

## A01 北関東低山帯の小流域における土層厚分布と土壌物理特性

大貫靖浩・吉永秀一郎・釣田竜也・荒木 誠・伊藤江利子・志知幸治・松浦陽次郎・小野賢二・岡本 透

森林総合研究所

茨城県北東部に位置する桂試験地において、土壌中の水や溶存物質の移動、広域汚染物質の貯留に寄与すると考えられる、厚い土層の分布様式や火山灰を主要母材とする土壌の物理性について、詳細な調査・分析を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

1) 表層土層厚は、谷頭凹地の上流側～谷頭斜面においては3mを超える厚い土層が線状に分布し、右岸側の遷急線以上に位置する上部谷壁斜面・上部谷壁凹斜面においては、広い範囲で4mを超える厚い土層が分布していた。これに対し、開析の進んだ左岸側の頂部斜面や両岸の下部谷壁斜面においては、表層土層が1m以下であった。

2) 風化層厚は、流域全体に1m以下の地点が広く分布していた。厚い風化層の分布域は、右岸側の遷急線以上に位置する頂部斜面・上部谷壁斜面・上部谷壁凹斜面であった。

3) 土壌の保水機能に寄与する有効孔隙率は、遷急線以上の土壌で $0.10\text{m}^3\text{m}^{-3}$ 、遷急線以下の土壌で $0.07\text{m}^3\text{m}^{-3}$ であり、レキ量の大小が有効孔隙率に影響を及ぼしていると考えられた。土壌の浸透能に寄与すると考えられる飽和透水係数は、 $10^{-4}\sim 10^{-5}\text{m}^{-1}\text{s}^{-1}$ オーダーの値を示した。

## A03 国家森林資源調査における土壌侵食調査と持続可能な森林管理

三浦 寛<sup>1</sup>・金森匡彦<sup>2</sup>・大萱直花<sup>2</sup>・金子真司<sup>1</sup>・永目伊知郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>日本森林技術協会・<sup>3</sup>林野庁

土壌は持続可能な森林管理の基盤の1つである。全国スケールの国家森林資源調査と森林土壌調査データを利用して、森林モニタリング調査における土壌侵食調査の有用性について検証した。解析には、2009-2011年度の土壌侵食調査データ（林床被覆率および土壌侵食痕〔土柱、リル、ガリー〕）7427点と2006-2010年度の深度別炭素蓄積量データ1278点を利用した。土壌侵食痕は14%の地点で出現した。土壌侵食痕の出現は、傾斜が急な林分（ $P<0.001$ ）や林床被覆率が低い林分（ $P<0.001$ ）で多かった。土壌侵食痕が出現した林分の0~5cm深の土壌炭素蓄積量は、出現しなかった林分より16%少なかった（ $P<0.001$ ）。15~30cm深ではその違いは28%（ $P<0.001$ ）とより大きくなった。以上のことから、林床被覆率と土壌侵食痕のモニタリングは、炭素蓄積量などの森林土壌の保全状況を評価する有用なモニタリング指標であることを明らかにした。また、0~5cm深と15~30cm深の土壌炭素蓄積量の違いは、健全な森林資源の育成管理が土壌資源の保全に役立っていることを示唆していると考えられた。

## A02 大気汚染物の硫酸とマツ、ナラ、タケの立ち枯れの関係—木炭による立ち枯れ防止

大森禎子<sup>1</sup>・吉池雄蔵<sup>2</sup>・岡村 忍<sup>3</sup>・岩崎真理<sup>4</sup>・安田 勲<sup>5</sup>

<sup>1</sup>元東邦大学理学部化学科・<sup>2</sup>元東邦大学理学部化学科・<sup>3</sup>東邦大学理学部化学科・<sup>4</sup>足利工業大学附属高校・<sup>5</sup>秋田県自然保護課男鹿国定公園管理

【目的】樹木の立ち枯れは、環境汚染物の硫酸により土壌が酸性化し、樹木の防御成分の生成が減少し、虫が大発生することを明らかにする。【方法】樹木の下層の土壌の $\text{SO}_4^{2-}$ 濃度等を測定し、さらに、関東ロームや岩石成分の酸による成分の溶出状況を検討した。【結果】化石燃料の燃焼で生成する硫酸は、雨に溶解し、大気中の硫酸は、風の通過量と樹木の表面積に比例して樹木への付着量は多くなる。硫酸は雨で根元に落とされて土壌を酸性化する。土壌は金属イオンを溶出し、水と吸収されて樹木の中のリン酸と化合し、不溶性の金属リン酸塩になる。樹木はリン酸不足と同じ現象になり衰退する。マツは樹脂の生成量が減少し、ナラ等は金属によりタンニンが無毒化される。タケ等は土壌の酸性化で、シリカが不溶性のケイ酸になり、吸収できなくなる。樹木の立ち枯れる主原因は、土壌の酸性化である。樹木は生長に必要なNa、K、Mg、Ca、P等を含み、炭化すると炭酸塩や酸化物になって木炭の中に残る。雨水は木炭に掛かるとアルカリ溶液になり、酸性土壌を中和する。残った元素は理想的な割合で含む栄養源になり、木炭は保水剤や土壌微生物の住み家になる。

## A04 ヒノキ林の斜面中腹部と下部におけるリター還元量と土壌窒素無機化速度

細川奈々枝<sup>1</sup>・高橋一太<sup>4</sup>・小林 元<sup>2</sup>・平井敬三<sup>3</sup>

<sup>1</sup>信大院農・<sup>2</sup>信大AFC・<sup>3</sup>森林総研・<sup>4</sup>信大農

人工林において、斜面下方の個体成長が斜面上方よりも優れる現象がしばしば観察されるが、成長差の生じるメカニズムについては不明な点が多い。これまでヒノキ林を対象とした研究で演者らは、成長の優れる斜面下腹部の個体は中腹部と比べ葉の窒素含量が高く光合成速度も大きいことが、土壌の窒素無機化速度には差がないことを報告した。樹木への窒素供給には、土壌窒素の無機化の他に無機化の基質となるリターフォールも重要である。本報告ではこれまで調査を行ってきた斜面中腹部（上プロット）と下腹部（下プロット）におけるリターフォール量と窒素還元量を比較する。調査の結果、上プロットと下プロットのリターフォール量と窒素還元量には差が見られなかった。ヒノキの成長が劣る上プロットの窒素還元量が下プロットと同程度に多いのは、広葉樹とササが多く侵入しているためだった。このことから、本調査地において窒素無機化速度がプロット間で変わらないのは、リターフォールによる窒素還元量が同等であるためだといえる。上プロットのヒノキ葉の窒素含量が下プロットより低い原因として、上プロットでは窒素がヒノキ以外の広葉樹とササに多く吸収されている可能性がある。

#### A05 冷温帯ブナ林における落葉分解呼吸速度の季節変動

大貫真孝<sup>1</sup>・上村真由子<sup>2</sup>・丸山 温<sup>2</sup>

<sup>1</sup>日本大学大学院・<sup>2</sup>日本大学

落葉は定期的に供給される主要な有機物であり、その分解過程で発生する CO<sub>2</sub>は森林の炭素放出を把握する上で重要である。積雪を伴う冷温帯においては、落葉の重量減少過程と菌類群集を調べた先行研究があるが、落葉の無機化に伴う CO<sub>2</sub>の放出（分解呼吸）を調べた研究はほとんどない。そこで、本研究では日本大学水上演習林のブナ林において、リターバック法を用いてブナ落葉の分解実験を行った。月に1度の頻度でブナ落葉の重量減少量を調べた他に、赤外線ガスアナライザーを用いて、分解呼吸量を測定した。環境要因として温度やサンプルの含水比も計測した。また、土壌含水率と地温、気温を測定した。これらの調査は積雪期も行った。2011年の5月にブナの落葉を回収し、6月にリターバックを設置した。リターバックの回収と呼吸測定は、2011年8月から2012年の11月の各月に1回行った。落葉の分解呼吸速度は、地温の変化におよそ同調し、夏期に高く、冬期に低くなった傾向がある反面、冬期の積雪下では、温度が低いにも関わらず、リター含水比が高いため、積雪期前後と同等の呼吸速度が観察された。無積雪期では異なる条件で分解が進むと考えられる。

#### A07 施業を行っている森林と保護林におけるブナ、モミ、トウヒの更新

Trifkovic, Stanko

京都大学

*Abieto fagetum* forests are among the most important natural resources of the Balkan peninsular in Europe. This study compared regeneration patterns in protected and in regularly-harvested stands with similar environmental conditions. Spatial patterns of beech, fir and spruce saplings in the forest managed by a 10-year-cycle selective-cut are not significantly different but fir is the most abundant. Beech juveniles dominate the protected forest while spruce has a low density and the highest degree of clustering. The results support assumptions that: (1) forest regeneration patterns are influenced by a preference given to conifers, (2) fir regeneration likely benefit from overhunting of wild ungulates, (3) the removal of large spruce trees (e.g. resonance wood) from the protected forest may diminish the natural regeneration of spruce trees.

#### A06 奥多摩におけるスギ林分での根切り処理前後の土壌呼吸速度

阿部有希子<sup>1</sup>・梁 乃申<sup>2</sup>・佐藤 明<sup>1</sup>・菅原 泉<sup>1</sup>・上原 巖<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学・<sup>2</sup>国立環境研究所

土壌呼吸量は地温や土壌含水率、炭素含有量、根量、土壌微生物量といった多くの要因によって支配されていると考えられるが、森林の土壌呼吸は空間変異が大きいため、環境因子のみで推定を行うことは不確実性が高い。そのため、二酸化炭素の放出過程を把握するには、まず土壌呼吸を規定する様々な要因を明らかにする必要がある。そこで本研究では、奥多摩演習林のスギ人工林において、根元に近い測点と根元から2m離れた測点、根元から4m離れた測点の3パターンを設け、計10ヶ所の測点を設置し、土壌呼吸速度を測定した。さらに、根呼吸と微生物呼吸を分離するために、根元から各距離の測点においてそれぞれ1ヶ所ずつ深さ40cm程度の根切り作業を行い、その後アクリル板を深さ約40cmで挿入した。同時に土壌呼吸量を支配すると考えられる様々な環境因子の測定も行った。さらにラガー内からオオイチョウタケの子実体が見つかったことから、土壌微生物との関係についても調査した。本発表では、土壌呼吸量に影響を及ぼすと考えられる様々な要因と土壌呼吸速度との関係、及び2011年6月から現在にかけての根切り処理前後の土壌呼吸速度の変動について報告する。

#### A08 Madhupur における熱帯落葉広葉樹林の再生

Al Faruq, Mohammad Abdullah<sup>1</sup>・加藤正人<sup>2</sup>

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

The study was conducted in Bangladesh to focus re-vegetation of Madhupur forest which is important to forest dependent people but last 40 years it decreased a lot. Re-vegetation program was taken on 2010 and a survey was done through personal interview with 67 people of 15 villages over the area. 750 ha depleted forest land has been planted with various species. 88% participants say that the forest is now undisturbed which helps to regenerate the species those are about to lost for 40 years.

## A09 沖縄島やんばる地域の二次林における大径木の再生・分布状況

高嶋敦史<sup>1</sup>・大島順子<sup>2</sup>・久高将和<sup>3</sup>

<sup>1</sup>琉球大学農学部・<sup>2</sup>琉球大学観光産業科学部・<sup>3</sup>やんばる国頭塾

沖縄島北部やんばる地域の亜熱帯林は、多様性の高い固有の生態系を育んでいる。その中には、大径木やその樹洞に依存して生息する種も多く、大径木はこの地域の森林生態系を特徴づける存在になっている。しかしながら、この地域の森林の多くは、第二次大戦後の強度伐採などの人為的攪乱を経験している。よって原生的な植生と比べると、現在の林内における大径木の密度は低くなっており、今後は原生的な環境の保全と二次林の遷移進行・再生が地域の森林を管理するうえで重要なテーマになると考えられる。そこで本研究では、第二次大戦後に強度伐採された後に再生した約60年生の二次林の小流域(約4ha)について、大径木の局所的な残存状況と一般的な再生状況をとりまとめた。その結果、胸高直径30cm以上の大径木は1haあたり70~80本程度存在しており、その約3分の2をイタジイが占めていた。立地環境で見ると、大径木は尾根に少なく、斜面中腹から下部にかけて多くみられた。なかでも、種子が大きく重力散布で更新するオキナワウラジロガシは斜面下部に限定的に分布しており、強度伐採後に高標高側へ分布域を広げることが困難になっている様子がうかがえた。

## A11 ビデオ撮影を用いた森林調査法

米 康充<sup>1</sup>・小熊宏之<sup>2</sup>

<sup>1</sup>島根大学・<sup>2</sup>国立環境研究所

林学や林業において、その対象物である林分の胸高直径・立木座標といった情報は最も基本的な情報の一つである。筆者らはこれまでにデジカメによる写真測量を用いた方法を提唱し、胸高直径・立木座標の計測に成功した。しかし、原理的にカメラ撮影地点から遠い立木は計測精度が悪くなる問題があり、その解決のためには高解像度化が必要であるが光学系が追いつかないという課題がある。本研究はこの高解像度化のアプローチに代えて、一般的なビデオカメラで多点からの画像を観測するアプローチを採用することで、写真測量法による胸高直径・立木座標計測の問題点を解決しようとするものである。実験は、約0.03haのスギ人工林において行った。計測の指標となる点を設定し測量用ポールを垂直に設置した。ビデオ撮影は一般的なミラーレス一眼カメラを使用した。撮影動画からフレーム画像を抽出、動画解析ソフトを用いてそれぞれの画像間で同一とみなせるタイポイントを取得、指標となるポールをGCPとしてカメラ解析を行い、それぞれの撮影点の外部標定要素を算出した。時間差のあるフレーム画像間で画像相関法を用いることで点群データを作成し胸高直径・立木座標を算出した。

## A10 新しい間伐率の提案

吉田茂二郎

九州大学大学院

現在、間伐が広く行われており、その指標については、収量比数を基準にしたものに加えて、本数や材積を基準にしたものが利用されている。しかし、どの指標も間伐による林分構造の変化を十分に表しておらず、そのため、本数間伐率と材積間伐率については、併記されている場合が多い。本研究の目的は、人工林で間伐を行う際の効果的な間伐指標を求めることにある。筆者は、過去にスギ人工林において、一林分内の単木の直径と樹冠量に関する研究を行っており、それらをもとに林分内の直径合計を基礎とした間伐指標を発想するに至った。今回は、この間伐指標の意味について検討を行ったので、それを紹介する。参考文献 安藤貴ら(1968)スギ林の保育形式に関する研究. 林試研報209:1-76. 松井善喜(1967)野幌試験林における各種人工林の構造と成長に関する研究. 林試研報207:69-163. 西園朋広(2012)間伐指標の考え方(私信).

## A12 斜面位置による林分内の樹高差と樹種および林齢との関係

細田和男

森林総合研究所

筆者らは標準地法における調査区の大きさについて再検討を行ったが(日林誌94巻3号)、これは標準地の面積や本数についての基準を提案したものであり、調査対象林分のどこに何か所の標準地を設定すべきかについて答えを与えるものではなかった。人工林の林分内における立木密度や単木サイズの不均一性は、地形、苗木の形質や植栽位置のばらつき、間伐、被害、他樹種の侵入などに左右されていると考えられ、一般的な議論は難しい。ただし、同一林分内でも、斜面の上部より下部のほうの樹高が高いのは経験的によく知られていることであり、その原因として斜面上部と下部の土壌環境の差異などを調べた研究も行われてきた。もし調査対象林分での斜面上部と下部の樹高差が何らかの方法で予測できれば、単一の標準地でよいか、複数の標準地を設定すべきか、あるいは斜面傾斜方向に長い帯状標準地を設定すべきか、などの判断材料になると考えられる。このような観点から本報告では、関東~中部地方のスギ、ヒノキ、カラマツ人工林を対象にして、同一林分内の斜面位置による樹高差や、その樹種や林齢などによる違いを、固定試験地のデータや既往研究の結果から検討する。

## A13 可搬型レーザー計測装置による新たな森林調査法

望月亜希子

(株)森林再生システム

森林資源の持続的利用・管理において、対象とする森林の正確な資源情報を把握していることは必須である。しかし、森林の質、量を計測するための森林調査は、未だ人力による手法で労力、費用がかかり、得られるデータは限定的な項目であったり、調査者により精度にバラツキがあったりと課題が多い。そこで本研究では、移動ロボット分野の環境認識技術を応用し、森林調査の省力化、精度向上を目的とした計測装置の開発を行っている。

開発した装置は測域センサを搭載し、森林全体をスキャンすることで従来の調査項目の他、立木位置、階層構造等の情報を自動で入手することが可能である。また、林分構造を3D化し、森林の状態を可視化することができる。計測時間は標準地調査であれば2分程度、精度は直径で2cm以内、従来の森林調査に比べ、作業効率や精度は格段に向上する。

今後、本装置が実用化され普及することで、森林資源現況がより正確に把握されれば、森林の持続的、計画的な管理の一助となると考える。

## A14 森林(スギ)の3Dスキャナー計測による樹冠部の資源量推定について

早川慶朗

信州大学

持続可能な森林管理において、森林資源及び木材流通における情報化(デジタル化)と情報流通連携は、重要な課題である。3次元レーザースキャナを用いた情報化手法、精度問題を研究し、将来の森林資源管理手法について、スキャナでの測定と、実測(サンプルでの毎木調査)との測定精度誤差の評価研究及び技術検討を行った。検討を行った結果、3次元レーザースキャナによる樹幹直径、樹高、立木位置の計測精度は実用上問題ないことが明らかとなった。また枝葉部全体が単独の3次元レーザースキャナにより計測できる場合、枝葉よりの反射ポイント数と枝葉の重量にはかなり高い相関が確認できた。この場合の回帰式は  $Y = 0.00006 X + 12.707$  ( $Y$ : 枝葉部重量、 $X$ : 反射ポイント数、スキャナの計測条件は全領域で177.7百万ポイントの分解能、毎秒122,000ポイントの速度)である。しかしながら、求めた回帰式の有効性は、実測事例データの少なさ(サンプル数10本)のため、認めることができない。今後継続して実測データを収集することにより回帰式の精度の向上と有効性を確認することが出来ると考えられる。

## B01 千葉県内の竹林における放射性セシウム濃度—千葉県中部地域の竹林の調査事例—

廣瀬可恵<sup>1</sup>・遠藤良太<sup>1</sup>・久本洋子<sup>2</sup>・山田利博<sup>2</sup>・田野井慶太郎<sup>3</sup>・中西友子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>千葉県農林総合研究センター森林研究所・<sup>2</sup>東京大学千葉演習林・<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科放射性同位元素施設

東京電力福島第一原子力発電所事故に伴い千葉県内の筍から放射性Csが検出された。そこで、①県中部地域において、文部科学省の航空機モニタリングによる放射性Cs沈着量が多い地域(10-30kBq/m<sup>2</sup>)の竹林Aと少ない地域(≤10kBq/m<sup>2</sup>)の竹林Bで筍等の放射性Cs濃度及び空間線量率を比較する。また、②タケの各部位、落葉、土壌の中で放射性Cs存在量が多い部分を特定する。調査は竹林Aで2012年4月上旬、竹林Bで3月上旬に行った。①竹林A、Bにおいて、筍食用部分、葉、落葉の放射性Cs濃度と地上高10cm、1mにおける空間線量率を測定した。②竹林Aにおいて、タケの各部位、落葉、土壌に存在する放射性Cs量を単位面積当たりで比較した。その結果、①竹林A、Bの順に、各部位の放射性Cs濃度(Bq/kg)は、筍食用部分(生重)53.1、30.4、葉(生重)82.9、129.3、落葉(乾重)2,129.4、2,079.5、空間線量率(μSv/hr)は、地上高10cmで0.047、0.072、地上高1mで0.059、0.063であり、必ずしも竹林Aで高くなかった。②放射性Cs量(Bq/m<sup>2</sup>)は、タケの各部位に比べて落葉および土壌に多く、タケの各部位の中では稈で最も多かった。

## B02 インターネット森林観察ウェブサイトの構築

斎藤 馨<sup>1</sup>・中村和彦<sup>1</sup>・渡辺隆一<sup>2</sup>・藤原章雄<sup>3</sup>・岩岡正博<sup>4</sup>・中山雅哉<sup>5</sup>・大辻 永<sup>6</sup>・小林博樹<sup>7</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科・<sup>2</sup>信州大学大学院教育学研究科・<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>4</sup>東京農工大学農学研究院・<sup>5</sup>東京大学情報基盤センター・<sup>6</sup>茨城大学大学院教育学研究科・<sup>7</sup>東京大学空間情報科学研究センター

「インターネット森林観察サイト」は、森林の現在の様子、過去の様子をインターネットから提供するサイトで、誰もが、遠隔の森林情報に容易に接しながら、森林の季節や経年変化に気づき、興味を持って森林の観察ができ、しかも観察継続がしやすくなるサイトを目的に開発した。対象の森林は遠隔の天然林で、かつ長期映像記録のある東京大学秩父演習林(埼玉県秩父:過去15年間記録)と信州大学志賀自然教育園(長野県志賀高原:過去20年間記録)とした。森林の様子を映像と音によりリアルタイム(ライブ)でインターネット上に配信し、同時に配信データを録画・録音・公開し、配信後にも観察できる森林観察サイトを開発し、継続的な運用試験を可能にした。例えば、フェノロジーに着目すると過去の映像と同じショットの画像が毎日配信されることで、日々や季節の変化を見ることが出来、ふと気づいたときに数年から十数年を遡って確認することが出来る。しかもインターネット上で共有されているため、SNSとの親和性も高いことを確認した。

## B03 日本におけるウィルダネス指定の可能性

伊藤太一・川端篤志・中村彰宏

筑波大学

米国のウィルダネス法（1964）は世界各国の保護地域システムに影響を及ぼし、日本の自然環境保全法（1972）もその一端であると言われる。さらに、IUCNの保護地域カテゴリ（1994）においてもI bとしてウィルダネスが位置づけられた。だが、米国のウィルダネスと日本の自然環境保全地域およびIUCNの保護地域カテゴリI bの展開過程の比較から2つの課題が明らかになった。第1に、米国では国立公園や国有林という保護地域内のゾーンという位置づけであったのが、独立した保護地域として位置づけられた。第2に、「無車道」で象徴される機械文明のない空間という原則が、曖昧になった。その結果、「世界保護地域データベース（WDPA）」には日本の原生自然環境保全地域5ヶ所がウィルダネスとされているが、IUCNのカテゴリならばI aとされるべき空間である。日本において本来のウィルダネスを展開するためには、自然公園などの保護地域から「無車道」の空間を抽出し、スノーモービル規制に類似した利用のゾーニングの導入が必要となろう。

## B05 自己組織化する植物個体呼吸 —実生から巨木—

森 茂太

森林総合研究所

樹木呼吸を単なる消費、支出、損失として理解すべきではない。近年、Metabolic Ecologyが提唱され、呼吸は物質とエネルギーの変換による適応、防御、成長などを左右する生命現象であることが明らかとなりつつある。我々は、実生から巨木まで野外に生育する約500個体を材料に根を含む個体呼吸を正確に実測した<sup>1)</sup>。その結果、地上、地下呼吸の関係が個体サイズとともに明確に変化することを発見した。一方、個体呼吸は裸子、被子など系統間で差はほとんどなかった<sup>3)</sup>。この結果は、樹木個体呼吸が重力環境<sup>1) 2)</sup>に適応して物理化学的に自己組織化している可能性を示している。

（参考文献）

1) Mori S et al. (2010) *PNAS* 107: 1447-1451. 2) Atkin O (2010) *F1000.com*/2712970#eval2376070, 3) Mulder C, Boit A, Mori S et al. (2012) *Advances in Ecol Res* 46: 1-88

## B04 J-MICC Study 静岡地区における森林散策頻度と睡眠充足感との関連

森田えみ・内藤真理子・若井建志・浜島信之

名古屋大学大学院医学系研究科

【はじめに】

我が国では約2割の人が睡眠に問題を感じているが、不眠症はうつ病のリスクファクターであるため、睡眠の改善はメンタルヘルスの維持において重要であると考えられる。森林浴による当夜の睡眠の改善が報告されているため、本研究では、森林散策頻度と日常の睡眠充足感等との関連を検討した。

【方法】

人間ドッグ受診者を対象とし（4,552人、平均年齢52.1±8.7歳）、自記式質問紙で評価した。従属変数を睡眠不足感、独立変数を年齢、性別、睡眠時間、飲酒、喫煙、BMI、森林散策頻度（年数回以下/月1回以上）として、ロジスティック回帰分析を行った。

【結果及び考察】

年齢調整後の平均睡眠時間は、森林散策頻度が年数回以下（6.5時間）の群に比べ、週1回以上（6.8時間）、月2～3回（6.6時間）の群は有意に睡眠時間が長かった。睡眠不足感を有する割合に関して、森林散策が年数回以下の群の調整オッズ比は1.7（95%CI: 1.3-2.4）であり、有意に高かった。これらから、習慣的な森林浴は日常の睡眠に良い影響を及ぼす可能性が示唆された。今後、追跡調査にて、因果関係を明らかにする必要がある。

## B06 野生型セイヨウハコヤナギの高濃度塩化ナトリウムに対する閾値

横田 智・田原 恒・西口 満・古川原聡・毛利 武・掛川弘一・楠城時彦

森林総合研究所

【目的】我々は遺伝子組換えによるセイヨウハコヤナギの環境ストレス耐性を向上させる研究に取り組んでいる。本研究の目的は野生型ポプラの耐塩性の閾値を明らかにすることである。【方法】組織培養法によって増殖させたセイヨウハコヤナギの苗を人工気象室（面積240×340cm<sup>2</sup>、高さ240cm）において温度25℃、日長16時間、照度280μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>で水耕栽培し、高塩処理を行った。塩処理として、175～300mM

塩化ナトリウム水溶液に苗の根を24時間浸した。その後、流水で5分間根を洗い、塩化ナトリウムを含まない水に移した。1週間後、苗の生死を判定した。【結果】5回の塩処理実験を行った結果、175,200mM

NaClでの生存率は100%であった。225,250mM NaClでは60%、275mM NaClで0%となったが、300mM NaClでは40%であった。この結果から、野生型のセイヨウハコヤナギは、24時間程度の短期間であれば、200mM NaClまでの塩処理に対して枯死せず耐えられることが示された。

## C01 注意回復要素による日本とフィンランドの森林風景の比較

尾崎勝彦

フリー

〈背景・目的〉本報告では様相の異なる森林風景を注意回復尺度で評価し、区別可能かどうか、および気分状態の評価と整合性が取れるかどうかを検討する事を目的とする。比較の対象としたのは日本の森林風景（姫路市安富町）とフィンランド（Ilomantsi）のそれである。

〈方法〉大学生・専門学校生（335名、女性206名、男性128名、不明1名、平均年齢20.1歳（SD=4.1））を対象として、両者の森林風景4枚ずつをスライドで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。測度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 および PANAS）であった。なお、日本→フィンランドの順に回答したものは168名、その逆は167名であった。

〈結果と考察〉全ての測度において1% および0.1% 有意でフィンランドの森の方がよい評価であった。異なる様相の森林の区別が注意回復尺度によって区別できる事、および気分状態の評価と整合性が取れることが示された。また、フィンランドの森が高く評価された要因は湖の存在すること、および平地であることによる林内の明るさが大きいと考えられる。

## C03 地域の福祉作業所における森林療法導入のこころみ

上原 巖

東京農業大学

森林療法は、その地域の森林に働きかけ、森林環境の健全化とともに、人間の心身の健康増進をはかることを目的の一つに据えている。

本事例では、福岡県柳川市の福祉作業所において、地域の放置林および森林公園を活用しながら取り組んだ森林療法の実践を報告する。

同作業所において2年以上の実践を行った結果、森林療法を導入したメリットとしては、作業所の新たな目標設定となったことをはじめ、作業所独自の特色、利用者とは多様な視点で向き合えること、また利用者、職員共に通常の仕事からの解放感や、精神面での健康増進の作用を享受できることなどがあげられた。特に室内の作業では不適應の利用者でも、山林での作業には適應できる事例がみられた。

逆にデメリットとしては、山林での危機管理をはじめ、利用者への注意力が林内では低下すること、森林整備の方法、方向性がわからない、利用者自身の感想が不明、全利用者の一割くらいの参加にとどまってしまうことなどが上げられた。

## C02 放置林での保育作業による林内空間の変化と作業前後の気分、ストレス変化

竹内啓恵<sup>1</sup>・佐藤 明<sup>2</sup>・上原 巖<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>東京農業大学

各地の農山村が過疎化し、逆に都市部に人口が集中する現在、人々と地域の森林との関わりはますます希薄になっている。それに比例して、間伐などの適切な管理がされず、放置されたままの状態である人工林も増えている。そこで、地域の森林に働きかけ、森林環境の健全化をはかるとともに、人間の心身の健康増進をはかることを目的とする森林療法を、山梨県大月市の放置針葉樹人工林（私有林）を利用し、2011年初夏から2012年秋まで毎月1回、計13回行った。被験者は、働く社会人11名（男性3名、女性8名）を対象に毎回、生理測定（唾液アミラーゼ・気分・血圧）→保育作業（間伐、玉伐り、枝払い作業など）→生理測定→リラクゼーション→生理測定というプログラムを実施し、林内空間（林分密度・相対照度）の変化とともに、被験者のストレス変化と気分変化（活気、爽快感、いらだち感、緊張と興奮、疲労感、不安感、抑うつ感）を1名ずつ解析した。その結果、活動前後におけるストレス軽減では13名中1名に、気分評価の向上では9名に有意差がみられ、ストレスと気分評価の相関関係も示される結果となった。

## C04 コミュニティケアとしての森林を生かした健康増進活動

瀧澤紫織

植苗病院

身近な自然に触れる機会のある人は、全般的に健康的であることが報告（Kaplan and Kaplan, 1989）されて以来、これまでに身近な自然の効用が、老若男女を問わず研究されている。そしてここ2、30年の間にこどもの発達障害から高齢者の認知症予防や、寿命の延長にいたるまで、自然環境に関するさまざまなエビデンスが記述されてきた。これから超高齢化社会を迎える日本において、疾病の予防や治療、ケアを考えていくうえで、地域の疾病を支える力というものが、大変重要な位置づけになると思われる。事実、イギリスでは医療費の問題や、障がいや疾病をもつ方々の医療の場が病院から地域に移行していくとして、「身近な自然」＝「コミュニティを取り巻く自然環境」の存在に重きを置いて、色々な取り組みがなされてきた。コミュニティケア（community care）とは、福祉の援助を必要とする在宅者に対し、地域の中で、社会福祉施設や機関と地域住民とが一体となって行う社会福祉サービス・地域福祉のことを意味するが、イギリスの事例を取り上げながら、ケアの場として自然環境（森林など）の果たす役割を考察していく。

## C05 森林の保健休養機能に関する実践的研究に資する研究フィールドの整備について

藤原章雄・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

山村地域では森林所有者が十分な森林管理をしきれず荒廃している森林をしばしば目にする。一方、森林に求める癒し効果への期待は年々高まっている。特に東京大学富士癒しの森研究所のおかれた山中湖村及びその周辺地域は、保養地としての性格を強く持つため森林がもたらす癒し効果への期待が強い。周辺地域で一般的な林相である十分な手入れの行き届いていない研究所内のカラマツ人工林を用いて、森林の癒し効果を活用するための地域の森林管理への応用が可能となる具体的な知見を得る事を目的とした実践研究のフィールド整備を行っている。そこでは、癒し効果の高い林相の探索だけでなく、フットパスや園地の設営、地域住民が安全に扱える簡易な技術を用いた森林管理作業への参加や、そこで得られる薪や木質材料を活用した野外活動さらにはそれらを普段の生活に取り入れたライフスタイルがもたらす癒しなど、広範な森林の癒し効果の応用を視野に入れた実践的な研究教育の場を提供することを目指している。これらの「癒しの森プロジェクト」と名付けた我々の実践研究が森林の保健休養機能の応用研究分野に貢献する可能性について、既往の応用研究を俯瞰し考察する。

## D01 ナラ枯れ景観の改善に対する経済評価：京都市大文字山を対象として

高橋卓也<sup>1</sup>・大橋佑貴子<sup>2</sup>・増田清敬<sup>1</sup>

<sup>1</sup>滋賀県立大学・<sup>2</sup>元滋賀県立大学

ナラ枯れ対策を効率的に進めるうえで、重要な要素のうちの一つは、ナラが生育する森林の非市場価値の正確な把握であろう。本研究では、京都市大文字山のナラ枯れ景観の改善に対して、京都市住民がどれだけの支払意思を有するか、CVM（仮想評価法）により解明した。アンケート調査は、2011年10月～12月にかけて実施し、309件の回答（回収率19.9%）を得た。パラメトリックモデルによる支払意思額推計は、利用可能な192件の回答にもとづき、平均値は3,255円、中央値は2,502円という結果が得られた。支払意思額を増加させる変数として統計的に有意な結果が得られたのは、一人当たりの年間所得対数値、大文字山への存在価値の認識、大文字山の過去10年の景観変化への認識、ナラ枯れ対策におけるボランティアの希望度、性別（男性）であることが明らかになった。平均支払意思額およびナラ枯れ対策費用の推定額より、費用便益分析を実施したところ、費用便益比は1.0となった。また、市民にどのようにボランティアにかかわってもらうかについても、アンケート結果より考察をおこなった。

## C06 ヒマラヤスギとカツラの抗菌作用

田中 恵<sup>1,3</sup>・上原 巖<sup>1</sup>・竹内啓恵<sup>2</sup>・倉本真峻<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学地域環境科学部・<sup>2</sup>東京農業大学大学院農学研究科・<sup>3</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科

樹木の持つ抗菌作用は、「フィトンチッド」の名称などで注目され、葉などから発散される揮発性物質によって微生物の活動を抑制する効果が考えられている。ヒマラヤスギ (*Cedrus deodara*) にはセスキテルペン類が芳香成分として含まれる他、カツラ (*Cercidiphyllum japonicum*) の葉からもマルトールを主とする甘い香りがすることが知られている。本研究では、ヒマラヤスギおよびカツラの葉から放出される芳香成分の抗菌効果について基礎的な知見を得る事を目的とした。

供試木は東京農業大学構内に植栽されているヒマラヤスギとカツラを用い、実験は6月と8月の2回行った。枝を縦横25cmのプラスチックバッグで密封し、芳香成分を一晩トラップした後、枝を切り落として採取した。LB培地の入ったシャーレ中央に大腸菌とブドウ球菌各10 $\mu$ l分を植菌し、そこにシリンジに10ml吸引した気体を、先端にディスクフィルター(0.2 $\mu$ m)をつけた上で吹き込み培養した。その結果、採取時期および樹種によって菌の面積拡大率が異なり、特にカツラにおいてブドウ球菌の成長を抑制する傾向が認められた。

## D02 森林環境税と森林ボランティア参加意向からみた市民の森林管理意識

伊藤勝久

島根大学生物資源科学部

環境・エネルギー意識の高まりから、市民の森林意識も高まりつつある。森林の適正管理のために、森林所有者、林業関係者だけでなく広範な市民参加が必要であり、その内容も林業的施業から環境保全や保健休養などによる関与がある。森林環境税は導入されて数年以上になるが市民の認知と理解は高いとは言えず、森林管理主体や目的方法に対する意見分布も林業当事者から公的管理、また木材生産から環境保全まで幅広いため、政策目的や方法が集約できないことが多い。島根県民を対象に森林環境税の認知や是非、森林ボラ参加意向などのアンケートを実施した。森林環境税の認知は高まりつつあるが、知らない者はまだ半数存在する。森林に期待する機能は、CO<sub>2</sub>吸収、水源涵養、国土保全、次いで木材生産などである。森林ボラへの参加に対して逡巡している者が多く、彼らは自治会・会社・学校などを単位とした気軽な活動であれば参加可能だが、本格的森林整備活動はあまり望んでいない。森林管理は環境保全・CO<sub>2</sub>吸収機能を第一義にすべきという意見が多い。これらのデータをもとに森林に対する広範な関与と適切な介入を推進するための政策実施方法を検討する。

## D04 市民団体による国有林ガバナンスの評価：野幌国有林を事例として

八巻一成

森林総合研究所北海道支所

国民参加による森林づくりを積極的に進めている国有林において、市民や多様な利害関係者とのよりよい関係づくりが、協働による森林ガバナンスを構築していく上で重要となっている。しかし、国有林におけるガバナンスの現状に対して、市民や利害関係者がどのように評価しているのかについては、これまでに十分な調査や検討が行われているとは言えない。そこで本研究では、北海道野幌国有林を事例として、森林管理に関わる諸団体を対象に、ガバナンスの現状に対する意識調査を行った。野幌国有林は札幌市の近郊に位置するため、以前から多くの市民団体が様々な形で森林管理に関与してきた。一方、2004年の台風によって大きな風倒被害が発生したことを受け、国有林は森林再生を目的とした森づくり活動を行う団体を募り、「野幌森林再生プロジェクト」を開始した。分析の結果、従来からの市民団体に比べて、森林再生プロジェクトに関わる団体は国有林行政を肯定的に評価している傾向にあった。以上のことから、協働の取り組みの推進は、行政に対する信頼を醸成し、協働による国有林ガバナンスの構築にプラスに働いていると推察された。

## D06 千葉県中南部地域における野生鳥獣に関する住民の意識

田中 誉・佐藤陽香・関岡東生・宮林茂幸

東京農業大学

野生鳥獣被害に対する対策として地域が一体となった取組みの必要性が指摘されて久しいが多くの被害地域において、高齢化・過疎化が進行し、里山地域における社会・経済活動が衰退している現状下ではその実施は困難な状況にある。

これまで、野生鳥獣に関する生態学的な研究は行われてきたが、野生鳥獣対策と地域社会との関連に注目した研究は必ずしも十分なものとはいえない。

こうしたことから、本研究では野生鳥獣被害と地域住民の意識や関心に焦点を当て、過疎地域に指定されている千葉県大多喜町を事例として、住民の野生鳥獣に対する意識を調査し、被害意識や対策意欲を明らかにした。アンケートは500通郵送し、有効回答数は111通で回答率は22.2%となった。

結果は、回答者の約75%が60歳以上で、全体的な傾向としてはイノシシ、サルの被害意識が多く、また、駆除すべき鳥獣については被害鳥獣と比例していた。被害対策への参加に関しては費用の共同負担・労働力の提供に関する割合が高く、また、野生鳥獣被害が起らないような環境整備において住民の参加意欲が見込めるという結果を得た。

## D05 2011年のアンケート調査からみた千葉県における里山活動団体の活動状況

福島成樹<sup>1</sup>・西野文智<sup>2</sup>・小西博典<sup>3</sup>・松永美知子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>千葉県農林総合研究センター森林研究所・<sup>2</sup>千葉県中部林業事務所・<sup>3</sup>特定非営利活動法人ちば里山センター

【目的】千葉県は、2003年に里山条例を制定し、県民による里山の保全、整備及び活用を推進してきた。これらの活動の現状を把握し、活動に当たっての課題を明らかにすることを目的にアンケート調査を行った。【方法】県内で里山活動を行っている136団体を対象に、活動状況、活動に当たっての課題など58項目の内容で、メールと郵送によりアンケート調査を行った。【結果】アンケートの回収率は38%(52団体)。回答のあった団体について集計すると、会員数は延べ1,795名(51団体)、活動面積は412ha(52団体)、平成22年度の整備面積は212ha(47団体)、年間活動日数は2,050日(50団体)、活動人数は延べ23,612人(50団体)であった。主な活動内容は、下刈り(45団体)、間伐(29団体)、自然観察(22団体)が共通して多かった。活動に当たり34団体(65%)が地元住民、自治会、地元小中学校と連携し地域に貢献していた。活動に当たっての課題として挙げられたのは、会員の高齢化、後継者不足、会員数減が19団体(37%)、活動資金の確保が12団体(23%)と多かった。行政への要望として挙げられたのは、里山活動協定の認定手続きの簡素化や制度の改善、活動に対する定期的な訪問指導などであった。

## D07 森林インセンティブプログラムへの参加行動に関する経済分析

鈴木康平・三谷羊平

京都大学

私有林における生物多様性保全を目的とした自発的インセンティブプログラムが国内外にて注目を集めており、私有林所有者の参加行動を説明する先行研究が多数存在する。しかしながら、森林経済学の分野において、効率的なメカニズム設計を検討した研究は少ない。また、実験経済学や寄付の経済学では閾値付メカニズムやシードマネーがプログラムへの参加率を高めることが明らかにされている。そこで本研究では、愛媛県久万高原町の私有林所有者を対象としたアンケート調査を行い、閾値付メカニズムとシードマネーの効果を検証する。計量分析の結果、閾値付メカニズムの効果は町全体においては観察されなかったが、町内会では統計的に有意な効果が観察された。また町内会における閾値付メカニズムでは、シードマネーの導入が参加率をさらに高めることが統計的に示された。



## D08 マレーシア半島部における森林面積変化の要因

宮本基杖<sup>1</sup>・道中哲也<sup>2</sup>・Mamat, Mohd Farid bin<sup>3</sup>・Zakaria, Nor Aini binti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>マレーシア森林研究所

マレーシア半島部における森林面積変化とその要因について、半島部の森林・土地利用面積データ(1966~2008年)と社会経済データ(1970~2010年)を用いて検討を行った。その結果、森林減少は1966~1984年の間に顕著であったものの、その後減少速度が低下し、1997年以降はごくわずかな減少にとどまることを確認した。次に、森林減少の要因とその後の森林減少軽減の要因について分析した結果、森林減少の主な原因は油ヤシ農園への転換であることが明らかになるとともに、森林減少の軽減要因については貧困率低下の影響がみとめられた。マレーシア政府による貧困削減対策、具体的には、貧困層への農地分配(油ヤシ農園・ゴム農園)、ゴム農家への経営支援、教育費・医療費の支援等による貧困削減が、森林減少の抑制につながったと考えられる。

## D10 ネパールにおける家庭用バイオガス装置の導入が生計と森林資源利用に与える影響

伊藤香純<sup>1</sup>・畑山昌平<sup>2</sup>・Narayan P., Geywali<sup>3</sup>・Gore K., Sangat<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学国際教育協力研究センター・<sup>2</sup>北海道バイオマスリサーチ株式会社・<sup>3</sup>ラブグリーン・ネパール

### 研究背景と目的

開発途上国において、家畜糞尿から発生するメタンガスを調理用コンロやガス灯に用いる家庭用バイオガス装置は、薪炭材の代替品としてのみならず、森林資源利用量の削減による森林保全や、残渣を用いた有機栽培による農業の活性化・所得増等の生計向上への貢献が期待されている。本研究はバイオガス装置の導入が進むネパールを対象とし、導入世帯と非導入世帯の生計・森林資源利用の状況を分析することで、同装置の導入が生計・森林資源利用に与える影響を考察した。

### 結果と考察

バイオガス装置の導入世帯(268世帯)と非導入世帯(270世帯)への構造的インタビューの結果、導入世帯では同装置導入後に薪炭材の消費量・回収時間、化学肥料と農業利用量、料理時間において明らかな減少が、農作業時間には増加がみられた。また、導入世帯の薪炭材の消費量・回収時間、料理時間・労働人数は、非導入世帯より少なく、一方で農作業に費やす時間、穀物・野菜の生産種類数、農業からの収入は、非導入世帯を明らかに上回っていた。これらの結果から、家庭用バイオガス装置の導入は、導入世帯の森林資源利用量の削減と生計向上に寄与している可能性が示唆された。

## D09 REDD+におけるMRV(測定・報告・検証)の議論と今後の行方

高橋健太郎

東京大学大学院農学生命科学研究科

本研究では、森林減少・劣化の排出削減活動(REDD+)の測定・報告・検証(Monitoring, Reporting and Verification: MRV)について、国連気候変動枠組条約における交渉の状況を分析し、今後のREDD+におけるMRVの課題とその行方について、政策的な観点から明らかにすることである。過去の国際交渉の状況を振り返ると、2007年にバリ行動計画で次期枠組み検討課題として、REDD+が議論されてから5年が経過し、MRVなど様々な議題について先進国及び途上国で活発に議論されてきた。本研究における分析結果では、REDD+で議論されているMRVの目的自体が定まっておらず、また、他の議題で議論されているMRV、更には既存のメカニズムにおいて実施されているMRVが必ずしも適用されるわけではないことが明らかになった。今後、技術的な課題に取り組むとともに、その政策的意義について検討していかなければならないと考えられる。

## D11 伝統的工芸品産業に関する都道府県条例整備の現状

前川洋平・関岡東生・宮林茂幸

東京農業大学

報告者らは、これまでに「伝統的工芸品産業の振興に関する法律(伝産法)」では、伝統的工芸品産業の衰退状況を打開する法制度とはなっていないことを明らかにしてきた(2012年、林業経済学会報告)。こうした現状を踏まえ、各地方公共団体における伝産法との関連性やその条例等の整備状況について明らかにすることが本報告の目的である。

伝産法を有効的に機能させ、従事者に対する公的支援策を発揮させるためには、より従事者に近い公共団体による支援が必要となる。

具体的には、各地方公共団体を対象とする下記のアンケート調査結果をもとに、伝統的工芸品産業への公的支援体制の現状と課題を明らかにし、伝統的工芸品産業に資する公的支援策のあり方について若干の考察を行う。

47都道府県庁を対象とする郵送によるアンケート調査を2012年12月に実施した(回収数:42件、回収率:89.4%)であった。

多くの地方公共団体において、独自の伝統的工芸品産業の支援を目的とする要綱や、伝産法に基づく補助金交付要項、協議会等を有していることが確認された。一方で、支援の具体的な方法や伝統的工芸品指定後の対応等については相違がみられた。

## D12 森林環境税の取組事例から見た地方林政の課題と展望

木村憲一郎<sup>1</sup>・岡田秀二<sup>2</sup>・伊藤幸男<sup>2</sup>・岡田久仁子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>岩手大学大学院連合農学研究所・<sup>2</sup>岩手大学農学部・<sup>3</sup>東北開発研究所

地方主体の政策展開としての森林環境税は、これまでも様々な研究が行われてきたが、制度運用の内実には迫る研究は始まったばかりである。本税導入の成果と課題の検証は、地方が政策主体として地域に責任をもつ上で、重要なガイドラインとなるであろう。そこで、全国における森林環境税の取組状況を概観するとともに、岩手、山形、福島 の3県を対象に政策形成プロセス、地域課題への対応などを分析し、地方が政策主体として実質化する上での課題を考察した。結果、本税を導入した県は全都道府県の7割を超え、条例の適用期間を終えた県のすべてで期間が延長され、県民等の受け止めは好意的と考えられた。岩手、山形、福島 の3県では、庁内関係部局との連携のもと地域課題や社会情勢の変化に対応する事業が構築され、主要事業の多くは目標を上回る成果が得られた。一方、市町村主体事業への足取りは鈍く、県によっては間伐等のハード事業の財源不足があった。森林環境税の導入は、政策形成プロセスの改善、効果的な政策の立案など地方に前向きな変化をもたらしたが、県段階でとどまっており、市町村の主体化を図る上ではなお、課題があるといえる。

## D14 長野県小谷村伊折集落の存続要件

山崎義則・前川洋平・関岡東生

東京農業大学

「限界集落」(大野晃 1991) という用語・概念が社会的に認知されるようになってから、20年あまりが経過した。集落点検の結果「消滅」が間近にせまった集落を指す用語として登場した用語であったが、当時「限界集落」として分類された集落のうち、2011年時点で自然衰退によって消滅したものはないことが、「限界集落の真実」(山下祐介 2012) によって検証されている。このことは、集落が消滅せずに存続できるための何らかの要因が集落生活者に備わっていたことを示唆している。そこで、「集落外に居住する家族や血縁者が、集落生活者の日常生活を支えるものであり、集落の存続要件のひとつとなっている」との仮説を立て、振興山村であり、かつ過疎指定を受ける長野県小谷村伊折集落を事例として調査・検討を行った。伊折集落は55歳以上人口比率が56%であり、大野の定義を援用すれば「準限界集落」となり、現在においても同様の状況が進行する集落である。本研究では、この伊折集落における生活を支える要件の把握を目的として、生活、文化および経済面について家族構成との関連について考察を行った。

## D13 山村振興に求められるもの

奥田裕規

森林総合研究所関西支所

「山村振興法」や「過疎法」(現在は「過疎地域自立促進特別措置法」)に基づく対策により、公共施設は着実に整備されてきた。しかし、過疎化を押しとどめ、山村を活性化するまでには至らなかったというのが一般的な見方である。このことに関して、「山村振興法・過疎法に基づく行政施策の効果の有無については、そもそも過疎化を押しとどめること自体可能かといった基本的な問も含めて、別途綿密に評価する必要(福与徳文:中山間地域問題の整理仮説(1998))がある。生産基盤や生活環境の整備によって、人口流出を押しとどめることはできず、地域社会そのものが崩壊の危機に瀕し、そのために、農林業振興を図ろうにもその担い手がおらず、ますます地域の農林業が衰退するという悪循環に陥っている。山村の持続的発展のためには、住民が、山や里からの恵みを収穫し、また、それを育てていく、その一連の営みのなかで、住民が暮らしていける姿が望ましい。

## D15 土佐和紙の里の変遷-高知県いの町柳野地区の事例-

田中 求

東京大学大学院農学生命科学研究科

和紙生産には、良質の原料と清水、加工や手漉き、用具製作の技術者が必要であり、日本各地に和紙を核とする山村が形成されてきたが、和紙原料生産の減少に揺らぐ山村もある。本研究は、高知県いの町柳野地区を対象に、地域社会の動態を描きながら和紙原料生産における現状と課題を明らかにする。

2009年時の全国のコウゾ栽培面積は57ha、生産量46t、栽培農家496戸であり、2010年のいの町はそれぞれ8.2ha、12.2t、53戸となっている。現在、柳野地区のコウゾ生産農家は8戸である。江戸時代から昭和30年代まで、柳野地区ではコウゾとミツマタは重要な収入源であり、手漉き工場には周辺村からも人々が集まった。焼畑での栽培が主であったミツマタは、焼畑用地への植林で激減し、他出者や雇用労働が増加する中で、コウゾ生産農家も減少した。

近年では、輸入コウゾの増加と買い取り価格の低下、仲買業者の廃業などの影響により、コウゾが買い取られず、在庫余剰も生じている。高齢化が進む中で、収穫作業やイノシシなどの獣害を受けた株の植え替えも困難になり、優良なコウゾを生産してきた柳野地区でのコウゾ栽培は消滅の危機にある。

### F01 半島マレーシア熱帯雨林はどのようにして気候変動に対して熱・水・二酸化炭素フラックスの平衡を保っているか?

小杉緑子<sup>1</sup>・高梨 聡<sup>2</sup>・谷 誠<sup>1</sup>・野口正二<sup>2</sup>・Abdul Rahman, Kassim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学研究科・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>マレーシア森林研究所

半島マレーシア熱帯雨林(パソ森林保護区)における10年間のタワー観測結果を解析したところ、蒸発散については、1) 表層50cmまでの土壌水分変動では少雨期の蒸発散を説明できないことから、少雨期にはより深部からの水の供給が蒸発散を支えていること、2) 年間約1,300mmという安定的な蒸発散は気孔開閉の制御によって調整された結果であること、3) 少雨年に僅かながら蒸発散の減少傾向が見られたことから、より極端な乾燥下では平衡が崩れる可能性があること、が示された。NEEについては、4) 樹冠光合成が光環境の変動では説明できず、多雨期少雨期を問わず不均一な気孔閉鎖を伴う光合成の日中低下が起こっていること、5) 生態系呼吸量および生態系総光合成量(GPP)がともに少雨期に若干減少するため、両者が相殺し乾燥下でも安定的なNEEとなっていること、などが示された。本森林では、降雨パターンの変動が微気象環境の季節・年々変動を生み出しており、蒸発散、光合成、生態系呼吸などがこれらの微気象環境に複雑に反応する。結果として動的平衡が保たれており、広範囲の気象条件下において極めて安定的なガス交換特性が維持されていた。

### F03 気候変動によるボルネオ熱帯雨林の大量枯死

熊谷朝臣

名古屋大学地球水循環研究センター

ボルネオ熱帯雨林では、未来において、より強烈的な乾燥が頻繁に起き、それは特にエルニーニョ条件下で頻発化するとされている。この強烈的な乾燥は、領域スケールの樹木枯死率を跳ね上げるだろう。本研究では、現地観測データ、全球気候モデル(GCM)シミュレーションの結果、確率過程生態水文モデルの援用により開発した“樹木枯死指標”のコンビネーションを利用して、ボルネオ熱帯雨林の乾燥ストレス枯死が将来予測された降水変化によってどのように変えられるのかを調べた。計算された“樹木枯死指標”は、1997~1998年のエルニーニョ期間における強烈的な乾燥で大量の枯死が生じたことをうまく表現できた。また、モデル計算は、現在の1~3月の高い枯死率と10~12月の低い枯死率を示し、この差が将来には甚だしくなることをも示した。さらには、湿潤期である10~12月の貯留土壌水分の利用があることで続く1~3月の乾燥ストレスが軽減される効果があったとしても(この効果は、21世紀後半には、さらに高まると予想されているが)、1~3月の枯死確率は将来強烈的に高まると予測された。

### F02 半島マレーシア熱帯雨林における群落と樹木のガス交換特性

高梨 聡<sup>1</sup>・小杉緑子<sup>2</sup>・谷 誠<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>京都大学農学研究科

熱帯雨林は植物に好適な環境であり、生育期間の長さから莫大なバイオマスを有している。そのために地球上で総一次生産量(GPP)が最も高い生態系であり、気候変動の影響を予測する上で極めて重要な生態系である。渦相関法による森林の炭素・水フラックス測定の結果、マレーシア・パソ熱帯雨林では土壌深部からの水の供給により少雨期でも安定的な蒸発散が行われていること、少雨期にはGPPが若干減少するとともに、生態系呼吸量も減少し、純生態系生産量が安定的になっていることなどが分かってきた。熱帯雨林は多種多様な樹木が、さまざまな光や水などの資源獲得戦略のもとで、棲み分けをおこない階層構造をなし、それぞれのガス交換の総和として、森林全体の炭素・水交換機能が維持されている。そこで、樹木の生理生態学的特性を、その空間的位置や物理的環境と共に理解するために、個葉ガス交換特性の測定を行ったところ、高木であればあるほど高い光合成能力と高い呼吸量で特徴付けられる厚い葉をもっており、環境に適応していることが明らかとなった。また、樹木個葉の炭素安定同位体比も高木であればあるほど高い値を示しており、水利用率が高いことが示唆された。

### F04 タイ北部・熱帯落葉林における大気-森林間での水・炭素交換~10年間の長期観測からわかったこと~

五十嵐康記<sup>1</sup>・熊谷朝臣<sup>1</sup>・鈴木雅一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学地球水循環研究センター・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

タイ北部にある熱帯落葉林(チーク人工林)では、2000年から気象・LAIの現地観測がおこなわれてきた。タイ北部はアジアモンスーンの影響を受け、降雨に明瞭な季節性が見られ、この影響により、チーク人工林の着葉期間は60日程度、蒸散期間は40日程度年々変動することがわかってきている(Yoshifuji et al., 2006; 2011)。熱帯の落葉林におけるこれらの年々変動幅は、温帯林や北方林の落葉林と比べても大きく、大気-森林間での水・炭素交換に与える影響も温帯林や北方林のそれと比べても大きい事が想定されるが、定量的な評価には至っていない。当該試験地においては、気象観測用のタワーを使い、渦相関法による顕熱・潜熱・CO<sub>2</sub>フラックスの現地観測が2005年11月からおこなわれ、2012年11月までの観測で展葉-着葉-落葉期それぞれの連続データを4年分取得することに成功した。解析の結果、毎年顕熱・潜熱・CO<sub>2</sub>フラックスはLAIに大きく影響されていることが示された。当日は、長期の観測から求められた蒸散・光合成に関与する各パラメータと気象要素・LAIとの関係を対比し明らかにする。

## F05 カンボジア国低地落葉林を構成する上層木と下層植生の蒸散量

飯田真一<sup>1</sup>・清水貴範<sup>1</sup>・玉井幸治<sup>1</sup>・壁谷直記<sup>2</sup>・清水 晃<sup>2</sup>・Chann, Sophal<sup>3</sup>・Keth, Nang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>3</sup>カンボジア国森林局森林野生生物研究所

カンボジア国で最も代表的な森林植生である低地落葉林は上層木と下層植生で構成されている。上層木の落葉広葉樹は立木密度が低く非閉鎖的林冠を有し、下層植生はアズマザサ属を主体として雨季には密に繁茂している。したがって、下層植生の蒸散量は相当量に達するものと予想されるが、上層木と下層植生それぞれの蒸散量を定量的に評価し、蒸散量に対する寄与率を解明した研究例は存在しない。そこで、低地落葉林分を構成する落葉樹 12 個体について樹液流速測定法を適用して蒸散量 ( $TR_{SAP}$ ) を評価した。また、高度 30m のタワー頂上部および上層木の林冠下にあたる高度 5.5m において、バンドパス渦相関法を適用し、全蒸発散量 ( $ET_W$ ) および下層植生の蒸発散量 ( $ET_U$ ) を計測した。これらの結果、 $ET_W$  と  $ET_U$  の差として推定される上層木の蒸散量は  $TR_{SAP}$  と良く一致し、観測林分では  $ET_W$  の 50~60% が上層木の蒸散量、40~50% が下層植生からの蒸散量であることが明らかとなった。当日の発表では、飽差に対する上層木の total conductance の応答特性と落葉樹の植物季節との関連性についても考察を加える予定である。

## F07 暖温帯広葉樹林における長期炭素収支の変動とその要因

小南裕志<sup>1</sup>・深山貴文<sup>1</sup>・玉井幸治<sup>2</sup>・後藤義明<sup>2</sup>・安宅未央子<sup>3</sup>・檀浦正子<sup>3</sup>・吉村謙一<sup>3,4</sup>・上村真由子<sup>5</sup>・金澤洋一<sup>6</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>京都大学農学研究所・<sup>4</sup>京都大学生態研・<sup>5</sup>日本大学生物資源学部・<sup>6</sup>神戸大学農学研究所

森林生態系の  $CO_2$  交換量 (NEE) は生態系内に存在する光合成や様々な呼吸活動などの生物活動の総体であり、個々の同化-異化プロセスの環境応答によって変動すると考えられる。一方、これらの  $CO_2$  交換プロセスを担う生態系そのものの構造も動的に変動しているため森林群落の NEE の長期変動や気候変動時の応答を検討する場合には群落そのものの変動を考慮に入れる必要がある。特にアジア域の熱帯-温帯に存在する森林は台風や樹病、人為影響等の攪乱に高頻度でさらされているため、バイオマスに代表される群落構造の変動と環境因子の相互作用の検討が重要となる。京都府南部の山城試験地は 2000 年よりタワーフラックスによる NEE 観測および群落内の様々な  $CO_2$  交換量の評価を行っており、また 1994 年より樹木成長-枯死観測を継続している。また森林群落は 1970 年代後半にマツ枯れによりアカマツからコナラ林に移行し、2012 年からカシノナガキクイムシによるナラ枯れがはじまっており、周辺の森林では大規模な枯死が見られる。本研究ではこのような攪乱とその後の回復過程において個々の  $CO_2$  交換プロセスの変動が NEE に与える影響の検証を試みる。

## F06 ネットワーク化された長期フラックス観測の継続とデータの活用

山野井克己・溝口康子・安田幸生・高梨 聡

森林総合研究所

森林総研フラックスネットワークでは国内 6ヶ所の森林でフラックス観測を開始し、10 年余りが経過した。現在 5ヶ所のサイトで観測を継続中で、微気象および各種フラックスの観測データはデータベースにより公開している。単独の研究機関でネットワーク化した観測を継続する事は、観測機材等の相互補完やデータの QA/QC などの統一性を維持できるなどのメリットが大きい。さらに各観測地点と研究拠点が通信回線によりネットワーク化できれば、観測の効率化を進める事ができる。一方、国内のフラックス観測は長期と言っても森林総研で 12 年、最も先行して観測を開始した産総研高山サイトでも 19 年である。観測値は年々変動の幅をやっと明らかにできる程度の観測期間である。また、フラックス観測は点であり、観測地点を増やしても面にはならない。長期観測データの有効活用を進めるためには、モデルやリモートセンシング研究と連携して、森林生態系の環境変動に対する動的な時空間の将来予測に活用して行く必要がある。

## F08 東シベリア北方林における全生態系と下層部の植生変化

齊藤淳志<sup>1</sup>・小谷亜由美<sup>1</sup>・太田岳史<sup>1</sup>・飯島慈裕<sup>2</sup>・Maximov, Trofim<sup>3</sup>・Kononov, Alexander<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学部・<sup>2</sup>海洋研究開発機構・<sup>3</sup>ロシア科学アカデミー北方圏生物問題研究所

東シベリア地域のカラマツ林タワー観測において、2004 年以降での表面土壌の湿潤化が報告されている (Ohta *et al.* 2008)。土壌湿潤化の持続に伴って広範囲でのカラマツの変色や枯死が起こり (Iwasaki *et al.* 2010)、2007 年付近より下層植生の増加が起こったという報告もある。このような急激な環境変化前後での、潜熱フラックスや気象要素の値を比較し、各値がどのように変化したのか検討を行った。

東シベリアのカラマツ林タワー観測サイトでの、2005 年以降に観測された潜熱フラックス、気象要素を解析に用いた。下向き短波放射量の林冠透過率の値について、2008 年以降の展葉期において増加していることが分かった。これは上記のような、カラマツ枯死の影響だと考えられる。林冠透過率増加に伴い、カラマツ林上層部からの潜熱フラックスは低下し、下層部からの潜熱フラックスは増加した。また 2009 年以降は大気飽差の増加も見られ、上層部での気孔コンダクタンス低下によって上層部潜熱フラックスの低下が、下層部での地面蒸発増加によって下層部潜熱フラックスの増加が、それぞれ促進されたと考えられる。

## F09 アラスカ内陸部のクロトウヒ林における蒸発散量の長期変動と永久凍土の役割

岩田拓記<sup>1</sup>・原藺芳信<sup>2,3</sup>・植山雅仁<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学研究科・<sup>2</sup>アラスカ大学国際北極圏研究センター・<sup>3</sup>大阪府立大学生命環境科学研究科

アラスカ内陸部の永久凍土上に生育するクロトウヒ林において得られた7年間の水交換データを解析し、水交換の季節変化、経年変化を明らかにすることを試みた。生長期初期においては、蒸発散量が降水量を上回っており、土壌から融解した水や微小地形の窪みに蓄えられた融雪水が蒸発散に使われていることを示唆していた。生長期の後半になると、降水量が増加するのに対し、正味放射量の減少や下層植生の葉の老齢に伴い蒸発散量は減少を示した。この結果、土壌水分が増加し、地下水位が高い状態で保たれた。その水冬に凍結し、翌年の生長期に植生により使用されることが推測できる。永久凍土が存在していることが、土壌水の土壌下層への浸透を妨げ、地表付近の水の貯留に寄与している。無積雪期間の積算蒸発散量は年毎には大きく変化せず、この蒸発散量は主に利用可能エネルギー量によって制御されていた。このクロトウヒ生態系における長期観測の結果から、この地域での降水量の季節変化パターンや永久凍土の存在により、現在の気候においては植生が利用できる水が豊富に保たれており、この生態系が年々の気象変動に対する高い耐性を有することがわかった。

## F11 日単位流量データに見られる無降雨日減水曲線の低減係数の長期変動

芝野博文

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

日単位流量データと無降雨日の情報から、流量の低減曲線がハイドログラフのどの部分であるかを特定できる。低減曲線は、降雨直後は基底流出成分に加えて直接流出成分をある程度含み、やがて基底流出だけとなる。この基底流出にある関数形を当てはめて低減係数を抽出するなら、それは流域特性を反映していると考えられる。長期にわたって流域の森林が回復過程にあるとされている東京大学生態水文学研究所管理下の3つの試験流域（穴の宮・東山・白坂）の1930～1991年までの、基底流出を表す日流量の数値に対しては、双曲線関数が最適であることから、精度良い低減係数の分析ができると期待された。低減係数 $[\text{mm}^{-1}]$ は全体として穴の宮(0.0728)・東山(0.0520)・白坂(0.0476)の順で平均的な値を示し、もっとも森林の状態の良い白坂において低減係数が小さく低減が緩やかであることが確認された。通年および春・夏の係数は各流域とも62年間で共通して低くなっていることも確認された。基底流出を支配している土壌層の厚さ・物理性などが森林の回復とともに低減係数の減少に反映されるだけの変化を示したと結論付けることができる。

## F10 ハゲ山に森林を再生した小流域における年損失量と年蒸発散量の長期変化

五名美江・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

【目的】ハゲ山が森林に長い時間をかけて再生する過程で、森林からの蒸発散量がどのように変化したのか、また、その変化をもたらした主要因は何かを明らかにする。

【方法】東京大学演習林生態水文学研究所の宮流域を対象として、森林再生の初期段階の10年間（前期）と、その後60年が経過して森林再生がある程度進んだ段階の10年間（後期）の間で平均年損失量を水収支法により求め、比較した。

【結果と考察】後期の10年平均年損失量は、前期に比べて89mm多かった。短期水収支法を基礎とした新しい推定法を用いて、年蒸発散量を求めたところ、後期の平均年蒸発散量は、前期の平均年蒸発散量に比べて80mm多かった。年蒸発散量と年平均気温、年降水量、年降水日数との関係を調べたところ、後期に年蒸発散量が増加した主たる原因は、森林再生による樹冠遮断量の増加などによる年蒸発散量の増加であることが示唆された。

## F12 釜淵森林理水試験地における長期観測に基づく水文特性の概況

野口正二・久保田多余子

森林総合研究所

森林が有する水源涵養機能について、流域試験によって研究されてきた。山形県の釜淵森林理水試験地は1939年から観測が開始され、現在は施業履歴の異なる4流域(1-4号沢)で構成される。1号沢(3.06ha)は基準流域として無施業の状態を観測を継続し、5回の毎木調査から森林の材積量が線形的に増加していることが確認されている。2号沢(2.48ha)は1947～1948年に皆伐され、その後、雪崩対策として1960年になだれ防止階段工が施工されている。3・4号沢は1961年に観測が開始され、1964年に3号沢(1.53ha)では流域の河道沿いを対象として流域の50%の部分伐採を実施し、4号沢(1.12ha)では尾根沿いを対象として流域の50%の部分伐採を実施した。その後、1970年に2つの流域で皆伐(残りの半分)が実施されている。地質は主として凝灰岩・頁岩質凝灰岩から成る。平均降水量は2456mmで最大積雪深は52cmから302cmと変動するが年々減少傾向にある。本研究では、林況や温暖化に伴う気温、最大積雪深の変化に対して水文特性がどのように変化しているか報告する。

F13 長期水文観測に先人たちの心意気を見、夢を感じる。  
—さて、私たちは何をすべきか?—

田中隆文・長谷川規隆

名古屋大学大学院生命農学研究科

田中 (2010a, b, c) は近代～現代における森林水源涵養機能論を、「1) 社会を後追いつける科学」、「2) 近代科学を志向する精緻化」という二軸から論じた。本報告では長期水文観測の創始期の状況を調査した。対象は、森林総研の釜淵・宝川・竜の口山・去川の各試験地、東京大学生態水文学研究所の白坂試験地、米国の Coweeta 試験地であり、初期に執筆された報告の記述を読み解いた。例えば、釜淵試験地では A 層 B 層の土壌深の空間分布調査結果が地図上に等値線として示され、宝川試験地では初澤流域について 100 m 数値地形図に基づく受光係数が算出され立木分布状態と比較されたが、これらは組織的な展開には発展せず、後年の分布型モデルを志向した取り組みともモチベーションを異としていた。また、釜淵試験地における伐採後 13 年間に及ぶ執拗な脱木本化処理なども 1) 2) の軸上にはない動きであった。これらを、仮に「3) フィールドへの好奇心」というボトムアップ的な第 3 の軸とすれば、従来の森林水文研究は、1) 2) 3) の葛藤のもとに展開してきたと総括できる。今後の長期水文観測の維持・展開には、3) を劣勢とさせない工夫が必要であろう。

F14 森林流域の洪水予測における極端気象現象の意味合い

谷 誠

京都大学農学研究科

山地流域の洪水流出応答において、流域特性は多様性と不均質性に富むのに対して、洪水流の減衰特性の持つ幅は一般に狭い。したがって、この減衰特性はなぜ狭くなるのか、その狭いなりに見いだされるその変化幅はどのような流域特性によって主に左右されるのか、さらに、低頻度の大規模豪雨に対してもロバスト性が維持されて予測が可能かどうか、などが洪水予測評価における重要な課題になる。これに取り組むためには、豪雨は発生頻度が低いほど規模が大きくなるため、長期の観測が必然である。加えて、本発表では、最初に述べた洪水における「原因の多様性と結果の同一性」を考察する。この課題に対して、「数十年以上の個体生命を保つ樹木がこうした極端豪雨に適応した生存戦略を実現させるためにはそうならざるを得ない」との作業仮説を立てることができる。その実証には今後の研究が必要であるが、例を挙げて作業仮説を検討し、洪水予測におけるボトルネックの解消をめざす。

G01 葉のオゾン吸収量に基づくブナ苗に対するオゾンと窒素負荷の複合影響の評価

山口真弘<sup>1</sup>・安土文鹿<sup>2</sup>・松村友絵<sup>1</sup>・上原 唯<sup>1</sup>・鹿又友彰<sup>1</sup>・黄瀬佳之<sup>1</sup>・小林亜由美<sup>1</sup>・松村秀幸<sup>3</sup>・伊豆田猛<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup>東京農工大学大学院連合農学研究科・<sup>3</sup>電力中央研究所環境科学研究所・<sup>4</sup>東京農工大学大学院農学研究科

窒素負荷量の異なる土壌で育成したブナの成長に対するオゾン (O<sub>3</sub>) の影響を、葉の O<sub>3</sub> 吸収量に基づいて評価するために、ブナの葉の気孔コンダクタンス (g<sub>s</sub>) 推定式を構築し、2 成長期間にわたってブナ苗に O<sub>3</sub> と窒素負荷の複合処理を施した。処理区として、ガス処理 3 段階 (浄化空気区、1.0 倍 O<sub>3</sub> 区、1.5 倍 O<sub>3</sub> 区) と窒素処理 4 段階 (0、20、50、100 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 区) を組み合わせた 12 処理区を設けた。0、20、100 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 区では、育成終了時の個体乾重量に O<sub>3</sub> による有意な低下が認められたが、50 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 区のそれには O<sub>3</sub> の有意な影響は認められなかった。本研究で構築した g<sub>s</sub> 推定式から求めた葉の積算 O<sub>3</sub> 吸収量は、窒素負荷量の増加に伴って低下し、100 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 区で最も低かった。これらの結果から、O<sub>3</sub> によるブナ苗の成長低下の程度が窒素処理区間で異なった原因は、O<sub>3</sub> 吸収量の窒素処理区間差だけでは説明できない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 (B-1105) の助成を受けて行われた。ここに記して感謝の意を表す。

G02 ブナとミズナラを対象としたオゾンの光合成への影響～光環境とオゾン影響の関係～

稲田直輝<sup>1</sup>・星加康智<sup>2</sup>・渡辺 誠<sup>2</sup>・毛 巧芝<sup>1</sup>・小池孝良<sup>2</sup>

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

オゾン濃度は今後も増加し、植物の成長に悪影響を与えると考えられている。そこで冷温帯に広く分布するブナとミズナラの幼樹を対象として、日中 60 ppb に制御した開放系暴露装置を用いたオゾン付加実験を行った。それぞれの葉は生育する光環境が異なり、形態や光合成能力が異なる。そのため、樹冠位置により、オゾンの光合成機能への影響が異なると考えられる。そこで、本研究では、受光量の違いに注目して、ブナとミズナラの光合成速度へのオゾンの影響を明らかにすることを目的とした。2012 年 6、8、10 月にガス交換速度を測定した結果、ブナでは受光量の大きい葉においてオゾン付加により、8、10 月において光合成機能が低下し、暗呼吸速度が上昇した。一方、ミズナラでは、オゾン付加による顕著な光合成機能の低下は認められなかった。樹木では、樹冠上部の受光量の大きい葉による光合成生産への寄与が大きいため、オゾン濃度の上昇は、ブナの樹木全体としての成長に影響を及ぼす可能性が考えられる。

### G03 異なる時期のオゾン付加がウダイカンバ苗の光合成に与える影響

渡辺 誠・星加康智・小池孝良

北海道大学大学院農学研究院

世界各地でオゾン濃度が上昇しており、樹木へのオゾン影響の解明が必要とされている。本研究ではウダイカンバに異なる時期のオゾン付加を行い、オゾン吸収量と個葉光合成の関係を調べた。ウダイカンバ2年生苗に60 ppbのオゾンを6月13日～9月26日の日照時に付加した。対照区(付加なし)、前期付加区(～8月2日)、後期付加区(8月3日～)、全付加区の4処理区を設定し、7月上旬に展開した葉のガス交換速度を3週間おきに継続調査した。葉の積算オゾン吸収量と、光飽和時の純光合成速度( $A_{sat}$ )および葉緑体の光合成活性を示す最大カルボキシレーション速度( $V_{cmax}$ )の関係を調べた。積算オゾン吸収量の増加に伴い両パラメーターは低下したが、 $A_{sat}$ では相関が低かった。その原因としてオゾンによって気孔が開き気味となり葉内 $CO_2$ 濃度が増加したため、積算オゾン吸収量が高くて $A_{sat}$ が高く維持されたことが考えられた。これは光合成に対するオゾン影響を考える際に、気孔を介した $CO_2$ 取込と葉内光合成活性、それぞれに対するオゾン影響を考える必要があることを示唆している。

### G05 高二酸化炭素環境下で生育したブナ苗木の光合成機能へのオゾン影響評価

飛田博順・小松雅史・矢崎健一・北尾光俊

森林総合研究所

本研究では、高オゾンに対する感受性が比較的高いという報告のあるブナを対象として、光合成機能に及ぼす高二酸化炭素濃度と高オゾンの影響を明らかにすることを目的とした。茨城県の森林総合研究所実験林苗畑に設置した開放型二酸化炭素オゾン暴露装置内の土壌にブナ苗木を植栽した。コントロール、二酸化炭素付加、オゾン付加、二酸化炭素+オゾン付加、の4処理区を設定した。高二酸化炭素処理は外気(380 ppm)に対して550 ppmに制御した。高オゾン処理は大気の2倍の濃度に設定した。処理2年目のブナ稚樹について、一次葉の純光合成速度を5月から10月にかけて、各生育環境の二酸化炭素濃度(コントロールとオゾン付加区が380 ppm、二酸化炭素付加区が550 ppm)で測定した。生育環境の二酸化炭素濃度での純光合成速度( $A_{growth-CO_2}$ )は、コントロール区に比べて、二酸化炭素付加区では5月から7月に上昇し、オゾン付加区では7月から8月に低下する傾向を示した。一方、二酸化炭素+オゾン付加区の $A_{growth-CO_2}$ は、二酸化炭素付加区に比べて生育期間を通じて顕著な低下を示さないことが明らかになった。

### G04 二酸化炭素とオゾン濃度の増加が落葉広葉樹3種の成長に与える影響

北尾光俊・小松雅史・矢崎健一・飛田博順

森林総合研究所

落葉広葉樹3種(シラカンバ、ミズナラ、コナラ)の苗木を対象として、二酸化炭素とオゾンの複合ストレスが成長量に与える影響を調べた。処理開始前の3月に、一年生苗木を森林総合研究所実験林苗畑に設置した開放型二酸化炭素オゾン暴露装置内に直植えし、根の成長を抑制しない状態で生育させた。大気中の二酸化炭素濃度が約380 ppmであるのに対して、高二酸化炭素処理は550 ppmとなるように制御を行った。大気オゾン濃度は顕著な季節変化を示すことから、高オゾン処理については、大気オゾン濃度に対して2倍の濃度になるように制御を行った。二酸化炭素およびオゾン処理は4月から11月の生育期間に行い、オゾンを供給しないコントロール区では昼間(6:00-18:00)のオゾン濃度の平均値が33 ppbであり、オゾン処理区では54 ppbであった。成長停止後の12月に刈り取りを行い、葉、幹、根の各器官に分けて乾燥重量を求めた。個体全体の乾燥重量は、高二酸化炭素処理によって増加し、オゾン処理によって低下する傾向が見られた。一方で、オゾン処理により個体重に占める葉の重量の割合が増加し、根の重量割合が低下することが明らかになった。

### G06 グイマツ雑種F1におけるオゾンと二酸化炭素濃度上昇への応答

川口光倫<sup>1</sup>・渡辺 誠<sup>2</sup>・小池孝良<sup>2</sup>

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

\*\*【背景】急速に変化している大気環境による樹木影響に関しての実験では、設備や期間、樹木の状態により結果は左右されている。より実際的な実験を行うことで、樹木の環境因子への応答メカニズムや将来の森林資源への理解が深まると思われる。

\*\*【材料と方法】北海道大学札幌研究林において、周囲を農業用の透明フィルムで覆われ、上部が開空したチャンバーを設置し、広葉樹と共にグイマツ雑種F1(*Larix gmelinii* var. *japonica* × *L. kaempferi*)の苗木を植栽した。チャンバー内の空気中の $CO_2$ と $O_3$ 濃度を上昇させ、2成長期間育成した。

\*\*【結果】個体サイズには、有意な項目は少ないものの高 $CO_2$ により成長が促進され高 $O_3$ により成長が低下する傾向がみられた。生理的測定からは、 $O_3$ 処理による光合成パラメーターの部分的な増加傾向がみられた。

\*\* 研究費の一部は、環境省地球環境研究推進費(B-1105)と科研費(23380078)の支援を得た。

## G07 落葉広葉樹二次林周辺における植生起源揮発性有機化合物の拡散過程について

深山貴文<sup>1</sup>・奥村智憲<sup>2</sup>・小南裕志<sup>1</sup>・吉村謙一<sup>2</sup>・安宅未央子<sup>2</sup>・檀浦正子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>京都大学

対流圏オゾン濃度が将来的に上昇していく要因としては、人為起源の窒素酸化物濃度の上昇の他、地球温暖化に伴う植生起源の揮発性有機化合物 (BVOC) 放出量の上昇等も考えられる。BVOC の主要成分であるイソプレン (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>) は、天然ゴムのモノマーでメタンに次いで放出量の多い炭化水素であり、主な放出源としてシダ、ナラ、ユーカリ、ポプラ、エゾマツ等の 140 種以上の植生が知られている。日本国内ではコナラ属が強いイソプレン放出源となっているが、その森林内外での野外観測の事例は未だ少なく、その放出特性と拡散過程の評価が重要な課題となっている。本発表では京都府南部の落葉広葉樹二次林の内外でイソプレンの放出量や濃度観測を行った結果について報告する。

## G09 日本の森林はオゾンと同時に様々な広域大気汚染の影響を受けている

久米 篤

九州大学大学院農学研究院

対流圏オゾン (O<sub>3</sub>) は、汚染源から放出された窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) や揮発性有機化合物 (VOC) などから大気中で生成され、汚染源よりもその周辺で濃度が高くなる傾向がある。変化前の NO<sub>x</sub> は森林への窒素供給源として大きく影響し、O<sub>3</sub> は大陸からも付加される。汚染源からは亜硫酸ガスも放出され、硫酸塩エアロゾル (nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) へと変化する。そのため、これらの前駆物質の放出とその後の推移を観測すると、風に乗って移動している間に 1 次汚染物質 (NO<sub>x</sub> や SO<sub>2</sub>) の割合が低下し、2 次汚染物質 (O<sub>3</sub> や SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) の割合が高まる過程が記録され、これらの濃度比は汚染源からの距離と共に変化する。すなわち、都市近郊の汚染源周辺の O<sub>3</sub> 濃度の違いは、大気汚染物質の総量の変化というよりかは、むしろ反応前・途上の様々な汚染物質の酸化程度の違いを反映したものとされる。一方、CO<sub>2</sub> 濃度は汚染源からの距離と共に低下していく。日本の高濃度 O<sub>3</sub> 地域では、NO<sub>x</sub> 濃度が低下し、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> の負荷量の比率が高くなる傾向があり樹体内からの栄養塩類の溶脱を促進するため、特に貧栄養な山岳地域においては O<sub>3</sub> との複合影響を考慮する必要がある。

## G08 落葉広葉樹林の炭素吸収量に及ぼす対流圏オゾンの影響

小松雅史<sup>1</sup>・吉村謙一<sup>1,3</sup>・藤井佐織<sup>1,2</sup>・矢崎健一<sup>1</sup>・溝口康子<sup>1</sup>・深山貴文<sup>1</sup>・小南裕志<sup>1</sup>・安田幸生<sup>1</sup>・山野井克己<sup>1</sup>・北尾光俊<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>同志社大学・<sup>3</sup>京都大学

森林の炭素固定機能に及ぼす対流圏オゾンの影響を林分レベルで評価するため、札幌、安比、山城にある三カ所の森林総合研究所フラックスタワーサイトにオゾン計を設置し、2011 年 10 月より森林上空のオゾン濃度の常時計測を行っている。森林総合研究所のフラックスサイトでは、2000 年からのフラックス観測データを公開しており、森林における炭素吸収の履歴を過去に遡り参照することが可能である。同サイトでは 2010 年以前のオゾン観測を行っておらず、過去のオゾン濃度値を直接参照することは出来ないが、各タワーの周辺都市部には、大気観測局があり、2000 年以前よりオゾン濃度の常時計測が行われている。そこで本研究では、タワー周辺の大気観測局とタワーのオゾン濃度を比較することで、大気観測局の過去の濃度値からタワーサイトの過去のオゾン濃度の推定が可能か検証した。さらに、推定した過去のオゾン濃度値とフラックス観測データを比較し、森林のオゾン濃度の変動が森林の炭素固定機能に及ぼす影響について考察した。

## H01 生物多様性の保全を促す社会経済的な仕組みに関する政策の国際動向

香坂 玲<sup>1</sup>

<sup>1</sup>金沢大学大学院人間社会環境研究科・<sup>2</sup>国連大学高等研究所

生物多様性の保全と持続可能な利用には、理念や法的な規制だけでなく、企業の取り組みを含む社会経済的な活動様式の変更が不可欠であると国際的に認識されてきている。そこで、本稿では国際的な取り組みの具体的な事例として、欧州のフィンランドやドイツにおける行政の取り組みについて、コスト負担や行財政改革の観点から紹介をする。

生物多様性と生態系サービスについて、どのような役割と任務を公的な機関が担い、どのようなインセンティブを準備することで、どのような役割を民間企業が担っていくように制度が設計されているのかを検証する。民営化、直接支払いなどの金銭的な流れだけではなく、人的な育成をどのように実施しているのかということも視座に入れて、フィンランド政府の人材育成制度の認証制度、ドイツの行政の団体について解説する。



## H02 生物多様性の保全是儲かるのか？（生物多様性を守ることのでられる経済的利益について）

栗山浩一  
京都大学

生物多様性を保全するためには多額の資金が必要である。とりわけ、財政基盤の弱い途上国では自力で生物多様性を保全するための資金を確保することは困難である。そこで、従来の政府を中心とした保全策を見直すとともに、私たちの経済活動自体が生物多様性や生態系サービスを考慮して、持続可能な社会へと転換することが求められている。そのためには、現在は認識されていない生態系サービスの価値を適切に評価し、新たな市場を構築することが不可欠である。そこで、本報告では生態系サービスの価値を金銭単位で評価したこれまでの実証研究を整理し、生物多様性の喪失によって社会が被るコストを把握することで、生態系と生物多様性を保全することの社会的意義を示す。

## H04 住友林業と生物多様性

小林秋道  
住友林業株式会社

住友林業グループは、創業から約320年、生物多様性の恵みであり再生可能な生物資源である「木」を活かし、山林事業から木材建材流通・製造事業、住宅事業、そして生活サービス事業へと、住生活に関するさまざまな事業を展開してきました。

住友林業グループは、生態系が維持され、木という豊かな森の恵みが持続的に生まれなければ、自らの事業基盤を失うリスクもあると考えています。また、生物の宝庫であり、きれいな水や酸素、土壌など生命の源を生み出す森に直接関わっており、健全で持続可能な森を育てていく責任もあります。

2012年3月には、「住友林業グループ生物多様性宣言・行動指針・長期目標」を公表しました。これは、2010年10月愛知県名古屋市中で開催された生物多様性条約第10回締約国会議で採択された生物多様性の国際的な目標である愛知目標について、住友林業グループとして貢献できることを網羅的に検討し、目標として設定し、生物多様性に関わる社会的責任を果たしていくことを明確にしたものです。

本シンポジウムでは、この生物多様性宣言に基づく住友林業グループの生物多様性に係わる具体的な活動をご紹介します。

## H03 生物多様性への企業等の取り組みは生態学的に効果的か

尾崎研一  
森林総合研究所北海道支所

最近、企業等によって生物多様性の保全活動がさかんに行われるようになった。しかし、これらの活動が本当に生物多様性の保全につながるのかについては不明な点が多い。そこで企業等の取り組みを整理し、その効果を検討してみる。企業による活動は大きくは社会貢献としてのものと、本業を通じた取り組みに区別することができ、さらに後者は経営上のリスクを回避するためのものと、チャンスを作り出すものに分けられる。社会貢献としてのものには社員による保全活動等があるが、これは環境教育的な意味合いが強く保全上の効果を検証することの意義は小さい。一方で、本業を通じた取り組みは、特にリスクの回避を目的とする場合にはその効果をモニタリングし、目標に向けた計画の修正が必要となる。これには認証制度の利用や研究者との協働が有効だと考えられる。一方、ビジネスチャンスの創出を目的とした活動は多岐に渡るため、その効果をどのように検証するのかを一律に考えるのは難しい。例えば、環境に配慮した商品が、使い方によっては種間の相互作用を介して生物多様性に悪影響を及ぼす可能性がある。保全目標や地域性を考慮に入れた効果の検証が重要だと考えられる。

## H05 EMEND—企業との協働による保残伐実験—

Langor, David<sup>1</sup>・Volney, Jan<sup>1</sup>・Spence, John<sup>2</sup>・Witiw, Jim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>カナダ森林研究所・<sup>2</sup>アルバータ大学・<sup>3</sup>大昭和・丸紅インターナショナル

The concept for the Ecological Management Emulating Natural Disturbance (EMEND) experiment arose from a need to develop a sustainable ecosystem approach to managing the boreal forest of Alberta. Using a broad partnership approach, a 1000 ha experiment was designed and established, including variable residual harvesting treatments (clumped and distributed), fire treatments, silvicultural treatments and controls. EMEND is now in its 12<sup>th</sup> year post-treatment. Lessons learned from EMEND: science have been adopted by the forest industry and have influenced forest management policy. EMEND has been used to train a new generation of professionals who are influencing forest management across Canada and internationally. I will describe the steps from concept to operationalization and the ingredients necessary to ensure success at each step.

## H06 バードフレンドリー (r) コーヒーの現在・過去・未来

會田洋平・李 政哲

住友商事株式会社

ゴールドスタンダード(至適基準)-バードフレンドリー® コーヒー (BF) の認証基準は100%有機栽培、森林基準、他コーヒーとのブレンド不可など、その基準の高さ、取得の厳しさからコーヒー業界ではゴールドスタンダードと称される。厳格な基準は、一杯のコーヒーから環境保全、渡り鳥の保護など自然環境保護をダイレクトに訴えることを目的としている。

BFの起源は90年代後半、米国スミソニアン協会傘下のスミソニアン渡り鳥センター (SMBC) がアメリカ大陸を縦断する渡り鳥の数が減少していることを観測したことから始まる。縦断中継地となる中米諸国での森林伐採が減少の理由の一つとして唱えられ、環境保全、渡り鳥の保護を目指したSMBCは同地域の主要農産品であるコーヒーに着目、森林を伐採しないコーヒーの生産基準を設定、同基準を満たしたコーヒーをバードフレンドリー®と認定し、プレミアム価格での取引を可能とした。

日本市場では、2004年に住友商事が独占輸入権を取得、小川珈琲(株)や(株)キャメル珈琲などのロースターと協働でBFコーヒーの商品化を進めている。

本講演ではBFの認証基準などを軸に、現在・過去・未来について発表する。

## I01 茨城県筑波山における窒素飽和と森林管理

渡邊未来<sup>1</sup>・三浦真吾<sup>2</sup>・渡邊圭司<sup>1</sup>・山村茂樹<sup>1</sup>・高津文人<sup>1</sup>・錦織達啓<sup>1</sup>・越川昌美<sup>1</sup>・高松武次郎<sup>1</sup>・林 誠二<sup>1</sup>

<sup>1</sup>国立環境研究所・<sup>2</sup>埼玉県環境科学国際センター

窒素飽和とは、水源となる森林が窒素過剰状態に陥り、溪流へのNO<sub>3</sub><sup>-</sup>流出量が増大する問題である。結果として、水源水質の劣化や湖沼の富栄養化が生じる可能性もある。茨城県筑波山は、1980年代から窒素飽和状態にあるとされ、現在も溪流水のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度は高い。このような窒素飽和状態が持続している森林において、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>流出量の時間的変化を調べ、さらに森林管理の現状を把握することは、今後の窒素飽和対策や下流域の水質予測を行う上で重要と考える。

我々が、筑波山にある67.5haの森林集水域において、現在と1980年代の水質データを比較した結果、林外雨の無機態窒素濃度は漸減していたものの、平水時の溪流水中NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度は上昇していた。従って、筑波山の森林生態系内には多量のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が蓄積していると考えられた。また、平水時の溪流水中NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度が2mgNL<sup>-1</sup>を超えた地点の上流には、スギとヒノキの壮齢林が存在し、それらは全て相対幹距が16%以下の過密林分であった。そのため今後、皆伐や強度間伐によって多量のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が溪流水に流出する可能性があり、適切な森林管理手法の構築が必要と考えられた。

## H07 本業を通じた社会的課題への挑戦-中越パルプ工業「竹紙」「里山物語」

西村 修

中越パルプ工業株式会社

中越パルプ工業(株)は、産業用紙から印刷用紙まで生産販売する総合紙パルプメーカーです。年間約100万BDT(絶乾トン)の木材チップを扱います。今回は、当社の本業を通じた社会的課題への取り組み「竹紙」「里山物語」をご紹介します。

「竹紙」の取り組みは1998年より始めました。全国に広がる放置竹林の問題は、現代では使われる事が少ない竹を大量に使うことこそが、最大の解決策です。木材に比べて効率の悪い竹を試行錯誤の末、日本で唯一マスプロ製品として紙にしています。未利用資源である国産竹2万トン/年を越える集荷は、日本最大の活用事例でしょう。

もう1つは2009年から始めた「里山物語」という仕組みの紙です。クレジット方式を用いて、100%間伐材の紙と同じ効果を生み、間伐材が最大限に活用されています。証明書付き間伐材3万3000BDT/年は、製紙業界で最大の集荷量です。また、紙代金に含まれる寄付金が、里山に精通したNPO法人を通じて里山へ還元されています。

これらは、森林、里山、生物多様性保全や、地域経済への貢献が評価されているが、より効果がある持続的な取り組みとなるよう議論したいと思います。

## I02 由良川流域における土地利用形態が水質に与える影響：鉄と硝酸態窒素からの考察

日高 渉<sup>1</sup>・福島慶太郎<sup>2</sup>・向 昌宏<sup>2</sup>・西岡裕平<sup>2</sup>・福崎康司<sup>1</sup>・大槻あすさ<sup>1</sup>・鈴木伸弥<sup>1</sup>・吉岡崇仁<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター

生態系サービスを意識した流域管理を考える際、河川水質を把握し、物質を介した森川海のつながりを明らかにすることが重要である。本研究では、京都府北部の由良川流域を対象とし、河口沿岸域における一次生産の養分物質として重要な溶存鉄と硝酸、ならびに溶存鉄の挙動に影響を与える腐植物質の空間分布に着目し、土地利用形態との関係を解析した。

鉄・硝酸・腐植物質とも、森林域で平均濃度が低く、小集水域間のばらつきが大きかった。集水域が大きくなると平均化され低濃度で安定した。下流に向かって農耕地や市街地の面積率が高くなるにつれて濃度が上昇し、森林以外の土地利用が河川への負荷源として大きく影響することが分かった。ただし溶存鉄は河口域で濃度低下が見られ、腐植物質・硝酸と異なる濃度変化を示した。塩分濃度の上昇により腐植鉄錯体の解離反応が進行した可能性が考えられる。従来、腐植鉄錯体の供給源として森林の重要性が指摘されている。しかし、今回の結果では、溶存鉄の森林以外からの供給と、河口域での濃度低下が確認された。従って、溶存鉄の挙動に影響する腐植物質の土地利用形態ごとの質評価が重要であると考えられた。

### I03 森林資源に対する住民意識：由良川流域および仁淀川流域をケーススタディとして

大川智船<sup>1</sup>・柴田昌三<sup>1</sup>・佐藤真行<sup>2</sup>・野瀬光弘<sup>3</sup>・長谷川尚史<sup>1</sup>・吉岡崇仁<sup>4</sup>

<sup>1</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>2</sup>神戸大学大学院人間発達環境学研究所・<sup>3</sup>総合地球環境学研究所・<sup>4</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター

流域に暮らす多様な属性の人々が森林資源に対して抱く意識や価値観について、京大フィールド研『本文化プロジェクト』が行ったアンケートの結果を報告する。対象流域は、由良川流域（京都府）および仁淀川流域（高知県）である。プロジェクトでは両流域に於いて、各流域の上・中・下流の居住者を対象とした「流域の森林利用に関する意識調査」と、各流域の最上流部に位置する美山町および仁淀川町の山林所有者を対象とした「森と暮らしに関するアンケート」を実施した。その結果、(1) 国産材の有力な消費者となりうる流域住民は国産材に対して一定のプレミアムを感じておりその利用に対して前向きな姿勢であること、(2) 山林所有者の多くが資金と労働力不足による山林の管理不足を十分認識しつつも本来は可能な限り山林を有効活用したいと考えていること、が明らかになった。このことは、国産材の消費と生産に関わる両サイドの意識が共にその利用拡大に向けられていることを示唆しており、今後の森づくりの一つの方向性を示している。本発表では、流域住民の森林資源に対する意識を整理すると共に、それらの意識に基づく今後の森林管理の在り方についても議論する。

### I05 生態系サービスの市場化を通じた流域管理—アメリカにおける水質取引制度を中心に—

中山琢夫<sup>1,5</sup>・田内裕之<sup>4</sup>・吉田貴紘<sup>4</sup>・鈴木保志<sup>3</sup>・垂水亜紀<sup>2</sup>・北原文章<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JST-RISTEX プロジェクト研究員・<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>3</sup>高知大学農学部・<sup>4</sup>森林総合研究所・<sup>5</sup>同志社大学大学院総合政策科学研究科

水資源は、上流域の森林の生態系が生産する、重要な生態系サービスの一つである。このサービスの受益者は、上流の地域内に留まらず、下流域で暮らす人達にも及んでいるから、上流域におけるサービスの生産に貢献する活動に対して、これを受益している下流域は、しかるべき対価を支払うことで、流域全体が管理されることが望ましい。

生態系サービスの生産に対する支払いには、政府主導の税・補助金型の経済的手法のほかに、民間主導の市場が貢献できることも、明らかとなってきた。その一つの手法は、生態系サービスに対して、取引可能なクレジットを設け、新しい市場をつくることである。市場ベースのアプローチは、柔軟性に富み、費用対効果も高いと言われている。

生態系サービスの市場のひとつとして、水質を基準とした、水質取引が注目されている。2006年に、アメリカ環境保護局（EPA）と農務省（USDA）によって共同体制が確立された、成長的水質取引市場は、農家や森林地主などが参加する市場として、全米に拡がりを見せている。

こうした、市場ベースの取引は、生態系サービス生産に対するインセンティブ・ベースの制度であり、流域の管理に有効である。

### I04 生態系・コストモデルによるバイオマス利用と生態系サービスの定量的アセスメント

大場 真

名古屋大学エコトピア科学研究所

地域持続性や環境問題を考える上で森林生態系サービスの評価は欠かせないが、統合評価のためのフレームワークが開発途上であるという問題を抱えている。本発表では間伐シナリオや伐期などを自由に設定できる森林生態系物質循環モデル BGC-ES を紹介し、このモデルを用いた広域における森林生態系サービス定量評価を、伊勢湾流域圏をケースとして紹介する。その中で人工林の積極的な管理は、特に炭素循環に強く影響することが示された。次に、伊勢湾流域圏の愛知県豊田市民有林を例に、様々な森林管理シナリオにおける同様の推定とその実施に必用な資源投入（コスト、労働力、土地）を解析した研究を紹介する。この際、最近提唱されたライフサイクルアセスメントを持続性評価のために修正した占有時間指標を用い、各シナリオ評価を行った。管理が主に炭素蓄積へ効果を持つことが再び示されたが、資源投入を考慮するとその効果が低減された。維持が困難な人工林の天然林への転換や間伐材の有効利用（火力発電所における石炭代替混燃）などを行うことによって、現状維持より有効な持続可能性シナリオが占有時間指標より示唆された。

### J01 木質バイオマス発電の可能性と課題

久保山裕史

森林総合研究所

欧州では木質バイオマスエネルギーの80%以上が熱利用されている。筆者は、熱供給設備は中小規模でも85%以上と熱効率が高い上に、発電施設と比べて安価であり、経済性が高いためであることを指摘してきた。昨年7月に施行された固定価格買取制度の下で、林地残材等を燃料とするバイオマス電力の買取価格が32円/kWhに設定された結果、高い燃料価格を提示できるようになったため、各地で木質バイオマス発電の検討が進められつつあるところである。ただし、①20年の買い取り期間後も高い買取価格が維持されない場合、燃料買い取り価格を引き下げるか事業を中止するかを迫られる、②買い取り期間内であっても、発電プラント間の競合や、政府によるインフレ政策等によって燃料価格が高騰すれば採算が取れなくなる可能性がある、③化石燃料の輸入価格が上昇すると、熱利用の優位性（燃料購入価格）が高まるといった問題点が指摘できる。こうした問題を回避軽減するためには、燃料供給の低コスト化を進めるとともに、欧州の木質バイオマス発電の64%がそうであるように、熱電併給とし、エネルギーの有効活用を図るべきである。

## J02 熱 / 電力比率から見た木質バイオエネルギー

小池浩一郎

島根大学

木質バイオマスはそれ自体はマスであり、一種の燃料でしかない。エネルギーは使用価値としては熱、電力として消費される。電力は質の高いエネルギーであり単価は高いが、変換効率が低いため原料としてのバイオマスから見た収益性は低くなる。暖房・給湯用の比較的低温の熱エネルギーは、エネルギーとしての単価は安い、変換効率が高く、また変換装置が安価なことから供給コストも低く、ヨーロッパではこの点に着目して利用が進んでいる。熱利用の特徴として、オンサイトのエネルギー貯蔵が、水の比熱の大きさを利用して、きわめて低コストで可能なことがあげられる。この蓄熱装置を核としてヨーロッパの小規模熱利用機器は高度にメカトロなシステムとなっており、総合的にみて高いバイオマス利用効率が、低コストで達成可能となっている。バイオマス熱利用技術において我が国の機器の水準はバイオマス利用拡大の期待に応えられるレベルではない。東南アジアなどにおけるバイオマス発電の技術を見とシステムインテグレーションの観点からは総合的に低コスト高効率なものとなっている。我が国では利用技術の根底的イノベーションがもとめられると言えよう。

## J04 木質ペレット燃料の市場動向について

小島健一郎

ペレットクラブ

わが国の木質バイオマス利用に関する政策としては、2012年7月にFIT（再生可能エネルギーの固定価格買取制度）が導入されたことによりバイオマス発電への期待が高まっている状況にある。しかしながら、現状のバイオマス発電においては排熱の利用が難しく、発電効率も20%台であるため、エネルギーの総合利用という観点からは、ストーブやボイラによるチップやペレットの利用といった熱利用も一方で非常に重要である。

ペレットに関しては、2000年以降、間伐材等の地域資源の有効利用、二酸化炭素の排出削減などを目的にペレット工場の導入が始まった。林野庁の統計によると2011年時点で全国に108工場が存在し、生産量は合計78,258トンとされる。また、ストーブの普及については、日本木質ペレット協会の調べにより2010年時点で累計13,553台（全国）とされている。ボイラについては詳しくわかっていない。いずれにしても、燃料工場や生産量の増加をもってペレット市場が順調に発展しているように考えられているが、市場の実態についてはよくわかっていない。

## J03 住宅の温熱環境と健康に関する先行研究レビュー

安村直樹

東京大学大学院農学生命科学研究科

森林バイオマスを住宅暖房に利用して、住民の健康増進に資することを目的として、住宅の温熱環境と健康に関する先行研究のレビューを行った。

北海道の冬の寒さをしのぐために1865年に函館でつくられたのがわが国の国産ストーブの始まりとされており、薪ストーブと健康の関わりは深い。そもそも戦前は内務省社会局、その後の厚生省が住宅行政を所管しており、健康増進は住宅の大事な一要素である。このほか、関東大震災からの復興を目的に設立され、公的住宅供給も行った財団法人同潤会の役員には医学出身者が迎えられていることも特筆される。1948年の建設省発足は、住宅行政が物に対する行政としての色彩を強め、福祉保健医療行政が住宅から遠のき、住宅と健康の研究にも影響する。

1951年、結核にかわって脳血管疾患が国死亡率首位となったことに関連して、薪ストーブや囲炉裏などの暖房方式の違いが血圧にもたらす影響など、住宅の温熱環境と健康に関連する研究が、条件の厳しい東北地方を中心に実施されてきている。

こうした戦後の先行研究を対象にレビューを行って、住民の健康増進、最終的には森林バイオマス利用拡大に寄与したい。

## J05 林地残材の収穫強度の違いがスギ林土壌の交換性塩基動態におよぼす影響

山田 毅<sup>1,3</sup>・平井敬三<sup>2</sup>・竹中千里<sup>3</sup>・天野智将<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科

森林バイオマスの利用が拡大し端材や枝条なども林外に持ち出されると、養分取奪による地力低下等が懸念される。そこで、強度な森林バイオマスの利用が土壌中の交換性塩基動態へ与える影響を明らかにするため、本研究では通常の幹材の収穫に加えて、端材や枝条などを含む林地残材の収穫を目的とした間伐を秋田県仙北市の48年生スギ人工林で行い、林地への初期影響を調べた。間伐時のバイオマス収穫強度の違いに合わせて、枝条等をすべて収穫する区（100%区）と枝条を残す対照区（0%区）を設けて、イオン交換樹脂バッグを両区の土壌（0、50cm深）に埋設し、交換性塩基量の収支を間伐前から間伐2年後まで約半年ごとに調べた。その結果、土壌への交換性塩基の流入量は、枝条除去した100%区で地温上昇に伴う有機物の分解促進により間伐後の半年間に多い傾向がみられた。それ以外の期間は、両区ほぼ同等ないしは0%区でやや高い傾向であったが、残存枝条が褐変した期間のカリウムは0%区で有意に多かった。一方流出量は100%区の方がいずれの期間も多い傾向を示し、枝条除去によって交換性塩基の流出が促進される可能性が示唆された。

## J06 日本国内のバイオマス利活用事例の分析から見る課題

相川高信<sup>1</sup>・浅田陽子<sup>1</sup>・小島健一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>三菱UFJリサーチ & コンサルティング・<sup>2</sup>ペレット・クラブ

バイオマスエネルギーについては、バイオマス・ニッポン総合戦略等により政策的に推進が行われてきたものの、ほとんどの事例は成果があがっていないとの指摘がある。したがって、今後の推進に当たっては、既存の利活用事例の分析により課題を適切に整理することが不可欠である。

そこで本報告では、バイオマス利用の形態として特に重要な熱利用について、平成24年度林野庁補助事業「木質バイオマスの効率的利用を図るための技術支援」等の一貫として実施した全国10ヶ所程度の事例調査に基づき、実態把握及び課題分析を行った。

その結果、コスト面での定量的な分析は、自治体を含む事業者がコスト開示に積極的ではないこと、エネルギー生産量や効率などのデータが取得・整理されていない場合が多く、困難であることが分かった。

技術面では、計画段階で、①経済性の検討が十分ではない、②熱需要の量・変動に合わせた適切な出力のボイラが導入されていない、③供給可能な燃料に合わせた適切なボイラが導入されていない、などの課題があった。

発表では、導入プロセスの各段階での課題を整理するとともに、課題解決のための方策についての提案を行う。

## J08 木質バイオマスエネルギーの地域導入過程に関する研究：岩手県紫波町を事例に

伊藤幸男<sup>1</sup>・稲葉陸太<sup>2</sup>・栗島英明<sup>3</sup>・森 亮祐<sup>1</sup>・及川弥里<sup>1</sup>

<sup>1</sup>岩手大学農学部・<sup>2</sup>国立環境研究所・<sup>3</sup>芝浦工業大学

木質バイオマスエネルギーは単なる化石燃料の代替だけではなく、地域経済や地域づくりの視点からも評価し捉えていくことが重要である。分析対象とした岩手県紫波町では、2000年以降、現町長の理念を反映した「循環型まちづくり」が実践されている。2001年に「循環型まちづくり条例」が制定され、それに基づき「環境・循環基本計画」が策定された。この計画では、(1)資源循環のまち、(2)環境創造のまち、(3)環境学習のまち、(4)交流と協力のまち、という4つの方針が示され、モノの循環だけではなく、環境学習等を通じた町民の環境への理解を深める地道な取り組みが行われてきた。モノの循環である資源循環の取り組みにおいては、(1)有機資源循環、(2)森林資源循環、(3)無機資源循環の3つがあり、木質バイオマスの利用は森林資源循環の中に位置づけられている。木質バイオマスエネルギーの導入は、単なるエネルギー視点ではなく、公的施設を町産材で建設し併せてペレットボイラーを導入、それへ町内産ペレットを供給するといった、一体的な資源循環の思想と仕組みによって実現している点が特徴となっている。

## J07 栃木県那須野が原地域における除染装置を備えた木質バイオマスガス化発電小型プラントの開発

有賀一広<sup>1</sup>・金築佳奈江<sup>2</sup>・金蔵法義<sup>2</sup>・宮沢 宏<sup>3</sup>・小出 勉<sup>4</sup>・松本義広<sup>5</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学・<sup>2</sup>那須野ヶ原土地改良区連合・<sup>3</sup>宮沢建設株式会社・<sup>4</sup>小出チップ工業有限会社・<sup>5</sup>松本興業株式会社

栃木県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。この施設ではこれまでRPS制度を利用してきたが、現在、FITへの申請を行っている。また、栃木県那須塩原市、那珂川町の製材所では、現在、木質バイオマス発電施設の整備が計画されている。今年度、那須塩原市に265kWが、来年度、那珂川町に2,000kWの発電施設が整備される予定である。一方、先の東日本大震災では、栃木県北部に位置する那須野ヶ原地域でも甚大な被害を受け、また、その後の放射能汚染による影響は大変深刻な状況である。森林の除染については、落葉等の堆積有機物、枝葉の除去や間伐など伐採による樹木の除去などが検討されているが、これらの除去物質を木質バイオマスとしてエネルギー利用することで、地域のエネルギー源確保に繋がる。現在、宮沢建設株式会社、那須野ヶ原土地改良区連合、小出チップ工業有限会社、松本興業株式会社、宇都宮大学からなる事業組合によって除染装置を備えた木質バイオマスガス化発電小型プラントの開発が実施されている。本発表ではその概要について報告する。

## J09 九州における木質バイオマス発電のための燃料生産の可能性について

寺岡行雄・佐藤政宗

鹿児島大学農学部

FIT制度導入後の未利用林地残材を用いた木質バイオマス発電の九州地域における動向について報告する。まず、発電出力、稼働時間を想定し、設備・運転コスト、使用燃料量等を既存の事例データをもとに推定することで、燃料買い取り支出可能金額を算出した。次に、未利用林地残材からの燃料生産コストを、土場までの搬出コスト、土場でのチップングコスト、発電プラントまで輸送コストに分けて算出した。さらに、鹿児島県内のある森林組合管内を対象として、皆伐実施面積とその空間分布を調べ、燃料チップ生産可能量を検討した。九州の大量のスギ生産量を背景とした未利用林地残材燃料に対する期待は大きい。発電事業のためには燃料生産コストの低減、乾燥施設の導入、皆伐面積の増加や九州内複数県からの燃料調達も検討課題として挙げられる。

## J10 温浴施設における薪ボイラーの導入が地域に与えた効果

垂水亜紀<sup>1</sup>・吉田貴統<sup>2</sup>・北原文章<sup>1</sup>・田内裕之<sup>1</sup>・中山琢夫<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>よど自然素材等活用研究会

2012年の材価下落や製紙パルプ業者の買取不振は、A材からC材まで出荷しようとする意欲ある林業関係者にとって大きな打撃となった。そのような状況下において、木質バイオマス需要は新たな切り札となりつつあるが、なかでもイニシャルコストやランニングコストがほとんどかからない薪の熱利用に注目が集まっている。本研究は、重油ボイラーを使用していた温浴施設が薪ボイラーに切り替えることによって、施設はもとより地域にどのような経済効果をもたらしたのかを試算することにより、薪の可能性について検証している。調査方法は薪の流通に関わる素材生産業者への聞き取り、薪の製造工程調査、薪ボイラーのボイラーマン作業調査、薪ボイラー製造会社への聞き取りである。

## K02 中学生を対象とした森林の育成と木材の生産に関する教材の開発

東原貴志<sup>1</sup>・小松康一<sup>1</sup>・中村浩士<sup>2</sup>

<sup>1</sup>上越教育大学・<sup>2</sup>上越市立大島中学校

平成24年度から中学校技術・家庭科技術分野において、生物育成に関する技術として新たに木材の生産について扱われるようになり、教科書においても森林の育成技術が取り上げられるようになった。木材の生産については、技術分野「A材料と加工に関する技術」で扱われる木材の特徴と利用方法、加工法と関連が深い。そこで、森林の育成から利用までの一連の流れを、枝打ちの実習や木材製品の製作実習、作物の栽培技術との比較を通して理解させることを目的とした木材の生産に関する指導計画を作成した。また、スギ林の手入れやスギの伐採に関する映像教材や、森林の育成技術と生徒が栽培している作物の栽培技術を比較する教材を作成した。授業実践の結果、枝打ちの意義については生徒から多くの意見を引き出すことができた。また、教室内に積み上げた板材は1ヶ月程度で乾燥が進み、木材の含水率の変化や、反りの発生を生徒に観察させることができた。一方で、生徒に森林の育成と作物の栽培に必要な作業の共通点、相違点を見出させることについては課題を残した。

## K01 杉並区エコスクールにおける木と森と建築に関する住環境学習プログラムの開発

藤野珠枝<sup>1</sup>・古賀誉章<sup>2</sup>・田中稲子<sup>3</sup>・村上美奈子<sup>4</sup>・望月悦子<sup>5</sup>・谷口新<sup>6</sup>・高口洋人<sup>7</sup>

<sup>1</sup>藤野アトリエ一級建築士事務所・<sup>2</sup>東京大学大学院工学系研究科・<sup>3</sup>横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院・<sup>4</sup>(株)計画工房・<sup>5</sup>千葉工業大学工学部・<sup>6</sup>大妻女子大学社会情報学部・<sup>7</sup>早稲田大学理工学術院

エコスクールとして建設された杉並区立小学校にて学校施設を利用した住環境学習プログラムづくりと教員による実践に取り組んできた筆者等が、2010年度より開始した6年生向けの木と森と建築（内装木質化）に関する住環境学習プログラム「木のパワーを探ろう！」の実践ならびに今後の展開について報告する。本プログラムは建物の「内装木質化」を身近に感じる木の良さ、地域、地球とより広い視野でとらえ、「室内環境」「周辺環境」「地域環境」「地球環境」と整理して理解し、6年生児童らが誰でも口にできる「地球温暖化」との関連や、現在十分に使える大きさに育っている人工林の木を伐採搬出して適切に使い、再び植えて育てることを理解することを目的としている。自分たちが学ぶ校舎を使って、建築という人工環境とその材料のひとつである木材が育つ森林という自然環境の総合学習を行うことで、当初は「学校の木製板の壁」がなぜエコなのかに関心がなく、的確な答えを持たなかった児童らの、プログラム終了後の気づきを報告する。

## K03 行政機関による森林環境学習支援の課題—山形県が実施した事例から—

大築和彦<sup>1</sup>・吉崎明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山形県森林研究研修センター・<sup>2</sup>山形県環境エネルギー部みどり自然課

山形県森林研究研修センターでは、森林をテーマにした環境学習を推進するため、プログラムの開発と教職員を対象にした研修を開催し、アンケートや意見交換により、プログラムの有効性や研修の進め方等を検証してきた。教職員を対象とした集合研修については、教育委員会の後援により学校教職10年経験者研修の特定テーマ選択研修とするなどにより勤めてきたが、森林環境学習の波及には至らなかった。アンケートでその理由を確認したところ、学校での展開には個々に異なる森林環境への対応が必要になり、専門者のアドバイスが不可欠との意見が多かった。そこで、受講した教職員の要望に応じたフォローアップ体制として、学校に出前する個別研修を試行し検証を行った。さらに学校林を環境学習のフィールドとして利用する取組や、森林環境学習の推進をサポートする地域講師の育成を行うなど、新たな取組を開始した。これにより、異なる森林環境への対応と学校の要望に応じたプログラムの提供が可能となり、結果として、教職員の森林の教育的効果に対する理解が得やすく、児童・生徒の森林環境学習機会の創出及び学校での森林環境学習の浸透に効果的と思われる。

## K04 森林ボランティア「里山守り隊活動」をとおしての 高校教育

雨宮 永

愛知県立猿投農林高等学校

愛知県豊田市は、少子高齢化の時代背景をもとに「行政主体から市民主体へ」をテーマに各地区でまちづくりを推進している。本校の立地する猿投地区も「猿投地区まちづくり協議会」を組織し、市民と行政の「協働」を進める体制を整え、市民の手による住みやすいまちづくりに取り組んでいる。本校林産工芸科では、科目「課題研究」、「総合実習」や特別活動において、生徒と地元の下古屋自治体が協働し、荒廃した里山の復元に取り組んでいる。平成25年度から完全実施される新学習指導要領においては、学校での学びを自らの将来につなげ、社会への移行が円滑に行われるよう、キャリア教育の充実が求められている。「里山復元プロジェクト」は、日頃の学習が社会でどのように役に立つのかを実践できる有意義な活動であるとともに、地域の方との交流を通じたコミュニケーション能力の向上、ボランティア精神、地域への愛着心等を醸成することができ、キャリア教育の面からみてもその効果は大きい。新学習指導要領の趣旨を実現するため、学校での学びを具現化し、「働くこと」への意識を高めるとともに、地域の方との協働による里山づくりをさらに活性化させる方策を模索する。

## K06 林業教育から見たドイツにおける学校教育制度の整理

寺下太郎

愛媛大学農学部

日本でも森林・林業の再生に向けて、人材育成についての議論が盛んになり、その先行事例ともいえるドイツの林業教育の実態についても個別の事例調査が行われている。しかし、ドイツでは10歳、日本でいえば小学校4年の段階だが、その時点で進路を選択し、それに伴い、その後の教育課程が大きく変わる。また、林業に関する専門教育も、複数の進路が存在する。となると、複数の進路を持つドイツ教育制度を、多様な個人を育てる教育システムとして俯瞰し、その中に改めて林業教育を位置づける必要がある。また、このいわゆるドイツ的な職業教育は、国際化の中で孤立することなく、特にEUの枠組みの中で、大きく変化しているが、それらの情報は林業教育の視点からは必ずしも追いついていないと言いが難い。本報告ではドイツの学校教育と職業教育の制度を整理し、その上で、理論と実践とが相互補完する（社会）システムを考察する切り口を提示する。

## K05 森林教育の林業体験活動における間伐体験の構造

大石康彦<sup>1</sup>・井倉洋二<sup>2</sup>・小林 修<sup>3</sup>・石井克佳<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>2</sup>鹿児島大学農学部・<sup>3</sup>愛媛大学農学部・<sup>4</sup>筑波大学附属坂戸高等学校

林業体験活動は、狭義には森林を育成して木材を生産する林業の諸作業を体験する活動であり、林業普及活動として取り組まれてきた面がある。一方で、野外教育や環境教育の一環として取り組まれる例もあり、林業体験活動には教育活動として幅広い可能性があると考えられる。本研究は、林業体験活動の一典型である間伐体験活動の構造を明らかにし、森林教育における林業体験活動の意味をとらえ直すことを目的とした。2002～2011年に行われた6事例のビデオ記録を分析した結果、以下のことが明らかになった。間伐体験活動の中核である伐倒作業では、22本が1～8人により5分1秒～29分33秒かけて伐倒されていた。間伐体験活動全体の基本構造は「往路-説明-準備-伐倒-玉切り-搬出-帰路」であったが、切り捨て間伐として玉切りと搬出を省略した例、玉切りに代え円板を採取した例、搬出後に間伐材の利用活動を行った例など、活動全体の規模や内容の調整が行われていた。活動の各部分においては、体験者と指導者や体験仲間との間に支援や協力関係がみられた。体験者の間伐対象木に対する態度は一般に攻略的であったが、樹木の生命を意識し苦悩する例もみられた。

## K07 森林教育における時間の重要性

中島 皇

京都大学フィールド科学教育研究センター

森林には現代社会に生きる我々とはかなり異なった時間が流れている。頭ではこのことを理解していても、現実の感覚を持っている現代人は多くはなく、人工的な物に囲まれている人たちはともすれば忘れてしまう。特に森の時間を経験したことのない若者や子供達にとっては、どうしようもない経験不足・実感不足を引き起こしていると考えられる。

日本では高度成長期から人々の身近にある「自然」がどんどん失われていった。開発の名の下に人力だけではなく機械力・化学力・原子力等を使って大きく改変され、「環境」が大きな影響を受け続けている。一方、都市に住み、便利で快適な暮らしに慣れてしまった人間は、経済性や効率性の追究のみが是であるような錯覚に陥り、局所最適化ばかりに気をとられた社会が出来上がった。自然の法則や人間の限界など基本中の基本が忘れ去られている。

大学演習林を管理・運営している経験から、社会教育の場としての森林の大切さを伝える方法を考えているが、今回は実体験と同様に重要な要素であると思われる「森の時間」を問題提起をしてみたい。

連絡先：中島皇 tnakashi@kais.kyoto-u.ac.jp

## K08 森林関連学科所属学生の林業に対する意識とその変化

田崎淳子<sup>1</sup>・比屋根哲<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岩手大学農学部・<sup>2</sup>岩手大学大学院連合農学研究科

本研究は、全国の大学の森林関連学科に所属する学生を対象に、林業に対する過去および現在の意識について明らかにするとともに、大学で学ぶ中でどのように林業に対する意識が変化したか、また変化を促した要因は何か等について検討した。調査は、被験者の属性、大学入学前の林業に対するイメージとイメージを持つようになったきっかけ、大学入学後の林業に対する意識の変化と意識に影響を及ぼした要因等について、主として記述式によるアンケート調査により実施した。得られた回答は記述回答を含めて電子データ化し、回答内容からいくつかのグループに分けて、それぞれのグループにおける回答結果の特徴について分析した。

約600名分のアンケートデータを分析した結果、入学前に林業に対して肯定的なイメージを持っていた学生は伐採や植林の体験を家族と一緒にしている場合が多いこと。また、大学入学後に林業に対するイメージが変化しきつかけには、森林計画や計測・造林等の実習、社会科学系の講義時の体験のほか、ガイダンスや概論の講義等、林業の姿を全体として把握できる講義等による体験の影響が比較的大きなウエイトを占めたこと、等が明らかになった。

## K10 知的障害者との森林体験活動の企画・立案に求められる条件—障害者施設での実践への施設職員からの評価を基に—

佐藤孝弘・棚橋生子

北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場

本研究では、知的障害者（以下、利用者）のための森林活動の企画・立案に求められる諸条件を考察するため、1)利用者との森林活動に対する職員の評価への多変量解析（因子分析）の適用、2)評価での自由記載へのテキストマイニングの適用を試みた。

因子分析からは5因子（因子1：活動の活気、因子2：障害の重い人の参加、因子3：準備・計画、因子4：体験の新規性、因子5：動植物とのふれあい）が抽出された。特に、因子1、2は寄与率が大きく、活動策定時に重視される事柄と考えられた。また、テキストマイニングの適用結果から、職員の意見は「利用者の様子」、「森林への印象」、「教材への意見」、「職員自身の活動への感想」に分けられた。これらのうち利用者の様子では、活動の雰囲気（利用者が楽しんでたか）、実感（理解のしやすさ・体験の重要性）、新しい経験（新規性の高い体験）がキーワードとして見出し、こうした点に留意した活動づくりが求められる。

以上より、利用者のための森林活動の企画・立案では、安全確保を基本に、利用者の興味関心を踏まえ、参加機会の公平性を念頭においた活動づくりを進めることが重要と考えられた。

## K09 地域再生をめざした博物館を核とする地域資源ナレッジマネジメントに関する研究：アンケートによる中学校総合学習の効果測定

青柳かつら

北海道開拓記念館

環境意識向上と地域づくりへの参画を目的とする中学校総合学習に効果が得られ、その効果が持続しているかを調べるために、アンケート調査と学級担任へのヒアリングを行った。まず、ベオグレード憲章の環境教育6目標をもとに環境意識の評価指標を作成し、中学生の学習直後と学習5~7ヶ月後の環境意識を計測して平均値を比較した。その結果、「技能」等の一部が向上する傾向が見られたが、「気づき」「知識」「態度」「技能」が有意に低下していた。次に、同憲章を応用して地域づくりへの参画意識の評価指標を作成し、指導者の学習前後の地域づくりへの参画意識を計測して平均値を比較した。その結果、「気づき」「知識」「態度」が有意に向上していた。最後に、ヒアリングでは、学級担任は、生徒が直接の体験から具体的な自然の知識を得た点や、生徒と地域の繋がりができた点に、学習効果を認めていた。一方、事前・事後学習の不足に課題を感じていた。以上より、同総合学習は、生徒の「技能」の向上、指導者の「気づき」「知識」「態度」の向上に効果があり、学習効果の持続には、生徒の事後の自主学習を支援する地域の人材・機関の継続的な協力が重要であると結論した。

