法が増加するのではないかと考えている。

そこで本研究では、ヒサカキにあるとされるアレロパシー物質の有無の検証、またどのような形で周囲の下層植物に影響を与えるのかを調査をした。

試料の採取地は東京都青梅市に位置する青梅の森を選定した。また、アレロパシー物質が揮発性・溶脱性のものかをそれぞれディッシュパック法・抽出法を用いて調査し、実験で出たデータを数値化・グラフ化した。

その結果、ヒサカキには揮発性・溶脱性のアレロパシー物質がある可能性が強くなった。また、強さとしては水溶性・脂溶性またはその他、揮発性の順となった。ヒサカキは常緑小高木であり、この特徴から雨や霧などの水滴によって周囲の植生にアレロパシー物質の影響を与えるのを主なものとしているのではないかと考察した。

E10 DNAマーカーを用いた無花粉スギのピラミディング育種

森口喜成¹・内山憲太郎²・上野真義²・松本麻子²・伊原徳子²・岩井淳治³・戸塚聡子³・津村義彦⁴

¹ 新潟大学大学院自然科学研究科・² 森林総合研究所森林遺伝研究領域・³ 新潟県森林研究所・⁴ 筑波大学生命環境系

無花粉スギは1992年に富山県で初めて発見され、突然変異型の対立遺伝子がペアになることで発現することが明らかにされている。平成24年には実生苗の普及が開始されたが、無花粉スギの育種母材が少ないこと、選抜に多大な時間と労力を要すること、生産苗の約半数の苗が花粉を飛散するため無花粉スギとして出荷できない(苗木生産効率が悪い)等が課題となっている。当グループでは、これまでに発見されたすべての無花粉スギの原因遺伝子(雄性不稔遺伝子: *ms1*, *ms2*, *ms3*, *ms4*)の連鎖地図上の位置を特定し、それらの雄性不稔遺伝子座近傍の部分連鎖地図を構築した。現在は、雄性不稔遺伝子座近傍のDNAマーカーを用い、複数の雄性不稔遺伝子を併せ持つ個体の作出を進めている。複数の雄性不稔遺伝子を併せ持つ個体を種子生産の親に使用すれば、生産される種子における無花粉スギの割合を向上させることができる。そこで、本講演ではこれまでに得られた結果に基づき、雄性不稔遺伝子近傍のDNAマーカーを用いた無花粉スギのピラミディング育種の可能性や課題について発表する。

F2 樹皮のCO₂拡散抵抗による幹CO₂フラックスの制御

Shohei Fujiwara¹・Hiroaki Kageyama²・Masaaki Naramoto²・Hiromi Mizunaga²

¹ 静岡大学大学院農学研究科・² 静岡大学農学部

幹から放出されるCO₂は森林の炭素動態や循環を考える上で欠かせない要素である。しかしこのCO₂はその起源が呼吸であるにもかかわらず、温度要因だけでは説明することができない。McGuire and Teskey (2004)は、呼吸により生じたCO₂すべてが幹表面から放出されるわけではなく、幹におけるCO₂動態が、大気への放出、樹液流による輸送、木部貯蔵の3つのフラックスに分かれることを示した。一方、幹内部におけるCO₂濃度は大気と比較して極めて高く、樹体内部から大気へのCO₂拡散には大きな抵抗が存在する。幹表面の樹皮形態は種によって異なり、この違いが幹表面からのCO₂拡散に影響すると考えた。

本研究では、異なる樹皮形態を持つ複数種を対象に、CO₂拡散抵抗と幹のCO₂フラックスの関係について調査を行った。

調査地及び対象木は富士北麓フラックス観測サイト標高1100m地点のカラマツと苗場山標高900m地点のブナで、それぞれ幹からのCO₂放出、樹液流量、樹体内CO₂濃度を測定した。幹からのCO₂放出は赤外線ガス分析計を用いた閉鎖型システムにより算出し、樹液流量はグラニエ型樹液流センサ、樹体内CO₂濃度はCO₂ガス測定プローブにより測定した。

F3 二酸化炭素安定同位体を用いた樹体内炭素動態の解明

高梨 聡¹・檀浦正子²・中野隆志³・小南裕志⁴・深山貴文¹

¹ 森林総合研究所気象環境研究領域・² 京都大学大学院地球環境学
学・³ 山梨県富士山科学研究所・⁴ 森林総合研究所関西支所

樹木成木は植物器官ごとに機能が特化しており、葉で光合成により吸収した炭素は枝・幹を通じて根に運ばれる間に、呼吸基質として使われたり、一旦樹体内に貯留された後、各部で生長や呼吸基質として使われたり、脱落・枯死した物を微生物が分解したりして、二酸化炭素として放出している。しかしながら、樹体内の炭素動態を非破壊的に測定することは困難なため、その季節変動等は十分に把握されているとは言いがたい。そこで、本研究では樹木成木に¹³Cパルスラベリングを適用し、その¹³Cが呼吸により放出される量をレーザー分光分析計により、連続的に測定することで、樹体内炭素動態の推定を試みた。樹高20mのアカツクを対象に実験を行ったところ、取り込まれた炭素の放出パターンは、秋季・夏季ではすみやかに下方に流れ、呼吸によって消費されていたが、冬季においては他の時期と大きく異なっており、春先、気温が上昇し、光合成・蒸散活動が活発になるにつれて、急激に下方に流下し、呼吸基質として使われることが観測された。簡易な炭素貯留モデルにより、¹³CO₂放出の再現を試みたところ、概ね良好に幹上部からの放出を推定することができた。

F5 乾燥・送風ストレスによるヒノキ苗の生理特性と分光反射特性の関係

中島義明

静岡大学農学部

植林後の環境変化によってもたらされる水分ストレスは苗木の成長に大きな影響を及ぼすが、乾燥状態を視覚的に識別することは困難である。ハイパースペクトルリモートセンシングは短時間・非破壊で植物の生理学的特性をとらえる有効な手段である。分光反射特性と苗木の生理特性の関連性が明らかにできれば、苗木の乾燥のストレス状態の検出は容易となり乾燥耐性個体の生産につながる。本研究ではヒノキの苗を4つの処理区（対照、乾燥処理、送風処理、乾燥・送風処理）で生育し、定期的に分光反射特性、水ポテンシャル、クロロフィル蛍光、最大光合成速度、暗呼吸速度の計測に加え、分光反射計測時の光量子密度での光合成速度及び気孔コンダクタンスの計測を実施した。その後4つの処理区間で各パラメータ及び分光反射率を用いた統計解析を行い両者の関係を明らかにした。

F4 森林限界のオオシラビソにおける冬季エンボリズムの発生メカニズム

丸田恵美子¹・矢崎健一²・小笠真由美²・大條弘貴³・大塚晃弘³・種子田春彦³

¹ 東京農業大学国際食料情報学部・² 森林総合研究所植物生態研究領域・³ 東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻

針葉樹の仮道管では、寒冷地の冬にもエンボリズム（通導阻害）が起こりにくく、そのことが高緯度地方や高標高域でマツ科針葉樹が優占することを可能にしている要因の一つといわれている。しかし、森林限界近くの厳しい環境下では、冬季にエンボリズムが発生するという報告もなされている。そこで、北アルプス南端・乗鞍岳の森林限界を形成するオオシラビソ (*Abies mariesii*) において、エンボリズムについての調査を行った。その結果、冬季を通じて強風に晒され、土壌からの吸水が停止した状態で水ストレスに陥っているシュートでは、冬季1月から3月にかけてエンボリズムが進み、3月末には木部の通導が完全に失われた。5月に入ると徐々に雪解けが進み、吸水が開始されるものの、エンボリズムが回復することなく、完全に回復するのは7月になってからであった。エンボリズムが起きている木部をcryo-SEMにより観察した結果、仮道管内に空気が入って通導が失われるのではなく、壁孔膜の閉鎖によって通導が阻害されることが示唆された。森林限界に特有の冬季の環境要因が壁孔膜の挙動に作用している可能性がある。

F6 広葉樹の葉の通水能力は、解剖学的特徴と光応答性で決まる

種子田春彦¹・大塚晃弘¹・野口 航²・寺島一郎¹

¹ 東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻・² 東京薬科大学生命科学部

葉は、植物体内を通る水の輸送速度を制限する組織であり、葉の通水能力の指標である葉身の通水抵抗 (R_L) は、植物体内全体のうちの約30%を占める。 R_L は、輸送経路である葉の解剖学的形態や細胞膜のアクアポリンの活性によって影響を受ける。しかし、被子植物の高木種の中では、 R_L を強く制限する形質はわかっていない。本研究では、日本の温帯域に生息する7種の落葉広葉樹と5種の常緑広葉樹の陽葉で、 R_L を測定した。 R_L は、維管束鞘や維管束鞘延長部の細胞の細胞壁においてリグニンの沈着がある葉で有意に低くなった。さらに、リグニンの沈着の有無で分類したとき、暗所に置いた葉で測定された R_L は、葉脈占有面積率（葉面積に占める維管束と維管束鞘細胞の面積）と有意な相関関係を示した。高い葉脈占有面積率は、維管束から蒸散が起きる表皮までの経路が短いことを意味する。しかし、明所に置いて測定された R_L では、こうした関係は有意ではなくなった。これは、明所では、形態の要素とともに、アクアポリンの活性が上がることで生理学的な要素が R_L を制限する。このため、種間の明確な傾向が検出しにくくなることを意味するだろう。

F7 スギには光呼吸に必須な葉緑体型グルタミン合成酵素 (GS2) が存在しない

宮澤真一¹・宮尾光恵²・二村典宏¹

¹ 森林総合研究所生物工学研究領域・² 農業生物資源植物生産生理機能研究ユニット

光呼吸は樹木の純 CO₂ 固定速度を大きく制限する反応であり、代謝経路にアンモニアの発生、および再同化経路を内在する。シロイヌナズナやオオムギなどの草本植物の突然変異体を用いた研究によって、葉緑体型グルタミン合成酵素 (GS2) はアンモニアの再同化に必須であることが知られている。発現遺伝子情報 (EST) が得られるスギ (*Cryptomeria japonica*) について、シロイヌナズナ GS1、および GS2 のアミノ酸配列をクエリとして GS のオルソログを検索した。さらに、落葉広葉樹 (ポプラ、ブナ、クワ、クヌギ) をコントロールとして、GS 抗体を用いたウェスタンブロットング法によるスギ GS1 と GS2 の検出を試みた。その結果、スギには GS1 オルソログは存在するものの、GS2 オルソログの存在は認められず、EST が公開されているシトカトウヒやヨーロッパアカマツにおいても同様であった。ウェスタンブロットングの結果からも、スギについては GS1 のみしか検出できず、落葉広葉樹で確認できた GS2 は検出されなかった。以上の結果は、スギには光呼吸に必須といわれる GS2 が存在しないことを強く示唆した。

F9 CRISPR/Cas9 によるポプラ花成抑制遺伝子 *PnTFL1* のゲノム編集

西口 満¹・伊ヶ崎知弘¹・二村典宏¹・遠藤真咲²・三上雅史^{2,3}・土岐精一^{2,3}

¹ 森林総合研究所生物工学研究領域・² 農業生物資源研究所ゲノム機能改変研究ユニット・³ 横浜市立大学生命ナノシステム科学研究所

ゲノム編集とは、ゲノム上の標的遺伝子の DNA を特異的に切断し、切断された DNA が不完全に修復される現象を利用して、標的遺伝子を破壊する新しい技術である。ゲノム編集は、新たな植物育種技術の一つとしても注目されている。ゲノム編集には幾つかの手法があるが、最近では、その簡便さから CRISPR/Cas9 システムが多用されている。本研究では、ポプラ (*Populus nigra*) に CRISPR/Cas9 が利用可能かどうかを検証するため、花成抑制遺伝子 *PnTFL1* のゲノム編集を試みた。*PnTFL1* を特異的に切断するために、4 種類の CRISPR/Cas9 用バイナリベクターを構築した。これらのベクターを使用して、遺伝子組換えポプラを作製した。各遺伝子組換えポプラの *PnTFL1* の DNA 塩基配列を調べたところ、幾つかの遺伝子組換えポプラで挿入や欠失が生じており、その機能が失われていると推測された。実際に、ゲノム編集されたポプラの一部では花芽様の器官が形成された。以上の結果より、CRISPR/Cas9 システムを用いて、ポプラのゲノム編集が可能であることが示された。

F8 スギの Shaker 型カリウムチャンネルをコードする遺伝子の解析

細尾佳宏¹・西脇宏一²

¹ 信州大学学術研究院農学系・² 信州大学大学院農学研究科

カリウムイオン (K⁺) は樹木を含む植物にとって必須な陽イオンであり、酵素の活性化、気孔の開閉、木質形成など様々な生理的局面で重要な役割を果たしている。これらの局面での K⁺ の働きは、生体膜を横切る K⁺ の取り込み・排出 (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。従って、K⁺ 膜輸送の分子機構を解明することは、樹木の成長や環境適応について詳細に理解する上で重要な課題である。本研究では、これまでに単離したスギ由来 K⁺ チャンネル候補遺伝子である *CKT1* の機能や発現特性について解析を行った。*CKT1* の推定アミノ酸配列は、Shaker ファミリーに属する既知の植物 K⁺ チャンネルのアミノ酸配列と相同性を有していた。そして、大腸菌の K⁺ 取り込み能欠損変異株を宿主に用いた相補性試験により、*CKT1* がコードするタンパク質は K⁺ の取り込み機能を持つことが明らかになった。また、リアルタイム RT-PCR を用いた解析により、*CKT1* の発現量は根よりも地上部で高く、地上部では葉、分化中木部そして分化中雄花で高いことが分かった。

G1 ドローンと SfM によるフィールド研究

渡辺 信・井村信弥・石垣圭一

琉球大学熱帯生物圏研究センター 西表研究施設

昨年、様々な事故で日本国内では不名誉な注目を浴びることとなった無人航空機、ドローン。しかしドローンが秘めるポテンシャルは計り知れず、米国では既にアマゾン、グーグル、ウォルマート、ロッキードといった大手有名企業がドローンビジネスに参入している。研究分野でのインパクトも大きく、特に高精度な静止画や動画の航空撮影が安価且つ容易に行えるというアドバンテージにより、従来人工衛星や航空機で行われてきた多くのモニタリングタスクが既にドローンに置き換えられている。しかしドローンがもたらす画像情報の付加価値を真に高めているのは画像認識技術の進歩によるところが大きい。その代表的技術の一つが Structure from motion (SfM) である。SfM は動画や静止画からカメラの撮影位置を推定し、三次元形状を復元する画像処理技術で、復元した三次元映像から実際の距離、角度等を計測することが出来る (内山ら 2014)。本研究発表では実際のドローン運用例を国内外の実例を交えて報告する。また SfM 技術についても、微地形測量、植生調査、森林バイオマス量推定、3D 生物標本の作製、マリンバイオロジーへの応用可能性を紹介する。

G2 パッチベースでの森林の比較について

小田牧子¹・久保田康裕²・楠本間太郎²・正木 隆³・石岡文生⁴・栗原考次⁴

¹ 防衛医科大学校・² 琉球大学・³ 森林総合研究所・⁴ 岡山大学

森林はすべて同程度の年齢の樹木の集まりであるパッチが集まったモザイク構造をしている。このモザイク構造を成すパッチは、現状では主観的に同定を行っているため、小田他(2012)は、各データの値の高低とその位置情報に基づいて位相的な階層構造を形成する Echelon 解析を利用した、客観的なパッチ同定法を提案した。この手法により、特定の種にのみ限定したパッチの同定ではなく、すべての種を対象にしたパッチを同定することが可能になった。同定したパッチの状態については、空間的な条件を考慮した対数尤度比統計量 (Kulldorff et al., 2009) を用いることで、同一の森林内における評価を可能にした (小田他, 2014)。

本報告では、日本国内の異なる気候帯の森林から、上記の Echelon 解析を用いた手法により同定されるパッチ自体に焦点を当て、森林ごとにパッチサイズやパッチ密度などを計算した。これにより、異なる環境が原因で生じているであろう森林ごとの差異を定量的に示した。

G4 35年前の南アルプスの植生と土壌：データセットの公開

小林繁男

京都大学東南アジア研究所

本報告の目的は、この約10年間に、鹿等の動物の食害による大きな植生の変化が赤石山脈(南アルプス)に生じているという。小林繁男・森貞和仁が1979年から1983年までの5年間に、赤石山脈で、森林、林床植生、地形、土壌(断面、物理・化学性)の調査を行った。調査地点は仙丈ヶ岳から光岳までの81カ所で、これは、Kobayashi et al. (1987) "Effect of understory vegetation, soil, and micro-landform on natural regeneration of subalpine forest in Akaishi Mountains, Japan" にまとめられている。

調査地点の地図、森林毎木調査(樹種、樹高、胸高直径)、林床植生(種組成、優先度)、土壌(土壌断面、土壌の物理・化学性)のデータを電子ファイル化した(藤田昌幸)。35年間後の現在の植生・環境の変化とを比較するためにデータベースをクレジット付きで、公開する。

G3 春期の積雪がミズナラの道管形成時期に及ぼす影響

石田 清¹・森岡みちら²・織部雄一郎³

¹ 弘前大学農学生命科学部・² 無所属・³ 森林総合研究所林木育種センター東北育種場

落葉性の環孔材樹種では、水分通道は主に樹幹最外部の孔圏道管で行われているため、道管形成時期を決める環境要因を明らかにすることは、気候温暖化などの環境変化が成長に及ぼす影響を予測するうえで重要な課題となる。落葉性環孔材樹種のコナラにおいては、幹温度の上昇が道管形成を早めることが知られている。それでは、多雪地において落葉性環孔材樹種の道管形成は、積雪による冷却で遅延しているだろうか? この問題を解明するため、八甲田連峰中腹の二次林において環孔材樹種のミズナラ14個体を対象に、幹周りの融雪と道管形成の時期を調べた。4月下旬(平均積雪深249cm)に5個体の幹回り(半径1mの円内)を除雪したが、未処理の9個体の融雪時期がばらついたため、全個体を対象に、幹周りの融雪時期(積雪深が地上高200cm及び50cmとなった日)と道管形成時期(地上高200cm及び50cmでの道管形成)との関係を分析した。地上高50cmにおいては融雪が遅い個体ほど道管径の拡大と道管二次壁の形成が遅延する傾向が認められた。地上高200cmでは融雪時期と道管形成時期との有意な相関は認められなかった。本発表では、道管形成と展葉時期との関係についても検討する。

G5 倒木が雨を集めることのシベリアカラマツ林再生への効果

草加伸吾¹・大塚泰介¹・大久保卓也²

¹ 滋賀県立琵琶湖博物館(モンゴル森林再生促進研究会)・² 滋賀県立大学環境科学部

我々が提唱する倒木遮蔽更新仮説は「非常に降水量の少ない、ある程度陽の射す環境では、倒木が差し込む日射をさえぎった日陰側にだけ、局所的に湿った微環境が生まれ、そこが種子発芽、実生の更新できる場所となる」というものである。本研究ではモンゴル北部の山火事跡再生困難地で、実験的手法により、倒木遮蔽更新仮説の検証とその機構解明を行ってきた。特にこの仮説において、倒木が直射光を遮ることの発芽再生に及ぼす効果については前回(126回大会)報告した。今回、倒木が雨水を集める機能について調べるために、現地ハトガルの气象台内に倒木が集める雨水の観測装置(倒木北側下部にトユを設置)を東西方向に複数設置して、6月~9月の降雨時期の観測を降雨毎に行った。現地の気候下で、倒木の北側陰部分は、倒木なしに比べ、どれぐらい多くの雨水を受けているかを調べた。その結果、データはまだ少ないが、直径36cmの丸太の場合、雨量が1mm以下ではしたたり雨水はないが2mm以上になると雨水が集まりだし、倒木下幅5cmの雨量と換算して、6mm前後で20mm、11mm前後で40~80mmと倒木下に多く雨水が集まる結果が得られた。この研究は花博基金の助成を受けたものである。

G6 半島マレーシア低地フタバガキ林の粗大有機物量について

佐藤 保¹・新山 馨²・八木橋勉³・Abd Rahman Kassim⁴・Azizi Ripin⁵

¹ 森林総合研究所森林植生研究領域・² 森林総合研究所国際連携推進拠点・³ 森林総合研究所東北支所・⁴ マレーシア森林研究所・⁵ Green Forest Resources

森林生態系内の炭素プールを考える上で枯死木から構成される粗大有機物は、無視することができない割合を占めている。本研究では、マレー半島の典型的な低地フタバガキ林にて粗大有機物を比較した結果を報告する。

調査はマレーシア・ネグリシバン州のパソ一試験地にて行った。5つの20m×100m方形区（以下、サンプル区）内の元口10cm以上のすべての枯死木を測定対象とした。これら粗大有機物は材積を求めた後に、材比重を乗じて重量を算出した。

粗大有機物量の平均値は31.54Mg/haとなったが、サンプル区間の重量は3.5倍程度の差があり、空間的なバラツキが大きかった。試験地は、傾斜がゆるい平坦面にあり、根返りの形態を示す粗大有機物が少なかった。過去にアロメトリ式作成のために皆伐されたプロット区では、粗大有機物量が非皆伐のプロットに比べて少ないことが予想されたが、皆伐後40年以上経過しているため、その差は明瞭ではなかった。試験地では、近年、大きな攪乱が発生しておらず、林冠ギャップの割合が減少する傾向にあり、このことが相対的に低い粗大有機物量を示す要因になったと考えられた。

G8 さまざまな落葉広葉樹のさまざまなサイズでの死亡率～系統と機能形質との相関～

正木 隆・柴田統江・黒川紘子・北川 涼

森林総合研究所森林植生研究領域

広葉樹林の施業では、非皆伐方式も有力なオプションである。しかし、画一的な規準（間伐率〇〇%、前生稚樹〇〇本/ha、など）による施業は往々にして失敗する。その理由の一端は、樹種によって性質が異なる点にあるだろう。例えば、ある樹種の成長・生存に好適な光環境が、その他の樹種には好適ではない可能性がある。そこで本研究では、小川試験地に生育する主要18樹種を対象に、(1) 当年生実生から老齢木まで生活史を12ステージに区分して個体群動態パラメータ（死亡率・移行率）を推定し、(2) その種間変動を系統やいくつかの機能形質（葉の形質、材密度、種子重、等）と関連づけ、(3) 全生活史を通じた個体群動態パラメータを一般化できるかどうかを吟味した。その結果、系統との有意な関係はみられなかった一方、機能形質の中には、ある生活史ステージでの死亡率と有意な相関を示すものがあった。ただし全体としては、未知の樹種の個体群動態パラメータを今回の機能形質だけから推定するのは難しいと考えられる。個体群動態パラメータを樹種ごとに科学的に一般化された方法で予測・把握するためには、何か他の因子や機能形質を考慮する必要があるだろう。

G7 丹沢山堂平ブナ林の長期試験地における13年間の森林動態

齋藤央嗣

神奈川県自然環境保全センター

丹沢山地では1980年代からオゾンを主因と推定されるブナ枯れやブナハバチによる被害、ニホンジカにより下層植生が衰退するなどブナ林の保全が課題となっている。そこで丹沢の代表的なブナ林である丹沢山堂平のブナ林に0.32haの長期試験地を1998年に設定し、毎木調査によりその森林の動態を調査している。設定後13年が経過した2010年に再調査を行ったところ、226本中、10%を超える23本が枯死等により消失し新規個体は1本もなかった。イヌシデ等の実生は発生するものの、ニホンジカにより採食、枯死していると推定された。調査した樹種を階層別に見ると、特に低木樹種が33%も減少した。アブラチャン、タンナサワフタギ等の萌芽更新する低木種の枯死率が高くなっており、萌芽のニホンジカの採食により個体を維持できないためと推定された。プロット内で優占するブナは、当初ブナハバチの採食があり13年間で6.4%にあたる5本が枯死した。低木種が急激に減少し、森林の階層構造が失われ、高木、亜高木と草本層のみの林に移行しつつあり、高木種であるブナも減少していることから、今後のブナ林の維持が懸念される。

G9 奄美大島の照葉樹林の動態～モニタリングサイト1000準コアプロット毎木調査から

石田 健^{1,2}・川口秀美²・鳥飼久裕²

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科・² 奄美生態系研究会

鹿児島県奄美大島中部・金作原国有林内の、標高350m付近に位置する北向き斜面の照葉樹壮麗二次林に、環境省モニタリングサイト1000森林調査の準コアサイトとして、1haの方形プロットを2005年夏に設置し、2005年、2010年、2015年秋の3回、胸高周囲長15cm以上の毎木調査を実施した。胸高断面積合計では、スタジイ、イジュ、リュウキュウモチ、イスノキ、イヌマキ等が優占し、プロットの胸高断面積合計は2015年には約251.7m²であった。2005年、2010年のそれぞれ約235.6、241.3から微増した。約60種の3000個体近い本数があり、全国のモニ1000森林調査プロットの中でも個体数密度の最も高いプロットである。2015年には淘汰が進み、プロット内の記録個体数は減少に転じていると考えられた。台風による妨害極相に近い林相と考えられ、奄美大島では最も優占する森林植生を示していると推定している。本準コアサイトでは、プロット内に設置した25個のリタートラップ調査も実施し、月2回、年24回の回収とマニュアルに準じた内容物の仕分け、測定、集計も行っている。島嶼性照葉樹斜面林の動態の特徴についても、文献とリターの結果を踏まえて触れたい。

11 日本の針葉樹人工林における遮断率推定モデルの再検討

永野美穂¹・井上昭夫¹・丸山篤志²・宮沢良行³・高木正博⁴・大槻恭一⁵

¹ 熊本県立大学・² 農業・食品産業技術総合研究機構・³ ハワイ大学・⁴ 宮崎大学農学部・⁵ 九州大学農学部附属演習林

森林の管理が水資源に及ぼす影響を評価する上で、林分構造と蒸発散との関係を明らかにすることは重要である。蒸発散の主要な構成要素である遮断蒸発については、針葉樹林を対象として立木密度と遮断率との関係が、小松(2007)とKomatsu et al. (2015)によって求められている。これらの研究では、日本の針葉樹林における遮断率の観測事例を収集し、立木密度と遮断率との関係を直線式と指数式によってそれぞれ表現している。しかし、立木密度から遮断率を求める際、直線式と指数式のどちらが有用かについては検討されていない。また、直線式と指数式では立木密度が低い林分において大きな違いがみられるが、立木密度が500本/ha以下の密度の低い林分(高齢林)における遮断率の観測事例は含まれていない。そこで本研究では、既存の遮断率に関するデータに熊本県阿蘇市のヒノキ高齢林2林分での観測結果を加え、直線式と指数式のどちらが遮断率の推定において有用か検討した。

13 間伐による樹冠遮断量の変化が流域水収支に及ぼす影響

横山泰之¹・各務翔太²・小山裕美¹・白木克繁¹・内山佳美³

¹ 東京農工大学農学部・² 東京都水道局・³ 神奈川県自然環境保全センター

本研究では森林の水源涵養機能について重要な要素となる樹冠遮断損失に着目する。樹冠遮断率は立木密度と共に大きくなることが知られており、立木密度の高い荒廃人工林の遮断損失量は水源涵養機能の低下に繋がると考えられる。本研究の調査地である貝沢試験地では2012年に本数割合17%の間伐整備を行っている。流域内、15m×15m内にスギが11本存在するAプロットと28本存在するBプロットの2か所を設定し2015年9月~12月まで林内雨量及び樹幹流下量の観測を行った。林内雨量はA・Bプロット共に貯留タンクを10個ずつ、0.5mm転倒桁型雨量計を1つずつ設置した。樹幹流下量は貯留式・水道メーター・自動記録式流量計の3方式でAは全木・Bは11本で測定を行い、得られたデータから樹冠遮断率を算出した。この結果樹冠遮断率はAプロット:14.3%、Bプロット:17.4%であった。立木密度と遮断率の関係を森林整備前後の林班ごとの立木密度に適用したところ、樹冠遮断量の森林整備による減少は年間10mm程度と推定された。これは対照流域法により求められた森林整備による流出水量増加の1割にも満たず、今後蒸散量変化についても分析が必要である。

12 里山広葉樹—ササ群落における林内雨と樹幹流の特徴

安部 豊¹・五味高志²・中村規尚¹

¹ サントリーグローバルイノベーションセンター(株) 水科学研究所・² 東京農工大学大学院農学府

本研究は、里山広葉樹林の林相構造の違いが降雨遮断プロセスに及ぼす影響を評価するために、栃木県における林内雨と樹幹流の観測を行った。調査地の上層木はコナラやクリなどを主とし、林床はアズマネザサに被われている。そこで、高木とササの組み合わせのプロット(対照区)の他に、林床植生を刈り払った高木のみプロット(高木区)、高木を伐採したササのみプロット(ササ区)を設置し、林内雨量や樹幹流量の比較および降雨応答の違いを検討した。対照区と高木区では、林外雨量に対する林内雨量は60~70%である一方で、ササ区では約30%となり、ササの葉の遮断による林内雨量の捕捉量が大きく異なっていた。いずれの観測区でも積算林外雨量が約5mm以上で林内雨が発生し始めているが、対照区と高木区における林内雨量はともに観測地点によるばらつきが大きく、樹冠構造による林内雨の集中滴下点の存在が示唆された。樹幹流は、林外雨量の10~20%程度で、樹冠中層に位置するクリで、単位樹冠面積あたりの樹幹流量が大きくなる傾向がみられた。本研究から、里山広葉樹林における樹冠構造のみならず、林床植生を含めた水文プロセスの評価が重要であると考えられた。

14 ヒノキの蒸散・吸水特性はどのように土壌水分環境の時空間変動と関係するのか?

山本浩之¹・鶴田健二¹・小杉緑子¹・勝山正則²・小杉賢一朗¹・桂真也³・谷 誠¹

¹ 京都大学大学院農学研究科・² 京都大学学際融合教育研究推進センター・³ 北海道大学大学院農学研究院

森林の蒸散量に影響を与える要因として地形や土壌水分があげられ、複雑地形の多い日本では重要な検討課題である。本研究では日本の主要な植生の一つであるヒノキ人工林において時空間的な土壌水分環境の変化が蒸散量や吸水特性に与える影響を調査した。滋賀県南部桐生水文試験地において斜面上部・中部・下部の3か所プロットを設け、以下の調査を行った。DBH及び辺材面積を計測し、各プロットの現存量の違いを調査した。グラニエ法に基づく樹液流計測を実施し、辺材面積のデータと合わせて各プロットの蒸散量を計算した。また、テンシオメータを用いて土壌の圧力水頭を計測しプロット間の土壌水分環境やその時間的変化の差異を調べるとともに、土壌内水収支の時系列変化を計算し土壌水分の時間的変化が吸水特性に与える影響を調査した。また、斜面上部・中部で根の深度分布を調べると同時に水の安定同位体比を用いた吸水深度推定を行い、土壌水分の時間的変化が吸水特性に与える影響を調査した。その結果、ヒノキは地形に起因する土壌水分環境に見合った蒸散量で生育しているが、土壌水分の時間的変化が大きい場所では土壌の乾燥に応じて樹液流速が低下することが分かった。

15 幹のヤング率を組み込んだ樹木の耐風性評価

南光一樹・鈴木 寛

森林総合研究所気象環境研究領域

森林は防風効果を有し風力を軽減する機能を発揮するが、台風や竜巻などを主とする極端な風により樹木が破壊され林業被害や災害拡大を招くことがある。それらの相互的な現象を力学的に解明するためには、風に対する樹木挙動のシミュレーションが有効である。従来の森林風害推定力学モデルでは、樹木のしなりや、樹冠形状の変形が考慮されていない問題点がある。経時的な風速変動に伴う樹木の変形や受風面積の変化が耐風性に変化を与えるはずである。それを検証するために、幹のヤング率（しなりにくさ）を組み込んだ場合の耐風性を樹木変形シミュレーションにより比較評価した。シミュレーションでは、立木を長さ0.2 mの円錐体セグメントの集合体としてモデル化し、風によりセグメントが受ける抗力を基に各セグメント下端節点にかかる回転モーメントを算出し、多自由度の振動方程式を解くことで経時変化する風速に対応した樹木動揺を再現した。接点にかかる内部応力を逐次計算し、幹折れ及び根返りが起きる限界風速を求めた。発表においては、樹木変形を考慮する場合と考慮しない場合の幹折れ及び根返り条件の差異について検討する。

17 都道府県単位の森林の気象害による被害面積と地域気象データとの関係

齊藤 哲¹・鈴木 寛¹・吉武 孝¹・上村佳奈²

¹森林総合研究所・²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

森林経営において強風による森林被害は経済的損失をもたらす重大な問題のひとつである。その被害の規模はあたる風の強さに大きく左右される。本研究では広域的なスケールでみた場合、森林被害の規模が地域の風の強さでどの程度説明できるかを明らかにするため、都道府県単位で集計された森林の被害面積と地方気象台で観測された気象データとの間の相関を解析した。風の強さを表す指標として最大風速と最大瞬間風速のどちらを用いても被害面積との相関係数は大きく変わらなかった。地域の代表値として県庁所在地1地点の値を用いた場合と県内の複数の気象台データの最大値を用いた場合とでも相関係数に大きな差はなかった。最大瞬間風速県内最大値と被害面積との相関係数の絶対値は平均で0.321であったが、その値は0.004~0.733の範囲で大きくばらついた。地域別にみると西日本に相関係数の大きい県が多く、風の強い地域のほうが都道府県スケールの風害規模と風の強さとの関係が強く表れる傾向がみられた。

16 土石流に及ぼす樹木の影響に関する数値実験

鈴木拓郎

森林総合研究所水土保全研究領域

土石流に及ぼす樹木の影響については、流木による被害の拡大に注目が集まる一方で、緩衝林や樹林帯による減勢効果も指摘されるが、これらを総合的・定量的に評価された例はほとんどない。実現象の中で樹木の影響を定量的に抽出することは困難であり、また、模型実験は有効な手段であるが、計測項目・計測点・実験回数に制限がある。

そこで、発表者がこれまでに開発した土石流の粒子法モデルに、流木を流動粒子の集合要素、立木を境界粒子の集合要素として加えてモデルを改良し、その影響を数値実験によって検討した。立木の存在によって土砂移動が抑制される結果が得られたが、既往知見と同様に劇的な効果ではない。一方で、下流へ流出する土石流のピーク流量の変化はこれまで着目されていなかったが、大きな減勢効果が得られた。流木単体では、流木同士または流木と底面に摩擦を考慮しないと流動への影響はなかったが、摩擦を考慮すると減勢効果が得られた。また、立木と流木の相互作用の影響は、減勢する場合と流量を集中させる場合と両方が存在した。数値実験により、流木・立木は土石流の流動に複雑に影響を及ぼすことが示唆され、今後実験で確認し検討を進める。

18 ローカルノレッジを防災・減災に活かすという視点からみた地域防災計画

田中隆文¹・大津悠暉²・熊谷冴矢子²・西田結也²・宮城島由有²

¹名古屋大学大学院生命農学研究所・²名古屋大学農学部

意見を公募したり住民が企画に参加してさえいれば、ボトムアップの意義が発揮されることになるのだろうか。災害対策基本法に基づく地区防災計画制度を例とすれば、内閣府のガイドブックにはボトムアップという言葉が繰り返し使われるが、地区の防災計画案をまとめる際に専門家のアドバイスを受けるよう繰り返し促されている。

東日本大震災の際の科学知の限界を踏まえれば、ここでの専門家のアドバイスは、ローカルノレッジを頭ごなしに却下する“固い科学”であってはならず、地域特性（自然科学および人文・社会科学の意味での地域特性も含む）の理解を踏まえた柔軟なものでなければならない（田中、2015）。しかし、このニーズに応えるために必要となる“柔軟な科学知”をアドバイスできる防災専門家は非常に少ないのが実情である。

本報告では、地区の防災計画およびその親規定である地域防災計画へのローカルノレッジの反映状況を調査し、課題を整理した。

参考文献：田中隆文編（2015）想定外を生まない防災科学。一すべてを背負う「知の野生化」一、古今書院、p. 299

19 白山源流で発生した大規模地すべりの形態と下流に及ぼす影響

柳井清治・高瀬恵次

石川県立大学生物資源環境学部

石川県南部手取川源流部において2015年5月上旬に大規模な地すべりが発生し、そこから発生した高濃度の浮遊砂は農業用水路を埋没させアユ放流など内水面漁業に大きな打撃を与え、さらに海域に流出して沿岸漁業に影響を与えている。本研究では、航空写真並びに地すべり前後に計測されたLIDARデータを用いて、濁水の供給源である地すべり地の地形変化、地すべり以降の斜面侵食と土砂流出プロセスについて解析を行った。1955年航空写真の解析結果から、古い滑落崖が斜面上部において確認されることから、1955年以前から土塊が移動していることがわかった。2015年にはその移動体の下半分が滑動し崩落したが、その大きさは長さ800m、幅300m、生産土砂量は130万 m^3 にも及ぶ。移動した土塊の大部分は立木を載せたまま斜面下部と渓流部に流下・堆積したと推定された。この濁水対策として地すべり斜面の復旧が急務であるが、白山国立公園の特別保護区内であること、アクセスする道路がないことなどにより極めて限定的となる。林野庁ではヘリコプターによる浸食防止剤や土留め袋の投下などを行ってきたが、今後抜本的な対策として早期に自生種による森林再生を行う必要がある。

111 信州大学手良沢山演習林におけるUSLEを使用した侵食土砂量の予測

佐々木もも帆¹・小野 裕²

¹ 信州大学大学院農学研究科・² 信州大学農学部

山地斜面から発生する土壌侵食は様々な要因によって起こるものであり、侵食要因の特定が難しい。本研究では、降雨量と侵食土砂量の関係に焦点を置き以下のような調査を行った。花崗岩風化土地質の信州大学農学部附属手良沢山演習林にて侵食土砂量測定プロットを設置し2015年8月から現在に至るまで降雨ごとに土砂を回収した。また、同試験地にて転倒マス雨量計を用い降雨量を測定した。採集した降雨量データを侵食土砂回収時ごとの期間降雨量、測定開始時からの累積降雨量、60分間最大降雨量に変換し、それぞれ侵食土砂量と比較を行った。その結果、侵食土砂量は期間内の合計降雨量よりも降雨強度に依存することが分かった。弱い降雨が長く続くよりも、短時間に強い雨が降る方が土砂は侵食されやすい傾向にある。また、累計降雨量と侵食土砂量を比較すると、夏季に比べ秋季になると落葉落枝により斜面の被覆度が増すことにより降雨によって裸地表面の直接叩き出され移動する土砂量を抑制する働きがあることから、降雨量に対して侵食土砂量が減少する傾向が見られた。

110 野外观測用の低価格な小流量測定システム開発

小山裕美¹・横山泰之¹・各務翔太²・白木克繁¹

¹ 東京農工大学農学部・² 東京都水道局

野外观測で流量を測定する際に測器に対して、精度や耐久性だけでなく、複数設置するために低価格であることが求められることがある。転倒ます流量計は1L/min以下の流量測定に広く対応しており耐久性もあるが、特に大容量の物は高額であり複数設置するのには向いていない。そこで、比較的低価格な水道メータや容積式流量計を用いて、幅広い流量に対応した測定システムを考案し、精度検証を行った。室内実験において、水道メータで0.1L/min以下、容積式流量計で約0.05L/min以下の流量でメータが回らず測定不可となることがわかった。これを防ぐため、水が一定量貯留すると流下するサイフォン装置を取り付けた。サイフォン装置はペットボトルとビニルチューブで自作したが、野外で劣化するとチューブが屈曲して機能しなくなる。複数のチューブの径を検討したところ、外径9mm内径5mmのチューブを用いることで、屈曲を防げることがわかった。また、自記容積式流量計においては、小流量のとき誤差が大きいことが補正できることがわかった。水道メータを用いた測定システムを樹幹流測定に応用し、全量をタンクに捕捉して精度を検証した。この結果、4%程度の誤差に収まった。

112 簡易架線集材による群状伐整備が流域の水収支および土砂流出に与える影響

白木克繁¹・工藤 司²・片岡宏介³・内山佳美⁴

¹ 東京農工大学農学部・² 国土交通省国土技術政策総合研究所・³ パシフィックコンサルタンツ株式会社・⁴ 神奈川県自然環境保全センター

人工林の整備遅れは森林の公益的機能を損なうと言われている。効率的な整備が必要であるが、集材方法によっては土砂流出の増大が生じることが知られている。架線集材法は土砂流出増加を抑制できるが集材にかかるコストが大きい。本研究では、比較的簡便である、材の片側のみを持ち上げる簡易架線集材に注目し、この整備法による土砂流出量、流出流量の変化を対照流域法で検証するため、森林整備流域(6.65ha)と対照流域(8.53ha)を設定した。植生はスギ・ヒノキ人工林で、一部がコナラ2次林となっている。森林整備は20m×20mの小規模皆伐を5か所で行い、流域全体では択伐をし、本数間伐率は17%となった。伐採には重機を用いず、集材架線は主に尾根側を通した。1か所のみ架線が溪流を横断したが、板敷きをして溪流の保全に留意した。森林整備後、整備流域からの流出量には、顕著な増加が認められたが、流量の増加は基底流出成分の増加であり、洪水流出の増加はなかった。溪流の濁度の計測から、森林整備後には若干の浮遊土砂量の増加が認められたが、流量の増加に伴う量であり、簡易架線集材法は土砂流出量増加を抑制できることが分かった。

I13 砂防堰堤内における¹³⁷Csの分布に着目した森林流域からの¹³⁷Cs流出に関する考察

山部翔太郎¹・小田智基²・遠藤いず貴²・橋本長武²・大手信人³・田野井慶太郎²・廣瀬 農²

¹ 東京大学農学部・² 東京大学大学院農学生命科学研究科・³ 京都大学大学院情報科学研究科

2011年3月11日に福島第一原子力発電所から放出された¹³⁷Csは、東日本の森林域に降下し、依然として森林生態系内に大量に蓄積されている。森林流域からの¹³⁷Csの流出は、多くが微細な浮遊土砂によって起こると考えられているが、大規模な降雨の際には、平水時では流出しない土砂によって生じることが考えられる。本研究では、2015年9月中旬に発生した総降雨量600mmの降雨による大規模な土砂移動が観測された福島県伊達市上小国川流域(流域面積18.9ha)において、森林流域からの¹³⁷Cs流出量を推定したので報告する。

この流域末端部に設置された砂防堰堤内堆砂地の地形測量の結果、8月から9月の一ヶ月間で堰堤内に深さ約40cmの土砂(計15.8t)が堆積したことが分かった。9月に測定した深さ0~40cmの堰堤内堆積土砂の¹³⁷Cs濃度は1000~3000Bq/kgであり、土砂の堆積以前にあった深さ40~50cmのリター層の濃度(5000~8000Bq/kg)と明らかに異なる。この結果から、8月から9月にかけての大規模降雨によって30MBq以上の¹³⁷Csが掃流砂によって流出したと推定された。

I15 ミネラルウォーターの安定同位体比空間分布を用いた世界の地下水資源モニタリング

勝山正則¹・谷 誠²

¹ 京都大学学際融合教育科学研究推進センター GSS・² 京都大学農学研究科

気候変動に伴い世界の水循環プロセスや水資源の量・質に変化が生じることが予想される。この変化を把握するには長期かつ広範囲の詳細なモニタリングが必要となるが、GNIPによる降水観測は空間分解能が低く、また我々に直接的に重要な地下水・河川水を含まない。一方、現地ですべて地下水を集めるのは容易ではない。そこで国内47都道府県413本、世界は日本以外の68か国388本のミネラルウォーターを収集し、その安定同位体比分布の支配要因を考察した。酸素安定同位体比には明瞭な空間分布が見られ、日本などでの緯度効果、ヨーロッパでの内陸効果、ヒマラヤなどでの高度効果が確認された。鳥取県内、およびカリフォルニア州内のサンプルで4年間の時間変動を見ると、変動係数がそれぞれ2.4%、1.4%と非常に安定していた。蒸発時水温や降水パターンの変化に伴い降水同位体比が変化し、時間遅れを持って地下水も変化するとともに、その変化にも空間的差異が生じる。ミネラルウォーターは入手が容易であることから、世界規模のモニタリングツールとして最適である。今後も長期的にモニターし続けることによって、水循環・水資源の状況を把握することが可能になる。

I14 森林流域から流出する渓流水の放射性セシウム濃度について

坪山良夫¹・小林政広¹・池田重人²・野口正二³・玉井幸治³・高橋正通¹

¹ 森林総合研究所企画部・² 森林総合研究所立地環境研究領域・³ 森林総合研究所水土保全研究領域

東京電力福島第一原子力発電所の事故では周辺の農地や居住地の上流にある森林にも放射性物質が降下し、渓流水の流出にともなう放射性物質の再移動が懸念の対象となった。放射性物質が再移動した場合の影響は、渓流水に含まれる放射性物質の量とともに、その形態(溶存態か懸濁態か)によって変わる可能性がある。そこで本研究では、2013年7月より、飯館村長泥地区の森林において渓流水を採取し、放射性セシウム濃度を形態別に測定した。その結果、Cs-137の濃度は主に増水時、懸濁態の増加により上昇し、平水時は溶存態の割合が相対的に高くなることが分かった。また、溶存態Cs-137濃度は物理的減衰より早いペースで低下する傾向とともに、夏季に上昇、冬季に下降する季節変化も示していた。一方、渓流水に含まれる懸濁物質の単位重量あたりのCs-137濃度は、採水地点上流の溪畔のスギ林で採取した堆積有機物のCs-137濃度と深さ10cmまでの鈹質土壌のCs-137濃度の間に概ね分布し、渓流水の懸濁物質の起源が主にこの二者である可能性を示唆していた。

I16 大雨時の山地流域内での場所によるピーク到達時間の違いは斜面ではなく河道のプロセスに由来する

浅野友子¹・内田太郎²

¹ 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・² 国土交通省国土技術政策総合研究所

豪雨時の水災害・土砂災害の予防において洪水到達時間を知る必要がある。急峻な山地河川では、降雨のピークから流出のピークまでの時間(ピーク到達時間)には斜面上と河道内の水移動における時間遅れが寄与するが、それぞれの寄与は明らかでない。そこで東京大学樹芸研究所青野研究林の4.54km²の流域内16カ所で水位を1分間隔で計測し、各調査箇所までの地形とピーク到達時間の関係を調べた。総降雨量38~198mm、最大1時間雨量9~90mmの20の降雨イベントに対する水位データを得た。斜面の流出経路長は調査地点間で大きくは変化しないが、河道の流出経路長は流域面積が大きくなるとオーダーで大きくなるため、流域面積が大きくなると斜面が全経路に占める割合が小さくなる。大きな降雨時には、ピーク到達時間は河道の“長さ”や“長さ/勾配^{0.5}”と相関があり、ピーク到達時間の場所による違いは河道内での水移動に由来した。流域が十分湿った状態になると、特に斜面でピークの波速が大きくなり、斜面間の応答時間の違いが小さくなるため、流域スケールでのピーク到達時間の場所による違いは河道地形のみで説明できたと考えられる。

I17 簡易な室内水理実験による地表流のマニングの粗度係数の計測

片山一茂¹・小野 裕²

¹ 信州大学大学院農学研究所・² 信州大学農学部

現在、間伐促進など森林整備のための路網整備が行われつつある。しかし、林道上は山地森林と比較すると著しく浸透能が低く、地表流を発生させる大きな要因となっている。したがって、林道を含めた山地斜面においてマニングの粗度係数を明確化することは、山地域での雨水の流出や地表流による表面侵食などのメカニズムを解明する上で重要である。そこで本研究では、簡易な 0.2×1.0m の木製水路を作成し、水路に貼り付けた礫と粗度係数の関係を明らかにすることを目的として水理実験を行った。その結果、粗度係数は水路に貼り付けた礫の高さの平均値である平均粗度高が高くなるほど大きくなり、平均粗度高が約 8mm より大きい場合には粗度係数は一定値になった。また、粗度係数は平均粗度高が約 8mm より小さい場合において、径深を粗度高で除した値が 1.5 を下回る場合と上回る場合で違いが見られ、1.5 を下回った場合には粗度係数は急激に高くなった。また、反対に平均粗度高が約 8mm より大きい場合においては、径深を粗度高で除した値が 0 から約 0.05 になるまでは粗度係数は高くなり、0.05 以上では一定値になった。

I19 短期水収支法を用いた隣接する流域間の地下水移動量推定

江草智弘¹・佐藤貴紀²・小田智基¹・鈴木雅一¹・内山佳美³

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科・² 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・³ 神奈川県自然環境保全センター

森林小流域においては、地下水が流域界を越えて移動し、流量・水質形成に大きな影響を及ぼす。既存の地下水移動量を求める研究の多くは年水・物質収支を用いており、年より短い期間の移動量を求めた研究は少ない。短期水収支法は、「流量が同程度の 2 時点では、流域内の水貯留量の差は無視できる」と仮定する。その結果、2 時点間の損失量（蒸発散量と地下水移動量の和）は期間降水量-期間流量によって算出される。本研究の目的は、短期水収支法を用い、年より短い期間の地下水移動量を明らかにすることである。我々は神奈川県丹沢山地に位置する大洞沢流域（NO1：48ha、NO3：7ha、NO4：5ha）を対象とした。2010-14 の 5 年間、降水量・流量の観測を行い、短期水収支法を適用した。今までの研究により、NO1 では年間の地下水移動量が小さいことがわかっている。従って、我々は NO1 の損失量は蒸発散量を表すと仮定し、NO3、4 の損失量からその値を減じ、地下水移動量を算出した。夏季を中心に、NO3 では地下水が流域外に流出しており、NO4 では逆に流入していた。いずれの流域でも期間降水量と地下水移動量に相関があり、降雨に伴う地下水位の上昇による地下水流入量の決定が示唆された。

I18 隣接する裸地斜面と広葉樹林斜面における地表面流の比較

蔵治光一郎・五名美江

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

100 年前にはハゲ山であったが、その後の砂防植林等によって森林が再生した斜面において近年、表層崩壊が発生している。表層崩壊した後の斜面に治山工事等を施さなければ、樹木が自然再生するまでの間、裸地斜面の状態が続く。裸地斜面で自然降水に対して発生する地表面流を森林斜面と比較した既往研究は斜面ライシメータで行われてきたが、自然斜面での研究は少ない。本研究では隣接する裸地斜面と広葉樹林斜面における地表面流を観測し比較することを目的とした。東京大学演習林生態水文学研究所の宮試験地に 2011 年の表層崩壊によって生じた裸地斜面と、隣接する広葉樹二次林斜面に設けた斜面プロットの下端に雨樋を設置して地表面流を観測した。裸地斜面の地表面流と総降水量の関係はばらつきが大きかったが、1mm/5 分より弱い強度の降水はほとんど浸透しており、これより強い強度で降った降水は約 30% が地表面流となっていた。一方、広葉樹二次林斜面では、降水強度に関係なく総降水量の約 2% が地表面流となっていた。

I20 斜面勾配が降雨の浸透・流出に与える影響

小杉賢一朗

京都大学大学院農学研究所

本研究では、降雨浸透水の挙動に斜面勾配が及ぼす影響を解析するために、二次元の Richards 式を用いた飽和・不飽和浸透流に関する数値シミュレーションを行った。シミュレーションでは、水平距離 10m、土層厚 2m、勾配 12.5~42.5° の斜面を対象とし、年有効雨量に相当する一定強度の雨により平衡した状態を初期条件とした上で、降雨強度を豪雨時を想定した新たな値に引き上げた場合の、浸透水の挙動を解析した。その結果、降雨浸透水が形成する浸潤前線の先端部（鉛直下側）では、斜面勾配が大きいほど含水率が高くなること、逆に浸潤前線直上の深度では、斜面勾配が大きいほど含水率が低くなることがわかった。また同じ深度でみると、斜面勾配が大きいほど、含水率の増加が早く始まる一方で、新たな降雨強度に対応した一定の含水率に達するまでにより長期間を要することがわかった。すなわち、斜面勾配の増加によって、地表面付近の鉛直浸透水の挙動がより拡散的になることが示された。さらに、この拡散的な浸透現象は、水平方向のフラックスに起因していることが考察された。

J21 入れ子状観測流域における列状間伐後の流量と水温 応答：FM 唐沢山の事例

五味高志¹・平岡真合¹・大平 充^{2,1}・恩田裕一³

¹ 東京農工大学大学院農学府・² 神奈川県自然環境保全センター・
³ 筑波大学大学院生命環境科学研究所

溪流の温度環境は水生生物の活動のみならず水質にも影響を与えるため、森林施業が水温変化におよぼす影響を評価することは重要である。本研究では、スギ・ヒノキが優占する操作流域（50%の列状間伐を実施）と基準流域を設けた対照流域法による間伐前後の、日流量と日最高・平均・最低水温を把握した。2010年4月から2011年6月を間伐前、2012年1月から2012年12月を間伐後とし、流域の水文環境変化の要因を詳細に検討するため、入れ子構造（3~17ha）の観測を実施した。操作流域では、間伐後の流量変化は観測地点間の違いが大きかった。全ての地点において間伐後に日射量が増加したものの、水温変化は地点ごとに異なり、ほとんど上昇が見られない箇所や夏季の最高水温が4℃上昇した箇所があった。本研究結果から、同一流域内であっても場所ごとに流量や水温変化には違いがあることが確認でき、そのばらつきは地下水の寄与と関連していると推察された。また、森林施業に対する流量や水温の応答が、施業方法や気候のような広域の違いのみならず、流域内の水流出経路のような局所的な変化によっても影響を受けることが示唆された。

J2 静的破砕剤を用いた安全な樹木伐倒方法

沼倉彬雄²・小山純平¹・阿部浩彬¹・高橋幸男³・金 天海¹

¹ 岩手大学 工学部・² 岩手大学大学院 工学研究科・³ 釜石地方森林組合

日本の林業では年間約1700件の労働災害が発生しており、その約半数は伐倒作業が原因である。よって、安全な伐倒方法の確立が急務である。そこで、本研究では静的破砕剤を用いた樹木伐倒法を提案する。

静的破砕剤は膨張圧を利用して岩石などを破砕する薬剤であり、岩石に穿孔した穴に薬剤を注入して使用し、30分~2時間ほどで反応が終了する。この静的破砕剤を樹木伐倒に応用することで、倒木時に周囲に人がいない状況を作り出すことが期待できるが、静的破砕剤の樹木への応用例は無い。本研究では、ロボットによる静的破砕剤注入及び樹木伐倒を想定し、静的破砕剤を樹木伐倒へ応用するための穿孔・注入法を検討・提案する。スギ丸太における実験により、孔付近に切り口を設けることで静的破砕剤の膨張圧が有効に働き、丸太を破断できることが分かった。それを踏まえて上下に切り口を設けたS字伐倒と、穿孔のみで伐倒可能な連鎖伐倒を提案する。

釜石地方森林組合の協力のもとスギ樹木での実験を行った結果、S字伐倒、連鎖伐倒により伐倒が可能であることが分かった。

本研究はいわて次世代産業シーズ育成試験研究の補助を受けたものです。

J1 チェーンソー作業における技術教育に対する伐木競技会の効果

飛田京子

東京大学大学院農学生命科学研究科

緑の雇用制度が開始され、年間平均3,400人が新たに林業に従事している。「経験年数別の災害発生状況の調査」では、1~9年が40%と最も多い（今富、2006）。このような状況の中、新規就業者の作業安全性向上の為、質の高い教育が求められている。現在、死亡災害発生率が最も高いチェーンソー作業については、特別教育受講後、班長や職場の先輩の指導で、職場内研修やOJTが行われている。作業を安全に行うにあたり欠かせない基礎技術を、確実に習得するための教育ツールとして、伐木競技会の評価基準が有効だと考え、その効果を明らかにする事を目的とし、研究を行った。その結果、自己の作業による災害が多く、作業者の伐木技術が十分であれば、防ぐ事が可能な災害が多い事、新規就業者に対する基礎技術の教育が求められている事が分かった。伐木競技会には、基礎技術として必要と考えられている動作が、細分化され評価項目に盛り込まれている。伐木競技会の評価基準は、基礎技術の的確な指導を可能にし、技術レベルの向上及び労働災害の低減に寄与する事が期待される。

J3 林業における労働安全向上のための予防的対策に関する研究 —リスクアセスメントに着目して—

中島千嘉¹・山田容三²

¹ 名古屋大学大学院生命農学研究科・² 愛媛大学農学部

J4 長尺材採材を目的とした大径木の伐出作業に関する手法

與儀兼三・涌嶋 智・佐野俊和・山場淳史・渡辺靖崇
広島県立総合技術研究所林業技術センター

一般材の採材寸法は、3m、4mが標準（北海道仕様は3.65m）となっている。それ以上のものを長尺材と呼んでおり、需要に合わせた採材で通し柱、梁、桁などの構造材や造作材として利用されている。今回、通直で高さ10.5mでの直径が30cm以上を目安とした材長12mの大径・長尺材を30本確保する現場で、伐出作業を観測した。林況は11～15齢級のスギ林で、伐出対象木の平均は樹高27.2m、胸高直径46.3cm、枝下高13.9mであった。セット人員5人による伐出作業は、①手動ウインチ（TU-16）とチェーンソー（357XP）により上向き伐倒、②元玉を材長12mに造材、③ワイヤーロープと滑車、グラップルローダ（MSE-55FGZX/SH135X）で道端まで木寄せ、④グラップルローダで土場まで地曳き集材という連携作業・並列方式で行った。その結果、材長12mで短幹集材した30本の丸太の1玉当たりの平均は、元口径47.7cm、末口径33.4cm、材積1.968m³であった。総作業時間と土場まで伐出した丸太の総材積から求めた労働生産性は、4.12m³/人日となった。今回のように大径木の長尺材で、かつ作業ロットが小さいため、大型機械のシステム導入が困難な現場での伐出作業の手法として有効と考える。

J6 空間最適化による伐出作業システムの選択

白澤純明
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

伐出作業システムは車両系作業システムと架線系作業システムに大別される。ある作業地において、どちらの作業システムを選択すべきかという問いに答えるためには、従来、「森林利用学的地形分類」に代表されるような、地形と作業システムの適当な関係を見出す手法が用いられてきた。この手法では、伐出作業に影響を及ぼす様々な要因を、地形解析によって得られる地形指標へ抽象化しており、抽象化の度合いが強すぎるため、現実の意思決定に適用するのは困難である。そこで、本研究では、空間最適化手法に基づき具体的な収穫計画を作成することを通じて、作業システムの選択を行った。

収穫すべき林分が与えられたとき、この林分を収穫するための路網配置計画、および集材作業計画を決定する問題は、目的を路網開設コストと集材コストの最小化とした場合、有向グラフにおける最小シュタイナー木問題と定式化される。本研究では、この問題をそれぞれの作業システムにおいて解き、目的関数値を比較することによって、伐出作業システムの選択を行った。対象地は岡山県真庭市美甘地区（約6,000ha）である。

J5 間伐作業における生産性に関する研究

谷口智彦・近藤 稔
名古屋大学農学部

日本の林業において高性能林業機械を用いることで労働生産性は向上したが、期待するほどの成果が挙っていない。本研究は、なぜ生産性が期待した目標を達成できないのかを明らかにするために、今回新しく作成した作業日報に記録された搬出作業のデータを入手・分析し、生産性を向上するために必要である要因あるいは阻害している要因について検討することを目的とした。分析の対象は、愛知県北設楽郡の段戸国有林にて行われる2伐5残の列状間伐作業地とした。作業システムは、チェーンソーによる伐倒、グラップルまたはスイングヤードによる木寄せ、作業道上におけるプロセッサ造材、フォワーダによる短幹集材である。これらの作業工程における労働生産性と自身で行った現地調査で得た情報をもとに比較検討することで、本作業における問題点について考察し、労働生産性の向上のための改善点および今回の作業において優れていた点を今後の林業にどのように活かすかについて検討する。また、詳細な考察を行ううえで必要であると感じた日報の改善点についても検討する。

J7 可搬式機械作業の情報化と管理の可能性

仁多見俊夫¹・近藤良平²・Suk, Sooil³

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科・²(株)ドリーム・ワークス・³ ELC Ltd., Research Institute

可搬式機械を用いる林業作業は、伐木などの生産作業においてはもちろん下刈りなどの育林作業においても重要な役割を担う。しかしながら、それらは班作業が一般的ではあるものの、広大な山林における個別作業は単独遠隔で行われるのが普通である。そのため作業時に災害が発生しても発見が遅れる場合が多く、災害強度が高まることにもつながっている。また、作業技術の習得においてはOJTを主とする場合がほとんどであり、指導を適切に行う方法に課題がある。

そこで、作業機械に情報機構を仕組むことによって、個別作業の状況を把握すること、把握水準によって可能な作業把握内容が異なること、把握する作業水準によって可能な作業管理内容や双方向情報連携によって可能となる作業指導などについて検討した。さらに、班作業である森林作業の管理や事業工程管理との連携について検討した。

J8 簡易支持力測定器による森林作業道路体支持力の妥当性

松本 武¹・岡田純²・岩岡正博¹

¹ 東京農工大学大学院農学研究院・² 東京農工大学農学部

森林作業道の路体支持力はその簡便さから簡易支持力測定器による測定例が多い。しかしながら、簡易支持力測定器の適用範囲は路体を構成する土石の最大粒径が37.5mm以下とされ、地山をバックホウで掘削し、掘削土をそのまま締め固めて作設する森林作業道では、適用範囲外となる粒径37.5mmを超える粗礫・石の混入も想定される。このような粗礫・石が混入した森林作業道を簡易支持力計測器によって測定することの妥当性についてはこれまで十分に検証されていない。

本研究では、簡易支持力測定器によって測定された粗礫や石が混入した森林作業道の路体支持力がどのような意味を持つのか評価するために、同じ地点で採取した土砂から最大粒径が異なる材料を作成し、それをバックホウにより締め固め3種類の路体を作設した。次に、作設した3種の森林作業道の路面に50cm×50cmのコドラートを設置し、その内部を10cm×10cmのグリッドに分割し、グリッドの中心付近の支持力を簡易支持力測定器により測定した。またコドラートの内部の、表面から深さ5cmまでに存在する粒径19.5mmを超える礫の水平方向、垂直方向の位置を計測し、支持力への影響を評価した。

J10 IT技術を使ったリモート境界明確化システム「リ・ディファインシステム」の開発

榎崎達也・廣田智行

住友林業株式会社

森林経営計画の策定を含む団地化を妨げている所有境界の不明確性は、所有者が地元に住んでいないいわゆる不在地主が多いことが大きな原因の一つであり、また、所有者は高齢者が多く、現地に行くこともままならない。

【課題】

- ① 暑い、歩きにくい現場、ハチ・ヘビ・ヒルがいる現場に行くと境界明確はしたくない。
- ② 所有者の大多数である年配者にとっては、更に過酷である。
- ③ 所有者らが1つの場所に集まってもらう調整は大変である。

【解決の考え方の方向】

所有者が現場に行かずとも立会作業ができるような工夫ができないか。

【解決案】

- ① 現場からライブ中継映像を会議室に送信し、その場に所有者が集まってもらい境界画定作業を行う。
- ② 2名の所有者は、自宅にしながらネット配信させるライブ映像を見ながら境界を確定する作業を行う。

【平成27年度の取り組み】

平成27年8月22日、12月12日に試行を行った。クラウドGISに任意に登録された位置にiPhoneカメラを付けたプランナーが歩いて行き、サーバー経由で送られてくる現場の映像をタブレットPCで見ながら、現地に行かずに杭打ち場所を特定できるレベルであるのかを確認した。

J9 林業用ロボット開発に資する林内歩行時の足負担計測

戸田てつお

住友林業株式会社

林業の現場作業において労働災害の危険性や疲労感が大きいことが指摘されている。これまでも林業現場において機械化による危険の回避、人員の削減、労働負担の軽減、作業効率の向上が取り組まれて来たが、近年は無人数化を目指すためのロボット化、労働負担を軽減するためのアシストスーツの開発が行われるようになった。

住友林業(株)では、アシストスーツメーカー、調査機関と連携して林業用のアシストスーツの開発に取り組んでいる。林業用アシストスーツの開発にあたっては人間が林業現場において歩行時にどのように足を使っているかを分析し、その結果を踏まえて、アシストを起動させるためのセンサーの取り付け位置やアシストのタイミング・強さに反映させることが必要となる。

本研究では足裏にかかる負荷を計測するためのセンサーを用い、靴の種類を変えて、上り、下り、トラバース方向を歩いた際の負荷の違いを計測した。

結果として、上り、下り、トラバース方向での足の使い方は異なっていた。しかし、使用したセンサーがプラスチック製であり、センサー上に直接足を載せる必要があり靴の中で滑ったため数値データは参考程度にとどまった。

K1 早期展葉とチーク食葉害増加の関係

田中克典¹・Tantasirin, Chatchai²・田中延亮³・吉藤奈津子⁴・五十嵐康記⁵・佐藤貴紀³・松尾奈緒子⁶・高橋 洋⁷・鈴木雅一⁸

¹ 海洋研究開発機構・² Kasetsart University・³ 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・⁴ 森林総合研究所気象環境研究領域・⁵ 名古屋大学地球水循環研究センター・⁶ 三重大学大学院生物資源学研究所・⁷ 首都大学東京・⁸ 東京大学大学院農学生命科学研究科

本研究は、タイ北部 Mae Mo チーク (*Tectona grandis* L. f.) プランテーションを対象に、チーク早期展葉年に食葉性昆虫による著しい食葉害が発生するという仮説の検証を目的に行われた。葉量の季節変化と食葉害の程度を評価するため、樹冠を通過する日射の減衰比の12年分の測定結果を用いた。撮影写真から、2010年と2012年の春分前に、根系の水分上昇の後、展葉開始が確認された。2010-2012年のモンスーン前の早期展葉が高緯度からの寒気移流で発生した降水によって生じたことも確認された。2001年、2008年、2010年と2012年の食葉害の増加は、展葉開始後の短い日長と低い土壌水分といった不利な生育状況に関係していた。被害後の痕跡から、食葉害を引き起こした昆虫は *Hyblaea puera* (Cramer 1777) であるとみられた。2011年は、早期展葉後の生育期に、気温低下と大気側の蒸発要求が少ないため、土壌水分が十分に保たれた。その結果、葉の展開と成長が比較的加速され、食葉害を制限したとみられる。このように、12年間にわたり、モンスーン前の降雨の増加に反応して起こったチークの早期展葉は、食葉害の増加をもたらした主要因であった可能性が大きい。

K2 アジア型マイマイガに対する交信かく乱法による防除の試み

大橋章博¹・中牟田潔²

¹ 岐阜県森林研究所・² 千葉大学大学院園芸学研究所

〔目的〕岐阜県では2013～2014年にかけてマイマイガが大発生し、大きな問題となった。そのため、環境負荷が小さく、大面積でも実施可能な防除方法の開発が求められている。北米ではヨーロッパ型マイマイガの防除対策の一つとして、交信かく乱法がすでに実施されている。しかし、日本を含むアジア型マイマイガ（AGM）に対して性フェロモンを利用した防除研究はこれまで行われていない。そこで、AGMに対して交信かく乱試験を行い、その防除効果について検討した。

〔方法〕試験は2014年には岐阜県岐阜市の1カ所、2015年には岐阜市、関市、高山市、土岐市（2カ所）の5カ所で実施した。交信かく乱区および無処理区にモニタリングトラップを3基ずつ設置し、誘引数を比較した。また、成虫の発生終了後に卵塊数を調査した。

〔結果〕2014年に実施した試験では無処理区ではトラップに雄成虫が多数誘引されたのに対し、交信かく乱区では誘引数が0となり、誘引阻害が認められた。また、卵塊数も無処理区に比べ交信かく乱区で減少した。しかし、2015年はマイマイガの大発生が終息したため、無処理区、交信かく乱区ともに雄成虫はほとんど誘引されなかった。

K4 スギカミキリの蛹化における日長の影響

北島 博¹・逢沢峰昭²

¹ 森林総合研究所森林昆虫研究領域・² 宇都宮大学農学部

スギカミキリは、幼虫が低温を感じると蛹化が抑制され2年1世代となることが示唆されている。しかし、蛹化に与える日長の影響は不明である。そこで、幼虫を25℃と19℃および長日と短日を組み合わせた条件下で飼育して蛹化率を調べた。その結果、蛹化率は25℃長日で74%、短日で100%、19℃長日で7%、短日で0%であった。このことから、蛹化抑制には低温の影響の方が大きいことがわかった。次に、長日から短日への変化の影響を見るために、25℃で、孵化後25、50、75日間長日で飼育してから短日に移したところ、いずれも蛹化率は100%となった。このことから、高温では日長変化の影響はないことがわかった。さらに、高温から低温への変化の影響を見るために、短日で、孵化後25、50、75日間25℃で飼育してから19℃に移したところ、蛹化率はそれぞれ70%、94%、100%となった。このことから、発育が進んでからは低温の影響を受けにくいことがわかった。以上を総合すると、スギカミキリの蛹化は日長より温度の影響を強く受け、幼虫の早い時期から低温を感受すると蛹化抑制されると考えられた。本研究は、JSPS 科研費 26450217 により実施された。

K3 イタヤカミキリの産卵位置の特徴

江崎功二郎

白山自然保護センター

イタヤカミキリの幼虫はカエデ、ハンノキやヤナギ類の健全木に穿孔する。穿孔された寄主は成長阻害や雪害などが誘発され、成虫の個体数密度が高くなると群落に大きな影響を与える。この種は寄主の幹に50～200mmの縦長の産卵マークを付けることで知られ、複雑な産卵加工を行うことで寄主からのディフェンスを回避していると考えられている。今回、白山国立公園周辺の溪畔林3箇所（丸石谷、三又及び一里野）に調査地を設置し、オノエヤナギとバッコヤナギを対象に産卵位置の特徴について明らかにした。すべての産卵痕は積雪で傾斜した幹の上面で見つかり、傾斜角10～63度の幹に分布した。産卵起点は幹の中心線よりやや左右に外れた位置にあり、起点から軸方向に伸びて加工されていた。また、産卵する高さには一定の傾向は認められないが、幹径は30～70mmの範囲が選択されていた。これらの結果からイタヤカミキリ雌成虫は、太さが50mm前後の傾斜した幹の上面を産卵場所として選好することが明らかになった。

K5 ナラ枯れ防除の成功例

小林正秀

京都府農林水産技術センター

ナラ枯れの拡大に伴って各地で研究が開始され、本学会での発表件数は1992年を皮切りに2015年までに300件以上に達している。そのうち、防除法に関するものは3分の1を占めており、大雑把に分類すると、薬剤（フェロモン剤を含む）による防除が43件と最多で、資材による防除（19件）、被害把握（15件）、生物防除（12件）の順になっている。近年では、フェロモン剤や樹幹注入剤を用いた防除法の発表件数が増えているが、「枯死本数が減った」という報告はあっても、被害を完全に抑えた例は報告されていない。

ナラ枯れは伝染病であり、新たな枯死木が発生すれば、それが火種となって拡大するため、枯死本数を減らすだけの防除法では功を奏しない場合が多い。そのため、「新しい防除法」と銘打った防除マニュアルが作成されているが、「防除しても無駄」という考え方が浸透しつつある。ナラ枯れの防除法は確立されていないのが現状である。

しかし、京都府では資材（カシナガトラップやビニール被覆）による防除によって被害をほぼ完全に抑えた実例が増え、他府県にも普及している。本報告では、防除の成功例を紹介し、防除に失敗する要因について考察する。

K6 カシノナガキクイムシの飛翔能力は何によって決まるのか

深谷智史¹・奥田直人¹・岡田龍一¹・伊東康人²・池野英利¹・山崎理正³

¹ 兵庫県立大学環境人間学部・² 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・³ 京都大学大学院農学研究科

コナラ、ミズナラなどのブナ科樹木が枯死するナラ枯れの被害が日本国内で発生し問題となっている。その原因となるナラ菌を保有するカシノナガキクイムシの飛翔能力(飛翔距離、飛翔時間、飛翔速度)の直接的測定を行われた例は昨年我々が報告した例以外にはなく、それに何が影響し飛翔能力が変化するかなどその詳細についてはわかっていない。カシノナガキクイムシの飛翔能力に影響を与える要因が明らかになれば、ナラ枯れ防除の技術開発につながるかもしれない。

昨年は回転アームの先端に取り付けた虫が飛翔するとアーム部分が軸を中心に回転する装置であるフライトミルを用いて、カシノナガキクイムシの最大飛翔距離を測定し、報告した。(最大飛翔距離 27.3 km) 今回は新たにカシノナガキクイムシの飛翔速度、飛翔時間に注目して、どのような要素(体長、翅の長さ、性別、飛翔開始時間)が影響し、変化するのかということ調べた。

その結果、飛翔開始時間が早い個体は飛翔速度が速く、飛翔時間も長いという結果が得られ、飛翔開始時間というものが飛翔速度と飛翔時間に影響していることがわかり、朝早く飛び立つ個体が長距離移動していることが示された。

K8 異なる散布段階のミズナラ堅果を食害する昆虫群集とその資源利用

鶴岡建汰

東京農工大学

ミズナラ堅果を前年以前散布後、当年散布後、散布前の3つの散布段階に分け種子食昆虫の群集構造や堅果の利用状況を散布段階ごとに比較し、種子食昆虫による堅果の利用について調べた。前年以前に散布された堅果は主にキクイムシ類によって利用されており、散布前や当年に散布された堅果は主にシギゾウムシ類によって利用されていた。前年以前に散布された堅果は90%以上が虫害を受けており、内部も90%近く摂食されていたのに対して散布前の堅果の虫害率は20%程度であった。したがって、種子食昆虫は散布後時間が経過した堅果を含めて散布された堅果をほぼ利用し尽くしていることが示唆された。

K7 ミズナラの局所的密度がナラ枯れ被害の発生に及ぼす影響

山崎理正¹・Pham Duy, Long¹・伊東康人²・安藤 信³

¹ 京都大学大学院農学研究科・² 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・³ 京都大学フィールド科学教育研究センター

ナラ枯れを引き起こしているカシノナガキクイムシは、周辺の寄主木密度が高い太い木を好むことが二次林における調査で明らかにされている。好適な寄主木であるミズナラの密度が異なる冷温帯の二次林と天然林でナラ枯れの発生から収束までのデータを解析し、寄主木の個体サイズと局所的密度が被害発生に及ぼす影響に一般性が認められるかどうかを調査した。解析には、ミズナラとクリが優占する京都市北東部の八丁平湿原周辺二次林で設定した3haと4haのプロットと、大径のミズナラがみられるものの密度は二次林と比べると低い京都大学若生研究林の天然林に設定した16haのプロットのデータを利用した。二次林プロットでは2008年より、天然林プロットでは2004年よりナラ枯れの被害が確認されており、2015年現在いずれの林分でも被害はほぼ収束している。解析の結果、いずれの林分でも個体サイズが大きく局所的なミズナラの密度が高いほど被害発生確率が高くなっていることが再確認された。天然林では寄主木の個体サイズが大きくなることによってナラ枯れが起りやすくなり、二次林では寄主木の局所的密度が高くなることでナラ枯れが起りやすくなっていることが示唆された。

K9 マツ材線虫病の蔓延による猛禽類営巣木の枯死

工藤琢磨

森林総合研究所東北支所

外来の病原性微生物が原産地から離れた地域に人為的に持ち込まれる生物学的侵入は、抵抗性を持たない在来生物を急速に減少させる。生物学的侵入により、在来種が優占する森林が広域的に枯死すると、そこを利用する生物の個体数も連鎖して減少する。北米原産のマツノサイセンチュウは、マツノマダラカミキリを媒介昆虫とすることで、抵抗性のない日本のマツ属樹種を100年以上にわたり、大量枯死させてきた。このマツ材線虫病の被害は、マツ属樹種が優占するマツ林の集団枯死、すなわちマツ枯れ、として注目されてきたが、猛禽類の営巣木とその周辺の営巣木の広域的な消失としても捉え直すことができる。マツ属樹種の樹形と生育環境は、猛禽類が営巣するのに適しているためである。そこで、マツ枯れ被害地域と未被害地域で、猛禽類の営巣数と営巣環境を調査した。その結果、マツ材線虫病は高次捕食者である猛禽類の営巣数やその群集構造を変化させていた。つまり、生態系を大きく変化させたことを示唆する。

K10 LAMP法を用いたニホンジカ・カモシカ糞簡易識別法

相川拓也¹・堀野真一²・市原 優³

¹ 森林総合研究所東北支所・² 森林総合研究所野生動物研究領域・³ 森林総合研究所関西支所

日本では野生動物による森林被害の約70%がニホンジカによるとされている。近年、ニホンジカはこれまでほとんど生息が確認されていなかった東北地方北部にも出没するようになり、今後の被害拡大が懸念されている。ニホンジカの被害対策を講じる上で、ニホンジカの生息域や生息密度を把握することは不可欠である。その調査方法の一つに、ニホンジカの糞を利用する方法がある。ところが、ニホンジカの糞はカモシカの糞と見た目では区別できないため、東北地方のようにカモシカが多く生息している地域ではニホンジカの生息状況を精確に把握することは難しかった。演者らはLAMP法という新しいDNA増幅技術を用いて、ニホンジカとカモシカの両種の糞を簡単・迅速かつ明確に識別できる方法を開発した。この方法を用いれば、両種が混在している地域においても、容易にニホンジカの糞を識別することができる。また、逆に、カモシカの糞も精確に区別できることから、ニホンジカだけでなくカモシカの生息調査にも活用できる。今回はその識別法の特徴について解説する。

K12 大発生に伴うマツノマダラカミキリ成虫の分散と繁殖の関係の変化

杉本博之¹・富樫一巳²

¹ 山口県農林総合技術センター林業技術部・² 東京大学大学院農学生命科学研究科

マツノマダラカミキリ（以下、カミキリ）は、マツ材線虫病の発生に伴い、時として大発生を引き起こす。成虫の飛翔能力は病気の発生地の拡大に関係する。昆虫では個体群密度によって分散と繁殖の関係が変化する場合がある。そこで、1林分の松枯れに伴う、カミキリの飛翔能力と繁殖力の関係を調べた。2010年に萩市の50～80年生松林で殺虫剤の空中散布が中止された。その結果、2012年に松枯れの被害は激しくなり、2013年に枯死率は最大になり、2014年に沈静化した。この松林に隣接する若い無防除松林で、2012年から2015年まで毎年、枯死木5本を採取し、それらから発生したカミキリ成虫を毎日採取し、性と体重を記録した。3日間は個別飼育し、4日目から雌雄1ペアと産卵用枝を入れて飼育し、毎日、産卵の有無を調べた。その後、成虫の後翅面積を測定した。成虫発生数の多かった2012年と2013年の間では、各性とも体重、後翅面積、産卵前期間に差はなかった。ところが、2012年に翼荷重（体重/後翅面積）と産卵前期間の間に負の相関が見られ、飛翔しやすい個体ほど性成熟が遅れて、病気が広がりやすいことが示された。これに対して、2013年には相関は見られなかった。

K11 マツノマダラカミキリの分布の北限決定要因：夏の夜の寒さが成虫に及ぼす影響

前原紀敏・中村克典

森林総合研究所東北支所

マツノマダラカミキリの越冬幼虫の耐寒性は高いため、分布の北限は、生活環完了に必要な有効積算温度によって決まるとされている。本研究では、東北地方の夏の夜の寒さに着目し、「夏の夜の寒さが、マツノマダラカミキリの卵巣発育に影響を与え、分布の北限を決定している」という仮説を検証した。岩手県産マツノマダラカミキリ成虫にアカマツ1年枝を与え、後食開始後40日目まで飼育し、卵巣発育を調べた。15℃及び10℃恒温区（14L10D）では、卵巣が発育しなかった。25℃（14L）～15℃（10D）変温区では、25℃恒温区（14L10D）と卵巣発育の程度に差がなかった。このため、日中の気温が25℃であれば夜間の気温が15℃に下がっても、卵巣発育は影響を受けないと考えられた。一方、25℃（14L）～10℃（10D）変温区では、25℃恒温区に比べて、卵巣発育が遅れ、成熟卵数が少なくなった。すなわち、日中の気温が25℃であっても夜間の気温が10℃にまで下がれば、卵巣発育に悪影響が出るのが明らかになった。しかし、成熟卵が全くできないわけではないため、夏の夜の寒さが卵巣発育に及ぼす影響だけでは分布の北限を説明できないと結論した。

K13 マツノザイセンチュウの増殖力因子の解析

保谷剛志¹・田中 克^{2,3}・浴野泰甫¹・竹内祐子¹

¹ 京都大学大学院農学研究科・² 東京大学大学院農学生命科学研究科・³ 日本学術振興会特別研究員

マツノザイセンチュウ（以下線虫）は、世界の広範囲で激害を及ぼしているマツ材線虫病の病原体である。先行研究において、線虫の病原性因子を精査するために、病原力の異なる2つの近交系系統から17系統の組み換え近交系（RIL）が作出された。RILにおいて増殖力と病原力の間には高い正の相関があることが明らかになっており、増殖力が線虫の病原性因子の一つである可能性は高い。本研究では、これまで菌叢上培養時の個体数増加速度として評価してきた増殖力の要因を細分化し、RIL及びその親系統を対象に表現型評価を行った。各系統を同調培養し、ほぼ同時に産卵された卵を分離して水中で静置後、孵化していなかった卵の数から各系統の孵化率を算出した。その結果、孵化率はRILにおいて連続的に変異していた。また、孵化率と増殖力の間で明確な相関関係は認められなかった。現在、各系統の雌の増殖型4期幼虫を一頭ずつ分離し、雌成虫へ脱皮後に雄成虫と交配させ、4日分の累計産卵数を計数することで各系統の産卵数を評価している。発表では、重回帰分析の結果などを基に、各形質が線虫の増殖力にどの程度関与しているかを議論したい。

K14 マツ枯れとナラ枯れの原因と予防法

大森禎子

東邦大学理学部

マツやナラ枯れは虫が原因とされるが、虫の大発生は虫が食料とする樹木の状況を知る必要がある。樹木の枯れは世界中で樹種や虫の有無に関係なく発生している。化石燃料は1785年のグリーンランドのアイスコアから硫酸イオンが定量されて以来、世界中で燃焼を続け、発生した硫酸は雨や雪に溶解して落ちない限り、鯉のぼりが風のある限り大空で泳いでいるように大気中に蓄積する。硫酸は風の通過量と樹木の表面積に比例して樹木に附着し、雨水で根元に落とされて土壌の金属成分を溶解性硫酸化合物にする。雨水に溶解した金属イオンは樹木に吸収されてリン酸化合物からリン酸を奪い、溶解度の最も低い金属リン酸化合物になる。リン酸の不活性化はアデノシン三リン酸による光合成や松脂の生成等が減少する。タンニンと金属イオンと化合して防虫効力を失う。その結果、虫は進入し易くなり大発生する。衰退した樹木は酸性化した土壌を木炭により中和することにより再生できる。木炭は樹木の生長に必須成分のカリウムを炭酸化合物として含み、雨水によりアルカリ溶液になって酸性土壌を中和し、カリウムは再び栄養源になる。各地の実地調査で立ち枯れは防止できたことで実証できた。

L2 トドマツ人工林に対する横打撃共振法の適用と腐朽判定の精度

坂上大翼

東京大学大学院農学生命科学研究科付属演習林北海道演習林

トドマツは生立木腐朽被害の多いことが知られ、単木の経済的価値の損失のみならず気象害による林分被害等も懸念される。森林の育成に向けて伐採木を選定する上で腐朽の把握が重要であるが、樹体内部にある腐朽の診断は困難で、従来は経験的判断に依るところが大きかった。そこで、打撃音による簡易非破壊腐朽診断技術の適用可能性について検討するため、59年生のトドマツ人工林で間伐予定木の地上90cm高の樹幹の横打撃共振周波数を計測し、伐採後に概ね地上30~50cm高の伐根断面における腐朽状況を確認した。

152本のうち39本で腐朽が認められ、本数割合は25.7%であった。腐朽木は各直径階に見られ、大径木と小径木に多い傾向が認められた。健全木の $D \cdot F_r$ 値の平均は24.6、標準偏差は4.6で、標準 $D \cdot F_r$ 値の90%信頼区間は17.0~32.2であった。一方、腐朽の有無と $D \cdot F_r$ 値との間に関連は認められず、 $D \cdot F_r$ 値から腐朽木を検出することは困難であった。 $D \cdot F_r$ 値により検出可能な腐朽は、樹幹の中心に近い部位にあるか樹幹横断面に占める面積割合が大きいもので、なおかつ木材の分解が進展したものに限られていた。

L1 エスレルおよびジャスモン酸メチル処理がブナ科樹木苗木のナラ菌伸長に及ぼす影響

能勢彩美¹・西 信介²・山本福壽¹

¹鳥取大学大学院農学研究所・²鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場

ブナ科樹木萎凋病を発症したコナラ属樹木に顕著に認められる病理的心材の形成には、シグナル伝達物質としてのエチレンやジャスモン酸が関与していると考えられている。これまでの先行研究から、樹体内に侵入した菌は宿主の感染組織の周辺で発現する抗菌作用によって成長が阻害されることが認められている。しかしながら、これらのシグナル物質がどのようなしくみで罹患者木が示す抗菌作用に関わっているかについては未解明のままである。そこで本研究では、シグナル物質のうちエチレン、ジャスモン酸、およびそれらの相互作用の役割を明らかにすることを目的として、菌感染に対する感受性の高いコナラ (*Quercus serrata*) と比較的低いスダジイ (*Castanopsis sieboldii*) 苗木を用いた実験を行った。実験では樹幹に人為的な穿孔を設け、エチレン発生剤のエスレル、およびジャスモン酸メチルを注入処理するとともに、10日後、2cm下部に新たな穿孔を設けて培養した *Raffaella quercivora* 菌を接種した。その後、苗木横断面の非通水域の計測および菌糸の示す蛍光反応の観察による組織内分布の解析を行い、シグナル物質処理が感染に及ぼす影響を調べた。

L3 病原力の異なる *Raffaella quercivora* 菌株のミズナラ苗木と滅菌材片における菌糸伸長

鳥居正人¹・楠本 大¹・山田利博²

¹東京大学大学院農学生命科学研究科付属演習林田無演習林・²東京大学大学院農学生命科学研究科付属演習林株父演習林

宿主樹木に対する *Raffaella quercivora* の病原力は菌株間で異なる。本研究では、本菌の病原力の差異に関わる因子を明らかにすることを目的とした。国内の14都府県、13樹種由来の40菌株をコナラ成木の樹幹部に接種し、材変色幅から病原力の異なる菌株を選抜した。選抜された菌株を生きたミズナラ苗木の枝と、細胞を死滅させるために γ 線照射を行ったミズナラ苗木の枝に接種を行った。生きた枝への接種では材変色幅を、両接種で材内における菌糸伸長量を測定した。コナラ成木への接種において、材変色幅は菌株間で連続的に変移した。そのため、病原力は菌株間で連続的に異なると考えられた。そこで、その幅が最大から最小まで連続的になるように9菌株を選抜した。9菌株による材変色幅は、コナラとミズナラでの接種間での有意な正の相関が認められた。また、生きたミズナラ枝での材変色幅と菌糸伸長量、および γ 線照射したミズナラ枝での菌糸伸長量の3者間では、いずれにおいても有意な正の相関が認められた。以上より、本菌株間の病原力の違いには、材内での伸長能力の違いが大きく関与すると考えられた。

M1 マツタケ菌根形成のためのアカマツ細根の地表への誘導法の検討(Ⅲ)

藤田 徹・藤田博美

京都府農林水産技術センター

マツタケの菌根形成・定着に利用するマツの根の誘導処理のうち、被覆処理による地表への根の誘導について、処理時期の影響を調べるため、4林地6試験区で3月末から約2箇月間隔で4回、5箇所ずつ被覆処理を実施した。40cm四方の範囲をB層が露出するまで土を削り、撥水性の不織布(透湿防水シート)を敷いて土と腐植を載せ、地表へ誘導される根の状態を連続して調査した。

その結果、8月上旬までの処理は全試験区で、9月末~10月上旬の処理は4試験区で、1~3箇月で地表に根が誘導され、その後も連続して新しい根が誘導された。また、地表処理時に掘り出され切断された根からも新根の発根が観察された。新たに地表に誘導される根の数は最初増加したが、その後減少し、また、各処理区・処理時期毎で見た場合、2箇月以上地表で根端が成長を継続する根は0~20%にとどまった。このため、成長中の根端(白根)数は処理後の時間経過とは比例しなかった。被覆処理の期間が長くなると地表でカビが繁殖する等の問題も増加するため、使用の4~5箇月前に被覆処理を実施し、地表に誘導される根が増加した段階でできるだけ早く使用するのがよいと考えられた。

M3 産地が異なる長野県産マツタケの遺伝的差異

黒河内寛之¹・竹内嘉江²・陳 盈光³・浅川修一³・張 仕傑¹・Yan Xia¹・Lu-Min Vaario¹・練 春蘭¹

¹ 東京大学アジア生物資源環境研究センター・² 長野県林業大学校・³ 東京大学大学院農学生命科学研究科

マツタケ山づくりを目指す際に、マツタケが既に消失している場所では、マツタケを外部から新たに何らかの方法で導入する必要がある、そのための手法確立に向け各機関で研究が進められている。一方、現在流通するマツタケは国レベルだけでなく産地レベルでブランド化され、販売されている。そこで、産地ごとのマツタケの特徴を遺伝子レベルで理解し、マツタケ山づくりに応用することは、遺伝資源保全の観点からもブランド維持の観点からも重要である。

本研究では、マツタケ生産量が国内第一位の長野県において中中信地区8市町村のアカマツ林から入手したマツタケ集団を主な解析対象とし、次世代シーケンシング技術とバイオインフォマティクスの手法を用いて独自に開発したマツタケに特異的なマイクロサテライトマーカー15座を適宜用いて集団遺伝解析を行った。同一シロ由来のマツタケ子実体を含む計334個体のDNA解析から183遺伝子型を同定した。集団ごとの遺伝構造に差が見られたが、長野県の集団間の遺伝的分化の程度は大きくない可能性も示唆された。本大会では、これらの遺伝情報を精査し、遺伝資源保全を加味したマツタケ山づくりの考察を合わせて発表する。

M2 長野県豊丘村試験地におけるマツタケ発生環境整備の効果 — 35年間の調査結果から —

古川 仁¹・増野和彦¹・竹内嘉江²・小出博志²・篠原弥寿夫²・宮外 勝³・山田明義⁴

¹ 長野県林業総合センター・² 元長野県林業総合センター・³ 豊丘村在住・⁴ 信州大学農学部

長野県南部に位置する下伊那郡豊丘村はマツタケの産地として有名である。長野県林業総合センター(当時:長野県林業指導所)は、マツタケ山適地判定基準に基づき昭和55年豊丘村にマツタケ試験地を設定した。試験地にはアカマツの間伐等マツタケ発生環境整備を実施した施業区(0.25ha)、及び無施業の対照区(0.25ha)を設け、毎年地温等の気象条件調査とマツタケ子実体の発生量調査を行っている。試験地設定時には施業区、対照区それぞれ尾根付近に8ヶ所、6ヶ所のシロが確認されており、その後施業区では更に17ヶ所、対照区では2ヶ所のシロが確認された。また近年におけるマツタケ子実体の発生本数は施業区では200本/年(H17~26平均値)、対照区では21本/年であり、施業区では試験地設定時の数量をほぼ維持しているのに対し、対照区では減少傾向を示している。これら施業区でシロが増加している点、35年経過しても子実体発生量が維持されている点は、試験地設定時のマツタケ発生環境整備による効果と考えた。

M4 シュウ酸アルミニウムの抗菌作用を利用したマツタケの生長戦略

西野勝俊¹・城美沙緒¹・大泉一也¹・大倉龍起¹・藤田 徹²・山口宗義³・山田明義⁴・田中千尋¹・笹森貴裕⁵・時任宣博⁵・平井伸博¹

¹ 京都大学大学院農学研究科・² 京都府農林水産技術センター・³ 森林総合研究所きのこ・微生物研究領域・⁴ 信州大学農学部・⁵ 京都大学化学研究所

マツタケ(*Tricholoma matsutake*)の子実体は環状に発生する。環状部分から内側はシロと呼ばれ、シロ先端の活性菌根帯は抗菌活性を示すことが知られている。その抗菌物質はモノテルペンと推定されていたが、追試の結果、それらは活性物質本体ではないことが明らかとなった。シロに含まれる真の抗菌物質を追求した結果、その物質をシュウ酸アルミニウム錯体と同定した。同錯体はシロの中でも活性菌根帯にのみ検出され、その内側と外側では検出されなかった。この分布は抗菌活性およびマツタケ菌糸体量、シュウ酸濃度、可溶性リン酸濃度の分布と正の相関を、逆に微生物密度と負の相関を示した。この結果から、アカマツとマツタケは菌根からシュウ酸を分泌して不溶性リン酸アルミニウムから可溶性リン酸を得るとともに、シュウ酸アルミニウムの抗菌作用により土壤中の微生物環境を整えることで積極的にシロを拡大していると考えられる。シュウ酸アルミニウムはマツタケ菌糸の成長促進効果を示したことから、同錯体はシロの発達と維持に重要な役割を果たしている可能性が高い。

M5 ^{13}C and ^{15}N isotopic fractionations in matsutake sporocarps and surrounding substrates from a study site in Finland

LuMin Vaario^{1,4} · Shambhu Prasad Sah² · Toyohiro Miyazawa³

¹ Natural Resources Institute Finland · ² Helsinki University, Department of Forest Sciences · ³ Espoo, Finland · ⁴ The University of Tokyo, Graduate School of Agricultural and Life Sciences

Tricholoma matsutake is an ectomycorrhizal (ECM) fungus capable of *in vitro* saprotrophy, but the sources of C and N used to generate sporocarps *in vivo* are not well understood. C, N and their stable isotopes (^{15}N , ^{13}C) contents of fungal sporocarps and their potential substrate sources like foliage, litter, fine roots, wood and soil samples were investigated from a well-studied boreal site in southern Finland. Our results show that $\delta^{13}\text{C}$ values of matsutake sporocarp are significantly different from saprophytic fungi, but not from other ECM fungi. Furthermore, about 6–16 times higher $\delta^{15}\text{N}$ values in matsutake relative to other ECM and saprophytic fungal sporocarp indicates that it may obtain N from chemically complex organic matter like protein. In addition, a significant and positive correlation between $\delta^{13}\text{C}_{\text{cap-stipe}}$ and $\delta^{15}\text{N}_{\text{cap-stipe}}$ in *T. matsutake* hints of a common C and N nutrient source for its sporocarps formation.

P2-002 新潟県糸魚川市大所地区における天然スギの利用

龍原 哲¹ · 山田弘二² · 明石浩見² · 高橋聡子² · 竹内公男²

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科 · ² 特定非営利活動法人お山の森の木の学校

伏条更新と択伐による頭木更新（台伐り萌芽）とによって、地際から 2m 以上の位置で多数の幹分かれが見られる株立ち状の天然スギ巨木が新潟県内に点在している。糸魚川市大所地区にはこのような樹形をもつ天然スギ群落が残存し、嘗て実際に天然スギを伐採利用した経験者が現存している。本研究では、経験者からの聞き取り調査によって、この地区における天然スギの利用実態を記録した。天然スギが優占する天然林は大所集落の共有林内にある。天然スギは集落内世帯の住宅部材の用途のためだけに収穫され、この集落の住宅は天然スギ材が主に用いられている。木材の伐出は雪が締った時期に人力で行われた。伐採木は住宅の部材として適当な大きさものが択伐され、鋸で玉切りした丸太は雪櫃で集材された。本研究の対象地は江戸時代に入会地であった共有林内にあり、しかも地区内の住人の自家利用しか認めないという仕来りを守ってきたことにより、商業伐採の対象とならず、天然スギ群落が残存したといえる。多雪地のため伏条更新によって株立ち状になり、また、冬期に雪上で伐採するため高い位置での伐採となつて多数の幹分かれが見られる特殊な樹形となった。

P2-001 タイ国チーク人工林の成長に関連する立地環境要因

野田 巖¹ · Himmaphan, Woraphun² · Sukchan, Somsak³ · Wichiennopparat, Wilawan² · Vacharangura, Tosporn²

¹ 国際農林水産業研究センター林業領域 · ² Thai Royal Forest Department · ³ Thai Land Development Department

東北タイのチーク人工林について現地調査をもとに地位指数 (SI) ならびに立地環境要因として地形傾斜、斜面方位、標高、土壌化学特性からなるデータセットを作成した。現地調査はプロット (40m×40m) を設定し林分センサスにより SI を、土壌サンプリングによる試料から土壌化学特性値を評価した。土壌試料は表層土 (0–20 cm)、下層土 (40–60 cm) 別にプロット内の 3 か所で採取した。土壌化学特性は pH、有機物量、窒素、リン、カリウム、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム、電気伝導度 (EC)、塩基置換容量 (CEC)、塩基飽和度 (BS) とした。SI に対する立地環境要因の関係を分析評価した。SI に作用する要因を検討した結果、土壌化学特性は表層土の方が下層土より明瞭と確認された。データセットの中では地形傾斜と方位、表層土に関する有機物量、カルシウム、ナトリウム、マグネシウムに絞られた ($p < 0.05$)。作用は地形傾斜が強く、次いで斜面方位、カルシウム、ナトリウムだった。日本と異なり現地では農地への植林が通例で、もともと有機物量が多くないことも確認された。東北タイの農家にチーク林経営を普及する技術開発プロジェクトの一環で実施された。

P2-003 十勝岳泥流跡に成立した林分の長期推移

石橋 聰

森林総合研究所北海道支所

森林を管理していくうえでその成立過程を知ることは重要であるが、北海道の針広混交林の場合少なからず火山の爆発による噴出物等の影響を受けており、その林分推移を調べることで施業への貴重な知見を得ることができると考えられる。そこで本研究では、北海道中部の十勝岳の爆発による泥流跡に成立した森林において 61 年間観察を続けたデータを用いて、その林分推移を解析した。調査地は十勝岳山麓標高 700m の美瑛川左岸にあり、安政年間 (1854–1860) の十勝岳爆発による泥流跡に成立した林分内にある。設定は 1954 (昭和 29) 年で、調査区面積は 1ha (100m×100m) である。

その結果、立木本数は 61 年間減少傾向を示し、調査開始時のほぼ半分の本数となった。一方、林分材積は増加し続けていたが、10 年前をピークに減少に転じた。これはこの 10 年間にエゾマツ、トドマツ大径木の枯死が多く発生したためであり、二次林が成熟林に移行しつつあるとみられる。また、林型については下層に広葉樹の更新木が見られることから、今後は単層林型から複層林型へ変化していくと予想される。

P2-004 広葉樹林化は周辺の獣害リスクを高めるか？

望月翔太¹・箕口秀夫²・正木 隆³

¹新潟大学大学院自然科学研究科・²新潟大学農学部・³森林総合研究所森林植生研究領域

現在、国内において経済林として維持するのが困難と予想されるスギ・ヒノキ・カラマツなどの人工林を、広葉樹林へと転換し、環境保全機能や広葉樹材生産機能など、新たな価値を発揮させるための技術開発が求められている。これまでの研究によって、人工林に広葉樹の若い稚樹を定着させるための要素技術の開発までは進められてきた。しかし、広葉樹林化の体系化には依然として課題が残り、広葉樹林化施業が周辺の健全な人工林に及ぼす病虫獣害のリスクを評価・予測する技術はその一つである。

そこで本研究では、広葉樹林化施業地周辺の病虫獣害の発生状況を調査し、広葉樹林化施業のリスクを評価・予測し、それを回避できるような景観配置計画を設計する技術を開発することを目的とした。特にここでは、ニホンジカによる剥皮被害のリスクがどのような環境条件下で高まるのか、日本全国のマクロスケールによる空間解析を試みた。その結果、広葉樹林化施業地周辺の剥皮被害リスクに対し、周辺環境の景観構造は寄与せず、ニホンジカの定着の有無や被害地点との距離が被害リスクと関係することが明らかになった。ここから、被害の回避に関して東西日本でのシナリオを考察した。

P2-006 焼きなまし法による間伐最適化：間伐率の制御方法と探索性能

守口 海¹・植木達人¹・斎藤仁志²

¹信州大学大学院総合工学系研究科・²信州大学農学部

信頼性の高い最適間伐戦略の探索手法は、林分の持続経営の可能性を評価するために重要である。収益モデルの多様性を考えるとき、焼きなまし法は1つの現実的な選択肢である。我々は既に、間伐率を最適化の変数とした間伐戦略の最適化に焼きなまし法を適用し、最適な温度パラメータ等を用いたとき、全探索法およびランダム探索法に比較しても、単純な収益モデルの最適化には極めて有効であることを明らかにした。一方、造材プロセスを組み込むような複雑な収益モデルでは、焼きなまし法の制御パラメータが最適化されていても、その探索結果には大きなばらつきがある。そこで今回は、各林齢の立木密度を直接的に変数として扱えるよう、変数制御の方法を工夫することで、探索結果のばらつきを縮小できるか検証する。

P2-005 NFI データにおける集計方法の違いによる統計値への影響

北原文章¹・西園朋広²・細田和男²

¹森林総合研究所四国支所・²森林総合研究所森林管理研究領域

林野庁が1999年から実施している「森林生態系多様性基礎調査」(旧森林資源モニタリング調査)は、日本における国家森林資源調査(以下、NFI(National Forest Inventory)と記す)である。NFIデータは約15,000点ものプロットから得られる調査データであるため、森林簿の代替情報として国レベルでの統計値のみならず、地域的な資源統計量や林業経営に有用な詳細情報を得ることができると予想される。本研究では、NFIデータにおける不確実性を評価することで、NFIデータから得られる森林資源統計量の信頼性を明らかとすることを目的とした。まず、柔軟なデータ処理が可能となる様に、3期分の調査データに対応した集計プログラムを作成した。作成したプログラムを用いて地域、樹種、林分環境に応じた林分統計量を算出し、不確実性の評価を行った。その結果、蓄積量算定に関してはNFI調査面積や森林タイプの定義の方法によって統計量が異なることが明らかとなり、その閾値についてはサンプリングデザインを考慮した定義が必要であることが示唆された。

P2-007 林内路網配置を考慮した林地団地化の最適化手法の構築

津田高明・渡辺一郎

北海道北海道立総合研究機構林業試験場

低コスト林業の一環として林分の団地化による伐出作業の効率化が推奨されているが、伐出作業には林業用機械や伐出木の運搬を伴うため、運搬に不可欠な林内路網を考慮し団地化の範囲を検討する必要がある。そこで、北海道厚真町の町有林を事例とし、林内路網の配置を考慮した林分団地化の最適化手法を構築した。団地化範囲の最適化手法は以下の手順で行った。まず、対象林分(330小班)について、GRASS GISを用いて林内路網上に各小班の最寄り地点を作成し、各小班間及び土場までの経路距離行列を取得した。次に、各小班間の経路距離行列から全ての小班を基準とした団地候補を形成した。そして、対象林分全体の間接経費(重機運搬費等)の最小化を目的関数とし、0-1整数計画法を用いて団地候補を選択した。この際、小班が重複するような団地候補の選択を排除するために、吉本(2009)を参考に隣接制約を加えた。分析の結果、1団地の範囲が大きいほど間接経費の圧縮効果が高いことが認められた。一方、団地範囲の設定が大きいと、距離の遠い林分同士で団地を形成する非現実な組合せが発生することも認められ、非現実な組合せになっていないかを確認する必要がある。

P2-008 標準地法における調査区の配置が林分評価の正確度に与える影響—実測データに基づく検証—

星川健史・渡井 純・池田潔彦

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

標準地法は、対象林分の中から平均的な林相の代表部分(標準地)を選び、その標準地について毎木調査を行い材積を測定し、対象林分と標準地の面積比から林分材積を推定する方法である。実行が容易であることから収穫調査や間伐調査など小班スケールの森林調査では、現在でも広く用いられている。しかし、標準地法は有意抽出であり統計的に標本抽出誤差が計算できないことから、確からしさに関する情報は少ない。細田ら(2012)は、同一の林相を想定した模型林分を用いてシミュレーションを行い適切な調査区の大きさと形状を検討した。一方で、あらかじめ同一林相を区分することは容易ではなく、標準地法の確からしさを低下させる要因となりうる。そこで、本研究では、林相が均一ではない現実林分を地上型レーザースキャナで計測した結果を用い、調査区の配置が林分評価の正確度に与える影響を明らかにすることを目的とする。調査地は、静岡県島田市及び浜松市天竜区のスギ・ヒノキ人工林3か所である。地上型レーザースキャナにより立木の位置座標・胸高直径・樹高・材積を得て、対象地からはみ出さないように標準地を多数ランダムに発生させシミュレーションを行った。

P2-010 樹木の成長と占有空間の形状による影響—系統的配置による成長データの解析—

高橋正義¹・古家直行²

¹ 森林総合研究所森林管理研究領域・² 森林総合研究所北海道支所

樹木の成長は立木密度など様々な要因が関係していると考えられている。

(研)森林総合研究所北海道支所は Nelder (1962) によって提案された系統的な配置に基づく北方系人工林樹種の密度試験地を 1973 年に設置し、継続的に調査を行っている。このうち、占有面積は一定であるが、占有空間の形状が変化するよう配置している試験地の成長データの解析し、樹高や胸高直径の成長が占有空間の形状によってどのような影響を与えるのかについて検討した。解析は試験地を単位とする林分平均の成長の比較とともに、単木ベースの成長パターンの分析も試みた。

その結果、成長が劣る個体は占有空間が長方形に近い形状の個体が多い傾向にあった。また、成長の優劣は樹高では若齢から顕著に表れる傾向が見られたが、胸高直径では長期にわたって変動する傾向が見られた。

P2-009 近畿地方スギ林における固定試験地での調査結果と林分収穫表の比較

田中邦宏・斉藤和彦・近口貞介・植山真司

森林総合研究所関西支所

同一林分における施業と成長の関係を明らかにするため、「紀州地方スギ林分収穫表」(以下、「収穫表」)とその適用範囲内に位置する5箇所の固定試験地(以下、「試験地」)での定期調査結果を比較検証した。

比較項目は、林齢に対する上層木平均樹高、立木本数密度、平均胸高直径、総収穫量、総平均成長量である。

樹高成長は概ね収穫表と同等の推移を示した。立木本数密度はほとんどの試験地において収穫表よりも高い値をとっていた。それにも関わらず、平均胸高直径は収穫表に準じた成長を示していた。総収穫量は、収穫表では高齢化に伴って頭打ちとなっていたが、試験地ではほぼ直線的に増加していた。総平均収穫量は、収穫表では約30~40年生前後に最大値となり、その後漸減していた。一方、固定試験地では、(1)最大値となるのは40~70年生と遅い(2)地位の高い試験地では最大値が大きい(3)明瞭な最大値が認められない試験地や、最大値を迎えた後の減少速度が小さい試験地も存在していた。

今後の課題として、立木本数密度と平均胸高直径の成長との関係などについて検証が必要と思われる。

P2-011 風倒害リスクを考慮したカラマツ林の施業シナリオ選択

阿部友幸・岩崎健太・真坂一彦・佐藤弘和・佐藤 創・福地 稔

北海道立総合研究機構林業試験場森林環境部

風倒害による損失を考慮して施業シナリオを決定するためには、保育期間内に風倒害にあう積算確率を求める必要がある。このためにシナリオ別に林齢ごとの限界風速と、任意の森林立地における限界風速の超過確率関数を求めた。北海道の主要経済林であるカラマツ林を対象とし、施業シナリオとして特等地の7施業体系(中庸仕立 or 密仕立、植栽本数1000~2500本/ha)をとりあげた。林齢ごとの限界風速は、施業体系より得られる平均直径・上層樹高・材積・本数密度を力学モデルGALESに入力して求めた。木材強度は文献値を利用し、樹木サイズ~根返り抵抗モーメント回帰式係数は引き倒し試験(佐呂間町など56年生、最大DBH49.5cm、H42.1m、計42本)によって求めた。任意の森林立地における風速比(対気象観測点)と限界風速を変数とした超過確率関数は、気象観測点の日最大風速データを対数正規分布へあてはめること等によって作成した。風速比は風況シミュレーション(RIAM-COMPACT)によって対象領域全域について求めた。被害形態はすべて根返りとなり、風速比によって積算確率はシナリオ間で最大で2倍程度異なった。

P2-012 マーケットインを志向した秋田スギ人工林の資源管理手法の構築 ～森林資源の長期的な供給ポテンシャルと資源賦存量の推計～

瀧誠志郎・高田克彦

秋田県立大学木材高度加工研究所

我が国の森林産業において、高まる国産材への需要に的確に応えるためのシステム構築が急務である。これを早期に実現するためには、長期的なシミュレーションを通じて間伐・主伐・再生林の繰り返しによる資源賦存量や資源供給量の推移を把握する必要がある。本研究では、マーケットの年間需要量を基準に間伐量や主伐量を設定し、資源賦存量や資源供給量の推移を長期的にシミュレーションするRプログラムを開発した。このプログラムでは、施業に関する設定の他に林分状況や森林簿に記載された情報をパラメータに用いて短期から超長期まで様々なシミュレーションが可能であり、その結果をグラフ化できる。また、出力されたファイルはGIS上に容易にフィードバックできる。以上のように、本プログラムによって林業サイドの長期的な供給ポテンシャルの推移を明確に提示することができる。これらの知見は、木材利用サイドにおける山側の事情(将来的な経級や資源量)を勘案した戦略的経営に寄与するとともに、林業サイドにおける需要に応えるための適切な施業の促進に繋がることを期待できる。

P2-014 FSC 認証ロゴのある木材・紙製品の店頭での陳列状況 ―岩手県盛岡市を事例として―

泉 桂子

岩手県立大学総合政策学部

FSC 森林認証は環境・経済・社会に配慮した森林経営を進めるための認証制度で、発足から20余年が経過した。国内外で森林認証面積、COC 認証事業者数ともに増加傾向にある一方で、岩手県内では認証費用が発生するのに比べ、認証製品の市場での認知度が低く、また認証製品と非認証製品の価格差がないとして、認証を取りやめる事業者も一部に現れている。本研究は東北地方の地方都市である盛岡市を対象とし、2014年11月～2015年1月に大型家具店、ホームセンター、文具店で消費者が実際に手にすることができるFSC製品の種類と数を明らかにした。調査対象品目は木材製品、紙製品である。FSCロゴあり製品の品目は調査対象品目中の1.2%であった。また認証のトレーサビリティについては有効なライセンスコードが全体の90%を占めた。FSCロゴあり製品の産地は、日本と海外が事実上半々であった。FSCロゴサイズは表示面の5.7%以下であり、ロゴの表示色はモノトーンが6割であった。同一の売り場でFSCロゴあり製品と代替品の価格を比べた。しかし、明確な価格差は確認できず、同等製品でもロゴあり製品のほうが価格が低い場合もあった。

P2-013 群馬県の原木市場におけるヒノキ需要の動向

吉野 聡

東京農業大学地域環境科学部

2015年の群馬県森林林業統計書における群馬県のヒノキ林の面積は16,182ha(群馬県の森林面積のうち4%)で、蓄積が3,678,939m³だった。市町村別に詳細をみると、ヒノキ林面積は桐生市(2,445ha)が最も多く、続いてみどり市(2,014ha)、高崎市(1,326ha)となっていた。しかし、その反面ヒノキ林のない市町村もあり、ヒノキ林面積は市町村によってばらつきが大きかった。齢級構成をみると、7齢級を中心に5～9齢級のヒノキ林面積が多い。よって、近いうちにヒノキ林が伐期齢を迎え、ヒノキ材の供給量が増加することが見込まれるから、ヒノキ材の需要増大が需給バランスを崩すことが危惧される。そこで本研究は、群馬県におけるヒノキ材の研究の第一歩として、群馬県におけるヒノキ材の需給の現状について把握することにした。具体的には、群馬県で営業している5つの素材市場に対してヒノキ材の需要について聞き取り調査を行うと共に、群馬県森林組合連合会ならびに下仁田町森林組合の営む素材市場の市況をもとにヒノキ材取扱量の検討を行った。結果、群馬県でヒノキ材を専門に取り扱う製材業者は少なく、年間需要量も小さいことが確認された。

P2-015 長野県北信地域における家具産業と広葉樹材利用 ―小布施町Y家具を事例として―

佐藤孝吉・古川敬志郎・吉野 聡

東京農業大学地域環境科学部

木目、色、肌触り、臭いなど木材の質的な特徴(質感)をもっとも活かす身近な利用方法として、広葉樹を中心とした木製家具を想定し、この木材利用の視点を検討することにした。多様な広葉樹とその特性およびそれぞれの住環境を考慮し、大手メーカーではなく個別家具職人を取り上げた。そこで、注文、材料の仕入れ、設計、販売まで行っている長野県小布施町Y家具を事例とし、広葉樹材利用に関する1)樹種・品質・形状・価格・加工のしやすさなどの取り扱う製材品の特徴に関する事項、2)仕入れ、保管、選択、消費者とのやり取りなど製材品の取り扱いに関する事項、3)デザイン、機械、加工、歩留まり、組織など経営に関連する事項についてとりまとめ、現状と課題を考察した。形状(幅が広く、直材)が良好で、品質(木目、色、節など)において最高級の良質材を使用していること、細部にわたり技術や工夫の蓄積が行われていることを確認した。

P2-016 栃木県北地域における木質バイオマスエネルギー活用が最適施業体系に及ぼす影響の検討

當山啓介¹・有賀一広²

¹ 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・

² 宇都宮大学農学部

P2-017 簡易 3D カメラ計測システムの開発

山本一清¹・三谷綾香²・中武修一²

¹ 名古屋大学大学院生命農学研究科・² 名古屋大学農学部

近年、航空機 LiDAR 観測とともに、地上レーザー・スキャナによる森林計測技術の研究が行われ、その有効性が示されつつある。しかし、地上レーザー・スキャナは高価で、誰もが容易に利用できる状況にはない。そこで、筆者らはこれまで民生用 3D カメラを利用した簡易森林計測技術の開発を行ってきた。しかし、現在民生用の 3D カメラは既に販売されておらず、その代替機器を検討する必要があった。そこで、本研究では、安価かつ容易な制作を行うため、3D プリンタ及び民生用カメラ等を利用した簡易 3D カメラ計測システムの開発及び現地でも可能なキャリレーション方法の検討を行った。

なお、本研究は JSPS 科研費 15K07478 の助成を受けたものである。

P2-018 高分解能衛星画像・マルチコプターによる空撮画像を用いた竹林分布推定手法の検討

上森真広・山本優一・小林徹哉

大阪府立環境農林水産総合研究所

西日本を中心として管理放棄された竹林の拡大が数多く報告されている。このような放置竹林の管理計画を立案・実行するには対象区域の竹林の分布、面積および隣接する森林への侵入状況を把握する必要がある。そこで本研究では、近年、普及が進んでいる高分解能衛星画像とマルチコプターによる空撮画像の竹林の目視判読への利用可能性について、他の空中写真との比較により検討した。その結果、30 cm 分解能である WorldView-3 で取得された衛星画像は、従来から目視判読に利用されてきた航空写真とほぼ同程度の様態の竹林を捉えることができるため、目視判読に利用可能だと考えられた。続いて、マルチコプターで竹林の空撮画像を取得したところ、タケ単木単位で判読だけでなく、枯死タケ、タケの葉色なども詳細に捉えることができた。これはタケのテクスチャ解析に利用できる可能性がある。さらに、従来の空中写真では判読が困難であった木竹混交林について、マルチコプターによる空撮画像を取得したところ、タケ単木および混交している他の樹種についても判読することが可能であり、現地調査を併せて行うことで木竹混交林の判読に有効であることが示唆された。

P2-019 SfM ソフトウェアを使用した効率的なオルソモザイク画像の作成方法の検討

小林裕之

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

【目的と方法】森林境界の推定に利用するため、過去の空中写真を対象に、SfM ソフトウェアを使用した効率的なオルソモザイク画像の作成方法について検討した。写真画像は国土地理院が 1975 年にカラー撮影し、1,270 dpi でスキャンしたものを計 30 枚 (5 コース x6 枚) を、SfM ソフトは Agisoft 社の PhotoScan を、PC は Core i3-4340 (3.6 GHz) と 32GB のメインメモリを搭載し、グラフィックボード (RD-R9-390) があるもの (PC1) とないもの (PC2) を用いた。【結果】低密度クラウドの作成処理は、PC1、PC2 ともに約 3 時間 40 分掛かった。Ultra High モードでの高密度クラウド作成処理は、PC1、PC2 ともにメインメモリ不足でうまくいかなかった。High モードでの高密度クラウド作成処理は、PC1、PC2 でそれぞれ 1 時間 41 分、3 時間 56 分となり、グラフィックボードの効果が確認できた。GCP 数を 13、18、30 と増やすにつれてオルソモザイク画像の精度向上が認められた。林道の交差点やアピンカーブの頂点に GCP を配置すると山間部での位置精度が向上した。

P2-020 時系列 Landsat を用いた地上バイオマス量推定

太田徹志¹・加治佐剛²・溝上展也³・吉田茂二郎³

¹九州大学持続可能な社会のための決断科学センター・²鹿児島大学農学部・³九州大学大学院農学研究院

多時期 LANDSAT データから算出した林分の攪乱情報と、最終年度の LANDSAT 画像データのスペクトル情報による地上バイオマス量推定を試みた。1990 年から 2014 年までの LANDSAT 画像から、LandTrendr により、攪乱が生じた年度と、攪乱の強度を求めた。また、2014 年の LANDSAT 画像に Tasseled Cap Transformation を行い、第 1～第 3 軸を求めた。これらのデータから、① 2014 年のデータのみ、② 2014 年のデータ+攪乱情報の 2 組のデータセットを作成し、2 組の地上バイオマス量の推定精度を検証した。その結果、2014 年のデータ+攪乱情報のデータを用いた場合、2014 年のデータのみを用いた場合と比べて、精度が向上した。このことから、他時期 LANDSAT データから算出した攪乱情報は地上バイオマス量の推定に有効であると結論づけた。

P2-022 Detection of low density natural forest in the Andes region using LANDSAT 8 imagery

Vega Isuhuaylas, Luis

森林総合研究所温暖化対応推進拠点

Due to a long history of exploitation for fuel-wood and construction of households, the remaining natural forests in the Andes region of South-America are relict tree populations in inaccessible areas, most of them showing low density of individuals. For better monitoring and management, the detection of these kind of forests by remote sensing techniques should be studied. The forest stand density data was analyzed to check the possibility of their detection by Landsat 8 medium resolution imagery using the mean spectral reflectance of objects obtained via satellite image segmentation. The study area in this research is the department of Cuzco, in Peru. Finally, the spatial distribution of low density forests as detected by Landsat image data is presented.

P2-021 東北タイ湿地林地地域の土地利用の変遷

Makoto Sano¹・Asako Miyamoto²・Pipat Patanaponpaiboon³・Ryuichi Tabuchi²

¹森林総合研究所森林管理研究領域・²森林総合研究所企画部・³元チュラロンコーン大学理学部

東南アジア地域では人口の急速な増加などのため、森林の他用途への転用、森林伐採等の開発が行われ、森林の収縮化、断片化が発生している。このような中、タイでは 1961 年から 2000 年までの 40 年間で、28% の森林が消失し耕地は 14.6% 増加した。本報告では、このような状況にあるタイの森林のなかで、住民生活に身近な、そして、住民自らの手で管理することで守られている河畔湿地林を対象に土地被覆・土地利用の変化を把握する。対象とした地域は、東北タイのラムセバイ河畔の 5×20 km の地域である。この地域では雨季と乾季で川幅や水位が大きく異なり、乾季には川幅が数 m であるが、雨季には川が増水し、最盛期には川幅が 100 m を超える。対象地域においてタイ陸軍が撮影した空中写真や現地調査の結果から、土地被覆区分を作成し、1954 年、1973 年、1996 年、2008 年撮影のデータの判読を行い、ベクター形式で GIS へ入力した。ランドスケープ構造の変化を把握するため、ランドスケープ構造を定量化する空間パターン分析プログラムを使用し、対象地全体を把握するランドスケープレベルの指数と個々の土地分類を把握するクラスレベルの指数を計算した。

P2-023 長期時系列画像から復元する森林被覆とその変化

鷹尾 元

森林総合研究所森林管理研究領域

Landsat 画像は景観スケールの森林観測に適しているが、時間分解能が低く雲によりさらに観測頻度が低下する。したがって、観測に適した任意の季節のデータがある対象地全域で取得することは困難だった。そこでまず、連続する複数年の衛星画像を集積して反射率の連続的および非連続的時系列変化を推定して内挿することにより、関東地方の仮想的な時系列雲なし画像を作成した。次に、それを用いて土地被覆分類とその変化抽出を行った。その結果、大気や地形の影響が軽減された画像の枠や雲のない画像により、効率よく正確に長期間にわたる土地被覆分類と森林分類が行われた。画像データが時系列的に安定することにより分類結果の一貫性が増し、変化地点の誤抽出も減少した。

P2-024 スギ次代検定林調査への航空レーザー計測データの利用検討

土屋 慧¹・大野勝正²・山田 誠³・田中功二¹・木村公樹¹

¹ 青森県産業技術センター林業研究所・² アジア航測株式会社・³ 株式会社 興和

航空レーザー計測は、短期間に広範囲の森林情報を精度よく把握できる手法として注目されている。次代検定林のような全数調査を必要とする林分において、航空レーザー計測で個体対応した単木データが取得可能であれば、調査の労力や時間を大幅に縮小できる。本研究は、スギ次代検定林における航空レーザー計測データの有用性を評価するために、推定精度の検証を行った。航空レーザー計測は、2015年5月に青森県平内町の青森県産業技術センター林業研究所が所有する実験林全域(77ha)で実施し、LiDARデータから、樹頂点の抽出、樹高の推定を行った。レーザーの照射密度は4点/m²以上となるように設定した。計測区域のスギ林分で400m²の円形プロットを11か所設定し、現地調査を実施した。現地調査結果を基に、樹高と樹冠投影面積から胸高直径を推定したところ、調査プロット内では、平均樹高と平均胸高直径は高い精度で推定されていた。しかし、スギ次代検定林(43年生、1.5ha)の定期調査結果(2012年12月実施)と比較した結果、レーザー未到達の被圧個体が識別出来ず、立木本数を過小評価する傾向が見られたため、相対幹距比など密度情報による補正が必要とされた。

P2-026 航空機 LiDAR-DTM と UAV-SfM の組み合わせによるスギ人工林の樹高計測

加治佐剛・鎌田侑成・寺岡行雄

鹿児島大学農学部

近年、航空機 LiDAR 計測やドローンを用いた写真測量に森林の現況把握が盛んに行われている。航空機 LiDAR によって林冠高および地盤高が計測できるため、樹高計測が可能となってきたが、何度も計測するには莫大な費用がかかる。その一方で無人航空機が汎用的になり、森林所有者等が森林の状態を知りたいときに簡単に撮影できるようになってきている。そこで本研究では、地盤高情報として航空機 LiDAR データを、樹冠高情報を UAV から撮影した画像をもとに SfM による 3次元モデリングを用いることによるスギ人工林の樹高計測精度を検証する。

P2-025 航空機 LiDAR データによるスギ林の樹高成長量の推定に関する考察

高橋與明¹・山川博美¹・近藤雅信²

¹ 森林総合研究所九州支所・² 中日本航空株式会社

航空機 LiDAR は樹高推定に極めて有用なりモトセンシング技術の一つである。発表者はこれまでに、主に急傾斜地にある樹冠閉鎖したスギ・ヒノキ林での樹高や樹高成長量の推定能力の評価や各々の推定手法の開発に取り組み、いくつか知見を得てきている。本研究では、平坦な地形にある列状間伐のスギ林(樹冠未閉鎖林)を対象に、航空機 LiDAR データを用いて樹高とその成長量の推定を樹冠高データのパーセントイルに着目して行う。本研究で得られた結果と既存研究の結果をもとに、スギ林における航空機 LiDAR データを用いた樹高および樹高成長量の推定に関する考察をする。

P2-027 波形記録式航空機 LiDAR データを用いた森林構造の把握

前田佳子・本田謙一・今井靖晃

国際航業株式会社

波形記録式航空機 LiDAR から得られる低反射データに着目し、森林内部の構造を詳細に把握するため、ボクセル内の統計量を用いた林分階層構造図を開発し、現地調査結果との比較からその効果を検討した。

各レーザー経路の波形データに対し閾値を設定し、高反射データと低反射データに分類したうえで、高反射データは「地物」、高反射データ間に存在する低反射データは「空隙」、高反射データ間外に存在する低反射データは「不明」として分類した。その後、東西・南北方向に5m、鉛直方向に1mにボクセルを作成し、「不明」、「地物」、「空隙」が混在するボクセルは多数の分類にしたうえで、これらの割合を基に林分階層構造図を作成した。

林分階層構造図と現地調査の結果を比較したところ、照葉樹林や広葉樹林では、林内の「不明」や「空隙」を表現することにより、林冠のうっ閉状態を視覚的に把握できる可能性が示唆された。また、針葉樹の幼樹林や混交林においても、林内の「地物」を表現することにより、森林内部の構造をより明確に把握できる可能性が示唆された。

P2-028 Mapping spatial distribution of forest structural complexity using airborne LiDAR data

JAYATHUNGA, SADEEPA・OWARI, TOSHIKI・TSUYUKI, SATOSHI

東京大学大学院・農学生命科学研究科

P2-029 排水施設の状況と路肩崩壊の関係

和多田友宏¹・古川邦明¹・臼田寿生¹・大丸裕武²・村上 亘²・多田泰之³・鈴木秀典⁴・斎藤仁志⁵・白澤紘明⁵・戸田堅一郎⁶・矢部浩⁷・松澤義明⁸

¹ 岐阜県森林研究所・² 森林総合研究所水土保全研究領域・³ 森林総合研究所関西支所・⁴ 森林総合研究所林業工学研究領域・⁵ 信州大学農学部・⁶ 長野県林業総合センター・⁷ 鳥取県林業試験場・⁸ 長野県林業コンサルタント協会

森林作業道における排水と路肩崩壊の関係を明らかにするため、排水施設の状況と路肩崩壊（侵食を含む）の発生状況を調査した。

調査の結果、排水施設として設置した止水板上部に土砂が堆積するなど、排水施設としての機能が十分に発揮されていないため、集水区間距離が長くなった箇所では崩壊が多く見られた。

また、排水先の斜面形状が凹地形の箇所では崩壊が多く見られた。

これらの結果から、排水施設の機能を十分に発揮させ作業道を安全に使用し続けるためには、計画段階で排水先の斜面状況に配慮した配置とし、開設後は定期的に土砂を除去するなど維持管理を適正に行う必要があることが示唆された。

P2-030 路体の作設方法と支持力の関係

臼田寿生¹・和多田友宏¹・杉本和也²

¹ 岐阜県森林研究所・² 岐阜県立森林文化アカデミー

森林作業道の路体作設方法の違いが路体支持力に及ぼす影響を把握することを目的として、土砂の敷均し厚さおよび締固め方法と路体支持力の関係を検討した。試験区は砂質土の水平な地盤を深さ1m、幅0.6m、長さ3m程度に掘り下げ、これを埋め戻す際の敷均し厚さを0.3m、0.5m、1mの3パターンに区分して設定した。締固めは小型バックホウ（KOBELCO：SK30SR、標準バケット容量0.09m³、機械質量3.2t）により行った。締固め方法については、中間層はバケットにより各層ごとに1箇所あたり5回の転圧を行い、表層は履帯による走行（5往復）で行った。また、締固め方法の違いの影響を検討するため、敷均し厚さ0.3mの試験区は2箇所設定し、このうちの1箇所は表層の締固めもバケットで行った。締固め後の路体支持力を確認するため、簡易貫入試験によりNd値を計測した。簡易貫入試験の結果、敷均し厚さ0.5mと1mの試験区ではNd値5未満の軟弱な層が高い割合で検出された。一方、敷均し厚さ0.3mの試験区ではNd値5以上の層が高い割合で検出された。バケットおよび履帯による締固め方法の違いと路体支持力の関係については、大きな違いが見られなかった。

P2-031 地形判読を行いやすくする立体図（CS立体図）の作製—地形規模に応じた色調の調整—

戸田堅一郎¹・大丸裕武²・村上 亘²・多田泰之³・鈴木秀典⁴・斎藤仁志⁵・白澤紘明⁵・古川邦明⁶・臼田寿生⁶・和多田友宏⁶・矢部浩⁷・松澤義明⁸

¹ 長野県林業総合センター・² 森林総合研究所水土保全研究領域・³ 森林総合研究所関西支所・⁴ 森林総合研究所林業工学研究領域・⁵ 信州大学農学部・⁶ 岐阜県森林研究所・⁷ 鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場・⁸ 長野県林業コンサルタント協会