## K11 障害者の就業機会創出に果たす森林ESDの役割

小林 修

愛媛大農

従来から、日本における障害者の就業先が限られている中で、近年特にこれまで障害者が就業者として多数を占めていた業種に健常者が多く流入してきており、障害者の就業機会がますます狭まってきている。一方、障害者の中には、これまで主な就業先とされてきた業種を超えて積極的に働きたいという意欲のある人もいる。私は、2001年より視覚障害者団体「視覚障害児（者）親の会」とともに、視覚障害者が学習者として参加できる森林ESDプログラムと視覚障害者を指導者（視覚障害森林ESD指導者）として起用する森林ESDプログラムの両方を開発してきた。本発表では、これまでの知見から得られた障害者の特長について考察し、その特徴を生かした森林ESDが障害者の新たな活躍の場を創出する可能性について言及する。また、視覚障害者が指導者として活躍する森林ESDが持つ現代的な意義についても報告する。さらに、視覚障害森林ESD指導者の就業体系や経済的な側面についても分析し、森林ESDの就業先としての可能性について検討した結果を報告する。



## K12 自然学校が農山村の地域づくりに及ぼす影響

井倉洋二・福元豪士

鹿児島大学農学部

教育活動をベースにしなが、地域の資源を活かし、新たな価値を創造し、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社会をつかっていく一連の活動や組織を「自然学校」と呼ぶ。本報告では、宮崎県五ヶ瀬町の「五ヶ瀬自然学校」を事例に、自然学校が農山村の地域づくりにどのような影響を与えているかを考察する。NPO法人五ヶ瀬自然学校は、平成16年に設立され、地域の豊かな自然・資源や基幹産業の農林業を活かした地域活性化を推進している。職員は理事長を含め6名、うち町外からの移住者が4名である。自然学校が取り組んでいる①放課後子ども教室「五ヶ瀬風の子自然学校」事業、②山の幸特産品でふるさと再生事業、③伝統芸能・お祭りでふるさと再生事業、の3つを対象に、事業に関係するステークホルダーとなる地域住民から聞き取り調査を行った。聞き取り調査の結果、地域住民の多くは自然学校の事業に対して肯定的な評価をしており、地域になくてはならない存在になっていると評価していた。また、地域資源を活かして地域の問題を解決する自然学校の取組に住民が学び、自ら地域づくりに取り組む姿勢がみられるようになったことが伺えた。

## L01 スギ次世代化に向けた材質形質の遺伝性評価

井城泰一<sup>1</sup>・三嶋賢太郎<sup>1</sup>・石栗 太<sup>3</sup>・平岡裕一郎<sup>1</sup>・三浦真弘<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>九州大学・<sup>3</sup>宇都宮大学

森林総合研究所林木育種センターでは、スギの次世代化に向けて優良な第1世代精英樹を交配し設計されている育種集団林を用いて、成長および材質の評価を進めている。スギは、ヤング率が他の針葉樹と比べ低く、また個体間のバラツキが比較的大きいことが利用上の問題となっている。このため、スギの次世代化にむけた取り組みの中で、ヤング率の向上は大きな目標の一つになっている。次世代化を進めるためには、狭義の遺伝率の推定や育種価による家系や個体の評価は必須であるが、これまでのスギ材質の育種の研究では、クローンを用いて、クローン間差、反復率（広義の遺伝率）や遺伝子型と環境の交互作用などを検討した報告しかない。そこで、育種集団林やフルダイアレルで設計された試験地において、ヤング率と相関関係にある応力波伝播速度や動的ヤング率、曲げヤング率などを測定し、狭義の遺伝率の推定や育種価による家系や個体評価を行った。応力波伝播速度、動的ヤング率および曲げヤング率における狭義の遺伝率は総じて高い傾向にあり、遺伝的形質であると考えられた。ここでは、これらの結果に基づき、スギ材質の次世代化に向けた取り組みを報告する。

## K13 岩手県住田町の自然を活用したコミュニティ形成支援活動

山本清龍

岩手大学農学部

東日本大震災後の復興にむけてコミュニティの維持、形成は重要な課題の一つである。そこで、海に対する恐怖心を生起させないこと、被災した家屋を目の当たりにしないで済むこと、子どもたちを含め被災者が野外で運動、活動できる場が多くあること、自然空間が初めて会う人同士の会話の話題、きっかけを提供できることを理由に、岩手県の内陸部に位置する住田町の自然を活用して活動を展開することとした。活動は、住田町内で活動をする「すみた森の案内人組合」の活動と歩調を合わせた。2012年の活動では「春の散策イベント」の開催支援、の岩手県沿岸部被災小学校の宿泊研修の支援、秋の種山ウォーキングの開催支援等を実施した。住田町の復興支援活動の1年目は大学と地域の関係構築にも力点を置いて活動を展開してきた。その点では一定の成果があったと考えられるが、イベントに対する被災者の参加が少ないこと、現時点では研究意図を排除して活動を展開してことなど、活動の意義、効果については検証する必要がある。また、意味ある復興支援とするためにも森林科学や（環境）教育学、造園学など幅広い研究者、活動家が参加できる枠組みについても検討する必要がある。

## L02 材質育種効率化に向けた各種木材材質の簡易迅速評価手法の開発

藤本高明

鳥取大学農学部生物資源環境学科

遺伝率等の各種遺伝パラメータを推定する際、できる限り多くの個体データを収集することが望ましい。木材の各種材質の評価は、一般に煩雑で多くの時間と労力を必要とするため、これまで多くの個体を対象にすることが難しかった。材質育種を効率的に進めるためには、短時間に多くの試料の分析が可能な迅速性に富んだ評価手法の開発が必要となる。

近赤外領域（800-2500 nm）の電磁波を用いた分光分析法は、有機系材料の非破壊計測方法として、近年、食品、医療分野等において広く応用されている。同法は、試料の特別な前処理を必要とせず、非破壊かつ非接触で多くの光学情報を計測可能であることから、上記問題の解決につながると期待できる。既往の研究から、同法により木材の含有成分量、含水率、密度等の各種材質形質を精度よく推定できることが示されてきた。

本発表では、近赤外分光法を応用した木材の材質評価について概説するとともに、同法の林木育種事業への適応可能性について報告する。

## L03 熱帯材の材質育種

石栗 太<sup>1</sup>・牧野和子<sup>1</sup>・高島有哉<sup>1</sup>・相蘇春菜<sup>1</sup>・飯塚和也<sup>1</sup>・横田信三<sup>1</sup>・吉澤伸夫<sup>1</sup>・Imam, Wahyudi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学農学部・<sup>2</sup>ポゴール農科大学林学部

これまでに、インドネシアにおいて15種 (*Acacia mangium*、*Agathis* sp.、*Azadirachta excelsa*、*Eucalyptus alba*、*E. urophylla*、*Falcataria moluccana*、*Pericopsis mooniana*、*Peronema canescens*、*Pinus merkusii*、*Shorea acuminatisima*、*S. macrophylla*、*S. leprosula*、*S. johorensis*、*S. parvifolia* および *Tectona grandis*) およびタイにおいて1種 (*E. camaldulensis*) を対象として、組織構造および木材性質の樹幹内および個体間変動に関する調査を進めてきた。得られた結果から、造林木の成長と組織構造および木材性質の関係、木部成熟のパターン（直径成長依存または形成層齢依存）と肥大成長速度の関係などについて考察してきた。本発表では、これまでに得られた知見から、熱帯樹種における材質育種の可能性について報告する。

## L04 スギ早期選抜にむけた EST 情報の収集と網羅的発現解析

三嶋賢太郎<sup>1</sup>・井城泰一<sup>1</sup>・藤原 健<sup>2</sup>・黒田克史<sup>2</sup>・渡辺敦史<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>九州大学

材質品質は針葉樹の育種を進めていく上で最も重要な目標の一つであるため、森林総合研究所林木育種センターではスギ精英樹の材質に関わる諸形質を順次評価している。さらに、ゲノム情報を利用したマーカーや遺伝子そのものを利用した早期選抜手法についてもアプローチしている。現在このプロジェクトは、マーカー選抜やゲノムプロジェクトを含めた育種年限の短縮を最終目標として、複数機関と連携して進行中である。我が国における最重要樹種であるスギの材形成関連遺伝子の集積は十分でなく、材質の早期選抜を行うためにはゲノム情報の基盤整備を行う必要がある。従って、森林総合研究所林木育種センターでは、材質の評価済みの数クローンを選び、材形成を担う形成層帯を中心とした部位から時系列に沿ってサンプリングを行い、形成層部位特異的 cDNA ライブラリーの作成および発現遺伝子の時系列プロファイルを行うことによって、ゲノム情報の基盤整備を進めている。本報告では、これらの過程で得られた知見を報告させて頂く。

## M01 青森県におけるマツ材線虫病の現状と対応

木村公樹

青森県産業技術センター林業研究所

青森県には、マツノマダラカミキリは生息していないと考えられていたが、1979年の岩手県でのマツ材線虫病被害確認を受け、青森県内の媒介昆虫の侵入・生息状況を監視するため、1980年から誘引トラップなどによるモニタリング調査を開始した。調査開始から15年目の1995年に秋田県境に近い旧岩崎村大間越地区で初めてマツノマダラカミキリが捕獲された。その後の1999年からは、ほぼ毎年捕獲されるようになったほか、田子町、弘前市、野辺地町でも捕獲実績があった。2004年、県境から秋田県側250m地点での被害発生を受け、県内への被害拡大防止のため、幅2kmの防除帯（マツ生立木を排除した区域）が2箇所設置された。しかし、2011年に大間越地区のマツ林において、自然感染と思われるマツ材線虫病被害木が2本発見された。これらは直ちに駆除され、その後新たな被害木は確認されていない。マツ材線虫病被害の最前線である青森県では、被害の侵入拡大を防止するための各種対策を講じているところである。しかし、秋田県の被害地の北上や地球温暖化の影響などにより、被害の侵入・拡大の危険性は高まっており、今後も被害木の早期発見と適時的確な取組が重要と考えられる。

## M02 岩手県のマツ材線虫病最前線

小澤洋一

岩手県林業技術センター

1979年に岩手県南部で初めてマツ材線虫病が確認されて以後、同病の被害は北上盆地を中心とする内陸部と沿岸南部を中心に拡大した。

内陸部の被害は北上盆地を北上し、35年を経て盛岡市中南部に到達している。もう一方の被害地域である沿岸南部では、1986年に陸前高田市で初確認されて以後、約30年間、同市の北隣に位置する大船渡市にとどまっている。

内陸部ではここ数年間被害地域の拡大が続いており、その要因の一つとして、被害先端地域の南側（紫波町）でのマツ材線虫病の激害化が関連していると考えられる。同地域の激害化は、2005年の雪害、2007年マツカレハの大発生、2010年から2012年にかけての夏の高温という、被害拡大の危険因子とされるイベントが重複して発生したことが原因であると推定される。

有効積算温量に基きマツノマダラカミキリの分布可能域を推定すると、盛岡市北部、滝沢村等にも被害が拡大する可能性が示唆されている。

### M03 材線虫病激害林における最も被害の激しい年のマツノマダラカミキリ成虫密度と性比の季節変化

杉本博之<sup>1</sup>・富樫一巳<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山口県農林総合技術センター・<sup>2</sup>東京大学農学生命科学研究科

マツノマダラカミキリ（以下カミキリと略記）はマツ材線虫病を伝播するため、カミキリ成虫密度はマツ林での本病の流行に大きく関係する。このため、私たちは誘引物を含まない粘着剤付スクリーン・トラップ（1×1 m）（以下トラップと略記）を用いて成虫の密度推定を試みている。ここでは、材線虫病激害林における2011年と2012年の捕獲成虫密度と性比に及ぼす高さと季節的な影響を明らかにするために野外実験と枯死木の脱出孔調査を行った。

調査林分の生立木は2012年の秋に全て枯れた。2012年の脱出成虫密度は2011年の2.6倍に増加した。2012年の6・7月の成虫捕獲密度/日/トラップは2011年より高く、林冠内で3.72倍、林冠下で8.35倍に増加した。捕獲密度は成虫の活動性を反映するので、2年間の捕獲密度の高い比率は成虫の活動性の増加を示唆した。2011年は季節的に雄に偏った性比から1:1に変化した。これに対して2012年は雄に偏った性比から雌に偏った性比に変化した。

### M05 マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの種間競争がマツノマダラカミキリムシへの乗り移りに及ぼす影響

廖 思米・富樫一巳・後藤聡美

東京大学大学院農学生命科学研究科

マツノザイセンチュウ（ザイセン、Bx）とニセマツノザイセンチュウ（ニセマツ、Bm）の個体数比が媒介昆虫に保持される線虫種と個体数に及ぼす影響を明らかにするために、青変菌 *Ophiostoma minus* を繁殖させたアカマツ小丸太に、雑種崩壊する2種線虫の個体数比だけを変えて（7区）マツノマダラカミキリ幼虫とともに接種した。各区の繰り返しは17であった。成虫が脱出するとすぐに、成虫と人工蛹室壁から線虫を分離し、それらを数えてから、rDNAの遺伝子型を調べた。実験期間中に95頭の成虫が脱出した。脱出直後の蛹室壁に残った線虫数と材内で生産された線虫総数は区間で有意な差があったが、成虫体に伝播された線虫数は区間で差がなかった。生産された線虫総数が多いほど、成虫に移った線虫数は増加したが、その増加率に区間の差があった。成虫体内のBx/Bx頻度は初期のザイセンの割合が0.9、0.7、0.5である時、約0.9であったが、0.3と0.1である時、約0.1であった。成虫体内のBm/Bm頻度はその逆であった。材から成虫体へ移るBx遺伝子の平均頻度はザイセンの初期割合が0.5の時最大であった（0.8）。

### M04 マツノマダラカミキリ台湾産亜種の随意休眠とその誘起を阻害する生態学的要因

富樫一巳

東京大学大学院農学生命科学研究科

台湾産マツノマダラカミキリを飼育して休眠の性質を調べた。孵化幼虫を97本のアカマツ小丸太（長さ20 cm、平均直径6 cm）と27本のアカマツ切枝（長さ15 cm、平均直径2 cm）に一頭ずつ接種し、25℃長日条件（16時間明期8時間暗期）で飼育した。その結果、小丸太から成虫49頭が脱出した。幼虫接種から成虫脱出までの平均期間は93日であった。成虫脱出のない小丸太を2群に分け、飼育開始の140日後にA群を10℃短日条件（16時間明期8時間暗期）に、B群をそれまでの条件に置いた。A群を142日後に25℃に戻したところ、平均43日後に成虫が脱出したが、25℃に357日間置いたB群は終齢幼虫のままであり、本亜種の随意休眠が確認され、58%の休眠率を示した。一方、切り枝から成虫20頭が脱出し、1頭が幼虫休眠に入った。このことから、利用可能な餌量の減少につれて非休眠率は高くなることが示された。次に、クロマツ小丸太（長さ15 cm、平均直径7 cm）に1または2頭の孵化幼虫を接種して25℃で飼育したところ、1頭飼育と2頭飼育の非休眠率は48%と78%となり、非休眠率が密度の影響を受けることが明らかになった。

### M06 ニセマツノザイセンチュウのLamiini族カミキリムシ4種への乗り移り

前原紀敏<sup>1</sup>・神崎菜摘<sup>2</sup>・相川拓也<sup>1</sup>・中村克典<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>森林総合研究所

第123回日本森林学会大会において、寒天培地を用いた人工蛹室でマツノザイセンチュウ近縁種群4種をLamiini族カミキリムシ4種と組み合わせ、線虫がカミキリムシに媒介されるための便乗ステージの出現頻度を指標に両者の親和性を調べて報告した。広葉樹由来の線虫（クワノザイセンチュウとタラノザイセンチュウ）及び *Bursaphelenchus doui* は広葉樹を利用するカミキリムシ（キボシカミキリとセンノカミキリ）及び広葉樹と針葉樹の両方を利用するピロウドカミキリの存在下で、一方、針葉樹由来の線虫（マツノザイセンチュウ）は針葉樹を利用するカミキリムシ（マツノマダラカミキリ）の存在下で多数の便乗ステージが出現し、高い親和性を示した。本研究では、さらに針葉樹由来のニセマツノザイセンチュウのこれらカミキリムシ4種との親和性を調べた。その結果、ニセマツノザイセンチュウは、マツノザイセンチュウほどにはマツノマダラカミキリと高い親和性を示さなかった。

## M07 マツノザイセンチュウの病原性と媒介昆虫からの離脱率との関係

相川拓也<sup>1</sup>・小坂 肇<sup>2</sup>・富樫一巳<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

マツ材線虫病の病原体であるマツノザイセンチュウ（以後線虫と略す）の病原性（マツを枯らす能力）には大きな変異があり、マツに対して非常に強い病原性を示す個体群からほとんど示さない個体群まで存在する。マツを枯らすことのできない弱病原性線虫がマツ林内で個体群を維持できるのは、強病原性線虫とは違った生態的特徴を持っているためだと考えられる。本研究では線虫が媒介昆虫であるマツノマダラカミキリへ乗り移ってから離脱するまでの行動に着目し、線虫の病原性と離脱率（媒介昆虫から離脱した線虫の割合）との関係について調査した。その結果、病原性の弱い線虫は強い線虫と比べ、①マツノマダラカミキリの初期保持線虫数（マツノマダラカミキリ体内に保持されるマツノザイセンチュウの総数）が少なくなること、②マツノマダラカミキリの寿命が長くなること、③マツノマダラカミキリから離脱する線虫の割合が高くなることなどの特徴を持つことが示された。これらの結果から、病原性の弱い線虫は、媒介昆虫の寿命に影響を与えず離脱率を高めることによって個体群を維持している可能性が考えられた。

## M09 マツ材線虫病被害程度による樹皮下穿孔性昆虫及びそれに随伴する昆虫嗜好性線虫相の比較

清水 愛<sup>1</sup>・木村公樹<sup>2</sup>・田中龍聖<sup>3</sup>・福田健二<sup>1</sup>・神崎菜摘<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科・<sup>2</sup>青森県産業技術センター林業研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所

マツ材線虫病によってマツが大量に枯れると、林業生産や景観保全上の問題のみならず、マツ林を利用する生物相にも影響を与えると考えられる。そこで、被害状況の異なる林分において、マツの丸太トラップを用いて、マツを利用する樹皮下穿孔性昆虫とそれに随伴する昆虫嗜好性線虫相の比較を行った。調査は、マツ材線虫病被害の北限を挟んだ日本海側の海岸マツ林3ヶ所、青森県深浦町（被害未発生地）、秋田県八峰町（被害進行地）、および能代市（被害終息地）において行った。丸太トラップに穿孔した昆虫の頭数は、未発生地に比べて進行地、終息地で多く、マツ材線虫病によって枯死木が大量に発生することで樹皮下穿孔性昆虫類の生息場所が増え、昆虫の個体数が増加したことが示唆された。一方、昆虫から分離された昆虫嗜好性線虫は、線虫種によって傾向は異なったが、全体としては分離頭数、分離頻度とも調査地間で差は見られなかった。丸太から分離された線虫頭数は、終息地で未発生地、進行地よりも少なく、推定種数は終息地で最も多かった。これらのことは、枯れマツの大量発生による林分内の微環境（湿度、日射量など）が変化することに関係すると考えられた。

## M08 マツノマダラカミキリ虫体内における昆虫病原性線虫 *Steinernema carpocapsae* と共生細菌の消長に関する組織解剖学的観察

真宮靖治<sup>1</sup>・庄司次男<sup>2</sup>

<sup>1</sup>無・<sup>2</sup>無

【目的】昆虫病原性線虫 *Steinernema carpocapsae* はマツノマダラカミキリに対して高い致死効果をもつ。線虫感染後のマダラの発病と死亡経過を、線虫と共生細菌の虫体内での動態との関連で、組織解剖学的に検証する。【方法】マダラ幼虫および羽化脱出直後の成虫に対して線虫を接種した（1000頭/マダラ）。線虫接種後、経時的にマダラを採取・固定してパラフィンに包埋し、ミクロトームで切片を作製した。切片をサフラニンとファストグリーンで染色して光学顕微鏡で観察した。さらにこれらの切片を前報（123回大会）と同様な方法で走査型電子顕微鏡で観察した。【結果】線虫は口器および肛門から虫体内に侵入し、消化管を経て血体腔に入るという経路が推測された。接種後24時間で共生細菌は血体腔に確認され、48時間後には虫体内に広く分布していた。しかし気管内での分布は見られなかった。ほぼすべてのマダラは線虫接種48時間以内に死亡した。虫体内で感染態幼虫は第1世代成虫へと成育、つづいて第2世代成虫を経て新たな感染態幼虫が出現し、感染10日目以後にその比率は100%へと高まった。

## M10 マツノザイセンチュウ重要形質の遺伝様式

金子 彰<sup>1</sup>・新屋良治<sup>1,2,3</sup>・二井一禎<sup>1</sup>・竹内祐子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>日本学術振興会・<sup>3</sup>カリフォルニア工科大学

マツノザイセンチュウ（以下、線虫）が有する病原性関連形質として、病原性、増殖力、媒介昆虫への便乗力があげられるが、各形質を規定する責任遺伝子座は特定されておらず、その分子基盤には未解明な点が多い。本研究ではこれらの病原性関連形質に着目し、その背後に存在する分子基盤への理解を進めるため、線虫の交配実験及び形質評価を行い、各形質の遺伝様式を解析した。

OKD-1由来近交系（弱病）とS10由来近交系（強病）を親系統に供し、F2世代から20回の兄妹交配を経て作出した組み換え近交系（RIL）線虫17系統について、病原性関連形質を評価した。その結果、RILの病原性と増殖力は系統毎に異なる連続的な表現型値を示し、親系統とは異なる表現型へと変異していた。一方、便乗力はいずれかの親系統に近い不連続な表現型値を示し、便乗力を規定する大きな効果をもつ遺伝子座の存在が強く示唆された。また、病原性の強い系統は増殖力が高い傾向があり、両形質の高い相関が示された。他方、便乗力と増殖力、便乗力と病原性との間では相関関係が認められず、病原性及び増殖力と便乗力に関与する遺伝子座は互いに連鎖せずに遺伝することが示唆された。

## M11 クロマツ切り枝内におけるマツノザイセンチュウ分散型第4期幼虫の移動

秋庭満輝・佐橋憲生

森林総合研究所

マツ材線虫の病原体であるマツノザイセンチュウには増殖型と分散型の二つのステージがあるが、その中の分散型第4期幼虫（以下 J<sub>IV</sub>）のみがマツの樹体内に侵入する。侵入直後の J<sub>IV</sub> のマツ樹体内での移動・分散の様子を明らかにすることは、本病の発病メカニズムを解明するために重要である。そこで、クロマツの1年生切り枝にマツノマダラカミキリから分離した J<sub>IV</sub> または糸状菌上で増殖したマツノザイセンチュウ（以下 mixed）を接種し、25℃に静置して一定時間後に切り枝を通過した線虫数を計数した。接種後3日までの通過線虫数は J<sub>IV</sub> の方が mixed よりも少ない傾向であった。J<sub>IV</sub> を接種した枝では、接種1日後の通過線虫の中に成虫に脱皮途中の J<sub>IV</sub> が認められた。接種2日後の通過線虫の大部分が成虫であり、4日後に増殖型幼虫が出現した。J<sub>IV</sub> はマツに侵入後、移動を伴いながら成虫に脱皮し、侵入後4日以内に増殖を開始することが判明した。また、J<sub>IV</sub> と mixed とともに、切り枝を通過した雌成虫または増殖型幼虫は尾端に突起を持つものが多かった。

## M13 マツ材線虫病抵抗性クロマツと感受性クロマツの解剖学的比較

楠本 大<sup>1</sup>・平尾知士<sup>2</sup>・渡辺敦史<sup>3</sup>・山田利博<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学演習林・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>3</sup>九州大学大学院農学研究院

選抜育種された抵抗性クロマツにマツノザイセンチュウを接種しても枯死に至る割合が小さいが、その抵抗性メカニズムは明らかにされていない。そこで、抵抗性クロマツ（波方73号）と感受性クロマツ（瑞浪1号）の接ぎ木苗を解剖観察し、内部病徴の進展と宿主細胞の応答の差異を明らかにすることを目的とした。その結果、皮層樹脂道のダメージ進展は抵抗性クロマツと感受性クロマツで差がなかったが、皮層組織・形成層・木部柔組織での細胞破壊は抵抗性クロマツで進展が遅れ、結果として、線虫の増殖も抑制されていた。ダメージを受けた細胞では抵抗性・感受性ともに直ちに架橋結合型タンパク質の蓄積が起こったが、抵抗性クロマツではダメージの範囲が長期間小さく維持され、周囲でリグニン化が起っていた。抵抗性クロマツの抵抗性メカニズムとしては、構造的あるいはタンパク質レベルでの応答によって感染初期から細胞破壊の拡大が遅く、結果として、リグニン化等の強固な防御壁の形成が間に合い、そのことがさらに線虫の移動・増殖を抑制するものと考えられた。結論として、抵抗性には感染初期から細胞破壊を遅らせるメカニズムが重要であることが示唆された。

## M12 マツ材線虫病抵抗性クロマツにおける通水阻害進展過程

赤見亜衣<sup>1</sup>・楠本 大<sup>2</sup>・平尾知士<sup>3</sup>・渡辺敦史<sup>4</sup>・福田健二<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属田無演習林・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>九州大学大学院農学研究院

マツ材線虫病感受性マツの病徴進展は、前期と進展期に分けられる。前期には線虫の分散と樹脂道の破壊、柔細胞の変性が起こり、木部で部分的な通水阻害が発生する。進展期には、柔細胞の壊死、形成層の破壊が拡大し、通水阻害が木部全面に拡大して萎凋枯死に至る。本病に対する抵抗性マツの選抜が進められているが、個体間で抵抗性レベルに差があることが知られている。個体間の病徴進展の違いを明らかにすることで、抵抗性メカニズムに迫ることができる。そこで、抵抗性クロマツ2クローン（土佐清水63、大分8）と感受性クロマツ2クローン（鹿島2、双葉1）に強病原性線虫 S10 および弱病原性線虫 C14-5 を接種し、コンパクト MRI を用いて通水阻害進展過程の経時観察を行った。その結果、抵抗性マツは感受性マツと比較して通水阻害の拡大が緩やかに進行し、感受性マツの通水阻害が木部全面に広がる時期においても、通水阻害域が限定的であることがわかった。弱病原性線虫の接種では、いずれの個体の通水阻害も接種部付近のみであり、抵抗性および感受性マツ間で大きな差異はみられなかった。

## M14 乾燥下でマツノザイセンチュウに感染したクロマツ苗木の水利用および光合成特性の関係

矢崎健一<sup>1</sup>・小松雅史<sup>1</sup>・神崎菜摘<sup>1</sup>・高梨琢磨<sup>1</sup>・内海泰弘<sup>2</sup>・石田厚<sup>3</sup>・飛田博順<sup>1</sup>・北尾光俊<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>九州大学農学部附属演習林・<sup>3</sup>京都大学生態学研究センター

マツ材線虫病は感染木が乾燥条件にあると進行しやすいとされているが、その生理的メカニズムの解明のため、2年生クロマツの線虫接種苗で、灌水した個体（W処理）と水ストレス状態の個体（D処理）間で、水分生理特性および光合成特性の相互関係を調べた。その結果、病徴としての葉の黄変はD処理でより早く観察された。傾向として、日中の気孔コンダクタンス、木部の通水コンダクタンスが低下し、次いで水ポテンシャルが低下、その後葉が黄変した。葉の病徴発生直前における一年葉の光合成速度は、W、D処理とも初期に比べ低下しており、この低下はD処理で顕著だった。気孔コンダクタンスはD処理および接種木で低下傾向にあった。一方、最大光合成速度および炭酸固定速度は水分条件に関わらず、接種木で低下した。病徴発生時の各光合成特性値と樹体の水分特性値との相関は弱かった。従って、感染木においては、水ストレスで葉の黄変はより早期に起き、光合成機能もより低下するといえる。その一方、樹体の水分状態と光合成特性とが十分対応していないことから、感染によって水分生理の変化を介さない光合成機能への影響がある可能性が示唆された。

## M15 クロマツ実生苗におけるマツノザイセンチュウ抵抗性の発現に及ぼす光環境の影響

松永孝治・千吉良治・武津英太郎・倉原雄二・高橋 誠

森林総合研究所林木育種センター

クロマツのマツノザイセンチュウ（以下、線虫）に対する抵抗性の発現に及ぼす光環境の影響を明らかにするため、抵抗性の自然受粉4家系（波方ク-73、波方ク-37、志摩ク-64、田辺ク-54）と精英樹の自然受粉4家系（県川辺37、県南松浦112、県南高木102、県肝属39）の2年4ヶ月生の苗に線虫を接種して、その後の病徴進展を調べた。光条件は寒冷紗により3段階に変えた（被陰なし、50%被陰、80%被陰）。線虫はアイソレイトSC9を用い、各苗に5,000頭接種し、針葉の変色割合を隔週で調べた。全針葉が変色した苗を枯死とした。被陰なしでは接種4週後から苗が枯死し、接種8週後に枯死率は51%になった。50%被陰と80%被陰では、どちらも接種2週後から苗が枯死し、接種8週後にはそれぞれ88%と99%の苗が枯死した。抵抗性と精英樹の接種8週後の枯死率はそれぞれ、被陰なしで39%と63%、50%被陰で84%と94%、80%被陰で99%と100%であった。抵抗性マツであっても光条件の悪化で抵抗性の発現が阻害されること、被陰条件下でも抵抗性マツは精英樹より枯損しにくいことを示唆する結果となった。

## N01 アシウスギーブナ混交林におけるエタノールに誘引されたキクイムシ類

飯塚弘明<sup>1</sup>・後藤秀章<sup>2</sup>・山崎理正<sup>3</sup>・大澤直哉<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究科

京都大学芦生研究林においてブナから脱出するキクイムシ類と、エタノールに誘引されるキクイムシ類の捕獲方法による違いを調査した。ブナから脱出するキクイムシ類は2007年と2008年の5月から11月まで、樹幹上の穿入孔にチューブトラップを設置して、定期的にサンプリングした。同時に、3個の衝突板トラップを1.5mの高さに30m間隔で設置し20%エタノールを誘引剤に用い、2007年と2008年の5月から10月まで、約30日に一度の頻度で24時間サンプリングした。ブナにて10種844個体、エタノールトラップにて21種1152個体が捕獲された。ブナにて捕獲された10種の内、3種はブナを寄主とする報告がなかった。エタノールトラップにてのみ捕獲された14種の内、8種はブナを寄主とする報告がある種であった（e.g. 加辺1959, 1960; 野淵1984）。ブナにて捕獲されたキクイムシ類ではPlatypodini族が、エタノールトラップにて捕獲されたキクイムシ類ではXyleborini族とScolytoplatypodini族が優占し、エタノールに誘引される程度が族により異なる可能性が示唆された。

## M16 病徴発症初期のマツ成木におけるマツノザイセンチュウ検出のための部位別サンプリングデザイン

中林優季<sup>1</sup>・相川拓也<sup>2</sup>・松下通也<sup>1</sup>・星崎和彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>秋田県大・<sup>2</sup>森林総研東北

寒冷地では樹体内でのマツノザイセンチュウ密度のばらつきが大きいと、幹の胸高付近から採取した材片のみに基づく方法でのマツ材線虫病の診断が十分か検討する必要がある。また近年開発された本病の診断キットは、高感度で材線虫を検出できるが、成木を対象としての正確かつ効率的な現場での使用法の検討は不十分である。そこで本研究では、材片採取部位（枝と幹、緑葉枝と茶葉枝、幹の高さ）と、検出方法（ベルマン法と診断キット）の比較から、材線虫の効率的な検出のための材片サンプリングデザインについて検討した。秋田市海岸林にて、8~9月に針葉変色が始まったマツ成木4本を供試木とした。変色確認後2週間以内に、枝では緑葉枝と茶葉枝それぞれ4枝、幹では高さ1、4、7mよりそれぞれ4方位ずつ、供試木あたり計20か所から材片を採取した。各採取部位につき、ベルマン法で1回、診断キットで4回検出を試みた。その結果、診断キットの方がベルマン法より検出率が高く、また枝よりも、胸高より高い位置の幹材片で検出率が高かった。以上より、幹のなるべく高い位置から材片を採取して診断キットを用いるのが、マツ材線虫病の効率的な診断に有効である。

## N02 パラグアイとその周辺国に広がる5エコリージョンにおける森林バイオマスの特徴

斉藤昌宏・佐藤 保

森林総合研究所

森林総合研究所ではパラグアイの3機関と、REDD+を対象とした共同研究プロジェクトを実施している。パラグアイには「太平洋岸森林」、「セラード」、「パンタナール」、「湿潤チャコ」、「乾燥チャコ」と呼ばれる5つのエコリージョンが存在し、それぞれ隣国のブラジルやアルゼンチンにも広がっている。REDD+におけるMRVシステムを構築するための参考として、これらのエコリージョンにおいて森林バイオマスを測定した報告をレビューした。それぞれの調査方法は一定していないため、厳密な比較はできないがエコリージョンごとの大まかな特徴は把握できたと判断された。ここでは「バイオマスの変化幅」、「BAと地上部バイオマスの関係」、「幹材積と地上部バイオマスの関係」、「地上部バイオマスと地下部バイオマスの関係」、「地上部バイオマスと土壌有機炭素量の関係」などを報告する。また我々が新たに作成したアロメトリー式を元に推定したパラグアイ太平洋岸森林のバイオマスと既存の値も比較検討する。

### N03 温帯性針葉樹の歴史的盛衰から考える中間温帯林の二面性—モミ・ツガ林か、落葉樹林か—

大住克博

森林総合研究所関西支所

田中壤(1887)の間帯提唱以来、中間温帯の認否については様々な議論がなされてきた。中間温帯論の分かりにくさの一つに、植生のイメージが二面的であることが挙げられる。一つは、モミ・ツガ帯(鈴木1952)に代表される温帯性針葉樹林であり、今一つは、ブナを欠いた暖帯落葉樹林帯(吉良1949)である。前者は主として西日本の太平洋岸山岳地から、後者は東日本の太平洋側の丘陵地から報告されるが、日本植生誌附表の解析からも、東西の中間温帯の植生の乖離は裏付けられる。筆者らは、西日本低地の暖温帯は、かつて温帯性針葉樹を相当混交し、針広混交帯であったと考えるべきことを提唱してきたが、この仮説に立てば、東西の中間温帯の植生の違いは、以下のように説明できる。1) 西日本低地では、古代以来の伐採利用により、温帯性針葉樹は消滅した。一方高標高の奥山では、比較的人為撹乱が少なかった暖温帯上部に温帯性針葉樹が多く残り、中間温帯=温帯性針葉樹林のイメージを作った。2) 東日本の暖温帯と冷温帯の温度的境界域は低地にあたり、人為撹乱を強く受けてきた。その結果照葉樹や温帯性針葉樹は減少し、中間温帯域=落葉広葉樹林のイメージができた。

### N05 照葉樹林主要樹種の近年の直径成長の推移

齊藤 哲<sup>1</sup>・新山 馨<sup>2</sup>・金谷整<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup>森林総合研究所九州支所

越境汚染物質の西南日本の森林への影響を明らかにするために、照葉樹林主要樹種の近年の直径成長パターンを解析した。宮崎県綾町および鹿児島県屋久島の照葉樹林に設置されたLTERサイトから種陽樹種のイスノキ、タブノキ、スギ、モミ、ツガ、ウラジロガシなどから成長錐コアを採取し年輪幅を計測した。単年ごとのノイズを除くためノンパラメトリック回帰をもちいて、成長錐コアの年輪幅の直近60年の時系列変化の傾向を解析した。近年の直径成長量の変化の傾向は、同一種内でも個体間で大きく異なり、種として顕著に衰退傾向の確認できたものはみられなかった。長期モニタリングデータで記録されている台風など何らの被害と、成長衰退傾向の有無とも明瞭な関係が認められなかった。一方で、個体サイズの大きいイスノキやタブノキ、モミなどの一部で直径成長の低下傾向のあるものもみられた。林冠層を形成するサイズの大きな個体は越境汚染物質を浴びやすく、汚染物質が成長衰退に影響している可能性も考えられる。しかし、サイズの大きい個体でも衰退がみられないものもあり、現時点で越境汚染物質による照葉樹林の顕著な衰退は確認できないと思われた。

### N04 岩手県大滝沢における18年間の結実変動パターン

杉田久志<sup>1</sup>・高橋利彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>木工舎「ゆい」

森林を構成する樹木の種子生産量は年によって大きく変動しており、その変動が個体群内、個体群間で同調しておこることが知られている。豊凶現象の実態とメカニズムを明らかにするためには、長期観察に基づく定量的データの蓄積が必要である。さらに、その適応的意義を論議するためには、受粉成功や鳥獣虫菌害からの回避が重要であり、種子総数のみではなく品質(健全、虫害、シナなど)別の数を議論する必要がある。本研究では、岩手県雫石町の岩手大学御明神演習林大滝沢試験地の冷温帯林を構成する28樹種について、軟X線撮影により品質別に種子数を数え、18年間(1993~2010)の結実変動パターンを解析した。いずれの樹種も激しい豊凶変動があったが、トチノキとクワは比較的変動が少なかった。ブナ、ヒバ、アカイタヤ、ウダイカンバなど大部分の樹種は1993、1995、2000、2005に豊作がみられたが、ミズナラは1994、1996、2004に豊作があり、両者ではまったく重なりがみられなかった。また、両者と一部で重なり一部で異なるパターンを示す樹種にはコシアブラ、ウワミズザクラ、シウリザクラ、アオダモなどがあつた。

### N06 気温上昇に対する土壌-植物系の反応は生息する大型落葉変換者のサイズによって異なるか?

小林 真・金子信博

横浜国大環境情報

ヤスデはリターや土壌の摂食を通じて土壌の窒素循環へ影響する。気温上昇はヤスデの摂食行動を改変し、土壌の窒素循環や窒素を成長に必要とする植物の成長へ影響しうる。一方、一概にヤスデといっても体サイズにより気温上昇への感受性は異なる。そこで、体サイズの異なるヤスデ種が生息する系では、気温上昇時にリター分解や土壌中の窒素条件、植物が受ける影響が異なると仮説を立てた。本研究では、黒ボク土にミズナラ実生を植栽したマイクロコズムにて体サイズの異なるババヤスデ属2種を飼育した。土壌表面にはミズナラリターを設置し、対照区と温暖区(対照区+3.3℃)にて3ヶ月間培養した。気温上昇時、大型種によるリター分解は促進されたが小型種では抑制された。大型種の生息下では、気温上昇は土壌の全窒素含有量の減少を引き起こしたが、小型種が生息する系では顕著な変化は起こさなかった。そうした土壌の全窒素含有量の変化は、実生成長へ直接的な影響を及ぼさなかった。本結果より、気温上昇がヤスデの摂食行動や土壌窒素へ及ぼす影響の大きさ・方向性は、ヤスデの体サイズにより異なる事、土壌が変化した当年は実生成長へは作用しにくい事が示唆された。

## N07 地上レーザーを用いた樹木構造把握

加藤 顕<sup>1</sup>・石井弘明<sup>2</sup>・梅木 清<sup>1</sup>・大澤 晃<sup>3</sup>・吉田俊也<sup>4</sup>・小林 達明<sup>1</sup>

<sup>1</sup>千葉大学・<sup>2</sup>神戸大学・<sup>3</sup>京都大学・<sup>4</sup>北海道大学

レーザーリモートセンシング技術の発展により、これまで不可能であった樹木構造把握が可能となってきた。本研究では地上レーザーを用いて詳細に樹木構造データを取得し、3次元点群データから樹木の幹枝を分類し、各構造を測定した。樹木構造の把握は、コンピュータグラフィックの技術を用いて、レーザー点群に対し内挿する表面を作成した。地上レーザー計測を北海道から滋賀まで様々な樹種を対象に行い、得られたデータを解析し、現地調査したデータと比較した。現地調査は伐倒やロープ登攀によって取得した。研究結果は、胸高直径はどの樹種に対しても3cm以内の誤差で測定可能であり、樹高は地上からのレーザー照射にも関わらず、50cm以内の誤差で測定できた。地上レーザーは航空機レーザーによるデータ取得と視点が異なるため、今後効率の良いサンプル手法が必要である。また枝葉構造の把握も可能であるが、レーザー照射可能距離がセンサーによって異なることから、樹木測定に有効な照射範囲を今後考慮する必要があることがわかった。

## N09 モンゴル国の乾燥地における草本性 "Key-resource" 群落の水分と養分の利用特性

遠藤いず貴<sup>1</sup>・田中(小田)あゆみ<sup>2</sup>・大手信人<sup>1</sup>・額尔德尼<sup>1</sup>・Undarmaa, Jamsran<sup>3</sup>・山中原和<sup>4</sup>・岡安智生<sup>1</sup>・大黒俊哉<sup>1</sup>・那沁<sup>5</sup>・廣部 宗<sup>5</sup>・吉川 賢<sup>5</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>モンゴル農業大学・<sup>4</sup>鳥取大学乾燥地研究センター・<sup>5</sup>岡山大学大学院環境生命科学研究科

モンゴル国マンダラゴビ地域では、多年生イネ科草本の *Achnatherum splendens* (以下、アクナテラム) 群落が発達時に家畜の生存を左右する Key-resource と考えられている。本研究ではアクナテラム群落の成立要因を明らかにすることを目的として、水と養分の利用特性に着目し、同所に存在する他種と比較した。植物の吸水源を特定するために、土壌水、地下水、雨水と植物体中の水の酸素と水素の安定同位体比を比較した。アクナテラムは乾燥時に地下30cm以上深くから水を利用していたが、降雨後には地表面付近の水も利用することが分かった。同所に生育するアカザ科の一年生植物は、地下浅い水を利用していることが示唆された。長期的な水利用効率の指標となる炭素安定同位体比の結果から、アクナテラムは同所に生育する他の種に比べて水利用効率が高かった。アクナテラムが優占するプロットは、塩生植物が優占するプロットに比べ植物の T/R 比が大きく、水や栄養条件が良いことが考えられた。アクナテラム群落の成立に水利用特性が関与しており、群落の成立によって群落外と比べ水や養分の保持を有利に行っている可能性がある。

## N08 植生が異なる森林表層土壌における有機物分解性の比較

守屋耕一<sup>1,2</sup>・小嵐 淳<sup>1</sup>・安藤麻里子<sup>1</sup>・森泉 純<sup>2</sup>・山澤弘美<sup>2</sup>

<sup>1</sup>日本原子力研究開発機構・<sup>2</sup>名古屋大学

土壌有機炭素(SOC)は陸域生態系の中で最大の炭素リザーバーであり、その分解によるCO<sub>2</sub>放出は大気中CO<sub>2</sub>濃度に大きく影響するとされている。SOCは様々な分解性を有する種々の有機物で構成されているが、それらの分解性及び温度依存性に植生の違いが与える影響は不明確である。

本研究では、植生以外の気象・土壌環境条件が同等と考えられる隣接する2地点において、表層土壌を採取して培養実験を行い、SOCの分解性と温度依存性を比較した。

その結果、全SOCに対する培養期間中の積算炭素放出割合は、培養温度20℃の場合、広葉樹土壌でわずかに高かった。針葉樹土壌での炭素貯留量が広葉樹土壌のそれよりも30%程度大きかったが、モデル解析の結果、両地点での各SOCプールの割合や分解挙動に顕著な違いは認められなかった。植生の違いが、表層土壌有機物の分解性や温度依存性に与える影響は小さいことが示唆された。

## N10 大面積皆伐後60年を経た苗場山ブナ林はどのように変化したか?

角張嘉孝・楳本正明

静岡大学農学部

新潟県と群馬県の上越国境付近に位置する苗場山ブナ林は日本海側の代表的な冷温帯の森林であり、将来に伝えるべき貴重な遺伝資源である。標高550m付近から標高1550m付近までブナが優占した林となっている。戦後の復興時には拡大造林によって、その多くは伐採され今日に至っている。現存する最古の森林調査簿(1960年)を元に、当時行われた各種施業(大面積皆伐や45%択伐)による伐採量や現存量を再現し、林班ごとに総材積を推定した。またこれらの資料と異なる時期の森林調査簿の結果と比較対照することによって、ブナ林の天然更新の現況を表現し、どの程度まで蓄積量が回復しているか調べる。調査期間は58年にもおよぶ。この間電源開発による揚水式ダムの建設、レクリエーション施設(スキー場)、送電線の設置などにより対象とした森林面積は全体で30%ほど減少しており、これらを補正した上で比較した。さらに詳細な検討をすすめるには森林調査簿では限度があるので、標高別に設置された成長固定試験地(1970年設置)の動態および伐採跡地で調べたササ群落、カンバ林分、ブナ若齢林等のデータも参照して検討をすすめたい。



## N11 タイ・メクロン流域の熱帯季節林におけるギャップダイナミクス—種数-面積曲線に及ぼす環境傾度と植物多様性—

小林繁男<sup>1</sup>・Marad, Dockrak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科・<sup>2</sup>カセサート大学林学部

ギャップが森林に生じた場合、そこでは森林再生を促すようなファシリテーション過程と妨げるようなコンペティション過程の二次遷移が起る。この二次遷移を種数-面積曲線の解析に、C-S-R 選択を適用することで、面積に対する環境傾度をパラメータ化し、植物多様性の変化を明らかにすることを目的とする。調査地は、タイ・カンチャナブリの王室林野局メクロン流域試験地の熱帯季節林択伐跡地で、1991年～2011年までの毎木・地形・土壌調査データをもとに解析を行った。1991年の種数-面積曲線は、 $S=0.1609 \times A^{0.6643}$  と  $\log S = -147.2 + 24.018 \times \log A$  で、これをベースに面積-環境傾度の関係を検討した。しかし、地形が変化し、 $S = \alpha A^\beta$  の回帰では、斜面方向の変化で、アンダーになり、 $S = \alpha + \beta \log A$  ではオーバーになった。地形環境が種数-面積関係に影響を与えていた。さらに、マイクロハビタットの土壌物理化学性への依存が認められたが、種数-面積関係にも影響を及ぼしていると推定される。“多様性-生産力”仮定を支持し、“種が多様なサイト-種の侵入が少ない”とする説を否定すると考えられる。

## N13 過去数百年の気候変動が樹木の分布に及ぼす影響

比嘉基紀<sup>1</sup>・中尾勝洋<sup>2</sup>・津山幾太郎<sup>2</sup>・松井哲哉<sup>3</sup>・田中中信<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所北海道支所

ブナは日本の冷温帯で優占林を形成する。ブナ林の林分構造は、日本海側ではブナの優占度が高く、連続的な個体群構造を有するのに対し、太平洋側では多様な樹種が林冠を構成し、ブナの小・中径木は少ない。ブナの更新には積雪が影響するため、寡雪環境の太平洋側はブナの更新に適した気候環境ではなく、現在の林冠木の多くは過去の小氷期に更新したと考えられている。過去数百年の気候変動がブナの分布に及ぼす影響を明らかにすることを目的に、日本全域スケールにおけるブナの更新に適した気候環境の解明および過去400年間の気候データに基づくブナの更新機会の推定を行った。広域分布データを元にブナの生育適地と更新適地を推定した結果、現在の分布特性と調和するモデルが得られた。広域分布に影響を及ぼす気候変数は、生育期の気温と積雪量であった。過去400年間の推定気候(気温0.4～0.6℃低下、降水量微増)での更新機会を推定した結果、極端な更新確率の変化は認められなかった。太平洋側でも高標高域は常に更新適地、定評広域は低更新地域であった。小氷期の更新には、推定値以上の気温低下と降雪量の増加が必要である。

## N12 林分状態のヒノキ個体の幹形形成に関わる生物学的要因の解析

隅田明洋<sup>1</sup>・宮浦富保<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学・<sup>2</sup>龍谷大学

ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) 同齢林の樹齢21-40年の期間の全個体(142個体)の非破壊的調査データを用い、群落の発達とともに各個体の幹がどのように太るのかを解析した。どの個体でも、樹冠下(胸高から樹冠基部まで)では上側ほど幹の任意の位置の年間直径成長速度 $\Delta D$ が胸高直径成長速度 $\Delta DBH$ よりやや大きくなる傾向があったが、同一個体内の $\Delta D$ の変異は個体間の $\Delta DBH$ の差異と比べると小さかった。一方、幹断面成長速度 $\Delta A$ は $\Delta D$ のほかに幹直径 $D$ にも関係する結果、優占個体では胸高に近いほど、被圧個体では逆に樹冠基部に近いほど樹冠下の $\Delta A$ が大きかった。一方樹冠内では、どの個体でも $\Delta D$ は $\Delta DBH$ より大きく、 $\Delta DBH$ が0に近い被圧個体でも樹冠内の $\Delta D$ は正の値を示した。優占個体では成長とともに樹冠が長くなり、個体葉量の指標となる生枝下幹直径 $D_B$ は大きくなったが、被圧個体では樹高成長より樹冠基部枯上がり速度のほうが速いために樹冠は短くなり $D_B$ は小さくなった。以上より、樹冠下の幹の太りは個体葉量の時間変化パターンに左右されるが、葉のある部分(樹冠内)では幹は順調に太ることが示唆された。

## N14 北海道のコナラのルーツを求めて—集団遺伝構造からのアプローチ—

本間祐希<sup>1</sup>・並川寛司<sup>1</sup>・河原孝行<sup>2</sup>・北村系子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道教育大学札幌校大学院・<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>3</sup>森林総合研究所北海道支所

コナラ *Quercus serrata* の分布北限は北海道にあり、日高から胆振を経て石狩低地帯北部に至り、渡島半島にも隔離的に分布する。北海道のコナラ集団の遺伝的多様性と遺伝構造を推定するために、北海道10集団と東北地方6集団から計619個体を採集し、11のマイクロサテライト遺伝子座を用いて解析を行った。北海道の集団の遺伝的多様性は、東北地方の集団とほぼ同じ値( $H_E=0.693$ ,  $AR=6.108$ )を示した。STRUCTURE解析の結果、北海道の集団と東北地方の集団は遺伝的に大きく異なり、東北地方の集団に比べ北海道の集団は遺伝的分化が著しかった。各集団で優勢な遺伝的組成の遺伝的分化の程度( $F$ 値)をみると、日高地方の集団で優勢な遺伝的組成の $F$ 値は、東北地方の集団に次いで小さく、日高地方の集団は道内で最も祖先系に近かった。一方、隔離的に分布する渡島半島の大沼集団は、東北地方だけではなく、日高地方の集団とも異なる遺伝的組成が優勢で、最も遺伝的に分化していた。これらの結果は、大沼集団が本州から直接北上した集団ではないこと、北海道のコナラが日高地方を起源としていることを示唆している。

## N15 モンゴル国の乾燥地における草本性 “Key resource” 群落の立地特性

山中典和<sup>1</sup>・Undarmaa, Jamsran<sup>2</sup>・遠藤いず貴<sup>3</sup>・田中(小田)あゆみ<sup>4</sup>・大手信人<sup>3</sup>・額尔德尼<sup>3</sup>・岡安智生<sup>3</sup>・大黒俊哉<sup>3</sup>・那沁<sup>5</sup>・廣部 宗<sup>5</sup>・吉川 賢<sup>5</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学乾燥地研究センター・<sup>2</sup>モンゴル農業大学・<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>4</sup>森林総合研究所・<sup>5</sup>岡山大学大学院環境生命科学研究科

モンゴル国マンダラゴビ地域では、多年生イネ科草本の *Achnatherum splendens* (以下、アクナテラム) 群落が発達時に家畜の生存を左右する Key-resource と考えられている。本研究ではアクナテラム群落の立地特性を明らかにすることを目的として、アクナテラム群落を含む複数の群落間で植生構造と地形及び土壌の化学性を比較した。調査は、塩類が集積している低地から、斜面上部に向かって4本のトランセクトラインを設置し、斜面傾度に伴い変化する植物群落について、出現種、被度を記録するとともに、土壌の化学性 (EC, pH) を調査した。塩類集積が見られる低地では *Kalidium*、*Halogeton* 等の塩生植物が優占する群落が発達し、低地に続く段丘上で、アクナテラム優占群落が発達した。さらに斜面を上がると、アクナテラム群落から *Stipa*、*Alium*、*Artemisia* 等が優占する植物群落へ変化した。土壌の化学性からアクナテラム群落の立地特性をみると、アクナテラム群落は EC: 15~170 の範囲内、PH: 7.69~8.92 の範囲内に成立することが明らかとなった。

## P1-002 トドマツ、カラマツ人工林の土場におけるパルプ丸太の出現パターン

大野泰之・酒井明香・寺澤和彦

北海道立総合研究機構林業試験場

針葉樹人工林から搬出される丸太がすべて一般材(木材)として扱われるわけではない。末口径の小さい丸太や曲りや腐朽などの欠点があるものはパルプ材として極積みされ、一般材と区別される。パルプ丸太の単価は一般材丸太に比べて低いため、林分から搬出されるパルプ量の大小は収益に大きく影響する。そのため、パルプ丸太出材量を把握することは林業経営において重要である。そこで、針葉樹人工林から搬出されるパルプ丸太の出現パターンを林分レベルで把握するため、カラマツ・トドマツ人工林(計82林分)の土場に極積みされた丸太を対象に、一般材・パルプの区分、末口径(D)、材長の測定を行った(カラマツ: 152,407本、トドマツ数: 29,705本)。カラマツ人工林ではパルプ丸太本数(PN)がDの増加とともに減少し、Dが36cm以上の範囲では横ばいで推移していた。一方、トドマツ人工林では、Dが8~34cmの範囲ではパルプ丸太本数がDの増加とともに減少していたものの、これ以上のDの範囲では、PNはDの増加とともに緩やかに増加した。このように、丸太のDに対するパルプ丸太の出現パターンはカラマツとトドマツとの間で異なっていた。

## P1-001 間伐方法の違いと直径分布の経年変化の違いについて

田中邦宏

森林総合研究所関西支所

B種間伐、上層間伐およびナスビ伐りの3種の間伐方法の間で、直径分布の経年変化の違いを固定試験地における測定データをもとに比較した。

調査地は兵庫県宍粟市にある滝谷スギ収穫試験地である。37年生時に設定され、5年ないし10年間隔で胸高直径等の測定を行っている。最終調査は103年生時である。試験区はB種間伐区、上層間伐区、ナスビ伐り区である。各間伐区の直径分布を変動係数、尖度、歪度およびヒストグラムを用いて比較した。

37年生時には各間伐区の間で直径分布に大きな違いはなかった。変動係数はB種間伐では横ばい、上層間伐、ナスビ伐りでは林齢にともなって増加していた。尖度はB種間伐、上層間伐、ナスビ伐りの順に小さくなり、いずれの試験区においても横ばいで推移していた。歪度はB種間伐では増加後に減少、上層間伐、ナスビ伐りでは減少後に増加し、103年生時にはほぼ同程度の値となっていた。ヒストグラムで見ると、B種間伐区では右に裾を引いた単峰型分布、上層間伐区では胸高直径10cm前後の小径木にも山を持つ双峰型分布であった。一方、ナスビ伐り区ではL字型分布となっていた。

## P1-003 人工二段林における上木と下木の成長

龍原 哲<sup>1</sup>・當山啓介<sup>2</sup>・鈴木 誠

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>東京大学千葉演習林

高齢人工林を強度間伐後に樹下植栽した人工二段林に対して下木植栽後20年間の生育状況について調査した。上木はスギで90年生時に本数割合50%、材積割合30%で強度間伐を行った。間伐の翌年、スギとヒノキを樹下植栽した。斜面方向と平行にA区からE区までの約0.1haの5つの区画を林内に設置した。上木の立木本数はA区で6%、B区で4%ほど枯損によって減少した。枯損の原因は幹折れであった。上木の林分材積は間伐後20年で間伐直前の水準に回復した。下木の植栽本数は2,150本/haであったが、スギの18%、ヒノキの33%が枯損した。胸高直径と樹高の総成長量はスギよりヒノキのほうが大きくなった。最近5年間はスギ、ヒノキともに特に直径成長量の低下が著しくなった。シカの被害を除けば、上木、下木とも順調に生育し、下木の立木密度も除伐が必要な程度の本数が維持されていた。現時点では二段林の造成に成功したといえる。しかし、近いうちに上木の林冠が閉鎖することが予想され、下木の肥大成長が今後期待できなくなる懸念される。

P1-004 形数の不変性から導出された材積式と幹曲線式の適合性評価—複数地域におけるスギデータの解析—

西園朋広<sup>1</sup>・細田和男<sup>1</sup>・井上昭夫<sup>2</sup>・富村洋一<sup>1</sup>・佐野真琴<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>熊本県立大学

【目的】複数地域のスギのデータを用いて、正形数の不変性に基づいて理論的に導出される材積式と幹曲線式（井上・黒川、2001a、b）の適合性を評価した。

【データ】幹材積表（林野庁計画課、1970）の調製資料を用いた。樹高、胸高直径および幹直径（高さ1mから、2m毎に計測）を解析に供した。

【材積式の評価】材積式として、理論的材積式（ $v=d^2h/[4\{2(1-1.2/h)\}^{1.060}]$ ）を用いた。ここで、 $d$ 、 $h$ および $v$ は樹木個体の胸高直径、樹高および材積である。高知地方のスギにおいて、理論的材積式による推定材積は、サイズの小さい（ $<1.0\text{m}^3$ ）個体では実測材積とよく一致していたが、サイズの大きい個体では実測材積よりも約20%過大であった。さらに他地域のデータも解析し、誤差の発生要因について報告する。

【幹曲線式の評価】相対幹曲線式として、Behre式とKunze式を採用した。両式は共に2つの係数を持つ。これらの係数は、正形数の不変性に基づいて、定数として導出できた。発表では、係数を固定した両幹曲線式の適合性評価について報告する。

P1-006 伐採木の選木方針が針広混交林のササ密度と樹木更新量を決定づける

辰巳晋一・尾張敏章

東大院農

択伐施業は、木材を生産すると同時に、林床の光環境を改善して樹木の更新を促すことを目標にする。しかし、北海道の針広混交林では伐採後にササが増加し、かえって更新が阻害されてしまうことも多い。これら伐採・ササ・更新の三要素は、それぞれ空間的な違いが大きく、各要素間の相互作用は時間的な遅れを伴う。そのため、伐採が将来的なササ密度と更新量に与える影響を統一的に予測することはこれまで困難であった。本研究では、階層ベイズモデルを使って三要素の空間的・時間的な違い・変化を明示的に推定した。

推定の結果、ササを抑制する効果は広葉樹よりも針葉樹で大きかった。また、その効果は胸高直径が約25cmのときにピークになり、それ以上では減少した。ササ密度が更新量に与える負の影響は、広葉樹よりも針葉樹に対して大きかった。また、その負の影響は数十年の遅れを伴って推定された。総じて、針葉樹の小中径木の減少はササを増加させ、そのササの増加がさらに将来的な針葉樹の減少につながると示唆された。択伐施業における伐採木の選定では、なるべく針葉樹の小中径木の保護に配慮することが継続的な木材生産と林分構造の維持につながると考えられた。

P1-005 人工林内広葉樹の多様性評価手法の検討—段戸国有林を対象として—

香坂紗由美・山田容三

名古屋大学大学院生命農学研究科

近年、人類の持続的発展のために、生物多様性保全の必要性が高まってきている。特に、日本は国土の約28%が人工林であることから、今後は人工林において生物多様性保全に配慮した森林管理を進めること、森林管理者が所有森林の現状を把握することが重要である。そのためには、人工林における広葉樹の多様性を評価することが有効であると考えられるが、研究例が少なく、その多くが林班小班という比較的小さなスケールで行われていることや、評価指標の有効な利用方法が整理されていないなど、問題点が多い。そこで、本研究では、将来的には森林管理者が利用することを前提に、人工林の生物多様性を広域スケールで評価する手法を検討した。調査対象は比較的調査が容易に行える1m以上の林内広葉樹とし、調査スケールは段戸国有林（約5300ha）とした。評価には種数、個体数、BA比、多様性指数を用い、それらをどのように利用することが有効であるかを、GISを用いて解析した。その結果、各指標には異なる特徴があるため、目的に応じて利用する指標を正しく選択することや、異なる特徴を持つ指標を組み合わせることで使用することが有効であることが明らかとなった。

P1-007 高齢スギ・ヒノキ帯状・群状複層林の林分動態

大塚雄記<sup>1</sup>・溝上展也<sup>2</sup>・太田徹志<sup>2</sup>・吉田茂二郎<sup>2</sup>・加治佐剛<sup>2</sup>・井上昭夫<sup>3</sup>・伊藤 哲<sup>4</sup>・作田耕太郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究員・<sup>3</sup>熊本県立大学環境共生学研究員・<sup>4</sup>宮崎大学農学研究員

日本の森林施業は戦後の拡大造林政策以降、皆伐施業が採用されている。皆伐施業は伐出や保育が単純かつ効率的に行えるため、最も採用されてきたが、これに伴い、森林土壌の裸地化が生じ、土壌流出や地力の低下、景観の悪化等が懸念されている。そこで、日本では1970年代後半から環境に配慮した施業法として、複層林施業に関する研究が盛んになり、全国的に二段林の造成が進められた。二段林は複層林の代表的な林型であるが、更新木の成長不良や保残木伐採時における更新木への損傷、施業費用等の問題が指摘されている。その一方で輸入材の普及により、より低コストの施業法が求められている。そこで、近年では作業効率が良く、環境にも配慮した施業方法として、帯状・群状複層林施業が注目されている。しかしながら、帯状・群状複層林施業は比較的新しい施業法であるため、成長量や林分構造に関する知見が不足している。そこで本研究では、過去47年間で2回の群状伐採が行われている大分県湯布院町九州電力社有林の群状択伐林及び過去37年間で1回の交互帯状皆伐が行われている宮崎県諸塚村の帯状択伐林において、成長量と林分構造の推移を明らかにした。

P1-008 Species composition trend of roadside tree plantation program: A case study of Rangpur district of Bangladesh.

Pramanik, Md Mahfuzur Rahman・植木達人・斎藤仁志・井上裕

信州大学農学部

In Bangladesh increasing forest land, the government introduced different social forestry practices like- agro-forestry, homestead forestry, and roadside tree plantation etc. Peoples are not more conscious to select the appropriate species for tree plantation like-fast growing, earn more money, high wood value, environment friendly and multi purpose tree species etc. Mainly planted species are- Eucalyptus sp, Acacia sp, Dalbergia sissoo, Azadirachta Indica, Albizia saman etc. which is foreign species and woody. No fruit, fodder and medicinal trees species in plantation program like-Mangifera indica, Artocarpus heterophyllus, Tamarindus indica, Albizia procera etc. Considering those issues, this presentation reviews the species composition trend and problem of roadside tree plantation program of Bangladesh.

P1-010 カンボジア熱帯季節林のバイオマス成長量

加治佐剛<sup>1</sup>・溝上展也<sup>1</sup>・Samreth, Vanna<sup>2</sup>・吉田茂二郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>カンボジア林野庁

本研究では、カンボジアの3地域にある固定試験地(PSPs)を対象に、森林動態およびバイオマス変化量を把握した。また、固定試験地の一部は皆伐や択伐が行われていたため、森林劣化の状況についても解析した。その結果、半常緑林でバイオマス量をもっとも高く、常緑林については地域間でそれほどバイオマス量に違いは見られなかった。一方で落葉林については地域間でバイオマス量に差が見られた。ほとんどの期間およびプロットで進界率が枯死率を上回っており、本数密度は上昇していた。伐採については樹種や樹木サイズによる選好性があることが示された。

P1-009 アテ択伐林における生産技術と林分構造の推移

中村亮介<sup>1</sup>・植木達人<sup>1</sup>・斎藤仁志<sup>1</sup>・井上裕<sup>1</sup>・新明栄一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学研究所・<sup>2</sup>林業家

労働力の分散や優良材の生産に有利であるとされる択伐施業は、小面積での森林経営に向いているといえる。しかし、林業が置かれているわが国の状況から、択伐施業は限られた地域や林業家によってのみ維持されているにすぎない。本研究では、石川県珠洲市のS氏が造成・維持してきたアテ択伐林を調査地として、択伐林分の経年調査と聞き取り調査により、生産技術の把握と林分構造の変化について考察をおこなった。その結果、択伐林型は維持されているものの、材積や大径木の増加といった林分構造の変化が見られた。そのことは従来からの天然更新に加え人工植栽も採用しだしたことで、回帰年5年で実施されるべき伐採が、1度の中断により林型の崩れを生じたことが主要な原因であると考えられた。また、能登地方の木材市場において、小・中径木の需要が見込まれないことから、中径木の伐り控えが進行していること、後継者難といったことが択伐林を維持していく上での課題として挙げられた。

P1-011 富士宮市における金員収穫表の検討

松崎誠司<sup>1</sup>・芝野貴希<sup>2</sup>・諸富允延<sup>2</sup>・佐藤孝吉<sup>2</sup>

<sup>1</sup>富士森林施業技術研究所・<sup>2</sup>東京農業大学

森林の経済価値は収益性だけでなく、伐採時期、更新、保育等のやり方やその方向性を検討するために必要不可欠である。そこで、金員収穫表の作成を聞き取り調査および各種データにより試みた。資料の入手性、実用性、価格が低迷状況のヒノキ等を考慮し、静岡県富士宮市を事例とした。聞き取り調査は、地元のT林家を対象に行い、収穫表(地位、林齢)をもとに、時代区分(1980~1985年、1995~2000年、現在)における造材方法および、価格を活用して作成した。各種データからは、収穫表、素材市場における木材価格、素材の形状、立木の細り表を利用して作成した。さらに、造材、搬出等の素材生産、更新方法、保育方法の迅速な検討材料として加工し、森林経営のシミュレーションを行う。

P1-012 スギ花粉生産量の予測に関する予備的考察

河瀬麻里

京都大学農学研究科

はじめに

スギ花粉症が問題となって久しい。スギ花粉症の拡大には種々の要因が指摘されている。森林分野で可能な対策は花粉生産量の減少に寄与することと考えられる。本発表では、伐期や植栽する苗木の種類により花粉生産量は長期的にどのように変化するかを明らかにするための第一歩として、林齢別森林面積をベースに100年間の花粉生産量推移を予測しその予備的考察を行った。

方法

伐期の長短および無花粉スギ植栽の有無別にシナリオを設定した。林齢別森林面積の推移に ha あたり開花雄花数を乗じ、補正後、森林の花粉生産量推移とした。初年度データには、無花粉スギ苗木の出荷が開始された富山県のタテヤマスギ人工林（民有林）面積を用いた。森林面積の推移の計算は松本ら（2007; 日林誌 89 (1) : 31-38）を参考にし、開花雄花数は富山県のデータがないため齋藤・糟谷（2001; 京都府立大学術報告「人間環境学・農学」53 : 95-116）の京都府データを用いた。計算は Mathematica 8 を使用した。

結果

100年間の花粉生産量推移を計算した。無花粉スギ未植栽の場合、長伐期より短伐期の方が花粉生産量は低く推移した。

P1-014 間伐したヒノキ人工林における下層植生の回復に対する防鹿柵の効果（Ⅱ）—間伐から2年間の経過—

村瀬康久<sup>1,3</sup>・山本一清<sup>1,3</sup>・竹中千里<sup>1,3</sup>・片桐奈々<sup>1</sup>・野々田稔郎<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>名大院生命農・<sup>2</sup>三重県林業研・<sup>3</sup>CREST

針葉樹人工林の針広混交林化や、生物多様性の増進・土砂流出の防止等に効果が期待される下層植生の導入を目的とし、近年国内では間伐事業が推し進められている。その一方で、増殖したニホンジカ (*Cervus nippon*) の食害が全国の森林において深刻化しており、下層植生においても被害が指摘されている。

本研究では、間伐後の人工林において、防鹿柵による植生回復への効果を検証することを目的とした。調査地は平成22年度に間伐を行った三重県大台町総門団地のヒノキ人工林とした。林内には5m×5mの調査プロットを16個設置し、その内半分に防鹿柵を設置した。プロット内の植生変化及び光環境の変化を平成23年の春より2年間モニタリング調査を行った。また、土壌の基本的な化学的組成や斜度に関しても各プロットにおいて測定を行った。

測定の結果、柵の有無によって植生回復の動態が異なり、これは防鹿柵の設置が林内における植生回復に寄与したものと考えられた。また、柵外のプロットでは傾斜が急であったために表層土壌の侵食量に差が生じ、植生の回復に影響していた可能性も示唆された。

P1-013 試験地データベースから帰納される人工林の成長様式

陳 敬忠・白石則彦

東京大学大学院農学生命科学研究科

大学演習林にはさまざまな調査目的で試験地が設定されデータが蓄積されているが、そのデータの利活用は比較的限定的なことが多い。筆者らは大学演習林に蓄積されてきたそうした試験地データを、形式が異なるものも含め、汎用性の高いデータベースに格納して多様な目的に使えるようにする研究を進めてきた。今回の発表は、そのデータベースに蓄積された試験地データを用いて、人工林の成長様式を描くシステムの構築を試みた。このシステム構築には Java 言語を用いた。成長様式とは、林齢に対する平均量（平均胸高直径、平均樹高、枝下高、樹冠半径等）、単位面積当たり合計量（本数、胸高断面面積合計、総蓄積等）、平均量・合計量の変化量と変化率、平均量・合計量・変化量・変化率の内訳（林分内の林木の間での配分）、さらには間伐前後の比較、等々が考えられる。これらについて散布図、折れ線図、頻度分布等の図に描くことにより、成長の実態がデータによって客観的に示されると考えられる。そしてデータ蓄積が進めば、成長様式の記述精度は高まっていくことが期待される。

P1-015 スギ再造林地における下刈りスケジュールの違いによる成長・下刈り作業工期・労働負荷の比較

北原文章<sup>1</sup>・渡辺直史<sup>2</sup>・光田 靖<sup>4</sup>・山川博美<sup>3</sup>・酒井 敦<sup>1</sup>・垂水亜紀<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>高知県立森林技術センター・<sup>3</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>4</sup>宮崎大学

木材価格の低迷や林業労働力の減少から、林業の経営収支は悪化しており、森林資源の循環的な利用を行うには、育林コストの見直しが必要である。特に、拡大造林期に植栽された人工林資源は熟成期を向かえつつあるが、今後、皆伐の増加が予想される中、再造林コスト削減技術は未だ確立されていない。本研究は、初期育林の中でも複数回行われる下刈りに着目し、下刈り間隔の異なる3年生スギ植栽試験地において、下刈り対象木の植生状態と植栽木の成長の関係を明らかとすることを目的とした。高知県土佐郡土佐町、および高知県安芸郡奈半利町に設定されたスギ植栽試験地（以下、試験地A、試験地B）において、試験地Aでは33ヶ所、試験地Bでは27ヶ所の植栽本数、植栽苗、下刈り回数に異なるプロット（0.02~0.03ha）があり、全ての植栽木の苗高を測定した。また、各植栽木周辺の雑草木の程度から4段階の競合状態も同時に評価した。さらに、試験地Aで17ヶ所、試験地Bで18ヶ所の下刈りを行い、その工期をビデオおよびGPSを用いて調査した。植栽木の成長と競合の関係、また下刈りの作業や労働負荷がそれらにどのように影響を受けているか解析し報告する。

26日 口頭発表・ポスター

## P1-016 富山県のスギ間伐林における林地残材の推定

嘉戸昭夫・岡子光太郎・相浦英春・松浦崇遠

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

【目的】林地残材発生量の推定に幹(造)材歩留まりを用いる方法が提案され、スギ林では80%を超える高い幹材歩留まりが用いられている。しかし、富山県のような多雪地帯では根元曲りの影響で林分当たりの幹材歩留まりがもっと低くなることが予想される。そこで、前回報告した樹幹形状級毎の平均幹材歩留まりを用いて林地残材発生量を推定した。【方法】調査地9カ所で毎木調査と樹幹形状級(曲がりをも5段階評価)調査を行い、個々の間伐木の林地残材発生量を次式で推定し、調査地毎に積算した。林地残材発生量=間伐材積×容積密度×(拡大係数-樹幹形状級毎の幹材歩留まり/100)。なお、立木の幹材積式、容積密度、拡大係数((幹+枝葉)/幹)は富山県内で調べられた樹幹解析、層別刈取り等の資料から算出した。【結果】A~C材をすべて搬出しても林地残材は20~70t/haも発生すると推定され、既報の10t/ha程度に比べて著しく大きかった。この原因として、幹材積式や容積密度、拡大係数には既報と顕著な差異がなかったことから、林分当たりの間伐材積が総じて大きかったことや林分当たりの幹材歩留まりが65~80%と低かったことがあげられた。

## P1-017 サツとひとふり毎木調査—3Dパノラマ写真を用いた胸高直径計測—

矢田 豊<sup>1</sup>・森本康永<sup>2</sup>

<sup>1</sup>石川県農林総合研究センター林業試験場・<sup>2</sup>(株)地域みらい

コンパクトデジタルカメラ(SONY製DSC-HX30V)および同社製のいくつかの機種では、1地点でカメラを旋回しながら撮影することにより、手軽に3Dパノラマ画像を得ることができる。この機能を活用し、通常の毎木調査の成果と同様な林分胸高直径の直径階分布を得ることができるか、検討した。

基礎調査として以下の検討を行った。まず、5m、10m、15m、20mの距離に設置した標識を各6回撮影し、付属ソフトウェアの3D画像閲覧メニューを用いてステレオ画像を生成した。次に、画像処理ソフトウェアを用いて、標識の視差と(胸高直径に相当する)標識の幅を読み取った。得られた測定値から推定式の変数を求め、全測定値24点の測定誤差を計算したところ、最大で9cm、不偏標準偏差で4.6cm、全測定値の平均で-0.2cmの誤差が認められた。近距離の視差のズレによる誤差が大きくなる傾向が認められたが、大まかな直径階分布を得る目的では本手法は有用であると考えられた。

上記結果に加え、人工林2林分各4箇所において本手法による推定値と3次元スキャナによる計測値を比較した結果も併せ、報告する。

## P1-018 低密度LiDARデータを用いた小流域レベルでの蓄積マッピング—岐阜県大八賀川の事例—

栗屋善雄<sup>1</sup>・高橋與明<sup>2</sup>・福田夏子<sup>1</sup>・河合洋人<sup>1</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学流域圏科学研究センター・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所

航空機から観測されるレーザスキャナ(LiDAR)のデータから樹冠高(DCHM)を算出してDCHMから比較的高い精度で森林の蓄積を推定できる。本研究では岐阜県高山市東部の大八賀川流域(東西17km、南北7km)を対象に、2003年に観測された低密度のLiDARデータを用いて森林の蓄積を推定した。対象地は標高600~1500mに及び、急峻な山岳地を含み、森林はおもにスギ・ヒノキ人工林と落葉広葉樹林からなる。蓄積の推定結果に基づいて傾向を解析するとともに、推定における問題点を検証した。その結果、広葉樹林では低蓄積の林分が多くて最大でも400m<sup>3</sup>/ha程度であること、スギやヒノキでは800m<sup>3</sup>/haに及ぶ林分が散見されることが分かった。一方、点密度が少なく設定され、コース間隔が広すぎたため、点密度が0.5点/m<sup>2</sup>に及ばないエリアが多い。DCHMを作成する場合、地盤面の標高(DTM)の推定精度がDCHMの精度を大きく左右するが、密なヒノキ林などではレーザビームが透過しにくくDTMの精度は悪い。点密度が低い場合はこの問題が顕著になるため、蓄積の推定精度を劣化させていると危惧された。

## P1-019 航空機LiDARデータによる森林資源管理システムの開発

松英恵吾・執印康裕・有賀一広・田坂聡明

宇都宮大農学部

LiDARデータによる樹木情報の計測手法と樹冠形状モデルを核とした単木単位での空間配置を考慮した林分因子モデルを組み合わせることで、広域を対象に詳細な単木情報を取得可能な森林資源管理システムの開発を行った。本研究では開発したシステムを活用し単位面積当たりの立木本数(DTNM)、平均樹高(DTHM)を算出し、相対幹距比に基づく要間伐林抽出指数、収量比数、地位指数を算出の上、DTMデータから様々な地形因子の算出、路網データの抽出による地利級の評価を行った上で作業級の再区分を試行した。このシステムにより広域についてより詳細に森林資源モニタリングを行うことができ、森林管理や森林計画を画期的に高度化させる可能性を持っている。今後は本研究の成果をもとに、樹冠形状モデルを核とした単木単位での空間配置を考慮した成長予測モデルをシステムに取り込み成長予測までを行う総合的な森林資源管理システムに改良する。

## P1-020 森林レーザ解析データを利用した佐賀県森林ゾーニングの取り組み

小川吉平<sup>2</sup>・大野勝正<sup>2</sup>・和智明日香<sup>2</sup>

<sup>1</sup>佐賀県県土づくり本部森林整備課・<sup>2</sup>アジア航測株式会社

佐賀県では、航空レーザ計測データを解析することによって得た民有林の資源情報などをもとに、GIS上で森林ゾーニングを行った。佐賀県の民有林64,000haを対象とした航空レーザ計測データ(計測面積180,000ha、計測密度4点/m<sup>2</sup>)により樹木本数、樹高、蓄積、収量比数などの森林情報を解析して、約430,000小班を対象とする森林簿を作成するとともに、これらの計測データに基づきGIS上で森林ゾーニングを行った。

ゾーニングにおいては、その区分を従来の3区分から、「森林保全ゾーン」と「林業振興ゾーン」の2区分とし、森林保全ゾーンは県、市町による公的管理推進エリア、林業振興ゾーンは森林組合等による林業生産活動推進エリアと定めた。各ゾーンの区分は、小班それぞれについて、森林レーザ解析から得た森林情報の条件によって点数化を行いその結果を用いて林分の持つ機能を評価し、その機能に応じてゾーンを確定した。ゾーニングの結果、森林保全ゾーンは民有林全体の60.79%、林業振興ゾーンは39.21%であった。

## P1-022 波形記録式航空機LiDARの波形データを利用した森林内の地形計測手法

今井靖晃・本田謙一・鈴木久美子・高主知佳・中村三友・高橋勇・武田浩志

国際航業株式会社

【目的】本研究では、波形記録式LiDARデータを用いて森林内の地盤からの微弱なリターンパルス抽出する手法を開発し、その効果を検討した。【方法】既往研究では、波形をガウス関数の足し合わせと仮定し、EMアルゴリズムでピークを抽出する手法が用いられている。しかし、EMアルゴリズムは初期値によって結果が異なること、複雑な波形データからはポイントを精度よく抽出できないなどの問題がある。そこで本研究では、正規化モーメントとEMアルゴリズムを組み合わせた手法を開発した。正規化モーメントを用いてEMアルゴリズムによるポイントの抽出結果を評価し、パルスの追加の有無や追加する初期値を判定することにより、初期値に対してロバストで、複雑な波形でも精度よくポイントを抽出することが期待できる。【結果】1m格子ごとに地盤データ欠測率を計算した結果、提案手法は従来法より約12%改善した。土地被覆ごとに見ると、裸地や落葉樹林では従来法でも地盤点が高密度に取得できているため波形データを用いる利点は少なかったが、混交林や常緑樹林では提案手法によって欠測点が減少し、より詳細な地形情報を取得することができた。

## P1-021 波形記録式航空機LiDARによる林床状態の推定可能性の検討(IV) —林冠下部反射パルスの波形解析方法の検討—

山本一清<sup>1,2</sup>・村瀬康久<sup>1,2</sup>・千田良道<sup>3</sup>・都竹正志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>CREST/JST・<sup>3</sup>中日本航空株式会社

前報(山本ら2012)では、波形記録式航空機LiDARによる林内下層植生量の広域的把握の可能性を検討するため、人工林を対象として調査プロット内のファーストパルスについて、そのパルス振幅(PI)とパルス幅(PW)からパルス波形の面積(以下、パルス波形面積:S)を算出し、下層植生被度(%)との関係について比較・検討した。下層植生被度(%)と林冠下部の平均Sの間には、いずれも有意な関係性は認められなかった。しかし、Sはセンサから反射位置までの距離(L:m)に依存して変化し、両者の関係は非線形回帰分析の結果、もほぼ $S \propto L^{-2}$ の関係にあることが示唆された。そのため、詳細なパルス波形面積の解析においてはLの影響を補正した上で検討をする必要が考えられた。加えて、PIとPWにより算出されるSは、実際のパルス波形の推定値であることから、PIとPWによるパルス波形面積の再現性についても検証する必要性が考えられた。以上のことから、本研究では前報(山本ら2012)で使用した、波形記録式航空機LiDARによる波形観測データ(SDF形式)を詳細に解析することにより、林床状態の推定可能性について検討した。

## P1-023 航空機LiDARデータを用いた管理状態の異なる竹林の分類

高橋與明<sup>1</sup>・齋藤和彦<sup>2</sup>・永田雅史<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>3</sup>長岡京市農林振興課

本研究では、full-waveform LiDARで観測された竹林の林分構造を「管理」「倒伏なし放置」「倒伏あり放置」「管理再開」の4クラスにLiDARデータで分類可能かどうかを検討した。分類に使用したデータは、レーザービームに対してある閾値を基に4種類のパルス(First, Intermediate, Last, Only)に分離された点群データ(DEMからの比高に変換済み)である。分類に使用した説明変数としては、樹冠部の全パルスの平均高および各パルスの平均高(5種類)、樹冠部の全パルス数に対する各パルス数の比率(4種類)、全入射パルス数に対する倒伏部の全パルス数および各パルス数の比率(5種類)、全入射パルス数に対する地面部の全パルス数および各パルス数の比率(5種類)、の全19種類を定義した。RandomForestで分類した結果、樹冠部の全パルス数に対するFisrtパルス数の比率や全入射パルス数に対する地面部の全パルス数の比率が分類の寄与率の高い変数である傾向がうかがえた。学習データの再分類および検証データの分類の両方に共通した結果としては、管理竹林は高い正答率で分類可能だが管理再開竹林はほとんど誤分類されたことであった。

P1-024 航空機ライダー測量による森林バイオマス推定に樹種・地形が与える影響を評価

埋金宏光

北海道大学環境科学院

森林に貯留されている炭素量の把握は、地球全体あるいは地域内での炭素循環の解明に寄与することを通して温暖化など様々な環境問題を解くための重要な鍵となる。光学リモートセンシングの一つである航空機 LiDAR 測量は、近年、森林のバイオマスを推定する技術として注目されている。この方法は、多くの既存研究で比較的高い推定精度を示しているが、幅広く応用するためには課題も残っている。とりわけ、地形の起伏が大きいサイトや混交林のような複雑な林分構造を持つサイトで推定誤差が高くなる可能性が指摘されているものの、それらの影響を定量的に示した研究は限られている。そこで、本研究では、北海道北部の天然性林に設定された、複雑な地形と樹種構成、林分構造を持つ面積 57 ヘクタールの大面積試験地において、航空機 LiDAR によって求めた森林の地上部バイオマス量を実測値と比較し、推定精度の検証を行った。とくに、地形、樹種構成、立木密度が推定精度に与える影響を、複数の空間解像度を用いて評価した。

P1-026 デジタル空中写真を用いた様々な林相における林分蓄積の推定

古田朝子・笹川裕史・林 治克・大萱直花・洲濱智幸

日本森林技術協会

近年、効率的な森林資源量の把握が求められており、リモートセンシングの活用が望まれる。森林の蓄積推定に必要な高さ情報はレーザー計測や空中写真により得られ、digital crown height model (DCHM) から蓄積を推定する手法が報告されている。この手法は地域や樹種に関わらず推定できると考えられることから、本研究では全国に拡張可能な林分蓄積推定モデルを作成した。高さ情報の取得には、コストや既存データ活用の視点から空中写真(林冠表面の標高データ)および国土地理院の 10m 数値地形図(地形面の標高)を用いた。回帰式の作成にあたり、林冠表面の標高から地形面の標高を差し引いた DCHM と、地上調査による蓄積の相関を用いた。対象地は北海道から沖縄の各地域で、現地調査では胸高直径・樹高の計測データから林分材積を算定した。DCHM がマイナスになる調査地点では(地形面標高データが過大)調査区画内の最小値を用いて補正した。蓄積と DCHM の関係を分析した結果、針葉樹林と広葉樹林ではやや異なる傾向を示す結果が得られた。本研究は林野庁補助事業「デジタル森林空間情報利用技術開発事業」の一環で実施した。

P1-025 マレーシア・サバ州におけるリモートセンシングによる熱帯雨林の地上バイオマス推定技術の開発(2)-航空機 LiDAR データと地上プロット調査データの比較

伊尾木慶子<sup>1</sup>・露木 聡<sup>1</sup>・星元啓吾<sup>1</sup>・平田泰雅<sup>2</sup>・鷹尾 元<sup>2</sup>・Phua, Mui How<sup>3</sup>・Wong, Wilson<sup>3</sup>・Ling, Zia Yiing<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>マレーシアサバ大学国際熱帯森林学部

REDD+においては、森林の減少や劣化および炭素蓄積量を把握することが重要な課題である。森林の炭素蓄積量計測に必要な不可欠な地上バイオマスについて、LiDAR による推定が有効であることは世界の多くの地域において実証され始めており、今後は高い精度で林分の炭素蓄積の現状推定が可能となることが期待されている。本研究では、マレーシア・サバ州の熱帯雨林において焼畑や伐採などの影響を受けた攪乱履歴の異なる林相を対象とし、熱帯雨林の地上バイオマスを推定するための航空機による LiDAR 観測及び地上バイオマスのプロット調査を実施した。対象地内 50 か所に設けられたプロットにおいて、胸高直径 10 cm 以上の立木の毎木調査を行い、アロメトリー式により地上バイオマスを求めた。またプロットごとの樹種構成と地上バイオマスのデータを用いた解析により、森林劣化の程度を示す指標の作成について検討を行った。航空機 LiDAR データは 2012 年 10 月に取得され、プロット調査結果との比較による予備的解析を行った。LiDAR データを用いて林冠高モデルの作成を試みた結果、地上バイオマスとの間に関連性が見られた。

P1-027 空間分解能の違いが空中写真ベースの樹種分類に与える影響

望月翔太・渡邊由香・村上拓彦・小戸田紋郁・紙谷智彦

新潟大学

近年のリモートセンシングデータは数 cm オーダーの空間分解能で、地表面を捉えることが出来る。この時、ピクセルの集合を基礎単位とするオブジェクトベース画像分類が有効である。本論では、デジタル空中写真から樹種分類を試みた。この時、空間分解能を 50cm、1m、2.5m、5m と変化させることで、樹種分類におけるオブジェクトベース画像分類に対し、有効な特徴量を明らかにする事を目的とした。樹種分類は、ブナ、ナラ類、イタヤカエデの 3 クラスについて行う。本論ではオブジェクトの基礎統計量とテクスチャ特徴量を使用して分類を実行した。分類には集団学習法の一つである Random Forest を採用した。これは、決定木ベースのアルゴリズムであり、サブサンプルに対し別個の決定木を作成し、予測を行う。本論では、空間分解能ごとの樹種分類に寄与する特徴量の重要性を算出した。また、各分類クラスと特徴量との反応曲線を調べた。その後、テストサンプルを用いて精度検証を行った。サンプルは、現地調査で写真上の樹種を同定した結果に基づいて選択した。以上の結果を用いて、空間分解能の変化に対する樹種分類の反応について取りまとめた。



P1-028 多数の衛星画像の雲の無い部分を組み合わせた熱帯林の過去のモニタリング

鷹尾 元<sup>1</sup>・Azahari, Faidi<sup>2</sup>・Khali, Aziz<sup>2</sup>・Hamdan, Omar<sup>2</sup>・平田泰雅<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>マレーシア森林研究所

熱帯林諸国の森林被覆の時系列的変化を(準)国レベルで広域的にかつ長期的に把握することはREDDに不可欠であり、そのために衛星画像の利用が推奨される。熱帯雨林では雲が多く光学センサーによる観測の機会は少ないため、雲の無い部分を抽出し繋ぎ合わせて時系列で観測せざるを得ない。そこで、同一地域で雲を取り除いた時系列画像を作成しそのデータとしての一貫性を評価した。対象地は半島マレーシアである。使用した衛星画像は1990-2010年のLandsat TM/ETM+のUSGSアーカイブ画像である。各画像から雲およびその影を抽出・除去し、画像による経験的大気補正と斜面輝度補正を加えた。それらの画像を撮影日順に並べ、土地被覆が変化していないと思われる地点での反射率の安定性・一貫性をバンドごとおよび植生指数などの指数で評価した。その結果、低層・高層とも大きな雲は効率良く除去されたが、影や細かい雲は除去されないものも多かった。大気補正および地形補正により雲に覆われない地点の反射率の一貫性が増加した。これにより、衛星画像による熱帯林の遡及的モニタリングが効率的に行えるものと期待される。

P1-030 GeoEye-1 衛星データを用いた赤沢ヒノキ老齢林バイオマス推定

王 楠<sup>1</sup>・加藤正人<sup>2</sup>・山本進一<sup>3</sup>・西村尚之<sup>4</sup>・星野大介<sup>5</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</sup>信州大学農学部・<sup>3</sup>岡山大学・<sup>4</sup>群馬大学・<sup>5</sup>国際農林水産業研究センター

森林バイオマスは森林生態研究の重要なパラメータである。従来の地表実測法では一般に点データしか得られないうえに、労力が大きく、コストも高いため、バイオマスの空間分布と変化の研究には向かない。広範囲の森林バイオマス推定は非常に複雑で、森林生態学研究的課題の一つである。リモートセンシングは広範囲の森林バイオマスの観測、森林バイオマスの時空構成と変化傾向の分析と評価に適している。本研究は高分解能の衛星データによる、広範囲の高精度な森林バイオマスの計測を利用することを目指した。まず、現地で調査した樹冠直径、樹高と胸高直径のデータを用いて、回帰計算を行った。また、2011年10月27日に撮影されたGeoeye衛星データを用い、単木の樹冠抽出を行った。次に現地調査したデータから得られた回帰式を利用し、単木の胸高直径を推算した。そしてバイオマス拡大係数法を利用し、毎木のバイオマスを計算し、推定の精度を検討した。

P1-029 多時期衛星データを用いた林分材積推定

太田徹志・加治佐剛・溝上展也・吉田茂二郎

九州大学農学研究院

持続可能な森林経営を行うには、森林バイオマス量の空間的な分布を把握する必要がある。森林は非常に広域に分布するため、バイオマス量の把握にはLANDSATに代表される衛星データの活用が有効であると考えられる。そこで衛星データを用いた林分構造推定やバイオマス推定に関して多くの研究が行われている。しかしながら、バイオマス量が定量を超えると衛星データの観測値が変化しなくなるため、衛星データによる詳細なバイオマス量推定は困難であった。これを解決する手段としては、衛星データの観測値に新たな情報を付加する事が考えられる。現在の林分構造は、過去の攪乱履歴の影響を強く受ける。それゆえに、攪乱履歴情報を加えることで、衛星データを用いたバイオマス量推定の精度が向上する可能性がある。そこで、本研究では、多時期衛星データから得た攪乱の履歴と攪乱後の状態を加えることで、衛星データによるバイオマス推定の精度が向上するか検証した。

P1-031 マレーシア・サバ州におけるリモートセンシングによる熱帯雨林の地上バイオマス推定技術の開発(1)―中解像度衛星画像を用いた森林タイプ別地上バイオマスの推定

星元啓吾

東京大学

地球温暖化防止の有効な対策として、REDD+が注目されている。本研究は、安価な中解像度衛星リモートセンシング画像(Landsat)を用いて森林タイプ別バイオマス量の推定を実現することで、技術面とコスト面からREDD+推進の一助とすることを目的とした。研究対象地はマレーシア・サバ州内の熱帯林で、本対象地には原生林、焼畑、焼畑後の再生林、人工林といった森林が存在している。本研究では、デシジョンツリー法を用いて、森林タイプを非植生(雲、影・水域、裸地)、非森林(草地)、一次林(原生林を含む人為攪乱の少ない森林)、二次林(人為攪乱の比較的少ない森林)、劣化林(人為攪乱の多い森林)の5クラスに区分し、森林バイオマス量をHigh(350t/ha以上)、Mid(175t/ha以上350t/ha未満)、Low(175t/ha未満)の3クラスに区分した。最後に、森林タイプ区分画像と森林バイオマス量区分画像を重ね合わせ、森林タイプ別バイオマス量推定画像を作成した。分類の全体精度は、森林タイプと森林バイオマスともに77%であり比較的高精度で分類を行うことができた。

### P1-032 リモートセンシングを用いた東北タイチーク林分材積推定手法の検討

古家直行<sup>1</sup>・野田 巖<sup>2</sup>・Woraphun, Himmapan<sup>3</sup>・米田令仁<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>国際農林水産業研究センター・<sup>3</sup>タイ王室森林局森林研究開発部

東北タイにおけるチーク人工林蓄積把握のために適用可能なリモートセンシングを用いた推定手法を検討した。検討した手法は、高分解能衛星による「樹冠径法」、中分解能衛星の光学センサによる「中間赤外域観測法」とLバンド合成開口レーダによる「後方散乱係数法」である。「樹冠径法」では、地上調査より樹冠径と胸高直径および材積の関係式を導出し、樹冠径の観測から材積の推定が可能であることを明らかにした。「中間赤外域観測法」では精度は高くないが(RMSE=32-40 m<sup>3</sup>/ha、p<0.01)、簡易に広域に適用可能な方法として有効であることを明らかにした。多時期画像を用いた解析によって、利用画像は、乾季の初期(11月から1月頃まで)が有効であることを明らかにした。「後方散乱係数法」は、合成開口レーダによる観測で雲を透過するため全天候型観測が可能として熱帯地域での期待が大きい、チーク林分材積との関係は明瞭ではなかった。ただし、多時期画像同士で後方散乱係数の相関関係が見られ、安定した観測値が望めることが推察された。今後斜面傾斜や植栽列、下層植生の影響等立地要因を含めた分析を進めることが必要と考えられる。

### P1-034 伊豆天城山ブナ林の空間構造

渡邊邦宏・井出雄二・齋藤陽子・指村奈穂子

東京大学大学院農学生命科学研究科

伊豆半島天城山のブナ林は太平洋型としては比較的大きいが、ブナは老齢で衰退が進んでおり近年更新は稀である。本研究では、同ブナ林の保全のため、その動態を樹冠構造と年齢構造から推定した。A (0.71 ha)、B (0.38 ha) 2つの調査区を設置し、毎木調査(樹種、DBH ≥ 4 cm、階層、位置)および樹冠投影図(高・亜高木層)、林分断面図の作成、ブナ(64個体)の年輪コア採取を行った。ブナが円形に配置する局所を各調査区3か所抽出し、樹冠構成個体の根元位置から樹冠重心へのベクトルを求め、樹冠の発達方向と偏りの大きさを解析した。また、年輪コアから局所の年齢構造を解析した。A、Bともに、本数が多い樹木のうち樹冠面積が大きかった個体は主にブナであり、小さかった個体は、主にイヌシデとヒメシヤラであった。各局所は同程度の年齢のブナにより構成されていたが、局所間では40-50年の差があった。このことは、局所ごとにブナが一斉に更新したことを示す。また、局所ごとに、円形に配置したブナの樹冠が、一斉に円の内側あるいは外側へ向かう特徴が見られた。これは、現存するブナの周辺に生じたギャップの修復現象と考えられた。

### P1-033 九州地方におけるランドサットデータを用いた森林タイプ分類

田中真哉<sup>1</sup>・高橋與明<sup>2</sup>・齋藤英樹<sup>1</sup>・西園朋広<sup>1</sup>・北原文章<sup>3</sup>・家原敏郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>3</sup>森林総合研究所四国支所

森林資源に関する統計情報のなかでも森林タイプの空間分布は最も基礎的な情報のひとつである。衛星データは広域の森林タイプを効率的に分類して地図化することが可能なためにこれまでにその利用が検討されてきた。衛星データを利用して広域を解析する場合、雲やヘイズなどの影響受け、解析不可能なエリアが生じる。特に、日本を観測したデータは雲量が多いため、森林タイプの分類に適した季節のデータ(例えば着葉期と落葉期の2時期のデータ、あるいは高標高域でも展葉の済んだ7月や8月のデータ)をそろえて解析することができない場合が多い。そのため、衛星データになんらかの補助的な情報を加えることにより分類精度を高めることができれば有用である。そこで本研究では九州を対象に数値標高モデル(DEM)やメッシュ気候値といった広域で整備されているデータを用いることで森林タイプの分類精度を高めることが可能であるかについて検討を行った。なお、本研究は農林水産省プロジェクト研究「農林水産分野における地球温暖化対策のための緩和及び適応技術の開発」の支援を受けて実施された。

### P1-035 福島県本名スギ天然林の林分構造と更新様式

太田敬之<sup>1</sup>・川崎達郎<sup>1</sup>・鈴木和次郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>只見町ブナセンター

福島県金山町の本名スギ天然林は福島県で唯一まともに残存している天然スギ林とされている。江戸時代には天然スギの一大産地であり、明治35年(1902年)にスギが禁伐となった。林内のスギの樹齢は200年前後と推定され、ブナの伐採がほとんど行われなかったため、ブナの大径木も多く残されている。この天然林におけるスギとブナの地形ごとの更新様式の違いを明らかにするため、2012年に固定プロットを2箇所設定した。プロットP1は中腹の平坦な地形上にあり、伐根は少ない。プロットP2は尾根の急傾斜面にあり、尾根筋には多くのスギの伐根が見られる。立木(胸高直径5 cm以上の幹)とスギ幼樹(幹長130 cm以上)のサイズ測定、位置測定を行った。林分構成としてはスギ、ブナの大径木が混交する林分を形成していた。P1ではブナの小径木が比較的多く、スギは大径木が多いが小径木、幼樹の密度は低かった。一方、P2においてはブナの大径木が多く、スギは小径木が多く、スギ幼樹はP1の4倍の密度を示した。どちらのプロットでもスギは大径木、小径木、幼樹が狭い範囲に集中する傾向があり、伏条による更新を行って林分が形成された事が推察された。

P1-036 140年生スギ造林地の地上部純一次生産量：天然更新した広葉樹が優占する不成績造林地との比較

榎木 勉  
九州大学

福岡県久山町に位置する九州大学福岡演習林 14 林班に生育する約 140 年生のスギ人工林に 30mx60m のプロットを設置し、地上部一次生産量 (ANPP) を測定した。プロット内にはスギが 35 本生育し、胸高断面積合計は 59.7 m<sup>2</sup>であった。最大樹高および直径は 33m、126cm であった。アロメトリー式により算出した地上部現存量は 215.3 Mg/ha であった。プロットは 18 個の 10mx10m のセルに分割し、各セルには開口面積 0.25m<sup>2</sup>のリタートラップを一つずつ設置した。胸高直径の 2 年間の変化から求めた地上部成長量は 2.6Mg/ha/yr、リターフォール量は 6.2 Mg/ha/yr、これらの和である ANPP は 8.8Mg/ha/yr であった。プロットには、この造林が不成績のため天然更新した広葉樹が優占する二次林が隣接する。二次林の胸高断面積合計は 51.4m<sup>2</sup>、地上部現存量は 278.4Mg/ha、地上部成長量は 8.6Mg/ha/yr、リターフォール量は 3.7 Mg/ha/yr、ANPP は 12.3Mg/ha/yr であった。これらの違いはスギと広葉樹の光合成生産物の配分の違いを反映していると考えられる。

P1-038 新燃岳噴火 1 年後の霧島山系におけるアカマツの枯死状況

金谷整一<sup>1</sup>・東 正志<sup>2</sup>・臼井陽介<sup>2,5</sup>・川口エリ子<sup>3</sup>・山川博美<sup>1</sup>・秋庭満輝<sup>4</sup>・浅野志穂<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>鹿児島県森林技術総合センター・<sup>3</sup>鹿児島県庁環境林務部・<sup>4</sup>(独)森林総合研究所・<sup>5</sup>鹿児島県庁県民生活局

P1-037 カナダ亜寒帯林における細根生産量、地上部リター量、林分構造の相互関係

大澤 晃<sup>1</sup>・倉地奈保子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京大地球環境学堂・<sup>2</sup>平岡森林研究所

カナダ北西準州の亜寒帯林において森林火災後天然更新した、林齢の異なるバンクスマツ (*Pinus banksiana*) 3 林分において 2004 年以來数年間隔で細根生産量、地上部リター量、および林分構造を測定するとともに、細根生産量を含めた過去の純一次生産量を年輪データなどから推定することを視野において、これら変数間の定量的関係を吟味した。細根生産量は細根イングロースコアによる細根現存量と枯死細根量の 2 年間の変化から推定した。地上部リター量はリタートラップを設置し、年一回のリター回収から求めた。林分構造と現存量は 5 年おきに毎木調査をおこない推定した。細根現存量変化量は林分の葉現存量変化量と相関があった。枯死細根変化量は林分の葉現存量と相関があった。したがって、細根現存量と枯死細根量を合わせた細根生産量の推定値は葉現存量とその変化量とから推定できる可能性がある。これら二つの変数は年輪情報から得られる樹幹形から推定できるので、過去にさかのぼって林分の細根生産量が推定できるかもしれない。ただし、年により、林分により、これらの関係から外れる場合も観察されることがあるので、さらなる吟味が必要である。

P1-039 栃木県日光市足尾町に造成されたニセアカシア林の現状と生育環境

高橋達也・逢沢峰昭・大久保達弘

宇都宮大学農学部

足尾荒廃地におけるニセアカシア造林地の現状を把握するため、ニセアカシアが優占する林分に 15m×15m のプロットを 11 区設置し、胸高直径 1cm 以上の樹種を対象に毎木調査を行った。また、5m×5m のサブプロットを 12 区設置し、植生調査を行った。さらに、樹木の健全度を 4 段階で評価し、シカによる剥皮被害個体数を調査した。毎木調査の結果、ニセアカシア含む胸高直径 5cm 未満の高木種は認められず、近年ニセアカシア林の更新が起きていないことが示唆された。剥皮被害調査の結果、ニセアカシアの 42.0% が剥皮被害を受けており、リョウブの 94.5% よりは低いものの、シカの影響はニセアカシアにも及んでいた。植生調査の結果、1 プロットを除いて、全種平均 5.3 個体の木本性稚樹が出現し、すべて樹高 0.5m 未満であった。また、僅かではあるが近隣の林分からの侵入と思われる木本性稚樹が確認された。除外したプロットにおいては、ニセアカシア倒木付近に同種稚樹が 138 個体確認されたが、食害も多くみられた。以上から、ニセアカシア林はシカの強い被食圧により更新しておらず衰退傾向にあるが、実生・萌芽更新の潜在性が認められた。

P1-040 マツ枯れ進行中の海岸クロマツ林における高木性常緑広葉樹の分布

秋保開社<sup>1</sup>・紙谷智彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>新潟大学農学部・<sup>2</sup>新潟大学大学院自然科学研究科

砂丘上のクロマツ人工林に生育している高木性の常緑広葉樹は、マツ枯れで衰退するクロマツの補完樹種になる可能性が高い。本研究では海岸林に自然侵入した高木性常緑広葉樹の広域的な分布と更新の状況を明らかにすることを目的とする。調査は新潟市の海岸クロマツ人工林で行った。自然林と接した地点から1.3、2.7、3.7、5.1、8.6kmの各地点に稚樹調査区を設置した。出現した高木性樹種は、樹種名、樹高、および、樹高が2m以上の場合には胸高周囲長を記録した。高頻度に出現したシロダモについては、稚樹調査区を含むように成熟個体調査区を設置し、開花期に雌雄を判別し位置を記録した。雌株については果実数もカウントした。その結果、各調査区のシロダモの分布密度は、角田山からの距離に相関は無く、成熟雌個体数とそれらがつけている果実の積算数に有意な相関があった。また、マツ枯れの進んだ林分でシロダモが高密度に出現している傾向があった。稚樹密度の高い林分ではシロダモのパッチが形成されており、良好に更新していた。これらのパッチを活用して、シロダモをマツ枯れ後の補完樹種とする方法について考察する。

P1-042 アフリカ東南部におけるミオンボ林への熱帯山地雨林の侵入過程

藤田知弘

京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科

異なる植生帯への侵入過程 (ex. 熱帯雨林種のサバンナへの侵入) における促進作用を検討した研究は少ない。本研究はアフリカ東南部において山地雨林種である *Syzygium guineense* ssp. *afromontanum* (フトモモ科: 以下 *Syzygium*) の周辺疎林への侵入過程における促進作用の重要性を検討した。

本調査地は大部分がミオンボ林 (マメ科が優占する熱帯疎林) から構成されるが、パッチ状の山地雨林も存在している。本研究ではミオンボ林において *Syzygium* 実生の生存率を4マイクロハビタット (*B. floribunda* 下、*U. kirikiana* 下、*F. natalensis* 下、オープンスペース) で比較した。さらに、以上のマイクロハビタットで環境条件を比較した。

調査の結果、*F. natalensis* と *B. floribunda* 下にセットした *Syzygium* 生存率は *U. kirikiana* 下とオープンスペースのものよりも有意に高い値を示した。本研究は *F. natalensis* と *B. floribunda* は *Syzygium* のミオンボ林における定着を促進していることを示唆する。

P1-041 霧島山系新燃岳の2011年噴火後の植生の衰退と回復

山川博美・安部哲人・重永英年

森林総合研究所九州支所

新燃岳は、2011年1月27日に爆発的噴火を起こし、火口の南東側を中心に大量の火山灰が堆積した。本研究では、この噴火による森林の衰退と回復状況を明らかにすることを目的とした。調査は、火口から南東側約3kmに位置する高千穂河原周辺に、50m×50mの5つのプロットを設定し、胸高直径5cm以上の樹木について、2011年9月および2012年9月に、種名、胸高直径、被害度を記録した。

各プロットはアカマツが優占し、その他にミズナラやカナクギノキ、タンナサワフタギなどの落葉広葉樹が混交するアカマツ林であった。噴火による樹木被害は樹種によって異なっていた。なかでも、優占種であるアカマツが最も影響を受けており、噴火後2年目には多くの個体が枯死していた。一方、広葉樹の被害は小さく枯死した個体は1割程度で、噴火後2年目には衰退した樹冠の葉量が回復する傾向にあった。今回の噴火は落葉期にあたる1月に噴火が起こっているために、噴火時点で葉を着けていた常緑樹のアカマツが被害を大きく受けた可能性がある。これらの結果から、今後はアカマツが優占する林分から、落葉広葉樹が優占する林分へ変化する可能性が高いと考えられた。

P1-043 インドネシア国リアウのギアムシアケケシル野生物保護区の山林火災跡地の森林植生遷移

Haryati, Eny<sup>1,2</sup>・中越信和<sup>1</sup>

<sup>1</sup>広島大学大学院国際協力研究科・<sup>2</sup>インドネシア森林省

The aim of the study is to recognize diversity of vegetation after fire in peat swamp forest. Sample plots were in 4 locations. Survey showed 9 species in 2012 post fire plots, 8 species in 2010 and 2008 post fire plots and 44 species in secondary forest. In post fire plots, *Imperata cylindrica* was dominant species. Secondary forest has a more stable plant community compared to other locations. The plot after 2012 forest fire had the lowest result as the plot was in the early stage in succession process. The characteristics of soil after fire were poor. Bulk density became larger after fire but porosities and permeability became smaller. Alkalinity increased but some materials (K, Na, Mg, Ca, N total, etc) decreased post fire. The study showed post fire succession process in peat swamp forest was slow as soil quality degradation after fire.

P1-044 近年の里山林整備が森林の環境形成機能に及ぼす影響の評価

籠谷泰行・田中 惟・香西彩子  
滋賀県立大学環境科学部

P1-045 標高傾度に沿った林床植生の生態的特性の変化パターンに及ぼす登山道の影響

鈴木雄大・小出 大・持田幸良  
横浜国立大学大学院環境情報学府

八ヶ岳南東麓地域の山地帯から亜高山帯にかけての草本植物を対象に、(1) 標高傾度と生態的特性の関係と、(2) 同標高における登山道沿いと森林内で卓越する生態的特性の差異を明らかにした。

植生調査によって得られた 92 種の草本植物の分布データを基に解析を行った。文献から収集された 34 の生態的特性と環境要因データを CCA によって序列化し、軸と各特性の関係を評価した。

その結果、常緑葉、動物被食散布など 11 の生態的特性については標高傾度に伴う小気候の変化に対して有意な正の相関があった。逆に夏緑葉、シカの嗜好性植物など 11 の生態的特性については、有意な負の相関があった。

登山道沿いと樹林内において卓越する生態的特性の標高パターンは類似していた。このことから 2 つの立地の差よりも標高による小気候の変化の方が生態的特性の変化に影響が強かったことが考えられる。しかし地中植物、動物付着散布、自動同花送粉等は、特に低標高の登山道沿いにおいて強い相関を示した。これらは攪乱の影響が強い環境でより顕在化する生態的特性であり、低標高の登山道沿いにおける攪乱強度・頻度の強さから発現したものであると評価された。

P1-046 三重県内のスギ・ヒノキ人工林伐採跡地における広葉樹の更新状況

福本浩士  
三重県林業研究所

【はじめに】近年、木材価格の低下等により林業採算性が悪化し、主伐後に再造林を行わない事例が増加している。再造林を放棄した場合でも、通常なら広葉樹林へと遷移していくことが期待されるが、近年のシカの個体数増加により広葉樹の天然更新も阻害されている状況である。そこで、本研究では再造林放棄地における広葉樹の侵入状況を、シカ食害の有無、隣接広葉樹林の有無と関連づけて調査した。【調査地と方法】津市美杉町において、主伐後 2 年間経過した再造林放棄地 2 箇所（広葉樹隣接地と非隣接地）に 5m×25~30m の固定調査プロットを 2 個ずつ設置した。一方にシカ防護柵を設置し（シカ食害排除区）、もう一方はシカ防護柵を設置しなかった（対照区）。前生樹（樹高 0.3 m 以上）の残存状況と新規に加入した実生の発生状況を記録した。【結果】残存していた前生樹はアラカシ、シイ類、ヤブツバキ、シロダモ等で、広葉樹隣接地の方が非隣接地よりも多かった。新規に加入した実生も広葉樹隣接地で多く、風散布の散布様式を示すケヤキやアカシデの出現本数が多かった。

P1-047 北日本の山地性ヤナギ属 5 種の当年生実生の育苗によるより正確な同定

星崎和彦・杉浦大樹・松下通也  
秋田県立大学

樹木の当年生実生の種同定は森林生態学の幅広い分野で基盤情報となるが、小種子由来の小さな実生の同定には相応のスキルが要求される。本報告では、極小の種子を持つヤナギ属の実生同定のポイントについて報告する。岩手県奥羽山系の溪畔域に実生発生を促す発芽床を 25 か所設置した。2012 年 5~6 月に約 7 日ごとに各々を見まわり、発生直後の実生を極小コンテナで持ち帰って人工気象器で育苗した。また現地の成木（オノエ、バッコ、シロ、キツネ、イヌコリの 5 種）から果序を採取し、室内で播種して同条件で育て、既知種のレファレンスとした。この 5 種は子葉や初出本葉の形態ではほとんど区別できなかった。本葉が数枚の段階でも同定は不安定で、発生 1 か月後でもしばしば種が訂正された。2 か月前後で約 5cm 超（本葉 5 枚前後の段階に相当）に至った個体の種はかなり判別できた。しかしバッコヤナギとキツネヤナギの識別には、10 月でもルーベが必要であった。このように、発芽直後の実生を室内で育てればヤナギ属の種もある程度同定できる。しかし、発生初期は誤同定が避けがたいこと、バッコヤナギとキツネヤナギは形態的類似性が高いことに留意すべきである。

P1-048 京都市近郊林の遷移進行に伴う埋土種子組成および実生消長の変化

山田怜史<sup>1</sup>・平山貴美子<sup>1</sup>・乾 彰展<sup>2</sup>・清水咲代<sup>2</sup>・高原 光<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>京都府立大学生命環境学部

埋土種子は森林の種多様性維持に重要な役割を果たすと考えられている。しかし、遷移段階の異なる森林ではその組成が変化することが指摘されており、その後の実生更新にも影響を及ぼす可能性がある。本研究では都市近郊林での遷移進行が埋土種子組成やその後の実生更新に与える影響を明らかにすることを目的とし、京都市宝ヶ池丘陵の落葉広葉樹二次林とコジイが急速に拡大する常緑広葉樹林、京都市東山のシイ属が優占する常緑広葉樹林で採取した土壌を用いて発芽試験を行うとともに、林冠下・ギャップにおいて放置・地掻き状態での実生消長を追跡した。発芽試験の結果、宝ヶ池落葉広葉樹二次林で16種1219本、東山常緑広葉樹林で17種1638本を検出し、種子散布型別ではそれぞれ風散布型が92%、鳥散布型が98%を占めた。一方、近年急速に拡大した宝ヶ池常緑広葉樹林では17種419本と、半数以下の本数になっていた。実生発生は地掻き状態でいずれの林分の林冠下・ギャップでも増加し、東山常緑広葉樹林で鳥散布樹木の増加が顕著であった。これらには、森林の発達段階の違いや都市林特有の断片化による種子散布の変化が影響している可能性が考えられた。

P1-050 遷移段階の異なる森林土壌で生育させたクロマツ実生およびマテバシイ実生の成長量と菌根化率

仲野翔太<sup>1</sup>・霜村典宏<sup>2</sup>・畑 邦彦<sup>3</sup>・曾根晃一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>鳥取大学農学部・<sup>3</sup>鹿児島大学農学部

鹿児島県桜島には火山噴火の影響により遷移段階の異なる森林が成立している。これらの森林では、土壌の栄養条件や息する菌根菌相が異なっていると考えられ、それが植生の違い、ひいては植生遷移の進行に関係していると考えられる。そこで、本研究では桜島内のクロマツ林とマテバシイ林から採取した土壌およびそれらを滅菌した土壌でクロマツとマテバシイの実生を生育させ、菌根形成と実生の成長量を比較した。滅菌土壌ではクロマツ実生、マテバシイ実生とも菌根は形成されなかった。非滅菌土壌では、クロマツ実生の菌根化率はマテバシイ林の土壌よりもクロマツ林の土壌の方が高かったが、マテバシイ実生では有意差はなかった。クロマツ実生の成長量は滅菌土壌ではクロマツ林の土壌よりマテバシイ林の土壌の方が大きく、前者は貧栄養であると考えられた。一方、非滅菌土壌では成長量が同等であり、これは菌根による成長促進の影響と考えられた。マテバシイ実生の成長量はクロマツ林の土壌でも低いということはなかったが、これは、マテバシイ実生は堅果を付けており、成長の初期においては菌根形成よりも堅果からの栄養分供給の影響を強く受けているからだと考えられた。

P1-049 旧新炭林におけるブナ母樹の混交率と常緑低木の被覆がブナ実生の発生と生残に及ぼす影響

原澤夏穂<sup>1</sup>・紙谷智彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>新潟大学農学部・<sup>2</sup>新潟大学大学院 自然科学研究科

冷温帯の落葉広葉樹二次林は、過去の薪炭林としての伐採周期に応じてブナやナラ類等が異なる比率で混交している。原植生がブナ林の場合、混交するブナの豊作翌年に発生する大量の実生は、遷移のポテンシャルとなりうる。本研究では前年にブナ落下種子数を調査した二次林において、ブナ母樹の混交率、季節的な光環境、常緑低木の被覆がブナ実生の発生と生残に及ぼす影響を検討する。

新潟県阿賀町のブナ樹冠密度が異なる落葉広葉樹二次林6林分において、1m×1mの調査枠を各林分20カ所設置し、6月から10月まで毎月1回、ブナ当年生実生数を記録した。ブナ母樹の混交率は展葉期の空中写真解析により、光環境は光量子センサーで、常緑低木の植被率は写真画像の解析により求めた。

その結果、落下種子数と実生発生数、また実生発生数と1年目の生残率はそれぞれ無相関であった。そのため、更新には落下後の発芽・生育環境が重要であることが示唆された。一方、実生生残率は落葉期の光環境と相関があった。特に、常緑低木による被陰が発芽後の生残に強く影響を与えていた。以上の結果から、ブナ林への遷移の可能性について考察する。

P1-051 個体ごとの結実特性の違いを考慮したブナ林の適正保残本数—長期観察に基づく解析—

菅野廣大

山形大学

ブナの天然更新施策は母樹保残とかき起こしを併用する「母樹保残法」が実施されてきた。しかし、保残すべき適正な母樹本数について課題がある。前田・宮川(1971)や小山ら(2001)は30~50本/ha以上の母樹を残すべきとしているが、これらの知見は林分の全個体が大量結実することを前提としている。しかし、ブナでは個体間で結実頻度や量に違いがあることが指摘されており、それを考慮すると残すべき本数はもっと多くなると予想される。そこで、20年間の個体別の結実調査の結果から個体による結実習性(頻度と量)の違いを把握し、適正保残本数の算出を試みた。結実調査は約100年生ブナ二次林の84個体について、1993年から20年間、目視により結実量を5段階で把握した(結実度0~4)。調査期間中は大豊作(健全種子が200個/m<sup>2</sup>以上)の年が3回、それ以外は並作か凶作だった。しかし、大豊作年でも全ての個体が結実度4になるのではなく、0~3の個体も存在した。それを考慮に入れると、従来報告されている保残本数では豊作年でも更新基準を満たすことができず、125~150本/ha程度の母樹を残す必要があると示唆された。

P1-052 葉量から再現した林内光環境の年変動とそれが下層個体の成長に与える影響—ブナ林における長期トラップデータによる解析—

高橋 優  
山形大学

閉鎖した森林の葉量は樹種ごとにほぼ一定とされているが、ブナでは豊作年に落葉量が減少する年変動が確認されている。上層林冠の葉量変動することによって林床へ届く光量は変化し、下層植生に影響を与えることが考えられる。そこで、林齢約100年のブナ二次林内にリタートラップを設置し、18年間の調査で得られた葉量データから過去の林内光量の年変動を、光の減衰に関する Beer-Lambert の法則で再現した。また、変動する光環境が下層植生に与える影響を、光環境とブナ低木の胸高断面積 (BA) 成長量の年変動との関係でみた。その際、貯蔵養分に依存して成長するブナの成長特性に注目し、当年の光環境に対して当年~5年後の BA 成長量を対応させた。調査の結果、18年間で落葉量が約 2~3t/ha の間で変動し、豊作年に合わせて落葉量が減少傾向にあった。また、葉量データから再現した林内光量は、約 4~12% の間で変動し、葉量が減少傾向にある豊作年は林内が比較的明るいことが推定された。当年の光環境と当年の BA 成長量との間に有意な相関はみられなかったが、当年の光環境と翌年と2年後の BA 成長量との間には有意な正の相関がみられた。

P1-054 冷温帯スギ・落葉広葉樹混交林において母樹からの距離がブナの更新に与える影響の解明

國永知裕・平山貴美子・高原 光  
京都府立大学大学院生命環境科学研究科

母樹からの距離や個体密度に依存した捕食者や病原菌による種子や実生の死亡は、森林の種多様性を創出する大きな要因であると考えられてきた。我が国のブナ優占林においてはブナの種子や実生の密度依存的な死亡が報告されている。日本海側では断続的にスギとブナの混交林が見られるが、こうした混交林の形成に距離・密度依存的死亡が関わっているのだろうか？本研究では、母樹からの距離や実生密度と実生生存率との関係の解明を目的に、京都大学芦生研究林内の尾根部に単木的に分布するブナ母樹 (n=6) からスギ林にかけて長さ 9~13m のトランセクト状に設けた調査区 (38 m<sup>2</sup>) に発生したブナ実生の生残を追跡調査した。ブナ実生は、694 個体が発生し、112 個体が 11 月まで生存した。一般化線形混合モデルによる解析の結果、母樹からの距離と個体数には負の強い相関があった。一方、実生生存率はブナ樹冠、母樹からの距離とそれぞれ負、正の強い相関を示し、密度とは相関がなかった。捕食者による胚軸への被害個体割合も同様の傾向を示した。捕食者がブナ樹冠下周辺で実生を加害することで、距離依存的な死亡を起こしスギとブナの混交に貢献している可能性がある。

P1-053 秩父山地におけるオノオレカンバの生育地推定

五十嵐隼・齊藤陽子・井出雄二  
東京大学大学院農学生命科学研究科

生育環境が限られる種では、保全・管理の対象範囲における分布状況の把握が重要である。オノオレカンバ (*Betula schmidtii*) は、生育環境が岩礫地や土壌の浅い尾根に限られ、地域スケールでは離散的な分布を示す。そこで本研究では、秩父山地においてオノオレカンバの生育地を推定した。オノオレカンバ 375 個体の個体位置を在ポイントとした。また、GIS を用いてランダムポイントを 200 個作成した。それぞれのポイントを含むセルを 90m メッシュで抽出した結果、94 の在セルと 200 のランダムセルが抽出され、これらを目的変数として樹木モデルによって生育地を推定した。その結果、61 の在セルが分類される末端ノードが作成された。この末端ノードの条件は、平面曲率  $\geq 0.25\text{m}$ 、標高  $< 1402\text{m}$ 、傾斜度  $\geq 13.7^\circ$ 、凹凸度  $\geq 13.0\text{m}$  であった。したがって、オノオレカンバの生育適地は尾根上の急傾斜かつ凸地形であった。この条件で生育地推定を行った結果、対象地域の 12% が生育地と推定され、その分布は離散的であった。このことから、上述の立地環境がオノオレカンバの分布を決めていることが明らかになった。

P1-055 西日本のブナ原生林における年輪解析による動態の解明

Ariya, Uyanga<sup>1</sup>・濱野研也<sup>2</sup>・牧本卓史<sup>5</sup>・赤路康明<sup>1</sup>・木下 秋<sup>1</sup>・宮崎祐子<sup>1</sup>・廣部 宗<sup>1</sup>・水永博己<sup>4</sup>・坂本圭児<sup>1</sup>・山本進一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>岡山大学大学院環境生命科学研究科・<sup>2</sup>岡山大学農学部・<sup>3</sup>岡山大学・<sup>4</sup>静岡大学農学部・<sup>5</sup>岡山県

Dendro-ecological analysis is needed to understand stand dynamics of forests by estimating the disturbance history and age structure. The analysis was conducted in the old-growth beech forest of Wakasugi forest reserve (N35°14', E135°23'), southwestern Japan. Increment cores were taken from all the tree individuals with dbh of more than 10 cm, for tree ring analysis in the plots of 50 m × 130 m. For the disturbance history analysis, boundary-line release criteria were adopted to identify significant growth releases in each tree ring series, which are likely to be caused by disturbances. As results, age structure suggested continuous establishment by *Fagus crenata* and simultaneous establishment by *Mognolia obovata*. Disturbance history analysis showed that in this beech forest several disturbance events happened for 180 years. We are comparing the result with historical materials and discussing relationships between disturbance history and establishment of tree.