広大な範囲の森林において効率的に崩壊危険地の抽出を行うためには、現地調査の前に地形図から地形判読を行うことが有効な方法であるが、地形判読の初心者にとっては非常に難しい作業といえる。そこで、地形判読を容易にするためにCS立体図を開発した。CS立体図とは、GISを用いて、数値標高モデル（DEM）から、傾斜、曲率の計算を行い、それぞれ異なる色調で彩色し、重ねて透過処理することで地形を立体表現した図法である。曲率計算の際に、DEMの平滑化処理を行うとノイズや微小な地形変化を排除して、特定の規模の地形変化を強調することができる。このため、平滑化の方法違いによるCS立体図の地形判読性について検討した。なお、筆者らはArcGIS上でCS立体図を自動作製するツール（CSMapMaker）を開発しており、ファイル設定の変更により目的の地形規模に応じた色調の調整が可能である。本発表は、平成26～28年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「安全な路網計画のための崩壊危険地ピンポイント抽出技術」の成果を使用した。

P2-032 ネットワーク分析に対応した森林路網図の作成

古川邦明

岐阜県森林研究所

岐阜県では新たに出力 5,000kwh の森林バイオマス発電施設が H26 運用が開始された。また新たな森林バイオマスの利用も各地で検討されており、資源を安定的に供給する体制の確立が急務となっている。

そこで、A、B 材や C、D 材など材種や資源分布状況に応じて、収集運搬可能な範囲や最適な運搬先などの分析を行うため、ネットワーク分析が可能な森林路網図を県全域で作成した。森林路網図は、GIS ソフト (ESRI 社 ArcGIS) により、ラインフィーチャとして作成した。最初は県森林 GIS で整備している森林路網データをもとに、目視により森林基本図とオルソから道路線形の修正と追加を行った。その際、道路の接合や分岐箇所は、必ずライン 2 線の端点と端点、または端点と頂点となるよう、GIS のスナップ機能を使って作成した。作成過程で、LiDAR による地形図の使用が一部で可能となり、オルソから判読できなかった線形の修正をおこなった。

作成した路網図を用いて、長良川上流域の約 20 万 ha の地域での収集運搬可能な資源の分布とその収集距離を解析し、最適な施設か所を抽出する手順を明らかにした。

P2-034 森林内路網の崩壊被害調査票作成について

斎藤仁志¹・白澤紘明¹・戸田堅一郎²・白田寿生⁵・和多田友宏⁵・矢部 浩⁴・多田泰之³・鈴木秀典⁷・村上 亘⁶・大丸裕武⁶

¹ 信州大学農学部・² 長野県林業総合センター・³ 森林総合研究所関西支所・⁴ 鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場・⁵ 岐阜県森林研究所・⁶ 森林総合研究所国土保全研究領域・⁷ 森林総合研究所林業工学研究領域

森林林業再生プラン策定以後、森林内路網の整備が全国で推進されている。高密度路網は効率的な素材生産に欠かせないものである一方、不適切な路網の開設は、路網自体が損壊し使用不能になるだけでなく、土砂崩壊に影響を与える可能性もある。そのため、森林内路網が崩壊した箇所について調査を行い、影響を与える因子に関して分析が必要である。しかし、これまでも各地で調査が行われているものの、調査方法は統一されておらず、比較分析が行えるデータは少なかった。そこで本研究は、崩壊被害の発生した箇所を調査する際の項目整理し、被害因子の類型化が行える調査票を作成した。調査票は (1). 崩壊の状況・規模関連する項目 (2). 地形・地質に関する項目 (3). 幾何構造・施工に関する項目からなり、特に現地調査時にしか得られない情報を記載する様式である。また、GPS 等で位置座標を計測することとしている。当日は、この調査票および行った現地調査の結果を報告する。本研究は、平成 26~28 年度農林水産部・食品産業科学技術研究推進事業および JSPS 科研費 15K18709 の助成を受けたものである。

P2-033 地下流水音探査装置による林道開設地内の水みちの推定

矢部 浩¹・多田泰之²・奥田慎二³・大丸裕武⁴・村上 亘⁴・鈴木秀典⁵・斎藤仁志⁶・白澤紘明⁶・戸田堅一郎⁷・古川邦明⁸・白田寿生⁸・和多田友宏⁸・松澤義明⁹

¹ 鳥取県林業試験場・² 森林総合研究所関西支所・³ 株式会社拓和・⁴ 森林総合研究所国土保全研究領域・⁵ 森林総合研究所林業工学研究領域・⁶ 信州大学農学部・⁷ 長野県林業総合センター・⁸ 岐阜県森林研究所・⁹ 長野県林業コンサルタント協会

地下流水音探査法により推定した水みちが正しいか検証するため、斜面の掘削が予定されている林道開設計画地内において地下流水音探査を実施し、地下流水音の分布を把握した後、掘削断面における地下水の湧出位置との関係を調査した。地下流水音探査は、掘削前の自然斜面に測線を設定し、地下流水音探査装置 (GAS-03 (株) 拓和) を用いて地下流水音を記録した。林道開設後、掘削断面における湧水の発生位置及び地質的な特徴箇所を記録し、地下流水音のピーク位置と比較した。その結果、地下流水音のピーク位置は、掘削断面における ① 湧水、② 地質境界 (岩脈を含む)、③ 断層の位置と概ね一致しており、地下流水音探査法により推定された水みちは、自然斜面下の地下流水または地下流水の集中しやすい箇所と一致していることが確認できた。本発表は、平成 26~28 年度農林水産部・食品産業科学技術研究推進事業「安全な路網計画のための崩壊危険地ピンポイント抽出技術」の成果を使用した。

P2-035 CS 立体図を自動に作成するソフトウェア (CSmapmaker) の開発

大丸裕武¹・戸田堅一郎²・村上 亘¹・多田泰之³・鈴木秀典⁴・斎藤仁志⁵・白澤紘明⁵・古川邦明⁶・白田寿生⁶・和多田友宏⁶・矢部 浩⁷・松澤義明⁸

¹ 森林総合研究所国土保全研究領域・² 長野県林業総合センター・³ 森林総合研究所関西支所・⁴ 森林総合研究所林業工学研究領域・⁵ 信州大学農学部・⁶ 岐阜県森林研究所・⁷ 鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場・⁸ 長野県林業コンサルタント協会

近年、DEM から算出した曲率や傾斜に青色や赤色の色調を与えることで山地地形の直感的な把握を可能にする CS 立体図が考案され、森林分野での活用が進んでいる。CS 立体図の作成方法は公開されているが、ArcGIS のラスター解析について一定の知識が要求されるため GIS 解析に不慣れなユーザーにとっては習得が難しい面があった。また、一連の処理を手作業で行うため、大量のデータを処理するには大きな労力と時間を要していた。このような問題を解決するため、筆者らは CS 立体図の作成を自動化するソフト (CSMapMaker) を開発した。CSMapMaker は ArcGIS の Python モジュールである ArcPy を用いて CS 立体図の作成に必要なレイヤー群を自動的に作成するもので、現バージョンは ArcGIS10.2 以降で動作する。現在、試作版を無償で配付しており、今後試用ユーザーの声をもとに改良したいと考えている。なお、CSMapMaker の開発には平成 26~28 年度農林水産部・食品産業科学技術研究推進事業「安全な路網計画のための崩壊危険地ピンポイント抽出技術」を使用した。

P2-036 危険地を避けた路線選定プログラムの開発

鈴木秀典¹・斎藤仁志²・白澤紘明³・戸田堅一郎⁴・多田泰之⁵・大丸裕武⁶・村上 亘⁶・古川邦明⁷・白田寿生⁷・和多田友宏⁷・矢部浩⁸・松澤義明⁹

¹ 森林総合研究所林業工学研究領域・² 信州大学農学部・³ 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・⁴ 長野県林業総合センター・⁵ 森林総合研究所関西支所・⁶ 森林総合研究所水土保持研究領域・⁷ 岐阜県森林研究所・⁸ 鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場・⁹ 長野県林業コンサルタント協会

崩壊危険地を避けた安全性の高い路線配置を行う自動化プログラムを開発した。プログラムの構成には、2点間の最小コストを求める ArcGIS のコストパスツールを用いた。ただし、コストの代わりに評価値を与え、最も評価が高い配置を求めるようにした。路線の評価因子として、1) 斜面傾斜、2) 崩壊危険性、3) 既設路線への近接性を取り上げた。1) は開設費に関連する土工量、もしくは路線の崩壊危険性に関連するのり面高さに影響する因子、2) は危険地回避のための因子である。既設路線の多くは、1)2) の評価が高い適地に開設されていたため、初期の試行ではプログラムによって示された路線が既設路線に重なってしまうことがあった。そこで、既設路線に近づき過ぎないために3)を設定した。さらに、危険地の回避を考慮するにあたっては、回避した際の経済性や生産性だけでなく、崩壊のリスクや対策を検討した上で、敢えて通過する場合もあり、一つの最適路線だけを示すことは現実的ではない。そこで、代替案として複数の路線を提示できるように、途中に通過点を指定する手法を取り入れた。その結果、通過点の位置や数を変えることで様々な可能性を検討できるプログラムとなった。

P2-038 地形特性を用いた伐出システムの分類

後藤純一

高知大学教育研究部自然科学系農学部

【目的】森林資源の充実が進む中、素材生産量の増大に対応した機械化の質と量を把握し、機械整備の重点課題を明らかにしようとした。【方法】国土地理院作成 10m メッシュ標高データを用い、半径 500m 範囲の起伏量、平均傾斜、等高線迂回率を算出した。森林であることの判定には 100m メッシュ土地利用区分データを用いた。事業量に対応したデータは、平成 24 年度都道府県別素材生産量および 8 齢級以上の針葉樹人工林面積を用いた。平均傾斜(度)を 15 未満、15-25、25-30、30-35、35 以上に、起伏量(m)を 100 未満、100-200、200-300、300-400、400 以上に、等高線迂回率を 1.56 未満と 1.56 以上に区分した。機械規模別には CTL、重量 9-13t 級建設機械、同 6-8t 級機械、同 3-4t 級機械、タワーヤード、本架線の 6 区分とし、車両系作業システムはグラップル機能、ウインチ機能、スイングヤード機能を活用した方法に細分化した。【結果】全国 47 都道府県の地形特性値を集計した結果、機械規模別の割合(%)は 14.7、34.2、18、7.2、12.7、13.2 であった。路網が開設しやすい地形条件の区域で伐出事業が進みやすいことを加味すると、現状では車両系が、将来的には架線系による生産割合がより高いと推測される。

P2-037 林道路面の維持管理と横断溝間隔について

宗岡寛子・鈴木秀典・山口 智

森林総合研究所林業工学研究領域

未舗装の林内道路においては、雨水の流下による路面侵食が問題となる。路面侵食対策の基本は適切な間隔で横断溝を設けて路面流下水を路面外に排水することである。そのため「適切な横断溝間隔の目安」が多くの研究で検討されてきた。この目安の基礎となっているのは、「縦断勾配」と「横断溝からの距離」の 2 因子を用いた路面侵食量予測である。しかし、実際の路面侵食量はそれらの 2 因子以外にも様々な要因の影響を受けて大きくばらつく。そのため、ある目安に従って横断溝を配置しても、予測以上に侵食が進行し、路面補修が必要になる部分が存在すると考えられる。その補修の負担を予測しておくことは、林内道路を長期的に活用していく上で極めて重要である。そこで本研究では、大量の路面侵食量データを活用して、路面補修の負担に応じた横断溝間隔の目安を示す手法を提案した。さらに、それを用いて横断溝の設置費用と将来の路面補修費用の和を最小化する横断溝間隔を求める手法を提案した。

P2-039 日報に基づいた搬出間伐の生産性分析

藤野正也¹・嵐田栄樹²

¹ 京都大学大学院農学研究科・² 京都大学農学部

我が国林業の素材生産性を高めるには、現場レベルで PDCA が実践されることが必要である。その重要な基礎となるのが現場での作業日報である。しかし、多くの事業者ではタイムカードの代わりに作業日報が付けられているのが実態であり、日々の作業量や作業時間を記録し、作業実施計画等に活用している事例は少ない。その理由の一つに、作業日報を長期的に活用する方法が分かりづらいことが挙げられる。

本研究では 10 年以上にわたり作業日報を記録し続けている京都府の日吉町森林組合の協力の下、2012 年 4 月から 2015 年 9 月までの作業員 15 人分の作業日報の解析を試み、作業日報の長期的活用方法の検討を試みた。作業現場は 586 筆あり、団地数は 61 に及んでいた。そこで 1 筆毎に伐倒本数、搬出材積、作業時間等を集計し、1 筆毎の生産性を算出し、平均値等の比較を行った。その結果、フォワーダ搬出の生産性の変動係数が最も小さく、様々な条件下でも比較的安定した作業が行われていることが明らかとなった。

P2-040 作業日報を活用した生産システム分析

杉本和也

岐阜県岐阜県立森林文化アカデミー

素材生産作業における生産管理を行うため、一日の作業量や作業時間を記録した作業日報が用いられている。作業日報の様式としては、事業者独自に作成したもの、施業プランナー研修等で配布されるもの等、様々なものがあるが、現場の作業条件、工程ごとの作業時間、仕事量、機械毎の稼働時間、燃料消費量など記されている。日報には多くの情報が記されているが、記録された項目をデータ化し分析した上で、生産システムの改善に役立っている事業者は少ない。日報に記録する情報が多くなるほど技術者の手間が増え、管理コストの上昇につながるため、生産管理や森林経営に必要な情報は何か、整理する必要があると考えた。

そこで複数の事業者で記録されている作業日報を活用して、工程ごとの生産性や機械ごとの生産性や燃料消費量等を算出し、生産システムの分析や改善点の抽出を行った。また集材距離や運搬距離など現場の作業条件が生産性に与える影響についても分析した。その上で、生産システムの改善といった生産管理につながる日報の記録方法や見える化の方法について検討を行った。

P2-042 原木品質判定機能付きハーベスタと情報共有システムの開発

上村 巧¹・中澤昌彦¹・加藤英雄²・松村ゆかり³・藤田和彦⁴・田中誠一郎⁵・吉田智佳史¹・佐々木達也¹・長尾博文²・原田真樹²・井道裕史²・小木曾純子²・伊神裕司³・藤本清彦³・興儀兼三⁴・浦嶋 智⁴・金澤 豊⁵

¹ 森林総合研究所林業工学研究領域・² 森林総合研究所構造利用研究領域・³ 森林総合研究所加工技術研究領域・⁴ 広島県立総合技術研究所林業技術センター・⁵ 株式会社南星機械技術部

これまで原木の生産現場において、その品質については目視による形状評価が判定材料となっており、機械オペレータの経験と勘に頼るものとなっている。このような品質判定を自動化するとともに、新たな付加価値を与えるべくヤング係数に基づいた品質による原木仕分けを可能にしたハーベスタヘッドを開発した。具体的には、原木の品質のうち、直材の判定についてはハーベスタオペレータから判断しにくい水平方向の曲がりを中心に画像判定するシステムを作業機に搭載した。また、ヤング係数区分の判定については、特殊音波を用いた計測手法によるセンサを開発し、把持された原木内部のヤング係数を評価するシステムを作業機に搭載した。また、造材時にハーベスタが計測する直径や長さのデータは国内では利用が進んでいない。そこでそれらを有効に利用するために、原木品質のデータと作業位置・時間データを付加し、小型情報端末による現場での情報管理を可能にしたほか、クラウドを利用した情報共有システムを開発した。

P2-041 タワーヤードを用いた広葉樹伐出作業の生産性

中澤昌彦¹・吉田智佳史¹・佐々木達也¹・上村 巧¹・伊藤崇之¹・大矢信次郎²

¹ 森林総合研究所林業工学研究領域・² 長野県林業総合センター

広葉樹の点状間伐と帯状間伐の現地調査を実施し、作業内容をビデオ観測した。適用した作業システムは、チェーンソーによる伐木、タワーヤードによるジグザグ滑車を用いたハイリード式集材、グラップルとチェーンソーによる造材(はい積みを含む)である。作業内容の時間分析を行った結果、伐木作業の生産性は、1人作業で点状2.7m³/人時、帯状4.7m³/人時であった。集材作業の生産性は、3人作業で点状では1.5m³/人時、帯状では2.2m³/人時、索張り作業に要した時間は、点状では2線で8.2人時、帯状では1線で7.6人時であった。造材作業の生産性は、1人作業で点状では1.7m³/人時、帯状では3.2m³/人時であった。以上から、索張り作業を含む作業システム全体の労働生産性は、点状では1.5m³/人日、帯状では2.9m³/人日となった。また、集材作業を2人で実施できた場合、点状では1.8m³/人日、帯状では3.7m³/人日となり、労働生産性が2~3割程度向上すると推定された。広葉樹林搬出間伐では伐木の困難さや安全性、集材の生産性の面から、帯状間伐が適していると考えられた。

P2-043 全量4m材による用材・バイオマス供給システムの検討—秋田県能代地域を対象として—

吉田智佳史¹・佐々木達也¹・中澤昌彦¹・上村 巧¹・陣川雅樹¹・伊神裕司²・西園朋広³・久保山裕史⁴・瀧誠志郎⁵・高田克彦⁵

¹ 森林総合研究所林業工学研究領域・² 森林総合研究所加工技術研究領域・³ 森林総合研究所森林管理研究領域・⁴ 森林総合研究所林業経営・政策研究領域・⁵ 秋田県立大学木材高度加工研究所

用材とバイオマスの安定供給システムを構築することを目的として、全ての材を一律に造材し搬出する全量供給システムについて検討を行った。試験は、元玉から全て4mに採材する全量4m採材方式と径級や形質等を考慮して採材を行う通常採材方式による比較を行い、伐出から製材工場での仕分け作業に至る一連の流れについて生産性、生産コスト、採算性等について分析した。試験は秋田県能代地域におけるスギ人工林3か所で行った。通常方式の採材パターンは、製材用の3.65m(A材)、合板用の2mと4m(B材)、チップ用の2m(C材)であった。時間観測調査を行った結果、生産性はプロセス造材が20.8%、フォワード集材が14.4%向上した。生産コストを試算すると、造材費が16.1%、集材費が12.3%削減され、運材費を含めたトータルコストはおよそ600円/m³削減されることがわかった。工場側費用を含む採算性を比較した結果、通常採材に比べ全量4m採材の方が利益は高く、全体でおよそ400~500円/m³の増収が可能であることがわかった。また、全量4m材から仕分けされたバイオマス原料(D材)は伐採材積の平均8.6%を占めることがわかった。

P2-044 根曲がり木の有効利用を目指した間伐作業システムの生産性

宮嶋大介

新潟県森林研究所

【目的】新潟県内では、現在採算が合わないため根曲がり部分が多く捨てられている。このためバイオマス材の安定的な供給にむけて、根曲がり部分を多く搬出出来るシステムを検討し、その生産性を調査した。【方法】調査地として、従来の方式で間伐を実施する「対照地」と新しい間伐作業システム（C材収集作業システム）を実施する「試験地」を設定した。対照地では従来通り根曲がり部分を切り捨て、比較的通直な材をA材・B材として搬出した。試験地では、根曲がり多い材を中心に根元伐採を行い、根曲がり部分を2mのC材（バイオマス材）として、可能な限り搬出した後、上部の部分をA材やB材として搬出した。それぞれの調査地で利用率や労働生産性などを算出し、どのような条件下で有効か検討した。【結果】B材・C材の多い林分で実施した結果、C材収集作業システムは労働生産性については大きな差はなかったが、利用率が搬出材積（ m^3/ha ）は増加した。一方、A材の割合が多い優良な林分では利用率は増加するが、A材の割合が減少したため収益上不利となった。

P2-046 帯状伐採跡地のモウソウチクの再生量

佐々木達也¹・上村 巧¹・伊藤崇之¹・吉田智佳史¹・中澤昌彦¹・鳥居厚志²

¹ 森林総合研究所林業工学研究領域・² 森林総合研究所関西支所

竹はわずか2か月で7~18mに成長するため、短いサイクルで循環的利用が可能なバイオマス資源として注目されているが、その資源量の回復サイクルについての報告は少ない。本研究では地上部の竹資源の再生量を把握することを目的として、茨城県つくば市内のモウソウチク林（立竹密度5375本/ha）において帯状皆伐後、2005年から2014年までの10年間のモウソウチク再生量を調査した。竹林内に幅18m×奥行40mの区画を設定、幅3mで計6プロットに区切り、2年おきに冬期に2列ずつ帯状伐採を行い、その後に発生した竹の胸高直径を測定、同プロット内の伐採時に調査した胸高直径と竹質量の関係式を用いて枝条を含む地上部現存量を推定した。なお調査期間中はプロット内ではタケノコの収穫、および施肥は行っていない。その結果、再生量は年に12.2~21.6 wet-t/ha、7.4~13.2 dry-t/haであった。毎年約7 dry-t/haの収穫が可能であると推測された。伐採前の地上部現存量127.3 dry-t/haまで回復するには9~17年必要であることがわかった。

P2-045 バイオマス燃料としてのタケの可能性について

村上 勝

山口県農林総合技術センター林業技術部

山口県では、地域のエネルギー資源としてタケの活用を推進するため、平成25年度から林野庁の公募事業である未利用竹資源収集・運搬・燃料化システム実証事業に取り組んでいる。

本実証事業では、県内の3事業体が現地実証試験を実施し、その日報集計を基に現場毎の生産性や作業コスト等を明らかにした。その結果、資源量、地形状況、作業システム、集積拠点までの運搬距離等により、生産性や作業コストに大きな違いが見られ、生産性では1日あたり1tから5t、作業コストではtあたり1万から5万円台程度の幅となった。このうち、採算の見込める現地及び作業システムは、ha当りの成立本数が7000本以上の豊富な資源を有し、集材は下げ荷作業で現地チップ化と短程運搬のハイブリッド方式であった。

今後は、得られたデータを基に、詳細な分析を行い、事業化の実現に向けての可能性を評価する予定である。

P2-047 緩傾斜地における機械地拵えの工期とコストおよびその効果

渡辺一郎¹・酒井明香²・寺田文子³

¹ 北海道北海道立総合研究機構林業試験場・² 北海道北海道立総合研究機構森林研究本部・³ 北海道北海道立総合研究機構林業試験場道南支場

北海道では大型機械が林内走行可能な林地が多く、地拵えについても機械化が進んでいる。そこで、最も多く導入されているブラッシュカッター DAH-100（Denis Cima社）について作業工期とコストについて調査したので報告する。なお、ブラッシュカッターは11枚のナイフを高速回転させて植生を粉砕する機械である。調査地は、美瑛町と登別市の5か所、斜度は10~25°、いずれも伐採後2年以上経過し、植生はクマイザサが主である。また、ベースマシンとして使用した油圧ショベルはバケットサイズ0.7 m^3 クラスである。調査結果、地拵えの作業工期は0.40~0.45 ha/6hとなった。作業工期の結果から、地拵えコストについて、美瑛町森林組合保有機（年間稼働実績811時間）の年間コスト（燃料消費量、機材消費費、保守修理費）を元に機械償却費を考慮した地拵えコストを計算し、地拵え作業面積と単位面積当たりのコストの関係を明らかにした。これと肩掛け式刈り払い機（STIHL FS200）について作業工期を0.06 ha/6hと仮定して比較したところ、地拵え作業面積が年間約20haを越えると、肩掛け式刈り払い機による作業（約25万円/ha）よりも低コスト化が図れることが明らかとなった。

P2-048 コンテナ苗植栽作業における労働負担

伊藤崇之¹・山田 健¹・鹿島 潤¹・山口浩和¹・猪俣雄太¹・今富裕樹²・旗 生規²

¹ 森林総合研究所林業工学研究領域・² 東京農業大学地域環境科学部

コンテナ苗植栽作業の軽労化を図るため、作業中の心拍数を計測して作業者にかかる身体的負担の評価を行った。調査は2014～2015年にわたって長野県及び宮崎県で行った。作業者はいくつかの器具を使用してコンテナ苗の植栽を行い、比較のため普通苗の植栽も行った。植栽器具は唐クワ、スベード、ディブル、プランティングチューブで、普通苗は唐クワのみ行った。またコンテナ苗用の唐クワについては一部改良されたものを数種類用いた。分析には個人差の影響を少なくするために心拍数増加率(=(作業中の心拍数-安静時心拍数)/安静時心拍数×100)を使用した。安静時心拍数については、作業開始前に10分程度座って休憩を取り、その心拍数を平均して算出した。また、作業の種類を変更する場合には、前の作業の影響を無くすために10分間の休憩を取ることとした。心拍数の計測は胸部に装着するタイプの心拍計を使用し、5秒おきに心拍数を計測した。また、作業の様子をビデオ撮影し、時間観測を行って作業時間を算出するとともに、心拍数データと統合することで経過時間と心拍数の関係を明らかにした。

P2-050 コンテナ苗植栽器具の先端形状について

鹿島 潤・山田 健・猪俣雄太・山口浩和・伊藤崇之

森林総合研究所林業工学研究領域

コンテナ苗用植栽器具である、スベードとディブルについて、先端の形状の違いによる貫入抵抗の違いを計測したところ、土中に貫入された器具の容積と貫入深さは、形状によらずほぼ比例の関係であった。このことは、不必要に大きな器具を使用すると穴あけ作業時の身体的な負担が増加することを意味する。貫入抵抗を小さくする目的の器具の改良にあたっては、先端容積を小さくする工夫が必要である。コンテナ苗用植栽器具の重さが作業者の不満となっており、軽量化が課題である。スベードの軽量化のために先端を細くするとあけた穴の底に空洞ができやすく、苗を植えるのに適した穴にならないので、スベードの軽量化は穴あけ加工などによる軽量化が望ましい。ディブルの軽量化は、中空化により可能であるが加工によって高価となる。断面が四角のディブルでは断面積比で約1/3の軽量化が可能となり、突き刺した後に回転させれば円形ディブルと同じ大きさの穴をあけることができるので、軽量化の点で有効な改良となりうる。さらに、穴側面の圧縮された土を削り、削られた土が穴底に落ちることで穴底に空洞ができることも防止できるので、苗の活着の点でも有利と考えられる。

P2-049 コンテナ苗専用植栽道具別の腰部モーメント

猪俣雄太¹・鹿島 潤¹・伊藤崇之¹・山田 健¹・山口浩和¹・今富裕樹²・旗 生規²

¹ 森林総合研究所林業工学研究領域・² 東京農業大学地域環境科学部

植栽作業は機械化が困難で重労働な人力作業であるため、林業従事者の労働負荷軽減には、このような植栽作業の軽労化が必要になる。これまでに、軽労化のためにケーブルレスモーションセンサを用いて、現在使用されている主要な作業道具使用時の関節にかかる負荷を計測した。その結果、ディブルとスベードは唐クワの65～90%の負荷であったものの、腰痛になる危険性が高い場合があることが示された。これを受けて、スベードとディブル使用時の負荷軽減のために、改良器具を製作した。そこで、本研究ではケーブルレスモーションセンサを用いて、改良器具使用時の労働負荷を計測し、改良器具の負荷軽減効果の評価を目的とする。計測の結果、腰部モーメントの平均値を比較すると、改良スベードは緩傾斜地で6%の減少、急傾斜地で4～7%の減少であった。改良ディブルは緩傾斜地で7%の減少、急傾斜地で2～5%の減少であった。改良スベード・改良ディブルはすべての斜面傾斜において腰痛の危険性の低い普通作業に分類された。このことから、腰部モーメントの平均値において、改良スベード・改良ディブルは植栽作業に適した道具と考えられる。

P2-051 地ごしらえ作業におけるエクスカベーター搭載型林業用マルチャーの動力性能

山口浩和¹・山田 健¹・佐々木尚三²・宇都木玄³・斎藤文寛⁴・上村 巧¹・鈴木秀典¹・中澤昌彦¹

¹ 森林総合研究所林業工学研究領域・² 森林総合研究所北海道支所・³ 森林総合研究所植物生態研究領域・⁴ 下川町役場森林総合産業推進課

林業用マルチャーを地ごしらえ作業に効率的に導入することを目的として、マルチャーの動力性能を明らかにするとともに、地ごしらえ作業における所要動力を計測した。使用したマルチャーはSEPPI社製MINI-BMS125であり、ベースマシンには0.5m³クラスのエクスカベーターを利用した。動力性能試験の結果、破碎ローターの最大トルクは250Nm、最大回転数は3,300rpm、最大出力は41.2kWであった。地ごしらえ作業における地表物破碎時の所要トルクは、ササ処理では概ね200Nm以下であり機械の能力範囲内であったが、枝の破碎時には1,200Nm以上となる場合もあり、機械の能力を大きく越える結果となった。所用トルクが機械の能力を越えるとローターは減速あるいは停止することになるが、ローターが常用回転域である3,000回転まで加速するのに時間を要するため、枝条処理では破碎ローターを停止させないよう適正な処理量を守った作業が必要であると考えられる。

P2-052 育林作業機の精密誘導技術の開発

山田 健¹・佐々木尚三²・古家直行²・本田雅昭³・栗川二郎³・中根貴雄⁴・小玉哲大⁴・鬼武正行⁵

¹ 森林総合研究所林業工学研究領域・² 森林総合研究所北海道支所・³ (株)ティンバーテック・⁴ (株)フォテック・⁵ (株)モリトウ

これまでエクスカベータアタッチメントとして育林作業機の開発を進めてきており、自動植付機、自動下刈機のプロトタイプ機を試作した。これらの作業試験を行ったところ、植付け位置の正確な配置、植栽木と雑草木の識別が、エクスカベータの運転席からは非常に難しいことが判明した。植付け位置を正確な方形に配置することは後の下刈りの効率化に、また植栽木と雑草木を識別することは下刈り作業を行う上で必要である。そこで、近年技術の進展著しい UAV (無人航空機) と GNSS (衛星測位) を用いた精密誘導により、機械化育林作業をアシストすることを試みた。

誘導の流れは以下の通りである。

UAV 空撮による地況把握>GIS ソフト上での施業地の地形傾斜方向別分割>ベースマシン走行路を含めた植付けパターン生成>機械植付け作業・植付け時に植栽木位置を GNSS 精密測位して記録>翌年以降 GNSS 誘導により植栽木位置を特定して下刈り作業

これまでの実証試験により、UAV による地況把握、GNSS による位置測位とも非常に高い精度が得られ、これら精密誘導技術の導入が機械化育林作業の省力化に貢献できるものと考えられた。

P2-054 樹冠下における各種の GNSS 衛星の受信状況と測位精度

長谷川尚史¹・上遠野輝義²・西川祐矢²・山本晃三³

¹ 京都大学フィールド科学教育研究センター和歌山研究林・² ジオサーフ(株)・³ (株)竹谷商事

近年、衛星測位システムは、米国の GPS だけでなく、ロシアの GLONASS、EU の Galileo、中国の BeiDou などが利用できるようになり、また日本の準天頂衛星システム (QZSS) や SBAS 等の地域航法衛星システムも構築が進んでいる。森林でも様々な場面で GNSS が利用されているが、森林では地形および植生による信号遮断によって、捕捉衛星数の減少と衛星配置の偏り、SNR の低下が生じるため、測位計画および誤差管理が課題となっている。そこで現在利用できる GNSS 衛星すべてを受信可能な受信機を用いて、京都大学和歌山研究林内 8 地点で 90 分の測位 (1Hz) を 4 回ずつ行い、GPS のみの場合、GLONASS を加えた場合、すべての衛星を使用した場合の 3 通りについて、受信衛星数および PDOP の推移と、観測時間を変化させた場合の静止測位時の測位精度について検討を行った。GPS のみでは 4 個または 6 個以上の衛星捕捉確率がそれぞれ 59.0%、26.0% であった谷筋スギ林分でも、すべての衛星を使用すればいずれも 100% となった。Float 解の精度も GPS のみよりも向上していることが明らかとなった。

P2-053 林業作業用ジャケットと JIS T 8127 高視認性規格

松村哲也¹・工藤義治²

¹ 信州大学サテライト・ベンチャービジネス・ラボラトリー・² 八戸市森林組合

2015 年 10 月 26 日、ISO 20471:2013 を基にした JIS T 8127「高視認性安全服」が新規に制定された。この規格は「着用者の存在について視覚的に認知度を高める高視認性安全服について規程」したものであり、その安全服は「明所及び暗所における車両、建機などの移動体の前照灯の下でのどのような光に対しても、運転者又は機械作業員に対し着用者を目立たせることを目的とする」と定められた。

本 JIS に先行する ISO 20471 ならびに欧州規格 EN 471 が企図する主な対象は、自動車あるいは鉄道車両など走行する車両とその近隣で作業する者であり、両者の間に発生する事故の防止を想定したものである。そこを受け継いだ本 JIS でも、森林内で実施される林業作業の特殊性を包含しきれていない点はあるが、ハーベスタ・フォワーダなどの車両系機械を導入した現場では、車両の交通と作業員の接近が起これるため、林業作業においても本規格への準拠が求められる。

本研究では、市販の林業作業用ジャケット製品を作業員の上半身の視認性を担う「安全服」であると捉え、現状の製品が JIS T 8127 の要件を充足しているか判定し、規格への準拠策について考察した。

P2-055 TLS を用いた標準地法による林分調査における立木捕捉精度と地形特性との関係

山場淳史¹・中村裕幸²・涌嶋 智¹・佐野俊和¹・與儀兼三¹・緒方秀樹³・宮本貴昌⁴

¹ 広島県立総合技術研究所林業技術センター・² (株)woodinfo・³ Forest Resources Survey・⁴ 三次地方森林組合

立木位置・形状を正確に把握すると同時に微細な地形情報も取得できることから、地上型 3 次元レーザーキャナ (TLS) を用いた森林計測・解析システムが注目されている。このシステムを用いた標準地法による効率的な調査を目標にプロット設置・計測方法を検討したところ、1 辺の水平距離が概ね 45m の正三角形の各頂点と中心の 4 箇所における計測が最適との仮説が得られた。そこで広島県三次市作木町内に分散する市行分収造林地 (スギまたはヒノキの 45 年生前後) を対象に上記の方法による計測 (平成 24 年 11 月から 12 月にかけて実施) を行い、各プロットの立木補足精度と地形特性との関係を解析した。具体的には、まず計測により得られる DEM を GIS により地形解析し各プロットを尾根谷区分と地上開度により大きく 4 タイプに分類した。次に (株)woodinfo 社の解析システム Degital Forest において樹幹径推定プロセスで評価される捕捉レベルを指標とし、立木の配置、局所的傾斜、計測点との距離等の要因との関係を解析し、タイプ別の傾向とその原因を考察した。これにより、さらに効率的な標準地法による TLS 計測方法を提案する。

P2-056 **グイマツ雑種 F₁ 優良家系「クリーンラーチ」の挿し木コンテナ育苗技術の開発**

来田和人・今 博計・石塚 航・黒丸 亮

北海道北海道立総合研究機構林業試験場

クリーンラーチ (CL) はグイマツ精英樹「中標津 5 号」を母樹、不特定のカラマツ精英樹を花粉親とする雑種で、カラマツに比べて初期成長、幹の通直性、材の強度、野鼠の食害抵抗性に優れている。CL は開発されて日が浅く種子生産量が需要を満たしていないため、ペーパーポットに挿し木して苗木が増殖されている。しかし、ペーパーポットでは根巻きが発生するため植栽までに苗畑に移植する必要があった。近年、日本でも導入が進められているコンテナは、リブやサイドスリットにより根巻きの発生を防止できることからコンテナによる移植をしない CL 挿し木苗木育苗技術の開発に取り組んだ。挿し付け容器をペーパーポットからコンテナにすることで、そして挿し付け当年秋の育苗方法を野外から温室にすることで挿し付け翌年の成長が促進した。この理由として挿し付け当年秋の根重が関係していることが考えられた。また、挿し木台木の育成を従来の苗畑への露地播種からコンテナ直接播種にすることにより、台木のサイズが大きくなり、挿し穂数が 1.7 倍になった。挿し付け当年秋の温室育苗期間の短縮によるコスト削減と挿し付け翌年の施肥設計の改良による成長促進が今後の課題である。

P2-058 **M スターコンテナを用いたタブノキとシロダモの育苗試験**

武田 宏

新潟県森林研究所

近年、新潟県下越地方の海岸マツ林では松くい虫被害が増加している。これまで新潟県の治山事業では内陸側の松くい虫被害跡地で常緑広葉樹の植栽を試みてきた。しかし、日当たりの良い環境では土壌乾燥による常緑広葉樹の活着不良が度々認められた。そのため、客土等の植栽環境の改善やポット苗の苗木形態の見直しが必要と考えられている。そこで、M スターコンテナを用いたタブノキとシロダモの育苗試験を行った。

M スターコンテナの容器サイズは、外径 5.0、7.1 cm、高さ 12.5、18.5、25.0 cm を組み合わせた 6 種類 (容積が 245~989 ml) とした。種子は 2013 年秋に新潟県下越地方の海岸付近から採取し、2014 年 3 月 6 日に播種した。

両種とも同じ直径では高さが低いコンテナで早く発芽する傾向があり、発芽が早い個体ほど 2014 年秋の苗高が高かった。発芽率はタブノキが 67.5~77.5%、シロダモが 77.5~94.0% であり、2015 年秋の苗高はタブノキが 28.2~40.9 cm、シロダモが 11.8~21.7 cm だった。タブノキの 2015 年秋の苗高はコンテナの直径と関係していた。一方、シロダモの 2015 年秋の苗高はコンテナの直径と高さのいずれも関係していた。

P2-057 **積雪地におけるクロマツコンテナ苗の栽培条件の違いと苗木形態および活着**

戸塚聡子・塚原雅美・岩井淳治

新潟県森林研究所

コンテナ苗の普及にあたり、地域の自然・生産環境に応じた生産体制を構築することが望ましい。そこで、本研究では育苗設備の簡素化を目的に、育苗環境が異なる 2 年生クロマツコンテナ苗 (2013 年 4 月~2015 年 3 月育苗) の成長と海岸へ植栽後の活着・成長を評価した。

育苗環境は、通年露地、通年ハウス内、冬期のみハウス内 (冬期以外は露地) で懸架管理する 3 区と、通年露地、冬期のみハウス内 (冬期以外は露地) で接地管理する 2 区の計 5 試験区とした。(ただし、2 年目の冬期は全てハウス内で接地管理。) 資材は BCC 社製 Flex Flame 77 のリブ式・スリット式の 2 種類を用いた。そして、各試験区から約 10 個体ずつ選出し、通常海岸防災林と同様の時期・方法で植栽した。

その結果、試験区毎の苗長は、リブ式は通年ハウス内で懸架管理した区で大きく、スリット式は試験区間で明瞭な差がない傾向があった。また、海岸へ植栽後の伸長成長量は、リブ式は一律に少なく、スリット式は懸架管理した区が接地管理した区よりも多い傾向があった。活着は全体に良好であった。以上からクロマツのコンテナ育苗環境としては、スリット式での露地懸架栽培が望ましいと考えられた。

P2-059 **海岸砂丘後背地に植栽されたクロマツコンテナ苗の活着状況**

新田響平・成田義人・金子智紀

秋田県林業研究研修センター

コンテナ苗は、従来使用されている裸苗に比較して活着に有利であるといわれていることなどから、海岸林造成での利用が期待される。しかし、海岸クロマツ林の造成において、コンテナ苗を使用した事例はほとんどなく、その有効性や植栽方法等に関する技術的知見は十分でない。そこで、秋田県由利本荘市の海岸砂丘後背地に、裸苗とともに 2 種のクロマツコンテナ苗 (① 300 cc、② 150 cc) を 3 種の植栽方法 (① 器具植栽、② 器具植栽+肥料 100 g、③ 植穴植栽+肥料 100 g) により 2015 年 5 月に植栽し、活着成績について調査した。

調査の結果、9 月時点における生存率は、裸苗が 35% であったのに対して、コンテナ苗では苗木の種類に関わらず ① 器具植栽区及び ② 器具植栽+肥料区で 85% 以上と高かった。また、③ 植穴植栽+肥料区は有意ではなかったものの苗木の種類に関わらず 80% 以上となっていた。このことから、コンテナ苗は裸苗に比較して活着に有利であると考えられた。また植栽方法によって生存率に差が見られなかったことから、植栽時の施肥や植穴掘削がコンテナ苗の活着に与える影響は少ないことが示唆された。

P2-060 海岸防災林再生のためのペットボトル植木鉢を活用したコナラ苗木生産： 植木鉢サイズ・肥料・菌根菌の効果

高橋一秋・伊藤貴則

長野大学環境ツーリズム学部

根茎が良く発達した苗木は植栽後の活着率が高く、自然災害による倒伏の被害を受けにくい可能性がある。本研究では、2L ペットボトルから作製した植木鉢を使用して、根茎が発達したコナラ苗木を簡便に生産できる方法を開発するために、植木鉢サイズ・肥料・菌根菌がコナラ2~3年生稚樹の2年間の伸長成長に与える効果を検証した。

コナラ1年生実生をプランターで1年間育てたのち、ペットボトル植木鉢(1本型、2連結型、3連結型:30個ずつ)に1個体ずつ移植した。その後、遮光率22%の環境下に設置し、3通りの方法(水、水+肥料、水+肥料+菌根菌:30個ずつ)で2年間管理した。

コナラ稚樹の幹の長さとして全ての枝の長さを合計した伸長成長量を目的変数、植木鉢サイズ、管理方法、移植前の幹・根の長さを説明変数とする一般化線形モデル(GLM)を作成し、AICによるモデル選択を行った結果、管理方法と移植前の幹の長さが有意な効果を持つベストモデルが得られた。二元配置分散分析とTukeyHSDの多重比較を行った結果、植木鉢サイズと管理方法の間には交互作用は認められず、「水」より「水+肥料」「水+肥料+菌根菌」の管理で、伸長成長量は有意な高い値を示した。

P2-062 形態の異なるスギコンテナ苗の植栽後1成長期の成長特性

塚原雅美・戸塚聡子・岩井淳治

新潟県森林研究所

スギコンテナ苗は、育苗管理がしやすく、定植時期の自由度が高いことなどに導入メリットがあるとされている。しかしながら、苗の規格や成長制御技術など育苗の課題は多く残されている。さらに、多雪地においては成長期間の短さや雪の蓄積による引き抜けなど地域特有の問題があり、それに応じた育林技術の再考も必要である。そこで、スギコンテナ苗の適正規格と多雪地における植栽適期を検討するために、大きさや形状に差のあるスギコンテナ苗(3年生実生)の植栽試験を行った。試験地は新潟県湯沢町の再造林地内で、最深積雪2~3m、積雪期間11月~4月と降雪による制約が大きい立地である。植栽は一連の再造林作業の終了とほぼ同時の7月14日に行った。植栽した苗のサイズと形状は、49cm±13cm、地際直径5mm±1.3mm、HD比94±21、T/R比4.5±1.4である。これらを8月19日、9月30日、10月30日の3回にかけて掘取り、苗長、直径、乾燥重量を計測して、植栽前の苗形状と植栽後の器官別成長量の関係を検討した。

P2-061 東北地方におけるスギコンテナ苗の成長と形状比の関係

八木橋勉¹・中谷友樹²・中原健一³・那須野俊³・櫃間 岳⁴・野口麻穂子¹・八木貴信¹・齋藤智之¹・松本和馬^{1,5}・山田 健⁶・落合幸仁^{6,7}

¹ 森林総合研究所東北支所・² 立命館大学文学部地理学教室・³ 森林総合研究所 森林整備センター東北北海道整備局・⁴ 森林総合研究所森林植生研究領域・⁵ 国際環境研究協会・⁶ 森林総合研究所林業工学研究領域・⁷ 住友林業株式会社山林部

これまでに、東北地方のコンテナ苗の樹高成長は、植栽時の苗の形状比が平均60程度の集団であれば、形状比が40-50の裸苗と同等以上であるが、形状比が平均100程度の集団では、裸苗と比較して劣ることがわかってきた。本研究では、同一地点における個体ごとの形状比と成長との関係に注目し、コンテナ苗と裸苗の成長を4成長期にわたって調査した。1成長期ごとの形状比と相対成長率の関係は、樹高相対成長率では、すべての成長期において、形状比とは負の相関があったが、特に1成長期目と2成長期目の相関が強かった。地際直径相対成長率では、すべての成長期において、形状比とは正の相関があり、特に1成長期目と2成長期目の相関が強かった。このことから、形状比が高い個体は、成長初期には樹高成長を抑え、直径成長を優先することが明らかになった。また、樹高の成長量に関しては、4成長期にわたる経時的データについて線形混合効果モデルを用いて解析した結果、形状比が高いことは樹高成長量に対しても、有意に負の効果があった。以上のことから、相対成長率だけでなく、樹高成長量に対しても、高過ぎる形状比は、負の効果があることが明らかになった。

P2-063 福岡県におけるスギ挿し木コンテナ苗と裸苗の成長—植栽年の異なる5つの調査地の事例—

鶴崎 幸・佐々木重行・宮原文彦

福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター

近年、植栽が容易で時期を問わずに植栽できるコンテナ苗が注目されている。福岡県においてもコンテナ苗の成長を明らかにするため、2010~2014年にスギ挿し木コンテナ苗(MC300)と裸苗が植栽された計5か所の調査地において、植栽直後から毎年成長休止期に苗高と根元径を計測し、プロット毎に平均値を求めた。

植栽時の平均樹高(以降、H)39~56cm、平均根元径(以降、Dr)5.5~6.2mmであったプロットのコンテナ苗は、裸苗と同様の成長傾向であった。徒長したコンテナ苗を2014年①8月②9月に植栽した箇所では、植栽時H①86cm②94cm、Dr①7.4mm②7.9mm、2成長期後H①100cm②98cm、Dr①20.0mm②16.4mmであった。

徒長したコンテナ苗はHの成長が小さい一方、Drの成長が大きかったことから、伸長成長よりも肥大成長を優先させ、苗木の形状を安定させたと考えられる。このことから、苗木の形状が安定するまでの数成長期間、苗高方向の成長が期待できない可能性が示唆された。

P2-064 長野県におけるコンテナ苗の活着と初期成長

城田徹央¹・松山智矢¹・岡野哲郎¹・齋藤仁志¹・大矢信次郎²

¹ 信州大学農学部・² 長野県林業総合センター

長野県におけるコンテナ苗の適用性を検討するため、北信、東信、南信各地において、伐採造林一貫作業システムによって植栽されたコンテナ苗の活着率と初期成長を調べた。調査地と植栽樹種は北信の信濃町・霊仙寺山国有林のスギ、東信の御代田町・浅間山国有林のカラマツ、南信の根羽村・村有林のヒノキである。このうち信濃町と御代田町は内陸性気候のため年降水量が約 1250 mm と少ない。植栽試験の結果、根羽村では良好な活着率と初期成長が得られたものの、御代田町では活着率が 67% と著しく低い値を示した。また信濃町では活着率は 90% だったが 1 年目の樹高成長速度が 1 cm/年未満という劣悪な成長経過を示した。ただし信濃町では 2 年目に樹高成長速度が 30 cm/年に回復したことから、1 年目には根系への物質分配など強いプランティングショックに対する順応的応答が行われていたことが示唆された。このように長野県の中部から北部の地域は内陸性気候のため、コンテナ苗といえども活着率や成長量の極端な低減が生じる。これらの結果は一貫作業システムの万能性に疑問を呈するが、裸苗も活着や成長を強く抑制されたことから、コンテナ苗の優位性が否定されたわけではなかった。

P2-066 多点データからみたコンテナ苗の植栽後の特性

壁谷大介¹・宇都木玄¹・来田和人²・小倉 晃³・渡辺直史⁴・藤本浩平⁴・山崎 真⁴・屋代忠幸⁵・梶本卓也¹・田中 浩⁶

¹ 森林総合研究所植物生態研究領域・² 北海道北海道立総合研究機構林業試験場・³ 石川県農林総合研究センター林業試験場・⁴ 高知県立森林技術センター・⁵ 林野庁関東森林管理局森林技術・支援センター・⁶ 森林総合研究所

コンテナ苗は植栽後の活着・成長能力が高いとされている。しかし国内においては、コンテナ苗の成長・活着能力について統一した見解が未だ得られていない。そこで本研究では、コンテナ苗の成長・活着能力の普遍的な傾向を把握することを目的として、5 都道府県・5 樹種からなる 39 回の植栽試験の情報に基づき、コンテナ苗と普通苗の植栽後の生存率および樹高・直径成長速度を推定し両者の間で比較した。

階層ベイズ法を用いたパラメータ推定の結果、全種を通してのコンテナ苗の生存率の中央値は 0.96 であり、普通苗の生存率 (中央値 0.97) とほぼ同じであった。また樹高成長率、直径成長率のいずれにおいても、全体推定値・種別推定値ともコンテナ苗と普通苗との間で差はみられなかった。形状比 (樹高/基部直径) は、いずれの種でも植栽直後にはコンテナ苗の方が高いものの、植栽 1 年以降には、全ての種においてコンテナ苗と普通苗との間の差はみられなくなった。以上の結果から、一般的な傾向としてコンテナ苗の植栽後の活着・成長能力は普通苗と同程度であることが示唆された。

P2-065 九州におけるコンテナ苗の植栽の状況と活着

山川博美¹・重永英年¹・真井 正²

¹ 森林総合研究所九州支所・² 林野庁九州森林管理局

木材価格が低迷するなかで林業経営を持続するためには、育林コストの削減が課題となっている。なかでも、時期を問わず植栽でき、植栽作業が容易なコンテナ苗に注目が集まっている。九州森林管理局では、2010 年からコンテナ苗の利用が始まり、植栽事例も増えてきた。そこで、本研究では広域多点データから気象や立地環境に着目し、コンテナ苗の植栽や活着の状況を明らかにすることを目的とした。調査は、2014 年までに九州森林管理局管内のコンテナ苗が植栽された林分について、各森林管理署に植栽状況や活着についてアンケートにより実施した。2010 年からの 5 年間では、4 月～6 月を除いたすべての月で植栽が実施されていたが、その多くは 1 月～3 月に集中しており、植栽時期は分散していなかった。植栽後の活着は、9 割以上の林分で良好であったが、晩秋から冬季にかけて植栽された林分の一部で、寒害や霜柱による苗木の浮き上がりなどが観察され、コンテナ苗であっても植栽に注意を要する時期や気象条件があった。

P2-067 ヒノキコンテナ苗の葉の水分状態および木部水分通導に対する摘葉の効果

飛田博順¹・小笠真由美¹・山下直子²・Lei, Thomas T³・諏訪鍊平²・奥田史郎²・矢崎健一¹・北尾光俊¹・宇都木玄¹・梶本卓也¹

¹ 森林総合研究所植物生態研究領域・² 森林総合研究所関西支所・³ 龍谷大学理工学部

近年、再造林の低コスト化の一環でコンテナ苗の利用・導入が検討されている。しかし、コンテナ苗のキャビティ容量の制限により根系成長が抑制されたり、伐採時期により植栽時期が左右されたりするため、コンテナ苗は特に夏の植栽後に乾燥条件にさらされやすい。そこで本研究は 2 年生ヒノキコンテナ苗を対象に、摘葉による乾燥ストレスの回避効果を検討した。2015 年 7 月に、苗長の 75% から分枝する側枝を切除した摘葉区と対照区を設定し、両区で灌水を停止し水分特性を調べた。その結果、摘葉区では対照区よりも木部通水阻害率がやや高い傾向があったものの、葉の水ポテンシャル (Ψ) は高かった。一方、対照区では全ての個体で Ψ が著しく低下し葉が乾燥した。7 月に各区の一部の個体を森林総研関西の苗畑に植栽したところ、降雨等の影響で 2 ヶ月後も両区で乾燥により枯死した個体はなかった。対照区では細根量が増加し、 Ψ および木部通水阻害率は摘葉区と同程度であった。以上より、摘葉処理は短期的に葉の乾燥回避の効果がある一方で、夏期でも植栽後の土壌水分条件が良好な場合は、無摘葉個体でも根系が増加し乾燥ストレスを受けにくくなることが示唆された。

P2-068 異なる摘葉処理をしたヒノキコンテナ苗における葉の乾燥耐性と生理的応答

山下直子¹・飛田博順²・Lei, Thomas Ting³・小笠真由美²・諏訪鎌平¹・奥田史郎¹・矢崎健一²・北尾光俊²・宇都木玄²・梶本卓也²

¹ 森林総合研究所関西支所・² 森林総合研究所植物生態研究領域・³ 龍谷大学理工学部

再造林の低コスト化を図る上で、コンテナ苗の利用が期待されている。苗木の品質は、移植後の活着や成長に大きな影響を及ぼすため、品質向上のための育苗技術の高度化が不可欠である。山出し苗は、出荷の際に根系が損傷し水分吸収機能が低下しており、植栽後枝葉からの蒸散が活発な状態であれば水分不足に陥りやすい。そこで、人為的な葉量の調整が、苗木の水分ストレス緩和に与える効果を検証した。2年生のヒノキコンテナ苗について、地面からの高さ75%、50%、25%までの主軸以外の枝葉を切除したものと、無摘葉の個体について、残った葉の最大光合成速度(Amax)、量子収率(Fv/Fm)、水欠差(WSD)を、灌水停止から6日目まで測定した。6日目でのAmaxは、75%区で最も高く、無摘葉区で最も低かった。一晚暗馴化した葉のFv/Fmは、3日目まではどの処理区も高い値で推移したが、日中に暗馴化させた後のFv/Fmは灌水停止翌日から低下し、6日目では摘葉率が高い個体ほどFv/Fmが高かった。葉のWSDは、無摘葉区で最も高く水分ロスが著しかった。以上から、摘葉することによって個体あたりの蒸散や光阻害が抑えられ、苗木の水分ストレスが緩和されることが示唆された。

P2-070 火入れ地拵え植栽地におけるスギと雑草木の成長

上野満・渡部公一

山形県森林研究研修センター

地拵えは実施のタイミング、使用する道具などによって様々な方法が提唱されている。しかし、地拵え方法の違いが、植栽木の成長や雑草木の繁茂状況に及ぼす影響を検証した例は少ない。雑草木の繁茂状況を把握することは、下刈などの育林コスト低減を図るために重要な資料となる。そこで、異なる地拵えを行った林分において、スギの成長と雑草木の繁茂状況を調べた。山形県小国町内のスギ林において、皆伐直後に残枝などを焼き払った「火入地拵え区」と、残枝を柵積した「通常(柵積)地拵え区」を設定し、無下刈のまま3成長期間のスギ植栽木と雑草木の生育状況を調査した。さらに、「通常地拵え区」には毎年下刈を実施する区を設けた。「通常地拵え区」の雑草木は、前生種のタニウツギ等の木本種が多く、丈は植栽したスギに拮抗していた。一方、「火入れ地拵え区」の雑草木はタケニグサ等の草本種が占め、草丈は2成長期時には植栽木を上回ったが、3成長期時には植栽木よりも低く抑えられた。火入れ地拵えは、林野火災などの危険を伴うため実施には注意を要するが、植生の繁茂を抑える効果があり、適切に実施すれば初期保育の低コスト化につながると考えられる。

P2-069 タワーヤーダを用いた一貫作業システムの検討

岩田若奈

島根県中山間地域研究センター

再造林費用を削減する手法として近年注目されているのが、伐採、地拵え、植栽を連続して行う一貫作業である。一貫作業は伐採に使用した高性能林業機械を使用して地拵えや苗木の運搬を効率的に行うことができるため、再造林コストをおさえることができる。また、一貫作業には通年植栽できるコンテナ苗が不可欠である。島根県は傾斜30°以上の森林面積割合が48%と高く、今後は架線集材に取り組み事業体の増加が予想される。そこで、島根県浜田市内のヒノキ人工林においてタワーヤーダを用いた一貫作業システムの調査を行った。伐倒、集材、造材、積込・搬出およびタワーヤーダによるコンテナ苗木の運搬について生産性と生産コストを調査した。その後、植栽試験地を設定しコンテナ苗と普通苗を植栽密度2,000本/haで植栽し、植栽効率と植栽コストを調査した。これらの結果に基づいて、タワーヤーダによる一貫作業の効果について考察した。

P2-071 下刈り省略時の競合植生による被覆がカラマツ植栽木の個体成長に及ぼす影響

野口麻穂子¹・松尾 亨²・小西光次³・櫻 昭二⁴・八木貴信¹・榎間 岳⁵・新井隆介⁶・八木橋勉¹

¹ 森林総合研究所東北支所・² 林野庁東北森林管理局盛岡森林管理署・³ 林野庁東北森林管理局三陸中部森林管理署・⁴ 林野庁東北森林管理局岩手北部森林管理署・⁵ 森林総合研究所森林植生研究領域・⁶ 岩手県林業技術センター

下刈りの回数削減は、育林初期コストを低減する上で大きな課題となっている。本研究では、A:無下刈り、B:2・4年目下刈り、C:1・3・5年目下刈り、D:毎年下刈り、の4処理を設けた試験地において、カラマツ植栽木の成長を植栽から3生育期間にわたって調べた。3生育期間経過後の樹高・地際径は、D区で他の3区より有意に大きかった。一方、A・B・C区の間では、C区の地際径がA区を上回った以外に、有意差は認められなかった。また、2生育期間目の個体成長量に対し、下刈り直前(7月)の近隣の競合植生およびその年の下刈りの有無が及ぼす影響を線形モデルで解析した。その結果、樹高・地際径いずれの成長量も、競合植生の平均比高(植栽木の頂端を基準とした競合植生の平均高)に強い負の影響を受けていたが、下刈りの効果は有意ではなかった。すなわち、7月時点で高い競合植生に覆われていた植栽木は、その後下刈りが行なわれても当該生育期間内には成長が回復しなかった。カラマツにおいて、植栽初期の下刈り省略は著しい成長低下につながる可能性があり、良好な初期成長の維持には夏の初めに競合植生に覆われないような管理が重要と考えられた。

P2-072 中国地方の一貫作業によるヒノキ再造林地の植栽苗木と雑草木の競合状態

奥田史郎¹・諏訪鎌平¹・中尾勝洋¹・山下直子¹・池田則男²

¹ 森林総合研究所関西支所・² 林野庁近畿中国森林管理局森林技術・支援センター

近年増えてきた一貫作業による人工林の再造林は伐採後の速やかな植栽により雑草木の再生が盛んになる前に植栽木が成長することを期待したものである。再生する雑草木は林分の前歴にも影響され場所により差があるため、中国地方で再造林された造林地で雑草木の再生状態と植栽木との競合状態を把握するために植栽苗木と雑草木との競合状態を比較することにした。調査対象地はいずれも国有林で一貫作業により再造林された植栽地の内現在まで伐採後下刈りがまだ実施されていない5か所と比較のために伐採後3年間たってから植栽された1か所(放置地)とした。測定項目は植栽個体の樹高と競合する周囲植物の樹種、高さ(4段階)で、1か所で植栽個体約200本程度について測定した。その結果、平均的な植生の高さは植栽地によって差がみられたが、放置地に比べていずれも低かった。高さの大きい植物は木本植物(キイチゴを含む)の割合が多く草本類は少なかった。被り程度も植栽地によって差があったものの低い個体が約80%以上と多く、放置地での約60%に比べて競合状態の個体が少なく、一貫作業による植栽地では下刈りが必要にならなかった。

P2-074 アカエゾマツ人工林の成長・生残・形質に及ぼす植栽密度の影響

竹内史郎¹・大野泰之¹・石濱宣夫¹・津田高明¹・八坂通泰¹・滝谷美香²・今博計¹・石塚航¹

¹ 北海道北海道立総合研究機構林業試験場・² 北海道北海道立総合研究機構森林研究本部

植栽密度の違いがアカエゾマツ植栽木の成長、生残、形質に与える影響を明らかにするため、北海道中部に位置する26年生の人工林を対象に胸高直径と樹高、枝下高の測定を行った。この人工林では、7段階の植栽密度(本/ha: 1000、2000、3000、5000、8000、16000、32000本区)で造成された試験区がそれぞれ2反復ずつ設定されており、これまでに5~8年間隔で毎木調査が行われている。生残率は13年生以降に植栽密度間で顕著な差が認められ、5000本区以上の密度区では急激に生残率が低下し、とくに32000本区では林分の崩壊に至った。26年生時点での林分材積は8000本区、16000本区で高い値が認められた。平均胸高直径では密度依存性が認められ、低密度の試験区ほど大きな胸高直径を示した。一方、平均樹高は3000~8000本区で大きな値を示していた。これらの結果から、林齢13年生以降より密度効果が顕著になり始め、林分崩壊が見られた高密度区では最多密度まで達した可能性が考えられた。また、胸高直径成長と樹高成長では密度に対する応答が異なることが示唆された。

P2-073 三重県内のヒノキ幼齢林における雑草木群落タイプと植栽木の成長の関係

島田博匡・奥田清貴

三重県林業研究所

新植地における下刈り省略の可否は、雑草木群落のタイプに左右される可能性があることから、新植地に出現する雑草木群落タイプ、各タイプにおけるヒノキ植栽木の成長特性を明らかにし、それらの相互関係から下刈り省略が可能な条件を探索することを試みた。三重県内の2~10年生ヒノキ幼齢林101地点で行った植生調査の結果から、調査地点の植生は4つの雑草木群落タイプに分類され、各タイプにおいてそれぞれ以下の指標種が抽出された。1:ウラジロ、コシダ、2:ススキ、3:先駆木本種、イズセンリョウ、イワヒメワラビなど、4:その他(植被率5%未満の種群)。それぞれのタイプに分類された調査地点群について、植栽木の林齢と樹高、DBHの関係にはタイプ間で明確な差異がみられなかった。また、調査地点を下刈り実施率(林齢2~5年生の4年間での下刈り実施年数/4)0.5以下とそれ以外に二分したところ、ウラジロ、コシダ、ススキを指標種とするタイプで0.5以下の地点割合が大きかったが、タイプ毎に両者間で植栽木の林齢と樹高、DBHの関係を比較した結果については明確な差異が認められなかった。

P2-075 異なる密度で植栽したカラマツの5年目の生育状況

新井隆介^{1,2}・成松真樹¹・野口麻穂子³

¹ 岩手県林業技術センター・² 信州大学大学院総合工学系研究科・³ 森林総合研究所東北支所

低コスト造林の手法として、低密度植栽が行われているが、岩手県の主要造林樹種であるカラマツについて、植栽密度が植栽木に与える影響を調査した事例は少ない。そこで、異なる密度で植栽し、5年間経過したカラマツの生育状況を報告する。2011年5月、岩手県葛巻町に25×20m²の試験区を9個設定した。試験区には、カラマツ従来苗を密度1000本/ha、1800本/ha、2500本/ha(各々1000本区、1800本区、2500本区)で植栽し、各々3反復で設定した。2011、2012、2015年に植栽木の生存等を確認し、樹高と根元径を測定した。2015年の枯死率は、1000本区で20.1%、1800本区で13.3%、2500本区で18.3%であり、1000本区が高かった。植栽から5年間の相対樹高成長率と相対根元径成長率について、各区で分散分析を行った結果、相対樹高成長率では有意な差はなかったが、相対根元径成長率で有意な差があり、1000本区が他区より低かった。1000本区は他区に比べ成長の悪い傾向がみられ、1800本区と2500本区の成長は同程度であった。また、1000本区は、枯損により林分密度が低下したため、今後の除間伐で形質不良木が除去できず、収穫時においてその割合が増加する可能性が考えられた。

P2-076 野生獣類により剥皮されたヒノキ幼齢木の材部状況

岡本卓也・渡邊仁志
岐阜県森林研究所

初期保育費用を低減するための省力型施業では、異常がある植栽木の発見が遅れ、木材生産林の育成に影響が出る恐れがある。そのような影響を明らかにする一助として、植栽直後に発生した野生獣類による剥皮が、ヒノキ植栽木の材部に与える影響を調査した。2015年12月に岐阜県郡上市小那比の5年生ヒノキ植栽地(2011年植栽、2012年補植、調査時の樹齢6~7年)において、剥皮を受けた30個体を無作為に選び、地際から枯損が認められなくなるまで20cmごとに玉切し、剥皮周長、材部の枯損および肥大成長を調査した。植栽木(平均樹高264.3cm、胸高直径2.1cm、剥皮長58.8cm、剥皮幅2.7cm)への剥皮は、3~5年生時に発生していた。周辺の材は剥皮された部分を巻き込むように成長しており、数年後には成長した材が剥皮された部分全体を覆うと考えられた。5年生時に剥皮を受けた個体では、材部に明確な変色や枯損は確認されなかったが、4年生時以前に剥皮を受けた個体では、剥皮を受けた部分の材が枯損していた。これらのことから、植栽直後に剥皮を受けた場合、数年で外見上の異常はわかりにくくなるが、枯損した部分は材部に残っているため、強度や材質に影響を及ぼす可能性がある。

P2-078 高齢人工林における個体の材積成長に微地形及び周辺個体が及ぼす影響

伊東康人・柴原 隆
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

林業の採算性悪化から当初予定していた収穫期を迎えても伐採されない人工林が増えている。このような高齢人工林では、どの木を伐採せずに残すかは管理者の主観による場所が大きく、以後の成長の継続を確約する客観的な管理指標はほとんど存在しない。そこで本研究では、客観的な管理指標を確立することを目指し、高齢人工林において個体の材積成長に影響を及ぼす要因を明らかにすることを目的とした。調査地は兵庫県朝来市にある69年生のスギ人工林0.5haとした。2015年に調査地内で毎木調査を行い胸高直径と立木位置を測定した。同時に航空レーザ測量データから数値標高モデルと数値表層モデルを作成し、その差分から各個体の樹高を算出した。各個体の樹高または胸高直径を応答変数とし、地形条件、周辺立木本数を説明変数とした一般化線形モデルを構築し、最も説明力のあるモデルの探索を行った。地形条件と周辺立木本数は複数の異なるスケールを用意し、最適なスケールを検討した。地形と周辺環境が直径と樹高の両成長に及ぼす影響を明らかにし、材積成長に影響を及ぼす要因を考察する。

P2-077 多雪地帯における高齢級スギ人工林の林分構造

伊藤幸介・塚原雅美
新潟県森林研究所

スギ人工林の長伐期化が進んでいる中で、高齢化する林の適切な管理を行うためには、個体間競争の効果をふまえた個体の配置を考えることが重要である。そこで、個体配置を考慮した密度管理における客観的な指標として、Voronoi多角形を利用した個体占有面積に着目した。Voronoi多角形は、隣接した点の間を結ぶ直線に垂直二等分線を引き、各点の最近隣領域を分割して作成される多角形であり、その占有面積は対象個体の潜在的利用可能面積として定義され、樹冠投影面積との比較などに用いられている。なお、GISソフトを利用することで立木位置情報から比較的容易に作成することが可能である。本発表では、新潟県内広範囲の比較的手入れの行き届いた80年生から120年生の高齢級スギ人工林について毎木調査を実施し、各林分における立木の占有面積の分布様式を把握するとともに、個体の胸高直径、樹高等の林分因子と占有面積との関係について検討したので報告する。

P2-079 無間伐のスギ若齢人工林における樹冠長率と幹成長量との関係

國崎貴嗣
岩手大学農学部

スギ無間伐人工林1林分を対象に、林齢17年(相対幹距17.0%、n=115本)と林齢27年(同11.5%、n=107本)において、それぞれ樹冠長率、胸高直径、樹高を説明変数、過去3年間の胸高直径成長量を応答変数としたGLM(正規分布、対数変換)で調べた結果、AIC最小はいずれも樹冠長率と胸高直径を説明変数とするモデルであり、係数の符号はすべて正であった。一方、樹冠長率のみ、胸高直径のみのモデルのAICは大きく、単一変数での予測力はあまり高くなかった。

次に、胸高直径成長量が顕著に低下した個体の樹冠長率を定量化するため、樹冠長率を説明変数、過去3年間の胸高直径成長量を応答変数とする分位点回帰をおこなった。応答変数の5%点(0.05分位点)が0.0cmとなる樹冠長率を回帰式から求めると、林齢17年時が26.7%、林齢27年時が27.2%であった。樹冠長率27.2%以下の個体では、その後3年間の胸高直径成長量が林齢17年(4本)ではすべて0.0cmであった。林齢27年(24本)ではその後3年間に10本が枯死した。残り14本の胸高直径成長量は0.0~1.1cm(平均0.3cm)で、平均年輪幅0.1cm以上の個体は2本であった。

P2-080 三陸地域の津波浸水林分における 80 年生クロマツ個体の最近の肥大成長量

白旗 学¹・橋本良二^{1,2}

¹ 岩手大学農学部・² 放送大学岩手学習センター

クロマツは海岸林植栽樹種として養分要求性、耐塩性、乾燥抵抗性の面から優れた特性を持ち、三陸海岸地域でも主力植栽樹種として防潮、防風林造成に使用されてきた。2011 年の津波被害からの復旧にあたって、中心樹種として跡地に再植栽が開始されたところである。海岸林再生の際、植栽初期の定着はもちろん、成林後の成長特性を正しく把握しておく必要があるが、同地域では昭和三陸津波(1938)以降から戦後にかけて植栽された林分が多く、十分な調査がされないまま今回の被害を受けたこともあり、データの集積が不十分である。今回、大船渡市三陸町にある津波浸水被害を受けたものの残存しているクロマツ高齢林分で、2014 年 9 月に成長錐によりコアを採取し、過去の肥大成長経過を調べた。さらにデンドロメーターにより 2013 年秋から胸高直径を 1 か月おきに測定した。コアの年輪成長幅は震災前後で成長低下がみられたが、2014 年に比べ、2015 年に成長が回復している個体が多くなっていた。発表では、過去の直径成長の年輪年代学的解析、回復量と個体形状との関係も紹介する。

P2-082 列状伐採後のカラマツ植栽に対応した、光-生産量予測管理図の作成

宇都木玄¹・大野泰之²・上村 章³・原山尚徳³

¹ 森林総合研究所植物生態研究領域・² 北海道北海道立総合研究機構林業試験場・³ 森林総合研究所北海道支所

森林の齢級構成平準化や国産材供給のため主伐面積の増大が考えられる。一方で大面積皆伐は環境的側面から敬遠され、小面積皆伐が増加するであろう。また残存木の成長を期待する列状に伐採した(いわゆる列状間伐)森林においても、受光伐や更新伐といった名目で林内に植栽が行われる。しかし小面積皆伐や列状伐採の場合、伐採孔内の光環境は植栽木に十分なのだろうか?これまでの伐採孔内の光環境条件は開放地に対する相対値(相対光強度)として論じられてきた。しかし植物の光-光合成曲線には光飽和が生じており、また気孔閉鎖や強光阻害等が原因となり、強光下では光合成生産量が減少する。また晴天日より曇天日において森林の生産性が増大するという報告もあり、光量に対する光合成生産量で伐採孔の評価を行うべきである。そこでカラマツの光合成特性を把握したうえで、ファーカータイプおよびボールベリタイプモデルを組み合わせ、葉面への太陽放射量と潜熱と顕熱との均衡条件で収束する光合成モデル開発した。このモデルを用い、列状伐採を想定し、列幅による植栽木の光合成総生産量(GPP)を求める光-生産量予測管理図を作成したので報告する。

P2-081 三重県大台町における立地環境評価に基づく相対幹曲線の差異

鳥田知帆・長島啓子・田中和博

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

本研究では立地環境を考慮した森林施業を行っている三重県大台町において、立地環境に基づく成長評価と幹曲線の関係を検証した。施業履歴が同一な壮齢林である下真手地区においてスギ林 60 地点、ヒノキ林 66 地点から優勢木、介在木、劣勢木を各地点から伐採し、複数の高さの円板を採取したのちに樹幹解析を行った。樹幹解析の結果を用いてクラスター分析を行い、スギ林は 4 つ、ヒノキ林は 5 つの成長評価別のグループに分類した。次に、樹幹解析で利用したデータをもとに成長評価ごとの近似曲線(3 次式)を相対幹曲線として算出した。成長評価間の差を検証するために、相対長 0.1 ごとの相対直径を算出し検定を行った。その結果、成長が最も悪いスギ林の成長 D のみが成長 A、B、C すべてとの間に複数の相対距離において有意な差があり、完満な傾向を示した。ヒノキ林は成長 B、D の間の相対距離 0.1 のみに有意差が確認されたのみであった。本研究で調査が行われた林分は壮齢林であったことから、今後成長評価ごとに齢級(若齢林、壮齢林、高齢林)別の相対幹曲線を求めることで立地環境ごとに成長の予測ができると考えられる。

P2-083 列状間伐 1 年後のヒノキ人工林における高木性樹種の更新状況

片桐奈々・渡邊仁志・岡本卓也

岐阜県森林研究所

環境保全意識の高まりから、間伐による針葉樹人工林の針広混交林化が進められている。針広混交林化の実現には、様々な林分環境における高木性樹種の侵入、定着過程を調査することが必要である。そこで本研究では、間伐 1 年後の人工林における高木性樹種の更新状況を調査した。調査林分は岐阜県養老町にある、52 年生(2015 年)ヒノキ林である。ここは 2015 年 2~3 月に材積間伐率が 35% となるよう列状間伐(2 伐 5 残)が行われており、間伐前の林床には下層植生がほとんど存在していなかった。まずヒノキ以外の埋土種子の組成を調査するため、間伐前に深さ 5 cm の土壌を 3L ずつ 20 カ所で採取し、プランターに撒き出して、ガラス室にて発生調査を行った。次に、伐列に 4 つ、残列に 4 つ設置した 6×2 m の区画で、間伐後の 6 月と 10 月に、林床に出現したヒノキを除く高木性の実生の組成を調査した。埋土種子は、高木性種が 8 種、61.7 本/m² 発生し、そのうち全体の約 70% をリョウブが占めた。林床における高木性の実生は、アカメガシワ、リョウブが多かった。個体数としては、6 月に 1.1 本/m²、10 月に 3.0 本/m² で、埋土種子の発生密度よりも実生の密度は低かった。

P2-084 茨城県高齢ヒノキ人工林における林床幼樹の動態

太田敬之¹・須崎智広²・安藤博之³・鈴木和次郎⁴

¹ 森林総合研究所森林植生研究領域・² 林野庁関東森林管理局茨城森林管理署・³ 林野庁関東森林管理局森林技術・支援センター・⁴ 只見町ブナセンター

筆者らは茨城県内のヒノキ高齢人工林合計14ヶ所にプロットを設定し、長期モニタリング調査を行ってきた。林齢の内訳は推定230年前後のプロットが4ヶ所、160年が1ヶ所、110年前後のプロットが9ヶ所である。高齢人工林には広葉樹の混交がみられ、林齢が進むほど大径木が多くなる傾向がみられる。このような林分にどのように広葉樹が混交するのか、更新の初期段階から把握するため、各林分で2007年に林床の幼樹（幹長130cm以上、胸高直径5cm未満）のサイズを測定し、2015年に再測定を行った。林齢160年から230年の林分では落葉広葉樹の幼樹がほとんど見られなかった。これらの林分は上木のヒノキ密度は110年生前後の林分に比べて低いものの、近年伐採などのかく乱がほとんど入っていない。幼樹の樹種はアラカシやサカキ、ヒサカキなどの常緑広葉樹が大半を占めた。一方、林齢110年前後の林分では落葉広葉樹の幼樹の混交がみられた。ヒサカキなどの常緑広葉樹木は近年の伐採の入っていない林分では密度が著しく低い傾向が見られた。2回の測定の間幼樹の生存率は常緑広葉樹でいずれの林分でも高く、落葉広葉樹、特にイイギリ、タカノツメなどで低かった。

P2-086 高齢ヒノキ人工林内と隣接広葉樹林に出現した樹種比較

石川 実

愛媛県農林水産研究所林業研究センター

高齢ヒノキ人工林の下層に広葉樹が出現している林分で、その樹種は、隣接広葉樹林に出現している樹種と同じなのか疑問があり、出現樹種について比較した。調査地は、愛媛県新居浜市（標高920m）にあり、周囲はヒノキ人工林や落葉広葉樹林に囲まれている。101年生ヒノキ人工林内に出現した亜高木性及び高木性樹種と、林道を挟み（最短距離約60m）斜面上部に隣接する落葉広葉樹林の高木層と亜高木層に出現した樹種を比較した。ヒノキ人工林内に出現した主な樹種はサイズ別に、大個体（胸高直径5cm以上）では、コシアブラ、エゴノキ、ヤマザクラ、アカシデ、ミズキで1,552本/ha、中個体（胸高直径5cm未満、樹高2m以上）では、アカシデ、コシアブラ、ヤマザクラで7,917本/ha、小個体（樹高0.3m以上2m未満）では、ウラジロノキ、エゴノキ、カナクギノキで2,500本/haであった。これらの樹種は、ほぼすべて隣接広葉樹林に出現していたが、隣接広葉樹林の優占種であるミズナラは、出現していなかった。ミズナラの種子散布方法や隣接する距離、また林道により森林が分断されていること等から、出現しなかったのではないかと考えられた。

P2-085 ササ型林床の木曾ヒノキ天然生林における伐採前林床処理後2年間の実生動態—実生の生残に影響するのはなにか？—

酒井 武¹・杉田久志²・齋藤智之³・九島宏道⁴・久保高之⁵

¹ 森林総合研究所森林植生研究領域・² 森林総合研究所四国支所・³ 森林総合研究所東北支所・⁴ 森林総合研究所多摩森林科学園・⁵ 林野庁中部森林管理局木曾森林管理署

ササ型林床のヒノキ天然林ではヒノキの更新のために阻害要因となっているササを制御することが不可欠であるが、伐採後にはササの繁茂・回復力が旺盛で更新が上手くいかない場合が多い。また、ヒノキの実生の発生定着には鉾質土壌の露出等、立地環境を整えることが重要である。これらを踏まえ、更新を確実にするためには伐採前にササを制御し、地表処理を行い、前生稚樹を十分に確保した上で林冠を疎開することが有効と考えられる。このことを実証するため施業実験を木曾地方の天然生ヒノキ林で行っている。ササの制御は2013年から刈払いと抑制剤（フレノック）による方法を組み合わせて5処理（6回繰り返し）を行い、それぞれの処理区にリター除去区を設定し、ササの再生とヒノキ実生の発消長を記録した。ここでは2013年、2014年にヒノキは十分な種子散布があり、2014年、2015年に多くのヒノキの実生が発生した。解析の結果、ヒノキ実生の発生密度にはリター除去の大きな効果が確認され、実生の生残率にはササ抑制の効果が確認された。林冠下での地表処理とササ制御を組み合わせた前更新施業はヒノキ実生バンクの形成に有効な手段であると考えられた。

P2-087 ヒノキ人工林とアカマツ広葉樹混交天然生林の境界における下層植生の変化

江本真夏・大住克博

鳥取大学農学部

ヒノキ人工林と、それと隣接しアカマツと落葉広葉樹が混交する天然生林の間で、下層植生がどのように変化するかを観察した。胸高以上に達する低木層は、人工林内では全く見られなかったが、天然生林内では良く発達し、クロモジやハイヌツゲなどが優占していた。胸高以下の林床植生を種ごとの優占度によって類型化すると、人工林内、天然林内ともに各類型が林縁を挟んで二つの林分の境界からの距離に従って配置される傾向が見られた。このことにより、異なった林相に接することの下層植生への影響は、境界からヒノキ人工林内への方向のみではなく、境界から天然生林という逆の方向にも存在することが見いだされた。境界部では風散布種の優占度は変化しなかったが、鳥散布種の優占度が高くなっていた。天然生林が伐採され植栽されたヒノキの樹高が大きくなるまでの間、境界部は林縁の状態を呈していたと考えられ、その期間に鳥による種子散布と林縁部の良好な光環境により、鳥散布樹種の更新と成長が促進された可能性が考えられる。

P2-088 過密な針葉樹人工林に対する強度間伐後 8 年間の広葉樹の更新状況

小谷二郎

石川県農林総合研究センター林業試験場

【研究の背景と目的】過密な針葉樹人工林が増加し、森林の機能低下が問題視され、広葉樹との混交林化が求められている。そこで、広葉樹を混交させることを目的として、本数間伐率 40% 以上の強度間伐を実施した過密な針葉樹人工林の間伐後 8 年間の広葉樹の更新状況を調査した。【調査方法】石川県内 40 箇所の針葉樹人工林（スギ林 32 箇所・ヒノキ林 4 箇所・アテ林 4 箇所）に 100m² のコドラートを設けて、定期的に高木性広葉樹の本数と高さを調査するとともに、林内の光環境を把握した。光環境は、コドラート内の天空写真撮影から開空度を求めた。【結果と考察】間伐実施 1 年後には、種数は標高、本数は間伐率が正の要因として関係した。また、広葉樹林からの距離は、種数に負の要因を与えた。一方、間伐実施 8 年後には、種数と本数は間伐率と間伐実施 2 年後以降の光環境が正の要因として関係した。以上のことから、広葉樹の更新を促進するためには、更新ポテンシャルの高い場所を選ぶことと、しっかりと光環境を確保することが重要と考えられた。

P2-090 間伐後 6 年間の林内照度、下層広葉樹、土砂移動の変化について

佐々木重行¹・茅島信行²・桑野泰光¹

¹福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター・²福岡県八幡農林事務所

前生稚樹や間伐後下層に発生した広葉樹の生存条件を明らかにするため、本数間伐率 15~43% で間伐されたヒノキ 6 林分で、間伐前と間伐後 6 年間の林内照度、下層に発生した広葉樹の本数と土砂移動量の変化を調査した。林内照度の指標となる SOC は間伐前は 2~12% で、間伐後はいずれも 20% 以上となった。しかし、徐々に減少して間伐 6 年後は 14~18% となった。前生稚樹の生存率は間伐 6 年後は 15~72% で、間伐前の前生稚樹の平均樹高が高かった林分で高くなる傾向を示した。前生稚樹の生存率が 15% と低かった林分は、間伐時に損傷を受けた稚樹が枯死したためである。間伐後下層の広葉樹は毎年発生と消失が見られながら現存個体数、種とも増加傾向を示した。しかし、前生稚樹の生存率が 15% と低かった林分では間伐 6 年後の現存個体数は間伐前の前生稚樹本数の 74% であった。土砂移動量は間伐前より間伐後は低下傾向を示した。この期間の土砂移動量が多いと広葉樹の発生から 1 年後の生存率は、低くなる傾向が見られた。この結果から、下層に生育する広葉樹の生存には間伐による前生稚樹の損傷程度、土砂移動量が影響を及ぼすことが示唆された。

P2-089 30 年前に冠雪害を受けたボカスギ人工林は混交林化したか？

相浦英春・中島春樹

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

調査は富山県氷見市に設けた 25 調査区を対象に行った。これらの調査地は 1985 年末に冠雪害が発生したボカスギ人工林で、1986 年に被害調査を実施した。また、2005 年にそのうち 25 箇所を胸高直径 5cm 以上の毎木調査を行った。ここでは 2015 年に調査を行った、冠雪害発生から 30 年後の状況について報告する。残存するスギ林の平均は立木密度 339 本/ha (100~800 本/ha)、胸高断面積合計 56.8 m²/ha、林分材積 619.5 m³、広葉樹の胸高断面積合計の平均は 3.9 m²/ha で、そのうち先駆種の胸高断面積合計は 1.7 m²/ha であった。2005 年からスギの胸高断面積合計は平均で 8.3 m²/ha 増加したが、新たな雪害等で減少したプロットを除くと 16.4 m²/ha となった。広葉樹の胸高断面積合計は平均で 0.8 m²/ha 増加したが、そのうち 0.7 m²/ha は先駆種（おもにカラスザンショウ、キリ、イイギリ）が増加していた。ただし、広葉樹の胸高断面積や種数は増加していたが、蓄積量のほとんどはスギが占めている状況であった。なお、この調査は「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業（うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立）」「広葉樹林化技術の実践的体系化研究」の一環として行ったものである。

P2-091 鹿児島県の針葉樹人工林における広葉樹侵入予測

内村慶彦

鹿児島県森林技術総合センター

鹿児島県の針葉樹人工林は、高齢級へ移行し、目指すべき森林整備の方向性を選択すべき重要な時期にきている。しかしながら、森林所有者の施業意欲の低下等により適切な間伐が行われず時間だけが過ぎた不健全な森林が多く存在する。このような森林は、過密化により幹が細いのに加え、林内が暗く下層植生が衰退しているため、経済林としての価値のみならず公益的機能の発揮も期待できない。

こうした針葉樹人工林の整備方針の一つとして、広葉樹林への誘導が挙げられる。広葉樹林化を目指す場合、間伐により林内の光環境を改善し広葉樹の自然侵入を促進させることが必要である。しかしながら、その効果は林分により大きく異なる事から、対象となる林分の立地条件（例えば、天然林からの距離）等も組み合わせる必要性が指摘されている（長池 2010）。

そこで、本研究では林分の立地条件等も考慮したうえで、間伐により広葉樹の侵入がどの程度促進されるかを予測する手法を開発することを目的とした。上記の目的を達成する為に、本県のスギ・ヒノキ人工林内に侵入した広葉樹の本数密度と立地条件等との関連性を一般化線形モデルにより解析したので、その結果を報告する。

P2-092 落葉広葉樹二次林の種数と種組成に土地利用履歴が与える影響

五十嵐哲也¹・北岡 哲²・佐藤 保¹・原口 岳²・松浦俊也³・長谷川元洋⁴・滝 久智²・小山明日香²・岡部貴美子²

¹ 森林総合研究所森林植生研究領域・² 森林総合研究所森林昆虫研究領域・³ 森林総合研究所森林管理研究領域・⁴ 森林総合研究所四国支所

本研究は落葉広葉樹二次林の多様性に前歴が及ぼす影響を推定することを目的とし、前歴の異なる広葉樹二次林間で種数と種組成を比較した。過去の森林簿によって前歴を確認し、広葉樹林由来8プロット、草地由来6プロットを茨城県北部および福島県南部の国有林の広葉樹二次林に設置した。プロットは面積0.1haの円形プロットとし、プロット全体の胸高直径5cm以上の上木の種名と直径を計測した。プロット内に2m×2mのコドラートを4つ設置し、高さ5cm以上2m未満の下層植生の種名を記録した。上木の種数は広葉樹林由来の二次林で有意に高く、NMDS(非計量多次元尺度法)による序列結果によると、広葉樹林由来と草地由来のプロットは混ざり合わず、特に草地由来のプロットが狭い範囲に集中する傾向が見られた。上木の種数や種組成は前歴の影響を強く受け、また、草地由来の二次林では種組成が均質化している可能性が示された。しかし下層植生では種数に前歴による差は見られなかった。また、種組成にも前歴による違いは見られなかった。

P2-094 林冠が閉鎖した亜熱帯常緑広葉樹林の林床における実生の更新動態

谷口真吾・日暮悠樹・松本一穂

琉球大学農学部

【研究目的】林冠が閉鎖した亜熱帯常緑広葉樹林の林床における天然下種更新(前更更新)の実態把握と前更更新由来の実生の動態を調査し、林分の後継樹としての消失種、加入種、生存種の生活史特性を考察した。【方法】調査林分は4.8haの皆伐地に隣接する70年生常緑広葉樹林である。伐採地の林縁から林内に直線距離で30m以上入った斜面上部と中腹部の林内に10×10mの毎木調査プロットを3区設置し上層木の胸高直径、樹高の計測と個体識別を行った。実生調査プロットは毎木調査プロットに隣接する林床に1×1mのプロットを12m²設置した。皆伐から2成長期経過後の2013年から2015年まで成長期ごとに林床に生育する実生をナンバーリングし、加入種と消失種の動態と定着実生の成長量の変化を調査した。【結果と考察】3成長期とも加入種、消失種はそれぞれ10種以下で変動した。上層木の構成種と林内に更新した前更更新実生の種組成は類似度が高かった。新規の加入種は被食散布型の種子をもつ樹種が多かった。台風攪乱による林冠層の葉量の低下に起因する林内の光環境や林床の水分状態の変化が加入種、消失種の動態に影響を及ぼすことが推察された。

P2-093 異なる土地利用履歴を持つ落葉広葉樹二次林の成長と窒素利用について—北茨城市周辺の事例—

北岡 哲¹・原口 岳¹・長谷川元洋^{1,2}・滝 久智¹・小山明日香¹・五十嵐哲也³・岡部貴美子¹・佐藤 保³

¹ 森林総合研究所森林昆虫研究領域・² 森林総合研究所四国支所・³ 森林総合研究所森林植生研究領域

植物体中の窒素は炭素固定に直結しており、その大半が葉に含まれる。窒素はまた、酸性沈着物などにより供給されている場合を除いて、森林生態系では不足しがちな資源であると言われている。茨城県北部とその周辺の落葉広葉樹二次林には、20-40年生の草地から落葉広葉樹二次林に転用された林分がみられる。草地由来の落葉広葉樹二次林では、過去の採草によって草中窒素が系外へ持ち出されているため、草地からの転用ではない落葉広葉樹二次林に比べて貧栄養条件になり、樹木の成長量や窒素利用に影響している可能性が考えられた。そこで、20-40年生の、草地から転用された落葉広葉樹二次林と、草地からの転用ではない落葉広葉樹二次林で、胸高直径5cm以上の樹木の毎木調査と、主要林冠構成種であるクリとコナラの葉中窒素濃度について調べた。その結果、成長量と、クリ、コナラの葉の窒素濃度に土地利用の違いによる差は見られなかった。これらのことから茨城県北部周辺の、約20-40年前に草地から転用された落葉広葉樹二次林の成長量とクリ、コナラの窒素利用には、現時点では過去の採草の影響がみられないと推察した。

P2-095 高齢級のクリやミズナラを主体とした林分の萌芽枝の消長と実生の発生

清水香代・大矢信次郎・柳澤賢一

長野県林業総合センター

過去に薪炭林として利用されてきたナラ類を主体とした里山の広葉樹林は放置されたことで高齢化しているが、近年大径材の利用やバイオマス燃料としての需要の高まりを背景として更新を進める動きが出てきている。一般的にナラ類は、高齢になると萌芽更新が難しいと言われているが、クリやミズナラでは、どの程度の樹齢まで萌芽更新が可能であるか、高齢級での伐採方法の違いが萌芽枝の発生や消長にどの程度影響するのかが定かではない。そこで本調査では、伐採方法の異なる林分において、クリとミズナラの萌芽枝の発生と消長について調査を行った。調査地は、標高1,600mに位置する松本市本郷県有林内のクリ及びミズナラを主体とする林分とした。本数間伐率3割の点状間伐を実施した林分と、皆伐林分において、それぞれ伐採時樹齢40~60年生のクリとミズナラの萌芽枝の発生本数、各株における最大萌芽枝長及び発生位置を調査した。その結果、萌芽枝の発生本数については間伐区と皆伐区に差が見られなかったが、伐採後1成長期経過した最大萌芽枝長は皆伐区が有意に長かった。また、最大萌芽枝の発生位置は、「伐り口」、「中間部」、「地際」のうち地際が最も多かった。

P2-096 ナラ枯れ林分の皆伐後3年目におけるコナラの萌芽更新

久保満佐子¹・黒澤菜々美¹・林 晋平²・舟木 宏³・藤巻玲路¹
¹ 島根大学生物資源科学部・² 島根県松江県土整備事務所・³ 島根県中山間地域研究センター

コナラは古くから薪炭材として利用され、萌芽更新することでその優占度を高めてきた。しかし近年、コナラ二次林の多くが伐採されないまま高齢化が進み、カシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）の加害によるナラ類集団枯損も顕著になっている。そこで本研究では、カシナガの穿入を受けたコナラの伐採後3年目までの萌芽による更新特性を調べた。調査地は島根県にあるコナラ属が優占する二次林で2012年10月に皆伐が行われた。2012年の夏にコナラの葉が褐変した個体（以下、穿入褐変木）、穿入孔はあるが葉が緑だった個体（以下、穿入木）、穿入のない個体（以下、健全木）の3つにコナラの状態を分類し、各コナラ個体の穿入孔数と伐根直径、伐採後1年目から3年目の切株の萌芽本数および最大萌芽長を測定した。伐採後1年目の萌芽本数は穿入褐変木で少なく、2年目には全ての個体が枯死した。穿入木と健全木はいずれも萌芽本数は穿入孔数が少ない個体と伐根直径が小さい個体に多い傾向があった。1年目から3年目まで萌芽本数は減少し、3年目の最大萌芽長は健全木の方が長い傾向が確認された。

P2-098 海岸に植栽した広葉樹の状況について（Ⅱ）

榑嶋康二・佐々木重行

福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター

近年の松くい虫被害により、防風、防砂などの機能が低下したクロマツ林が各地で見られ、海岸線の再生が重要な課題となっている。このような被害地ではクロマツの植栽が行われているが、広葉樹が侵入している場所もあり、クロマツと広葉樹を組み合わせた海岸線再生も一つの選択肢と考えられる。しかし、広葉樹による海岸線生成に関する技術についてはほとんど明らかになっていない。

そこで、本県の海岸線に適した樹種を明らかにするために、松くい虫被害跡地に2015年春に植栽されたウバメガシ、クスノキ、スダジイ、タブノキ、マテバシイ、ヤマモモの生育状況を調査した。1年後の樹高の成長率が高かったのはヤマモモで、スダジイ、マテバシイ、クスノキ、ウバメガシ、タブノキの順であった。根元径の成長率は、ヤマモモ、スダジイ、クスノキ、マテバシイ、ウバメガシ、タブノキの順であった。しかし、ヤマモモは4割の個体が風により傾倒していた。またクスノキは、植栽1か月後に8割の個体が塩害（潮風害）による葉の異常や樹勢の衰弱が観察された。これらの樹種は海岸の風当たりが強い場所での植栽は避けた方がよいと思われた。

P2-097 落葉広葉樹6種の萌芽の樹形と成長

川口英之・矢野可奈子

島根大学生物資源科学部

鳥取県西部の皆伐地において落葉広葉樹6種、コナラ、クリ、エゴノキ、ハゼノキ、アカメガシワ、アオモジの萌芽の本数と角度、萌芽全体の樹冠の形状、萌芽の形状と成長を比較した。萌芽の密度は、コナラとクリが大きく、アオモジが小さかった。萌芽の平均角度は萌芽の密度の序列と同じで、コナラとクリでは傾きが大きく、アオモジが最も直立していた。萌芽全体の樹冠の形状は、クリとコナラで相対的に横広であるのに対し、エゴノキは相対的に縦長だった。樹冠の大きさも、アオモジを除く5種のなかでは、クリとコナラが最も幅が大きく、エゴノキが最も高かった。アオモジは縦横ともに6種のなかで最も大きかった。コナラは細長い萌芽を大量に角度を広く発生させて萌芽全体の樹冠を横に広げていた。横向きに出た大量の萌芽は攪乱後に発生する周りの実生などを被圧することが考えられた。アオモジは、萌芽の密度は低いが縦横ともに他種よりも大きな成長を示した。アオモジは国内外来種として最近この地域に分布拡大した樹種であり、萌芽の成長の大きさも分布拡大に関係している可能性が示唆された。

P2-099 京都府立大学大野演習林での早生樹センダンの植栽試験

糟谷信彦¹・上田菜津美¹・堀田耀介¹・藤田夏子¹・宮藤久士¹・村田功二²・片山宏文³・横尾謙一郎⁴

¹ 京都府立大学大学院生命環境科学研究科・² 京都大学大学院農学研究科・³ 林野庁近畿中国森林管理局森林技術・支援センター・⁴ 熊本県県北広域本部

木材の需要拡大のため、国産広葉樹の活用が検討されている。特に有用材として近年注目を集めている早生樹のセンダンは、これまで九州の熊本では植栽試験が行われ、センダンの育成方法が確立している。しかしながら、九州以外の地域で植栽された事例はほとんどなく、京都地域で植栽試験を行った。調査地は、京都府南丹市にある京都府立大学生命環境学部附属大野演習林で、2014年5月に10本、2015年5月に20本植栽した。施肥区・無施肥区、シカ柵（単木ネット）の有無を設け、土壌pH、土壌硬度、土壌の三相組成を調べた。また、京都市にある京都府立大学構内の苗畑で2015年5月に21本植栽した。2015年終了時のDBHと樹高はそれぞれ2014年植栽で4.7cm、4.2m、2015年植栽で1.4cm、1.6mであった。施肥区では直径・樹高成長とも無施肥区の約2倍であった。

この他、近畿中国森林管理局管内との共同試験において、5府県10箇所の国有林で計170本のセンダンを2015年春に植栽しており、その結果生育良好木の割合は33（8～60）%、枯死率は9（7～13）%となり、シカなどによる獣害、シュートの先枯れ、先折れ、が顕著であった。今後生育良好木の割合を高める必要性が確認された。

P2-100 北海道北部におけるヤチダモ人工林の長期動態

吉田俊也

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

ヤチダモは、広葉樹の中で代表的な造林樹種である。高齢級の林分も存在するが、施業履歴が定かな事例に限られており、管理のための情報が不足している。ここでは、長期データを用いて、林分動態に及ぼす局所的な混み合いの効果を解析し、とくに間伐の影響について考察した。小溪流に沿った緩斜地に1920年台に植栽（植栽密度2740本/ha）されたヤチダモ造林地を対象とした。この造林地では、54-57年生時に、本数比17%、胸高断面面積比10%程度の間伐が行なわれた。間伐以降の30年間、6箇所の標準地（合計面積2.0ha）において10年間隔で毎木調査を実施した。蓄積（胸高断面面積合計）の増加率は、調査期間全体では1%/年未満にとどまっていた。期間別にみると、間伐直後の10年間は、成長率・生残率ともに低い傾向が見られ、間伐の局所的な負の効果が見積もられた。蓄積は、その後の10年間は顕著な増加に転じたが、続く期間には、とくに生存率が低下したために増加率はふたたび鈍化していた。ヤチダモ人工林において間伐の必要性は明らかであったが、その実施にあたっては、直後の成長率・生残率の低下を避ける方策が必要といえた。

P2-102 マレーシア半島における過去の林床攪乱が択伐林の回復に与える影響

星野大介¹・大谷達也²・谷 尚樹¹・ヌル ハジャザマ シャリ³・アブド ラーマンビン カシム³

¹ 国際農林水産業研究センター林業領域・² 森林総合研究所四国支所・³ マレーシア森林研究所

半島マレーシアの丘陵フタバガキ林は1970年代からSelective management systemによって伐採されてきたが、実際の回復速度が明らかでないことから、本研究は複数の択伐林で複数回の毎木調査によって自然回復速度を明らかにすることを試みた。セランゴール州セマンコック保護林の尾根付近で、伐採後の経過年数が19-48年と異なる6林分を選定して、林分ごとに0.5haプロット1個を設定した。胸高直径5cm以上の樹木を対象として、1回目の毎木調査を2011年12月～2012年2月に、2回目の毎木調査を2014年2月に実施した。また林床の作業道や土場の痕跡を記録した。林分現存量は319-568Mg/haの範囲にあり、経過年数とは無関係であった。地表面攪乱地の占める割合は2-27%と林分によって大幅に異なり、地表面攪乱地上の現存量は5-98Mg/haと非常に少なかった。したがって地表面攪乱地の多寡が林分現存量の多寡に影響することが明らかであったため、非攪乱地において自然回復速度の一指標：林分増加速度を算定したところ、9-13Mg/yrの範囲で、経過年数を経た林分ほど高い傾向が認められた。

P2-101 宮崎県におけるナラ類集団枯損被害の特徴

平田令子・田代健二・伊藤 哲

宮崎大学農学部

2015年夏季に宮崎県でカシノナガキクイムシによると考えられるナラ類集団枯損被害が発生した。宮崎県内ではこれまでも度々ナラ枯れ被害が発生していたが今回はこれまでにない大規模な被害となった。そこで本研究では、2015年の宮崎県内におけるナラ枯れ被害の概況を報告するとともに、今回の被害の特徴を明らかにする。調査は、2015年11月から12月にかけて、宮崎市に位置する宮崎大学附属田野フィールドの常緑広葉樹林内で行った。1haのプロットを設置し、ブナ科樹種（アラカシ、イチイガシ、ウラジロガシ、スダジイ、ツブラジイ、ハナガガシ、マテバシイ）を対象にカシノナガキクイムシの穿入孔密度、被害状況、樹木サイズ（胸高直径）を記録した。カシノナガキクイムシによる穿入が確認された樹種はスダジイ、ツブラジイ、ハナガガシ、アラカシの4種であった。そのうち枯死被害が発生したのはスダジイとツブラジイの2種であった。発表では、カシノナガキクイムシの樹種選好性、穿入被害と樹木サイズおよび微地形の関係についても報告する。

P2-103 タイ南部スラータニー県における若齢チークの現存量

米田令仁¹・Woraphun Hlmmapan²・野田 巖¹

¹ 国際農林水産業研究センター林業領域・² Royal Forest Department

【目的】タイ国内で広域に植栽されているチーク (*Tectona grandis*) はタイ南部では植栽不適地とされ、あまり植栽されておらずチークの現存量試験はほとんどおこなわれてこなかった。本研究ではタイ南部のチーク植栽地において現存量調査からその推定式をもとめた。

【方法】タイ国南部スラータニー県バーンタケン地区の9年生のチーク植栽地において伐倒調査をおこない、各器官の乾燥重量（現存量）を求めた。また、伐倒木について根を全て掘りだし、根の現存量も求めた。

【結果】幹、枝、葉、地上部現存量はDBH、D²Hとの間に、根の現存量もDBH、幹の地際直径 (D₀) との間に高い相関関係がみられた。これらの結果から、幹の直径と樹高のデータから地上部や根の現存量を推定できる式を示すことができた。また、この推定式とタイの他の地域で作成した現存量推定式をANCOVAで解析したところ、今回得られた地上部現存量推定式の傾き、切片はタイ北部・中部など他地域の推定式と差が認められなかった。このことから、タイ国内の他の地域のチークの現存量データと組み合わせ、タイ南部も含めた現存量推定式を提示できる可能性があると考えられた。

P2-104 東北タイの砂質土壤に植栽したチークにおける炭とペントナイトの効果

香山雅純¹・Suchat Nimpila²・米田令仁¹・Sutjaporn Hongthong²・Woraphun Himmaman²・Wilawan Wichienopparat²・Tosporn Vacharangkura²・野田 巖¹

¹ 国際農林水産業研究センター林業領域・² Royal Forest Department

タイ東北部に分布する砂質土壤は、チークの成長が抑制される立地環境である。この地域の農家にはチークの植栽に高い需要があることから、チークの成長促進に効果のある土壤改良資材をポット植栽試験で検証した結果、炭とペントナイトが有効であった。このことから、実際の畑に炭とペントナイトを用いてチークを植栽し、チークの成長促進効果を検討した。

本実験は、タイ東北部のコンケン県にある東北タイ樹木種子保全センターにおいて実施した。ペントナイトは養分を保持する効果があることから、施肥も併せて実施した。具体的な試験区は施肥区、施肥+ペントナイト区、施肥+炭区、無添加区、ペントナイト区、炭区の6処理区を設定した。チーク苗の植栽は2014年7月に実施し、植栽時に炭またはペントナイトは1kg、化学肥料は100g添加した。

実験終了時(2015年11月)におけるチーク苗は、施肥+ペントナイト区と炭区で高い成長量を示した。ペントナイトを用いた処理区は、単独の処理より施肥も行った処理の方が有意に高い成長量を示し、相乗効果を示した。一方、炭と施肥を行った処理区では、炭単独の処理と比較して有意な成長量を示さなかった。

P2-106 ゴム農園に導入されたカバープランツ *Mucuna brateata* の現存量と施肥効果

大西裕子¹・古田貴士¹・玉泉幸一郎¹・渡辺訓江²・内島和人²

¹九州大学農学部・²(株)プリチストン

インドネシアのゴム農園では、カバープランツとしてムクナを導入し、除草に伴う薬剤や労力の削減に成果をあげてきた。ムクナはマメ科のつる植物で根粒菌による窒素固定を行うため、除草効果に加え施肥効果も大きいと考えられる。本研究では、ムクナの現存量と林齢との関係から養分貯留量の推移を明らかにすること、及びリターによる林地への養分供給量を明らかにすることを目的とした。

北スマトラ州のゴム農園において林齢の異なる41林分でムクナの現存量を調査した。このうち12林分で根を含めた全現存量、29林分で地上部重と林床の光環境、3林分で器官と土壤の養分含量を測定した。また、林齢の異なる5林分でリター量を1年間測定した。

現存量は植栽後1年で7~8t/haまで増加した後、急激に低下し、約10年で林床から消滅した。10年生の相対光強度は約20%であった。リター量は2年生林分が最大で、林齢とともに急激に低下し、3年生以降で差はみられなかった。以上より、ムクナは短期間で現存量を増加させて多量の養分を体内に蓄積し、長期間にわたりゴム農園に養分を供給し続ける働きがあることが明らかにされた。

P2-105 *Acacia mangium* 植林地における短伐期施業による土壤養分の持続性

金子隆之

京都大学農学部

インドネシアではパルプ生産用の *Acacia mangium* などの産業植林地が拡大しており、その炭素吸収源としての機能の発揮も期待されている。土壤中の養分量が少ない溶脱の進んだ熱帯土壤における早成樹林業では、短いサイクルで伐採が繰り返され、伐採残渣物や土壤有機物の分解が促され土壤中の養分量が低下し、林地が劣化する恐れがある。また、未利用な樹皮や枝葉といった部位の利用が検討されるが、それによって林地還元養分量の減少により、養分収支的な持続性の検討も必要となる。1伐採サイクルでの養分収支を植栽木、下層植生、ネクロマス、収穫残渣、表層土壤の5つの構成要素毎に推定し、収穫残渣の有無、下刈りの強度などのオプションも組み合わせつつ、ローテーションの回数を増やした場合の経年変化量を予測することにより、林地残存養分量の将来予測を行った。林地への年間養分供給量による収奪養分の回復年数を試算した結果、K、Ca、Mgで現行の伐期8年では充分ではないことが示唆された。収穫残渣は葉や細枝の占める割合が高く、その急速な分解に伴い植栽初期に林地に供給される養分量は次世代植栽木の吸収量を超え、K、Caなどの流亡が危惧された。

P2-107 伐採跡地に植栽したワラビ苗のグランドカバー効果とカバークロープとしての導入方法

渡部公一・中村人史

山形県森林研究研修センター

スギの伐採跡地にワラビ苗を植栽し、ワラビにカバークロープとしての地表被覆力と雑草抑制能力があるかを検証した。またワラビがスギ植栽木を被圧することも考えられるため、ワラビからスギコンテナ苗が受ける被圧の影響を調査した。山形県内に設けた2箇所の調査地においてワラビの植被率を3年間調査した結果、植生と植栽時期、植栽密度によってワラビの被覆速度に違いが認められ、最も早いもので植栽翌年の春時点で植被率が60%に達した。またワラビの被覆が早く完了したもののほど雑草をよく抑制し、カバークロープとしての十分な効果があると判断された。次に、すでに成園化しているワラビ育成地にスギ苗を植栽し、刈払いによってワラビの高さを変えた試験区を設けて被圧の影響を調べた。全刈りを継続した区とスギ苗の高さと同じにワラビを高刈りした区では、根元直径と苗の絶乾重に差があったが樹高は同等であった。刈払いしなかった区では夏にワラビによってスギが引き倒され、極端に生育が低下した。このため、少なくともスギがワラビと同じ高さになるまでは、ワラビを抑制することが必要と考えられた。なお本研究は農林水産技術会議の農・食研事業により行った。

P2-108 高濃度ゲルライトを含む培地上で成熟したヤクタネゴヨウ不定胚からの効率的な植物体再生

丸山 E. 毅・細井佳久

森林総合研究所生物工学研究領域

【目的】不定胚による個体再生系は、極めて優れた増殖系の一つである。しかし、樹種により植物体再生率に大きな違いがみられる点が問題となっている。ヤクタネゴヨウについても、不定胚は効率的に得られるが、その後の発芽率と植物体再生率は低い。今回は、ヤクタネゴヨウの不定胚を、高濃度ゲルライト添加培地上で誘導した場合の発芽率と、植物体再生効率を調べた。【方法】ポリエチレングリコール (PEG) 添加法 (対照) および高濃度ゲルライト添加法の二つの不定胚誘導法によって形成した成熟不定胚を、1/2EM 固形発芽用培地上で培養した。培養開始 6 週目に発芽率、12 週目に植物体再生率について調べた。【結果】PEG を添加した培地上で成熟した不定胚の発芽率は 41% 程度の値にとどまったのに対して、高濃度ゲルライトを添加した培地上で成熟した不定胚は 81% の高い発芽率を示した。発芽後の植物体再生率については、PEG 添加法の場合は 33%、高濃度ゲルライト添加法の場合は 80% の結果となった。PEG を含まない高濃度ゲルライトの培地への添加は、ヤクタネゴヨウ不定胚の発芽促進に有効であることが明らかになった。

P2-109 クロマツとヤクタネゴヨウの器官・細胞培養

細井佳久・丸山 E. 毅

森林総合研究所生物工学研究領域

【目的】クロマツ、ヤクタネゴヨウは、林業上、あるいは遺伝資源保全上重要な樹種である。そのため、組織培養による個体再生技術を利用した組換え等の育種研究や、不定胚を利用した遺伝資源保存のための研究が行われている。ところでマツ属を含めた針葉樹において、組換え等で利用する個体再生系は、種子胚から誘導した不定胚を利用するのが一般的である。この方法では、親木とは異なる遺伝子組成を持つ個体を再生・増殖させていることになる。そこで、親木と同じ遺伝子組成の個体を再生させることを目指し、種子胚以外の栄養器官・組織から、不定胚形成能を持つ細胞 (不定胚形成細胞) の誘導が可能かどうかを調べた。また、細胞のプロトプラスト化により生じるストレスが、不定胚形成細胞の誘導につながる可能性を考慮し、プロトプラストの培養条件についても検討を行った。【方法】2 種について、屋外個体の芽や針葉を培養し、増殖細胞の誘導と、プロトプラスト培養を行い、不定胚形成細胞が得られるかどうかを顕微鏡観察により検証した。【結果】ヤクタネゴヨウの芽から誘導した増殖細胞由来のプロトプラストを培養することで、コローニー形成させることができた。

P2-110 地域森林計画における生物多様性の位置づけ

長池卓男

山梨県森林総合研究所森林研究部

地域森林計画は、都道府県知事が、全国森林計画に即して、民有林について森林計画区 (全 158 計画区) 別に 5 年ごとに 10 年を一期としてたてる計画である。それは、都道府県の森林関連施策の方向及び地域的な特性に応じた森林整備及び保全の目標等を明らかにするとともに、市町村森林整備計画の策定に当たっての指針ともなっている。したがって、全国→地域→市町村というヒエラルキー状の森林計画制度が構築されているなかで、地域森林計画は、地域的な差を考慮し市町村森林整備計画にも影響するために、重要な意味を持つ。

森林を管理・整備する上では、木材生産機能のみならず、生物多様性保全機能なども考慮する必要がある。地域森林計画は、気候や産業としての林業などを反映して地域ごとに作成されるが、特に生物多様性のような林業と調整が必要な側面に関して、地域的にどのような特徴や差があるのかは明らかにされていない。そこで本研究では、全国の地域森林計画を網羅的に俯瞰し、特に生物多様性がどのように扱われているかを明らかにする。

P2-111 間伐後のスギ林下層群集の集合規則

北川 涼²・上野 満¹・正木 隆²

¹ 山形県森林研究研修センター・² 森林総合研究所森林植生研究領域

間伐による林床の光環境の改善が多様性を内包した植物群集の形成に一定の効果をもたらすことが明らかになっているが、群集形成プロセスについての知見は少ない。群集形成プロセスは、1) 局所的な環境要因によって規定される、2) 確率に依存した移入によって規定されるプロセス、に分けることができる。前者が卓越する場合は間伐処理によって、群集構造をコントロールすることが可能であり、施業による多様性保全への効果が見込まれる。しかし、後者が卓越する場合は、間伐よりも、移入の確率の高い場所を選択するといった「ゾーニング」がより有効であると考えられる。そこで、本研究では間伐前後の群集構造の規定要因を明らかにし、人工林内の多様性保全のための間伐の有効性について検討した。間伐による多様性増加は本研究においても認められたが、間伐後の群集構造を規定する直接的な要因は周囲のシードソースからの移入であることが明らかになった。したがって、移入の確率の高い場所を選択した上で、周囲からの移入を促進するための間伐をおこなうことが、人工林における植物の多様性保全のための効率の良い方法であると考えられる。

P2-112 一斜面地形上における気候的、土地的極相種 2 種の分布と更新

寄元道徳¹・松山周平²・坂野上なお¹

¹ 京都大学フィールド科学教育研究センター・² 酪農学園大学

尾根・谷斜面地形上における気候的極相種と土地的極相種の共存は古くから知られてきているが、更新維持の解明は十分でなく不明な点が多い。本研究では、尾根・谷斜面地形上における上記 2 極相種の更新過程を明らかにすることを目的に、京都盆地にある針広混交林の優占種となっているコジイとヒノキを対象に、サイズ、空間分布 (40m×90m)、齡構造を調べた。その結果、5 サイズ階に区分した構造は、コジイが最小サイズ階 (0.3m≤H<1.3m) で最多となりサイズ増加にともない急減する L 字型、ヒノキが最小サイズ階で最少となりサイズ増加にともない急増する逆 L 字型となっていた。一方、斜面地形上における分布は、ヒノキの多くのサイズ階が尾根から斜面中腹に広く分布していたのに対して、コジイは最大サイズ階 (20cm≤DBH) が谷部に限定されていたにも拘わらず、小サイズ階 (DBH<5cm) はいずれも谷部を除く斜面に広く分布していた。また、樹齡とサイズの間は両種ともに直線的関係となっていた。以上より、コジイは谷部の成木分布域を除く斜面上で連続的に更新し、ヒノキは尾根から斜面中腹の成木分布域で散発的・連続的に更新していることが推察された。

P2-114 沖縄県やんばる地域の樹木群集に林道敷設が及ぼす影響

阿部 真¹・佐藤大樹²・長谷川元洋³

¹ 森林総合研究所森林植生研究領域・² 森林総合研究所森林昆虫研究領域・³ 森林総合研究所四国支所

林道は林冠を細長く、また長期にわたって除去することにより、沿道の生態系に影響を与える。沖縄島北部に広がるやんばるの森林は、多くの固有種を擁する希少な生態系として注目されるが、天然生林を含む広い範囲に多数の林道が開設され、さらに舗装や沿道の除草などの維持管理がされている。そこで、やんばるの樹木群集に対して林道が及ぼしている影響を解明するため、林道沿いの樹木群集の特性を解析した。環境省地球環境保全等試験研究費「沖縄ヤンバルの森林の生物多様性に及ぼす人為の影響の評価とその緩和手法の開発」(平 17~21 年度) の調査結果を用いて、道路に接する帯状の区画 (3m×35m) と、道路と直交し林内へ伸びる区画 (同) とにおける樹木群集の特徴や変化を、新旧的林道沿いの計 12 地点で調べた。林道沿いの対照には、近隣の 18 カ所の調査区 (20m×20m) のデータを用いた。枯死木が多く、かつ小径の幹による株萌芽が旺盛になる傾向が、新しい林道沿いで認められた。枯死木の数とまた生木の幹数・蓄積には、斜面方位および標高との関連も示された。発表では、林道からの距離と群集構造との関係についての結果を併せて示す。

P2-113 伊勢湾台風被害 43 年が経過した縞枯れ林におけるバイオマスの回復

岩本宏二郎¹・鶴川 信²・荒木眞岳³・壁谷大介³・石塚森吉⁴・梶本卓也³

¹ 森林総合研究所多摩森林科学園・² 鹿児島大学農学部・³ 森林総合研究所植物生態研究領域・⁴ 国際緑化推進センター

台風攪乱後の縞枯れ林の回復過程を明らかにするため、1959 年の台風で攪乱を受けた北八ヶ岳縞枯山山の発達段階の異なる 3 地点 (M:成熟林、I:中間林、Y:若木林) において、伐倒調査と樹幹解析、2001 年から 2008 年にかけての毎木調査により、攪乱後約 40 年間における現存量の変化を推定した。各地点には本数密度の異なる 2 調査区 (高密度区、低密度区) を設置し、台風攪乱時の林齡と更新木の成立密度の違いに対する現存量変化の違いについて検討した。結果、3 地点には発達段階に対応した林齡の違いがあったが、M と I においては風倒後の成長経過は同様のパターンを示し、林分現存量もほぼ等しかった。すなわち、M においては台風攪乱時に林床にあった前生稚樹が主に現在の林冠を形成しているのに対し、I の林冠木は攪乱後に侵入した後生稚樹が成長したものと考えられた。稚樹の不均質な定着によって生じたと考えられる低密度区の成立本数は、M、I ともに高密度区の 5 割程度であるが、2002 年時点においても林分当たりの現存量には明かな差がみられた。縞枯れ林における台風攪乱後の現存量の回復過程は、林分の発達段階、前生稚樹の有無、更新木の成立密度などによって異なると考えられた。

P2-115 台風攪乱がブナ老齢林を構成する主要樹種の稚樹の個体群動態に及ぼす影響

鳥丸 猛¹・若林真隆²・佐野淳之³・永松 大⁴・松下通也⁵・稲永路子⁶・戸丸信弘⁷・西村尚之⁸

¹ 三重大学大学院生物資源学研究所・² 三重大学生物資源学部・³ 鳥取大学農学部・⁴ 鳥取大学地域学部・⁵ 森林総合研究所林木育種センター・⁶ 秋田県立大学木材高度加工研究所・⁷ 名古屋大学大学院生命農学研究所・⁸ 群馬大学社会情報学部

西日本のブナ林はしばしば台風の経路と重なっているため、台風攪乱がブナ林を構成する樹種の共存に果たす役割は大きいと考えられる。そこで本研究は、鳥取県大山のブナ天然林に設置した固定調査区内において、主要構成樹種であるブナ、ハウチワカエデ、コミネカエデの稚樹 (樹高 ≥30cm かつ DBH<5cm の幹) の毎木調査を 2009 年から 2015 年まで 2 年間隔で実施し、台風攪乱に対する応答を調査した。大山付近を通過した台風は 2009-11 年と 2013-15 年の調査期間にそれぞれ 4 回と 5 回記録されたが、2011-13 年には台風の通過は認められなかった。毎木調査の結果、2009-11 年におけるコミネカエデ稚樹の死亡率が他の調査期間よりも低かったが、その他の樹種では調査期間と死亡率に関連性は認められなかった。一方、三樹種全てにおいて、稚樹サイズへの加入率は台風攪乱の認められなかった 2011-13 年の調査期間で高かった。以上から、台風攪乱は幹の死亡ばかりでなく稚樹サイズへの加入にも影響を及ぼすことが明らかになった。さらに本報告では、林冠状態の変化ごとに加入率を算出し、台風攪乱に起因する林冠動態の観点から新規加入のパターンを議論する。

P2-116 ナラ枯れが富山県のミズナラとコナラの資源量に与えた影響 — 森林資源モニタリング調査データの活用 —

中島春樹

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

富山県では2005～2011年にナラ枯れが多発し、激害林では林分構造が大きく変化した(Nakajima and Ishida 2014)。しかし、県域レベルにおいて、ミズナラやコナラの資源量がどの程度変動したか、どのような林分で枯損被害が多かったか明らかでない。森林資源モニタリング調査では、全国に4km間隔の格子線を想定し、その交点のうち森林に0.1haの調査地を設定して、1999～2003年に第1回調査が行われた。うち富山県民有林内で実施された101点のデータからナラ枯れ前の、同地点において2012～2014年に独自に実施した再調査からナラ枯れ後の樹種別資源量を推定した。ナラ枯れ前のミズナラの推定材積は約2,800千 m^3 で天然林の最多樹種だったが、ナラ枯れ後には56%減少してブナとコナラより少なくなり、ナラ枯れが県域レベルでミズナラの資源量を激減させたことが明らかとなった。一方、コナラは約2,000千 m^3 から13%増加しており、成長量がナラ枯れ等による枯損量を上回っていた。ミズナラの枯損は、ナラ類材積が多く、標高の低い林分で多く発生していたことから、標高400～800m付近のミズナラの優占度が高かった林分で、資源量の大きな変動があったと考えられた。

P2-118 シカの食害環境下にあるナラ枯れ被害林分の植生パターン：京都三山を事例に

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、シカの食害が拡大している京都三山のナラ枯れ被害林分の植生を調査し、立地環境との関係を把握することで、シカの食害環境下にあるナラ枯れ被害林分の植生パターンを理解することを目的とした。京都三山の面積の80%を網羅する29通りの立地環境(堆積様式、表層地質、凹凸区分、斜面傾斜、表層土粒径の5つの組合せ)に10m×10mプロットを合計60地点設置し、毎木調査を実施した。いずれのプロットもシカの食害による植生の衰退程度SDR(藤木, 2011)はD2-D4で、シカの食害の影響を受けていた。毎木調査結果をもとに植生を分類したところ、上層(高木・亜高木層)はコナラ、アベマキ、アカマツおよび上層を欠くタイプが、低木層はコバノミツバツツジ、アラカシ、ヒサカキ、ヤブツバキなど5つのタイプが見られた。上層のコナラ林やアベマキ林は凹部に分布する傾向が見られたが、低木層の植生タイプと立地環境との関係は明確ではなかった。低木層の分布を規定する要因について更に解析する必要がある。また、今後の植生回復の可能性を把握するために、実生の樹種や個体数と立地環境およびシカの食害の程度との関係を把握する必要がある。

P2-117 東海地方の暖温帯二次林における、ナラ枯れが林分構造に与える影響

佐藤貴紀・松井理生・田中延亮・蔵治光一郎

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

ナラ枯れは大径木を中心にナラ類樹木の枯死被害を発生させるため、その後の樹木成長に影響を与えることが考えられる。本研究はナラ枯れが樹木の直径成長に与える影響について明らかにした。愛知県にある東京大学附属演習林生態水文学研究所の研究林内に設定した1haの方形区を対象として毎木調査によって得られた幹周囲長15cm以上の全て樹木の胸高直径(DBH)と座標データを使用した。毎木調査を行った年ごとに新たに幹周囲長が15cmを超えた樹木を新規参入木として定義した。また、ナラ枯れによるコナラ枯死履歴を使用した。以上のデータからナラ枯れ被害前(2006-9)及び被害後(2012-15)の各成長量(Δ DBH)と競争指数CIを算出した。CIは対象木を中心とした円内に存在するコナラ枯死個体のDBHを対象木までの距離で割ることで計算した。被害前の Δ DBHとCIから被害後の Δ DBHを説明する一般化線形モデルを作成した結果、CIと被害後の Δ DBHには正の関係がみられた。被害後に確認された新規参入木のCIの中央値は他の樹木に比べて大きい傾向が見られた。以上の結果から、15cm以下の樹木も含めコナラ枯死木周辺に生育している樹木の直径成長が促進されていることが示唆された。

P2-119 京都市近郊二次林におけるブナ科樹木4種の堅果生産の変動とその要因

平山貴美子¹・今井龍夫¹・立川知恵理²・榎本耕作²・松田幸彦²

¹ 京都府立大学大学院生命環境科学研究科・² 京都府立大学生命環境学部

ブナ科樹木の堅果は大型で栄養価も高いことから、様々な昆虫によって加害されることが知られており、堅果生産の変動との関連性が指摘されてきた。西日本の暖温帯域の森林においては、多種のブナ科樹木が混交することが多く、さらに遷移の進行等に伴ってその構成割合が変化する。ブナ科樹木の種子食昆虫は、多種を寄主とするものが多いものの、選好性やその幅が異なり、ブナ科樹木の構成割合の変化によって加害や堅果生産パターンが変化している可能性がある。本研究では、京都市近郊のアベマキ・コナラが優占しアラカシも混交する落葉広葉樹林、その林分に近接して近年コジイが優占してきたコジイ優占林、さらに古くからコジイが優占している常緑広葉樹林に調査プロットを設け、各林分におけるブナ科樹木の堅果生産及び加害パターンを複数年度にわたり調べた。その結果、林分の違いによらず、アベマキは鱗翅目による加害、コナラとアラカシはハイイロチョッキリによる吸汁が優占し、特に吸汁はコナラ・アラカシの健全堅果数に大きな影響を与えていることが明らかとなった。一方コジイの虫害率は林分に関わらず低かったものの、構成樹種の変化により加害内訳が変化していた。

P2-120 目視調査によるブナの個体ごとの開花数の評価と豊凶予測への応用

長谷川喬平・小山浩正

山形大学農学部

本研究では、ブナの個体ごとの開花と、林分全体の開花数の関係について調べた。調査は、山形県庄内地方の固定調査地において11年間実施した。個体ごとの開花は、林道沿いの45個体に水井(1991)による目視調査を行い、各個体の枝先50cmの平均雌花数を定量的に評価した。枝先50cmに平均4.2個以上の雌花が着花した個体を開花個体とし、各年の林内の開花個体率(以下、開花率)を算出した。林分全体の開花数は、シードトラップにより得た。各年の開花率と林分の開花数には、有意な正の相関がみられた($r=0.98$)。つまり林内の開花個体が多くなるほど、林分全体の開花数が増える傾向にあった。そこで松井ら(2009)による、山形での豊作予測の条件(開花数350個/m²)から、豊作予測に必要な開花率を検討した。その結果、林内で約4割以上の個体が開花していれば、豊作になる傾向が示された。この条件を県内のブナ林5ヶ所で検証した結果、4ヶ所で有効性が確認された。よって、今後はこの条件を用いれば、個体ごとの目視調査のみで豊凶予測が可能になると示唆された。この方法は実施が容易なため、豊凶予測の簡便化への貢献が期待される。

P2-122 個体ごとにみたブナの開花特性の違いと葉および防御形質の個体差

飯沼久仁佳¹・小山浩正²・芦谷竜矢²

¹ 山形大学大学院農学研究科・² 山形大学農学部

個体群で同調して一斉に開花するマスティング種は、豊作年にほとんどの個体が結実するとされてきた。ブナも顕著なマスティング性をもつが豊作年に結実個体と非結実個体が存在することから、結実回数や結実量には個体差があると考えられる。さらに、結実年には葉の変形が確認されていることや、繁殖と防御形質との間でトレード・オフが示唆されていることから、他の形質にも個体差が生じると予想される。当研究では林分が豊作を示した2015年に高所作業車によって43個体の陽樹冠から枝を採取し、結実履歴、葉の形質、防御形質のそれぞれに個体差があるか確認した。また、凶作であった2014年と比較し性質に一貫性があるかを検証した。1999~2015年までの結実回数および2015年の結実量は個体差が大きかった(結実回数1~10回、雌花序痕率0~86%)。2015年の葉の形質および防御形質にも個体差があった(SPAD 32~49、SLA 89~166 cm²/g、葉の硬さ1.8~3.7 N、総フェノール濃度3.8~12.4%、縮合型タンニン濃度1/2~13.5%)。林分単位では豊作年にSLA、縮合型タンニン濃度は低下したが、葉の硬さ以外のすべての形質で順位の一貫性があり、個体の性質は維持されると考えられた。

P2-121 屋久島におけるヤクタネゴヨウの球果および種子の生産量の変動

金谷整一¹・Daijirou Mitsunaga²・作田耕太郎²・手塚賢至³

¹ 森林総合研究所九州支所・² 九州大学農学部・³ 屋久島・ヤクタネゴヨウ調査隊

レッドデータブックで「絶滅危惧IB類」であるヤクタネゴヨウは、屋久島で2,000個体、種子島で300個体ほどが自生しているとされるマツ属の常緑高木である。絶滅の危機に瀕しているヤクタネゴヨウに対し、自生地内外で適切な保全策を実施するため、自生地における個体群動態や繁殖状況等の情報の蓄積が急務である。本報告では、屋久島の自生地において球果ならびに種子の生産数を10年以上にわたって調査するとともに、球果に残存する胚珠を計数して受粉率を算出し、球果・種子生産数および受粉の状況の変動について整理した。球果の着生率は概ね50%以上で、個体あたりの平均着生数は20個以下の年がほとんどであった。球果当たりの平均種子数は20粒以下で受粉率は平均10~30%程度であった。球果当たりの充実種子数は5粒以下(充実率:20~40%)であった。以上のことから、ヤクタネゴヨウの球果・種子生産数は少なく受粉状況は好ましくないと推察された。ヤクタネゴヨウの健全な種子を生産し天然更新(自生地保全)を推進するためには、他家系との受粉環境が維持されていることが必要であり、現存する成木(繁殖個体)を適切に保全していくことが重要であることが示唆された。