P1-056 多雪地帯ブナ林のマウンド・ピットにおけるブナ当年生実生の消長

福山文子・箕口秀夫

新潟大学大学院自然科学研究科

根返りにより形成されたマウンド・ピットは光や土壌などの林内環境に大きな変化をもたらす、森林生態系の管理を考える上でマウンド・ピットでの樹木の更新特性や遷移を解明することは重要である。そのために新規実生の消長を把握することも、また重要である。本研究では、多雪地帯ブナ林に異なる時期に形成されたマウンド・ピットおよび未攪乱地における、ブナの当年生実生の消長の把握を目的とした。調査は、山形県小国町西置賜郡小国町の温身平で行った。ここには標高 400~800m の沖積平坦地で典型的な日本海側ブナ林が分布している。温身平における自然攪乱による形成時期の異なる 26 か所のマウンド・ピットを対象とした。本調査地では、2011 年ブナの豊作年であり、2012 年はブナの新規実生が数多く発芽した。2012 年 6 月下旬からカウンターを用いて当年生実生をカウントし、さらに一部の当年生実生はナンバーをつけ、追跡調査を行った。また、マウンド・ピット上での植生の特徴、昨年からの高木性樹種の実生の成長を把握するため植生調査を行い、これらを基にマウンド・ピット上のブナの当年生実生の消長について考察する。

P1-059 兵庫県におけるコナラの豊凶特性—8 年間の観測結果から

藤木大介

兵庫県立大学

兵庫県本州部のコナラ林約 200 林分を対象に 2005 年~2012 年の 8 年間、目視によりコナラ堅果の豊凶を観測した。その結果、コナラ堅果の結実には県域スケールで年次の豊凶があることが確認された。一方で、豊凶の同調性の強さは地域的な差異があり、兵庫県内でも同調性が強い地域と弱い地域があることが示唆された。発表では、これらに加え、豊凶に影響する気象要因についてアメダス・データを用いた解析結果についても示したい。

P1-057 空中写真を利用したブナ老齢林の樹冠変化のモニタリング

張阿拉坦娜布其<sup>1</sup>・粟屋善雄<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学大学院連合農学研究科・<sup>2</sup>岐阜大学流域圏科学研究センター

Aerial photos are well suited for capturing information of canopy size and shape. DSM is appropriate for capturing canopy height. This study intends to monitor canopy changes of time series of beech forest over 25 years. Canopy changes are evaluated from analysis of aerial photos and DSMs. The study site is a permanent plot of beech forest in northern part of Gifu prefecture. The aerial photos were taken in 1983, 1993, 2003, 2008 and DSMs of responded years were developed from aerial photos.

P1-061 ブナの結実が枝構造とその光獲得特性に与える影響

飯尾淳弘

国立環境研究所

ブナのように周期的に大量の実をつける樹種では、結実の際に多くの資源を必要とするため、葉面積やシュート伸長成長量の低下など、枝構造が変化するという報告がある。しかし、その一方で変化しないという報告もあり、研究例が少ないためその実態は明らかでない。枝構造の変化は光環境の変化を介して光合成量を変化させるので、こうした構造の調査は、結実による資源分配様式の変化やそれともなう器官成長量の変化を予測するうえでも重要である。そこで、ブナ成木の結実個体とそうでない個体から枝を採取し、その構造を比較した。試験地は新潟県苗場山のブナ天然林である。5 個体の陽樹冠から長さ約 40cm の枝を 2 本ずつ、2009~2012 の夏に採取した。構造として、当年シュートの長さ、葉面積、葉と実の重量と数、枝の遮光効率 (SPAR) を測定した。枝の結実量と構造の関係を調べると、個葉の面積にのみ有意な負の相関が見られた。SPAR は変化しなかったことから、葉の分布様式は変化しないといえる。ブナは陽樹冠に多くの葉を保持している。結実時には林分の葉面積が低下し、生産構造が変化する可能性がある。



P1-062 京都市近郊林の遷移進行に伴う鳥類相の変化と被食種子散布の関係

平山貴美子<sup>1</sup>・山田怜史<sup>1</sup>・町田英美<sup>1</sup>・吉川徹朗<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究所

京都盆地周辺では、アカマツ・コナラを中心とする二次林からシイを中心とする常緑広葉樹林へ急速に遷移が進行している。このような林相変化は、種子散布者相を変化させ、種子の散布パターンにも影響を与えている可能性がある。本研究では、遷移の進行に伴う林相変化によって鳥による被食種子散布パターンがどのように変化するのか明らかにすることを目的に、京都市近郊の遷移中期段階にあたる落葉広葉樹林と隣接して広がる遷移後期段階にあたるコジイ優占林において、ポイントセンサス法による季節的な鳥類相の把握と、シードトラップの定期的な回収による果実・種子散布パターンの把握を行った。

2010年5月から2012年12月まで月1-2回の鳥類相の把握の結果、落葉広葉樹林では18.1頭/時間、コジイ優占林では29.9頭/時間の鳥類が観察され、コジイ優占林での観察頭数が季節を通じて高くなっていった。コジイ優占林よりも落葉広葉樹林の方が液果の生産量は多かったが、被食種子散布率は両林分とも高かった。階層構造の発達したコジイ優占林における鳥類の住み場所の提供が、果実の過少に関わらない被食種子散布に貢献している可能性が考えられた。

P1-064 ブナ樹冠における葉の特性分布に及ぼす結実の影響

橋本正明<sup>1</sup>・馬場崇彰<sup>1</sup>・韓慶民<sup>2</sup>

<sup>1</sup>静岡大学・<sup>2</sup>森林総合研究所

ブナ樹冠内では空間的に光環境が異なり、光環境によって葉の生理的・形態的特性が変化することはよく知られている。一方、ブナで見られる結実豊凶は個体の物質生産に大きな影響を及ぼし、葉量にも影響することが考えられる。しかしながら、豊作年における陽樹冠シュートでの個葉サイズ減少の報告はあるものの、全体での葉量の変化は確認されておらず、また樹冠全体における葉の特性分布がどのように変化するかは報告はない。本研究では、個葉の特性を評価する指標として比葉面積 (SLA) を用い、結実年および非結実年の落葉 SLA 分布から、ブナの結実豊凶が樹冠部における葉の特性分布に及ぼす影響について評価することを目的とする。新潟県苗場山の標高 900 m にある約 80 年生のブナ林を対象とした。調査は、2009 年と 2010 年に行われ、2009 年は結実なし、2010 年は結実が確認されている。試験地の林床にリタートラップ (面積 0.25 m<sup>2</sup>) 5 個を設置し、9 月末から 11 月中旬まで随時回収した。回収したサンプルは器官ごとに分類した後、計量した。葉は抽出率 25% 以上でサンプリングし、葉面積、絶乾重量の測定から個葉ごとの SLA を求めた。

P1-063 山形県におけるブナ豊凶予測の検証と精度向上に向けて

遠藤貴己

山形大学

ブナの豊凶予測技術はすでに北海道で開発されており、豊作は当年の雌花開花数が 500 個/m<sup>2</sup>以上で、かつ前年比 20 倍以上と定められている。山形県でも北海道での条件をもとに予測を行っているが、気象や種子食性昆虫の密度の違いなどによって豊凶の度合いに地域差があると予想される。そのため、松井ら (2009) によって、山形で豊作になるには、当年の雌花開花数 350 個/m<sup>2</sup>かつ前年比 10 倍以上と設定された。しかし、この研究では豊作を一度しか経験しておらず、実用するには信頼性が乏しい。そこで、本研究で 5 年間のデータを加え、山形県版豊凶予測技術の再度検証と精度向上を目的とする。調査は山形県内の 19 林分で行った。全 142 回の予測の結果、山形県版予測条件は 89.6%、北海道版豊凶予測は 90.8% と高い中率を示した。このうち、豊作的中率は山形県版で 83% と北海道版 (72%) よりも高かった。そのため、山形県では現在用いられている北海道版豊凶予測条件より山形県版豊凶予測条件が有効であると示唆された。今後はさらなるデータ蓄積によって精度をあげることで、豊作になる確率を天気予報のように表すことが可能となるだろう。

P1-065 溪畔域の老齢天然林における 22 年間の種子生産変動

野口麻穂子<sup>1</sup>・星崎和彦<sup>2</sup>・松下通也<sup>2</sup>・安倍一博<sup>2</sup>・杉浦大樹<sup>2</sup>・柴田鏡江<sup>1</sup>・星野大介<sup>3</sup>・正木隆<sup>4</sup>・大住克博<sup>5</sup>・高橋和規<sup>5</sup>・鈴木和次郎<sup>6</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>秋田県立大学生物資源科学部・<sup>3</sup>国際森林水産業研究センター・<sup>4</sup>森林総合研究所・<sup>5</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>6</sup>只見町ブナセンター

樹木群集における種子生産の時空間変動は、新規加入個体の分布を強く規定することから、森林動態の予測の精度に大きな影響を及ぼすと考えられる。実際の森林における落下種子の変動パターンは、各樹種の結実や種子散布の特性を反映し、樹種間で異なることが予想される。しかし、その検証には長期かつ大面積の観測データが必要とされるため、十分な解明が進んでいない。カヌマ沢試験地 (岩手県奥州市) の老齢天然林では、シードトラップを用いた落下種子の観測が 1990 年から継続されている。本研究では、この長期データを用いて、主要樹種の落下種子密度の時空間変動を明らかにした。主要樹種のうちトチノキは落下種子密度の年変動が小さく、オヒョウ、サワグルミも頻繁に豊作年が訪れていた。ケヤキ、イタヤカエデ、ブナでは年変動が大きかったが、豊作年における落下種子密度の空間的なばらつきは比較的小さかった。一方、ミズキのように大きな空間変動を示す樹種もみられた。本講演では、これらの結果から、落下種子の時空間変動パターンと樹種特性との関係について考察し、森林動態の予測に際して考慮すべきプロセスについて検討する。

P1-066 マイクロサテライトマーカーを用いた落葉広葉樹林におけるツツジ属 2 種の空間遺伝構造

中山ちさ<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>2</sup>・大久保達弘<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>宇都宮大学農学部森林科学科

本研究は、落葉広葉樹林に自生するヤマツツジおよびバイカツツジに対して、核 DNA の遺伝解析を行い、クローン構造および空間遺伝構造を調べた。また、繁殖特性の指標として種子数・種子重量を計測した。遺伝解析を行うにあたり、10m×10m の 2 つのプロットを設置し、根茎のつながりのない幹を対象に位置図を作製した。そして各幹について 5~6 つのマイクロサテライトマーカーを用いてその遺伝子型を決定し、ジェネットの識別を行った。その結果、2 種のうちヤマツツジにおいてのみクローン構造がみられた。しかし、同一クローン内でのラメット間距離は最大 0.7m と小さかった。したがって、両樹種の更新は無性繁殖よりも有性繁殖が主であると考えられた。さらに、1 クローンあたり 1 ラメットを用いて空間遺伝構造解析を行ったところ、いずれの樹種も近距離 (0-3m) において、ごく弱いが、各クローンが遺伝的に近縁であることを示す有意な正の空間遺伝構造が検出された。このような空間遺伝構造は、軽量の種子によって比較的制限のない遺伝子流動が生じつつも、重力散布される多量の種子が近距離に散布されることによって生じるものと考えられた。

P1-067 RDA 法を用いたヒメアオキの性特異的ゲノム領域の探索

鳥丸 猛<sup>1</sup>・齋藤 晶<sup>1</sup>・永松 大<sup>2</sup>・松下通也<sup>3</sup>

<sup>1</sup>弘前大学・<sup>2</sup>鳥取大学・<sup>3</sup>秋田県立大学

植物個体群を現地で適切に保全・管理するためには、次世代を担う種子を十分に生産できるための繁殖個体の数を確保する必要がある。特に、雌雄異株性の植物種では、生産された種子のうち雄と雌の割合 (性比) が次世代の繁殖イベントに影響を及ぼすため、植物の性決定様式の解明は現地内保全を目指す上で重要な基礎データを提供する。そこで、本研究は形状の異なる XY 染色体によって遺伝的に性が決定されることが知られているアオキと近縁であるヒメアオキを対象とし、RDA 法を用いて雌雄の性特異的なゲノム領域を探索した。RDA 法によって濃縮された雄特異的なゲノム領域の塩基配列をデータベースと比較した結果、アオキ、ナツメヤシ、ヨーロッパドウ、バパイヤ、シナヒイラギ、シラタマソウなどの雌雄異株性の植物種やハマフダソウの細胞質雄性不稔および稔性回復に関わるゲノム領域と高い相同性が得られた。さらに、本報告では得られた塩基配列情報をもとにプライマーを作製して性特異的な増幅をもたらす PCR 条件を探索するとともに、作製されたプライマーを日本各地から収集したヒメアオキの雌雄のサンプルに適用し、性識別遺伝マーカーとしての有効性を検討する。

P1-068 日本産樹木 DNA バーコーディング— 2012 年度 *rbcL*, *matK*, *trnH-psbA* —

吉村研介<sup>1</sup>・鈴木節子<sup>1</sup>・田中孝尚<sup>2</sup>・鈴木三男<sup>2</sup>・神保宇嗣<sup>3</sup>・伊藤元巳<sup>4</sup>・舘田英典<sup>5</sup>・大谷雅人<sup>1</sup>・勝木俊雄<sup>1</sup>・津村義彦<sup>1</sup>・藤井智之<sup>1</sup>・能城修一<sup>1</sup>・河原孝行<sup>1</sup>・吉丸博志<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>東北大学・<sup>3</sup>国立科学博物館・<sup>4</sup>東京大学・<sup>5</sup>九州大学

DNA バーコーディングとは、特定の遺伝子領域の短い塩基配列 (DNA バrcode) で生物種の同定を行う方法である。植物では、葉緑体 DNA の *rbcL* 部分配列と *matK* 部分配列を DNA バrcode の標準とすることが 2009 年に決められている。日本産樹木を対象として、*rbcL* 部分配列、*matK* 部分配列、*trnH-psbA* 遺伝子間領域で解析を行った結果、*rbcL* 部分配列 (977 種) は、種の同定能力は 46% と低かったが、植物の科や属レベルの分類に有効であった。*matK* 部分配列 (649 種) は *rbcL* 部分配列より変異性は高く 63% の種が同定できたが、*trnH-psbA* 遺伝子間領域 (929 種) の 69% に比べ種分解能が劣っていた。3 つの領域を併せると 73% の種が同定できた。*rbcL* と *matK* 部分配列は、植物の DNA バーコーディングの基礎として好ましいが、この 2 つの情報だけでは情報量が不足している。また、種を超えて同じ変異を共有している分類群もあり、葉緑体 DNA だけでは限界があることが示唆された。同定困難な種分類群については、葉緑体 DNA の調査領域を増やすか、ITS 領域等の核 DNA を調べる必要がある。

P1-069 千葉県房総丘陵におけるヒメコマツ実生の生育環境と遺伝的組成

磯辺山河<sup>1</sup>・久本洋子<sup>2</sup>・軽込 勉<sup>2</sup>・中山ちさ<sup>3</sup>・逢沢峰昭<sup>1</sup>・大久保達弘<sup>1</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学農学部・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林千葉演習林・<sup>3</sup>宇都宮大学大学院農学研究所森林科学専攻

千葉県房総丘陵のヒメコマツは最終氷期の遺存植物として学術的に貴重であるが、近年、個体数の著しい減少により絶滅が危惧されている。また、個体が孤立し花粉流動が低くなり、近親交配や近交弱勢が生じている可能性がある。本研究はヒメコマツの保全のための次世代実生の遺伝構造を調べることを目的として、房総丘陵に位置する東京大学千葉演習林において、生存する天然成木周辺の実生を探索し、樹齢と生育環境を記載するとともに、実生 25 個体、成木 16 個体の針葉から DNA を抽出し、核 SSR マーカー 4 遺伝子座を用いて実生の親子解析および自殖率の推定を行った。親子解析の結果、14 個体について両親を特定した。そのうち 6 個体は他殖であり、父親までの最大距離は 276m と推定された。残りの 8 個体は自殖であり、自殖率は 57.1% と高かった。年齢構成をみると、自殖個体は 6 年生以下の実生に限られ、7 年生以上の実生は他殖の割合が高かった。以上の結果から、実生の生残に近交弱勢の影響が生じていることが示唆され、演習林内のヒメコマツは、成木個体数の著しい減少によって離れた個体同士での交配が制限され、自殖が進行しているものと考えられた。

P1-070 葉緑体 DNA シーケンスによるイチイガシの遺伝構造

杉浦奈実<sup>1</sup>・齊藤陽子<sup>2</sup>・湯 定欽<sup>2</sup>・井出雄二<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学農学部環境資源科学課程・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

古来より日本人との関わりが深いブナ科樹木イチイガシ (*Quercus gilva*) を対象に、葉緑体 DNA シーケンスを用いて地理的な遺伝構造を調べ、樹木の分布における人為的影響に関する知見を深めることを目指した。日本での分布域全体をカバーする千葉県から宮崎県にかけての 13 産地に中国浙江省を加えた計 14 産地の葉サンプルについて、葉緑体 DNA の psbA-trnH、trnF-3'trnL、3'trnG-5'trnG2G の 3 領域、1290 bp を解析した。葉緑体モノヌクレオチドリピード部位の変異を除いて置換・欠失変異を基に解析した結果、5つのハプロタイプ (A、B、C、D、E) が検出された。A は千葉県清澄、B は東京都多摩・静岡県伊豆、D は宮崎県田野、E は中国浙江省からそれぞれ検出され、これらのハプロタイプの分布には地域性がみられた。一方で、C は愛知県から宮崎県にかけてまとまって分布していたものの、埼玉県鳩山、静岡県伊豆にもそれぞれ 1 個体ずつ分布がみられた。飛び地的なハプロタイプを持つこの 2 個体は植栽に由来する可能性が示唆された。

P1-072 乾燥ストレスと高 CO<sub>2</sub> 濃度環境がシラカンバ苗木の葉の通水特性に与える影響

原山尚徳<sup>1</sup>・北岡 哲<sup>1</sup>・上村 章<sup>1</sup>・宇都木玄<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>森林総合研究所

【目的】葉の通水性は樹木全体の水輸送のボトルネックであり、気孔コンダクタンスに関係する重要な生理生態学的特性の一つだが、その環境応答には不明な点が多い。本研究では、高 CO<sub>2</sub> 濃度環境と乾燥ストレスが葉の通水特性に与える影響を調べた。【方法】自然光型環境調節室で、シラカンバの 2 年生ポット苗木を高 CO<sub>2</sub> 濃度 720 ppm と通常 CO<sub>2</sub> 濃度 370 ppm 条件下で育成した。灌水を一日おき (湿潤) または週に一度 (乾燥) 行い、育成 CO<sub>2</sub> 濃度での気孔コンダクタンス ( $g_s$ ) と葉の通水コンダクタンス ( $K_l$ ) を測定した。【結果】湿潤処理では、 $g_s$  は高 CO<sub>2</sub> 個体のほうが通常 CO<sub>2</sub> 個体よりも約 50% 低かった。乾燥処理では、 $g_s$  は湿潤処理の 10% 以下まで低下し、高 CO<sub>2</sub> 個体と通常 CO<sub>2</sub> 個体で差は認められなかった。一方、 $K_l$  は湿潤処理では高 CO<sub>2</sub> 個体のほうが通常 CO<sub>2</sub> 個体よりも高かった。乾燥処理では  $K_l$  は高 CO<sub>2</sub> 個体と通常 CO<sub>2</sub> 個体でほぼ同じ値を示し、湿潤処理との差は認められなかった。こうした結果から、シラカンバでは、高 CO<sub>2</sub> 濃度環境や乾燥ストレスに対する葉の通水性と  $g_s$  の反応に関係性は認められなかった。

P1-071 スギ雄性生殖器官で花粉形成時に発現する低分子 RNA の網羅的解析

伊原徳子・上野真義・二村典宏

森林総合研究所

低分子 RNA は植物でも発達や環境ストレス応答などの重要な性質を制御している。本研究では、スギの雄性生殖器官成熟過程に関わる低分子 RNA を明らかにする目的で、スギの雄性不稔個体富山不稔 1 号の後代の可稔及び不稔個体各 2 個体から、花粉形成時に雄花を採取して発現している低分子 RNA を次世代シーケンサー HiSeq2000 により解析した。得られた 10846908 リードは、塩基配列により 8824180 配列にまとめられた。情報の充実している既知の植物由来 microRNA (miRNA) と比較したところ、他の植物の miRNA に類似する配列は 1921 個で、123 のファミリーに分類され、花粉の発達過程での発現が報告されているファミリーが含まれていた。次に、発現パターンの解析を行った。減数分裂前と減数分裂後のサンプルでは雄性不稔・可稔個体間で発現が異なる低分子 RNA は検出されなかったが、減数分裂期では 210 個に有意な差が検出された。個体間の成熟段階による差の影響を考慮する必要があるが、今回可稔、不稔個体間で差があった低分子 RNA には花粉成熟過程に重要な働きを持つ遺伝子が含まれる可能性がある。

P1-073 海水による冠水が東日本太平洋沿岸域に分布する樹種の生理・生存におよぼす影響 I 枯死過程

井上美那<sup>1</sup>・香口成美<sup>1</sup>・立石麻紀子<sup>2</sup>・谷口武士<sup>2</sup>・山本福壽<sup>1</sup>・山中典和<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学農学部・<sup>2</sup>鳥取大学乾燥地研究センター

2011 年 3 月 11 日の東日本大震災によりおこった津波は海岸林にも多大な被害を与えた。海岸林は津波の物理的な力により根返りや分断され、それらをまぬがれた個体も海水の塩害により枯死するものがあつた。今後耐塩性の高い樹種で海岸林を造成していくうえで、さまざまな樹種の正確な耐塩性の評価を可能にする基礎的データをとることが必要不可欠である。本研究では、東北地方海岸域に分布する 17 樹種を対象に 24 時間冠水処理を行い、経過観察によって外見変化の樹種間差を明らかにした。経過観察では、間隙水伝導度、クロロフィル蛍光収率、葉の変色を冠水前日から 7 日間は毎日、それ以後は週に 1 度の測定を約 2ヶ月間おこなった。この結果、海水冠水処理区の間隙水伝導度は一様な傾向であった。クロロフィル蛍光収率はスギやクロマツは海水冠水後も値は大きく変化せず、エノキやクリは急激に減少した。ケヤキは一度値が減少した後上昇した。葉の変色はクロマツやトベラは大きな変化が見られず、クリやオニグルミは冠水直後に褐変した。ケヤキは褐変後、新葉が展開した。冠水処理後、直後に枯れたものは広葉樹が多く、針葉樹は緩やかに枯れていくものが多かった。

P1-074 海水による冠水が東日本太平洋沿岸域に分布する樹種の生理・生存におよぼす影響 II 樹体内の塩集積

香口成美<sup>1</sup>・井上美那<sup>1</sup>・立石麻紀子<sup>2</sup>・谷口武士<sup>2</sup>・山本福壽<sup>1</sup>・山中典和<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学農学部・<sup>2</sup>鳥取大学乾燥地研究センター

2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震により起こった巨大津波は、東北地方の海岸地帯に多大な被害を及ぼした。この津波により海岸林も大きな被害を受けており、物理的な被害に加え、海水による塩害による枯死が見られた。今後、耐塩性の高い樹種で海岸林を形成するためには正しい耐塩性樹種のデータが必要である。本研究では日本の東北地方の海岸に生育する17樹種の苗木を海水に浸漬し、各樹種の耐塩性を比較するとともに、陽イオン分析を行うことにより樹体内における塩集積について考察した。カチオン分析は苗木を24時間海水に浸漬した後、直ちに収穫した試料について行った。その結果、海水浸漬処理区における葉のNa<sup>+</sup>含有率は対照区と比較して著しく高い値を示した。各樹種を比較すると、ヤマザクラやクリなどの落葉広葉樹で特に高い値を示し、一方でクロマツやアカマツなどの針葉樹、ヤブツバキやトベラなどの常緑広葉樹では低かった。海水によるNa<sup>+</sup>の吸収・蓄積機構は樹種間で著しく異なることが推察された。

P1-076 ミシシッピ湿地林に生育するヌマスギ、ヌマミズキの過剰肥大機構

沖田総一郎<sup>1</sup>・赤松遼平<sup>1</sup>・岩永史子<sup>2</sup>・山本福壽<sup>1</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学農学部・<sup>2</sup>九州大学農学部

二年生ヌマスギ (*Taxodium distichum*) とアメリカヌマミズキ (*Nyssa aquatica*) 苗木を用いて、オーキシン転流抑制剤・ナフチルフトラミン酸 (NPA) ラノリンペーストの樹幹塗布、およびエチレン生理作用阻害剤・チオ硫酸銀錯塩 (STS) の根圏処理により、冠水にともなう水際部位の過剰肥大現象の制御を試みた。実験は2012年7月6日から9月19日まで鳥取大学附属FSC内実験圃場で行った。実験区は、非冠水対照区、冠水区、非冠水・NPA処理区、冠水・NPA処理区の4区を設定した。冠水深はポット上端から5cm、1%NPAラノリンペースト処理は同40cmの高さに行った。各実験区においてSTSを冠水中に投与したSTS処理区 (1mmol/lSTS) と水のみを区を設けた。実験期間中、ポット上端から5、10、15、20cmの直径変化を計測するとともに、終了時に組織を採取し、細胞数、木部成長量、木部の組織構造等の計測と観察を行った。この結果、両樹種とも、NPA処理およびSTS処理は冠水部の幹の過剰肥大現象を抑制することがわかった。

P1-075 河畔の過湿環境に植栽したヤチダモ、ハンノキのメタン放出と樹皮の組織構造

山本福壽<sup>1</sup>・赤松遼平<sup>1</sup>・沖田総一郎<sup>1</sup>・寺澤和彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学農学部・<sup>2</sup>北海道立林業試験場

湿地の嫌氣的土壌からのメタン発生に関し、最近、樹木を介した土壌メタンの大気への放出の影響が注目されている。本研究は、鳥取大学蒜山演習林の河畔の過湿環境に植栽後15年のヤチダモの樹幹からのメタンフラックスを測定するとともに、樹幹と根系の解剖学的観察を行い、樹体内部でのメタンの輸送経路と輸送様式の解明を試みた。また同様にハンノキの組織構造についても観察を行った。この結果、メタンフラックスは寺澤ら (2007) が北海道で1931年に植栽された個体で測定した値よりもかなり少なかったものの、一定量の放出を確認することができた。しかしながら根の組織構造にはYamamotoら (1995) が短期間の冠水処理によって観察した、ヤチダモ、ハンノキに出現する明確な破生型の通気組織は観察されなかった。

P1-077 コナラ属の傷害または病理的材形成現象におけるエチレン、ジャスモン酸、およびサリチル酸の役割

大原直也<sup>1</sup>・竹内隆介<sup>1</sup>・宮本和則<sup>2</sup>・板井章浩<sup>1</sup>・山本福壽<sup>1</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学農学部・<sup>2</sup>鳥取県林業試験場

本研究ではカシノナガキクイムシによる穿孔と *Raf faelea quercivora* の感染による傷害 (病理的) 材形成における植物ホルモンの役割と傷害材形成メカニズムを明らかにすることを目的とした研究を行った。実験材料としては鳥取県鳥取市伏野の民有林において、萌芽後約10年生のコナラ成木42本を選定した。実験ではサリチル酸ナトリウム (SA-Na)、ジャスモン酸メチル (Me-JA)、およびエスレル (Et) を、単体または組み合わせで樹幹注入を行った。処理区はSA-Na0ppm、100ppm、1000ppmとMe-JA0ppm+Et0ppm、Me-JA1000ppm+Et1000ppmを組み合わせた計6処理区とし、繰り返しは7本で行った。樹幹への薬剤注入孔は電気ドリルを使い、地際から50cmの高さに水平かつ等間隔に3か所の穴を設けた。薬剤注入は2012年8月30日と9月3日に100ml入れた点滴びんの先端を注入孔に差し込むことによって行った。試料はその後10月31日に採取し、材の解析によって変色体積、縦横断面の変色面積、および変色長を求めた。この結果、SA-Naのみでは横断面の変色に増加傾向が見られた。Me-JA+Etのみの処理区では変色面積は有意に増加した。すべての混合区ではMe-JA+Et処理区よりも変色面積が減少する傾向が見られた。

P1-078 海水による冠水が東日本太平洋沿岸域に分布する樹種の生理・生存におよぼす影響 III. 樹液流動態

立石麻紀子<sup>1</sup>・Ailijian, Maimaiti<sup>1</sup>・辻 将大<sup>1</sup>・香口成美<sup>2</sup>・井上美那<sup>2</sup>・谷口武士<sup>1</sup>・山本福壽<sup>2</sup>・山中典和<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学乾燥地研究センター・<sup>2</sup>鳥取大学農学部

津波による海岸林の被害は、流失や倒伏によるものは一時的であるのに対し、塩害や冠水による被害はある程度時間が経過してから見えることが多く、被害状況の把握が難しい。今後被災地の海岸林において修復・再生を進めるためにも海岸林樹木の塩水冠水耐性の評価が必要である。そこで、本研究では樹液流速のモニタリングを行うことで、海水による冠水後の樹木の反応の系時変化を明らかにすることを試みた。

実験は海水浸漬を24時間行ったものとコントロールの処理区を設置した。実験対象樹木はクロマツとタブノキとし、それぞれの実験区に7本ずつ用いた。タブノキでは、海水浸漬処理後、24時間後には葉の変色が観察され、1ヶ月後にはほぼ全ての葉が変色した。一方のクロマツでは、処理後に樹液流速が減少したものと変わらないものが観察された。葉の変色は処理後18日後より観察されたが、2ヶ月後にも枯死した個体は見られなかった。樹液流速は、タブノキでは海水浸漬処理後より減少してほぼ0となり、そのまま回復しなかった。一方のクロマツでは処理後に減少した個体とほぼ変化しなかった個体が見られた。

P1-080 湛水ストレスがコナラの光合成と葉内元素含量に及ぼす影響

伊東 翼<sup>1</sup>・太田岳史<sup>2</sup>・小谷亜由美<sup>2</sup>・富岡利恵<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学部・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科

東海地方に分布する温帯落葉樹のコナラの苗木を用いて、湛水ストレス下におけるみかけの光合成速度および様々な葉内元素含量の季節変動について調べた。湛水ストレスは、土壌表面まで湛水させる完全湛水区と、根の半分を湛水させる1/2湛水区と、対照区としての自由排水区を用意した。光合成速度は1/2湛水区、完全湛水区ともに1ヶ月後あたりから、自由排水区と差が生じていった。1/2湛水区は自由排水区比70~80%程に、完全湛水区は20~40%程に低下していった。解析元素の中で、B、Cu、K、P、S、Siは、自由排水区と完全湛水区の差が広がっていく季節変動をする元素であった。また、Al、Ca、Mg、Mnは自由排水区と完全湛水区で一定の差が生じる季節変動をする元素であった。そして、Fe、Na、Znは自由排水区と完全湛水区の差が不規則な季節変動をする元素であった。全処理区の光合成速度の季節変動と各葉内元素含量の季節変動との重回帰分析の結果、光合成速度は、春季にSiと関係が深く、夏季秋季にBと関係が深いことが分かった。

P1-079 パーティクルガン法による日本産針葉樹の遺伝子組換え法の開発

毛利 武

森林総合研究所

【はじめに】現在、国内において日本産針葉樹では、再現性が高く、簡易な形質転換系は未だ確立していない。本研究では、パーティクルガン法による効率の良い針葉樹の遺伝子導入系の確立のための諸条件を検討したので報告する。【方法】スギ、クロマツ、アカマツの成熟種子を試料とした。また、スギ懸濁培養細胞は、未成熟種子胚をカルス化し、振とう培養をしてから実験に使用した。GUS遺伝子の発現は、X-Gluc染色による組織化学的検出により調べた。また、LUC遺伝子の発現は、発光画像解析装置(Argus-50)を用い測定した。【結果と考察】クロマツ、アカマツ種子胚への遺伝子導入を詳細に検討したところ、4日間培地上で種子胚を培養した後に、金粒子(1.6 $\mu$ m)を用いることで効率良く達成できた。また、クロマツ、アカマツ種子胚へのLUC遺伝子導入は、GUS遺伝子が最も効率良く発現した条件下で効率良く達成できた。また、スギ種子胚へ効率の良くLUC遺伝子を導入することが可能となった。さらに、スギ懸濁培養細胞LUC遺伝子導入は、GUS遺伝子が最も効率良く発現した条件下で効率良く達成できた。

P1-081 ブナ乾燥応答性遺伝子 FcMYB1603 の機能解析とその塩基多型

赤田辰治<sup>1</sup>・上祐 瞳<sup>1</sup>・諏訪邑子<sup>1</sup>・松田修一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>弘前大学農学生命科学部・<sup>2</sup>帯広畜産大学

【目的】R2R3-MYBファミリーは環境応答、ホルモン調節、細胞分化など多様な生命現象を制御する転写因子群をコードする。本研究では、ブナにおいて特に強い乾燥応答性を示すFcMYB1603の機能と塩基多様性の解析を試みた。【方法】R2R3-MYBの保存領域における85種類の遺伝子断片をプローブとしてアレイ解析を行い、3~12時間の乾燥処理に迅速に反応する遺伝子FcMYB1603を同定した。FcMYB1603をシロイヌナズナに遺伝子導入して機能解析を試みた。さらに、日本各地のブナ集団における塩基配列の多型を調べた。【結果】アレイ解析の結果、同じ葉でも春から秋にかけて発現しているR2R3-MYBのメンバーが大きく代わることが判明した。また、FcMYB1603を過剰発現させたシロイヌナズナは、成長遅延や乾燥に対する過敏な反応など、ABA応答に良く似た特徴を示した。一方、FcMYB1603のコード領域内にはこれまで解析した45個体の中に少なくとも25カ所にSNPが存在することが判明し、31種類の対立遺伝子が推定された。そして、これらの対立遺伝子の頻度は地理的に大きく異なることが明らかとなった。

P1-082 ブナにおける FT 遺伝子の発現と花芽形成

井頭千明<sup>1</sup>・大宮泰徳<sup>2</sup>・赤田辰治<sup>1</sup>

<sup>1</sup>弘前大学農学生命科学部・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター

【目的】本研究ではブナ Flowering Locus T (FT) の構造と機能を解析することにより、ブナのマस्टینگ制御要因を探ることを目的とした。【方法】ポプラ FT の DNA 断片をプローブとしてブナのλゲノミッククローンを選抜した。その一つλβ12 に同定された遺伝子を FcFT1、λγ14 同定された相同性遺伝子を FcFT2 と命名した。これらの配列情報を用いて定量的 RT-PCR による発現解析を行った。【結果および考察】ブナ個体における開花と FcFT1 発現の関連性を調べるため、2011 年の春に開花し 2012 年の春には開花が観察されなかったブナ個体について、それぞれの花芽誘導時、すなわち前年 6 月下旬における FcFT1 の発現量を測定したところ、前者では発現量が確かに高く、後者では極めて低いことが判明した。そこで、森林総研東北育種場で管理されているブナ個体を用いてさらに詳細な解析を行った結果、ブナの開花とその前年 6 月下旬における FcFT1 の発現には強い相関があることが確認された。また、FcFT1 のコード領域をポプラにおいて過剰発現させ、その花芽形成機能を解析している。

P1-084 広葉樹種における枝の水分通導性と葉の生理的機能の関連性

作田耕太郎<sup>1</sup>・山本佑介<sup>2</sup>

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

樹体全体の水分通導性は、根から葉への水輸送の重要な制御因子の一つであり、葉の生理的機能と密接に関連するとされる。これまでに発表者らは、広葉樹樹冠中の枝の直径 1 cm 程度の枝分かれのない部分（枝セグメント）について水分通導性の測定を行い、散孔材、放射孔材、そして環孔材樹種の順に高まることを明らかにした。しかしながら、枝セグメントの水分通導性と葉の生理的機能の関連性については不明である。本研究においては、九州大学箱崎地区構内に生育する環孔材 3 種、散孔材 4 種、および放射孔材 3 種の合計 10 種の広葉樹種を対象に、枝セグメントの水分通導性と葉の生理的機能との関連性について検討した。2012 年の 8 月～9 月にかけて、まず当年生葉の最大気孔コンダクタンスについて晴天日の正午頃に測定を行い、続いて測定葉の着生する枝を採取し、枝セグメントの水分通導性を測定した。さらに、葉の水分特性値をもとめるため、当年生葉の P-V 曲線を作成した。これらの結果をもとに、枝の水分通導性と葉の最大気孔コンダクタンスおよび水分特性値との関係について検討し、木部の道管配列グループごとの水利用戦略について考察した。

P1-083 外生菌根菌による放射性セシウムの吸収と共生樹木への移行

中井 渉・岡田直紀・大橋伸太・高野成美

京都大学

菌類の子実体からは放射性セシウムが植物などと比べて高濃度で検出され、その中でも菌根性のものからは腐生性のものとは比べて放射性セシウムが高濃度で検出されることが知られている。植物の中には、菌根を形成して菌類と共生し物質のやり取りを行うものがある。放射性セシウムを高濃度に含む菌類と共生した場合、植物体の濃度にどのような影響が出るのかを調べるために、外生菌根形成樹種とそれ以外の樹種について当年枝より葉を採取し、<sup>137</sup>Cs の濃度を比較した。調査は福島第一原発から約 20 km に位置する福島県川内村の森林 2 箇所で、2012 年 7 月から 2012 年 11 月にかけて行った。樹木葉、菌類子実体の他に、移行係数による比較を行うために土壌サンプルも同時に採取した。菌類子実体についてはこれまで知られている通り、菌根性のものは腐生性のものより高い移行係数の値を示した。樹木葉については、採取した 14 種において外生菌根形成樹種とそれ以外の樹種とを比較したところ大きな差は見られなかった。

P1-085 暖温帯二次林を構成する樹冠木複数種の方位ごとの樹液流速の日変化

浜 咲子<sup>1</sup>・田中延亮<sup>3</sup>・福永健司<sup>2</sup>・橋 隆一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>東京農業大学地域環境科学部・<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所

樹木の辺材を上昇する樹液流の流速は、幹の方位ごとに異なることが知られている（例えば、Tsuruta ら、2010）。しかし、既往研究では、樹種や林齢が一樣な人工林樹種での報告例が多く、樹種や林齢の構成が多様な二次林を構成する樹木群についての報告が少ない。そこで、本研究では、東京大学生態水文学研究所赤津研究林の二次林の林冠を構成する主要樹種（アカガシ、コハウチワカエデ、タムシバ、アカマツ）の方位ごとの樹液流速の日変化の違いを明らかにすることを目的として、晴天日において、各樹種 3 個体の幹の複数方位における樹液流速を 30 分インターバルで計測した。その結果、広葉樹 3 種の方位ごとの樹液流速には、晴天日にもかかわらず、30 分スケールなどの短時間スケールでの変動が見られ、その変動パターンは方位ごとに異なっていた。これは、広葉樹の林冠に当たる光の不均一性や広葉樹の辺材の通水特性に原因があると推察される。一方、針葉樹であるアカマツの樹液流速には、方位間で良好な直線関係が見られ、広葉樹に見られたような短時間スケールでの流速変動は見られなかった。

P1-086 低木・草本種と競争するアカガシ稚樹の成長シミュレーション—確率論的アプローチを用いた光の時空間変異評価—

川井祐介<sup>1</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学連合農学研究所・<sup>2</sup>静岡大学農学部

草本や低木が入り混じった混交群落内のアカガシ稚樹の成長を予測するためには、群落の構成種の葉が持つ形態的な特徴の違いや直達光の時空間変異を考慮した光合成シミュレーションモデルを構築し定量的に評価する必要がある (Yanhong, 1989; Ryel et al., 1990)。

試験は浜松市に位置する静岡大学付属演習林内で行った。試験地に間伐率が異なるギャップを設定し、アカガシ稚樹が存在するコドラートを10個、吸光係数を決定するためのコドラートを15個設置し層別刈り取り調査を行った。各コドラート内の散乱光と直達光は20cmの高さに区切り、各128点ずつ測定した。

群落の構成種を8グループに分け、それぞれの吸光係数と光の時空間変異について階層ベイズモデルを使用し、構築した光推定モデルにアカガシの光合成パラメータを代入し、アカガシ稚樹の成長シミュレーションを行う。

ある時間断面での光空間変異を考慮した各グループの吸光係数を用いた群落内の光推定モデルは高い精度で推定することができた。発表では光の空間変異の経時変化を考慮したシミュレーションを行い、様々な種の混交群落内のアカガシの成長について論じる。

P1-088 林冠疎開されたヒノキのストレス評価

辻村史晃・楢本正明

静岡大学農学部

【目的】国内に広く分布する針葉樹一斉林を対象に針広混交林化、広葉樹林化を目的とする間伐が行われている。しかし、間伐を行った際に形成される林縁木は環境変化から様々なストレスを受けやすくなる可能性があると考えられ、ヒノキ林では林縁での枯損木の発生が経験的に知られている。林縁木の枯損を防ぐためには、その発生メカニズムを明らかにすることが重要である。枯損の原因として大気飽差の増大や強光阻害などが挙げられるが、詳しいことはいまだに分かっていない。本研究では、伐採により林縁木となったヒノキを対象に、種々のストレス評価パラメータを継続して測定し、対象木と比較しながら、林縁木のストレス評価とその要因について検討する。【方法】実験は静岡県浜松市天竜フィールドのヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) 林で行った。測定木に対して処理前1ヶ月間樹幹におけるキャビテーション発生回数、樹液流速を計測した。その後、林縁に面した一列のヒノキを伐倒し、新たな林縁木を創出した。伐倒後も継続して上記の項目を測定し、二週間から1ヶ月に一回ずつ樹冠上部のシュートにおける水ポテンシャルと最大量子収率の測定を行った。

P1-087 分光反射特性によるキサントフィルサイクルの評価指数探索

小野里菜<sup>1</sup>・野口 猛<sup>2</sup>・片畑伸一郎<sup>1</sup>・王 権<sup>1</sup>

<sup>1</sup>静岡大学農学部・<sup>2</sup>静岡大学農学研究科

【目的】地球温暖化により森林の二酸化炭素量を精度よく評価することが求められている。そこで注目されているのが Gamon によって提案された光合成活性評価指数の PRI である。PRI はキサントフィルサイクルのデポキシ化を表す 531 nm と 570 nm の反射率を使った正規化指数である。Gamon はキサントフィルサイクルを阻害する DTT と DCMU を使った強光実験から PRI を開発した。本研究では DTT、DCMU 以外の阻害剤でも PRI は有効か検証し、より精確に評価できる新たな指数を探索することを目的とする。

【方法】新潟県南部苗場山系ブナ林標高 700 m に生息するブナを対象木とした。採取したシュートを葉一枚ごとに切り分けた。そして葉をキサントフィルサイクルに影響を与えるとされる4種類の薬品、DTT、DCMU、DBMIB、HgCl<sub>2</sub> と Control としての脱イオン水にそれぞれ浸け、40 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (PPFD)、25℃の環境で1時間薬品を吸収させ、その後30分間暗処理を行った。暗処理終了後、強光下 (700 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>以上) で25分間、分光反射特性とキサントフィルサイクルの変化を調べた。

P1-089 苗場山ブナ林における土壌呼吸の空間変異

福井喬晴・王 権

静岡大学農学部

【目的】森林の炭素貯蔵能力の評価において、土壌呼吸量は無視できない要素である。土壌呼吸量の時間・空間的変動の大きさは炭素貯蔵能力推定の正確さを欠く要因となっている。特に空間変動に関してその変動要因がとて多いたことが知られている。本研究では、新潟県苗場山での土壌呼吸量の把握とその変動要因解析を目的とする。【方法】新潟県南部苗場山系 900 m に位置するブナ林で 7 m × 7 m の調査区を2箇所設け、ソーダライム法により土壌呼吸量を等間隔に各96点で測定した。また、土壌呼吸量の空間変動に影響を与えると思われる因子 (土壌含水率、根量、リター堆積量、土壌微生物量 (SMB)、土壌 pH、土壌有機炭素量 (TOC)、ササの被覆度、DBH) を測定した。土壌有機炭素量の定量はクロロホルム燻蒸法を用いた。【結果】土壌呼吸量は空間的にばらつきがはっきりと見られた。また、土壌有機炭素量についても同様である。発表では、呼吸量と各種要因との関係をパス解析で明らかにする。

P1-090 葉内クロロフィル a/b 比の推定に利用できる分光反射指数の探索

川崎萌子・野口 猛・王 権

静岡大学農学部

クロロフィル a とクロロフィル b が混在するアンテナ LHC II は、光に対して敏感に反応しアンテナサイズを調整し、光捕集と光防御両方の役割を担う。弱光下ではアンテナサイズを大きくするためクロロフィル a/b 比が上昇し、反対に強光下では葉内クロロフィル a/b 比が下がる。このようにクロロフィル a/b 比は葉のストレス状態を示す指標として重要視されている。一方近年では高分解能光センサーによって葉の分光反射特性を利用し、葉内光合成色素量を推定できる分光反射指数を求める研究が進められている。本研究では、新潟県南部苗場山系ブナ林成長固定試験地における葉群に対し、遮光シートにより被陰処理を行った。被陰処理は遮光シートの枚数により被陰の程度を変え、処理期間中 1、3、5、7、14、21、27 日目に葉の分光反射率を測定した後葉内クロロフィルを定量した。既存の分光反射指数を用いてブナ個葉のクロロフィル量の推定を行ったところ高い相関が得られたが、クロロフィル a/b 比についてはどの指数に関しても相関は低くなった。また、総当たりにより、クロロフィル a/b 比を推定する新たな分光反射指数を SR 型、NDVI 型について探索した。

P1-092 環境の変動に呼応する林冠内の蒸散特性の評価

福西一慶・王 権

静岡大学農学研究科

P1-091 チシマザサの稈は林縁で長寿命である

角田悠生・王 権・水永博己

静岡大学農学研究科

チシマザサは日本海側多雪地域の冷温帯から亜寒帯に広く分布するササの一種であり、日本海側に広く分布するブナ林床植生の主要な種である。タケ・ササ類は、長期にわたって地下茎を介した栄養成長を行い、広範囲にわたって一斉に開花・枯死する長寿命一回繁殖型の植物である (Makita 1992; Makita et al. 1993; 蒔田ほか 1995)。タケ・ササ類が 1 つの種子に由来する個体 (ジェネット) の分布域を拡げていくということは、多種との競争だけではなく同種他個体との生存競争に大きな影響を与える問題である (蒔田 1997)。つまり、タケ・ササ類の寿命について明らかにすることは、森林の生態系を考える上での基礎になるだけでなく、森林施業の面からの応用も期待できる。新潟県苗場山標高 900 m に生育するチシマザサを対象に、林外、林縁、林床の異なる光環境下での寿命を調査したところ、林縁、林床、林外の順で長寿命であった。そこで本研究では、この異なる光環境下での寿命の差違に着目し、チシマザサの物質生産特性や生態的構造の視点からなぜチシマザサは林縁で長寿命であるのかを考察した。

P1-093 過湿環境に植栽したヤチダモ、ハンノキのメタン放出と樹皮の組織構造

山本福壽<sup>1</sup>・赤松遼平<sup>1</sup>・沖田総一郎<sup>1</sup>・阪田匡司<sup>2</sup>・石塚成宏<sup>2</sup>・寺澤和彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学農学部・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>北海道立林業試験場



P1-094 キルギス共和国におけるテンザントウヒの集団構造と天然更新の可能性

勝木俊雄<sup>1</sup>・徳川浩一<sup>2</sup>・西川達治<sup>3</sup>・Termeev, Ruslan<sup>4</sup>・Tashbaev, Emil<sup>5</sup>・Musuraliev, Kanatbek<sup>6</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>2</sup>林野庁・<sup>3</sup>JICA・<sup>4</sup>キルギス共和国環境保全森林庁・<sup>5</sup>ジュティオグス森林管理署・<sup>6</sup>キルギス農業大

中央アジアのキルギス共和国では、国土面積 19,994 千 ha のうち、森林は 5.62% にすぎずきわめて貴重な存在である。中でもテンザントウヒ (*Picea shrenkiana*) の森林はキルギス北部山岳地の代表的な天然林であり、保全が求められている。現在、テンザントウヒ林では小規模な択伐がおこなわれており、天然更新での森林維持が期待されている。しかし、その大部分は放牧地と接していることから家畜の影響が大きく、現況下で健全な天然更新が可能であるのか心配される。そこで、イシクル州ジュティオグス営林署内で合計 7ヶ所の調査地を設定し、テンザントウヒの集団構造についての調査をおこなった。その結果、1 調査地では樹高 0-10 cm の実生密度が 25,600 本/ha で比較的良好な天然更新が確認されたが、残りの 6 調査地の樹高 0-10 cm の実生密度は 600-6,000 本/ha と低かった。また、6 調査地の次世代の更新木である胸高直径 0-10 cm のサイズの個体密度は 100-375 本/ha と少なく、調査地によっては天然更新が困難であると考えられた。今後は天然更新を阻害する要因をより詳細に調査することが必要と考えられた。

P1-096 津波被災地の海岸林再生に用いるタブノキの遺伝的地域性の解析

小笠原玄記<sup>1</sup>・高野義智<sup>2</sup>・陶山佳久<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東北大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>エスベックミック(株)

2011年に発生した東日本大震災により、海岸林は甚大な被害を受けた。今後津波による防潮の役割を考慮し、植林によりこのような海岸林を再度形成していくことが重要と考えられている。しかし、むやみに由来不明の苗木を植林することは、その土地に自生していた同種の遺伝的構造を攪乱してしまう恐れがあるうえ、苗木の生育不良などの可能性も示唆されている。そこで、本研究ではマイクロサテライトマーカーを用いて集団遺伝学的解析を行うことによりそれぞれの地域集団の遺伝的差異などを分析し、適切な地域区分を設定することにより、遺伝的地域性を消失させないような植林計画の策定に役立てることを目的とした。具体的には、クスノキ科タブノキ属に属する落葉高木のタブノキ (*Machilus thunbergii*) に注目し、1自治体の区分を1集団と定義し、宮城・岩手・福島県を中心として計 22 集団 112 個体を採取した。分析には開発された 19 座のマイクロサテライトマーカーのうち多型検出が可能であった 7 座を用い、集団遺伝学的解析を行った。その結果、現段階では明確な遺伝的地域性は検出できなかった。

P1-095 核 EST-SSR と葉緑体シーケンス解析によるミズナラの地理的分化

松本麻子<sup>1</sup>・Maldia, Lerma<sup>1</sup>・上野真義<sup>1</sup>・金指あや子<sup>1</sup>・小山泰弘<sup>2</sup>・津村義彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>長野県林務部

ミズナラ (*Quercus crispula*) は日本の冷温帯を代表する樹種であり、広く日本全域に分布する落葉広葉樹である。近年では植栽の機会が増えているが、森林総合研究所による「広葉樹の種苗の移動に関する遺伝的ガイドライン」が出されるまでは、遺伝的に異なる集団を植栽したために引き起こされる遺伝的攪乱について十分考慮されていなかった。本研究では、先行研究で種苗移動区域の検討に用いた核 DNA の EST-SSR の結果を新たな手法で再解析し、今回新たに得た葉緑体 DNA の結果と合わせて、より詳細なミズナラの遺伝構造について検討した。全国 36 の天然林を対象に解析したところ、核 DNA では南北方向で遺伝的な勾配があり、中部地方がほぼ中間であった。葉緑体 DNA についてはさらに長野県 25 地点を加えて解析を行ったところ、西南日本でハプロタイプの多様性が高く中部以北では低いことが明らかになった。これらの結果から、中部・甲信越地方がミズナラ天然林の遺伝的分化に関する境界域であることは明確であるが、詳細な位置を明らかにするためには、中部・甲信越地方の調査地点を増やす必要があると考えられた。

P1-097 海岸クロマツ林における 5 千本と 1 万本植栽の生育状況

小倉 晃<sup>1</sup>・坂本知己<sup>2</sup>

<sup>1</sup>石川県農林総合研究センター林業試験場・<sup>2</sup>森林総合研究所

東北地方太平洋沖地震では大規模な津波が発生し、海岸林に甚大な被害もたらし、海岸林が果たしてきた防災機能が失われた。被災地の復興にあたっては、これら海岸林の再生・復興が不可欠である。従来の海岸クロマツ林の植栽指針 (1 万本/ha) では苗木数が大幅に不足し、苗木費用・植栽費用・管理費用も多くかかることから、従来よりも低密度で植栽する新基準が必要となる。石川県は全国的にクロマツ海岸林の低密度植栽の実績を有している数少ない県であり、一部の海岸林では平成 9 年度から試験的に 5 千本/ha の低密度植栽を行なっている。そこで、石川県の海岸林に植栽されたクロマツ 5 千本/ha と 1 万本/ha の生育状況について、調査 (樹高・直径・枝張り・風速等) を行ったので、その報告を行う。

P1-098 風倒木を残置したトドマツ人工林における、微細地形の物理環境と植物の定着について

梶原一光<sup>1</sup>・志田祐一郎<sup>2</sup>・森本淳子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>(株)野生生物総合研究所・<sup>3</sup>北海道大学大学院農学研究院

近年、持続的森林管理や生物多様性への関心の高まりから、様々な方法で人工林から自然林への誘導・転換が試みられている。風倒跡地で倒木搬出や地拵えといった伝統的施業をせずに植生の回復を待つ方法もそのひとつである。この方法ではピットやマウンドなどの多様な微細地形が残存するため、それらの環境に応じて多様な植物が定着する可能性がある。この検証は、植物の種多様性を考慮した施業方法を考える上で有用である。以上を踏まえ本研究では、2004年の台風で倒壊した北海道千歳国有林のトドマツ人工林2箇所において、微細地形の物理環境と生育する維管束植物の種組成を比較した。

その結果、攪乱強度が小さく林冠木が生残している調査地では、林床は全体的に半日陰となり、微細地形間の物理環境・種組成の違いは小さかった。攪乱強度が大きく林冠木が全くなくなった調査地では、林床は直射日光があたりやすく乾燥する傾向にあり、微細地形間の物理環境・種組成の違いは前者よりも顕著であった。以上のことから、倒木を残置した風倒跡地における微細地形間の物理環境と植物の種組成は、攪乱の強度によって異なる可能性が示唆された。

P1-100 暖温帯山地溪畔域における針葉樹人工林伐採後4年間の水生昆虫相の経時変化

山岸 極・平田令子・松田祥平・木崎功治・中山真俊・伊藤 哲  
宮崎大学農学部

【目的】溪畔林は陸域と水域の接点として重要な生態系であり、集水域レベルでの森林管理においては人工林化された溪畔林の修復が求められている。しかしながら、溪畔林修復に伴う人工林の伐採が溪流生態系に与える影響についての情報は極めて少ない。本研究では、人工林化された溪畔林の伐採が水生昆虫に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、伐採後4年間にわたり水生昆虫の個体数をモニタリングした。【方法】宮崎県高岡町去川国有林内の溪畔林の針葉樹人工林区間と広葉樹二次林区間に2009年に調査地を設置した。針葉樹人工林区間では2009年10月に部分的伐採が行われた。両区間で河川微地形(瀬、淵)とリター有無に着目して水生昆虫の採取を行った。水生昆虫は摂食機能群に分類して、解析を行った。【結果】伐採は水生昆虫、特に破碎食者及び剥ぎ取り食者の個体数を増加させる傾向があった。破碎食者の増加は、伐採に伴う大量のスグリターの一時的な供給によって餌資源が増加したためと考えられた。剥ぎ取り食者に関しては伐採による樹冠の疎開により、餌となる藻類量が増加し、個体数が増加したと考えられた。その効果は4年目にも確認することができた。

P1-099 山火事跡地で萌芽更新したコナラ幼齢林の開花結実挙動

小山泰弘<sup>1</sup>・大住克博<sup>2</sup>・清水裕子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>長野県林務部・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>3</sup>森林風致計画学研究

2002年3月に長野県松本市で発生した山火事跡地では、焼失したアカマツ林の林床に成立していたと見られるコナラが萌芽更新により再生した。このコナラを追跡していたところ、2004年秋に結実個体が確認され、翌春には実生個体も認められた。コナラの繁殖早熟性とその経年変化を追跡するため、2005年11月に山火事跡地の2ヶ所(斜面上部と下部)に試験区を設け、2012年10月まで春の開花及び秋の結実状況を調査した。2006年から2012年までの7年間における開花結実状況を見ると、春の開花本数割合は、斜面上部では20%程度、斜面下部では50%程度と、毎年ほぼ同じ割合で開花しており年変化は小さかった。開花個体の63%は7年間連続して開花しており、開花個体は幼齢時から10年生時まで概ね固定していた。一方、年によって開花と無開花の間で変化する個体は、全体の20%程度と少なかった。結実本数割合は年変動が大きく、コナラの種子豊凶は結実段階で発生していた。また、現地の観察では開花個体が周辺の無開花個体より成長が遅いため被圧されている印象があり、成長と繁殖の間でトレードオフが起きている可能性が考えられた。

P1-101 スギ人工林における下層植物群落の土壌環境による構造の違いとその皆伐後の変化

長谷川幹夫<sup>1</sup>・関子光太郎<sup>1</sup>・相浦英春<sup>1</sup>・高橋由佳<sup>2</sup>

<sup>1</sup>富山県森林研究所・<sup>2</sup>富山農林振興センター

収穫後放置されるスギ人工林の樹林化の過程を把握するため、土壌環境に対応した下層植物群落構造の違いと皆伐後の動態を検討した。2004年、富山県立山町の標高400mにある約1.2haの人工林(72年生)内で10mメッシュの交点に2m×2mのコドラート105区を設置し、維管束植物の自然高・植被率及び高木性稚樹の発消長を2007年まで調査した。下層群落は、土壌水分条件の良好な方から順にウワバミソウ型(105区中24区:斜面下部)・テンニンソウ型(42区:下部)・エゾアジサイ型(25区:中部)・オオバクロモジ型(14区:上部)の4型に分類された。伐採跡地は皆伐後に発芽したススキやアカメガシワ等によって急激に覆われたが、皆伐後に消失した種は無かった。皆伐後の被覆量(植被率%×植生高cm)はウワバミソウ型でより大きく、発生した稚樹の密度はオオバクロモジ型でより高かった。3年後の稚樹密度は、ウワバミソウ型に比べてオオバクロモジ型で高かったが、周辺森林の林冠構成種だけを対象にした場合、群落型間で差が無かった。伐採跡地では各構成種が土壌環境に応じた分布・成長を呈し、更新が進行しつつあることが示された。

P1-102 壮齡ヒノキ人工林の生態系機能に及ぼす強度間伐の影響

城田徹央<sup>1</sup>・石井弘明<sup>2</sup>・安江 恒<sup>1</sup>・丸山一樹<sup>1</sup>・北原和樹<sup>1</sup>・森本隆弘<sup>1</sup>・成瀬栄樹<sup>1</sup>・川村奈々<sup>1</sup>・東 若菜<sup>2</sup>・荻野宏之<sup>2</sup>・岡野哲郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</sup>神戸大学大学院農学研究科

60年生ヒノキ人工林に対して行われた強度間伐の影響を、15年後の75年生時に評価した。強度間伐によって低木層から亜高木層が発達したが、そのことにより林床の植生は衰退した。下層植生(亜高木、低木、林床)は現存量で5%を、NPPで18%を占めており、炭素固定機能に大きな貢献をしていると考えられた。下層植生の純一次生産の大半は葉リターに分配されており、土壌への炭素供給が加速化されていることが示唆された。一方で、低木層に発達した64種のうち種子散布を行っているのは11種に過ぎず、現段階では、植物の種多様性が持続されるフェーズにはいたっていないと考えられた。

P1-104 「将来の木施業」法に基づいた間伐の実践事例

佐野俊和・山場淳史・與儀兼三

広島県立総合技術研究所林業技術センター

広島県では平成22年度より中欧方式の「将来の木施業」を試験的に実施してきた。将来の木施業は最後まで残す木を将来木として100~200本/ha選木し、間伐の度に成長を妨げる2番手の木を伐採・収穫する施業法で、収穫のための幅3mの集材線を一定間隔で林内に設定する。各事業実施地内において間伐前に0.16~0.44haの固定調査地を設定して全木の位置測定および樹高、直径等の毎木調査を続けており、内訳は設定順に北広島町甲繫(ヒノキ、49年生、全体972本/ha、将来木213本/ha)、広島市松郷山(スギ、50年生、全体912本/ha、将来木138本/ha)、安芸高田市大寺山(ヒノキ、28年生、全体1489本/ha、将来木132本/ha)、広島市景浦山(ヒノキ、60年生、全体1066本/ha、将来木119本/ha)、安芸太田町鍛冶屋山(スギ、53年生、全体932本/ha、将来木100本/ha)である。間伐から2年が経過した甲繫にて、各個体サイズと立木位置関係から導きだされる競争指数と各個体のサイズ、成長率、成長量の関係を解析した結果、相関係数はサイズが最も大きく、次いで成長量、成長率の順であった。

P1-103 列状間伐されたスギ人工林に出現した高木性広葉樹の成長過程

小澤悠紀<sup>1</sup>・紙谷智彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>新潟大学 農学部・<sup>2</sup>新潟大学大学院 自然科学研究科

針葉樹人工林の列状間伐は、伐採列の光環境が良好になる。そのため、林分によっては高木性広葉樹が自然侵入していることから、混交林に誘導できる可能性がある。本研究では列状間伐が実施されたスギ人工林内に生育する高木性広葉樹の定着時期と成長過程から混交化の可能性について検討する。調査は新潟県阿賀町の4残1伐により列状間伐が実施された32年生のスギ人工林で行った。伐採列内に出現したコナラ、ミズナラ、クリ、ホオノキ、ウワミズザクラ、ウリハダカエデ、コシアブラを各5個体と植栽されたスギ3個体を50cm単位で切り分け、樹幹解析を行った。広葉樹の定着時期は除伐翌年に最も集中していたことから若い萌芽から成長した可能性がある。樹種ごとの平均肥大成長量はクリで有意に大きく、コシアブラで小さかった。ホオノキ、コシアブラでは間伐時期に関わらず成長に波があるなど、樹種により成長に違いが見られた。間伐後に有意に肥大成長が大きくなった樹種はクリ、ウリハダカエデ、スギであった。平均樹高成長量に有意差は見られなかった。現状のまま推移すれば林齢45年程でクリ主体の広葉樹が林冠に達し、混交林を形成すると予想された。

P1-105 福島・栃木サイトのスギ・ヒノキ人工林における間伐前後の下層植生の変化

中泉 堯<sup>1</sup>・上條隆志<sup>1</sup>・五味高志<sup>2</sup>・恩田裕一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>筑波大学・<sup>2</sup>東京農工大学

本研究は、福島・栃木のスギ・ヒノキ人工林において間伐を行い、その前後で下層植生を比較することで、間伐が下層植生に与える影響を明らかにすることを目的とした。

栃木サイトでは、スギ人工林に2か所(TS・TSC)、ヒノキ人工林に4か所(TH1・TH2・TH3・THC)、福島サイトではスギ人工林に1か所(FS)、ヒノキ人工林に1か所(FH)のプロットを設置した。間伐は2011年夏~秋に本数間伐率約50%でおこなった。各プロットを5m×5mのメッシュに分割し、それぞれにおいて、間伐前後に植物社会学的方法に基づく植生調査を行った。

FH・TH1・TSでは下層植生の発達が見られ、出現種数が1.6~3.3倍、植被率が1.9~2.8倍となった。植被率の増加は主に草本層で見られた。これらのプロットの空隙率は11.9~19.4%とばらつきが大きかったが、間伐前に下層植生がほとんど存在しないという共通点が見られた。また出現種を生活形に分類すると、下層植生の発達がみられたプロットでは、落葉樹や一・二年生草本、多年生草本の増加がみられた一方で、常緑樹やシダ植物には特に変化がみられなかった。

P1-106 過密な針葉樹人工林に対する強度間伐が広葉樹の定着に及ぼす影響—間伐後5年間のモニタリング調査結果—

小谷二郎

石川県農林総合研究センター林業試験場

【目的】過密な針葉樹人工林に強度間伐を行い、広葉樹の定着過程を5年間追跡調査し、その効果を検討した。【方法】調査地は、石川県内40か所の針葉樹人工林（スギ林：32か所、アテ林：4か所、ヒノキ林：4か所）である。2008年に強度間伐を実施した林内に10m×10mのプロットを設置し、2009～2012年に高木広葉樹の生存と成長を個体識別法によって調査した。【結果】数か所を除いて、間伐後5年経過した時点においても種数・本数密度とも増加傾向にあった。造林樹種ごとの平均種数および平均本数はアテ林>ヒノキ林>スギ林の順であったが、スギでは林分間でのばらつきが大きかった。また、母樹からの距離も影響が強く、とくにケヤキ・イヌシデといった風散布種子の母樹が周辺に存在する場所では、豊作年に急激に増加する傾向がみられた。広葉樹の平均成長ではスギ林>アテ林>ヒノキ林の順であった。過密人工林に対する本数間伐率40%以上の間伐は、広葉樹の侵入と定着を促進していた。

P1-108 北海道北部の天然生混交林択伐施業地の30年間の動態

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

木材生産と環境保全の両立を図る森林の施業方法として、択伐などの非皆伐施業が重要である。北海道では開拓以降広く天然林の択伐が行われてきたが、持続可能性に関するその評価が固まったとは言い難い。そこで、本研究では、北海道北部の天然生針広混交林に設置された大面積施業試験地（北海道大学中川研究林 照査法試験地、面積68ヘクタール：優占樹種は、トドマツ、イタヤカエデ、シナノキ、ミズナラ、ダケカンバ）を対象に、1970年代以降、30年間の林分の変化を明らかにすることを目的とした。調査地内では、胸高直径12.5cm以上のすべての立木の毎木調査に基づき、成長量に見合った単木択伐を10年間隔で行なった。この試験地における20年間の変化を記載した前報（Yoshidaら、2006: Canadian J For Res, 36: 1363-1375）においては、1.蓄積の漸減、2.とくに耐陰性の高い広葉樹の減少、3.針葉樹の更新の減少が認められた。それらの傾向は今回の30年間の評価でも続いたものの、期間の後半ではそれらの負の影響はやや改善することが示された。

P1-107 林地残材の散布がヒノキ苗木の初期成長に及ぼす影響

高木正博・西山史恵

宮崎大学農学部

近年、林地残材のバイオマス資源としての利用が進められている。人工林を含む森林生態系は自己施肥系であり、更新時の林地残材の持ち去りは林地の養分環境を悪化させ、植栽苗の成長に影響を与える可能性が考えられる。そこで本研究は、ヒノキ伐採跡のヒノキ造林地に、林地残材を取り去った試験区（除去区）と散布した試験区（散布区）を設定し、土壌水の養分と苗木の成長を測定した。宮崎大学田野フィールド（演習林）内の植栽直後のヒノキ造林地において各16本ずつの3年生苗を試験対象とした。植栽後2年目の苗長は除去区の方が有意に高く、1年目と2年目の成長率も除去区が有意に大きかった。テンションフリーライシメーターで降水ごとに採取したA0層通過水の溶存成分濃度は、有機炭素濃度は散布区の方が高い値で推移し、全窒素濃度は逆に除去区の方が高い値で推移した。カルシウムイオンと硝酸イオンの濃度も同様に除去区の方が高かった。一方、カリウムイオンとリン濃度は両区で違いが認められなかった。散布区では林地残材由来の炭素の供給が増えたことにより、いわゆる窒素飢餓、すなわち微生物による窒素の不動化が卓越したと考えられる。

P1-109 孤立したブナ天然林に隣接するスギ人工林内の広葉樹天然更新の現状

福原 興・鳥丸 猛

弘前大学

人工林内の広葉樹種の天然更新に影響を及ぼしている要因を考慮した施業は開始されて間もなく、その施業効果を評価した試みは少ない。本研究は、成木、稚樹・低木、実生、埋土種子を対象として広葉樹天然林からスギ人工林かけての広葉樹の分布状況を把握し、それらに影響を及ぼす要因を検証した。調査地は青森県鯉ヶ沢町の孤立したブナ天然林と周囲のスギ人工林である。間伐後21年以上経過した林分と間伐から15年経過した林分に各2機の調査プロットを設置した。全天空写真撮影と地形測量を実施するとともに、毎木調査・埋土種子調査を実施した。稚樹・低木、実生では鳥散布型樹種が多く認められた。稚樹・低木のシャノン・ウィナーの多様度指数は、間伐後15年経過した2つの林分で高い値を示した。実生の多様度指数は、平坦地の2つのプロットでは天然林から離れるほど増加したが、急傾斜地の2つのプロットでは減少する傾向が認められた。先駆性樹種の埋土種子が天然林内と人工林内とともに認められた。以上の結果から、スギ人工林内への広葉樹の分布状況は、間伐からの経過年数に起因する光環境の違いと林分の存立している地形に強く影響を受けることが示唆された。

P1-110 ササ地化した落葉広葉樹林皆伐跡地における稚樹の消長

大洞智宏<sup>1</sup>・横井秀一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岐阜県森林研究所・<sup>2</sup>岐阜県森林文化アカデミー

広葉樹の天然更新に関する情報は少なく、更新の阻害要因であるササとの関係についても情報は不足している。そこで、2005年に皆伐が行われた広葉樹林皆伐跡地（岐阜県高山市清見町）に、4調査区（25m<sup>2</sup>）を設置し、各調査区内に5方形区（1m<sup>2</sup>）を配置した。2006、2007、2008、2011年に方形区内の本木種を個体識別し、樹種、樹高を記録した。2006年当時、クマイザサは、調査区3には存在せず、1、2で疎生、4で密生していた。2011年には、調査地1、2、4には樹高1.7m程度のササが密生していたが、調査地3にはみられなかった。4調査区ともに樹高50cm未満の個体数は2008年まで増加したものの2011年には減少していた。総個体数にも同様の傾向がみられた。50cm以上の個体数は毎年増加していた。2011年の樹高50cm以上の個体数は30,000/ha、28,000/ha、86,000/ha、12,000/haであった。このうち2006年に存在した個体の割合は93%、71%、78%、67%であった。更新個体数はササの状況により異なったが、伐採直後に更新した個体の割合が高いことは共通していた。

P1-112 カラマツ人工林内において天然更新した広葉樹の更新時期および成長過程

小川智也

東京農業大学大学院

人工林の自然林化を考える上で自然林構成樹種の更新稚樹の確保は必要である。天然下種Ⅱ類施業（以下「天Ⅱ」）は天然林または人工林において収穫後は天然更新を行い、更新補助作業は行わない施業である。この施業が行われた人工林で天然更新木の樹種構成・定着時期・年成長量の変動を把握することで、1) どのような樹種が更新しているか、2) これらの林分を自然林に復元するため今後どのような管理が必要かを明らかにする目的で調査を行った。調査地は群馬県「赤谷の森」相保地域のカラマツ人工林である。1948年に植栽され1997年に天Ⅱ（点状伐採）が行われた。DBH3cm以上の樹木を対象に樹高、DBHを測定した。出現幹数が多い高木性樹種を中心に成長錐を用い、地上高約30cmの位置で樹幹コアを採取した。幹数では約5割が高木性広葉樹で占められていた。樹幹コア解析の結果、ほとんどの高木性樹種は少なくとも天Ⅱが行われる以前から出現していた。成長量比（ある時点以後の3年分の直径成長量/ある時点以前の3年分の直径成長量）は天Ⅱ実施以降から増加傾向にある個体が大半を占めるが、一部成長量比が減少している個体も見られた。

P1-111 亜熱帯性二次林での皆伐1年後における実生稚樹の定着実態

鷺崎恭子・谷口真吾・松本一穂・高嶋敦史

琉球大学農学部

【目的】沖縄島に成立する亜熱帯性二次林を対象に、皆伐から1年経過後の実生稚樹の定着実態を調査した。本報告では、更新した実生稚樹の種組成、多様度、種子散布様式と微地形要素の関係を考察する。【方法】調査地は沖縄島北部に位置し、2011年10～11月に常緑広葉樹二次林4.8haを皆伐した林分である。調査プロットは西向き斜面上に尾根状の凸斜面と等高線方向に連続した谷地形状の凹斜面に設定し、双方とも尾根から山脚にかけて5m間隔に2×2mの調査プロットを10箇所ずつ区画した。実生稚樹の調査は2012年10月下旬と11月上旬に行い、1×1mサイズの2個のプロット内に出現した個体を計測した。【結果】出現した実生稚樹の種数は凸斜面で36種、凹斜面で23種であった。本数密度は凸斜面で158,500本/ha、凹斜面で200,500本/haであった。凹斜面では遷移初期種のカラスザンショウよりも遷移後期種のモクタチバナとイタジイの発生本数率が高かった。定着した樹種の種子散布形式は、被食散布の割合が圧倒的に高かった。多様度指数は凸斜面より凹斜面で高い傾向を示した。侵入種は凹斜面よりも凸斜面で多い傾向であった。

P1-113 多雪地域の竹林皆伐跡地における更新初期段階の稚樹の動態

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

【目的】放置竹林の整備が進められるなか、急傾斜地など竹資源の利用が困難な林分では広葉樹林への林相転換が望まれる。そこで竹林皆伐地における広葉樹天然更新の初期段階を調査し、誘導のための情報を得る。【方法】富山県内で林種転換を目標にモウソウチクが皆伐された林分において更新初期段階での稚樹等の動態を調査した。【結果】再発生するモウソウチクを繰り返し除去した林分において、皆伐6年目の除去作業後にモウソウチクはササ状の程のみが残り、密度は380本/haまで減少した。一方、高木性広葉樹は合計で34,000本/haの密度となった。最も多く発芽した広葉樹はアカメガシワで、皆伐年に27800本/haの密度があった。6年目に1000本/haを越える高木性広葉樹は10種あり、最も密度が高いのはアカメガシワで、約9000本/ha、平均樹高230cmであった。次いでウワミズザクラが約4000本/ha、平均樹高234cmであった。アカメガシワに次いで多く発芽したカラスザンショウは6年目には920本/haまで大きく減少した。モウソウチク再発生程の除去により広葉樹林の更新が進んだが、再発生程の除去は3年以上必要であった。

## P1-114 スギ人工林における択伐後のクサギの更新

塚原雅美・武田 宏・小柳正彦・宮嶋大介・岩井淳治・中村恵一  
新潟県森林研究所

広葉樹誘導を目的とした択伐の作業効果を確認するため、作業後6年間の広葉樹の更新状況を固定試験地で継続調査した。調査地は新潟県村上市（北緯 38° 27′、東経 139° 33′、標高約 80m）に位置するスギ人工林で、択伐時の林齢は60年生、材積伐採率は約40%であった。作業4年後に林分内に分布していた木本植物の幹数（樹高2m以上）は3,430本/haで、そのうち2,310本/haがクサギだった。クサギは、作業前には100本/haが分布していたが、作業に伴いすべて伐採された。しかしながら、翌年には新たな実生が多数発生した。実生の発生密度は架線集材の搬出路跡で特に高く、伐採・集材の表土攪乱によって土壌シードバンクの発芽が促されたと考えられた。更新したクサギは作業翌年で最大2.2mとなるなど成長が速く、4成長期後には作業前の最大樹高に近づいた。そして、その後も高い植被率を保ったまま推移している。クサギは比較的寿命の短い先駆性の樹種であるが、散布者である鳥類の誘引とそれによる遷移後期種の定着が期待できるため、今後も継続調査を行う予定である。

## P1-116 広葉樹搬出作業道における植生動態

上野 満

山形県森林研究研修センター

近年、山形県では広葉樹パルプの生産やナラ枯れ被害対策として、広葉樹林の大規模な皆伐地が見られる。その際、材の搬出には大型重機を用いるため、網の目状に搬出作業道が作られているが、無秩序な路網の敷設は、土砂の流出や更新の遅延につながる懸念がある。本研究では、広葉樹林の適正な管理を実施するための基礎資料を得る目的で、搬出作業道における植生の回復状況について調査した。調査地は、小国町玉川地区の広葉樹二次林の皆伐地に敷設された搬出作業道である。調査は作業道に2×5mのプロットを10カ所設置し、出現する木本について樹種と自然高を3ヶ年にわたって測定した。作業道内に侵入する種は、高木性樹種は13種、低木性樹種は12種が確認された。皆伐後1年目に発生した高木性樹種の樹高は伸びているが、個体数は3年目までに57%まで減少した。一方、低木性樹種では樹高、個体数ともに大幅に増加しており、高木性樹種を被圧する状況になっている。作業道内における、高木性樹種の更新は困難な状況にある。適切な森林管理を図るためには、更新を考慮に入れた作業道の敷設と、適切な更新補助作業が必要と考える。

## P1-115 無下刈りスギ幼齢林におけるスギ植栽木と雑草木との競合—斜面位置の違いによる侵入広葉樹の特徴—

福本桂子・寺岡行雄

鹿児島大学農学部

斜面位置の違いによる、雑草木とスギ植栽木の競合を明らかにする目的で、鹿児島大学高隈演習林無下刈りスギ7年生林分（スギ人工林皆伐後、1500本/haで植栽）を対象に植生調査を行った。斜面上部から5m幅で7つの帯に区分した。各帯内にスギ植栽木を中心とした2m四方のコドラートを2~4箇所（計21箇所）設定し、コドラート内の1.2m以上の木本を対象に樹種およびサイズを測定した。また雑草木による被圧の影響がない、隣接している毎年下刈り区のスギ植栽木の樹高を斜面上部から測定した。その結果、雑草木の幹数・種数は斜面上部から下部にかけ減少し、林冠を構成している樹種は先駆性樹種を主とする落葉樹種で構成されていた。雑草木の平均樹高は斜面下部の方が上部より高くなった。無下刈り区の植栽木の平均樹高は斜面上部から下部にかけ低くなるのに対し、毎年下刈り区では斜面上部から下部にかけ高くなる傾向がみられたことから、無下刈り区の植栽木は雑草木による被圧の影響を受け、樹高成長が抑制されていることが考えられた。このことから、被圧による植栽木の樹高成長抑制のモデル化の検討を行った。

## P1-117 ニホンジカ低密度地域を対象とした低コスト防鹿柵の開発と伐採跡地における効果

江口則和<sup>1</sup>・中井亜理沙<sup>1,2</sup>・栗田 悟<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>愛知県森林セ・<sup>2</sup>愛知県新城設楽農水事務所・<sup>3</sup>愛知県西三河農水事務所

ニホンジカ等による獣害対策には防鹿柵が効果的であり、被害の少ない早期からの防除が重要だと言われている。しかしながら、既製の防鹿柵は高額であるため、未だ被害の少ないシカ低密度地域で普及させることは難しい。そこで本研究では、シカ低密度地域でも設置しうる安価で効果的な防鹿柵を開発し、早期防除の一助とすることを目的とする。調査地はシカ密度が4頭km<sup>-2</sup>程度である愛知県内の伐採跡地とした。柵に用いた材料は、安価で入手しやすい使用済みの海苔網とした。まず、海苔網柵の有効な設置法を検討した。その結果、海苔網1重で設置した柵には破れが目立ったが、網を2重にしたところ破れが減少した。次に、海苔網柵の効果を検討した。その結果、海苔網柵を設置することで食害が軽減し、特に網2重では防除効果がより大きいことが認められた。また、海苔網柵の存在によって稚樹の相対成長速度が増加した。最後に設置コストを検討した。その結果、海苔網2重柵を設置したとしても、費用は既製品の20%以下であった。以上の結果から、海苔網を2重にして防鹿柵を設置することで、安価かつ効果的にシカ害の早期防除ができると考えられた。

P1-118 神奈川県の水源地整備地においてシカが林床植生に及ぼす影響

田村 淳・山根正伸・武田 潤・久富寛之

神奈川県自然環境保全センター

神奈川県の水源地エリアの広葉樹林と針葉樹人工林の土壤保全を主目的として、林床植生を増加させるために受光伐や間伐が行われた水源地整備地の50か所140プロットで、開空度と草本層の植被率及び現存量の関係、種組成を解析した。解析では広葉樹林と人工林を区分して、それぞれでシカの生息密度が0.5~32.0頭/km<sup>2</sup>の丹沢と2.2頭/km<sup>2</sup>以下の箱根・小仏の地域間で比較した。広葉樹林では、同じ開空度クラスで草本層植被率は箱根・小仏で高く、現存量も同様の結果であった。人工林では、開空度クラスに関わらず丹沢と箱根・小仏の草本層の植被率は同程度であり、現存量もほぼ同様の結果であった。種組成でシカの嗜好性植物に着目すると、オオバノイノモトソウの平均被度は丹沢の人工林で9%あったのに対して、丹沢の広葉樹林と箱根・小仏の広葉樹林と人工林では1%未満であった。他の嗜好性植物の平均被度も丹沢の人工林で高い傾向があった。以上の結果から、丹沢の水源地整備地の広葉樹林と人工林はともにシカの採食影響を受けており、その影響は広葉樹林と人工林で異なることがわかった。丹沢での整備効果の発現にはシカ対策が必要である。

P1-120 スギポット大苗の低密度植栽試験について（植栽後2年の経過とシカ食害）

藤井 栄<sup>1</sup>・西澤 元<sup>2</sup>・森 一生<sup>2</sup>

<sup>1</sup>徳島県農林水産総合技術支援センター森林林業研究所・<sup>2</sup>徳島県南部総合農政局

下刈の省力化やシカ被害の軽減に有効なことが知られる大苗について、この植栽による効果について検証するため、平成23年5月に徳島県那賀町の県有林（シカ生息密度9.7頭/km<sup>2</sup>）で、普通苗（平均0.54m、3000本/ha）、大苗（平均0.91m、1500本/ha）ごとに裸苗、ポット苗（1180cc）の、4試験区を設定した。下刈は平成24年8月末に実施した。植栽1年目は各試験区とも樹高成長量が軽微だったが、2年目の平成24年8月調査ではポット大苗が平均43cmと旺盛な成長を示し、雑草木の影響を受けた裸普通苗は平均17cmとなった。下刈実施前になかった枯死に至るシカ被害は、下刈後発生した。被害形態について、梢端部採食は樹高1.3m以下での発生であったが、樹高1mを超えると皮剥が発生し、樹高が高い個体ほど発生率が高かった。雑草木が繁茂する5月に植栽し、下刈を省力化した結果、シカ食害は軽減され、ポット大苗の雑草木との高い競争力が示された。しかし、下刈後シカが試験区内に侵入し、樹高が高くても被害が発生したことから、シカの侵入抑止と植栽木の成長を衰退させない植生管理技術の検証が必要と考える。

P1-119 広葉樹幼齢造林地における植栽木の生残にニホンジカが与える影響

飯島勇人・長池卓男

山梨県森林総合研究所

近年、ニホンジカが個体数を増加させている。それに伴い、ニホンジカによる植生の摂食圧が高まり、植栽木にも深刻な被害が出ている。効率的にニホンジカによる摂食を防止するためには、ニホンジカによる摂食リスクを定量的に評価し、優先度を付けた対策を実施する必要がある。本研究では、広葉樹植栽地を対象とし、ニホンジカ密度、防除方法（防鹿柵とそれ以外）、植栽後経過年数が植栽木の生残に与える影響について検討した。山梨県内の過去6年以内に植栽された広葉樹造林地を対象に、各調査地で100個体の植栽木の生残、樹高を調査した。また、山梨県内で収集されているニホンジカ密度指標に一般化状態空間モデルを適用し、植栽地周辺のニホンジカ密度を推定した。植栽木の生残は、推定したニホンジカ密度が高く、防鹿柵以外の防除方法であり、植栽後年数が経過しているほど低かった。防鹿柵以外の防除方法で平均的な植栽年が経過している場合、ニホンジカ密度が11.2頭/km<sup>2</sup>での植栽木の生残率は50%と推定され、21.7頭/km<sup>2</sup>での植栽木の生残率は10%と推定された。今後は、周辺環境や植栽樹種が植栽木の生残に与える影響を明らかにする必要がある。

P1-121 東北地方におけるスギおよびカラマツコンテナ苗導入の課題と展望

八木橋勉<sup>1</sup>・櫃間 岳<sup>1</sup>・野口麻穂子<sup>1</sup>・八木貴信<sup>1</sup>・齋藤武史<sup>1</sup>・新山 馨<sup>1</sup>・松本和馬<sup>1</sup>・松尾 亨<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>東北森林管理局岩手北部森林管理署

低コスト再造林を目指した造林および育林作業の一環としてコンテナ苗利用が近年急速に増加している。コンテナ苗は通年植栽可能なことから、伐採・造林の一貫作業が可能である点、スギ実生苗の場合は育苗期間が裸苗の3年に比べて、1-2年と短い点など、コスト低減につながる多くの利点が示されてきている。しかし冬期寒冷な東北地方では、コンテナ苗であっても冬期の植栽は難しい。この点に関しては伐採が初冬にかかる場合は地拵えまで行って、翌春に植栽するといった形での施業なども考えれば、東北地方でも有望な技術であると考えられる。次に、従来の3年生普通苗に比べると、徒長気味にも見える1-2年生のコンテナ苗が、東北地方の厳しい気候下で良好な成長ができるのかを確かめる必要がある。岩手北部森林管理署管内において、コンテナ苗と普通苗を同一箇所に植栽して比較した例を見ると、スギ、カラマツともに直径成長や樹高成長で普通苗と遜色ない成長が見られている。ただし現状では、コンテナ苗の規格が定められておらず、苗の品質の差が初期成長速度に大きく影響している可能性があり、より多くの事例を収集解析する必要がある。

## P1-122 コンテナ育苗に適したエゾマツ家系の選抜の試み

田村 明<sup>1</sup>・山田浩雄<sup>1</sup>・福田陽子<sup>1</sup>・矢野慶介<sup>1</sup>・阿部正信<sup>1</sup>・竹田宣明<sup>1</sup>・佐々木洋一<sup>1</sup>・佐藤亜樹彦<sup>1</sup>・大城浩司<sup>1</sup>・上田雄介<sup>1</sup>・織田春紀<sup>1</sup>・羽原陽子<sup>1</sup>・生方正俊<sup>2</sup>

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

北海道育種場ではコンテナ育苗に適する家系の可能性について検討した。ここでコンテナ育苗に適する家系とは、発芽後の成長が早く（育苗期間の短縮）、冬芽の形成時期が早い家系（晩霜害等に対する耐寒性向上）とした。北海道全域から採取したエゾマツ 132 家系を野菜用トレイに播種し、本葉が出てきた頃（7月中旬）にコンテナに植替えた。これらのコンテナを4条件下（野外、ビニールハウス、ナトリウムランプ付の温室、メタルハライドランプ付の温室）に設置した。8月1日から頂芽の冬芽形成日を記録し、10月上旬に苗木の苗長を測定した。1年生苗の苗高の平均値は47mm、冬芽形成日は9月27日だった。これらの形質の遺伝率は苗高0.36および冬芽形成日が0.38だった。特に東大雪8、東大雪22、上川北15のように播種後の成長が早く、冬芽の形成日が早い家系が存在した。このことから、コンテナ育苗に適する家系を選抜できる可能性がある。また、エゾマツは高温・長日処理を行うことで苗長が約1.5倍促進されることが確認された。適切な環境下で、適切な家系をコンテナで育成することによって、育苗期間の短縮等が期待できると考えられる。

## P1-124 ヒノキ2年生コンテナ苗の植栽工期と初期生存率

渡邊仁志・臼田寿生・茂木靖和

岐阜県森林研究所

コンテナ苗による省力造林の可能性を検討するため、岐阜県郡上市の造林地（標高450m、最大傾斜40°）において、マルチキャビティコンテナ（JFA-300）で育苗したヒノキ苗（2年生実生;コンテナ苗）と造林用ヒノキ苗（2年生実生;普通苗）の形状、植栽工期および植栽後の初期生存率を比較した。

コンテナ苗は根が長く根鉢（根+培土）を形成しており、裸苗である普通苗と比べて地下部が大きかった。植栽工期は普通苗（唐鍬使用）が67.2秒/本、コンテナ苗（汎用植え付け器使用）が76.8秒/本であった。普通苗は植え付け作業、コンテナ苗は植え穴掘り作業に時間がかかった。1成長期後の生存率はコンテナ苗の方が低かった。本調査地では、スギ・コンテナ苗で報告されているような植栽効率や活着率の向上はみられなかった。これには、調査地が急傾斜地であるため、地下部の大きいコンテナ苗の深植えに手間がかかったことが考えられた。活着率を高めるためにより深い植え穴を掘削した場合、コンテナ苗の植栽効率はさらに低下すると推測される。以上のことから、林地条件によってはコンテナ苗の導入が植栽効率を向上させる場合ばかりではないと示唆された。

## P1-123 スギコンテナ苗および裸苗の根系形態

平田令子・大塚温子・伊藤 哲

宮崎大学農学部

【目的】スギコンテナ苗はポット苗のように根の変形が起こり難いことから、植栽後も根系の不良に基づく生育不良や枯死等が起こる危険性が少ないと言われている。また、根の分岐が非常に多いことから、植栽後の活着にとって有利な根系形態であると考えられている。しかし、コンテナ苗の植栽後の根系形態は殆ど確認されていない。そこで本研究では、コンテナ苗の植栽後2年間の根系の発達と形態を観察した。【方法】宮崎市に位置する宮崎大学田野フィールドに、2011年2月にスギコンテナ苗と裸苗（いずれも挿し木苗）を各210本植栽した。裸苗は植栽時に根切りを行った。2011年7月、2012年2月、8月、11月に両苗を各10本ずつ掘り取った。【結果】伸長を停止していたコンテナ苗の太い側根は植栽後に成長を再開し、根系を拡大させていた。一方、植栽時に非常に多く発達していた細根は、植栽後も維持されてはいたものの殆ど伸長していなかった。植栽時のコンテナ苗の根系はコンテナのキャビティの形状を保っており、裸苗とは著しく異なる形態であった。しかし、植栽から2年後には側根を水平方向および斜め方向に発達させており、裸苗に類似した形態となった。

## P1-125 静岡県富士地域におけるヒノキ培地付き苗の初期成長

近藤 晃・伊藤 愛・袴田哲司

静岡農技研森林研セ

造林初期の植栽及び下刈り等に要する経費は、育林経費全体の約6割を占め、再造林コストが木材生産収入を上回ることから、皆伐後に再造林が実施できない現状がある。そこで、近年、裸苗に替わりコンテナ苗を用いた再造林コスト削減の技術開発が全国的に展開されている。しかしながら、それら事例の多くはスギを対象としたもので、スギに比べて成長速度の遅いヒノキの研究はほとんど見あたらない。そこで、本研究では静岡県で主に植栽されているヒノキを対象に、培地付き苗（Mスターコンテナ苗及び不織布製ポット苗）を、小面積帯状皆伐地に低密度で植栽することにより、植栽及び下刈りの省力化を図る施業体系の検証を展開している。その結果、ヒノキ2年生コンテナ苗及びポット苗の樹高成長は同裸苗に比べ有意に優れ、特にコンテナ苗の直径成長は最も大きく、その比較苗高（H/D）の値は植栽時に比べて最も向上し頑健な苗木となった。一方、植栽初期に発生した苗木の風倒害はコンテナ苗が最も大きく、植栽工期が簡易な分、苗木が植穴から引き抜かれやすい傾向が指摘され、コンテナ苗では深植え等が必要性と考えられる。



## P1-126 樹幹形状から推定したヒノキ林分の生育過程における枝下高の変化

野々田稔郎

三重県林業研究所

人工林の樹冠長率は、成長量と関係の強い樹冠葉量の指標としてしばしば用いられる。かつては、間伐と枝打ちによる枝下高の調整が行われたが、近年では一部の集約的施業を実施する林分を除くと、多くは間伐のみが実施され現状にある。さらに、過密林分が増加し、下枝の枯れ上がりにより樹冠長が小さくなった林分が見られ、その再生方法が課題となっている。このため、間伐等の密度管理が枝下高（樹冠葉量）に及ぼす影響を明らかにする必要があるが、これらの研究は決して多くない。このことから、ヒノキ56年生林分に試験区（1辺20mの方形区）を4箇所設定し、毎木調査を実施した。当該試験区のうち、2箇所は無間伐林分（立木密度1000本程度）であり、他の2箇所は8年前に間伐（本数間伐率50%程度）が実施された林分（立木密度650本/ha程度）である。これらの試験区の調査結果（DBH、樹高、枝下高）を間伐前に測定したデータと比較するとともに、サンプル木を採取して樹幹解析を実施し、樹幹形状から生育過程における枝下高の変化を推定した。また、施業履歴の明らかなヒノキ林分20箇所毎木調査を実施し、立木密度と枝下高の関係について考察した。

## P1-128 植栽密度の異なるグ イマツ雑種 F1 の樹幹形状

福地 稔・大野泰之・滝谷美香・石濱宣夫・八坂通泰・木幡靖夫・酒井明香・津田高明

北海道立総合研究機構林業試験場

グイマツとカラマツの交雑種であるグイマツ雑種 F1 は通直性に優れ、野ねずみの食害が少ないなどの特徴から、低密度施業に有利な樹種として植栽されている。一方で、低密度植栽は従来の植栽と比較し、枝の枯れ上がりや完満度等樹幹の形状が異なると考えられるが調査された事例は少ない。ここでは、密度の異なる植栽試験地の継続調査および間伐木の年輪判読から、幹の完満度等の樹幹形状におよぼす影響を検討した。

北海道中央部の美瑛市にある道総研林業試験場実験林のグイマツ雑種 F1 密度試験林で調査を行った。植栽密度は500、1000、2000、4000本/haの4段階とした。植栽後2~5年おきに樹高・直径を継続調査した。さらに、28年生時に間伐を実施し、地際から2m間隔で円盤を採取して高さ別に年輪幅の経年変化を調査した。

全般に、直径階の大きな個体ほど樹幹下部の直径成長が著しく、幹の細りも大きい傾向にあった。さらに、密度別にみると、低密度区ほど樹幹下部の直径成長が旺盛で細りも大きく、高密度区ほど細りが小さく完満で細長な樹形を示していた。樹高と直径の比である形状比は、高密度区で大きく低密度区で小さかった。

## P1-127 ヒバ稚樹の樹形と成長における頂芽優勢

檀間 岳<sup>1</sup>・森澤 猛<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>農林水産省農林水産技術会議事務局

ヒバ稚樹の成長と樹冠の発達様式を調べるため、青森県下北半島のヒバ天然林の明るさの異なる林床で、70本のヒバ稚樹の主幹と全ての枝の2005年の伸長速度を測定した。1) 2005年の樹高を前年値で除した主幹の相対伸長速度、2) 主幹と側枝の伸長速度の比で表す伸びの縦横比、3) 樹高と生枝下高の差を樹高で除した樹冠深さの相対値、を指標として樹冠形状や樹冠の発達方向を調べた。これらの3指標は相対日射量の大きな場所の稚樹ほど大きかった。

暗所（相対日射量の平均値7.5%）では、主幹の相対伸長速度の平均値が1.05以下で、下枝が枯れ上がり、浅い樹冠が形成されていた。この樹形は個体の維持コストを低減し暗さに耐える効果を持つと考えられる。明所（相対日射量の平均値61%）では、主幹の相対伸長速度および伸びの縦横比が大きく、樹冠が鉛直上方に発達していることが分かった。さらに樹冠深さの相対値が大きく、樹冠下部の側枝に伏条繁殖の基となる芯（ターミナルリーダー）が形成されていた。明所の稚樹では、鉛直方向の樹冠発達に加えて、樹冠下部の枝が水平方向に広がり個体の専有面積を拡大する性向も併せ持つ可能性があると考えられた。

## P1-129 スギ、ヒノキの樹冠構造が流線化に与える影響

福井翔宇・岩間慎太郎・喜多川権士・水永博己・矢澤速仁・宇佐美敦

静岡大農

力学的な樹木の風倒モデルの構築には、樹木の $C_D$ を定量化する必要がある。しかし、樹木は複雑な三次元構造を持つため枝葉による透過性や幹・枝のしなりにより樹冠が流線化を起し、投影面積や樹冠形状が変化する。そのため樹木の $C_D$ は風速の増加に伴い減少することが知られている。この流線化の程度には、樹冠構造が強く影響することが考えられるが、日本の主要造林樹種に関して樹冠構造と流線化の関係を調べた例は極めて少ない。そこで本研究では、スギとヒノキに関して葉密度・樹冠の厚み・枝のヤング率などの樹冠構造が、風速に伴う $C_D$ の変化や樹冠面積の減少といった流線化現象に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。本実験はKane et al. (2006)の実験を参考にトラックによる野外曳航風洞実験を行い、風速10、15、20、25、30m/sにおける樹冠の受ける風荷重の変化と樹冠形状の変化を同時に記録した。静止状態で測定した樹冠構造を用いて単回帰分析を行った結果、スギ・ヒノキともに風速10~30m/sにおける $C_D$ の変化率( $RC_D$ )は、樹冠の厚さ・葉面積・受風方向から見た葉面積指数・葉面積密度と有意な負の相関を示した。

P1-130 間伐シナリオ別に見た、LES による林冠上部の突風率の解析

岩間慎太郎<sup>1</sup>・水永博己<sup>1</sup>・内田孝紀<sup>2</sup>

<sup>1</sup>静岡大学農学部・<sup>2</sup>九州大学応用力学研究所

【はじめに】間伐は森林管理の上で重要な施業であり、樹木の肥大成長を促すため風害対策としても有効である。一方で台風後の被害本数率は間伐直後の林分で高く、年数の経過した林分ほど低いという報告もなされている。これは間伐による林冠密度の低下が原因と考えられている。しかしこういった報告の多くは被害林における調査に基づいているため、林分の環境特性が結果に影響していることが予想される。よって間伐後の風害発生リスクをより正確に予測するために、間伐後の風況の変化を明らかにする必要がある。本研究では複数の間伐シナリオを設定し、間伐による風況の変化と時間経過による林冠閉鎖を合わせて解析することで、間伐後の風害発生リスクがどのように推移するかを明らかにすることを目的とする。【方法】静岡県浜松市の静岡大学上阿多古演習林にある72年生ヒノキ林をコンピューター上に再現し、複数の間伐を仮想的に行った。間伐後0年及び5年の林分を林冠閉鎖モデル(2007、水永)により再現し、LES (Large-Eddy Simulation) を用いて林冠周辺の風況をシミュレートした。またいくつかの樹冠周辺において詳細な風況を解析した。

P1-132 間伐方法のことなるスギ樹冠の表面形状と光環境のシミュレーション

川崎達郎・齊藤 哲・梶本卓也・韓 慶民・右田千春・壁谷大介  
森林総合研究所

施業に伴う森林の葉群分布と光環境の変化が推定できれば、陽樹冠の量的変化から着花量予想につなげられる可能性がある。花粉症対策のスギ雄花着花量のモニタリング試験地において、個体別に樹冠の光条件の分布を推定し、雄花着花傾度との適合を検証した。千葉県富津市桜井総稱鬼泪山の北面谷筋のスギ人工林に40m×40mの試験区を3個設置し、毎木調査と林木位置から、試験林分全個体分の円錐形の樹冠モデルを生成し、個体ごとの開空度の頻度を求めた。間伐方法が着花量に与える影響を検証するため、2009年に3試験区にはそれぞれ多雄花個体優先間伐、通常間伐、無間伐の3種の間伐を行った。2008年から4年間、開花直前の冬季に双眼鏡観察し、「着花なし」から「樹冠全体に高密度に着花」までの5段階の傾度を記録した。間伐直後の2009年の3試験区の平均樹高は約17mで、林分密度は多雄花木優先間伐区418本/ha、通常間伐区393本/ha、無間伐区668本/haである。モデル樹冠で判断して明るい樹冠は通常間伐区に多かった。樹勢の優れた多雄花が多く残されたためと考えられる。

P1-131 80年生スギ人工林における劣勢木の幹枝形成経過

西城孝太<sup>1</sup>・白旗 学<sup>2</sup>・橋本良二<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岩手大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>岩手大学農学部

現在増加している主伐期を超えたスギ高齢人工林では、樹冠層より下部の被圧木はすでに淘汰され、劣勢木といっても梢端が上層林冠下層に届いているような個体が多い。より高価値の木材生産を考える上でこのような劣勢木の活用は重要であるが、劣勢木の成長特性に関わる知見は少ない。本研究では岩手大学演習林内の80年生スギ人工林から優勢木1本(H:28.1m、DBH:38.9cm)と劣勢木3本(I~III、H:21.2、23.9、23.8m、DBH:15.6、23.9、22.2cm)を供試木として、現存量調査、樹幹解析、節解析を行った。劣勢木の材積成長量は全体的に低いものの、40年生以降劣勢木Iで減少、劣勢木IIで増加、劣勢木IIIで一定と劣勢木間で異なっていた。枝発生本数は優勢木では41~45年にピークが訪れた後減少したのに対し、劣勢木の発生本数のピークは劣勢木Iで55年生頃、劣勢木II、IIIでは65年生頃に訪れており優勢木に比べて遅かった。調査時点で劣勢木IIは同サイズの劣勢木IIIに対し、材積成長量が大きかったが、特に樹冠下部を中心に葉と枝の現存量が高く、両者の樹冠形成の過程に違いがあることが示唆された。

P1-133 伐採方法の異なる林床に植栽された落葉広葉樹における個葉の比葉面積、SPAD値および窒素含有量

田中 格  
山梨県森林総合研究所

針葉樹人工林を針広混交林へ誘導する伐採方法について検討するためのデータ蓄積を目的とし、異なる伐採方法で伐採したカラマツ人工林において、林床の相対照度と樹下植栽された落葉広葉樹個葉の形態、生理特性の関係を明らかにした。25m×25mの群状伐採林、間伐林および無間伐林の各林床の相対照度を測定し、そこに植栽された落葉広葉樹9種(ケヤキ、ミズナラ、コナラ、クリ、ブナ、シラカンバ、ミズメ、ホオノキ、コブシ、トチノキ)について、個葉の形態として比葉面積(SLA)、生理的特性としてクロロフィルaの含有量の指標となるSPAD値と窒素含有量を測定した。ここで、窒素含有量の測定は、葉を非破壊で測定する携帯式測定装置(アグリエキスパート)により行った。その結果、林床の相対照度は、群状伐採林が90.7%、間伐林が29.4%、無間伐林が16.4%であり、相対照度が小さくなるほどSLA、SPAD値、窒素含有量のいずれも大きくなる傾向を示した。以上のことから、落葉広葉樹においては、植栽地の相対照度が低下すると葉の厚さは薄くなり、クロロフィルの能力および窒素利用効率が低下することが示唆された。

P1-134 三重県大台町におけるスギノアカネトラカミキリ被害と立地環境および成長との関係

長島啓子・土田遼太

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

近年、林業の低迷が続く中、長伐期施業の推進が行われている。三重県はスギノアカネトラカミキリの被害地域であり、生産されるスギ・ヒノキ材に被害が見られている。被害が認められると材価が大幅に低下するため、長伐期施業を推進する際は、スギノアカネトラカミキリの被害の少ない場所を見極めて、計画を立てる必要がある。そこで本研究では、三重県大台町において長伐期施業を推進する場所の選定を行うため、GISを用いて、スギおよびヒノキ林におけるスギノアカネトラカミキリ被害と立地環境（地形・地質・傾斜・表層土粒径・堆積様式）との関係を解析すると共に、成長との関係も把握した。樹種別に判別分析を行った結果、スギもヒノキも立地環境と被害の程度に明確な関係は見られなかったが、スギは直径・樹高成長が早いほど、ヒノキは逆に成長が遅いほど、被害が少ない傾向が見られた。一方、樹種に関係なく被害の程度と立地環境の関係を Kruskal-Wallis 検定によって解析したところ、残積土、凸地形、粘土質で被害が多くなる傾向を示した。また、判別分析でも同様の結果が得られ、正答率も 66.7% と比較的高い値を得た。

P1-136 形態的特徴とミトコンドリア DNA に基づいたブナ属 2 種の種子食性小蛾類相

山路貴大<sup>1</sup>・駒井古実<sup>2</sup>・逢沢峰昭<sup>3</sup>・大久保達弘<sup>3</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学大学院農学研究所科・<sup>2</sup>大阪芸術大学芸術学部初等芸術教育学科・<sup>3</sup>宇都宮大学農学部森林科学科

本研究では、太平洋型ブナ林（高原山）および日本海型ブナ林（水上）において、ブナ・イヌブナの落下前種子を摂食する小蛾類幼虫の形態的特徴とミトコンドリア (mt) DNA の系統解析に基づいて、その小蛾類相を明らかにした。また、各小蛾類種と種子食痕の対応関係について調べた。高原山では 5 年間、水上では 1 年間、ブナ・イヌブナの落下前種子から出現した幼虫を捕獲した。そして、形態的特徴に基づいて幼虫のタイプ分けを行った。次に、各形態タイプについて mtDNA の CO1 領域の塩基配列を決定し、系統解析を行った。その結果、太平洋型ブナ林では、ブナまたはイヌブナ種子を摂食する小蛾類は 9 種であり、シンクイヒメハマキ族が多く、優占種はブナヒメシンクイであることが明らかとなった。また、ブナ・イヌブナ両種に出現する共通種が 6 種みられた。一方、日本海型ブナ林では小蛾類の種数が少なく 2 種のみであった。このように、両型のブナ林で小蛾類相に違いがみられ、太平洋型ブナ林における種子虫害率の高さは、これら 6 種の存在が関係していると考えられた。また、各小蛾類種に種特異的な種子食痕は見られず、食痕による簡易的種同定は困難と考えられた。

P1-135 ハラアカコブカミキリの通年飼育

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シイタケほだ木の害虫であり、日本本土への侵入種でもある。このカミキリの生理生態をより詳しく調べるためには、本種の飼育法を確立する必要がある。そのため野外および室内で本種の通年飼育を試みた。野外飼育では 6 月に採集した雄雌 5 頭の成虫をクスギの枯れ枝と丸太とともに網箱に入れた。すると当年の 10 月下旬までに 93 頭の次世代成虫が羽化した。そのうち雄 4 頭雌 7 頭の成虫を 10 月下旬にクスギのおが屑、落ち葉および枯れ枝を入れた網箱に移した。翌春に雄雌 4 頭の成虫が活動を再開し、それらを別の網箱に移して前年と同様に飼育した。その結果、10 月中旬までに 56 頭の次世代成虫が羽化した。室内飼育では人工飼料で幼虫を飼育して 10 月上旬までに羽化した成虫を人工飼料を用いて 25℃ 自然日長で飼育した。その後、11 月上旬に空調をしていない部屋に移した。翌年の 4 月にクスギの枯れ枝と小丸太を入れた箱に移して 25℃ 自然日長で飼育したところ、産卵と幼虫の孵化を確認した。これらにより、野外および室内飼育ともハラアカコブカミキリの通年飼育が実証された。本研究は日本学術振興会科学研究費 24580234 の助成を受けた。

P1-137 ブナ科樹種の葉における非破壊成分推定法

高橋明子

京大 WRC

葉の化学成分定量は、植食者の採食生態、植物の生理生態を明らかにする上で必要となる手法である。一方で、化学成分の定量は一般的に湿式化学分析により行われ、サンプルの破壊を伴う。そのため、ある葉の成分値を得ると同時にそのサンプルを失うことを意味し、成分既知の葉を生かしたままその後の実験を行うのは不可能であった。そこで、本研究では日本の広葉樹林の主要構成種であるブナ科樹種（コナラ、アラカシ、シラカシ、マテバシイ、スダジイ）の葉を対象に、近赤外分光法（NIRS）による非破壊成分分析法の開発を行った。NIRS は近赤外領域の光をサンプルに照射し、その吸光度からサンプル中の化学成分値を推定する手法で、サンプルを破壊・消費せずに成分推定を行うことができる。スペクトラコープ社製の分光器 field λ を用い、各樹種の葉 100 サンプルを対象にインタラクタンス法により吸光度スペクトルを得た。さらに従来法による化学分析を行い、全糖、粗タンパク、総フェノール含有率を得、成分値と吸光値を用いて PLS 回帰を行い、検量モデルを作成した。本発表において、作成したモデルの精度と頑健性について検討する。

P1-138 ブナハバチ幼虫に対する粘着トラップの防除効果

谷脇 徹

神奈川県自然環境保全センター

神奈川県丹沢山地のブナの衰弱枯死に関与するブナハバチの防除法の一つに、樹幹をよじ登る幼虫の粘着トラップ捕獲が提案されている。この手法の有効性を検討するため、4年間にわたりブナの樹幹地際に粘着トラップを設置して捕獲数を調査した。あわせて防除効果と作業効率を検討するため、幼虫数に占める捕獲数の割合を算出するとともに2種類の資材に要する作業時間を比較した。その結果、ブナ1本あたりの幼虫数に占める捕獲数の割合は0.4~37.6%の範囲で変動した。この数値を既存の密度推移データに当てはめると、翌年の越冬個体の密度は最大で3割程度低下する一方でほとんど低下しない場合もあることが分かった。幅17cmのロール資材の作業時間は幅8cm、長さ50cmのシート資材の3分の1であり、ブナの直径に左右されなかった。捕獲数の上限は設置面積の拡大に伴い増加した。省力的かつ効果的に幼虫を捕獲するには、樹幹をよじ登る幼虫数が多いことが予測される太いブナを選び、捕獲数の上限が高く作業時間が短くなる幅広のロール資材を設置すればよい。密度の低減効果は単年では現れにくい、長期間継続することで徐々に発揮される可能性がある。

P1-140 ウリハダカエデ伐倒木における養菌性キクイムシ穿入孔の時空間分布

西村朋也<sup>1</sup>・梶村 恒<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学部・<sup>2</sup>名古屋大学生命農学研究所

森林昆虫の一大グループである養菌性キクイムシは、様々な樹木に穿孔する。坑道を形成する部位は繁殖成功に影響するため、その選択をめぐって種間・種内相互作用があると考えられる。また、好適な部位でも、高密度になると集中を避けるかもしれない。この場合、穿孔孔の分布パターンは時間経過とともに変化すると予想される。本研究では、その時空間分布を調べて、養菌性キクイムシによる相互作用の一端を明らかにし、森林における生物多様性の維持機構を理解する一助とした。

愛知県北東部の林内で、2012年6月下旬にウリハダカエデを伐倒・放置し、この倒木の樹幹に形成される穿孔孔を約2週間ごとに観察して目印をつけた。同年8月下旬に回収し、割材して種を同定した。穿孔孔の分布図を作成するとともに、これを小区画に分け平均混み合い度を算出し、m<sup>2</sup>・m<sup>2</sup>解析を行った。

伐倒後4~8週間に多数の穿孔孔が形成され、ミカドキクイムシとサクキクイムシが優先した。また2種の分布は6週間でランダム分布と判定されたが、8週間になると集中傾向があり、林床側で増加した。したがって、他個体の坑道が存在しても、条件の良い部位に穿孔することが示唆された。

P1-139 マツ枯れ被害木中におけるマツノマダラカミキリ共生細菌相の解析

加藤徹朗・田中千尋・二井一禎・竹内祐子

京都大学農学研究所

マツ材線虫病は宿主であるマツ、病原体のマツノザイセンチュウ、媒介者マツノマダラカミキリや糸状菌など、様々な生物の複雑な相互関係の上に成り立つ伝染性森林病害である。発表者らのこれまでの研究により、マツノザイセンチュウの体表に *Serratia* 属細菌の特異的な随伴が認められた。この細菌は本病の発病可否に対しては明確な影響を示さなかったが、検出頻度の高さから本病に何らかの関与が予想される。本研究では媒介昆虫の蛹室・坑道の細菌相を、T-RFLP法、クローンライブラリ法と培養法を用いて解析し、上記 *Serratia* 属細菌との関連を調査した。一方、マツを宿主とするキクイムシ *Dendroctonus valens* では、高C/N比のマツ材を食餌源として利用するために腸内細菌による窒素固定が補助的な機能を果たしている。マツノマダラカミキリの腸内細菌相は未報告であることから、野外より採取した虫体の腸内細菌相を調査し、その役割を検証した。上記2種類の媒介者関連細菌相、すなわち坑道・蛹室及び腸内の細菌相を、先に調査したマツノザイセンチュウの体表随伴細菌相と比較することで、本病と細菌との関わりについて考察した。

P1-141 台湾のナンヨウキクイムシより分離された *Ruehmaphelenchus* sp.