P2-123 林分スケールにおけるミズナラ結実変動の同調性

水谷瑞希

信州大学教育学部

本研究では、ミズナラの林分スケールにおける個体レベルの結実変動の同調性を明らかにすることを目的として調査を実施した。調査は福井県大野市平家平に設定した5つのコドラート内に生育する約250個体(個体間の最大距離約800m)を対象に行った。2006~15年まで、毎年秋に個体ごとの着果量を目視で評価した。このうち不作以上の作柄が記録された205個体を対象に、個体ごとの結実変動に着目して解析を行った。調査地の作柄は2009年には良好、2006、10、14、15年には不良であった。2009年には83%の個体が上位25%の着果度となった。一方、作柄不良年には89~100%の個体が平均以下の着果度となった。14、15年の作柄不良は、マイマイガの食害によるものと考えられた。個体ごとの結実変動パターンは強い隔年結果傾向を示し、奇数年に結実が良好となった個体が多かったが、それは一部異なる挙動を示す個体も約30%みられた。個体ごとの結実変動の同調性は調査地全体で高かった。林分スケールにおける個体ごとの結実変動の同調は、内的要因による隔年結果傾向と、強い外的要因として作用する特定の気象条件や他の生物的要因によってもたらされていると考えられた。

P2-124 山形県蔵王山におけるアオモリトドマツの衰弱に対する調査と試み

斉藤正一¹・福田達胤²・松浦博文³

¹ 山形県森林研究研修センター・² 東北森林管理局・³ 山形森林管理署

山形県山形市蔵王の地蔵岳付近のオオシラビソ（別名アオモリトドマツ、以下アオトド）林で、2013年にトウヒツヅリヒメハマキ（以下ハマキガ）の食害により、蔵王ロープウェイ山頂駅付近の純林が集団的に褐変する被害が発生した。関係機関が連携して調査や作業する中、今回は、アオトドの衰弱状況とその対策、加害生物のハマキガの生態に関する本年の結果と経過について報告する。アオトドの被害状況は、2015年に新たな被害はない。しかし、食害にあった樹木は樹冠上部の葉が消失し、中～下部の枝に着葉がみられる。そこで、着葉率を6区分し、被害林の中心に設定した調査地内の585本の立木の状況を調査した。着葉量が樹冠全体の20%以下の立木が全体の70%を占め、次いで60%が10%、40%が全体の5%程度であり、相当数のアオトドの樹勢衰退が明らかになった。このため、2015年6月に樹勢回復のためにメネデールの樹幹注入をこの585本に行った。樹勢の評価は2016年に実施する予定。また、ハマキガの調査では、7月中旬の羽化がマレーズトラップ等で観察された。また、磯野（2015）が報告した2種のヒメバチ類もトラップで観察され、寄生蜂による被害の低下が示唆された。

P2-126 森林衰退が進行する大台ヶ原正木峠の防鹿柵内外におけるトウヒ個体群の9年間の変化

木佐貫博光

三重大学大学院生物資源学研究所

ニホンジガの頭数密度が高い地域では、樹木の幹の剥皮防止や林床植生の保護などのためにシカの侵入を防ぐ柵が設置されることがある。植生保護における柵の効果が認められるケースがある一方、ササなどの繁殖力の高い種が優占したために樹木の更新が阻害されているケースもみられる。本研究では、後者のケースでの防鹿柵が高木の生存と成長に与える効果を解明するために、大台ヶ原正木峠の衰退林に設置された防鹿柵の内外において、トウヒ成木の生残、成長、剥皮の状況を調査した。2006年に防鹿柵の内外の約2haに生育するトウヒ成木（DBH>10cm）を対象に、DBHを測定し剥皮の有無を記録した。また、柵の内外においてミヤコザサの稈高を2002年から測定した。2015年、これらの成木を対象に、生死、DBHおよび剥皮の程度を再測定した。柵内では柵が設置された2002年の直後からミヤコザサ稈高が急速に上昇した。柵外でもシカの頭数管理の影響からササ稈高が徐々に上昇した。発表では、トウヒ成木の9年間の死亡率、直径成長を柵の内外で比較する。また、柵内のかつて剥皮害を受けた成木の幹の状況ならびに柵外の成木の剥皮状況を示す。

P2-125 草地からの再生林における樹木種の多様性と鳥散布型樹木の分布

三谷絵理子・大住克博

鳥取大学農学部

放棄された火入れ草地の森林の回復過程における鳥散布型樹木の役割を明らかにするため、岡山県真庭市蒜山地域において再生林の林分構造の調査を行った。また、鳥類による草地への種子散布の可能性を検討するため、維持管理されている草地においてシードトラップによる糞の捕捉と、飛来する鳥類の観察を行った。調査の結果から、再生林内の残存孤立木周辺には鳥散布型樹木が集中して更新する傾向が認められた。しかし、鳥散布型樹木は高木種であっても低木層にとどまり、再生林の林冠構成種にはなっていなかった。シードトラップからはヤマザクラなどの種子が採取され、それらはヒヨドリなどの鳥類によって散布された可能性が示唆された。これらのことから、草地内の孤立木は鳥類による種子散布を促進し、草地からの再生林の種多様性に影響を与えていると考えられた。

P2-127 イノシシ・シカの侵入、定着過程での里山における哺乳類群集と利用場所選択

箕口秀夫¹・桶田優衣²・佐藤 優³・望月翔太³

¹ 新潟大学農学部・² 新潟大学理学部・³ 新潟大学大学院自然科学研究科

近年イノシシとニホンジガが積雪地帯にも分布域を拡大、復帰してきている。これら大型獣の復帰は、直接、間接的に在来の哺乳類群集の構造や利用場所を変化させると考えられる。そこで、イノシシ・シカが分布拡大している里山での哺乳類群集の構造と利用場所選択についてカメラトラップ法により明らかにする。新潟県上越市名立区の少雪海岸部から多雪内陸部にかけて連続する里山を調査地とした。2014年10月に内陸部に、2015年8月に海岸部調査ブロックを設定し、それぞれ20サイト各1台、2ブロックで計40台のカメラトラップを設置した。

2015年11月までの調査で10,009動画が撮影され、そのうち19%の1,672動画が有効であった。撮影された哺乳類は11科16種であった。当該地域里山で生息が予測される種ではニホンザルが撮影されず、新潟県での生息が不明なアライグマが撮影された。撮影頻度が最も高かったのはニホンリスで、イノシシ、ニホンジカの順となった。上位3種の撮影頻度に大きな差はなく、イノシシ、ニホンジカの復帰が進んでいることがうかがえた。ニホンノウサギ、キツネ、タヌキ、およびハクビシンの中型哺乳類が上位3種につづき同程度の撮影頻度となった。

P2-128 九州山地におけるモミ・ツガ林の長期動態にニホンジカ個体数の増加が及ぼす影響

榎木 勉・久保田勝義・鍛冶清弘・長慶一郎・山内康平・椎葉康喜・緒方健人・菱 拓雄・田代直明

九州大学農学部附属演習林

近年、日本各地でニホンジカ（以下シカ）による森林生態系の改変が報告されている。九州山地の冷温帯針広混交林においてもスズタケなどの下層植生の消失が見られる。しかし、シカによる影響を強く受ける前から森林動態を長期にわたり観測した事例は少ない。本報告では、九州大学宮崎演習林内の冷温帯針広混交林に1971年と1985年に設定した2つの調査地（幅4mのベルトトランセクト3本；85m、85m、70mと70m×30mの方形区）を復元し、2013年（1971年設定）と2014年（1985年設定）に再調査した結果を報告する。方形区ではシカの個体数の増加および林床植生の食害が記録され始めた時期に当たる1996年に再測定が実施されていた。1996年以降に胸高直径5cm以下の樹木個体の枯死が増加し、新規加入個体のほとんどをシカが摂食しないシキミとアセビが占めるようになった1971年当時林床に密生していたスズタケも同様の影響を受け、林床から完全に消失した。シカによる摂食の影響をあまり受けない胸高直径5cm以上の樹木も個体数の減少、種組成の変化が見られたが、胸高断面積合計の変化は小さかった。

P2-130 マツタケとシロ近辺に生育する他種の菌根菌との相互作用に関する調査

練 春蘭¹・Yan Xia^{1,2}・Lu-Min Vaario^{3,4}・黒河内寛之¹・Shijie Zhang³・松下範久³・山田明義⁵・吉村文彦⁶

¹ 東京大学アジア生物資源環境研究センター・² 南京農業大学生命科学学院・³ 東京大学大学院農学生命科学研究科・⁴ フィンランド国立自然資源研究所・⁵ 信州大学農学部応用生命科学科・⁶ 京都造形芸術大学

マツタケは北半球の温帯地域に広く分布する菌種であるが、マツタケのシロが形成される林分は限定的であり、それらの林分内でもシロが形成される場所は限られている。そのため、シロの形成には、土壤微生物を含む土壤の微環境が重要な要素であると考えられる。これまでに、多くの研究者が分子生物学的手法によりシロおよびシロに隣接する土壤の微生物群集構造を調べたが、in vitroの土壤微生物がシロの形成に与える影響に関する報告は殆どない。本研究では、長野県の松川町、伊那市と松本市、京都府の丹波と和歌山県の高野町舟形山の調査地内の3つ以上のシロから、シロの内部とシロの近辺の土壤をサンプリングし、メタゲノム解析により土壤微生物（真菌類と細菌類）の種構成を明らかにした。また、土壤から菌根菌を分離し、分離菌株とマツタケを対峙培養させることにより、マツタケと各種との相互作用を調べた。

P2-129 Genotypic diversity of the ectomycorrhizal fungus *Cenococcum geophilum* at a soil core scale

Keisuke Obase¹・Greg W Douhan²・Yosuke Matsuda³・Matthew E Smith⁴

¹ 森林総合研究所森林微生物研究領域・² University of California, Department of Plant Pathology and Microbiology・³ 三重大学大学院生物資源学研究所・⁴ University of Florida, Department of Plant Pathology

Cenococcum geophilum (Cg) forms ectomycorrhizas with host plants and sclerotia in forest soils. Nine new microsatellite markers were developed and applied to understand genotypic diversity of Cg ectomycorrhizas and sclerotia at the soil core scale. Ninety-six isolates from five soil samples (7×7×10 cm) recovered 27 multilocus genotypes. The number of identical genotypes detected within ectomycorrhizas and sclerotia from the same soil sample was low, ranging from 0–2 per sample. In contrast, more than half of all genotypes were unique from ectomycorrhizas and sclerotia in each sample. The low overlap between genotypes from ectomycorrhizas and sclerotia from the same small spatial scale suggests there may be intense competition between individuals and that different genotypes may have different survival strategies.

P2-131 ニホンジカによる植生衰退が土壤微生物群集の機能的多様性に及ぼす影響

平尾聡秀¹・藤井正典²・山田利博¹

¹ 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・² 環境科学技術研究所環境影響研究部

近年、各地の森林でニホンジカの密度が増加し、その植食圧によって植生が急速に衰退しつつある。植生の衰退は、地下部へ供給されるリターの量・質の変化や、植物との直接的な相互作用の変化を介して、土壤微生物群集に大きな影響を及ぼすと考えられる。土壤微生物群集は、森林生態系の物質循環を規定する主要な要素であり、ニホンジカによる植生衰退が土壤微生物群集の機能に及ぼす影響を明らかにすることは、生態系保全の観点からも重要である。本研究では、東京大学秩父演習林のケヤキ林に設置された植生保護柵の内外にシカ排除区と対照区を設定し、植生と土壤微生物群集の関係を検証した。2014年12月と2015年7月に上層木と下層植生の調査を行うとともに、各調査区6ヶ所から深度別に土壤を採取し、真正細菌16SrRNA遺伝子V4領域を対象としたアンプリコン解析を行った。得られた塩基配列をデータベースと照合し、真正細菌の多様性を決定した。また、分子系統樹に基づいて、各分類群の機能プロファイリングを行い、土壤微生物群集の機能的多様性を推定した。本講演では、これらのデータに基づいて、植生衰退が土壤微生物群集の機能的多様性に及ぼす影響を議論する。

P2-132 隔離小集団の保全に向けた樹木共生菌群集と系統地理の解明：早池峰山アカエゾマツの事例

宮本裕美子¹・成松眞樹²・奈良一秀¹

¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科・² 岩手県林業技術センター

局地的に分布する樹木の小さな集団は、近親交配による更新不良や生育環境の変動により個体数の減少が危惧される。樹木小集団の保全に向けて分布状況や林分構成などの調査は進んでいるものの、樹木の生存に不可欠な土壌中の共生菌に着目した調査は少ない。特にアカエゾマツは、植物の生長に必要な栄養が著しく欠乏している蛇紋岩地に生育することから、養分吸収における菌根菌への依存度が高いと考えられる。本研究では、本州に唯一隔離分布するアカエゾマツの小集団（岩手県早池峰山）を対象とし、アカエゾマツ林分の外生菌根菌の多様性および群集構造を明らかにした。岩手県北上山地のアカエゾマツ自生地および5 km離れた非蛇紋岩地の針葉樹林において、合計107土壌コアを採取し、分子解析により菌根菌種を特定した。結果、アカエゾマツ林分（計109種）では非蛇紋岩地（計76種）と比べて菌根菌種の多様性が高く、樹木が多様な菌に依存した生態系と考えられる。また二つの調査地の共通菌種は11種（6.3%）と少なく、近距離にも関わらず菌群集は大きく異なった。蛇紋岩地に見られた特有の菌根菌群集は、アカエゾマツ隔離小集団の生育に関与している可能性がある。

P2-134 樹洞のある熱帯泥炭湿地林の木の形態的な特徴

門田有佳子¹・清野嘉之²・Lulie Melling³・Christopher Damian³・Auldry Chaddy³

¹ 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・² 森林総合研究所・³ Tropical Peat Research Laboratory Unit, Sarawak

熱帯泥炭湿地林では、貧栄養な泥炭の上にフタバガキ科の大木が成立している。この立地環境では、利用可能な資源が限定されている上、他個体との競争も考えられることから、獲得した資源の投資先（器官）の決定は生き残りにとって重要だろう。マレーシア・サラワク州の泥炭湿地林では、最大樹高70 mに達する *Shorea albida* が優占している。*S. albida* は、個体が小さい間は伸長成長を優先し、幹へのバイオマスの投資が多い。一方で、大径木の多くは、幹に樹洞がある。樹洞の発達は、幹にかかるコスト（腐朽に対する防御と幹の成長）と関連することが予想される。本研究では、大径木まで含む個体サイズとバイオマスデータを使って、個体の形状および各器官のバイオマス割合の変化を調査した。泥炭湿地林の最大DBHクラスと比較した時、樹高は低地フタバガキ林の約94%に達した。樹洞の発達によって主幹はチューブ状になるが、厚さ平均11 cmの硬材によって維持された。幹のバイオマスの割合は、成長と共に大きくなる樹洞によって徐々に低下した。一方で根バイオマスの割合は、ばらつきが大きいもののDBHと共に増加した。

P2-133 東南アジアの低地フタバガキ林と乾燥フタバガキ林樹木の材密度と含水率

田中憲蔵¹・市栄智明²・Kendawang, Jawa J³・Sopah Chann⁴

¹ 森林総合研究所植物生態研究領域・² 高知大学農学部・³ Tropical Peat Research Laboratory Unit, Sarawak・⁴ Forest-Wildlife Research and Development Institute

樹木の材密度は、幹の支持力の指標になるだけでなく、通水機能や光合成機能など生理機能とも関係がある。また、単位体積当たりの炭素濃度とも密接に関係しており、樹体や森林の炭素蓄積量の正確な推定に役立つ。本研究は、種の多様性の高い東南アジア熱帯域において、雨季乾季の明瞭なカンボジアの乾燥フタバガキ林と、年中湿潤なマレーシアの低地フタバガキ林に生育する様々な樹種を対象に、材密度と材含水率を調べ比較した。カンボジア・クラチエ州の乾燥フタバガキ林とマレーシアサラワク州の低地フタバガキ林において、それぞれ43種と71種の材を生長錐で採取した。平均材密度は、カンボジアとサラワクで差が無かったが、材含水率はカンボジアの方がサラワクに比べ有意に高い値を示した。またカンボジア産樹木では、材密度と含水率に負の相関がみられたが、サラワク産樹木ではそのような関係は無かった。カンボジア産樹木の高い含水率は、降雨の季節変動が大きな乾燥フタバガキ林での樹木の適応に役立っている可能性が考えられた。

P2-135 北米湿地林構成種ヌマスギの膝根分布と冠水条件との関係

岩永史子¹・半澤彩菜²・福本桂子³・太田徹志¹・山本福壽²

¹ 九州大学持続可能な社会のための決断科学センター・² 鳥取大学農学部・³ 九州大学大学院農学研究院

膝根はマングローブ樹種や一部の冠水耐性種の根系に発生する器官である。地下根茎から地上へ垂直に発達し、冠水によって生じた酸欠の緩和に役立つと考えられているが、膝根が発達する環境条件や、そのプロセスは未だ明らかになっていない。本研究では北米の主要な溪畔・湿地林構成種であり、膝根を有するヌマスギ (*Taxodium distichum*) を調査対象種として、冠水環境下での膝根の分布パターンと発達程度が水位環境にどのように影響されるかを調査した。調査は九州大学福岡演習林・ヌマスギ植栽試験地（約40年生）で行った。試験地内に15 m×30 mの方形調査地を設置し、調査区内の1 m間隔での地盤高、すべての植栽木と膝根の位置を測定した。植栽木の樹高と樹幹周囲長、膝根サイズを計測し、植栽木と膝根の発達、および膝根分布と水深との関係を調査した。樹高は冠水深が深くなるほど抑制された。膝根は水深が深くなるほど分布が少なる傾向がみられたが、膝根サイズでは水位との明らかな相関は認められなかった。したがって、樹体本体の成長や膝根発生に水位が影響するが、膝根の発達には影響しない可能性が示された。

P2-136 肥大・成長フェノロジーからみたスギとマツの成長様式

保坂武宣¹・玉泉幸一郎²

¹九州大学農学部・²九州大学大学院農学研究院

植物の成長フェノロジーは、その植物の生長戦略を知る上で重要である。木本植物の成長フェノロジーに関する報告は、広葉樹では多く針葉樹では少ない。本研究では、陽樹とされるクロマツと耐陰性の強いスギの成長フェノロジーを比較した。九大構内に植栽された5年生のスギ(15本)とクロマツ(5本)を供試し、主軸伸長成長と幹肥大成長を経時的に測定した。伸長成長は定規を用いて1mm単位で、肥大成長は幹に装着したデンドロメーターで半径方向の成長を10 μ m単位で測定した。測定は2014年10月から2015年12月まで2、3日間隔で行った。肥大成長では両種ともに2回の成長期が認められた。しかし、成長期は両種で異なり、クロマツは春期と秋期、スギでは春期に連続していた。伸長成長に関しては、どちらも1回の伸長期が認められたがクロマツがスギよりも1ヶ月早く開始し成長休止日も早かった。肥大成長と伸長成長を対比すると、成長開始期において、クロマツは肥大成長と伸長成長が連動していたのに対し、スギは肥大成長が伸長成長に優先していた。以上から、クロマツは樹高成長を優先し、スギは肥大成長を優先する成長戦略をとっている種と考えられた。

P2-139 低木群落内木本種の受光体制を3次元構造で解析する

濱野莉彩子

静岡大学農学部

人工林の伐採後に発達する藪群落の情報はその後の更新の成否や下刈りの必要性など造林施策にとって重要である。藪群落内に発生した木本種の光資源をめぐる個体間の競争過程を解明するため、藪群落内の多様な光環境に対する枝葉と個体全体の葉分布構造および受光体制について種特性を評価した。静岡県浜松市天竜区の人工林内に3~8年前に創出された10~50m四方のギャップ内に1~1.4m四方のコドラート計22か所を設置し、層別刈り取り及び相対光量子密度を計測した。さらに異なる階層から種ごとに20cm長の枝葉を採取し、3次元レーザーキャナを用いて枝葉の3次元構造を細かく計測し、葉分布からさまざまな光の入射角度に対する受光効率(受光面積と葉面積の比)を計算した。同様にコドラート内から17個体を選び、個体の葉分布をレーザー計測し個体レベルの受光効率を計測した。さらに層別刈り取りのデータから種ごとの葉面積指数を変数とした光減衰モデルを作成し種ごとの吸光係数を推定した。ここでは3次元解析による種ごとの受光特性と層別刈り取りによる吸光係数の比較から藪群落内の光資源利用体制を種ごとに評価する。

P2-137 ブナ樹冠内の葉クラスターの特性・機能を決定する要因

望月貴治¹・水永博己²

¹岐阜大学大学院連合農学研究所・²静岡大学農学部

葉のクラスター化は植物群落の吸光係数を決める主要な要因の一つと知られている。成木の樹冠内では枝単位の葉クラスターが生じることが報告されており、樹冠の受光特性に影響していると予想できる。しかし、葉クラスターの形や分布は測定の困難なことから研究事例が少ない。同一種内でも樹冠形状が立地環境に伴い変化することが知られており、より小さな空間スケールの葉クラスターの特性も変化するのではないかと考えている。そこで、本研究の目的は、主に受光機能に注目して葉クラスターの形や分布による立地環境への適応を明らかにすること。

新潟県苗場山の立地環境の異なる5つのブナ林の林冠を3Dレーザーキャナによって測定し、一辺20cmの立方体セルごとに葉面積密度を推定した。それぞれの林分から優占したブナ5-6個体ずつの葉分布を抽出して解析に用いた。樹冠内の葉群の断片化は、林分が高齢になるとともに、また、個体毎の樹冠内のLAIが低下するとともに顕著になった。これより葉クラスター特性が林分間と個体間間の要因の違いに影響されることが示唆された。当日は、葉クラスターの形と分布に関する解析を追加した結果を発表する。

P2-140 常緑樹ソヨゴにおける葉群光合成と幹呼吸の時系列変動とその連関性

吉村謙一¹・小南裕志¹・安宅未央子²・深山貴文³

¹森林総合研究所関西支所・²京都大学農学部・³森林総合研究所

樹木は光合成で得た炭素の一部を貯蔵し、他方を呼吸として再放出する。光合成は主に光環境や温度といった環境条件によって大きく日変化・季節変化することが知られており、呼吸は主に温度環境によって大きく日変化・季節変化することが知られている。しかし、光合成・呼吸は樹木内炭素動態においてそれぞれ入力側と出力側の役割を担うことから、時として光合成速度と呼吸速度に関係性がみられる場合が生じることが予想される。そこで森林内に自生するソヨゴ成木を用いて、葉群光合成速度と幹呼吸速度を年間にわたり自動連続測定し、光合成・呼吸の環境応答とその時系列的な遅延を調べた。その上で葉群光合成速度の変化は幹呼吸速度に影響しうるのかについて考察する。この試験のように光合成・呼吸の時系列変動を測定し、瞬間から年間までの任意の時間スケールにおいて樹木内の炭素動態を捉えることは、順次貯蓄されていく炭素すなわち樹木生長がどのように環境応答するのかという問題の解決につながると考えられる。

P2-141 ブナ林の豊作年と凶作年における林冠着葉量と葉の諸形質及び林内光量の比較

諸橋希紗・小山浩正

山形大学農学部

閉鎖した純林分における単位面積当たりの葉量は樹種ごとにほぼ一定と言われている。しかしブナ林は結実による資源不足から豊作年には落葉量が減少するとされており、林内光量や葉の形質が変化することが考えられる。そこで約100年生のブナ二次林にリタートラップを設置し、落葉量と個葉面積、個葉重量、SLA、葉枚数を測定した。またトラップ付近で相対光量子束密度(rPPFD)も実測し、これらを豊作年、並作年、凶作年で比較した。また同林分における21年間の葉量データから、過去の林内光量をBeer-Lambertの法則を用いて再現した。その結果、豊作年は落葉量が並作、凶作年より有意に少なく、rPPFDは約15%と凶作年の3倍の明るさがあった。またSLAや葉枚数には有意差がなかったが、個葉面積と個葉重量は豊作年で有意に小さかった。このことから、落葉量つまり着葉量の減少は林冠の葉枚数の減少ではなく、個葉面積の縮小による個葉重量の減少が要因だったことが示唆された。また過去の再現林内光量は約5~14%の変動幅があり、豊作年に大きく減少し、その後徐々に増加する傾向が見られた。つまりブナ林の光環境は一定ではなく、結実によって変動していることが示唆された。

P2-143 車両系機械の林内作業にともなう林床攪乱とトドマツ人工林の植生発達

倉本恵生¹・飯田滋生²・佐藤弘和³・今博計³・橋本徹⁴・津山幾太郎⁴・津田高明³・佐々木尚三⁴

¹ 森林総合研究所森林植生研究領域・² 森林総合研究所九州支所・³ 北海道北海道立総合研究機構林業試験場・⁴ 森林総合研究所北海道支所

間伐は下層植生の発達や樹木の天然更新を促す。車両系林業機械の利用は作業の効率化・安全化によって間伐を推進させると期待される。一方、重量のある機械が林地に直接踏み込むことによる林地の影響が懸念されており、影響の実態を明らかにする必要がある。車両機の影響はタイヤやクローラが土壌を締め固めることや植生を直接踏みつぶすものが代表的であるが、機械に牽引された伐木で地表面がはぎ取られる場合もある。後者については林地の踏み付けを伴う場合(牽引しつつ走行)と伴わない場合(ウィンチによる牽引)がある。また実際の評価では林分内でも管理前歴による植生発達の差異が大きいことを考慮する必要がある。本研究では列状間伐を行って車両機による搬出を行ったトドマツ人工林において、3つの管理前歴(無間伐、前回間伐時の保残列と伐採列)ごとに2つの走行列を選定したうえで、機械の乗り入れは斜面下部でその上部はウィンチによる牽引のみ、さらに上部は切り捨て間伐という違いに着目して、植生発達と更新を分析した。ただし、前回の間伐列のうち1列については車両が中間部まで乗り入れつつ牽引を行っている。

P2-142 ドローン空撮による皆伐跡地の植生高及び被覆の計測

中尾勝洋¹・松浦俊也²・正木隆³・太田敬之³・佐野真琴²・眞浩⁴

¹ 森林総合研究所関西支所・² 森林総合研究所森林管理研究領域・³ 森林総合研究所森林植生研究領域・⁴ 筑波大学大学院生命環境科学研究科

地域に応じた人工林皆伐跡地における初期保育の低コスト及び省力化には、苗木生育の阻害要因の一つである雑草木の繁茂や苗木との競合関係を効率的に把握することが重要となる。そこで、本研究では、伐跡地全体での雑草木の被覆や高さ、苗木の被陰度合いの計測を、ドローン(UAV)による空撮から試みた。用いたUAV機材はDJI社製マルチコプターPhantom 2、搭載カメラはGoPro HERO4である。下刈り前の7月と下刈り後の11月にそれぞれ空撮を行い、画像処理ソフトで撮影画像のひずみを除去後、SfM(Structure from Motion)ソフトウェアのPhotoScan Proを用いて各時期のオルソ画像とデジタル表層モデル(DSM)を作成した。下刈り後のオルソ画像とDSMから基準点(GCP)を取得して下刈り前の画像のSfM計算を行い、二時期のDSMの差から植生高の変化の把握を試みた。しかし、GCPの位置精度不足で二時期のDSMの間に僅かな傾きが生じ、下刈り前後の植生高変化を正確に求められなかった。そこで、各時期のDSMを別々に使い、植栽木と周囲の草本や木本との標高差が伐採前後でどう変化したか調べた。その結果、下刈り後に植栽木の周囲の草本等との競合関係が緩和された様子を定量化できた。

P2-144 里山リニューアル事業後の森林植生の経年変化

籠谷泰行・山田早紀・田中 惟・香西彩子

滋賀県立大学環境科学部

日本各地に広く分布する里山林は、現在では利用が途絶えて放置されるようになり、さまざまな問題が生じてきている。こうした中で、滋賀県では平成18年度から「里山リニューアル事業」を実施するようになった。しかし、このような里山林整備が実際にどのような効果をもたらしているのかといった検証は十分なされていない。そこで、本研究では、滋賀県における里山林整備の植生への影響を、数年間にわたる調査によって明らかにすることを目的とした。滋賀県南部の日野町内で、平成18年度から26年度までに「里山リニューアル事業」を実施した里山林を実施年度ごとに1カ所ずつ調査地として設定するとともに、対照地として非実施地2カ所も設けた。各調査地において、20m×20mの調査区を設置し、毎木調査と下層植生調査を2011、2012、2015年に実施した。毎木調査の結果から、地上部現存量は整備直後の70t/haから実施9年後の160t/haまで変動し、森林整備によって30t/haほど現存量が減らされた後、回復していく傾向が明らかとなった。また、下層植生については、森林整備後に出現種にやや変化が見られたが、ササの繁茂が顕著になる場合もあった。

P2-145 高マグネシウム環境の緑化に適したイブキジャコウソウ品種の探索

水野隆文¹・中原悠介²・畑中良規²・藤森朝章²・谷口 康³・水野直治⁴

¹三重大学大学院生物資源学研究所・²三重大学生物資源学部・³公益財団法人伊吹山麓スポーツ文化振興事業団伊吹葉草の里文化センター・⁴(元)酪農学園大学獣医学研究科

三重県の中南部は紀伊半島を貫く中央構造線に沿って Mg を多く含んだ岩石(蛇紋岩・閃緑岩等)が産出する。これらの土壌・岩石は高い pH によりリンや各種必須金属元素の溶解度が低く、植物の生育が阻害されるため、緑化を進めることが困難な状況にある。一方、シソ科の低木であるイブキジャコウソウは日本各地の蛇紋岩土壌や石灰岩土壌に分布する好 pH 植物であり、匍匐性、高い乾燥耐性などの特性から現在法面緑化への利用が進められている。今回、日本各地のイブキジャコウソウを収集し、形態や増殖についての特性を調査したほか、蛇紋岩・閃緑岩採石場環境への適応性について調査したので報告する。イブキジャコウソウは三重県鳥羽市菅島の蛇紋岩土壌地帯および京都府/福井県青葉山の凝灰角礫岩で採取したほか、北海道勇払郡むかわ町坊主山の蛇紋岩土壌、滋賀県米原市伊吹山の石灰岩をそれぞれ原産とし、一般土壌で採取したものを収集した。三重大学内で繁殖試験を行ったところ、三重県鳥羽市産のものは起立性が高く、種子の回収が可能であったが、北海道産のものは匍匐性が高く、種子の形成は見られなかった。現在大学土壌・蛇紋岩および閃緑岩での増殖試験を継続中である。

P2-147 白神山地田苗代湿原の花粉分析からみた周辺植生の変遷

池田重人¹・志知幸治¹・岡本 透¹・篠宮佳樹²

¹森林総合研究所・²森林総合研究所東北支所

白神山地は世界最大級の原生的ブナ林が分布する地域として世界遺産に登録され、さまざまな学術調査が行われてきた。しかし、ブナ林の成立過程などの古生態学的な研究は少なく植生変遷史の解明は十分ではない。演者らは、白神山地の秋田県側に位置する田苗代湿原において深さ 280 cm までの堆積物を採取し、花粉分析による過去の植生復元を試みた。ここでは、白神山地で優勢なブナや湿原の東側下方に生育する天然スギに注目し、分析により明らかになった森林の変遷について報告する。下層ではヤシヤブシ亜属やカバノキ属の花粉が多く検出されたが、試料体積あたりの花粉数が少なかったことから、周囲は低木のミヤマハンノキが生育しダケカンバが点在するような植生であったと考えられる。その後、コナラ亜属やカバノキ属が優勢な森林が成立したが、ブナやスギは拡大しなかった。深さ 200 cm より上位の時代になると、次第にブナが優勢となる一方でスギ花粉は低率のままだった。その後は表層までブナが優勢な時代が継続した。最表層ではスギ花粉の出現率が増加したが、造林されたスギの影響が大きいと考えられ、この地域で天然スギが大きく拡大した形跡は認められなかった。

P2-146 異なる気候帯に成立する常緑針葉樹林の林内気温特性

西村尚之¹・大久保直哉¹・原登志彦²・鈴木智之³・杉田久志⁴

¹群馬大学社会情報学部・²北海道大学低温科学研究所・³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・⁴森林総合研究所四国支所

日本の異なる気候帯には様々な常緑針葉樹林が成立している。ところが、近年の急激な気候変動により、これらの森林を構成する針葉樹の更新動態への影響が危惧されている。本研究では北海道北方針葉樹林、長野県と岐阜県の亜高山帯針葉樹林、長野県ヒノキ林、奈良県トガサワラ林の 5カ所の森林における長期間の気温環境の変化を把握するために、それら原生林分内に設置した温度ロガーによる気温データと近接する周辺数カ所のアメダス気温データから林内の気温特性を明らかにすることを目的とした。林内気温は 1 時間毎に自動測定し、日平均気温を算出した。また、アメダス気温データを調査地との標高差から気温減率により補正して対象林分の日平均気温を推定した。アメダス気温と林内観測気温との関係を 2014 年 4 月 1 日~2015 年 3 月 31 日の 1 年間の日平均気温で比較した結果、どの調査地でも高い相関があり、傾きを示す回帰係数はほぼ 1 となり、林内気温の推定には近接するアメダスデータが有効であることが示された。ただし、亜高山帯針葉樹林では他の森林に比べて冬期または夏期の林内観測気温とアメダスから推定した気温との差がやや大きい傾向にあった。

P2-148 隣接するスギ-コナラ林の年輪安定同位体解析を用いた樹木成長と気候応答の樹種依存性評価

竹田有佑¹・小南裕志²・金澤洋一²・名波 哲¹・伊東 明¹

¹大阪市立大学大学院理学研究科・²森林総合研究所関西支所

古気候復元や樹木の気候応答の解明のために、樹木年輪の幅や炭素安定同位体比、酸素安定同位体比が用いられている。しかし、年輪幅や $\delta^{13}C$ では樹齢や長期の群落構造変動の影響を受けやすいため個体間同調性が十分ではなく、 $\delta^{18}O$ では技術的な面で研究例が少ないため、それぞれの関係性や樹種ごとの変動と気候応答については評価が十分ではない。本研究の試験地である大阪府交野市の大阪市立大学理学部附属植物園は 1950 年代から吉良竜夫らの手により異なった樹種で構成されたに 11 の群落が育成されており、環境条件がほぼ同条件とみなせる単一樹種で構成された同林齢の 11 種の森林が存在する。これらの条件から樹種内変動の度合い確認と樹種差に着目した解析が可能である。本研究では 11 の森林のうち、コナラとスギの 2 樹種で年輪幅同調性が特に高い個体の晩材部の $\delta^{13}C$ を 40 年分測定し、それらの関係性や気候応答と樹種差の解明を試みた。その結果、 $\delta^{13}C$ の年次個体間変動は各樹種において非常に高い相関が得られた。また、コナラ $\delta^{13}C$ においては光合成のピークに当たる 6 月において降水量と負の相関、最高気温と正の相関が見られた。

P2-149 ヤクスギの年輪分析による古気候復元

伊高 静¹・吉田茂二郎²・吉本 敦¹・木村勝彦³

¹情報・システム研究機構統計数理研究所リスク解析戦略研究センター・²九州大学大学院農学研究院・³福島大学共生システム理工学類

屋久島における樹齢数百年のスギ (*Cryptomeria japonica*) の年輪情報より、過去数百年の気候を復元することを目的とする。年輪情報と気候因子の相関を分析し、年輪変動がどのような気候因子に影響されるかを明らかにし、気象データの存在しない過去の気候を解明する。

屋久島にある4つの試験地に生育するスギについて、成長錐で1ないし2方向からサンプルコアを採取し、年輪幅を測定した。統計的手法を用いて年輪年代を確定し、個体間の同調性を解析し、相関の良い個体のみを解析に使用した。これら供試木について、標準化により長期変動成分である加齢による年輪幅の減少傾向を除去し、さらには自己回帰により、前年以前の環境の影響による変動を除去、そして試験地ごとに平均・指数化して年輪標準パターンを作成した。それぞれの年輪標準パターンと、現存する気象データの間で相関分析を行うことで、肥大成長と気候因子の関係を解析した。さらには、肥大成長に影響を与える気候因子にフォーカスをあて、重回帰分析により気候復元モデル式を作成した。

P2-151 薬剤樹幹注入したヒノキにおけるスギノアカネトラカミキリの生育

衣浦晴生¹・法眼利幸²・大谷栄徳²・竹内隆介²・所 雅彦³・猪野正明⁴

¹森林総合研究所関西支所・²和歌山県林業試験場・³森林総合研究所森林昆虫研究領域・⁴サンケイ化学株式会社

スギノアカネトラカミキリは、スギ・ヒノキにトビクサレと呼ばれる被害を発生させる材質劣化害虫として有名である。本種の生態としては、長い材内生活史や雄性フェロモンなどが知られており、枯れ枝に産卵する習性から防除には枝打ちが効果的と言われている。しかし、枝打ち意欲の低下や長伐期化などにより被害の蓄積・拡大が進んでいると考えられ、近年被害材積の増大が指摘されている。一方で、材質としては物理的特性に遜色がないことから、被害木をアカネ材として使用する動きも見られるが、材価は著しく低下するため生産現場では被害を減少させたいという要望が非常に強い。

そこで、薬剤を樹幹注入することによるトビクサレ被害の低減への可能性について検討するために、和歌山県内の36年生ヒノキ林において殺虫剤や殺菌剤を樹幹注入し、材変色の発生や薬剤の分散、材内幼虫の状態等について調査した。その結果、薬剤の分散状況や材の変色範囲は、注入する薬剤の種類や注入時期によって異なっていた。また薬剤注入した材内には、スギノアカネトラカミキリ幼虫や成虫の死亡個体が存在する場合もあったが、駆除効果として明瞭な傾向は見られなかった。

P2-150 丹沢山地檜洞丸のブナ成木への薬剤樹幹注入によるブナハバチの防除効果

谷脇 徹¹・鶴田英人²・猪野正明²・齋藤央嗣¹・相原敬次¹・柳澤賢一³・岡田充弘⁴

¹神奈川県自然環境保全センター・²サンケイ化学株式会社・³長野県林業総合センター・⁴長野県木曾地方事務所

丹沢山地の高標高域において、ブナの葉を食害して枯死・衰弱させるブナハバチの効果的かつ環境負荷を抑えた防除法開発を目的として、食害影響によりブナ林衰退が進行している檜洞丸の山頂付近において、産卵期にあたる展葉期の直前および直後にジノテフラン8%液剤を樹幹に注入し、卵および幼虫への防除効果を検証した。その結果、展葉前の注入では、産卵を妨げることはなかったが、卵の死亡率は水を注入した対照区が2~4%であり、樹幹周囲15cm間隔での注入区(15cm間隔区)が18~90%、25cm間隔での注入区(25cm間隔区)が9~37%であった。また卵と幼虫の合計の死亡率は対照区が47~72%、15cm間隔区が98~100%、25cm間隔区が81~100%であった。展葉後の注入では、卵と幼虫の合計の死亡率は対照区が17~78%、注入区(15cm間隔区のみ)がすべて100%となった。葉の食害は対照区が5%以下から60%までばらついたのに対し、注入木ではすべて10%以下に抑えられた。中程度の衰弱木を含め、注入木には葉の変色などの可視傷害は観察されず、高い防除効果が確認された。本手法は展葉前の予防対策と展葉後に大発生が予測された際の緊急対策のいずれにも適用できると考えられる。

P2-152 マツ材線虫病被害先端地域における線虫媒介昆虫の生息状況

柳澤賢一¹・富樫一巳²・松永孝治³・杉本博之⁴・岡田充弘⁵・清水香代¹

¹長野県林業総合センター・²東京大学大学院農学生命科学研究科・³森林総合研究所林木育種センター九州育種場・⁴山口県農林総合技術センター林業技術部・⁵長野県木曾地方事務所

マツ材線虫病の病原体であるマツノザイセンチュウは、マツノマダラカミキリ等の昆虫によって媒介される。日本のマツ材線虫病流行地では、土着の非病原線虫であるニセマツノザイセンチュウが、北米由来のマツノザイセンチュウに置換されることで被害が拡大するとされている。近年の実験的研究によって、非病原線虫と病原線虫の種間競争が感染地の拡大速度に影響することが示唆された。そこで、感染地の拡大速度に及ぼす2種線虫の種間競争と媒介昆虫密度の影響を明らかにするために、長野県中信地方のマツ材線虫病被害先端地を含む試験地で、媒介昆虫密度と昆虫に保持された線虫の種と個体数を調べた。激害地、継続発生地、被害先端地および未被害地に試験区を設け、粘着剤付きスクリーントラップを各試験区に5基ずつ設置し、5月末から2週間毎にトラップを付け替えて、計10回、媒介昆虫を捕獲した。その結果、激害地から継続発生地でのマツノマダラカミキリとカラフトヒゲナガカミキリの捕獲頭数/トラップはそれぞれ1.6~0.6頭と0.2頭であったのに対し、被害先端地から未被害地にかけては、0頭と0.6~0.2頭であり、被害拡大の推移とともに媒介昆虫の種と密度が変化した。

P2-153 温暖化シナリオによるマツ材線虫病被害リスク
地図化の試み

松井哲哉¹・中尾勝洋²・中村克典³・大橋春香¹・田中知行¹

¹ 森林総合研究所植物生態研究領域・² 森林総合研究所関西支所・
³ 森林総合研究所東北支所

マツ材線虫病による松枯れ被害地域の分布は、MB 指数という月平均気温 15℃を閾値とした積算気温でほぼ説明可能であることが知られている。MB 指数が 19 未満の寒冷な地域は被害のリスクは低く、19~21 はやや脆弱、22 以上の温暖な地域はリスクが高い危険域（以下、松枯れ危険域）とされる。今後、温暖化の進行に伴い、松枯れ危険域が北上または高標高域に拡大する懸念がある。

マツ材線虫病被害は、韓半島、中国大陸、台湾など、日本以外の東アジア地域でも発生しており、場所によっては著しい被害拡大が見られる。松枯れに脆弱なマツ属樹種には東アジアに広く分布する種も含まれているため、松枯れ被害は現在の分布を超えて東アジアの広い範囲にさらに拡大するおそれがある。本研究ではまず、現在および将来の複数の温暖化 RCP シナリオ下での東アジア全域の MB 指数を算出し、現在および将来の松枯れ危険域を地図化した。次に、MB 指数の分布と、松枯れ被害に脆弱な樹種の分布を GIS 上で重ね合わせることで、種ごとの松枯れ危険域や、温暖化影響下での危険域の変化を示した。これらの結果は今後、温暖化に伴う森林生態系サービスのリスクアセスメントとしての応用が期待される。

P2-155 雌成虫の低温処理によるハラアカコブカミキリの産卵

小坂 肇・高畑義啓

森林総合研究所九州支所

ハラアカコブカミキリは日本本土への侵入種であるばかりではなく、幼虫がシイタケほど木を摂食する害虫でもある。従って本種の防除法を開発する必要がある。そのためには生態を詳しく明らかにする必要がある。ハラアカコブカミキリは越冬を終えた成虫が春から初夏にかけて交尾して産卵する。一方、越冬前の成虫の精巣や卵巣は未発達であり、交尾行動を示しても受精はできないと考えられている。また、羽化した雌成虫を 25℃の常温で数か月飼育した後、解剖してみると、卵巣は全く発達していなかった。これらから、ハラアカコブカミキリが産卵（卵巣発達）するためには低温に接する必要があると考えた。そこで、ハラアカコブカミキリ雌雄成虫を 7-10℃の低温に 2-3 か月置いた後、つがいにして 23℃で飼育した。その結果、個々の雌成虫では産卵しない個体があったものの、いずれの低温と低温期間の組み合わせでも雌成虫は産卵し、産下された卵はほぼ正常に孵化した。これらから、ハラアカコブカミキリ成虫を低温に接触させることにより、人工的な飼育条件下での産卵・繁殖が可能であることが明らかになった。

P2-154 青森県南西部のマツ材線虫病新規被害地におけるマツノマダラカミキリ幼虫の罹病木穿入密度

伊藤昌明¹・相川拓也²・矢本智之¹・蝦名雄三³

¹ 青森県産業技術センター林業研究所・² 森林総合研究所東北支所・³ 青森県林政課

青森県におけるマツ材線虫病被害は、2011 年以降、秋田県境付近の西津軽郡深浦町大間越地区で単木被害が散発的にみられる程度であった。しかし、2015 年 7 月に大間越地区から約 24 km 北上した深浦町広戸地区周辺において被害木が発見され、その後の調査の結果、10 月までに半径 2 km 圏内において合計 48 本の被害木が確認された。これらの被害木は発見後、直ちに伐倒燻蒸処理され、この圏内で確認された非感染の衰弱、枯死したマツ類の除去も進められている。これらの対策により、次年度以降の被害量や媒介者であるマツノマダラカミキリの生息密度の減少が期待されるが、本被害地におけるその生息密度は不明である。そこで、本研究では防除対策効果検証のための情報収集を目的とし、罹病木におけるマツノマダラカミキリ幼虫の穿入密度を明らかにすることとした。調査は 10 月~11 月に行った。供試木は 9 月以降に感染が確認されたマツ類 11 本である。供試木は樹幹を地際から 1 m ごとに玉伐りし、枝払いした。これらの樹皮剥ぎを行い、マツノマダラカミキリ幼虫を採取した。これにより、その穿入密度と樹体内における分布を明らかにし、穿入密度、分布及び樹木サイズの関係を検討した。

P2-156 スギ原木を加害するヒメスギカミキリおよびキクイムシ科昆虫の穿入時期と穿入孔の深度 — 富山県における事例 —

松浦崇遠¹・後藤秀章²

¹ 富山県農林水産総合技術センター森林研究所・² 森林総合研究所九州支所

スギ原木を加害するヒメスギカミキリおよびキクイムシ科昆虫の、富山県における被害の実態を明らかにするため、5~9 月の異なる時期に伐採された、長さ 4 m、直径 20~30 cm の丸太各 5 本を山土場に設置して 2 週間の、加害の状態を比較した。

設置の期間中、丸太の表面に対して、貼付した粘着シートに捕獲された個体や、フラスが排出された穿入孔を調査したところ、ヒメスギカミキリの発生時期における丸太への飛来は、設置から遅くとも 2 日後に、キクイムシの穿入は 3 日後には確認された。したがって、原木への加害を回避するためには、伐採のほぼ直後に、林外へ搬出する必要があることが示唆された。

設置から 2 週間後に、丸太の中央部から長さ 50 cm の部位を切り出して、冬期に穿入孔の個数と、木部における孔道の放射方向への深度を調査した。ヒメスギカミキリの穿入は 5 月に設置した丸太のみで観察された。キクイムシの穿入は 5~7 月に多く、8 月下旬以降に設置した丸太では著しく減少した。ヒメスギカミキリの穿入孔の深度は 1 cm 以下であった。キクイムシのそれは種ごとにやや異なるが、1 cm を超えるものが多く、製材時の木取りに影響を及ぼすことがわかった。

P2-157 スギ丸太を加害する穿孔性害虫とその加害時期

久保慎也

鹿児島県森林技術総合センター

近年、丸太（原木）は、年間を通じて安定的に供給することが求められている。そのため、素材生産（伐採・搬出）が、従来回避していた伐倒丸太に被害を与える穿孔性害虫（以下、穿孔虫）が多発する時期にも実施されるようになった。穿孔虫の被害を受けた丸太は安価で取引され、木材市況を低迷させる要因の一つとなっていることから、防除対策が必要となっている。そこで、防除対策を検討する上の基礎資料として、2014年3月からスギ立木を毎月伐採し、山土場1箇所と原木市場3箇所において、玉切った丸太と衝突板トラップを設置し、飛翔している穿孔虫や丸太を加害している穿孔虫、加害時期を調査している。その結果（2014年3月～2015年2月）、飛翔している穿孔虫については、主にサクキクイムシ、ハンノキキクイムシ、ヒバノキクイムシ、ヒメスギカミキリが確認され、山土場では5～6月、原木市場では3～5月に多く発生していた。また、丸太を加害している穿孔虫については、主にハンノキキクイムシ、トドマツオオキクイムシ、ヒメスギカミキリが確認され、山土場では6～8月、原木市場では4～6月に多く加害されていた。

P2-159 コウライナガキクイムシ（仮和名）*Platypus koryoensis* の新しい分布の記録と生態

後藤秀章¹・上田明良¹・長尾嘉昭²・吉光政文²

¹ 森林総合研究所九州支所・² 大分県農林水産研究指導センター 林業研究部

Platypus koryoensis コウライナガキクイムシ（仮和名、以下コウライ）は、韓国でモンゴリナラの集団枯損を引き起こす病原菌の媒介者であり、国内では大分県由布市の老齢コナラ林のみで確認されてきた。99%エタノールを誘引剤とした衝突板トラップを大分県宇佐市と九重町のコナラ・クヌギ若齢林に設置した結果、宇佐市で2個体、九重町で4個体のコウライが採集された。また宇佐市の試験地にコナラとクヌギの丸太を設置した結果、コナラで18個、クヌギで2個の本種による穿入孔が見つかった。穿入された最小の丸太は、直径6.5cmであった。この丸太を割材したところ、コナラの17個、クヌギの1個の孔道から終齢幼虫が採集された。宇佐市の試験地の毎木調査の結果、出現したコナラ283本の12.7%が、当年にコウライによる穿入を受けていた。一方でクヌギに当年の穿入はなかった。このように由布市以外でも本種の分布が確認でき、またコナラ立木は高い確率で穿入され、丸太はシイタケ原木となるサイズ全体で穿入を受けた。さらに多くは繁殖に成功していたため、コナラ丸太の移動はコウライの分布を広げる可能性が高く、注意が必要と考えられる。

P2-158 岩手県の三陸沿岸におけるカシノナガキクイムシの分布

高橋健太郎

岩手県林業技術センター

岩手県では、2010年に内陸南部の奥州市で県内初のナラ枯れ被害による枯死木5本が確認された。内陸部ではその後も被害は継続しているが、急激な被害拡大は認められていない。しかし、2013年には沿岸南部の大船渡市越喜来半島で被害が発見され、精査の結果、枯死木813本が確認された。沿岸南部は被害量が多く、今後の被害拡大が危惧された。そこで市、県等関係者は駆除を進める一方、被害発見に努めた結果、2014年に越喜来半島の北の物見山半島と南の赤崎半島でも被害が確認された。

筆者は2015年に県中部以南の各半島で被害の実態調査を行った。各半島内の林道や作業道沿いの広葉樹林ごとに、半径約15mの範囲内を目処に1か所15本を上限としてカシノナガキクイムシ（以下「カシナガ」）の穿入孔を探し、あわせて調査木の胸高直径と生死を記録した。その結果、物見山半島から北の尾崎半島でも被害拡大を確認した。一方、半島部から内陸側への被害拡大は顕著でなく、内陸側で被害は繋がっていない。今回の被害拡大がカシナガの分散によるものであるならば、カシナガは半島間の海上を飛び越えている可能性がある。

P2-160 シギゾウムシ幼虫の脱出口がマテバシイ堅果への菌類や他の種子食性昆虫の加害に及ぼす影響

曾根晃一¹・大石圭太²・畑 邦彦¹

¹ 鹿児島大学農学部・² 鹿児島大学大学院連合農学研究科

シギゾウムシ類の幼虫の脱出口の菌類や他の種子食性昆虫の侵入に対する影響を明らかにするため、2015年4月に、健全堅果、シイシギゾウムシが加害した堅果（虫食い堅果）、人工的に穴を開けた堅果（人工加害堅果）を林内に埋め、11月に菌類やドングリキクイムシ（キクイ）のアタックと堅果の状態を調査した。健全堅果は44%が発芽し、そのうちの約6割にキクイが侵入していた。発芽した堅果に菌類が侵入したものは見られなかった。虫食い堅果の発芽率は9%で、キクイが生息していた個体はなかった。新梢が伸長した堅果を除いて、子葉が健全な個体はほとんどなかった。人工加害堅果では67%が発芽した。発芽堅果の16%、未発芽堅果の5%でキクイの、発芽堅果の3%、未発芽堅果の8%でガ類の幼虫が確認された。キクイは頂端の割れ部のほかに、横や殻斗に覆われていた部分や人工穴から、ガの幼虫は人工穴と頂端の割れ部から堅果内部に侵入していた。人工穴の周辺では、子葉の変質や腐敗が見られた。シギゾウムシ類幼虫の脱出口は、他の種子食性昆虫や菌類の侵入の糸口となり、堅果の発芽率をさらに低下させることが明らかになった。

P2-161 キバチ共生菌キバチウロコタケを接種した材へのオナガキバチの繁殖成功度

松本剛史¹・佐藤重穂²

¹ 森林総合研究所森林昆虫研究領域・² 森林総合研究所北海道支所

キバチ共生菌であるキバチウロコタケ *Amylostereum laevigatum* を人工的に接種したヒノキ丸太（接種区）と対照丸太（対照区）を、2013年春期にスギ・ヒノキが混交する人工林に設置し、野外でキバチ類に産卵させた。丸太を回収し網室で保管していたところ、2014年度春期から夏期にかけて接種区からのみオナガキバチ *Xeris spectrum* のみが羽化脱出してきた（計61頭）。丸太を剥皮して産卵孔と羽化脱出孔を調査したところ、接種丸太への正の産卵選好性が確認された。材回収時（2013年11月）に接種区ではキバチウロコタケ子実体が発生した丸太があったため、子実体発生丸太（n=14）と子実体無し丸太（n=26）に分け、各々のオナガキバチの産卵選好性、羽化脱出数および材内での繁殖成功度を比較した。産卵選好性では子実体の有無に違いは認められなかったが、羽化脱出数および繁殖成功度は子実体無し丸太と比較して子実体発生丸太では有意に高かった。以上のことより、自らが共生菌を保持しないオナガキバチにおいても、オナガキバチの生育にキバチウロコタケが必須であることが野外においても示された。

P2-163 シカの猟法別の捕獲コストの比較

近藤洋史

森林総合研究所九州支所

近年、シカによる森林被害は、重大な問題となっている。シカによる被害対策にあたっては、「個体数管理」、「被害の防除」及び「生息環境管理」を総合的に推進することが重要であると指摘されている。特に個体数管理では、シカの計画的な捕獲や捕獲技術者の養成などが行われている。しかし、シカは増加しているにもかかわらず、それを捕獲するハンターは減少している。そのため、より効率の高いシカ捕獲技術を開発するとともに、シカの個体数管理では低コスト化・省力化を考慮する必要がある。現在、シカの捕獲方法として、狩場を四方から取り巻き、獣を中に追いつめて捕らえる狩猟である巻狩が主に行われている。しかし、この猟法では、追いつめられた獣が必ずしも捕獲できるわけではない。また、なだらかな地形では、獣の追い込みがむずかしい場合もある。これに対して、近年、給餌によってシカを誘引して捕獲する方法が開発されている。これらの猟法が実施されつつあるにもかかわらず、そのコストの比較などはほとんど行われていない。そこで、これらの猟法に対してコストを概算して比較したところ、誘引して捕獲する方が低コストであることが示唆された。

P2-162 飼料穀物4種に対するエゾシカの嗜好性

南野一博

北海道北海道立総合研究機構林業試験場

森林内のエゾシカを効率的に捕獲するには給餌によりシカを集めて捕獲する誘引捕獲が有効であるが、それには如何にシカを餌付けできるかが課題となる。本研究では野生のシカを対象にカフェテリア法による飼料穀物4種の嗜好性試験を行い、誘引捕獲に最適な餌の探索を行った。試験は2015年6月15日～20日及び8月24日～28日に実施した。北海道美唄市の林業試験場光珠内実験林と隣接するグリーンプールの5カ所に餌場を設置し、供試餌4種（圧ぺん大麦、圧ぺんエン麦、圧ぺん大豆、圧ぺんコーン）をそれぞれ2000g給餌し、一晩シカに自由に採食させた。餌場には自動撮影カメラを設置し、シカの採食状況や目的外動物の出没状況を確認した。翌日にそれぞれ餌の残量を計量し最も多く食べられたものを嗜好性が高いものとして順位を決定した。供試餌4種の順位は毎回異なり、嗜好性に明瞭な傾向はみられなかった。餌の豊富な時期にもかかわらず、すべての餌を食い尽くされることもあり供試餌4種の嗜好性は高いと考えられた。一方、ヒゲマ、アライグマ、キジバト、カラス類、キツネによる盗食が確認され、穀物はシカ以外の動物の嗜好性も高いことが示唆された。

P2-164 和歌山県におけるニホンジカの捕獲試験

法眼利幸¹・大谷栄徳¹・植田栄仁²

¹ 和歌山県林業試験場・² 和歌山県果樹試験場

和歌山県における基礎的な生態調査に基づいた囲い罠による効率的なニホンジカ（以下：シカ）の捕獲について、県中部の有田地域（以下：有田）と南部の西牟婁地域（以下：西牟婁）で検討した。ライトセンサス結果に基づいて2014年秋～冬期に有田の未利用造成地および2015年夏期以降に西牟婁の森林（作業道）で、1群（事前調査で3頭以下の群が大部分と把握）を一度に捕獲できると考えられた4m×4mの囲い罠と、開発中の電子トリガーを設置した。誘引エサは事前のエサ調査の結果からヘイキューブを使用し、トレイルカメラによってシカが完全に餌付いていることを確認したのち罠を稼働させた。結果、有田では24晩稼働させて23頭を捕獲し、一度に捕獲した頭数は1頭4回、2頭5回、3頭3回であった。西牟婁では5晩稼働させて6頭を捕獲し、一度に捕獲した頭数は1頭1回、2頭1回、3頭1回であった。今回、囲い罠を移動させることなく、捕獲時に罠の外部で撮影されていた個体も続けて捕獲できた。以上から、事前にライトセンサスやエサ調査等の生態調査を実施し、トレイルカメラで確認しながら餌付けを進めることで、シカを効率的に捕獲できると考えられた。

P2-165 クマ剥ぎの時空間的な要因を考慮した発生要因の検討

小池伸介¹・小橋川祥子²

¹ 東京農工大学大学院農学研究院・² 東京農工大学大学院農学府

ツキノワグマによる針葉樹植栽木に対する樹皮剥ぎ行動(以下、クマ剥ぎ)は、木材の腐朽に伴う市場価値の低下を引き起こすため、林業のなかで大きな問題の一つとなっている。クマ剥ぎの発生要因や発生林分の特徴はいまだに明らかになっていないため、発生場所や発生が多い年の予測が困難であり、事前の効率的な対策を十分に行うことができない。本研究では、クマ剥ぎの発生要因の時間的要因(発生量に年変動を引き起こす要因)と空間的要因(発生場所を決定づける要因)を検討することで、効率的なクマ剥ぎ防除対策を提案することを目的とした。その結果、クマ剥ぎは前年秋のブナ科堅果の結実程度が悪い、もしくは直前の冬から春までの積雪量が少ないと、翌夏のクマ剥ぎの発生量が多くなる傾向が認められた。また、前年にクマ剥ぎが発生した林分では、翌年もクマ剥ぎの発生量が多くなる傾向にあることも認められた。以上より、クマ剥ぎに対する防除対策は、前年秋のブナ科堅果の結実が悪かった翌年や春先までの積雪量の少ない年に強化する必要がある、前年にクマ剥ぎが発生した林分を優先的に対策を実施する必要がある。

P2-167 千葉県のカモソウチク林におけるイノシシの出没状況

岩澤勝巳

千葉県農林総合研究センター森林研究所

千葉県では、県中部～南部を中心にイノシシが生息域を拡大し、農作物の被害が大きな問題となっている。一方、千葉県では放置された竹林が周囲に拡大し、これらの竹林がイノシシの隠れ場所・餌場になって生息域の拡大要因の1つになっている可能性が指摘されている。そこで、対策の基礎資料とするため、カモソウチク林におけるイノシシの出没状況を無人センサーカメラで調査するとともに、イノシシによる掘り返し等の食害状況を調査し、隣接した人工林と比較することで、カモソウチク林の餌場としての評価を行った。

調査の結果、イノシシは人工林に比べてカモソウチク林に年間を通して多く出没し、特に晩秋と春に多く出没した。一方、掘り返しは夏と晩秋～春に多く認められ、夏には新しく伸長した地下茎を、晩秋～春にはまだ地下にあるタケノコを掘り出して食害していた。このことから、カモソウチク林は周辺に餌が多い秋などの時期を除いて、イノシシの重要な餌場になっていると考えられた。

P2-166 多雪の遠隔地における狩猟塔の建設

高柳 敦¹・平井岳志²・勝山智憲²・奥田 賢²

¹ 京都大学大学院農学研究科・² 京都大学フィールド科学教育研究センター芦生研究林

シカの個体数増加と分布拡大に伴い、シカがほとんど確認されなかった遠隔地までシカが出現し、植生への影響が問題となっている。京都大学芦生研究林もそのような場所であり、防鹿柵の設置やシカの捕獲を進めてきている。カモシカとツキノワグマが生息しているため、捕獲方法には銃器捕獲を採用しているが、保全対象となるエリアは、観光目的で入山する一般客も多く、捕獲の実施期間、実施場所、実施時間が極めて限定されている。また、植生の衰退が激しく、推定生息密度も5頭/km²前後と低いため、捕獲効率が悪く狩猟者への負担も大きい。そこで、核心地域内でのより効率的な捕獲方法を検討するため、開けた湿原エリアに狩猟塔を建設した。景観への配慮から木造とし、材は設置場所近くの人工林からスギを間伐して調達した。積雪が2mを越えることもある多雪地であり、積雪にも耐えられる構造とした。射撃場所の高さを約4mとしたため、塔の高さは約6mとなった。狩猟者から塔内で長時間待たせることができるように射撃場所を広くして欲しいとの要望があり、2m×2m近い広さを確保したため、かなり大きな建造物となった。その構造、建設時の問題、コストなどについて報告する。

P2-168 植物抽出液を用いた樹木害虫獣対策の検討

三枝道生¹・鈴木克誠²・西山嘉寛¹

¹ 岡山県農林水産総合センター森林研究所・² 小川香料株式会社

キバナオランダセンニチは熱帯アメリカを原産地とするキク科の植物で、同種の抽出物は、歯痛止めや解熱、抗痙攣等の効果が確認されている。また、特有の強い辛味から食品添加物としても用いられている。本検討では、特有の強い辛味に着目し、当抽出物が造林木や緑化木に影響を及ぼす鳥獣や昆虫に対する忌避剤となり得るか検討した。検体は、同種から得た抽出液(小川香料株式会社製:以下、検体)を使用した。対虫効果試験として、検体をユウマダラエダシヤク(以下、エダシヤク)による食害を受けたマサキに散布し、散布後の経過を観察した。対獣効果試験として、鉢に移植したヒノキ2年生苗をシカの食害が顕著な林内に配置して、検体を散布し、1週間毎の被食状況を調査した。対虫効果試験では、散布直後、検体に接触したエダシヤクの幼虫が地面に落下・死亡した。その後、未散布区では食害が進行したが、散布区はマサキの新芽が展葉し、樹勢に回復の傾向が見られた。対獣効果試験では、未散布区は2週間で全ヒノキ個体の枝先全てが被食された。散布区でも被食は見られたものの、同区に設置した未散布個体も含めて1ヶ月間で枝先全てが被食された個体は20%だった。

P2-169 ヒメネズミはなぜコハクウンボクよりもエゴノキの果実を優先的に選択したのか？—果皮の新たな生態的機能の可能性—

辻本悟志・柏木晴香・梶村 恒

名古屋大学大学院生命農学研究所

森林性ネズミによる果実や種子の選択性は、それらに含まれる防御物質に影響され、これまではタンニンに着目した研究が多い。本研究では、タンニンよりも毒性が強いとされるサポニンが、その選択性にどのような影響を及ぼすのかを明らかにしようとした。そのために、果皮にサポニンを含むエゴノキと、その同属でタンニンを含むコハクウンボクの果実及び種子を用いた。

愛知県北東部のエゴノキが生育する二次林で、エゴノキとコハクウンボク（他の林分に生育）の果実同士または種子（人工的に果実から果皮を除去した）同士を餌台に同数静置した。そして、餌台周辺にビデオカメラを設置し、映像からネズミ種と持ち去り順序を判定した。

餌台上にはヒメネズミが現れ、コハクウンボク果実よりもエゴノキ果実を優先的に持ち去った。一方、種子の状態では、エゴノキとコハクウンボクともにほぼ同数持ち去り、両種を区別できなかった。これらの結果から、供試実験を行った林分に生息するヒメネズミは、有毒なエゴノキの果実に適応していると考えられ、また、果皮のサポニンは選択の鍵となっている可能性が考えられる。

P2-171 神奈川県低山帯における森林環境と鳥類の関係

成瀬真理生¹・赤嶺真由美¹・指村奈穂子²・田村 淳¹

¹ 神奈川県自然環境保全センター・² 琉球大学

鳥類の種多様性は、一般的に針葉樹人工林よりも広葉樹二次林で高いといわれている。本研究では、神奈川県のスギ・ヒノキ人工林と広葉樹二次林において、鳥類の出現種数と個体数に影響を及ぼす林分構造及び植生環境を検討した。現地調査として、神奈川県の3地域（小仏山地・箱根外輪山・丹沢山地）に、400平方メートルの調査区を計80カ所設置した。各調査区において、毎木調査と植生調査を行った後、調査区内で鳥類の種数と個体数を記録した。鳥類調査は、5～6月の繁殖期に1日5時間を2回調査した。地域や林相の違いによる鳥類の種数や個体数を比較した結果、両者ともに明確な差が見られず、各調査区における林分構造および植生環境との相関関係も有意な結果は得られなかった。地上採餌性鳥類の個体数と林床被覆率の関係も有意な相関がなく、先行研究と同様の結果は得られなかった。以上の要因として、調査地域である神奈川県の森林地域は様々な林相がモザイク状に存在しており、調査区に隣接する他の林相から様々な鳥類の流入があることや調査地域における鳥類相の年変動が考えられた。その為に調査スケールの再検討や複数年調査を行う必要性が考えられた。

P2-170 野生動物による竹林の利用状況について

大地純平

山梨県森林総合研究所森林研究部

山梨県南部地域の特産品であるタケノコを野生動物の食害から保護する対策を立てるため、野生動物による竹林利用状況を調査した。調査は山梨県南部町万沢地区を対象に、タケノコ生産用管理竹林2ヶ所、長らく整備が行われていない放置竹林2ヶ所に平成26年4月よりトレイルカメラを設置し出現個体のカウントおよび、行動調査を行った。

撮影結果より、放置竹林では撮影開始から5月中旬まではニホンジカ、ノウサギ、アナグマ、タヌキなどが確認されただけで、イノシシの姿は見られなかったが、5月下旬から8月にかけてイノシシの姿を確認する機会が増え、同時にニホンカモシカの姿も多く見られるようになり、放置竹林を数種の野生動物が利用していることが明らかになった。

一方で管理竹林にはニホンジカ、ニホンザル、ノウサギが主に侵入しており、イノシシの侵入は殆ど見られなかった。

タケノコの採食に関しては、イノシシだけではなくニホンジカ、ニホンザルもタケノコを採食しており、管理竹林には、イノシシよりもニホンジカ、ニホンザルの個体が多く確認されたことから、イノシシによるとされたタケノコ食害はニホンジカ、ニホンザルによるものが多いことが示唆された。

P2-172 リルにおける三日月型治山緑化資材（ToCR）の水土保全機能に関する現地試験

小川泰浩¹・菊地輝海²・上條隆志³・岡部宏秋⁴・石森良房⁴

¹ 森林総合研究所水土保全研究領域・² 横浜市戸塚区戸塚土木事務所・³ 筑波大学生命環境系・⁴ 株式会社伊豆緑産

（研）森林総合研究所は、地表を改変せずに斜面侵食抑止と緑化を同時に達成できる三日月型治山緑化資材（東京クレセントロール[®]、ToCR、NETIS KT-150032-A）を（株）伊豆緑産と開発した。2014年から筑波大学が開発に参画し、ToCRがもつ水土保全機能の現地試験を共同で開始した。本講演では、三宅島山腹斜面の緩傾斜リルで降雨流出観測や植生調査を行い、ToCRを使う工法（本工法）による水土保全機能の検証結果を報告する。ToCRの捕捉土砂量を計測し他の工法と比較した結果、ToCRは他工法の資材と同程度に土砂貯留能力を持っていた。本工法の施工地において植生調査を行った結果、ToCRに播種・植栽を行うことで緑化を推進できることが明らかになった。ToCR区と対象区を設けた2つのリルにおいて地表流の流量観測を行いToCRの水貯留機能を計測した。その結果、ToCR区の方が対照区よりも総流出量が増加した。この現象はToCRに水が貯留していることを示唆していた。緩傾斜リルに設置したToCRには、水土保全機能があることを現地試験で実証した。本報告の一部は森林総合研究所政府外受託研究「環境保全型治山緑化資材の評価及び施工技術の開発」の成果である。

P2-173 北海道江差町の厚沢部川河口域における飛砂害史

真坂一彦¹・三上千代蔵²

¹北海道立総合研究機構 林業試験場森林環境部 環境グループ・²無所属

北海道江差町砂坂に広がるクロマツ海岸林は、飛砂害を防ぐために造成された。飛砂害が発生した原因は、鯨粕製造のための海岸林の濫伐とも言われているが、この地は砂浜海岸であるため鯨の群来はない。もともと寛保津波(1741年)によって荒廢地となつたらしく(夏原律太郎戸長記録[明治13年])、松浦武四郎の『蝦夷日誌』に「樹木一株もなし。沙路香附子多し」の記述がある。この地を流れる厚沢部川は汀線付近で大きく南に蛇行してから日本海に注ぐが、『青江理事官諮問回答書(1909年)』には、右岸の砂嘴に高山という高地の連なりが描かれている。この高山が、秋の大嵐で崩れ、後背の柳崎集落が埋まったことが民話『狐捕りの五平爺さん(成立年不詳)』に記されている。嵐で崩れる原因をつくったのは、明治末期に滝沢新藏なるものが牛を放牧して海浜植生が荒廢したことらしい。飛砂は厚沢部川河口を埋めて洪水が起こるため、江戸時代の頃から数年に一度、「みどぐち」という放水路を開削して蛇行が解消された。それでも昭和45年1月31日、暖気によって厚沢部川が解氷し、洪水が発生して柳崎集落を襲ったため、2度目の集団移転を余儀なくされた。

P2-175 津波に対する海岸林の減勢効果と物理的耐性に林分管理が及ぼす影響

野口宏典¹・金子智紀²・新田響平²・渡部公一³・上野 満³・坂本知己¹

¹森林総合研究所東北支所・²秋田県林業研究研修センター・³山形県森林研究研修センター

東日本大震災以降に多くの海岸で進められている海岸林の整備に対して、津波減勢効果への海岸林管理の影響を明らかにすることは有用である。そこで本研究では、管理不足で過密になったクロマツ林(過密クロマツ林)、適正に密度管理されたクロマツ林(適正クロマツ林)、適正クロマツ林の下層に広葉樹を導入した二段林(広葉樹導入クロマツ林)の3タイプの海岸林について、津波氾濫流の数値実験を行い、密度管理と広葉樹導入が海岸林の津波減勢効果に及ぼす影響を検討した。

実験結果から、海岸林の津波減勢効果は、過密クロマツ林と広葉樹導入クロマツ林は同等で、適正クロマツ林では他の半分程度であることが、また、樹木の物理的被害の発生しやすさは、適正クロマツ林で小さく、過密クロマツ林、広葉樹導入クロマツ林の順に大きくなることがわかった。過密クロマツ林と適正クロマツ林の比較から、密度管理は減勢効果を低下させるが、より大きな規模の津波に耐えられるようにするものと考えられた。また、適正クロマツ林と広葉樹導入クロマツ林の比較から、下層への広葉樹導入は、津波の規模は小さい範囲に限られるが、津波減勢効果を高めるものと考えられた。

P2-174 海岸防災林の津波減衰機能および根返り・幹折れ抵抗性に及ぼす間伐の影響

佐藤 創¹・野口宏典²・鳥田宏行³・真坂一彦¹

¹北海道立総合研究機構林業試験場・²森林総合研究所東北支所・³北海道立総合研究機構林業試験場道南支場

本研究は海岸防災林の津波減衰機能に及ぼす間伐の効果を明らかにすることを目的とした。計算には、北海道内に設けたクロマツ林(江差町)、カシワ林(釧路市音別町)、グイマツ林(羽幌町天売)の間伐後12~14年間の間伐試験地のデータを用いた。津波の遡上計算に用いた地形は、北海道太平洋側東部の海底地形を簡略化したものを用いて、汀線から内陸方向水平距離100m地点までは1.9°の勾配、200mまでは平坦、それより内陸へは1.9°の勾配とし、林帯を幅100mの平坦地に配置した。津波氾濫流の遡上は一次元非線形長波方程式を用いて、汀線での波高が5mになるように設定した。樹木は無被害を仮定した。加えて、遡上計算により林帯最前面部分での最大の流体力指標(流速²水深)を求め、その流れを与えた際の樹木被害(根返り、幹折れ、無被害)を推定した。林帯の内陸側林縁における津波の流体力指標は3樹種ともに間伐率が高くなるほど大きくなることがわかった。樹木の本数被害率はクロマツとグイマツでは間伐率が高いほど減少する傾向が見られたが、カシワでは明瞭な傾向が見られなかった。クロマツとグイマツでは根返りが主であったが、カシワでは幹折れが主であった。

P2-176 海岸防災林前線部に植栽した広葉樹の初期成長

小森谷あかね・福島成樹

千葉県農林総合研究センター森林研究所

千葉県では、マツ材線虫病被害対策の一つとしてクロマツ以外の樹種による海岸防災林造成を検討している。今回は、海岸防災林前線部における低木類を中心とした広葉樹による造成技術を確立するため、客土方法及び植栽間隔について検討した。客土方法は全面客土(厚さ0.5m)、植穴客土(約0.02m³/本)、植栽間隔は1m、0.75m、0.5mとし、それらを組み合わせ6通りの試験区を設定し、トベラ、シャリンバイ、マサキ、ウバメガシを植栽して4成長期後まで樹高及び生存率を調査した。その結果、トベラ、シャリンバイは全ての植栽区で生存率が75%以上と高く、マサキ、ウバメガシより前線部に適応していると考えられた。また、いずれの樹種も全面客土の方が植穴客土より樹高成長量が大きい傾向がみられた。トベラ、シャリンバイは植栽間隔による違いはみられなかったが、マサキ、ウバメガシは全面客土では植栽間隔が狭い方が樹高成長量が大きかったことから、全面客土かつ植栽間隔1m未満で密植することが初期成長の向上に有効と考えられた。なお、樹高は秋から春にかけて低くなり、冬の季節風の影響で枯れ下がったとみられることから、冬の季節風対策が必要と考えられた。

P2-177 砂草の飛砂捕捉効果を考慮した飛砂量式の提案

萩野裕章¹・坂本知己²

¹ 森林総合研究所気象環境研究領域・² 森林総合研究所東北支所

日本の海岸における飛砂害は、昭和30年代前後に海岸林の植栽が大きく進んだことから、近年は植栽幼齢木の埋没などが目立つようになった。現在では汀線側のより厳しい環境における飛砂対策を充実させる必要から、砂草の飛砂捕捉効果を定量的に見積もることが重要と考えた。

そこで本研究では、砂草の飛砂捕捉効果を評価する風洞実験を行った。実験は砂草の密度を単位面積あたり114、43、21株、地表10cm高さの流入風速を6.31、7.68、9.08 m/sの各3通りで実施し、合計9通りの結果を得た。風速が6.3 m/s以下では砂草密度に関わらず約270 kg/m²の捕捉量に達することが分かった。また風速が上がると飛砂捕捉量は減るが、114株では風速上昇による飛砂捕捉量の減少は小さく、密度が下がると風速上昇による飛砂捕捉量の減少が著しくなった。

砂草の飛砂捕捉量が限界に達すると、その後の砂草帯は飛砂通過域になり砂草の飛砂捕捉効果は理屈の上でなくなる。ここでは砂草の単位面積あたりの最大飛砂捕捉量Y (kg/m²)を砂草密度43株/m²の場合を例にとって風速X (m/s)との関係を数式に表すと

$$Y = -42.5X + 528 \text{ であった。}$$

P2-179 中国山地中部の源流域における小径流木の湿潤密度と乾燥密度

芳賀弘和・盛石田拓也・森下直哉

鳥取大学農学部

本研究では中国山地の源流河川にある小径流木(直径<10cm)を対象に、現地での密度(湿潤密度)と完全な乾燥状態での密度(乾燥密度)について調べた。対象とする流木は、流木群(ログジャム)から採取した。内訳は針葉樹61本、広葉樹59本であった。密度は各個体5-7個の円盤から算出した。針葉樹流木の場合、湿潤密度と乾燥密度はそれぞれ、0.5-1.0、0.2-0.6 g/cm³であった。広葉樹流木の場合、それらは0.3-1.1、0.2-0.7 g/cm³であった。針葉樹流木は、その大部分は枝であり、腐朽していない場合には乾燥密度が0.6 g/cm³程度と考えられた。他方、広葉樹流木は、調査地に優占するコナラを参考にして腐朽していない場合には0.7 g/cm³程度と考えられた。これら2つの値の50%を下回る乾燥密度を持つ流木、すなわち十分に腐朽した流木は、針葉樹と広葉樹でそれぞれ10%、20%存在した。以上の結果は、ログジャムが決壊すると樹種にかかわらずほとんどの小径流木は浮遊状態で流下するものの、10-20%程度はそれ自身の分裂によってログジャムの決壊とは無関係に流下する可能性を示唆している。

P2-178 クラゲチップを活用した大規模山火事跡地の森林再生

江崎次夫¹・河野修一¹・徐正一²・全 権雨³

¹ 愛媛大学農学部・² 公州大学校産業科学大学・³ 江原大学校山林環境科学大学

【目的】愛媛県今治市の笠松山は、平成21年8月21日発生した火災で山林約107haを焼失した。その翌年の平成22年から愛媛県、今治市や地元のボランティア団体などによって精力的に復旧作業が進められている。本研究では、クラゲチップを用いて植栽した箇所の生育状況の調査を実施し、森林再生の方向性について検討を試みた。【実験方法】平成22年2月27日に火災跡地で比較的傾斜が緩やかな箇所約1haにクラゲチップ区および無施用区(対照区)を配置し、それぞれの試験区にアカマツ、コナラ、クヌギおよびヤマザクラの4種類の木本植物を植栽した。【結果】植栽後5年目までの結果と同様、6年目においてもクラゲチップ施用区と無施用区の樹高との間には、0.1から1%レベルで有意差が認められ、引き続き、クラゲチップ施用の効果が確認された。これは、クラゲチップの水分保持力とこのクラゲチップが細菌や糸状菌などの微生物によって次第に分解されて無機化し、窒素、燐酸やカリなど肥料分として吸収されたことによるものと判断される。なお、本研究の一部は、韓国・山林庁・山林科学技術開発事業(課題番号:S111214L050110)の助成を受けて行われた。

P2-180 ライシメーターを用いた人工斜面の植生遷移

河野修一¹・江崎次夫¹・金 錫宇²・全 権雨²

¹ 愛媛大学農学部・² 江原大学校山林環境科学大学

【目的】昭和55年からライシメーターを利用した盛土実験斜面で植生の推移を調査している。この実験を開始して35年を経過した平成26年10月に調査を実施し、その結果を基に、周辺植生を考慮した具体的な植生のり面保護の工法のあり方の検討を行った。【調査方法】調査は、愛媛大学米野々森林研究センターに設置されているライシメーターを利用した盛土のり面緑化試験地で行った。掘り取り調査は、ライシメーター内の全ての木本および草本植物について、平成27年5月に実施した。【結果】35年目の調査で同定できた木本植物は、16種の総計557本であった。草本植物は2種の2株であった。当初に導入した草本植物は確認できなかった。35年間の調査の結果、のり面の植生遷移は、周辺植生に大きく影響されることが判明した。この結果は、筆者らが提唱している低コストで環境への負荷をできるだけ軽減させ、周辺植生に回復させるために、被覆資材などで侵食防止を図りながら飛来種子を活用する緑化工法に理論的な根拠を与えたことになる。なお、本研究の一部は、韓国・山林庁・山林科学技術開発事業(課題番号:S111215L150110)の助成を受けて行われた。

P2-181 落葉広葉樹林における濁水ろ過実験とその後の地表流発生状況

阿部俊夫・岡本 隆・篠宮佳樹

森林総合研究所東北支所

森林の濁水ろ過機能を明らかにするため、岩手大学御明神演習林内の落葉広葉樹林に長さ2mの実験水路を2本設け、2014年9月～2015年7月にそれぞれ4回の濁水ろ過実験をおこなった。阻止率（除去された懸濁物質／全懸濁物質）は実験を繰り返すと低下し、初回90%前後から最後は75%前後となった。ただし、越冬後の阻止率低下は緩やかであり、冬期間に昨秋の落葉が破碎されフィルター機能が高まったか、林床の目詰まりが緩和された可能性も考えられる。なお、ろ過速度は見かけの浸透能と正の相関があり、対数関数で近似できた。また実験終了後、水路からの地表流量とそれに含まれる微細土量を11月まで調査した。地表流量は観測期間中の総雨量と、微細土流出量は降雨強度の2乗に降雨時間を乗じた指標と正の相関があった。発表者は以前に施業跡地からの濁水発生量を調査したが、その結果と比較すると、本研究の地表流量および微細土流出量は林業機械が走行した林地より少なく未撾乱林地より多かった。濁水流下の繰り返しで目詰まりした林床は、新たな濁水発生源となる恐れもあると考えられる。

P2-183 東丹沢大洞沢試験流域における斜面の土砂移動の季節変化

平岡真合¹・五味高志¹・内山佳美²

¹ 東京農工大学大学院農学府・² 神奈川県自然環境保全センター

森林斜面における土砂移動特性の把握は、土壤保全や斜面からの河川への供給土砂量を評価する上で重要である。本研究では、丹沢山地東部、大洞沢試験流域内の2小流域斜面における土砂移動量とその粒径組成の季節変化を把握した。調査地における年降水量および年平均気温は3000mm程度、12℃であり、初冬から春先にかけて土壤表層で凍結融解が発生することがある。斜面末端に幅1mの土砂捕捉箱を4か所設置し、月に1回程度、捕捉土砂を回収した。各斜面では年間に3～54t/m²/yrの土砂移動量が観測され、土砂量には斜面間で大きな違いがみられた。6～10月（降雨期）と12～4月（冬季から春先）の土砂量を比較すると、降雨期に多くなる場所と冬季から春先に多くなる場所があった。各期間の土砂の粒径組成を比較すると、冬季から春先には10mm以上の土砂量の割合が4～97%を占め、2mm以下の占める割合は1～53%となっていた。本研究結果から、斜面における土砂移動量は場所によって年間最大で8.4倍の違いがあり、土砂の量や粒径組成は降雨や凍結融解の発生によって季節ごとに異なることが示唆された。

P2-182 濁度観測と履歴解析に基づく流域の土砂生産・流出特性

水垣 滋・谷瀬 敦・平井康幸

土木研究所寒地土木研究所

流域スケールの土砂生産・流出特性を明らかにするために、北海道の総主別川流域を対象に濁度計による浮遊土砂(SS)濃度観測(2011～2014)を行い、融雪・降雨出水66イベントについてSS濃度の履歴(ヒステリシス)を類型化し、水文流出特性との関係を解析した。ヒステリシスのループ形状は時計回り(28)、直線(24)、反時計回り(10)、8の字(4)の順に多く、時計回り、8の字、直線、反時計回りの順にイベント中の最大流量が大きいことがわかった。反時計回りのヒステリシスは増水時より減水時にSS濃度が高い場合に生じ、大規模な出水時に流域の広範囲の斜面・河道から土砂が供給・輸送されたと推察される。一方、時計回りのヒステリシスは増水時より減水時にSS濃度が低い場合に生じ、小規模出水時は河床堆積物や流路近傍斜面からの土砂供給に限定されたと考えられる。融雪と降雨では最大流量や流出率に有意差が認められたが、ループ形状の出現傾向への影響は認められなかった。また大規模な崩壊や地すべりの発生は認められなかったことから、今回得られた結果は、水文特性の季節性に関係なく、流域の定常的なSS流出特性を示していると考えられる。

P2-184 融雪浸透モデルとタンクモデルを用いた地すべり地の融雪水量予測

岡本 隆

森林総合研究所東北支所

東北地方の日本海側などの多雪地域では融雪期に地すべり災害が頻発する。融雪期の地すべり危険度を評価するため、雪の粘性圧縮理論に基づき融雪水量を予測する(A)融雪浸透モデルと、融雪水の地下浸透による地下水位の変動を予測する(B)タンクモデルのふたつを組み合わせた複合モデルを開発し、地すべりの誘因となる地下水位の予測を試みた。同モデルは、計算に必要な入力値が降水量と積雪深のみであり、煩雑な観測パラメータを必要としない点に特徴がある。

新潟県上越市の地すべり試験地の観測データを利用してモデルの検証をおこなった。観測値とモデル計算値を比較したところ、(A)融雪浸透モデルは積雪初期の断続的な融雪、厳冬期の無融雪、および融雪期の旺盛な融雪を精度良く再現した。一方、(B)タンクモデルに融雪水量を入力して推算される地下水位は、融雪期の地下水位の上昇は定性的に再現されるものの高い精度は得られなかった。その要因として、継続的な積雪荷重による表層土の透水性の低下を、タンクモデルが表現できなかった可能性が考えられた。

P2-185 グライド抑制工施工地におけるスギ植栽木による斜面積雪安定度の経年変化とその定量化

柴 和宏¹・中田 誠²

¹ 富山県農林水産総合技術センター木材研究所・² 新潟大学農学部

【目的】全層雪崩が常襲し草地化が進んだ多雪地帯の急傾斜地において木製杭を用いた森林造成法の確立が求められている。本報では、グライド抑制三角棒工の施工地において植栽から幼齢期にかけて埋雪期を脱し雪上直立木となったスギ植栽木の立木密度から斜面積雪安定度の定量化を試みた。【方法】8~13年経過した富山県内5箇所の施工地において毎木調査を複数年実施し、スギ植栽木の生存率や樹高成長の経年推移を調べるとともに、最大積雪深に対する平均樹高の比と直立木の出現割合（生存木に対する）との関係を求めた。つぎに植栽密度（2550本/ha）に、植栽木の生存率、直立木の出現率を乗じて求めた直立木の立木密度を、斜面積雪の安定に必要なとされる直立木の立木密度1000本/ha（既往文献）で除して斜面積雪の安定度を算出した。【結果】スギ植栽木の幼齢期までの樹高成長は収獲表の二等級に概ね相当し、一般造林地と同等の比較的良好な成育を示した。最大積雪深1.5、2.0、2.5mについてスギ植栽木による斜面積雪の安定度の経年推移をモデル化したところ、同安定度が概ね1に達するのにそれぞれ植栽から8、11、17年を要することが分かった。

P2-187 アカマツ林床における α -ピネン放出の季節変動特性

深山貴文¹・高梨 聡¹・吉藤奈津子¹・宮下俊一郎²

¹ 森林総合研究所気象環境研究領域・² 森林総合研究所関西支所

森林が香り物質として大気中に放出しているテルペン類は、光化学反応により二次有機エアロゾルを生成することが知られている。また、二次有機エアロゾルのほとんどは水溶性であり、それらは硫酸塩エアロゾルと同様に雲凝結核として地球の気候に対して大きな影響を持つ可能性が指摘されている。しかし、現段階で森林のテルペン放出に関する理解は不十分であり、特に森林土壌のテルペン類の放出特性に関する研究は少ない。そこで本研究はアカマツ林床が放出するテルペン類の主成分である α -ピネンに注目し、その放出量の変動特性と変動要因について検討した。

野外観測の結果、春季におけるアカマツ林床の平均放出量は秋季に比較して、有意に高かった。春季の平均放出量が高かったのは複数の測定点で非常に高い放出が存在していたことに起因し、この高い放出は局所的にリター層内に存在していた大きな放出源に起因すると考えられた。また、この高い放出は存在するリター量の多寡に直接関係していなかったことから、樹冠から散布された樹脂を起源とする可能性が考えられた。

P2-186 気象要素を考慮した冠雪重量予測モデルの開発

勝島隆史¹・嘉戸昭夫²・相浦英春³・南光一樹¹・鈴木 寛¹

¹ 森林総合研究所気象環境研究領域・² 富山県農林水産公社・³ 富山県農林水産総合技術センター森林研究所

冠雪害のリスク評価を実施するには、冠雪重量の空間的・時間的な変化を得る必要がある。これまでに気象データを入力値として冠雪重量を評価するモデルが開発されているが、気象条件に対する冠雪の成長と落下の関係について十分な知見が得られておらず、いずれのモデルも経験的な仮定が取り入れられている。本研究では、気象条件を考慮した冠雪重量を評価するモデルの開発を行うために、富山県内のスギについての冠雪重量と気象の8冬季の観測値を用いて冠雪の成長と落下についての解析を行った。解析の結果、気温と冠雪の成長との関係について、気温-3~0℃の降雪時に冠雪の成長が大きいことが既往研究で示されているが、今回の解析からは、この関係を見出すことができなかった。冠雪の落下については、気温がプラスのときで気温が高いほど落下が大きい関係が見られた。風速との関係については、観測地では比較的風が弱いため議論することができなかった。より正確な冠雪重量の評価には、広範な気象条件についての冠雪重量のデータを蓄積し、モデルに反映していく必要があると考えられる。

P2-188 Effect of stand structure and climatic factors on throughfall isotopic composition in a Japanese cypress plantation

Xinchao Sun¹・Yuichi Onda¹・Akiko Hirata¹・Hiroaki Kato¹・Takashi Gomi²

¹ 筑波大学生命環境系・² 東京農工大学農学部

We investigated the effect of stand structure and climatic factors on isotopic composition of throughfall (*TF*) in a Japanese cypress plantation. We observed three different correlations (i.e., significant positive, significant negative, and no-significant) between $\delta^{18}\text{O}$ and d-excess of *TF* and canopy openness above the *TF* collectors. These observations probably reflect different rainwater flow paths through the canopy and reveal the operating mechanisms (i.e., physical fractionation and selection process) of the *TF* isotopic composition. Further, we developed a conceptual framework to describe the possible major control of *TF* isotopic composition under the influence of climatic factors (i.e., temperature, wind speed, and rainfall intensity). These findings would be useful for studying the operating mechanisms of *TF* isotopic composition and estimating interception processes through the canopy.

P2-189 冷温帯落葉広葉樹林における熱収支および乱流特性

小坂 泉・野中翔平・大塚羽純・関崎良美・田口裕也・清水伸大・瀧澤英紀・阿部和時

日本大学生物資源科学部

近年、森林-大気間の熱・水・CO₂交換量を精度高く測定できる渦相関法による連続観測が、世界各地で実施されている。現時点において森林群落レベルでの熱・水・CO₂交換量の長期モニタリングに関しては、渦相関法が有効であることには間違いないが、その場合、プラットホームとして樹高よりも高度の高い観測タワーが必要となる。筆者らは、渦相関法について、比較的標高の高い山地森林の山頂において適用可能であれば、高度の低い観測タワーでフラックス計測が実施できる可能性があるのではないかと考えている。そこで本研究では、群馬県北部のブナが優占する冷温帯落葉広葉樹林が見渡せる山頂サイト(標高985m)に建設された6mの観測タワーを用いてフラックス観測を実施し、渦相関法より求められる顕熱フラックス(H)と潜熱フラックス(IE)の経年変化および熱収支の特徴について調べた。その結果、HおよびIEは地表面の変化を反映した季節変化を示し、それらの傾向は毎年概ね同様であった。熱収支インバランスについては、HおよびIEの和で表される熱の渦フラックスが有効エネルギーよりも大きくなり、他のサイトと異なる傾向を示した。

P2-191 桐生水文試験地ヒノキ林における生態系フラックスの長期トレンド

小杉緑子¹・高梨 聡²・植山雅仁³・岩田拓記⁴・鶴田健二¹・鎌倉真依¹・安宅未央子¹・坂部綾香¹・谷 誠¹

¹ 京都大学大学院農学研究科・² 森林総合研究所気象環境研究領域・³ 大阪府立大学生命環境科学研究科・⁴ 信州大学理学部

滋賀県南部の桐生水文試験地タワーサイトでは、2001年より生態系フラックスの連続観測を継続している。同サイトは現在では1959年に植栽されたヒノキが優先する、樹高20m、樹齢50年超で間伐おくれの森林である。29mのタワー上で渦相関法により生態系スケールの顕熱・潜熱・二酸化炭素フラックスを観測すると同時に、降水量・放射各成分・温湿度・風速・気圧・土壌水分等の気象要素を観測している。15年間に渡る生態系フラックスの長期トレンドについて解析したところ、樹齢が50年を超える2009年頃から最近にかけて、生態系スケールでのGPP・NEE・RE・蒸発散等の特性に衰退の兆候が現れていることが明らかになってきた。この兆候は、樹木の成長スピードの鈍化とも符号した。

P2-190 幹の水ポテンシャル連続測定によるヒノキの水利用評価

鎌倉真依・小杉緑子・鶴田健二・山本浩之・仙福雄一・谷 誠

京都大学大学院農学研究科

自然条件下での水ストレスの大きさの違いにより、樹木の通導系のどの部位に、どの程度の通水性の変化が生じるのかを詳細に把握するために、滋賀県大津市の桐生水文試験地に生育するヒノキ個体(樹高22m)の幹下部(1m)、幹上部(20m)および枝(20m)にICT社のステム・サイクロメータを設置し、2014年7月より水ポテンシャル(Ψ)の連続測定を開始した。同時に、テンシオメータによる土壌のΨ、グラニエ法による幹下部、幹上部および枝の樹液流速の測定も行った。さらに二週に一度、樹冠内三高度で個葉ガス交換速度およびプレッシャーチャンバーによる葉のΨを測定した。以上の観測から、ヒノキ個体の蒸発散量を制御する内部メカニズムの解明を目的とした。

Ψは、土壌>幹>枝>葉となった。幹のΨの日変化は、VPDとよく一致し、降雨時にはゼロ付近を示した。また晴天日の朝方に、幹上部のΨは、幹下部よりも約2時間遅れて低下を開始し、夕方のΨの回復も遅れた。同様のタイムラグは樹液流速の観測結果からも確認された。このことから、ヒノキでは、前日に樹体内に貯留した水を翌日の蒸散に利用していることが示唆された。

P2-192 東南アジアの低地に生育する天然生落葉林における水蒸気フラックスの季節・年々変動

清水貴範¹・飯田真一¹・壁谷直記²・玉井幸治¹・清水 晃²

¹ 森林総合研究所水土保全研究領域・² 森林総合研究所九州支所

インドシナ半島中南部に存するカンボジア国では、近隣諸国では稀少になっている熱帯の低地乾燥落葉林が、メコン川東岸を中心に広範囲に分布している。同国の大半は雨季・乾季が明瞭なサバナ気候下にあり、落葉林の樹木は乾季に一旦落葉する。しかし、近年の樹液流観測に基づく報告によると、土壌水分環境がより厳しくなる乾季の中盤以降に、多くの樹木が展葉して蒸散を開始する現象が生じている(Iida et al., *Ecohydrology*, In press)。そこで本研究では、樹液流観測プロットで見られたこの不思議な現象が林分スケールの蒸発散量に及ぼす影響を確認するために、微気象観測(バンドパス渦相関法)による潜熱交換量の算出を行った。観測地はカンボジア国・クラチェ州の落葉林(12°55'N、106°12'E)で、地上高30mの地点にバンドパス渦相関法の機器を設置し、他の微気象要素とともに観測を行った。解析対象とした2009年11月~2010年4月の乾季では、期間前半に潜熱交換量が急激に落ち込んだが、乾季期間の半ば以降には純放射量の増加に伴う水蒸気交換量の漸増が見られ、乾季中盤における樹木の展葉と蒸散の開始が、林分の蒸発散量の季節変化にも反映していることが示唆された。

P2-193 ヒノキ壮齡林における遮断蒸発量の年変動

高木正博

宮崎大学農学部

森林における遮断蒸発は森林の水源涵養機能を十分に発揮させるための管理や森林水収支を考えるうえで重要である。森林の遮断蒸発量についての研究はこれまで非常に多く行われてきており、Komatsu et al. (2007) は、様々な試験地で得られたデータをもとに比較解析を行っている。一方で、同一の試験地において年変動レベルでの異なる気象条件に対する遮断蒸発量の応答については、1年以上の長期間の観測例が少ないため明らかにされていない部分が多い。そこで本研究では、宮崎大学田野フィールド(演習林)内のヒノキ壮齡人工林の2013年から2015年の3年間にわたる遮断蒸発量の結果と、それぞれの年の気象条件との対応を検討した。年降水量は2013年は平年より少なく、2014年と2015年は平年より多かった。その結果、年降水量の多かった年の年遮断蒸発量が、年降水量の少ない年の値に比べて多い傾向が認められた。

P2-194 釜淵森林理水試験地における長期蒸発散量および可能蒸発量

久保田多余子

森林総合研究所東北支所

日本各地の水文試験地で長期間のデータが蓄積されたことから、実測された過去の気候変動に基づいて森林の蒸発散量に及ぼす気候変動や森林成長の影響を実証的に解析することが可能になった。このような研究のほとんどが、森林成長が森林の蒸発散量に及ぼす影響は気候変動に比べて小さいとしている。しかし、これらの研究は流域水収支法に基づいており、流域貯留量の変動項の解釈によって、小雨年や多雨年といった気候変動に及ぼす影響が異なることが指摘されている(谷・細田, 2012)。森林総合研究所釜淵森林理水試験地も長期水文試験地の1つであり、野口・村上(2014)によって流域水収支法に基づく森林蒸発散量の長期傾向の解析が始められた。本研究では、釜淵森林理水試験地を対象に、野口・村上(2014)の解析に加え、本試験地で長期間観測された気温と日射量または日照時間(欠測は新庄のアメダスデータにより補完)をもとに、流域水収支法によらないPriestly-Taylor法によって可能蒸発散量の長期変動を求め、森林蒸発散量の長期変動に及ぼす気候変動と森林成長の影響について解析した。

P2-195 モウソウチク林における土壌染色実験—浸透過程の可視化—

篠原慶規¹・平岡真合乃²・五味高志²

¹九州大学大学院農学研究院・²東京農工大学大学院農学府

近年、モウソウチクの拡大が日本各地で報告されており、それに伴う水土保全機能の低下が懸念されている。表層崩壊発生や水資源貯留、植物成長と密接に関わる降雨の浸透過程は、植物根系の分布や構造と密接に関連している。この関連性について、草本や樹木を対象として研究が進められてきたものの、独特の地下茎構造を持つタケでは十分に調べられていない。本研究では、静岡県藤枝市滝沢の傾斜約40度のモウソウチク林3箇所において、染色液(Brilliant Blue 溶液)を53-95 mm h⁻¹で30分間散水した後、側面の断面を掘削し、鉛直方向と斜面方向の浸透過程を観察すると共に、選択流の存在の有無を確認した。モウソウチク林の地表は、厚さ5 cm程度のルートマットで覆われており、鉛直浸透より斜面方向の水移動が卓越していた。ルートマットより下層の土壌についても、一部、染色域が見られたが、深さ30 cmまでに点在した地下茎(直径3 cm程度)の位置とは対応していなかった。このことから、ルートマット内を斜面方向に流れる水の一部は、ルートマット内の切れ目等から土壌下層へ浸透するものの、地下茎が主たる浸透経路とはなっていないことが推察された。

P2-196 伏見桃山のマダケ林における土壌水分変動

細田育広

森林総合研究所関西支所

【目的】放置竹林の拡大が山林の水保全機能を低下させるとの懸念があるものの、森林との具体的な違いについては十分明らかではない。そこで放置竹林における土壌水分変動の実態を調査した。【方法】森林総合研究所関西支所桃山実験林内のマダケ林に12 m×5 mの調査プロットを設定した。土壌水分はWaterMark Monitor (Irrometer Company Inc., Riverside, CA)を用いて深さ10 cm、30 cm、60 cm、120 cmのマトリックポテンシャル(ψ_m)を観測した。【結果】2012年5月~2014年7月(前期)、 ψ_m の変動幅は深さ10 cmで最も大きく、4月下旬から6月にかけておよび8月終わりから9月に-200 kPa以下を記録した。深さ30 cm・60 cmではほぼ0~-100 kPaを変動し、深さ120 cmでは長い期間を-100~-200 kPaの間で推移した。2014年8月に相次いだ台風で多数の風倒が発生した後(後期)は、その年の11月末までに2070本/haから8700本/haに桿密度が減少して様相が一変した。深さ10 cmでは概ね0~-100 kPa、それ以深ではほぼ0~-50 kPaの間を推移した。前期と後期の降水量には大きな差が無いため、両期の差は桿密度の減少に伴う林分蒸発散量の減少に由来するものと推察された。

P2-197 花崗岩山地減流域の基岩内地下水が流出特性に与える影響

正岡直也¹・小杉賢一朗¹・肥沼直輝²・藤本将光³

¹ 京都大学大学院農学研究科・² 京都大学農学部・³ 立命館大学理工学部

基岩内地下水の分布・流動機構について近年有効な直接的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。本研究では比較的小起伏の花崗岩山地において基岩内地下水を前例の無い高密度で直接観測し、表流水流量と比較することで、地下水が流出特性に与える影響を明らかにすることを目的とした。観測は滋賀県不動寺水文試験地内のF0流域(2.3ha)で行った。流域内の全67箇所のボーリング孔で地下水位を観測し、加えてF0流域末端及び内部の8小流域(0.11~0.47ha)末端における流量を観測した。地下水面は表面地形の起伏と対応せず、流域界を跨いだ流れが恒常的にみられ、流入先となる小流域では基底流出量が顕著に多かった。流量ハイドログラフの形状は小流域ごとに異なり、特に基底流時の傾きに差がみられた。また一部の小流域では降雨から数時間遅れた二次ピークの発生が顕著であった。これらの基底流量波形は小流域内の地下水位波形と概ね類似しており、特に流域末端近くの浅層地下水と良好な対応がみられた。このように流域内外での基岩内地下水の流動が、小流域間の流出特性の違いを生んでいることが明らかになった。

P2-199 地上部と地下部で分解するブナとミズナラの枯死木の分解呼吸速度とその制御要因

上村真由子・明石侑平・伊藤洋務・結城リサ・丸山 温

日本大学生物資源科学部

枯死木は炭素や栄養塩をストックし、生物の生息場所になるなど、森林生態系の重要な構成要素である。この研究の目的は、冷温帯優占樹種の枯死木の分解速度を規定する要因やその影響の大きさを定量的に明らかにすることである。枯死木は、幹、枝、根といった部位によって機能やサイズ、分解場所が異なり、化学成分や窒素が偏在することから、枯死木の物理・化学性を示す要因間に相関が生じる。本研究ではパス解析を用いて、要因間の相互作用も考慮に入れて枯死木分解速度のモデル化を行った。4年前に伐採したブナ・ミズナラの幹・枝・粗根・細根を対象に、夏季に測定した分解呼吸速度には直径と炭素濃度との間に強い負の相関が、含水比との間に正の相関が、さらに樹種によって有意な違いがみられた。要因間では、分解場所(地上・地下)と材密度や炭素濃度、枯死木の直径との間に相関があった。枯死木の分解を考える上では、枯死木の構造や機能によって物理化学的な要因が変化することや、分解場所によって環境要因が変化することを考慮することが重要であることがわかった。

P2-198 中山間地域河川の硝酸イオン濃度の流下方向における空間変動について

井手淳一郎¹・宗村広昭²・中村高志³・森也寸志⁴・武田育郎²・西田 継³

¹九州大学持続可能な社会のための決断科学センター・²島根大学生物資源科学部・³山梨大学国際流域環境研究センター・⁴岡山大学大学院環境生命科学研究所

本研究では、森林が土地利用の多くを占める、地形の急峻な中山間地域河川において硝酸イオン(NO₃⁻)濃度の空間変動について検討することを目的とした。このため、島根県東部の斐伊川本流の7地点において月1回の河川採水を1年継続し、NO₃⁻の濃度と窒素・酸素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ ・ $\delta^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$)を分析し、それらの空間変動を解析した。観測期間におけるNO₃⁻濃度の平均値には採水地点間での有意差はなく($p \geq 0.05$)、濃度の範囲は1.6~2.1 mg l⁻¹であり、流下方向における濃度の変動は小さかった。一方、季節ごとにみると、春季と秋季にNO₃⁻濃度の流下方向における有意な減少がみられ($p < 0.05$)、また、秋季においては $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ と $\delta^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$ に流下方向における上昇傾向がみられた。 $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ とNO₃⁻濃度との関係から、河川流量と先行降雨量の少なかった秋季において脱窒の効率が高い傾向にあった。本研究の結果から、中山間地域河川においてはNO₃⁻濃度の空間変動は小さいものの、季節ごとにみると、脱窒や希釈作用によるNO₃⁻濃度の流下方向における減少が生じることが示唆された。

P2-200 北海道中部の湿地林における地表面と下層植生からのメタンフラックス

山田健四¹・寺澤和彦²・阪田匡司³・石塚成宏³・大野泰之¹

¹北海道立総合研究機構林業試験場・²東京農業大学生物産学部・³森林総合研究所立地環境研究領域

樹木を介したメタン放出が観測された北海道中部の月形町の湿地林において、湿地生態系全体のメタン放出の定量的評価に向けて、地表面と林床植生のメタンフラックスを観測した。地下水位傾度に応じてオニシモツケとヨシが優占する群落に調査区を設置し、地表面は2013~2015年の無積雪期間に毎月1回、ステンレス製円形チャンパーを用いた非通気型密閉法により計10か所でメタンフラックスを観測した。下層植生はオニシモツケ群落ではオニシモツケとオオイタドリ、ヨシ群落ではオニシモツケとヨシを対象に2015年6~8月に3回、ステンレス製脚部とテドラフィルムからなる直方体のチャンパーを用いて計8か所で同様に観測した。地表面のメタンフラックスは吸収かごくわずかな放出で、地下水位とチャンパー位置に依存していたほか、特定のチャンパーで極端に高い放出が観測された。下層植生ではヨシから非常に高いメタン放出が見られ、オニシモツケの一部からも放出が観測された。これらの結果から、樹木からの放出を除く湿地林のメタンフラックスは、オニシモツケ群落では地表面の吸収、ヨシ群落ではヨシの放出が主体となっていると推察された。

P2-201 多雪地帯の落葉広葉樹林における土壌および積雪層中 CO₂ 鉛直分布の経時変化

小野賢二¹・安田幸生²・阪田匡司³・森下智陽⁴

¹ 森林総合研究所東北支所・² 森林総合研究所気象環境研究領域・³ 森林総合研究所立地環境研究領域・⁴ 森林総合研究所四国支所

近年森林が持つ温暖化緩和機能が注目され、森林土壌由来の温暖化ガス動態が各地で観測されている。森林土壌は CO₂、N₂O の放出源、CH₄ の吸収源である。温暖化ガスの吸収・放出量は地温や土壌水分に応じ変動する。寒冷な多雪地帯では冬期の地温が低いため、土壌微生物の活性はわずかとされ、実観測やそれに基づく正確な評価例は少ないことから、積雪地帯の森林において、降雪・積雪・融雪による物理化学的プロセスを加味した温暖化ガスの動態解明が不可欠である。本発表では、積雪、融雪が各種温暖化ガス動態に与える物理化学的影響を検討するため、安比高原ブナ林において積雪期の積雪層および土壌層から毎月一回シリンジを用いてガス試料を採取し、CO₂、N₂O、CH₄ 鉛直分布の経時変化をモニターした。その結果、① 積雪は、CO₂ と N₂O の放出、CH₄ の吸収の抵抗層となっているが、雪質、含水率、雪密度の違いが抵抗強度の違いとしてガス濃度分布にそれほど影響しないこと、② 地表面の湿雪はガスフラックスの抵抗となり、CO₂ と N₂O は土壌に貯留され、CH₄ は土壌中で濃度が低下すること、③ 大量の融雪水の通過は積雪層内のガス濃度の鉛直分布に影響すること、が明らかとなった。

P2-203 日本の森林土壌における根呼吸と微生物呼吸の割合

阪田匡司・石塚成宏・平井敬三

森林総合研究所立地環境研究領域

日本の年間土壌呼吸の変動要因を明らかにするため、その構成要素である根呼吸、微生物呼吸を、気象環境や植生が異なる 6 地点で推定するとともに、既報のデータも加え、各呼吸と気象要因や植生との関係を検討した。根呼吸は年平均気温および地上部リターフォール量と、土壌呼吸は地上部リターフォール量と、それぞれ正の相関が見られた。一方、微生物呼吸は年平均気温や地上部リターフォールと明瞭な関係が見られなかった。土壌呼吸から地上部リターフォールを差し引いた地下部炭素分配量 (TBCA) は土壌呼吸、根呼吸、微生物呼吸とも正の相関があったことから、微生物呼吸は地上部リターフォールよりも TBCA の影響が大きいと考えられた。TBCA は常緑広葉樹や下層植生にササを持つ落葉広葉樹において他の植生タイプより大きかった。一方、地上部リターフォールは常緑広葉樹で大きく、下層植生にササを持つ落葉広葉樹で小さい傾向を示したこと、これらの植生タイプ間で地上部と地下部の炭素分配割合が異なっていると考えられた。このように、土壌呼吸の変動要因として、上層木だけでなく、下層植生を含めた植生の影響を考慮することが重要であると思われた。

P2-202 北海道東部の泥炭湿地林における樹幹と土壌からのメタン放出量の変動

寺澤和彦¹・山田健四²・阪田匡司³・中村隆俊¹・石塚成宏³

¹ 東京農業大学生物産学学部・² 北海道 北海道立総合研究機構林業試験場・³ 森林総合研究所立地環境研究領域

北海道東部の濤沸湖に隣接する泥炭湿地林内の調査プロット (15m×30m) において、ハンノキ (7 個体: DBH 15~36 cm) とヤチダモ (3 個体: DBH 9~29 cm) の樹幹表面 (地上約 15 cm 高) および地表面 (10 か所) でのメタンフラックスを 2015 年 5、7、9、11 月にステンレス製チャンバーを用いた非通気型密閉法で測定した。樹幹からのメタン放出速度は明瞭な季節変動を示し、両樹種とも 9 月に最も高かった。メタン放出速度の樹種間差は明瞭ではなく、個体サイズとの関係もみられなかった。一方、土壌からのメタン放出速度は 7 月と 9 月に高い傾向を示したが、空間的な変動がきわめて大きく、チャンバー間で 10²~10³ 倍程度の違いがみられた。5~9 月の地表面フラックスの測定時には、土壌中のメタンの気泡による放出とみられるチャンパー内メタン濃度の不連続的な上昇がしばしば観測され、とくに 7 月に多くみられた。調査プロット内の 3 地点 (各地点の深さ 25 cm と 50 cm) から採取した地下水の溶存メタン濃度は 9~11 月に最も高くなったが、採取地点による変動が大きく、溶存メタン濃度に空間的な傾度が存在することが示唆された。

P2-204 全国の森林の枯死木における炭素蓄積量とその 5 年間の変動 —日本の枯死木炭素プールの特徴—

大曾根陽子¹・南光一樹²・鶴川 信³・田中永晴¹・三浦 覚¹・石塚成宏¹・酒井佳美⁴・酒井寿夫⁵・今矢明宏¹・橋本昌司¹・金子真司¹

¹ 森林総合研究所立地環境研究領域・² 森林総合研究所気象環境研究領域・³ 鹿児島大学農学部・⁴ 森林総合研究所九州支所・⁵ 森林総合研究所四国支所

枯死木 (倒木、根株、立枯木) は、樹木が枯死して分解されるまでの一時的な有機物のプールであり、温室効果ガスのソースとなるため、その蓄積量の把握は森林生態系の炭素循環を理解するうえで重要である。ここでは、全国約 2000 地点において行われた 2 回の枯死木調査の結果より、日本の森林の枯死木炭素蓄積量を概観する。枯死木炭素蓄積量の平均は 7.63±9.92Mgha⁻¹ であり、温帯林で報告されている枯死木蓄積量の範囲内にあった。枯死木は土壌などに比べて時間的・空間的に変動の大きい炭素プールだといわれるが、2 回の調査結果 (5 年隔) を比較すると、蓄積量が大きく変動した地点もみられたものの全国平均に有意な差はなかった。また、地上部現存量に対する枯死木量の比は 25.8% と低かった。森林の攪乱の指標とされるこの値が低いことから、日本の森林は傾斜地に多く、台風などの災害も多いが、攪乱が森林の構造に与える影響はそれほど大きくないことが示唆された。枯死木の構成要素に関しては、人工林では根株が多く、天然林では大径の立枯木が見られるというように施業の有無との関係が見られた。

P2-205 苗場山のブナ林における細根生産速度

野口享太郎¹・韓 慶民²・壁谷大介³・稲垣善之⁴・古澤仁美¹

¹ 森林総合研究所立地環境研究領域・² 森林総合研究所北海道支所・³ 森林総合研究所植物生態研究領域・⁴ 森林総合研究所四国支所

樹木の細根生産量は、森林の純一次生産量の数十%におよぶことがある。そのため細根は、森林生態系の炭素・物質循環において重要な役割を担うと考えられている。本研究では、新潟県・苗場山の約90年生ブナ林において、イングロスコア法により細根生産量の解析を行った。直径3.2cm、長さ20cmのプラスチックメッシュ円筒(穴径2mm)をイングロスコアとして使用し、根を取り除いた現地の土壌を詰めて、2014年11月上旬に調査林分内の15カ所に埋設した。これらのイングロスコアは、埋設後1年を経過した2015年11月上旬に回収し、埋設期間中にコア内に侵入してきた細根の乾燥重量を測定して1年間の細根生産量とした。このようにして得られた深さ0-20cmにおける細根生産量は、 $304 \pm 51 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ で、根の形態から、その95%以上がブナの細根であると考えられた。この結果は、本調査地のブナが、水分や養分を獲得するために、葉の生産(約 $340 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$)、2014年のリターフォール量)に匹敵する量の同化産物を細根に分配していることを示唆している。

P2-207 亜熱帯林での落葉分解にともなう有機物と窒素の動態

大園享司

京大学生態学研究センター

落葉の分解にともなう窒素動態は、溶脱期、窒素の落葉への取り込みによる純増加がみられる純不動化期、落葉からの窒素の放出(重量減少)がみられる無機化期の3段階に区別される。この窒素動態の指標として落葉のリグニン-窒素(L/N)比が提案されており、温帯林ではL/N比が平均25(臨界値)より高い場合は純不動化、臨界値を下回る場合は無機化が起こることが知られている(Osono and Takeda 2004)。しかし、亜熱帯林における落葉分解にともなう窒素動態や、その指標としてのL/N比の有効性については検証例がほとんどない。そこで本研究では、沖縄本島北部の亜熱帯常緑広葉樹林において、12種の植物の葉を用いた分解実験をリターバッグ法により3年間にわたって実施した。その結果、12種のうち5種で純不動化と無機化の動態が、残る7種で無機化のみが認められた。窒素動態とL/N比とのあいだに高い関連性が認められ、純不動化から無機化に切り替わる臨界値は平均で29.7であり、温帯林と同程度であった。この結果は、亜熱帯林でも温帯林と類似した窒素動態とリグニンによる制御機構が認められることを示唆する。

P2-206 竹林の根系と地下茎を介した炭素動態

大橋瑞江・高松綾子・大西千里

兵庫県立大学環境人間学部

竹林における炭素動態の解明は、タケの成長特性を理解し、竹林の拡大メカニズムを解明するうえで不可欠である。しかし地上部に比べて、根や地下茎などの地下部に関する情報は限られている。竹林生態系の場合、肥大成長を行わない一方で、地下茎を用いた栄養繁殖を行うため、光合成で得られた炭素の大半が地下部に送られている可能性がある。本研究では、竹林の地下茎と根系の生産量を実測することで、地下部における炭素の利用特性を明らかにすることを目的とした。調査は兵庫県淡路市のモウソウチク林で行った。試験地に設けた2m×2mのプロットにエアースコップをかけ、側根と地下茎を採取した。その結果、竹林の側根の炭素含有量は $463 \pm 146.7 \text{ g C m}^{-2}$ 、地下茎の炭素含有量は $1038 \pm 505.8 \text{ g C m}^{-2}$ であった。胸高直径から推定された地上部の炭素含有量は 1789 g C m^{-2} であったことから、地上部と根系の比(T/R比)は1.2となった。一般的に樹木のT/R比は3~5であることから、竹林は、森林に比べて光合成の生産物をより地下部に多く投資していると予想される。

P2-208 落葉広葉樹二次林における土壌有機態窒素の粒径分画による評価

廣部 宗¹・徳地直子²・藤林裕二³・牧野奏佳香⁴・坂本圭児¹

¹ 岡山大学大学院環境生命科学研究科・² 京都大学フィールド科学教育研究センター・³ 岡山大学農学部・⁴ 京都大学大学院農学研究科

土壌における高分子有機態窒素は存在形態により微生物にたいする可給性が異なり、粒子状有機物に含まれる窒素は利用しやすいが、鉱物-有機物複合体に含まれる窒素は利用しにくいとされる。本研究では落葉広葉樹二次林を対象に、土壌窒素無機化特性の空間的なばらつきと土壌中の高分子有機態窒素の存在形態の関係を明らかにすることを目的とした。調査地は岡山県真庭市のコナラが優占する二次林であり、土壌は白亜紀後期深成岩類を母材とする褐色森林土である。40m×90m調査区内の36個の10m×10m方形区から鉱質土層表層(0-5cm)を採取し、実験室培養による純窒素無機化特性および粒径分画による有機態窒素存在形態の評価等を行った。純窒素無機化速度および純硝化速度に影響をおよぼす要因は一般化線型モデルにより解析し、AICを基準とした変数増減法による変数選択を行った。その結果、純窒素無機化速度についてはpH、粒子状有機物の窒素濃度、および鉱物-有機物複合体の炭素/窒素比を説明変数に含むモデルが選択され、純硝化速度については土壌採取時の含水比と粒子状有機物の炭素/窒素比を含むモデルが選択された。

P2-209 気象条件の異なる4地域の広葉樹林における春季と秋季の窒素吸収の比較

稲垣善之¹・福澤加里部²・館野隆之輔³・鶴川 信⁴・磯部一夫⁵・壁谷大介⁶・柴田英昭²

¹ 森林総合研究所四国支所・² 北海道大学・³ 京都大学・⁴ 鹿児島大学・⁵ 東京大学・⁶ 森林総合研究所

樹木にとって窒素資源は一次生産を規制する重要な資源である。樹木と土壤微生物は土壤中の窒素資源をめぐって競争関係にあり、その関係は季節によって変化すると予想される。気象条件の異なる4つの地域において落葉樹林を選定し(天塩:北海道大学天塩研究林、標茶:京都大学北海道研究林、つくば:森林総合研究所苗畑、鹿児島:鹿児島大学高隅演習林)、それぞれの林分に10m×10mの調査区を4か所設定した。2013年秋季および2014年春季に調査区にそれぞれ、アンモニウム態と硝酸態の重窒素トレーサーを添加し、定期的に有機物層、土壤、植物葉を採取し、重窒素の存在量を質量分析計で測定した。鹿児島では硝酸態窒素の取り込みはアンモニウム態よりも大きかったが他の3地域では差が認められなかった。添加時期については、秋季と春季に重窒素の取り込みに差は認められなかった。葉の重窒素の取り込みは落葉広葉樹で小さく、ササで大きかった。ササでは秋季に春季よりも窒素の取り込みが大きい傾向は認められなかった。以上の結果より、下層植生のササで窒素の吸収が大きいこと、秋季においても植物は活発に窒素を吸収することが明らかになった。

P2-211 葉面積指数と土壤微生物活性を指標とした森林生態系の持続性評価手法の検討

高橋輝昌・松本 文

千葉大学大学院園芸学研究所

緑地生態系の持続性の評価には多大な労力と時間を要する。持続性を備えた生態系は安定した物質循環系を持つ。安定した物質循環系では、生産者(植物)による有機物生産の活性と、分解者(土壤生物)による有機物分解の活性が均衡すると予想される。そこで、両者の関係を基準とした簡易な持続性の評価手法について検討した。安定した物質循環系を持つと考えられる比較的緩やかな斜面上に成立するいくつかの広葉樹天然林において、葉面積指数(LAI)を植物による有機物生産活性の指標とし、土壤の加水分解酵素活性(微生物活性)を土壤生物による有機物分解の指標として、両者の関係性を調べた。落葉広葉樹天然林では、LAIと微生物活性との間に正の相関関係がみられた。常緑広葉樹林では、LAIと微生物活性に正の相関関係がみられる季節が林分の構成樹種によって異なっていた。これらのことから、広葉樹天然林ではLAIと微生物活性の関係が生態系の持続性を評価する基準となりうる。また、その基準は林分の構成樹種によって変化すると考えられる。この基準を造成緑地でのLAIと微生物活性の関係と比較することで、造成緑地の持続性を評価できる可能性が示された。

P2-210 窒素負荷量の異なるスギ林分における林床樹木の窒素利用様式

田中(小田)あゆみ¹・稲垣善之²・野口享太郎¹・矢野 翠³・木庭啓介³・平井敬三¹

¹ 森林総合研究所立地環境研究領域・² 森林総合研究所四国支所・³ 東京農工大学大学院農学研究院

窒素負荷による森林内の窒素循環の変化が樹木の窒素吸収に与える影響を明らかにするため、筑波試験地(年間窒素負荷量:11.5kgN/ha)と、桂試験地(7.5kgN/ha)のスギ林の斜面上部と下部それぞれから土壤と林床に生育する樹木葉を採取し、窒素同位体比を調べた。桂試験地では斜面上部でアンモニウム態、斜面下部で硝酸態窒素の濃度がそれぞれ高かったが、筑波試験地土壤では斜面を通じてアンモニウム態窒素より硝酸態窒素濃度が高く、桂試験地の硝酸態窒素の約25倍であった。また、筑波試験地の硝酸態窒素同位体比は約-2.5%であった。樹木の窒素同位体比は、桂試験地では樹種により-10~0%の違いがあったが、筑波試験地では、樹種に関らず土壤中の硝酸態窒素同位体比に近い-3~-1%であった。窒素負荷が多い筑波試験地では、土壤中の硝酸態窒素のプールサイズが大きく、樹木の窒素源が樹種を通じて硝酸態窒素に変化した可能性が示唆された。樹木の硝酸態窒素同化能力は樹種により異なることが知られており、窒素負荷により土壤中の硝酸態窒素濃度が増加した場合、長期的には硝酸態窒素の同化能力が高い樹種の増加などの影響が懸念された。

P2-212 九州北部の森林流域における溶存有機態窒素も含めた窒素収支

釣田竜也¹・石塚成宏¹・大貫靖浩¹・壁谷直記²

¹ 森林総合研究所立地環境研究領域・² 森林総合研究所九州支所

森林流域の窒素収支は、これまで主に溶存無機態窒素(DIN)の流入流出量に基づいて検討されてきたが、溶存有機態窒素(DON)がこれまで考えられてきた以上に窒素の主要な流出形態であることが近年指摘されている。そこで熊本県の鹿北流域試験地において、降水と渓流水のDINとDON濃度の6年間の季節変動特性を検討するとともに、DINとDONの流入流出量を算出し、DONを考慮することが窒素の年収支に及ぼす影響について検討した。渓流水のDON濃度は、毎年夏期に高く冬期に低い季節変動を示した。またDON濃度に年々変動が認められ、DIN濃度よりも常時低い傾向の年もあれば、DIN濃度より高い傾向が続く年もあった。6年間の年間ヘクタール当たりのDIN収支は流入量が7.6-11kgに対し流出量が0.9-1.8kgであった。DONを考慮すると流入量が13-22%、流出量が12-21%増加した。対象試験地の全溶存態窒素流出に占めるDONの寄与は、7割に達する年がある一方、1割程度の年もあり、DONを考慮することによる窒素収支への影響程度は年により大きく異なることが分かった。今後、渓流水のDON濃度に年々変動を生じさせる要因について検討する必要がある。

P2-213 室内培養で得られる無機化・硝化パラメータによる野外窒素無機化量の推定

浦川梨恵子¹・大手信人²・柴田英昭³・館野隆之輔⁴・小田智基¹・戸田浩人⁵・福澤加里部³・渡辺恒大³・菱 拓雄⁶・小柳信宏⁷・中田 誠⁸・稲垣善之⁹・福島慶太郎¹⁰・中西麻美⁴

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科・² 京都大学大学院情報科学研究科・³ 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・⁴ 京都大学フィールド科学教育研究センター・⁵ 東京農工大学大学院農学研究科・⁶ 九州大学大学院農学研究科・⁷ 新潟県環境衛生研究所・⁸ 新潟大学農学部・⁹ 森林総合研究所四国支所・¹⁰ 首都大学東京都市環境科学研究科

全国 16 サイトの森林土壌を対象に 1 年間のバリードバッグ法を行い、現地の窒素無機化・硝化速度を 0-10、10-30、30-50 cm 深の 3 深度で測定した。また、4 週間・3 温度 (15、20、25℃) の室内恒温培養を併用し、これにより得られた窒素無機化・硝化パラメータと地温データから現地の年間窒素無機化・硝化速度の推定を試みた。

全サイト平均のバリードバッグ法による現地の年間窒素無機化・硝化量は、0-50 cm 深でそれぞれ 111 ± 34 、 $106 \pm 45 \text{ kgN ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ であり、0-10 cm が 0-50 cm 深までの約 50% を占めていた。0-10 cm 深において、室内培養パラメータにより推定された年間平均速度は、無機化・硝化ともに野外培養の 1.02 倍と、現地とほぼ同等の値が得られた。

地温測定インターバルが推定値に与える影響を検討すると、日、月の平均地温による推定値と 1 時間インターバルによる値の誤差はいずれも 5% 以下であり、1ヶ月までは精度を粗くしても推定値に差違はみられなかった。

以上のことから、浅い深度においては、室内培養から求められるパラメータと月平均地温から、現地の窒素無機化・硝化量を推定することが可能である。

P2-215 1978 年から連続施肥を受けているウダイカンバの養分状態

長倉淳子¹・古澤仁美¹・伊藤江利子²・相澤州平²

¹ 森林総合研究所立地環境研究領域・² 森林総合研究所北海道支所

本研究は、長期間の施肥が樹木の養分状態におよぼす影響を明らかにすることを目的とした。森林総合研究所北海道支所 (札幌市) 構内の土壌環境長期モニタリング試験林に 1974 年 4 月に植栽されたウダイカンバ林を試験地とした。1978 年から NPK 区、NP 区、対照 (無施肥) 区、の 3 試験区を設置し、毎年一回の施肥を開始している。2015 年までの合計 (38 回分) 施肥量は、NPK 区で $N-5434$ 、 $P-1533$ 、 $K-2100 \text{ kg ha}^{-1}$ 、NP 区で $N-6694$ 、 $P-2331 \text{ kg ha}^{-1}$ である。各試験区から 2011、2014、2015 年の夏に成葉を、2011、2013、2014 年の秋に新鮮落葉を採取し、養分分析に供した。施肥されている元素 (N、P、K) のウダイカンバ葉中の濃度は、対照区より施肥区で高いとは限らなかった。採取年によって試験区間に有意差がない場合もあったが、2015 年の成葉以外では、Mg 濃度は対照区に比べ NP 区で低い傾向がみられ、Al および Mn 濃度は対照区よりも施肥区で高い傾向がみられた。

P2-214 同位体比測定を用いた森林小集水域における硫黄動態の推定

齋藤辰善^{1,2}・山下尚之³・諸橋将雪¹・猪股弥生¹・内山重輝⁴・中田 誠²・大泉 毅⁵・佐瀬裕之¹

¹ アジア大気汚染研究センター・² 新潟大学大学院自然科学研究科・³ 森林総合研究所立地環境研究領域・⁴ 新潟県環境衛生研究所・⁵ 新潟県保健環境科学研究科

生態系内における硫黄化合物の同位体比は、生物学的プロセス等により変動することが知られており、その変化は硫黄の起源や生態系内での保持時間を議論するのに有効であると考えられる。本研究は、同位体比測定を用いて大気沈着由来の硫黄の動態を明らかにすることを目的とし、越境大気汚染由来の硫黄沈着量の多い、新潟県北部の 40 年生スギ人工林小集水域 (3.84 ha) において、2012 年 8 月より硫黄同位体比について調査を行った。対象は林外雨、林内雨、樹幹流、渓流水及び土壌溶液とし、硫黄同位体比は、Canyon Diablo Troilite を用いて $\delta^{34}\text{S}$ (‰) として算出した。