神崎菜摘<sup>1</sup>・升屋勇人<sup>1</sup>・滝 久智<sup>1</sup>・岡部貴美子<sup>1</sup>・Chen, Chi-Yu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>中興大学

台湾(台中市周辺)において、ナンヨウキクイムシ (*Euwallacea fornicates*) より *Ruehmaphelenchus* 属の昆虫便乗性糸状菌食性線虫が分離された。この線虫の形態観察、及び系統解析を行ったところ、本種は未記載種であり、同属既知種とは雌雄成虫の尾部の形態、雄成虫の交接刺形態により、他種と識別が可能であった。特に、雄成虫の交接刺両側面に三角形の膜状組織、および、スパイク状の小突起を有するという点は、本種が所属する *Aphelenchoididae* 科のいずれの種でも知られていない特徴であり、本種を規定する際の重要な形質と考えられた。リボソームDNAの18S、および28S領域の部分塩基配列を用いてベイズ法による系統解析を行ったところ、本属所属種は *Bursaphelenchus* 属に内包される形で、単系統グループを形成した。しかしながら、*Bursaphelenchus* 属クレードの事後確率値は低く、系統的位置づけの確定には、より多くの遺伝子領域による解析が必要であると考えられた。

P1-142 タイ北部で採取された *Raffaelea* 属菌を随伴する養菌性キクイムシの形態

今井光岳<sup>1</sup>・谷口公美<sup>2</sup>・鳥居正人<sup>2</sup>・松田陽介<sup>2</sup>・Buranapanichpan, Sawai<sup>3</sup>・伊藤進一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>三重大学生物資源学部・<sup>2</sup>三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>3</sup>チェンマイ大学農学部

【目的】本研究では、タイ北部において、*Raffaelea* 属菌を随伴する養菌性キクイムシの探索とその形態的特徴を明らかにすることを目的とした。【方法】タイ北部に位置するチェンマイの森林で、キクイムシ類の採取を行った。採取されたキクイムシ類の体表とマイカンギアから菌類の分離を行い、得られた45菌株は28SrDNA領域の塩基配列にもとづくBLAST解析を行った。また、キクイムシ類の顕微鏡観察を行い、属レベルの同定と形態類別を行った。【結果】キクイムシ類19個体から分離された菌類の塩基配列は*Raffaelea*属菌と最類似した。それらキクイムシ類は形態学的にナガキクイムシ亜科の*Diapus*属1タイプ、*Dinoplatypus*属1タイプ、*Platypus*属2タイプに類別された。*Platypus*属の1タイプでは、供試した全9個体の体表と3個体のマイカンギアから得られた菌株の塩基配列が本属菌と最類似した。以上から、タイ北部に生息する養菌性キクイムシは*Raffaelea*属菌を随伴する可能性があるため、現在さらに分類学的検討を行っている。

P1-144 *Platypus koryoensis* によるコナラの枯損被害—発生3年目の経過—

後藤秀章<sup>1</sup>・北岡和彦<sup>2</sup>・上田明良<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>大分県農林水産研究指導センター林業研究部

大分県由布市湯布院町川上の「岳本のコナラ原生林」は、コナラの大径木を主とする森林であり、県指定天然記念物に指定されている。2010年夏にこの林で、コナラの枯損被害が発生した。その後の調査により、この被害は韓国でモンゴリナラの集団枯損を引き起こしている *Platypus koryoensis* によるものと考えられた。本種は日本からは初記録であり、国内での情報はほとんど無い。そこで被害経過を調査する目的で、被害木とその周辺の毎木調査および穿入孔からの捕獲調査を行った。調査対象はすべてコナラである。毎木調査の結果、2012年には当年の *P. koryoensis* の穿入によると考えられる枯死木は2本、部分枯れが2本発生した。枯死木は、いずれも前年の穿入による部分枯れの木であった。部分枯れの2本は、前年以前には穿入を受けていなかった。2010年に多数の穿孔を受けていた木は、その後多くが枯死にいたった。捕獲調査の結果、*P. koryoensis* の増殖率、繁殖成功率に、前年以前の木の被害程度、穿入履歴による違いはなかった。また、穿入孔の中には、フラス形状のよく似たヨシブエナガキクイムシによるものが混在した。

P1-143 カシノナガキクイムシ太平洋型と日本海型の化学生態学的な面からの比較

所 雅彦<sup>1</sup>・大谷英児<sup>1</sup>・後藤秀章<sup>2</sup>・衣浦晴生<sup>3</sup>・濱口京子<sup>3</sup>・栗生剛<sup>4</sup>・竹内 純<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>3</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>4</sup>和歌山県林業試験場・<sup>5</sup>東京都島しょ農林水産総合センター八丈事業所

ナラ枯れのベクターであるカシノナガキクイムシ（以下カシナガ）には日本海型と太平洋型が存在することが確認されており、解剖学的にも分子生物学的にも異なっていることが明らかにされている（Hamaguchi, K. & Goto, H. 2010）。日本海型カシナガは集合フェロモン主成分としてケルキボロールが確認されているが、太平洋型カシナガからはケルキボロールの存在は確認されておらず、これに対する野外トラップ試験においても誘引活性が確認されていない。本研究では、和歌山県、鹿児島県、東京都等の太平洋型カシナガ個体の、体表炭化水素組成、ケルキボロールの有無、ケルキボロールに対する触角応答等を化学生態学的な面から日本海型と比較した。分析の結果いずれの太平洋型カシナガからもケルキボロールはほとんど確認できなかった。またケルキボロールに相当する成分量で他のGC-EAD活性成分も確認できていない。炭化水素組成においては太平洋型と日本海型で異なるパターンがあることも認められた。

P1-145 ナラ類枯損被害の減少過程におけるカシノナガキクイムシの動態—穿入孔数と脱出個体数—

松浦崇遠・中島春樹

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

ブナ科樹種萎凋病によるナラ類の枯損被害が、カシノナガキクイムシに穿入されてからの年数とともに、増加から減少に至る過程において、穿入や繁殖の状態に着目し、被害が沈静化する傾向とその要因について検討した。2006年に初めて穿入された、コナラを主体とする二次林に、2箇所の調査地（面積各0.16ha）を設定した。胸高直径5cm以上のコナラを対象に、2006～2012年の期間中、穿入や樹冠の枯損を観察した。また、年ごとに穿入されたコナラの一部を生死や穿入の履歴によって区分し、穿入孔から脱出した成虫の個体数を調査した。初めて穿入されてから5年目にはコナラのほぼ全てが穿入された。年ごとに形成された穿入孔は、4年目もしくは5年目を最大としてその後は急減し、7年目にはほとんど観察されなかった。穿入孔から脱出した成虫は、過去に穿入された履歴がない枯死木に多く、これに比べて履歴がない生存木では少なく、履歴がある枯死木や生存木では非常に少なかった。以上の結果から、寄主のほぼ全てが穿入されると被害が減少に転ずる変化が裏付けられ、穿入された履歴がある寄主では繁殖が困難になることがその要因であると推定された。

P1-146 高標高地域で発生したナラ枯れ枯死木におけるカシノナガキクイムシの穿入密度

伊藤昌明・大橋章博  
岐阜県森林研究所

2012年に枯死したナラ枯れ被害木におけるカシノナガキクイムシの穿入密度を調査した。対象はミズナラ、フモトミズナラ、コナラとし、被害地の標高、緯度、気温、被害木の樹種および胸高直径と穿入孔数の関係について、被害地を変量効果とした一般化線形混合モデルで解析した。なお、気温は被害地最寄りのアメダスの10年間(2002年~2011年)の気温(平均、最高、最低)、それぞれの平均値を被害地の標高で補正した値を用いた。また、穿入孔はフラス排出の有無によって区別した。その結果、フラスの排出がみられた穿入孔数は胸高直径および気温の上昇とともに増加し、標高は穿入孔数に負の影響を及ぼすことが示された。また、フモトミズナラの穿入孔数がコナラよりも多かった。以上から、繁殖がみられる穿入孔の密度は利用可能な資源量と成育温度に強く影響されると考えられた。一方、フラスの排出が確認されなかった穿入孔数は、標高および緯度との間に正の相関が、気温との間に負の相関がみられた。また、ミズナラが他樹種よりも穿入孔数が少なかった。以上から、気温が低い地域では穿入後、繁殖に至らないケースが多いものと推察された。

P1-148 和歌山県のシイ・カシ林におけるカシノナガキクイムシ被害発生動態

栗生 剛<sup>1</sup>・衣浦晴生<sup>2</sup>・中森由美子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>和歌山県林業試験場・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所

紀伊半島で発生しているカシノナガキクイムシの防除手法を検討するため、樹種およびウバメガシ幹サイズの違いによる発生頭数、及びコナラ・ウバメガシが優占する林分での被害推移を調査した。発生頭数調査はカシナガ穿孔被害を受けた常緑広葉樹林(試験地A、B)で行った。試験地Aではコナラとウバメガシ穿入生存木に各5本、Bではウバメガシ大径木4本と小径木5本に羽化トラップを取り付け、6月から11月の毎週、トラップを回収した。また、試験地Aに調査区(面積0.3ha)を設定し、DBH10cm以上のブナ科樹木を対象に胸高直径、高さ2m以下の穿孔数を2年間調査した。ウバメガシの穿入生存木からの平均発生頭数はコナラよりも多く、ウバメガシの小径木(平均DBH11cm)においても、大径木(平均DBH21cm)と同程度の発生頭数であった。林分調査では、累積被害率は2年間共にシイ>コナラ>アラカシ>ウバメガシであった。1年目の平均穿孔数はコナラ>ウバメガシ>シイ>アラカシ、2年目はコナラ>アラカシ>ウバメガシ>シイとなった。これらから被害発生初期林分ではコナラ、ウバメガシの取り扱いが重要であると考えられた。

P1-147 カシノナガキクイムシの穿孔部位選択様式

田下直人<sup>1</sup>・山崎理正<sup>2</sup>・伊東康人<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学部・<sup>2</sup>京都大学農学研究科・<sup>3</sup>兵庫県農林水産技術総合センター

カシノナガキクイムシの攻撃を受けた被害木では、生育に好適な地際部に穿孔が集中的に分布することが知られている。しかしその一方で、穿孔が集中する地際部では、資源の枯渇や個体間の干渉といった負の密度効果によって、好適性が下がっていることも予想される。本研究では、カシノナガキクイムシの穿孔部位の時間的変化と、その後の繁殖成功に及ぼす穿孔時期と穿孔部位の影響を明らかにすることを目的とした。

2012年7月から9月にかけて、京都府東部の二次林でミズナラを対象にカシノナガキクイムシの穿孔部位について週1回の定期観察を行った。カシノナガキクイムシの穿孔を確認した9本のミズナラについて、粉状フラスの排出の有無から繁殖成功(次世代幼虫の有無)を確認した。更に各穿孔についてその高さや周辺の穿孔密度を測定した。ミズナラ樹幹上のカシノナガキクイムシの穿孔は、穿孔開始後3週間は地際部に集中し、その後高位置にも分布するようになった。また、穿孔時期、高さ、密度は繁殖成功に影響を及ぼしていないことが明らかとなり、カシノナガキクイムシの穿孔部位選択の結果、樹幹上の穿孔は理想自由分布的となっていることが示唆された。

P1-149 酵素処理がコナラ・ミズナラ辺材部の変色形成に及ぼす影響

上辻久敏・岡本卓也・大橋章博

岐阜県森林研究所

カシノナガキクイムシ「以下、カシナガ」の加害を受けて枯死しなかった樹木「以下、穿入生存木」は、次年度以降、カシナガの加害を受けても枯れにくいことが報告されている。その原因の1つとして、加害を受けた樹木の辺材部変色域の成分とカシナガとの間に忌避効果が存在し、この成分変化にラファエリア菌「以下、ナラ菌」の関与が他者の研究から示されている。このため、穿入生存木が増加することでナラ枯れの予防につながる可能性がある。そこで、穿入生存木に類似した状態の樹木を酵素処理により人工的に作ることを目的に研究した。試験には岐阜県内から分離したナラ菌の培養試験から検出されたタンニン加水分解等の酵素を用いた。樹木抽出液に酵素処理を行い、ナラ菌を培養した結果、ナラ菌の伸長が遅くなる条件が存在した。また、コナラとミズナラに酵素を樹幹注入し、辺材部の変色域形成、通水阻害について調査した。その結果、酵素注入部位の上下方向に変色域が形成され、部分的に通水阻害の発生が認められたが、処理で枯死する木は存在しなかった。ミズナラよりもコナラで処理後に通水阻害が多く認められ、樹種により処理の影響が異なる可能性があると考えられた。

## P1-150 大量に集積した丸太によるナラ枯れ防除

斉藤正一

山形県森林研究研修センター

大量集積した丸太へのカシナガの誘引虫数の平均は、集合フェロモン剤装着の場合は、激害 18,574 頭 /m<sup>3</sup>、中害 16,254 頭 /m<sup>3</sup>、激害跡 13,163 頭 /m<sup>3</sup>、平均 16,278 頭 /m<sup>3</sup>で、集合フェロモン剤を装着しない場合の平均は 12,133 頭 /m<sup>3</sup>であった。カシナガの誘引虫数は、激害>中害>激害跡>激害フェロモン剤無しの順であり、健全なナラ類の丸太を大量集積して集合フェロモン剤を装着する方法は、カシナガの密度に応じて誘引状況は変化し、特にカシナガの密度が高いと考えられる激害ではカシナガを多く誘引できる事がわかった。大量集積した丸太の1集積単位の実材積は激害試験地で平均 36.5 m<sup>3</sup>、推定誘引虫数平均は 675,929 頭と非常に多く、大量集積した丸太を林道の退避場などに多く設置できれば、枯死木から発生するカシナガをうまく誘引して被害の軽減に寄与するものと考えられた。なお、丸太に誘引したカシナガは初発日までにチップとして粉碎すれば、物理的な殺虫と燃料用チップなどとして利用が可能のため、一部で利用が始まった。

## P1-152 スダジイへの殺菌剤樹幹注入によるカシノナガキクイムシ被害防止効果

衣浦晴生<sup>1</sup>・所 雅彦<sup>2</sup>・後藤秀章<sup>3</sup>・新井一司<sup>4</sup>・中村健一<sup>4</sup>・竹内純<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>4</sup>東京都農林総合研究センター・<sup>5</sup>東京都島嶼農林水産総合センター

2010年、伊豆諸島の三宅島、御蔵島、八丈島でスダジイが集団枯死する被害が発生し、3島それぞれから、ナラ枯れ病原菌媒介者であるカシノナガキクイムシの加害が確認された。そのため伊豆諸島スダジイ被害対策として、2011年から2年間、ナラ類で適用可能な方法である殺菌剤の樹幹注入を行い、スダジイにおける枯死予防効果や材内におけるカシノナガキクイムシの繁殖等について調査した。その結果、3島において2011年には殺菌剤樹幹注入をおこなったスダジイに枯死は全く発生しなかったのに対し、三宅島と八丈島の無注入木で枯死が発生した。被害木の辺材変色域からはナラ菌が100%分離され、心材や健全な辺材からは分離されなかった。被害木断面の材変色率は、薬剤注入した方が無注入木よりも低かった。2012年は3島全体で枯死の発生がほとんど無く、殺菌剤注入区・対照区ともに枯死は発生しなかったが、2011年に穿入被害を受けたスダジイからのカシノナガキクイムシ発生は、薬剤注入した方が低い傾向にあった。これらの結果より、ナラ類で登録されているナラ枯れ予防樹幹注入剤は、スダジイの枯死予防にも効果があると考えられた。

## P1-151 ナラ枯れ被害木の薪処理によるカシノナガキクイムシの駆除効果 II-5月に分割した場合の効果について

大橋章博

岐阜県森林研究所

前報で、4月上旬までに被害木を玉切り分割することで、カシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）を駆除できることを報告したが、今回は分割時期を5月上旬に遅らせて、その駆除効果について検討した。岐阜県土岐市の被害地からナラ枯れしたフモトモズナラ 10本を選び供試木とした。2012年4月13日に伐採し、1mの長さに玉切りした。各供試木から4本ずつ丸太を採取し、1本は丸太のまま（長丸太区）とし、残りの3本については5月10日に約30cm長の丸太に玉切りし、丸太区、薪（露天）区、薪（雨除）区の3処理区に振り分けた。このうち薪区については丸太を薪割り機で分割し、雨除け下と露天下に設置した。その後、定期的に材から出てくるカシナガ数および材の重量を記録した。6月4日に供試材を羽化トラップで被覆し、脱出してくるカシナガ成虫数を計数した。その結果、割材後、薪（露天）区から8,242頭/m<sup>3</sup>、薪（雨除）区から8,148頭/m<sup>3</sup>のカシナガ幼虫の脱出がみられた。また、羽化トラップ調査による成虫発生数は、長丸太区が17,517頭/m<sup>3</sup>であったのに対し、丸太区は7,319頭/m<sup>3</sup>、薪（露天）区は320頭/m<sup>3</sup>、薪（雨除）区は379頭/m<sup>3</sup>と、材の分割による高い駆除効果が認められた。

## P1-153 ナラ枯損被害ポテンシャルマップの作成—ナラ類を対象として—

近藤洋史<sup>1</sup>・齊藤正一<sup>2</sup>・加賀谷悦子<sup>3</sup>・衣浦晴生<sup>4</sup>・山中武彦<sup>5</sup>・所 雅彦<sup>3</sup>・牧野俊一

<sup>1</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>2</sup>山形県森林研究研修センター・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>5</sup>農業環境技術研究所

【目的】平成24年版森林・林業白書によると、ナラ・カシ類の樹木を集団的に枯死させるブナ科樹木萎凋病（以下、ナラ枯れ）は、2010年度には30都府県で発生している。このナラ枯れ被害発生を予測するため、被害を受ける可能性のある森林資源分布を解析して、被害発生のポテンシャルを検討する。【方法】森林資源分布の現況情報として、環境省自然環境保全基礎調査の、第2回から第5回までの植生調査データを使用した。ナラ枯れ調査を行う行政機関の担当部局では第3次地域区画（3次メッシュ、約1×1km）でデータを管理している場合が多いので、3次メッシュごとの代表的な植生によるデータ分類を行った。解析対象地は本州（島嶼部を除く）とし、解析には、ArcGIS Ver.10.1 (ESRI Inc.) を用いた。【結果】ナラ枯れ被害を受ける危険性の高いのはミズナラとコナラで、ミズナラは本州中央部に分布しており、その周りにコナラが分布している。これらの樹種は青森県から山口県まで広く分布していることが明らかになった。その結果、本州中央部での被害拡大の可能性が高いと考えられた。

P1-154 放射性物質に汚染されたほだ場におけるシイタケほだ木の放射性セシウム濃度の変化及び落葉除去と遮へい台設置の影響

岩澤勝巳

千葉県農林総合研究センター森林研究所

【目的】放射性物質に汚染されたシイタケほだ場では、汚染されていない新ほだ木を伏せ込んでも、落葉等からの放射性セシウムの移動が懸念される。そこで、ほだ木の設置方法を変えて伏せ込み、その違いが放射性セシウム濃度に及ぼす影響を調査した。【方法】千葉県内の2か所のほだ場（空間線量率0.093~0.183 $\mu$ Sv/h）に新ほだ木を2012年4月に伏せ込んだ。ほだ場には無処理区（落葉の上に伏せ込み）、落葉除去区（落葉を除去して伏せ込み）、遮へい台設置区（落葉の上に高さ10cmのコンテナを設置し、その上に伏せ込み）を設定し、設置前に3本、伏せ込み6か月後に各区3~6本のほだ木を分析した。【結果】伏せ込み前のほだ木の放射性セシウム濃度は検出せず~4Bq/kgであったが、6か月後は無処理区が2~20Bq/kg、落葉除去区が検出せず~36Bq/kgと伏せ込み前より濃度の高いほだ木が多く、ほだ木下部の菌糸を経由して落葉や土壌等から放射性セシウムが移動した可能性が考えられた。一方、遮へい台設置区では検出せず~4Bq/kgと伏せ込み前と概ね同じで、遮へい台がほだ木の放射性セシウム濃度の上昇抑制に効果的であった。

P1-156 マツタケ子実体の発生と気象環境の関係—豊作年2010年とそれ以降との気象条件の比較—

古川 仁・増野和彦

長野県林業総合センター

【目的】長野県林業総合センターでは、マツタケ(*Tricholoma matsutake*)の発生と気象条件の関係を調べるため、試験地で発生量調査と、気象観測（地温、降水量）を30年間以上実施している。長野県の年別生産量は、統計のある1965年以降2010年が85.1tと最高であった。また、翌々の2012年は過去3番目に低い5.5t（速報値）であった。そこで試験地における発生量と気象観測値との関係について検討を行いながら、2010年と2012年の生産量に大差が生じた要因を検討した。【方法】下伊那郡豊丘村の豊丘村試験地において、1980年の試験地設定以降継続的に地温（地中10cm）、降水量の測定と、発生量調査を行っている。この調査結果から気象条件と発生量の関係について統計的手法を用いて解析した。さらに2010年と2012年については豊丘村試験地ほかの県内試験地の観測結果も含め検討した。【結果】豊作年（2010年）と不作年（2012年）の大きな差は9月の降水量とみられた。また不作年でも半年並みの発生地もあり、その原因として降雨のタイミング、環境整備の有無などが考えられた。

P1-155 シロアリタケ等各種産物の供給源としてのシロアリ塚分布に関する一考察—ラオス天水田地帯を事例に—

齋藤暖生<sup>1</sup>・Nguyen, Quynh Trang<sup>2</sup>・奥野正樹<sup>2</sup>・近藤勇介<sup>2</sup>・土田浩治<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林・<sup>2</sup>岐阜大学応用生物科学部

【背景と目的】シロアリ塚は熱帯地域において、地形および生態の点から重要な環境要素である。特に水田中のそれは、特異的な景観要素として着目されてきた。近年、ラオスには急速な近代化に伴い、シロアリ塚は破壊の圧力にさらされている。シロアリ塚はシロアリタケをはじめとする多様な資源の源泉となっており、その実態を把握することが急務である。本研究では、ラオス首都近郊の天水田地帯において、シロアリ塚の分布の把握を試みた。

【方法】森林域（①乾燥フタバガキ林、および②乾燥常緑林）、③水田域のそれぞれにおいて、円形プロットを設け、プロット内のシロアリ塚について、位置、シロアリ種、サイズ等を記録した。

【結果と考察】シロアリ塚の分布密度は森林において圧倒的に高かった。森林域には小さい塚も多くみられる一方、水田域にはサイズの大きな塚しか見られなかった。一部の種についてはプロット間で相対的な優占度の相違がみられたが、概してシロアリの種の構成のプロット間での差異は明瞭ではなかった。水田域の塚は開田過程で残されたものと推察される。シロアリ塚（コロニー）の更新には、森林が重要であることが示唆される。

P1-157 ほだ木のフェロシアン化鉄処理によるシイタケ中の放射性セシウム低減

鈴木拓馬・山口 亮

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

演者らは、フェロシアン化鉄（プルシアンブルー）の0.1%希釈液でほだ木を浸水処理すると、1ヶ月後に発生したシイタケ子実体のセシウム放射能が処理前に比べて半減することを報告した。しかし、希釈濃度や処理方法がセシウムの減少に及ぼす影響は不明である。そのため、異なる処理条件で試験を行った。フェロシアン化鉄希釈液によるほだ木処理区（0.1%浸水、5%浸水、5%塗布）と無処理区を設け、処理前及び処理6ヶ月後に発生した子実体の放射能と含水率を測定した。その結果、処理区におけるセシウム137の放射能（含水率91%換算）は、無処理区に比べ有意に低かった（ $P < 0.05$ ）。処理前後の比較では、処理区で有意に減少し（ $P < 0.01$ ）、減少率は①0.1%浸水で75%、②5%浸水で82%、③5%塗布で64%、④無処理区で30%であった。これらから、0.1%と5%の希釈濃度では、同等の低減効果があり、処理から6ヶ月後も持続されることが明らかになった。また、処理方法は、浸水に加えて、塗布も有効であると考えられる。新たな処理条件でも低減効果を確認できたため、生産現場に最適な方法を検討することが今後の課題となる。



P1-158 ヤブツバキ油粕に含まれるサポニンを用いたキノコ類の菌糸伸長・子実体形成に及ぼす効果

前田 一<sup>1,2</sup>・田嶋幸一<sup>1</sup>・久林高市<sup>1</sup>・田中 隆<sup>2</sup>

<sup>1</sup>長崎県農林技術開発センター・<sup>2</sup>長崎大学大学院医歯薬学総合研究科(薬学)

長崎県五島列島はツバキ油の産地であり、その生産量は全国の約4割である。ツバキ油の原料は地元の自生ツバキ林から採集したツバキ種子である。ツバキ種子にはトリテルペン配糖体であるサポニンが多く含まれており、ツバキ油搾油後の油粕には高濃度のサポニンが残っている。平成24年7月には椿による五島列島活性化特区に指定され、今後、ツバキ油の増産を目標としており、油粕も増加していく。しかし、油粕の用途は肥料に限られており、新たな用途が求められている。ツバキのサポニンには魚毒性があるが、サポニン類は様々な機能性を有している。その中で、サポニンを添加した培地においてヒラタケの子実体形成が促進されたという報告がある。しかし、ツバキのサポニンについてはキノコ類への効果を検証した報告はない。そこで、ツバキ油粕のサポニンを用いて食用キノコ5種(エノキタケ・シイタケ・マイタケ・エリンギ・ヒラタケ)に対する菌糸伸長および子実体形成に及ぼす効果を検証した。その結果、サポニン添加区において、エリンギとヒラタケの菌糸伸長が促進された。また、エノキタケとエリンギでは、サポニン添加区での子実体形成が確認された。

P1-161 映像アーカイブを用いたフェノロジー観察学習における小中学生の反応

中村和彦・斎藤 馨

東京大学大学院新領域創成科学研究科

フェノロジーは、環境の変化を動植物を通して直感的に把握できる点から、小中学生のための教材となりうる。さらに、映像アーカイブを用いたフェノロジー観察を行うことで、短時間で長期的な環境変化を直感的に把握できる可能性がある。そこで本研究では、東京大学秩父演習林で1996年より継続されている、動画と音声による森林映像アーカイブを対象とし、映像アーカイブを用いたフェノロジー観察という学習において、小中学生がどのような反応を示すのかを、実際の授業実践を通して検討した。

4つの小学校と2つの中学校において、それぞれ対象学年、教科、人数などを変えながら、授業実践を反復的に繰り返した。授業の様子をビデオに記録し、児童・生徒の反応を定性的に分析するとともに、授業後感想文に対する計量テキスト分析によって定量的な分析も合わせて行った。その結果、児童・生徒は自身の既存経験と結びつけながら、映像教材によって観察の時間規模を拡大できた。一方で、複数年を対象とした観察においてフェノロジーの年々変動と長期変化傾向とを区別できない場面が見られ、これを今後の教材開発を進めるうえでの注意点として把握できた。

P1-159 種子生産から見たヤブツバキ実の年変動とその特性

田嶋幸一<sup>1</sup>・久林高市<sup>1</sup>・前田 一<sup>1</sup>・横道智宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>長崎県農林技術開発センター・<sup>2</sup>新上五島町振興公社

【目的】長崎県の五島列島では、ヤブツバキの種子を採取し、ツバキ油の生産がなされている。そのヤブツバキの実は豊凶の差が大きい、なぜそのようなことが起こるのか実態は判っていない。そこで、旧新魚目町地区におけるヤブツバキ実の年変動とその特性の解明を行った。【方法】新上五島町振興公社には、旧新魚目町地区で種子の買取を行ってきた年別地区別の38年間の実績が記録されており、その情報をもとに年変動とその特性の解明を行った。種子の買取量が結実量を直接示すものではないが、長期的な結実量の変動を明らかにするのに適した資料と判断した。【結果】ヤブツバキ実の年変動には、2つのパターンが見られ、隔年結果と豊作が隔年で続く豊作期があることが判った。また、地区により豊凶の変動係数が異なり、地域特性があることが判った。豊凶を指数化するため集荷量の階層別出現頻度を明らかにした。

P1-162 エコツアーガイド従事者の生物に関する知識と観察機会に関する研究

武 正憲

東京大学大学院新領域創成科学研究科

我が国のエコツアーガイド従事者が、自然観光資源の保全管理を補助する者として、資源モニタリングを行う場合、それに必要とされる知識や資源の観察機会が、その業務を十分遂行できるかを明らかにしておかなければならない。本研究では、長崎県佐世保市南九十九島地域を対象地域として事例調査を行った。知識については、まず様々な文献資料を掘り起こして生物種データベースを作成し、エコツアーガイド従事者が、その中のどれだけの種を認識しているかを調査専門家と対比させながら分析した。また観察機会については、エコツアーガイド従事者の業務日誌等から上陸する島の名前や上陸する頻度を抽出し、同じく調査専門家と対比させて分析した。その結果、エコツアーガイド従事者は、一部調査専門家が確認していない希少生物種を観察していること、特定の島にはエコツアーで頻繁に訪れるため、いくつかの生物種については、調査専門家の業務を補完できることが明らかとなった。ただし、観光者にとって危険な生物種の観察は頻繁に行われているものの、観光対象として認識されない生物種は観察していないことも明らかとなった。

## P1-163 インターネットを介した山地斜面の遠隔モニタリング

岡本 隆<sup>1</sup>・堀内稔弘<sup>2</sup>・太田圭介<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>関東森林管理局治山課

わが国の山地災害は、降雨や融雪を主誘因として発生する。したがって山地災害の発生危険度を予測するためには現地の気象情報を遅滞なく知ることが重要である。本研究では、既存の地すべり試験地の観測システムをインターネットに接続し、降水量、融雪水量などの気象情報を遠隔地からリアルタイムで監視する手法を構築した。

モニタリングの対象試験地として、従来から自動観測が行われている新潟県上越市の伏野地すべり試験地を用いた。試験地の観測小屋にある4台のデータロガーはルータによってLAN化され、FOMA データ通信を用いてインターネットに接続された。ルータには固定IPアドレスが付与されているため、外部PCからインターネットを介してデータロガーに接続することにより、現地の気象情報をリアルタイムで把握可能となる。

2013年1月8日15時現在、試験地の気温は-0.4度、積雪深は243cmであることなどが、森林総合研究所東北支所PCからのリモート接続で確認できた。このシステムを用いることで、例えば融雪期における現地の融雪強度等を即時に知ることができ、同時期の山地災害に対する予測技術の向上に寄与できると考えられる。

## P1-165 ハーベスタ・フォワードシステムでの間伐がおこなわれた溪流における浮流土砂濃度

阿部俊夫・佐々木尚三・山野井克己

森林総合研究所北海道支所

近年、緩中傾斜地の多い北海道ではハーベスタ・フォワードシステムが導入されつつある。このシステムは生産性が高く労働安全性にも優れているが、大型機械が林内走行するため、環境面での悪影響が懸念されている。本研究では、ハーベスタ・フォワードシステムによる施業が渓流水の濁りに与える影響を明らかにするため、同システムで間伐が行われた流域（面積44.4ha、平均傾斜17.5°）において、間伐翌年に溪流の浮流土砂濃度を調査した。

出水中の浮流土砂濃度は、流量のピークより前か同時にピークに達し、その後、急速に低下した。同程度の流量ならば、濃度は融雪出水よりも降雨による出水の方が高く、最大で10000ppmを超えた。ただし、落葉期の降雨では極端に高くなることはなかった。これは、積雪や落葉が地表面の雨滴浸食を防いだためと考えられる。浮流土砂の約90%が無機成分であることから、施業により露出した鉱物質土壌の流出が疑われるが、直接的には調査地点直上にある森林作業道の側溝から流入する排水がソースになっている可能性が高い。今後、流域内での浮流土砂発生源についても明らかにしたい。

## P1-164 人工林の林齢変化を考慮した表層崩壊予測モデルの構築

執印康裕・松英恵吾・有賀一広・田坂聡明

宇都宮大学農学部

宇都宮大学船生演習林内の約3.1km<sup>2</sup>のヒノキ人工林を対象として林齢空間分布が表層崩壊に与える影響について、根系の土質強度補強効果の面から検討した。この地域では1998年の8月末豪雨によって20年生の林分を中心に表層崩壊が多発している。検討にあたり降雨イベント（1時間刻み）に対応した崩壊危険度の空間分布の経時変化が算出可能なダルシー則による地下水飽和側方流を無限長斜面安定解析に組み込んだ分布型表層崩壊モデルを用いた。なお本モデルの適用条件は流域が湿潤状態にあることを想定したものである。従ってモデルの適用条件として降雨開始時点から積算雨量が100mmに達した時点において流域が湿潤状態にあると仮定し、それ以降について計算を行った。

計算においては林齢-崩壊面積関係を再現するように林齢に対応した土質強度補強効果を逆解析によって求めた。その結果、人工林の林齢分布の経年変化が崩壊発生に与える影響を、数10年間にわたって定量的に評価できることが示された。この結果は森林施業による林齢分布の変化と表層崩壊発生を関連付けるものであり、今後の森林計画に有益な情報を与えるものである。

## P1-166 枝条被覆による森林作業道からの土砂移動抑制効果

宮前 崇<sup>1</sup>・小川泰浩<sup>1</sup>・渡邊悦夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林保全・管理技術研究会

森林・林業再生プランに基づく新たな森林作業道が森林内の土砂移動現象に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、森林作業道の開設と列状間伐が施行された花崗岩地質の森林において、開設された森林作業道の枝条被覆を施した路面からの流出土砂量を横断溝出口にて計測した。また、常水のある小流域出口において流出土砂量と流出水量、降雨量を計測した。その結果、森林作業道の横断溝からの流出土砂量は、枝条被覆の無い路面に対して2~3オーダー低下し、総降雨量が79mm、10分間雨量が5mmを超えると流出土砂量は急激に多くなった。また、流出土砂の粒度分布は、小流域出口での流出土砂と比較して、枝条被覆が有ると平均粒径は小さくなるのに対し、枝条被覆が無いと平均粒径は大きくなり、粒径2mm以上の占める割合は倍の50%となった。このことから、枝条被覆の無い路面では開水路の土砂移動と同等の現象（掃流）が起きているのに対し、枝条被覆があると浮遊砂は発生するものの掃流砂は抑制されることが示唆された。

## P1-167 積雪寒冷地域における小流域の土砂・物質流出

水垣 滋・丸山政浩・矢部浩規

土木研究所寒地土木研究所

小流域における出水時のSSや栄養塩の濃度は流量に対してヒステリシスを示すことが知られている。積雪寒冷地では年間の水・土砂・栄養塩流出負荷にしろ融雪期の割合が高く、流域の土砂・物質流出特性を把握するには観測地点において水文観測や採水、水質分析などを年間通じて継続し、物質濃度の流量に対する応答特性や流出量を評価する必要がある。本研究では小流域における土砂・物質の流出特性を明らかにするため、沙流川水系総主別川流域(16.8km<sup>2</sup>)を対象に水位計及び濁度計を用いて流量・濁度を連続観測した。また降雨出水時及び融雪出水時のSS濃度、栄養塩濃度を測定した。2012年の融雪出水期に4回の出水ピークを観測できた。最初の出水ピークが最も規模が大きく、SS濃度も約2000mg/Lまで上昇した。4回の出水ピーク毎にSS濃度と流量のヒステリシスを調べたところ、融雪初期は反時計回り、融雪中は時計回り、融雪終盤は一箇の関係、融雪後は時計回りのループを描いた。このような異なるSS濃度のヒステリシスは、一連の融雪出水期間中において水・土砂・栄養塩の流出プロセスが変化していることを示唆している。

## P1-169 里山砂防による森林整備の効果とその評価

池田 潤<sup>1</sup>・藺田 登<sup>2</sup>・榑崎達也<sup>3</sup>・八木誠司<sup>4</sup>

<sup>1</sup>セントラルコンサルタント株式会社・<sup>2</sup>南丹市八木町マツタケ生産振興会・<sup>3</sup>住友林業株式会社・<sup>4</sup>南丹市八木町森林組合

集落周辺の里山林において砂防事業と森林整備・施業等を一体的に行う里山砂防事業は、一部の地域で試行が始まっている。しかしそれによってどの程度の効果が上がり、対象地区の諸条件によってどの程度の差異が生じるのかといった点に関しては、ほとんど把握されていない。本研究では一般的な土石流危険渓流を対象として、砂防施設工事にあわせて森林整備・施業を行う場合の効果について評価を試みた。評価対象流域は、①林相(針葉樹人工林、広葉樹二次林、アカマツ林)、②既設作業道の有無、③林地の荒廃度合いから8パターンを設定し、えん堤管理用道路とシュラ、ヤエン等の簡易集材法を利用して除間伐、柴刈、地掻き等を行った場合の費用を、代表的な流域規模ごとに算出した。森林整備費用は演者らがこれまでに試行してきた簡易集材試験から得られたデータに基づいて算出し、里山砂防事業による防災・林業両面での効果を総合的に評価した。またこの結果から、里山砂防がレジリエントな地域づくりに果たす役割を明確にすると同時に、現状の砂防計画における課題や事業実施の優先順位を考察した。さらに里山砂防を推進する上での問題点を明らかにし、今後の課題を整理した。

## P1-168 列状間伐後の浮遊土砂流出特性：流出モニタリングと放射性物質を用いた解析

南 琇娟<sup>1</sup>・五味高志<sup>2</sup>・恩田裕一<sup>3</sup>・加藤弘亮<sup>3</sup>・平岡真合乃<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学連合農学研究所・<sup>2</sup>東京農工大学国環境農学専攻・<sup>3</sup>筑波大学生命環境系

To examine the effects of forest thinning on suspended sediment (SS) transports within catchments, we monitored catchment runoff (K2: 17.1 ha, K3: 8.9 ha) and measured radiocesium activity of SS. Strip thinning (50% by stand density) for commercial timber was conducted in K2 with skid trail installation, while K3 was remained as a reference. Mean amount of SS in the K2 was four times greater than that in the K3, while Cs-134 activity was 328 Bq kg<sup>-1</sup> (SD = 109) and 516 Bq kg<sup>-1</sup> (SD = 71), respectively. These results indicated the amount of SS can be increased due to strip thinning. The SS on skid trails (mean of Cs-134 activity = 119 Bq kg<sup>-1</sup>; SD = 40) may be mixed in the SS of the K2, the resultant in lower Cs-134 activity. Our finding suggests the SS can be transported from hillslopes to stream-channels via skid trails.

## P1-170 住民を主体とした土砂災害に強い地域づくりを目指して—2011年新潟・福島豪雨災害を対象に—

伊藤洋平・井良沢道也

岩手大学農学部

近年ゲリラ豪雨と呼ばれる集中豪雨が頻発し、土砂災害の引き金となっている。そのような土砂災害による人的被害を抑えるためには、行政の施策だけではなく住民1人1人が主体的に行動し、適切な判断を行うことで減災を進めていく必要がある。しかし現状で住民の警戒避難行動に関しては行政への依存が高い面も見られ、改善が求められる。平成23年新潟・福島豪雨は停滞した前線が両県を中心に激しい降雨をもたらし、新潟県では十日町市で1時間最大雨量120mm、三条市で累計雨量985mmを記録するなど、平成16年新潟・福島豪雨を大きく超える記録的な豪雨となった。豪雨の影響により県内で約500件に及ぶ土砂災害が発生し、建造物等にも甚大な被害が生じた。本研究では土砂災害の被害を受けた新潟県三条市、十日町市、南魚沼市を中心に区長及び行政機関への聞き取り調査と地区住民へのアンケート調査を実施し、当災害の詳細な実態解明に加え、住民たちの災害時の行動様態や地区・行政の防災上の問題点、有効な警戒避難のあり方を探る。これにより今後の地域防災力向上に寄与する改善策を提言していく。

P1-171 海岸クロマツ林再生のための直播き試験(2) —被災海岸林における再生手法の提案—

水谷完治<sup>1</sup>・小谷二郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>石川県林業試験場

【目的】東日本大震災では海岸防災林が甚大な被害を受けたため、大津波に対応できうる強い海岸防災林の復旧が求められる。著者らは、6年前より、石川県の海岸マツ枯れ跡においてクロマツ林再生のための直播き試験を行っており、その実用化に目処を立てることができた。本研究では、このような直播きや天然下種更新によるクロマツ林再生手法を検討し、海岸防災林モデルを提案する。【方法】宮城県岩沼市などの被災した海岸防災林の調査より、大津波に対応できうる海岸防災林モデルを検討する。【結果】東日本大震災では天然下種更新のクロマツはほとんど倒伏せず、堤体にクロマツの自生した海岸堤防が破壊されずに残っている。そこで、堤防の海側から陸側までクロマツ林で堤体を覆うように再生させることを提案する。母樹があるところでは、比較的容易に天然下種更新できることがわかったので、更新は従来の植栽する方法から天然下種もしくは直播きに移行することが望ましいと考える。このような方法により海岸防災林を再生することで、海岸堤防を保護すると共に大津波の災害に対応する。

P1-173 強風が伐採後の残存木にもたらすモーメントの風洞実験による評価

鈴木 覚・後藤義明・野口宏典

森林総合研究所

【目的】伐採・間伐後に風害が発生しやすいことは経験的に明らかであるが、伐採方法や伐採率と風害リスクとの関係は定量化されていない。本研究では風洞装置を使った樹木模型実験から、伐採後の残存木に作用する強風によるモーメントと伐採方法や伐採率との関係を定量的に示す。【方法】風洞装置は森林総合研究所のエッフェル型風洞で行った。樹木模型は1.8m間隔で植栽され樹高10mに成長した針葉樹を縮尺1/60で模した。間伐や伐採を樹木模型の配置で再現した。モーメントは、模型の幹の部分に貼り付けたひずみゲージで測定したひずみ量から求めた。伐採方法や伐採率によるモーメントの変化について発表する。【結果】1) 単木あるいは群状に伐採した場合、伐採区画に面しているもののうち風と正対する位置にあるものは、伐採範囲の一辺の長さに対して伐採後のモーメントが指数関数的に増加した。2) 風が吹き込みやすい伐区サイズがみられた。しかし、これが実験条件によるものか、実現象として森林にみられるのか、はわからなかった。

P1-172 クロマツ海岸林における立木の引き倒し試験

鳥田宏行<sup>1</sup>・佐藤 創<sup>1</sup>・真坂一彦<sup>1</sup>・阿部友幸<sup>1</sup>・木村公樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>2</sup>青森県産業技術センター林業研究所

【目的】海岸林が津波に対して防潮機能を発揮するには、海岸林を構成する各立木が根返りしないことが重要な条件である。従って、海岸林の津波抵抗性を評価する際には、津波による流体力に対して、各立木がどの程度の根返り抵抗モーメントを有しているのかを知る必要がある。そこで、本研究では、クロマツ立木の引き倒し試験を実施した。【方法】試験は青森県三沢市の海岸林において、クロマツ立木8本に対して行われた。立木は、試験前に、地上高1~2mの高さで幹を切断し、試験中に隣接立木に接しないように配慮した。測定は、荷重および変位を連続データとしてPCに取り込んだ。【結果】根返り抵抗モーメントと胸高直径(D)の関係は、べき乗数によって近似され高い相関が得られた。また、根返り抵抗モーメントとD<sup>2</sup>H(H:樹高)の関係は、線形近似によって高い相関が得られた。根系の根返り抵抗モーメントの増加に寄与する垂直根の発達は、地下水位により制限を受けることが予想される。試験地での地下水位は低く、地表面から約140cmであり、調査結果では、地表から75cmまで垂直根の伸長がみられた。

P1-174 流水に対する樹木の抵抗特性—クロマツと広葉樹を対象とした水理実験—

野口宏典・鈴木 覚・坂本知己

森林総合研究所

海岸林樹木の水流に対する抵抗特性を明らかにすることを目的として、大型水路において実樹木を対象として水理実験を行ない、水流に対する樹木の抵抗力、水流の流速、枝葉の量の関係について検討した。日本の海岸林の主要樹種であるクロマツの他に、広葉樹3種類を対象とし、実験での流速は秒速1~2mの範囲で変化させた。

葉面積当りの葉の抵抗力は、いずれの樹種も流速が上がると大きくなる傾向があった。流体に対する物体の抵抗力式によると抵抗力は流速の2乗に比例するので、流速が上がるほど、流速に対する抵抗力の増加率は大きくなるはずであるが、その傾向は明瞭ではなかった。これは、流速が上がると葉がなびいて抵抗力として有効な葉の量が減少したためだと考えられた。葉の抗力係数は、クロマツは0.02程度、ケヤキは0.03程度、サクラは0.02程度、ヤブツバキは0.06程度となり、流速が増すと減少する傾向があった。この原因として、抗力係数を算出に用いる物体の量を表わす指標として、流速に依る変化する投影面積ではなく、本研究では流速に依らない葉面積を用いたことが考えられた。

## P1-175 間伐がスギの引き倒し試験に与える影響

藤堂千景・山瀬敬太郎

兵庫県立農林水産技術総合センター

樹木個体の力学的抵抗力を測定する立木引き倒し試験は、多くの試験が行われているが、間伐の影響について研究されたものは少なく、間伐が引き倒し抵抗モーメントに及ぼす効果について不明な点が多い。本研究では、同一林内の間伐林分と、無間伐林分にて立木引き倒し試験を行い、引き倒し抵抗モーメントに間伐が及ぼす影響について検討した。調査地は兵庫県神崎郡神河町の49年生のスギ林で、間伐林分は17年前に間伐率45%程度の本数間伐を行っている。立木引き倒し試験は、土石流の波高を考慮に入れ地上高1mの地点にワイヤーをかけ、重機で引っ張り、ロードセルにて引き倒し抵抗モーメントを測定した。測定木は間伐林分、無間伐林分それぞれ20本ずつである。引き倒し抵抗モーメントは間伐の有無に関わらずD2Hと相関が高く、引き倒し抵抗モーメントとD2Hの関係式は、間伐の有無により有意な差( $p < 0.05$ )が見られ、同じD2Hでも間伐により引き倒し抵抗モーメントが大きくなる可能性が示唆された。両者の関係が変化する要因としては、間伐による根鉢サイズや根の径成長に伴う根系引張り力の変化が検討でき、今回の発表では、その要因についても考察を行う。

## P1-177 岩手県内における自主防災組織の現状と将来可能性

伊香歩美・井良沢道也

岩手大学農学部

自主防災組織は地域防災の一端を担う任意団体であり、地域防災力の向上には自主防災組織の現状及び課題を調査し、改善していくことが求められる。自主防災組織の課題や評価を行った既存研究は、調査地を主に都市圏としている(岡西ほか 2006)。一方中山間地の地域防災の実態については、比較的調査が遅れている印象を受ける。しかし、中山間地では土砂災害危険区域なども多く、地域防災の現状把握が早急な課題となっている。そのため今回の調査は、中山間地の多い岩手県内の自主防災組織の現状及び将来可能性を把握する目的で実施した。調査期間はH24.10月-12月の2カ月間である。調査対象は岩手県内8市町村の自主防災組織会長計811名(盛岡市のみ町内会長・自治会長含む)。調査手法はアンケート調査及びヒアリング調査である。アンケート調査では811名全員に配布を行い、うち有効回答数は579である。ヒアリング調査は、アンケートの回答結果から興味深い回答を行った計12名を抽出し、アンケート調査の補完目的で実施した。アンケート分析は単純集計の結果から、クロス集計とカイ二乗検定を行い、特に地域活動の活発度と防災活動の連関の有無に注目した。

## P1-176 航空機 LiDAR による海岸林の林分パラメータの推定—青森県八戸地域での事例分析—

小谷英司<sup>1</sup>・中村克典<sup>1</sup>・坂本知己<sup>2</sup>・木村公樹<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>青森県産業技術センター林業研究所

2011年3月の東日本大震災で発生した津波により、東北地域の太平洋側の海岸マツ林は、大きな被害を受けた。津波被害の概要把握は、国や県などの行政機関で行われてきた。しかし、沿岸部の厳しい環境下のために、海岸林の平均樹高や林分材積は一様ではなく、現況と被害の広域精密把握は容易でない。津波被害の精密把握と被害の要因分析のために、青森県八戸市周辺を対象として、海岸林の平均樹高や林分材積などの林分パラメータを、低密度航空機LiDARデータで推定した。使用したLiDARデータとDEMは、国土地理院の「海岸における3D電子地図」において、2006年に得られたものである。LiDARパルスデータとDEMの差から、Digital Canopy Height Model(DCHM)を計算した。津波被害後の2011年冬季に、対象地域で19点のプロット調査を行った。プロット調査による林分パラメータと、DCHMから計算したLiDAR指数とで回帰分析した。結果の回帰式を用いてLiDARデータから広域の林分パラメータを推定した。

## P1-178 住民と協働した地域における防災力の向上に関する研究—2011年新潟・福島豪雨災害を対象として—

佐々木利也・井良沢道也

岩手大学農学部

土砂災害における人的被害を抑えるためには、自主避難など住民の主体的な行動が重要になる。しかし、災害時に適切な判断を下せる十分な知識を持つ住民は少なく、また、土砂災害警戒情報や避難勧告なども十分に活用されているとは言い難い。平成23年7月新潟・福島豪雨は、福島県只見町で72時間雨量700mm、最大1時間雨量69.5mmを記録するなど既往最大の豪雨となった地域が多い。各地で土砂災害や浸水、道路や鉄道の寸断などの被害が発生し、福島県西部の9市町村に災害救助法が適用される事態に至った。災害の特徴としては土砂災害などの多発した割に人的被害が非常に少なかったことである。本研究では被害の大きかった只見町、南会津町を対象に現地調査を行い、今回の土砂災害の特徴を把握した。また、住民の警戒・避難行動などを分析するため只見町、南会津町の7集落を対象にアンケート調査や聞き取り調査を行った。住民のどのような行動が人的被害を抑えることにつながったのかを抽出し、中山間地における土砂災害のソフト対策における課題の解決方法を提案する。

P1-179 アナログ記録とデジタル記録による流出量観測値の相違

玉井幸治・清水貴範・飯田真一・延廣竜彦・澤野真治・坪山良夫  
森林総合研究所

森林小流域からの河川流出量観測には、従来フロート式自記水位計によるアナログ記録が主に用いられてきた。しかし近年の圧力式水位計などの発達により、水位データがデジタル式に記録されるようになってきた。アナログ記録の場合、水位変動の極大値はほぼ確実に記録されると考えられるが、デジタル記録の場合、測定間隔によっては極大値を取り逃すことが、考えられる。長期にわたる流出量データを比較するためには、両者の違いの程度を把握する必要がある。本研究では、流出量の計算に両者の違いにより、実際には流出量計算値にどの程度生じるのか、不都合のない測定間隔はどの程度なのかを、実際に観測されたアナログ、デジタルによる記録を比較することにより検討する。

P1-181 タイ北部落葉性チーク人工林の蒸散・展葉開始日の年々変動—土壌水分増加とのタイムラグ—

吉藤奈津子<sup>1</sup>・佐藤貴紀<sup>2</sup>・五十嵐康記<sup>3</sup>・田中延亮<sup>2</sup>・田中克典<sup>4</sup>・鈴木雅一<sup>2</sup>・Tantasirin, Chatchai<sup>5</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>3</sup>名古屋大学地球水循環研究センター・<sup>4</sup>(独)海洋研究開発機構・<sup>5</sup>カセツアート大学

展葉・落葉時期の変化は森林の熱・水・炭素循環に影響を与えるので、その変動の規模や要因の解明は気候変動に対する森林の応答を明らかにする上で重要である。しかし、熱帯林における長期現地観測データは未だ少なく、年々変動の実態や要因は十分解明されていない。本研究では、東南アジアの主要な落葉林の一つであるチーク人工林を対象に、展葉と蒸散開始時期の年々変動を明らかにすることを目的とし、日射の樹冠透過率とリター量から LAI の時系列変化を、樹液流計測によりチークの蒸散量の時系列変化を、11 年間観測した。チークの展葉と蒸散開始時期は年によってそれぞれ最大で約 40 日変動し、降雨に伴い土壌水分が一定以上に増加するタイミングと対応したが、乾期後半に降雨があり土壌水分増加が早かった年は、展葉・蒸散開始までに約 20 日の遅れがみられた。降雨に伴う土壌水分増加がチークの展葉・蒸散開始を促すトリガーとなるが、その時期が早いとタイムラグが生じることが分かった。その原因としてチークの展葉準備が不十分であったことが考えられる。また、タイムラグがあっても土壌水分増加が展葉のトリガーとしての効力を発揮できることが示唆された。

P1-180 ロシア・スパスカヤパッド・カラマツ林における蒸発散量と光合成量の長期経年変化

太田岳史<sup>1</sup>・小谷壺由美<sup>1</sup>・伊藤章吾<sup>4</sup>・花村美保<sup>1</sup>・飯島慈裕<sup>2</sup>・Maximov, Trofim<sup>3</sup>・Kononov, Alexander<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学生命農学研究科・<sup>2</sup>海洋開発研究機構・<sup>3</sup>寒冷圏生物問題研究所・<sup>4</sup>丸信製粉(株)

筆者らは、1998 年よりロシア・ヤクーツクの北方、約 20 km に位置するスパスカヤパッド・カラマツ実験林において、渦相関法を用いた全生態系からの蒸発散量、光合成量の観測を行ってきた。植生条件は上層植生は 2007 年 6 月に展葉していた樹木が枯れ始め、下層植生は 2006 年～2007 年よりコケモモから湿地性の草本や低木が繁茂するようになった。気象条件は、降水量は、1998 年～2000 年は平年並み、2001 年～2004 年は渇水年、2005 年～2009 年は豊水年、2010 年～2011 年は平年並みとなった。その間に、大気側の成分（放射量、気温、飽差など）はあまり大きな経年変動をしなかったのに較べて、地表下の成分（地温、土壌水分量）は明確な経年変動を示した。そして、蒸発散量、光合成量は、この地表面下の成分により変化したと考えられた。すなわち、土壌水分量と蒸発散量は関係は 2007 年から低下しており、土壌水分量と光合成量は 1 年遅れて 2008 年より低下した。つまり、2005 年から土壌水分量は上がりはじめ、2 年の時間遅れで蒸発散量を低下し、光合成量はもう 1 年の時間遅れが必要であった。詳しくは、講演時に発表する。

P1-182 強度間伐による荒廃人工林の蒸発散の変化

孫 新超<sup>1</sup>・恩田裕一<sup>1</sup>・加藤弘亮<sup>1</sup>・大槻恭一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学生命環境科学科・<sup>2</sup>九州大学福岡演習林

We explore the effects of strip thinning on evapotranspiration (ET) in an abandoned coniferous plantation. The study was conducted in Karasawa Mt., Japan. Canopy interception (Ei), tree transpiration (Et), and soil evaporation (Ef) were observed with experimental thinning occurring on October, 2011. Thinning treatment reduced stand density by 50%, basal area by 48%, and decreasing canopy cover by 20%. As a result, Ei decreased due to an increase of throughfall and decrease of stemflow. Mean daily Et decreased, but mean daily individual Et increased, especially for small trees. Ef increased, and the partitioning of ET was altered. As expected, forest thinning had positive impacts on the forest water budget and this study also clarified the effect of strip thinning as one of management practices in the abandoned forest plantations.

P1-183 森林作業道の路体強度に関する研究—栃木県鹿沼地方の事例—

矢部和弘・金子優也・旗生 規・今富裕樹

東京農業大学森林総合科学科

本研究は栃木県鹿沼市中粕尾地区において作設された2路線（作設後3年のK線、作設後1年のH線）を対象として簡易CBR試験を実施し、作設法の良否を検討した。両路線は近接しており、地形地質は類似している。両路線とも幅員は2.5mで地元の建設業者により作設された。作設法は一般にいわれる四万十式に類似するが独自の方法である。

方法は、各路線ともに約20m間隔に測定点を設け、路面中央、谷側轍、谷側路肩の3箇所において簡易地盤支持力測定機を用いてCBRを測定した。この地域の特徴として鹿沼土が広く分布しており、両路線にも表層に露出している部分があるため該当箇所に測定点を追加設置した。

測定の結果、CBRはK線の方が全体的に大きな値を示しており、さらに起点に近いほど大きな値を示した。また、轍において一様に大きな値を示しており、作設経過年数および使用頻度が大きく影響を及ぼした。路面中央、路肩についても同様の傾向が見られたが、地質が大きく関与した。鹿沼土が出ている箇所では丸太を入れることにより路体強度を上げていた。両路線について必要な路体強度は得られていたが、路肩は弱い箇所があり、その保護が課題である。

P1-185 車両の繰り返し走行が林地に与える影響—コーンペネトロメータによる計測結果—

鈴木秀典<sup>1</sup>・中澤昌彦<sup>1</sup>・佐々木達也<sup>1</sup>・吉田智佳史<sup>1</sup>・上村 巧<sup>1</sup>・陣川雅樹<sup>1</sup>・佐々木尚三<sup>1</sup>・戸田堅一郎<sup>2</sup>・大矢信次郎<sup>2</sup>・近藤道治<sup>2</sup>・高野 毅<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>長野県林業総合センター・<sup>3</sup>長野県長野地方事務所

ホイール式の車両は、クローラ式よりも接地圧が高くなるため、林内走行車両による林地土壌への影響が懸念される。このような機械では、林内を自由に走行して各走行路の走行回数を抑え、影響を分散するのか、走行回数は多くなるものの、走行路を固定して影響を限定した範囲にとどめるのか、環境的、作業効率的観点から十分に検討しなければならない。これまで黒色土において自由走行したときの林地への影響を検討してきたが、今回は、同様の条件で繰り返し走行を行ったときの影響を調査した。また、黒色土とは異なる土壌での自由走行の影響についても調査を行った。調査地は長野県信濃町と、北海道遠軽町である。信濃町における繰り返し走行試験では、材を積載したフォワード(VIMEK608)を使用し、貫入抵抗の変化をコーンペネトロメータによって計測した。試験の結果、走行回数が増えるに従いわだちが深くなり、50回(往復25回)程度の走行で最大19cmのわだちが形成された。このわだちにおける貫入抵抗値を走行前と比較すると、わだち底部から11cm(走行前の路面から30cm)の層まで、泥濘化によると思われる貫入抵抗値の減少が見られた。

P1-184 森林作業道における濁水流出防止対策の検討—林地の濁水流出防止効果—

臼田寿生<sup>1</sup>・古川邦明<sup>1</sup>・鈴木秀典<sup>2</sup>・小倉 晃<sup>3</sup>

<sup>1</sup>岐阜県森林研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>石川県農林総合研究センター林業試験場

【目的】林地の浸透能による森林作業道からの濁水流出防止効果を検討するため、森林作業道から林内へ流れ込む濁水の到達距離の実態を調査した。【方法】調査は岐阜県美濃市等で開設された森林作業道において行った。濁水の到達距離は、作業道からの排水が地中へ浸透している箇所までとし、同時に林地の傾斜や地表植生、表土の状況等を記録した。【結果】各路線における濁水到達距離は、林地の傾斜が同一であっても林床の状態や森林作業道からの排水条件等によって大きく異なっていた。林地の傾斜がほとんどないにもかかわらず、濁水が30m近くまで到達していた箇所は、路面水の集水区間の延長が82mと長く、降雨時に大量の水が集まる要因であると推察された。また、濁水到達距離が67mと調査箇所中で最も遠くまで到達していた箇所は、下層植生がほとんどなく表土が流亡したヒノキ林で、林地の浸透能が低いことが要因であると推察された。これらの結果から、森林作業道から林地へ排水する際には、1箇所あたりの排水量をできるだけ少なくするとともに、排水に適した林地であるかを十分に確認することが重要であると考えられた。

P1-186 車両の繰り返し走行が林地に与える影響—土壌断面調査の結果—

戸田堅一郎<sup>1</sup>・近藤道治<sup>1</sup>・大矢信次郎<sup>1</sup>・鈴木秀典<sup>2</sup>・上村 巧<sup>2</sup>・中澤昌彦<sup>2</sup>・佐々木達也<sup>2</sup>・吉田智佳史<sup>2</sup>・陣川雅樹<sup>2</sup>・高野 毅<sup>2</sup>

<sup>1</sup>長野県林業総合センター・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>長野県長野地方事務所

【目的】ホイール式の林内走行型車両は林内での作業性が良く、伐倒、集材作業の効率化が期待できるが、クローラ式に比べ接地圧が高いため車両の走行が林地土壌へ与える影響や、トラフィカビリティー(車両の走行に耐えうる地面の能力)の低下等が懸念される。特に、繰り返し走行する場合には、轍が深くなって車両の走行が不可能となる場合もあり、作業における重要な課題となっている。そこで、繰り返し走行による土壌への影響を把握するため、走行回数の異なる地点での土壌断面調査を実施した。【方法】試験地は長野県信濃町で、火山灰を母材とする黒色土である。直線上の試験地において、フォワード(VIMEK社VIMEK608)を繰り返し走行させ、走行回数の異なる地点で、トレンチ掘削による土壌断面観察、コーンペネトロメータによる土壌硬度の計測を行った。【結果】5回程度走行した地点では、圧密により土壌硬度が高くなったが、走行回数が増すにつれて地表面が泥濘化して土壌硬度が低下し、轍が深くなった。また、走行前に枝条等を敷き詰めることにより、車両の繰り返し走行が林地土壌に与えるこれらの影響を低減できた。

## P1-187 竹製横断排水溝に用いる結束材料の屋外曝露試験

山口 智・鈴木秀典・田中良明

森林総合研究所

林道や作業道の維持管理では路面排水が必須である。それを目的とする、構造が簡易な横断排水溝の上を車両の通行を容易にするため、弾性や通水性のある充填材を素堀の中に詰めることが考えられる。充填材は近年増殖が問題になっているモウソウチクとした。素堀に竹粗朶を詰める方式の横断排水溝に当初は結束材料として帯鉄を用いて試作したが、林道で設置した際に帯鉄が断裂した。そこで、耐候性のある他の結束材料を選定するために曝露試験を行った。試験した材料は、番線、帯鉄、ゴムロープ、PPバンド、麻ロープである。これらで結束した試験体を森林総合研究所構内に設けた、日照条件に違いのある2か所の試験地に設置した。設置して5ヶ月後に経過を観察し、9ヶ月後にバネ秤を用いて最大196Nの力で引っ張った。その結果、経過観測の時点で麻ロープ1本の腐朽が観察された。引張試験では日向の試験体のPPバンドが断裂し、麻ロープは地際付近で腐朽・断裂していた。日陰の試験体では全試験体で断裂や腐朽の発生は見られなかった。また、ゴムは両方とも断裂はしなかったものの弾性が低下した。以上の原因として日射による劣化や地温上昇が考えられた。

## P1-189 林内路網被害と高解像度DTMの関係性の検討

齋藤仁志<sup>1</sup>・戸田堅一郎<sup>2</sup>・木下 渉<sup>1</sup>・植木達人<sup>1</sup>・井上 裕<sup>1</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</sup>長野県林業総合センター

林内路網は林内作業の機械化を推進し、安全かつ効率的な素材生産を行うために欠かすことができない設備である。近年においても森林林業再生プラン内で直ちに取り組むべき項目として、路網整備の促進が挙げられ重要度を増してきている。このような状況から、各地域において林内路網の整備が推進されているが、林内路網の中心となる作業道は通常の道路異なり未舗装の土構造が主体であるため、雨水や土砂の影響により侵食等により損壊が発生しやすい。これらの発生を防ぐためには、路網配置・設計・施工に習熟した技術が必要であり容易に行うことは難しい。そこで本研究は、事前に崩壊・侵食等の影響を受けやすい地形形状を判別する手法を確立することで、配置・設計が原因として生じる、林内路網被害低減の一助とすることを目的とした。研究手法としてまず、信州大学手良沢山演習林で計測された高解像度DTMをもとに、長野県林業総合センターが開発した図法で微地形図を作成する。次に演習林で実施した林内路網の補修履歴から林内路網被害箇所を抽出し、微地形図との関係性を検討することで、被害の発生しやすい地形条件を分析した。

## P1-188 LiDAR データを使用した森林作業道路面侵食傾向分析

高橋拓史

東京大学

森林作業道における雨水による洗掘などを原因とした路面侵食は、土砂の流出、車両通行の困難化、路体崩壊、メンテナンスコスト増大といった問題を引き起こす。本研究は、路面侵食発生箇所を予測した上での路体保護工の効率的な施工や、適切なルート選定を行うための、高精度な路面侵食傾向予測法を確立することを目的とする。東京大学秩父演習林において実施された航空機LiDAR測量の結果より作成された0.5mメッシュDTMを用い、集水面積、縦断勾配、傾斜方向を算出した。また、現地において侵食発生箇所の記録調査を行った。これらの因子をArcGISで0.5mメッシュに統合し、侵食の有無を応答変数とした共分散分析を行った。その結果、集水面積、縦断勾配、斜面方向は侵食発生に影響を及ぼす要因であることが得られた。以上の要因を説明変数としたモデル式によって、森林作業道の路面侵食発生箇所の予測を行うことができ、侵食が予測される箇所に対して横断排水溝の設置位置が明らかとなり、工費の見積もりにおいても有用な情報を提供することができる。

## P1-190 林内路網計画アルゴリズムの性能比較

白澤紘明<sup>1</sup>・長谷川尚史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター

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シュタイナー最小木問題と定式化される。本研究の目的はこの問題に対するアルゴリズムを開発すること、さらには開発したアルゴリズムと既存のアルゴリズムの性能を比較することである。開発したアルゴリズムの動作原理は費用対効果に基づく。ここでの費用とは新たに路網を開設する際に発生する路網開設コストであり、効果とは路網を開設することによって得られる集材コストの減少効果を意味する。シミュレーションを通じた比較実験の結果、開発したアルゴリズムが既存のアルゴリズムに比べて、優れた性能を有することを確認した。



P1-191 高知大学演習林（嶺北フィールド）における作業道整備

鈴木保志<sup>1</sup>・長井宏賢<sup>2</sup>・塚本次郎<sup>1</sup>・吉原 収<sup>3</sup>・後藤純一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>高知大学教育研究部自然科学系・<sup>2</sup>高知大学農学部付属暖地フィールドサイエンス教育研究センター・<sup>3</sup>高知大学大学院総合自然科学研究科

【目的】高知大学農学部付属団地フィールドサイエンス教育研究センター嶺北フィールド（以下「演習林」）における計画的な作業道整備のために、既設路網（林道・作業道・作業路）の現況と履歴を明確にし、地質や土質および施業計画を考慮した整備の方向性を検討する。【方法】現況と履歴については事業記録簿をあたり、一部については土質調査を含む踏査を実施した。【結果】東西2団地を縦貫する基幹となる林道が完成した以降は、一部は外部業者に委託してわずかな作業路（施業目的で林内作業車程度が通行可能）のみが作設された。作業道開設技術に関するOJT研修の場を提供した2010年前後以降は、主に自力で集材作業などのため0.25m<sup>3</sup>クラスの機械が通行可能な作業道の整備を進めてきた。演習林は5区分にゾーニングされているが、路網整備は実習（体験の森）と生産（技術の森）対象地が主である。今後は、実習・生産対象地に存する高齢級林分の伐出のため作業道の延伸が必要だが、その際には自力開設の障害となる硬岩帯の把握が重要と考えられる。なお、本研究は平成24年度高知大学自然科学系個人・グループ研究プロジェクトの支援を受け実施した。

P1-193 列状間伐作業における残存木損傷—各種作業システムによる比較—

大矢信次郎<sup>1</sup>・近藤道治<sup>1</sup>・戸田堅一郎<sup>1</sup>・中澤昌彦<sup>2</sup>・吉田智佳史<sup>2</sup>・佐々木達也<sup>2</sup>・上村 巧<sup>2</sup>・山口浩和<sup>2</sup>・鈴木秀典<sup>2</sup>・陣川雅樹<sup>2</sup>・高野 毅<sup>3</sup>

<sup>1</sup>長野県林業総合センター・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>長野県長野地方事務所

【目的】近年、我が国では欧州諸国等から先進的な林業機械が導入され新しい作業システムの構築とその検証が進められている。本研究では北欧製ホイール式ハーベスタ & フォワーダシステムを含む4種の作業システムにより列状間伐を実施し残存木に及ぼす影響を調査した。【方法】上下を作業道で平行に挟まれたスギ人工林（立木密度1400本/ha、平均斜度15°、斜面長110m）において、最大傾斜方向に7本の伐採列を設定した（伐採列幅3m、残存列幅6m）。これらの列で①ホイール式ハーベスタ & フォワーダ（北欧製先進的機械）、②クローラ式ハーベスタ & フォワーダ、③チェーンソー & スイングヤード、の各システムによる伐出作業を上り（上げ荷）及び下り（下げ荷）で行い、④チェーンソー & ウィンチによる伐出作業を1列内で上げ荷・下げ荷により行った。残存木損傷は作業工程ごとに調査した。【結果】残存木損傷は樹皮剥離のみで、倒伏等の重篤な損傷は発生しなかった。各列の残存木の損傷率（損傷木数/残存木数）は、①及び②のハーベスタ & フォワーダシステムでは3~10%であり、上り>下り、ホイール式>クローラ式で、③及び④では3%程度にとどまった。

P1-192 林業機械の林内走行による地表部側根損傷の発生実態—林内走行試験と作業現場での事例—

山口岳広・倉本恵生・佐々木尚三

森林総合研究所北海道支所

【目的】林業機械の林内直接走行による残存木損傷で腐朽菌が侵入し材質劣化を生じる懸念があることから、試験的に林業機械を走行させた林地と実際の林業機械作業現場で、立木側根損傷の実態を把握するため調査を行った。

【調査地と方法】機械走行実験は森林総研北海道支所内のトドマツ林で建機ベースの林業機械を植栽列間に走行させた。植栽列間幅を2通り、走行回数を1、2、5往復の3段階に設定した。走行終了後、受傷側根の直径、傷幅、損傷の程度、走行路端から損傷木幹までの接近距離等を測定した。実際の作業現場での調査は、北海道標茶町のトドマツ林とカラマツ林の列状間伐作業地で行ない、伐採または集材作業終了後、走行実験と同様の項目を測定した。

【結果】走行試験では、接近距離が近いほど損傷木被害本数率が高く、受傷側根の傷幅も大きくなり、走行往復数が増えると傷幅も大きくなる傾向があった。実際の作業現場でも走行試験と同様に被害本数率も受傷側根の傷幅も接近距離が短いほど大きくなる傾向があったが、林齢や樹種によって多少の違いが見られ、さらに事例を積み重ねて検討する必要がある。

P1-194 クローラ式林業機械での伐出による北海道のカラマツ林の立木損傷：間伐方式による違い

倉本恵生・飯田滋生・佐々木尚三

森林総合研究所北海道支所

【背景と目的】車両系機械での林内作業に伴って残存木への損傷の増加が懸念されるが、機械の種類や作業方式によって損傷発生は異なると考えられる。北海道ではチェーンソー伐倒・トラクター搬出、変型として建機グラブ搬出が古くから用いられ、その損傷発生を明らかにすることは、作業の改良を考える上でも、過去の機械作業が与えた影響を評価する上でも重要である。そこで本作業方式のカラマツ林での損傷発生を間伐方式の違いに着目して明らかにする。

【調査地と方法】士別市市有林の一小流域緩斜面のカラマツ壮齢林で調査を行った。間伐方式は帯状（10m幅）と定性で、各間伐地の植栽年代・密度・伐出業者は同じである。各方式で2.3個の間伐地を対象に作業直後の残存木の損傷を調査した。

【結果】損傷木割合は定性間伐で平均40%、帯状間伐で平均15%であった。定性では林内随所に損傷木が見られたのに対し、帯状では間伐帯に面した列に集中し、この部分での損傷率は平均44%であった。

P1-195 火山灰混入度合いの異なる褐色森林土 2 試験地におけるヒノキ林のリン利用

稲垣昌宏・石塚成宏・釣田竜也

森林総合研究所九州支所

火山灰中に多く含まれる遊離酸化鉄やアルミニウムは水溶性のリンと強く結合し、植物へのリン可給性を制限する。日本には火山灰由来の土壌が広範囲で分布するが、リンが主要因となって森林の成長を制限する事例はほとんど聞かれず、根系や菌根などからの有機酸や酵素の放出等によってリン獲得の補償機能が働いていることが予想される。日本の人工林が火山灰質の土壌でリンをどのようにして獲得しているかを調べるため、菊池（火山灰質）と鹿北（非火山灰質）の褐色森林土壌下の 2 試験地のヒノキ林で土壌特性と樹木の形質を調べた。表層土壌およびその根圏土壌の酸性フォファターゼ活性を比較した結果、平均 ( $n=12$ ) で菊池 ( $16.5 \pm 4.59 \mu\text{mol g}^{-1} \text{hr}^{-1}$ ) は鹿北 ( $9.84 \pm 2.82 \mu\text{mol g}^{-1} \text{hr}^{-1}$ ) より有意に活性が高かった。根圏とそれ以外の土壌での活性の違いは有意でなかった。火山灰由来の土壌では微生物バイオマス量が大い傾向にあるため、本試験地において酸性フォファターゼは菌根など根圏由来のものより、火山灰質の土壌により多く存在する微生物由来のものが主体となっていたものと考えられた。

P1-197 伊豆地域のシイ類落葉にみられる漂白現象の地理的パターン

大園享司<sup>1</sup>・松岡俊将<sup>1</sup>・広瀬 大<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京大大学生態学研究センター・<sup>2</sup>日本大学薬学部

リグニン分解菌の定着にともない落葉が白色化する現象を漂白とよぶ。落葉の漂白部ではリグニン分解にともなって炭素・養分物質の無機化が促進されるため、森林土壌における物質循環に深く関与している。本研究は、顕著な落葉漂白が認められるシイ類に注目し、シイ類が優占する照葉樹林の分布する伊豆地域を対象として、落葉の漂白現象の地理的なパターンを明らかにすることを目的として実施した。伊豆半島および伊豆七島の 12 地点で試料を採取した。各地のシイ林の林床から落葉を採取し、個葉レベルでの漂白部の面積率を目視で推定するとともに、漂白落葉の枚数割合、漂白に関与する *Lophodermium* 属菌の子実体の有無を記録した。伊豆地域の 12 地点におけるシイ類落葉の漂白部の面積率は 3.9~31.1%、漂白落葉の枚数割合は 24.2~93.3%、*Lophodermium* 属菌の出現率は 0.0~33.3%であった。漂白部の面積率は南方の採取地点ほど高くなり、漂白落葉の枚数割合と *Lophodermium* 属菌の出現率は標高が高く、西方・南方の採取地点ほど高くなる傾向が認められた。

P1-196 スギの葉、雄花及び花粉における放射性セシウム (Cs) の移行

金指 努<sup>1</sup>・杉浦佑樹<sup>1</sup>・小澤 創<sup>2</sup>・竹中千里<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名大院生命農・<sup>2</sup>福島県林研セ

2011 年 3 月に発生した福島第一原子力発電所事故により、大量の放射性物質が自然環境中に拡散し、汚染の原因になっている。2012 年には福島県のスギから放射性物質を含む花粉が確認されたが、人体への影響はほとんど無いと言われている。しかし、スギの花粉生産量は年ごとに異なるため、単年度の結果のみで判断すべきではない。2013 年のスギ花粉に含まれる放射性物質濃度を測定し、また花粉への放射性物質の移行を解明するために、葉及び雄花と比較した。2012 年 12 月初旬に福島県全域における任意の 85 地点から 3 個体ずつ、雄花が付着したスギ葉を採取した。雄花、花粉、伸長年の異なる葉 (2012 年、2011 年、2010 年以前) に含まれる放射性セシウム (Cs-137, 134) の乾重当たり濃度を高純度ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリーにより測定した。警戒区域内にて雄花では Cs-137 で最大 4.8 万 Bq/kg、花粉では 1 万 Bq/kg を越える地点が存在し、依然高濃度であった。雄花に含まれる Cs-137 濃度は 2012 年に伸長した葉より高い傾向があり、選択的に雄花に移行している可能性が示唆された。

P1-198 日本の森林域における土壌化学性の空間分布

今矢明宏<sup>1</sup>・吉永秀一郎<sup>2</sup>・高橋正通<sup>1</sup>・金子真司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所

日本の森林域における土壌の化学的性質の現状とその空間分布を明らかにするため、Getis-Ord の  $G^*i(d)$  統計量による空間クラスター分析を行った。試料として林野庁森林吸収源インベントリ情報整備事業において 2006 年度から 2010 年度の 5 年間に全国の森林約 800 地点で行われた代表土壌断面調査により採取された層別試料を用いた。化学的性質として pH、塩基交換容量、交換性塩基類および交換性アルミニウム含量、塩基飽和度を求めた。層別試料の化学特性値より各土壌断面における 0-30 cm 深の賦存量を求め、地図上にプロットするとともに、 $G^*i(d)$  統計量による空間クラスター分析で空間的な分布の特徴を明らかにした。塩基交換容量および交換性塩基類については東日本の日本海側に高値の、中部、近畿、中国地方瀬戸内側、九州中部に低値のクラスターが、塩基飽和度については北海道、関東南部、九州南部に高値の、中部、近畿、中国地方に低値のクラスターが、交換性アルミニウムについては道北、東北地方日本海側に高値のクラスターが形成され、化学的性質の空間的な偏りが明らかになった。

P1-199 森林の常緑・落葉性が堆積有機物と鈳質土壌の炭素蓄積に与える影響

鳥山淳平<sup>1</sup>・Hak, Mao<sup>2</sup>・今矢明宏<sup>1</sup>・平井敬三<sup>1</sup>・伊藤江利子<sup>3</sup>・中下留美子<sup>1</sup>・稲垣善之<sup>1</sup>・清野嘉之<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総研・<sup>2</sup>カンボジア森林局・<sup>3</sup>森林総研北海道

【背景と目的】熱帯季節林域では常緑および落葉性の森林が存在し、両者はリターの蓄積量、質 (CN 比等) が異なることで知られるが、それらの違いが土壌炭素蓄積に与える影響は明らかでない。本研究は同域のリターと土壌有機物の量、質を広域比較し、森林の常緑・落葉性が土壌炭素蓄積に与える影響を明らかにする。【方法】調査地はカンボジアの保護林 8 地点 (常緑・落葉 4 地点ずつ) である。各地点でリター (L 層) と鈳質土層 (0-5、5-15、15-30 cm) を採取した。リター、土壌、0-5 cm 土壌の比重分画試料 (区分 1.6 g/cm<sup>3</sup>) を CN 分析、安定同位体比 (<sup>13</sup>C、<sup>15</sup>N) 分析に供した。土壌試料について遊離酸化物 (酸性シュウ酸塩及びピロリン酸可溶の鉄・アルミ) を定量した。【結果と考察】遊離酸化物含量が同程度の場合、落葉林は常緑林より高い全炭素含量を示した。土壌の全炭素含量に占める軽比重画分 (<1.6 g/cm<sup>3</sup>) の割合は 18-44% で常緑・落葉間差は不明瞭であった。軽比重および重比重画分の <sup>13</sup>C、<sup>15</sup>N に基づき、化学性の異なる常緑・落葉林のリター、細根の分解から鈳物表面吸着に至る土壌炭素の安定化プロセスを検討した。

P1-201 大気由来物質の流入量に及ぼす樹冠の影響

伊藤 優子<sup>1</sup>・今矢明宏<sup>1</sup>・岡本 透<sup>1</sup>・篠宮佳樹<sup>1</sup>・小林政広<sup>1</sup>・伊藤江利子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所

人間活動に伴い大気中に排出された様々な物質が気流により運ばれ森林域にも負荷されている。近年、大都市周辺の森林域では大気からの窒素流入量の増加により窒素飽和現象が発現しており、流出水の水質低下を始め様々な問題を引き起こすことが危惧されている。森林においては樹冠による捕捉効果により大気から樹冠を通過して林内へもたらされる物質の量が林外と比較して高くなることが知られている。そのため、林分の樹冠の状態が大気から林内へ流入する物質に及ぼす影響を検証した。茨城県内の近接した複数の林分 (針葉樹) において、樹冠状態の指標として全天条件基準法を用いた全天空写真による樹冠状況の指標化 (開空度の算出) を行った。また、同林分において林内雨を採取し、溶存成分の分析を行った。その結果、対象林分の樹冠の開空度と期間内の林内雨によるアンモニア態窒素、硝酸態窒素および硫酸態硫黄の流入量には負の相関が見られ、樹冠の状態が密なほど大気から林内へのこれらの物質の流入量が多くなることが明らかになった。

P1-200 高分解能 2 結晶型 X 線分光を用いた伊自良湖集水域土壌のイオウ結合形態の評価

谷川東子<sup>1</sup>・伊藤嘉昭<sup>3</sup>・福島 整<sup>4</sup>・杉山暁史<sup>5</sup>・佐瀬裕之<sup>2</sup>・山下尚之<sup>2</sup>・今矢明宏<sup>6</sup>・高橋正通<sup>6</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>アジア大気汚染研究センター・<sup>3</sup>京都大学化学研究所・<sup>4</sup>物質・材料研究機構・<sup>5</sup>京都大学生存圏研究所・<sup>6</sup>森林総合研究所

環境省・酸性雨長期モニタリング報告書 (H21) では、我が国では依然として酸性雨が観測され、岐阜県山県市伊自良湖集水域では過去に大気から沈着し、土壌に蓄積されたと考えられるイオウが溪流に流出している可能性が指摘されている。そこで本研究では、伊自良湖集水域の森林土壌の S 化合物含量を測定し、発表者らがこれまで調査した関東～中部地方の森林土壌と比べその特徴を抽出した結果を報告する。S 測定には、最先端技術といわれる XAFS 法と同等かそれ以上の感度をもつ高分解能 2 結晶分光装置 (国内で唯一本格稼働) を用いた。

関東～中部地方の岩石性土壌の全 S 含量は 1000 mg/kg 未満であったが、伊自良湖集水域土壌はその範囲を超える試料が複数存在した。吸着態 SO<sub>4</sub> 含量は SO<sub>4</sub> 吸着体である遊離酸化物量 (酸性シュウ酸塩抽出態 Al 含量 + 1/2Fe 含量) に比例し、その勾配は既往の変動幅の上限に相当した。全 S の半分を有機還元型 S が、2 割を有機酸化型 S が、硫酸イオンが 3 割を占めた。これらの結果から、伊自良湖集水域土壌は関東～中部地方の岩石性土壌の中では酸性度が高めの土壌に属し、また S 蓄積機能が強く発現されていると推察された。

P1-202 ボルネオ島北中部における木材腐朽菌の 1 種 *Ganoderma australe* の遺伝的集団構造

山下 聡<sup>1</sup>・広瀬 大<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>日本大学

東南アジア地域では生物多様性が高い一方で、急速に森林が消失し、森林の断片化や孤立化が進んでいる。本研究では、ボルネオ島北中部の上記国立公園を含む 6 地域集団を対象に、木材腐朽菌の一種 *Ganoderma australe* の遺伝的多様性を評価し、遺伝的変異の空間分布パターンを明らかにすることを目的とした。調査は 2009 年と 2011 年に行い、251 サンプルを採集した。そのうち 200 サンプル (ランビル: 39、シミラジャウ: 32、ロアガンブヌ: 36、ムル: 26、ニア: 8、ロングシミヤン: 59) について塩基配列を決定することができた。分子系統解析の結果、これらは高い支持率で 6 つのグループに分けられた。各地域のすべての集団で、ある特定のグループが優占していた。また、地域固有のグループは認められなかった。このグループのハプロタイプ間の系統関係についてみたところ、地域集団毎でのまとまりはみられなかった。このことから、このグループは地域集団間で頻繁に遺伝子流動を行っているものと推測された。菌類の移動分散能力が高いことと、孤立化の効果が現れていないことの二つの可能性が考えられた。

P1-203 2011年新燃岳噴火による周辺土壌の諸性質の経時変化

石塚成宏・稲垣昌宏・釣田竜也

森林総合研究所九州支所

2011年1月から2月にかけて爆発的な噴火を起こした新燃岳の火山灰が土壌を通して樹木に与える影響を明らかにするために、2011年8月から新燃岳噴火口から約3kmの地点を中心に、樹木被害の程度に応じた5ヶ所において、土壌サンプルを継続的に採取し分析を行った。いずれの地点においても、新規堆積物は細粒質の火山灰（以下軽石層）と軽石を中心とする粗粒質の火山砕屑物（以下軽石層）の2種類が主であった。2011年8月に採取したそれぞれの試料のpH(H<sub>2</sub>O)は4.93~6.03を示した。水溶性各種イオンに関して、陰イオンでは硫酸イオンが、陽イオンではアンモニウムイオンが優占していた。交換性塩基量は非常に少なかった。軽石層では土壌層よりも可給態リン含量が高く、火山灰層ではさらに高かった。全硫黄含量は340~663 $\mu\text{g g}^{-1}$ であり、日本の森林土壌の表層土壌よりもやや低い値を示した。pH(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)は2.30~3.27の値を示した。2012年3月のサンプルでは、2011年8月のサンプルと比較すると、水溶性の硫酸イオンは半減、アンモニウムイオンは7分の1に減少しており、降雨によって火山噴出物由来の物質が洗脱されたと考えられた。また、全硫黄含量や有効態リンも火山灰層で減少するなどの傾向が認められた。

P1-205 森林の枯死木・リター・土壌の炭素蓄積量の地域分布とその決定要因

南光一樹<sup>1</sup>・鶴川 信<sup>2</sup>・田中永晴<sup>1</sup>・三浦 覚<sup>1</sup>・大貫靖浩<sup>1</sup>・平井敬三<sup>1</sup>・石塚成宏<sup>3</sup>・酒井寿夫<sup>4</sup>・小林政広<sup>1</sup>・酒井佳美<sup>1</sup>・今矢明宏<sup>1</sup>・橋本昌司<sup>1</sup>・金子真司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>鹿児島大学農学部・<sup>3</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>4</sup>森林総合研究所四国支所

森林の炭素蓄積量(C)の現在の分布は炭素吸収量の定量化と将来予測に重要である。林野庁「第一期(2006~10年度)森林吸収源インベントリ情報整備事業」の約2500地点の結果を用いて枯死木・リター・土壌(深さ30cm)のC分布の決定要因を解析した。各Cと年平均気温との関係を調べ、降水量・標高・傾斜・植生・樹種・土壌群の条件ごとにその関係性の差異を抽出した。各Cは気温と負の相関を持ち、相関係数rはそれぞれ-0.11・-0.13・-0.27であった。枯死木Cへは林種が大きく影響した。天然林では気温との相関が高く(r=-0.19)、人工林では気温による変動が小さかった(r=-0.05)。リターCへは樹種が大きく影響した。スギ・ヒノキでは気温による変動が大きく(r=-0.19)、広葉樹や他針葉樹では小さかった(r>-0.03)。広葉樹は針葉樹よりもリターCが小さかった。土壌Cへは傾斜と土壌群が大きく影響した。急傾斜(≥35度)は寒冷でもCが小さく(r=-0.17)、黒色土は温暖でもCが大きかった(r=-0.15)。今後、これら基礎的な解析をベースに、統計解析による総合的なC分布解明を目指す。

P1-204 タイ乾燥常緑林土壌の元素分析—土壌生成に伴う元素の挙動—

酒井正治<sup>1</sup>・世良耕一郎<sup>2</sup>・後藤祥子<sup>3</sup>・Visaratana, Thiti<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>岩手医大サイクロトロンセンター・<sup>3</sup>日本アイソトープ協会滝沢研究所・<sup>4</sup>タイ王室森林局

森林生態系の炭素現存量の約半分を占める土壌炭素の分解速度、土壌腐植の起源およびそれらに影響する要因について理解することは、地球レベルでの大気炭素収支を予測する上で不可欠と考えられている。炭素同位体比および微量元素を指標に、土壌有機物の長期貯蔵メカニズムの解明を目指している。これまでの炭素同位体比の研究から、葉のセルロース成分が土壌中を移動し、捕捉/蓄積されることが示唆されている。ここでは、このような土壌中の移動過程を元素の挙動から解明することを目的に、天然林などで採取した深さの異なる土壌の元素分析を行ったので、報告する。

タイ東部のサケラート試験地の乾燥常緑林を試験地とした。深さ1mの土壌断面から12層位の土壌を採取し、風乾微粉末に調整した土壌について、それらの元素を内部標準法による荷電粒子励起X線放射(PIXE)測定装置で分析した。

検出された26元素うち、Al、Fe、Ti、Cr、Yは表層から下層に向かって増加、土壌起源と考えられるSiの変化は不明、Mn、Pは減少傾向がみられなど、元素によって土壌中の挙動が異なっていた。

P1-206 安比高原における過去1100年間の植生変遷と土壌炭素蓄積量の変化

志知幸治・池田重人

森林総合研究所

土地利用変化に伴う植生変遷が土壌炭素蓄積に及ぼす影響を明らかにするために、安比高原の牧場跡地(焼野の牧、シバ草原)とその周辺に分布するカンバ林およびブナ林の三地点から、十和田a火山灰(To-a、西暦915年降下)以浅の土壌を採取し、約1100年間の植生および炭素蓄積量変化を推定した。土壌試料の花粉分析結果から、焼野の牧では一貫してイネ科やキク科などの草本花粉の産出が多く、To-aの降下以降は草原植生に覆われていた。カンバ林では下層からブナ属花粉が多い層、イネ科などの草本花粉やシダ植物胞子が多い層、カバノキ属花粉が優占する層の三つに区分され、ブナ林主体の植生からイネ科草原を経てカンバ林に変遷した。ブナ林ではブナ属花粉が優占する層が多く、主にブナ林に覆われていたと考えられた。To-a降下以降の約1100年間の土壌炭素蓄積量は、ブナ林で5.3 $\text{kg m}^{-2}$ 、カンバ林で4.0 $\text{kg m}^{-2}$ 、焼野の牧で2.5 $\text{kg m}^{-2}$ であり、森林に覆われていた期間の長かった地点ほど土壌炭素蓄積量が大きかったことが考えられた。

P1-207 高齢シオジ林における稚樹更新状況—山梨県小金沢シオジの森での事例—

村尾未奈<sup>1</sup>・大塚麻子<sup>2</sup>・渡邊大地<sup>3</sup>・菅原 泉<sup>4</sup>・上原 巖<sup>4</sup>・佐藤明<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>大日本法令印刷株式会社・<sup>3</sup>有限会社平子商店・<sup>4</sup>東京農業大学地域環境科学部

モクセイ科トネリコ属のシオジ (*Fraxinus platypoda* Oliv.) は溪畔林の主要な構成樹種で、材は通直で加工がしやすく有用樹のひとつでもある。溪畔林に関連する先行研究から、シオジの更新と攪乱との関係性などが明らかにされてきているが、異なる立地環境に成立した林分内での更新状況についてはまだ十分な知見はない。そこで大月市小金沢の山梨県有林にある高齢シオジ林において、2011年に同じ沢沿いの南向き斜面(岩礫地)と、北向き斜面(崩積土堆積地)にそれぞれ20mと30mの方形区を設置し、林分構造および稚樹の成立状況について調査を行った。両調査区のうちにも樹高30mに達するシオジの大径木が優占しているが、南向き斜面ではシオジの巨木とチドリノキの若齢個体で構成しているのに対し、北向き斜面ではシオジが林冠を優占するも、中～下層にはシオジを含めカエデ類やイヌブナなどからなる多様な種組成となっており、2012年の林床には両調査区ともにシオジの実生が数多くみられた。本研究ではこのような違いが生じた要因を分析し、今後これらのシオジ林を維持していくための管理方法を検討することを目的とした。

P1-209 コナラ林における細根の発達：局所的土壌養分に着目して

古賀陽三<sup>1</sup>・戸田浩人<sup>2</sup>・崔 東壽<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学農学部・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学研究院

里山・雑木林では、落葉採取などの管理によって面的、深度別に異なる土壌不均一性を持つため、里山・雑木林の再生、保全を行っていく上で、構成樹種の養分獲得反応について明らかにすることは重要である。樹木は土壌から効率よく養分を獲得するために、局所的に養分量の高い土壌空間において細根を発達させる、貧栄養土壌において菌根菌と共生する等の反応を示すことが知られている。本研究では、関東地方の里山・雑木林の主林木であるコナラを対象として、直径2mm以下の細根に着目し、N、P施肥を組み合わせた4種の施肥土壌を充填した根箱を立木の脇に設置して、根系が示す養分獲得反応の特徴を調べた。また、コナラの根系と生葉を採取し、細根発達と菌根菌の感染、葉内養分との関係性を調査した。細根長はP施肥根箱で大きく、コナラは局所的な高濃度Pに対して応答を示す傾向にあった。土壌のP含有率が少ない立地では細根発達がより大きくなる傾向があった。また、土壌のN/P比が高い立地において菌根菌感染率が増加し細根長が減少したことから、葉内元素のバランスを崩さぬようP吸収を菌根菌と共生することによって上昇させていると考えられる。

P1-208 北部九州のスギ・ヒノキ人工林における土壌中の溶存炭素の動態

釣田竜也・石塚成宏

森林総合研究所九州支所

森林生態系において、水を介して林床に供給される溶存有機炭素(DOC)は鉱質土壌へ炭素が移動する際の主要な形態の一つであり、土壌への炭素の蓄積に影響を及ぼす重要な基質である。本研究では大小様々な間隙構造を持つ森林土壌中における水移動に伴うDOCの動態を明らかにするため、熊本県の鹿北試験地内の斜面に、主としてマトリックス流を経由する土壌水を採取するポーラスプレートテンションライシメータ(PPTL)と、主として粗大孔隙を経由する土壌水を採取するゼロテンションライシメータ(ZTL)を土壌設置して観測を行った。ZTLでは土壌水の採取が主に夏～秋の比較的多雨期に限定されるが、採取された土壌水のDOC濃度は、PPTLのそれよりも高く、DOC濃度が高いA0通過水の濃度により近い値を示した。また、斜面下部より上部の方がZTLの採水量が大きく、斜面上部の方がDOCの移動における粗大孔隙の寄与が比較的大きいと考えられた。このような粗大孔隙を経由する水移動は、高いDOC濃度の土壌水を土壌深部に輸送するプロセスとして重要であると思われる。

P1-210 京都府綾部市におけるGISを用いた森林資源情報の可視化

梅澤 崇・長島啓子・田中和博

京都府立大学大学院

平成24年4月より市町村森林整備計画は森林・林業再生プランの実現に向けた森林のマスタープランとして位置づけられた。しかし、新制度への移行期間が短かったため、個々の林地の特性をGISにより解析した結果が十分に反映されていないことが多い。特に伐採・搬出に関する計画については、林地の傾斜や路網からの距離といった情報が十分に反映されていない。森林整備計画を実現可能なものとするには、地域の立地環境の特徴や林業事業体の保有する林業機械等の事情を踏まえた計画作成が必要である。そこで、先行研究では京都府綾部市において、まず、スギ・ヒノキ人工林を対象に行政側が持つ様々なデータを用いてGISによる解析を行い、綾部市の路網幅員別の施業指針をマップとして可視化し、施業指針別の森林資源量を把握した。その結果、施業容易地である傾斜が35度以下且つ路網から50m以内に存在するスギ・ヒノキの蓄積は23,080m<sup>3</sup>であり、事業量として7.7年分存在することがわかった。本研究では、実際の施業地の伐採・搬出時のコストや施業可能な林地の連続性、施業箇所から土場までの運搬距離等について検討し、より詳細な可視化を試みた。

## P1-211 森林所有者情報データベースの現状と考察

上森 安

三重大学大学院

平成 18 年度（2006 年 4 月）から林野庁による新生産システムモデル事業（以下、新生産システムと呼ぶ）が 5 年間のスパンで開始された。新生産システムの林業生産流通進行事業費補助金の必須事業が森林・所有者情報データベース設置事業である。これはモデル地域（全 11 箇所）における木材の安定供給を確保するために、小規模所有者を主な対象とし、所有者が取引価格やロット等の条件につき立木購入者と合意に達することを条件に伐採の意向を有する立木の情報にかかるデータベースを構築し、供給ストックの確保及び施業の集約化を図るとともに、事業体に情報を公開し、所有者の立場の強化を図ることにより伐採意欲を促し、木材の安定供給の確保を主な目的とするものである。全国で 14 事業体に取り組んだ。特にモデル地域のひとつである中日本圏域（三重県・愛知県）では三重県森連と愛知県森連それぞれがデータベースのオーナーとなってこの事業を行った。結果として三重県の場合、供給材積実行率・供給面積実行率がそれぞれ 14%7.6% でありパフォーマンスとしては良くない結果であった。原因・アクションプランを研究していきたい。

## P1-213 歴史的変遷を通じた沖縄の森林利用の課題と展望

芝 正己

琉球大学

本島北部の国頭村・大宜味村・東村を中心とするヤンバル地域は、県全体の森林面積の約 26% を占め、森林率は 80% にも達している。ここは、18 世紀初頭の琉球王府時代から“杣山”として林業の中心であり、沖縄県になった今も森林業を担っている地域である。一方、イタジイ・イジュ等が優先する亜熱帯広葉樹林は、沖縄本島全域の水源地として非常に重要な森林地帯でもあり、しかも絶滅が危惧されているヤンバルクイナ、ノグチゲラ、オキナワトゲネズミなど多くの固有種の生息地域として、世界自然遺産登録の候補にもあげられている。そのため、ヤンバル地域の森林資源の利活用と環境保全の問題は、従来にも増して地域社会を巻き込んだ複雑な状況を呈してきている。本報告では、本土復帰の 1972 年以降このヤンバル地域で展開された森林・林業に関わる諸事象、例えば、沖縄振興開発計画事業、長期渇水給水制限と北部ダム開発、森林組合の設立とチップ工場の稼働、希少野生動物種の発見、ヤンバル林道訴訟、広葉樹材チップ生産禁止、エコツーリズム・レク事業展開等を通して、今後のヤンバル地域の森林管理・利活用の在り方を模索しようとするものである。

## P1-212 ドイツ・バイエルン州の森林経営と森林組合の取り組み

山元周吾

滋賀県立大学大学院

ドイツ・バイエルン州の森林経営において小規模森林所有者を取り纏めている森林組合（FBG/WBV）の役割は大きい。全森林面積 256 万 ha のうち 58% が私有林であり、年間伐採量の 7 割をここから生産している（2010）。また、全森林面積の 74% に相当する森林所有者が森林組合員となっており、私有林の所有構造は 90% が 5 ha 以下という特徴をもつ。

近年、製材工場の大規模化に対応するため、森林組合を中心として新たな枠組みを形成する試みがされている。これまで、石崎（2011）のスイス・ルツェルン州での地域組織設立の試みにおける政府の支援策を検討した事例や久保山（2012）のオーストリア・シュタイヤーマルク州での林業共同組合による地域材の供給拡大を図る事例が挙げられる。この地域材の市場競争力を高めることを目的としている取り組みは、バイエルン州ではインジルバ（In.Silva）とザホ（SAHo）という「林業連合」を組織するに至っている。

この 2 つの取り組み事例について、現地での関係者への聞き取り調査と資料収集を行い、その特徴と意義を分析するという方法をとった。本稿ではその詳細を報告したい。

## P1-214 沖縄県の林産物の流通加工の構造解析

知念良之

琉球大学

近年の沖縄県の木材需給量は、1990 年前後（20 万 m<sup>3</sup>）から減少、その後横ばい状態（5-7 万 m<sup>3</sup>）で、輸入材の減少と移入材（九州産スギ材）の急増、12% 前後での県産材率の推移が特徴的である。県産材の用途は、木炭やシタケ原木、パルプ用チップ、矢板・型枠、支柱材等で、その主要部分を占めるのが広葉樹パルプ用チップ材であり、ほとんど県外の製紙会社へ出荷されている。そのため、県産材は地元の雇用の確保からも利用価値が限られた一次産品となり、また、自然保護の観点からも広葉樹二次林からのパルプ用チップ材生産に軸を置いた現在の利用は問題が多い。一方、建築廃材を利用した木質燃料ペレット工場が 2009 年に稼働し、火力発電所用混焼材として 2011 年実績で約 1.5 万 t を生産しており、今後生産が増加すること見込まれている。このような状況を念頭において考える時、県産材の二次・三次加工による新たなグリーン製品やマーケットの開発、通販・アンテナショップの流通フローの形成、消費者の掘り起こし等、カスケード方式とサプライチェーンによる県産材の高付加価値利用が重要であり、本研究では既存統計資料からその可能性を議論した。

P1-215 北洋材素材の調達環境変化と富山県の北洋材製材の対応—国産材素材への転換可能性に注目して—

嶋瀬拓也

森林総合研究所北海道支所

外材素材の調達環境が悪化したとき、わが国の木材産業が国産材素材への転換を行うかどうかは、森林・林業政策のあり方を考える上で重要なポイントとなる。このため本研究では、北洋材製材の国内最大の集積地である富山県を対象として、北洋材素材（ロシア産丸太）の調達環境悪化に当地の製材業がどのように対応してきたかを、統計・資料を用いて検討した。その結果、国産材へと転換する動きは認められるものの、同時期の合板工業にみられたような活発な動きにはなっておらず、生産の内容をほとんど変えることなく生産規模を縮小させていることが明らかになった。Shimase (2011) で指摘したように、国内製材業においては、これまでの産地間競争を通じて、利用樹種の特性を生かした形での生産品目の特化が産地単位で進んでおり、このことが製材業の原料転換を難しくする一因になっているものと考えられた。

P1-217 長尺・大径材の生産・流通構造

渋谷 侑・佐野 薫・山本美穂

宇都宮大学農学部

長尺材および大径材は、通し柱、梁、桁、造作材、神社・仏閣の建替え用構造材が主な利用方法であるが、住宅構法の変化の影響で利用は減少傾向にある。しかし、日本の森林資源が柱適寸材から中目材中心へと移行するなかで、従来の利用のみならず、大型の公共建築物などへの利用も期待されている。本研究は、長尺材および大径材の利用がどのような現状と課題に直面しているのかを明らかにすることを目的とする。大径材を生産している林家（4戸）、栃木県内の原木市場（3か所）、および大径材を扱っている製材工場（3か所）への聞き取りより、以下が明らかとなった。

第一に、製材工場の原木調達、市場対応に明確な棲み分けが見られる。梁、桁などの大型構造材を得意とする工場、大径材を含め家1棟分のあらゆる木材を挽く工場などが、共販所より高値で原木を買い取っている。

第二に、長尺材、大径材のみでは需要を喚起しづらく、一般材の流通ルートの確立が大前提である。

第三に、従来は大断面の集成材が主流であった大型公共建築物への利用も増えつつある。事例として小学校校舎の桁材（12cm×36cm×6m）60丁（末口径42cmの原木）が挙げられる。

P1-216 園庭への間伐材チップ導入による幼児への影響

伊東康人<sup>1</sup>・井上裕司<sup>2</sup>・土肥恭三<sup>3</sup>・出原 大<sup>4</sup>・加納 章<sup>5</sup>

<sup>1</sup>兵庫県立農林水産技術総合センター・<sup>2</sup>兵庫県加東農林振興事務所・<sup>3</sup>兵庫県阪神農林振興事務所・<sup>4</sup>関西学院聖和幼稚園・<sup>5</sup>聖和乳幼児保育センター

近年各地で「木育」と呼ばれる新しい活動が行なわれている。「木育」は「材料としての木材の良さやその利用の意義を学ぶ木材利用に関する教育活動（森林・林業計画）」や「木材や森林との関わり合いから、知育、徳育、体育の3つの側面を効果的に育む取り組み（日本木材総合センター）」と定義されているが、その効果について定量的な評価はされていない。そこで、2012年に間伐材チップの園庭撒布を行った兵庫県内の幼稚園及び保育園（計2箇所）の園児及び保護者を対象に、「木育」の効果を明らかにすることを目的としたアンケート調査を実施した。調査は撒布前後の2回行い、園児及び保護者の間伐材チップに対するイメージの変化、保護者から見た園児への効果を質問した。また同時にビデオ撮影を行ない、園児の間伐材チップでの遊び方も評価した。その結果、間伐材チップのイメージは、園児では変化がなかったが、保護者では良くなっていた。また、知育効果があると回答する保護者も多かった。ビデオ映像の解析からは間伐材チップを使って五感を刺激するような多様な遊び方が見られた。間伐材チップは、教育および知育ツールとして活用できる可能性が示唆された。

P1-218 小来川財産区関連資料に見る旧来型林業地の歴史

梶山雄太・山本美穂

宇都宮大学農学部

2011（平成23）年の森林法改正で森林計画制度の枠組みが大幅に変更された。日本の戦後林業は、森林計画制度の変遷とともに歩んできた。本研究は、旧来型林業地が戦後どのように展開したかを考察することを目的とする。手法として、栃木県日光市小来川支所庁舎所蔵の文書保管箱にある財産区関連の文献約510点（約1万頁）を元に、財産区の資源状況、施業履歴、素材生産量、会計決算等の変遷について項目を整理した。

小来川財産区は、1954（昭和29）年に日光市との合併で生じた新財産区である。財産種は山林のみで、現在直営・分収林合わせて395.26ha所有している。前身である小来川村有林は、官民有区分の際に村総代福田権咲氏の功績によって官林編入を免れた。財産区発足直前までは村人総出の下刈等がされていたが、次第に常備作業班、協同組合、広域森林組合へと施業・管理の主体が変遷した。管理方針は、樹種転換が1960年代半ばまで続き、その後は枝打重視による優良材生産を目標とした。しかし、日光地区森林組合に業務の委託をする1998（平成10）年以降は、境界巡視等の最低限の管理のみ行なっている現状である。

P1-220 希少山野草の盗掘対策に関する研究—岩手県早池峰山を対象として—

梅原久奈・高橋卓也

滋賀県立大学

近年、生物多様性が盛んに議論される中、日本の野生植物種は自然環境の変化と並んで盗掘により減少を続けている。本研究では、①日本における盗掘の現状とその対策を把握し、②対策の一つとして特に有効と考えられるパトロールに焦点を当て、その継続要因を明らかにする。また、③活動を行う際に重要なボランティアのような民間の人員を確保する手段を検討する。これらは2種類のアンケート、新聞記事の検索、及び岩手県早池峰山を対象としたヒアリングにより明らかにした。

その結果、①については、東北・中部地方を中心とした東日本に盗掘の事例が多い事が分かった。また、実施されている対策として、パトロール・看板の設置・人工増殖をはじめとする12種類が上がった。②については、対象地で活発に活動するボランティア団体の存在が大きい事が分かった。また、ボランティアを支援する行政の働きかけも重要である。③については、年代に応じた募集方法が必要であると分かった。若い世代には実際に活動している姿を見せてアピールすることが必要であり、40～50代は職場などでの知人関係により周知する事が必要である。

P1-221 滋賀県高島市朽木のトチノキ巨木群落の保全に対する住民の意識構造

中川宏治

京都大学大学院農学研究科

本研究では、「ガバナンス」概念の自然資源官吏への適用可能性を検証するため、Rhodesの「ガバナンス」概念における「ネットワーク構成員」と「自己組織化」という2つの主要概念を取り上げ、滋賀県高島市のトチノキ巨木保全の取り組みを事例とし実態解明を試みた。本研究の事例では、問題の発生、解決策の有無、政策形成の可能性の3つのガバナンス形成の条件が短期間で満たされたため、ネットワーク構成員による保全活動が進められた。しかし、トチノキ保全を巡る裁判が、リーダーシップによる裁判を含む全体の意思決定、木材の利用と保護の両立を含めた長期的なビジョンの設定とネットワーク構成員によるビジョンの共有を難しくしていると考えられる。さらに、活動を推進する市民団体「まもる会」の総会は、関係者の合意形成や意思決定の重要な機会であるが、研究者や弁護士、巨木や森林の所有者の参加が十分ではない。しかし、活動に関わるネットワーク構成員の中に資金力のある団体が存在することは、ガバナンスを次のステップにつなげていくために有効であると考えられる。



## A15 スギ苗の苗高とシカ食害の危険率

野宮治人

森林総合研究所九州支所

現在、増えすぎたシカによる林業被害が大きな問題となっている。シカが高密度で生息する地域では、新植した苗木が激しい食害を受けることが報告されている。一般的に苗高が120~150 cmを超えると主軸先端への食害が減少するとされるが、それより低い苗木でも高さによって食害を受ける危険率は異なると予想される。食害を受けやすい高さ範囲を明らかにするため、シカの推定生息密度が約20頭/km<sup>2</sup>である熊本県球磨村のスギ新植地で、普通苗(36 cm)と大苗(71 cm)のそれぞれ200本について苗高と食痕高を継続測定した。シカが一口で採食したと判断された部位を1つの食痕と数えた。苗高を30~100 cmまで10 cm単位でクラス分けし、食痕数を高さ10 cm単位の区画で集計した。その結果、苗高70 cmまでは主軸先端を含む最上位区画の食痕数が最も多くなった。しかし、苗高が大きくなると枝葉の量が増えるため苗木あたりの総食痕数が増加する。このことを考慮すると、最も食害されやすい高さは70~90 cmの範囲であることが示された。

## A17 スギ人工林における間伐強度の違いが樹冠を構成する枝の伸長成長に与える影響

出口謙一<sup>1</sup>・佐藤 明<sup>2</sup>・菅原 泉<sup>2</sup>・上原 巖<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院・<sup>2</sup>東京農工大学

2001年に設けた間伐強度の異なるスギ林分試験地にて、間伐より10年経過後の枝の伸長成長量について調査を行った。方法として、本数間伐率でおおよそ20%と60%の間伐区と対照区である無間伐区のそれぞれの試験区から、直径階の分布に従い調査木を大中小3本伐倒し、地際0.2 m地点から1 mごとに区切り、各層から成長の良い枝を任意で2本ずつ選択し採取した。その後、枝を根元から20 cm間隔に、枝の先端より1.6 m地点までは間伐後の成長をより詳細に調査するため、10 cm間隔で裁断した。伸長成長量は、枝を樹幹解析と同様の方法で解析し推定した。その際、先端付近は判別できる範囲で各年の冬芽の位置を計測し、毎年伸長成長量とした。枝の伸長成長は樹冠上端部と下部の方では上端部の方が大きい傾向を示した。間伐によって林冠が疎開されることにより樹冠下部の光環境が改善され、その層の枝の伸長成長が旺盛になると想定されたが、結果は樹冠下部の枝の伸長成長は無間伐区の方が間伐区よりも大きい傾向を示した。また、間伐率が高いほど樹冠部の受光量は多くなるが、今回の調査では間伐率の差異による枝の伸長成長の傾向的違いはあまり見られなかった。

## A16 マルチキャビティコンテナを利用したスギ・ヒノキ挿し木苗の育成

藤本浩平・渡辺直史

高知県立森林技術センター

ポット苗の欠点である根巻きを防ぐために開発されたマルチキャビティコンテナを利用したスギおよびヒノキ挿し木の発根率等について検討した。

キャビティ数24個・容量各300 ccのマルチキャビティコンテナ(JFA300)を育苗容器とし、培土は軽量で保水性が高いココピート(C培土)を風乾重量で約47 g/300 cc、ココピートとパーライトを体積比2:1で混合した培土(CP培土)を風乾重量で約58 g/300 cc用いた。スギでは前報でC培土で良好な結果が出ているためCP培土は用いなかった。挿し穂は、スギは高岡4号とヤナセスギを、ヒノキは宿毛4号と須崎2号を供し、挿し穂長を10 cmと30 cmとし、切り口にインドール酪酸を粉衣し、2012年3月中旬に挿し付けた。発根率は挿し付け後6ヶ月時に確認した。

スギの発根率は、10 cmの穂長で高岡4号(88%)>ヤナセスギ(60%)であったが、30 cmの穂長では両方とも100%であった。ヒノキの発根率を比較したところ、穂長は10 cmより30 cmの方が高かった。品種差は、いずれの条件でも宿毛4号>須崎2号であった。培土による違いは明確ではなかった。

## A18 ヒノキ人工林における列状間伐前後の樹冠通過雨の空間分布特性と安定同位体比の変化

平田晶子<sup>1</sup>・恩田裕一<sup>1</sup>・加藤弘亮<sup>1</sup>・南光一樹<sup>2</sup>・五味高志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>筑波大学・<sup>2</sup>森林総研・<sup>3</sup>東京農工大学

間伐前後の樹冠遮断プロセスや樹冠通過雨の空間分布の変化を明らかにすることを目的とした。栃木県内のヒノキ人工林において、降雨量、樹冠通過雨量、樹幹流量を観測するとともに、林外雨・樹冠通過雨のサンプリングを行い、安定同位体分析を行った。観測期間は2010年7月から2012年11月で、2011年11月に本数で50%の強度列状間伐を行った。

間伐後には、樹冠遮断率は8%ほど減少し、樹冠通過雨は15%ほど増加した。また、樹冠通過雨のうち、樹冠に触れずに降下してくる直達成分が29%増加した。間伐による林冠面積の減少は、林内に供給される雨量を増加させるとともに、その構成要素も変化させることが示された。また、間伐後には、樹幹から1~1.5 mほどの場所で樹幹通過率が1を超えるイベントが多くみられるようになり、間伐後には樹冠縁で集中滴下点が増加する可能性が示唆された。

多くの雨サンプルで、樹冠通過雨の酸素同位体比は林外雨に比べ大きくなる傾向がみられ、両者の差の平均は間伐後の方が大きかった。しかし、サンプル間のばらつきの方が大きく、樹冠遮断プロセスはイベントごとに異なると考えられた。

## A19 異なる間伐法がもたらすヒノキ林の将来林型の予測

正木 隆・梶本卓也・杉田久志・金指達郎・太田敬之・酒井 武・齋藤 哲

森林総合研究所

最近、間伐が遅れている人工林で、列状間伐のような定量間伐がおこなわれる事例が増えている。定量間伐のメリットの1つは、主伐前に価格の高い材を生産できることにある。演者の意見としては、主伐時の林型を考慮すればこのような定量間伐は1回のみとし、それ以降は定性間伐に移行するのが妥当であると考えている。しかし、たとえ1回のみとしても、列状間伐のやり方によって将来の林型が影響されるのではなかろうか。たとえば、同じ33%の間伐率としても、1伐2残とするのか、あるいは2伐4残とするのか、によって主伐時の林分構造が異なると予想される。なぜならば2伐4残の場合、1伐2残に比べて樹木の生育に利用されない空間が生じうるし、また、残存列の内部の個体がより強い個体間競争下に置かれるため、主伐時の直径が相対的に細かったり、あるいは主伐時までの自己間引きによる枯損率が高いことが予想される。すなわち、間伐の列幅が広いほど、主伐時に価格の高い材が少なくなるのではなかろうか。そこで本研究では、個体配置と個体間競争を考慮したモデルで林分の各個体の成長をシミュレートし、列状間伐の列幅と主伐時の林分構造の関係を分析する。

## A21 スギ・ヒノキ高齢人工林における幹や樹冠のサイズが個体の成長に及ぼす影響

宮本和樹・大谷達也・酒井 敦・竹内郁雄

森林総合研究所四国支所

高齢化が進む国内の針葉樹人工林に対する生産目標やその管理技術を確立するため、高齢人工林に関する基礎データの蓄積が求められている。本研究は、高齢人工林を管理する上で有効な指標となりうる個体の特性を明らかにするため、四国地方におけるスギ・ヒノキ高齢人工林(108~168年生)を対象に、個体の幹サイズ(胸高直径、樹高)および樹冠サイズ(樹冠長、樹冠長率、樹冠投影面積)がその後の成長に及ぼす影響を調べた。期首の幹サイズおよび樹冠サイズとその後の平均胸高直径成長量、および平均材積成長量との関係を見ると、樹冠長や樹冠長率といった樹冠サイズの指標よりも胸高直径のような幹サイズの指標の方が高い決定係数を示し、個体間の成長のばらつきを良く説明していた。すなわち、期首の幹サイズが大きい個体ほどその後の成長が良いことが示された。この傾向は最近の間伐の有無に関わらず認められた。したがって、高齢化になってからも定期的な間伐が実施されているような林分であっても、一旦個体間の優劣がつくと、幹サイズの小さい個体は、より大きなサイズの個体ほどの成長が期待できない可能性があると考えられた。

## A20 ヒノキ林における隣接個体指数と成長指数の提案

長谷川直子・真田佳居・大瀧雅寛

お茶の水女子大学

本研究では、独自に考案した隣接個体指数と成長指数の相関関係から、隣接個体が近接で数が多いほどヒノキ個体の成長は阻害されることを示した。研究対象林分は神奈川県相模原市嵐山の北側斜面に位置するヒノキ林である。調査林分から切り出した任意の個体円板の年輪幅を計測し、成長幅の20年積算値や成長断面積の20年積算値等6つの年輪成長に関する値を成長指数と定義した。一方、円板採取個体の $a \sim a+1m$  ( $0 \leq a \leq 5$ )における隣接個体数を $x$ 、重みづけ値を $y=6-a$ とし、 $x*y$ の合計値を隣接個体指数と定義した。任意の5個体に関する隣接個体指数を算出し、各個体の成長指数との相関をとった。その結果、6つの成長指数全てにおいて、相関係数 $-0.9$ 以上の非常に強い負の相関が算出された。このことから、隣接個体が近接で数が多いほど個体の成長は阻害されることが示されたと考える。隣接個体指数、成長指数を用いて成長予測を行うことで、より効率的で計画的な間伐作業の実現につなげることも可能だと考える。今後の課題としては、ヒノキ以外の林分に関する追加研究と、個体数を増やした追加調査、本指数を元に間伐予測システムを開発すること等である。

## A22 高齢ヒノキの樹冠サイズと直近の肥大成長量の関係

横井秀一<sup>1</sup>・早川幸治<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岐阜県立森林文化アカデミー・<sup>2</sup>中部森林管理局森林技術センター

【目的】ヒノキ人工林の長伐期施業や択伐林施業では、個体管理的な視点での施業が必要となる。そのための管理指標を得るため、高齢ヒノキ個体の樹冠サイズと幹の肥大成長量を調査し、両者の関係を検討した。【方法】段戸国有林(愛知県)で、約100年生のヒノキ人工林2林分に調査区(0.17ha・0.06ha)を設置し、毎木調査と円板採取を行った。毎木調査では、ヒノキの胸高直径・樹高・枝下高・樹冠幅を測定した。樹高と枝下高の差を樹冠長とした。円板は、各調査地内の間伐木の中から計10本を選び、それぞれの元玉の末口部位(地上高2.3~5.1m)で採取した。各円板について、読み取り顕微鏡を使用して、4方向の半径に対して、随年から各年輪までの長さを測定した。【結果】採取した円板の皮なし直径は15.4~32.2cm、その年輪数は69~80であった。樹冠サイズ(樹冠長・樹冠幅など)と直近(最近10年間・20年間)の平均年輪幅・平均断面積成長量とは、強い正の相関が認められた。この関係を利用すれば、ヒノキの「100年生時において期待する肥大成長量」に対する必要な樹冠サイズを推定できると考えた。

## A23 GISを用いた立地環境に基づく人工林の森林ゾーニング—三重県大台町の市町村森林整備計画の策定に向けて—

土田遼太<sup>1</sup>・長島啓子<sup>1</sup>・高田研一<sup>2</sup>・岡本宏之<sup>3</sup>・田中和博<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>森林再生支援センター・<sup>3</sup>宮川森林組合

平成21年に林野庁が発表した森林・林業再生プランでは、森林の持つ公益的機能を最大限に発揮させるため、各市町村が独自の市町村森林整備計画を策定することが求められている。一方、林業経営の採算性の悪化とシカの食害により、全国各地で消極的な選択として長伐期施業が推進されている。本来、長伐期林は長期的な成長が見込めるとともに、病虫害や災害のリスクが少ない場所で実施すべきである。本研究では、三重県大台町の実態に沿った市町村森林整備計画の策定に貢献すべく、GISを用いて長期的な成長が見込める自然立地を把握し、立地環境に基づく森林ゾーニングを行うことを目的とした。具体的には、樹種本来の適地と考えられる天然林における自然立地の評価とともに、人工林の虫害による立地環境評価を用いて、長伐期施業に適した場所の選定を試みた。また、人工林の成長による立地環境評価と、現存する路網の配置を考慮して、経済性の観点から短伐期施業に適した場所の選定を試みた。さらに、それ以外の場所については広葉樹などへの林相転換の候補地とした。本手法により、市町村森林整備計画策定の指針となるゾーン区分図を作成した。

## A25 高性能タワーヤードで集材した人工林における林床植生の変化

酒井 敦<sup>1</sup>・野口麻穂子<sup>2</sup>・酒井寿夫<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所

高知県香美森林組合では森林・林業再生プラン実践事業で下線線の高性能タワーヤードを導入し、作業効率の検証を行っている。本研究では高性能タワーヤードを使った間伐作業（架線を張った主索下は列状間伐、その左右約30mの範囲は定性間伐）が林床植生にどのような影響を与えるのか調べた。調査地は高知県香美市谷相地区の45年生ヒノキ林およびスギ林である。2011年11月に本数当たり約15%の間伐を行い、上げ荷による全木集材を行った。間伐後の開空率はスギ林16.7%、ヒノキ林18.2%、主索直下19.0%で、スギ林で有意に低かった。土壌露出率はスギ林ヒノキ林ともに伐倒・集材時に生じた枝葉により間伐前より減少したが、主索直下では露出率が大きかった。ヒノキ林は間伐前常緑広葉樹（シイ・カシ）が多かったが間伐時の下刈りにより激減した（54%→4%）。スギ林は間伐前から植生が少なく、間伐後の回復も僅かであった（1.4%→1.7%）。一方、主索下は上空の疎開と土壌の攪乱によりベニバナボロギク、クマイチゴ等先駆種が多く発生していた。高性能タワーヤードを使った全木集材は主索直下を除けば、林床植生に与える影響が小さかった。

## A24 上層木伐採に伴うヤチダモ前生稚樹の根と地上部の応答

小池孝良<sup>1</sup>・毛 巧芝<sup>1</sup>・北尾光俊<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学農学研究院・<sup>2</sup>森林総合研究所

育成天然林施業では、伐採・収穫時点で更新稚樹が存在すれば更新完了とする。前生稚樹を跡継ぎとして仕立てるには、攪乱発生時期と対象樹種の成長周期・環境応答に関する情報が必要である。しかし、ホオノキ、ブナ、ミズナラで見られるように、葉の柵状組織の層数が前年初夏の更新稚樹の生育光環境によって決まっている樹種があり、また、被陰下におかれると根の発達が悪いいため、攪乱直後の光環境に直ちに応答できるとは限らない。ウダイカンバ若齢林に更新したヤチダモ稚樹を対象に、上層木を除く時期を暴風雨の襲撃時期である7月上旬と9月上旬に設定し、その後のヤチダモ稚樹の光合成、地上部・地下部の成長量を追跡した。土壌の含水率は7月疎開区で2年目までやや増加した。簡易イン・グロス法を用いて根の成長を追跡した。細根（約2mm<）の旺盛な増加は上木疎開後2年以上経てから明確に認められた。上木疎開の効果は肥大成長で7月処理では9月処理より早く始まり、光合成と連動し、伸長成長は7月処理で翌年、9月処理では翌々年から始まった。ヤチダモの場合、9月の攪乱からの再生には丸2年を要することが解った。

## A26 おもちゃで間伐、カラマツ林冠内の3次元光マップ—地上レーザースキャンデータをソースとして—

水永博己・望月貴治

静岡大学農学部

林冠内の光の三次元分布は森林生態系のガス代謝を決定する重要な情報である。間伐などの森林施業に伴う光分布のダイナミックな変化を予測できれば生態系のガス交換機能を考えた森林施業デザインの構築に有効で、「間伐は森林生態系の炭素吸収に効果があるのか」の問いにプロセスモデル的にアプローチする足がかりとなる。しかしながら光の三次元分布の再現には林冠内の葉の三次元分布構造の情報がネックとなっているのが現状である。一方で地上レーザを用いた計測は幹の分布構造・サイズ構造の計測に有効であるばかりでなく、葉分布の推定についての試みが行われるようになってきた。本発表では、様々な間伐を実施した場合の光の三次元分布からガス代謝機能に及ぼす影響を評価することを目的として、地上レーザースキャンによる林冠情報の応用を検討する。山梨県富士吉田市カラマツ人工林50年生林分に設定した調査地について、林冠内の遮光物の3次元座標値を落葉の前後に記録した。このレーザ計測データをもとに計算した小ヴォクセル（50cm立方）単位の光強度マップを間伐方法別に示しながら、レーザ計測情報の間伐デザイン構築への応用方法を考える。

## A27 画像編集ソフトを用いた全天空写真の適正な2値化手法の検討

齋藤武史

森林総合研究所東北支所

様々な条件で撮影した全天空写真を適切に2値化して解析するための手法を開発する目的で、画像編集ソフト(Photoshop CS4)のレベル補正機能を活用した2値化画像の調整手法について検討した。まず画像編集ソフトのプレビュー画面を見ながら、全天空写真の画像の中で最も明るい遮蔽部分(目視で樹冠や幹と識別できる部分で、境界付近の曖昧な中間色域は除く)をピッカーで探索して黒点に指定し、次に最も暗い開空部分(目視で空と識別できる部分)を探索して白点に指定し、黒点より暗い部分が0、白点より明るい部分が255となるように画像全体の輝度のレベルを補正した高コントラストな画像を作成した。得られた画像を、黒点と白点の中間の輝度を閾値として2値化し、樹冠と空とを適正に判別した2値化画像を得た。この方法で2値化した画像を全天空写真解析ソフト(HemiView 2.1)で解析した結果、従来の2値化手法のアルゴリズムでは適正な2値化が困難とされた撮影条件(プログラムオート撮影等)で撮影した全天空写真からでも、完全曇天日の林内で実測した相対日射量、相対光量子量に相当するサイトファクターを算定することができた。

## A29 ブナ林再生のためのバーク堆肥施用は植栽樹の生育を改善させるか?～秋田県森吉山の放牧跡地での事例～

金丸孔明・松下通也・蒔田明史

秋田県立大学

土壌物理性は樹木の生育に重要な要因である。表土喪失により土壌環境の悪化したフィールドにおける植生回復事業では、土壌物理性を改善するために有機質系土壌改良資材のバーク堆肥(以下、バーク)を鋤込む事がある。本研究では、秋田県森吉山麓高原自然再生事業地内のブナ植栽区を調査対象とし、表土が失われた土壌へのバーク鋤込みによる(1)土壌物理性改善効果と(2)植栽木の生育促進効果について検討する。

500mほど離れた2つのエリアで、バーク鋤込有区、無区の各1プロット(計4プロット)で調査を行った。土壌物理性の指標は、土壌硬度と体積含水率を測定した。植栽ブナ稚樹の生育状況の指標は、樹高と当年成長量、個葉面積、最大光合成速度、SPAD値を測定した。

その結果、土壌硬度・体積含水率のいずれでもバーク鋤込みによる土壌物理性の改善効果は認められなかった。また、バーク鋤込みによるブナ稚樹生育への有意な促進効果も認められなかった。むしろ、土壌状態・ブナ生育状態の差異は、バーク鋤込みの有無よりも、エリア間での違いの方が大きかった。以上より、土壌環境によってはバーク鋤込の必要性を検討し植林する必要がある。

## A28 デジタルカメラとフラットベッドスキャナーを用いて評価したヒノキ・カラマツ樹冠の分光反射特性

増井 僚<sup>1</sup>・小林 元<sup>2</sup>・井手玲子<sup>3</sup>・小熊宏之<sup>3</sup>・三枝信子<sup>3</sup>・山本一清<sup>4</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学研究科・<sup>2</sup>信州大学農学部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・<sup>3</sup>国立環境研究所・<sup>4</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科

本研究では安価かつ簡便な分光モニタリング手法であるフラットベッドスキャナーとデジタルカメラを用いて、カラマツおよびヒノキの個葉と樹冠部のRGB値と2G\_RBiの季節変化を測定し、針葉のクロロフィル(以下、chl)濃度および光合成速度の季節変化と比較した。スキャナーによる個葉のRGB値はR、G値がカラマツ、ヒノキともにchl濃度と高い相関を示した。特にヒノキにおいては、植栽斜面位置(斜面の中腹部と下腹部)の違いによるchl濃度の差異を良く反映していた。デジタルカメラによる樹冠部の2G\_RBiは、カラマツにおいてはchl濃度との間に相関は見られなかったが、光合成速度との間には相関が見られた。ヒノキにおいては、2G\_RBiは植栽斜面位置による違いは反映しておらず、季節変化もchl濃度の季節変化のパターンとは異なっていた。一方、2G\_RBiの季節変化のパターンは光合成速度の春先や冬季の低下といった季節的な変化を反映していた。デジタルカメラとスキャナーは、それぞれ樹冠および個葉スケールでchl濃度、光合成能力を評価する有効なツールとなる可能性が示された。

## A30 熱帯多雨林におけるフタバガキ科樹木の人工更新が遺伝的多様性に及ぼす影響

伊津野彩子<sup>1</sup>・Indrioko, Sapto<sup>2</sup>・Prasetyo, Eko<sup>2</sup>・Widiyatno<sup>2</sup>・Kasmujiono<sup>3</sup>・井鷲裕司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学研究科・<sup>2</sup>Gadjah Mada University, Indonesia・<sup>3</sup>PT Sari Bumi Kusuma, Indonesia

フタバガキ科樹木は東南アジア熱帯地域において生態的・経済的に重要である。熱帯多雨林生態系管理および木材生産を持続的に行うためには、植栽樹木集団における遺伝的多様性の維持や、天然林と植栽林間における遺伝的分化の回避が不可欠である。本研究ではフタバガキ科樹木2種の植栽集団に保持されている遺伝的多様性を天然林のものと比較し、人工更新が及ぼす遺伝的な影響を評価した。

インドネシアの林業会社PT. Sari Bumi Kusumaが管理する植栽林で、*Shorea leprosua*と*S. parvifolia*の植栽集団5-6集団について1集団あたり約30個体の葉を採取した。また植栽林周辺の天然林より各種40-80個体を採取した。遺伝子型決定にはEST-SSR遺伝子座7座を用いた。両種ともに、植栽集団の遺伝的多様性は天然林の遺伝的多様性と有意な差はなかった。天然林と植栽集団間の比較において、遺伝的分化は見られなかった。この事は、現在の施業方法を用いれば植栽集団の遺伝的多様性を保持し持続的な木材収穫が可能であることを意味しており、著しい減少が懸念される熱帯多雨林の現状に明るい展望をもたらすものといえる。

## A31 木質バイオマスのエネルギー利用の観点から

山内 繁

秋田県立大学木材高度加工研究所

はじめに、最近の国際的なエネルギー動向と日本のエネルギー政策を概説する。化石資源枯渇や人為的気候変動等の諸問題への対応を基本とした政策の流れと、3.11以後の変化を示し、木質バイオマス資源がどのように捉えられているのかを述べる。そのなかで、2012年7月から開始された日本のFIT制度に着目し、木質バイオマスエネルギーに関する内容について検討する。

次に木質バイオマスエネルギー化形態の全体像を示し、利用法の中で国内で実用化が進んでいるものについて、特長や運営上あるいは技術的課題などについて言及する。各種ボイラー、チップ焚き発電、ガス化発電、液体燃料製造などを事例を挙げながら解説し、木質バイオマスが再生可能エネルギーの中でどのような特徴を持つのかを総括する。

最後に、木質バイオマスエネルギーの将来的展望、すなわち木質バイオマスエネルギー化事業がどのような形態あるいは規模で発展していくべきかを、地域経済、特に木材産業や林業と関連づけて考察し、まとめとする。

## A33 これからの素材生産・流通の観点から

久保山裕史

森林総合研究所

戦後しばらくは、国産丸太供給の資源的制約に対して、旺盛な復興需要があったため、材価は高止まりしていた。住宅の多くで構造材は現しとされたこともあり、製材品は見た目が重視されていた。結果として、林業経営においては無節の尺上丸太を生産することが目標とされてきた。しかし、50年以上の時を経た現在、国産丸太の供給力は高まったのに対し、木材需要の減少や円高が進行したことによって材価は低下している。また、住宅の工法の変化によって、見えがくれ材が主流になり、強度や寸法精度が高く、安価な並材製材品が求められるようになった。つまり、住宅構造材のマス市場は高価な見えがかり材から安価な並材へと変化してきた。今後の国産材需要拡大を考える上では、そうした変化に合わせて、木材のマーケティング戦略を練っていく必要がある。そこで、本発表では、木材の市場をマスとニッチに区分し、マス市場戦略としては国産材加工コストや原料丸太の低コスト安定供給の方向性について提案する。ニッチ市場戦略としては、特化して対応する必要があることや、ニッチ市場をマス市場に変える取り組みの重要性について述べる。

## A32 木材加工・木造建築の観点から

沢尻龍也

森林総合研究所

「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」の成立などを指して、現在、木材産業・木造建築に対して追い風が吹いている、と評価することが多い。しかし、公共建築物はこれまでRC造や鉄骨造であり、材料強度に基づく明快な設計手法が確立している。すなわち、これまで他材料・他工法のみを手がけてきた建築関係者が問題なく自由に扱えるように、木材関係者がこれまで以上の努力を払うことで、設計の手法や材料の性能に関する知識・技術を確立しなければ、やはり木材は使えない、使うに足るだけの材料ではない、という全く逆の結末に達する可能性が高い。先人が築いた今日の木材産業のあり様を、貶めないためにはどうすればよいのかという致命的な問題に対して明確な解決策を提示することは難しいが、大きな命題を構成する個別の要素について検討することであれば可能であろう。本発表は、このような考えを端緒とし、国産材を工業資源として利用するにあたって解決すべき個別の技術的問題について整理する。

## A34 これからの森づくりの観点から

國崎貴嗣

岩手大学農学部

生産年齢人口が減少し、第三次産業への従事者割合が高まる日本では、近い将来での林業従事者の大幅な増加は期待できない。こうした中で森林の公益的機能を持続的に発揮させつつ、黒字を出せる森林経営を展開するには、温故知新（持続可能な森林経営は「森林」、「林業技術」、「人材」があってこそ）が重要である。森林、林業技術、人材を調和させる上で、今こそ森林計画（森林組織化、森林誘導、森林施業の有機的結合）を有効に活用することが求められる。森林組織化では、地域の実状を踏まえつつ、適切な作業級（目標林型と林分配置を明確にした、組織化された森林）を各地に設計する必要がある。このためには、現場を知る林業関係者（所有者、林業事業体、森林組合）はもちろんのこと、地域の森林・林業・木材産業の動向を知る行政関係者、地域の森林造成技術を科学的に評価できる研究者が、「前向き」に連携し続けることが必要不可欠となる。産官学の連携を生み出し、これを継続させる上で、産官学いずれも、膨大な累積債務を抱える政府からの予算（補助金）にあまり頼ってられないことを強く認識すべきである。

## B07 マツ・マツタケヤマ再生での簡易集材技術と生産性等〈2001～2012年間で振り返り〉

藺田 登<sup>1</sup>・池田 潤・榎崎達也・八木誠司

<sup>1</sup>八木町マツタケ生産振興会・<sup>2</sup>ゼネラルコンサルタント(株)東北支社・<sup>3</sup>記載なし・<sup>4</sup>八木町森林組合

11年間行ったことを次の3段階で発表する

1. 木寄・簡易集材技術と生産性: マツ枯の集材は昔の修羅の技術を改良したタケシュラとタケ台車、人工シュラを組み合わせて行った。この生産性に加えこれに使用する孟宗竹を運ぶ際に効果的な方法の生産性も算出した。生産性には移動距離と材の重さに関係するためこの指標も取り入れた。

2. マツヤマの雑木皆伐: 実生のマツが生えてきたが雑木で日陰となり生育に支障となるので皆伐して集材している。この作業は手作業が多いが、一部タケシュラ等を使用している。この生産性も算出した。

3. つるべ式ヤエン: 山頂部に発生するマツタケ土壌には環境浄化材が効果的と考え、これの荷揚げ(10～15kg/袋)にはつるべ式ヤエンを設置している。荷揚げのエネルギー源は雑木などの下す力を利用している。この荷揚げと荷下ろしの荷重関係も調査した。これまで集材した合計の31トンは紙パルプ用のチップ工場に軽トラで運搬している。

マツタケヤマ再生に向けて: マツタケ発生は初期よりも増加しているが、年毎の気象条件に左右される。発生個所(シロ)を人工的に増加させるためマツタケ種菌づくりを始めた。

## B09 元玉切りによる安全なかかり木処理は可能か?

松本 武

東京農工大学大学院

かかり木を処理するにはけん引等による処理方法が安全な方法として推奨されている。特に2立木間の樹冠に接触して発生したかかり木はけん引以外の選択肢はないが、かかり木をけん引して処理する際には大きなけん引力が必要であり、人力のみによる処理は難しく、牽引具等の運搬・設置および処理に多大な労力が必要とされることが明らかとなっている(立川・佐々木2000;松本2010;立川ら2011;松本・岩岡2012)。実際の現場ではより簡易な方法として、かかり木の元玉を落とす、かかり木に別の伐倒木を浴びせ倒す、かかられている木を伐倒する、かかり木を放置する等の処理が行われている。いずれも危険な作業として禁止されているが、林業労働死亡災害件数全体の2割がこうした処理作業に起因する(林災防、2012)。これらの危険とされる処理方法のうち、かかり木の元玉を鋸断する方法は現場での実践例も多く、処理のためのガイドラインの策定を望む声もある(広部2010)。

そこで、本研究では元玉切りによる安全なかかり木処理の可能性を明らかにするために、人為的に発生させたかかり木の樹幹を元口から段階的に鋸断する試験を行った。

## B08 スカイウッドシュートの架設条件の検討

近藤 稔<sup>1</sup>・中西正直<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>名古屋大学農学部

布製修羅であるスカイウッドシュートは、シュート両端の4点を立木に固定し、うちどちらかの端2点に取り付けたチェーンブロックでシュートの張りを調整する。このため、4点の張りのバランスが悪くと滑走面にしわが発生して材の滑走を妨げ、最悪、材が滑シュートから転落する原因となる。そこで、4支点の張りの強さと滑走面のしわ発生の関係について検討した。実験は、シュート両端の4点にひずみ式ロードセルを取り付け、1点の支点張力を寺井(2012)の報告を参考に1000、1500、2000kNの3段階に変化させた場合の3点の支点張力を測定し、その時の4支点の位置をセオドライトと光波距離計を用いて測量して行った。また、支点の高さを2段階に変化させて同様の実験も行った。実験の結果、2つの対角線方向の支点張力の和の差が1000kNを超えるとしわの発生がみられ、差が大きくなるにつれてしわが大きくなり深くなる。このしわの発生原因は、張力の和が大きい対角線方向にシュートの繊維が伸びることにより、もう片方の張力の和が小さい対角線方向に繊維が縮むためと考えられる。また、4つの支点がねじれの位置になるとしわが発生しやすくなる。

## B10 森林作業環境における色彩視認性の季節変化～木曾駒ヶ岳山域を対象として～

松村哲也<sup>1</sup>・中西弘充<sup>1</sup>・伊藤吹夕<sup>1</sup>・小西 繭<sup>1</sup>・Chowdhury, Mohammad Shaheed<sup>3</sup>・小西 哉<sup>2</sup>

<sup>1</sup>信州大学サテライト・ベンチャービジネス・ラボラトリー(SVBL)・<sup>2</sup>信州大学繊維学部・<sup>3</sup>日本学術振興会

1.はじめに

森林・林業作業時の防護被服や防護具のデザインの一環として作業者の被視認性を高め、注意や警戒を喚起させる安全色としてのオレンジ(O)・イエロー(Y)・レッド(R)の使用が増えている。これら安全色が発揮する効果は、どんな作業環境であっても有効でありたい。本報告では、我が国の夏季、森林の木々が緑色を呈する時期と、秋季、紅葉期における安全色の視認性について考察を行った。

2.方法

長野県駒ヶ根市から伊那市にかけての中央アルプス山域を試験地として、平成24年の夏季緑葉期と秋季紅葉期に撮影した森林樹木の画像を元に、環境を構成する代表的な色彩を抽出し、O・Y・Rの3安全色との間の色差を求めた。二色間の色差が大きい事を「色合いの乖離が大きく、視認性が高い」として評価した。

3.結果と考察

森林環境を構成する様々な色彩とOYRの3安全色との間では、夏季には良好な色差を保つ一方、秋季には紅葉した葉や落ち葉に近傍色が多く、色差が小さくなった。そのため、夏季と秋季では別の色彩デザインを用いるか、もしくは筆者らが既報にて提言した、無彩白色と組み合わせる方が安全色効果の維持に有効だと考えられた。

## B11 伐出作業に従事する女性労働者の作業強度に関する研究

西島麻衣・近藤 稔・山田容三

名古屋大学大学院生命農学研究所

【背景】大型林業機械の普及に伴い、伐出作業の負担は軽減され、女性労働者の進出が可能となった。しかし、現状は伐出作業に従事する女性労働者の数は非常に少ないままである。今後、女性労働者数をより増加させるために女性労働者の伐出作業の作業強度に着目し、現状について調査することにした。【方法】調査は和歌山県日高郡日高川町と山梨県富士吉田市の2か所の作業現場で行った。被験者は28歳と24歳女性の2名とし、作業中の心拍数を計測しあわせて作業の様子をビデオ撮影した。心拍水準を作業強度の指標として作業内容との関連を考察した。作業はハーベスタによる造材作業とチェーンソーによる伐倒・造材作業を行った。【結果】ハーベスタとチェーンソーによる造材作業の平均心拍水準を比較すると、ハーベスタ作業(50.52%)の方が低い結果となった(チェーンソーでの造材時78.30%)。しかし、ハーベスタ作業時に生じたメンテナンスや燃料補給時の平均心拍水準は63.29%となり、造材作業時よりも高くなった。以上より、大型機械化により作業強度は小さくなっているが、機械に関するメンテナンス等により作業強度が大きくなることがわかった。

## B13 路網開設におけるクロボク地へのジオテキスタイルの適用実験

下牧成男<sup>1</sup>・榎崎達也<sup>2</sup>・山口修司<sup>3</sup>・美濃島浩<sup>4</sup>

<sup>1</sup>郡上森づくり協議会・<sup>2</sup>住友林業株式会社山林環境本部山林環境部・<sup>3</sup>旭化成ジオテック株式会社・<sup>4</sup>岐阜県建設業協会

林業用路網は日本の林業の基盤。関東ロームやクロボク等の軟弱地での路網の開設と維持には解決策が見いだせない。日本の林業用路網には、完成度を名人芸的な視点「〇〇式」から評価するのではなく、土木的な数値指標で評価することが必要である。平成23年度に実施された森林・林業再生プランモデル事業で来日したフォレスターより、ドイツ・オーストリアではすでに実用されているジオテキスタイル使用の提案があった。それに基づき、岐阜県郡上市でジオテキスタイルを用いた路網開設を行った。ジオウエップ、織布シート、不織布シート、メッシュシートの4種類、他に土壌改良材と無対策の試験区を設定して施工。その後、①簡易コーン貫入試験、②平板載荷試験、③現場密度試験を行った。結果、ジオテキスタイルを施工した路盤は土壌改良材や無対策に比べて良好な結果が得られた。その理由として、①ジオテキスタイルがクロボク路床と山土砂路盤との間あることで水分を排出する分離効果、②ジオテキスタイルにより荷重がかかってもクロボク路床に路盤材(碎石)が混ざらず路盤を効果的に締め固められること等である。これらの結果を踏まえて実用している。

## B12 チェーンソー用防護服の使用と管理の実態

鹿島 潤<sup>1</sup>・都築伸行<sup>1</sup>・鹿又秀聡<sup>1</sup>・興杢克久<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>筑波大学

チェーンソー用防護服を使用している300超名の林業労働者に対してアンケート調査を行った。その結果、防護服の日常管理が必ずしも正しい方法行われていない現状が明らかになった。メーカーからの使用上の注意事項への認識が十分でなく、誤った使用、管理が行われているため防護性の低下している防護服を使っている作業者が多い可能性が示された。特に洗濯方法を誤っている場合や、破損を自分で修理している場合にその可能性が高い。防護服が破損する理由は様々であるが、チェーンソーで切った、汚れがひどくなった、破れたといった理由が多い。作業者の身体に合っていないサイズの防護服を使用しているために破損している場合も少なからずあると考えられる。防護服の更新期間は約2年と推測されたが、正しい使い方とメンテナンスができれば更新期間の延長が可能なのか、更新経費の抑制も可能と考えられる。

## B14 土構造を主体とした路体における施工方法と強度の関係

後藤純一<sup>1</sup>・吉原 収<sup>2</sup>・鈴木保志<sup>1</sup>

<sup>1</sup>高知大学教育研究部自然科学系・<sup>2</sup>高知大学総合人間自然科学研究科

【目的】路網整備において、4t以上の積載量のあるトラックの走行を想定した林道や林業専用道の密度が不足する現状にある。本研究では、土質条件に応じてどのような作設方法によれば、林業専用道に準じた規格のトラック道でどれだけの強度と安定性を確保できるかを明らかにしようとした。【方法】既設の高規格作業道5路線および道路規格が異なるフォワーダ用の森林作業道2路線を対象に、衝撃加速度によるCBR試験、現場密度試験、土の粒度試験、簡易貫入試験を実施し、強度特性を評価した。なお、高規格作業道は、路体全体を全切りし下層から締固めて作設する方法と半切・半盛で路体を作設する方法を比較対象とした。【結果】トラックの走行を前提として作設された路線では、CBR値、乾燥密度および貫入試験による深度30cm未満のNd値ともに高く、路盤は強固に作設されている。一方、礫まじり土からなる路線は強度が高いが、細粒分の割合が多い土からなる路線では路体深部にNd値5程度の締固めが不十分な土層が存在している。また、類似した土質において、森林作業道は高規格作業道より強度が劣り、継続利用には走行車両の制限や盛土のり面の補強が不可欠である。

## B15 馬搬作業が林地土壌に与える影響

立川史郎・伊藤樹里・澤口勇雄

岩手大学農学部

【目的】日本では今日でも馬搬が行われている地域がある。馬搬作業は既存の歩道などが利用可能であり、また道路のない傾斜面でも地表を攪乱することなく作業できることがメリットとしてあげられる。本研究では馬搬と機械による搬出作業を行った跡地を対象に、地表の締め固め・攪乱について比較検討した。【方法】調査地は2012年1~4月に間伐を行った岩手県遠野市内の市有林2か所である。調査地内に1×2mの調査プロットをそれぞれ数か所設定し、プロット内で土壌硬度、植生量、有機物含有量について調べた。【結果】土壌硬度は深さ20cmにおいて、機械(平坦地)では4.6~7.6 kgf/cm<sup>2</sup>であったのに対して、馬搬では平坦地で3.0~5.1 kgf/cm<sup>2</sup>、傾斜地で0.9~4.5 kgf/cm<sup>2</sup>といずれも機械と比べて低かった。また機械、馬搬のいずれも道路からの距離が短いほど土壌硬度は高い傾向を示したが、機械の方がより顕著に表れた。植生量と有機物含有量は道路からの距離よりも調査地の違いによる差が大きかったが、ほぼ同一の距離で比較すると、機械よりも馬搬の方が高い値を示した。

## B17 轍のついた片勾配路面における排水効果の検証

三平祐樹

東京農業大学大学院農学研究科

森林作業道の路体維持において表面流の排水対策は重要である。表面流の排水工法の一つに横断勾配を谷側へ落とす片勾配があり、その効果については立川ら(2002)、矢部ら(2010)の報告があるものの轍の影響については検討されていない。本研究では轍によって片勾配の排水・浸食防止効果に変化するのか実験を行った。実験では矢部らが使用した模型を用い、1m×0.3mの枠内に関東ロームと川砂を重量比1:1で混合したものを硬度20mm、5cm厚で詰め表面は平滑になるよう突き固めた。模型の一つはControl区、もう一つは幅10mm深さ5mmの溝を縦断方向に二本付与した轍区とした。勾配は18通り設定し、降雨強度は60mm/h、測定は5分間の降雨を1回とし、繰り返し数は3とした。実験の結果、轍区は横断方向への流出割合が4~25%大きく、土砂流出量は平均して5g/l多かった。予測では横断方向の流出割合は轍区において減少すると考えていたが、轍が小さければその割合は変化しないことがわかった。また土砂流出量は、Control区で薄く流れていた表面流が、轍区では溝に集中したため浸食が加速し増加したと考えられた。

## B16 沖縄やんばる森林における崩壊危険地の地形特性の評価法

Ahmad Zawawi, Azita<sup>1</sup>・芝 正己<sup>2</sup>・Jemali, Noor Janatun Naim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>鹿児島大学連合大学院・<sup>2</sup>琉球大学

This study presents a method to locate and to map unstable sites prone to erosion in Yambaru Forest Area (YFA) in the northernmost part of Okinawa Island. Topographical factors, forest harvesting activities and road construction on steep slopes are likely to have significant effect on terrain stability. The assessment was performed through the detailed analyses of a DTM (10 m×10 m). SAGA GIS Software was used to derive erosion potential related indices such as, slope length-gradient factor (LS factor), topographical wetness index (TWI), stream power index (SPI) and wind effects (WE), respectively. These data were used to build a map describing geographical locations of potential hazardous sites. The approach used in this study highlights important topographical factors contributed to erosion and the map produced provides beneficial information on potentially unstable slopes as a basis guideline for effective forest management planning.

## B18 森林管理サービス業における提案営業の課題整理とiPadアプリを使った解決策の検討

榑崎達也<sup>1</sup>・美濃島浩<sup>2</sup>・廣田智行<sup>3</sup>・森下勝典<sup>4</sup>・林 貴康<sup>4</sup>

<sup>1</sup>住友林業株式会社・<sup>2</sup>岐阜県建設業協会・<sup>3</sup>岐阜県森林組合連合会・<sup>4</sup>(株)インフォファーム

団地化は20年前から必要性が叫ばれている林業振興に必要不可欠な取組だが、進捗は全く芳しくない。理由の一つは団地化のための手法が見出されなかったことである。森林組合の業務を「森林管理サービス」業と定義し、団地化を民間企業で行われる「営業活動」だと定義すれば手法が見える。計画的且つ効率的な団地化を行う上では、森林所有者が納得しやすい提案が必要。現在の課題は次。①紙プラン書ではプランナーは説明しにくい所有者は理解しにくい、②作業Before、作業内容、作業Afterを十分に見せてない、③プラン書の作成がシステム化されておらず非効率、④「提案型」としながら1つの提案の「押し付け営業」、⑤お客様の要望に応える仕組みでない。解決のため「真の提案型営業」をコンセプトに、タブレットPCによる提案営業支援アプリを開発。これにより、視覚的にわかりやすい提案を、森林所有者と相談し妥協点を探り、その場でプラン書を修正し、仮契約を結ぶ。プランナーには、無理なプラン書作成の軽減、ポイントを得た定型的な説明等のメリットがある。説明をしにくい「森林管理サービス」業であるからこそ、ITの活用が有効である。



## B19 森林作業システム構造の GPS 情報によるモデル化

仁多見俊夫

東京大学大学院農学生命科学研究科

複数の作業者が同期して作業を進める森林作業の位置を GPS 装置によって記録し、相互関係のパターンによって、作業システムの構造を把握して、円滑・安全の観点から評価するとともに、能率を推定した。

タワーヤード素材生産作業における、各作業員と搬器に取り付けた GPS 装置によって記録した全日のデータを用いた。

搬器および作業員の相互位置の変化を判別指標として用いて、集材作業のサイクルと作業モードを抽出した。総作業は、搬器を稼働させ集材を行う「主作業」と、準備、架設作業などの「副作業」の2つに大別した。個別作業を詳細に特定することは難しかったが、作業時間によって当該作業の困難さを評価した。指標によって作業を区分して、作業システムの構造をモデル化した。主作業の集材作業は、総作業においては多くなかった。集材モード作業においてサイクルタイムを抽出し、作業能率を推定した。地形条件を考慮して、作業位置と内容について作業安全の観点から評価を行った。

GPS 装置による現場作業の作業および工程管理と安全管理の可能性を示した。作業システムの把握と管理の標準手法として利用されることが期待される。

## C08 周辺の穿孔木密度がカシノナガキイムシ穿孔木の枯死率に及ぼす影響

山崎理正<sup>1</sup>・伊東康人<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学研究科・<sup>2</sup>兵庫県農林水産技術総合センター

ブナ科樹木萎凋病は病原菌を運搬するカシノナガキイムシの集中加害（マスアタック）によって引き起こされる。被害林分では、カシノナガキイムシの穿孔は受けたもののマスアタックに至らず生残している木も見られる。カシノナガキイムシによる寄主木の選択過程を、穿孔対象の選択過程とマスアタック対象の選択過程の二段階に分けて考え、後者の過程に及ぼす影響を探索した。2008年よりナラ枯れ被害が発生したミズナラとクリが優占する京都府東部の二次林（93ha）において、カシノナガキイムシの穿孔木の分布を3年間継続調査した。全ての穿孔木についてその樹種と生死を記録し、胸高直径を測定し、GPSで取得した位置データから地形データを算出し、周辺2.5~25mの穿孔木密度を計算した。穿孔木の生死を予測するため、空間自己相関を考慮した一般化線形混合モデルを構築したところ、説明変数として樹種・胸高直径・周辺15mの穿孔木の胸高断面積合計・標高を含んだモデルが最も予測力が高かった。調査地内では、低標高に位置し周辺に穿孔木が多い太いミズナラでマスアタックが起これば枯死しやすくなっていることが示唆された。

## C07 ナラ枯れの発生に与える地形と気象の影響

吉井 優<sup>1</sup>・小林正秀<sup>1</sup>・竹内道也<sup>2</sup>・田中和博<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>京都市林業振興課

ブナ科樹木萎凋病による被害の拡大を抑えるためには、被害を早期に発見して被害量が少ないうちに対応することが重要である。その際、前年の被害地から離れた場所で発生する飛び火的な被害（被害発生初期木）がどのような場所で発生しやすいかが予測できれば、被害の早期発見が容易となる。そこで、2005~2012年に京都市市街地周辺で実施されたヘリコプター調査によって把握された枯死木の位置データを基に、被害発生初期木が発生しやすい地形条件をConjoint分析で把握した。その結果、50~250mの低標高で、西~南西斜面の急傾斜地で発生しやすいことがわかった。また、公園や社叢林のような小面積での対応では、どのような樹木が被害を受けやすいかが予測できれば効率的である。そこで、2011~2012年に総合防除を実施した船岡山において、どのような場所のどのような樹木が被害を受けやすいかを同様の方法で把握した結果、明るい場所に位置する大径木が被害を受けやすいことが確認できた。この他、その年の気象条件によって被害量が増減することが指摘されており、気象条件が被害にどのように影響しているかについても検討した結果を報告する。

## C09 粘着シートを用いたナラ枯れ防除試験

宮本和則<sup>1</sup>・杉本博之<sup>2</sup>・三枝道生<sup>3</sup>・亀井幹夫<sup>4</sup>・林 晋平<sup>5</sup>・宮本眞<sup>6</sup>

<sup>1</sup>鳥取県農林総合研究所林業試験場・<sup>2</sup>山口県農林総合技術センター・<sup>3</sup>岡山県農林水産総合センター森林研究所・<sup>4</sup>広島県立総合技術研究所林業技術センター・<sup>5</sup>島根県中山間地域研究センター・<sup>6</sup>アース製薬株式会社

カシノナガキイムシ（以下カシナガ）によるナラ枯れは、日本海側を中心に全国各地で生じており、中国地方全県でも被害が確認されている。このナラ枯れの簡易な防除手法の開発のため、アース製薬製の粘着シート（以下シート）を用いた防除試験を行った。

カシナガ脱出防止試験では、現在開発中のシートの粘着面を内向きにして被害木の樹幹および伐根を被覆し、様々な設置方法でカシナガの捕獲効率を調査した。また、ナラ枯れ予防試験では、市販シートの粘着面を外向きにして立木の樹幹に1周巻き付け、枯死被害の軽減効果を調査した。

脱出防止試験でシートを直接樹幹に設置したものは、シートと樹幹の間に樹幹流が滞留し、さらに蟻道が形成され、粘着力が低下する箇所が見られた。しかし、シートと樹幹の間に空間を設けたものは、シートが乾燥しており、多くのカシナガが捕獲された。このことから、シートと樹幹の間にはある程度空間が必要と考えられた。予防試験では、調査した4林分のうち1林分で対照であるシート非設置木の20%が枯死したが、シート設置木では枯死が生じなかった。今後は、シートの設置位置・枚数などの検討が必要と考える。

## C10 ペットボトルトラップと粘着紙を用いたナラ枯れの防除

小林正秀<sup>1</sup>・吉井 優<sup>1</sup>・竹内道也<sup>2</sup>・宮本 眞<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>京都市林業振興課・<sup>3</sup>アース製薬株式会社

ナラ枯れは京都市内でも発生しており、京都府立大学周辺（上賀茂神社、下鴨神社、府立植物園、京都御苑）ではビニール被覆が実施されている。しかし、船岡山（約7.4 ha）ではブナ科樹木が多く、ビニール被覆ができなかった。そこで、2011年は、さまざまな方法を組み合わせた総合防除を実施したが、カシノナガキクイムシの穿入を見逃した木が枯れた。そこで、2012年は、粘着紙（かしなががホイホイ）とペットボトルトラップを用いた防除を実施した。枯死木3本と衰弱木3本を伐倒処理し、フラス排出量が多い穿入生存木13本に粘着紙を被覆して脱出を防止した。また、明るい場所の大径木100本に粘着紙を設置し、6～10月の間、ほぼ1週間ごとに粘着紙を見回り、カシナガが捕獲された木と、周辺で穿入を受けた木にペットボトルトラップを2～4基ずつ設置した。この他、御神木など8本にヒノキ木屑を設置し、7月20日以降に穿入を受けた33本に防虫網を被覆した。その結果、ペットボトルトラップ（67本に195基）でカシノナガキクイムシ371,836頭が捕殺でき、新たな穿入による枯死木を1本に抑えることができた。

## C12 スギカミキリ幼虫の発育に及ぼす温度の影響

北島 博

森林総合研究所

スギカミキリの幼虫を19℃以下で飼育すると、蛹室を形成しても蛹化しない。そこで、まず、蛹室形成までの発育に及ぼす温度の影響を調べた。孵化幼虫をスギ皮付き材片を用いて、16～25℃長日条件下で飼育し、10日毎に蛹室形成の有無を観察した。孵化から蛹室形成までの平均日数は、25、22、19および16℃でそれぞれ、53.9、62.2、79.2および127.9日となり、発育零点は9.8℃、有効積算温量は774.5日度と計算された。次に、蛹室形成後の蛹化に及ぼす温度の影響を調べた。25℃長日条件下で蛹室を形成した幼虫を管瓶に入れて、25、19および16℃長日条件下で蛹化、羽化を観察した。蛹化率は25、19および16℃で、それぞれ62.5、73.9および34.8%となり、16℃で低くなった。これらのことから、スギカミキリの幼虫は温度条件に依存して蛹室形成まで発育するが低温では蛹化に至らないこと、また、蛹化は蛹室形成後の低温感受でも抑制されることがわかった。本研究は、農林水産省プロジェクト研究「農林水産分野における地球温暖化対策のための緩和及び適応技術の開発」により行われた。

## C11 カツラマルカイガラムシに寄生するツヤコバチ類の寄生率と生活史

浦野忠久<sup>1</sup>・斉藤正一<sup>2</sup>・岡田充弘<sup>3</sup>・蛭田利秀<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>山形県森林研究研修センター・<sup>3</sup>長野県林業総合センター・<sup>4</sup>福島県林業研究センター

東日本の広葉樹林に大きな被害をもたらしているカツラマルカイガラムシには、有力な天敵である *Pteroptrix* sp.（ツヤコバチ科）が存在する。本種は2008年に山梨県で寄生が認められ、長野、新潟両県でも確認されたが、東北地方では発見されていない。本種のカツラマルカイガラムシに対する寄生率は非常に高くなることもあり、防除素材としての有効性も期待することができる。本発表では、*Pteroptrix* sp.の発育による形態およびサイズの変化を顕微鏡下の観察から明らかにするとともに、羽化成虫の性比を調査し、近縁種における過去の知見と比較した。長野県須坂市のコナラ被害枝から採集したカツラマルカイガラムシを検鏡し、体内の *Pteroptrix* sp.の各発育段階の形態を確認するとともに、体長、体幅などを計測した。また、幼虫発育段階で形成されるマミーについても同様の観察と計測を行った。調査の結果、サイズ分布から幼虫は3齢を経過するものと推定され、近縁種の齢数と一致した。また蛹のサイズには雌雄差が認められ、平均的に雌の方が大きかった。性比（雄率）は2010年の0.52から2012年は0.14と変化した。

## C13 伐り捨て間伐を実施した林分における揮発性成分の変動

松本剛史<sup>1</sup>・佐藤重穂<sup>1</sup>・所 雅彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>森林総合研究所

間伐遅れの人工林が増加するに従って、材質劣化害虫による被害が顕在化しつつある。材質劣化害虫の多くは、被圧された衰弱木、あるいは枯死木・風倒木や林内に残された伐り捨て間伐木を宿主とする二次性の昆虫であり、林内の少ない餌資源を的確に探索し生育に適した宿主を選好する機構を備えていると考えられる。その多くが宿主木由来の揮発性成分を利用し誘引行動を行うことが知られおり、キバチ類では、宿主木由来の $\alpha$ -ピネンに誘引されることが知られている。そこで、 $\alpha$ -ピネンをはじめとする宿主木由来の揮発性成分の林内での動態を調べる為に、伐り捨て間伐前後のヒノキ人工林内で林内大気中の揮発性成分の捕集および分析を行った。その結果、伐り捨て間伐直後では間伐前と比較して $\alpha$ -ピネンの濃度が急上昇したが、伐り捨て間伐3か月後には間伐前の濃度まで低下した。従来、キバチ類は新鮮な伐り捨て間伐木を好んで産卵を行い、間伐から時間の経過した材は好まれないことが報告されているが、林内の揮発性成分の経時変化もこれを示唆する結果となった。

## C14 トウヒツヅリハマキ被害発生から 11 年間の生息数変動と大発生の兆し

大澤正嗣

山梨県森林総合研究所

トウヒツヅリハマキ (*Epinotia piceae*) は小型の蛾で、幼虫は針葉樹の葉を食害する。富士山北麓で 2001 年に本害虫が大発生し、多くのシラビソが食害され枯死し、被害面積は 104ha に及んだ。本害虫による被害は大台ヶ原で記録があり、本害虫の大発生は 8 年周期で繰り返されるであろうことが報告されている。富士山麓でも再び大発生する可能性があり、本害虫発生数のモニタリングを行っている。成虫のモニタリングは羽化トラップを設置し、夏に地面から発生する成虫を捕獲しカウントした。幼虫はシラビソを伐倒し、枝を各伐倒木から採取し、そこに付いている頭数をカウントした。その結果、調査を開始した 2003 年から 2004 年は減少傾向、2005 年～2009 年は頭数が一定して少なかった。しかし、その後個体数は増加に転じ、特に 2011 年～2012 年は増加が著しかった。今後大発生が懸念される。

## C16 オオゴキブリ穿孔材の特性について

伊藤広記・大澤直哉

京大院農森林生態

オオゴキブリ (*Panesthia angustipennis spadica*) は大型の食材性ゴキブリで、本州北部から九州まで広く分布し、針葉樹及び広葉樹の朽木に穿孔することが知られている(朝比奈 1991)。しかし、野外における本種の生態に関しては不明な点が多く、生息環境を詳しく調べた例はほとんどない。特に生息場所兼食物である朽木の性質は明らかにされていない。演者らは、オオゴキブリが利用する朽木の性質を明らかにするため、京都市左京区の吉田山を調査地とし、2011 年 5 月から 2012 年 12 月、林床の朽木 (N=65) について、オオゴキブリ生息の有無、直径と長さ、樹種(針葉樹/広葉樹)、木材腐朽菌の種類(白色/褐色)、腐朽度を記録した。オオゴキブリが生息していた割合は、褐色腐朽が見られた朽木が白色腐朽が見られたものに比べ有意に高く、直径が大きい朽木が小さいものに比べ有意に高いことが示された。しかし、朽木の樹種、木材腐朽菌、腐朽度について、いずれの区分に属する朽木にもオオゴキブリの生息が確認され、本種が利用する朽木の種類や腐朽段階はかなり幅広いものと推測された。

## C15 シイタケ栽培地周辺の森林に生息するキノコバエ類の群集構造

末吉昌宏

森林総合研究所九州支所

食用きのこ栽培地域の環境が森林性キノコバエ類群集の多様性、特に、シイタケ害虫となるキノコバエ類の動態に及ぼす影響を明らかにするため、森林内のキノコバエ類群集を調査した。大分県日田市に 20ヶ所(シイタケ菌床施設 3、人工林 6、天然林 6、シイタケほだ場 5)の調査地を設定した。2012 年 2 月から 6 月までの間および 9 月から 11 月までの間にそれぞれ月に 1 回ずつ計 8 回、各調査地内に設置した 10m 四方のコドラート 1 か所で 30 分間、その周囲の同林分内で 30 分間、捕虫網によるキノコバエ類の採集を行った。調査地間のキノコバエ類群集の組成の違いを明らかにするため、各調査地で得られた属数を比較し、属を単位として主成分分析を行った。その結果、菌床施設で発生しているキノコバエ類の属数は野外のそれらより明らかに少ないこと、天然林・人工林・ホダ場の間で属数が大きく異なることが分かった。また、菌床施設で発生しているキノコバエ類群集は野外のそれらとは大きく異なっていること、天然林と人工林の間では一部重複しながら、異なる群集が形成されていることが分かった。

## C17 コルリクワガタ種群 2 種間の強い排他的分布と推定される生殖的形質置換

久保田耕平<sup>1</sup>・久保田典子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>横浜市

本州・四国・九州の冷温帯広葉樹林に分布するコルリクワガタ種群には、大局的にみて側所的な 4 種が存在する。しかしながら、分布域が山岳地帯であるため、分布境界の詳細な状況を把握することは困難である。この種群に属するトウカイコルリクワガタとニシコルリクワガタは福井・滋賀県境の山岳地帯に分布境界をもつ。境界付近を詳細に調査したところ、飛翔できる昆虫であるにもかかわらず、2 種の分布は連続した広葉樹林内の 300m ほどの距離で完全に入れ替わり、その間の限られたエリアでのみ 2 種が混棲していた。形態から種間雑種と推定できる個体は見られなかった。また、境界付近では 2 種の体長差が大きくなり、トウカイコルリクワガタがより大型に、ニシコルリクワガタがより小型になっていた。2 種のミトコンドリア遺伝子を解析したところ、種間には塩基配列に大きな相違があり、境界付近でも浸透性交雑は認められなかった。2 種を交配させたところ、種間交尾は頻繁に生じ、種間雑種の幼虫が得られた。これらの結果から、2 種の極めて強い排他的分布には、生殖干渉が関与しており、分布境界付近の体長分化は生殖的形質置換である可能性が示唆された。

## C18 奥多摩演習林における糞粒法の精度向上に向けたニホンジカ糞消失要因の解明

重富翔太<sup>1</sup>・大久保佑馬<sup>1</sup>・新井一司<sup>3</sup>・菅原 泉<sup>2</sup>・上原 巖<sup>2</sup>・佐藤 明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学地域環境科学部・<sup>2</sup>東京農業大学・<sup>3</sup>東京都農林総合研究センター緑化森林科

近年、東京都をはじめ全国各地でニホンジカ (*Cervus nippon*、以下シカ) による農林業被害等が頻発している。シカによる被害が深刻な地域では、採食行為により森林の裸地化が進み土壌の流亡が生じる。そのため健全な森林を維持し土壌表土侵食を防止するためには、シカの生息密度を調査し、適切な処置を行う必要がある。本研究ではライトセンサス法を用いて調査を行い、シカの生息密度及び過去のデータと比較した生息密度の変化を解析した。2012年5月から同年12月まで、奥多摩演習林及びその付近の林道において毎月連続して3日間、計15回ライトセンサス法によりシカの個体数をカウントした。調査時は車で調査ルートを時速5km以下で走行し、後部座席の2名の調査員は携帯用スポットライトを用い車両の両側をそれぞれ照らしシカを探した。調査は日没後2時間以内に行った。今回発見されたシカの発見頭数は2011年に行った同様の調査の結果から比較すると大幅に減少していた。今年の調査では、2011年の発見頭数を上まわる月は11月のみであり、他はどの月も下回っていた。

## C20 分子生態学的手法とGIS技術を用いた京都府北部ツキノワグマの生態調査

田村恵子<sup>1</sup>・田中和博<sup>1</sup>・高坂友和<sup>2</sup>・池谷 博<sup>2</sup>・北山雅彦<sup>3</sup>・牛田一成<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>京都府立医科大学大学院医学研究科・<sup>3</sup>京都工芸繊維大学遺伝資源キュレーターセンター

**【目的】** 痕跡観察と分子生態学的手法、法医学的手法、GIS技術を組み合わせ、京都府下におけるツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) の生態を解析し、今後の管理に役立てる。

**【方法】** 京都府綾部市の山塊を調査地として糞便や体毛を採取し、捕獲個体の試料と合わせDNA解析を行い、得られた情報をGIS(ArcGIS 10)によって地図上に視覚化した。植生のGIS解析、糞分析、糞便より回収した種子のDNA解析や、捕獲個体の血漿からRNAを抽出しパイロシーケンスも行った。

**【結果】** 由良川周辺の個体は12系統に分類され、うち2つの系統に属する個体がそれぞれ全個体数の約3割を占め、他は全てこの2系統から派生していた。この2系統は由良川を境界とする傾向がみられたが、雄は境界を越えて相互に侵出していた。糞分析から、この地域では液果や昆虫への依存が明らかとなった。血漿からはアクネ菌 (*Propionibacterium acnes*) の転写制御タンパク質等の配列、アルファレトロウイルスのポリメラーゼ等が検出された。これらの配列の由来は現状で不明だが、獣医公衆衛生的な管理の対象となる可能性も示唆された。

## C19 四国南西部における落葉広葉樹天然林のニホンジカ摂食剥皮害による衰退

奥村栄朗<sup>1</sup>・酒井 敦<sup>1</sup>・奥田史郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所

四国の森林は人工林率が高く、原生状態に近い天然林は僅かしか残存しない。この中で三本杭(1226m)周辺にはブナ林を含む落葉広葉樹天然林が約800ha残され、四国南西部での重要な保全対象である。ここで近年ニホンジカの増加による森林被害が問題となってきたため、2006年から摂食剥皮害の状況を継続調査してきた。

山頂周辺に調査プロットを6ヶ所(計0.62ha)設定し、毎年全生立木(DBH $\geq$ 3cm)について樹種、胸高直径、摂食剥皮痕及び枯死木の発生状況を記録した。

調査開始時、林床植生はほぼ消滅しており、不嗜好樹種以外はずでに高頻度で被害を受けていて、全調査木(1809本)の32%、最優占種コハウチワカエデの55%、リョウブなどの嗜好性樹種では95%以上に被害痕があった。新規被害は大部分が夏季に発生し、嗜好性樹種では同じ立木が繰り返し加害されていた。全期間・樹種合計での枯死率は10%を超え、枯死木の3分の2、嗜好性樹種ではほぼ総てが被害木であった。

以上から、この落葉広葉樹天然林のシカによる衰退の実態が明らかとなった。なお、この研究の一部は四国森林管理局の調査事業委託により行った。

## C21 作業道開設に伴うスギ林内の野ネズミの動態変化

小島裕貴

東京農業大学

本研究では作業道開設に伴ったスギ林内の野ネズミの行動範囲の変化を観察するために、シャーマントラップを用いて野ネズミを捕獲し、指切り法により個体番号をつけ捕獲地点にて放獣することで、各個体の行動範囲を調べた。解析は5~6月を春季、7~9月を夏季、10~11月を秋季、12月を冬季として行った。調査地は10年ほど前に間伐区が設定され、そこを横切るように1年前に作業道が開設された。1個体当たりの行動範囲は夏季に比べると秋季の方が広がっており、夏季以外の季節において作業道の横断が確認された。すなわち、夏季は間伐区とそこにある作業道の周辺には多様な植生が繁茂しており、それに伴い主食となる昆虫類や根茎が存在しているため、それらの周辺を生息圏としていたと考えられる。秋季になると、これらの区域の餌資源が枯渇し始めるのと共に、主食がミズナラ等の堅果類へと移行していくと考えられ、餌資源を求めて生息圏を拡げるなかで作業道を横断するという行動をとったものと思われる。野ネズミの行動範囲は、餌の散在位置とそれが存在している期間が関係していると思われ、餌資源の季節的な変化によって変化していくものと考えられる。

## C22 千葉県海岸砂地と内陸畑土でのマツノザイセンチュウ接種試験による生存率の関係

福原一成<sup>1</sup>・米道 学<sup>2</sup>・遠藤 良太<sup>1</sup>・軽込 勉<sup>3</sup>・里見重成<sup>3</sup>・塚越剛史<sup>3</sup>・山田利博<sup>3</sup>

<sup>1</sup>千葉県農林総合研究センター森林研究所・<sup>2</sup>東京大学演習林・<sup>3</sup>東京大学千葉演習林

【目的】従来、マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ家系の抵抗性の評価は内陸畑土で実施されていたが、クロマツ苗木のほとんどが植栽される海岸砂地での抵抗性については明らかとなっていない。そこで、海岸砂地と内陸畑土においてマツノザイセンチュウの接種試験を行い、植栽地の違いが生存率に及ぼす影響を調査した。【方法】2009年～2012年の4年間、千葉県内の海岸砂地、内陸畑土、各3か所に抵抗性6家系の2～3年生苗(1家系10～40本)を、毎年春に単木混交で植栽し試験した。7月下旬にマツノザイセンチュウ(Ka-4)を1本当たり3,000～10,000頭接種し、11月に枯損状況(生存率)を調査した。【結果】4年間の平均生存率は、すべての家系で海岸砂地が内陸畑土より低く、家系ごとの平均生存率を全体で平均すると、海岸砂地が23%、内陸畑土が51%であった。また、6家系の海岸砂地の平均生存率と内陸畑土の平均生存率の相関係数は0.92(P=0.0089)と極めて高かった。以上のことから、内陸畑土での接種試験では、海岸砂地より苗木の生存率が高くなるものの、そこでの抵抗性評価は海岸砂地にも反映できる可能性が示された。

## C24 千葉市の実生スギにおける暗色枝枯病の発生

幸由利香<sup>1</sup>・福島成樹<sup>1</sup>・恵 貴子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>千葉県農林総合研究センター森林研究所・<sup>2</sup>千葉県北部林業事務所印旛支所

【目的】近年、千葉県では若齢の実生スギに溝腐型の被害が発生している。この原因を明らかにするため、千葉市において被害林の調査を行った。【方法】千葉市の実生スギ林(7～17年生)6箇所で20m×20mの調査区を設定し、目視による本数被害率を約50本ずつ調査した。また、被害木から玉切った円板を用い、菌の分離及び病気の発生推移を調べた。菌の分離は、変色部位、溝付近から採取した木片をアンチホルミンで殺菌後、PDA培地で培養した。病気の発生推移は、発病した痕跡(病斑の巻き込み跡、形成層壊死跡)がある年輪の形成時期を調べ、年毎に集計した。【結果】被害木は、幹に枯枝を伴う溝状の窪みが形成され、割材すると材の変色が認められた。全ての調査地において *Macrophoma* 属菌が高い割合(32～96%)で検出されたことから、暗色枝枯病による被害と推測された。調査地6箇所における本数被害率は31～70%であった。病気の発生推移と千葉市の年間降水量との間に相関は認められず、極端に病気の発生が増加した年は見られなかった。本病は干害等の気象要因による突発的発生と恒常的発生が考えられるが、今回の被害は全ての調査地で恒常的に発生していたと推測された。

## C23 マツノザイセンチュウの接種部位が病兆進展に及ぼす影響

田中一二三<sup>1</sup>・玉泉幸一郎<sup>2</sup>・保坂武宣<sup>2</sup>

<sup>1</sup>海の中道海浜公園管理事務所・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院

マツの小集団枯れにおいて、根系癒合を経由したマツ材線虫病への感染があることを明らかにした。そこで、本研究においては、根系感染と地上感染との病徴進展の違いを明らかにすることを目的とした。24本の供試木を地上接種、地下接種、対照の3グループに分け、各グループ4本について幹の肥大成長をモニターした。7月25日にKa-4系統のマツノザイセンチュウを1本あたり3万頭接種した。接種は6mと地際に行った。接種後は1週間に1回、樹脂浸出を観察した。9月26日に伐採して幹の含水率とマツノザイセンチュウの分布を調べた。肥大成長は、地上接種木において成長停止が早く発生した。樹脂浸出は地上接種木が早く停止した。幹含水率は地上接種木が地下接種木よりも有意に低かった。マツノザイセンチュウの分布は、地上接種木は接種部で多く、地下接種木は接種部位で少なく、梢端部で多くなった。以上の結果は、地上接種木が地下接種木よりも早期に病状進展が起こったことを示しており、地下接種木では接種部位でのマツノザイセンチュウの増殖が遅く、また、梢端まで移動した後には増殖することが、病徴進展を遅くしていると考えられた。

## C25 樹木の組織構造が *Raffaelea quercivora* 菌糸の伸展に与える影響

鳥居正人・松田陽介・伊藤進一郎

三重大学大学院生物資源学研究所

【目的】ブナ科樹木の萎凋病菌 *Raffaelea quercivora* の材内における菌糸伸展は、樹種間で差異があると示唆された。その差異には、樹種間における組織構造の違いが関与すると考えられてきた。そこで本研究では、辺材部の組織構造が *R. quercivora* 菌糸の伸展に与える影響を明らかにすることを目的とした。【方法】ミズナラ、コナラ、アラカシ、スタジイの各苗木から、 $\gamma$ 線で滅菌した材片を作成した。その後、各材片の一か所に本菌の接種を行い、横断面において接種点から接線方向に最も遠い位置で観察された菌糸までを、菌糸の伸展距離として測定した。さらに、道管、放射組織、壁孔の大きさと密度の計測を行った。【結果】ほとんどの材片において、菌糸は放射組織周辺を接線方向に伸長し、道管や木繊維内においても観察された。樹種間における菌糸の伸展距離には有意差は認められなかった。道管、放射組織、壁孔の大きさと密度の測定結果も合わせて、組織構造が菌糸の伸展に与える影響を考察する。

## C26 小笠原諸島における南根腐病の発生状況および宿主植物

佐橋憲生<sup>1</sup>・秋庭満輝<sup>1</sup>・太田祐子<sup>1</sup>・升屋勇人<sup>1</sup>・服部 力<sup>2</sup>・向哲嗣<sup>3</sup>・島田律子<sup>3</sup>・小野 剛<sup>4</sup>・佐藤豊三<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>3</sup>東京都環境局自然環境部・<sup>4</sup>東京都農林総合研究センター生産環境科・<sup>5</sup>農業生物資源研究所遺伝資源センター

南根腐病は東南アジア、オセアニア、アフリカなど、熱帯地方に広く分布する病害で、*Phellinus noxius* (Corner) G. Cunn. をその病原とする。本菌は極めて多犯性であり、罹病した樹木は成育が劣るとともに葉の変色や落葉が起こり、やがて枯死する。わが国においては1988年に、沖縄県石垣島においてその発生が報告されて以来、宮古島、西表島、沖縄本島、奄美群島など南西諸島の多くの島々で、様々な樹木に発生が確認されている。演者らは、2012年に小笠原諸島において、本病の発生状況、宿主植物等について調査を行った。その結果、父島25、母島20、兄島1の合計46地点において本病を確認することができた。確認できた宿主植物は26科33種で、そのうち13種が小笠原固有種であった。また、20種が新宿主（世界初記録）として確認されたほか、4種が国内初記録であった。小笠原はわが国を代表する海洋島であり、独自に進化した固有植物も多い。また、さらに被害が拡大することが懸念されるため、その発生動向に十分に注意を払うとともに、発生環境等について詳細な研究を行う必要がある。

## C28 *Phyllosticta minima* によるハナノキ褐色円斑病 (新称)

本橋慶一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学地域環境科学部・<sup>2</sup>三重大学生物学資源学部・<sup>3</sup>三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>4</sup>森林総合研究所

ハナノキはカエデ科の日本固有種で、愛知、岐阜および長野県の湧水湿地に自生している。分布域が極めて狭く、個体数も減少していることから環境省レッドリストでは、絶滅危惧Ⅱ類に指定されている。2005年5月から6月頃に、ハナノキの幼苗から成木のいずれのステージにおいても葉に褐色の円斑を呈し、個体を衰弱させ、幼苗においては枯死に至る病害が自生地および植栽地において集団で観察された。病斑は、はじめ黒点、後に褐色で円形、径約5mmに拡大し、健全部との境界は暗褐色から黒色で明瞭となった。病斑内部に黒点状の分生子殻を形成し、そこから単孢子分離菌株を得た。これを用いて接種試験を行ったところ、約1ヶ月後に病徴を再現し、病斑からは接種菌が分離され、病原性が確認された。続いて、本菌の種同定を行った結果、形態的特徴から北米にてやはりカエデ科植物に寄生する *Phyllosticta minima* (Berk. & M.A. Curtis) Underw. & Earle と同定した。本種は日本においては初記録であることから、本菌によるハナノキの病害を褐色円斑病 (英名: Leaf spot) とすることを提案する。

## C27 イチジク株枯病における *Ceratocystis* 属菌と養菌性イクイムシの連携

黒田慶子<sup>1</sup>・梶井千永<sup>1</sup>・森田剛成<sup>2</sup>・軸丸祥大<sup>2</sup>・山岡裕一<sup>3</sup>・梶村恒<sup>4</sup>

<sup>1</sup>神戸大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>広島県立総合技術研究所農業技術センター・<sup>3</sup>筑波大学生命環境系・<sup>4</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科

イチジク株枯病の病原菌 *Ceratocystis ficicola* は、土壌感染のほか穿孔性甲虫アイノキクイムシ *Euwallacea interjectus* によって媒介される可能性が指摘されている。本研究では、自然感染木内でのアイノキクイムシの挙動、病原菌の分布、宿主の反応について解剖学的検討を行い、株枯病における本種の関与について考察を行った。萎凋開始直後のイチジク個体の横断面を観察したところ、樹幹下部の木部が7割以上変色しており、水分通導阻害による水不足で萎凋し始めたものと推測された。木部の変色部には本甲虫の孔道と病原菌の分布が確認された。変色部から未変色部へと伸長中の孔道からは、本甲虫の雌成虫、菌糸、宿主細胞による二次代謝物質の生成・放出が観察された。これらの現象は *Raffaelea quercivora* によるナラ枯れの進展過程と同様であった。以上の結果から、本甲虫の孔道形成は病原菌の樹幹内分布と木部の変色を加速させ、株枯病の病徴進展を促進すると考えられた。

## D16 カーボンオフセットとしての J-VER 制度の有効性 —北秋田を事例として

福嶋 崇

亜細亜大学国際関係学部

【目的】本発表では、吸収源 CDM との比較を行いながらカーボンオフセットとしての J-VER 制度の有効性を明らかにすることを目的とする。

【結果】ルールが煩雑、採算性が低いなどの問題がある吸収源 CDM に対し、J-VER 制度（森林分野）では制度側による方法論の開発やバッファアプローチの適用によるクレジットの期限の撤廃など様々な点でルールの簡易化・改善がなされている。J-VER 制度は吸収源 CDM の教訓、特に問題点を踏まえて制度設計されており、関係アクターにとってより使いやすい制度となっていることが両者の比較から確認できた。一方、投資者の多くが J-VER クレジット購入の動機を CSR 目的としており、購入量は必ずしも大きくはない。さらに、クレジット需要は景気に左右されるため、現在クレジットは供給過剰気味であり、多くの関係者が市場整備の必要性を指摘していた。

【考察】現状ではカーボンオフセットは余裕があってこそ取り組みであり、J-VER 事業のみでビジネスをすることは不可能と述べる事業者が多く存在した。以上より、多くの関係者が指摘するように J-VER は「山のための制度」として捉えるのが適切であろう。

## D17 世界農業遺産 (GIAHS) と中山間地域におけるグリーンツーリズムの展開—石川県能登町を事例として

陳 碧霞・仲間勇栄

国連大学高等研究所

This study discusses opportunities for green tourism combined with the GIAHS program as a way of rural revitalization. The case in study is a typical green tourism project concerning an organization of farmers in the Noto Peninsula. The study conducted in-depth interviews with farm inn owners to investigate tourism development in the depopulated rural areas of Japan, examine its challenges, and present new opportunities of attracting foreign tourists when combined with the global program of GIAHS.

## D19 都市部への人口集中が木造住宅着工に与える影響：宮崎県を事例として

藤掛一郎

宮崎大学

将来の住宅着工数減少が予想される中、木材需要の今後を見通す上では住宅の木造率の推移がポイントの一つとなっている。発表者らは以前に都道府県レベルの変数を用いたパネルデータ回帰分析から将来の各県の木造率を予測したが、各県の木造率の推移は県内のより小さな地域レベルの人口動態に左右されることが考えられる。本研究は宮崎県を対象に宮崎市内とそれ以外に分けて既存住宅の木造率を調べるとともに、市内と市外別に将来の木造率を仮定した上で住宅着工数の将来予測を行うことで、全県の木造率の推移を検討した。既存住宅の木造率は市外では70%程度で安定していたが、市内では近年40%を切るまでに低下していた。この傾向が続くと仮定した上で住宅着工数の2030年までの将来予測を行うと、着工数の市内シェアが39%から45%へと上昇するとともに、全県の木造率は60%から53%へと下落するとの結果となり、地方県において都市部への人口集中が将来の木造率を下げる要因となることが示された。

## D18 屋久島の国有林内に存在した林業集落に関するフィールド研究

柴崎茂光<sup>1</sup>・池田 遼<sup>2</sup>・奥山洋一郎<sup>4</sup>・八巻一成<sup>3</sup>・枚田邦宏・西谷 大<sup>1</sup>

<sup>1</sup>国立歴史民俗博物館・<sup>2</sup>鹿児島大学農学部・<sup>3</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>4</sup>愛媛大学農学部

ヤクスギに代表される独特な景観や、暖温帯から冷温帯までの多様な植生が評価され、鹿児島県屋久島は1993年12月に世界自然遺産に登録された。近年は、「原生的な自然」を求めて、エコツーリストなどに代表される多くの観光客が山岳地域を訪れるようになる。屋久島の自然は「原生的」にみえるが、歴史を振り返ると、近世から屋根葺き材としてヤクスギの平木生産が開始されるなど人為的な影響が常に存在してきた。また、国有地の所有をめぐる下げ戻し訴訟が住民側の敗訴で確定してから本格的な国有林経営(大正10年代～)も開始され、山岳地域に森林軌道が建設された。そして、これらの森林軌道に沿って小杉谷・石塚地区、宮之浦・安房・栗生地区周辺にヤクスギや薪炭材搬出のための林業集落が形成された。永田地区については、薪炭材搬出のための森林軌道が敷設された。しかし小杉谷・石塚を除く林業集落については、産業・生活史について十分な記録が残されていないのが現状である。本報告では、過去に撮影された写真やフィールドでの記録をもとに、屋久島林業史における林業集落の位置づけを明らかにする。

## D20 住宅供給における情報の役割に関する研究：札幌市とつくば市の施工業者を対象にして

立花 敏<sup>1</sup>・宮本基枝<sup>2</sup>・青井秀樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学生命環境・<sup>2</sup>森林総合研究所

本報告では、住宅供給における情報の役割を把握すべく、札幌市とつくば市の施工業者に調査した結果を示す。対象施工業者は120社であり、iタウンページ電話帳掲載のつくば市の約250社、札幌市の2500社超から、各々40社、80社をランダム抽出した。対象には地場工務店から大手ハウスメーカーの営業所までを含み、工法(複数回答)では木造軸組構法が106社、木造枠組壁構法(2×4工法)が20社であり、プレハブ工法等は数社に過ぎなかった。施工期間(複数回答)としては89社が3~4カ月、30社が5~6カ月とし、2カ月以内と6~12カ月を各3社と6社が挙げた。広告や宣伝の方法(複数回答)には79社がインターネットを挙げ、住宅雑誌等への広告や住宅現場見学会も30数社が活用し、28社が住宅展示場とした。受注に結び付く媒体(複数回答)は前に立てた顧客の紹介(100社)であり、この他に住宅展示場や現場見学会を各20数社、インターネットを18社が挙げた。顧客に強調する特徴として多様な設計プランやデザイン(44社)、高耐熱やバリアフリー(19社)が多く、不具合箇所の説明やメンテナンス方法の説明は皆無であった。

## D21 県産材利用の現状と課題

窪江優美・関岡東生・宮林茂幸

東京農業大学

都道府県において産出される木材を地域毎に定められた制度によって認証する取り組みが盛んになりつつある。こうした認証制度は、産地・品質・合法性・安全性を一定水準で保証し、県産材という付加価値を有するブランド材とすることを目的とするものが多い。こうしたことから都道府県および認証団体を対象として県産材認証制度の現状と意識に関する調査を行った。その結果、認証制度の有無と活用・PR方法・県産材の今後についての現状が明らかになり、各都道府県とも制度の普及は一定の成果を挙げているという結果が得られた。県産材利用の取り組みは県内を中心に行われ、県外への拡大は活発ではない傾向にある。将来的に国産材の利用拡大や普及を考えた場合、県外への普及を促進しなければ、都道府県内での木材需給体制には限界が生じてくる。また、県産材や地域材は用語としても極めて多様に定義されており、県境を越えた展開を阻むものとなっている現状も明らかとなった。以上のことから、県産材および地域材の定義を明確にしていくことともに、県産材・地域材認証の連携を考慮した流通のあり方を検討することが課題である。

## D23 原木市場における檜皮剥皮木の評価(II) —剥皮木の価格分布と買方による評価—

坂野上なお<sup>1</sup>・山本博<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学・<sup>2</sup>東京大学

檜皮剥皮木が伐採されて木材市場に出荷された場合、丸太としていかなる評価を受けるのか、京都府の木材市場において検討した。同じ日同じ市に出荷された、特定の檜皮剥皮木林分のヒノキと、剥皮されていないその他のヒノキとの価格分布の違いを比較したところ、30センチを超える径級においては、むしろ他のヒノキ材より高価格を形成していた。またヒノキ材の購入者に、節の有無や曲りの有無といった材質の基本的な評価基準に加えて、「剥皮されていること」をどの程度マイナスに評価するか尋ねた。ブリッチや和室造作などの品目を生産する製材業者の場合、剥皮木で生じがちなヤニツボなどの欠点を回避するために購入を控える傾向が見られたが、30センチをこえる径級の買い手の中には、社寺仏閣や文化財建造物の修理用材を生産している製材業者がおり、丸太として特殊な需要の場合、剥皮木であることのマイナス評価は、あまり大きくないことがわかった。今回の事例では、剥皮されたヒノキとその他のヒノキとで径級分布が異なるため、丸太価格の形成に剥皮がどの程度に影響するか、十分な知見は得られなかった。より多くの事例を収集し検討を重ねる必要がある。

## D22 ヒノキ並材市場の動向：製材工場の実態調査から

梅田華衣

東京大学

1980年代以降、業界・学界の双方からスギ並材への関心が強まった。ヒノキも、役物としての高価格維持が困難となり、低材価の実態把握が急務である。本報告は、(1)スギ並材の生産戦略に関する学術的な議論(以下、並材論争)について論点を整理し、(2)ヒノキ製品市場の変遷と現状をスギとの違いに注目しながら定量的に把握する。これらより、(3)主にヒノキ角材を扱う大手3社と中堅1社の実態調査から工場毎の販売戦略に注目し、ヒノキ並材の市場動向とその位置づけを述べる。以下概括する。並材論争史は、外材との価格競争路線と外材との差別化による非価格競争路線との対抗であったが、いずれも戦略的な具体性を欠いた。差別化を志向したヒノキにおいても、役物需要の減退および集成材の参入が価格競争の時代をもたらす。スギとの価格差や県毎の供給量の変化から、ヒノキ並材化は1998年以降に加速したと考える。工業製品化の進むヒノキ並材は、a. KD角材を中心とした高性能化(B材原料製品の高性能化と、A材原料からの質的歩止りの確保)、b. 補完的なラミナ生産、c. 等級区分の明示による顧客対応へと展開をみせている。

## D24 森林組合林産班の生産構造と原木流通—愛知県東三河地域を事例として—

金山知広

京都大学

木材と言う商品の内訳は多様であり、国産材への需要を考えると、川上と川下の間でその暗黙に期待する所は異なる。例えば川上が建材としての需要を期待するとき、川下はパルプ・チップの供給源として川上に対応する、というような齟齬が間々見られる。こうした情勢を反映し、伐出された国産材の価格は近年とみに低落している。それはつまり、「役物」と呼ばれた高価格材の需要が激減し、パルプ・チップ材、小径材、柱角、そのような多様な需要の動向、ひいては材の流通経路を正しく掴めぬまま、出材量のみを拡大した事に原因の一端はある。そこで本稿では愛知県「東三河地域」森林組合の精算書と、その主な市場である「HOLZ三河」市日データを分析した。また、市日の材を商品区分別に分類し、精算書における施業地との比較分析を行った。その結果、「東三河地域」においては、市日と商品別分類双方で寡占が発生していた。また、造作材への需要が少数存在するが、大多数は瑕疵材と並材であり、平均価格とはこの二つのピークの平均である。こうした構造から、「東三河地域」の国産材市場では、材の平均価格よりも施業地の条件や性質を重視するべきだと考えられる。



## D25 国内事例調査を通じた地域未利用森林資源の活用方法の検討

浅田陽子・小川拓哉

三菱UFJリサーチ & コンサルティング

森林資源の活用を通じ森林整備を進めるため、森林・林業再生プラン（木材生産システムの高効率化、人材育成による木材産業の再生）、再生可能エネルギーの固定価格買取制度（バイオマス利用の普及・拡大）等の政策が展開されている。一方で、高知県で始まり全国に広がっている、小規模な木材生産の仕組みである「木の駅プロジェクト」等、地域に根差した森林ビジネスの動きもある。こうした中、本調査では地域の未利用森林資源を活用した事業実施による自立した持続可能な森林管理の実現のあり方について、国内事例調査を通じて検討した。

調査対象の各取組をバリューチェーン（原料調達、生産・加工、流通、販売）に沿って分析し、事業化における課題及び関係者（事業主体、協力事業者、行政、中間支援組織）の役割を整理した。調査を通じ、行政の役割として、技術開発等の準備段階への資金支援及び事業の普及拡大への取組実施が必要と示された。また、事業者間や市民との調整及び行政と連携し普及施策の実施の役割を果たす中間支援組織の必要性が示唆された。また、中間支援組織の役割を事業主体自身が担っており、この負担が取組の普及を妨げる原因と考えられた。

## D27 島根県における木質チップボイラー導入過程の問題

片岡寛嘉<sup>1</sup>・米 康充<sup>2</sup>・小池浩一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>島根大学大学院生物資源科学研究科・<sup>2</sup>島根大学生物資源科学部

近年、地球温暖化等の環境問題が深刻になっている。化石燃料に代わるエネルギーとして注目されている一つにバイオマスがある。その中でも、木質バイオマスはカーボンニュートラルといった特性を持っている。この特性は、光合成によって二酸化炭素を固定する植物は燃焼しても固定しただけの二酸化炭素量のみ空气中に放出されるため、大気中の二酸化炭素濃度は変わらないといった特性である。木質バイオマスはバイオエネルギーとして主にチップやバークの形で燃料として利用されている。島根県においても、これらの木質燃料を使用して熱供給を行うために木質チップボイラーがいくつか導入されている。しかし、木質チップボイラーの導入には燃料の安定供給の可否やインフラコストが大きいといった課題がある。こうした課題を各市町村の事例をもとに解決策を解明し、また現在のチップボイラー導入での問題点を抽出検証し、今後木質チップボイラーが普及していくための導入促進を行うための提案を聞き取り調査と文献調査から示すことを本研究の目的とする。

## D26 中国地方における広葉樹材需給の現状とポテンシャル

大津裕貴<sup>1</sup>・米 康充<sup>2</sup>・小池浩一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>島根大学大学院生物資源科学研究科・<sup>2</sup>島根大学生物資源科学部

広葉樹資源の活用が低迷し、ナラ枯れの激害化などの問題が生じている。活用が低迷したままだと、旧薪炭林が大木化して扱いにくくなっていく。今後の活用方法を検討するためにも現状を知る必要がある。しかし、広葉樹チップの地域単位での生産構造はあまり明らかにされていない。

そこで、本研究ではチップ納入業者とパルプ工場、製紙会社子会社への聞き取り調査から生産構造を明らかにすることを目的とした。調査対象地は、素材生産における広葉樹材の割合が高い中国地方とした。聞き取り内容は、年間チップ生産量や納入先、作業班の有無、今後の作業班の増加についてである。さらに、パルプ会社には現在の国産材チップへの認識を聞いた。

得られた回答から広葉樹チップのマトリックスを作成し流通構造の把握を行った。チップ納入業者では作業班を抱えている業者がすくないことが分かった。そのため、納入されるチップの多くは原木供給が不安定である。パルプ工場では、製品の品質を保つために国産チップにこだわる工場やすべてを輸入工場チップで賄う工場があった。チップ納入業者側の原木確保に不安があることから国産チップの需要が伸び悩んでいると考えられた。

## D28 自伐林家による林地残材の資源化～土佐の森方式・木の駅プロジェクトを事例に～

興沼克久<sup>1</sup>・大内 環<sup>2</sup>・垂水亜紀<sup>3</sup>・北原文章<sup>3</sup>

<sup>1</sup>筑波大学生命環境系・<sup>2</sup>筑波大学生物資源学類・<sup>3</sup>森林総合研究所四国支所

NPO 法人土佐の森・救援隊が考案した自伐林家による林地残材の資源化を導入又は導入検討中は全国で56箇所あり(2012年11月)、①大型機械でなく軽トラック・チェーンソー、軽架線(安価な集材用機械)等を用いた小規模な担い手を想定していること、②副業型または専業型自伐林家へのステップアップとして林地残材の収集運搬という比較的誰もが取り組みやすい方法を取っていること、③出荷者に対価の一部を地域通貨で支払い地域活性化を企図していることが特徴である。これまで研究例がほとんどない、土佐の森方式を導入した地域を対象に、全国アンケート調査(2012年、配布17地域、回収10地域)および聞き取り調査(2012年、3地域)を実施し、①既存の自伐林家が活躍し、新規の自伐林家の開拓にあまり結びついていないケース、②既存の自伐林家に加え、新たに自伐を開始し、副業・専業自伐林家へのステップアップがみられるケース、③自伐林家が少なく、都市住民の森林ボランティアを活用しているケースに分類し、自伐林業の普及、林地残材の有効活用、地域活性化の3つの観点から、全国展開する土佐の森方式の活動の現状と課題を明らかにした。

## D29 林地残材搬出に対する市民参加の可能性—島根県雲南市森林バイオマスエネルギー供給システムを例に—

佐伯和幸<sup>1</sup>・伊藤勝久<sup>2</sup>

<sup>1</sup>島根大学大学院生物資源科学研究所・<sup>2</sup>島根大学生物資源科学部

近年、環境問題、エネルギー問題への意識の高まりから、再生可能エネルギーに対する関心や期待が高まっている。このような中、島根県雲南市は、豊富に存在する森林を活かすことにより地域活性化を図ることとした。この取組みは、平成23年度からFS調査等を行い、平成24年度7月からスタートしたもので、本事業の特徴は、第一は市内の7つの企業・森林組合により設立された合同会社が残材の搬出からチップ化、運搬、チップボイラーの維持管理等を一体的に担っていく熱供給事業である。第二はその残材搬出の担い手の一つが、市民である点である。このような事業では、通常自伐林家が対象となるが、雲南市ではあえて市民を対象とし、市全体で盛り上げていこうとする狙いがある。しかし、現状は自伐林家による搬出がほとんどであり、市の思惑通りには至っていない。今後、この取組をより裾野を広げるものとするためには、作業の技術的問題や、森林整備に参加しやすい方策も必要となる。市民参加を進めるにあたり、これらの問題をどのようにクリアしながらより広範な市民を巻き込む事ができるのか検討していく。

## D31 ドイツにおける木材取引の大口化—アルゴイ地域の事例—

堀 靖人

森林総合研究所

グローバル化にともない、工場数を減らしながら一部工場が規模拡大することでドイツ製材業は、2000年代にかけて輸出産業化した。他方、原木供給側は依然として小規模、分散的な所有構造、間断的な生産構造のままである。需要構造の変化に見合った原木供給体制の確立がドイツ林業の重要な課題となっていた。大型製材工場への生産集中がさらに進んでおり、原木供給側は取引単位をさらに大口化する必要に迫られている。本報告では、バイエルン州アルゴイ地域において大量の原木を調達し、大口化して販売している協同組織の事例をもとに、原木供給側の組織化について分析した。バイエルン州では他州のように州森林官が私有林の木材販売に関与しないため、当地域では原木取引の大口化のため森林所有者の組織化する意義があった。また、協同組織が協同で投資して売り先を失っていた大径材用のラインを既存工場に設置することで売り先を開拓した事例がみられた。このように販売過程において規模のメリットを生かすことが森林所有者の協同化の重点となっていると考えられる。団地化や施業集約化といった生産過程での協同化に重点をおきがちな日本の場合とは対照的である。

## D30 二国間オフセット・クレジット制度のためのREDD プラス実施ガイドラインの提案

松本光朗<sup>1</sup>・塚田直子<sup>1</sup>・江原 誠<sup>2</sup>・平塚基志<sup>3</sup>・浅田陽子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>九州大学大学院比較社会文化学府/森林総合研究所・<sup>3</sup>三菱UFJリサーチ&コンサルティング

日本政府は、京都議定書第2約束期間には参加しないが、地球温暖化対策を引き続き推進し、対策の一つとして二国間オフセット・クレジット制度(JCM/BOCM)を導入することを表明している。そこにREDDプラス(途上国における森林減少・劣化に起因する温室効果ガス排出削減策)を組み入れるためには、排出削減量・吸収量算定のための方法論の開発が求められるが、REDDプラスはCDMには無い全く新たな活動であり、他の排出削減分野と比較し方法論の開発が遅れている。そこで、JCM/BOCMでの利用を想定し、REDDプラス活動による排出削減量・吸収量算定のための方法論を開発する上でベースとなる共通の指針(ガイドライン)を開発した。まず、UNFCCCでの議論や関連する枠組みとしてCDMやVCSを精査し、経済産業省及び環境省で進められている実現可能性調査事業(FS事業)の成果から、論点と対処方法を整理した。さらに、FS事業者や関係機関、専門家が参加するワークショップを開催し、実現可能性を含めた議論をふまえて指針を取りまとめた。これを、JCM/BOCMのためのREDDプラス実施ガイドラインとして提案する。

## D32 アメリカ・メイン州における素材生産事業体認証制度の展開

薛 佳<sup>1</sup>・大地俊介<sup>2</sup>・藤掛一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宮崎大学農学工学総合研究科・<sup>2</sup>宮崎大学農学部

1990年代、森林の持続的な経営が重視され始め、森林認証制度の普及が見られた。そのような中、米国メイン州の素材生産業界は自ら環境配慮等を盛り込んだ作業ルールを作成し、世界初の素材生産事業体を対象とする第三者認証制度(Maine Master Logger Certification)を1999年に立ち上げた。その後、十数年の発展の間、当制度はメイン州素材生産事業体全体のレベルを向上させる役割を果たすとともに、全米約30州で同様の認証制度の発足を果たした。本研究は当制度の創設に携わってきた人物、素材生産事業体及び当制度を運営している組織に調査をし、この取り組みの展開を明らかにした上で、その発展を支える要因を考察することを目的とした。結論として以下の考察を得た。①取り組みの原動力は現場技術に明るい素材生産業界主導で事業体を評価する仕組みを作りたという考えであった。②社会における環境保全への関心の高まりの中で、認証材への需要ができたことは認証制度の普及を助けた。③当制度は森林認証を取得していない小規模私有林等において、素材生産の環境配慮について森林認証制度の代わりに果たしている面がある。

### D33 先進国における私有林の伐採活動制御の政策展開と課題

重松 彰<sup>1</sup>・佐藤宣子<sup>2</sup>・溝上展也<sup>2</sup>

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

先進国では、増大する私有林蓄積の持続的な利用を推進しうる政策展開が求められている(1)。本報告では、木材生産条件の良好なノルウェー王国東部を事例として、二次資料の整理と聞き取り調査を元に、再造林放棄防止に向けた政策展開と課題を整理した。その結果、木材価格の下落と林業助成の減少(2)がみられた2000年代前半に再造林実行率は低下したが、2000年代後半以降は再造林実施率が上昇した。2000年代後半以降に再造林率が増加した背景を整理したところ、気候変動対策として林業助成の強化(3)、伐採届出の基準厳格化(3)、県が市町村および森林所有者組合と連携して更新監理を強化する動向が存在した。近年、近隣国からの素材生産業者の参入が増えており、伐採状況の継続した監視が課題である。【参考文献】(1) Kauppi PE et al. PNAS 103: 17574-9; (2) 佐藤宣子「第5章 ノルウェー」白石則彦編著『世界の林業—欧州諸国の私有林経営』日本林業調査会、181~221頁、2010年; (3) Shigematsu A, Sato N. Land Use Policy 31: 249-58.

### D35 木材価格下落時における素材生産事業体の経営戦略～宮崎県を事例に～

尾分達也<sup>1</sup>・佐藤宣子<sup>2</sup>・川崎章恵<sup>2</sup>

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

2012年初頭から夏にかけて全国で木材価格が暴落した。その深刻さは木材専門雑誌等で既に指摘され、素材生産事業体の経営環境の悪化も予想されている。しかし価格下落の原因に関する研究はあるものの、価格下落が素材生産構造に及ぼした影響の実態を具体的に検証した研究はない。そこで本報告では、価格下落の影響が大きかった宮崎県を事例に、行政資料の収集と規模の異なる素材生産事業体への対面調査によって、価格下落が素材生産事業体の経営に及ぼした影響を明らかにする。同時に近年、素材生産構造の変化として指摘されている、高性能林業機械導入の増加および新規事業体の増加の実態を把握し、それらが素材生産業界に与えた構造変化についても考察する。具体的には各事業体の経営概況を明らかにした上で、①2012年の価格下落の影響の大きさ、②コスト削減の方法と限界、③行政指導による生産調整時の経営対応について分析し、価格下落の影響と素材生産事業体の経営戦略について分析した。直送取引の有無によって経営への影響が異なること、合板メーカーの原木受入制限が素材生産業者に施業を素材生産以外のものへ変更を余儀なくさせたこと等が明らかになった。

### D34 宮崎県における苗木生産業の穂木調達の実態

大地俊介<sup>1</sup>・藤掛一郎<sup>1</sup>・宮田裕之<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宮崎大学農学部・<sup>2</sup>公益財団法人森林ネットおおい

スギ苗木生産を挿木でおこなう九州では、近年、スギ育苗の普及が課題とされているが、品種を決定する穂木の流通実態は明らかにされていない。本研究では宮崎市田野町を事例に、苗木生産業者による穂木調達の実態を調査した。調査は2011年秋に苗木生産業者10者に対して実施し、約240万本分の穂木調達経路を分析した。その結果、次のことが明らかになった。穂木の大半は在来品種(オビスギ)であり、かつ田野町周辺の新植造林地や自家採穂園から採取されていた。また、穂木調達の形態は、穂木生産業者との関係におうじて購入型、作業委託型、自己調達型に分類され、拡大造林期には購入型を基幹としていたが、現在は作業委託型を基幹としながら自己調達型の導入が部分的に進められている段階であった。そして、このような穂木流通機構の変化からは、苗木生産業者が得苗率を向上させるために穂木調達を徐々に内製化させ、穂木の品種・品質管理への関与を強めてきたことを読みとることができた。

### D36 戦後の拡大造林地における中小規模森林所有者の経営マインドの変化と現状

沖土居尚美

鹿児島大学大学院農学研究科

本研究は大分県佐伯地域を事例として、家族経営的林業の現状を捉え、中小規模森林所有者(保有山林面積50ha以下)による林業経営の存続条件および今後の展望を捉えるために、中小規模森林所有者の人工林経営に対する意欲(経営マインド)の変化と現状を整理することを目的としている。調査方法は、佐伯広域森林組合の組合員に対する人工林の経営についてアンケート調査・分析および、その結果をもとに選定された中小規模森林所有者へ林業生産・家計収入に関する対面調査である。調査の結果、家計収入に占める林業収入の割合が高いほど経営マインドも高くなることがわかった。また、農林複合経営(椎茸と米、米と間伐など)や自伐林家(椎茸と間伐)の存在が確認され、現在でも家族経営的林業が成立していることがわかった。彼らは木材生産と特用林産物あるいは農産物生産の双方の生産期間を調整しながら経営を行っている。したがって、林業経営の存続には生産期間が調整可能な農林生産物の存在と双方の生産バランスが重要である。さらに、自伐林家の中には近年、自家労働力で主伐を行っている者が見られ、自営による主伐込みの林業経営が可能であるということが示された。

### D37 小規模私有林の相続実態に関する研究～熊本県天草地域を事例にして～

佐藤宣子<sup>1</sup>・山田茂樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所

私有林において相続を機に、不在村所有や境界不明森林が増加するなど、森林管理水準が低下することが懸念されている。林地相続の実態を的確に把握し、必要な施策を講じることが求められている。林地相続にあたっては地域の相続慣行、所有規模、資源構成、木材の市場および労働市場の条件などによって地域的な差異があることが指摘されているものの、近年、実証的な研究はほとんどみられない。本研究では熊本県天草地域を事例として、小規模零細私有林地域の相続実態を森林組合資料および森林所有者23人への対面調査を基に考察した。天草地域森林組合は最高20年の長期施業受託を推進し(2012年1月現在1,869名)、施業受託契約を機に、相続予定者の把握と次世代までの委託契約を継続するための「包括承継予定報告書」の提出を推進している。23名の調査者については21名が長期施業受託契約を森林組合と結んでいるが、相続予定については同居後継者の有無、現所有者の相続履歴、農林業就業状況によって違いがみられた。子弟が都市在住の場合、分割相続が予定されている場合が多く、不在村化と同時に林地の細分化が進行していることが示唆された。

### D39 市町村森林整備計画の変更と問題点—准フォレスター研修を通して—

枚田邦宏

鹿児島大学農学部

森林・林業再生プランでは、成熟した森林資源から木材を安定的に供給するために、森林法の中の森林計画制度は大幅に変わり、森林施業計画から森林経営計画に変更し、市町村森林整備計画(以下、整備計画と略す)の内容を拡充し、市町村の森林・林業生産のマスタープランとして利用できるようになった。変更以前の整備計画は各市町村に専門知識を有する林業専門職が配置されていなかったため、実質的な計画とはならず、地域森林計画を市町村にあてはめ、都道府県の作った雛形に基づいて数値のみが異なる整備計画書であったが、この変更に伴い2011年度に整備計画の一斉変更が行われた。また整備計画の策定と実行を監視するために、林業普及制度の中に市町村を支援する人材である「日本型フォレスター」を実質的に認定するしくみを作ることとなり、この変更に対処する准フォレスター研修が全国7ブロックで実施され、整備計画の策定について説明が行われた。本研究では、整備計画の変更内容をフォローした後、2012年度に実施された准フォレスター研修で利用された変更後の整備計画のいくつかを事例にして、変更後の整備計画の問題点を指摘する。

### D38 森林所有者の人工林伐採と再造林に関する意向分析

岡 裕泰

森林総合研究所

森林所有者の将来の人工林伐採と再造林に関する意向調査を行い、その結果を分析した。調査は岩手県の東磐井、葛巻、秋田県仙北東、福島県東白川、和歌山県那賀広域、かつらぎ町、和歌山、高野町、熊本県菊池、宮崎県南那珂の各森林組合員を対象に、調査票を用いた郵送法で、2007年～2011年度まで5年間に行った。有効回答のうち、20年以内に主伐したい面積率の平均値は和歌山の21%から葛巻、南那珂の45%前後まで、40年以内では49%～77%まで差が見られた。カラマツが面積第1位の所有者では20年以内の伐採が平均52%、40年以内が82%と高かった。主伐後に再造林するつもりの方の率の地域別平均は38%～69%だった。世帯の年所得水準別では200万円未満層で20年以内の伐採が40%に対して、800万円以上層では30%以下であり、再造林するつもりの方の率は200万円未満層で44%に対して、800万円以上層では60%と、低所得者の方が早く伐採して、再造林率が低い傾向がみられた。年代別に61歳以上層では永久に皆伐しない面積が平均17%だったのに対し、50歳以下では26%と、若い所有者に皆伐しない考えがやや多かった。

### D40 大学における森林技術者教育の課題

奥山洋一郎・林 和男・本藤幹雄

愛媛大学農学部

森林管理を担う技術者教育については、林野庁が「人材育成マスタープラン」を策定する等、社会的な関心が高まっている。愛媛大学は平成23年度から大学院森林環境管理特別コースを設置して、森林環境管理高度技術者養成を目標として、修士課程と社会人リカレントコースを開講している。開講科目毎の満足度評価であるが、10人以上回答があった科目で「強い肯定」が60%以上示された科目は「精密森林管理論」「木材加工論実習」「森林ビジネス論」であった。個別科目の内容への評価を見ると、教材の充実度や教員の説明の仕方により満足度が変化することがわかった。教材作成や説明方法についてだが、森林・林業管理技術者教育の受講者は、既に一定の社会人経験を得た者も多く、実務との関わりも考慮しながらの等に工夫が必要である。このため、コース科目では実務者を講師に起用するなどしているが、一方で評価結果を見ると、大学教員以外の実務者が担当した科目の満足度が全て高いわけではなく、学外の人材に依存することだけで解決はできない。技術者教育の教授方法について、さらなる事例の蓄積と開発が必要である。

#### D41 林業作業員の実態—作業員の仕事に対する考え方を中心に—

小菅良豪<sup>1</sup>・伊藤勝久<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学大学院連合農学研究所・<sup>2</sup>鳥根大学生物資源科学部

林業の長期間にわたる低迷は、林業作業員に大きな影響を与えている。また林業作業員は、2012年に本格的に始まった森林・林業再生プランなど行政の施策からも大きな影響を受けている。広島県A森林組合の造林班作業員は、事業単価の低下により、年取が前年度に比べ50万円減少した者もいる。山村地域での貴重な就業先である林業作の雇用を守るためにも、林業作業員の実態を明らかにする必要がある。

本報告では、林業作業員が、どのような意識・将来展望を持ちながら仕事をしているかについて、作業班長にインタビュー調査を行った。調査方法は、中国地方の4つの森林組合（鳥根・鳥取・広島）の約10人の作業班長へのインタビュー調査を行う。インタビュー調査の内容は仕事観、施業方法、生活、仕事道具等についてである。

また現在の作業員向けの研修制度について、県森連等の関係部署へのインタビュー調査を実施する。調査結果をもとに、緑の雇用等で行っている研修制度で描かれている林業作業員像と、現場の作業員の意識の異同について整理する。林業作業員の実態を明らかにすることで制度の課題を指摘し、より良い労働環境の構築について考察する。

#### D43 2010年農林業センサスからみる林業サービス事業体の動向

川崎章恵<sup>1</sup>・興沼克久<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>筑波大学生命環境系

本研究では、2010年農林業センサスの組み換え集計を元に2005年農林業センサスとの比較も交えて、林業サービス事業体の動向を明らかにする。2010年の林業サービス事業体6,802経営体のうち約7割は非法人で、株式会社が16%と次に多い。2005年から経営体総数はほぼ横ばいだが法人は約2割減少し、一方で法人の個人経営体が約2割増加した。

2010年の受託実績をみると、林業サービス事業体の46%が下刈りなど、50%が切捨間伐といった育林作業に従事し、主伐など素材生産の受託は2~3割と低い。2005年から植林・主伐を実施する経営体が2~3割と減少し、素材生産のない事業体が4割から5割へと増加した。

地域別には、東日本に会社や森林組合の比率が高く、受託料金収入の多い事業体が多い地域も多くみられる。雇用労働者のある経営体の比率が高く、常雇労働者の人数が多い経営体が多くみられ1経営体の経営規模が大きいと伺える。一方、西日本では、個人経営体の比率が高く、受託料金収入も低い事業体が多い地域が多い。雇用労働者のない経営体も多く、経営体の規模が比較的零細であるとみられる。

#### D42 複数の林業賃金統計における差異の比較

田村和也

森林総合研究所

林業賃金は労働条件の根本であり、また林業活動のコスト要因として推計等に用いられるが、その統計調査は過去に複数行われてきた。そこで、厚生労働省統計（～2004年）・全国農業会議所調査・森林組合統計（1990年～、ただし試算値として賃金階層中央値×組合数による平均値を用いた）について、80年代以降の都道府県別伐出賃金・造林賃金を比較して統計調査間の差異を確認し、併せて賃金の推移と地域差を分析した。伐出賃金の全国平均は各調査とも類似しているが、90年代後半から厚労省統計を他の2調査が上回り、また県別には調査間で3千円程度の相違も見られた。造林賃金の全国平均は、森林組合統計が農業会議所調査を若干上回る程度で類似していた。伐出・造林賃金の推移は、各調査とも90年代後半～2000年頃がピークで、以降は停滞ないし低下の県が多い。賃金の地域差は、各調査とも縮小傾向であったが、2000年代後半には横ばいないしわずかに拡大が観察された。

#### E01 モデル植物であるシロイヌナズナにおける一年生草本の開花制御の分子メカニズムについて

阿部光知<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院理学系研究科・<sup>2</sup>生研センター

一年生草本のモデル植物であるシロイヌナズナは、植物科学の研究において研究材料として広く利用されている。開花制御の分子基盤の理解においても、シロイヌナズナを用いた遺伝学的研究が大きな貢献を果たしてきた。現在までに、光周期や温度といった様々な開花制御情報は、いくつかの経路統合遺伝子を介して開花の最終段階に伝えられることが明らかになっている。なかでも、主として光周期経路からの情報を伝える長距離性の開花促進因子は、「フロリゲン」と呼ばれ、これまで多くの研究者の注目を集めてきた。現在では、FLOWERING LOCUS T (FT) タンパク質が、葉で産生され茎頂へと運ばれるフロリゲンの分子実体であることが実験的に示されている。今後は、実験室環境下で得られた知見をもとに、野外環境下においてフロリゲン機能を調節する仕組みを明らかにすることが、重要課題の一つである。本講演では、フロリゲン機能を中心に、シロイヌナズナを用いて得られた開花制御の分子実体を紹介する。

## E02 遺伝子レベルから見た東南アジア熱帯雨林の一斉開花現象

小林正樹<sup>1</sup>・竹内やよい<sup>2</sup>・田中健太<sup>3</sup>・久米朋宣<sup>4</sup>・Diway, Bibian<sup>5</sup>・清水健太郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>チューリヒ大学・<sup>2</sup>総合研究大学院大学・<sup>3</sup>筑波大学・<sup>4</sup>台湾大学・<sup>5</sup>Botanical Research Centre Semenggoh

フタバガキ科植物が優占する東南アジア熱帯低地林では、数年に一度、様々な植物種が同調して起こる大規模な一斉開花現象が観察される。一斉開花がいつ、どのようなメカニズムで発生するのかは、熱帯生物学の最も興味を引く問題の一つである。さらに、開花メカニズムを理解し一斉開花時期の予測を行うことは、十分な種子の確保を可能にすることから、熱帯雨林の保護・再生計画を考える上でも解決すべき重要な問題である。我々は、次世代シーケンサーを用いた発現解析法に、現地の実際の気象データ、モデル植物からわかってきた遺伝子ネットワーク情報を組み合わせた新しい手法を用いることで、フタバガキ科植物における開花メカニズムの解明に取り組んだ。その結果、これまで一斉開花誘導条件の一つと考えられてきた長期の乾燥が起こった際に、花成（開花）遺伝子やショ糖応答遺伝子の発現が顕著に変化することがわかった。本発表では、これらの結果に加え、今回の結果を応用した一斉開花時期の予測や、開花時期予測を利用した熱帯雨林保護・再生の可能性を今後どのように考えていくかについても簡単に触れたい。

## F15 森林特性・地形特性を踏まえたスコリア流出可能性評価

和智明日香<sup>2</sup>・内山 豊<sup>1</sup>・鈴江和也<sup>1</sup>・荒井健一<sup>2</sup>・松田昌之<sup>2</sup>・伊藤彦彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>神奈川県環境農政局水・緑部水源環境保全課・<sup>2</sup>アジア航測株式会社

神奈川県酒匂川上流の水源地域では、H22年9月の台風9号に伴う集中豪雨により、宝永スコリアが各所で流出した。スコリアは一度流出し始めると、連鎖的かつ経年的に拡大が進む性質がある。これを放置すると表層崩壊が進み、水源かん養機能等の森林機能に著しい影響を及ぼすと考えられる。このことから流出防止対策を効率的かつ効果的に実施するため、航空レーザ計測データを用いてスコリア流出の状況を把握し、これらを基に地形と森林の状況の両面からその発生機構を考察した。スコリア流出が起きやすい場所の条件は①スコリアが厚く堆積し30°以上の急傾斜地もしくは緩傾斜地かつ集水面積500m<sup>2</sup>以上、②立木密度が低く（収量比数0.7以下）かつ下層植生が貧弱な林分であることが分かった。このことから林内では林床の照度不足やシカの採食圧で林床植生が減少し、表層土壌の流出が進行している他、間伐後の根の腐植による土壌緊縛力の低下も考えられる。考察の結果、スコリア流出は以上のような森林の現況と地形的な条件を素因とし、集中豪雨が誘因となり進行している可能性が高いと結論付けた。この結果は、森林整備を含めた流出対策へ活用する予定である。

## E03 タケ類の一斉開花過程における花成制御遺伝子の発現解析

久本洋子

東京大学千葉演習林

一般に、タケ類は多年生一回繁殖型植物で、数十年に一度、一斉に開花・枯死するという特異な生活史を持つ。自生地外に移植した複数の株が異なる環境下で同時期に一斉開花したことから、一斉開花現象には外的環境因子よりも内的遺伝因子が強く関与していると推察された。しかし、どのようなメカニズムによって長期間の栄養繁殖から有性繁殖への転換を制御しているのかは未だ不明な点が多い。

シンポジウムでは、イネやシロイヌナズナといったモデル植物の遺伝子情報を手掛かりとして、タケ類における花成制御遺伝子の発現様式を解析した結果を紹介する。

2004年および2008年にそれぞれ一斉開花したモウハイチク *Phyllostachys meyeri* およびトウオカメザサ *Shibataea chinensis* の生活史を調査し、各器官における花成促進遺伝子 *FT* および花成抑制遺伝子 *TFL1/CEN* ホモログの発現量の年次変化を定量 RT-PCR 法によって解析した。その結果、*FT* は葉で、*TFL1/CEN* は茎頂分裂組織で発現するというモデル植物の研究報告と一致した発現パターンを示し、タケ類の開花に花成制御遺伝子が関与することを示唆した。

## F16 スコリア堆積地における緑化の試み

田中賢治<sup>1</sup>・八代祐治<sup>1</sup>・遠藤一宏<sup>2</sup>・橘川 渉<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国土防災技術株式会社・<sup>2</sup>小山町役場

300年前の富士山の噴火によってスコリア（岩滓）が厚く（深さで10m）堆積した静岡県小山町の森林では、2010年の台風9号の異常な集中豪雨によって、森林内に堆積しているスコリア層に介在する粘性を持った粒子の細かい火山灰層が流亡して急激に粘着力が低下した。この粘着力の低下によって勾配の緩急に関係無く、スコリアの流出が始まり、人家、国道、ゴルフ場が埋まるなどの被害が出ている。被害区域については、須走地区の森林周辺の1千ヘクタールに及んでおり、町では緊急雇用による木柵や土嚢の設置などの流出対策を試験的に講じている。今回の事例では、栄養分が少なく、養分を保持する機能が低いことによって植物が生育し難い特徴を持ったスコリアの化学性を分析評価して対策手法を検討した。また、現地のスコリアを利用して有機物資材と種子を混合した客土を作り、緊急雇用によって土壌改良を行って急速緑化を推進することで、不安定化した森林のスコリア表面の固定と栄養添加による緑化促進を図り、降雨による移動を抑制した内容について報告する。

## F17 南紀外帯における崩壊発生場について

三森利昭

森林総合研究所

紀伊半島の中央構造線以南には、外帯と呼ばれる中生代以降の付加体が広く分布している。この南紀の付加体の分布域、特に四万十帯と呼ばれる地質の分布する地域は、台風等により豪雨が頻発する地域でもあり、これまでも崩壊による土砂災害がたびたび発生してきた。2011年には台風による豪雨によって、多数の深層崩壊が発生して大きな被害を与えた。2011年の土砂災害では、注目を集めた深層崩壊の外に、小規模な崩壊が多数発生しており被害を与えた。これらの表層・深層崩壊を航空写真から抽出し、地質・地形・植生要因について検討し、以下の結果を得た。(1) 表層崩壊は森林においても多数発生しており、斜面中腹の1点を開始点とし、幅の狭い流動長が非常に長い形態の崩壊が卓越していた。従来の表層崩壊が幼齢林の0次谷に広く掌状に発生するのと異なっていた。(2) 深層崩壊は古い深層崩壊の拡大が多く、断層・地質境界等、地質的な不連続面の周囲での崩壊が卓越していた。

## F19 樹木根系の斜面補強効果の検討—2010年庄原豪雨による斜面崩壊を例にして—

岡田康彦<sup>1</sup>・黒川 潮<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所

2010年7月の広島県庄原豪雨では、16日までの5日間に336mmの降水量が観測されている。この豪雨により3km四方の狭い範囲内で2000を超える斜面崩壊が同時多発的に生じた。西城栗獅子伏地区では、若齢と壮齢のヒノキ林が隣接する箇所において、若齢林で崩壊が発生し、かつ、この崩壊の範囲が隣接する壮齢林に規制されているようにみえる現場があった。根の分布調査を行った結果、壮齢林ではトレンチに表出した根は、若齢林のそれと比較して本数はほぼ同数であったものの、より太いものが多数あった。太い根が多く認められた壮齢林の根系は、若齢林に比べて斜面補強効果を大きく発揮したと考えられ、このことが隣接する斜面における崩壊の発生/非発生に影響を与えたと推定した。

## F18 スギ根系が持つ崩壊防止力の評価方法に関する研究

掛谷亮太<sup>1</sup>・阿部和時<sup>2</sup>・垂水秀樹<sup>3</sup>・大澤 光<sup>1</sup>・森 千夏<sup>1</sup>・金子 凜<sup>2</sup>

<sup>1</sup>日本大学大学院・<sup>2</sup>日本大学生物資源科学部・<sup>3</sup>日本大学水上演習林

スギ根系が持つ崩壊防止力は根系の引き抜き抵抗力で評価できると考えて研究が行われてきた。しかし、それぞれの根で最大引き抜き抵抗力が表れるまでの変位量が異なること、崩壊時には様々な角度で引き抜かれることが考えられる。このためスギ根系の崩壊防止力を評価する場合は根の変位量と引き抜き角度も考慮しなくてはならない。そこで本研究ではスギの根に変位計を取り付けた引き抜き試験を0°、30°、45°、60°、90°、120°の6方向で行った。さらに、この結果を用いて変位量と引き抜き角度を考慮した場合と考慮しなかった場合のシミュレーションを行いそれぞれの崩壊防止力を評価した。

引き抜き試験の結果、直径と最大引き抜き抵抗力の関係は引き抜き角度の影響を受けないこと、最大変位量は引き抜き角度の影響を受けることが分かった。シミュレーションの結果では根の引き抜き角度と変位量を考慮した場合の崩壊防止力は約6.3kN～約7.8kNと計算され、考慮しなかった場合の崩壊防止力は約19kNと計算された。このことから従来の方法では樹木根系の崩壊防止力を過大評価していたことがわかった。

## F20 丹沢堂平地区の林床植生衰退地における季節別の土壌侵食量と降雨との関係

畢力格図<sup>1</sup>・石川芳治<sup>2</sup>・白木克繁<sup>3</sup>・若原妙子<sup>4</sup>・海 虎<sup>5</sup>・内山佳美<sup>6</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学・<sup>2</sup>東京農工大学・<sup>3</sup>東京農工大学・<sup>4</sup>東京農工大学・<sup>5</sup>東京農工大学・<sup>6</sup>神奈川県自然保全センター

神奈川県丹沢山地では、シカの増加に伴って、採食圧が増加し、ブナ林の林床植生が衰退し、土壌侵食が発生して深刻な問題となっている。降雨における土壌侵食に最も大きな影響を与えるものは降雨に関する要因であり、それらには降雨量、降雨係数、地表流出量がある。本研究では、丹沢堂平地区のブナ林の森林内の斜面に林床植生量及びリター堆積量の異なる試験プロットを4箇所設置し、2004年7月～2011年11月の樹冠通過雨量、地表流出量と土壌侵食量を測定し、降雨に関する3要因(降雨量、降雨係数、地表流出量)と季節別(春・夏・秋)の土壌侵食量との相関を検討した。その結果、夏季(7・8・9月)は、春季(4・5・6月)と秋季(10・11月)に比べて、各要因から得られた決定係数 $R^2$ の値が全体的に高く、相関が高いことが分かった。また、夏季は、春季と秋季に比べて、土壌侵食量がもっとも多く土壌侵食量全体の6～7割を示していることが分かった。これにより、森林斜面においては、春季と秋季の土壌侵食量より夏季の土壌侵食量が卓越しているため、夏季の土壌侵食量が降雨に関する3要因と最も相関が高いことが明らかになった。

## F21 森林水文学的社会的問題の合意形成への課題と戦略について

上田渉多・田中隆文

名古屋大学大学院生命農学研究科

森林水文学は現在までに、酸性雨が森林に与える影響、森林減少が気候変動に与える影響などグローバルな問題を受けて発展してきた。しかしこのように発展していくにしたがって、森林水文学は「研究」としての面が強くなり、研究成果を社会に伝える、社会に役立てるという面を疎かにしがちになった。そのため、森林水文学者と社会の認識の間に大きなギャップが生じるようになった(蔵治2007)。このような問題に対して藤垣(2006)は、科学者と社会の間に隔たりが生じてきた現在、人文社会科学的な観点から社会の動向を研究し、社会のニーズを理解していくことは非常に重要なことであると述べている。

そこで、本研究では人文社会学的な手法としてテキストマイニングに注目した。テキストマイニングとはテキストに対してデータ処理を行い、隠れた事実や意識調査を行う手法である。

今回の発表では、テストケースとして各県で実施されている森林環境税事業資料に対してテキストマイニングを適応し、人々の森林に対する意識を調査した。また、今後の展望として森林水文学が社会に対して貢献するためのより実利的な「森林水文学」の姿の在り方を模索した。

## F23 小流域全体のヒノキ林の強度間伐が流出に及ぼす影響

蔵治光一郎・田中延亮・五名美江

東京大学演習林生態水文学研究所

【目的】間伐遅れで放置された人工林では、蒸発散に使われる水の保水力が増加し、流出する水の保水力が減少することにより、洪水緩和・渇水緩和機能が低下すると言われる。このような森林を間伐することで両機能の回復が見込める可能性があるが、流域スケールで定量的に検証した例は少ない。本研究では小流域スケールの間伐が流出量に及ぼす影響を対照流域法により検出することを目的とした。【方法】生態水文学研究所犬山研究林に設けたA1、A3流域(面積6.5、2.5ha)を対象として2004年から処理前の観測を行い、2007年にA1で本数27%、2010~11年にA3で本数56%の小流域スケールの間伐を行った。伐倒木は搬出せずに枝払い、玉切りをして等高線に沿って並べた。出水時の直接流出量や平水時流出量について間伐前後を比較した。A3内には表面流プロットを設けて本数50%間伐前と後で表面流を観測した。【結果】A1を間伐した後、特に大きな雨に対する直接流出量が減少した。伐倒木を等高線に沿って並べたことが表面流を抑制し、蒸発散量の減少を補って余りある一時貯留効果を発揮した可能性がある。

## F22 暑熱期における緑陰の温熱環境緩和機能

岡野通明<sup>1</sup>・鈴木 純<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>信州大学

2010年夏季の猛暑は熱中症の多発という社会問題を生じ、東日本大震災後の我が国はエネルギーマネジメントに支障をきたし、真っ先に高齢者等の潜在的な気候変動弱者が猛暑酷暑の影響を受けた。森林・緑陰の公益的機能・多面的機能の一つである温熱環境緩和機能を見直し、こと酷暑に対応する暑熱シェルターとなる身近なグリーン社会インフラとして温暖化適応策に利用する施策を検討している。都市部やその近郊における身近な森林・緑陰の温熱環境を評価するために、埼玉県鳩山町の森林総合研究所・赤沼実験林内に試験区を設置し、温熱環境指数等を得る微気象観測を実施した。猛暑時における緑陰では日向の裸地と気温の差はほとんどないが、代表的な熱中症指数であるWBGT黒球湿球温度では2℃から3℃低くなる傾向があり、単木の日陰でも2℃ほど低下する。この差は熱中症指標ランクを一段階下げるほどに大きく、また日射のある猛暑時には単木の木立や緑陰で普遍的に観測され、緑陰の温熱環境改善機能が大きいことを確認した。熱中症指標ランクを下げるまでに及ぶ効果は、緑陰が暑熱シェルターとしての有意なポテンシャルを有していることを示す。

## F24 林齢の異なるスギ人工林における遮断蒸発量の差異—樹液流計測に基づく樹冠乾き時間に着目して—

武田愛実<sup>1</sup>・江草智弘<sup>2</sup>・佐藤貴紀<sup>2</sup>・堀田紀文<sup>3</sup>

<sup>1</sup>筑波大学生物資源学類・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>3</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科

異なる成長段階のスギ人工林における遮断蒸発量の差異を検討するために、遮断蒸発に関連するパラメータである樹冠付着水分量Scと空気力学的抵抗Raの林齢による違いを調べた。まず、東京大学千葉演習林袋山沢水文試験地において2、3、4、5、12、75年生のスギ人工林を対象とした樹液流計測を行い、降雨後に樹冠が乾くのに要する時間(乾き時間)を求めた。次に、樹冠直上での気象観測結果とPenman-Monteith式から求まる乾き時間の計算値が観測値と一致するようにScとRaを推定した。その結果、樹木の成長に伴ってScは増大し、Raは減少する傾向が見られた。2年生と75年生のスギ林のScの推定値は、それぞれ0.2、1.6mmとなり、Raについては、それぞれ17、3s/mとなった。75年生のScについては、樹冠遮断量の観測値から求まる値と比較が可能であり、Leyton法によって得られた値(1.3mm)と同程度であった。調査地においては、対照流域法の実施によって林齢の増加に伴う流量の減少が報告されている。本研究の結果は、森林の成長に伴う遮断蒸発量の増大が流量の減少に寄与していることを示すと考えられる。



## F25 遺伝子組換え技術による雄性不稔スギの作出

小長谷賢一・栗田 学・谷口 亨・石井克明

森林総合研究所森林バイオ研究センター

近年深刻化しているスギ花粉症問題対策として、我が国では自然界からスギ雄性不稔変異体が複数単離されている。しかしながら、これらは劣性形質であり、本来利用すべき成長や材質形質に優れる品種へ交雑育種により導入するには長い育種年限を必要とする。そこで本研究では、雄性不稔性を付与した遺伝子組換えスギの作出を試みた。まず、雄花で花粉形成期に特異的に発現する遺伝子をスギESTデータベースおよびサブトラクション法により4遺伝子単離し、これら遺伝子のプロモーター（転写制御領域）に致死誘導遺伝子である *Barnase* (RNA 分解酵素) をそれぞれ連結した。また、異所的な *Barnase* 発現を抑制する目的で、*Barnase* の阻害因子である *Barstar* を全身で発現するコンストラクトを作製し、*Barnase* とともにスギとモデル植物であるシロイヌナズナへアグロバクテリウム法により遺伝子導入した。その結果、シロイヌナズナではいずれのコンストラクトも雄性不稔性が確認された。一方、スギにおいては得られた組換え体を特定網室にて栽培し、ジベレリンによる着花誘導を行った。現在、花粉形成について経時的に調査を行っている。

## F27 葉緑体ゲノムタイピング (CGT) のスギ品種鑑定への応用—福岡県の在来品種と精英樹の CGT—

山下実穂<sup>1</sup>・宮原文彦<sup>2</sup>・白石 進<sup>3</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>2</sup>福岡県森林林業技術センター・<sup>3</sup>九州大学大学院農学研究院

スギの採種園、採穂園を適切に管理するために、様々な DNA マーカーが開発されている。しかし、葉緑体 DNA マーカーを開発するための知見は少ない。葉緑体 DNA は、ハプロタイプであり、スギでは父性遺伝する。このため、変異情報を分析することで、親子鑑定や父性系統関係の解明が可能になる。我々は、葉緑体ゲノムの変異を包括的に分析する葉緑体ゲノムタイピング (CGT) システムを構築し、実用化を目指している。九州では、在来品種と精英樹の系統関係が長年問題となってきた。これまで、核 DNA マーカーを用いてこの関係を明らかにすることを試みてきたが、核ゲノム情報に葉緑体ゲノム情報を加えることで、さらに詳細な系統関係の解明ができると考える。CGT システムを構築するため、スギの葉緑体 DNA 上の VNTR 領域で 53 プライマー対を設計した結果、44VNTR が多型であった。本研究では、この CGT を実際に用いて、福岡県の在来品種と精英樹の品種鑑定を行った。その結果、福岡県の在来品種と精英樹においても高い CGT 多型性が認められた。また、供試サンプルの多くが、これまで核 DNA によって明らかにされた系統関係と同様の結果を示した。

## F26 スギの不定胚形成細胞の超低温保存

谷口 亨・小長谷賢一・栗田 学

森林総合研究所森林バイオ研究センター

スギの不定胚形成細胞は不定胚形成を経て個体を細分化する能力が高い。そのためにクローン苗の大量増殖に利用可能である。また、遺伝子組換えスギを作成するために用いられている。しかし、細胞の継代培養期間が長くなるに従い、再分化能力が減少することが問題であり、1年以上経過すると多くの場合個体細分化能力がなくなる。この問題を解決するためには、液体窒素を用いた超低温状態で細胞を保存する方法の開発が必要である。本研究では、凍結防御剤 (グリセリンとショ糖の溶液) に浸漬処理した細胞をフリーザー (-30℃) に一定時間保持して予備凍結を行い、その後液体窒素中で急速冷却する簡易凍結法を試みた。この方法は非常に簡便な方法である上に、これまでに検討した乾燥法に比べると保存後の細胞の増殖率が高いことが明らかになった。一方、供試する細胞株により増殖率が異なるので、多種類の細胞株を保存するためには手法の改良が必要である。

## F28 スギのゲノム育種に向けた取り組み—ゲノムワイドアソシエーション解析およびゲノミックセレクション—

内山憲太郎<sup>1</sup>・岩田洋佳<sup>2</sup>・伊原徳子<sup>1</sup>・上野真義<sup>1</sup>・森口喜成<sup>1</sup>・坪村美代子<sup>3</sup>・三嶋賢太郎<sup>3</sup>・井城泰一<sup>3</sup>・渡辺敦史<sup>4</sup>・二村典宏<sup>1</sup>・篠原健司<sup>1</sup>・津村義彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>東大農学生命科学・<sup>3</sup>森林総研林木育種センター・<sup>4</sup>九大農学研究院

DNA チップや次世代シーケンサーなどの技術の汎用化を背景に、育種速度を高度に向上させる技術として、高密度の DNA マーカーを用いて表現型を支配する遺伝子を検出するゲノムワイドアソシエーション解析 (GWAS) や、遺伝子型情報から表現型を予測し選抜を行うゲノミックセレクション (GS) などの手法が動植物の育種の世界で注目されている。本報告では、関東育種基本区のスギ精英樹の材質および雄花着花量を対象に行った GWAS および GS の結果を報告する。精英樹 337 個体 3,768 SNPs のデータを用いた GWAS の結果、材質および雄花着花量それぞれ 18 座と 10 座の有意な相関のある SNP が検出された ( $p < 0.01$ )。blastx 検索の結果、材質と最も高い相関を示した遺伝子座は microtubule-associated protein との相同性が認められた。雄花着花量と最も高い相関が検出された遺伝子は既知のタンパクとの相同性は認められなかった。一方で Ridge 回帰による予測モデルの構築では、5 分割の交差検証法により予測精度を検証した結果、雄花着花量において材質の 5 倍程度の比較的高い予測精度が得られた。

## F29 スギの有用遺伝子単離のための BAC ライブラリーの構築と特徴

津村義彦<sup>1</sup>・内山憲太郎<sup>1</sup>・伊原徳子<sup>1</sup>・上野真義<sup>1</sup>・館田英典<sup>2</sup>・渡辺敦史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>九州大学

針葉樹では有用遺伝子単離のための BAC (Bacterial Artificial Chromosome) ライブラリーの構築はマツやトウヒの数種でしか行われていない。これは針葉樹のゲノムサイズが巨大 (10-20Gb) であるためである。しかし現状では将来の分子育種や遺伝子研究のためにはこの BAC ライブラリーは欠くことのできないものである。スギのゲノムサイズは約 11Gb と言われているため、スギのゲノムをほぼ網羅するライブラリーを構築する必要がある。現在、構築したスギの BAC ライブラリーはスギのゲノムサイズの約 4 倍量のもので 368,256 クローン (平均インサート長、約 130 kb) から構成されている。この中から無作為に選んだ BAC16 クローンの塩基配列を次世代シーケンサーで解析した。その結果、GC 含量は 37.07% で、スギ等の裸子植物ではゲノム中のトランスポゾンの割合が低く、LTR レトロポゾンが多く DNA トランスポゾンの割合が少ない傾向で、繰り返し配列の割合が高いことが分かった。また BAC の塩基配列では 100 kb あたりまでほとんど連鎖不平衡は減衰することがなかった。

## F31 カラマツ類のつぎ木ポット苗による着花促進効果と種子生産

来田和人<sup>1</sup>・内山和子<sup>2</sup>・今 博計<sup>1</sup>・黒丸 亮<sup>1</sup>・田村 明<sup>3</sup>・織田春紀<sup>3</sup>

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

カラマツ類の採種園では着花調節が難しい、着花の年変動が大きいことが問題となっている。これまで薬剤処理や傷つけ処理などの方法が試みられてきたが有効な手法は確立されていない。しかし、近年カナダで日本カラマツとヨーロッパカラマツの接ぎ木苗をポットに植えることで着花を促進させることに成功している (Colas et al. 2008)。そこで北海道でカラマツとグイマツのつぎ木苗をポット化したところ 2011 年に大量に着花が認められた。本研究ではポットつぎ木苗によるグイマツ×カラマツ種子生産の実用化にむけて、カラマツ 2 クローンとグイマツ 1 クローンの接ぎ木苗を対象にポット化による着花促進、人工交配、種子・苗木生産の一連の工程を行った。その結果、対照の野外に植栽した接ぎ木苗で全く雌花がなかったのに対してポット苗ではクローン平均で 22 個~202 個の雌花が認められた。雄花は対照が 0~18 個、ポット苗が 143~678 個であった。苗木全体を袋で覆うことで交配に必要な量の 3.5 倍の花粉が得られた。グイマツポット苗木の種子は通常の種子に比べて重さが 52% と小さく発芽率も低かったが、苗木の成長は良好であった。

## F30 加温処理によるカラマツ類のつぎ木ポット苗の着花促進

今 博計・来田和人・内山和子・黒丸 亮

北海道立総合研究機構林業試験場

カラマツ類の採種園・交配園では、着花調節が難しい、着花の年変動が大きいことなど、着花・結実性が大きな問題となっている。これまで人為的に花を着けさせるため、薬剤処理 (GA4/7) や根切り・傷つけ処理など様々な方法が試みられてきたが、有効な手法は確立されてこなかった。しかし、近年カナダのケベック州では、日本カラマツとヨーロッパカラマツの接ぎ木苗を側面に小さな穴の開いたポットに植え、温室で育てることで、着花を促進させることに成功している (Colas et al. 2008)。「double pot system」と呼ばれるこの着花調節を見学した武津 (2008) は、空中根切りによる乾燥ストレス、温室での温度調節が着花の鍵になっていると報告している。本研究では、カラマツ 2 クローンとグイマツ 3 クローンの接ぎ木苗を対象に、①ポット+6月加温処理、②ポット処理を行い、③圃場に植栽した苗を対照とすることで、乾燥と加温が着花に及ぼす影響について実験を行った。その結果、カラマツでのみ処理による効果が認められた。着花率は胆振 1 号では ① 21%、② 2.3%、③ 0.7%、空知 3 号では ① 6%、② 0.1%、③ 0% であり、乾燥ストレスと前年 6 月の高温が着花に影響していることを示唆していた。

## F32 カラマツ種子の成熟時期の年次間差

生方正俊<sup>1</sup>・板鼻直栄<sup>3</sup>・田村 明<sup>2</sup>・黒丸 亮<sup>4</sup>・長谷部辰高<sup>1</sup>・大久保典久<sup>1</sup>・佐藤新一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター北海道育種場・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター東北育種場・<sup>4</sup>北海道立総合研究機構林業試験場

本州中部以北の主要な造林樹種であるカラマツは、近年採種園等での凶作が続き、優良種苗の安定的な供給に危機感が高まっている。貴重な種子を効率的に採取するためには、採種適期を判断し集中して作業する必要があるが、植栽場所やその年の気候条件等により、採種適期は異なることが予想される。カラマツの採種適期の場所による違いや年次間変動を明らかにするため、2011 年に長野県御代田町、岩手県滝沢村、北海道江別市および中川町の 4 箇所において、7 月から 10 月まで約 10 日間隔で球果を採取し、得られた種子について軟 X 線による内部の観察および発芽率の調査を行った。発芽率が急激に上昇する時期 (種子成熟期) は、長野および岩手で 8 月 20 日前後、北海道江別で 9 月 1 日前後、北海道中川で 9 月 20 日前後と北上するに従い大きく遅れる結果が得られた。2012 年は全国的にカラマツの種子は凶作だったが、長野県御代田町と岩手県滝沢村について再度同様のサンプリングおよび調査を行った。2012 年は、長野県御代田町周辺の気温は、2011 年に比べ 7、8 月が若干低く推移し、岩手県滝沢村周辺では 5~7 月が若干低く推移したが、種子成熟期には年次間の差は認められなかった。

### F33 ヒノキの強度特性における遺伝力の推定

有吉邦夫<sup>1</sup>・森田浩也<sup>1</sup>・磯田圭哉<sup>2</sup>・植田幸秀<sup>3</sup>

<sup>1</sup>鳥取県農林総合研究所林業試験場・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>3</sup>鳥取県造林公社・元鳥取県農林総合研究所林業試験場

ヒノキの実生2林分とサシキ3林分(c1, c2, c3)の強度特性調査から、実生林に比べてサシキ林の個体間変動が小さいことが明らかになった。これらサシキ林は6家系の実生採穂園産穂木を使ったサシキ苗で造成された30年生前後のヒノキ林である。したがって、遺伝的な多様性を持つと考えられる林分で個体間変動が小さいことの原因は不明であった。そこで、サシキ3林分からそれぞれ無作為に抽出した32個体の針葉を採取し、8種類のSSRマーカーによる遺伝子型の同定を行い各林分のクローン構成を推定した。その結果、c1林分は2種類の遺伝子型が認められ、その頻度はA型30個体、B型2個体であり、c2林分は3種類、C型30個体、D型1個体、E型1個体であり、c3林分は32個体全てが異なる遺伝子型であった。このことからc1及びc2林分は遺伝的組成がほぼ同じで、個体間変動は大部分が環境変動と見なせるクローン林分、c3は実生林分に似た遺伝変動を含む林分と判断された。これを基に、丸太動的ヤング係数、製材乾燥後の曲げヤング係数及び曲げ強度における広義の遺伝力はそれぞれ79%、77%、68%と推定された。

### G10 森林集水域における窒素循環研究の課題とストラテジー

大手信人<sup>1</sup>・徳地直子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター

窒素飽和によって森林集水域で何が起ころのかというStoddardのレビューが出たのが1994年。以来、森林生態系への過剰な窒素負荷の影響への関心は20年近く継続されている。この間、各地で窒素飽和に関する事例研究は蓄積され、生物地球化学的なプロセスに関する仮説もいくつか提示されてきた。しかしながら、集水域レベルでの窒素の現存量や内部循環のフローは、土地利用、植生、土壌など系の特性ごとに極めて多様で、過剰な窒素負荷に対する系全体の反応は決して一様ではない。結果、多くの謎は残され、新たな理解が依然として必要とされている。窒素飽和以外にも、伐採、虫害や気象害など、森林の攪乱に伴う窒素循環の変化についても種々の地域で調べられてきた。いずれにしても、窒素という生態系を構成する生物群集の営みに不可欠な養分を巡るプロセスの解明には、それを見る新しい切り口が必要ではないか。例えばそれは、窒素の形態変化を左右する微生物群集の動態の記述から、今まで見てきた「生物地球化学的反応」を再解釈するというアプローチではないだろうか。多くの反応で見られる非線形なレスポンスを説明するのは、群集の動態ではないのだろうか。

### F34 核SSRマーカーを用いた日本のケヤキ集団における地理的遺伝構造の把握

矢野慶介<sup>1</sup>・岩泉正和<sup>2</sup>・大谷雅人<sup>3</sup>・平岡宏一<sup>3</sup>・宮本尚子<sup>3</sup>・山田晋也<sup>5</sup>・小谷二郎<sup>6</sup>・武津英太郎<sup>4</sup>・高橋 誠<sup>4</sup>・生方正俊<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター北海道育種場・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>4</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>5</sup>静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター・<sup>6</sup>石川県農林総合研究センター林業試験場

地域性に配慮しつつ、効率的に林木遺伝資源を保全するためには、対象樹種の分布域全体にわたって地理的な遺伝変異を把握することが重要である。ケヤキは、日本では青森県下北半島から鹿児島県北部にかけて分布する。材は建築用や家具用の高級材として利用されてきたが、近年、その資源は減少傾向であり、地域性に配慮した遺伝資源の保全が求められている。本研究では、ケヤキの遺伝資源の保全に資するため、複数の遺伝マーカーを用いて日本国内の分布域全体における地理的変異を明らかにした。ケヤキの天然分布の北限とされる青森県大間町の集団や、南限付近に位置する宮崎県南部の集団を含む、ケヤキ天然林36集団を解析の対象とした。1集団あたり概ね20~30個体から分析用試料を採取し、核SSRマーカー8座とアインザイム8座における遺伝子型を決定した。得られた遺伝子型データより、遺伝的多様性の指標などの地理的勾配や、集団間の遺伝的分化のレベル、地理的な遺伝構造について比較検討を行い、結果について報告する。

### G11 森林生態系における土壌の窒素動態に冬季気候変動にともなう凍結融解サイクルの変化が及ぼす影響

浦川梨恵子<sup>1</sup>・柴田英昭<sup>2</sup>・黒岩 恵<sup>1</sup>・稲垣善之<sup>3</sup>・館野隆之輔<sup>4</sup>・菱 拓雄<sup>5</sup>・福澤加里部<sup>6</sup>・平井敬三<sup>3</sup>・戸田浩人<sup>7</sup>・小柳信宏<sup>8</sup>・中田 誠<sup>9</sup>・中西麻美<sup>4</sup>・福島慶太郎<sup>4</sup>・榎木 勉<sup>5</sup>・木庭啓介<sup>7</sup>・諏訪裕一<sup>10</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>5</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>6</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>7</sup>東京農工大学大学院農学研究院・<sup>8</sup>新潟県環境衛生研究所・<sup>9</sup>新潟大学農学部・<sup>10</sup>中央大学理工学部

温帯の森林生態系では、冬季気候変動によりもたらされる凍結融解サイクルの変化が土壌の窒素(N)動態に影響を与えることが予想される。本研究では日本各地10カ所の土壌を、北海道の多雪(非凍結環境)および少雪地帯(凍結融解環境)で野外培養することにより、凍結融解サイクルの有無によるN無機化、硝化速度の変化と、凍結融解サイクルに対する反応の大きさと土壌特性との関係を調査した。また、凍結融解サイクル経験の有無が生育期のN動態に与える影響を明らかにするため、春~夏季のN無機化、硝化速度も引き続き調査した。凍結融解環境下にあった土壌は、非凍結環境下の土壌に比べて冬季の無機化速度は大きく、硝化速度は小さかった。生育期では、凍結融解サイクルを経験した土壌は、非凍結の土壌に比べて硝化速度が上昇する傾向がみられた。以上の反応には土壌による差が見られ、総硝化速度、総硝酸消費速度およびアンモニウム態N現存量の高い土壌ほど、無機化速度および硝化速度の凍結融解環境と非凍結環境の差が大きかった。微生物活性や肥沃度の高い土壌では、気候変動にともなう凍結融解サイクル変化に対して敏感に反応することが示唆された。

## G12 土壌窒素動態に微生物群集が果たす役割—メタゲノム研究の可能性

舘野隆之輔<sup>1</sup>・Kim, Mincheol<sup>2</sup>・Adams, Jonathan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>2</sup>ソウル大学

土壌における窒素無機化や硝化などのプロセスは、微生物の働きによるものであるが、これまで窒素動態に関わる微生物群集はブラックボックスとして扱われることが多かった。微生物群集を記述するには、従来は単離培養し顕微鏡下で形態を観察するなど微生物学的手法が必要であったが、近年の分子生物学的手法の発展により、土壌から抽出した環境 DNA のメタゲノム解析により比較的簡易に群集構造を記述することが可能となった。さらに次世代シーケンサーの登場により、群集構造に関する情報は飛躍的に増えている。例えば硝化プロセスは、従来は細菌の働きによるとされてきたが、多くの土壌でアンモニア酸化古細菌が重要な役割を担うということが明らかにされつつある。これらの古細菌のほとんどは単離培養することが出来ないため、これまでその存在や働きについては十分に知られていなかった。しかし様々な窒素動態のパラメータと併せて微生物群集のメタゲノム解析を行うことにより、ブラックボックスの中身が明らかになりつつある。本講演では、最近のメタゲノム研究の発展を紹介するとともに、現在進めている日本国内の様々な土壌でのメタゲノム解析の結果を紹介する。

## G14 陸域生物圏モデル BEAMS による日本の窒素収支解析

佐々井崇博<sup>1</sup>・脊戸山祐子<sup>1</sup>・中路達郎<sup>3</sup>・三枝信子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学・<sup>2</sup>国立環境研究所・<sup>3</sup>北海道大学

これまで、陸域生態系起源の炭素 (C)、窒素 (N) に関わる温暖化効果ガスを広域、且つ高精度に算定する目的で、N 動態を陸域生物圏モデルへ統合する試みがなされてきた。しかし、主要な N プロセスがモデルに記述されていないことや地下部 N 動態の理解が十分でないこと、検証の少なさ等の理由から、その精度には未だ疑問が呈されている。今後は、現在継続観測されている多くのデータを速やかに整備し、そこから得られた知見を基に随時モデルを高度化していくことが必要であろう。

そこで、本研究では、N-C 相互作用の広域評価を目的として陸域生物圏モデル BEAMS の高度化に挑戦する。BEAMS は、エネルギー、水、炭素プロセスが統合されたモデルである。今回は生態系内の N 循環を再現するモデルを新たに構築し、BEAMS に統合した。本モデルで推定した葉の C/N 比を富士北麓、苫小牧タワーサイトで検証した結果、典型的な季節パターンを再現することができた。同時にエネルギー・C フラックスも観測値とよい一致を示した。今後は、土壌 N 動態の再現性向上を目標にモデル開発を進め、衛星観測データと組み合わせて日本全域の窒素収支解析を行う予定である。

## G13 森林土壌からの N<sub>2</sub>O フラックスのモデリング～温暖化影響と広域評価

橋本昌司・森下智陽・阪田匡司・石塚成宏

森林総研

We developed simple models, which were termed SG models, for soil CO<sub>2</sub> efflux, CH<sub>4</sub> uptake, and N<sub>2</sub>O efflux in forest soils (Hashimoto et al. 2011, Ecological Modelling). Here we report the modeling of N<sub>2</sub>O efflux. We described the gas flux in terms of three functions: soil physiochemical property (C/N ratio for N<sub>2</sub>O), water-filled pore space (WFPS, 5-cm depth), and soil temperature (5-cm depth). We used Bayesian calibration for optimization of the model. Then we estimated climate-driven changes in N<sub>2</sub>O emission fluxes in Japanese forests from 1980 to 2009 using the models (Hashimoto et al. 2011, Scientific Reports). Our study reveals that the N<sub>2</sub>O flux in Japanese forests has been increasing over the past 30 years at the rate of 0.0052 Gg N yr<sup>-2</sup> for N<sub>2</sub>O (0.27 % yr<sup>-1</sup>).