林外雨の $\delta^{34}\text{S}$ は、日本海側からの移流により、夏季から冬季にかけて上昇する季節変動を示すのに対し、渓流水は年間を通じて 9% 付近で安定していた。また、調査期間中の雨量及び流出量で加重平均した $\delta^{34}\text{S}$ は、林外雨が 8.8% に対し渓流水が 9.3% であり、大きく違わない事から、大気から沈着した硫黄は、直接河川に流出するのではなく、一旦、土壌・植物系で保持・平均化された後、溪流に流出している可能性が示唆された。

P2-216 38 年連年施肥を受けている森林の土壌養分状態と微生物バイオマス

古澤仁美¹・長倉淳子¹・相澤州平²・伊藤江利子²

¹ 森林総合研究所立地環境研究領域・² 森林総合研究所北海道支所

本研究では、1978 年から連年施肥を行なっている肥培モデル実験林 (現: 土壌環境長期モニタリング試験林) において、土壌および A_0 層の養分量、特に微生物が保持する養分量に対する施肥の影響を明らかにすることを目的とした。土壌については、単位面積あたりの深さ 5 cm までの交換性塩基量、全窒素量、微生物バイオマス N 量を測定した。 A_0 層については、単位面積あたりの全重量、4 mm 以下の画分における微生物バイオマス C、N 量を測定した。土壌の交換性塩基量および微生物バイオマス N 量は施肥区で無施肥区よりも少ない傾向が認められ、施肥が土壌の交換性塩基や微生物の保持する養分量を減少させると示唆された。 A_0 層全重量は施肥区で無施肥区より顕著に多かった。 A_0 層の 4 mm 以下の画分において単位重量当りの微生物バイオマス C 量は施肥区で無施肥区よりも少ないことが認められ、施肥区では微生物量の減少により分解が抑制されて A_0 層が蓄積している可能性が考えられた。ただし A_0 層の全重量および 4 mm 以下の画分の重量は施肥区で多いため、単位面積あたりの微生物バイオマス N 量は施肥区で多くなった。

P2-217 御嶽山 2014 年噴火の渓流水と降水への影響

岡本 透¹・伊藤優子²

¹ 森林総合研究所関西支所・² 森林総合研究所立地環境研究領域

2014年9月27日に長野県と岐阜県境に位置する御嶽山山頂の西～南西斜面の地獄谷谷頭部で水蒸気噴火が発生した。その後、噴火活動は低下したものの、噴煙の発生は現在も継続している。降水および渓流水の水質に対する御嶽山の噴火の影響を把握するため、降水を週一回、渓流水を月一回程度の頻度で採水し、水質のモニタリングを行っている。火口の南東に位置する降水採水地点では、冬の季節風が強まると火山ガスの影響と見られる pH の低下、塩化物・硫酸イオン濃度の上昇が生じた。噴火と同時に噴出した火口噴出型泥流に起因する土石流が発生した長野県王滝村濁沢川では、土石流の発生直後から渓流水水質に著しい pH の低下と EC の上昇が生じた。その後、積雪期には pH が上昇し、EC が低下して安定したが、融雪期以降は増水時に pH が低下した。一方、火山灰降灰域である火口の東側では、2015年の梅雨期以降増水時に著しく pH が低下する溪流が認められるようになった。これらのことは、御嶽山周辺の流域における火山噴出物の溪流への流入は、積雪に覆われている状況では抑制され、積雪に覆われていない状況では降雨によって促進されることを示していると考えられる。

P2-219 流域スケールの環境情報を用いて沿岸域への落葉流出量を予測する

長坂晶子・長坂 有

北海道北海道立総合研究機構林業試験場

森林は河川を通じて沿岸河口域に炭素を主体とした物質供給を行っている。落葉は森林の年間物質生産量の約半分を占め、溪流生態系食物網の起点として重要な役割を果たしているが、一部は沿岸域にまで運搬され、河口域の底生生物に利用されることがわかっている。さらには、沿岸域を保育場として利用する稚仔魚にまでつながる物質フローも確認されており、落葉による魚付き林機能の具体的な事例といえる。一方で、落葉流出量を実測した例はほとんどなく、流域面積や地形、森林率など、流域ごとに異なる環境条件が沿岸域への落葉流出量にどう影響するかについての知見もほとんどない。本研究では、流域環境の異なる多地点での落葉流出量の実測を行い、流出量の多寡を説明できる要因の抽出を試みた。北海道中央部の日本海および日高沿岸の河川流域から合計 36 河川を調査地として選んだ。落葉流出には明瞭な季節変化があり、10～11月の落葉期に年間総量の 80% が流出するため、この時期に焦点を当て現地観測を行った。負荷量（濃度と流量の積）は流域面積との相関が高く、森林率の寄与も弱いながらも抽出された。

P2-218 カンラン岩地帯の森林流域より溶出する有機-無機複合体の季節変化

佐藤冬樹¹・笹賀一郎¹・福澤加里部¹・長坂晶子²・長坂 有²・間宮春大¹・上浦達也¹・堀井勇司³・杉本記史³

¹ 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・² 北海道北海道立総合研究機構林業試験場・³ 様似町役場

【目的】超苦鉄質岩石であるカンラン岩の森林流域より流出する物質フローについて、「森と海のつながり」の観点から調べている。調査地である北海道アポイ岳は海岸付近に位置し、山腹は針葉樹で被われ、その沿岸域は高品質コンブの生産で知られている。本報告では、降雨流出時の河川水中の水溶性有機物（DOC）および Fe・Al 濃度の季節変化について述べる。

【方法】カンラン岩・非カンラン岩の森林流域に圧力式水位計と自動採水器を設置し、2012～2015年にかけて降雨流出時の水質を4時間毎に測定し、DOC・Fe・Alの季節変化を調べた。

【結果】調査流域からの DOC・Fe・Al の溶出は降雨流出時に主に認められた。DOC 濃度は両流域とも夏季（7・8月）に濃度が高く、秋～初冬季（10～12月）に向けて低下していった。Fe・Al 濃度はカンラン岩流域では DOC 濃度の高い夏季よりも秋（10月）に高い濃度を示したが、非カンラン岩流域では濃度が低く季節変化は明瞭ではなかった。カンラン岩流域における DOC と Fe・Al のモル比（Al+Fe）/DOC は秋季で 0.055 となり、夏季（0.015）より高く秋季の DOC の重要性が示唆された。本研究は日本学術振興会科学研究費助成事業（基盤研究（B））の助成を受け実施した。

P2-220 奥秩父山地荒川源流域における河川水中の硝酸濃度の分布

原口竜成¹・齋藤俊浩¹・木村恒太²・相川美絵子³・浅野友子¹・川崎雅俊⁴

¹ 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・² 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・³ 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・⁴ サントリーグローバルイノベーションセンター(株) 水科学研究所

東京大学秩父演習林は埼玉県西部荒川源流域にあり、山間地であるため大気汚染物質の影響はそれほど大きくはないが、近年の研究において、首都圏とも近い大気汚染物質の影響を受けている可能性が指摘されている。

秩父演習林は奥秩父山地荒川源流域で河川水の化学組成のモニタリングを行っているが、今回は 2012 年度からサントリーグローバルイノベーションセンター(株)の協力で開始した調査結果のうち、大気汚染物質の森林生態系への影響や、流域生態系における窒素循環の指標となる成分である NO₃-濃度の時間・空間分布について報告する。

秩父演習林内の大小の溪流 16 箇所（流域面積 0.08～47 km²）で月に 1 回、主に平水時に河川水を採取し分析したところ、渓流水の NO₃-濃度は 0.00～0.78 mg/L の間に分布し、採水箇所ごとの平均値は 0.04～0.46 mg/L と 10 倍以上異なっていた。また、各調査溪流では NO₃-濃度は時間変化したが、その変化のパターンも溪流によって異なることが明らかとなった。これらの調査溪流間の NO₃-濃度の違いと流域の特徴を整理し、この違いが何に由来するのか明らかにしていきたい。

P2-221 トドマツ人工林の保残伐施業試験地 (REFRESH) における伐採直後の水質変化

長坂 有¹・長坂晶子¹・石川 靖²

¹ 北海道北海道立総合研究機構林業試験場・² 北海道北海道環境科学研究センター

北海道の主要造林樹種であるトドマツの人工林は、その面積の7割以上が30～50年生に集中し、計画的な伐採、管理が求められている。そこで、2013年からイルムケップ山塊(第三紀単成火山)の道有林において、公益的機能や生物多様性にも配慮して、様々な伐採方法を10ha前後の小流域単位で行う、保残伐施業試験(REFRESH)が開始された。

伐採前2年間の平水時、出水時の水質を観測してきた50生前後のトドマツ人工林において、2015年6～8月に伐採が行われた。伐採直後から冬までの平水時の水質に大きな変化は見られず、伐採前同様、1.0mg/L前後の高濃度のNO₃-Nが数流域で観測された。他方、出水時には、皆伐流域において伐採前と同程度の流量時(10L/s前後)に、NO₃-Nで2.0mg/L以上、DOCでは20.0mg/L以上の値が観測された。また、濁り(0.1mm以下のwash load)については2000mg/L前後の濁りが発生した。比較的高濃度のNO₃-N、DOC、濁りは、広葉樹大量保残区(約100本/ha保残)においても観測され、その原因には立木の保残状況よりも、伐採後の整地作業や集材路の付け方など、源頭部の地表攪乱が影響していると考えられた。

P2-223 間伐時の集材方法の違いが土壌の理化学特性に及ぼす影響—岩手県釜石市の45年生スギ林における事例—

山田 毅¹・平井敬三¹・高橋幸男²・西園朋広³・小谷英司⁴・天野智将⁴

¹ 森林総合研究所立地環境研究領域・² 釜石地方森林組合・³ 森林総合研究所森林管理研究領域・⁴ 森林総合研究所東北支所

枝葉を含む枝条収穫による林分成長や土壌理化学性への影響を把握するため、岩手県釜石市市有林内の45年生スギ林分に調査地を設定し、全木集材、従来型の短幹集材、無間伐区で毎木調査および簡易な土壌調査を行い、スギ林の成長状態や土壌状態を比較した。各区の4～6地点で深さ約30～50cm程度の簡易土壌断面を作成し、林床植物による被覆率、堆積有機物(A₀)量、A層厚等を調査するとともに、土壌試料を表層0～5cmから採取し、河田・小島(1979)および森林立地調査法編集委員会編(2002)等の常法に従い一般理化学性を測定した。

その結果、化学性に関して各区で著しい相違は認められなかった。一方物理性に関しては、全木集材区の一部で隙が多くなり、孔隙量が少ないなどの違いが認められた。さらに同区では、残存木の平均樹高や直径が他区に比べ劣っている林分もあった。本研究により、傾斜が35°以上の急傾斜地で全木集材による間伐および枝条の除去を行うと、土壌流亡、保水性や林分成長の低下が起こる可能性が確認された。従って、急傾斜の立地では全木集材をなるべく避け、土壌保全に努める必要があろう。

P2-222 近赤外分光法による土壌試料の吸収スペクトルと各種土壌特性の関係

石塚成宏¹・今矢明宏¹・酒井佳美²

¹ 森林総合研究所立地環境研究領域・² 森林総合研究所九州支所

森林土壌の調査、分析は高度に専門化されており、特に土壌型の判定は専門家の間でも時として意見が分かれる場合があるほど難解である。こういった状況が新規研究者の参入の難易度を上げ、さらに土壌型のデータが集まりにくい状況を作っている。これらが、誰でも簡単に行えるようになれば、土壌の研究も飛躍的に進展する可能性がある。

そこで我々は、広域から集めた土壌サンプルを用いて、光分析により様々な性質を推定できないかを検討した。全国から収集された2300点の試料について、波長1～2.5μmの反射スペクトルを採取した。スペクトルはサーモサイエンティフィック社のNicolet6700にSmart UpDRIFTを取り付けた物を使用した。スペクトルは100回の測定を2～3回繰り返して、平均したものを記録した。用いた試料はすでに各種属性値が測定されており、今回は土壌型、炭素・窒素含量、pH、CEC、各種置換性塩基類濃度、形態別鉄アルミ濃度(シュウ酸可溶、ピロリン酸可溶、ジチオナイト可溶)との関係を解析した。これらの解析はカモソフトウェア社のアンスクランブラーで行った。発表では、その結果について報告する。

P2-224 林業機械走行による土壌圧密における枝条と積雪の保護効果

橋本 徹¹・相澤州平¹・伊藤江利子¹・倉本恵生²・佐々木尚三¹

¹ 森林総合研究所北海道支所・² 森林総合研究所森林植生研究領域

【目的】ハーベスタ・フォワーダシステムは、生産性が高く、労働安全性にも優れているが、大型機械が林内を直接走行して作業を行うため、立地環境に与える影響が大きくなる懸念される。その緩和手法として、枝条散布や積雪による林地の保護が考えられる。そこで、本研究では、無雪期・積雪期に散布枝条量を変えて機械を走らせ、土壌圧密に対する枝条散布と積雪の保護効果を調べた。【方法】トドマツ人工林の植栽列間に10本の走行列を設定し、それぞれの走行列に重枝条区(生重量15kg/m²)、軽枝条区(5kg/m²)、無枝条区を設定した。10本の走行列のうち、6本は夏に、4本は積雪深約1mの冬に機械を走らせた。機械走行前後で、デジタル貫入式土壌硬度計により貫入抵抗を測定した。走行前後で土壌含水率が異なったため、土壌含水率で貫入抵抗値を補正した。【結果】表層20cmの土壌について、走行回数、初期土壌硬度、散布枝条量、季節(積雪の有無)を独立変数として、走行後の貫入抵抗の変動を説明する線型モデルにデータを当てはめたところ、枝条散布量や積雪で土壌圧密に対する保護効果が見られた。

P2-225 ヒノキ植栽後約 20 年間の土壌水分張力の推移

小野 裕

信州大学農学部

林木の生長に伴う土壌水分動態の変化について明らかにする目的で、ヒノキ壮齡林とヒノキ伐採一植栽地において土壌水分張力の観測を約 20 年間継続した。観測地は信州大学手良沢山演習林内の北西向き斜面で、標高約 1,080 m、傾斜約 36°、地質は花崗岩類である。この斜面に成立していた 60 年生程度のヒノキ壮齡林の一部が 1993 年に約 0.3 ha 皆伐され、その翌年にヒノキが植栽された。この伐採一植栽地と隣接するヒノキ壮齡林において、1994 年から土壌水分張力の測定を開始した。土壌の深さ 5、10、20、30、50、100、150 cm にテンシオメータを埋設し、冬期を除き 1 時間間隔で土壌水分張力を測定した。今回は深さ 50~100 cm のデータについて、土壌が乾燥しやすい夏期を中心に検討を行った。降雨時条件などにもよるが、植栽後 5 年程度までは、各深さとも概ね壮齡林の方が土壌水分張力は数 kPa 程度低い値となった。一方、植栽後 10 年を経過すると、伐採一植栽地の方が低い値となり、少雨で乾燥が進むと 30 kPa 程度まで低下し、壮齡林との差は 5~10 kPa 程度となった。以上から、伐採一植栽地では林木の生長に伴って土壌深部まで乾燥が進むようになったと推察された。

P2-227 日本の森林域における火山灰土壌の分布推定

今文明宏

森林総合研究所立地環境研究領域

全国およそ 800 地点の森林土壌について分析を行い、世界土壌照合基準に従い各土壌断面が持つアンディック層の厚さ、ならびにアンディック層の上端の出現深度を求め、アンドソルか否かを判定した。各地点のアンディック層の厚さ、およびアンディック層の上端出現深度から、地球統計学的手法を用いて日本の森林域における空間的な指標値の分布状態を推定した。この推定値に基づきアンドソルか否かの判定を行い、森林域における火山灰土壌の分布を推定した。

各地点の実測値においてアンドソルと判定された土壌は約 22% であった。これらは北海道南部、東北北部、関東平野周辺、九州中・南部といった既存土壌図において黒色土が分布している地域に多く、また、それ以外の地域にも点在していた。一方、クリギング法では、アンドソルの分布は日本全体の約 23% と推定され、実測値における比率とほぼ一致していた。しかし、クリギング法では、推定されたアンドソルの分布域が実測においてアンドソルの集中している地域に限られており、小規模な分布を反映できないことから、改善の余地がある。

P2-226 Sulfur K-edge XANES 解析で見る土壌生成年代 21~1400 年の火山灰土に含まれるイオウ化合物の形態バリエーション

谷川東子¹・橋本洋平²・山口紀子³・高橋正通⁴・吉永秀一郎¹

¹ 森林総合研究所関西支所・² 東京農工大学大学院生物システム応用科学府・³ 農業環境技術研究所・⁴ 森林総合研究所

イオウは生物の必須元素であるが、森林生態系における挙動には不明な点が多い。クロノシーケンスによる土壌炭素の貯留速度の研究が進む中、イオウの蓄積速度を推定した研究は海外に 1 例だけである。今回、テフロクロノジーに基づく火山灰土におけるイオウ蓄積速度の推定を行い、S K-edge XANES によりイオウの形態遷移を調べた。

その結果、炭素では初期の速い蓄積の後、積算年数が長くなるとその速度が低下するのに対し、イオウについては気候が温暖な完新世 (1 万年) の間、ほぼ一定の蓄積速度を維持していた。また火山から離れた場所で生成した土壌では、炭素/イオウ比は一定の規則性が見られたが、年代が若く火山に近い場所で生成した土壌は炭素/イオウ比が高くその規則性に則らなかった。このことは、火山近くの若い土壌では生物による利用を経ずに貯留しているイオウ、つまり火山ガス、火山灰、軽石など噴出物に由来するイオウが多く含まれるのではないかと考えられた。一方、火山より遠く堆積年数の長い土壌では、微生物の代謝により生成したとみられる中間型および酸化型のイオウが多く、堆積年数の経過とともに生物利用を経て変化した形態が蓄積すると考えられた。

P2-228 ニホンジカの食圧が再造林地の表土移動量に及ぼす影響について—徳島県つるぎ町における調査事例から—

酒井寿夫・大谷達也・稲垣善之・森下智陽

森林総合研究所四国支所

近年のニホンジカの増加による森林植生の衰退と土壌への影響に関する報告が増えてきた。本研究は再造林地を対象とし、シカの食圧が再造林地の表土移動量にどれくらい影響するのか (しないのか)、ということ明らかにすることを目的とした。調査方法は、シカが高密度で生息している徳島県つるぎ町の皆伐跡地に、植栽木被害の推移 (速度・被害度) を調べるために設定された 6 つの植栽区 (スギ・ヒノキ混植、比率 3:1、植栽前に下刈り) の内、隣接する傾斜 30°前後の植栽区 2 つ (a. シカ防護柵なし、b. あり) を利用して、そこに土砂受け箱を設置して、シカ影響の有無が表土移動量に及ぼす影響を比較した。2015 年 8 月 4 日から土砂移動量の測定を開始したが、9 月 30 日および 11 月 4 日に回収した土砂量については、防護柵の無い植栽区 (a) の方が防護柵のある区 (b) よりも多かったが、表土移動量としてどちらの区も低いレベルであった。この理由として、防護柵の無い植栽区に植えられたスギ、ヒノキについては明確な食害が見られたものの、それ以外の草本植生については現存量が大きく減少するほどの食圧がかからなかったためと考えられた。

P2-229 アラスカ内陸部のクロトウヒ林における蘚類の成長速度と斜面内変動

鳥山淳平¹・森下智陽²・松浦陽次郎³

¹ 森林総合研究所九州支所・² 森林総合研究所四国支所・³ 森林総合研究所国際連携推進拠点

不連続永久凍土帯における森林土壌中の物質循環プロセスは、凍土の活動層（季節的に融解する層）の厚さに加え、林床の有機物層の発達程度にも影響される可能性がある。本研究は亜寒帯林下の厚い有機物層を形成する蘚苔地衣類に着目し、有機物層の厚さと蘚類の成長速度の変動の要因について、斜面位置との関係から明らかにする。調査はアラスカ内陸部 Bonanza Creek LTER である Caribou-Poker Creeks Research Watershed で行った。クロトウヒ (*Picea mariana*) が優占する斜面において 600 m×600 m の調査区の 100 m 格子点について有機物層厚、林床被覆度、蘚類パッチの個体密度、蘚類 (*Hylocomium splendens*) の成長速度、地温、周囲の樹木の胸高直径を計測した。有機物層の厚さは、北斜面の特に斜面上部で大きい傾向が見られた。樹木個体サイズ、リター被覆度との関係から、活動層厚の小さい北斜面では樹木の生育が不良で林冠が疎な状態であり、リターの被覆に伴う蘚類の伸長阻害もなく、さらに斜面上部では下部より日照時間が長く、蘚類にとって光環境が良好であり、厚い有機物層が形成されると考えられた。蘚類の成長速度についても同様の解析を行った。

P2-231 秋田県沿岸地域における過去 1 万年間のスギ林変遷

志知幸治¹・池田重人¹・岡本 透²・林 竜馬³

¹ 森林総合研究所立地環境研究領域・² 森林総合研究所関西支所・³ 滋賀県立琵琶湖博物館

秋田県地方は豊富に存在した天然スギを背景に古くからスギの利用が行われてきた。そうした地域のスギ林の成立・変遷に及ぼした人間活動の影響を明らかにするために、秋田県沿岸地域に属する能代市の一ノ沢堤湿原、秋田市の女湯、および由利本荘市の加田喜沼湿原から採取したボーリング試料の花粉分析を行い、過去 1 万年間の森林変遷を復元した。

3 地域とも、スギは 10000~6000 年前にはすでにわずかながら分布しており、2800~2500 年前以降に拡大を開始した。その後、約 600 年前の室町時代初期にかけてスギは最も優占した。室町時代後期からスギ林は減り始め、約 100~50 年前に最も減少した。いずれの地域も、スギの減少に伴って二葉マツ類や草本類が増加しており、さらに一ノ沢堤湿原では栽培種のソバ花粉の産出が認められた。このことから、秋田県沿岸地域では室町時代以降にスギの利用および農耕などの人間活動が活発化したと考えられた。昭和中期頃に最も減少したスギは、拡大造林の影響に伴って近年では増加したことが花粉分析の結果からも認められた。今後は、江戸時代以降のスギ林変遷におよぼした森林・林業政策の影響を明らかにしていきたい。

P2-230 アカシア植林地における景観要素が木材の分解過程に及ぼす影響

山下 聡¹・Mohamad Nafri Ali²・石井 励一郎³・Paulus Meleng²・Fatimah Bte Mohammad²・市岡孝朗⁴・竹松葉子⁵・岡部貴美子⁶

¹ 徳島大学・² Forest Department, Sarawak・³ 総合地球環境学研究所・⁴ 京都大学大学院人間・環境学研究所・⁵ 山口大学農学部・⁶ 森林総合研究所森林昆虫研究領域

東南アジア熱帯地域では、広大なアカシア植林地が造成されているが、アカシア林と自然林では木材分解の速度が異なることが報告されている。本研究では、アカシア林と自然林の配置によって、アカシア林内の木材分解者の出現頻度が異なり、その結果、アカシア植林地内での木材分解速度が周辺の森林タイプによって影響を受けるという仮説を検討した。2013 年 6 月下旬にマレーシア国サラワク州ビンツル市郊外のアカシア植林地内のアカシア林 15 林分と自然林 5 林分に Xylopia の木片 70 個を設置し、2014 年 11 月までに計 7 回、回収した。木片は設置前と回収後に乾燥重量を測定し、これにより各林分における分解定数を推定した。回収後の木片については、材食性昆虫による食痕と白色腐朽の有無を調べた。また、設置場所を中心とした半径 100 m から 3000 m の同心円内に含まれるアカシア植林地と自然林の面積を推定し、各林分における食痕や白色腐朽の頻度、分解速度との関係を調べた。その結果、半径 1000 m 内の自然林の面積と分解速度および食痕の頻度の間に負の相関関係が認められた。このことから、昆虫による材食の効果が分解速度に影響を及ぼしているものと考えられた。

P2-232 間伐と長期間の施肥がトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツ人工林の成長とリター量に及ぼす影響

相澤州平・伊藤江利子

森林総合研究所北海道支所

長期間の施肥と間伐が林木の成長と炭素・窒素の存在量、循環量に及ぼす影響を調査した。札幌市の森林総合研究所北海道支所構内に 1973 年秋に植栽され、1978 年から毎年施肥が行われているトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツの高密度人工林の各樹種の施肥区、無施肥区において、成長量、地上部現存量、堆積有機物量、リターフォール量とそれらによる炭素・窒素の存在量と循環量を測定した。2014 年 2 月に本数間伐率 23~40% で間伐を行い、間伐によるこれらの量の変化を調査した。間伐前の平均樹高、直径はエゾマツの樹高を除き施肥区が無施肥区より大きく、直径の連年成長量は施肥区が無施肥区より大きかった。地上部現存量と炭素・窒素量は施肥区が無施肥区より大きかったが、エゾマツでは差が小さかった。堆積有機物中の炭素・窒素量は施肥区が無施肥区より大きかったが、アカエゾマツでは差が小さかった。リターフォール中の炭素・窒素量は施肥区が無施肥区より大きかった。間伐により残存木の連年成長量は増加したが、増加量と施肥の有無には関係が見られなかった。長期間の施肥により蓄積は増大したが、間伐に対する応答は増大しないと考えられた。

研究発表題目(29日)
(高校生ポスター発表)

KP01 木と人をつなげる暮らし ～里山・まち・人を笑顔に～

櫻井彩人、十文字いよ

長野県上伊那農業高校緑地創造科

伊那市には地域資源として、アカマツ林が存在する。しかし、その多くは放置され、間伐された細い木や曲がった木の利用方法は十分に見出せないでいる。私たちは地元西箕輪「薪の会」の森林整備の参加をきっかけに「木と人をつなげる取り組み」を以下の3つを活動の柱として展開している。①「山を育む人々との連携」人と森をつなげる暮らしを提供する「KEESプロジェクト」や信州大学生の皆さんとの連携により「芽森ーズ（自然に目を向け、心に残る森づくりの意味）」を立ち上げ、地元小中学生へ向けた「木育推進活動」を展開。②「間伐材の利用方法検討」実際にアカマツの伐採から製材、加工までを体験し、様々な製品化にチャレンジ。また、木炭やチップ炭による土壌活性化材としての農業利用や水質浄化への活用、更には捨てられる本葉からエッセンシャルオイル等を抽出し、生活に利用できるかを検討中。③「森と水を守る意識の啓発」生命の源である水は森から河川・海へとそそがれ、自然循環する。森と海が繋がっていること、里山を守ることが、水環境保護につながることを地域に発信し、里山からまちへと物質の循環を通じた「人々の笑顔の循環」に結びつけたい。

KP03 ツバキを守って島おこし ～ツバキを活用した地域振興の実践報告～

中村歩夢、浜田黎明

東京都立大島高等学校

伊豆大島はヤブツバキ 300 万本が自生する日本一のツバキの島であるが、近年は過疎化による人口減少と観光客の減少が課題となっている。さらに 2013 年の土砂災害で大きな被害を受けた。課題の解決と復興に向け、本校で取り組んでいる地域振興の実践を報告する。①校内でタネを集め、地域業者の工場で搾油、都内で販売し好評を得ている。椿油の生產品で、昨年全国農業高校収穫祭のお客さま賞（最優秀賞）を受賞した。また、絞油後の油カスは堆肥やマルチとして活用。取り組みにより里山に手が入るようになった。②ツバキの授業で学んだことを活かし、生徒が園芸講座や椿ガイドなどを実施し地域貢献している。将来的には苗木を増やし、土砂災害の被災地の緑化につなげていく。③本校椿園を国際優秀つばき園に申請中。認定されれば、教育機関の椿園としては世界初の国際優秀つばき園になる。島内の他の 2 園と連携し、同時申請している。（2/26 決定）これら取り組みが評価され、昨年第 4 回エコワングランプリにおいて審査員特別賞を受賞することができた。今後も大島の産業活性化と、世界一のツバキの島をめざして活動を継続していく。

KP02 ダム堤防が守る秋の七草 ～絶滅危惧種キキョウの保全と増殖～

成田陽貴

青森県立五所川原農林高等学校 森林科学科 2 年

地元の多目的ダムを観察したところ、ダム堤防の芝生地に多くの希少植物が生育していることを発見した。全国的に草地在減少してきており、草地性の秋の七草のうち 4 種が、近い将来絶滅するといわれている。そこで私たちはこのダム堤防にもそのような植物が生育しているのではないかと詳しく調査した。調査の結果、全部で 87 種の植物を確認した。その中には青森県では普通種扱いになっているが、多くの県で絶滅危惧種扱いの希少種をたくさん発見した。秋の七草のうち、青森県に生育する 6 種すべてを確認した。特にキキョウは環境省絶滅危惧Ⅱ類に指定されており、青森県においても絶滅危惧種で、津軽地域ではかなり絶滅に近い植物だと考えている。私たちは許可を得て発見した 14 株のキキョウから種子を採取し、繁殖実験を行った結果、約 1000 本のキキョウを養成することができた。ダム堤防に多様性の高い植物が生育しているのは日当たりが良いからと考えている。全国で少なくなっている草原が、人工のダム堤防に再現されていると考えた。また、私たちがキキョウの繁殖に成功したことにより、津軽の遺伝子を持つキキョウを絶滅の危機から救い出すことができたと考えている。

KP04 トドマツ人工林における巻き枯らし間伐の効果についての調査・研究

森林科学科 2 年 石田直樹、仲川知輝、西村詩音、宮崎優汰、村田義基

北海道岩見沢農業高等学校

発表者らは、トドマツ人工林における巻き枯らし間伐の効果についてこれまで若干の知見を得てきた。しかし、北海道における巻き枯らし間伐の効果を定量評価するためには、さらなるケーススタディの積み重ねが不可欠となる。本研究では、新たに巻き枯らし間伐を施した林分（以降、薄暗い林分）の 1 年後の下層植生調査と、環状剥皮幅の違いによる樹木の腐朽速度への影響について検討を加えた。薄暗い林分の下層植生をみると、そのほとんどが侵入してきた落葉広葉樹であった。これは、巻き枯らし間伐の効果によって薄暗い林分に光が差し込むようになり、トドマツよりもむしろ光感受性の強い落葉広葉樹が優勢になったと推察した。しかし、現段階では薄暗い林分の後継樹種として落葉広葉樹が有力であるものの、今後の林分環境次第では優勢樹種が変貌していくことは十分に考えられる。また、樹木の腐朽速度調査で 5cm から胸高直径のおよそ 10 倍までの環状剥皮幅を設定して比較した結果、環状剥皮幅が広いほど落葉が早くなった。なお、環状剥皮幅の広さに関係なくすべての幅で落葉したことから、環状剥皮幅の違いにかかわらず生立木を立枯れ木として誘導できることが検証できた。

KP05 遺伝解析による立田山ヤエクチナシの特定

江野優里子、下村荘乃、西田奈央、福島裕基

熊本県立第二高等学校

熊本市中央区の立田山には、1929年に国指定天然記念物に指定された「立田山ヤエクチナシ自生地」がある。近年、自生地における開花調査でヤエクチナシ、(八重咲きのクチナシ)は確認されておらず、絶滅したと考えられている。しかしながら立田山にはクチナシが多く分布していることに加え、それらの根萌芽による更新が確認されたことから、自生地においてヤエクチナシが生存している可能性は否定できない。そこで、クチナシで開発された16座のマイクロサテライトマーカーを用いて遺伝解析を行い、ヤエクチナシと立田山に自生するクチナシの遺伝的多様性を比較するとともに、両樹種の判別が可能かどうか検討した。また、自生地外に保存されているヤエクチナシの遺伝情報を整理した。解析の結果、ヤエクチナシの遺伝的多様性はクチナシと比較して低かったが、ヤエクチナシにプライベートアレルが1つ確認され、このアレルの保有によって両樹種を識別できる可能性が示唆された。また、自生地外に保存されているヤエクチナシは複数系統あることが確認され、「自生地」に分布する全クチナシ(樹高50cm以上)を対象に遺伝解析を行い、ヤエクチナシの探索を行った

KP07 隣の島に残る島のトンボを呼び戻すために

高橋海里、高橋ひかる、前澤良音、上條和佳奈、和田稜泉、高橋あかり

東京都立小笠原高等学校 自然保護研究会

小笠原諸島は、東京から南へ約1000kmにある世界自然遺産の海洋島です。大陸と陸続きにならなかったことがなく、海流や風や海鳥などに運ばれて偶然にたどり着いた生物が新たな生息場所を見つけ、独自の進化を遂げていることから、昆虫や陸貝、植物では小笠原にしか見られない固有種が数多く存在します。一方で、近年は外来生物の影響により多くの固有種が絶滅の危機に瀕しています。そこで、私たちは小笠原のトンボに焦点を当て、その保全のための調査を行いました。私たちが暮らす父島にもかつては固有種のトンボがいましたが、現在ではグリーンアノールという外来のトカゲの捕食により絶滅してしまいました。いなくなったトンボを呼び戻そうと、山の公園の一角には「トンボ池」が作られましたが、広域分布するトンボが繁殖するのみで島固有のトンボは繁殖していません。一方、隣の無人島である兄島では簡単なバケツでも固有のトンボが繁殖しています。この違いは何なのでしょう。今回の研究では、兄島と父島のトンボ生息地の比較から、父島で固有種のトンボが繁殖するための環境整備について提案します。いつの日か、父島でも固有種のトンボが飛び交うことを夢見て。

KP06 富士山北麓におけるササラダニ類の多様性調査

杉原実乃佳、佐野真帆、谷村那子、山本紘治

山梨英和中学校・高等学校 自然科学同好会

富士山北麓が噴火してから約1400年が経過しました。富士山の青木ヶ原と0合目から5合目までの標高ごとに合計7地点の調査地点を設定し、ササラダニ類の定量調査を実施し、110種7317頭を抽出した。本研究では、各標高ごとの最優占種をあきらかにし、各バイオームごとにササラダニ種がすみわけしていること数種類の系統があることなどを明らかにした。その結果共通種として94種(87%)山地種として9種(8.3%)、亜高山種として7種(6.5%)を分離した。また、ササラダニ類の多様性をシンプソンの多様度指数(1-λ)では非常に高い多様性があることがわかった。標高ごとに個体数と自然環境の相関関係から土壌硬度との回帰直線を描き各標高の推定生息個体数を算出した。標高別の落合の類似度指数(C/(√A×√B))を距離平均法によるデンドログラム作成の結果、ササラダニ類は3系統(第一系統は1合目、2合目、3合目、4合目 第二系統は青木が原 第三系統は0合目、5合目)に分類されることがわかった。さらにササラダニ類は移動性が少なく、他からの移入や突然変異が少ないことを考慮すれば、ハーディー・ワインベルクの法則が当てはまる(富士山北麓のササラダニ類は3系統のまま次世代もつづくであろう)だろうと、考察した。

KP08 荒川河辺林の樹木調査

浦 春乃、太田直輝、倉股春希、田嶋太一、千村明日美、中澤一太郎
埼玉県立熊谷西高等学校

熊谷市ひろせ野鳥の森は、荒川中流域の河辺林である。ニレ科のケヤキ、ムクノキ、エノキなどが上層を占め、下層にはシロダモが目立つ。今回の研究では、樹木のコードラート調査とともに、コードラートの埋土種子を発芽させ、この河辺林の形成過程と今後の変遷、及びギャップが生じた時の先駆種について考察する。

KP09 生物実習 ～荒川中流域のカワムシ

浦 春乃、太田直輝、倉股春希、田嶋太一、千村明日美、中澤一太
埼玉県立熊谷西高校

昨年度、私たちは、生物実習に参加して、始めてカワムシ調査を体験しました。実習後、カワムシ調査は川の環境調査として有用であることを知り、「荒川上流域の開発が進んでいるので、以前と比べると長瀨付近での水質は悪化している」と仮説をたて、長瀨でのカワムシ調査を年に数回実施しました。

KP11 生物実習-森・川・海を考える

生物実習参加者有志（長尾隆一郎）
東京都立淵江高等学校

荒川流域に位置する4つの高校（東京都立墨田川高校、江北高校、淵江高校および埼玉県立熊谷西高等学校）が共同で、埼玉県秩父市の荒川上流の森と荒川上流、中流の水質を調査し、気づいたことを発表しました。それぞれの学校へ戻ってから、自分たちの周辺の自然を調査し、秩父の森とのつながりを考えました。淵江高校では、参加者の自宅周辺の荒川下流と河口の干潟を調査して、森と川、海の手ながりについて考えたことを発表します。

KP10 綾瀬川・荒川下流の生物調査

江北高校生物部
東京都立江北高等学校

生物部のメンバーは、平成27年8月、都立墨田川高校・淵江高校・江北高校、埼玉県立熊谷西高校が、埼玉県秩父市大滝および長瀨町で行った「生物実習～森と川を考える」（2泊3日）に参加しました。「生物実習」では、荒川上流（秩父市大滝）と中流（長瀨町）の水質調査（化学的調査、水生生物調査）を行い、川の水質を推定しました。

私たちは、平成27年度、東京都から理数研究校の指定を受け、「綾瀬川と荒川下流の生物調査（水質調査）」を行っています。その調査結果と「生物実習」で行った荒川上・中流部の水質調査結果と比較しました。荒川の上・中流部では、化学的調査（バックテストなど）とともに水質の指標となる水生生物を採集して水質を推定しましたが、綾瀬川・荒川下流部では、水質の指標となる水生生物が採集できず苦労しました。化学的調査結果などから、荒川上流部から中・下流部にかけて水質は悪くなることがわかりました。それでもハゼやエビ、カニなどが生息していました。森林に囲まれた荒川上流部のようにはいかなくても、下流部でも多様な生物が生息する川にしたいと思います。

KP12 植物に対する風の茎への負荷について

大田原彩、芹澤瑠璃華
法政大学女子高等学校

植物は常に風を受けながら生きている。その受け方は一様ではなく、風の影響を受け大きくしなるものもあれば、さほど動きが見られないものもある。また、植物は種類や生息環境等により、形、大きさ、硬さ、表面の質感等、様々な要素が異なってくる。これらの中から今回、葉の「形」に注目して風との関係を調べることにした。葉の形に注目するため、本研究では、紙で作った様々な形をした葉の模型を用意し、扇風機による風の受け方にどのような違いが表れるのかを調べた。結果として、丸形などの角が少ないものは風の影響を受けやすかったのに対し、先が細いものは風の影響を受けにくいという傾向が見られた。また、細ければ良いというわけでもなく、先が分かれて葉の先と呼ぶことのできる部分が複数あるものや長さのあるものだと風の影響を受けやすいということも分かった。

KP13 林業から考える日本の森林環境

ライフサイエンス部

青山学院高等部

日本はよく森の国と呼ばれている。国土の7割を森林が占め、その森林は日本の生活と文化に貢献してきた。しかし、現在日本の森林は危機にある。木材自給率は3割を切り、管理されない森林があふれるなど林業の衰退が問題になっている。このような森林の危機は過去に何度もあったが先人たちはそれを克服してきた。代表的なのは江戸時代の森林対策である。江戸時代初期、江戸の開発や人口増加などにより森林が減少したが、幕府による対策が講じられ、その危機を防いだという歴史がある。現在、戦後の拡大造林による人工林の増加、そして間伐もされずに放置される森林、それらに起因すると思われる自然災害などの問題が取り上げられている。日本の森林の保護、国産の木材の需要拡大、日本の林業の復興などについて調べ、考察の試みを行った。

KP15 林地残材は残りものじゃない！～木質バイオマスにおける触媒の影響と効果～

粟島由海、上田恵子、宮内真衣、加藤亜里沙、西 真美

東京都立多摩科学技術高等学校

サンプスギの間伐材を熱分解することで発生したガスが条件でどうの様に变化するか研究を行い、国内人工林の1割を占める杉に新たな付加価値を見出すことで日本の林業再生の可能性を考察した。現在、我が国の国土面積の約70%を森林が占める。しかし、国内木材自給率は26.0%と低迷している。少子高齢化社会、担い手不足などの要因から、森林地帯の荒廃や国内林業の衰退がさらに進むことが予想される。近年、地球温暖化対策としてカーボンニュートラルの観点からバイオマスエネルギーの活用は注目されており、木質バイオマスと化石燃料を混ぜた発電方法に取り組む活動が行われている。私たちは木質バイオマスで発生するガスの観点に着目し、特定のガスを効率よく生成する条件を明らかにすることで国内林業と地域の再生を見出そうと試みた。最初の実験で杉チップに一般普及型ゼオライトを混合して熱分解を行った際に、生成したガスの量が増えたことから加えるゼオライトの種類や割合によってガスの収集率が変わるのではないかと考えた。そこで本研究ではゼオライトの状態や種類を変えた際に発生したガスの量や種類を比較し未使用木質資源の有効利用につなげたい。

KP14 葉っぱを捨てないで！～サンプスギの葉の化学的性質の考察～

辻谷甘寧、江畑美奈

東京都立多摩科学技術高等学校

地球温暖化対策としてカーボンニュートラルという観点からバイオマスエネルギーの活用は注目されており、木質バイオマスと石炭を代表とする化石燃料と混合して発電する取り組みがなされている。その一方で、林業活性化や雇用創出の観点から森林系バイオマスの活用は注目されている。千葉県山武市では江戸時代後期からサンプスギという挿し木在来種である杉を二段林という独特な造林法によって生産してきた。しかし、近年、非赤枯性溝腐病が蔓延しており、その病木処理が急務である。私たちは建材として流通しにくい病木に新たな付加価値を見出すためにサンプスギの廃棄される葉から放出される化学的成分を分析することによって、サンプスギの持つ付加価値を模索した。化学的成分について季節を追って調べることにより、サンプスギから放出される化学的成分から林業再生、地域再生の可能性を見出すことを試みた。さらに、サンプスギから抽出したオイルを用いて、サンプスギのサッシュェ（香り袋）を作成した。これを地域活性の材料にしてもらえるように試みた。

KP16 チャアナタケモドキの謎に迫る！～チャアナタケモドキの挙動と性質の考察～

雨宮優子、土居慶祐

東京都立多摩科学技術高等学校

白色腐朽菌をリグニンやセルロースをそれぞれ混ぜた培地で培養し、その濃度によって菌の生える速度やその様態がどのように変化し、各環境がその菌を培養するのに適しているのかを実験し、考察した。現在日本では林業が衰退し気が無造作に生殖している。だがこれらの木々には商業価値がない。そのため整備が疎かになり近年では土砂崩れをはじめとす自然災害が発生している。もしその木に付加価値がついたとしたら林業復活のきっかけになるのではないかと考えた。付加価値をつける方法として白色腐朽菌を用いてバイオマスエネルギーの生成を考えた。白色腐朽菌は、木材中に多く存在するリグニンを分解する酵素を生成する唯一の菌で、その酵素を利用することで、より木質バイオマスを効率化できるのではないかと盛んに研究が行われている菌であり、ほかにも土壌汚染を引き起こすダイオキシン類とリグニンの構造が似ていることから、土壌浄化にも期待されている菌でもある。本研究では各白色腐朽菌を培養する際の培地環境に着目し、リグニン・セルロースをそれぞれ1～5%混ぜた培地を用意し、そこで菌を一定期間培養して、各菌がより早く多く増える条件を探した。

KP17 水辺のランドスケープモデル

生物部所属 宇久村三世、片桐有乃

北海道札幌旭丘高等学校

「ランドスケープ」とは、森と池や湿地などのような異なる生態系が複合的に結合して構成されている全体的なシステムのことである。例えば、池の周囲が森に囲まれている場合と草地に囲まれている場合では、池の中の生物相は異なり、その地域の中にある森の面積が同じであっても、それが1つの森の場合と複数にわかれている場合では、森の中の生物相は異なる。そして、各々の生態系が持つ機能も異なることになる。このように、ランドスケープに含まれる生態系の空間配置と生態系の生物相や個々の生態系が持つ機能の間には密接な関係がある。

本研究では水辺から林までの広いランドスケープを行動圏とするトンボ類によって、水辺を取り囲むランドスケープ構造を解析する新たな方法を考案した。視覚の発達したトンボ類が水際に沿って飛翔するときに見る景色（ランドスケープ）を、断片的に捕らえて解析を行い、トンボ相の多様性が高まるランドスケープ構造をモデル化した。

KP19 葉の有効利用 ～葉油成分の多い葉によるキノコ栽培の可能性～

森林環境科所属 高見怜央、田中晴峰

愛知県立安城農林高等学校

バイオマス資源の有効利用が叫ばれる中、森林は多大な資源量を確保している。しかし、森林における伐採木の枝葉や都市部における街路樹などの枝葉は、利用されず放置されたり、環境保全の観点からゴミとして回収されている。

このようなことから私たちは、葉を有効利用する手立てはないか、模索し検討した結果、キノコ栽培で培地材料として有効利用できるのではないかと仮説をたてた。一般的にキノコ菌糸は、土壌表土であるA0層で菌糸を成長させ葉や枝を分解しながら養分としている。このキノコの特性を考えると、葉だけでも菌糸の成長が確認できるものと推測した。使用した葉は、中部地方の街路樹で多く使われているクスノキの葉と都市部でも垣根としてよく見られるコノテガシワとした。どちらの葉も葉油成分が高く、抗菌作用もあることから一般的なキノコ栽培には不適切として使われていない。使用したキノコの菌糸は、愛知県から全国展開し現在身近な食用キノコになったエリンギの菌糸とした。菌糸の生育状態を観察し、キノコ栽培の可能性を探った。

KP18 空中花粉の継続観測 ～光学顕微鏡による花粉同定の課題～

原 智宏（高1）、大竹優也（中3）、中村竜也（中3）

獨協埼玉中学高等学校

2013年より、自作ダラム式花粉採取器及び気象観測装置で、空中花粉観測を続けている。花粉飛散数と気象条件を考察した結果、スギ・ヒノキとも花粉飛散数と気温変化に明瞭な相関が認められた。昨年、近藤ほか（2015）で発表した花粉の飛散源や飛散経路の推定も継続して行っている。一方、従来の光学顕微鏡同定作業の課題も見えてきた。第一に計測者の習熟度による計測個数の違いが明らかになった。また、複数回計測の結果、同一生徒でも、計測個数に差が出ることも判明した。付着花粉数が多いプレパラートほど、外形の特徴（パピラの有無）に頼った同定をしがちである。その結果、「偽ヒノキ」花粉（本当はスギ花粉）が多くカウントされている可能性が高い。さらには、付着後に破裂した花粉についての取扱いも検討する必要が出てきた。本発表は、室内再現実験によってこうした問題を検証し、改めて従来計測してきた結果を考察しなおすものである。

近藤駿矢、原 智宏、大竹優也：自作花粉採取装置による連続観測および飛散源の推定。第126回日本森林学会大会学術講演集、2015、p297。

KP20 パーム油と森林

岡部菜々子、大倉梨愛、額賀斗士

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校

今や我々の生活には欠かせないパーム油。需要は高く、世界で最も消費されている植物油である。パーム油はアブラヤシというヤシの実から採取され、その85%がマレーシアとインドネシアで生産されている。マレーシアでは国策としてパーム油の生産が推奨されたことをきっかけに、アブラヤシの大規模なプランテーションが拡大した。それと同時に熱帯雨林は年々減少の一途をたどり、様々な問題を引き起こしている。土壌が流れやすくなり洪水が起りやすくなったり、住処を追われた動物は年々減少している。本研究では、こうした諸問題に対しマレーシアではどのように取り組んでいるのかを実際に見て学び、また有効な策があるのか考察を行った。研究を進めるにあたり、マレーシアでアブラヤシのプランテーションを見学、マレーシア森林研究所、マレーシアプトラ大学で話を伺い、実情を調査してきた。産業としてのパーム油生産、森林やそこに住む野生動物、消費者としての私たちが共存していくために、持続可能なパーム油生産のためにはどのような策が有効なのか、私たちにできることは何かを考えた。

KP21 赤城山南麓部のクロマツ林の研究 ～枯れたクロマツ林に注目して～

科学部 5年 小林勇太、杉山 拓、中澤 颯、間仁田和樹
群馬県立中央中等教育学校

赤城山南麓部で、群馬県の県木であるクロマツが立ち枯れし、減少しているという話を聞いた。県木が減少しているという点を重くみて、赤城山のクロマツ林がどのような理由でどう変化していくのかを考察することにした。まず、マツ枯れの原因を調査後、クロマツ林の面積の変遷と現在の分布を調査した。その後、マツ枯れ地の現在の利用状況について植林の観点から調査を行った。マツ枯れの原因は、マツノサイセンチュウによるマツ材線虫病で、1993年から2005年の12年間で、クロマツ林の面積は8分の1にまで減少していた。今後は、現在の分布が点在的で被害防止帯を満たすことや、わずかな植林などの活動から、面積はあまり変化しないと考えた。ただし、今後の植林は県木であるクロマツを中心に行うことになれば増加するだろう。しかし、クロマツは陽樹なので、植林後の継続的な人の関わり（林床の整備や植林）がなければ遷移で消えてしまうだろう。つまり、土地所有者や地域社会の関わり方が、今後どうなっていくかの答えになる。今後は県民の意識調査や、研究のデータ量を増やすなどしてこの研究の確実性を高めていきたい。

KP23 解明しよう!! マングローブ植物の葉の不思議!! ～マングローブ植物の葉についての調査研究～

下田凜太郎、高橋里歩、池ノ上幹太、菅野 琴
東京都立科学技術高校

マングローブは熱帯、亜熱帯の汽水域に存在する生態系の総称である。このマングローブを構成する植物をマングローブ植物（ヒルギダマシ、ヤエヤマヒルギ、メヒルギ、オヒルギ）という。マングローブ植物の生育地は高塩分、強光、高温であるため、私たちは葉に何か特徴があるのではないかと考え、本研究を始めた。昨年度、私たちはマングローブ植物の葉を陽葉と陰葉に分け、葉のサイズの測定や、クロロフィルの定量を行った。今年度はクロロフィルの定量を継続するとともに、新たにマングローブ植物の葉には特殊な構造がみられるのではないかと考え、光学顕微鏡を用いて葉の断面を観察した。この観察からマングローブ植物の葉は表皮系が発達していることが分かった。これは厳しい環境下における適応のためと考えている。また、いくつかのマングローブ植物は組織に吸収された塩分を黄葉に濃縮し、落葉させている。今回、私たちは緑葉と黄葉で、陽イオン量に差があると考え、葉内の陽イオンを定量し、比較した。その結果から植物種ごとの特徴が見出せた。以上について考察したことをまとめて発表する。

KP22 土壌からみるマングローブ域の物質循環 ～マングローブ林土壌と林外土壌の比較研究～

福村龍星、三上詩帆、野末綾斗
東京都立科学技術高校

私たちは、西表島フィールドワークがきっかけで土壌に興味を持った。そこで、マングローブ生態系の物質循環の一端を明らかにしようと考え、海側の林外の干潟土壌とマングローブ林土壌について、物理・化学的分析を行い、結果を比較した。有機物量は林外が約6.5%に対し、林内は約11%で、表層から35cmまで漸次増加していた。堆積した有機物によって、林内の粒度分布は変化し、還元層は発達していた。電気伝導度の測定から、マングローブ植物のリターは無機塩類の給源になっていることがわかった。また、炭素安定同位体比から、林外と林内の有機物の源はマングローブ植物であることが明らかになった。さらに、窒素安定同位体比の測定から、マングローブ植物は窒素固定細菌との共生関係によって、主に大気中の窒素を同化し、有機窒素化合物を合成していることが示唆された。まとめると、マングローブ生態系では、マングローブ植物が有機物を供給し、土壌は供給される大量の有機物を貯蔵し、潮汐による物理的作用や生物との相互作用の中で、この有機物を周辺環境にゆっくりと供給しているという物質循環がマングローブ土壌を中心に成立しているのではないかと考えられる。

KP24 接触刺激による散布体の発根実験

坂本 空
東京都立科学技術高校

ヒルギ科植物は散布体という樹上で発芽したものをを用いて分布域の拡大を行うと考えられている。私はこの散布体がどのような刺激で発根するのかに興味を持ち、発根条件について実験を行った。散布体は潮汐等による水流を利用して散布され、何らかの物理的刺激によって発根し、成長を始めると推測される。

本研究では、西表島に生育しているヤエヤマヒルギの散布体を用いて実験を行った。この散布体を以下の5つの条件に分け植栽した。①川砂に挿す、②川砂に挿し暗所に置く、③腐葉土に挿す、④土と触れさせず水に挿す、⑤川砂の上に横たえる。そして、3日おきに各散布体の根の本数と最長3本の根の長さを計測した。60日間観察したところ、①～⑤の条件で発根、根の成長に違いが出ることが分かった。

この実験結果をもとに、散布体の発根条件について考察する。

KP25 異なるマングロープ胎生種子の発芽・発根特性

小沼華菜子、白神春薫

山脇学園中学校

2015年5月、本研究発表者らは山脇学園中学校の教育プログラム、「西表野生生物調査隊」に参加し、沖縄県八重山郡の琉球大学施熱帯生物圏研究センター西表研究施設を拠点として様々な実習を体験した。その中で特にマングロープを詳しく知りたくなったため、本研究ではマングロープ胎生種子の発芽・発根特性を明らかにすることを目的とし、西表島に自生するマングロープ樹種の室内栽培実験を行った。実験材料には西表島の主要マングロープ樹種である3種類のヒルギ科、オヒルギ (*Bruguiera gymnorhiza*)、ヤエヤマヒルギ (*Rhizophora stylosa*)、メヒルギ (*Kandelia ovobata*) を用いた。栽培条件に関しては、マングロープの成長に大きく影響すると考えられる光の有無、冠水の有無、塩化ナトリウム (NaCl) の有無に着目した。これらを組み合わせた異なる栽培環境で、各々の樹種を最大10週間栽培し、その間に個体生重量、葉の枚数、茎の長さ、根の本数、根の長さを計測した。実験の結果、異なる栽培条件に応じて樹種毎の特徴的な成長差が認められ、この成長差は各樹種の生態ニッチの違いと深く関係することが示唆された。

KP27 木の大切さを伝えよう ～地域に根ざした木育活動を目指して～

桜田大介

北海道旭川農業高等学校 森林科学科 森林資源活用班

地域を担う子供達に木の魅力を改めて伝えて、地元産業への理解を深めてもらおうと昨年から「木育」活動を始めた。しかし、経験不足から手探りになってしまう場面があり、木育マイスターや木工職人を招きスキルアップを行った。この経験を踏まえ、木育教室では次の3点を改良した。①子供達の五感に残る活動の展開。②事前と振り返り学習の実施。③回数の増加。地域の幼稚園児を迎え、6月は植樹と木製ネームプレートの作成。8月は下枝払い、木のスケッチ、ピクニック。11月には落葉を使ったプール遊び、お面作り、焼き芋。12月には冬芽の観察と木琴作りを実施した。2月にはフォトフレーム作りと1年間の活動をまとめることを予定している。今年度の活動について筑波大学看護科学科が提唱している「かかわり指標 IRS」を使って評価を行ったところ、子供達の運動や感情の制御、高校生の感性が回を追うごとに伸びており、お互いの理解が進み信頼関係が構築されていると判断した。成果として、①産・学・官との連携を強化でき、活動の幅が広がった。②子供達の五感に響く質の高い木育教室を実現できたことがあげられる。

KP26 ササの有効利用 ～森林バイオマスとしてのササ資源の利用～

北海道旭川農業高等学校 森林科学科 森林環境班 2年 小田 優人

北海道旭川農業高等学校

膨大なササで覆われた北海道の山林。林木蓄積の30%に相当するこのササは、木材に次ぐ森林バイオマスです。しかし、旺盛に繁殖するササは樹木の侵入を妨げ、造林においては保育作業が必要な障害要因です。そこで、ササの需要拡大に結びつく有効利用をみつけ、育林の効率化や下刈り作業の省力化につなげ、林業の再生と森林環境の保全を目指し研究を始めました。これまでの活動で、PDA培地の代用となるササ蒸煮液寒天培地の完成やササ培地を利用した旭川農業高校産オリジナル「ウスヒラタケ」の栽培法を確立しました。更に、ササ培地の腐菌床を利用し、薬品を使用しないササ紙づくりに挑戦し、今年はそのササ紙でポット苗を作り、植林作業の軽減の方法を模索しています。造林地のササを下刈りし、ササ紙ポット苗を植林することで、ササを廃棄することなく有効利用した「ササのゼロエミッション構造」が完成しました。

KP28 ダンボールできのこ作り

微生物利用研究班 川上和真、桐畑 誠

平塚農業高等学校

この研究は、全国の農業高校生が加入している「農業クラブ」活動の一環として取り組んだ。昨年はキラケに挑戦したので、今年はヒラタケを用いて再利用することの少ないであろうダンボールできのこ作りが出来ないか検討した。オガコ 300g+栄養素 (ふすま又は米ぬか) 150g+水分 400gを基本培地とし、基本培地中のオガコの重量の10%・25%・50%・75%・100%をそれぞれ2cm角に切り落としたダンボールにおき替えて混ぜ込んで培地を作成した。

菌床袋に詰め、121℃ 2気圧 75分間オートクレーブ滅菌し、冷却後種菌を10~15g程度、無菌的に接種して室温にて培養した。約70日間培養後、袋の上部を切り滅菌したメスで菌体に傷を加えてから、水を注いで水分を与えて子実体の発生を促した。ダンボール添加量が少ないほどのきのこの発生は多いようであるが、100%でもきのこが発生した。うまく管理すると1回200g以上のきのこを3回ほど収穫することが出来る。また単価150円かかるころダンボールだと大幅にコストダウンする事が出来30円くらいで作成することが可能であった。十分に採算が取れる栽培が可能であることを証明した。

KP29 勝間田高校倉見演習林における林道・作業道の開設と利用について

グリーン環境科3年生 谷村朋哉

岡山県立勝間田高等学校

昨年度の先輩方が、演習林における森林施業計画を作成しました。今回は、それに基づいて行った伐採搬出をするための林道・作業道について、これまでの開設状況と、今回測量・設計した内容について報告します。

今から20年前に、先輩方が倉見演習林の林道網調査をされました。その時の総延長5862m、ヘクタールあたり約21mでした。毎年の豪雨や豪雪に対応するため、バックホウを借り上げての補修には経費がかかります。そのため、必要以上に林道路網を延長することが難しくなり、予算的に延長することが経営的に困難になってきました。最近では、伐採搬出に必要な箇所のみ少しずつ延長し、路網を利用しています。路網の状況は、20年前とあまり変化はありません。

KP31 ライトセンサス法による野生動物調査

森林科学科2年 堤 健斗、信田莉奈

岐阜県立岐阜農林高等学校

近年、岐阜県ではニホンジカの分布が拡大傾向にあり、中山間地域を中心としてシカによる農林業への影響が深刻化している。そこで本研究では、学校近隣の山村地域である岐阜県本巣市の木倉地区および川内地区において、出現数や分布、季節変動を探り現状を把握するためにライトセンサス法による調査を実施した。調査地に約10kmの調査ルートを設定し、車内からスポットライト(Q-Beam LED BRINKMAN社製)を照射しながら、目視により性(雌・雄)と齢(成獣・当歳仔)を判別し、GPSデータと共に記録した。2015年5月から11月まで計6回の調査を実施したところ、2.9頭/kmから5.9頭/kmの範囲で森林の林縁部や果樹園、草地を中心に多数のニホンジカやその集団が観察された。また、カメラセンサスや動物のフィールドサインの探索、ニホンジカによる人工林被害の調査を実施したところ、農作物の食害や多数の痕跡、樹皮剥ぎ被害跡が観察され、本巣市木倉・川内地区における農林業被害の深刻さが推察された。

KP30 ケヤキの上部にできる種子の優位性

神成朝日、小山隼人、布川泰慶

新潟県立長岡高等学校

ケヤキ(学名:*Zelkova serrata*)はニレ科ケヤキ属の落葉高木で枝が結果枝と生育枝の2種類に分化しているのが特徴であり、種子は結果枝に付随して飛散することによって分布範囲を広げている。長岡高校のケヤキを調査したところ、種子が木の真下から約200m離れた地点まで飛散しているのを発見した。このことから、樹冠上部にある結果枝には遠距離に飛散するものが多いのではないかと考え、ケヤキの上部・下部の結果枝、種子の性質の違いについて調査した。最初に対象にしたケヤキは高さがあったため木の東側に立っている2つの校舎棟を利用して近距離(全体の結果枝が飛散)、遠距離(上部の結果枝が飛散)の区別をして実験を行った。結果枝の平均落下速度の差、高さの差、種子の重量と水に沈む種子の割合(発芽可能種子の割合)の調査を行った結果、上部にできる結果枝は遠距離に飛散するために葉の先端の反りを小さくしてゆっくり落下し、それらに付随する種子は生育に有利になっているという特徴があることが分かった。このことによってケヤキは分布範囲をさらに広げていることがわかった。また、周辺の複数のケヤキでも同様の傾向が見られた。

KP32 船来山の植生調査

森林科学科2年 早川一矢

岐阜県立岐阜農林高等学校

船来山は岐阜県本巣市に位置し、現在までに290基程の古墳群が確認されている。本巣市教育委員会では、歴史的価値の高い古墳群を文化財登録することを目的として、様々な外部機関と連携し、古墳を保護することへの理解や地域振興に努めている。そこで、本校森林科学科では船来山の植生調査を行い、地域の方々にその植生の特徴について発信する活動を主に取組むことにした。今年度は、調査地内に3つのプロットを設置し、観察できる樹種、本数、胸高直径を測定した。植生調査の結果から、里山としての利用されていた過去の経緯や人為的に植栽されたと推測される樹木を確認することで、船来山の植生の特徴やその成り立ちについて考察することができた。

KP33 地域に貢献フラワータワー

黒岩理央、野嶋健太郎

高知県立高知農業高等学校 森林総合科

森林総合科では、125haの演習林において、年8回管理実習を行っており、主に間伐・集材作業を行っています。間伐材は市場へと出荷していますが、先輩方が長い年月をかけ、育ててきた木材を出荷しても大幅な赤字になっています。

そこで、木材加工における技術習得、付加価値をつけるとともに、木材の良さに関心を持ってもらい、新たな高知農業高校のブランドとして、地域に発信できる木工品の作製に4年前より取り組んでいます。

内容としては、ハンドカットログハウスの技法から、高知龍馬空港・高知県庁西庁舎の玄関に装飾するログプランターの作製、南国市内にある福祉施設「青い鳥」へのログベンチを作製しました。

また今年度は、同校農業総合科が交流のある、長岡保育園へのフラワータワーの設置です。「装飾に工夫を！」ということから、花を立体的に楽しむことができるよう、ピラミッド型のタワーを作製しました。

この取り組みを通して、新たな高農ブランドの確立と地域貢献、木材加工技術の習得だけではなく、木材の利用と普及がいかに重要であるかを学ぶことができました。

KP35 武尊山「水源の森」における地表徘徊性昆虫について

吉澤幹太、(ほか1名調整中)

群馬県立尾瀬高等学校

尾瀬高校では1999年から武尊山「水源の森」で様々な動植物の生態調査を行っており、今回、地表徘徊性昆虫について報告する。地表徘徊性昆虫はプラスチックコップを地面に埋めて、そこに落下した昆虫を採取するピットフォールトラップ法を用いて捕獲した。これを6月から9月の毎月1回、標高と植生環境が異なる3カ所で行い、捕獲した昆虫はすべて展足標本にし、図鑑や過去の標本資料をもとに同定、および個体数を記録した。さらに、過去の先輩が2013年6月と7月に富岡市上黒岩周辺で調査した出現種データを用いて種構成の違いや各地点の出現率などから環境の選好性について調べた。結果から種ごとに詳しくみると、集中分布がみられる調査区や分布の空白域が存在することが確認された。また、地域の環境ごとに固有の昆虫相があることがわかり、植生との関連がうかがえた。現在、抱えている研究の課題として種の同定の難しさや今後の方向性についてなどがある。今後はこれらの課題を解消するために専門家の方々とともに研究の相談をしながら、研究活動を続けていきたい。