## G15 青森・岩手・茨城・新潟県のウルシ植栽地調査について

飯田昭光<sup>1</sup>・田中功二<sup>1</sup>・小岩俊行<sup>2</sup>・高田守男<sup>3</sup>・井坂達樹<sup>3</sup>・中村弘一<sup>3</sup>・松本則行<sup>4</sup>・田端雅進<sup>5</sup>

<sup>1</sup>青森県産業技術センター林業研究所・<sup>2</sup>岩手県林業技術センター・<sup>3</sup>茨城県林業技術センター・<sup>4</sup>新潟県森林研究所・<sup>5</sup>森林総合研究所

我が国において、漆は耐久性の高い塗料や接着剤として、古くは縄文時代から使われてきたが、現在では国内消費量の9割以上を中国産が占めている。しかし、国産漆は中国産に比べ高品質で、文化財の修復や高級漆器の仕上げ用として不可欠なものである。こうした国産漆の安定供給のためには健全なウルシ林の育成が重要であるが、ウルシ林の管理技術はほとんど明らかになっていない。そのため、青森・岩手・茨城・新潟県のウルシ林において調査を行い、適切な管理技術について検討した。ウルシ林調査の結果、立木密度がヘクタール当たり1,650本以上の混み合った林分では、成長が悪く枯死する個体も認められたことから、こうした林分ではヘクタール当たり1,000本を目安とした除伐や間伐を実施するなど、適切な密度管理が必要であると思われた。また、植栽地で繁茂したミツバアケビなどのツル植物やクマイザサによる成長阻害が認められたことから、繁茂状況によりツル切りやクマイザサの除去が必要と思われた。一方、水はけの悪い区域の個体は、良い区域のものに比べ、明らかに成長が劣ったことから、植栽にあたっては、排水の良好な区域を選定するべきと思われる。

## G16 ウルシ植栽適地の判定—健全なウルシ林分造成に向けて—

平井敬三<sup>1</sup>・田中功二<sup>2</sup>・飯田昭光<sup>2</sup>・小岩俊行<sup>3</sup>・松本則行<sup>4</sup>・中村弘一<sup>5</sup>・河原孝行<sup>6</sup>・田端雅進<sup>1</sup>・高田守男<sup>7</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>青森県農林総合研究センター林業試験場・<sup>3</sup>岩手県林業技術センター・<sup>4</sup>新潟県森林研究所・<sup>5</sup>茨城県・<sup>6</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>7</sup>茨城県森林技術センター

ウルシ林分では病害等による成長低下や枯死等が拡大している。これには適地外への植栽が原因の一つと考えられる。健全なウルシ林分造成に向けた適地検討のため、成長に対する土壌水分と土壌群の影響評価を植栽林分で調査した。土壌水分の影響は岩手県二戸市と北海道網走市の斜面上部と下部で調査した。土壌水分はいずれの林分でも成長の良好な斜面上部で高く、斜面下部では低かった。特に斜面下部では、30 cm 深の水分張力が圃場容水量 (-6.2 kpa) より過湿な状態が長く続くが、斜面上部では比較的早く乾燥する傾向にあった。これは土壌断面調査による地下水面の有無からも裏付けられた。土壌群との関係解析は北海道、青森、岩手、茨城、新潟の試験地で調査した。樹高成長は褐色森林土（特に乾性型）や台地土で大きく、低地土やグライト土で小さく、黒ボク土はその中間であった。褐色森林土や台地土などは相対的に高い地形位置に分布しており、土壌水分の観測地で認められた斜面上部で成長が相対的に良い傾向と一致する。これらから、ウルシは比較的乾いた立地に適していると考えられた。今後のウルシ林分の造成にはこれら立地条件を考慮した植栽が必要と考える。

## G18 SSR マーカーを用いたウルシ実生林分の家系構造の解明と優良形質系統の選抜

渡辺敦史<sup>1</sup>・花岡 創<sup>2</sup>・田端雅進<sup>3</sup>・平岡裕一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>3</sup>森林総合研究所

国産漆は、神社・仏閣の修復のため近年需要が増大しており、その増産が求められている。漆の増産には、ウルシ林の適切な管理とともに、育種を進めることが重要であると考えられる。しかし、これまでウルシの育種を行うための試験地が設定された例はほとんど無く、系統別の形質評価を行うことが困難である。そこで本研究では、SSR (Simple Sequence Repeats) マーカーを開発し、ウルシの自然交配実生を植栽した試験林の家系構造をマーカー情報から再構築し、家系毎の形質評価を行った。マーカー開発の結果、多型性の高い有用なマーカーを得た。試験地に植栽されている約 800 個体の成長測定とともに、DNA サンプルを採取し、開発した SSR マーカーによる遺伝子型の決定を行った。決定した遺伝子型に基づき STRUCTURE 解析を行った結果、4 家系に分かれると推定された。したがって、本試験地の個体は異なる 4 母樹に由来すると考えられる。漆生産には個体の成長の良さが重要であると考えられるため、家系毎の樹高を評価した。その結果、家系によって優劣が認められ、ウルシにおいて優良形質系統の選抜の可能性が示唆された。

## G17 ウルシの繁殖動態 II—有性繁殖と無性繁殖について—

河原孝行<sup>1</sup>・平岡裕一郎<sup>2</sup>・渡辺敦史<sup>2,3</sup>・小岩俊行<sup>4</sup>・滝 久智<sup>5</sup>・田端雅進<sup>5</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>3</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>4</sup>岩手県林業技術センター・<sup>5</sup>森林総合研究所

ウルシは日本の伝統工芸を支える漆を得るための重要な特用林産物である。文化財修復など国産漆の需要は高まっており、安定供給が求められているが、その伝統に反し、ウルシの育林技術は確立されていない。健全な育苗を行うために、ウルシ林がどのような繁殖構造を持っているか遺伝解析によって検討した。

北海道網走市及び岩手県二戸市浄法寺町に植栽されるウルシ林を材料として用いた。SSR10 座を用い、multiplex による PCR 増幅後 ABI prism 3100XL により遺伝子型を決定した。網走の 2 林分において 6mx6m 内の全ラメットを採取し、クローン構造を決定した。成長良好箇所はラメット数が少なく (134)、22 のマルチジェノタイプ、不良箇所はラメット数が多く (223)、24 のジェノタイプが検出された。この結果、約 20 年での萌芽枝の最大伸長は 4 m 前後であり、自然実生による更新も行われていることが示された。また、上伸成長がよい個体では萌芽枝を発生しないか少ないことが示された。

両地域の代表的な母樹を選び、父性分析を行ったところ、隣の林分からの遺伝子フローもあることが示された。

## G19 岩手県のウルシ栽培林の衰退に紋羽病は関与するか

中村 仁<sup>1</sup>・竹本周平<sup>2</sup>・田端雅進<sup>2</sup>・佐々木厚子<sup>1</sup>・市原 優<sup>3</sup>・相川拓也<sup>3</sup>・小岩俊行<sup>4</sup>

<sup>1</sup>農研機構果樹研・<sup>2</sup>森林総研・<sup>3</sup>森林総研東北・<sup>4</sup>岩手林技セ

岩手県のウルシ栽培林における生育不良や枯損等の衰退には紫紋羽病の関与が疑われているが、その実態については不明であり、白紋羽病の発生も認められる。そこで、岩手県二戸市のウルシ林で 2009~2011 年に両紋羽病菌を採集して接種試験を行い、当該ウルシ林の衰退に両紋羽病が関与するか考察した。紫紋羽病菌はウルシ林 9カ所の 41 樹（主に生育樹）から *Helicobasidium mompa* (Hm)、*H. brebissonii* (Hb) および *Helicobasidium* sp. (Hsp) の 3 菌種が採集され、そのうち Hm は菌糸生長が旺盛で、頻度は低いもののウルシに病原性を示したが、Hb および Hsp は菌糸生長が貧弱で、ウルシに病原性を示さなかった。また、Hm の子実体が形成されたウルシの地下部においては発病（感染座形成）を確認できなかった。白紋羽病菌 *Rosellinia necatrix* については、ウルシ林 4カ所の 9 樹（枯死樹）から採集され、ウルシを含む 3 植物種に高頻度で病原性を示した。以上から、今回調査したウルシ林の衰退に紫紋羽病が関与する可能性は極めて低いが、白紋羽病は衰退に関与すると考えられた。

## G20 ウルシ樹液異常漏出被害の実態と病原菌

竹本周平<sup>1</sup>・市原 優<sup>2</sup>・相川拓也<sup>2</sup>・田中功二<sup>3</sup>・飯田昭光<sup>3</sup>・小岩俊行<sup>4</sup>・高田守男<sup>5</sup>・松本則行<sup>6</sup>・田端雅進<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林微生物研究領域東北支所・<sup>3</sup>青森県産業技術センター林業研究所・<sup>4</sup>岩手県林業技術センター・<sup>5</sup>茨城県林業技術センター・<sup>6</sup>新潟県森林研究所

近年、ウルシ植栽地においてウルシの幹に樹液異常漏出被害が頻繁に見られるようになり、被害木では漆液が採取できないことも発生し、重要な問題になっている。そこで、北海道、青森・岩手・茨城・新潟県のウルシ林でその被害症状、原因及び被害状況を明らかにする目的で被害実態調査、菌類の分離及び接種試験を行った。被害木は樹皮から外部に乳白色の漆液が異常に流出し、時間が経つと漆液は黒く固まっていた。また、患部の形成層が壊死し、幹や枝の壊死部は陥没していた。3年生の若い樹だけでなく、15年生を超えるウルシでも本被害の症状が見られた。樹液異常漏出・陥没症状の被害木から菌類を分離した結果、*Phomopsis* 属菌が頻繁に分離された。分離菌を用いて接種を行った結果、本菌では接種部の陥没が観察され、内樹皮に壊死が見られた。壊死部から菌類を分離した結果、本菌が高頻度で再分離された。ウルシ植栽地では調査したほとんどのウルシ林で樹液異常漏出被害が確認され、被害率は3~94%と植栽地によって被害率が異なっていた。

## G22 日本各地の漆液の化学分析評価

田端雅進<sup>1</sup>・宮腰哲雄・橋田 光

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>明治大学・<sup>3</sup>森林総合研究所

【目的】日本の主な漆生産地から入手した漆液の特性を評価し優良系統を識別するために、化学性と塗膜性を分析した。【方法】用いた漆液は岩手県浄法寺産、新潟県村上産及び茨城県奥久慈産の初辺・盛辺・遅辺漆、浄法寺産裏目・止搔・枝・根漆、中国城口産・嵐康産・比節産・毛具産生漆であった。これらの漆液についてウルシオール、水分、ラッカーゼ酵素の活性、pH、漆液の乾燥性などを測定した。【結果】種々の漆液を分析した結果、乾燥性は初辺漆、盛辺漆、遅辺漆の順に良く、裏目漆はかなり時間がかかり乾燥したが、止搔・枝・根漆は乾燥しなかった。中国城口産生漆の乾燥性は良好であったが、中国嵐康産・比節産・毛具産生漆は乾燥が遅かった。これらの漆液中のウルシオール分は67~80%とかなり高い含有量であった。一方、乾燥性の良い盛漆はラッカーゼ酵素の活性値が高いが、乾燥性の悪い漆は活性値が低かった。また、初辺漆のラッカーゼ酵素は高い活性値を有していたが、遅辺・裏目漆のそれはやや低く、止搔・枝・根漆のそれらは極めて低い活性値であった。以上の結果、漆液の乾燥性にはラッカーゼ酵素の活性値が重要であることが判明した。

## G21 ウルシ樹液異常漏出被害の推移

小岩俊行<sup>1</sup>・田端雅進<sup>2</sup>・市原 優<sup>3</sup>・相川拓也<sup>3</sup>

<sup>1</sup>岩手県林業技術センター・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所東北支所

【目的】近年、各地のウルシ植栽地においてウルシ樹幹から異常に樹液を漏出する被害（以下、「樹液異常漏出」）がみられるようになってきているが、その発生原因など詳細は未だ明らかになっていない。今回、発生原因解明の一環として、樹液異常漏出症状がどのように推移するのか観察を行った。【方法】2010年7月、ウルシ林（岩手県二戸市浄法寺町、28年生）内の萌芽（5~6年生）9個体上の樹液異常漏出初期症状と考えられる32カ所（以下「病斑」）をマークし、生育期間を中心に約1ヶ月おきに2012年9月まで被害推移を調査した。【結果】マークした病斑のうち約半数（47%）は、そのままか、治癒の方向へ変化した。円形やへん平等樹幹部の変形を伴った場合は、病斑が拡大する傾向にあった。また、病斑の外観は大きく変化しないが、別の部位から樹液異常漏出がみられ、ウルシ樹個体としては病斑数が増加する場合があった。病斑は初夏頃に変化（拡大など）する傾向がみられた。ウルシ林の管理では、樹幹変形の伴った病斑が多い個体を除去するなどの注意が必要と考えられた。【謝辞】本研究は「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」によって行われた。

## G23 ウルシ材抽出成分の染色特性

橋田 光・田端雅進・久保島吉貴・牧野 礼・外崎真理雄

森林総合研究所

ウルシ材は水桶や網浮木として用いられてきたが、現在では漆液採取後のウルシ材はほとんど利用されていない。ウルシ材の有効利用法の一つとして織布への染色が有望と考え、本研究では、ウルシ材抽出成分の染色特性を明らかにすることを目的とした。

ウルシ材成分の水による効率的抽出条件を検討した結果、炭酸ナトリウムの添加により無添加の1.5倍量以上（総フェノール量換算）を抽出可能であることを明らかにした。ウルシ材抽出染液による染色特性について多織交織布を用いて検討した結果、含窒素繊維で染色性が良好なこと、炭酸ナトリウム添加抽出による染液に酢酸を加えることで濃染が可能なることを明らかにした。ウルシ材染色布の金属塩による媒染を検討した結果、炭酸ナトリウム添加抽出・酢酸添加染色で媒染による発色も濃色になること、染色・媒染を2回繰り返すことで濃染が可能なることを明らかにした。また、ウルシ材染色した綿布は、媒染・濃染することで洗濯による色落ちを抑制できることを確認した。ウルシ材染色した綿布の抗菌性を評価した結果、黄色ブドウ球菌及び大腸菌に対し抗菌性があることを明らかにした。

## G24 ウルシ材の物性

久保島吉貴・外崎真理雄・橋田 光・田端雅進

森林総合研究所

ウルシ材は耐湿・耐水性に優れるため水桶や馬桶などに用いられ、材が軽いことから網浮木として用いられてきた。また材色を活かして寄木細工にも使用されている。しかし材の特性は一部の地域産材に関しては得られているものの十分な知見が得られているとは言えない。現状では伐採後に放置されている樹液採取後のウルシ材の利用し新たな産業の創出や漆産業の維持・拡大につなげて行くには、材の特性を解明し、特性を活かした利用法を開発する必要がある。そこでウルシ材の主に物理的、力学的な物性を検討した。その結果、静的曲げヤング率、静的曲げ強度および衝撃曲げ吸収エネルギーは小さいものはスギと同程度で大きいものはカラマツおよびアカマツと同程度であり、密度と有意な相関関係が存在した。従って材の強度は密度から推定される妥当な範囲であると考えられるが、樹液採取が樹齢10-15年程度で行われるため丸太の直径が小さいことと、生産本数がスギ、ヒノキおよびカラマツなどと比較して極めて少ないことなどを考慮した用途開発が望まれる。用途としては既に開発されているものに加え産地の小中学校や体験教室などの教材にも利用出来るのではないかと考えられる。

## H09 異なる生育段階において推定されたブナの花粉散布パターンの比較

稲永路子<sup>1</sup>・中西敦史<sup>2</sup>・鳥丸 猛<sup>3</sup>・西村尚之<sup>4</sup>・戸丸信弘<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>愛知県・<sup>3</sup>弘前大学農学生命科学部・<sup>4</sup>群馬大学社会情報学部

成木が高密度に分布する優占種の樹木集団では短距離の受粉が卓越する。もし成木集団内に遺伝構造が存在すると二親性近親交配が増加することから、適応度が低い次世代が生産される。しかしコホートの樹齢が上がるにつれて、構成個体数は減少し、近親交配由来の個体は集団から排除される。以上の仮説が正しければ、コホートの樹齢が上がるにつれて推定される有効な花粉散布距離は長くなり、近交係数は減少すると考えられる。この仮説を検証するために、樹木集団内の複数の生育段階において推定花粉散布距離(dp)、プロット外からの花粉移入率(mr)、近交係数( $F_{IS}$ )を比較した。鳥取県大山ブナ林の4haプロットにおいてブナの成木、種子、5年生実生および稚樹を材料とし、マイクロサテライトマーカー7座による親子解析と近隣モデルによる花粉散布推定を行なった。dp、mrはともに種子よりも実生で高い値を示し、とくに実生のmrは80%を超えた。また $F_{IS}$ は4生育段階間で有意差が検出されなかったことから、種子生産時に近親交配を回避する機構が存在する可能性が示された。発表では、稚樹の花粉散布を含めた解析結果について報告する。

## H08 染井吉野およびその関連品種の系統関係に関する研究

加藤珠理<sup>1</sup>・松本麻子<sup>1</sup>・吉村研介<sup>1</sup>・勝木俊雄<sup>2</sup>・岩本宏二郎<sup>2</sup>・河原孝行<sup>3</sup>・向井 譲<sup>4</sup>・津田吉晃<sup>5</sup>・石尾将吾<sup>6</sup>・中村健太郎<sup>6</sup>・森脇和郎<sup>7</sup>・城石俊彦<sup>8</sup>・五條堀孝<sup>8</sup>・吉丸博志<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>3</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>4</sup>岐阜大学応用生物科学部・<sup>5</sup>イタリア CNR 植物遺伝研・<sup>6</sup>住友林業株式会社・<sup>7</sup>財団法人遺伝学普及・<sup>8</sup>国立遺伝学研究所

‘染井吉野’はサクラの栽培品種のなかでも特に馴染み深い花木であり、その起源については様々な研究分野において熱心に調べられてきた。著者らは昨年の森林学会において、核SSRマーカーを用いたDNA多型分析を行い、‘染井吉野’の起源について再評価した。その結果は、‘染井吉野’の起源にエドヒガンとオオシマザクラが関与し、他の野生分類群が関与する可能性は低いことを、改めて示すものであった。本研究では、更に詳細な解析を行い、‘染井吉野’がオオシマザクラとエドヒガンの雑種第一代である可能性が高いことを明らかにした。また、‘染井吉野’と他の栽培品種の遺伝子型を比較したところ、‘染井吉野’が片親であるとされる栽培品種(‘衣通姫’、‘咲耶姫’、‘仙台吉野’など)だけでなく、DNAの突然変異などを考慮して数座の mismatchesを許容する場合、サトザクラ系の栽培品種のいくつかについても親子関係が成立し得ることがわかった。これらの栽培品種は、‘染井吉野’と直接の親子関係を持たないかもしれないが、何らかの血縁関係はあると考えられ、‘染井吉野’とサトザクラ系の栽培品種の作出過程に共通の親個体が関与している可能性が高い。

## H10 アカマツ散布種子の景観スケールでの遺伝的異質性—雌性配偶体を利用した配偶子レベルでの解析—

岩泉正和<sup>1</sup>・大谷雅人<sup>2</sup>・那須仁弥<sup>2</sup>・平岡宏一<sup>2</sup>・高橋 誠<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場

主要な優占樹種ではしばしば、景観内で数多くの集団が地形的要因等によって断続的に配され、「景観>集団>個体」という階層的な遺伝的構造により地域特有の遺伝変異が保たれていると考えられる。本研究では、福島県いわき市のアカマツ天然林において、これまで詳細な遺伝子流動の解析を行ってきた1つの尾根上の集団(調査範囲:3.75ha)に、周辺の尾根に生育する8集団を加え計9集団を調査対象として(約225ha)、各3台の種子トラップにより収集した散布種子の遺伝変異を解析した。胚と雌性配偶体(母親由来の半数体)の組織別にSSR分析を行い、集団間・集団内トラップ間での雌雄の配偶子の遺伝的異質性を正確に区別して評価した。その結果、雌性配偶子の集団間・トラップ間の遺伝的分化度はいずれも有意であり、全体的に雄性配偶子のそれよりも高い値を示すとともに、雌性配偶子では集団間の分化度の方がトラップ間のそれよりも高い値を示した。当該樹種の景観スケールでの遺伝的多様性の構築には、花粉による遺伝的交流がもたらす均一な雄性配偶子の遺伝変異に加え、集団間と集団内の両スケールでの雌性配偶子の遺伝的異質性が寄与していることが考えられた。

### H11 日本における外来樹木ニワウルシの遺伝構造と分布拡大過程

黒河内寛之<sup>1</sup>・齊藤陽子<sup>1</sup>・中馬美咲<sup>1</sup>・湯 定欽<sup>2</sup>・井出雄二<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>浙江農林大学

人為的に導入された外来種の逸出や拡散は、在来種の生息地を圧迫し、在来生態系を改変し得るため、世界的に問題となっている。侵略性を発揮する外来樹木は、侵入先では、起源集団に限られること、地理的遺伝構造が不明瞭なこと、栄養繁殖による分布拡大といった共通点がある。中国原産のニワウルシは、欧米では侵略的とされるが日本にも広く分布する。本研究は、本種が日本においても侵略的であるかを明らかにするため、その遺伝構造や分布拡大に関わる繁殖特性を調べた。

具体的には、①中国南東部を含む68地点の葉緑体DNAの類縁関係、②18集団の葉緑体および核DNAの遺伝構造、③逸出個体の点在する2地点の葉緑体と核の遺伝子型からの個体間の血縁関係を解析した。

その結果、①系統の異なる2葉緑体ハプロタイプが日本各地に分布していた。②核DNA多型を用いたSTRUCTURE解析の最適クラスター数は2で、それぞれ異なる葉緑体ハプロタイプに対応した。③栄養繁殖に由来する延長数10mのジェネット、種子繁殖に由来する数100m離れた個体間の血縁関係が認められた。これらの遺伝構造や繁殖特性は、本種が日本でも侵略的であることを示唆する。

### H13 スギ天然林における伏条繁殖のパターンと遺伝要因と環境要因の影響

木村 恵・壁谷大介・齋藤智之・森口喜成・内山憲太郎・右田千春・千葉幸弘・津村義彦

森林総研

クローナル繁殖は植物の個体群動態と遺伝構造を特徴付ける重要な要因である。本研究では全国のスギ天然林13集団を対象に、クローナル繁殖の1つである伏条繁殖の頻度を明らかにし、遺伝要因と環境要因が伏条繁殖に与える影響を調べた。核SSR8座を用いたクローン解析の結果、10集団で伏条がみられ空間遺伝構造に強く影響していた。伏条の頻度は集団間で異なったことから、説明変数に環境要因(積雪深)、遺伝要因(Structure解析によるQ値)、個体サイズ(胸高断面積合計:BA)、目的変数に各ジェネットが伏条繁殖するか否かとジェネットあたりのラメット数の2項目を用いて一般化線形混合モデルによりモデル選択を行った。その結果、伏条するか否かにはQ値、積雪深との交互作用、BAが選択され、積雪の多い地域では個体サイズが小さく、遺伝クラスター1に由来しないジェネットほど伏条を行うという結果が得られた。またジェネットあたりのラメット数はBAが小さいほど減少する傾向がみられた。以上から、スギにとって伏条は氷期のような厳しい環境下で個体群を維持するための重要な繁殖様式として機能してきたと考えられた。

### H12 シデコブシ実生期に生じる環境依存性近交弱勢

鈴木節子<sup>1</sup>・永光輝義<sup>1</sup>・戸丸信弘<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究所

近交弱勢の大きさは周囲の環境によって変化することがある。本研究では雌雄同株のシデコブシにおいて交配様式(自殖・他殖)と生育環境(温室・野外)が実生の適応度(生存率、苗高)に与える影響を調べることによって、環境依存性近交弱勢が生じるかどうかを検討した。さらに野外において実生の環境(光量子束密度、コケの有無)が実生の適応度に与える影響を調べた。野外で自然受粉した種子に由来する実生を温室で育て、その生残と成長を4年間追跡し、野外においても自然に発芽した実生の生残と成長を3年間追跡し、同時に各実生の環境を調べた。SSR解析によって実生が自殖か他殖かを判別し、温室と野外における近交弱勢の大きさ(他殖実生の適応度に対する自殖実生の適応度の割合)を、1-3年生実生の3つの生育段階で比較した。その結果、生存率において全ての生育段階で有意な近交弱勢が示され、さらに1年生実生において野外よりも温室において近交弱勢が大きくなる傾向があった。また、苗高は生育段階が進むにつれ近交弱勢が増加する傾向にあるが、野外と温室で有意差はなかった。さらに野外の実生の生存率はコケの存在によって有意に高まることが示された。

### H14 標高に沿った適応形質の遺伝様式を探る—遺伝的背景の異なるトドマツF2個体群を用いて

石塚 航<sup>1</sup>・後藤 晋<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東大総合文化研究科・<sup>2</sup>東大農学生命科学研究科

分子生物学の進展により、遺伝子レベルで生物の適応進化の実態が解明できるようになってきた。そのためには、遺伝様式を解明できる実験材料の作出が重要となる。しかし、繁殖までに時間がかかる樹木では、(自然集団を対象となる場合にはとくに)表現型分離を観察できる雑種第二世代(F<sub>2</sub>)以降の材料を用いた研究例が乏しい。

東京大学北海道演習林では北方針葉樹トドマツ(モミ属)の標高間相互移植試験が1970年代より行われ、自生標高への適応が示唆されている。また、高・低標高自然集団を用いた人工交配試験地も同年代に設定されており、すでに一部個体が繁殖段階に達しているため、表現型分離を観察できるF<sub>2</sub>世代が作出できる状態にある。

そこで、高・低標高の集団内・集団間交配で作出した、遺伝子組成の異なる母樹群を対象として自然交配種子を採集し、2010年春より共通圃場試験を行った。成長、耐凍性、季節性の形質に着目し、実生の形質値の分散と遺伝的背景との対応を調べ、変異が遺伝的基盤に基づくことを確かめた。以上の結果をもとに、標高に沿ったトドマツの適応的形質とその遺伝的基盤について紹介する。



## H15 岐阜県におけるフモトミズナラの遺伝的変異

玉木一郎・畑中竜輝

岐阜県立森林文化アカデミー

フモトミズナラは東海地方と関東地方の一部に生育するコナラ属の希少樹種である。本研究では、自生地が多く存在する岐阜県の14集団417個体を対象に、それらの遺伝的多様性の程度や遺伝的分化の程度を明らかにすることを目的とした。自生地を網羅する14地域から、集団あたり約30個体の葉サンプルを採取した。DNAを抽出し、EST-SSR7座の遺伝子型を決定した。各集団における $H_E$ と対立遺伝子数は、それぞれ平均(SD)0.745(0.012)と8.8(0.5)の値を示し、集団間のばらつきは小さかった。 $G_{ST}$ とHedrickの $G'_{ST}$ は、それぞれ0.009と0.049の値を示し、遺伝的分化は6/7座で有意であった。しかし、 $D_A$ 遺伝距離に基づくNJ樹からは明瞭な地理的傾向は認められず、地理的距離と $D_A$ 遺伝距離の相関も有意ではなかった( $r=0.062$ ;  $P=0.659$ )。STRUCTURE解析においても、単一の任意交配集団が支持されたことから、岐阜県のフモトミズナラの遺伝的分化の程度は弱いことが示唆された。今後は同じ地点から採取した近縁種かつ普遍種のコナラと遺伝的変異の程度を比較する予定である。

## H17 日本で急速に多様化したツツジ属ミツバツツジ節の進化過程と種間・集団間分化

渡辺洋一・戸丸信弘

名古屋大学大学院生命農学研究科

ツツジ属は1,000種以上を有する木本類では非常に稀な分類群であり、日本国内の森林において高い頻度で低木層を構成する樹種であるほか園芸上重要な価値を持つ野生種が複数存在する。その中でも、東アジアの温帯に分布するツツジ属ミツバツツジ節は28の種・変種が日本と韓国の一部に分布し、開花期などのフェノロジーの違いや落葉・常緑などの生活形の違いが認められる多様化した分類群である。日本における種の分布は南西諸島から北海道まで幅広い一方で、分布が広い種と限られた分布を持つ地域固有種が存在する。本研究では、このような特徴をもつミツバツツジ節がどのように多様化したのかを明らかにするために集団遺伝学的・系統地理学的なアプローチにより多様化の進化的プロセスを明らかにすることを目的とした。日本および韓国に分布する全種・変種の分布を網羅するように採取した57集団を用いて葉緑体DNAの非翻訳領域(4,000bp)と核DNAの翻訳領域(2,000bp)の塩基配列を決定し、解析を行った。本発表では、系統関係だけでなく、種・集団の塩基多様度や種間・集団間の遺伝的分化のパターン、遺伝子浸透の程度などに着目して報告する。

## H16 DNAマーカーを用いたカバノキ属の広域分布樹種シラカンバとダケカンバの日本における地理的変異の評価

平岡宏一<sup>1</sup>・大谷雅人<sup>1</sup>・宮本尚子<sup>1</sup>・那須仁弥<sup>1</sup>・生方正俊<sup>1</sup>・岩泉正和<sup>3</sup>・宮下智弘<sup>2</sup>・高橋 誠<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>山形県森林研究研修センター・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>4</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場

シラカンバ(*Betula platyphylla*)とダケカンバ(*B. ermanii*)は、ともにアジアに生育するカバノキ属樹種である。本研究では、これら2種の日本列島における地理的な遺伝構造を検出することを目的とした。シラカンバは北海道、本州北部および本州中部に分かれて分布するが、核SSRマーカーを用いた集団解析ではこれら3地域で異なる遺伝的変異が検出され、地理的な分布と一致した。シラカンバの葉緑体変異に関して、広範囲(25領域、48,568bp)にわたる塩基置換変異の探索を行ったが、SSR1領域にのみ多型が検出された。その領域を用いて解析を行った結果、北海道では検出された4つの葉緑体ハプロタイプすべてが観察されたが、本州では単型であった。一方、ダケカンバの葉緑体では多数の塩基置換変異が検出された。シラカンバは集団の消失・再定着を頻繁に繰り返す生活史を有しているのに対し、ダケカンバは安定的に集団を更新維持する傾向が強く、極寒な環境下でしばしば極相林を形成する。同属種間で遺伝的変異に大きな違いが生じたのは、対照的な生活史に関連した有効集団サイズの違いに影響されているためかもしれない。

## H18 針葉樹の集団デモグラフィから探るオーストラリアの最終間氷期最盛期以降の景観変化

阪口翔太<sup>1,2</sup>・Prior, Lynda<sup>3</sup>・Bowman, David<sup>3</sup>・Crisp, Michael<sup>4</sup>・津村義彦<sup>5</sup>・井鷲裕司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>日本学術振興会特別研究員・<sup>3</sup>タスマニア大学・植物科学科・<sup>4</sup>オーストラリア国立大学・<sup>5</sup>森林総合研究所

オーストラリアは最終氷期に大きな環境変化を経験した。一つは全球規模での気候変動であり、もう一つは人類到来に伴う火災レジームの変化である。こうした環境変化は植生改変や大型哺乳類の絶滅をもたらしたと考えられているが、大陸スケールでどのような景観変化が起こったのかは十分に理解されていない。ヒノキ科 *Callitris columellaris* 複合種はオーストラリア全域に分布する針葉樹であり、集団の維持に一定の降水量を必要とし、また野火に対して脆弱であることから、環境変化の指標種として利用されている。本研究では、大陸全域から集団サンプルを収集し、それらの核EST-SSR遺伝子型データに基づいて、最終氷期における集団サイズの変化を近似ベイズ計算によって推定した。その結果、内陸集団の多くで集団サイズの減少が検出されたのに対して、南部温帯域では最終氷期の終焉と共に集団サイズが拡大したことが示された。一方、火災頻度の高い熱帯サバンナでは集団サイズは安定していたことが明らかになった。これらの結果から、豪州ヒノキの集団デモグラフィには火災レジームの改変よりも、気候変動がより強く影響したことが推察された。

## H19 高CO<sub>2</sub>および高O<sub>3</sub>環境下におけるグイマツ雑種 F1 の外性菌根の多様性

王 曉娜<sup>1</sup>・川口光倫<sup>1</sup>・曲 來葉<sup>2</sup>・玉井 裕<sup>3</sup>・渡辺 誠<sup>3</sup>・小池 孝良<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道大学農学院・<sup>2</sup>中国科学院 生態環境研究中心・<sup>3</sup>北海道大学農学研究院

We studied the ectomycorrhiza (ECM) infection rate and species richness of a new hybrid larch F<sub>1</sub> (*Larix gmelinii* var. *japonica* × *L. kaempferi*) with elevated CO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub>. Two-year-old planting stocks were planted in Open Top Chamber (OTC) system. We conducted four fumigation treatments: Control (ambient air), O<sub>3</sub> (60 ppb), CO<sub>2</sub> (600 ppm), CO<sub>2</sub>+O<sub>3</sub>, totally 16 chambers (volume=1.2 m×1.2 m×1.2 m, n=4), all the seedlings were planted in OTC from July 2011 and harvested in Oct 2012 (4 repetitions). The ECM infection rate and symbiotic specificity were estimated, after morphological and molecular analysis 6 types of ECM were found: *Tomentella* sp.,

## H21 スギ細根の分解と養分動態

田和佑脩<sup>1</sup>・武田博清

<sup>1</sup>同志社大学大学院理工学研究所・<sup>2</sup>同志社大学大学院理工学研究所

森林での分解において、地上部では林床が分解場所となるが、細根では枯死した場所が分解場所となる。そのため、同じ場所でも深度による土壌環境の違いが分解速度に違いを与えることが予測される。また根系の形態は土壌環境により異なることが知られており、その化学組成も変わってくると考えられる。そこで、分解速度の規定要因である細根基質と土壌基質の効果を評価した。実験はリターバック法を用い、2年間行った。分解場所と基質を考慮するために、有機物層、鉱物層それぞれの根を両層に埋める処理を行なった。化学分析は酸不溶性物質、ホロセルロース、可溶性炭水化物、ポリフェノール、N、P、K、Ca、Mgを測定した。リターの重量減少は有機物層で分解が速かった。各養分元素の動態については、分解場所・基質に関係なく Mg=K>Ca>>P>N の順に放出速度が大きかった。有機物層においてホロセルロースの分解が速く、またNとPの濃度の上昇が大きくなっていった。これは微生物活性が有機物層で高いからだと考えられた。これらから細根分解では土壌深度により分解速度が変わり、土壌深くある根がより長く炭素貯蔵されることが示唆された。

## H20 針広混交林における根からの揮発性有機化合物 (BVOC) フラックスの樹種間比較

鶴田 惇<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>京都大学大学院エネルギー科学研究科

本研究は、研究例がほとんどない樹木根から放出される揮発性有機化合物 (BVOC) の化学組成およびその樹種間差を明らかにすることを目的とした。樹種間差は、菌根菌タイプ (外生・内生) と植物分類 (被子・裸子) によって特長づけられるのではないかと仮説を立てた。調査地は京都大学上賀茂試験地 (針広混交林) で、12種類の成木 (外生 & 裸子: アカマツ、モミ、ツガ、外生 & 被子: コナラ、コジイ、アラカシ、内生 & 裸子: ヒノキ、スギ、サワラ、内生 & 被子: ソヨゴ、クロバイ、サカキ) を対象樹木とした。細根を掘り出し、放出される気体を採取して GCMS で分析した。採取された BVOC からモノテルペン、セスキテルペンなどが検出され、樹種によって有意に放出速度や化学組成が異なっていた。モノテルペンの総放出速度が大きい樹種は外生 & 裸子のモミ、アカマツで、セスキテルペンの総放出速度が大きい樹種は内生 & 裸子のヒノキ、サワラであった。以上より、BVOC 放出速度は被子より裸子の方が大きく、その化学組成は裸子植物において菌根菌タイプで類型化できる可能性を示唆した。BVOC として利用される炭素量は、樹種特異性を示すことが明らかとなった。

## H22 枯死細根の微生物分解呼吸は何によって規定されているのか?—細根化学性と形態特性からの探索—

川村あゆみ・牧田直樹・大澤 晃

京都大学大学院農学研究所

細根分解における微生物活性の変化を明らかにするため、細根の直径階級 (<0.5 mm、0.5-2 mm) に着目し、枯死細根由来の微生物呼吸量と、重量減少・形態変化・化学性変化とを対にして評価した。コナラとソヨゴの細根をリターバックに詰めて土壌に埋設し、30ヶ月の期間に定期的に回収した。微生物呼吸量 (20℃標準化) は、両樹種とも全期間を通じて <0.5 mm 根で 0.5-2 mm 根よりも高く、両直径階級において設置1年目よりも2年目の方が高かった。重量減少は、1年目は0.5-2 mm 根で速く、2年目以降は <0.5 mm 根の方が速かった。表面積は <0.5 mm 根で継続して減少したが、0.5-2 mm 根では分解初期からあまり変化しなかった。密度減少は1年目に直径別で差はなかったが、2年目は <0.5 mm 根で遅かった。N含有量は両直径階級で減少したが、初期N濃度が高い <0.5 mm 根では減少が速かった。直径によって細根の初期特性や分解に伴う重量減少・特性変化が異なり、微生物呼吸はその違いを反映したと考えられる。分解過程の制限要因について理解を深めることにより、微生物呼吸の変動やばらつきの解明に重要な示唆を与えるだろう。

## H23 光合成で獲得した炭素はいつ根呼吸として消費されるのか? $^{13}\text{C}$ パルスラベリング同位体法を用いたの解明

牧田直樹<sup>1</sup>・小杉緑子<sup>1</sup>・高梨 聡<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所

光合成によって獲得した炭素が、根呼吸として消費されるまでの時間および量を明らかにするため、コナラの2年生実生苗を対象に $^{13}\text{C}$ パルスラベリング同位体実験を行った。この手法は、樹木に透明な袋をかけ、光合成産物を $^{13}\text{C}$ で短期間標識することにより、炭素の樹木内部動態を解明することが可能となる。調査は完全展葉期である6月に野外で実施された。土壌面から放出される $\text{CO}_2$ 同位体比は、レーザー同位体分光計測装置と開放型動的チャンバーを組み合わせたシステムで連続測定された。結果、葉にラベリングしてから23-26時間後に、土壌 $^{13}\text{CO}_2$ 放出の高いピークが観測された。その後、土壌 $^{13}\text{CO}_2$ 放出は、光合成有効放射量や温度と関係し、日中に高く、夜間に低かった。つまり同化された $^{13}\text{C}$ は、日中に根呼吸として多く消費された。土壌 $^{13}\text{CO}_2$ 放出は日変化を繰り返しながら、2週間かけて緩やかに減少していった。以上より、実生苗の根呼吸として放出される $\text{CO}_2$ は、新旧混合の光合成産物で構成されており、その放出パターンは日変化することが示された。根の炭素源代謝・分配は、植物の要求量・環境要因によって制御されている可能性が示唆された。

## H25 フィンランド北方林の単一樹種林と混交林の細根バイオマス

中野愛子<sup>1</sup>・平野恭弘<sup>2</sup>・Timo, Domisch<sup>3</sup>・Leena, Finér<sup>3</sup>・池野英利<sup>1</sup>・大橋瑞江<sup>1</sup>

<sup>1</sup>兵庫県立大学大学院環境人間学研究所・<sup>2</sup>名古屋大学大学院環境学研究所・<sup>3</sup>フィンランド森林研究所

細根(根直径2mm以下)は森林生態系の炭素循環の中で重要な構成要素の一つである。近年、生物多様性が注目されており、森林の多様性が細根バイオマスに与える影響が研究されてきた。これまでの研究でカナダの北方林において単一樹種林よりも混交林で細根のバイオマスが高かったという報告や( Brassard et al. 2011)、広葉樹の単一樹種林と混交林で細根バイオマスに差がなかった例もある(Meinen et al. 2009)。本研究では森林の多様性が細根バイオマスに与える影響を明らかにすることを目的に、フィンランド北方林のドイツウヒとシラカンバの単一樹種林、混交林において細根バイオマスを比較した。土壌サンプルは2012年9月に直径38mmのオーガーを用いて土壌深さ20cmまで取得した。土壌サンプルから細根のみを取り出し、混交林では形態で樹種別に根を分けた。根は洗浄した後乾燥させ、重さを測定した。細根バイオマスはドイツウヒ林で $355\text{ gm}^{-2}$ 、シラカンバ林で $277\text{ gm}^{-2}$ 、混交林で $251\text{ gm}^{-2}$ であった。それぞれの森林において細根バイオマスに有意な差はみられなかった。

## H24 アマゾン中央部の熱帯林におけるスキャナを用いた細根動態の測定

野口英之<sup>1,3</sup>・Souza, Cacilda Adélia Sampaio<sup>2</sup>・Silva, Rosiane Oliveira<sup>2</sup>・Ourique, Lucas<sup>2</sup>・諏訪謙平<sup>1</sup>・梶本卓也<sup>1</sup>・石塚森吉<sup>1</sup>・Pinto, Alberto Carlos Martins<sup>2</sup>・Lima, Adriano José Nogueira<sup>2</sup>・Santos, Joaquim<sup>2</sup>・Higuchi, Niro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>ブラジル・国立アマゾン研究所・<sup>3</sup>JST/JICA-SATREPS

細根は森林の炭素循環の重要な構成要素であるが、その動態を測定する各種の手法には、微環境の改変や測定値の信頼性、機材の価格等、それぞれに問題点がある。とくにアマゾン等の熱帯地域では細根の成長・枯死・分解のサイクルも早いと考えられるため、環境条件に応じた適切な測定方法の検討が不可欠である。本研究では、ブラジル・マナウス近郊の熱帯林において、砂質土壌が分布する斜面下部と、粘土質の土壌が分布する斜面上部で、フラットベッド・スキャナを用いて直径2mm未満の細根の成長と枯死の動態を測定した。イングロスコアを用いた細根成長量の測定も併せて実施し、結果を比較した。また地形単位ごとに土壌含水率の変動も測定し、細根の動態との関係を検討した。スキャナによる測定では、とくに多雨期に斜面下部で活発な成長と枯死が観察されていたが、斜面上部では成長・枯死のサイクルは非常に緩慢であった。一方、イングロスコアによる測定では、斜面下部と上部で1年間の細根生長量にほとんど差がなかった。後者では埋設期間中の枯死分を測定できず、とくに斜面下部ではかなりの過小評価になっていた可能性が高い。

## H26 斜面位置の異なるクロトウヒ(Picea mariana)林における細根現存量

野口享太郎<sup>1</sup>・松浦陽次郎<sup>2</sup>・Sparrow, Stephen<sup>3</sup>・Hinzman, Larry<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>アラスカ大学フェアバンクス校天然資源・農学研究所・<sup>4</sup>アラスカ大学フェアバンクス校国際北極圏研究センター

アラスカ内陸部の北向き斜面や水はけの悪い低地には永久凍土が分布しており、その上にはクロトウヒ(Picea mariana)林が成立している。他の森林と同様に、クロトウヒ林においても細根は炭素・養分動態の重要な要素と考えられているが、永久凍土環境の変化が細根に与える影響については不明な点が多い。そこで本研究では、永久凍土面の深さの違いが細根現存量に与える影響について明らかにすることを目的とした。調査地は、斜面位置の異なるクロトウヒ林2林分とした。斜面上部プロットでは、永久凍土面の深さ(113cm)が斜面下部プロット(67cm)よりも深く、地上部現存量( $5.6\text{ kg m}^{-2}$ )が斜面下部( $1.9\text{ kg m}^{-2}$ )よりも大きかった。斜面上部では、クロトウヒの細根現存量( $1.10\text{ kg m}^{-2}$ )は斜面下部( $0.71\text{ kg m}^{-2}$ )よりも大きかったが、細根/地上部現存量比(0.20)は斜面下部(0.37)よりも小さかった。これらの結果は、養分条件等の変化をともしながら永久凍土条件の変化に対応して、クロトウヒが細根系へのバイオマス分配を変化させていることを示唆している。

## H27 アラスカ内陸部永久凍土上に生育するクロトウヒの根呼吸測定

檀浦正子<sup>1</sup>・佐々木隆史<sup>1</sup>・牧田直樹<sup>1</sup>・野口享太郎<sup>2</sup>・森下智陽<sup>2</sup>・松浦陽次郎<sup>3</sup>・Hinzman, Larry<sup>4</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>国際北極圏研究センター

アラスカ中央部では永久凍土が連続・非連続的に存在しており、将来の気候変動に対して重要な地域であると考えられる。そのような森林では、地下数十センチの深さに永久凍土が存在するため、夏期には気温が30度まで上昇しても、地下部は低温であるという特異な環境が形成されている。また、生育している樹木も、温帯林等と比較して、根の割合が高く、地下部の重要性が指摘される。そこで、永久凍土上に生育するクロトウヒの独立栄養呼吸を測定し、環境要因に対する反応と、樹木単位での根呼吸の割合を推定することを試みた。

まず、樹木の幹および根に自動チャンバーを設置し、非破壊的な呼吸量の連続測定を試みた。測定時間は連続した約20時間、サンプル樹木数は7本である。次に、その中から4本を選定し、樹木の各部位(葉・枝・幹・根・細根)に切り分けて呼吸量を測定し、バイオマス計測と合わせて各部位の呼吸量を推定した。

樹木の根系は、地上部に比較して温度に関する反応性が高かった。また樹木バイオマスの地上部地下部比(T/R)より呼吸量のそのほうがさらに小さい値をとり、地下部の呼吸量の重要性が示された。

## H29 樹木根を地中探査用レーダを用いて検出する—これまでの知見とこれからの課題—

平野恭弘<sup>1</sup>・檀浦正子<sup>2</sup>・山瀬敬太郎<sup>3</sup>・谷川東子<sup>4</sup>・山本梨加<sup>5</sup>・池野英利<sup>6</sup>・大橋瑞江<sup>6</sup>・青野健治<sup>7</sup>・牧田直樹<sup>7</sup>・金澤洋一<sup>5</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学環境学研究所・<sup>2</sup>京都大学農学研究科・<sup>3</sup>兵庫県森林技術センター・<sup>4</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>5</sup>神戸大学農学部・<sup>6</sup>兵庫県立大環境人間学部・<sup>7</sup>環境総合テクノス

樹木根系の検出やバイオマスを推定するための非破壊的な手法の一つとして、地中探査用レーダを用いた方法が近年提案されている。地中レーダ法は、土を掘り取る必要がなく個体を枯死させないこと、比較的短時間で広域の測定が可能など利点がある一方で、適用できる場所が限られていること、手法が確立されておらず未だレーダ検出に与える影響要因の精査がなされていないことなどの欠点も持つ。

演者らはこれまでに、マサ土で満たした実験区を作成し、根を埋設しレーダ探査を行うことで、根や土の水分量、根直径サイズ、根と根の重なり間隔、根の方向性など、これらの要因がレーダ検出に与える影響を実験的に明らかにしてきた。また、砂地土壌に生育する海岸クロマツ林に着目し、場所や樹齢の異なる海岸林において、探査したレーダ結果を、実際に掘り取りにより確認した根の垂直分布と比較し、レーダ検出精度の検証や根バイオマスの推定も行った。

本発表では、上記のこれまでの知見から、地中レーダ法が、海岸クロマツ林における根系検出において有効な手段である点を整理するとともに、解決すべき今後の課題も提案する。

## H28 ヒノキ人工林における崩壊防止力分布図の作成

阿辻雅言<sup>1</sup>・神田誠也<sup>2</sup>・北原 曜<sup>1</sup>・小野 裕<sup>1</sup>

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

森林根系は崩壊防止力を持つが、その分布傾向は未だ不明な点が多く、急傾斜地における林分での崩壊防止力分布は明らかになっていない。そこで本研究では、立木中心からの距離と崩壊防止力の関係式(以下、関係式)を求め、ヒノキ人工林を対象に、崩壊防止力2次元分布図を作成し、その検証を行うことを目的とした。崩壊防止力は、信州大学治山学研究室にて行われた過去の研究データを解析して得られた関係式と、ヒノキ単木周囲の根系掘削調査から得られた関係式を用いた2通りの手法により算出した。その結果、2通りの手法から得られた関係式はほぼ同様のものとなった。この関係式により、崩壊防止力2次元分布図を作成し、その検証として、ヒノキ人工林を対象とした土壌掘削による根系調査を行ったところ、崩壊防止力の推定値と実測値の間には有意な関係が見られた。さらに、崩壊防止力の関係式を用いて間伐による崩壊防止力の変化予測シミュレーションを行い、間伐後の時間経過による崩壊防止力分布の変化を検討した。

## H30 東北地方太平洋沖地震津波により被害を受けた宮城県岩沼海岸林の根系発達状況

菊池俊一<sup>1</sup>・大國谷諒<sup>1</sup>・渡部公一<sup>2</sup>・佐藤恒治<sup>2</sup>・須藤泰典<sup>2</sup>・上野満<sup>2</sup>・齊藤正一<sup>2</sup>・堀米英明<sup>2</sup>・海老名寛<sup>2</sup>・坂本知己<sup>3</sup>

<sup>1</sup>山形大学農学部・<sup>2</sup>山形県森林研究研修センター・<sup>3</sup>森林総合研究所

2011年東北地方太平洋沖地震に伴い発生した津波によって壊滅的な被害を受けた仙台平野の海岸林を対象に被害形態と根系発達状況の関係を検討した。宮城県岩沼市寺島の海岸林の残存立木群からアカマツ4個体、倒伏・流出木が多かった箇所から根返り木4個体(クロマツ2個体、アカマツ2個体)を選び、根系分布範囲や地下水位を測定した。残存立木4個体中の2個体と根返り木4個体は研究室に持ち帰り、各根系を長さ10cmで切断し、年輪数と年輪幅(10年ごと)を計測した。残存立木の根系到達深は1.4~2.0mであり、根返り木の0.8~0.9mに比べて明らかに深かった。地下水位はこれら根系の最深部直下にあり、地下水位の高さに従い根系到達深が異なっていた。根の伸長成長過程を見ると、垂下根では成長初期にその速度が速いサンプルが多かったが、水平根では後期に成長速度が速いものが多かった。一方、肥大成長を見ると、垂下根、水平根ともに成長後期に速度が速まっていた。すなわち垂直方向への根の成長が水平方向に先んじて行われていたことがわかった。ただし、残存立木と根返り木との間に根系の成長パタンの違いは見られなかった。

## I06 津波被害を受けた海岸林におけるクロマツ・アカマツの衰弱・枯死

中村克典

森林総合研究所東北支所

東北地方太平洋沖地震津波による海岸マツ林被害の実態を明らかにするため、青森県八戸市から宮城県山元町の様々な林相、津波被害状況の海岸林に固定調査区を設置し、クロマツ・アカマツの衰弱・枯死発生経過を2年にわたって追跡した。宮城県東松島市、亘理町、山元町の海岸林での調査結果によると、津波により倒伏・傾斜した前線部のクロマツはほぼ全てが被災当年秋までに枯死したが、後背地のクロマツ優勢木に被害は少なく、枯死木の大半を被圧木や混在するアカマツが占めていた。アカマツが優占する調査区では、被災当年秋までに優勢木、被圧木の区別なく約8割の個体が枯死した。以上から、クロマツはアカマツより海水への浸水に強く、津波による強度の樹体損傷や被圧等によるストレスがなければ枯死に至らない場合が多かったと言える。一方、青森県八戸市のクロマツ林では、被災以降衰弱が継続して進行し、翌年秋までにほぼ全ての木が枯死した調査区があった。近接してほとんど枯死が発生しない林分もあったことから、上記調査区では何らかの局地的な立地条件により海水由来の塩分の流亡が妨げられ、継続的な塩害によりクロマツの衰弱が進行したものと考えられた。

## I08 仙台平野海岸林の被害タイプと地下水位の関係

渡部公一<sup>1</sup>・海老名寛<sup>1</sup>・古川和史<sup>1</sup>・堀米英明<sup>1</sup>・大築和彦<sup>1</sup>・上野満<sup>1</sup>・宮下智弘<sup>1</sup>・坂本知己<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山形県森林研究研修センター・<sup>2</sup>森林総合研究所

東北地方太平洋沖地震津波により被災した海岸林再生にあたって、盛土の基準を定めるため、汀線から内陸方向に海岸林を横断するラインを設定して被害と地下水位の変化を調査した。前線部のクロマツはほとんどが地際からの幹折れであり、内陸側の低地に向かってマツのサイズが大きくなるのに伴って根返りが発生していた。地下水位は地盤高にかかわらず、およそ±30 cmの水平面上にあって一定していた。低湿地では地下水が直根の伸長を制限しており、地下水深度と根系層の厚さはほぼ一致する。マツの被害は地下水深度が1 m以下の場所では根ごと流失しており、1.5 m以下の場所では根返りで倒伏している場合が多かった。根返りを避けるためには最低でも1.5 m以上の地下水深度が必要と考えられるが、調査対象地全体が25~30 cm地盤沈下していることなどを加味すると、盛土によってそれ以上の有効土層を確保する必要があると考えられる。ただし、樹高によっては必要な根系の厚さも少なくなることから、将来のマツの推定最大樹高に合わせて盛土基準を設定すべきと考えられた。なお、本研究は生研センターのイノベーション創出事業の支援を受けて行った。

## I07 東北太平洋沿岸の津波浸漬海岸林における土壌環境

小野賢二<sup>1</sup>・中村克典<sup>1</sup>・平井敬三<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>森林総合研究所

東日本大震災に伴う平成三陸大津波は海岸林を壊滅させた。根返りや折損等直接的津波被害を免れ震災直後に健全にみえた海岸林でも時間と共に針葉の褐変が顕在化した。ここでは土壌塩害状況の把握とその原因解明を目的とし調査したので報告する。海岸林の針葉変色範囲は津波到達箇所と一致した。針葉変色は11年5月まで認めなかったことから休眠期~生育期移行期に発現したとみられる。海水浸入林分では土壌への海砂堆積や混入、土壌pHやECの上昇、交換性Na<sup>+</sup>濃度の増加を認めた。これは海水浸漬土壌に海塩由来Na<sup>+</sup>が過剰付加され集積したことを表す。土壌中の過剰Na<sup>+</sup>は樹木への塩分の過剰吸収、その他養分の拮抗的吸収阻害、樹体内外の浸透圧差減少による吸水能低下を誘引し、針葉変色を発生させた。海岸前縁部の平坦地に比べ排水が卓越する環境にある後背傾斜地のスギ林では津波後7ヶ月にはpHやEC、交換性Na<sup>+</sup>濃度が津波未浸漬土壌のレベルまで低下した。これは斜面上の林分では降雨などによる土壌からの自然排水によって除塩効果が期待できる可能性を示す。津波浸漬地の森林再生に向け調査継続による土壌化学性の改善状況の把握が重要である。

## I09 広葉樹の津波に対する耐性と海岸造林技術

林田光祐

山形大学農学部

東北地方太平洋沖地震の津波によって大きな被害を受けた海岸マツ林について、被害の実態とその要因が多くの研究で解明され、今後の海岸林の再生への計画に反映されつつある。ただ、海岸林が抱える近年の課題や求められる機能の多様化を背景に、海岸林にはマツ類だけでなく広葉樹を活用することが求められている。しかし、これまで海岸域に広葉樹を植栽した実績は少なく、地域や立地によって構成種も異なるため、海岸林の広葉樹の情報はきわめて乏しい。そこで、海岸林に広葉樹を活用する場合、どの広葉樹種をどのような立地にどのように植栽したらよいかを提案することを目的に、三井物産環境基金の助成を受けて共同研究を始めた。まず、広葉樹の津波による被害状況を広域的（三陸北部、三陸南部、仙台平野）に調査し、クロマツやスギ、広葉樹種間で比較することで、多様な広葉樹の津波に対する耐性を相対的に評価する。さらに、これまで海岸域で様々な方法によって広葉樹を植栽してきた秋田県と山形県の造林実績を検証することで、広葉樹の植栽方法と育苗技術の指針をまとめる。本発表では、研究プロジェクト全体のコンセプトを紹介し、これまでの成果の概要を説明する。

## I10 東日本大震災津波による屋敷林および社寺林の被害からみた広葉樹の耐塩水性の評価

岡田 穰<sup>1</sup>・坂本知己<sup>2</sup>・後藤義明<sup>2</sup>・林田光祐<sup>3</sup>

<sup>1</sup>専修大学北海道短期大学・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>山形大学農学部

東日本大震災津波にからの被災地の復興に向け、防災機能を可能な限り強化する方向で海岸林の再生が計画され、その際、従来のクロマツだけの植栽ではなく、前線部以外の立地であれば積極的に広葉樹を導入することも検討されている。よって本研究では、今後の海岸林再生における耐塩水性の視点からみた広葉樹の樹種選択の際の指標づくりを目的とし、宮城県仙台平野（滞水時間が数日間に及んだと思われる）の屋敷林と社寺林を調査対象として、樹木調査と聞き取り調査による広葉樹の浸水被害とその後の回復状況を把握して、多くの屋敷林や社寺林で確認された9種類の樹木（うち1種は既存の海岸林での主要樹種であるクロマツ）について、耐塩水性の樹種間の優劣の決定と全体の順位付けを実施した。その結果、マサキはクロマツとほぼ同等の耐塩水性があると評価できたほか、ヤブツバキ、ケヤキ、エノキも順位付けで上位となり、これらの樹種も耐塩水性が強いと評価できた。よってこれら順位の高い樹種は、今後の海岸林再生において耐塩水性の強い樹種としての利用が期待できる。

## I12 秋田県における海岸砂丘地への広葉樹造林実績について

金子智紀

秋田県森林技術センター

【目的】東日本大震災の復興において、海岸林は多面的機能の発揮に加え、津波に対する多重防御の一つとして位置づけられている。その復旧・再生にはクロマツのほか広葉樹の植栽が提案されているが、砂丘地に広葉樹を導入する技術は十分ではなく、その知見も少ない。そこで被災地の海岸林再生に資するため、秋田県における広葉樹の砂地造林実績等から造成上の要点を整理した。【方法】樹種は、海岸域で成立している広葉樹二次林の組成調査と実植とによって選定した。また成長阻害要因の改善に対しては客土試験等を行った。さらに広葉樹の成長を環境別に調査した。【結果と考察】汀線から概ね150m以上の地帯で導入可能な樹種はケヤキほか3樹種であった。砂丘環境の安定化する内陸部ではさらに数種が植栽可能と考えられる。主な成長阻害要因は、乾燥害、養分欠乏症、潮風害であり、前者2要因については客土が有効であった。広葉樹の樹高成長は環境が厳しいほど抑制されるが、内陸側では10年で2~3m、20年で5~7mの成長を示し、成林すると見込まれる。本報告は三井物産環境基金2011年度東日本大震災復興助成（研究助成）を得て行った。

## I11 三陸北部海岸林における落葉広葉樹種の津波被害状況

星野大介<sup>1</sup>・金子智紀<sup>2</sup>・田村浩喜<sup>2</sup>・渡部公一<sup>3</sup>・岡田 穰<sup>4</sup>・林田光祐<sup>5</sup>・坂本知己<sup>6</sup>

<sup>1</sup>国際農林水産業研究センター・<sup>2</sup>秋田県農林水産技術センター・<sup>3</sup>山形県森林研究研修センター・<sup>4</sup>専修大学北海道短期大学・<sup>5</sup>山形大学農学部・<sup>6</sup>森林総合研究所

東北地方太平洋沖地震津波によって破壊された太平洋沿岸の海岸林再生には、従来植栽されてきたクロマツやアカマツとともに、松くい虫被害のおそれのない広葉樹種の導入も検討する必要がある。本研究の目的は津波浸水範囲の立木調査から落葉広葉樹種の耐塩性を明らかにすることである。2011年秋~2012年春に岩手県普代村の普代浜海岸林、田野畑村の明戸海岸林、宮古市の柄内浜海岸林の3箇所の津波浸水範囲において約900本の立木の生存状況を調査した。その結果、3箇所全てに認められた落葉広葉樹種、ケヤキ、イタヤカエデの生存割合は8~9割と非常に高く、アカマツの生存割合は1~4割と低かった。普代浜で認められたクロマツの生存割合は7割と高かった。普代浜で認められたホオノキ、オニグルミ、カツラ、明戸で認められたサワグルミ、ヤマモミジ、ミズキなどの落葉広葉樹種の生存割合は0~3割と低かった。このように落葉広葉樹種2種にクロマツ並みの耐塩性があることが示唆され、津波後も生存可能な植栽候補樹種として期待できるものと考えられた。

## I13 山地河道における降雨時の水の流れとマニングの粗度係数の実測

浅野友子<sup>1</sup>・内田太郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林・<sup>2</sup>国土技術政策総合研究所

国土の60%以上を急峻な山地が占める日本では、大きな降雨時の山地河道の水利・水文特性を理解することが土砂災害や洪水による被害を減ずるために重要である。しかし、山地河道は複雑な形状をしている上に、降雨時には急激に大きな流れの変化が生じるため観測が難しく、不明な点が多い。そこで山地河道における降雨時の水の流れと河道抵抗の変化の実態解明を目的に、伊豆半島にある東京大学樹芸研究所青野研究林の川幅約10mの階段状河道で調査を行った。平水時には明らかに水の流れ方の異なるステップ部とプール部において断面形状を測量し、水深と表面流速を1分間隔で観測し、マニングの粗度係数を計算した。総降水量288mmの降雨中に、水深は0.35から1.57m、表面流速は0.4から4.2m/sと大きく増加し、粗度係数は0.27から0.05と急激に小さくなった。洪水時の水深と流速の関係は、ステップ部とプール部で異なっていたが、粗度係数は似たような値となった。このことから流量が増加するに従い、ステップ部とプール部の水面勾配が一様になり、抵抗が局所的な河道形状に依存する状況から、河道の全体の形状に依存するようになることが示唆される。

#### I14 降灰の影響を受けた火山体斜面を流域にもつ溪流の降雨流出特性について

山越隆雄<sup>1</sup>・木佐洋志<sup>1</sup>・石塚忠範<sup>1</sup>・高橋英一<sup>2</sup>・佐々木美紀<sup>3</sup>

<sup>1</sup>土木研究所・<sup>2</sup>国土交通省九州地方整備局大隅河川国道事務所・  
<sup>3</sup>国土交通省九州地方整備局宮崎河川国道事務所

噴火によって火山灰が堆積した火山斜面を流域とする小溪流では、流域の水文特性が一変し、多くの場合、少しの雨でも泥流、土石流が発生すると言われている。筆者らは、2000年に噴火した三宅島、今なお噴火活動が継続している桜島、そして、2011年に噴火した霧島山（新燃岳）における降灰の影響を受けた流域において降雨時の溪流流量の観測を行った。本発表では、その結果明らかになった各火山の溪流における流出特性について述べるとともに、その比較結果を報告する。

#### I16 水文データに基づく降雨流出過程の分類と同定に向けて

横尾善之

福島大学共生システム理工学類

山地森林流域からの雨水流出予測精度を向上するには、対象とする流域の降雨流出過程の要所を捉えてモデル表現する一連の手法を確立することが必要と著者は考えている。これに向けて著者は、雨水流出の観測データから流域の降雨流出過程の要所を読み解く手法の体系化を目指している。雨水流出の観測データから流域の降雨流出過程の要所を読み解く手法に成り得る手法の例として、「流域スケールの雨水貯留量」の現実的推定方法に関する研究を紹介する。この手法は、流域スケールの雨水の貯留量と河川流量の関係から河川流量の観測データのみから貯留量を推定するKirchner (2009)の手法を基盤としたものである。著者らはまずKirchnerの手法を日本の複数の流域で適用し、流量データの成分分離を行った上でKirchnerの手法を適用する必要性を指摘した(横尾ら、2012)。そこで、日野・長谷部 (1982)が提案した流量時系列データの成分分離手法を流量データに適用した上でKirchnerの手法を適用した結果、流域スケールの雨水貯留量をより現実的に推定できる可能性を見出したので(岡崎ら、2013)、これを報告する。

#### I15 任意の地点における流出量の推定—地質と蒸発散を考慮して—

篠原慶規

九州大学農学研究院

水資源量や洪水発生の予測などを行う際、しばしば水文モデルが用いられる。しかし山地流域では、多くの場合、利用できるデータの種類や時間分解能に制約があり、水文モデルを構築する上で、十分なデータが利用可能な場合は多くない。本発表では、発表者らが取り組んできた、利用できるデータの種類や時間分解能に制約がある場所における水文モデルの適用例について紹介する。本発表では、まず、気温と降水量のみから積雪量、融雪量を推定する方法について、北海道札幌市のデータを用いて行った例を紹介する。次に、多雪地帯である富山県黒部ダム集水域において、気温と降水量のみから融雪流出モデルを構築し、日単位の流出量を再現した例を紹介する。さらに、同流域で行われた、月単位のデータから確率分布を用いて疑似日データを作成し日流量の確率密度関数を推定した試みを紹介する。最後に、既往の気象データや流量データが全く得られない場合、気温から推定される蒸発散量と地質のみから流量が推定可能かどうかについて言及する。

#### I17 山地流域の流出特性に関する比較研究

内田太郎<sup>1</sup>・浅野友子<sup>2</sup>・林真一郎<sup>1</sup>・岡本 敦<sup>1</sup>・友村光秀<sup>3</sup>

<sup>1</sup>国土技術政策総合研究所・<sup>2</sup>東京大学農学生命科学研究科・<sup>3</sup>(株)気象工学研究所

山地流域の流出特性を把握することは、流域の土砂災害を防止するため、流域の総合的な管理を行うために極めて重要である。そこで、古くから、流域の流出特性を把握することを目的とした流量観測や流出解析手法の検討が行われてきている。また、小流域や斜面単位の詳細な水文観測も並行して行われ、山地流域内の水移動機構に関する知見が蓄積されてきている。しかしながら、依然として、①観測データがない流域の流量の予測、②同様な降雨規模の観測データが少ない規模の大きい降雨時の流量の予測が十分にできるとは言い難いのが現状である。この理由としては、山地流域からの流出特性の時空間的なばらつきが非常に大きく、このばらつきの程度、ばらつきを生む要因を把握することが十分にできていないことに起因すると考えられる。そこで、本研究では、日本全国の100以上の山地流域の流量データを収集し、整理した。その結果、同じ流域であり、かつ降雨規模が同程度であっても、流出率は数10%異なることが多くの流域で共通してみられることが分かった。また、本研究では、タンクモデルのパラメータの同定を行い、パラメータの値のばらつきについても検討した。

## J18 (工学系) 雨水流出研究の課題と森林水文学への期待

市川 温

山梨大学

工学系の雨水流出研究の大きな目的は、合理的な治水計画・水防災計画・水資源計画の立案に資することである。降雨に伴ってどの程度河川流量が増大するのか、流域での雨水氾濫を防ぐためにはどのような水工施設が必要となるのか、渇水時の河川流量はどの程度になるのか、安定的に水を供給するためにはどのようにダム貯水池を運用すればよいのか。工学系雨水流出研究は、主としてこのような工学的疑問に対する答えを得るために行われてきた。その一連のプロセスでは、流域内の雨水流動により確からしく迫ることを目的として、水理学的基礎を持つ流れのモデルや、詳細な地理データ、レーダ観測による降雨の時空間分布情報などが取り入れられていった。また、モデルパラメータの自動同定や、計算精度向上のための観測情報の同化、雨水流出のリアルタイム予測といった応用的技術も積極的に開発されてきた。このように、工学系雨水流出研究は一定の成果をあげてきたようであるが、その一方で、流域で生じている雨水流動を正しく表現しているのか定かではないという指摘もある。本発表では工学系雨水流出研究の成果と課題を概観し、工学的立場から森林水文学に寄せる期待を述べる。

## J12 竜ノ口山森林理水試験地南谷斜面のボーリング孔における地下水位変動

細田育広

森林総合研究所関西支所

古生層堆積岩で構成される竜ノ口山森林理水試験地南谷中流域の0次谷斜面において土壌水分と地下水位の経時変動を観測し、流域流出水量との関係を解析した。地下水位観測井の設置に際して行ったボーリング孔の現場透水試験の値は風化基岩層(深さ2~18m)において $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ の範囲にある。斜面中腹の観測井(深さ18m)の水位は、大きな降雨イベントに対応して最大9m以上の変動幅で推移した。この地下水位の変動傾向は、斜面上部の表層土壌水分の変動傾向と概ね一致する。表層土壌(深さ0.4m)の飽和含水率は0.6程度と推定され、含水率0.4前後でマトリックポテンシャルは $-70 \text{kPa}$ 程度まで急速に低下した。乾燥が進むにつれ、深さ方向とともに斜面の上下方向に大きな水分ポテンシャルの傾度が生まれ、この水分ポテンシャルの大きな傾度が解消されるまで地下水位に遞減傾向以外の目立った変化は生じなかった。こうした大きな斜面スケールの土壌水分変動を背景として、先行降雨量が少ない時、洪水流出水量が著しく少ないという古生層堆積岩流域の流出特性が生じているものと推察された。

## J11 岩盤湧水が山地斜面末端の水文過程に与える影響

正岡直也<sup>1</sup>・小杉賢一朗<sup>1</sup>・山川陽祐<sup>1</sup>・水山高久・堤大三<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>京都大学防災研究所流域災害研究センター穂高砂防観測所

降雨の多くが土層下の基岩内部へ浸透し、一部は湧水として再び地表に復帰する。だが基岩内部を介した湧水は独特の降雨応答特性と集水域を持ち、分布も局所的なため流出・崩壊予測への適用が非常に難しい。本研究では森林流域において湧水を含む斜面内水文過程を詳細に観測し、知見を得ることを目的とした。

京都大学防災研究所穂高砂防観測所ヒル谷試験流域の谷壁斜面末端部に約 $57 \text{m}^2$ の観測エリアを設定した。土層内にテンシオメータを114本設置し、土壌間隙水圧( $\psi$ )を継続的に観測した。さらに末端部でトレンチ流量を観測した。

観測エリア内の点B5において、無降雨時・降雨時を通じて基岩面から上向きフラックスを伴った飽和帯が発生し、土層内を流下する様子が観測された。さらにB5の $\psi$ 波形は大降雨にのみ反応して緩やかな上昇を示したことから、岩盤地下水の湧出が推察された。またこの波形はトレンチ流量の基底流波形と強い二次相関関係を示し、B5から湧出した岩盤地下水が斜面の基底流を形成していることが示唆された。B5の $\psi$ 波形から湧水量を推定しトレンチ流量から分離したところ、流量全体のうち約90%が湧水によって占められていることがわかった。

## J13 大起伏花崗岩流域における山体地下水の集中観測

小杉賢一朗<sup>1</sup>・藤本将光<sup>2</sup>・山川陽祐<sup>1</sup>・高木将行<sup>1</sup>・水山高久<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学研究科・<sup>2</sup>立命館大学

従来の森林水文学では、雨水の土層内における浸透や貯留と、それに伴う溶質移動に重きをおいた研究が精力的に行われてきた。その一方で、雨水の一部が土層-基岩境界面を通過して山体内部に深部浸透することも指摘されてきたが、この成分は単に水収支上の損失項として扱われ、山地小流域の降雨流出プロセスにおいてそれ以上の影響は及ぼさない、と考えられることが多かった。しかしながらここ10年程の期間に、日本各地の山地小流域で実施された詳細な水文・水質観測によって、実際の基岩浸透量はかなり多く、さらに一端基岩浸透した成分が流域内部で土層内に湧出し、ハイドログラフの形状や水質形成に多大な影響を及ぼすことが明らかにされてきている。但し既往研究の多くは、流出ハイドログラフ、水温、水質、同位体等のデータを基に、山体地下水の寄与の大きさを推定した段階にあり、山体地下水の賦存量、動態、水質等を直接計測した研究は、国内外を問わず極めて限られている。本発表では、大起伏の花崗岩山地源流域において高密度に掘削された調査ボーリング孔網を用い、山体地下水の水文・水質動態解明を行った研究成果を報告する。



#### J14 地質構造に規制された山体地下水の動態把握の試み：豪雨による深層崩壊の発生プロセスの理解に向けて

松四雄騎<sup>1,4</sup>・山川陽祐<sup>2,4</sup>・小杉賢一朗<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>京都大学防災研究所・<sup>2</sup>京都大学学際融合教育研究推進センター・<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>4</sup>科学技術振興機構 CREST

大起伏な付加堆積岩山地において、豪雨によって発生する深層崩壊の発生場および発生時を予測するためには、1) 崩壊に先立つ斜面の重力変形に伴って形成される微地形の検出、2) 地質的不連続面に規制された水文地質構造の把握、3) 降雨に対する山体地下水の長期・短期的応答の解明が必要である。本講演ではまず、2011年に発生した紀伊半島における深層崩壊災害の事例から、これらの視点からの研究の必要性を述べる。次に、大津市葛川地区において、大起伏な堆積岩斜面を調査対象に設定し、上述の3つの要件を満たすべく地形計測・地質調査および水文観測を行った結果を紹介する。葛川地区では、航空レーザー測量によって詳細なデジタル地形モデルを作成した。その結果、流れ盤構造をなす斜面において、重力による変形の結果形成されたとみられる馬蹄形の段差地形が多数確認された。また、斜面では標高の異なる基盤岩湧水が多数存在し、湧水点にはしばしば断層粘土が確認された。複数の湧水で地下水流出を観測したところ、流出波形は、いくつかのパターンに分類され、一部の湧水では、近傍で掘削したボーリング孔内の基盤内地下水位の変動と調和的であった。

#### J16 風化花崗岩山地におけるトレーサを用いた基岩地下水の流動特性の把握

藤本将光<sup>1</sup>・小杉賢一朗<sup>2</sup>・馬場直輝<sup>1</sup>・奥 憲二<sup>1</sup>・深川良一<sup>1</sup>・谷誠<sup>2</sup>

<sup>1</sup>立命館大学・<sup>2</sup>京都大学

近年、森林流域における流出機構において、基岩内の水移動が重要な役割を担っていることが示されてきたが、依然としてその役割には不明な部分が多い。そこで本研究では、森林斜面において基岩内まで掘削したボーリング孔においてトレーサを用いた直接的な観測を行うことで、基岩地下水の水移動過程の実態を把握した。斜面末端の土層内井戸 (BW0) と基岩内まで掘削したボーリング孔 (BW1: 地表面下 1.5m)、斜面中腹 (末端との水平距離 15m) のボーリング孔 (BW2: 地表面下 15m) において観測を行った。トレーサ (NaCl) を BW2 孔に投入し、BW0、BW1 孔における電気伝導度 (EC) の変化からトレーサの到達を観測した。土層内井戸 BW0 では投入後約 1 日で EC が上昇し始め、4.6 日後にピークに達し、その後緩やかに下降した。トレーサの到達時間 (ピーク時) から得られる透水係数は  $5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$  であった。BW2 における多点温度検層の結果、地表面下 9m、12m、14m において弱い地下水流動が認められた。ボーリングの柱状図、トレーサ試験結果と併せると基岩内の風化度の相違部を通じて地下水が移流していることが明らかになった。

#### J15 山体水理構造の解明に向けた比抵抗探査法の適用

山川陽祐<sup>1,4</sup>・松四雄騎<sup>2,4</sup>・正岡直也<sup>3</sup>・小杉賢一朗<sup>3,4</sup>・水山高久<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都大学学際融合教育研究推進センター・<sup>2</sup>京都大学防災研究所地盤災害研究分野・<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>4</sup>科学技術振興機構 CREST

山地斜面における地盤水理構造 (地盤構造とこれに規制された地下水挙動) を効果的に把握する手法として比抵抗探査法の適用性を原位置において検証した。基岩地質が花崗岩、花崗斑岩、堆積岩から成る三流域の自然斜面において、それぞれ比抵抗計測と種々の直接的な水文観測 (ボーリング孔内水位、間隙水圧計による圧力水頭、土壌水分計付貫入計による土層の体積含水率、流域からの流出量) の結果を比較した。花崗岩流域では、基岩層内 (最大深さ 8 m) において高密度に計測した体積含水率および基岩内水位と比抵抗分布の経時計測結果の比較から、降雨が基岩層を浸透し、時間遅れを伴って基岩内地下水位の上昇をもたらすプロセスが比抵抗探査法を用いて良好に把握できることが示された。花崗斑岩の流域では、斜面の末端部において土層内の不均質な地下水流動の状況および基岩の割れ目から土層内へ湧出するプロセスを捕捉することに成功した。堆積岩流域では、地盤構造に規制された不連続な基岩内地下水滞の分布状況を捕捉することに成功した。

#### J17 風化花崗岩山地における基岩浸透地下水の平均滞留時間と水質変動

勝山正則

京都大学農学研究科

山地流域における降雨流出・水質形成過程において、土壌—基岩境界面以下に浸透した基岩地下水の役割解明が求められている。本研究では、2003年直接採取している基岩地下水の水質・安定同位体比特性から、その役割を考察する。滋賀県桐生試験地内の小流域において、渓流水、斜面プロット下端からの流出水、堆砂地地下水に加え、基岩面から 0.1、0.2、0.4、0.8、12、15、20 m 深の基岩地下水を採取した。風化に由来する SiO<sub>2</sub> 濃度は基岩浸透過程で濃度が上昇した。渓流水中の濃度は 0.8 m および 12 m の濃度の中間程度であった。安定同位体比変動から計算した平均滞留時間は、基岩面以下 1 m 以内では数ヶ月程度であったのに対し、12 m、15 m では約 50 ヶ月、20 m では 100 ヶ月超となった。渓流水では 30 ヶ月程度と推定された。以上から、基岩浸透地下水は渓流流出に大きく寄与する層位が存在する一方、より深くに浸透し、当該小流域からの流出には寄与が小さい地下水が存在すると考えられる。この地下水は特に滞留時間が長いことから、動態・役割の解明には長期観測を要するが、時空間スケールにおいても鍵を握るであろう。

## J18 滋賀県信楽森林流域の水質特性

中村公人・瀧田純平・勝山正則・小杉賢一郎

京都大学農学研究所

河川源流域の山体地下水を水資源として利用するためには、その貯留量を定量的に評価し、利用可能性を検討することが必要となる。本研究では、山体地下水貯留量と関連があると考えられる源流湧水の流出過程のメカニズムがその水質パラメータから評価できないかと考え、調査を開始した。対象地は滋賀県甲賀市信楽町に位置し、堆積岩山地に分類される。山頂標高は562mである。山頂から展開される6つの各小流域において、ほぼ標高が等しい地点での湧水の流量、電気伝導度、pHを経時的に測定するとともに、自動採水器による3日間隔の採水を行っている。水質分析項目は、各種無機イオンと無機金属、酸素・水素安定同位体比である。その結果、6つの内1つの小流域で低水時の流量が約0.1mm/hと他の小流域の約3~10倍になることが確認され、その流出水の水質特性として、他の小流域と比較して、酸素・水素安定同位体比が低いこと、電気伝導度が低いこと、降雨時にNaとCaの濃度が他の小流域では低下するのに対して大きく変化しないことがわかった。今後は多点のボーリング孔内検層、地下水位観測、地下水水質分析などの調査結果とも合わせて検討する予定である。

## J20 熱帯諸国における森林および森林政策の現状—本シンポジウムの序論

藤間 剛

森林総合研究所

Managing forests in sustainable way is a complex task. Considerable studies on sustainable forest management have been conducted in the world for many years. There are rich experiences but they are not utilized well. One of the biggest obstacles has been the poor flow of information between stakeholders even within forestry scientists. We often fail to share our findings with each other. The symposium aims to share our knowledge on real situation of forest and forest policies in tropical countries. Students from tropical countries as well as young scientists will deliver their findings based on their fieldwork in tropical countries. We hope that the symposium becomes a starting point for us to further communication to approach sustainable forest management in the tropical countries.

## J19 分布型モデルとT-SAS法による山地流出の時空間起源変動解析

佐山敬洋<sup>1</sup>・小杉賢一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター・<sup>2</sup>京都大学大学院農学研究所

「いつ・どこに降った雨が、どのような経路を辿って河川に流出しているか」という情報は、降雨流出現象を解明するうえで有効な手がかりとなる。CREST研究「良質で安全な水の持続的な供給を実現するための山体地下水資源開発技術の構築」(代表:小杉賢一郎)においては、水量・水質の両面から山体地下水の実態解明とその利用技術に関する研究を進めている。その中で、観測の流出シグナルから滞留時間や寄与域を推定する方法として二つのアプローチをとる。ひとつは応答関数やEMMAによる従来の方法である。もうひとつは分布型水文モデルを用いる方法であり、水量・水質の観測情報を水文モデルで再現したうえで、流出モデルが表現する流出の時空間起源に関する情報を逆推定する。本研究の内容は、後者のアプローチから流出現象の解明を目指したものであり、T-SASと呼ばれる分析法を導入し、時空間起源に応じて貯留水や流出成分を分離するとともに、六甲山地流域への適用に関する初期検討内容を報告する。

## J21 社会的・生態的に好ましい成果をめざした民主的な分権型森林ガバナンスの機会と限界：エチオピアのオロミアにおける森林ガバナンスの事例研究

Mohammed, Abrar Juhar・井上 真

東京大学

Democratic decentralization has been advocated in forest resource governance for multitudinous rationale among which positive social and ecological outcome is a major one. In Chilimo forest, Oromia regional state of Ethiopia, democratization of forest governance improved local peoples' capital as well as the forest. It, nonetheless, was found to be short to deal with polarization of benefits within community and bias towards income generation with the opportunity cost of loss of environmental services from the forest. In light of such limitation of democratic decentralization, the study recommends selective empowering of and benefit provision for the poor and very poor as well as setting agreed minimum environmental standards to supplement the ongoing implementation of devolved forest governance.

## J22 ミュニティ林業による住民の林産物消費と発展

SIMONAPENDI, Maria Ludia<sup>1</sup>・増田美砂<sup>1</sup>・Prasetyo, Lilik BUDI<sup>2</sup>・DAMAYANTI, Eilyn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学生命環境科学研究科・<sup>2</sup>ボゴル農業大学

Community Forestry (CF) is a successful participatory approach to protect the forest in Nepal. However recently, uneven distribution of forest products among the members has been discovered. Therefore, this study aimed to re-examine the equality and equity of forest products consumption and community development.

## J23 森林資源管理における村落コミュニティの参加：ラオス・ポリカムサイ県ヴィエントン郡ナーディー村の事例

Boutthavong, Saykham<sup>1,2</sup>・Chanthavong, Hounghet<sup>2</sup>・百村帝彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学熱帯農学研究センター・<sup>2</sup>ラオス国立大学林学部

In 2012, questionnaire survey to 72 households of Bagh Devi CF, Chitwan district was undertaken. The results indicate people from lower status economic groups consumed more forest products-at per households and per person level-, particularly firewood, compared to better off economic group because better off group can use other alternative energy sources. This contrasts with beneficiaries of community fund. Higher ratio of better off group answered benefited from community development using the fund compared to lower groups. There is a possibility that selection of community development activities reflected preferences of particular groups.

## J24 国有林経営が地域住民の生計に及ぼす影響：中ジャワ州のチーク林地帯の事例

志賀 薫<sup>1</sup>・御田成顕<sup>1</sup>・増田美砂<sup>2</sup>

<sup>1</sup>元筑波大学生命環境科学研究科（現・国際農林水産業研究センター）・<sup>2</sup>筑波大学生命環境系

Forests in Java have been threatened by high population pressure, especially by demand of agricultural land. *Tumpangsari* (TPS) reforestation system makes agricultural land demand and production forest compatible. However, location and area of TPS are determined by forest management plan, and from the local people's view, it can be assumed that the opportunity to participate in TPS is uncertain. This study aims to clarify the role of TPS in the household economy through interviews to 77 households in Pemalang district, Central Java. According to forest management reports, it is presumed that state forest was once open for TPS cultivation on a large scale 40-50 years ago in surveyed area. After the period, opportunity had been rare by the end of 1990s. The results of interviews suggest that TPS remained one of the options to support the livelihood and the flexibility of the informal sector both in the urban areas and in the village solved the uncertainty.

## J25 コミュニティ林業プログラムの実施と制約：インドネシア・ランブン州における保安林管理の事例研究

Kaskoyo, Hari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Lampung, Indonesia・<sup>2</sup>The University of Tokyo, Japan

Community forestry (Hutan Kemasyarakatan/HKm) program has been promoted since 1995 by Indonesian government to improve protection forest, develop local government capacity and increase community participation in forest management. The implementation was found to be better in NGO supported sites than local government one. Overall, the program was found to lag in achieving its objective for the following reasons: frequent change in regulation by central government; different interpretation of regulation by local government; poor staffing; and community preference for economic benefits over the environment. It is recommended to provide technical assistance and financing opportunities for farmers group through environmental payment and others; to optimize forest management unit, local community institutions and extension officer in local government administration.

## J26 インドネシア国家森林資源調査データとリモートセンシング、地理統計学モデルを利用したフタバガキ林材積および地上部バイオマス量の推定

Suhardiman, Ali<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Mulawarman, Samarinda, Indonesia · <sup>2</sup>東京大学

Volume, basal area and above ground biomass information from Indonesian forest inventory system were analysed with 37 vegetation indices, 48 grey level texture features and 6 variogram texture features derived from Landsat TM. Pearson correlation test show significant correlation ( $p$ -value  $< 0.05$ ) for some indices and texture features either for all species or Dipterocarp species only. Multi linear regression also demonstrated high coefficients of determination value ( $R^2 > 0.5$ ) for all parameters.

## K14 花粉症対策品種と花粉症対策実用化プロジェクトの概要と取り組みの現状

齋藤央嗣

神奈川県自然環境保全センター

スギ・ヒノキ花粉症対策の少花粉品種が選抜、実用化されているが、普及には課題が多い。そこで「花粉症対策ヒノキ・スギ品種の普及拡大技術開発と雄性不稔品種開発」の共同研究を12機関で進めており、中間結果をまとめた。研究は3中課題であり、スギ中課題ではミニチュア採種園産種苗の外部花粉割合は60%前後の高率で近傍スギ林の影響が推定された。対策として袋かけをしない人工交配処理では、外部花粉率が36%に軽減した。人工交配では、品種限定により約20%労務が軽減した。閉鎖系採種園では、開花後の早期施設開放で環境改善を図った。また花粉症対策品種の早期の材質検定手法の検討を行った。ヒノキ中課題では、ジベレリンペーストにより採種園の種子生産性が向上した。移動式閉鎖系コンテナ苗や外部花粉対策の半閉鎖系採種園の検討を行った。少花粉ヒノキのさし木増殖手法を概ね確立した。組織培養では無機塩濃度や活性炭により発根率が向上した。さらにDNAマーカの効率的運用中課題ではスギ・ヒノキ精英樹データベースが完成し、クローン同定が可能となった。人工交配では交配回数が多くなるに従ってミスが起こった。対策としてラベルシステムの開発を行った。

## J27 REDD プラスにおける環境セーフガード・スタンダードの比較分析

江原 誠<sup>1,2</sup>・百村帝彦<sup>3</sup>・横田康裕<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院比較社会文化学府・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>九州大学熱帯農学研究センター

In the context of growing concerns about the environmental aspects of REDD+, we conduct a comparative analysis of present REDD+ safeguard initiatives globally for their treatment of biodiversity and ecosystem services. We compare the Social and Environmental Principles and Criteria (SEPC), REDD+ Social and Environmental Standards (REDD+ SES), Strategic Environmental and Social Assessment (SESA), and Climate, Community and Biodiversity Project Design Standards (CCBS). We find that their projected distal outcomes for biodiversity and ecosystem service treatments and approaches are not uniform. In order to facilitate real progress, a most promising approach seems to be the nesting of CCBS-applied project into subnational programs referencing REDD+ SES if necessary, harmonising with the national safeguard development utilising SEPC and SESA.

## K15 少花粉スギ品種の選抜とその特性

坪村美代子<sup>1</sup>・中村博一<sup>2</sup>・市村よし子<sup>3</sup>・伊藤美和子<sup>4</sup>・原口雅人<sup>4</sup>・齋藤央嗣<sup>5</sup>・渡辺敦史<sup>6</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>群馬県林業試験場・<sup>3</sup>茨城県林業技術センター・<sup>4</sup>埼玉県農林総合研究センター・<sup>5</sup>神奈川県自然環境保全センター・<sup>6</sup>九州大学大学院農学研究院

これまで「花粉の少ないスギ(少花粉スギ)」が全国で135品種選抜され、ミニチュア採種園等により普及が行われてきた。我々は実用技術開発事業において、少花粉スギ品種を普及していく上で検討すべき事項を整理してきた。少花粉の特性が次代に受け継がれるかどうか評価するため、少花粉スギを含む6クローンの人工交配家系を用いて狭義の遺伝率を評価したところ、約0.8と非常に高いことが示された。また、関東育種基本区精英樹クローンの雄花着花量を再評価、材質形質との関係を検討した結果、両形質間には相関がなく、雄花着花量が少なく材質の優れた品種の選抜が可能であることが示唆された。さらに、少花粉ミニチュア採種園産種苗の効果を推定するため、採種園の問題点と考えられている外来花粉混入率を複数箇所調査し、ミニチュア採種園産種苗の雄花着花量の評価を行った。その結果、外来花粉混入率は約60%と高かったが、生産した種苗の雄花着花量は従来型の採種園産種苗よりも少なく、少花粉スギ実生苗は花粉症対策品種としての特性を母樹より受けつぐことが示された。今後は更なる花粉量の低減化や普及方法などを検討していく必要がある。

## K16 ヒノキ花粉症対策品種の普及に向けた実用化研究

袴田哲司<sup>1</sup>・西川浩己<sup>2</sup>・廣瀬可恵<sup>3</sup>・小林沙希<sup>3</sup>・幸由利香<sup>4</sup>・遠藤良太<sup>3</sup>・中村健一<sup>4</sup>・奈良雅代<sup>4</sup>・西澤敦彦<sup>5</sup>・小澤 創<sup>6</sup>・原口雅人<sup>7</sup>・茂木靖和<sup>8</sup>・渡辺敦史<sup>9</sup>・齋藤央嗣<sup>10</sup>

<sup>1</sup>静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター・<sup>2</sup>山梨県森林総合研究所・<sup>3</sup>千葉県農林総合研究センター森林研究所・<sup>4</sup>東京都農林総合研究センター・<sup>5</sup>東京都総務局三宅支庁・<sup>6</sup>福島県林業研究センター・<sup>7</sup>埼玉県農林総合研究センター森林・緑化研究所・<sup>8</sup>岐阜県森林研究所・<sup>9</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>10</sup>神奈川県自然環境保全センター

林業的側面からの花粉症対策として、スギのみならずヒノキでも少花粉品種が選抜されており、それらの種苗生産を進める必要がある。しかし、ヒノキはジベレリンによる着花促進技術が確立されておらず、採種園形式で十分に種子を生産できない可能性もある。さし木による増殖もスギほど容易ではなく、限られた地域でしか種苗生産は行われてこなかった。そこで、少花粉ヒノキの種苗生産における問題点を明確にし、効率的な増殖に向けた技術開発を行なう目的で、実用化研究に取り組んだ。その結果、ジベレリンペースト処理や害虫防除ネットにより、ヒノキ採種母樹の種子生産性を向上させることができた。また、コンテナ苗の採種母樹を閉鎖系の施設へ移動させることにより種子生産は可能であり、半閉鎖系施設を設置すれば採種母樹に対する外部花粉の影響を低減できることが明らかになった。少花粉品種の中でさし木発根性の高いクローンを確認し、増殖の効率化につながる用土の種類、発根促進剤処理法、さし穂のサイズ、さし時期、施肥の効果、環境条件などを明らかにした。無機塩や活性炭を添加した組織培養で発根性が向上し、少花粉ヒノキのさし木増殖への応用が期待できた。

## K18 雄性不稔スギの分子育種に向けた取り組み

森口喜成<sup>1</sup>・伊原徳子<sup>1</sup>・内山憲太郎<sup>1</sup>・上野真義<sup>1</sup>・齋藤真己<sup>2</sup>・樋口有未<sup>3</sup>・伊藤信治<sup>3</sup>・宮嶋大介<sup>4</sup>・二村典弘<sup>1</sup>・松本麻子<sup>1</sup>・篠原健司<sup>1</sup>・津村義彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総研・<sup>2</sup>富山森林研・<sup>3</sup>新潟県森林研・<sup>4</sup>新潟県森林研

花粉症対策に利用されているスギ雄性不稔個体（無花粉スギ）は、一対の核内劣性遺伝子に支配される。現在までに7県から合計23個体の無花粉スギが選抜され、交配試験の結果から4種類の雄性不稔遺伝子（*ms-1*、*ms-2*、*ms-3*、*ms-4*）が同定された。それぞれの地域に適した優良な雄性不稔スギの実生苗を効率的に生産するためには多くの雄性不稔スギが必要となるが、従来の選抜方法では選抜場所が限定されるのに加え、多大な労力を要するため、新しい効率的な選抜方法の確立が期待されている。我々は、雄性不稔スギを選抜するDNAマーカーの開発を目的として研究を進めている。現在までにGoldenGate法によるSNPジェノタイピングにより、合計で2,895マーカーが座乗するスギ高密度基盤連鎖地図（総マップ長1258.4cM（平均マーカー間地図距離0.4cM））を構築した。さらに、基盤連鎖地図の情報に基づき、雄性不稔遺伝子座近傍の部分連鎖地図を構築した。これにより、雄性不稔遺伝子近傍のDNAマーカーによる雄性不稔スギの家系内選抜が可能になった。今後は、雄性不稔遺伝子の単離を目指す予定である。

## K17 無花粉スギの発見から実用化に至るまで

齋藤真己

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

富山県森林研究所では、スギ花粉症対策の一環として、1992年に全国に先駆けて全く花粉を飛散させない無花粉スギを富山市内で発見した。このスギの雌性は正常だったものの、さし木の発根率が8%程度と低かったことから、品種改良が必要と判断された。そこで、自然交配由来の無花粉苗の集団の中から、さし木の発根率が90%以上で、さらに、初期成長も優れた1個体を選抜し、無花粉スギ「はるよこい」として2007年に品種登録した。安定生産に向けて採種園を造成し、2011年から都市部の緑化用として普及が始まっている。次に、無花粉になる雄性不稔性は一対の劣性遺伝子（*aa*）によって支配され、さらに、富山県の精英樹「小原13号」と石川県の精英樹「珠洲2号」は、この遺伝子をヘテロ型（*Aa*）で保有することが明らかになったことから、これらを交配親とする優良無花粉スギ「立山森の輝き」を開発した。このスギの大量増殖を目的に室内採種園も造成し、2012年から林業用として植林が始まった。現在、年間3万本程度の生産体制が整いつつあるため、将来の確実なスギ花粉発生源対策になると期待される。

## K19 森林施業が河川生態系に及ぼす影響

徳地直子<sup>1</sup>・加藤義和<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>2</sup>生態学研究センター

我が国の森林面積の41%は人工林によって占められている。これらの人工林は健全な育成のため様々な施業がなされる。例えば、収穫のための伐採や植栽、さらには下草刈りや間伐である。これらの施業は森林生態系に対する人為的なく乱であり、隣接する河川生態系へも大きな影響を及ぼす。物理的には溪畔域の樹木が伐採されることによる河川内の光条件の変化や懸濁物質の流出などがあり、物質循環を通じたものとしては収穫などにより森林生態系の窒素循環が変化して、河川に硝酸態窒素が流出することなどが知られている。申請者らは和歌山県と奈良県の県境にある和歌山研究林とその周辺の森林生態系において、施業に伴う森林生態系ならびに河川生態系への影響を調査している。ここでは、人工林の伐採収穫から再生林のための植栽、その後の成長過程で加わる施業が河川生態系に及ぼす影響についての調査結果と既存の研究などを紹介する。

## K20 森林施業が河川生態系へ及ぼす長期的影響とその解明：安定同位体比を利用して

富樫博幸<sup>1</sup>・加藤義和<sup>2</sup>・石川尚人<sup>2</sup>・吉村真由美<sup>3</sup>・徳地直子<sup>1</sup>・大手信人<sup>4</sup>・由水千景<sup>2</sup>・陀安一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>2</sup>京都大学生態学研究センター・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>東京大学農学生命科学研究科

人為攪乱である森林伐採が河川生態系へ影響を及ぼす事が指摘されている。しかし、研究者が一生を通して伐採から森林成立という遷移過程を追跡する事が困難な為、森林施業が河川生態系へ及ぼす長期的影響についての情報は未だに不足している。奈良県に位置する護摩壇山試験地は、集水域単位の皆伐施業が行われ、森林管理が河川生態系へ及ぼす長期的影響を把握する事が出来る。伐採からの時系列に伴う生物群集、及び食物網構造の変化を明らかにする為、結果年数の異なる6地点(5-90yr)を選定し、2011年10月、12月に調査を行った。得られた生物試料は同定後、炭素・窒素安定同位体比を測定した。水生昆虫の群集構造は各地点で異なり、若齢林(12yr)では付着藻類を餌とする刈取食者が、高齢林(90yr)では陸上植物リターを餌とする破碎食者が量的に多かった。また、付着藻類、及び水生昆虫の炭素安定同位体比は、伐採からの時系列に伴い減少していた。しかし、各地点の食物連鎖長は時系列に伴う明瞭な変化が見られなかった。本発表では伐採からの時系列に伴い変化する事象と、それでは説明出来ない事象について考察を加え議論していきたい。

## K22 森と川の季節的な繋がり：森林管理が資源移動の季節性に与える影響とその帰結

佐藤拓哉

京都大学白眉センター

森林と河川は、栄養塩・生物遺骸・餌生物等、様々な資源の移動を通して複雑に繋がっている。近年、森林管理がそのような資源移動を量的に改変して、河川の生物群集や生態系機能に大きな影響を及ぼすことが明らかになってきた。一方、森林管理が資源移動の季節性に及ぼす影響とその生態学的帰結については理解が進んでいない。

本講演では、森林と河川の季節的な繋がり的重要性を概観した後、(1)森林伐採が寄生者を介した宿主(陸生昆虫)の河川供給に与える長期的影響、(2)河川沿いの緩衝林帯が陸生昆虫類の河川供給に与える影響、および(3)陸生昆虫類の供給時期が、河川生態系に及ぼす影響、に関する演者らの研究を紹介する。集水域単位の皆伐は、寄生者を介した宿主の供給量を長期的に低下させるだけでなく、その供給時期を遅らせていた。緩衝林の設置方法により、伐採10年後においても、陸生昆虫類の供給パターンは異なっていた。最後に、陸生昆虫類の供給時期の改変は、サケ科魚類を通して河川生態系全体に影響を及ぼすことが明らかになった。

森林管理が河川生態系に与える影響を考えると、様々な資源移動の季節性の改変効果を捉えることは重要であろう。

## K21 森林施業が溪流性底生動物に与える影響

吉村真由美

森林総合研究所

洪水などの自然的災害・伐採などの人為的災害が溪流の近くで起こっても、溪流の中に生息している水生生物たちは、これらの攪乱による溪流内での変化を受け止め、避難・移動しながら様々な方法で対処している。一次消費者の水生生物たちは溪畔林からの落ち葉や溪流内の石の上に形成された藻類を餌として取り入れている。それゆえ、大洪水のような攪乱が起きると、落ち葉は流され藻類は剥ぎ取られるため、一次消費者の水生生物たちは水中で餌を見つけるのが困難になる。その結果、直接的な影響は一次消費者の水生生物だけであったとしても、間接的には水生生物群集全体が大きな影響を受けることになる。溪畔において伐採などの攪乱が起きると、細粒の土砂の溪流への流入が増加し、水生生物の生息場所が変質・破壊するため、生息場所を失った水生生物は移動を余儀なくされ、水生生物の群集構造が変わってしまう。本シンポジウムでは、森林域における土地利用と水生生物群集の変化について話題を提供する。これがきっかけとなり、水生生物相やそれらの生活史研究が進み、森林管理の際に溪流に生息する水生生物の分布や生息場所により多くの配慮が施されるようになること期待する。

## L05 地上型3Dレーザースキャナによる森林資源調査

中村裕幸

(株)woodinfo

【目的】正確な森林資源情報は持続可能な森林管理の基礎である。近年、人手による毎木調査の代替として、地上型の3Dレーザースキャナを用いた森林の3次元計測手法が注目されている。woodinfoは上記計測結果から、森林の3次元デジタルドキュメント化のシステムを開発、実用化した。毎木調査と同システムの解析結果との差異の検証を報告する。【方法】検証方法は、既に毎木調査による十分なデータを蓄積している広島県北広島町東八幡甲繋のヒノキ人工林を本システムで解析し、両者の立木位置、胸高直径、樹高の差異を比較する。【結果】毎木調査概要(2010年):40x80m、立木310本、平均胸高直径22.9cm、平均樹高16.0m。計測は上記プロット内および周辺8地点、計測時間合計約90分。立木捕捉率99.7%(310本中309本)。対毎木調査差異は、胸高直径差異:-0.48cm、樹高差異:0.25m、立木位置差異:20.8cm。以上の結果、3Dレーザースキャナによる計測は毎木調査の代替手法として十分満足できるものと判断できる。なお立木捕捉率は立木探索アルゴリズムに起因することが判明し、改良の結果100%となった。

## L06 合成開口レーダ (SAR) による山間部の森林マッピング手法の開発

佐川龍之<sup>1</sup>・伊藤拓弥<sup>1</sup>・亀井雅敏<sup>1</sup>・小川 崇<sup>2</sup>

<sup>1</sup>リモート・センシング技術センター・<sup>2</sup>宇宙航空研究開発機構

国家規模や世界規模の大きなスケールでの森林モニタリング手法として、衛星データを用いたリモートセンシング技術が活用されている。特に近年、天候に左右されず定期的に観測を行うことができる、合成開口レーダ (SAR) によるマッピングおよびモニタリング研究が注目されている。SAR による研究では、アマゾンやインドネシアなどの熱帯域において、分類精度 80% 前後のマッピング成果や伐採による変化領域の抽出に関する研究などが報告されているが、一方で、SAR で斜面の解析を行うことは難しく、日本国内のように、起伏が大きい山間部の森林マッピングやモニタリングは困難と考えられてきた。本研究では、長野県の伊那市、南箕輪村周辺において、SAR を用いた山間部の森林マッピングを実施した。ここでは、SAR 画像に対し DEM (標高データ) を用いたオルソ幾何補正や輝度補正などの斜面補正を行うことにより、斜面における解析精度の向上を検討し、精度検証を行った。SAR による解析技術が向上すれば、光学センサーよりも短い周期で定期的な観測が可能となり、より効果的な森林モニタリング技術を普及させることができる可能性がある。

## L08 光学センサデータによる樹種別単木カウント法の木曾赤沢ヒノキ林への適用

加藤正人

信州大学

私たちは高分解能光学センサデータから、林分の同質性区分、樹種別樹冠抽出法と樹頂点抽出法などをカスタマイズして、高精度の樹種別単木カウント法を開発した。研究目的は当該手法を用いて木曾赤沢ヒノキ林を対象に高価値なヒノキ上層木の抽出精度の検証である。調査地は長野県上松町木曾赤沢自然休養林約 1000 ha である。現地調査は樹齢 300 年を超える木曾ヒノキ林の林分内容が異なる 4ヶ所に各 1 ha で実施した。全林毎木調査とプロット 4 角と上層木の立木位置を GPS で測位し、GIS データベース化した。使用した高分解能光学センサは 4 種類の人工衛星である。画像解析から林分の同質性区分解析により、高齢林分のみ抽出した。樹種別単木カウント法で作成した立木位置図と樹種別本数を 4ヶ所の試験地ごとに集計し、全林毎木データと比較・検証した。当該手法は 4 種類の高分解能人工衛星データのすべてに適用でき、Geoeye-1 の抽出精度では上層木のヒノキで 81.5~94.5% と高精度であった。当該手法は普及している人工衛星や航空機の光学センサデータから、地上調査を軽減し、極めて短期間に市町村の森林資源を高精度で算定し、森林管理に貢献することができる。

## L07 デジタル空中写真を用いた海岸マツ林の実態把握

村上拓彦<sup>1</sup>・清治 徹<sup>2</sup>・望月翔太<sup>1</sup>

<sup>1</sup>新潟大学大学院自然科学研究科・<sup>2</sup>新潟大学農学部

ここ数十年來、国内の海岸マツ林はマツ枯れの脅威にさらされ続けている。本論の対象地である新潟市も昭和 50 年代からマツ枯れに悩まされている。現在、新潟大学は新潟県治山課からの受託研究を通して今後の海岸マツ林の管理方針について科学的に検討を重ねている。この研究プロジェクトの一環で海岸林の現状把握を目的として、デジタル空中写真を用いた各種解析に取り組んでいる。2012 年 5~6 月に 80% オーバーラップのデジタル空中写真を撮影し、海岸林の樹種分類、高さ情報の抽出を行ったのでその結果を報告する。また、マツ枯れが発生する以前の空中写真を入手し、現在との比較からクロマツの分布状況の変化をマッピングした。樹種分類では、クロマツの抽出だけでなく今回はニセアカシアの分布状況の把握も試みた。高さ情報もステレオペアデータからうまく推定することが可能であった。樹種分類の結果と合わせて、クロマツの分布状況を高さ情報を付加するかたちで提示することができた。過去の空中写真をオルソフォトに加工し差分解析を行うことで、クロマツの増加した箇所、減少した箇所を的確にマッピングすることができた。

## L09 オブジェクトベースとピクセルベース分類により作成した植生図の比較—信州大学農学部構内演習林を事例として—

成瀬真理生・加藤正人

信州大学

近年、リモートセンシング技術の発展により高解像度の画像を利用することができ、単木単位で立木情報の抽出が可能となってきている。しかしながら、従来のピクセルベースでの画像解析においては、ノイズの発生や誤分類を引き起こすといった課題が存在する。そのため、新たな画像解析方法として、オブジェクトベース分類が注目されている。そこで、本研究では航空機とラジコンヘリコプターによって撮影された画像を用いて、ピクセルベースとオブジェクトベースの画像解析を行い、特徴について考察した。

調査対象地は信州大学農学部構内演習林の 1~7 林班で面積は約 7 ha である。解析に使用したラジコンヘリ画像は、BIZWORKS (株) が 2010 年 12 月 21 日に Falcon-PARS によって撮影した、可視光域の 3 バンド、解像度が 5.5 cm のものである。また航空機画像は、2005 年 8 月 29 日に Pasco (株) によって撮影された UrtraCamD4Band 画像を使用した。可視光域と近赤外線線の 4 バンドで、解像度は 50 cm である。これら画像について、画像解析ソフト MultiSpec と Definiens を使い、それぞれ樹種分類を行った。

## L10 航空写真からの Template Matching 法と Local Maximum Filtering 法を用いた樹頂点の検出と精度検証

小林竜大・加藤正人

信州大学

森林管理における重要な指標として立木密度がある。これは従来、地上調査によって計測されてきたが、広範囲の把握には多大な労力が掛かった。そのため、森林リモートセンシングを用いて立木の樹頂点を検出し、立木密度を推定する研究が多くなされてきた。樹頂点の検出研究方法としては航空写真を使用し、Template Matching 法や Local Maximum Filtering 法を用いたものがあり、二つの方法を組み合わせることで、検出精度の向上が図られている。この方法の精度は、調査対象となる林分の樹種や林齢などの影響を受けるが、その具体的な関係はよくわかっていない。そこで本研究では、この樹頂点の検出方法とその精度の因子となる対象林分の樹種や林齢などの関係を明らかにすることを目的とした。

信州大学農学部構内演習林を調査対象地として、デジタル撮影 (UTM) された航空写真を使用した。調査地はアカマツ、ヒノキなどが主体の人工林である。現地データとして現地調査から作成した立木位置図を使用した。この立木位置図と本研究で検出された樹頂点を比較し、樹種または林齢ごとに検出方法との関係を考察する。

## L12 歴史的木造建造物に要求される大径長大材に必要な森林資源の現状—木曾ヒノキ天然林の事例—

佐藤樹里・山本博一

東京大学

歴史的木造建造物の維持には定期的な修復が必須であり、要求される資材は多様であるが、たとえば柱や梁、扉などの主要構造部材の補修材には、大径長大材でありかつ高品質な資材が確保できる天然性資源が好まれ、樹種ではヒノキの需要が最も多い。森林資源から修復用資材を持続的に確保するためには、大径長大材に必要とされる規格を明らかにし、大径長大材の要求に応えることのできる森林資源の供給可能性を検討することが課題である。しかしながら一般的な規格の資材であれば、市場に流通する原木の中から選定され、調達されるという仕組みが確立されているが、歴史的木造建造物に使用される大径長大材は、通常の市場には流通しない規格であるため、現段階では文化財建造物修復の現場と森林管理の現場を関連づける仕組みが構築されていない。そこで本研究では、具体的にヒノキ大径長大材の情報に基づき、製材過程で除外される歩留まり、立木の細りを考慮し、この大径長大材が得られる立木規格を推定した。さらにヒノキ有数の生産地である木曾地域の天然林を対象とし、大径長大材に適用可能な森林資源の現存量の把握、および森林の成長量を解明した。

## L11 長野県南箕輪村大芝の森におけるラジコンヘリコプターを用いた間伐木選定に関する研究

近藤大将<sup>1</sup>・加藤正人<sup>1</sup>・小熊宏之<sup>2</sup>

<sup>1</sup>信州大学・<sup>2</sup>国立環境研究所

近年、安全かつ効率的に森林計画を立案するための技術としてリモートセンシングが注目されている。森林計画を立案する際、間伐木の選定は必須となる。しかしながら、従来の衛星写真を用いた解析では精度の高い森林情報の取得が困難であった。そのため、リモートセンシングによる情報のみで間伐木を選定する手段は未だ確立されていない。そこで本研究では、長野県南箕輪村大芝の森の調査地 2 箇所においてラジコンヘリコプターを用いた分解能 2.5 cm の True-Ortho 画像を撮影、PCI-Geomatica による解析で樹頂点・樹冠の抽出、樹冠面積の算出をすることで、残存木を選定した。この解析結果を現地調査による牛山式間伐の選木基準における選定結果と照らし合わせ、比較・検討した。その結果、立木密度の差が少なくにも関わらず、立木が散在している調査地における現地との適合率は 78% と高く、立木が偏在している調査地では 41% と低い適合率が得られた。このことから、ある程度計画的に整備された人工林ならば、本研究の手法を用いることで牛山式間伐の選木に近い結果を出すことが可能であると示唆された。

## L13 FAO 世界森林資源評価における持続可能な森林経営の基準・指標の影響

家原敏郎

森林総合研究所

【目的】国連食料農業機関 (FAO) の林業部門の主要な活動の 1 つが、世界の森林資源の現況を、定期的に世界森林資源評価 (FRA) としてとりまとめることである。持続可能な森林経営の流れを受け、近年 FRA の内容が変わってきているので、これについて検討した。【方法】これまでの FRA レポートおよび次回 2015 年の FRA 関連の資料を収集し、調査項目の変遷を分析した。【結果】FAO の初回の森林資源評価は 1948 年に遡る。1953~1963 年までは World Forest Inventory として 3 回実施され、1970 年代は地域別にとりまとめられた。1980 年には FRA1980 として実施され、以後 2000 年までは 10 年毎、それ以降は 5 年毎に FRA が実施されている。調査項目は 1990 年までは、森林面積や植林の面積など純粋に森林資源に関するものであったが、FRA2000 では生物多様性やバイオマスなどの項目が現れ、FRA2010 では基準・指標と類似した章立となった。次回 FRA2015 では、認証森林の面積なども取り入れられる予定であり、持続可能な森林経営が FRA の内容に大きな影響を与えているといえた。



## L14 森林・林業再生プラン後の森林計画制度の方向性

白石則彦

東京大学大学院農学生命科学研究科

森林・林業再生プランが打ち出され、平成25年度までに本格移行しつつある。再生プランは、市町村森林整備計画を実効あるものとする、森林施業計画から森林経営計画への改訂、フォレスト制度の新規導入、直接支払制度への切替、林業事業体の強化等によって特徴付けることができる。これらの背景として人工林資源の成熟、国家財政の逼迫、エネルギーを多様化する必要性、森林所有者の林業離れ等の影響もあって、林業政策の抜本的転換が求められるなか打ち出されたものである。特に森林経営計画は、いちおう属人と属地の2本立てとなっているが、その中心は明らかに属地計画であり、従来属人計画を策定してきた大規模所有企業までもが属地計画に移行せざるを得なくなっている。その根底にブドウの房状の小規模分散的な森林配置の隘路がある。戦後一貫して森林所有者が林業の担い手と位置づけられてきたが、今回の改訂はその担い手が「所有」から「経営(労働)」に移った感が強い。プランが目指す2020年までに、路網等の生産基盤や生産された材の加工処理態勢の整備、それらを支える林業事業体の育成が急務である。

## L16 森林計画制度の果たすべき役割と問題点

山本博一

東京大学

森林計画制度の抜本的な改革に当たり、制度の本質的な役割と現在直面している問題点を明らかにしたうえで、その方向性について考察する。

「森林業再生プラン」を受けて森林経営計画が導入され、市町村森林整備計画の位置づけがますます重要となっている。森林計画制度の原点は、公益的機能を含めた国家の資源管理計画である。森林法は森林資源が公共財であることを前提にしており、私有林に対しても一定の制約を課している。こうした国家の資源政策を実現させるため、森林・林業基本計画から自治体の森林整備計画に至る一連の森林計画制度が構築されてきた。これを実現させるための手段として補助金や税制面での優遇をもって私的財産を誘導する制度が積み上げられている。しかし、林業が経済行為として成り立ちにくい状況のもとでは資源政策を実現させるための優遇措置として機能してない実態にある。逆に、森林計画制度が林業振興の手段として見なされ主客転倒の形になっている。情報をもつ側から国民の理解を得ようとする積極的な姿勢での情報開示が必要である。同時に、複雑で多様な森林をシンプルにわかりやすく説明することは、本質を失うリスクがあり危険でもある。

## L15 環境や間伐の制約と森林経営計画の関係

富山啓介

東京大学大学院農学生命科学研究科

森林施業計画に代わって森林経営計画の運用が始まり、該当林班面積1/2以上制約、haあたり搬出材積下限制約、間伐面積下限制約など計画作成上達成すべきハードルがある。計画作成に当たり、個々の森林は基本的に「自らが置かれた条件の下で努力するしかない」が、連たん複数林班の合同、除外小班を設けるかなど裁量の余地も有りうる。一方で、公益的機能発揮への取組は計画の重要な視点であるが、地形等の理由で環境制約を設けることの影響は明らかではない。本研究は、現状の森林経営計画制度を基に、作成のスケールの違いや河川・除地や保残帯の保全といった環境配慮の程度が異なる場合に森林経営計画作成がどの程度困難となるかを試算することで、前提条件の違いが及ぼす有利不利や森林管理者側の取りうる対応について考察し、制度に対する理解を深め、今後の一指針とする。一般に、労働力や集約化等の手間が十分に割けない場合は間伐実施面積自体が強い制約となるが、そうでない場合は搬出量や収支が強い制約になり、環境配慮を加えることで制約充足の困難さがやや増すと考えられる。

## L17 資源モニタリングデータを用いた地位指数モデルの開発

光田 靖<sup>1</sup>・北原文章<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宮崎大学農学部・<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所

森林資源のモニタリングは持続的な森林管理のために不可欠な資源情報をもたらすが、モニタリングから得られる膨大な情報は資源把握のみならず、様々な用途で利用可能である。本研究では森林資源モニタリング調査のデータを用いて、広域に対する地位指数推定モデルの開発を行った。対象地は九州であり、対象樹種はスギである。地位指数を40年生時点における上層樹高と定義して、森林資源モニタリング調査のデータからスギ林分を抽出して調査時の林齢および上層樹高を求めた。一方で、GISによる地形解析から対象となる調査点について日射係数および局所的凹凸度を計算した。さらに、別途開発した物質収支モデルを利用して、各調査地点における気象条件から規定される生産力を推定した。これらのデータから気象および地形因子を説明変数とする地位指数モデルのパラメータ推定を、地位指数を隠れ変数として、地位指数推定モデルと林齢-樹高曲線モデルを結合することによって実装した。その結果、不確実性は高いものの、大局的な傾向を表現するようなパラメータを得ることができた。

## L18 レジストグラフによる天然林立木の樹齢計測

広嶋卓也

東京大学

レジストグラフを利用した天然林立木の樹齢計測方法を報告する。対象地は、房総半島南東部にある85年生の二次林である。本林分において胸高直径が5cm以上あった約500本の立木を対象として、樹皮側より(胸高半径-2.5)cmの胸高年輪数を計測した。立木の進界境界を胸高直径5cmとすれば、この年輪数は進界後の樹齢をあらわす。計測に使用したレジストグラフは、直径2mm、全長45cmの針を樹木に陥入し、陥入抵抗を0.01mmの分解能で波形グラフとして出力する。波形グラフは、早材・晩材の密度変化を表し、国内では針葉樹・広葉樹を問わず多くの樹種で年輪境界を検出できる。この機械により上記樹齢を計測する際には、機械先端を幹表面の胸高部中央にあて、幹の中心を通るように針を陥入する。樹齢計測の誤差要因として、波形数と年輪数の不一致、幹内部の偏芯が挙げられる。一般に芯近辺の年輪は被圧期を反映して高密のため、上記のように樹皮側より(胸高半径-2.5)cmの年輪を計測することによりこれら誤差を軽減することができる。本計測により対象林の進界後樹齢構造を明らかにできた。

## L20 大規模集約化林業と小規模自伐林業の両立による林業活性化の効果

風間啓紀・山本博一

東京大学

現在、林野庁の政策により林業活性化をめざして大規模集約化林業が推進されている。しかし、大規模集約化林業は森林所有者が不在であったり、山村社会のコミュニケーションが希薄となっていることがあったりして、実施が困難となる場合がある。この観点から、山村社会における森林所有者のコミュニケーションを促進することは重要である。そこで、林業を生業としない森林所有者が中心となり趣味や副業として林業活動を行う小規模森林管理に着目した。中でも、地域の森林所有者の集団が地域の人工林における低質木や林地残材の処理を行い、その対価として地域通貨が得られる「木の駅プロジェクト」と呼ばれる事例を調査対象とした。「木の駅プロジェクト」の活動を通して、山村社会のコミュニケーションが促進される可能性がある。しかしながら、これまでのところ、小規模森林管理のどのような要素が山村社会のコミュニケーションの促進に寄与するのか特定した研究は見当たらない。そこで、本研究ではまず、1年以上「木の駅プロジェクト」を行うことで活動の成果が出ている可能性が高いと考えられる地域を選定し、運営システムの実態を把握した。

## L19 森林管理活動における炭素クレジットの及ぼす影響に関する研究

村上友弥・山本博一

東京大学

森林の持つ地球温暖化抑制機能は広く認識されるようになってきている。そのような中、森林管理に経済的なインセンティブを与えつつ、地球温暖化の抑制を促進する取り組みとして、森林分野における炭素クレジットの利活用が注目されている。しかしながら、国内において炭素クレジットの取り組みは歴史が浅く、十分な調査がされているとは言い難い。この取り組みは、二酸化炭素に市場的な価値を付加して取引を行うため、信頼性の確保が非常に重要となる。国内においていくつかの団体が制度を構築し、信頼性の確保に努めている。しかしながら、これらの制度の構築に対し、それぞれの団体がどのような経過を経て参加したのかといったことは明らかにされていない。そこで本研究では、森林の二酸化炭素吸収量を炭素クレジットとして認証した高知県J-VER制度を対象に、その政策導入の過程を明らかにすることを目的とする。この制度は我が国における森林の吸収量認証の炭素クレジット創出の先進事例として位置づけられる。本研究の成果が、今後炭素クレジットの導入を考慮している関係者・団体の指標となると考える。

## L21 薪ストーブ利用による木質エネルギー循環システムに関する研究—長野県伊那市を事例として—

原島義明・山本博一・寺田 徹

東京大学

長野県伊那市を対象として、現代では利用が少なくなった薪がどのように利用されているのかを明らかにする。そのため、同地域における薪の流通の担い手と流通に関連する主体の解明、薪ストーブ利用者の薪ストーブ選択動機の解明、実生活における薪の利用実態の解明を行う。これまでの成果として、薪の流通の担い手の1つとしてX社を調査し、同社が行う薪の宅配サービスの仕組みと、同サービスによる薪の流通量を明らかにした。また、伊那市西箕輪地区をケーススタディとして、薪ストーブ利用世帯の所在を、各世帯の家の外観や煙突の有無から判断した。さらに、同地区において利用者に対するインタビューを一部開始し、X社以外の流通の担い手や仕組み、薪ストーブの購入動機、ストーブ利用実態、実生活における薪の使用量等について解明を行っている。

## L22 馬力を活用した搬出作業の可能性に関する研究—宮城県石巻市の馬搬出実験の事例—

松浦満寿・山本博一

東京大学

日本の林業は従来の伝統的作業に代わり機械化が進むことでその生産性を上げてきた。現在では大規模集約および高性能林業機械の導入が進められている。しかし木馬（きうま）などの従来の伝統的な作業方法には現在も行われているものがあり、その一つに馬に轡を牽かせ林地から原木を搬出する馬搬作業がある。

馬搬作業は、林地の中に入っただけの搬出作業が可能のために新たに作業道を切り開く必要がなく、地形の変化に対しても柔軟である。さらに機械を用いた搬出に比べてCO<sub>2</sub>排出量が小さく、重量も軽いため林地を荒らさず環境負荷が小さい。伝統的技術であることに加え以上のような利点から馬搬作業には見直しの動きがあり、継承させていく価値があると考えられる。また、欧米でも馬搬が見直され始めている。

そこで本研究では馬搬による林業作業の効率を明らかにし、馬搬利用の可能性を検証することを目的とする。搬出作業の効率を検証する上で、本研究では搬出する原木の材積量に加え、牽引する馬の負担を検証するために原木重量を計測し、搬出経路の地形と合わせて考察を図る。事例として宮城県石巻市で行われる馬搬作業実験を取り上げ、その計測から得られた結果を報告する。

## M18 北海道の北東部トドマツ林におけるマツタケシロの10年経過後の状況

宜寿次盛生<sup>1</sup>・由田茂<sup>1</sup>・植中浩晃<sup>2</sup>・玉井 裕<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場、<sup>2</sup>北海道大学大学院農学院

村田らは、1992～2000年に北海道北東部のトドマツ林において、マツタケの発生調査を行うとともに、マツタケ発生環境の改善を目的に除間伐、腐植層除去などを行った。この際、子実体の発生位置およびB層上面に露出させたマツタケの菌糸層先端部の位置から目視でシロ先端部を決め、調査区A(20m×50m)では29個、調査区B(25m×40m)では13個のシロが確認された。

2011年に、10数年経過した調査地の状況を把握するため、マツタケのシロを探索した。2000年当時の資料を基に、シロの大まかな位置を推測し、近傍の表土を除去し目視でマツタケのコロニーを判断し、異なる数方向の先端部を決めた。また、温度記録計を深度10cmの土壤中に埋設し、温度変化を測定した。その結果、調査区Aでは25個、調査区Bでは9個のシロを確認した。本州アカマツ林での報告に比べ、本調査地におけるシロの成長は遅く、その一因として積算温度が少ないことが考えられた。

【引用文献】村田ら(2001)北林試研報38:1-22

## M17 ツツジ科植物の進化過程における菌根菌の変遷に関する一考察

小長谷啓介・松田陽介

三重大学

ツツジ科の中で系統学的に最も原始的であるドウダンツツジ属を対象に、根に内在する菌の中でも分離培養が可能な菌群についてフロア解析を行った。サラサドウダン成木から根を採取し、30%過酸化水素水で表面殺菌した後、内在菌を分離培養した。供試した1999根断片から433菌株が得られた。核rDNAのITS領域の塩基配列から分類推定を行った結果、そのほとんど(220菌株中、210)が子のう菌に属していた。中でもHelotiales(39菌株)とPhialocephala属(35菌株)に属する1菌群が多く分離された。その他では、Oidiodendron属菌、Rhizoscyphus ericae aggregateなどが分離された。分離菌株のDNA配列の多くは、ツツジ属植物などとエリコイド菌根を形成することが実証されている菌の配列と、高い相同性を示した。これらの結果とGlomus属菌がサラサドウダンの根から検出されたという既存の報告を元に、ドウダンツツジ属植物はアーバスキュラー菌根とエリコイド菌根を形成すると仮定し、ツツジ科植物の進化過程における菌根菌の変遷について考察した。

## M19 マツタケ胞子の土壌内での動態の推定

藤田 徹・藤田博美

京都府農林水産技術センター

胞子播種によるマツタケのシロ形成に必要な情報を得るため、マツ林のB層を露出させた箇所では、「①胞子の土壌内での動態を推定するため、染色したマツタケ胞子を散布し、2週間後に地中の胞子数を土深別に調査」「②胞子が秋に発芽しているか調べるため、マツタケのカサを直接地面に伏せて大量の胞子を播種し、2週間後に発芽胞子が観察されるか調査」の二つの試験を行った。

その結果、試験①では、胞子の観察数は地表付近ほど多く、地表下1～2cmでは0～1cmの約1/5になる等、土深が深くなるにつれ著しく減少した。②の試験でも同じ傾向が見られ、地面に落下したマツタケの胞子は地表付近に留まるものが多いと推測された。これは「マツタケのシロは地表付近の浅い場所で形成される」等の従来の知見と合致し、胞子播種によるシロ形成のためには地表付近の環境を整えることが重要と考えられた。

試験②では、胞子播種箇所の土壌から観察されたマツタケと同型の胞子数は対照区に比して有意に多く、一部は播種した胞子であると判断された。しかし、発芽胞子は播種箇所のみ観察されたが、対照区の胞子観察数より少なく、播種したマツタケ胞子かは特定できなかった。

## M20 海岸砂丘の土壤中では優占していたショウロ属菌の有機態養分の利用能力

橋本 靖・川嶋花奈

帯広畜産大学畜産生命科学研究部門

北海道襟裳岬の海岸土壤中では、外生菌根菌のショウロ属の1種が、宿主のいない環境下でも多く存在していた。この菌が土壤中でどのように養分を獲得し、宿主の定着に貢献しているのかを明らかにすることを目的とした。N、P、Cを各々欠乏させた寒天培地に、同地で採取したシカ糞、コウボウムギ枯死葉、クロマツ落葉を入れ、同海岸土壤から採取したショウロ属菌4菌株の菌糸生長を調べた。さらに、同地砂質土壤に、上記シカ糞とコウボウムギ枯死葉を各々添加し、そこに同ショウロ属菌を接種したクロマツ実生を90日間生育させた。その結果、このショウロ属菌はNやPが欠乏した培地上でも、シカ糞とコウボウムギ枯死葉を添加すると、菌糸生長が促進された。また、C源が欠乏した条件下でコウボウムギ枯死葉を添加した際に、3~5倍の菌糸生長が見られた。また、菌接種したクロマツ実生は、N、P欠乏条件下で、シカ糞やコウボウムギ枯死葉を添加した際に、著しく生長が促進され、葉中の窒素の増加と窒素安定同位体比の上昇も確認された。以上から、本菌は自然の有機残渣からCを含めた養分を宿主のいない際も獲得し、海岸への宿主定着を促進している可能性が示唆された。

## M22 アカマツ苗を用いた成熟した混交林における外生菌根菌群集への重金属影響の評価

宗 昆・練 春蘭・黄 建

東京大学アジア生物資源環境研究センター

In order to investigate the shift of early-stage ECM fungal communities in the forestry soils after polluting by heavy metals. In the present work, uncontaminated soils used for the pot experiment were collected from a mixed mature forest. *P. densiflora* seedlings were transplanted to plots filled with heavy-metal (Cu, Zn, Cd) amended soil samples. After 4 and 8 months, the seedlings were harvested. Infection rate and morphotype of ECM fungi in seedling root tips and original soil samples were observed by microscope. ECM fungal species were further identified by molecular analysis. Moreover, the biomass of seedlings and heavy-metal concentrations of seedlings and soils were determined. The results from the present work indicate that heavy metal pollution may lead to a selection effect for evolution of EMF communities in forest.

## M21 外生菌根共生系における養分転流のソース・シンク関係

呉 炳雲<sup>1</sup>・寺本宗正<sup>2</sup>・宝月岱造<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>国立環境研究所地球環境研究センター

外生菌根菌は樹木の根と共生し、土壤の中で根外菌糸を発達させリン酸や窒素を吸収し、菌根を介して宿主に受け渡すことで宿主の成長を促進する。一方、外生菌根菌が必要とする炭素源は宿主樹木の光合成産物から供給される。しかし、宿主植物・菌根菌両者の間での養分転流において、何時・何処から何処まで転流するか、転流の方向性があるかどうかについては、明らかになっていない。そこで本研究では、クロマツの根箱の外生菌根共生系において、シュートから<sup>14</sup>C-グルコース、<sup>14</sup>C-アミノ酸と<sup>33</sup>P-リン酸の何れを標識し、経時的デジタルオートラジオグラフィによるトレーサー実験を行った。その結果により、菌根と根外菌糸が炭素・リン酸に対し高いシンク能を持つことと、炭素は宿主から菌根菌へ、リンは菌根菌から宿主への転流の方向性があることが明らかになった。また、菌糸から菌根への養分転流においては、菌根のシンク能が宿主の蒸散等の生理状態と関係ないことが解った。

## M23 根部エンドファイト *Phialocephala fortinii* とエゾイソツツジの共生関係

玉井 裕・上山 隼・宮本敏澄・矢島 崇

北海道大学大学院農学院

北海道に自生するエゾイソツツジは酸性土壤のみならず塩基性土壤にも生育している。蛇紋岩土壤中のエゾイソツツジの細根からDSEとして知られる *Phialocephala fortinii* が高頻度で分離された。7種類の培地上で種子発芽試験を行い、得られた実生に *P. fortinii* を接種した。グロースチャンパー内で6ヶ月間培養した後、細根内菌糸の観察、地上高、最大根長、着葉数、地際直径、乾燥重量、総葉面積を測定した。種子発芽および実生の生残率について *P. fortinii* の影響は認められなかった。接種区の細根内には、DSEの特徴である有隔壁褐色菌糸およびミクロスクレロティアが観察されたが、エリコイド菌根様のコイル状菌糸は認められなかった。接種後6ヶ月の実生では非接種区と比較して接種区で地上部の発達が見られた。各処理区の実生の測定の結果、地上高、最大根長、TR比、着葉数には処理区間で有意差は見られなかったが、地際直径、乾燥重量および総葉面積については非接種区と比較して各々有意に増加した。

## M24 マツタケのシロの拡大に伴う外生菌根菌相および土壌菌類相の変化

松下範久<sup>1</sup>・小松隆平<sup>1</sup>・竹内嘉江<sup>2</sup>・宝月岱造<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>長野県

マツタケのシロの拡大に伴う土壌菌類相の変化を明らかにするため、長野県豊丘村のアカマツ林内にある3カ所のマツタケのシロを対象として、シロ周辺の外生菌根および土壌中の菌類相を調査した。2011年7月に、各シロの外縁を0cm地点として、外側10cmから内側30cmの間を10cm間隔に区切った。各区画から50個の菌根を無作為に採取してDNAを抽出し、rDNA-ITS領域のT-RFLP解析とシーケンシングにより菌種を決定した。また、各区画から0.5gの土壌を採取してDNAを抽出し、クローンライブラリ法により、1区画あたり50クローンのITS領域について、同様の方法で菌種を決定した。その結果、若いシロでは、シロの0cm～内側20cmの区画で、菌根と土壌中ともにマツタケが高頻度で優占していた。これに対して古いシロでは、0cm～内側10cmの区画でマツタケ以外の菌種も多く検出され、さらにその内側の区画ではマツタケの頻度が大きく低下した。これらのことから、マツタケは、若いシロでは他の菌類を排除しながらシロを拡大していくものの、古いシロになるとその排除能力が低下していくと推測される。

## M26 熱帯性スマトラマツ自然林における外生菌根菌群集

奈良一秀<sup>1</sup>・南賢士郎<sup>1</sup>・村田政穂<sup>1</sup>・木下晃彦<sup>1</sup>・Turjaman, Maman<sup>3</sup>・Sudiana, I Made<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科・<sup>2</sup>インドネシア科学院・<sup>3</sup>インドネシア林業省森林研究開発庁

メルクシマツは東南アジアを中心に大規模な造林が行われており、主要な熱帯林業樹木の一つである。しかし、その天然分布はインドネシアのスマトラ島の一部山岳地域などに限られ、国際自然保護連合の絶滅危惧種にも指定されている。他のマツ科樹木と同様に、メルクシマツも外生菌根菌と共生することで生きると考えられるものの、どのような菌種と共生しているのかについては全く分かっていない。そこで本研究では、インドネシアのアチェ州に残存するメルクシマツの自然林2ヶ所において、計100の土壌サンプルを採取し、そこに含まれる菌根の菌種をDNA解析によって調べた。また、土壌中に埋土胞子の形で存在する菌種についても調べるため、同じ場所で別途採取した100の土壌サンプルでマツ苗を栽培し、埋土胞子から苗に感染した菌根菌をDNA解析によって同定した。林分から採取した菌根からは、計35種の菌根菌が同定され、アテリア科、ベニタケ科、イボタケ科が優占していた。一方、埋土胞子として存在が確認された菌種としては5種が同定され、ショウロ科やヌメリイグチ科が優占していた。以上の結果をもとにメルクシマツ自然林の更新動態を論じる。

## M25 マレーシアサラワク州の低地フタバガキ林における外生菌根菌と根圏菌の宿主特異性と $\alpha$ 、 $\beta$ 多様性について

佐藤博俊<sup>1</sup>・服部 力<sup>2</sup>・東樹宏和<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院地球環境学学・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所

本研究では、東南アジアの低地熱帯林において、根圏に生育する様々な菌類の宿主特異性を調べる研究を行った。ランビル国立公園(マレーシアサラワク州)の森林において、600mのライントランセクトを作成し、1m間隔で植物根を採集した。GS-Junior (Roche)を用いて、根から菌のITS2領域と植物の*rbcL*領域をそれぞれ解読し、解読した配列からその類似度に基づいてMOTUを識別した後、高精度DNA配列同定システムCladentを用いて菌と植物の同定を行った。宿主植物の塩基配列の相同性と根圏菌群集の類似度の間で相関を調べた結果、外生菌根菌がその多くを占める担子菌では両者で明確な負の相関がみられたのに対し、エンドファイトがその多くを占める子嚢菌では両者に明確な相関がみられなかった。また、出現頻度の高い菌のMOTUの宿主特異性について解析した結果、外生菌根菌のMOTUでは、フタバガキ科植物の属あるいは科レベルに特異性をもつMOTUに分かれることが分かった。一方、エンドファイトと考えられる子嚢菌は根系から非常に多数検出されたが、その多くが明確な宿主特異性を示さないことが分かった。

## M27 標高傾度によつた外生菌根菌の多様性分布とその決定機構の解明

宮本裕美子<sup>1</sup>・中野隆志<sup>2</sup>・奈良一秀<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科・<sup>2</sup>山梨県環境科学研究所

自然林で優占するブナ科やマツ科などの樹木は多くの外生菌根菌と共生することで生きている。そのため、外生菌根菌の多様性や種組成といった群集構造は森林全体の機能にも大きく影響するが、どのような要因によって群集構造が決定されているのかは明らかになっていない。本研究は外生菌根菌の種多様性および群集構造について、標高に沿った変化とそれを決定する環境要因を解明することを目的とした。富士山北西斜面の自然林において標高に沿って調査区を4カ所設置し、土壌採取および樹木調査を実施した。分子解析の結果、4地点で計307種を記録した。樹木の種数は標高に沿って大きく減少したのに対して、菌根菌種数は標高の中央で最も高い傾向が見られた。また外生菌根菌の群集構造は地上部の樹種構成によって大きく異なり、標高の高い針葉樹林では/*russula-lactarius*、/*cortinarius*など、標高の低い広葉樹林では/*tomentella-telephora*、/*sebacina*などの系統群が優占する傾向が見られた。しかし菌根菌の宿主特異性は確認されず、群集構造の類似度は宿主よりも林分間の距離による違いが大きかった。

## M28 シラビソ・コメツガの根系における外生菌根とそれらの根外菌糸体の詳細分布

吉田尚広・松下範久

東京大学大学院農学生命科学研究科

第123回大会において、コメツガ稚樹の根系における菌根菌の分布を根端単位で調べた結果、異なる数種の菌根菌がそれぞれ1~数cm程度の幅で集中分布していたことを報告した。このような集中分布の形成様式を解明するため、菌根と土壤中の根外菌糸体の菌種分布を比較した。八ヶ岳国有林内のコメツガ稚樹が更新していた5つの露岩上から、リターとコケ類からなる基質を根系ごと採集した。各根系の一部を選び、根端の位置を記録しながら全菌根を採取し、ITS領域の塩基配列により各菌根の菌種を決定した。さらに根系周辺の基質を1cm角の格子に区切り、各区画から土壌を採取した。採取土壌からDNAを抽出した後、クローンライブラリ法により1区画あたり10クロソンのITS領域について、上記と同様に菌種を決定した。同種の菌根が集中分布していた周辺の区画の土壌からは、菌根と同種の菌根菌を含む2~6種の菌根菌が検出された。このことから、根系周辺には多種の菌根菌が存在しており、その中から1つの菌種が菌根を形成すると、その菌根から根外菌糸体を伸ばして次々に近くの根端に感染することにより、同種の菌根菌の集中分布が形成されると推測される。

## M30 落葉広葉樹の実生定着における菌根菌と病原菌の役割

烏蘭図雅

東北大学

Microbes crucially affect on growth and survival of plant species, shaping the community structure. In this study, we estimated relative importance of mycorrhizal fungi and pathogenic fungi on plant performance for two hardwood species, *Quercus serrata*, and *Acer mono* by sowing the seeds in both forest understories and gaps. In forest understories, seeds and seedlings mortality was higher beneath conspecific adults in *A. mono*, due to severe attack of pathogenic fungi. In gaps, seedling growth and survival were usually greater in the forests dominated by conspecific adults in both the species, because of the higher percentage of root colonization by mycorrhizal fungi for *Q. serrata* and *A. mono* seedlings, respectively. The results suggest that relative importance of pathogenic- and mycorrhizal- fungi change according to light conditions (gaps vs. understory). Influence of mycorrhizal-fungi may also change according to presence or absence of conspecifics.

## M29 倒木上および地上に更新したアカマツ実生の菌根菌群集

深澤 遊

東北大学大学院農学研究科

倒木は、森林生態系における樹木実生の定着場所として重要な役割を果たしている。倒木は土壌と異なり窒素などの養分が乏しいため、倒木上に定着した実生は根系を発達させたり、菌根菌との共生関係を充実させたりすることで、養分吸収効率を高めていると予想される。しかし、定着基質の違いが実生の根系への資源配分や菌根菌群集に与える影響を調べた研究は少ない。本研究では、アカマツ倒木上および地上に定着したアカマツ当年生実生を対象に、上記の項目を比較した。1m<sup>2</sup>の面積に見られたアカマツ当年生実生の本数は、倒木上で平均75本、地上で平均0.3本と、圧倒的に倒木上で多かった。実生の地上部の乾燥重量は倒木上の実生で大きかった。一方、地上部/地下部の重量比は倒木上の実生で小さく、根重あたりの根長は倒木上の実生で大きかったことから、倒木上の実生では地上の実生に比べ、根系が発達していることが分かった。また、外生菌根菌の定着率は倒木上の実生で大きかった。以上から、倒木上の実生では地上の実生に比べ根系および菌根菌に多く投資していることが示唆された。発表では、外生菌根菌群集の組成についても解析結果を紹介する予定である

## M31 キナバル山の熱帯林における標高と地質の違いによる外生菌根バイオマスの変化

岡田慶一・横山大稀・北山兼弘

京都大学農学部

ボルネオ島キナバル山の熱帯林では標高や地質によって森林を構成する樹木群集組成は多様に変化するが、外生菌根性の樹種は幅広い環境に分布している。演者らは、キナバル山の熱帯林において、標高・地質の違いに伴った外生菌根バイオマスの変化を調査した。調査はマレーシア・サバ州のキナバル公園内に設置された、標高(700、1700、2700、3100m)と地質(蛇紋岩と非蛇紋岩)の異なる原生林8プロットで行った。各プロットで直径19mm×深さ150mmの土壌コアを50個採集し、外生菌根と細根(<2mm)の乾燥重量を計測した。外生菌根バイオマスは標高に沿った連続変化を示さず、ブナ科樹木の優占度の高い1700mの非蛇紋岩プロットで最も高い値を示した。地質間比較では、全標高で非蛇紋岩のプロットが貧栄養な蛇紋岩プロットより高い外生菌根重を示し、貧栄養な環境で外生菌根が減少する傾向となった。一方、樹木の栄養塩要求度が最も高い3100mの蛇紋岩プロットでは、優占するフトモモ科 *Leptospermum* 属植物が外生菌根とVA菌根の二重共生性と予想されたにも関わらず、それには外生菌根が確認されなかった。

### M32 マツタケ発生地における DNA を指標にしたバイオマス変動の定量評価

山口宗義<sup>1</sup>・成松眞樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>岩手県林業技術センター

【目的】 土壌中のマツタケ菌糸のバイオマスを、土壌コアに含まれるマツタケ由来の DNA 量から推定する手法で定量を進めている。今回は、岩手県試験地のマツタケ発生地における土壌中のマツタケ菌糸体を継時的に定量し、マツタケ菌糸バイオマスの変動を解析する。

【方法】 7月～10月に、前年度のマツタケ発生地点付近における腐植層直下土壌を一定距離間隔でサンプリングし、土壌から DNA を抽出し定量 PCR 法にて定量した。

【結果】 期間全体で最小 20 から最大 54000 μg 菌糸体/g 土壌のマツタケ菌糸体が定量された。9月10月における菌糸体量が7月8月に比べ大幅に増加していることもわかった。土壌に対する菌糸体密度が比較的高かったサンプリング地点の、各点におけるマツタケ菌糸が同一のシロを形成していると仮定すると、シロの幅は 15 cm 程度であると推定できた。

### M34 自然林および植林地から採取した土壌を接種源としてフタバガキポット苗に導入された外生菌根菌群集

Kaewgarjang, Tharnrat<sup>1</sup>・Sangwanit, Uthaiwan<sup>2</sup>・岩瀬剛二<sup>3</sup>・児玉基一郎<sup>4</sup>・大和政秀<sup>4</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学大学院連合農学研究所・<sup>2</sup>カセサート大学林学部・<sup>3</sup>帝京科学大学生命環境学部・<sup>4</sup>鳥取大学農学部附属菌類きのこ遺伝資源研究センター

*Dipterocarpus alatus* (Dipterocarpaceae) has been much decreased caused by excessive logging in Thailand. In this study, top soils collected from underneath the trees of *D. alatus* in a natural forest and a plantation were used as inocula of ECM fungi, and their effects on the growth and ECM fungal communities of pot-cultured seedlings of *D. alatus* were examined.

### M33 土壌共生菌がつくりだす森林の多様性：大規模移入操作実験と最先端分子同定技術の融合

門脇浩明・東樹宏和

京都大学地球環境学堂

同じ餌や生息場所を利用する植物の種と種の間では、競争が起こる。理論的には、競争能力に差があれば、必ず強い種が弱い種を絶滅させる。しかし、森林における植物の多様性は、そうした弱者切り捨ての原理だけでは説明できないほど多様である。近年、このパラドクスを解決する仮説として、菌根菌が植物群集の共存に貢献している可能性が指摘されている。即ち、地下の菌根菌が織りなすネットワークが異なる植物個体の根どうしを地下菌糸で物理的に繋ぐことで植物間競争を緩和する。こうした競争の負の効果と共生の正の効果の調和こそが緑豊かな森林を形作っているのかもしれない。現在、この菌根共生仮説を検証するため、大規模移入操作実験と最先端分子同定技術を融合させるアプローチによって、生態系をまるごと土からつくって菌根ネットワークを実験的に解析している。外生菌根性と AM 菌根性の 2 つの菌根タイプの樹種群を材料として、菌根菌に感染した苗木とまだ感染していない実生を順序立てて移植する実験デザインによって、菌根菌のマッチング効果が実生の成長率に与える影響を解析する。今回は予報である。

### M35 津波被災後の海岸から採取した砂による菌根の形成事例

成松眞樹<sup>1,3</sup>・俵谷圭太郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>岩手県林業技術センター・<sup>2</sup>山形大学農学部・<sup>3</sup>岩手連農

菌根菌の多くは植物の定着に貢献し、その効果は厳しい環境で顕著であるが、大規模な攪乱を受けた場所では、感染源の減少や消失が懸念される。そこで、津波により攪乱された海岸における外生菌根菌の感染ポテンシャルを検討するために、被災後の砂を対象として、生物検定法により感染源の活性を調査した。2011年10月に、高田松原(岩手県陸前高田市)西側の陸地残存部の5地点で、各地点の2深度(0~10 cm, 10~20 cm)から砂を採取し、粗大な有機物を除去後、表面を殺菌したアカマツの種子を播き、温度 20℃、相対湿度 70%、明期 16 時間に設定した培養器内にて 4~6ヶ月間育成した。育成中の灌水には滅菌水を用いた。各地点/深度あたり 1~2 試料、合計 13 試料で育成した実生を対象に、総根端数と菌根の根端数を計数した結果、調査地東端の下層から得た 1 試料を除く 12 試料で外生菌根が形成され、菌根形成率(菌根根端数/総根端数)の平均は  $0.33 \pm 0.18$  s.d. であった。以上の結果から、津波被災後の高田松原の砂には、活性を有する外生菌根菌の感染源が含まれることが明らかになり、その分布は空間的に均一ではないことが示唆される。

### M37 ツチグリ菌の接種によるアカマツ、ミズメ、コナラ及びシラカシにおける菌根形成

山中高史<sup>1</sup>・赤間慶子<sup>1</sup>・太田祐子<sup>1</sup>・酒井 敦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所四国支所

【目的】腹菌類の一種ツチグリは宿主範囲の広い外生菌根菌である。ツチグリやその近縁種の菌株を用いた接種試験においては、マツ科やブナ科やカバノキ科などに対して菌根を形成することが報告されている。今回、ツチグリの菌根形成能が採取地の樹種に応じて異なるのかを明らかにするため、異なる樹種の林分で発生した子実体から得た菌株の菌根形成能を接種試験にて評価した。【材料と方法】ツチグリは、針葉樹林にて得た子実体から分離した3菌株、カバノキ科の林からの2菌株、ブナ科の林からの4菌株を用いた。これらをアカマツ、ミズメ、コナラおよびシラカシの4種に接種し、約11か月後に菌根形成を観察し樹木成長量を測定した。【結果】アカマツに対しては、全ての菌株が菌根を形成したが、菌根化した細根数、細根表面を覆う菌糸の形態および外生菌糸の発達状況が異なった。ミズメやコナラやシラカシに対しては、菌根を形成しない組み合わせもあった。今回、菌株によって菌根形成能が異なったが、子実体の採取地の樹種に関連したものではなく個々の菌株の性質によると考えられた。これら菌の遺伝情報による類縁関係なども調査し、さらに詳細に解析する予定である。

### M39 間伐と有機物層除去処理の海岸林クロマツへの影響

高野成美

京都大学大学院農学研究科

潮風が強い海辺で群落をなす海岸林は、特有の災害を緩和することが期待されている。健全な育林を目指すために、密度管理と菌根共生を考慮した土壌環境の管理が求められる。本研究では、今後の管理に必要な基礎的知見を得ることを目的としている。

調査地は京都府京丹後市の琴引浜で、過密で若齢な海岸林クロマツを対象とした。2010年に、10メートル×10メートルのプロットを3箇所設置し、間伐および有機物層除去したA区、間伐のみ行ったB区、処理を行っていないC区の3区を設置した。2012年に、葉の形状、安定炭素同位体比および窒素含有量、表層の土壌水分、さらに処理を評価するため葉の横断面観察をした。

葉の窒素含有量に関しては、A区が最も少なかったが、安定炭素同位体比もA区が最も低かった。また、土壌水分は全体的にA区が低かった。葉の形状は、長さも太さにおいてもA区とC区の間で有意差が見られた。

処理によってA区は最も乾燥しやすい条件にあるが、乾燥ストレスの指標となる安定炭素同位体比は最も低かった。これは貧栄養になったことで、外生菌根菌が土壌養分を吸収する機能が促進されたのではないかと考えられる。

### M38 ハナイグチ増産を目指したカラマツ林の施業：施業後2年目の概況

山田明義<sup>1</sup>・飯塚朋代<sup>1</sup>・片山智行<sup>1</sup>・増野和彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</sup>長野県林業総合センター

演者らはハナイグチの増産を目的に長野県内のカラマツ林で2010年より施業を行い、昨年度本大会で施業後1年の概況を報告した。今回、施業後2年目までの概況を報告する。カラマツ人工林に10×10m<sup>2</sup>のプロット(以下P)を24個設け、16Pではカラマツ以外の樹木を皆伐し、腐植層はぎ取りとハナイグチ胞子接種の組み合わせの4処理区(各4P)を設けた。8Pは対照区とした。全24Pで菌根菌の子実体発生状況を調査し、2012年には施業区16Pと対照区4Pで菌根を採取した。胞子接種8Pでは土壌12試料を、非接種12Pでは6試料を採取し(計168試料)、カラマツ菌根のチップ数を計測した。施業区16Pでのハナイグチの子実体発生量は平均34.4g、対照区8Pでは12.6gだった。4処理区と対照区の5区間比較では、子実体発生量と発生頻度ともに区間有意差はなかった。菌根は平均150チップ/土壌で、施業区の164チップに対して対照区では129チップだった。4処理区と対照区の5区間比較では、はぎ取りと接種ともに行わない処理区で、対照区より有意に多かった。因子解析で、腐植層はぎ取りは菌根量低下の要因と判断された。

### M40 アカマツ齢級表からマツタケ生産量を予測する

宗田典大

石川県県央農林総合事務所

石川県内におけるマツタケ [*Tricholoma matsutake* (S. Ito & Imai) Singer] の生産量は、1960年代をピークに減少が続き1980年以降は1983年、1985年の2回の豊作年を除き10t未満が続いている。石川県内においてマツタケは林齢30年を超えるアカマツ林で発生するとされている。調査は、石川県内の産地である珠洲市、鹿島郡能登島町(現在：七尾市能登島地区)の2市町について、アカマツ林齢級とマツタケ生産量のあてはめる方法で分析した。齢級表は森林簿(石川県2006)、マツタケ生産量は石川県特用林産物需給動向(石川県1997、2012)を用いた。6齢級アカマツ林面積とマツタケ生産量の変化はほぼ一致し、散布図において正の相関および $R^2=0.8$ と高い相関がみられた。



## N16 空中写真の3D計測が森林GISに与える役割

中北 理<sup>1</sup>・中根真雄<sup>2</sup>・田代隼人<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>(株)フォテック

空中写真はすでに確立された技術であるが、高度なGPS技術やロケット技術を組み込み、従来に比して飛躍的な位置精度の向上と撮影処理の簡略化が進展した分野である。最近はさらに、立体表示装置の低価格化が進み立体視・計測ソフトも出現するなど、空中写真情報を最大限に活かす環境が整った。一方、高精細な衛星画像やレーザー技術による地形計測、GPSによる位置測量も普及し研究や森林管理に活用されつつあるが、その多くは背景画像や野外での調査データを室内で入力し分析する、いわば内業型GISとしての利用である。これからの少子高齢化や高度情報化利用にむけては、GIS上で現地計測の精度を持たすことで野外調査そのものを省力化できる『外業省力型GIS』の構築を目指す必要がある。そこで、松枯れプロジェクトを機に開発・改良を加えてきた空中写真の立体視・計測ソフトの仕組みと最新機材を紹介し、均一な精度で効率的に計測可能な空中写真の特徴、次世代に向けたGIS構築における空中写真の位置づけや役割について示す。

## N18 ICESat/GLAS データを利用した北海道の森林バイオマス分布の計測

林 真智<sup>1</sup>・三枝信子<sup>1</sup>・小熊宏之<sup>1</sup>・山形与志樹<sup>1</sup>・鷹尾 元<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国立環境研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所

【目的】衛星搭載LiDARであるICESat/GLASの波形データを、森林の地上バイオマスの推定に利用した研究がいくつか報告されている。広域の森林バイオマスを効率的に計測する技術はREDD+等の国際的枠組みへの貢献が期待されるため、GLASデータから森林の地上バイオマスを計測する手法について検討した。【方法】対象地域は北海道とし、GLASが運用されていた2003~2009年の間に北海道を観測した全てのデータを収集した。次に、道内の国有林4サイトにおいて、GLASのフットプリントと一致する位置に合計106ヶ所の調査プロットを設定し、ビッターリッヒ法を利用したバイオマス計測調査を2012年11月に実施した。このデータをグラントゥルスとして、GLASの波形から導出されるパラメータと地上バイオマスとの相関関係に基づいてバイオマスの効率的な計測手法を検討した。【結果】相関を検討した結果、『GLAS波形の継続時間』や『反射レーザ光の累積エネルギーが全体の75%に達する高さ』等と地上バイオマスとの間に相関が見られ、GLASデータは森林バイオマスの推定に有効であることが示された。

## N17 DCHM 情報を用いたオブジェクトベース分類による林相区分

橋本沙優<sup>1</sup>・米 康充<sup>2</sup>・小池浩一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>島根大学大学院生物資源科学研究科・<sup>2</sup>島根大学生物資源科学部

近年、注目されている林相区分手法としてオブジェクトベース分類が挙げられる。航空写真上において模様や樹高が同一のものは同一の林相とみなせることから、樹冠高データであるDCHMをオブジェクトベース分類に用いることは有効ではないかと考えた。そこで本研究では、航空写真を用いてオブジェクトベースの林相区分におけるDCHM利用の有効性について検討した。また航空写真と近赤外データを合わせた画像に対して行う従来手法との比較検討も行った。本研究の対象地は島根大学三瓶演習林である。使用した画像データは解像度33cmのデジタル撮影されたカラーの航空写真と近赤外データである。この航空写真から解像度1mのDCHMを作成した。航空写真と近赤外データを合わせた画像、さらにDCHMを合わせた画像に対してeCognitionを使用しセグメンテーションを行った後、最近傍法によりクラスフィケーションを行った。分類クラスはスギ、ヒノキ、アカマツ、広葉樹の計4クラスとし、分類精度の評価には判別効率表とKappa係数を用いた。Kappa係数を用いた分類精度は従来手法が0.721、DCHMを用いた本研究の手法が0.726となった。

## N19 衛星LiDARを用いた熱帯林の3次元構造の計測

平田泰雅<sup>1</sup>・斎藤英樹<sup>1</sup>・松浦俊也<sup>1</sup>・Phua, Haw Mau<sup>2</sup>・Chiong, Wilson Wong Vun<sup>2</sup>・Alexius, Korom

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>マレーシア・サバ大学

本研究は、マレーシア・サバ州タンクラップ森林管理区を対象として、衛星LiDARを用いて熱帯林の3次元構造を評価し、管理区スケールにおいて3次元構造の変化からバイオマスの変化を推定する技術を開発することを目的とする。2009年の取得された衛星LiDARであるICESat/GLASデータのフットプリントの中心点を現地におけるGPS測位により同定し、その中心点に半径20mの円形プロットを20カ所に設定して、胸高直径10cm以上の立木に対して、毎木調査を行った。対象地域のフットプリントに対する波形を可視化した結果、対象地域において最大樹高を表す波形幅に大きな違いは見られなかった。これは、伐採が行われた林分においても、半径70mの範囲の残存木にもともと林冠層を占めていた立木が残っていれば、LiDARで捉えられる最大高が大きくは変わらないためであると考えられる。これに対して、反射強度については、択伐の度合いによって波形のピークにおける反射強度が大きく異なり、樹冠閉鎖率の低い観測点での反射強度は樹冠サイズの大きい立木で占められている観測点と比較して顕著に反射強度が弱かった。

## N20 WorldView-2 データを用いた南京紫金山森林資源の解析

Deng, Songqiu<sup>1</sup>・加藤正人<sup>1</sup>・関 慶偉<sup>2</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</sup>南京林業大学

This study attempted to measure forest resource at individual tree level using high resolution imagery by ITC approach. Field data of 90 plots were used to verify interpretation accuracy. The results indicate that the position of the trees with DBH $\geq$ 10 cm, DBH $\geq$ 15 cm and DBH $\geq$ 20 cm can be extracted by using a filter with moving window of 3 $\times$ 3 pixels, 5 $\times$ 5 pixels and 7 $\times$ 7 pixels respectively. In study area, 1,203,970 stems with DBH $\geq$ 10 cm have been extracted with average accuracy of 73.68 $\pm$ 15.14%, and the number of the trees $\geq$ 15 cm and $\geq$ 20 cm is 727,887 and 548,919 with 68.74 $\pm$ 17.21% and 71.92 $\pm$ 18.03% respectively. In addition, the accuracy increased significantly with the increment of stem density in the three layers, while it decreased evidently with the increment of average DBH in the layers of DBH $\geq$ 10 cm and DBH $\geq$ 15 cm.

## N22 インドネシアにおける森林火災ホットスポットの指標として NOAA と MODIS の比較

Albar, Israr・Rijal, Syamsu

ボゴール農業大学、いんどねしあ

The shoot and root dry weights of seedlings inoculated with forest soil were significantly greater than those with autoclaved forest soil. Mycorrhizal fungi were divided into 22 phylotypes by molecular analysis based on ITS rDNA sequences. Most of the phylotypes were recognized as ECM fungal taxa, i. e. *Clavulina*, *Laccaria*, *Lactarius*, *Tomentella*, Pyronemataceae, and Tricholomataceae. Among them, PCA suggested some fungi effective for growth promotion of the *D. alatus* seedlings.

## N21 オブジェクトベース分類を用いた要間伐林分の抽出

大地純平

山梨県森林総合研究所

全国の各県が森林環境税を導入し森林整備と環境保全活動の支援を進めていく中、山梨県でも平成24年4月から同税制の運用が実施されている。同税を用いた森林整備としては主に人工林を対象とした間伐事業が行われているが、これらを効率的に実施するために間伐事業地の選定作業が進められているが、計画図と森林簿を中心とした従来通りの方法では限界があることから、衛星画像等を用いた要間伐地の抽出が行えないかとの現場からの要望がある。このような背景のもと、本研究では山梨県が有する Geoeye-1 衛星画像（解像度 50 cm、パンシャープン、68 分割、18 撮影日、全県分）を用いた要間伐林抽出を行い、間伐事業における用地の選定資料として利活用可能な主題図作成を試みた。研究材料としては衛星画像のほかに画像切出し、分割を行うために衛星画像付録の撮影日資料、県 GIS で管理されている林小班、行政区画等のシェープファイルを用い、これをオブジェクトベース画像処ソフト「eCognition」、統合型地理情報解析ソフト「TNTmips」などを用いて要間伐地の抽出を行い、現場利用が可能な精度（80% 以上）を目指して解析方法の検討を行った。

## N23 林分情報の精度向上にむけた森林簿と衛星データによる森林植生分類図の比較

後藤誠二朗・栗屋善雄

岐阜大学流域圏科学研究センター

森林経営計画を策定する際に用いられる林分情報としては森林簿が広く用いられている。しかし、森林簿は森林の現状を正確に反映していない場面が見られ、効率的な森林管理を立てるためにも正確な林分情報が必要とされている。そこで、森林簿に代わって林分情報を提供する手段の一つとして衛星データを用いた森林の植生分類図が期待されている。本研究では岐阜県御嵩町の森林域を解析対象地とした。2011 年の 2 時期に撮影された RapidEye 衛星のデータを用いて森林の植生分類図を作成した。分類項目については、主要植林樹種であるスギ、ヒノキと針葉樹のアカマツおよび落葉広葉樹に分類した。森林簿の情報については、上層木のみを解析対象とし下層木については除外した。第一樹種のみ記載がある林分は純林とし、第二、第三樹種の記載のある林分については混交林として評価を行った。森林の植生分類図と森林簿データのそれぞれについて、2010 年に撮影された空中写真を対象として精度評価を行い、誤判定が多い場所について考察した。

## N24 高解像度オルソフォトから得られる樹冠情報の活用

中西 優・田中和博・美濃羽靖・長島啓子  
京都府立大学

持続可能な林業経営を行うには森林の状態を効率よく把握し、適切な施業を行うことが重要である。本研究では、安価に効率よく森林をモニタリングする手法としてオルソフォトから抽出した樹冠情報の活用について検討した。兵庫県多可町加美区に所在する、約1haのスギ・ヒノキの混交林を研究対象地として毎木調査（胸高直径、以下DBH）をしたと共に、一部については樹高と樹冠幅も測定した。また2004年時の毎木調査（DBH）、一部の樹高測定データをを用いて成長量・成長率を求めた。地上解像度8cm/pixelの高解像度オルソフォト（RGB）をもとに樹冠ポリゴンを作成し、その面積、周長、形状指数、ボロノイ図を求めた。測定した樹冠幅から樹冠基底断面積を求め、樹冠ポリゴン面積と比較したところDBHと樹冠基底断面積の間には高い相関（ $R=0.87$ ）があったが、樹冠ポリゴン面積とはあまり相関はみられなかった。樹冠基底断面積に比べて樹冠ポリゴン面積は過小評価となる傾向があったが、その誤差はDBHと高い相関（ $R=0.79$ ）があった。このことから樹冠基底断面積に関連する情報が取得できればDBHの推定精度が向上することが示唆された。

## N26 多雪地帯を対象とした林業経営収支予測システムの開発

図子光太郎・嘉戸昭夫  
富山県農林水産総合技術センター

【目的】多雪地帯の人工林では、立木の大部分が雪圧による根元曲がりをもつ。このような根元曲がり、生産される素材の量や質に大きく影響するとともに、素材生産工程の作業時間や生産性にも影響を及ぼすと考えられる。しかし、このような根元曲がりの影響についての定量的関係は明らかでなく、素材生産における生産量予測や収支予測を難しくする要因となっている。そこで本研究では、これらの影響を明らかにし、多雪地帯人工林での素材生産における生産量や収支を予測するためのシステムの開発を試みた。【方法】樹幹形状級（北村ら1973）を用いて根元曲がりを評価し、樹幹形状級別の丸太利用材積および等級別丸太生産量を調査した。また、素材生産工程の作業時間調査を行った。さらに、調査結果を用いて、等級別丸太生産量予測モデルおよび各工程の作業時間予測モデルを作成した。【結果】樹幹形状級を用いることによって、丸太等級別生産量および素材生産工程の作業時間や生産性に対する根元曲がりの影響を定量的に説明できた。また、これらの結果をもとに作成した予測モデルを用いて、素材生産収支について、実用的な予測を行えることが明らかとなった。

## N25 地位と地利に基づいたスギ再造林適地の抽出

鹿又秀聡<sup>1</sup>・上村佳奈<sup>1</sup>・齋藤英樹<sup>1</sup>・光田 靖<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>宮崎大学

我が国では、戦後植林した人工林資源が成熟し収穫可能な段階に入りつつある。人工林を中心とした森林資源を十分に活用するには、持続的な森林経営の確立と国産材の安定供給体制の構築により、森林・林業を早急に再生する必要がある。筆者らは、農林水産省プロジェクト「スギ再造林の低コスト化を目的とした育林コスト予測手法及び適地診断システム」及び「農林水産分野における地球温暖化対策のための緩和及び適応技術の開発」において、現状の労賃・木材価格水準の中で、スギ人工林を循環利用できる林分の条件について、分析を行っている。ここでは、地位、地利、労賃、スギ苗木価格等について全国50mメッシュ毎に算出し、そのデータを基に、50年伐期でスギを持続的に経営できる人工林の面積について、都道府県別に推定を行ったので、その結果の一部について報告する。

## N28 国有林史料を利用した森林生態系サービスを提供する森林資源推移把握の試み

宮本麻子<sup>1</sup>・松浦俊也<sup>1</sup>・佐野真琴<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>林野庁

【目的】森林は地域の人々に様々な生態系サービスを提供している。森林生態系サービスの定量評価には森林の状態を把握することが必要であり、通常、経年的な森林変化を捉えるには、地形図、空中写真等が用いられる。しかし、これら史料から戦前については得られる情報は少ない。そこで、本研究は国有林史料を利用して戦前からの森林資源の推移把握を試みた。【方法】福島県只見町叶津を対象として、森林計画策定以降の経年的な森林計画書及び森林地図の収集を行った。収集できた最も古い史料であった1930年頃からの森林景観をGIS上に復元し、森林の属性（樹種、林齢、用途等）の分析を行った。【結果】戦前期については地形図から得られるよりも詳細な情報を取得することができた。解析期間を通じて森林タイプ面積の大きな変化は認められず、天然広葉樹林が優占する景観であったことが明らかになった。経年的な情報を集積することで、現在の森林タイプ情報に過去の人為攪乱の有無等情報を付加する等、森林情報の高度化が可能と考えられた。なお、本研究はJSPS科研費24501300の助成を受けた。

## N29 カラマツ人工林の林分現況による用途別分類の可能性

八坂通泰

北海道立総合研究機構林業試験場

【背景】北海道のカラマツ人工林は資源の成熟期を向かえており、これまでの梱包材の他に、集成材、合板、燃料等での用途拡大が期待されている。これらの利用においては、梱包材とは異なる径級、材質などが要求される。一方で、カラマツ人工林は生育状況だけでなく、間伐の実施状況も個々の林分によって異なる。これら林分現況の違いは、各用途に適した素材の生産性に影響を与える可能性がある。【目的】本研究では、カラマツ人工林の成長や施業の実施状況等の林分間での違いについて明らかにし、これら林分現況の違いが生産される素材の径級や材質等に与える影響を評価した。【結果】カラマツ人工林の生育状況の指標となる地位指数（40年生時上層高）や間伐の実施状況の指標となる立木密度は、林分間でばらつきが大きかった。同じ地位指数でも間伐の有無により生産される丸太の径級ごとの材積割合は異なり、燃料用（パルプ用）5倍、梱包材用2倍、合板用2倍の収穫量の違いが生じると予想された。これらの結果から林分現況を指標としたときの各用途に適した素材の生産性について検討した。

## N31 島嶼沖縄における森林のゾーニング方式- どのように考えるか？

Jemali, Noor Janatun Naim<sup>1</sup>・芝 正己<sup>2</sup>・Ahmad Zawawi, Azita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>鹿児島大学連合大学院・<sup>2</sup>琉球大学

Conservation for the whole area of Yambaru forest seems not relevant as many parties utilize the forest with different purposes. Forest zonation is suggested as an option for an equilibrium usage between conservation and production based on its functions and highlighted goals. Considerations in classification methods and factors to be accounted for site prioritization are important for an utmost zonation result. Specific criteria couples with sets of indicators (C&I) adopted from Montreal Process will be applied as a based in selecting precedence sites that meet managers' goals together with balanced ecosystem. It is essential to carefully analyse these factors to ensure that ecological balance is maintained while social and economic needs are protected.

## N30 北海道一般民有林における伐採齢分布の地域別傾向—減反率による解析—

津田高明・大野泰之・酒井明香・八坂通泰

北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場

木材の安定供給を図るため、人工林資源の将来予測が各地で行われている。人工林資源の将来予測モデルの構築にあたっては、伐採動向のモデル化が焦点となるが、日本では一般的に減反率モデルが採用されている。一方、伐採予測の精度向上にむけては伐採動向の地域性の把握が重要であるが、人工林が広範に分布する北海道を対象に検討した事例はない。そこで、減反率を地域ごとに分析し、北海道における伐採動向の地域性を明らかにすることを目的とした。

解析では、平成18年度及び平成23年度におけるカラマツ一般民有林の齢級別森林面積を対象とした。地域スケールを振興局（14区分）とし、最尤法により振興局別の減反率及び伐採齢級の平均・分散を推定した。また、得られた齢級別の減反率にクラスター分析を適用し、伐採動向における振興局別の傾向を把握した。

解析の結果、振興局別の減反率は、①減反率のピークが明瞭で伐採齢級の平均が10齢級以下、②減反率のピークが明瞭で伐採齢級の平均が15齢級前後、③減反率のピークが不明瞭の3グループに分類された。また、①のグループは伐採率が比較的大きく、地位の高い地域が含まれているという特徴がみられた。

## N32 専門高校教科書「森林経営」関連科目の内容の変遷と課題

井上真理子<sup>1</sup>・大石康彦<sup>1</sup>・宮下理人<sup>2</sup>・片柳荘志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>2</sup>長野県木曾青峰高等学校・<sup>3</sup>東京都立青梅総合高等学校

高等学校の教育は、学習指導要領に基づいており、森林・林業関連科目は、文部科学省編纂の教科書が使われている。本稿では、高等学校での林業教育のあり方を検討するために、森林経営に関わる科目を対象に、戦後の学習指導要領と教科書の内容の変遷を分析した。科目名は、「林業経済」（学習指導要領1956年版）、「森林経理・法規」（同1960年版）、「測樹」と「林業経営」（同1970年版）、「林業経営」（同1978、1989年版）で、現在は「森林経営」（同1999、2009年版）である。教育内容には、①資源と経営の意義、②効用（機能）、③測樹、④評価、⑤経営、⑥経理、⑦木材流通、⑧林政・法規があった。「森林経営」以降、内容は大きく変化し、④評価の対象は木材価格から森林の機能に、⑤経営は財務・労務を含めた林業経営から、森林空間の活用や森林情報の活用を含む計画と管理になった。特に⑤経営では、内容が広がり、何を森林計画・管理の基本となるのかが見えにくくなっていった。今後の課題には、林業を中心とした林業経営から変わって森林経営をどう行うのか、科目「森林経営」の構成を森林行政のあり方と共に検討する必要性が挙げられた。

### N34 材価低迷時における素材市場の役割

諸富允延

東京農業大学大学院

#### 材価低迷時における素材市場の役割

素材市場の役割を、素材の価格形成機能、物流機能、情報機能の3つの視点から分析し、その課題と今後の方向性について検討した。対象地は、福岡県を中心とした九州地域に重点を置いた。まず、素材の動向を分析し把握した。森林組合のデータによると、価格は全体的に低下傾向にあるが、取り扱い量は鹿児島が増加傾向、宮崎が微増傾向にあり、熊本が増減が激しく、全体的にも微増傾向にあった。素材市場の役割は、時系列（素材価格が比較的高かった1980年頃、低下傾向にあった1990年頃、低迷状態の現在）および対象者（素材生産者、素材市場、素材購入者）による違いを中心に聞き取りおよびアンケート調査結果を踏まえて検討する。木材価格が低下傾向にある中で、素材市場は価格形成機能から他の機能へと移行しつつあり、機能にあわせた市場の経営戦略へと展開する必要性を考察した。今後は、他の地域と比較することにより、地域性についても検討したい。

### N36 木質バイオマス発電の事業リスクに関する考察

澤田直美・白石則彦

東京大学

2012年7月に再生可能エネルギーの固定価格買取制度が導入され、通常の電力取引価格に加え一定の価格が上乘せされることとなった。これにより林地残材等、山林未利用材の活用が本格化すると期待されている。事業がその意義を十分に発揮するために、継続性は重要な経営課題となる。もし多くのステークホルダーが関わる木質バイオマス発電所が事業を停止した場合、地域社会・経済への影響が懸念される。継続性を阻害する事業リスクを効果的に管理するために、同事業に固有のリスク要因とその影響について検討する。

方法としては、作成した想定事業期間に渡るモデル損益計算書を用い、木質バイオマス発電所の事業構成要素（売電価格・燃料・灰処理・O&M・人件費、など）の収支への寄与率を求め、また各リスク要因（燃料価格上昇、燃料調達量減少、灰処理コスト増加、電力買取価格変動など）ごとに感度分析を行う。事業継続性を評価するものとしては、事業期間20年間のモデル損益計算書における内部収益率、DSCRを指標として用い、事業継続が可能となる条件を設定し、各リスク要因が事業の継続性に対し及ぼす影響について評価を行う。

### N35 振興山村の人口維持に関わる要因の検討—埼玉県秩父市における転入の実態—

高田乃倫予

東京大学大学院農学生命科学研究科

山村では過疎・高齢化が進んだ結果、山村社会そのものの維持が危惧されており、いかに定住人口の維持をさせるかが課題となっている。そこで本研究では、山村の人口維持にどのような要因が関わっているのか現状を把握することを目的とした。埼玉県秩父市の振興山村を対象に、秩父市役所の山村振興にかかわる部課、秩父広域森林組合、秩父農林振興センター、地域住民及び転入・転出者の計35名を対象に聞き取り調査を行い、KJ法を用いて人口維持における課題をまとめた。調査の結果、産業面では「仕事がない」「雇うことが難しいほど経営が厳しい」「被雇用者は山村住民ではなく市や県単位になっている」等の実態が明らかとなった。また、生活基盤の面では「水道の維持管理が困難」「道路が不便」「地元で買い物できる施設が不足している」などのハード的な面と、「医療に対する不安」「教育環境がない」「空家になっても人に貸すことはない」などのソフト的な面が問題点として挙げられた。行政機関では雇用の場の確保を中心に産業面での振興事業を行っているが、山村の住民からは特に医療への不安や教育環境の不足といったソフト面の不十分さが問題視されていた。

### N37 中国・海南省鸚哥嶺自然保護区で行われている住民連携型森林管理の成果と問題点

陳元君<sup>1</sup>・石橋整司<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林

海南省は亜熱帯～熱帯性気候下にあり、自然が豊富で固有性が高いとともに島嶼部独特の生態系の脆弱性を有している。これまで、経済発展の目的で大規模な森林伐採が行われてきた反省から、山岳地域を中心に陸地面積の6.84%が自然保護区に指定された。しかし、「奥山の調査・探索が難しい」、「先住民の住居地域と重なる」、「経済発展が遅れている」等、さまざまな問題があり適切な森林管理手法の開発が重要なテーマになっている。そこで、海南省の特徴に対応した自然保護区の森林管理手法の開発を目標に、海南省で最も面積の大きい鸚哥嶺自然保護区の現地先住民と保護区職員を対象とした対面式アンケート調査を行った。同自然保護区では住民の理解・支援を得るため、2007年末から大規模な住民雇用（護林員）や持続的農林業技術導入、エコツアー開発などの住民連携型森林管理の施策を行ってきた。今回の調査の結果、5年経った現在、違法伐採や狩猟などは減少し、森林モニタリングや科学調査における地域住民の活躍が増えるなど成果を出し始めているが、一方で自然保全活動に使用できる資金や護林員への教育、活動の持続性が不足している等の問題点も明らかになった。

## N38 水源林経営の変化は水質向上効果をもたらしたか？ —横浜市道志水源林を事例として—

泉 桂子

都留文科大学

横浜市道志水源かん養林を事例として、森林経営の変化が水源地域の水質に与えた影響を横浜市・水道局がどう評価しているのかについてケーススタディを行った。

1989年、水源である道志村にゴルフ場建設計画があり、横浜市水道局はその計画に反対すると同時に、自らの森林経営を水源涵養機能高度発揮型のものに改めた。2000年以降はさらに水源基金の設置や下水処理への積極的関与を強めている。水質にはこのような施策が総合的に影響していることは明らかであり、森林経営は部分的なものにすぎないという限界がある。森林経営の変化からすでに20年が経過し、森林経営の変化が計測可能な変化を水道水源にもたらしたのかを考察したい。水道局の水質統計から20年間の水質のトレンドを明らかにした。

BOD、硝酸体窒素及び亜硝酸態窒素濃、大腸菌群は微増傾向にあるが、アンモニア態窒素、蒸発残留物は減少傾向を、一般細菌は横ばいを、リン酸イオンは減少傾向を示している。水源林での水源涵養機能高度発揮型の森林経営を含む横浜市の施策が機能していると評価できる。

## O02 針葉樹林と落葉広葉樹林における林床の放射線量分布と放射性Cs沈着量

佐々木道子<sup>1</sup>・藤原佳祐<sup>2</sup>・戸田浩人<sup>3</sup>・崔 東壽<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院連合農学研究科・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学部・<sup>3</sup>東京農工大学大学院農学研究科

2011年3月の東電福島第一原発事故で放出された放射性Cs (<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs)の森林における分布状況を明らかにするため、福島県と群馬県東部の森林林床の放射線量と放射性Csの測定を行った。二本松の調査地点はスギ、アカマツ、ナラ林が3地点ずつ計9地点、群馬県はヒノキ、スギ、ナラ林が2地点ずつと、ケヤキ林1地点の計7地点である。2012年7～12月に、各調査地に2×2m方形区が50～100個できるよう調査区を設置し、A<sub>0</sub>層上と表層土(0cm)の放射線量を簡易な放射線測定器(エアカウンター/エステー)で測定し、そのうち5～10地点をシンチレーションサーベイメータ(日立アロカメディカル)で測定した。林床植生は植生内と植生上部の空間線量を測定した。放射性Cs分析用試料として、各調査地よりA<sub>0</sub>層(50×50cm)、林床植生、新鮮落葉を採取した。なお、群馬県の調査地は以上の調査に先行して、2011年7月よりリターフォール調査を行っており、昨年12月までに採集したリターの放射性Csを測定した。発表では林床の各空間線量とA<sub>0</sub>層、林床植生、リターフォールの放射性Cs、林相との関係などについて報告する。

## O01 千葉県柏市の森林における放射能汚染の実態

福田健二・朽名夏磨・寺田 徹・Uddin, Mohammad Nizam・神保克明・Mansournia, Mohammad Reza・渋谷園実・横川 諒・佐藤樹里・山本博一・横張 真

東京大学大学院新領域創成科学研究科

柏市を含む千葉県東葛地域は、周辺地域に比べて高濃度の放射能汚染がみられる「ホットスポット」となっている。開発が進む柏市北部に残された都市近郊林「こんぶくろ池自然博物館」、「大青田の森」、「東大柏キャンパス」の3か所を調査地として、森林内の放射能汚染の実態を調査した。林内の空間線量は0.2～0.3μSv/h前後で同地区の芝生地等に比べてやや低く、樹冠による放射性セシウムの遮断が示唆された。樹幹のセシウム濃度は、樹幹上部の外樹皮で最も高く、材部では低濃度であったが、2011年の年輪の一部や2012年の当年枝からも検出され、樹皮や土壌からの吸収と新梢への転流が示された。土壌のセシウム濃度は、A<sub>0</sub>層のリターと腐植層で数千～1万Bq/kgで、下層ほど低かった。2011年秋の落葉は、コナラなどの落葉樹で低く、スギ・ヒノキで高かった。落葉樹の2012年の落葉はさらに濃度が低下した。2011年、2012年に採集したミミズおよび地表徘徊性甲虫類で数百～数千Bq/kg、キノコでは腐生菌、菌根菌ともに数千～数万Bq/kg(乾重当り)の高い濃度を示した。

## O03 栃木県の異なる空間線量地域における落葉樹林林床の放射性降下物の蓄積状況—1年半後の結果—

大久保達弘<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>2</sup>・飯塚和也<sup>3</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学農学部・<sup>2</sup>宇都宮大学農学部・<sup>3</sup>宇都宮大学農学部附属演習林

2011年3月の福島原発事故により拡散・沈着した人工放射性核種は東日本の広範囲に及び、放射性セシウムの沈着は栃木県が1%(陸地分22%中)で福島県(15%)、宮城県(3%)に次ぐ。栃木県では園芸用腐葉土の生産・販売が全国ルートとして確立しており落葉採取が専門的に行われてきた。事故後、一端各種堆肥の施用・生産・流通の自粛が促された後、各種堆肥は暫定許容値設定(400Bq/kg)により自粛廃止に至ったが、腐葉土と剪定枝堆肥は引き続き自粛解除なく今日に至っている。本研究は落葉広葉樹林林床での沈着実態を把握するために、栃木県下のブナ、コナラの落葉広葉樹林を中心に空間線量率の異なる3ヶ所【塩谷郡塩谷町(2)、那須烏山市(1)】で、事故約半年後の2011年秋、1年半後の2012年秋の二時期に、それぞれ空間線量率、表面汚染密度、放射性セシウムの落葉、林床の落葉層(F、H層)、鉾質土層(5cm)の比放射能(Bq/kgDW)の比較を行った。これらの内空間線量率、落葉の比放射能は各地域で減少していた。さらに水平および垂直方向の放射性セシウムの蓄積状況と落葉利用可能性について議論する。

## 004 福島県二本松市の針葉樹および落葉広葉樹林における表層土壌の放射性 Cs

藤原佳祐<sup>1</sup>・佐々木道子<sup>2</sup>・戸田浩人<sup>3</sup>・崔 東壽<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学研究所・<sup>3</sup>東京農工大学大学院農学研究院

2011年に起きた東京電力福島第一原子力発電所の事故により多くの放射性核種が森林生態系に放出された。今後、森林に沈着した放射性 Cs が人間の生活圏に流出することが懸念される。樹種および立地条件が放射性 Cs の分布と動態に与える影響を評価するため、福島県二本松市の森林において調査を行った。地表および空中の放射線量 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) について現地調査を行い、A0層、表層土壌 (0-5 mm、5-10 mm、50-100 mm)、代表する下層植生および新鮮落葉については持ち帰り放射性 Cs 濃度 (Bq/kg) を測定した。樹種に限らず地域によって差がみられたことから、放射性 Cs の沈着は現時点において、立地条件などの地形的影響を強く受けていることが考えられた。同一地域内において、樹種が放射性 Cs 濃度に与える影響は見られなかった。林床における放射性 Cs 濃度は土壌表面 (0-5 mm、5-10 mm) に多く蓄積する一方、土壌深 50-100 mm において、その濃度は著しく低下した。各森林の放射性 Cs 濃度比 (5-10 mm/0-5 mm) は約 0.7 で、0-5 mm における放射性 Cs 濃度による差はみられなかった。

## 006 スギ雄花に含まれる放射性セシウム の広域調査

赤間亮夫・清野嘉之・金指達郎・志知幸治

森林総合研究所

2011年末および2012年末に、福島県を中心にスギ雄花を採取し、放射性セシウム濃度を測定した。2011年から2012年の1年間で空間線量率は1割程度低下していた。両年ともに、空間線量率の高い地点では雄花中の放射性セシウム濃度 (Cs-134とCs-137の合計) も高いという関係があった。スギ雄花に含まれる放射性セシウム濃度の2011年の最高値は253000 Bq/kgであったが、2012年の最高値は同一地点における、90500 Bq/kgであり、最高値は前年の三分の一程度になっていた。2012年に調査した地点につきそれぞれ対応する地点の前年の値と比較するとばらつきがあり、一部には濃度の上昇が見られた例もあった。ただし、全体としては前年の値の半分程度に低下していた。このことは、2012年における雄花への放射性セシウムの供給状態が2011年とは異なっていることが考えられる。2012年に雄花に検出された放射性セシウムは、既に樹体内(葉など)に蓄積されていて樹体内の転流により移動してきたものが多く、この1年間に新たに吸収され雄花に蓄積された放射性セシウムは多くはないと考えられる。

## 005 福島原発事故から1年半後の森林の放射性セシウムの分布状況

金子真司<sup>1</sup>・高橋正通<sup>1</sup>・赤間亮夫<sup>1</sup>・池田重人<sup>1</sup>・佐野哲也<sup>1</sup>・三浦覚<sup>1</sup>・大貫靖浩<sup>1</sup>・平井敬三<sup>1</sup>・志知幸治<sup>1</sup>・阪田匡司<sup>1</sup>・橋本昌司<sup>1</sup>・梶本卓也<sup>1</sup>・田中 浩<sup>1</sup>・齊藤 哲<sup>1</sup>・高野 勉<sup>1</sup>・小野賢二<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所

東電福島第一原発事故で放出された放射性セシウム (Cs) の森林における汚染状況の変化を明らかにするために、2011年8-9月に調査をした福島県の3試験地 (5林分) で2012年8-9月に再調査を行った。森林内の地上1mの空間線量率は昨年と比べて低下傾向にあったものの、Csの物理学的壊変から予想される放射能の減衰 (前年比86%) に比べて低減率 (前年比91-104%) は小さかった。また樹木の葉や枝のCs濃度は前年と比べて大幅に減少し、堆積有機物中のCsも全般に低下したのに対し、表層土壌 (0-30 cm) のCs濃度は増加した。その結果、森林内のCs分布は、樹木と堆積有機物のCs割合が低下し、表層土壌のCs割合がいずれの林分でも約70%と高まった。森林のCs蓄積量は、川内試験地および大玉試験地のスギ林では前年比87%と低下したが、それ以外の林分ではCs蓄積量は昨年とほとんど変わらなかった。以上、この1年間に森林内のCsは樹木や堆積有機物から表層土壌へ移動し森林内のCs分布は変化したが、Cs蓄積量に大きな変化がないことから森林に沈着したCsのほとんどは森林に留まっていることが明らかになった。

## 007 樹木による放射性セシウム の経根吸収の実態

竹中千里<sup>1</sup>・金指 努<sup>1</sup>・杉浦佑樹<sup>1</sup>・小澤 創<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院生命農学研究科・<sup>2</sup>福島県林業研究センター

2011年3月の福島第一原子力発電所事故により放出され、森林域に沈着した放射性セシウムの森林内の物質循環系の中での動態解明は、今後の森林域からの放射性物質の再拡散のリスクを低減するための除染計画立案に非常に重要である。事故後1年めは、葉や樹皮に沈着した放射性セシウムが、直接表面吸収され、樹体内を移動し、花粉や果実に移行する現象が見出され、それらの移動・輸送を通しての再拡散が示された。もう一つのプロセスとして、土壌にもたらされた放射性セシウムが根から吸収され、地上部に輸送されるという経路が挙げられ、それを定量化し将来予測することが重要な課題となっている。本研究では、事故後2年目の成木の根系における放射性セシウムの分布を明らかにし、経根吸収の有無とその状況を明らかにすることを目的とした。調査は、2012年10月~12月に、福島県伊達市および富岡町において、コナラ、スギの成木、およびスギ、ヒノキ、ヒサカキの幼樹の根を採取した。イメージングプレート法と $\gamma$ 線スペクトロメトリによる分析結果から、経根吸収が起こっていることが確認され、特にヒサカキの吸収能力が高いことが示唆された。

## 008 ササにおける放射性セシウムの吸収・輸送に与える養分動態の季節性の影響

齋藤智之<sup>1</sup>・五十嵐哲也<sup>1</sup>・酒井 武<sup>1</sup>・伊東宏樹<sup>1</sup>・池田重人<sup>1</sup>・赤間亮夫<sup>1</sup>・渡部秀行<sup>2</sup>・大沼哲夫<sup>2</sup>・高橋正通<sup>1</sup>・田中 浩<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>福島県林業研究センター

ササは林床に広く優占し、放射性物質による林床植物の汚染の地域的な実態を比較する上で重要である。また、ササは分枝構造から各部位の齢が分かるため、放射性物質の濃度は年毎に生産された部位毎に明らかにでき、時系列で動きを追えるかもしれない。本研究では原発からの距離の異なる二地域、ササ3種の放射性セシウム濃度の測定結果を報告する。ササの採取地と対象種は、原発から距離約40kmの川俣町内の広葉樹林に分布するクマイザサ、同様に約70kmのいわき市に分布するミヤコザサ、スズタケである。各ササは地上部、地下部を採取し、分枝パターンに応じて部位毎にCs137濃度を測定した。植物体全体のCs137濃度は、川俣のクマイザサで約6kBq/kg、いわきのスズタケで約800Bq/kg、ミヤコザサで約200Bq/kgで、地域の空間線量率とオーダーレベルで対応したが、地域内では分枝構造、現存量の異なる2種間で異なった。部位別では空間線量率や種に因らず似た傾向を示し、葉で高かった。稈の齢構成では、事故当時存在した2年生以前の部位の濃度が高く、降下物が表皮に付着した影響と思われた。今後も測定を継続し、放射性物質の動態を解明したい。

## 010 宇都宮大学演習林における放射性降下物による樹体への影響

飯塚和也<sup>1</sup>・相蘇春菜<sup>2</sup>・大久保達弘<sup>2</sup>・逢澤峰昭<sup>2</sup>・平田 慶<sup>3</sup>・石栗 太<sup>2</sup>・横田信三<sup>2</sup>・吉澤伸夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学農学部附属演習林・<sup>2</sup>宇都宮大学農学部森林科学科・<sup>3</sup>宇都宮大学バイオサイエンス教育研究センター

福島原発事故により広範囲わたり飛散・拡散した人工放射性核種の中で重要な放射性セシウム(Cs)は、同族のアルカリ金属であるカリウム(K)と化学的性質が類似しているため、植物体において、Kの輸送系により吸収されていると考えられている。Kの同位体である天然放射性核種であるK40の一部は、 $\gamma$ 崩壊をする。そこで、樹体中に取込まれた放射性セシウムの挙動を調査するに当たり、K40に着目して、放射性核種ごとにCs134、Cs137とK40の比放射能(Bq/kgDW)の測定を行なった。材料は宇都宮大学演習林(空間線量率0.2~0.3 $\mu$ Sv/h)のスギ、ナラ類、コシアブラである。供試材料の比放射能は、U8容器を用い、Ge検出器(SEIKO EG&G)で測定した。測定時間は、木材で6000S、葉で2000Sまたは4000Sとした。若齢木において、コシアブラの葉はナラ類のそれと比べ、非常に高い比放射性を示した。また、コシアブラの核種ごとの比放射能の季節変動では、晩秋は夏に比べ、Csは1.8倍の増加を示したが、K40では1.5倍の増加であった。

## 009 常緑広葉樹における葉齢に依存した<sup>137</sup>Cs、<sup>133</sup>Cs、および主要元素の濃度変化

佐野哲也・志知幸治・池田重人・赤間亮夫・三浦 覚・金子真司  
森林総合研究所

常緑広葉樹の枝先端部における放射性セシウム(<sup>137</sup>Cs)の動態を、自然界に存在する安定同位体セシウム(<sup>133</sup>Cs)や同じアルカリ金属であるKやRb、アルカリ土類金属など他の主要元素との比較から検討する為、これら元素の葉中濃度を葉齢別に比較した。森林総合研究所構内のヤブツバキ4個体から各5本の枝を2012年6月末に採集した。枝の齢構成を芽鱗痕から判別し(最大で5年分の葉が着葉)、葉を洗浄乾燥後、齢別にまとめ、<sup>137</sup>Csの濃度はGe半導体検出器(井戸型)で、他元素の濃度は湿式分解の後ICP-MSで測定した。アルカリ土類金属やAlは、古葉ほど乾重当たりの濃度が高くなる傾向が見られた。一方、K、Rb、<sup>133</sup>Csなどアルカリ金属は、若葉ほど乾重当たりの濃度が高く、新葉に移動し易い元素であると考えられた。<sup>137</sup>Csは、事故時に着葉していた葉で乾重当たりの濃度が高くなる傾向が見られたが、事故後に展葉した葉で比べると他のアルカリ金属と同様の傾向が見られた。ただし、乾重当たりの葉面積は古葉ほど減少する傾向があり、葉面積当たりの濃度で比べると、新葉で濃度が高くなる傾向が認められない場合も見られた。

## 011 スギとコナラ樹皮におけるセシウムの存在形態

富岡利恵・岩瀬 香・竹中千里・金指 努・杉浦祐樹・福島和彦・青木 弾

名古屋大学大学院生命農学研究所

森林内に降下した放射性物質は表層土壌や葉、樹皮などに強固に付着することが報告されているが、時間経過とともに変化する森林生態系内での循環プロセスや生態系外への流出プロセスについてはほとんど分かっていない。除染も含めた森林管理や福島県産木材利用において、樹木に吸着した放射性物質や根から吸収された放射性物質の動態を明らかにすることが求められている。本研究は樹皮に吸着した放射性セシウム(Cs)の動態を明らかにすることを目的に、第一歩として樹皮における放射性Csと安定同位体Csの存在形態を調べた。名古屋大学構内で採取したスギとコナラの樹皮を粉碎し、安定同位体Csを吸着させた。吸着したCsの酢酸アンモニウムと希硝酸に対する溶脱量を調べたところ、スギ樹皮は吸着量の約55%、コナラ樹皮は吸着量の約20%が溶出した。この結果から、安定同位体Csは樹皮の陽イオン交換サイトにも吸着するが、多くは他の形態で安定的に存在することが示唆された。また、福島県で採取したコナラ樹皮について同様に酢酸アンモニウムと希硝酸に対する放射性Csの溶出量を調べた結果、放射性Csの抽出率は0.1~0.5%と非常に低かった。



## O12 アカマツとコナラの樹幹内における放射性セシウムの分布

大橋伸太<sup>1</sup>・岡田直紀<sup>1</sup>・中井 渉<sup>2</sup>・高野成美<sup>3</sup>

<sup>1</sup>京都大学地球環境学堂・<sup>2</sup>京都大学農学部・<sup>3</sup>京都大学農学研究科

福島第一原発事故によって放出された放射性 Cs が 1 年半経過後に樹幹内でどのように分布しているかを調べた。福島第一原発から約 20 km 南西に位置するアカマツ林からアカマツを、落葉広葉樹林からコナラを 2012 年 9 月に伐倒し、ディスク試料を高さ約 5 m 毎に採取した。樹齢はいずれも約 40 年である。ディスクは外樹皮、内樹皮、木部に分け、木部はさらに中心に向かって数 cm 毎に切り分けた。これらは全て乾燥・粉碎した後、高純度ゲルマニウム検出器を用いて試料中の放射性 Cs の放射能を測定した。両樹種において放射性 Cs 濃度 (Bq/kg dry) は外樹皮、内樹皮、木部の順で高く、ディスク中の放射性 Cs 放射能 (Bq) の合計は外樹皮、木部、内樹皮の順で多い傾向にあった。木部では放射性 Cs 濃度は最外部で最も高く、それを除いた辺材部では外側から内側にかけてほぼ一様であり、心材部になると内側ほど低いという傾向が見られた。内樹皮と木部の放射性 Cs 濃度はアカマツでは高さ別で違いはほとんどなかったが、コナラでは高い所ほど濃度が高くなる傾向が見られた。したがって樹種によって樹幹中の放射性 Cs の輸送や拡散に違いがあると考えられた。

## O14 森林から流出する放射性セシウムの動態とその水文過程の影響

伊勢田 耕平<sup>1</sup>・大手信人<sup>1</sup>・田野井慶太郎<sup>2</sup>・小田智基<sup>1</sup>・野川憲夫<sup>3</sup>・堀田紀文<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東京大学農学部・<sup>2</sup>東京大学農学部放射線植物生理学研究室・<sup>3</sup>東京大学アイントープ総合センター・<sup>4</sup>筑波大学流域管理研究室

福島第一原発事故で放射性セシウム (<sup>137</sup>Cs、<sup>134</sup>Cs) が大気に飛散し、東北、関東地方に広く降下した。現在、森林に多く蓄積していると考えられる。一般に<sup>137</sup>Cs は粘土粒子や有機物に吸着されやすく、それらが森林から懸濁物、溶存物として河川へ流出し下流へ伝播されると考えられる。本研究では森林内外での<sup>137</sup>Cs の動態を把握することを目的とし、福島県伊達市上小国川流域上流部の森林で水文過程に沿った調査を行った。森林では、樹幹流、林内雨、林外雨の<sup>137</sup>Cs 濃度を測定した。樹幹流、林内雨の<sup>137</sup>Cs 濃度は非常に高い一方で林外雨は低く、また、樹幹流の<sup>137</sup>Cs 濃度は常緑樹 (スギ)、落葉樹で差はなく、林内雨では常緑樹で高い傾向がみられた。これらから新たな大気降下物は少なく、樹幹、葉の<sup>137</sup>Cs 現存量が多いことが分かった。森林外では、上流から 9 地点で河川水を採用し、懸濁態、溶存態に分け各々の<sup>137</sup>Cs 濃度を測定した。溶存態はこれまで微量とされてきたが、懸濁態よりも濃度が高い地点もあり無視できないことが明らかになった。また、降雨時の<sup>137</sup>Cs の流出量の変化から、主に降雨時に流出することが明らかになった。

## O13 森林の堆積有機物から鉍質土壌への水を介した放射性セシウムの移動

小林政広<sup>1</sup>・大貫靖浩<sup>1</sup>・篠宮佳樹<sup>1</sup>・蛭田利秀<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>福島県林業研究センター

2011 年 3 月の東京電力福島第一原子力発電所事故で放出した放射性物質は、広範囲の森林に沈着した。長期的な影響が懸念される放射性セシウムは、初期には樹冠と堆積有機物層に多くが捕捉されており、時間の経過とともに鉍質土壌へ移行すると予想される。ここでは、福島県および茨城県の森林試験地における、堆積有機物から鉍質土壌への水を介した放射性セシウムの移動について報告する。各試験地において、テンションフリーライシメータで堆積有機物層通過水を採取した。また、林内雨および深度 30 cm の土壌水も採取した。試料のセシウム放射能濃度 (Cs-134 および Cs-137) をゲルマニウム半導体検出器で測定した。茨城県の試験地については、事故直後の試料も保管されており、これらも測定対象とした。堆積有機物層通過水中のセシウム放射能濃度は、夏季から秋季に上昇し、林内雨より顕著に高くなる傾向が認められた。特に高濃度の試料には、肉眼で確認できる懸濁物が含まれていることが多く、ろ過により濃度が著しく低下することがあった。これらには、主に夏季における堆積有機物の分解が影響していると考えられる。

## O15 森林を流れる渓流水の放射性セシウム濃度について

坪山良夫<sup>1</sup>・橋内雅敏<sup>2</sup>・篠宮佳樹<sup>1</sup>・池田重人<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>福島県林業研究センター

2011 年 3 月に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故では周辺の森林にも放射性物質が降下した。これらの森林の多くは河川の上流にあり、冬に雪が積もる地域もあるため、雪解けの増水にともなう放射性物質の流出を心配する声があった。ただ、実態を把握するための情報は必ずしも十分とは言えなかった。そこで、事故翌年の 3 月より福島県内 6 箇所の森林を流れる渓流水の放射性セシウム濃度の調査を行った。その結果、渓流水の放射性セシウム濃度が増水時に高くなる場合があり、その時に渓流水が含む放射性セシウムは主に浮遊物質に由来するものであることが示唆された。

## O16 ウッドチップを用いた放射性セシウムの森林土壌からの除去

金子信博<sup>1</sup>・中森泰三<sup>1</sup>・田中陽一郎<sup>1</sup>・黄 焱<sup>1</sup>・大久保達弘<sup>2</sup>・飯塚和也<sup>2</sup>・逢沢峰昭<sup>2</sup>・齋藤雅典<sup>3</sup>・石井秀樹<sup>4</sup>・大手信人<sup>5</sup>・小林大輔<sup>6</sup>・金指 努<sup>7</sup>・竹中千里<sup>7</sup>・恩田裕一<sup>8</sup>・野中昌法<sup>9</sup>

<sup>1</sup>横浜国立大学・<sup>2</sup>宇都宮大学・<sup>3</sup>東北大学・<sup>4</sup>福島大学・<sup>5</sup>東京大学・<sup>6</sup>福島県立医科大学・<sup>7</sup>名古屋大学・<sup>8</sup>筑波大学・<sup>9</sup>新潟大学

福島原発事故により汚染した森林の除染には、伐採や落葉除去だけでは十分でなく、処理した木材と落葉の処分も問題である。森林土壌から、安全に放射セシウムを除去する方法を提案する。落葉分解試験を、二本松市のコナラ林で2011年12月から2012年12月まで行った。6月には、落葉の放射性セシウム濃度は土壌の2倍から3倍となり、土壌の約12-18%が上方向に落葉へと移動した。この移動は、糸状菌が有機物上で生育する際に土壌からセシウムを取り込むためと考えた。落葉の代わりに伐採した樹木をウッドチップ化し、土壌のセシウムを糸状菌によってチップに集める方法を考案した。汚染地域の木材中の放射性セシウム濃度はまだ高くないので、森林を伐採し、現地で幹材をウッドチップ化しメッシュバッグに入れ、隙間なく置いて半年後に回収することで、低コストで安全に除染が可能である。半年程度経過したウッドチップはまだ分解が進んでいないので、安全な施設で燃焼し、灰を最終処分する。単に伐採して放置するのではなく、この方法で森林施業を積極的に継続しつつ、汚染木材をバイオ燃料として活用し、復興に活用することが可能である。

## O18 福島第一原子力発電所事故に起因する野生キノコへの放射性セシウムの蓄積—東京大学演習林における事例—

山田利博<sup>1</sup>・村川功雄<sup>1</sup>・齋藤俊浩<sup>2</sup>・大村和也<sup>2</sup>・高德佳絵<sup>2</sup>・井口和信<sup>3</sup>・井上 淳<sup>4</sup>・才木道雄<sup>2</sup>・齋藤暖生<sup>5</sup>・辻 和明<sup>6</sup>・田野井慶太郎<sup>7</sup>・中西友子<sup>7</sup>

<sup>1</sup>東京大学千葉演習林・<sup>2</sup>東京大学秩父演習林・<sup>3</sup>東京大学北海道演習林・<sup>4</sup>東京大学演習林生態水文学研究所・<sup>5</sup>東京大学演習林富士癒しの森研究所・<sup>6</sup>東京大学演習林樹芸研究所・<sup>7</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

【目的】福島第一原子力発電所事故に起因する放射性物質の低汚染地域は東日本の広域に及ぶ。キノコは低汚染地域であっても比較的高濃度の放射性Csを含むことが多い。そこで低汚染の森林地域におけるキノコと土壌の放射性Csによる汚染状況を明らかにすることを目的とした。

【方法】東京大学の6地方演習林においてキノコとその潜在的な基質を2011年秋に採取し、<sup>134</sup>Csおよび<sup>137</sup>Csの濃度を測定した。

【結果】放射性プルームの広がりやの延長上にある秩父演習林ではキノコとリターで比較的高い放射性Cs汚染が認められた。リターの汚染は千葉演習林や富士癒しの森研究所まで広範囲に広がっていたが、一部のキノコを除きリターよりもキノコの方が放射性Csの濃度は低かった。北海道演習林および生態水文学研究所では今回の事故による放射性Csは確認されなかった。また、大気圏内核実験あるいはチェルノブイリ事故に由来すると推定される<sup>137</sup>Csもキノコと土壌で確認された。

## O17 福島県の山菜の放射性セシウム汚染

清野嘉之・赤間亮夫・齋藤 哲

森林総合研究所

山菜の放射能汚染が報告されているが、山菜の採取・利用に当たっての注意は喚起されていない。科学的データにもとづいて対処方針をたてる必要がある。2012年5月に福島県川内村と大玉村で山菜14種30サンプルを採取し、γ線スペクトロメトリー法で放射性セシウム濃度を計測した。夏には12種24サンプルを採った。5月の結果(既報)は以下の通りで、採取地の空間線量率は0.3~5μSv hr<sup>-1</sup>、山菜乾重1kg当たりのセシウム137濃度(Bq kg<sup>-1</sup>)は100~14,300、同134+137濃度は162~24,100、後者の生重換算濃度は16~2,810であった。セシウム137濃度は空間線量率と正の相関があり、採取個体が付着根を持ったり、集水地形に育つ場合に高濃度であった。成果にもとづき、高濃度汚染の山菜を採る危険を減らすための対処方針(案)を作成した。夏のサンプル乾重1kg当たりのセシウム137濃度(Bq kg<sup>-1</sup>)は187~19,300で、5月と比べて、濃度は低下したものの増加したものの種によってさまざまで、成長様式の違いが関係していると考えられた。今後データを増やし検証していく。

## O19 森林性ネズミ類における放射性セシウムの事故当年の蓄積実態

山田文雄<sup>1</sup>・友澤森彦<sup>2</sup>・中下留美子<sup>1</sup>・小泉 透<sup>1</sup>・島田卓哉<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>慶応大学

福島第一原子力発電所事故(2011年3月)により放出された放射性物質は森林の落葉層や土壌表層に蓄積され、生態系での動態や野生動物の影響把握が求められる。地表や土壌中を生活空間とし、短寿命のアカネズミを対象に事故発生後の7-9ヶ月後の放射性物質の蓄積の実態調査を行った。調査地は1)原子力発電所から30kmの福島県川内村の国有林(川内調査地とよぶ、空間線量は平均3.6μSv/hr、10月下旬調査)と、2)70kmの茨城県北茨城市の国有林(小川調査地、空間線量0.2μSv/hr、12月上旬調査)の2カ所である。両調査地でアカネズミ類を30-50頭捕獲した。測定した放射性物質は、放射性セシウム(半減期約2年のCs-134と約30年のCs-137)で、放射性ヨウ素(I-131、半減期約8日)は検出限界以下であった。放射性セシウムの体内蓄積の部位は主に筋肉中とされ、アカネズミにおいても、筋肉(骨含む)中で肝臓より4倍高く、また毛皮より2倍高かった。両調査地におけるアカネズミの筋肉(骨含む)中の放射性セシウムの蓄積量には個体変異が大きいため、空間線量や齢・性及び食性との関係を検討した。

## O20 栃木県奥日光、足尾のニホンジカにおける放射性セシウムの蓄積状況

小金澤正昭

宇都宮大学農学部附属演習林

森林におけるCsの動態を明らかにするため、空間線量30k-60kBq/m<sup>2</sup>の栃木県日光市でニホンジカ80頭を捕獲した。測定部位は、筋肉、心臓、肝臓、肺、腎臓、胃内容物、直腸糞、羊水、胎児とした。70Bq/kg未満の測定値は検出限界(36~69Bq/kg)と検出限界未満(35Bq/kg以下)に分けた。奥日光、足尾ともほぼ同じ蓄積傾向を示し、筋肉が最も高く、奥日光では平均75Bqで、100Bq越えた個体は12%であった。足尾では平均49Bqで、100Bq越える個体はなかった。臓器類は検出限界で、腎臓>肝臓>心臓の順に低下した。肺、胎児、羊水は検出限界未満であった。また、胃内容物と直腸糞は高い値を示し、直腸糞は胃内容物の4倍から5倍の値を示した。また、直腸糞と筋肉には有意な相関は認められなかった。これは、直腸糞が胃内容物と同じく直近の採食物のCs値を反映するのに対して、筋肉や臓器類は代謝の影響を受けた結果と考えられた。一方、当地域の主要食物であるミヤコザサの葉は平均249Bq/Dwであったことから、採食によって常に放射性Csが摂取されていると言える。

## O22 放射能汚染地帯の野生生物の長期モニタリングに向けて(環境変化と鳥類)

石田 健

東京大学

福島第一事故原発の北西方向に約30km離れたおよそ20km四方の高線量地域において、2011年7月から鳥類カウント、景観観測、ウグイスの捕獲、累積線量測定など実施している。結果の一部と現地での観察から、鳥類を始めとした野生生物が、放射線と、人間活動低下等による環境変化、それらの結果として生じる種間相互作用の変化などによって、どのような影響を受けるのか、わからないながらも予測し、議論の種としたい。北阿武隈高地には、15種以上の地上性哺乳類や150種程度の陸生鳥類を始め、多くの野生生物が生息している。なだらから残丘陵群の中に田畑、牧草地、落葉樹林や針葉樹植林が混じった景観で、生物多様性は高い。人の手が強く入ってきた生態系であり、避難に伴って人間活動の低下がもたらす環境変化も大きい。長期低線量内部被曝と環境変化の影響を区別することは容易ではないものの、長期の広域で鳥類カウントとウグイス等の捕獲個体を用いたモニタリングによって、少しでも、両方の影響が明らかにできるかもしれない。ウグイスの羽毛と地上約12mの枝先~地中(15cm)の微環境の線量モニタリングの結果、線量変化をもとに、予測する。

## O21 福島原発事故後2年目における捕食性節足動物への放射性物質の移行-ジョロウグモ(Nephila clavata)の事例

綾部慈子・金指 努・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により放出され、その後森林地域に降下した放射性物質の食物連鎖を通じての濃縮・拡散過程を明らかにするため、林内、林縁部に生息する捕食性節足動物の造網性クモを対象として、その虫体に含まれる放射性セシウムの濃度を測定した。調査は2012年10月下旬に、発電所から北西30~35kmにある福島県伊達郡川俣町内の溪流沿いおよび高台の二次林と、西65kmの郡山市にある福島県林業試験場構内において行なった。地表から1~2m高の網上のジョロウグモを採集し、持ち帰って個体湿重を測定した。各採集地では、地上高1mの空間線量も併せて測定した。クモ個体は乾燥重量測定後に粉碎し、高純度ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリーにより1.6万~35万秒測定し、Cs-137、134の個体重当たり濃度を算出した。その結果、30km地点の溪流沿いで採集されたクモのCs-137濃度は2000~6800[Bq/kg d.wt]、35km地点の高台の二次林では820~2300であったが、郡山市の大部分の個体からは不検出であった。

## P2-001 スギ次世代選抜における個体育種価と若年後代集団から推定された育种価の比較

武津英太郎・松永孝治・倉原雄二・千吉良治・高橋 誠

森林総合研究所林木育種センター九州育種場

森林総合研究所林木育種センターでは第1世代精英樹間交配家系の植栽試験地(以下、育種集団林)からの第2世代精英樹候補木(以下、候補木)の選抜を進めている。また候補木の後代検定と第3世代精英樹候補木の選抜を目的とした候補木同士の交配家系の植栽試験地の造成を行うとともに、候補木のクローン検定を進めている。育種集団林からの次世代精英樹候補木の選抜は試験地内微小環境の影響を大きく受けるため個体の遺伝的能力の推定誤差が大きい。そのためより高精度の個体評価法が求められている。本報告では九州育種基本区のスギについて候補木の樹高データに対し3つの異なる選抜時個体評価値(表現型値・家系情報を考慮した育种価(以下、個体育種価)・形質の空間自己相関と家系情報との両者を考慮した育种価(以下、AR個体育種価))を算出し、後代検定林(林齢:2年)で推定された育种価(以下、後代検定育种価)及びクローン検定林(林齢:5年)でのクローン評価値との相関関係により3つの個体評価法を比較した。クローン評価値はAR育种価との間に有意な高い相関係数を示す傾向にあった。一方、後代検定育种価と選抜時個体評価値との間の相関は小さかった。

## P2-002 土壌がスギさし木に与える影響評価

小野雅子<sup>1</sup>・大平峰子<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>九州大学大学院

さし木は重要な林業技術の一つであり、現在でも効率的なさし木発根技術の検討が行われている。中でも、土壌の選択はさし木に影響する大きな要因の一つである。そこで、スギ精英樹特性表に基づいてさし木発根性の悪い（若松 101）、普通（大田原 3）および良い（大田原 4）クローンを選び、基質や粒径が異なる 12 土壌に用いることでさし木に与える影響を評価した。発根率と 12 土壌の物理的性質を比較した結果、パーライトでは全てのクローンで発根率が低く、これは三相分布における気相の割合が多いことや有効水分保持量が低いことが影響していると考えられた。反対に鹿沼土やココナツハスクでは発根率が高く、これは有効水分保持量が高いことに起因すると考えられる。特に、鹿沼土小粒やココナツハスクでは発根特性の低い若松 101 でも 70% で発根が認められたことから、スギさし木に適する土壌と考えられる。根量が初期成長に影響する可能性を考慮すれば、発根率よりもむしろ根量の評価が重要である。そこで、180 クローンの根量を指数で評価した結果、これらクローンは正規分布を示し、根量に関してクローン特性の存在が示唆された。

## P2-004 宮崎県耳川流域におけるスギ挿し木品種間の生長差異

盛永雅子<sup>1</sup>・石尾将吾<sup>2</sup>・坂田益朗<sup>2</sup>・日高光晴<sup>3</sup>

<sup>1</sup>住友林業株式会社・<sup>2</sup>住友林業株式会社 筑波研究所・<sup>3</sup>住友林業フォレストサービス株式会社日向山林事業所

当社では「環境制御型苗木生産施設」を 2012 年に開設し、スギ挿し木苗の通年での生産・出荷に取り組んでいる。その一環として、生長の優れたスギ品種で構成された採穂園を整備する必要がある。そこで、宮崎県耳川流域に位置する社有林から樹高と胸高直径の生長が大きい品種の選定を試みている。調査では、各立木の樹高と胸高直径を測定した。さらに、これまで品種名が不確かなまま社有林にスギが植栽されていることから、DNA 分析を実施し品種名を明らかにするために各立木から生長錐を採取した。

品種同定より得られた約 30 品種を検定した結果、アオシマアラカワの生長が大きく、メアサとアヤスギの生長が小さいことがわかった。また、品種ごとに土地条件に適した植栽を目指して、同社有林にみられる代表的品種（アオシマアラカワ、タノアカ、マアカ）の樹高と地形の関係を調べた。使用した地形指標は標高、曲率、日射量、有効貯留容量、有効起伏量、傾斜角である。解析の結果、どの品種も標高と相関があるが、各品種で相関の強さに差が見られた。一方で、その他の地形指標においては、相関がほとんどないという結果が得られた。

## P2-003 植栽密度試験地に植栽されたスギ在来品種の成長パラメータの比較—成長パラメータに対するクローンと植栽密度の影響—

佐藤嘉彦<sup>1</sup>・津島俊治<sup>2</sup>・武津英太郎<sup>3</sup>・高橋 誠<sup>3</sup>

<sup>1</sup>大分県農林水産研究指導センター林業研究部・<sup>2</sup>大分県農林水産部農林水産企画課・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場

森林樹木では、個体（クローン）間で成長パターンが異なることが知られている。また、植栽密度は成長パターン、特に肥大成長に影響することが知られている。近年、造林コストの削減のための低密度植栽や省力化施策が注目を集めており、これらの施策では初期成長の優れた種苗（系統）の利用が重要である。そこで、本研究ではスギを対象樹種とし、系統と植栽密度の違いが成長パターンに与える影響について、在来品種と実生家系の樹幹解析データを用いて解析した。樹幹解析データは大分県九重町に設定されたスギ植栽密度試験地の個体を 28 年生時に伐倒して得た。樹高と胸高直径について、Mitscherlich と Gompertz の成長式にあてはめて 7 系統の成長パターンを推定し、成長パラメータの各係数について分散寄与率を推定した。パラメータ推定は、変曲点を有する Gompertz で容易であった。分散寄与率は、初期勾配の係数と成長曲線の漸近線にかかる係数でクローン成分の寄与率が高く、密度成分やクローンと密度の交互作用成分が低かった。これらのことから、初期成長にはクローンの有する遺伝変異の効果が大きく、植栽密度の影響は少ないと考えられた。

## P2-005 関西育種基本区におけるヒノキ第 2 世代精英樹選抜に向けた育種集団林データの解析

久保田正裕・澤村高至

森林総合研究所林木育種センター関西育種場

【目的】林木育種センターは育種種苗の性能向上を図るため、現行の精英樹よりも一段と成長、材質等が優れた第 2 世代へと次世代化を進めている。今後の選抜対象となる育種集団林において効果的に選抜するため、成長形質の遺伝情報を把握した。【方法】和歌山県、岡山県、高知県内の国有林に設定した 3 箇所のヒノキ育種集団林において調査した。これらは、それぞれ近畿育種区、瀬戸内海育種区、四国北部、南部育種区で選抜したヒノキ精英樹の人工交配家系を用いて 2000～2002 年に設定した。植栽後 5 年、10 年目の定期調査で、全生存木の樹高、胸高直径を測定し、遺伝率等を推定するため分散分析した。【結果】各集団林の平均樹高は 5 年次 2.2～2.8m、10 年次 5.2～6.0m、平均胸高直径は 10 年次 8.0～8.5 cm であった。分散分析の結果、いずれも雌親間または雄親間に有意差が認められ、狭義の遺伝率は、5 年次樹高 0.11～0.28、10 年次樹高 0.10～0.23、10 年次胸高直径 0.11～0.21 となった。成長形質の遺伝率は低く一世代での改良効果は大きくないが、世代を重ねることで改良効果を積み上げられると示唆された。

## P2-006 スギ次代検定林調査より得られた成長形質の遺伝解析

三浦真弘<sup>1</sup>・平岡裕一郎<sup>1</sup>・大平峰子<sup>1</sup>・宮下久哉<sup>1</sup>・星比呂志<sup>1</sup>・倉本哲嗣<sup>1</sup>・藤澤義武<sup>1</sup>・山田浩雄<sup>2</sup>・田村 明<sup>2</sup>・板鼻直栄<sup>3</sup>・山野邊太郎<sup>3</sup>・玉城 聡<sup>3</sup>・久保田正裕<sup>4</sup>・磯田圭哉<sup>4</sup>・高橋 誠<sup>5</sup>・千吉良治<sup>5</sup>・武津英太郎<sup>5</sup>・近藤禎二<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター北海道育種場・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター東北育種場・<sup>4</sup>森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>5</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場

次代検定林は、精英樹の特性評価のために、一般造林地に設定された試験林である。現在、調査を継続している次代検定林には、一般次代検定林、地域差検定林、遺伝試験林、育種集団林の4種類があり、これらは、全国各地の国有林や民有林に設定され、長いものでは40年以上にわたり樹高や胸高直径、通直性といった林業生産に必要な形質について継続調査が行われている。これらの調査結果により精英樹の特性評価が行われ、採種園の改良や種苗の適応範囲の推定、第二世代精英樹候補木の選抜などにフィードバックされている。本報告では、日本各地のスギ次代検定林を対象に、成長の状況や、遺伝率や相関などの様々な遺伝特性について、次代検定林ごとに解析を行い、成長形質の遺伝的特性について話題を提供する。

## P2-008 スギの EST 配列を利用した SNP の探索

上野真義<sup>1</sup>・内山憲太郎<sup>1</sup>・森口喜成<sup>1</sup>・伊原徳子<sup>1</sup>・二村典宏<sup>1</sup>・櫻井哲也<sup>2</sup>・篠原健司<sup>1</sup>・津村義彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>理化学研究所

スギの高密度連鎖地図の作成やアソシエーション解析で利用するための一塩基多型 (SNP)、を発現配列タグ (EST) から探索した。EST は葉・雌花・雄花・内樹皮および実生から収集した。これらの配列をアセンブルし、81,284 個のコンティグを得た。コンティグの中から完全長 cDNA の候補配列を 7,143 個同定し、細胞壁合成や展葉フェノロジー等に関連するコンティグを合わせた 7,232 個のコンティグから SNP の探索を BWA と SSAHA2 の 2 つのプログラムで行った。候補 SNP の中から無作為に 144 個 (BWA により同定された SNP から 48 個、SSAHA2 により同定された SNP から 48 個および両方のプログラムで共通して同定された SNP から 48 個) を選択して、Fluidigm 社製の SNP 解析装置で 44 個体のスギを対象に SNP タイピングを行った。両プログラムで予測された SNP は 85% が多型的であった一方で BWA および SSAHA2 単独で予測された SNP は、それぞれ 79% と 65% が多型を示したに過ぎなかった。複数の SNP 探索プログラムを利用することで SNP の予測精度が上がると思われた。

## P2-007 スギ精英樹の次世代化に向けた F1 試験地における遺伝解析

平岡裕一郎<sup>1</sup>・井城泰一<sup>1</sup>・三浦真弘<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院

森林総合研究所林木育種センターでは、スギ精英樹の次世代化のため、優良な精英樹相互の人工交配により作出した F1 を植栽した「育種集団林」を複数設定している。次世代個体の選抜には、成長形質とともに、材質も評価する必要がある。その評価値は、一般組み合わせ能力を表す育種価が望ましい。本研究では、18 年生の育種集団林において、これら形質を測定し、育種価を算出する統計モデルの検討と、育種価による家系および個体評価を行った。モデルの検討の結果、成長形質である樹高、胸高直径と、材質形質であるピロディン貫入量 (容積密度の簡易推定値) については、空間自己相関による誤差を組み入れたモデルが良く適合した。それに対し、応力波伝播速度 (ヤング率の簡易推定値) は空間自己相関による誤差を入れないモデルで良く適合した。空間自己相関による誤差は、試験地内の立地環境を反映しているものと考えられるが、このように形質によってその効果に差異が見られた。モデルから得られた育種価により、形質毎に家系および個体の評価が可能であった。今後はこうした評価値と DNA マーカー情報を統合し、アソシエーション解析等を進めることができると考える。

## P2-009 GA4/7 を用いたアカマツへの着花促進処理の効果

玉城 聡<sup>1</sup>・平尾知士<sup>2</sup>・宮下久哉<sup>2</sup>・宮下智弘<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>3</sup>山形県森林研究研修センター

東北育種基本区から選抜された抵抗性マツの採種園は若齢であり、東日本大震災の津波被害林の復旧需要の増大に対応した種子供給を実施できない現状にある。そこで、若齢のアカマツの着花促進処理技術の開発を目的に、ホルモン剤 GA<sub>4/7</sub> を用いた試験を行った。供試材料は、接ぎ木増殖由来の 8 年生アカマツ 13 クローンである。処理方法として、95% エタノールに GA<sub>4/7</sub> の粉剤を溶かした溶液をマツの樹幹に注入する方法で行った。1 個体あたりの処理量として、20、40 および 60 mg の 3 種類で実施した。処理時期による効果の違いを調べるため、6 月、7 月および 8 月の 3 回に分けて処理を行った。着花調査は、翌春 5 月に実施し、雄花については各個体 2 枝について雄花の着生の有無をカウントし、着生シュートの全シュートに対する割合を“雄花率”とした。雌花については、樹冠全体の着生数をカウントした。その結果、処理時期ごとの着花量の全クローン平均値は、雄花率については 6 月は 0.41、7 月は 0.35、8 月は 0.32、無処理個体は 0.16 であり、雌花数については 6 月は 0.0、7 月は 3.7、8 月は 10.7、無処理個体は 1.4 であった。

## P2-010 少花粉スギ家系苗木の着花特性（1年目の調査結果）

清水香代<sup>1</sup>・武井量宏<sup>2</sup>・岡田充弘<sup>1</sup>

<sup>1</sup>長野県林業総合センター・<sup>2</sup>長野県林務部

【目的】現在、林野庁が選定した少花粉スギ品種には、長野県産のスギ精英樹品種が4品種あり、これらの品種は挿し木増殖が難しいため、実生苗木による苗木生産を計画している。これらの家系苗木の着花特性を把握する必要があるため、今回は、少花粉スギの下高井24号家系苗木の雄花着花特性を検証した。【方法】供試体は、下高井24号家系（24号区）苗木及び県営採種園産スギ精英樹苗木（対照区）の2年生苗木を用いた。試験は、苗畑に植栽した両区の苗木にジベレリン水和剤1000倍液を7月上旬と下旬の2回葉面散布した。当年の成長終了後、供試体の着花指数を目視調査するとともに、苗長、根元径、雄花房数及び粒数を計測した。【結果】着花指数は4段階（0～最大3）で評価した。24号区と対照区の着花指数は指数3が24号区では70%、対照区では31%となった。また、24号区は対照区と比べ、試験開始時の苗長、成長終了時の苗長、枝張りが大きかった。雄花の着花状況は、枝10cm当たりの雄花房数及び粒数に換算して、指数ごとに比較したところ、指数3では24号区と対照区に差がなかった。

## P2-012 佐賀県での第二世代スギ精英樹選抜の取り組み

宮崎潤二<sup>1</sup>・挽地あい子<sup>1</sup>・小部弥太郎<sup>1</sup>・宮里 学<sup>2</sup>・古澤英生<sup>3</sup>・佐藤嘉彦<sup>4</sup>・高橋 誠<sup>5</sup>・武津英太郎<sup>5</sup>・千吉良治<sup>5</sup>・渡辺敦史<sup>6</sup>

<sup>1</sup>佐賀県林業試験場・<sup>2</sup>鹿児島県森林技術総合センター・<sup>3</sup>宮崎県林業技術センター・<sup>4</sup>大分県農林水産研究指導センター・<sup>5</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>6</sup>九州大学農学部

近年問題となっている地球温暖化の防止対策の一つとして、従来品種に比べて高い炭素固定能力を有し、かつ低コストで成林が可能な林業種苗の作出が求められている。本研究では、従来種苗に比べて格段に成長が早く、かつ、従来品種と同等の材質を有する次世代のスギ品種の選抜手法を開発するため、選抜による成長や材質の改良に対する環境要因の影響、並びに最適選抜年次について検討を行うことを目的に、佐賀県内に設定された2試験林において樹幹解析を行い、成長パターンと材質を調査した。

調査対象は2試験林に共通に植栽されている精英樹F<sub>1</sub>2クローンと佐賀県内で最も普及している精英樹1クローンである。スギ精英樹F<sub>1</sub>は、昭和40年代にスギ精英樹間の交配により得られた実生後代の中から植栽後5年次の通直性・真円性等により選抜された個体をクローン増殖したもので、調査時には24年生であった。

樹幹解析には各反復において平均的なサイズの個体、3クローン14個体を供試した。Gompertzの成長式により、樹幹解析で得られた樹高曲線から成長パラメータを推定し、異なる生育環境の成長パラメータへの影響などについて考察する。

## P2-011 GISを利用したスギ生育に関する気象条件の検討

花岡 創<sup>1</sup>・三浦真弘<sup>1</sup>・平岡裕一郎<sup>1</sup>・渡辺敦史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>九州大学

日本における主要造林樹種であるスギは、その生存率や成長等が植栽場所によって大きく異なることが経験的に知られている。しかしながら、植栽地の環境と実際の生育反応を多くの試験地を用いて解析した事例はない。植栽地の環境と生育間関係を明らかにすることが出来れば、適地等の選定に有効であり、林業上有用な情報を提供できると考えられる。森林総合研究所林木育種センターでは、選抜された精英樹の遺伝的特性を評価するための検定林を多数設置して来た。本研究では、中部・関東地方に設置された検定林の位置情報をGeographic Information System (GIS)上で管理し、各検定林が置かれている気象環境（気温、降水量、積雪量、日射量等）と植栽から10年後の生存率および樹高との対応関係を解析した。その結果、積雪の多い地域で生存率と樹高の両方が低くなる傾向にあったこと、北関東に設置された積雪が少なく気温・降水量が中部・関東地方の中で中間的であった検定林において比較的生存率が高く樹高成長が良かったことなどが明らかとなった。

## P2-013 愛媛県に生育するサクラの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

【はじめに】愛媛県に生育するサクラ（バラ科サクラ属サクラ亜科）にも雑種起源と考えられているものが多くあり、これまで遺伝的な検討や由来等を確定した報告はないため、系統を分子レベルで解析することは、木の文化の継承や観光利用の面で大変意義深いと考える。【材料と方法】愛媛県に生育する、イヨウスズミなど栽培種6種17個体、野生種4集団42個体のサクラの葉または冬芽からDNAを抽出した。モモの核SSRマーカー4座及びEST-SSRマーカー4座を用い、DNAシーケンサーとGeneMapperでジェノタイピングを行ない、系統間や個体間の共通点や相違点を解析した。【結果と考察】用いた8つのSSRマーカーでは、平均18.2の対立遺伝子が見られ、すべての個体識別が可能であった。ヤマザクラに特徴的な対立遺伝子やイヨウスズミとヤマザクラ共通の対立遺伝子も多く見られたが、イヨウスズミにしかないものもあり、イヨウスズミがヤマザクラの変種という由来に矛盾がなかった。他方、サイホウジザクラには、ソメイヨシノ独特の対立遺伝子はほとんど見られず由来に疑いがもたれた。\*本研究は、(財)愛媛の森林基金委託事業により実施した。

## P2-014 早生樹ファルカタの樹高成長に及ぼす植栽密度の影響と産地による反応の違い

栗延 晋<sup>1</sup>・千吉良治<sup>2</sup>・三浦真弘<sup>3</sup>・松根健二<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター・<sup>4</sup>住友林業株式会社筑波研究所

東部ジャワに設定した早生樹ファルカタ (*Albizia falcata*) の産地密度試験地 (9産地を3水準の密度: 2m, 3m, 4m 間隔で植栽) における6年生までの樹高成長を比較して、各産地の林分密度に対する経年的な反応の違いを調べた。成長と生存率から判断して、ジャワ島及び東部インドネシア産は試験地の環境に良く適応していたのに対して、ニューギニアの2産地の適応性は劣っていた。前者の平均樹高は、3年生頃から始まる高密度区での被圧木の増加に伴う成長量の低下により、6年次では低密度区ほど高い傾向が認められた。一方、後者の平均樹高には密度の違いによる差はなかった。主林木平均樹高 (プロット当り上位5個体の平均) では、前者の樹高成長曲線が3年次以降ほぼ重なるのに対して、後者では選抜差が大きい高密度区ほど高い傾向を示した。これらの結果から、主林木平均樹高は林分密度の影響を受けにくいとする従来の説は、生育環境に適応した産地に対しては適用できるものの、適応性が劣る産地にはあてはまらないことが明らかとなった。その原因は、後者の林分密度に対する反応が鈍い、いわゆる可塑性の低下によるものと推測された。

## P2-016 アオモリトドマツの結実年齢

田中功二

青森県産業技術センター林業研究所

【緒言】アオモリトドマツは本州中北部の亜高山帯林を構成する主要な樹種である。しかし同じモミ属のモミヤトドマツと異なり、造林用樹種として取り扱われてこなかったことから、種子に関する情報はごく限られてきた。本研究では、実生由来のアオモリトドマツが開花結実したことから、その球果と種子の特性を調査した。【材料と方法】対象のアオモリトドマツは、青森市酸ヶ湯に在る東北大学植物園八甲田山分園内の立木から採取された種子を1991年に当研究所内 (東津軽郡平内町) の圃場に播種し、同地で養成した32本である。特性調査として、立木の規格、球果の大きさ、種子の発芽率等を測定した。【結果】結実は、2008年 (樹齢18年) と2011年 (樹齢21年) に見られた。08年は3本 (平均樹高154cm) の立木から合計8個の球果が採取されたが、種子の発芽率は0%であった。種子を切断し確認した所、すべてシイナだった。11年は5本 (平均樹高168cm) の立木から合計18個の球果が採取され、2本の立木由来の種子で発芽を確認し、平均発芽率は1.4%であった。また育苗用土への播種でも発芽を確認した。以上のことから、アオモリトドマツは樹齢21年で結実が可能であることが分かった。

## P2-015 抵抗性アカマツ次代検定林の広島県における15年次までの生存状況

亀井幹夫・吉岡 寿

広島県立総合技術研究所林業技術センター

マツ材線虫病への根本的な対策として、材線虫病に抵抗性をもつ苗木を生産する事業が全国的に展開されている。広島県でも抵抗性マツ採種園を昭和62年度に造成し、種子供給を行ってきた。採種園産実生苗は、一般の実生苗に比べてマツノザイセンチュウを接種した後の生存率が高く、植栽地でも非抵抗性マツと比べると生存率が高い。しかし近年、抵抗性マツの植栽地でも枯死被害が生じており、林分によっては無視できない量の被害があると報告されるようになってきた。ただし調査事例が少ないことから、植栽地での抵抗性の確認には全国各地での調査結果を集める必要がある。広島県でも植栽地での調査でマツ材線虫病による枯死が確認されたため、平成22年度から継続して枯損調査を行っており、その結果を報告する。調査地は広島県東広島市西条町にある抵抗性アカマツ次代検定林第1号とした。平成9年11月に採種園産自然交配家系18系統4,825本が植栽されたが、10年次に約半数が間伐されたため、経過を把握できているのは2,405本 (26~344本/系統) である。平成23年度までの累積枯死率は16%、系統ごとに見ると6%から23%であった。

## P2-017 スギ冷凍保存種子の発芽に対するジベレリンの影響

宮下智弘<sup>1</sup>・生方正俊<sup>2</sup>・栗田祐子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山形県森林研究研修センター・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター

スギの効果的な休眠打破を検討するため、-20℃に設定した冷凍庫に8年間保存したスギ5系統の自然交雑種子を用いて、ジベレリン (GA) による発芽促進効果を調査した。GAの濃度や浸漬時間等を異にした計8処理を施したところ、発芽率には系統間、処理間で有意差が認められた。今回の試験では、保存前の発芽率が極端に低い系統もあえて用いたため、系統間差が検出されたと考えられた。一方、処理間の差についてはGAの影響が明らかであり、濃度の高いGA溶液に浸漬した処理では発芽がほとんど認められなかった。また、GA水溶液の濃度と浸漬時間の積で定義したGA投与量と発芽率の関係を検討すると、両者には高い負の相関関係が認められた。これらのことから、スギの長期保存種子に対するGAの休眠打破効果は認められず、逆に発芽を阻害する要因になることが明らかとなった。

P2-018 クヌギ実生採種園における家系内選抜の繰り返しと遺伝的多様性の変化

山田浩雄<sup>1</sup>・磯田圭哉<sup>2</sup>・久保田正裕<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター北海道育種場・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター関西育種場

本研究の目的は、クローン増殖が困難なクヌギを対象に実生採種園を実験的に造成し、実生採種園での家系内選抜を繰り返したことによる遺伝的多様性の変化を把握することである。しいたけ原木として選抜した優良木（第1世代集団）からF2実生採種園の優良木（第3世代集団）までの遺伝的多様性の変化を解析した。解析には、ブナ科樹木で開発されたマイクロサテライト7遺伝子座を用いて、常法により対立遺伝子サイズを決定した。第1世代集団から第3世代集団までのヘテロ接合体率の期待値は0.678から0.662に、アレリックリッチネスは10.38から7.83に減少した。近交係数（Fis）は0.025から0.083に増加し、第1世代集団と第3世代集団間の分化係数（Fst）は0.019であった。実生採種園の造成と家系内選抜を繰り返す毎にFst値が増加していく傾向が認められ、また、機会的浮動により遺伝的多様性が減少していく傾向が確認された。ヘテロ接合体率の期待値の変化から、今回の研究に用いた実生採種園の集団の有効な大きさは40.4と計算された。

P2-020 テリハボク (*Calophyllum inophyllum*) の開花フェノロジーと花粉の発芽率

加藤一隆

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

テリハボク (*Calophyllum inophyllum*) は、熱帯地域に分布し耐風性に優れた樹種である。林木育種センターでは、地球温暖化に伴う台風の大型化に対処するため、耐風性に優れた個体の選抜育種を行うとともに、選抜された個体を利用して人工交配を行いより抵抗性の高い個体の創出を考えている。効率的な人工交配を実施するには個体ごとの開花フェノロジー及び花粉の発芽率を把握する必要があるため、3本のテリハボクを利用し2011年～2012年まで調査した。その結果、開花は年2回に分けられ、前半の開花開始時期は6月上旬または下旬で、後半の開花開始時期は10月中旬であった。開花期間は、前半及び後半でも3週間から4週間であったが、供試木間で10日以上異なる場合もあった。開花率は、供試木間で大きく変動し、また後半の開花期の方が低くなった。同様に、結実率も供試木間で大きく変動し、特に後半の開花期では結実がみられなかった。花粉発芽率は全体的に低い値を示したが、後半の開花期の場合には比較的高い値を示した。この結果、テリハボクの開花フェノロジー及び花粉の発芽率ともに個体間または開花期で変異があることがわかった。

P2-019 次世代育種集団の構造が相加的遺伝分散や近交弱勢に及ぼす影響について

高橋 誠

森林総合研究所林木育種センター九州育種場

精英樹選抜育種事業が開始されてから55年の歳月が経過した。この間、次代検定林における後代検定によるクローン評価（グレーディング）、特性表の作成、上位クローン間での人工交配による育種集団林の造成が順次進められ、第二世代精英樹が選抜される時期となった。次の段階として第二世代精英樹を交配母樹に用いた第三世代の育種材料の作出が始められつつある。有用形質の改良を進める際、遺伝的獲得量の増大をめざす一方で、選抜に伴う遺伝変異量の減少、弱有害遺伝子の固定による遺伝的負荷の増大が危惧される。そこで、選抜による育種価の増大、遺伝的負荷の増加に対して育種集団の集団サイズ、分集団化、選抜強度といった因子がどのように影響するか、交配設計の違いや特性評価に用いる統計的手法の改良により影響されるかを検討するためのsimulationの枠組みを構築し、それらの相互関係について検討した結果について報告する。

P2-021 タチヤナギ両性株の自殖・他殖家系における性表現と近交弱勢

永光輝義・二村典宏

森林総研

雌雄異株のヤナギ類では、まれに、雌花と雄花が混在する両性株が生じることがある。タチヤナギで見つかった両性株を母樹とする家系を用いて、通常では測ることのできない、性表現の遺伝性と近交弱勢の大きさを調べた。自然交配による両性株の子165個体は、核SSR遺伝子型から3家系（自殖、他の両性株との他殖、雄株との他殖）に分けられた。それらの子の5年間の性表現と、生存、成長、繁殖の形質を測定した。性比（雌：雄：両性）は家系間で異なった（自殖で27：17：66、他の両性株との他殖で3：16：12、雄株との他殖で9：8：7）。両性変異をもたらす連鎖した雌雄の不稔因子の変化をこれらの性比から検討した。自殖と他殖の子から求めた近交弱勢は、生存率で0.22-0.30、樹高と肥大成長で0.17-0.47で、他殖の両性の樹種と同程度だったが、雌雄の稔性を表す花粉発芽率や胚珠数、結実率では0.00-0.16と小さかった。よって、近交弱勢は、繁殖形質で小さく、生存と成長の形質で大きいと考えられる。



## P2-022 積雪地におけるクロマツのさし木発根条件の検索

山野遼太郎・福田友之

森林総合研究所林木育種センター東北育種場

東北地方太平洋岸の海岸林は先の東日本大震災の際、津波被害を軽減した代償として激しく損壊した。東北地方日本海岸の海岸林のうち、松枯れ跡地になった場所では、植生が乏しく、海岸林機能を発揮する状態にない。今の東北地方には海岸林造成ニーズが多々ある。耐乾燥性、耐塩性、樹高等の特性から考えると、クロマツはもっとも海岸林造成に適した国産樹種である。しかし、クロマツはマツ材線虫病に感受性のため、植えるのであればその抵抗性品種が望ましい。東北育種基本区では平成23年度までに、20クローンの抵抗性クロマツを選抜してきた。ただ、これらは選抜してから日が浅く、まだ本格的に流通していない。東北育種場では、本格流通までの苗木補間に資するため、クロマツの発根特性把握の手法開発に着手した。クロマツの挿し木については、九州地方における多数の取り組みがあるが、東北地方には九州地方にない独特な事情があり、これらをそのまま適用させることが難しい。今回は、積雪期の採穂を想定し、やや高く仕立てた採穂用台木の採穂位置の違いについて試験した結果を報告する。

## P2-024 インドネシア国西ジャワのパテンガン自然保護区における各種画像を利用した野外調査と画像解析による境界設定の比較

Ikhsan, Muhamad<sup>1,2</sup>・中越信和<sup>1</sup>

<sup>1</sup>広島大学大学院国際協力研究科・<sup>2</sup>インドネシア森林省

Precise forest maps are needed for forest planning. This study compared an accuracy of visual and automated forest boundary delineations using a Root Mean Square Error (RMSE) assessment in the Patenggang Conservation Area. On-screen digitization was utilized as the visual delineation method and Maximum Likelihood was used as the automated delineation method. The results showed that visual was more accurate than automated delineation. The RMSE of visual delineation on World View-2 image were 6.0m and 9.3m, while on Landsat ETM + 7 image were 21.3m and 21.5m. The RMSE of automated delineation on World view-2 image were 16.05m and 20.75m, while on Landsat ETM + 7 image were 32.45m and 37.30m. The study clarified that visual delineation using World View-2 image is the most accurate method for forest delineation.