KP34 糞中 DNA 解析を用いた武尊山に生息する哺乳類の種の同定法の確立

工藤大政、今井ひまり

群馬県立尾瀬高等学校

尾瀬高校では、尾瀬や武尊山などで哺乳類などの野外調査を継続して行っている。その中で、動物が生息していることを示す「痕跡」について調べるフィールドサイン調査では、動物を目視で確認することなく、限られた情報を基に判別しなければいけないという課題を抱えている。現状では、痕跡の形や確認した場所等について各動物の特性や継続調査の結果と照らし合わせることで判断しており、典型的な状態の痕跡でない限り、誤った同定をしている可能性もある。また、痕跡の状態によっては調査者の主観が大きく入ることもあり、客観的な判断ができないことも考えられる。さらに、トラップを用いて動物を捕獲する場合、動物に与えるストレスや調査者に多くの労力がかかることを考慮しなければならない。しかし、現在ではフィールドに残された糞や体毛を用いた DNA 解析法によって、種の同定や個体識別が可能になっている。これらの調査は、前述の課題を解決手段として有用であると考えられるため、糞中より抽出した DNA を用いて、武尊山に生息する哺乳類の種の同定法の確立を目指す。

KP36 森林および森林ボランティアへの高校生の意識調査

科学技術部

梅村学園三重中学校・高等学校

日本の森林の現状として、荒れていて、不健康で不安定な状態にあり、自然災害に耐えられなくなった森林が増えている。そのような森林を減らしていくために、本クラブでは、高校生ができることとして、森林ボランティアを自ら起こしたり、参加したりすることが最善だと考え、森林に対する高校生の現状を知るべく、「森林に関しての高校生の意識調査」・「森林ボランティアへの高校生の意識調査」の2つのアンケート調査を本校の高校一年生全員を対象に行った。その結果、前者のアンケート調査では、人工林に対するイメージについて尋ねたところ、悪いイメージだと37%が回答した。その回答の理由の中には、人工的に作られている、「人工」という言葉が悪いイメージだ、などがあった。また後者のアンケート調査では、森林を守りたいと98%が回答したが、意欲的に森林ボランティア活動に参加したいと回答した者は11%に留まった。これらの結果をさらに分析して問題点を明確にし、人工林に対するイメージの向上、意欲的に森林ボランティアに参加する生徒が増える取り組みを今後行いたいと考えている。両アンケート調査の詳しい解析に関しては、当日発表する。

KP37 森林—市街地のバッファゾーンの役割 ～校有林を例として～

塩谷瑞紀、大久保美鈴、田中佑奈、安藤亮介

京都府立嵯峨野高等学校 校有林調査ラボ

現在、本校校有林がもつ様々な森林機能の評価を進めている。対象地は京都市内嵐山近隣に位置し、60年以上前にヒノキ (*Chamaecypris obtusa*) が植林され、一部広葉樹への遷移が見られる。

本研究では、詳細地形図を作成し、データロガー (気温・湿度)、IC レコーダー (鳥類調査)、自動撮影カメラ (哺乳類調査) を設置した。さらに、代表的な地点において、植生調査及び土壌調査を行った。

ヒノキは樹高 16m を超え、針葉樹林内の地表は、シダ (*Pteridopsida*) で覆われ、一方、広葉樹林内では、コナラ (*Quercus serrata*) を主とし、侵食箇所は少なく、安定した地表環境であった。また、土壌断面調査により、適潤性褐色森林土が確認された。また、土壌貫入試験の結果、植物根が侵入できる深さは、地形と関係が深いと考えられた。鳥類 9 科 12 種、ニホンイノシシ (*S. scrofa leucomystax*) およびニホンシカ (*Cervus nippon*) が複数頭確認された。

環境保全の観点から、森林—市街地のバッファゾーンの必要性が指摘されているが、今後さらに調査・解析を続ける予定である。

KP38 尾瀬鳩待峠登山道 25 年間の植生変化

佐藤伶圭

東京農業大学第一高等学校生物部

尾瀬は群馬、福島、新潟の 3 県にまたがる、湿原と沼から形成された稜線に囲まれた地域で、その地域に入るための複数の経路がある。現在、鳩待峠は年間 20 万人以上の人が利用し、その割合は入山口の中で最も多い。その利用者数は山の中に立ち入る適正な人数を超えていると考えられる。尾瀬は深山の過酷な環境の中に存在する貴重な自然であり、その植生の成り立ちからも生物学的に大きな価値を持つ地域である。しかし、国立公園の指定と交通面の発達で人の侵入と利用とを容易にさせ、常に保全と利用のバランスのとり方が社会問題になってきた。私たち農大一高生物部は尾瀬鳩待峠から山の鼻間の登山道の過剰利用が問題とされた 1990 年代にその現状の調査に関わる機会があり、登山道と樹木の健康被害の実態を明らかにする目的で 1990 年 1993 年に植生調査を行い、今後の植生の変化の予測と、改善の提言を行った。

本研究は 25 年前の樹木の種類と分布および健康度をもとに、2015 年 8 月に同様の方法で調査を実施し、結果の比較・考察から鳩待峠登山道の植物の分布、変動、保全の方策を示すものである。

石川芳治	T1-9, H7	井手玲子	H2	今井龍夫	P2-119
石塚 航	E5, E8, P1-137	伊東 明	P2-148	今井靖晃	P2-027
石田 朗	P1-196, P1-198	伊藤江利子	P2-215, P2-216, P2-224, P2-232	今泉文寿	P1-235
石田 厚	P1-153, P1-166, P1-204	伊藤一樹	P1-050	今岡成紹	D9
石田 清	T2-2, G3 , P1-086	伊東恵子	T7-4	今田省吾	S8-1, S8-4, S8-5, S8-7
石田 健	G9	伊藤賢司	T3-10	今富裕樹	P2-048, P2-049
石塚成宏	P1-267, P2-200, P2-202, P2-203, P2-204, P2-212, P2-222	伊藤孝史郎	A24	今西純一	P1-021
石塚森吉	P2-113	伊藤幸介	P2-077	今村直広	T5-2 , T5-15, P1-266, P1-272
石塚 航	S5-4, T2-7 , P2-056, P2-074	伊藤幸男	S3-7 , A13, A26	今村百太	P1-147
石場理紗	P1-190	伊藤 哲	S10-3, D9 , D10, P1-077, P1-083, P1-091, P2-101	今矢明宏	P2-204, P2-222, P2-227
石橋 聰	P2-003	伊藤信治	P1-134	井村信弥	G1
石橋早苗	P1-046	伊藤太一	T4-14, B3	岩井淳治	E10, P1-134 , P2-057, P2-062
石橋整司	S2-1	伊藤貴則	P2-060	岩泉正和	D4, E2 , P1-140, P1-214
石濱宣夫	P2-074	伊藤崇之	P2-048 , P2-049, P2-050	岩岡史恵	P1-243
石原 誠	P1-203	伊藤 直	T5-15	岩岡正博	S3-4 , J8, P1-022, P1-026
井嶋 陸	P1-099	伊藤 弘	T4-13	岩崎健太	P1-232, P2-011
石森良房	P2-172	伊藤洋務	P2-199	岩崎千鶴	P1-103
伊豆田 猛	S11-5, S11-6, S11-7, P1-247	伊藤昌明	P2-154	岩澤勝巳	P1-017, P2-167
石塚 航	E3	伊藤元己	T2-5, E7	岩田拓記	P1-228, P2-191
泉 桂子	P2-014	伊東康人	K6, K7, P2-078	岩田洋佳	S5-4
磯田圭哉	S5-1, E1, E2, P1-118 , P1-124, P1-132, P1-136	伊藤優子	P2-217	岩田若奈	P2-069
磯部一夫	S8-1, S8-2 , S8-3, P1-239, P2-209	井道裕史	P2-042	岩永青史	T6-9
伊高 静	P2-149	稲垣善之	H6, P2-205, P2-209 , P2-210, P2-213, P2-228	岩永史子	D2, P1-049, P1-051, P2-135
板谷明美	P1-042, P1-056, P1-088	稲永路子	P1-115, P1-119 , P2-115	岩本圭太	P1-214
板谷洋輔	P1-033	稲場彩夏	T4-16	岩本宏二郎	P1-112, P2-113
市栄智明	P2-133	稲葉由花利	P1-016		
市岡孝朗	P2-230	犬飼 浩	P1-052	植木達人	P1-053, P1-058, P2-006
市川 栞	P1-035, P1-036	猪野正明	P2-150, P2-151	上田明良	P2-159
市川貴大	P1-271	井上昭夫	C1 , II, P1-049, P1-051	上田菜津美	P2-099
市川萌菜美	P1-250	井上公基	P1-059	上田正文	P1-152 , P1-253
市橋 新	C29	井上 剛	C26	上田萌香	D9
市橋隆自	S6-3	井上 淳	S2-7	植田栄仁	P2-164
市原 優	K10, P1-217	井上 真	T6-7, T6-8, T6-10	上野真義	S5-4, E7, E8 , E10, P1-118, P1-122
井辻康大	P1-035, P1-036	井上真理子	S10-3 , T7-3, C7	上野 満	P2-070 , P2-111, P2-175
伊津野彩子	T2-6	井上 航	S11-4	上原 巖	T3-2 , T3-3, T3-6, T3-9, F1, P1-060, P1-061, P1-062, P1-063, P1-064
井出 茂	T5-12	井倉洋二	S2-2, T7-8	上原浩一	T2-5
井手淳一郎	P2-198	猪股弥生	S11-10, P2-214		
井手竜也	P1-207	猪俣雄太	P2-048, P2-049 , P2-050		
井出雄二	E9 , P1-089, P1-113, P1-114, P1-116	井面美義	P1-195		
		伊原徳子	E10, P1-172		

上村 章	S1-9, P2-082	遠藤力也	P1-215	大塚生美	A28
上村 巧	P2-041, P2-042 , P2-043, P2-046, P2-051	遠藤良太	P1-141	大塚次郎	E1, P1-118, P1-136
植山雅仁	P2-191			大塚 大	S1-11, P1-053, P1-058
鶴川 信	S8-4, P2-113, P2-204, P2-209	及川洋征	P1-012	大塚泰介	G5
白田寿生	P2-034, P2-035, P2-029, P2-030 , P2-031, P2-033, P2-036	王 権	C18, P1-230	大塚羽純	P1-229, P2-189
内島和人	P2-106	大池航史	E2	大槻恭一	I1
内田太郎	I16	大石圭太	P1-190 , P2-160	大手信人	S12-6, I13, P1-043, P2-213
内田莉紗	P1-031	大石康彦	S10-3, T7-3	大西千里	P2-206
内之宮光紀	P1-096	大泉一也	M4	大西洋聡	F1
内村慶彦	P2-091	大泉 毅	S11-10, P2-214	大西裕子	P2-106
内山憲太郎	E8, E9, E10, P1-122	大條弘貴	F4	大貫真孝	P1-245
内山重輝	P2-214	大窪和也	S9-7	大貫靖浩	P1-267, P2-212
内山愉太	A17	大久保卓也	G5	大野勝正	C23 , P1-033, P2-024
内山佳美	T1-9, H7, I3, I12, I19, P1-251, P2-183	大久保達弘	P1-074, P1-106, P1-178, P1-181, P1-182, P1-183, P1-265, P1-268, P1-271, P1-273	大野 聡	P1-100
宇都木 玄	S1-9, C5, P2-051, P2-066, P2-067, P2-068, P2-082	大久保直哉	P2-146	大野泰之	P2-074, P2-082, P2-200
宇野女草太	P1-030	大熊紗織	P1-070	大場章弘	T4-11
生方正俊	E1, P1-118, P1-136, P1-138	大倉龍起	M4	大場孝裕	T1-2
梅木 清	P1-031, P1-095	大澤 晃	S12-4, C30, D7 , P1-065, P1-108, P1-245	大橋章博	K2
浦川梨恵子	S8-1, S8-2, P1-239, P2-213	大島一正	P1-176	大橋伸太	T5-2, T5-8 , T5-15, P1-266, P1-267, P1-272
		大島潤一	P1-265	大橋春香	P2-153
		大住克博	S10-3, D12 , P2-087, P2-125	大橋正孝	T1-2
		大曾根陽子	P2-204	大橋瑞江	S12-2, S12-6, P1-249, P2-206
		大園享司	P1-241, P2-207	大原利眞	S11-9
		太田敬之	P2-084 , P2-142	大原偉樹	P1-217
		太田岳史	P1-227	大平敬典	P1-185
		太田徹志	C13, P1-041, P1-049, P1-050, P1-051, P1-075, P2-020 , P2-135	大平 充	I21
		大田真彦	T6-5	大平峰子	P1-123, P1-126
		太田祐子	P1-204, P1-205 , P1-224, P1-226	大宮 徹	S9-3
		大谷栄徳	P2-151, P2-164	大宮泰徳	P1-173
		大谷 忠	S10-3, S10-4	大矢信次郎	S1-11 , P1-053, P2-041, P2-064, P2-095
		大谷達也	T1-6 , P2-102, P2-228	大藪絢香	P1-093
		大谷悠巴	P1-165	岡 裕章	S8-2
		大地俊介	A31	岡 裕泰	A18 , A27
		大地純平	P2-170	岡 勝	S2-2
		大津裕貴	A21	小笠真由美	F4, P1-150, P2-067, P2-068
		大津悠暉	I8	岡田慶一	P1-040
		大塚晃弘	F4, F6	岡田純一	J8
				岡田直紀	T5-12 , P1-257
				岡田真樹	P1-193
				岡田充弘	P2-150, P2-152
				岡田桃子	E5

香坂 玲	A12, A17	小林博樹	P1-026	齋藤 翔	T5-3, T5-5, T5-7,
郷田乃真人	P1-133	小林裕之	S9-3, P2-019		P1-260
河野圭太	P1-187	小林真生子	P1-017	斉藤正一	P2-124
河野沙紀	P1-261	小林 真	S8-1	齋藤 大	P1-101
河野修一	P2-178, P2-180	小林 誠	P1-090	齋藤 琢	P1-109
甲野裕理	P1-153 , P1-204	小林正明	E8	齋藤丈寛	P2-051
神前佳毅	A36	小林正秀	K5	齋藤辰善	S11-10, P2-214
孝森博樹	P1-078	小林政広	T5-2, I14, P1-267,	齋藤俊浩	P2-220
興杣克久	A24, A26		P1-272	齋藤倫実	P1-080
小金澤正昭	P1-268	古俣寛隆	S3-6	齋藤智之	P1-275 , P2-061,
五木田玲子	T4-8, T4-9	小松雅史	P1-266, T5-2,		P2-085
小坂 泉	P1-229, P2-189		T5-15 , P1-267	齋藤暖生	S2-1, S2-8, A16
小坂香織	A33	五味高志	I2, I21 , P1-234,	齋藤秀之	S4-2 , S11-3, S12-5,
小坂 肇	P2-155		P2-183, P2-188,		P1-121, P1-175
小島克己	P1-161		P2-195	齋藤央嗣	G7 , P2-150
兒嶋音衣	P1-190	小南裕志	S6-5 , F3, H3,	齋藤天道	T4-17, T4-24
小杉賢一朗	I4, I20 , P2-197		P1-159, P2-140,	齋藤仁志	S1-11, P1-011,
小杉 純	P1-013 , P1-014		P2-148		P1-053, P1-058,
小杉緑子	I4, P1-165, P1-228,	五名美江	I18		P1-078, P2-006,
	P2-190, P2-191	小森谷あかね	P2-176		P2-029, P2-031,
小杉 純	P1-010	小山明日香	P2-092, P2-093		P2-033, P2-034 ,
小谷亜由美	P1-227	小山純平	J2		P2-035, P2-036,
小谷二郎	P1-216	小山浩正	P2-120, P2-122,		P2-064
小谷英司	C22 , P2-223		P2-141	齋藤昌宏	D8
小谷二郎	T5-6, P2-088	小山裕美	I3, I10	齋藤陽子	E9, P1-089, P1-113,
小玉哲大	P2-052	小山里奈	P1-043		P1-114, P1-116
後藤明日香	C21	是澤 卓	C26	三枝道生	P2-168
後藤純一	P1-007, P2-038	今 博計	T2-7, E3 , P1-137,	坂 拓弥	T4-23
後藤将太	P1-186		P2-056, P2-074,	酒井愛里	P1-199
後藤 晋	S5-4 , E5, E8		P2-143	酒井暁子	P1-110
後藤秀章	P2-156, P2-159	近藤 晃	S1-1, P1-129	酒井 敦	T1-6, D3, D4 ,
後藤真希	P1-199	近藤 崇	P1-191		P1-186
後藤優弥	P1-235	近藤禎二	E1 , P1-118	堺 奎介	S8-3
小西光次	P2-071	近藤照彦	T3-5, T3-6	酒井明香	S3-6 , P2-047
小西伴尚	S10-7	近藤俊明	E6	酒井 武	P2-085
小西雄大	P1-114	近藤洋史	P2-163	酒井寿夫	P2-204, P2-228
木庭 慧	T3-3	近藤雅信	P2-025	酒井美知	A9
木庭啓介	P2-210	近藤 稔	J5, P1-057	酒井佳美	P2-204, P2-222
小橋川祥子	P2-165	近藤良平	J7	坂上大翼	L2
小林 玄	P1-209	今埜実希	P1-275	阪口翔太	E7
小林昂太	C10			佐方啓介	T4-14, P1-025
小林沙希	P1-125 , P1-141			阪田匡司	P1-267, P2-200,
小林繁男	G4				P2-201, P2-202,
小林高嶺	P1-242 , P1-246	才木真太郎	P1-153, P1-166,		P2-203
小林達明	T5-3 , T5-5, T5-7,			坂田 剛	P1-166
	P1-260	三枝信子	H2	坂野上なお	S2-6 , P2-112
小林 剛	S11-2	齋藤 馨	T3-8, T7-4,	坂部綾香	P1-228, P2-191
小林徹哉	P2-018		P1-026	坂本圭児	P1-082, P1-085,
小林奈通子	S12-6	斉藤和彦	P2-009		P1-164, P2-208
小林 元	H1	齋藤 哲	T5-2, T5-15, I7 ,	坂本知己	P2-175, P2-177
			P1-267		

さ

- 坂本祥乃 P1-106
崎尾 均 S2-3
寄元道德 P2-112
佐久川 弘 S11-2
作田耕太郎 P1-049, P1-051, P1-154, P1-155, P2-121
櫻 昭二 P2-071
櫻井哲史 T5-4, P1-270
笹 賀一郎 P2-218
佐々井崇博 S8-8
篠壁多恵 T3-7
佐々木章宏 T3-4
佐々木 向 P1-009
佐々木重行 P2-063, P2-090, P2-098
佐々木尚三 S1-9, P2-051, P2-052, P2-143, P2-224
佐々木崇徳 P1-087
佐々木達也 S1-1, P2-041, P2-042, P2-043, P2-046
佐々木道子 T5-9
佐々木もも帆 I11
笹田敬太郎 A37, A38
笹原千佳 P1-020
笹森貴裕 M4
指村奈穂子 P2-171
佐瀬裕之 S11-9, S11-10, P2-214
佐藤 明 H4
佐藤温貴 T1-1
佐藤 開 P1-245
佐藤重穂 P2-161
佐藤貴紀 S6-2, S8-5, I19, K1, P2-117
佐藤孝吉 P1-044, P2-015
佐藤 拓 S7-2
佐藤 保 D8, G6, P2-092, P2-093
佐藤宣子 A29, A30, A37, A38, P1-004
佐藤 創 P2-011, P2-174
佐藤弘和 P2-011, P2-143
佐藤大樹 P2-114
佐藤博文 S1-7
佐藤史佳 P1-273
佐藤冬樹 P2-218
佐藤都子 P1-115
佐藤 優 P1-192, P2-127
佐藤佑樹 P1-193
佐藤亮介 P1-196
佐野淳之 P2-115
佐野滝雄 C14
佐野俊和 J4, P2-055
佐野真琴 P2-021, P2-142
佐橋憲夫 P1-204
佐橋憲生 P1-205
澤田直美 C9
澤田晴雄 S2-7
澤野真治 S6-1
- し
- 石 聡 S11-4
椎葉康喜 P2-128
塩田廣美 P1-032
塩野克宏 S12-10
志賀 薫 D3
執行宣彦 P1-095
重永英年 S1-8, P1-197, P2-065
志知幸治 P1-267, P2-147, P2-231
篠原弥寿夫 M2
篠原慶規 P1-236, P2-195
篠宮佳樹 P2-147, P2-181
柴 和宏 P2-185
芝 正己 A6, A14
柴崎茂光 A7
柴田桂太 P1-180
柴田昌三 P1-020, P1-023, P1-165, P1-021
柴田晋吾 A1
柴田英昭 S8-1, S8-2, S8-3, S8-4, S8-5, S8-6, S8-7, P1-239, P1-245, P2-209, P2-213
柴田銃江 G8
柴原 隆 P2-078
渋谷正人 S11-3, S12-5, P1-175
嶋瀬拓也 P1-001
嶋田大作 T4-22
寫田知帆 P2-081
寫田栄樹 P1-055, P2-039
P2-073
島田博匡 P1-205
島田律子 P1-199
島村咲衣 P1-199
清水 晃 P2-192
清水香代 P2-095, P2-152
清水健太郎 T2-6
清水貴範 S6-1, P2-192
清水 環 A8
清水伸大 P1-229, P2-189
清水-稲継理恵 T2-6
下山泰史 P1-209, P1-210
謝 樹冬 P1-234
夏 エン M3, P2-130
徐 月明 A37
徐 小黛 P1-110
城向勇男 P1-066, P1-067
庄子 康 T4-17, T4-18, T4-19, T4-20, C5
上村真由子 P2-199
白井 誠 P1-153, P1-204
白石則彦 C4, C9
白川 誠 P1-062
新良貴歩美 P1-157
白木克繁 T1-9, I3, I10, I12
白澤絃明 J6, P2-029, P2-031, P2-033, P2-034, P2-035, P2-036
白旗 学 P2-080
城 美沙緒 M4
城田徹央 S1-11, P1-078, P1-101, P1-103, P2-064
金 孝鋒 T2-5
陣川雅樹 P2-043
神宮翔真 T4-14
新谷涼介 P1-248
新保優美 P1-077
神保 充 P1-166
- す
- 末田達彦 S12-1
末弘宗滉 P1-166
須貝杏子 P1-122
菅井徹人 S11-3
菅原 泉 H4
杉浦克明 T7-5
杉浦佑樹 P1-268
杉田久志 D3, P2-085, P2-146
杉谷静流 C15
杉村 乾 T5-11
杉村尚倫 P1-166
杉本和也 P2-030, P2-040
杉本記史 P2-218

杉本博之	E2, K12 , P2-152	曾我昌史	T4-15	高橋正義	P2-010
杉山沙織	A24, A25	石 洙一	J7	高橋幸男	J2, P2-223
洲崎燈子	T7-2			高畑義啓	P1-221 , P2-155
須崎智応	P2-084	そ		高松綾子	P2-206
冏師光聖	P1-044	曾根晃一	P1-190, P2-160	高松 久	C26
冏子光太郎	S3-9	菌部 礼	C18 , P1-167, P1-168, P1-230, P1-231	高柳 敦	P2-166
鈴木克誠	P2-168	孫 新超	P1-234, P2-188	高山範理	T3-8
鈴木洸明	P1-045			瀧 誠志郎	P1-115, P2-012 , P2-043
鈴木智之	P1-031, P2-146	た		滝 久智	P2-092, P2-093
鈴木 覚	I5, I7, P2-186	大丸裕武	P2-029, P2-031, P2-033, P2-034, P2-035 , P2-036	滝沢裕子	A26
鈴木重雄	S9-5, S9-9	田岡拓未	T4-17	瀧澤英紀	P1-229, P2-189
鈴木志保	P1-089	鷹尾 元	C22 , P2-023	滝沢 勝	T5-15
鈴木節子	P1-122	鷹木香菜	P1-232	滝谷美香	P2-074
鈴木拓馬	P1-018	高木咲穂子	T3-7	田口裕也	P1-229, P2-189
鈴木拓郎	I6	高木正博	II, P1-070, P1-083, P1-238, P1-240, P2-193	武 正憲	T4-13 , T4-14, P1-025
鈴木千秋	P1-196	高嶋敦史	P1-249	竹内公男	P2-002
鈴木春彦	A32	高島靖文	P1-238	竹内真一	S6-5, S6-6
鈴木秀典	P2-029, P2-031, P2-033, P2-034, P2-035, P2-036 , P2-037, P2-051	高島有哉	S5-2	竹内啓恵	T3-3, T3-9 , F1
鈴木弘行	T5-3	高瀬恵次	I9	竹内史郎	P2-074
鈴木雅一	II9, K1	高田克彦	T2-1, P1-115, P1-119, P2-012, P2-043	竹内典之	D6
鈴木正嗣	T1-4	高田大輔	T5-6	竹内美由紀	P1-159
鈴木保志	S2-5, S3-10 , P1-007	高田乃倫予	A11	竹内祐子	K13, P1-098, P1-179, P1-208
鈴木養樹	T5-2	高梨 聡	F3 , P1-159, P2-187, P2-191	竹内嘉江	M2, M3
鈴木有映	P1-275	高野 勉	T5-2, P1-267, P1-274	竹内隆介	P2-151
鈴木良一	P1-212	高橋章文	P1-094	武田淳史	T3-5 , T3-6
鈴木和次郎	P2-084	高橋 啓	P1-196, P1-198	武田育郎	P2-198
須山敦行	T5-12	高橋絵里奈	C15, D6	武田一夫	P1-147
陶山大志	S1-2	高橋一秋	P1-069, P2-060	竹田宜明	P1-118
陶山佳久	T2-1, T2-4	高橋健太郎	P2-158	武田 宏	P2-058
諏訪裕一	S8-3	高橋聡子	P2-002	竹田有佑	P2-148
諏訪鍊平	P2-067, P2-068, P2-072	高橋さやか	D6	竹中千里	T5-14, P1-255, P1-256, P1-258, P1-259, P1-268
		高橋純子	T5-5, P1-234	竹中悠輝	C19
世		高橋卓也	A9	竹松葉子	P2-230
清木俊雄	T3-7	高橋輝昌	T5-3, T5-5, T5-7, P1-260, P2-211	竹本太郎	A34, P1-006
清和研二	T2-1, P1-079, P1-087, P1-275	高橋與明	C24, P2-025	田坂隆治	T5-15
関 敏之	P1-226	高橋 洋	K1	田島華奈子	T3-4
関崎良美	P1-229, P2-189	高橋 誠	S5-1, S5-2, P1-123, P1-124	田嶋幸一	C16
関本 均	P1-268	高橋正通	T5-2, T5-15, I14, P2-226	田代健二	P2-101
関谷信人	T5-6			田代直明	P2-128
妹尾啓史	S8-2			多田泰之	P2-029, P2-031, P2-033, P2-034, P2-035, P2-036
曾 継業	H2			立川知恵理	P2-119
仙福雄一	P1-228 , P2-190			立木靖之	T1-1
徐 正一	P2-178			立花 敏	A4 , A23, A33
宗村広昭	P2-198				

龍原 哲	P1-045, P2-002	谷口智彦	J5	智和正明	S11-2
巽 大喜	S7-2	谷口寛昭	P1-051		
舘野隆之輔	S8-1, S8-2, S8-4, S8-5, S8-6, S8-7 , P1-239, P1-243, P1-245, P2-209, P2-213	谷口 康	P2-145		
帯刀一美	S9-2	谷瀬 敦	P2-182		
田中和博	P1-024, P1-029, P1-032, P1-034, P1-037, P1-046, P1-047, P1-107, P2-081	谷脇 徹	P2-150		
田中克典	K1	種子田春彦	F4, F6	塚原雅美	P2-057, P2-062 , P2-077
田中邦宏	P2-009	田野井慶太郎	S12-6, T5-6	月田祥拓	P1-182
田中憲藏	P2-133	田野井慶太郎	I13	柘植隆宏	T4-18, T4-19, T4-20, C5
田中功二	P1-131 , P2-024	田端雅進	P1-120, P1-215, P1-216	辻野 亮	P1-200
田中真哉	C22	田淵隆一	P2-021	辻本悟志	P1-189, P2-169
田中 克	K13, P1-207, P1-208	玉井幸治	S6-1, I14, P2-192	津田高明	S3-6, P2-007 , P2-074, P2-143
田中誠一郎	P2-042	玉井 裕	P1-237	土屋 慧	P2-024
田中隆文	I8	玉置理那	T7-8	土屋俊幸	T4-1 , T4-11
田中 格	P1-163	玉木一郎	T2-2, T2-4 , T2-6	都築伸行	S1-6
田中千晴	P1-159	玉城 聡	P1-127 , S1-7	都築勇人	S12-1
田中千尋	M4, P1-098	玉崎あかね	S12-3	都竹正志	P1-030
田中永晴	P2-204	田村 明	P1-121, P1-137 , P1-138, P1-144	堤 剛太	P1-012
田中延亮	S6-2, S6-7, K1, P2-117	田村 淳	P2-171	經隆 悠	P1-235
田中伸彦	T4-2	田村和也	A27	常松展充	C29
田中信行	P2-153	田村大輔	P1-184	角田悠生	P1-156
田中徳久	P1-110	田村太老	C29	坪村美代子	S5-2, P1-123, P1-133
田中 浩	P1-274, P2-066	田村実加	P1-169	坪山良夫	I14
田中 恵	P1-060, P1-061, P1-062, P1-063, P1-064	田村美帆	S5-2, S5-3, P1-120 , P1-123, P1-133, P1-140	津村義彦	E6, E7, E8, E10
田中 惟	P2-144	陳 盈光	M3	津山幾太郎	P2-143
田中洋太郎	P1-232	丹下 健	D1, H4	津山孝人	S4-1 , P1-170, P1-171
田中龍聖	P1-208	檀浦正子	S12-2, F3, P1-159 , P1-245	露木 聡	P2-028
田中龍大	P1-116			釣田竜也	P1-267, P2-212
田中(小田)	P2-210			鶴岡建汰	K8
あゆみ				鶴崎 幸	P2-063
田邊智子	P1-101			鶴田健二	I4, P2-190, P2-191
谷 尚樹	E6 , P2-102			鶴田研二	P1-228
谷 誠	H3, I4, I15, P1-232, P2-190, P2-191			鶴田英人	P2-150
谷川東子	S12-2, S12-7, S12-8, P2-226			鶴田燃海	T2-3
谷口真吾	P1-072, P1-249, P2-094				
谷口武士	D2, P1-243				

ち

て

寺本宗正	H2, H4	長井宏賢	S2-5	長根美和子	P1-241
	と	長池卓男	T1-11, P2-110	中野隆志	F3, P1-153, P1-166
杜 盛	P1-243	中尾勝洋	P2-072, P2-142,	中野由唯	P1-024
土井絵里子	P1-086		P2-153	永野 惇	S5-4, T2-5, P1-116
土居龍成	S12-7	長尾博文	P2-042	長野秀美	P1-040
藤稿亜矢子	P1-026	長尾嘉昭	P2-159	永野美穂	I1
藤堂千景	S12-2	長岡貴子	C27	長野康之	P1-025
藤間 剛	T6-4	長岐昭彦	S1-7	長野龍平	P1-232
當山啓介	S2-1, S3-10,	中桐恵利華	P1-082	仲畑 了	S12-4, P1-065
	P2-016	長倉淳子	T5-15, P1-263,	中林優季	P1-211
富樫一巳	K12, P2-152		P1-266, P2-215,	中原健一	P2-061
土岐精一	F9	長坂晶子	P2-216	中原悠介	P2-145
時任宣博	M4		P1-237, P2-218,	永松 大	P2-115
徳江 泉	P1-226	長坂 有	P2-219, P2-221	中牟田 潔	K2
徳地直子	P1-043, P1-244,		P1-237, P2-218,	中村和彦	T7-4, P1-026,
	P2-208	中澤昌彦	P2-219, P2-221		P1-028
所 千恵	S12-2, S12-7		S1-1, P2-041,	中村克典	K11, P1-142, P2-153
所 雅彦	P1-181, P2-151		P2-042, P2-043,	中村将太	S4-1, P1-170,
戸田堅一郎	P2-029, P2-031,	中嶋 悟	P2-046, P2-051		P1-171
	P2-033, P2-034,	中嶋 皇	P1-158	中村高志	P2-198
	P2-035, P2-036	中嶋寛文	T7-1	中村隆俊	P2-202
戸田てつお	J9	中嶋綾一朗	P1-160	中村忠廣	T7-4
戸田浩人	T5-9, P1-012,	中嶋 剛	C3	中村慎崇	P1-098
	P1-068, P1-071,	中嶋千嘉	P1-142	中村規尚	I2
	P1-251, P1-261,	中嶋 徹	J3	中村人史	P2-107
	P1-262, P2-213	中嶋春樹	C8	中村裕幸	C26, P2-055
戸塚聡子	E10, P2-057, P2-062		S9-3, T5-6,	中村太士	C5
飛田京子	J1		P2-089, P2-116	中村幸乃	E8
飛田博順	P2-067, P2-068	中寫文人	P1-233	中谷友樹	P2-061
泊 みゆき	A13	中嶋義明	F5	中山紘之	P1-027
戸丸信弘	T2-2, T2-5, P2-115	長島啓子	P1-024, P1-029,	中山ちさ	P1-183
富岡利恵	P1-255, P1-256,		P1-032, P1-034,	中山美智子	P1-067
	P1-258		P1-037, P1-046,	那須仁弥	P1-127, P1-130,
友成美咲	P1-082		P1-047, P1-107,		P1-143
登山直人	P1-248	中須真史	P2-081, P2-118	那須礼二	P1-265
鳥居厚志	S9-8, P2-046	中田知沙	T1-4	那須野 俊	P2-061
鳥居正人	L3	中田 誠	P1-056	名波 哲	P2-148
鳥飼久裕	G9		S11-10, P2-185,	奈良一秀	S7-1, D4, P1-218,
鳥田宏行	P2-174	中田了五	P2-213, P2-214		P2-132
鳥丸 猛	P1-086, P1-173,	長田晃佳	P1-121, P1-144	奈良和正	C4
	P1-174, P2-115	永田 信	P1-150	榑崎康二	P2-098
鳥山淳平	D8, P1-267,		A11, A23, A34,	榑崎達也	J10
	P2-229	中武修一	P1-006	榑本正明	F2, P1-250
	な	永竹翔太	P1-030, P2-017	榑山真司	P2-009
内藤真理子	T3-7	中谷暢丈	P1-052	成田義人	S1-7, T5-6,
直江将司	P1-274	中西麻美	S11-2		P2-059
永井沙知	P1-012	中西敦史	H5, H6, P2-213	成松眞樹	P1-269, P2-075,
長井聡里	T3-9	中西友子	E5		P2-132
		中根貴雄	T5-6	成瀬真理生	P2-171
			P2-052	南光一樹	I5, P2-186, P2-204

- 楠城時彦 P1-111
- に
- 新山 馨 E6, G6
- 西 信介 L1
- 西 政敏 S9-2
- 西尾尚悟 P1-040
- 西川浩己 P1-135
- 西川祐矢 P2-054
- 西口 満 F9
- 西園朋広 C22, P2-005, P2-043, P2-223
- 西田 継 P2-198
- 西田結也 I8
- 西野勝俊 M4
- 西野実樹 P1-103
- 西原寿明 P1-117
- 西村 修 S9-6
- 西村尚之 P2-115, P2-146
- 西山智明 T2-6
- 西山教雄 S2-7
- 西山嘉寛 P2-168
- 西脇宏一 F8
- 仁多見俊夫 J7
- 新田一也 C2
- 新田響平 S1-7, T5-6, P2-059, P2-175
- 丹羽健司 T7-2
- 丹羽悠二 P1-028
- ぬ
- 沼倉彬雄 J2
- ね
- 根岸有紀 P1-079
- の
- 野口享太郎 T5-15, P1-267, P2-205, P2-210
- 野口 航 F6
- 野口正二 S6-1, I14
- 野口宏典 P2-174, P2-175
- 野口麻穂子 S1-7, P2-061, P2-071, P2-075
- 野末尚希 S1-1
- 能勢彩美 L1
- 能勢美峰 S5-2, P1-123
- 野田 巖 P2-001, P2-103, P2-104
- 野中翔平 P1-229, P2-189
- 野堀嘉裕 P1-147
- 野宮治人 S1-8, P1-197
- 則定真利子 P1-161
- 乗富真理 S4-1, P1-170, P1-171
- は
- 芳賀弘和 P2-179
- 芳賀祐馬 P1-108
- 袴田哲司 S1-1, E9
- 萩野裕章 P2-177
- 萩森康之 C26
- 橋本長武 S12-6, I13
- 橋本寛治 T1-1
- 橋本昌司 P1-267, P1-272, P2-204
- 橋本 徹 P2-143, P2-224
- 橋本 靖 S7-3
- 橋本洋平 P2-226
- 橋本良二 P2-080
- 長谷川絵里 P1-202
- 長谷川喬平 P2-120
- 長谷川尚史 P2-054
- 長谷川幹夫 S9-3
- 長谷川元洋 P2-092, P2-093, P2-114
- 長谷川陽一 T2-1, P1-115, P1-119
- 畑 邦彦 P1-190, P2-160
- 畠山剛臣 T2-6
- 畑中良規 P2-145
- 旗生 規 P2-048, P2-049
- 服部一華 P1-164
- 服部 力 P1-204, P1-205, P1-224
- 服部雄太 T3-7
- 花岡 創 S5-1, S5-2, P1-111, P1-123, P1-124, P1-126
- 塙 栄一 P1-136
- 浜島信之 T3-7
- 濱野莉彩子 P2-139
- 林 愛佳音 P1-256
- 林 宇一 A23, P1-002, P1-010, P1-013
- 林 晋平 P2-096
- 林 拓也 P1-257
- 林 竜馬 P2-231
- 林田光祐 P1-080, P1-094
- 早瀬晴菜 P1-191
- 速水 亨 A32
- 原 岳 P1-014
- 原 竜弥 P1-255, P1-256, P1-258
- 原 登志彦 P2-146
- 原口 岳 P2-092, P2-093
- 原口竜成 P2-220
- 原田真樹 P2-042
- 原山尚徳 S1-9, P2-082
- 韓 慶民 P2-205
- 半澤彩菜 P2-135
- ひ
- 日浦 勉 P1-244
- 比嘉基紀 P1-186
- 東原貴志 S10-6, C7
- 日暮悠樹 P1-072, P2-094
- 久本洋子 S5-4, S9-1, S9-5, S9-9
- 菱 拓雄 S8-6, P2-128, P2-213
- 肘井直樹 T5-14, P1-191, P1-268
- 菱田朝陽 T3-7
- 櫃間 岳 P2-061, P2-071
- 日野貴文 T1-1
- 姫野早和 P1-151
- 百村帝彦 T6-6
- 平井敬三 T5-15, H1, P1-263, P1-266, P1-267, P2-203, P2-210, P2-223
- 平井岳志 P2-166
- 平井伸博 M4
- 平井幹人 P1-104
- 平井康幸 P2-182
- 平尾聡秀 P1-031, P1-095, P2-131
- 平尾知士 E2, P1-123, P1-131, P1-140, P1-143, P1-213
- 平岡真合乃 I21, P2-183, P2-195
- 平岡裕一郎 S5-1, S5-2, E4, P1-123, P1-124, P1-126, P1-131
- 平川雅文 P1-150
- 平田晶子 P2-188
- 枚田邦宏 S10-1, T4-7
- 平田泰雅 C21
- 平田令子 D9, P1-077, P1-083,

平塚 長 P1-091, **P2-101**
 T5-15
 平野克将 T5-3, T5-5, T5-7
 平野文男 T3-1
 平野恭弘 S12-2, S12-7, S12-8
 平野悠一郎 A2, B2
 平山貴美子 **P2-119**
 広嶋卓也 C8
 廣島ひろか S11-5, S11-6,
 P1-247
 廣瀬 農 S12-6, I13
 廣瀬裕基 **P1-048**
 廣瀬雄基 **P1-154**
 廣瀬可恵 P1-017
 廣田智行 J10
 廣部 宗 P1-082, P1-085,
 P1-164, **P2-208**
 日和佐 楓 T4-22

ふ

深井暁雄 **P1-231**
 深田英久 H6
 武津英太郎 S5-1, S5-2, E4,
 P1-123, P1-124
 深町加津枝 B1, P1-021, P1-023
 深谷智史 K6
 福井忠樹 **P1-174**
 福澤加里部 S8-1, S8-4, S8-7,
 P1-239, P2-209,
 P2-213, P2-218
 福沢朋子 **P1-181**, P1-182
 福士彰久 **P1-259**
 福士憲司 P1-052
 福島敦史 P1-145
 福島和彦 P1-268
 福島慶太郎 P2-213
 福島成樹 P2-176
 福嶋 崇 A35
 福島宏晟 P1-177
 福田健二 P1-150, P1-208,
 P1-219
 福田達胤 P2-124
 福田有樹 S5-3
 福田陽子 **P1-121**, P1-144
 福地 稔 P2-011
 福原一成 **P1-141**
 福原康平 S8-3
 福本桂子 P1-049, P1-051,
P1-075, P2-135
 福本浩士 **P1-195**

藤井一至 H5, P1-267
 藤井 栄 S1-5, T1-3,
 T1-6
 藤井創一朗 **P1-108**
 藤井 透 S9-7
 藤井正典 P2-131
 藤掛一郎 A19
 藤木庄五郎 **P1-040**
 藤木大介 T1-8
 藤澤義武 E1
 藤田和彦 P2-042
 藤田早紀 S12-5
 藤田 徹 M1, M4
 藤田夏子 P2-099
 藤田博美 M1
 藤野正也 P1-015, P1-055,
P2-039
 藤林裕二 P2-208
 藤巻玲路 P2-096
 藤本清彦 P2-042
 藤本浩平 S1-4, S1-10, P2-066
 藤本将光 P2-197
 藤森朝章 P2-145
 藤好恭平 P1-164
 藤原章雄 S2-8, T7-4, P1-026
 藤原祥平 F2
 藤原 敬 A32
 藤原 崇 **P1-080**
 二村典宏 F7, F9, P1-171,
 P1-172
 舟木 宏 P2-096
 降籬大樹 T5-3
 古井戸宏通 A34, P1-006
 古川邦明 P2-029, P2-031,
P2-032, P2-033,
 P2-035, P2-036
 古川敬志郎 P2-015
 古川 純 P1-268
 古川 仁 M2
 古澤仁美 P1-267, P2-205,
 P2-215, **P2-216**
 古田貴士 P2-106
 古俣寛隆 S3-2
 古家直行 C22, P2-010, P2-052

へ

ベリングラート P1-012
 木村園子ドロテア

ほ

法眼利幸 P2-151, **P2-164**
 保坂武宣 P1-049, P1-051,
P2-136
 星 比呂志 P1-123
 星加康智 S11-8
 星川健史 **P2-008**
 星崎和彦 **P1-211**
 星野大介 E6, **P2-102**
 細井佳久 P2-108, **P2-109**
 細尾佳宏 F8
 細川奈々枝 S8-1, S8-4, **P1-239**
 細田育広 **P2-196**
 細田和夫 C22
 細田和男 P2-005
 細矢 剛 P1-098
 細谷粽子 **P1-060**
 堀田紀文 P1-235
 堀田耀介 P2-099
 保原 達 P1-241, P1-242,
 P1-246
 保谷剛志 K13
 堀 洋 T3-4
 堀井勇司 P2-218
 堀野眞一 K10
 本條 毅 P1-031
 本田謙一 P2-027
 本田雅昭 P2-052
 本間航介 S2-3

ま

米 金良 C21
 真井 正 P2-065
 前田佳子 **P2-027**
 前原紀敏 K11, P1-207
 牧 すみれ **P1-251**
 牧田直樹 S12-8, S12-9
 牧野耕輔 S2-2
 牧野奏佳香 P2-208
 牧本卓史 P1-085
 正岡直也 P1-235, **P2-197**
 真坂一彦 P2-011, **P2-173**,
 P2-174
 正木 隆 G2, G8, P1-084,
 P1-274, P2-004,
 P2-111, P2-142
 増野和彦 M2
 益守眞也 T5-6
 升屋勇人 P1-205, **P1-215**,

- 松井 淳 P1-217
P1-200
松井絢平 C15
松井哲哉 **P2-153**
松井理生 P2-117
松浦崇遠 **P2-156**
松浦俊也 **T5-11**, P2-092,
P2-142
松浦博文 P2-124
松浦陽次郎 P2-229
松尾 亨 P2-071
松尾奈緒子 K1
松木 悠 T2-4
松澤義明 P2-029, P2-031,
P2-033, P2-035,
P2-036
松下幸司 A22
松下範久 S7-2, P1-105,
P2-130
松下通也 S5-1, S5-2, P1-086,
P1-111, P1-137,
P1-138, P1-211,
P2-115
松田和秀 S11-10
松田敏英 S11-2
松田幸彦 P2-119
松田陽介 **S7-4**, D4, P1-206,
P2-129
松永孝治 **P1-140**, P1-209,
P1-210, P2-152
松永貴史 T3-7
松永宙樹 **P1-053**
松村愛美 P1-219
松村哲也 **P2-053**
松村直人 P1-048
松村秀幸 S11-7
松村ゆかり P2-042
松本麻子 E10, P1-112, P1-122,
P1-145
松本 文 P2-211
松本一穂 P1-072, P1-249,
P2-094
松本和馬 P2-061
松本真悟 P1-242, P1-246
松本 武 S3-4, **J8**, P1-022
松本剛史 **P2-161**
松本美香 S2-5, **C6**, P1-007
松山周平 P2-112
松山 秦 P1-153, P1-166
松山智矢 P2-064
- 馬目恭行 P1-135
間宮春大 P2-218
真宮靖治 P1-211
丸田恵美子 F4
丸毛絵梨香 **P1-253**
丸山 E. 毅 **P2-108**, P2-109
丸山篤志 II
丸山 温 P1-153, P1-204,
P2-199
丸山諒子 **P1-090**
- み**
- 三浦 覚 **T5-6**, P2-204
三浦翔太 **C30**
三浦 光 **P1-189**
三浦真弘 S5-1, S5-2, E1, E2,
P1-118, **P1-124**,
P1-143
三上千代蔵 P2-173
三上雅史 F9
三木敦朗 **P1-011**
三木直子 P1-164, **P1-214**
箕口秀夫 P1-099, P1-184,
P1-185, P1-192,
P2-004, **P2-127**
三嶋賢太郎 S5-2, S5-3,
P1-119, P1-123
水垣 滋 **P2-182**
水谷瑞希 **P2-123**
水永博己 F2, P1-156, P2-137,
D11
水野 敬 **T3-4**
水野隆文 **P2-145**
水野直治 P2-145
水野瑞夫 T2-4
溝上展也 C12, **C13**, P1-041,
P1-049, P1-050,
P1-051, P1-075,
P2-020
三谷綾香 **P1-038**, P2-017
三谷絵理子 **P2-125**
三谷奈保 P1-180
光田 靖 S10-3, C5, D9, **D10**,
P1-091, P1-104
三塚直樹 C14
滿永大二郎 P2-121
南野一博 **P2-162**
峰尾恵人 A22
峯澤知里 T5-9, **P1-262**
三村晴彦 D5
- 宮浦富保 P1-248
宮尾光恵 F7
宮外 勝 M2
宮城島由有 I8
宮坂隆文 **T4-11**
宮崎祐子 P1-085
宮沢一正 T5-15
宮澤真一 F7
宮沢豊宏 M5
宮沢良行 II
宮下俊一郎 P1-224, P2-187
宮下智弘 **P1-139**
宮嶋大介 **P2-044**
宮田翔介 P1-140
宮谷紘平 S12-7, **S12-8**
宮原文彦 P2-063
宮藤久士 P2-099
深山貴文 F3, H3, P2-140,
P2-187
宮本麻子 P2-021
宮本和樹 T1-6
宮本貴昌 P2-055
宮本敏澄 P1-237
宮本尚子 P1-127, P1-130
宮本裕美子 **P2-132**
- む**
- 向井 讓 T2-3, P1-112,
P1-162
武藤幹秀 C17
宗岡寛子 **P2-037**
村井拓成 T1-1
村岡裕由 P1-109
村上 香 T5-4
村上拓彦 **C17**
村上 翼 P1-223
村上正志 P1-177
村上 勝 **P2-045**
村上良平 C2
村上 亘 P2-029, P2-031,
P2-033, P2-034,
P2-035, P2-036
村田功二 P2-099
村田政穂 P1-218
室町爽子 P1-265
- も**
- 望月翔太 C17, P1-192, **P2-004**,
P2-127
望月貴治 **P2-137**

茂木靖和	S1-3	矢野慶介	P1-121, P1-137, P1-144	山田高大	H5
森 一生	T1-3, T1-6			山田 健	S1-9, P2-048, P2-049, P2-050, P2-051, P2-052 , P2-061
森 英樹	P1-084	矢野健太郎	E8		
森 也寸志	P2-198	矢野 翠	P2-210		
森 有未	P1-134	矢部 浩	P2-029, P2-031, P2-033 , P2-034, P2-035, P2-036	山田 毅	T5-15, P1-267, P2-223
盛石田拓也	P2-179				
森岡みちら	G3	山内康平	P2-128	山田利博	L3, P1-226 , P2-131
守口 海	P1-053, P1-058, P2-006	山浦悠一	C5	山田浩雄	E1, P1-118, P1-136 , P1-144
森口喜成	E10	山川陽祐	P1-235		
森下智陽	P2-228, P2-229, P2-201	山川博美	S1-8, P1-083, P1-197, P2-025, P2-065	山田 誠	P2-024
森下直哉	P2-179			山田祐彰	P1-012
森嶋佳織	P1-183	八巻一成	A5	山田祐亮	C21
森園 至	P1-212	山岸健一	A34	山田容三	J3
森田えみ	T3-7	山北絵理	P1-158	山中高史	P1-263, P1-266
森永健太	P1-219	山口 亮	P1-018 , P1-129	山中典和	D2, P1-243
森野 悠	S11-9	山口 智	P2-037	山ノ下 卓	S4-3 , P1-161
森元萌弥	T1-4	山口岳広	P1-225	山野邊太郎	P1-130, P1-142, P1-143
諸橋希紗	P2-141	山口紀子	P2-226		
諸橋将雪	S11-10, P2-214	山口浩和	P2-048, P2-049, P2-050, P2-051	山場淳史	J4, P2-055
門田有佳子	D8, P2-134			山部翔太郎	I13
————— や —————					
八木貴信	S1-7, P2-061, P2-071	山口真弘	S11-7	山室 聡	P1-010
八木橋 勉	G6, P1-275, P2-061 , P2-071	山口宗義	M4	山本晃士	P2-054
薬師川 穂	P1-176	山口康弘	T5-15	山本一清	P1-030, P1-038, P2-017
八坂通泰	S3-6, P2-074	山口莉美	T5-15		
矢崎健一	T5-15, F4, P1-153, P1-204, P2-067, P2-068	山口莉未	P1-209	山本清龍	T4-4 , T4-23
矢島 崇	P1-237	山崎 真	P1-210 , P1-213	山本航平	P1-237
屋代忠幸	P2-066	山崎敏彦	S1-4, S1-10, P2-066	山本拓也	C20
安江 恒	P1-101, P1-109	山崎敏彦	S1-4, S1-10	山本博一	C3, C10, C11
安田幸生	P2-201	山崎理正	K6, K7	山本浩之	I4 , P1-228, P2-190
安元 剛	P1-166	山崎 遥	P1-073	山本福壽	D2, L1, P2-135
矢田 豊	C2	山路恵子	P1-263	山本美穂	P1-002, P1-009, P1-013, P1-014
八代一浩	T7-4	山下香菜	P1-226		
柳井清治	I9 , P1-093, P1-233	山下 聡	P2-230	山本優一	P2-018
柳澤賢一	P2-095, P2-150, P2-152	山下直子	P2-067, P2-068 , P2-072	矢本智之	P2-154
柳澤詩織	A4	山下尚之	S11-9 , S11-10, P2-214	八代田千鶴	T1-3, T1-4 , T1-6, P1-186
柳田邦玲雄	P1-022	山下 昇	P1-160, P1-196, P1-198	————— ゆ —————	
柳田高志	S3-2	山瀬敬太郎	S12-2	結城リサ	P2-199
柳原尚貴	S5-2	山田亜樹人	P1-110	行年恭兵	T2-2
梁瀬桐子	S2-7	山田明義	S7-5 , M2, M4, P2-130	湯村昂広	P1-091
矢野敦久	P1-236			————— よ —————	
矢野可奈子	P2-097	山田健四	P2-200 , P2-202	楊 宗興	P1-100
		山田 剛	P1-146	與儀兼三	J4 , P2-042, P2-055
		山田弘二	P2-002	横井秀一	D5
		山田早紀	P2-144	横尾謙一郎	P2-099
		山田晋也	T1-2, P1-018, P1-129	横田かほり	T5-4
				横田康裕	S3-11

横溝康志 P1-106
 横山繁樹 T6-9
 横山翔一 **P1-068**
 横山泰之 **I3, I10**
 吉岡さんご P1-105
 吉岡拓如 **S3-1, S3-10,**
 P1-059
 吉岡 寿 E2
 吉川 賢 P1-082
 吉川正人 P1-193
 吉澤潤也 **P1-063**
 吉田藍子 P1-083
 吉田早織 T7-5
 吉田茂二郎 **C12, C13, P1-041,**
 P1-049, P1-050,
 P1-051, P1-075,
 P2-020, P2-149
 吉田城治 C2
 吉田智佳史 P2-041, P2-042,
P2-043, P2-046
 吉田剛司 T1-1
 吉田俊也 P1-073, **P2-100**
 吉田智弘 P1-268
 吉田夏樹 P1-030
 吉田博久 T5-4, P1-270
 吉田遼人 T1-1
 吉武 孝 I7
 吉永 生 **P1-047**
 吉永秀一郎 P2-226
 吉野 聡 P1-044, **P2-013,**
 P2-015
 吉藤奈津子 **S6-7, K1, P2-187**
 吉丸博志 P1-112
 吉光政文 P2-159
 吉村謙一 S6-5, H3, P1-153,
 P1-159, P1-204,
P2-140
 吉村文彦 P2-130
 吉本 敦 P2-149
 吉本 墨 **P1-034**
 米 康充 **C15, E4, P1-039**
 米沢 洋 P1-226
 米田令仁 **P2-103, P2-104**
 米山隼佑 **P1-066**
 蓬田英俊 **P1-128**

b

梁 乃申 H2, H4

れ

練 春蘭 E5, M3, P1-097,
P2-130

わ

若井建志 T3-7
 若林真隆 P2-115
 若原妙子 **T1-9, H7**
 若山 学 **P1-194**
 涌嶋 智 E2, J4, P2-042,
 P2-055
P1-178
 鷺見勇貴 S1-7
 和田 覚 **P1-175**
 和田尚之 **P1-107**
 和田大樹 **C14**
 和田幸生 S1-1, P2-008
 渡井 純 **P2-029, P2-030,**
 P2-031, P2-033,
 P2-034, P2-035,
 P2-036
 渡辺敦史 S5-1, S5-2, S5-3,
 P1-120, P1-123,
 P1-124, P1-126,
 P1-131, P1-133,
 P1-140, P1-209,
 P1-210, P1-213
 渡辺一郎 S3-6, P2-007,
P2-047
 渡邊恭介 T3-4
 渡邊啓太 **P1-061**
 渡部公一 P1-139, **P2-107,**
 P2-070
 渡辺 信 **G1**
 渡辺恒大 **S8-1, S8-2, S8-4,**
 S8-5, S8-6, S8-7,
 P1-239, P2-213
 渡部敏裕 S11-3
 渡辺直明 **S2-4**
 渡辺直史 S1-4, **S1-10, H6,**
 P2-066
 渡邊菜月 T5-13, **P1-254**
 渡辺訓江 P2-106
 渡邊仁志 **S1-3, P1-266,**
 P2-076, P2-083
 渡辺 誠 **S11-5, S11-6,**
 P1-247
 渡辺政成 T5-12
 渡辺靖崇 J4

渡邊恭良 T3-4
 渡邊裕太 **P1-064**
 渡辺洋一 T2-4, **T2-5**
 渡邊良広 P1-052
 渡部終五 P1-166
 王 韡 **P1-258, P1-268**
 王 権 P1-167, P1-168,
 P1-169, P1-231
 渡部公一 P2-175

A

Abd Rahman, P2-102
 bin Kassim
 Agathokleous, S11-4
 Evgenios
 Ahmed, Imran T6-2
 Arief, Mochamad **P1-042**
 Candra Wirawan
 Asdak, Chay P1-019

B

Baatarbileg, P1-082, P1-101
 Nachin
 Bellingrath- P1-264
 Kimura, Sonoko
 Birundu, Osindi **P1-007**

C

Chaddy, Auldry P2-134
 Chann, Sophal P2-133

D

Damian, P2-134
 Christopher
 Diaz, Maura D8
 Douhan, Greg P2-129
 Dure Vera, D8
 Edgardo

E

Ehara, Hiroshi P1-019

F

Fogliani, Bruno E7
 Fujii, Yoshiharu P1-264
 Fukuda, Kenji P1-220

- **G** ————
- Galtbayar, P1-227
Saruul
- **H** ————
- Hartatik, P1-019
Sri Een
- Heinonsalo, S12-9
Jussi
- Helmisaari, S12-9
Heljä-Sisko
- Herebia, D8
Emigdio
- Himmapan, P2-001, P2-103,
Woraphun P2-104
- Hirata, Ryoko P1-092
- Hisamatsu, P1-019
Makoto
- Hlaing, Khin T6-8
- Hongthong, P2-104
Sutjaporn
- Hyypä, Juha C25
- **I** ————
- Innes, John C13
- Itaya, Akemi P1-019
- ITO, Satoshi P1-092
- **J** ————
- Jayathunga, P2-028
Sadeepa
- **K** ————
- Kajisa, P1-092
Tsuyoshi
- Kassim, E6, G6
Abd Rahman
- Kendawang, P2-133
Jawa
- Kiswanto, T6-1
- Kumar, Rajesh P1-177
- Kyaw, P1-004
Phone Wai
- **L** ————
- Lannuzel, E7
Guillaume
- Laurent, E7
L'Huillier
- Lee, Chai Ting E6
- Lee, Soon Leong E6
- Lei, Thomas P2-067, P2-068
- Leppälammil- S12-9
Kujansuu, Jaana
- Libra, Matin P1-177
- **M** ————
- Matsumura, P1-220
Emi
- Meleng, Paulus P2-230
- Melling, Lulie P2-134
- Mensah, P1-264
Akwasi
- Mishima, P1-019
Takashi
- Mitsuda, P1-092
Yasushi
- Mohammad, P2-230
Fatimah Bte
- Mohammed, T6-7
Abrar
- Muhammad, E6
Norwati
- Muslim, Dicky P1-019
- **N** ————
- Nafri Ali, P2-230
Mohamad
- Naito, Hitoshi P1-019
- Ng, Chin Hong E6
- Nguyen, Tam T6-9
- Nimpila, Suchat P2-104
- Nishimura, P1-019
Yoshihiko
- Novotny, P1-177
Vojtech
- Nur Hajar, P2-102
Zamah Shari
- **O** ————
- Ohmi, P1-019
Masaharu
- **P** ————
- Palihakara, T6-8, T6-10
Indika
- Patanaponpaiboon, P2-021
- Pipat
- Perez de Moras, D8
Lidia
- Pham Duy, K7
Long
- Priault, P1-159
Pierrick
- Pumpanen, S12-9
Jukka
- **R** ————
- Rahman, T6-2
Md Mizanur
- Ramirez, Delia D8
- Ramirez, D8
Ortega, Jorge
- Ripin, Azizi G6
- **S** ————
- Sah, Shambhu M5
- Shen, Yudong P1-109
- Smith, Matthew P2-129
- Sukchan, P2-001
Somsak
- **T** ————
- Tantasirin, K1, S6-7
Chatchai
- Thein, Saung C13
- Toda, Hiroto P1-264
- Tsuyuki, T6-1
Satoshi
- Tual, Cin Khai C13
- **U** ————
- Uchiyama, P1-019
Tomohiro
- Umar, P1-092
Yasa Palaguna
- Uyanga, Ariya P1-082
- **V** ————
- Vaario, Lu-Min M3, M5, P1-097,
P2-130
- Vacharangkura, P2-104
Tospon
- Vacharangura, P2-001
Tospon
- Vanderstock, S11-4
Amelie

Vega Isuhuaylas, **P2-022**

Luis

Vera de Ortiz, D8

Mirtha

Vladkova, Radka S4-1, P1-170,

P1-171

Volf, Martin P1-177

———— **W** ————

Wang, C13

Guangyu

Wichiennopparat, P2-001, P2-104

Wilawan

Win, Phyu Mar **P1-220**

Wulff, Adrien E7

———— **X** ————

Xia, Yan P1-097

———— **Y** ————

Yimon, Hlaing T6-10

Yu, Xiaowei C25

———— **Z** ————

Zar, Chi Win C13

2016年3月17日印刷

2016年3月27日発行

第127回日本森林学会大会学術講演集

【編集】 第127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集委員会

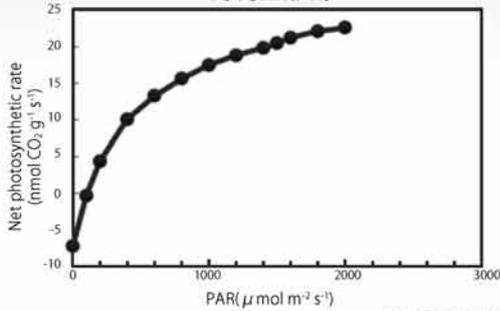
【発行】 一般社団法人 日本森林学会
〒102-0085 東京都千代田区六番町7 日林協会館内
TEL/FAX 03-3261-2766

【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

RGB光源を用いた安定環境光合成測定

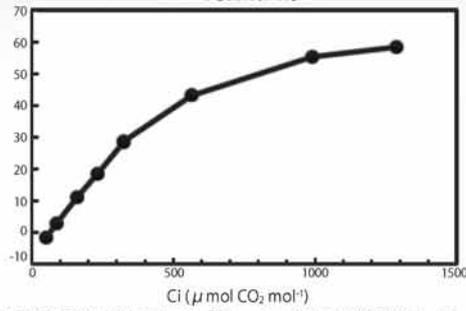
植物の光強度に対する光合成活性の測定

<光-光合成曲線>



植物の二酸化炭素濃度に対する光合成活性の測定

<A-Ci光合成曲線>



* LI-6400XT+6400-22L RGB光源付針葉樹チャンバーのユーザー様からの御提供データ

サンプル	スギ 樹高10m樹冠上部の当年生シュート(枝の部分と針葉を含む)
条件等	水切りしたサンプルを用い、室内で測定(室温25℃、LI-6400XTのチャンバー内部温度25℃に設定)
時期	2012年12月
単位換算	スギの当年生シュート(枝の部分と針葉を含む)重量当たりでの光合成速度換算

LI-6400XTは、定常環境下での植物光合成活性の測定も行えます。さらに、測定チャンバー内の光環境や二酸化炭素濃度を自在に自動で制御しながら光合成活性の変化の測定を行うことができます。

国内納入台数300台以上!

測定精度・反応測定全てにおいて世界No.1

大型サンプルでも

光量子量や炭酸ガス濃度、温度、湿度の
測定環境を制御できます

新型のRGB光源は照射エリアが直径7cmと大きく、且つ最大光量子量2000 μmol m⁻² s⁻¹まで1 μmol m⁻² s⁻¹刻みで光環境を制御することができるため、大型のサンプルでも安定した光環境下での測定ができます。また大型サンプル以外にも、シロイヌナズナや苔など、多種多様な植物を測定するためのチャンバーラインナップがあり、ご要望に合わせてご提案させていただきます。



meiwafoysis.com
メイワフォーシス 株式会社

東京
〒160-0022 新宿区新宿1-14-2 KI御苑前ビル
TEL (03)5379-0051 FAX (03)5379-0811
大阪
〒558-0047 大阪市住吉区千駄2-4-25
TEL (06)6674-2222 FAX (06)6674-2323

名古屋
〒464-0075 名古屋市千種区内山3-10-18 PPビル
TEL (052)686-4794 FAX (052)686-5114
仙台
〒981-3133 仙台市泉区泉中央3-4-1
TEL (022)218-0560 FAX (022)218-0561

(光合成・蒸散・クロロフィル蛍光)
LI-6400XT
植物総合解析システム