## P2-023 自動花粉散布装置「ゴーリキさん」の開発

遠藤良太・廣瀬可江・伊澤勝俊

千葉県農林総合研究センター森林研究所

【目的】少花粉ヒノキ若齢木は花粉生産量が少ないため、半閉鎖系施設で種子生産を行うには、花粉を人工的に散布して交配させることが望ましい。そこで、自動的に花粉を散布する装置を試作し散布能力を調査した。【方法】試作した装置（1時間に1回花粉を入れた袋に衝撃を与え花粉を飛散させる）を、施設（ビニールハウス：長さ7.1m、幅2.5m、高さ2.1m）中央部の地上1.85mに1台設置し、2012年12月10日～14日までの5日間、装置に花粉1.2gを入れて散布した。その間、毎日、午後1時から1回、施設内にスライドガラス6枚を75分間設置（装置から対称に140、230、330cmの距離、H=0.7m）して、捕捉された花粉数を測定した。【結果】平均捕捉花粉数は、日別では3.7～15.7粒/cm<sup>2</sup>、距離別では4.2～10.9粒/cm<sup>2</sup>で、時間の経過と距離の長短による花粉数の減少は認められず、半閉鎖系施設で交配に利用できる可能性が示された。今後は、花粉を保持するための装置内温湿度条件の検討が必要である。本研究は、実用技術開発事業「花粉症対策ヒノキ・スギ品種の普及拡大技術開発と雄性不稔品種開発」として行った。

## P2-025 パラグアイにおける衛星画像を用いた REDD のための森林区分

高橋正義<sup>1</sup>・平田泰雅<sup>1</sup>・Vega Isuhaylas, Luis Alberto<sup>1</sup>・佐藤保<sup>1</sup>・齊藤昌宏<sup>1</sup>・Larissa Karina, Rejalaga Noguera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>国立アスンシオン大学

発展途上国などで生じている、森林減少・劣化を抑制することで排出削減と森林保全を図ること（REDD プラス）は温暖化対策の主要な課題の一つである。しかし、森林減少や劣化が生じている発展途上国の多くは、森林の吸収量算定に関する測定や報告、排出削減量や吸収量を評価するための参照レベルを得るための技術レベルが十分ではない。そこで、我々は南米地域で森林減少・劣化が問題となっている国の一つであるパラグアイにおいて、吸排出量の評価や参照レベルの設定に用いるため、リモートセンシングと地上調査を組み合わせた方法での森林タイプ図の作成を行っている。2011年から現地での地上調査に基づいて、森林バイオマス量の現存量について分析した。その結果、パラグアイ東部アトランティック地域において、平均で217.0Mg/ha程度の森林バイオマス量が現存していた。また、胸高断面積合計と森林バイオマス量には正の相関が見られた。これらの結果をふまえ、リモートセンシングを用いた森林バイオマス量推定のための森林区分について検討した。本研究は林野庁「REDD推進体制緊急整備事業」で実施した。

## P2-026 表層崩壊防止機能を考慮した林業経営の評価

山田祐亮・白石則彦

東京大学大学院農学生命科学研究科

本研究では、森林の表層崩壊防止機能に配慮した管理方針策定を支援するシミュレーションシステムの開発を行った。システム適用事例として大分県日田市に某森林所有者が擁する山林を対象地とした。システムは経年変化モデルと表層崩壊防止機能評価モデルから構成される。経年変化モデルでは最適化問題を採用し、01 整数計画で解いた。これにより、林分の状態と収穫量を推察した。表層崩壊機能は根の補強力から潜在崩壊斜面面積の推移を推定し、相対的に評価した。[1.全ての区画を施業の対象とする 2.平均傾斜 35°以上の区画では施業を行わない 3.不安定な斜面だと判断される区画では施業を行わない]の3制約を想定し、各制約で間伐のみの場合と、間伐と施業面積割合 30%以下の主伐を行う場合の6方針を想定した。結果をみると、主伐も含めた方針のみで制約が機能発揮に影響を与えた。不安定な斜面に制約を与える管理方針で、計画期間の後期に木材生産機能と表層崩壊防止機能の双方を比較的高く維持できた。ここから、所有者が管理方針を選択する際に重視する機能の発揮を期待するならば、シミュレーションにより有用な情報を提供できることが示唆された。

## P2-028 モンテカルロ探索による伐採スケジュールの最適化

守口 海

(株)飯森林業

伐採スケジュールの最適化は収穫表の作成やゾーニングの基礎となる重要な技術である。一般に伐採最適化の問題は非線形かつ不連続的なモデルとなるため、短時間で厳密な大域的最適解を得ることが難しく、何らかの工夫されたアルゴリズムにより計算される。しかし、その方法によっては最適解を得られているかが評価しにくい場合がある。そこで本研究では大域的最適解の近似値が比較的確実に得られると考えられる方法として、モンテカルロ探索をとりあげ、最適伐採スケジュールの探索を行うときの最適解への収束を観察する。収益評価基準は土地賃租式、樹種は長野県カラマツとし、設計歩係等の資料を基に最適化モデルを作成し、探索を行った。価格は DBH により不連続的に変化するが、収穫は全幹に対する歩留まりにより算出する。この探索方法では各回の探索が独立に行われるため、最適解の更新過程の観察と上位の結果の比較により、大域的最適解への収束を判断できるものと考えられる。探索の結果、基準式の値は上位結果とも近い値となった。伐採スケジュールについては、間伐回数は異なるが密度管理による密度変化の過程はおおむね同じ経路となった。

## P2-027 大分県長期育成循環施業モデル団地の基本設計と6年間の実施状況

溝上展也<sup>1</sup>・作田耕太郎<sup>1</sup>・井上昭夫<sup>2</sup>・保坂武宣<sup>1</sup>・太田徹志<sup>1</sup>・河口千慧<sup>1</sup>・井上恵太<sup>1</sup>・加治佐剛<sup>1</sup>・吉田茂二郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学・<sup>2</sup>熊本県立大学

皆伐をせずにぬき切りを繰り返しながら循環状態の森林へ誘導する施業「長期育成循環施業」が十数年前より推進されているが、その実施事例は多くない。本研究では、大分県で造成されている長期育成循環施業モデル団地の基本設計とこれまでの6年間の実施状況を報告する。モデル団地全体の面積は約 150 ha で、その内、約 100 ha を生産林、約 50 ha を保全林と区分されている。約 100 ha の生産林は 10 個の択伐区に区分されており、標準年伐面積 1 ha、伐期齢 100 年、伐採帯幅 15 m を基準とした帯状択伐による持続生産システムが構築されている。同時に試験林として機能させるため、皆伐区や無植栽区を設定し、帯状択伐・植栽の効果が検証できるように配慮されている。これまでの6年間の生育状況調査から、帯状択伐地におけるヒノキ植栽木の成長は皆伐区と比較して総じて良好であることがわかった。無植栽区における天然更新木については大分県天然更新完了基準を満たすことが示された。一方で、斜面方位によってはこれらの生育状況に差がある場合がみられ、特に西向き斜面では植栽木の成長が劣る傾向にあった。

## P2-029 森林情報集約のためのオンラインデータベースシステム開発 —宇都宮大学農学部附属船生演習林を対象として—

大野真紀・松英恵吾

宇都宮大学農学部

現在、森林に関連し多くの課題が提起されているが、その課題解決には森林情報の有効利用が欠かせない。しかし、過去の情報が集積されているとも限らず、また情報が保管されていたとしてもその形態は様々で散在していることが多い。この状況では森林情報の集約、共有、有効利用は不可能である。これらの課題を解決するためにクラウドシステムを利用したオンラインデータベースシステム開発を行った。本研究では森林情報が比較的充実して、かつ様々な形式の森林情報が存在する宇都宮大学農学部附属船生演習林を対象とした開発を行い、集約されるべき森林情報を共有できる仕組みにする。本研究ではすべての森林情報に空間・時間を示すデータコードを定義・付与することによって、空間と時間の変化に対応し、あらゆる森林情報を集約・共有することを可能とした。また使用している空間軸のコードは標準地域メッシュを基準としたため船生演習林だけではなく、一般の民有林でも適用できるようになっている。本研究のシステムを基盤に実用化を図ることにより森林情報の集約・共有・有効活用が可能となる。今後は WebGIS との連動、ファイルデータの取り扱い等の機能追加を進める。

P2-030 森林団地化による集約的施業が森林経営の持続性に及ぼす経済的効果について 一福井県における森林団地化を事例に一

金森啓介

福井県立大学大学院経済・経営学研究科

本研究では森林団地化による集約的間伐施業が森林経営の効率性、採算性に及ぼす経済的効果、および旧来施業システムとの効率性・採算性の違いについて分析した。分析方法は福井県の森林団地事例をもとにした、高密度路網化、高性能林業機械の導入を前提とする車両系・架線システムでの施業シミュレーション分析である。

その結果、労働生産性  $4\sim 5\text{ m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$  の新システムへの移行により、車両系システムでは  $676\sim 6,451\text{ 円}/\text{m}^3$ 、架線系システムでは  $3,748\sim 9,624\text{ 円}/\text{m}^3$  の低コスト化が見込めた。収支分析では、森林団地形成費用および路網開設費用を当期収支に全て計上する場合、いずれの費用、収入条件でも採算性は見込めなかった。だが、両費用を、同団地の当期施業から主伐完了までの予想搬出材積量で除し、その単価を当期搬出材積量で乗じて当期費用とした収支分析では、路網補助、林業機械購入補助さえあれば、採算性を確保できることが分かった。また、森林所有者への還元率は、車両系システムでは  $399\sim 4,331\text{ 円}/\text{m}^3$ 、架線系システムでは  $109\sim 4,542\text{ 円}$  となったが、この還元率は木材価格ピーク時の 20% 程度に過ぎないことが分かった。

P2-032 多雪集落における山菜・キノコ採りの生態系サービスのシナリオ分析による将来予測

松浦俊也<sup>1</sup>・杉村 乾<sup>1,2</sup>・宮本麻子<sup>1</sup>・林 雅秀<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>国際林業研究センター・<sup>3</sup>森林総合研究所東北支所

【目的】ブナ林や雪崩地が卓越する東北地方の多雪集落では山菜キノコ採りが古くから重要な生態系サービスの一つとなっている。嗜好の変化や採取者の高齢化、林道管理や施業の変化にともない採取活動は変化していくと考えられるが、その将来予測の試みは少ない。そこで、採取活動や環境条件に関わるシナリオを設定し、採取適地の分布やサービスの量がどのように変化するか予測を試みた。【方法】福島県只見町 F 区を対象に、複数の採取者による 2009~2010 年の採取記録と GIS や統計モデルを用いて種ごとの採取適地を推定した。また、質問紙調査から世代・性別の採取頻度の違いを捉えた。次に、採取や環境の変化について複数のシナリオを設定し、種ごとの採取適地の分布がどのように変化するかを試算した。【結果】サービスの量を低下させないためには林道の維持管理が重要であること、種により違いはあるが広葉樹林化によりサービスのポテンシャルが高まる可能性があること、採取経験者の減少により全体的なサービスの低下がみこまれること等、シナリオに応じたサービスの量や分布の変化を視覚的に定量化できた。

P2-031 個人所有者における択伐林経営に関する一考察 一徳島県那賀町 H 山林における作業内容分析から一

矢次琢也・植木達人・齋藤仁志・井上 裕

信州大学農学部

我が国の林業は木材価格の低下や後継者の不足などの理由により、長期にわたる林業経営を行うことが困難な状況にある。国際商品である木材の価格が大きく上昇することは期待できないため、林業経営を継続させるには経費を低下させることが必要である。また、近年では木材生産としてだけでなく、公益的機能など国民の森林に期待する機能は多様化している。そのため、長伐期施業、良質材生産、保続生産、森林の公益的機能の維持・増加に適しているとされる択伐施業が今後の林業の一つの選択肢になると考える。そこで本研究では、徳島県那賀町において択伐施業を行っている専門林家でその作業内容と経営状況を調査した。その結果、H 氏所有林では約  $300\text{ m}/\text{ha}$  の高密度路網を整備することで、所有林への細やかな管理・巡視が行えるため、所有する約  $100\text{ ha}$  を単木的に管理し択伐林として維持できていることが明らかとなった。また、それらを徳島県の一般的な皆伐施業の労働投下量や費用と比較し、択伐林経営の優位点を検討した。

P2-033 インドネシア国バリのデンパサールのマングローブ林に関する生態系サービス評価

Hamiudin, Hamiudin<sup>1,2</sup>・中越信和<sup>1</sup>・Firdaus, Rachmad<sup>1</sup>

<sup>1</sup>広島大学大学院国際協力研究科・<sup>2</sup>インドネシア、バリ州ジャンブラーナ行政区森林部局

Mangrove forest in Denpasar city which provides numerous ecosystem services is threatened by human activity. This study aims to evaluate the economic value of mangrove forest ecology. The objectives are to analyze the characteristics of mangrove ecology and to explore the role of its services through an ecological economic valuation approach. The direct benefits generated from the direct utilization of mangrove forest; and the indirect benefits were measured. In addition, analysis of potential rehabilitation costs and the optional value of biodiversity were also evaluated. It is hoped that this research will directly contribute to sustainable mangrove forest management practices in Denpasar. Furthermore, this study has the potential to aid the development of successful integrated spatial management and economic planning.

P2-034 インドネシア国南スマトラにおけるメラン REDD+プロジェクトの効率的実施に向けた戦略的計画の開発のための要因の同定

Mutiara, Netty<sup>1,2</sup>・中越信和<sup>1</sup>

<sup>1</sup>広島大学大学院国際協力研究科・<sup>2</sup>インドネシア森林省

This study evaluated strategies to develop effective REDD+ of Merang REDD Pilot Project, Indonesia. Base on SWOT analysis, strategies were: I) provide infrastructure and promote cooperation with investors, II) involve emission reduction, and community development, III) establish REDD+ institutions, assist spatial planning, produce unified database, IV) share information, approve the project, and establish an incentive mechanism. The results found the score for this combination was Strategy III Strengths-Threats (7.39), Strategy IV Weaknesses-Threats (6.79), Strategy I Strengths-Opportunities (6.41), and Strategy II Weaknesses-Opportunities (6.03). Strategy III (Strengths-Threats) is the highest priority strategy, thus it is recommended to facilitate successful management of Merang REDD Pilot Project and future REDD+ projects in Indonesia.

P2-036 インドネシア国南カリマンタンの森林火災に関する時空間的被災アセスメントの確率論的アプローチ

Raharjo, Beni<sup>1,2</sup>・中越信和<sup>1</sup>

<sup>1</sup>広島大学大学院国際協力研究科・<sup>2</sup>インドネシア南カリマンタン州森林省

This study explores stochastic approach to observe the spatiotemporal behavior of forest fire in relation to the distance to settlements and roads in addition to monthly rainfall intensity. There is strong relationship between the accessibility characteristics of a forest and forest fire spatial distribution in South Kalimantan Province, Indonesia. Weibull's  $\alpha$  and  $\beta$  parameters correlate to number of settlement ( $ns$ ), total size of settlement ( $ss$ ) and road density ( $rd$ ). Equation models for settlement fire risk are  $\alpha_{set} = 9564 - 170ns$  and  $\beta_{set} = 1.128 + 0.017ns - 0.001ss + 0.108rd$ . While  $\alpha_{road} = 1996 - 169rd$  and  $\beta_{road} = 0.952 - 0.012rd$  are the equations models for road fire risk. In addition, monthly rainfall threshold for forest fire is 189mm/month. This study provides evidence of the applicability of stochastic approach to forest fire.

P2-035 インドネシア国スマトラのダマールアグロフォレストの地上部現存量と植物種多様性

Prasondita, Eko<sup>1,2</sup>・中越信和<sup>1</sup>

<sup>1</sup>広島大学大学院国際協力研究科・<sup>2</sup>インドネシア森林省

This study aimed at estimating aboveground biomass (AGB) and plant species diversity of Damar agroforest. The result indicated that AGB potential estimated in tree plots was 330.99 ton/ha. In addition, shrub plot and herb were estimated to be only 81.53 ton/ha and 4.44 ton/ha respectively. The total amount of AGB was 416.96 ton/ha while 74 tree species belonging to 41 families were identified in the 20 study plots. The identified dominant tree species were *Shorea javanica*, *Lansium domesticum*, and *Durio zibethinus*. The shrub layer was estimated as 3.38 which were in a high diversity category of the SW index; while, the tree layer had moderate diversity at the index level of 1.88. Therefore, the SW Index was not completely affected by the total amount of AGB; however, the diameter of tree is more strongly contributing to biomass estimation.

P2-037 インドネシアリアウ州プカンバルの木材小売店と製材所の経営-販売される木材に関する一考察

鈴木 遥

京都大学生存圏研究所

インドネシアリアウ州の州都プカンバルは、インドネシアの地方都市の中でも、近年特に経済成長が著しい。今後の人口増加に伴い、インフラ整備や住宅建築が急増することが予想される中で、建築材料として不可欠な木材をいかに持続的に確保してゆくかは、当該地域の発展に欠かせない課題である。一方でリアウ州では、インドネシアの他地域に変わらず、荒廃した熱帯林の保全や違法伐採の取り締まりなどが進められ、その影で木材供給体制が崩壊しつつある。さらにリアウ州には大手パルプ企業があり、これらが木材関連産業を席卷している。こうした状況の中、当該地域の建材需要を支えるための木材供給体制はどのように再構築・存続させることができるか。本研究は、現地調査に基づき、木材加工と小売の場であり、木材供給の要である木材小売店と製材所の経営の現況を、販売される木材から分析した。その結果、多様な材種が販売されているものの、①早生樹を用いた特定の建築部材を専門的に販売する、②パルプ企業の下請けとして早生樹を加工する、などの傾向にあることがわかった。これらに基づき、木材小売店と製材所の経営戦略と今後の存続に関して考察を行った。

## P2-038 人工林の不適地判定と広葉樹導入の可能性

森本龍平<sup>1</sup>・山田容三<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学部・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究所

戦後、木材需要に応える形で行われた拡大造林によって、日本の森林資源は非常に充実し、世界の国々と比べても高い森林率を誇る。しかし、時代と共に需要は変化し、当時植えられた木材の価格は下落。それに伴って生まれた、手入れ不足もしくは放置された人工林が問題となっている。現在、国民が森林に求めるのは木材生産だけでなく、水源涵養や生物多様性保全など多様化しており、このためには多様な森林管理が必要となる。また、多様な森林を有することは木材需要の変化にも対応しやすいということにつながる。この多様な森林管理の一つとして人工林の広葉樹林化があり、遺伝子攪乱を防ぎ低コストで行うためには天然更新による広葉樹の導入が適していると考えられる。しかし、「地利」「地位」が良好で人工林施業に適した土地を広葉樹林化する必要はなく、種子供給源となる「広葉樹林からの距離」が遠い場所での天然更新は困難である。本研究では効率的な広葉樹林化に必要なこれらの条件の事前把握を目的とし、愛知県豊田市稲武町・岐阜県中津川市加子母を対象として、地理情報システム (GIS) を用いて広葉樹林化・針広混交林化の可能性を調査した。

## P2-040 児童が思いつく樹種名と教科書との関係

杉浦克明・吉岡拓如・井上公基

日本大学生物資源科学部

【目的】児童が思いつく樹種名というのは、身近な環境の他にも、何か別の要因があるのではないかと仮定した。そこで、本研究は、小学校の教科書に焦点をあて、児童が思いつく樹種名と教科書に記載されている樹種名との関係を分析することを目的とした。【方法】調査は、神奈川県藤沢市の市立小学校5校の4年生の児童を対象に、思いつく樹木名の記入と、その樹種を知った理由についてのアンケートを実施した。また、藤沢市立小学校で使用されている1年生から4年生までの8教科の教科書に記載されている樹種名を調べた。【結果および考察】5つの小学校の児童が回答した上位樹種名を見ると、サクラやモミジ等であり、校内や公園で比較的に見ることのできる樹種が多かった。その一方で、リンゴ、ヤシ、ブドウ、バナナ、ナシなど小学校周辺では見られない主に食用となる果実のなる樹種名の回答も多く見られた。小学校の教科書に数多く記載されている上位樹種名にはミカン、カキ、リンゴ、レモン、ブドウ、バナナが見られたことから、教科書に出てくる樹種名は児童にとって無意識のうちに印象に残っているのかもしれない。

## P2-039 スマトラ島バタン・メラオ流域の地域自治実施における景観分断の時空パターンとその誘発要因

Firdaus, Rachmad<sup>1,2</sup>・中越信和<sup>1</sup>

<sup>1</sup>広島大学大学院国際協力研究科・<sup>2</sup>インドネシア、ジャンビ州地域開発計画局

The study aimed to detect spatio-temporal patterns and to analyse the driving forces of landscape fragmentation over two periods (2000-2006 and 2006-2011). The Remote Sensing techniques and the Population Pressure Index method were used to examine both patterns and driving force. Forest decreased at an average rate of 466.33 ha/yr; whereas, agricultural land, mixed plantation and settlement increased. The bio-physic forces resulted from deteriorating landscape condition while the latter factors were caused by the higher contribution of agricultural activity along with the high population pressure. This study revealed that it is important to understand spatio-temporal patterns and the driving forces of landscape fragmentation in order to improve land use management particularly during the implementation of regional autonomy.

## P2-041 木質バイオマスのエネルギー利用による雇用・経済効果に関する研究

村橋隆介<sup>1</sup>・吉田茂二郎<sup>2</sup>・加治佐剛<sup>2</sup>

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

近年、温室効果ガスの削減やエネルギーリスクの分散、産業の育成や雇用の創出の観点から、再生可能エネルギーへの注目が高まっている。再生可能エネルギーには様々な種類があるが、特に木質バイオマスのエネルギー利用は、地球温暖化対策、循環型社会の構築、山村や林業の振興にとって重要なものである。木質バイオマスのエネルギー利用の拡大により、これまで利用されていなかった、主間伐に伴い発生する林地残材のエネルギー資源としての価値が高まっており、林地残材の収集を通じた、林業の活性化が期待されている。しかし、木質バイオマスのエネルギー利用の拡大による、林業やそれに関連する業種への経済的な影響を分析した事例は少ない。そこで本研究では、産業連関表を利用した分析により、木質バイオマスのエネルギー利用拡大による経済・雇用効果を定量的に示すことを目的とした。今回の発表では、各産業の経済効果と雇用量の増減について発表する予定である。

## P2-042 大型製材工場が地域の林産業に与える影響

望月一磨・植木達人・斎藤仁志・井上 裕

信州大学農学部

年間 10 万 m<sup>3</sup>もの原木を消費する大規模製材工場が各地に設立されている。製材工場の大規模化は国産材の利用量を増加するために必要であるが、地域の林産業において負の影響をもたらす可能性もある。例えば、供給側においては、原木を低価格で買い取られてしまう可能性、地場の製材工場においては原木の調達における競合によって素材を入手できなくなるといった影響がでてくる可能性がある。そこで、本研究では各地の大規模製材工場が進出した事例を調査し、特に原木調達における競合に注目して、地域の林産業に与える影響を考察した。熊本県の事例においては、工場を設立するにあたり、地域の林産業者と協定を結び、一定の価格で原木を購入すること、地域の製材工場と製材製品が競合しないように製材ラインをラミナ、間柱生産に特化することが求められた。しかし、原木の供給側への協定による拘束力が弱い場合、素材が集まりにくく、半数以上を県外から集めてきている。結果、地元の製材工場との原木の取合いは生じておらず、現時点で地域に与える影響は少ないことがわかった。

## P2-044 カンボジアにおける森林減少の要因分析—計量経済学手法を用いて—

道中哲也<sup>1</sup>・宮本基杖<sup>1</sup>・横田康裕<sup>1</sup>・Sokh, Heng<sup>2</sup>・Lao, Sethaphal<sup>2</sup>・Ma, Vuthyda<sup>2</sup>・Choeung, Hong narith<sup>2</sup>・Pech, Ket<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>カンボジア王国農林水産省森林局

The objective of the research is to clarify the socio-economic factors affecting forest area changes in Cambodia as part of REDD+ research. Panel data analysis is undertaken to forest area changes from 2002 to 2010 in 18 provinces. Various tests were implemented, and robust estimations were undertaken to solve the problems of heteroskedasticity and serial correlation. This research found that population and gross agricultural production gave negative impacts on forest area changes. Large-scale plantation development, a dummy variable in the model, was found having negative impacts on forest area changes. On the other hand, rice cultivation area, gross industrial production, income and floor area of house by household are not significant to affect forest area changes. Another dummy variable, region, is added by dividing 18 provinces into Tonle Sap Lake region and plateau and mountain region. The result shows no significant difference between these two regions in deforestation.

## P2-043 持続可能な生態的森林管理における森林認証の役割

長池卓男

山梨県森林研

生物多様性の保全にも配慮した持続可能な生物資源の管理と流通を進める民間主導の認証制度の中で、森林認証はもっとも成功している例とされている。「生物多様性国家戦略 2012-2020」「農林水産省生物多様性戦略」などでも今後取り組むべき課題として注目されている。森林からの原材料を使用する企業において、その調達に際しては森林認証製品を用いる企業が急増しており、日本でも例外ではない。このような背景を踏まえて、森林認証に関する研究は、諸外国では急増している。特に、FSC と PEFC などの認証制度間の比較、認証制度自体の正当性、ガバナンスや情報公開のあり方、企業の社会的責任との関係、生物多様性保全への実効性など、様々な点からの活発な議論が行われている。本研究では、主に高橋 (2006) 以降に発表された森林認証に関する最近の研究について類型化を行い、その傾向について分析した。また、それを基に、今後の研究の方向性と課題について考察した。

## P2-045 屋久島における天然スギの潜在的分布域について～屋久島の古地図を利用して～

神谷尚洋<sup>1</sup>・吉田茂二郎<sup>2</sup>・溝上展也<sup>2</sup>・加治佐剛<sup>2</sup>

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

屋久島では、過去多くの天然林が伐採された。伐採地の大部分は人工林へと更新されている。近年、持続可能な森林管理の観点から、生態系の保全が重要な課題になっている。その中で、生育の悪い人工林を本来の自然植生に戻すという試みが行われている。本来の自然植生に戻すためには、その地域の潜在的な植生を知る必要がある。そこでこれまで屋久島の古地図 (1655 年頃作成) に記載された植生の状況を利用して、屋久島の代表的な林相であるスギの潜在的分布域の推定を行ってきた。しかしながら、これまでの研究では、屋久島における過去のスギの分布密度に関する知見が不足していた。そこで本研究では、前出の古地図からスギの存在箇所を抽出し、過去のスギの分布密度を推定した。最後に、古地図から求めたスギの存在箇所と同分布傾向について、生態学的知見およびスギ土埋木の集材地点、さらには既存のスギ立木位置図等と比較した。この結果、古地図から求めたスギの存在箇所と分布傾向は、資料間で概ね一致した。このことから、古地図は江戸時代初期の植生分布、つまり潜在的分布を示している可能性が高いことが明らかとなった。(477 字)

P2-046 海岸のクロマツ菌根に由来する *Cenococcum geophilum* の異なる温度条件下における菌糸伸長

稲葉智美・松田陽介・小長谷啓介・伊藤進一郎

三重大学大学院生物資源学研究所

【目的】夏期に40℃を越す海岸砂地の表層地温は、生物への強い熱ストレスであると考えられる。海岸のクロマツ林では外生菌根菌 *Cenococcum geophilum* (以下、Cg) が優占することが明らかにされている。本研究では、熱ストレスがCgの生育に及ぼす影響を明らかにするため、高温条件下における同菌の菌糸伸長を調べた。【方法】5県6カ所(富山県、石川県、静岡県、愛知県、三重県)の海岸クロマツ林分由来するCg菌株を4段階の温度処理条件下(25、30、35、40℃区)で2週間培養した。直交する2方向への菌糸伸長を菌糸伸長量として算出した。菌糸伸長が確認されなかった菌株は25℃でさらに2週間培養した。【結果】25℃区と30℃区で菌糸伸長がみられ、35℃区、40℃区ではいずれの菌株も全く伸長が認められなかった。しかし、後者の温度区の菌株を25℃で培養すると、35℃区由来の37.5% (15/40 菌株) で菌糸の伸長が確認された。高温条件下でCgは菌糸体の生長を停止させたが、生残していたと考えられる。以上から熱ストレスがCgの生育に及ぼす影響を調査地間で比較し、議論したい。

P2-047 異なる塩化ナトリウム濃度が外生菌根菌 *Cenococcum geophilum* の菌糸成長に及ぼす影響

松田陽介<sup>1</sup>・山川 舞<sup>2</sup>・稲葉智美<sup>1</sup>・小長谷啓介<sup>1</sup>・伊藤進一郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>三重大院生資・<sup>2</sup>三重大生資

【目的】海岸砂丘上に生育するクロマツの根には、しばしば外生菌根菌 *Cenococcum geophilum* (以下、Cg) が優占する。本研究はCgの耐塩性を明らかにすることを目的とし、地理的に多様な海岸林由来するCg菌株について、異なる塩化ナトリウム(NaCl)濃度条件下における培地上での菌糸伸長を明らかにした。【材料】7県8カ所(青森県、富山県、石川県、静岡県、愛知県、三重県、鹿児島県)の海岸クロマツ林分において、林冠を構成するクロマツ成木に形成されたCg菌根から菌を分離、培養し、Modified Melin-Norkran (MMN) 培地で保存した。各Cg菌株について菌体を含む直径6mmのプラグを作成し、NaCl濃度を6段階(最大400mM)に調整したMMN培地上に静置した。暗条件下、25℃で2か月間培養し、10日毎に直行する水平方向の菌糸伸長量をノギスで計測した。【結果】現在のところ、菌糸伸長は100mMか200mM以上の試験区で抑制される傾向にあった。以上より、調査地内、調査地間におけるCg菌株間の耐塩性の差異について議論したい。

P2-048 房総半島におけるヒメコマツ実生苗のマツ材線虫病抵抗性について

軽辺 勉<sup>1</sup>・米道 学<sup>2</sup>・塚越剛史<sup>1</sup>・里見重成<sup>1</sup>・梁瀬桐子<sup>1</sup>・久本洋子<sup>1</sup>・山田利博<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学千葉演習林・<sup>2</sup>東京大学演習林教育研究センター

【目的】千葉県房総丘陵のヒメコマツは寒冷期の遺存植物として大変貴重であるが近年急激に個体数が減少し、千葉県では平成22年に最重要保護生物に指定し「生物多様性ちば県戦略」を策定し保護している。主たる減少要因のひとつとしてマツ材線虫病が考えられることから、天然成木で残存している個体はマツ材線虫病抵抗性が高い可能性がある。そこで、天然成木由来の実生苗にマツノザイセンチュウを接種しマツ材線虫病抵抗性を検証した。【方法】自然交配苗3家系(集団内個体由来2家系、孤立木由来1家系)および人工交配自殖苗1家系に強病原性マツノザイセンチュウ(Ka-4株)5,000頭/本を2011年7月下旬と2012年8月上旬に連年接種し、接種年の10月に枯損調査をした。【結果】自然交配苗の累積生存率は75、50、25%でありその内孤立木由来家系の生存率が最も低く人工交配自殖苗と同程度であった。房総のヒメコマツ個体群は互いに離れて生育しているため花粉流動が低く自殖が多いことが明らかになっている。今回の接種試験の結果孤立木由来の実生苗の生存率が低かったことから小集団化による自殖が材線虫病抵抗性を低下させることが示唆された。

P2-049 抵抗性アカマツ検定林における被害木伐倒駆除の効果

磯田圭哉<sup>1</sup>・杉本博之<sup>2</sup>・岩泉正和<sup>1</sup>・坂本庄生<sup>1</sup>・岡村政則<sup>1</sup>・河合貴之<sup>1</sup>・松永孝治<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所林木育種センター関西育種場・<sup>2</sup>山口県農林総合技術センター・<sup>3</sup>森林総合研究所林木育種センター九州育種場

愛媛県四国中央市土居町の西山国有林内に1993年(54号検定林)および1994年(55号検定林)に設定した抵抗性マツ検定林では、2005年よりマツ材線虫病による枯損被害が発生しており、2008年ごろから被害が激化した。54号検定林では、2009年までは累積枯死率に家系間差がみられたが、その後、被害激化に伴い家系間差が検出されなくなり、激害化すると抵抗性の強さに関係なく枯死することが示唆された。そのような抵抗性アカマツ林において、林内の枯死木の伐倒駆除が被害量に影響するかを検討するため、2012年4月に54号検定林内の枯死木の伐倒駆除を行ない(駆除区)、55号検定林は伐倒駆除を行わず比較対照とした(未駆除区)。6月~9月に、月1回2週間粘着トラップを設置し、捕殺されたマツノマダラカミキリの頭数を調査した結果、駆除区の方が全期間を通じてやや少なく、発生初期に特に少ない傾向が見られたが、有意差は見られなかった。また、11月末に枯損率を調査したところ、未駆除区の41%に対し、駆除区は22%と有意に低い値を示し(カイ2乗検定、 $P < 0.001$ )、伐倒駆除が被害量低減に効果を示すと考えられた。

P2-050 電気インパルスがクロマツの苗木及びマツノザイセンチュウの生残に与える影響

恒川佳世<sup>1</sup>・松永孝治<sup>2</sup>・梶村 恒<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名大農・<sup>2</sup>林育セ九州・<sup>3</sup>名大院生命農

電気インパルス(人工的に発生させた静電気による衝撃)は、殺菌効果と植物の生理活性向上効果が示唆されており、樹木病害の防除に有用なツールになる可能性がある。実際に、マツ枯れ用の市販品もあるが、その裏付けとなる基礎データの十分な蓄積が必要である。そこで本研究では、マツノザイセンチュウ(以下、線虫)とクロマツ苗木に様々な電気印加を行い、その影響を検証した。

まず、シャーレ中の線虫(Sc9)懸濁液(5万頭/ml)に電気印加(4、9万Vと1、5分)を行い、その生死を確認した。また、2年生の感受性苗(佐伯署3)と抵抗性苗(三崎90、小浜30)を用意し、①電気印加(9万V、1分)区、②線虫接種区、③電気印加後線虫接種区、④線虫接種後電気印加区、⑤対照区を設け、蒸散量、樹脂滲出状況、針葉変色度を、7月下旬から2ヶ月間毎週記録した。その後、通水域の染色と観察、線虫の再分離と計数を行った。

その結果、4万V、1分でも線虫が死亡したが、樹体内での殺虫効果はなかった。また、①の蒸散量は低下しなかったが、③と④では②よりも衰弱と枯死が進行した。この傾向は感受性苗で顕著だった。今後、条件を変えた追試が必要である。

P2-052 ストローブマツに侵入した樹皮下キクイムシおよびその孔道から分離された *Leptographium* 属菌

安藤裕萌<sup>1</sup>・升屋勇人<sup>2</sup>・山岡裕一<sup>1</sup>・稲葉重樹<sup>3</sup>・徳増征二<sup>1</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>製品評価技術基盤機構バイオテクノロジーセンター

*Leptographium* 属菌(完全世代:*Grossmannia* 属菌)は、針葉樹の青変や枯死を引き起こす樹木病原菌を含み、媒介昆虫としてキクイムシ類と関連していることが知られている。わが国において、五葉松類に侵入するキクイムシ類と本属菌の関連性については、あまり調査されていない。そこで本研究では、ストローブマツに侵入する樹皮下キクイムシと *Leptographium* 属菌の関連性を明らかにすることを目的とした。2012年6月下旬に、筑波大学農林技術センター八ヶ岳演習林(長野県南佐久郡)において、当年に伐倒、集積されたストローブマツ丸太に侵入していた樹皮下キクイムシ成虫およびその孔道から *Leptographium* 属菌を分離した。分離された菌株は、形態観察および分子系統解析により同定した。その結果、3種の樹皮下キクイムシ成虫(トランスバイカルキクイムシ、マツノホソジキクイムシ、ホシガタキクイムシ)およびその孔道から、2種の *Leptographium* 属菌が分離された。中でも、トランスバイカルキクイムシ成虫とその孔道から高頻度で *L. koreanum* が分離され、両者の関連性が強いと考えられた。

P2-051 千葉県における無人ヘリコプターと地上からの薬剤散布による松くい虫防除の効果の検討

松浦 孝憲<sup>1</sup>・福原一成<sup>1</sup>・遠藤良太<sup>1</sup>・本山直樹<sup>2</sup>・唐 常源<sup>3</sup>・孫静<sup>3</sup>・張 翹鵬<sup>3</sup>・韓 志偉<sup>3</sup>・小林弘和<sup>3</sup>・田畑勝洋<sup>4</sup>・山田利博<sup>5</sup>

<sup>1</sup>千葉県農林総合研究センター森林研究所・<sup>2</sup>東京農業大学総合研究所・<sup>3</sup>千葉大学大学院園芸学研究所・<sup>4</sup>岐阜県立森林文化アカデミー・<sup>5</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科付属演習林千葉演習林

【目的】千葉県では近年、海岸クロマツ林で松くい虫被害が増大しており、従来の地上からの薬剤散布(地上散布)に加え、2010年から無人ヘリコプターによる薬剤散布(無人ヘリ散布)が開始された。そこで、地上散布と無人ヘリ散布による松くい虫防除効果の違いを明らかにするために調査を行った。【方法】千葉県長生郡白子町(2010年及び2011年)と館山市(2011年及び2012年)の30~60年生クロマツ林において地上散布区域、無人ヘリ散布区域に、毎年5月にそれぞれ試験区を設定して4回試験を行った。試験区面積は各400m<sup>2</sup>、試験区数は両散布処理とも各回3~5区である。1区あたりの調査対象本数は36~254本であり、11月に当年枯れと判断される枯損木の本数を数えて、枯損率を算出した。【結果】全ての試験区でそれぞれ抽出した調査木(5本)のほとんどから、ベールマン法によってマツノザイセンチュウが確認された。調査した4回の枯損率は地上散布区で14.9~62.3%、無人ヘリ散布区で3.8~42.2%であった。また年及び場所ごとに、それぞれ地上散布区と無人ヘリ散布区の枯損率を比べると、全てにおいて無人ヘリ散布区の枯損率が低い値となり、無人ヘリ散布の方が松くい虫防除効果が高かった。

P2-053 スギ・ヒノキ人工林内大気中の菌類胞子数の季節変化

高畑義啓・宮崎和弘・小坂 肇

森林総研九州

現在著者らは、スギ・ヒノキ人工林の主伐において、林分内の複数の帯状区画内のみ伐採を行う方法(帯状伐採)が、伐採後に植栽される苗木の病害に与える影響について調査を行っている。周辺の成立木から胞子で伝播する病気を把握するため、林内に落下する糸状菌胞子数と種類を調査した。熊本県菊池市のスギ・ヒノキ人工林で、帯状伐採および皆伐予定区内の各1地点に寒天平板培地を置き、これを実験室に持ち帰って培養し、出現したコロニー数を落下胞子数とした。調査は2011年6月から2012年12月の間、およそ2週間に一度行った。胞子は1~2月にはほとんど落下せず、5月に最多(帯状伐採予定区1.3cm<sup>-2</sup>min<sup>-1</sup>、皆伐予定区0.47cm<sup>-2</sup>min<sup>-1</sup>)となり、その後は減少して12月には再びほとんど出現しなくなった。単離できた菌株のうち、現時点までにDNA情報または形態により同定できた菌は *Pestalotiopsis* 属菌やカワラタケなど、弱い病原菌や腐生的な菌であった。現時点での情報から判断すると、本調査地では帯状伐採後に植栽された苗木に深刻な病害が発生する可能性は低いと思われる。



## P2-054 スギ辺材腐朽菌の接種試験

服部 力<sup>1</sup>・宮下俊一郎<sup>1</sup>・長谷川絵里<sup>1</sup>・栗生 剛<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>和歌山県林業試験場

スギ辺材の腐朽部位から分離された担子菌類のスギ生立木への接種結果について報告する。接種には、和歌山県内のスギ辺材腐朽部から分離された2種の担子菌類(ヒメカバイロタケモドキおよび未同定種)各2株を供試した。オガ粉米ぬか培地上にきのこ栽培用種駒を設置、供試菌を移植後2ヶ月培養、種駒を接種源とした。森林総合研究所関西支所(京都市)内のスギ生立木樹幹にドリルで穿孔、種駒を接種後、接種孔口をワセリンで封鎖した。接種後14~16ヶ月後に被接種木を伐採し、辺材内の変色を観察するとともに菌の再分離を行った。ヒメカバイロタケモドキを接種した区では、種駒から辺材内の上下に各5~25cm反応帯(変色)が形成され、ほとんどの接種木について反応帯の内側(種駒側)から接種した菌が再分離された。未同定種については各3~10cm反応帯が形成、同様にほとんどから菌が再分離された。心材側の反応帯は前者では一般に不明瞭であったが、後者では明瞭に形成された。両種ともにスギ生立木辺材内に高い頻度での侵入・定着が認められ、病原性を有すると考えられるが、材内への侵入速度や菌に対する宿主の反応パターンが異なることが示唆された。

## P2-056 *Sydowia japonica* によるヒノキ花粉への感染機構

廣岡裕史<sup>1</sup>・秋庭満輝<sup>1</sup>・升屋勇人<sup>1</sup>・市原 優<sup>2</sup>・高畑義啓<sup>3</sup>・壽田智久<sup>4</sup>・山本茂弘<sup>5</sup>・矢田 豊<sup>6</sup>・窪野高徳<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>4</sup>福島県森林研究センター・<sup>5</sup>静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター・<sup>6</sup>石川県農林総合研究センター林業試験場

我々は、スギ雄花に特異的に寄生する子囊菌類、*Sydowia japonica* を用いたスギ花粉飛散抑制技術の開発を行っており、これまでの本菌を用いた接種試験の結果、80%以上のスギ花粉の飛散を抑制することに成功している。今回は、2011年11月から翌年3月まで、毎月ヒノキ雄花に*S. japonica*の分生子を接種すると同時に、接種区ごとの*S. japonica*の感染機構を検討した。接種試験の結果、すべての接種区の*S. japonica*は、約1ヶ月で雄花表面に菌糸を伸ばし、花粉嚢に到達したが、その後は生育が停止し、4月上旬の花散開始直前になって始めて花粉に菌糸を貫入させ、雄花を枯死させた。しかし、花粉飛散終了後にそれら枯死した雄花をSEMで観察したところ、50%近い花粉はすでに飛散していた。なお、ヒノキ花粉の成熟度は、4月上旬から花粉が飛散するまでの約2週間のみ小孢子であった。これらの結果から、*S. japonica*がヒノキ花粉の飛散を完全に抑制できなかった理由として、本菌の感染可能なヒノキ花粉の小孢子期がわずか2週間足らずであり、スギ花粉の5ヵ月間と比べ極端に短いためと考えられた。

## P2-055 サンプスギ以外のスギ品種における非赤枯性溝腐病の発生

太田祐子<sup>1</sup>・木村 恵<sup>1</sup>・服部 力<sup>1</sup>・幸由利香<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総研・<sup>2</sup>千葉県農林総合研究センター

スギ非赤枯性溝腐病は、チャアナタケモドキ(*Fomitiporia* sp.)を病原菌とする辺材腐朽病である。千葉県山武地方のスギの挿し木品種であるサンプスギに多発する病害とされ、サンプスギ以外の品種については千葉県を除いてこれまで報告がない。2012年に京都市の森林総合研究所関西支所構内のスギ林において非赤枯性溝腐病による激害が発見された。そこで本研究では京都市で発見された非赤枯性溝腐病罹病スギとサンプスギとの血縁関係を明らかにすることを目的とし、罹病スギ個体10個体と、千葉県森林研究所圃場に保存されている「サンプスギ」25個体について、マイクロサテライトマーカー8遺伝子座を用いてクローン解析と血縁度の計算を行った。その結果、1) 供試したサンプスギ個体は同一クローンであった。2) 罹病個体10個体から8クローンが検出され、これらに強い血縁関係は認められなかった。3) 罹病個体とサンプスギとの間に強い血縁関係は認められなかった。これより、スギ非赤枯性溝腐病はサンプスギ以外のスギ品種においても発生することが明らかにされた。

## P2-057 *Raffaelea quercivora* 接種がミズナラ樹体内の水分通道に与える影響

高橋由紀子・福田健二

東京大学大学院新領域創成科学研究科

ブナ科樹木萎凋病は、病原菌 *Raffaelea quercivora* の感染に起因する局所的な通水阻害の多重発生によって引き起こされる。この通水阻害にはキャビテーションの発生が関与していると推察されてきたが、本病の主因である菌糸の動態に着目した研究は少なく、菌糸分布と通水阻害発生との関係も明らかにされていない。本研究では、*R. quercivora* 接種がミズナラ樹体内の水分通道に与える影響を明らかにするために、宿主樹体内の菌糸分布と水分分布との位置関係について調査した。病原菌菌糸を蔓延させた湿潤爪楊枝または対照として無菌の湿潤爪楊枝を接種したミズナラポット苗および無処理苗について、水ポテンシャル測定による水ストレス評価、酸性フクシン水溶液染色法による通水部位の染色とクライオ走査電子顕微鏡による水分分布の詳細な観察、および、rDNA-ITS領域の塩基配列を元にした *R. quercivora* 特異的プライマーによる検出とFITC標識コムギ胚芽レクチン(F-WGA)による菌糸分布の観察を行った。観察から得られた画像データを解析し、その他の測定項目と併せて考察した。

P2-058 電気インパルスはカシノナガキクイムシ穿入木の通水機能を回復させる —グラニエ法による検証—

大脇琴美<sup>1</sup>・田中延亮<sup>2</sup>・梶村 恒<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名大院生命農・<sup>2</sup>東大演

我々は前回大会において、カシノナガキクイムシがマサアタックしたコナラに電気インパルス（電気の印加による衝撃）を与えた場合、枯死を免れることを示唆した。この現象を説明する仮説の一つとして、樹木の通水機能が活性化されたことが考えられる。そこで今回は、未穿入木と穿入木に同じ試験を実施し、グラニエ法（ヒーター付きおよびヒーター無し温度センサーによる温度差から、樹液流速を算出する方法）を用いて通水状態を数値化し、上記の仮説を検証した。

異なる穿入孔密度（①無、②少：～0.5孔/100cm<sup>2</sup>、③多：0.5～1.25孔/100cm<sup>2</sup>）のコナラ（DBH 27～37cm）を2個体ずつ計6個体選定し、樹液流速を2012年7月31日に測定した。その後、8月8日に一方のみに電気（9万V）を印加し、樹液流速を8月9、16日に測定した。また、期間を通じて供試木の樹幹表面を観察し、当年の穿入孔をチェックした。その結果、新規穿入孔は確認できなかったが、②と③で、対照区に対する電気区の樹液流速の割合が顕著に増加した。このことから、電気インパルスによって穿入木の通水を改善させる何らかの変化が生じることが判明した。

P2-060 コナラ属3樹種の実生からの放線菌の分離と *Raffaelea quercivora* に対する拮抗性

伊藤瑠里子・松田陽介・伊藤進一郎

三重大学大学院生物資源学研究所

【目的】ブナ科樹木の萎凋病に対して様々な防除法が試みられている。本研究では、多様な二次代謝物を生産する放線菌の本病への生物的防除法の導入の可能性を探るため、コナラ属3樹種から病原菌 *Raffaelea quercivora* に対して拮抗性を示す放線菌の探索を行った。【方法】コナラ、アラカシ、ウバメガシの実生（三重県）とコナラ実生（愛知県、滋賀県）を採取し、葉、茎、根系、周辺土壌に分け、各部位から放線菌を分離、純化した。放線菌株と *R. quercivora* 6菌株を1/2PDA培地上に静置し対峙培養を行った。7日間の培養後、両者の間に形成された生長阻止帯の距離を計測した。【結果】現時点で3樹種全てから放線菌が分離され、純化された菌株は実生由来80、周辺土壌由来380であった。これら460菌株のうち、約4%が生長阻止帯を形成したが、阻止帯幅は菌株により4～25mmの差が見られた。以上より、コナラ属実生の周辺には放線菌が偏在しており、その中に *R. quercivora* の生長を抑制し強い拮抗性を示す菌株が存在した。

P2-059 殺菌剤少量注入処理によるナラ枯れ予防方法の検討

岡田充弘<sup>1</sup>・猪野正明<sup>2</sup>・齊藤正一<sup>3</sup>・吉濱 健<sup>2</sup>・衣浦晴生<sup>4</sup>・所雅彦<sup>5</sup>

<sup>1</sup>長野県林業総合センター・<sup>2</sup>サンケイ化学株式会社・<sup>3</sup>山形県森林研究研修センター・<sup>4</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>5</sup>森林総合研究所

【目的】ブナ科樹木萎凋病被害（以下、ナラ枯れ）の枯損予防のための殺菌剤樹幹注入処理は、注入容器の運搬手間、処理後の回収など作業コストが高いことや薬剤コストが高いことなどの問題を解決する必要がある。これらの問題に対応するため、より簡易で作業コストを抑えた高濃度の殺菌剤少量樹幹注入処理方法の実用性、及び効果を検討した。【方法】少量注入であっても樹体で適切に分散する製剤を選択するため、長野県塩尻市のコナラ林分で製剤、及び注入量の組合せを変えた注入処理を行い、樹体内分散状況を調査した。また、その結果を基に選択した新規薬剤の少量樹幹注入処理による現地試験を長野県、及び山形県の被害林分で実施した。【結果】樹体内の薬剤分散は、新規薬剤の少量注入処理であっても、登録薬剤による現行処理と違いがみられなかった。現地試験では、長野県、山形県とも新規薬剤の少量樹幹注入処理及び登録薬剤の現行処理の供試木のナラ枯れによる枯損率はともに0%で、無処理の供試木は23～25%であり、新規薬剤による少量樹幹注入処理は現行の樹幹注入処理と同等の枯死予防効果が認められた。

P2-061 サクラ類こぶ病の発病に関与する要因

石原 誠<sup>1</sup>・秋庭満輝<sup>2</sup>・佐橋憲生<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>森林総合研究所

サクラ栽培品種ソメイヨシノはサクラ類こぶ病の主な宿主と報告されているが、植栽地での自然発病や野外環境下での接種処理でほとんど発病せず、温室などの光量が不足する施設内で接種すると発病することから、ソメイヨシノの本病に対する感受性は光量によって変化する可能性が考えられた。よって、野外と室内で光量を制御した条件下で、ソメイヨシノ等のサクラ類に接種実験を行って発病と光の関係について解明を試みた。野外における寒冷紗被陰下による接種実験の結果、供試4樹種の内、ヤマザクラ、ソメイヨシノ、オオシマザクラの3樹種で、低度被陰下（遮光率33%）と中程度被陰下（遮光率50%）で罹病度が上昇する傾向が認められた。一方、セイヨウミザクラの栽培品種ナポレオンでは無被陰区同様に発病し、光量に関わらず感受性が高いことが分かった。人工気象室でソメイヨシノに対して光量と照射時間を変えて行った接種実験では、光量または照射時間の増大と共に、罹病度が減少する傾向が認められた。以上のことから、サクラ類は一部の高感受性品種を除き、光量によって感受性が変化することが明らかになった。

P2-062 *in situ* ハイブリダイゼーション法によるサクラてんぐ巢病菌 *Taphrina wiesneri* の検出

宮永智悠<sup>1</sup>・山岡裕一<sup>1</sup>・田中栄爾<sup>2</sup>・石井英夫<sup>3</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>石川県立大学 生物資源環境学部・<sup>3</sup>農業環境技術研究所

サクラてんぐ巢病の病原菌である *Taphrina wiesneri* の生活環には不明な点が多い。罹病当年枝内ではこれまでに、芽の分裂組織と二次師部を伸展する菌糸が組織学的観察によって確認されているが、この菌糸が *T. wiesneri* である直接的な証拠はない。そこで本研究では *in situ* ハイブリダイゼーション (ISH) 法を用いて罹病当年枝内の菌糸が *T. wiesneri* であることを確かめた。28SrDNA 内に存在する *Taphrina* 属菌に特異的な塩基配列を用いてプローブ TapD1/D2 を作成した。これを用いて特異性試験を行ったところ、*T. wiesneri* を含む *Taphrina* 属菌の DNA プロットでシグナルが得られ、サクラの内生菌のプロットからは得られなかった。このことから、TapD1/D2 は *Taphrina* 属菌に特異的に反応することが示された。そこで TapD1/D2 を用いて ISH を行ったところ、罹病当年枝では芽の分裂組織を伸展する菌糸からシグナルが得られたことから、この菌糸が *Taphrina* 属菌であることが確認された。

P2-064 ニレ類立枯病菌の日本産菌株における病原力比較

升屋勇人<sup>1</sup>・市原 優<sup>2</sup>・石原 誠<sup>3</sup>・山口岳広<sup>3</sup>・神崎菜摘<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>3</sup>森林総合研究所北海道支所

ニレ類立枯病の日本産ニレ科樹種に対する病原性評価のため病原力の菌株間差を5年生のケヤキ、ハルニレ、オヒョウ苗で評価した。接種源はハルニレ由来の *Ophiostoma ulmi*、*O. novo-ulmi* ssp. *americana*、ケヤキ由来の *O. ulmi* を各5菌株用いた。直径5mmの樹皮片をくりぬき、同径の含菌寒天を埋め込み、パラフィルムで被覆した。接種から1週間毎に外部病徴の観察を行い、約7週目に接種木を回収した。各苗を剥皮し、樹皮下に形成された壊死の垂直方向の長さ、接種点の断面における変色を観察した。その結果、対照区ではいずれの樹種でも外部、内部において顕著な病徴の発達は認められなかった。接種木では、各種の菌株ごとに病原力が異なっていたが、特にケヤキ由来の *O. ulmi* およびハルニレ由来の *O. novo-ulmi* が、全ての菌株について安定して大きい壊死斑をケヤキに対して形成した。結論として菌株ごとに病原力は異なるが、*O. novo-ulmi* が平均して強い病原力を有すると判断された。また日本産ニレ類においては、ケヤキが最も感受性があると考えられた。

P2-063 多摩森林科学園における幼果菌核病発生のサクラ系統間の差異

長谷川絵里<sup>1</sup>・秋庭満輝<sup>2</sup>・岩本宏二郎<sup>3</sup>・勝木俊雄<sup>3</sup>・太田祐子<sup>2</sup>・高畑義啓<sup>4</sup>・石原 誠<sup>5</sup>・佐橋憲生<sup>2</sup>・窪野高徳<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所多摩森林科学園・<sup>4</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>5</sup>森林総合研究所北海道支所

サクラ類の系統間で、サクラ類幼果菌核病の罹病程度に差異があるかを知るため、森林総合研究所・多摩森林科学園(東京都八王子市)内のサクラ保存林で、2009~2012年に調査を行った。まずサクラ類26の種・栽培品種各2~8本について、サクラ1本当たり約600枚の葉の罹病葉と健全葉の数を数えた。次に、サクラ類約370栽培ライン(栽培ライン:同じ親木から採取した穂木を接ぎ木で増殖した苗からなる一群)各1本について、樹冠に占める罹病葉の割合を5段階で評価した。両調査において全調査年にわたり、カラミザクラ・カンヒザクラ・マメザクラの系統に罹病するものが多く、罹病程度も激しいという結果が得られた。また、2011年には調査対象木全体の罹病程度の著しい低下が生じ、2012年にもそれ以前ほどの被害は見られず、幼果菌核病の罹病程度には激しい年変動があることが明らかになった。

P2-065 センダンこぶ病の発生傾向とその要因の分析

廣石和昭・石原 誠・秋庭満輝・佐橋憲生・野口琢郎・横尾謙一郎  
熊本県林業研究指導所

はじめに

センダン *Melia Azedarach* Lin. はケヤキ、キリ等の代替材として家具材、内装材に用いられ、熊本県において単伐期施業による林業所得の向上を目標としてセンダンの育成技術を開発してきた経緯がある。しかし、センダンこぶ病 Bacterial Gall of Chinaberry が県内の広い範囲で確認されるようになり、センダン造林に支障を来している。そこで、本病の被害軽減方法を検討するため、県内における発病傾向を調査した。

材料と方法

県内道路沿いに自生するセンダンを対象とした罹病分布調査を2007年以降行った。またセンダン芽欠き試験区において植栽3年後のこぶ発生数を調査し、樹高階層別にこぶ発生の空間分布図を作成した。

結果

センダン自生木がみられる平野部の広い範囲で本病の罹病が確認された。しかし人吉盆地にあっては罹病木は確認されなかった。センダン芽かき試験区におけるこぶ分布調査から、樹高が低い階層では開放方向である東側を中心にこぶ発生数が多い様な分布を示した。階層が高くなるにつれてこぶ発生数の分布は徐々に南側へと遷移し、かつ集中する傾向が見られた。

P2-066 メヒルギ稚樹の内生菌相への潮汐による冠水の影響

亀山統一

琉球大学農学部

メヒルギは、琉球列島の主要なマングローブ樹種であり、その種子は母樹上で発芽し、胚軸を長く伸ばして落下し、漂流後、定着先で発根・展葉する。メヒルギ茎葉における内生菌相の確立過程を明らかにするために、胚軸が未露出の胎生芽、成熟し胚軸が露出した樹上の胎生芽（散布体）、漂流中の散布体、定着し成長を始めた稚樹から、それぞれ内生菌を分離し、種組成や分離頻度を検討した。母樹上の胎生芽の胚軸・子葉では、多くの場合、周囲の成木茎葉と比較して、分離頻度が著しく低く、種組成も相違した。この傾向は、漂流中の散布体や定着後の稚樹でも同様であった。一方、同一林分の樹高の高いメヒルギ成木の茎葉では、後背の陸上森林の構成樹種からもよく分離される、広宿主範囲の数種の内生菌群が優占的であるが、この傾向は成木の樹齢に関係なく現れる。また、これらの優占菌種の分生子をメヒルギ稚樹の葉面に与えると高い感染性を示すことが示されている。以上から、メヒルギ散布体は内生菌の母樹からの伝播や胞子感染の頻度が低く、また、定着後の稚樹は潮汐により冠水する位置では胞子感染が阻害されることにより、内生菌相が成木と異なることが明らかにされた。

P2-068 山梨県甲府盆地における外来樹木ニワウルシの遺伝構造

中馬美咲・黒河内寛之・齊藤陽子・井出雄二

東京大学大学院農学生命科学研究科

外来樹木ニワウルシは、その種特性から日本においても侵略性を示すのではないかと危惧され、その分布や拡大等が注目されている。甲府盆地における分布状況を調査した結果、ニワウルシの集中する地域が複数特定され、地域ごとにニワウルシの分布を決定する環境条件が異なることが明らかとなった。そこで本研究では、同地域において葉緑体 SSR を利用し、ニワウルシの遺伝的特徴を明らかにすることで、それぞれの分布拡大の過程が異なるかを推定した。分布が集中している地域を中心に森林周辺から 12 集団、農耕地周辺から 9 集団、市街地から 2 集団の計 23 集団、456 個体を採集し、ハプロタイプを決定した。その結果、2 ハプロタイプが認められたが、集中地域や土地利用によるハプロタイプの分布の偏りはなかった。1つのハプロタイプは調査地全体に見られた。しかし、もう1つのハプロタイプは調査範囲の北西から南に流れる釜無川の西側 8 集団と市街地の 2 集団にのみ分布した。このことから、ハプロタイプごと及び地域ごとに分布の拡大過程が異なるが推察される。

P2-067 白神山地高倉森におけるハウチワカエデ稚樹集団のクローン構造と遺伝的構造

岡山 巧<sup>1</sup>・成田真智子<sup>2</sup>・鳥丸 猛<sup>1</sup>

<sup>1</sup>弘前大学・<sup>2</sup>青森県庁

はじめに ラメートとジェネット間の遺伝構造の比較は、クローン繁殖と有性繁殖の貢献度を評価できる。また世代間の遺伝構造の比較は、遺伝的変異を解明する上で有効である。本研究は白神山地のハウチワカエデ稚樹を対象に SSR 解析を用い、クローン多様性の評価と遺伝構造の比較を行った。材料と方法 青森県白神山地内の世界自然遺産緩衝地域に属する高倉森固定調査区内の 1.2ha を調査区に設定した。稚樹を対象に毎木調査を実施し、SSR 解析を行った。そして Simpson の多様性指数からクローン多様性を評価し、成田 (2012) のデータを使用し、サイズ階級間の  $S_p$  統計量を比較した。結果と考察 477 ラメートから 342 ジェネットが区別された。Simpson の多様性指数は、両稚樹で高い値 (0.998) であり、また近距離 (20 m) でのクローン形成と種子散布がみられた。 $S_p$  統計量は、成木 > 小稚樹 > 大稚樹となり、稚樹間での間引きが示唆された。また成木集団では ①異なる世代の重複、あるいは ②風衝地帯の環境下での血縁選択が示唆された。

P2-069 日本産ナツツバキ属樹木における葉緑体ハプロタイプの分布

宮田智浩・齊藤陽子・黒河内寛之・井出雄二

東京大学大学院農学生命科学研究科

ナツツバキ属 (*Stewartia*) はツバキ科で唯一落葉樹から構成される属で、日本にはナツツバキ・ヒメシヤラ・ヒコサンヒメシヤラの 3 種が分布する。これらに対し、ナツツバキは東北南部以南に広く分布するのに対し、ヒメシヤラとヒコサンヒメシヤラは神奈川県以西の太平洋側に分布が限定されている。本研究では、このような分布様式の違いや種間交雑の影響が、3 種の遺伝構造にどのように反映されているかを明らかにするために、葉緑体ハプロタイプの地理的分布を調査した。

ナツツバキ 19 産地 (おもに北陸・中部地方)、ヒメシヤラ 19 産地 (分布域全体)、ヒコサンヒメシヤラ 6 産地 (東海・九州) の各産地 1~4 個体について、葉緑体 DNA の *psbA-trnH* 領域約 400 bp のシーケンスを行った。1か所のモノヌクレオチド・リピートを除いて各個体のハプロタイプを決定した結果、全体で 7つのハプロタイプが検出された。ハプロタイプの地理的な分布は、3種いずれもランダムなものではなく、地理的な構造がみられた。7つのハプロタイプのうち 3つは種間で共有され、一部で同所的な共有もみられたことから、浸透交雑の可能性も示唆された。

P2-070 フタバガキ科 *Shorea macroptera* の遺伝子流動と遺伝的多様性

Abdul Rahman, Khairul Azmi<sup>1</sup>・谷 尚 樹<sup>3</sup>・Pakkad, Greuk<sup>5</sup>・上野 真 義<sup>2</sup>・Lee, Soon Long<sup>3</sup>・Muhammad, Norwati<sup>3</sup>・津村義彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学生命環境・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>マレーシア森林研究所・<sup>4</sup>国際農林水産業研究センター・<sup>5</sup>チェンマイ大学

*Shorea macroptera* belongs to the family of Dipterocarpaceae. For the effective management of the population, we investigated genetic diversity and gene flow of the species. The samples of *S. macroptera* were obtained from the 40 ha plot of Pasoh Forest Reserve in Malay Peninsula. Seeds and seedlings from 10 mother trees and inner barks from 64 mature trees with diameter breast height over 30 cm in the plot were collected. All samples were genotyped by 7 microsatellite loci. Genetic diversity statistics were calculated for each adult, seed and seedling population. Adult population had higher genetic diversity, while seed and seedling populations showed lower diversity values. In addition, some diversity parameters for seedlings were significantly smaller than those of seeds. We also present mating and gene flow models of the species.

P2-072 栃木県那須岳におけるミヤマナラのクローン構造

遠川千聡<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>1</sup>・中山ちさ<sup>2</sup>・飯塚和也<sup>3</sup>・大久保達弘<sup>1</sup>

<sup>1</sup>宇都宮大学農学部・<sup>2</sup>宇都宮大学大学院農学研究科・<sup>3</sup>宇都宮大学農学部付属演習林

日本海側の偽高山帯に広く見られるミヤマナラ群落は匍匐した多数の幹からなることが多い。これらの幹が伏条更新（無性繁殖）によって生じた一つの個体（クローン）からなるのか、実生更新（有性繁殖）によって生じた多数の個体からなるのか不明である。本研究はミヤマナラのクローン構造と更新様式を DNA 分析によって明らかにすることを目的とした。調査地は、福島・栃木県境の那須山系大峠山（標高約 1550 m）の 1 つの孤立したミヤマナラ群落（サイズは約 12 m×10 m）である。明らかに根や匍匐幹の繋がりを持たない 93 幹の位置を測量し、DNA 分析用の葉試料を採取した。DNA 抽出後、ナラ類の EST-SSR マーカー（Ueno et al. 2008）を用いて、5 遺伝子座の遺伝子型を決定した。遺伝解析の結果、調査群落は 4 つのクローンからなっていた。クローン A は 87 幹（ラメット）からなり、調査群落を全面に広がっていた。その他のクローン B~D は 1~3 幹からなり、実生更新によって生じた個体と推察された。以上から、ミヤマナラ群落の更新は、幹の倒伏等による伏条更新が優位であり、まれに実生更新が生じていると推察された。

P2-071 アオダモ類の形態及び DNA 塩基配列における変異

福田陽子<sup>1</sup>・宮本尚子<sup>2</sup>・那須仁弥<sup>2</sup>・大谷雅人<sup>2</sup>・田村 明<sup>1</sup>・山田浩雄<sup>1</sup>・矢野慶介<sup>1</sup>

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

アオダモは優良なバット材として知られているが、近年資源が減少しており、持続的な利用に向けて人工造林が進められている。アオダモの近縁種であるマルバアオダモは、鋸歯の形態により識別できるとされているが、連続的な変異を示すために識別が困難な場合も多い。本研究では、アオダモ類の遺伝資源管理を効率的に推進するため、従来から分類形質として利用されてきた鋸歯の深さ及び冬芽の毛の有無に加え、葉緑体 DNA の非コード領域における塩基配列の変異を用いた樹種識別の可能性を検討した。それぞれの樹種に地理的変異が存在する可能性も考慮し、アオダモについては 25 カ所、マルバアオダモについては 10 カ所で採取した試料について解析を行った結果、明瞭な種間変異は見出せなかった。そこで、同じトネリコ属トネリコ節に属するミヤマアオダモ、ヤマトアオダモ、シマトネリコについても、比較対象として遺伝的解析を進め、節内における種間変異を検討した。

P2-073 鳥取県西部に分布拡大したアオモジの遺伝構造

河原崎知尋<sup>1</sup>・兼子伸吾<sup>2</sup>・井鷲裕司<sup>3</sup>・川口英之<sup>4</sup>

<sup>1</sup>島根大学大学院生物資源科学研究科・<sup>2</sup>福島大学大学院共生システム理工学研究科・<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>4</sup>島根大学生物資源科学部

アオモジ（クスノキ科ハマビワ属）は、雌雄異株の落葉小高木である。近年、本来分布がみられなかった地域での分布、およびその拡大が報告されている。山陰地方では、鳥取県安来市の東部から、鳥取県米子市、大山町の東部にいたる分布拡大が確認されている（川口ら、日本森林学会関西支部大会 2009）。本研究では、アオモジのマイクロサテライトマーカーを開発し、この地域に分布拡大したアオモジの遺伝構造を解析した。

鳥取県西部に分布拡大しているアオモジについて、7ヶ所計 106 個体から葉を採取して、10 遺伝子座のマイクロサテライトマーカーで解析を行った。その結果、遺伝子座あたりの対立遺伝子の数は、全体で 2 から 15、平均値は 7.0 であった。採取場所ごとのアオモジの対立遺伝子の組成と頻度を比較した結果、米子市東部から大山町にいたる集団と、米子市南西部の陰田町を中心として西に位置する集団で異なっていた。これらの結果から、当該地域のアオモジは、少なくとも数個体以上の個体が現在の集団の起源となっていること、東西の集団で起源が異なることが推測された。

P2-074 ヒマラヤ産シャクナゲ 5 種における生育標高と葉の通水コンダクタンス

種子田春彦<sup>1</sup>・池田 博<sup>2</sup>・Kanel, Dhan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院理学系研究科・<sup>2</sup>東京大学総合研究博物館・<sup>3</sup>ネパール植物資源研究所

高山では、標高の上昇とともに気温は低くなり、雨量が増える。こうした高山の環境への適応的な応答として、標高とともに気孔密度や気孔コンダクタンスが増加することが知られている。蒸散速度や気孔コンダクタンスは、葉内の水の通りやすさ(葉の通水コンダクタンス、 $K_L$ )によって強く制限されている。また、葉は植物体内の水輸送速度を制限する主要な組織の一つであるため、 $K_L$ の値は個体の水利用戦略も大きく左右する。そこで、高山環境への $K_L$ の変化を明らかにすることは、こうした高山環境へのhydraulic architectureの適応応答を明らかにするうえで重要な知見となる。

本研究は、東ネパールの標高 2200 m から 4500 m に生えるシャクナゲ属 5 種に関して、標高に対する $K_L$ の変化を測定した。その結果、高い標高に生える種ほど、高い $K_L$ を持つことがわかった。また、同じ種では標高によって $K_L$ は変わらなかった。こうした $K_L$ の違いは、葉脈の経路における水の流れやすさに起因していた。しかし、 $K_L$ は、葉脈密度や LMA (葉重 / 葉面積) とは関係がなかった。

P2-076 宮城県三陸海岸の津波浸水地における常緑・落葉広葉樹種間の耐塩性の比較

本田詩織・林田光祐

山形大学農学部

平成 23 年東北地方太平洋沖地震による津波は太平洋側の海岸林に甚大な被害をもたらした。被害を受けた海岸林の修復・再生に向けて、クロマツに加えて広葉樹を導入する計画が進んでいるが、広葉樹林の災害に対する耐性を明らかにした研究は少ない。本研究では、広葉樹の津波による塩分被害に焦点をあて、広葉樹の耐塩性をクロマツやスギなどの針葉樹と広葉樹の種間で比較することによって相対的に明らかにした。

宮城県三陸海岸の海に面した斜面の森林で、津波による塩分被害でスギに針葉変色が見られた 14 地点において調査した。常緑広葉樹 6 種、落葉広葉樹 6 種、常緑針葉樹 3 種の計 15 種 531 個体の樹冠の葉の褐変と落葉の割合(樹冠衰退率)、萌芽枝の有無と量(萌芽発生度)を調べた。

クロマツは塩分被害が最も小さかった。マサキなどの常緑低木種は、樹冠衰退率が最も低く、萌芽発生度が最も高くなり、耐塩性が高いことが示唆された。常緑低木種にすぎ、ケヤキやエノキなどの落葉高木種、タブノキなどの常緑高木種の順に樹冠衰退率が高くなり、萌芽発生度が低くなった。これらの各樹種の耐塩性も考慮し、海岸域の立地によって植栽する樹種を決める必要がある。

P2-075 小笠原乾性低木林に生育する 5 樹種の水利用の季節変化

奥野匡哉<sup>1</sup>・才木真太郎<sup>1</sup>・吉村謙一<sup>1</sup>・中野隆志<sup>2</sup>・石田 厚<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学生態学研究センター・<sup>2</sup>山梨県環境科学研究所

海洋島である小笠原諸島・父島は、降水量が少なく土壌が貧相であるために、山の尾根部には樹高 2 m 程度の乾性低木林が成立する。乾性低木林では、異なる地域の植物を起源とする木本種が共存している。それらの種は材密度や LMA など、形態的に様々な特徴をもっているため、それぞれの形態に関連した乾燥ストレス耐性をもつと考えられる。本研究では、乾燥強度の異なる 6 月、7 月、9 月、12 月に、父島の乾性低木林に生育する、シマイスノキ、シマシャリンバイ、テリハハマボウ、ムニンネズミモチ、ハウチワノキの 5 樹種の水バランスを測定し、各樹種の水利用の特徴や季節変化を明らかにした。最も強い乾燥が 7 月に発生し、全ての種で、葉の水ポテンシャルや光合成、気孔コンダクタンスが一年で最も低い値を示した。9 月に入り、比較的乾燥が穏やかになると、光合成や水ポテンシャルは回復傾向を示したが、気孔コンダクタンスは低いままであり、通水性に関しては、ほとんど回復しない種が存在した。小笠原の乾性低木林樹種は、乾燥ストレスに対して様々なふるまいを示している。これらの種の生理的な乾燥ストレス耐性と、その形態との関連性を紹介する。

P2-077 乾燥勾配による樹高変化に伴う、テリハハマボウの生理・解剖学的構造の変異

才木真太郎

京都大学生態学研究センター

小笠原諸島は海洋島であり、大陸と陸続きになった歴史を持たないため島の成立時には陸生の植物が全く存在しておらず、他の陸地から植物の種子が散布され島に定着し種分化が起き、現在の小笠原諸島の植物相が成立した。小笠原諸島に生育する固有樹種テリハハマボウは海流によって種子が運ばれてきたオオハマボウが起源で、オオハマボウが適応放散したと考えられる。土壌が深く湿潤な谷部から土壌が浅く乾燥した尾根部にかけて、樹高が 1 m から 16 m の様々なサイズのテリハハマボウの成木を 17 個体用い、形態特性(樹高、木部道管サイズなど)、生理特性(葉の水ポテンシャル、枝の通水性)を比較した。乾燥勾配に沿って土壌は浅く樹高は低く葉は厚く幹の木部道管の大きさは小さくなる傾向がみられた。夜明け前の葉の水ポテンシャルは夏の 7 月で最も低く、土壌の浅いところでは特に低かった。これは 7 月が最も乾燥しやすい時期であり、土壌の浅い所がより乾燥しやすいことを示している。7 月に測定した日中の葉の水ポテンシャル、Amax、gmax は乾燥勾配に関係なくほぼ一定であった。テリハハマボウを材料に乾燥への適応機構を議論していく。

P2-078 ハイパースペクトルデータを用いた樹木葉形質  
の非破壊推定

中路達郎<sup>1</sup>・小熊宏之<sup>2</sup>・日浦 勉<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院環境科学院 / 北方生物圏フィールド科学セン  
ター苫小牧研究林・<sup>2</sup>国立環境研究所環境計測研究センター

葉の反射スペクトルの観測は、様々な葉内成分や構造の推定に有効である。例えば葉内のクロロフィルやリグニン、セルロースの濃度は特定の2~4波長の反射率から推定できる。このため、これまで多くの森林研究では、目的の波長帯に感度を持つセンサーを別途使い分けて形質を推定し、研究に利用してきた。これに対し、広い波長範囲のスペクトルを多バンドで観測するハイパースペクトルリモートセンシングは多数の葉形質を一度に解析できることから、新しい研究ニーズに応える手法として注目されている。例えば、熱帯林では窒素や水分など10形質の同時推定による樹種判別の高精度化が示され (Asner & Martin 2010)、生物多様性研究に対する貢献が期待されている。今回、我々はアジア地域の森林におけるハイパースペクトルリモートセンシングの可能性を探るために、約200樹種を対象にして個葉の反射スペクトルと形質を計測した。0.4~2.5 $\mu$ mの反射率をもとにPLS回帰モデルを試験した結果、窒素やLMAの推定誤差 (rRMSE) は11%程度で、他の主要形質も既報と同レベルあるいはそれ以上の精度で推定できることが明らかになった。

P2-080 Applying PRI to trace seasonal variation  
of chlorophyll a/b in a typical desert plant

李 平衡・王 权

静岡大学

Chlorophyll a/b ratio (Chl a/b) is a key factor on ecology studies. We investigated the potential of PRI to track seasonal changes of Chl a/b in a typical desert plant. Results showed Chl a/b was estimated with  $R^2$  of 0.62 and 0.49 for May-June and July-September datasets. However, when using the total data, estimation accuracy exhibited much lower ( $R^2=0.21$ ), this indicated PRI-Chl a/b relationship changed during the growing season. Further studies on PRI estimation mechanisms are recommended.

P2-079 土壌の水分条件がブナ樹冠枝の樹液流に及ぼす  
影響

西岡一洋・水永博巳

静岡大学農学部

一般に、異圧葉は土壌水分ストレス条件下において光合成の日中低下と同時に個葉内の気孔を非同調的に開閉させていることが知られている。この不均一な気孔開閉は大気や土壌の乾燥といった環境シグナルに対して迅速に応答するためと考えられているが、個葉レベルでの研究がほとんどであり、気孔レベルの非同調性が個葉の集合体である梢や枝レベルの蒸散特性にどのように影響しているかまでは議論されていない。巨大な樹冠の光合成量、蒸散量のモデリングには、気孔開閉特性の空間分布を精度良く把握する必要があり、個葉レベルの情報だけでは不十分である。不均一な気孔の開閉がどの程度のスケールで生じうるのであるのか定量的な研究が必要である。湿潤な環境を好むとされるブナも異圧葉によって樹冠を構成しており、土壌水分ストレス下において光合成の日中低下を示す (中村ら、2007)。そこで、土壌水分ストレス下において、個葉の集合体としての梢、枝レベルにおいても環境に対して蒸散作用が不均一に生じているのか調査した。

P2-081 光合成に関連する窒素の樹冠内分布の詳細

五島文子<sup>1</sup>・斎藤秀之<sup>2</sup>・本橋令子<sup>1</sup>・王 権<sup>1</sup>

<sup>1</sup>静岡大学・<sup>2</sup>北海道大学

森林の炭素固定能力の評価は生態学分野における重要な課題の一つである。窒素は光合成機作において重要な要素であり、その含有量は光合成能力と強い相関を示す。本研究では、光合成機作において重要な役割を果たす葉中の窒素の、反応系・集光系・防御系への投資配分が樹冠内の部位によってどのように変化するかを明らかにすることを目的とした。また、樹冠内の温度や光などの環境変異による窒素の動態の違いについても調査した。最後に、これらの窒素配分と光合成との関係を考察する。

材料は、苗場山ブナ1本を対象とした。方法は、樹冠内の3年枝を1単位とし、葉中窒素含有量を測定した。また、それぞれの3年枝について温度測定や光量測定を行い、環境別の3年枝の窒素の動態変化を調べた。本研究では、反応系をルビスコ量、集光系をクロロフィル量、防御系を「全体の窒素量」-「反応系・集光系」と定義して研究を行った。

P2-082 つくばの平地コナラ林における着葉状況と光条件の季節変化

本柳友佳子<sup>1</sup>・川崎達郎<sup>2</sup>・右田千春<sup>2</sup>・千葉幸弘<sup>2</sup>・佐藤 明<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>東京農業大学

落葉広葉樹林の季節的な成長過程ならびに生理的な環境応答を明らかにするため、コナラの着葉状況と光条件の解析を行った。対象林分は森林総合研究所(茨城県つくば市)構内に造成された約30年生のコナラ林である。全天空写真による開空度、リター量、胸高周囲長の変化を2週間ごとに、また光量子密度(林内、林縁、林外の開空地)および温湿度の変化をロガーにより継続測定した。また3次元的な林分構造を調べるため毎木調査(DBH、樹高、枝下高、樹幹投影図)を行い、林縁部と林内部の光環境の違いによる個体間の樹形の違いを調査した。本調査地は林分の各辺が東西南北に面しており、東側に幅10m程度のアカマツ林が、北側に幅3m程度の作業道を挟んでヒノキ林があるが、南側と西側は開けている。南・西側の個体の幹は開けた側に大きく傾き、枝が張り出して樹幹は大きく、株立ち樹形が多く、樹高は比較的低い。一方、林内中心部に近い個体は幹がほぼ直立して樹高が高い。回収したリター量から林分全体の葉重量を推定するとともに、採取した葉の面積と乾重量の関係から林分全体の葉面積を試算した。また、開空度とリター量の2週間ごとの推移も調べた。

P2-084 モンゴル北部カラマツ林における山火事後のバイオマスの減少

野堀嘉裕<sup>1</sup>・瀧誠志郎<sup>1</sup>・Lopez, Larry<sup>1</sup>・武田一夫<sup>2</sup>・石田祐宣<sup>3</sup>・溝田智俊<sup>4</sup>

<sup>1</sup>山形大学農学部・<sup>2</sup>帯広畜産大学・<sup>3</sup>弘前大学理工学研究科・<sup>4</sup>別府大学文化財研究所

モンゴル北部のカラマツ林では、山火事が頻繁に発生する。山火事跡地では天然更新により森林が再生するまでの間、バイオマスの減少した状態が継続し、地球温暖化を加速させると考えられている。本研究では、原生状態の森林バイオマスを正確に測定することで、山火事前後のバイオマス減少の把握に努めた。山火事前の森林バイオマスの推定は、樹幹解析と軟X線デンシトメリーを組み合わせることで単木の重量成長を把握してD<sup>2</sup>Hによる幹重量式を構築した後、毎木調査データと組み合わせることで林分単位の重量や成長量を算出して行った。山火事の程度は、軽度・中庸・強度・収穫後の4パターンを想定してバイオマスの減少をシミュレーションした。一方、カラマツが天然更新し後継樹となりうる林内の光環境を調査したうえで、山火事後の森林構造の変化について予測した。その結果、中庸の山火事は森林構造が維持されるので天然更新を誘引しバイオマスに大きな変化を生じないが、軽度の山火事は天然更新を阻害するがバイオマスを増大させる可能性のあること、強度や収穫後の山火事はバイオマスの著しい減少と長期間にわたり森林再生困難な状態が維持されることがわかった。

P2-083 Estimating the soil carbon stocks of deciduous forest in Korea using modeling approach

Son, Yowhan<sup>1</sup>・Park, Chan-woo<sup>1</sup>・Lee, Jongyeol<sup>1</sup>・Yi, Koong<sup>2</sup>・Yoon, Tae Kyung<sup>1</sup>・Han, Saerom<sup>1</sup>・Lee, Kyung-hak<sup>3</sup>・Kim, Raehyun<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University・<sup>2</sup>Department of Forest Soil and Water Conservation, Korea Forest Research Institute・<sup>3</sup>Department of Forest and Climate Change, Korea Forest Research Institute

The soil carbon (C) stocks of deciduous forests in Korea were estimated using the Korean Forest Soil Carbon (KFSC) model based on the process of dead organic matter input and decomposition. To simulate the soil C stocks, statistical data of land area (1,718,916 ha) and stocking volume (215,318,806 m<sup>3</sup>) were sorted by administrative district and stand age class. The forest of each stand age class in a region was a simulation unit. As a result, the total and density of soil C stocks (0-50 cm depth) of deciduous forests ranged from 84.0 to 110.9 TgC and from 48.9 to 64.5 MgC ha<sup>-1</sup>, respectively. It is close to the national forest inventory report (96.1 ± 43.2 MgC ha<sup>-1</sup>). The old forests contained more soil C than the young forests. We concluded that using a model and the statistical data was appropriate to estimate soil C stocks in the region.

P2-085 モンゴル北部・タイガ地帯における森林バイオマスに及ぼす気象因子の影響

武田一夫<sup>1</sup>・野堀嘉裕<sup>2</sup>・Lopez, Larry<sup>2</sup>・石田祐宣<sup>3</sup>・瀧誠志郎<sup>2</sup>・溝田智俊<sup>4</sup>

<sup>1</sup>帯広畜産大学・<sup>2</sup>山形大学・<sup>3</sup>弘前大学・<sup>4</sup>別府大学

自然林は、発芽・定着・成長の過程で自己間引きをしながら最大バイオマスになり、両対数で表す平均樹幹重量と平均樹木本数との関係において、最大密度曲線に収束する。曲線は、経験的に2分の3乗則として知られ、ここに組み込まれた定数は気象条件(温度・降水量など)や植生条件を反映していると考えられている。著者らは、この経験則を現地調査で裏付けることを目的に、モンゴル北部・タイガ地帯にあるシベリアカラマツ(*Larix sibirica*)純林において、森林バイオマスに及ぼす気象因子の影響を調べた。北部フスグル湖周辺では、湖南端ハトガル(標高1650m)北方17kmの西岸にあるヒルビスト山(標高2515m)東向き斜面の約4km範囲にある標高の違う6か所(1700、1850、2000、2100、2200、2300m:森林限界)で毎木調査した結果、森林が最大バイオマスに達し降水量一定(ハトガル年平均降水量306mm)と仮定して、定数を温量指数の関数で表すことができた。また、ハトガルから南部オロンゴまで(直線距離456km)の緯度の異なる5か所の調査から、定数との相関が温量指数でなく降水量との間に認められた。



P2-086 海洋島における外来木本種の駆除は土壌水分量を増加させる

畑 憲治・可知直毅

首都大・院・理工・生命

外来木本種の駆除は、蒸散量、樹冠やリターを通過する、または遮断される雨量、土壌からの蒸発量の変化を介して、その森林生態系の水循環に影響を及ぼす可能性がある。本研究では、海洋島である小笠原諸島の森林生態系で大きなバイオマスを占める外来木本種トクサバモクマオウの駆除が、土壌水分環境に及ぼす影響を評価した。そのために、実験的にトクサバモクマオウを薬剤処理によって枯殺し、隣接する森林(対照区)と、表層土壌の含水量を比較した。また、駆除前後の土壌含水量の時間的な変化を調べた。その結果、枯殺した森林(駆除区)における土壌含水量は、対照区よりも大きかった。また、土壌含水量と、駆除したトクサバモクマオウの胸高断面積合計、リターの堆積量との間に正の相関が見られた。駆除後の降雨の後に続く乾燥期間に、駆除区における土壌含水量の減少の程度は、対照区よりも緩やかであった。以上の結果から、トクサバモクマオウの駆除は、土壌含水量を増加させ、この程度は、大きなバイオマスの消失(蒸散量の減少や樹冠通過雨量など)やリターの堆積量の減少(土壌からの蒸散量の増加など)と関係している可能性がある、ということが示唆された。

P2-088 Temporal and spatial variation of soil respiration in desert ecosystem

劉 剛

静岡大学

Soil respiration (Sr) in arid ecosystem is less focused compared to other ecosystems owing to its lower CO<sub>2</sub> efflux magnitude but it doesn't mean that it's an insignificant part in the carbon cycle system. Continuously observation of Sr was carried out in tamarix community and haloxyton community respectively during main growing seasons in desert area. The temporal and spatial variation of Sr were summarized and the relationships between the variations and influential factors were analyzed.

P2-087 冷温帯スギ人工林の間伐林・未間伐林における土壌細菌群集の比較

松山周平<sup>1</sup>・福島慶太郎<sup>1</sup>・河村耕史<sup>2</sup>・鈴木伸弥<sup>3</sup>・境慎二朗<sup>1</sup>・平井岳志<sup>1</sup>・吉岡崇仁<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>2</sup>大阪工業大学工学部・<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究科

間伐は人工林の適切な維持管理に欠かせない施業であるが、林内の上木・下層植生・土壌のみならず、渓流水質を通じて流域環境にも影響を及ぼすと考えられている。渓流水質の変化は、間伐による土壌の炭素・窒素動態の改変に起因するが、このとき土壌微生物群集にどのような変化が起きているのかについては殆ど知られていない。そこで、土壌細菌群集のDNA分析から、間伐による土壌細菌群集の変化を明らかにすること目的として調査を行った。調査は京都大学芦生研究林の2つのスギ人工林で行った。一方の人工林では昨年6月に間伐を行い、他方は間伐を行わない対照区とした。2つの人工林において5月(間伐前)と11月(間伐後)にそれぞれ5地点から0-10cm間の鉦質土壌を採取した。採取した土壌は篩別後にDNAを抽出し、土壌DNA溶液中の細菌16S rDNAの断片(約1400bp)を増幅した。増幅DNA断片は大腸菌の形質転換により単離し、制限酵素処理による切断パターンから土壌試料ごとの16S rDNA多型を決定した。発表では、間伐前後の16S rDNAの多型パターン・多様性と土壌の炭素・窒素動態をサイト間で比較した結果を合わせて示す。

P2-089 養蜂業による樹木蜜源の利用実態—北海道における多様性と地域性—

真坂一彦・佐藤孝弘・棚橋生子

北海道立総合研究機構林業試験場

養蜂業による北海道での蜜源植物の利用実態について、北海道養蜂協会が毎年集計している「みつ源等調査報告書」をもとに分析した。主要な蜜源植物は、蜂蜜生産量が多い順に、ニセアカシア、シナノキ、クローバー、キハダ、アザミ、ソバ、そしてトチノキの7種である。これら7種の蜂蜜生産量に占める樹木蜜源の割合は約70%で、これに森林植生であるアザミを加えると80%弱にのぼり、森林が蜜源域として大きく貢献していた。地域性を評価するため、振興局(支庁)ごとに蜜源植物の利用状況についてクラスター分析したところ、太平洋型、オホーツク型、道北型、道央型、そして道南型と、北海道の地理的区分に対応した5群に分類された。シナノキとキハダについて、各樹種の蓄積とそれらを対象にした蜂群数の関係をみたところ、蓄積が多い地域ほど蜂群数も多い傾向が認められた。各地域の主要7蜜源植物の多様性と全蜂群数のあいだには有意な相関関係があり、蜜源植物が多様な地域ほど生産性が高いことが示唆された。

P2-090 葉群クラスタを単位とした不均一な樹冠における光環境推定

壁谷大介<sup>1</sup>・斎藤 哲<sup>1</sup>・右田千春<sup>1</sup>・韓 慶民<sup>2</sup>・川崎達郎<sup>1</sup>・飛田博順・梶本卓也<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総研・<sup>2</sup>森林総研北海道

植物群落の光環境を推定するモデルは、門司・佐伯モデルをはじめとして数多く開発・改良がなされてきている。これらのモデルの多くは、均一な構造の植物群落を想定している。しかしながら実際の植物群落、とりわけ森林の樹冠構造は不均一であることが多い。さらに近年では、列状間伐などにより不均一性の増した林冠構造をもつ林分が数多く存在する。そこで本研究では、不均一な樹冠構造を表現し、さらに樹冠内の異なる位置における光環境を推定するための簡便なコンピュータ・モデルを構築することを目的とした。そのために、まず樹冠を適当なサイズの葉群球(葉群クラスタ)の集合体とみなし、葉群クラスタを基本単位とした樹冠構造をもつ個体を仮想的に構築することを試みた。そのうえで、複数の仮想個体からなる林分において、任意の葉群クラスタにおける光環境を推定するモデルをR言語を用いて構築した。その結果、構築したモデルにより、1. 均一な樹冠環境における光条件の垂直分布、2. 不均一な樹冠環境における光条件の垂直分布のバリエーションを表現できることが判った。

P2-092 How sensitive is SEBAL estimated ET to input variables?

鄭 超磊・王 权

静岡大学

Sensitivity analysis is widely used to quantify uncertainty in complex models. We conduct a systematical sensitive analysis of SEBAL estimated ET to input variables using eFAST method. We find Rn and selection of hot pixels to be mostly sensitive for original SEBAL, suggesting the importance of accurate Rn estimating in SEBAL. Present study is helpful to better understand the uncertainty of land surface processes and guide simplifying remote sensing algorithm in regional ET estimation.

P2-091 ブナの葉群分布は地理的変異を示すか?—落葉後の簡易レーザスキャンによるアプローチ—

望月貴治<sup>1</sup>・楢本正明<sup>1</sup>・斎藤秀之<sup>2</sup>・水永博己<sup>1</sup>

<sup>1</sup>静岡大農・<sup>2</sup>北海道大農

ブナの個葉サイズは地理的に変異することが知られている。これは小枝スケールの光利用戦略に影響することが予想できる。では、樹冠全体の光利用戦略は個葉サイズの異なる個体群間で違うのだろうか。樹冠の光利用戦略には個葉、小枝、葉群それぞれの構造が密接に関わる。そこで、本研究では葉群分布に注目し、レーザスキャンによって葉分布を定量化し、樹冠の光利用戦略の地理的変異を考察した。調査は紫尾山(鹿児島)、富士山(静岡)、苗場山(新潟)標高900m、標高1500m、黒松内(北海道)標高100mのブナ林において4個体以上を対象に行った。葉群分布の調査には非破壊的に簡便に測定できる地上レーザスキャナが近年使用されるようになったが、樹冠の上部ほど推定精度の低下が起きること指摘されている。そこで、落葉後のスキャンデータが樹冠上部に到達しやすいことに注目し、葉分布を推定した。クラスター化の程度や特徴の算出には60cmのボクセルごとに推定した葉密度を用いた。発表では葉分布のクラスター化に注目し、個体群間の比較を行った結果を示す。

P2-093 GISによる滋賀県のナラ枯れ被害の推移と状況の解明

岸本泰典<sup>1</sup>・寺尾尚純<sup>2</sup>・籠谷泰行<sup>1</sup>

<sup>1</sup>滋賀県立大学・<sup>2</sup>滋賀県森林センター

ナラ枯れとは、カシノナガキクイムシの繁殖に伴い、ミズナラとコナラなどの樹木が枯死する森林被害である。主な被害地となっているのは旧薪炭林であり、全国的な被害の状況を見ると、被害地は1980年代以降に急速に拡大している。ところが、ナラ枯れ被害について、県レベルでの広域的な範囲をカバーした発生と拡大についての調査研究は不足している。そこで、本研究では、1994年から継続して被害地を記録している滋賀県に着目し、GISを用いたナラ枯れ被害の情報整理、地理条件との解析を行った。その結果、滋賀県におけるナラ枯れ被害は、2004年までは初期に発生した県北部のみにとどまっていたが、2005年以降に急激に被害範囲が南部に拡大し始めたことが明らかになった。以降、年ごとに被害地は南部へと推移し、現在では南部の山地が被害の中心となっている。県内の被害は最盛期を過ぎたと考えられるが、未だ被害を受けていない地域では警戒が必要である。ナラ枯れ被害後の回復状況を調べると、場所によって大きな差が見られ、更新において重要な役割を持つ後継木の有無について、シカ食害が関係していることが考えられた。

P2-094 小笠原諸島西島における侵略的外来樹種トクサバモクマオウの駆除に対する在来種群集の反応

阿部 真<sup>1</sup>・川上和人<sup>1</sup>・牧野俊一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>森林総合研究所

小笠原諸島において、侵略的外来生物の駆除により在来植生の自然回復を見込めるかを評価するために、父島列島の西島に外来樹種の枯殺試験区を設け、木本種のデモグラフィと成長を追跡した。トクサバモクマオウ（以下モクマオウ）は、西島では広く純林を形成して、在来植物を制圧しつつある。西島は、食植者であるノヤギとネズミの駆除を近年に達成したことで、諸島で行われる外来生物駆除のモデルとなり得る。そこで同島に、モクマオウの優占程度に分けて 400m<sup>2</sup>の試験区を 26 カ所設け、うち 15 カ所と周辺において、モクマオウをはじめ外来樹種を薬剤によって枯殺駆除した。胸高直径 3cm 以上の木本について約 2 年間の観察の結果、モクマオウが優占する場所では、それらの枯殺処理後に在来樹種の参入が促され、また在来種の肥大成長が促進されていると考えられた。その一方で、外来樹種の参入や成長も促進される傾向があり、また、枯殺処理によって在来樹種の死亡率も上昇している可能性があった。在来植生の効果的な再生技術を得るため、観察を継続する必要がある。

P2-096 コナラとスダジイの年輪における炭素安定同位体比変動

和田佳子<sup>1</sup>・檀浦正子<sup>1</sup>・小南裕志<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所

近年、樹体年輪の安定同位体比 ( $\delta C13$ ) から得られる水利用効率情報から樹木の長期光合成変動の傾向をもとめる試みがなされている。しかし、年輪安定同位体解析においては、分析に供されるサンプル個体が限られるため、群落内での競争によって個体間差が卓越してしまうと種間差を抽出することが困難になる。そこで、同じ環境条件下で個体と群落の間で同調性が確立しているような林分でのサンプル抽出が必要である。本研究では、同じ気候条件下に生育している隣接する落葉樹林と常緑樹林において、それぞれの群落を代表するようなコナラと、スダジイをサンプル木として、年輪幅および年輪の炭素安定同位体比と気象要素との相関解析を行った。その結果、年輪幅は、コナラにおいて前年と当年の成長期の平均気温に負の相関、スダジイにおいては当年の全体の平均気温に負の相関を示した。炭素安定同位体比は、コナラにおいて前年と当年の成長期の平均気温と負の相関を示し、スダジイにおいては平均気温との明確な相関はなかった。本試験地における高温と乾燥は、常緑樹には影響を与えないが、落葉樹においては成長抑制の要因となることが示された。

P2-095 常緑広葉樹 4 種の枝成長の特徴：ベイズ推定を用いた解析

Rahman, Lutfar・梅木 清・本條 毅

千葉大学園芸学研究所

Analyzing branch growth is a key to understand survival and growth strategies of tree species because branch growth determines architecture, which, in turn, determines the amount of light captured by the foliage and carbon gain by the photosynthesis. In this study, we measured mass growth of first-order branches together with light intensity, branch initial size, and branch age to understand how branch growth is determined by these factors in four evergreen broad-leaved species growing under a forest canopy. We used hierarchical Bayesian approaches to fit a model that related branch growth and the factors considering nesting error structure. There were some quantitative differences in the parameter estimates. Therefore, patterns in branch growth differ among species.

P2-097 ヤナギ 2 種のガス交換特性

上村 章・原山尚徳・北岡 哲・宇都木玄

森林総合研究所北海道支所

【目的】北海道において、その高い生産性からエゾノキヌヤナギとオノエヤナギがバイオマス生産樹種として着目されている。高いバイオマス生産を導くメカニズムを解明し、より高度にその能力を発揮させるための基礎的知見として生理生態学的特性を明らかにする。【方法】測定は、札幌市豊平区羊ヶ丘にある森林総研北海道支所苗畑で行った。2011 年春に穂を挿し着け成長させた。2012 年春に挿し着けた個体半分の伸びた枝を全て刈り取り（台切りし）、萌芽枝を成長させる個体を作った。萌芽枝個体と 1 年枝から続けて成長させた個体を用いて、8 月にガス交換速度の日変化を LI-6400 を用いて測定した。【結果】ガス交換特性に両種の間には大きな違いはなかった。最大純光合成速度は  $15\sim 20\ \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  と他の樹種と比べて高い値であった。Ball-Berry index と気孔コンダクタンスの関係に樹種、台切り処理の有無で違いは見られなかった。本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業（基盤 C）の助成を受け実施した。

P2-098 マレーシアの劣化した熱帯林に植栽した郷土樹種の光合成と成長特性

田中憲蔵<sup>1</sup>・米田令仁<sup>2</sup>・松本陽介<sup>1</sup>・上谷浩一<sup>3</sup>・Azani, Mohamad Alias<sup>4</sup>・Majid, Nik Muhamad<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>国際農林水産業研究センター・<sup>3</sup>愛媛大学農学部・<sup>4</sup>マレーシアブトラ大学

劣化熱帯林の修復には郷土樹種のエンリッチメント植栽が効果的である。本研究では郷土樹種の生態特性解明のため、光環境と苗の成長や生理特性を比較した。調査はマレー半島の劣化林で行ない、様々な光環境に、キョウチクトウ科の *Dyera costulata* (DC)、フタバガキ科の *Dipterocarpus baudii* (DB)、*Neobalanocarpus heimii* (NH) とジンチョウゲ科の *Gonystylus affinis* (GA) を植栽した。植栽後7年間、樹高と直径を測定し、光合成や最大光量子収率も測定した。DC と DB では開空度が35%以上の明環境で成長がよく、NB では15-35%程度で高くなった。光合成速度 ( $P_{max}$ ) が最大になる開空度はDC、DBが30%以上、NB、GAは20%程度であった。後者は開空度35%以上で強光阻害を受けた。以上からDCとDBは開空度30-40%の明環境が、NHとGAは開空度20%程度の被陰環境が好ましいと考えられた (Kenzo et al. 2011 Journal of Tropical Forest Science 23: 271-281)。

P2-100 開放系オゾン暴露実験を用いたブナ葉の気孔応答へのオゾンの影響—光合成・気孔コンダクタンスモデルを用いた解析—

星加康智・渡辺 誠・稲田直輝・毛 巧芝・小池孝良

北海道大学大学院農学研究院

本研究では、気孔閉鎖によるオゾン障害の回避のプロセスを考慮した光合成-気孔コンダクタンスモデルを作成し、ブナ葉のオゾンに対する光合成応答を解析した。オゾン暴露実験は、北海道大学札幌研究林内に設置した開放型オゾン暴露施設で行った。実験対象はブナの11年生幼木とし、ガス処理は対照区(オゾン無付加、日中平均27.5ppb)とオゾン区(日中60ppbに制御)の2処理区とした。

本研究で作成したモデルの適用により、ブナ葉の光合成能力が最大となる6月において、気孔閉鎖によるオゾン障害の回避が検証された。しかし、8月、10月では、気孔閉鎖は認められず、オゾンによる光合成能力の低下が起こった。このことから、長期のオゾン暴露により気孔の開閉調節が損なわれた可能性が考えられる。

P2-099 日本の主要針葉樹の葉の窒素含有量

重永英年<sup>1</sup>・長倉淳子<sup>2</sup>・三浦 寛<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総研九州・<sup>2</sup>森林総研

全国各地に生育するスギ、ヒノキ等の日本の主要針葉樹を対象として葉の窒素含有量を調べ、樹種特性と地域性、温度環境との関係を検討した。測定葉は、1990年から1999年の期間に採取され、樹種毎のサンプル数は、スギが約1000、ヒノキとカラマツが約300、アカマツとトドマツが100前後であった。窒素含有量の平均値は、常緑性の針葉樹が11~15mg/gであるのに対し、落葉性であるカラマツは22mg/gと他の針葉樹に比べて高かった。Getis-OrdのGi\*を利用したホットスポット分析では、スギでは、本州北部に窒素含有量が低い地点が、紀伊半島西部や福井県周辺に高い地点が出現した。ヒノキでは、採取地点の西端となる長崎県周辺に高い地点が、東端となる長野県周辺に低い地点が出現した。長野県周辺と北海道に採取地点が集まるカラマツでは、前者に低い地点が、北海道西部に高い地点が出現した。樹種によっては、窒素含有量と採取地点の年平均気温との間に統計的に有意な正または負の相関がみられる場合があったが、その程度は非常に小さく、生育地の温度環境が葉の窒素含有量の変動に及ぼす影響は少ないと考えられた。

P2-101 リュウキュウコクタン (*Diospyros ferrea*) の環状剥皮、摘葉処理が繁殖資源の転流とC/N比に及ぼす影響

谷口真吾<sup>1</sup>・比嘉育子<sup>2</sup>・諏訪竜一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>琉球大学農学部・<sup>2</sup>(株)沖縄計測

【研究目的】リュウキュウコクタンに環状剥皮と摘葉処理の操作実験を行い、シュートモジュール間での光合成産物の転流の可能性を安定同位体<sup>13</sup>Cによるトレーサ実験と器官ごとのC/N比から検証した。【方法】環状剥皮と摘葉処理を組み合わせた操作実験は、2010年と2011年にそれぞれ雌株3個体ずつ行った。1個体あたりの処理区は、無剥皮+摘葉処理区(0%、50%、100%)と剥皮+摘葉処理区(0%、50%、100%)の6処理である。2011年7月中旬、無剥皮区と剥皮区の0%摘葉の枝に設置した簡易チャンバー内に<sup>13</sup>CO<sub>2</sub>を3時間発生させ、48時間後に枝ごと回収し、枝、葉、果実に分けて粉碎後、質量分析とC/N分析を行った。【結果と考察】安定同位体<sup>13</sup>Cトレーサ実験の結果、無剥皮区、剥皮区とも100%摘葉区の果実に<sup>13</sup>Cが高濃度に検出され、C/N比も有意に高かった。この事実は無剥皮区、剥皮区ともに<sup>13</sup>C処理を実施した0%摘葉区から100%摘葉区への光合成産物の転流が確認されたことを示す。すなわち、繁殖に必要な光合成産物は、近接する他のモジュールで生産された光合成産物の転流によって補われることが示唆された。

P2-102 国産マツの不定胚発芽における乾燥処理の効果

丸山 E. 毅・細井佳久

森林総合研究所

【目的】不定胚形成技術は、大量増殖に優れているが、樹種によって個体再生率が低いことが問題となっている。国産マツについても、不定胚は効率良く得られるが、その後の発芽率は極めて低い。そこで、不定胚を経由する国産マツの個体再生において、乾燥処理による不定胚の発芽促進効果を調べた。【方法】形成した成熟不定胚は、無処理または3週間の乾燥処理を施してから、発芽用培地へ移植した。不定胚の乾燥処理は、6ウエルプレートを用いて、不定胚を載せたろ紙を中央の2ウエルに置き、他の4ウエルに約5mlの滅菌水を分注し、プレートをパラフィルムでシールして、暗黒下、25℃で行った。乾燥させた不定胚は、植物生長調節物質を含まない1/2EM固形培地に移し、16時間蛍光灯照明(約4,000lx)、25℃の環境下で培養した。【結果】無処理の成熟不定胚を、直接発芽培地上で培養すると、クロマツ、アカマツ、リュウキュウマツ及びヤクタネゴヨウの発芽率は0~38%となった。これとは対照的に、3週間乾燥処理が施された不定胚は、79%~90%の発芽率を示した。

P2-103 雄性不稔スギの栄養器官および培養細胞からのプロトプラスト単離・培養

細井佳久・丸山 E. 毅・石井克明

森林総合研究所

【目的】雄性不稔スギの効率的な増殖には不定胚経由による方法が効果的であるが、スギの場合、種子胚からの不定胚誘導しか成功しておらず、栄養器官からの不定胚誘導の報告はない。針葉樹では、一般に培地にポリエチレングリコールの添加や乾燥処理などのストレスを与えることで不定胚形成が促進されることがわかっている。ところで、プロトプラスト培養では、組織やカルスなどから酵素処理によりプロトプラストを単離し、培養するため、浸透圧を含め、細胞にかなりのストレスが生じていると考えられる。そこで、プロトプラスト培養により得られた細胞を用い、不定胚形成細胞誘導に適した培養を行うことで不定胚の誘導が可能になるのではないかと考えた。今回は、その初期段階として、栄養組織からのプロトプラスト単離と培養を試みた。【方法】雄性不稔スギのフラスコ苗由来の細断した針葉と、針葉から誘導した液体培養細胞やカルスを用いてプロトプラストの単離・培養を行った。【結果】個体や培養形態の違いによりプロトプラストの単離やその後の培養結果に違いが生じた。プロトプラスト収量が低い場合、さらに適した単離条件を調べる必要がある。

P2-104 大径木択伐が炭素蓄積量に与える影響—カンボジア常緑林における試算—

伊藤江利子<sup>1</sup>・古家直行<sup>1</sup>・門田有佳子<sup>2</sup>・鳥山淳平<sup>2</sup>・大貫靖浩<sup>2</sup>・清野嘉之<sup>2</sup>・神崎護<sup>5</sup>・Tith, Bora<sup>3</sup>・Keth, Samkol<sup>3</sup>・Chandararity, Ly<sup>3</sup>・Phallaphearaoth, Op<sup>3</sup>・Chann, Sophal<sup>3</sup>・Sum, Thy<sup>4</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>カンボジア森林野生物理研究所・<sup>4</sup>カンボジア環境省・<sup>5</sup>京都大学農学研究所

森林劣化が炭素蓄積量(以下、蓄積量)に及ぼす影響について地域レベルの情報は未だ乏しい。本発表では違法伐採を想定した大径木の択伐が蓄積量に与える影響をカンボジア常緑林において試算したので報告する。違法伐採の対象となるサイズを衛星解析と現地調査により明らかにした。パーマネントサンプリングプロット(PSP)138カ所の毎木調査結果を用いて、現存の蓄積量と当該林分で大径木が択伐されたと仮定した場合の蓄積量を森林劣化後の蓄積量として推定した。使用したPSPの平均蓄積量は $178 \pm 82 \text{ MgC ha}^{-1}$ だった。択伐木の胸高直径の上位90%に該当する61.7cmを伐採対象の閾値とし、このサイズ以上の全樹種が択伐されると仮定した場合、森林劣化後の蓄積量は $104 \pm 40 \text{ MgC ha}^{-1}$ に減少した。高蓄積林分の蓄積の大半は大径木に依拠するため、森林劣化後の高蓄積林分における炭素蓄積量は中蓄積林分のそれを下回った。森林劣化後の林分から劣化前の蓄積量を推定することは難しく、森林劣化による排出量を適正に推定するためには高蓄積林分の分布と蓄積量を劣化前の把握しておくことが肝要である。

P2-105 インドネシアゴム農園のバイオマス測定

曾根恒星<sup>1</sup>・渡辺訓江<sup>1</sup>・保坂武宣<sup>2</sup>・玉泉幸一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(株)ブリヂストン中央研究所・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院

近年化石燃料に代わって持続的に採取可能である生物資源の産業利用が注目されている。熱帯地域で植林されているパラゴムノキから得られる天然ゴムも重要な生物資源である。本研究ではブリヂストングループのインドネシアのゴム農園でバイオマスと樹木・土壌の炭素固定量を測定した。林齢の異なる10林分から直径を基準として計29本を選抜した。1m間隔で層別刈り取りを行い各層における同化器官、非同化器官の乾重を測定した。根系も掘り起こし重量を測定した。各部のデータより単木乾重と幹直径および樹高とのアロメトリー式を作成した。またこの林分について直径と樹高の毎木調査を行った。さらに土壌を採取し容積密度と炭素含有量を測定した。樹体全体や葉・枝・幹・根の乾重とD<sup>2</sup>HやD<sup>2</sup>との間のアロメトリー式が得られた。また、植栽年数から樹高及び胸高直径を推定するゴンベルツ式も得られた。土壌中の炭素量は林齢による変化が少なく、平均で108.4CMgでほぼ一定であった。樹体中の炭素は林齢とともに増加したが20年生で飽和した。年間固定量は9年が最大であった。また、ゴムの生産量を加えてゴム農園のバイオマス生産および炭素固定を評価した。

27日 口頭発表・ポスター

P2-106 放置モウソウチク林の拡大状況と炭素吸収源としての評価—神奈川県立茅ヶ崎里山公園の事例—

笹原千佳

日本大学生物資源科学部

1. 神奈川県における放置モウソウチク林の拡大の現状を把握するために、現地毎木調査や地図類、空中写真(1973年、1980年、1985年、1990年、1996年)を用いて、タケの分布を調べた。解析は茅ヶ崎里山公園内の放置モウソウチク林にて行った。2. 対象地域では、どの年においても、竹林は拡大してきており、標高や方位に関する変化は見られなかった。竹林の拡大の中心は旧民家の植栽竹林であり、エネルギー革命以降の里山地域の放置が拡大の原因であると考えられる。また、放置竹林の地上部のバイオマスは約100t/haであり、これは一般的に里山と呼ばれるナラ類等の新炭材林の地上部バイオマスと近い値であった。3. 放置竹林は、ナラやマツ等と同等の地上部バイオマスを保持することから炭素吸収源として評価していくことが可能であると考えられる。また、地下茎で拡大することから、放置された草地やマツ枯後の森林の回復として一定の役割を果たしていると考えられる。4. 現状の放置竹林では炭素吸収源として利用するためにも、新たな竹林施業や竹の資源利用の拡大が求められている。

P2-108 下刈り作業における作業員への影響について

清水正俊・吉本貴久雄・森口直哉

長崎県農林技術開発センター

【目的】植林後の下刈り作業は、育林初期の保育作業として必要不可欠であるが、作業は主に夏に行われるため、作業員への過大な労働負荷が懸念される。しかし、作業員への負荷について調査した事例はあまり無い。今回は夏の下刈り作業時の、作業員への影響を調査することを目的とした。【方法】県内のヒノキ植栽地における下刈り作業時のWBGT値を測定した。また、下刈り作業後の作業員の心拍数を測定し、運動強度に換算した。同時に聞き取り調査も行い、作業員への影響を調査した。【結果】標高140mと700mでの下刈り作業時のWBGT値の最高値はそれぞれ31.8℃と27.2℃であった。日本生気象学会の熱中症予防指針では、31℃以上は危険とされており、標高140mではその基準を上回っていた。下刈り作業後の作業員の運動強度には、標高毎の差は見られなかった。しかし聞き取り調査では標高140mの下刈り作業は、大変不快との回答であった。

P2-107 放置竹林と管理竹林の地下部バイオマス

糟谷信彦・高田耕嗣・溝口佳祐

京都府立大学

本研究では、竹林が管理されずに放棄されることで林分の炭素貯留量が減少する可能性に注目し、京都府長岡京市内のモウソウチクが優占する管理竹林、管理再開竹林および放置竹林において炭素貯留量の推定を行い、竹林管理が林分の炭素貯留量に及ぼす影響について考察を行った。林分の本数密度は管理竹林、管理再開竹林、放置竹林でそれぞれ1700、4600、6700本/haであり、地上部バイオマスはそれぞれ34、98、155t/haとなり本数密度の高いほど大きな値となった。また、地上部バイオマスの内訳において管理竹林では枝葉部の占める割合が他の竹林よりも大きかった。地下部バイオマスは、管理竹林、管理再開竹林、放置竹林においてそれぞれ79、109、99t/haであり、各調査区における地上部バイオマスほどの明確な差異はなかった。管理作業によって1950年～2011年の間に搬出されたタケのバイオマスとあわせて期間中の総炭素貯留量を推定し林分間で比較したところ、管理竹林が最大となった。このほか、地下部バイオマスの水平・垂直分布とサンプリング法に与える影響についても考察した。

P2-109 下刈り実施パターンの違いによるスギ植栽木の成長と下刈り作業量

山下盛章<sup>1</sup>・寺岡行雄<sup>2</sup>

<sup>1</sup>鹿児島大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>鹿児島大学農学部

鹿児島大学高限演習林スギ幼齢林分を対象として、植栽後の6年間に下刈りを①毎年実施、②1・3・5年目実施、③2・4・5・6年目実施、④2・3・4年目実施、⑤3・4・5・6年目実施、⑥6年間未実施、⑦1・2・3年目実施とした7つの試験地を設け、下刈り実施年数の違いによるスギ樹高と雑草木群落高の経年変化と下刈り作業量を測定し、下刈り省力の可能性を検討した。下刈り作業は毎年、森林組合の同一の作業班に委託し、7月上旬に実施、作業時間を測定した。その結果、7年生時の平均樹高は①で5.4mと最も高く、⑥で1.2mと最も低くなった。同じ下刈り実施回数でも、植栽後4年間の実施回数によりスギ植栽木の平均樹高に差が出た。また、下刈りを3年連続で実施することで、各林齢のスギ樹高を1とした時の相対雑草木群落高が低くなった。このことから、下刈りを⑦1・2・3年目実施、または④2・3・4年目に実施することでスギが雑草木に被圧される懸念がなくなると考えられる。また、⑦および④における下刈りに要した人工数合計は、①毎年実施と比べて40%、28%減少した。

## P2-110 北海道南西部スギ人工林の成長予測

滝谷美香・八坂通泰

北海道立総合研究機構林業試験場

北海道のスギ人工林は、主に南西部の渡島、檜山地方に植栽され、植栽面積は管内人工林面積の約3割を占めている。スギ人工林はトドマツやカラマツと併に資源の充実期を迎え、利用の拡大や施業の効率化が求められている。そのためには、長期的な収穫予測が必要であるが、北海道ではデータが不足していたため、他府県の研究成果を参考に予測を行っていた。本研究は、北海道のスギ人工林の長期的な収穫予測に供するため、多点データを元にスギ人工林の成長特性を明らかにすることを目的とする。対象としたのは、北海道渡島総合振興局および檜山振興局管内のスギ人工林439点（実施主体：北海道水産林務部）である。データ全体の平均林齢39年生（5～86年生）、平均直径22.8cm（±8.09cm）、平均樹高15m（±5.51m）、平均上層高（ヘクタールあたり上位100本の平均値）18m（±5.87m）である。林分成長量の指標の一つとなる上層高の林齢による成長曲線について、Richards式に対する非線形回帰を行った。報告されている他府県のスギ樹高の成長曲線と比較しても、植栽北限地域での樹高成長が低くなる傾向はなかった。

## P2-112 過密ヒノキ人工林の林分構造について 一愛媛県における事例一

石川 実・坪田幸徳

愛媛県林業研究センター

愛媛県では、スギ・ヒノキ人工林のうち40～50年生の比率が高くなっている。様々な施策により間伐が推進され、木材生産量も増加している。一方、間伐頻度の少ない林分では、下層間伐では間伐木のサイズが小さく、コストと収益の面で、切捨てせざるを得ない林分が見られるようになった。このような林分の取り扱いのための基礎データを得るため、過密と思われるヒノキ人工林の林分構造を解析したので報告する。調査は、愛媛県西予市、伊予郡砥部町の20年以上施業のないⅨ、Ⅹ齢級ヒノキ人工林6林分を対象に行った。約20m×20mの方形区を設定し、優勢木、中間木、劣勢木と区分し、毎木調査を行った。立木密度は1,672～3,051本/ha、収量比数は0.96～1.00、形状比は89～107、樹冠長率は23～28%、林分材積は608～829m<sup>3</sup>/haで、高い蓄積量と考えられたが、過密な状態で林冠が貧弱であり、気象災害に遭いやすい形状となっていた。既に発表したスギと比べると、個体サイズのバラツキが少なく枯死木も少なく、林分の不健全さが見られにくいと思われた。調査林分は、下層間伐が行われたので、間伐後の状況についても報告する。

## P2-111 京都・東山における高齢ヒノキ林の林分構造

寄元道徳・坂野上なお

京都大学フィールド科学教育研究センター

高台寺山国有林（京都大阪森林管理事務所管内）の清水山にある人工林とも天然生林ともされてきている高齢ヒノキ林において、その成立と更新に関する情報を得ることを目的に、尾根の平坦地に調査区（60m×50m）を設置し、サイズ、齢、空間分布の各構造を調べた。その結果、ヒノキ（胸高直径5cm以上）の生木は一山型の直径分布を、枯死木を併せたものは二山型（10～15cmと40～50cm程にモード）の直径分布を示した。また、成長錐の採取から、胸高直径30cm程を境界にして、80～160年程の樹齢からなる異齢木集団と270年程の樹齢からなる同齢木集団の二集団から構成されていることが分かった。一方、胸高直径30cmを境界に上層と下層に分けた分布解析（L関数）から、下層の生木・枯死木はともに近・中距離で集中的な分布パターン傾向を、上層の生木は近距離で規則的な分布パターンを示した。また、下層の生木と枯死木の間はほぼ全距離で親和的關係であったが、上層と下層の生木・枯死木の間はいずれも近距離で排他的關係となっていた。発表では、史料や林業的資料などに基づく調査地及び周辺での人の関わり方の歴史も踏まえ、当該ヒノキ林の成立と更新について検討する予定である。

## P2-113 緑化樹の薬剤処理による雌雄判別の試み

池本省吾

鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場

【目的】緑化木のうちウメモドキなどの雌雄異株樹木は、花や実がなるまでに5年以上かかるものが多く、これらの苗木は雌雄不明のまま販売されているのが現状である。そこでイチヨウの雌雄判別法を参考にして、数種の雌雄異株樹木について薬剤処理による雌雄判別が可能か試みた。【方法】2012年8月下旬に雌雄異株樹木4種の雌雄が明らかな苗木及び成木から葉を5枚ずつ採取した。容量40ccの試験管に硫酸銅水溶液（濃度：0.1～0.5%）を20cc分注し、採取した葉の下半分～1/3程度を薬剤に浸けた。浸漬してから定期的に葉の変色反応を観察した。【結果】葉の変色反応は樹種及び雌雄によって違いがみられた。樹種別では、ソヨゴは0.1%以上、フウリンウメモドキ、ミヤマウメモドキは0.2%以上、ヒサカキは0.3%以上の濃度で変色がみられた。雌雄別の変色反応は、フウリンウメモドキ、ソヨゴ、ヒサカキは、雌に比べて雄の方が変色が顕著であったが、ミヤマウメモドキは判然としなかった。変色反応が樹種及び雌雄で異なるメカニズムについては未解明であるが、葉を硫酸銅水溶液で浸漬処理することで、苗木段階で雌雄判別できる可能性がある。

P2-114 小笠原諸島の荒廃地における固有樹種シマホルトノキ植栽後 11 年間の植生変化と森林復元の現状

安部哲人

森林総合研究所九州支所

荒廃地の生態系復元は生物多様性保全の有力な手段である。特に面積の狭い生物多様性ホットスポットでは在来種の生息地面積を維持する意味で重要といえる。本研究では小笠原諸島父島の荒廃地において 2001 年に固有種シマホルトノキ 938 本を試験植栽しており、11 年後の現状を報告する。11 年後の植栽苗の生存率は 33.6% であった。このうち林内区はほとんど枯死したが、ギャップ区は約半数が生存していた。また、植栽時の苗高は約 30 cm であったが、11 年後にはギャップ区で 10 m 以上に達した。以上より、本種は小笠原の荒廃地植栽に適すると判断された。また、ギャップ区では植栽後 6 年間はギンネムやホナガソウ、アウキセンダングサ等の外来種が苗を被圧したが、11 年後は外来種は苗により被圧され、大きく減少していた。攪乱地に侵入した外来雑草は繁茂して遷移を止めることがあるが、シマホルトノキ植栽はこれら外来雑草の抑制に有効と考えられた。一方、植栽地で天然更新した樹種は固有種ヒメツバキ、外来種リュウキュウマツ等であったが、個体数が少なく、植栽樹種が優占していた。在来樹種の多様性が高い森林の復元には更に時間を要すると思われた。

P2-116 里山再生を目的とした低木類の現存量把握とその飼料化の試み—ナラ枯れ跡地の事例—

小田野郁子

山形大学

近年、増加傾向にあるナラ枯れ被害の背景には、ナラ菌に感染した枯死木が放置されていることがあげられる。薪炭林として使用されていた里山では薪炭の消費量が激減したことで管理の放棄が進み、枯死木も燃料にされずに放置されている。里山生態系とミズナラ林を再生する方法として、林床を暗くし、更新を阻害している低木類を刈り出し、飼料化することに着目した。ナラ枯れ未被害地 8 ヶ所と被害地 8 ヶ所の林分構造を調査し、被害地の 1 ヶ所では刈り出しを行い現存量と刈り出し前後の光量変化を調査した。刈り出し前の相対光量は 2~8% だったが、刈り出し後は約 20~28% に改善された。16 調査地の結果から出現頻度が高く、本数や現存量の多い低木類 3 種類（オオバクロモジ、リョウブ、ユキツバキ）と対照飼料で嗜好実験を行った。対照飼料の採食率を 100 とした場合、オオバクロモジは 60、リョウブは 52、ユキツバキは 44 だったが、3 樹種の採食量は分散分析の結果有意差はなく、試供家畜は採食できることが示唆された。今後の課題として、刈り出し後に植栽するミズナラ稚樹の生育過程を調査することと、本研究で使用した 3 樹種以外の嗜好実験が考えられた。

P2-115 大台ヶ原のトウヒ稚樹に穿孔するガ類の樹木サイズ依存性

木佐貫博光<sup>1</sup>・田中孝美<sup>2</sup>・中井(小山)亜理沙<sup>1</sup>

<sup>1</sup>三重大学生物資源学研究所・<sup>2</sup>三重大学生物資源学部

奈良県大台ヶ原で林冠木が大面積に枯死してできたササ原では、防鹿柵による生残樹木の保護対策が施されたが、柵内ではミヤコザサが著しく繁茂したことに伴い天然生稚樹による森林再生に悪影響が懸念される。このため、トウヒ稚樹周囲を対象にしたササ刈りを 2007 年以降の 3 年間に計 3 回行った。一方、トウヒ稚樹の梢端に小ガ類の穿孔が確認され、稚樹の樹形の悪化や成長の停滞が危惧される。今回、小ガ類の寄主選好性とこれに対するササ刈りの影響を明らかにするために、ササ刈区 (0.6 ha) と無処理区 (0.2 ha) において、トウヒ稚樹の樹高、年間伸長量、穿孔性ガ類による被害の有無、周囲のササ稈高を測定した。その結果、小ガ類は、梢端部が明るい、大きなトウヒ稚樹を選択して産卵する傾向が認められた。一方、トウヒ稚樹の主軸における内部組織の被食の有無は、翌年の伸長成長に影響していなかった。これらのことから、稚樹周囲のササ刈りは小ガ類の寄主選好性に影響せず、下層植生の除去は直接的にはトウヒ稚樹の成長を阻害しないものと推察される。

P2-117 ブナ林における標高差を利用した土壌呼吸の温度特性の解明

陸 爽

静岡大学農学部

Forest planting with objective of removing Co2 process become under fire a stopgap measure in quest to global warming. Understanding Rs variety in Beech forest under climate change is necessary. Our study site located in Mt. Naeba, 2012. Both field and lab incubation Rs show decrease trend. Vertical moving samples Rs got strong change than horizontal. Temperature and water content is the key factor influence Rs in different treatments. For deeply understanding Rs, we need more further knowlege.



P2-118 エゾマツ種子のサイズと水選時間による発芽率のちがい

黒丸 亮<sup>1</sup>・田村 明<sup>2</sup>・木村徳志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>2</sup>森林総合研究所林木育種センター北海道育種場・<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

エゾマツコンテナ苗の生産方法を開発する一環として、発芽率向上のための種子精選法を検討した。充実種子は99.5%エタノールもしくは水選で高い精度で選別できたが、充実種子の発芽率は母樹によって大きく異なった。そこで、エタノール選後に、種子サイズ(1.36、1.18、1.0mmメッシュの篩いで大中小に区分、ただし、小サイズは粒数がわずかで除外した)別に、各水選時間(2、4、6時間)毎に沈下した種子と水選6時間でも浮いていた種子の発芽率を調査した。その結果、母樹によっては大きい種子の発芽率が高かった。水選時間でも、母樹によって6時間で浮いた種子の発芽率が低い傾向がみられた。この原因は不明だが、種子サイズに関しては、充実種子の方がシイナよりも大きい種子の割合が高かったことから、充実種子の成熟度の違いが種子サイズや水選での沈下時間に反映したとも考えられる。以上からエタノール選の後、種子サイズや水選でさらに発芽率が向上する場合もあるが、母樹によるばらつきは解消されなかった。このことからコンテナへ直接播種する場合は、当面、各種精選後の発芽率を確かめた上で、セルあたりの播種数を判断する必要がある。

P2-120 LiDAR とオルソ写真を用いたクマイザサの分布予測

石田 仁<sup>1</sup>・芦原雅人<sup>2</sup>・川口泰平<sup>3</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学・<sup>2</sup>四国森林管理局・<sup>3</sup>本巣市役所

位山演習林全域(553ha)を対象としてクマイザサ(以下、ササ)の被度調査を行い、ササの分布に影響を与えている環境因子について検討した。目視によりササの被度を0-10%、10-50%、50-90%、90-100%の4段階に分類した。ササの分布に影響を与えている環境因子として、立地環境(傾斜、斜面方位、Topographic Index)と林冠層の状態について検討した。林冠の疎密度(林床の明るさの指標)にはDSMの標準偏差を、林冠の構成種(落葉樹か常緑樹かの指標)の指標としてオルソ写真の輝度(R/G比)を使用した。8mメッシュを単位として、ササの被度および環境因子の資料を作成した。判別分析の結果、すべての説明変数が有意であり、DSMの標準偏差が最も重要な変数として選択された。DSMの標準偏差またはR/G比が大きくなるとササの被度は有意に増加した。これはササの被度が林冠層の状態に大きく依存していることが示唆された。一方、Topographic Indexとササの被度には負の相関が見られた。これらの結果をもとにより適合する判別モデルを作成したところ、ササの被度の予測正解率は6割を上回った。

P2-119 福島第一原発事故後における空間線量率の低い落葉広葉樹林の放射性セシウム動態(I)休眠期から葉の展開後までの放射性セシウム濃度の変化

伊藤 愛<sup>1</sup>・加藤 徹<sup>1</sup>・綿野好則<sup>2</sup>・鈴木拓馬<sup>1</sup>・近藤 晃<sup>1</sup>

<sup>1</sup>静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター・<sup>2</sup>静岡県くらし・環境部環境局自然保護課

森林内での放射性セシウム(以下セシウム)の分布や循環の解明が、森林資源の管理のために重要な課題となっている。2011年以降、東日本の森林でセシウムに関する調査が進められているが、高線量の地域を対象としたものが多く、低線量の地域における知見はほとんど無い状況である。そこで、空間線量率が比較的低いクスギ・コナラの混交林2地点(2012年1月時点で0.12と0.14μSv/h)において、セシウムの分布と、休眠期から葉の展開後のセシウム濃度の変化を調査した。同一個体(2地点合計9個体)を対象として、2012年2月と6月に試料を100ml採取し、乾燥後にゲルマニウム半導体分析器でセシウム濃度の測定を行った。採取部位は、樹体では樹皮と辺材(地上高1mと6m地点)、葉と枝(セシウム降下後に伸長したもの)、樹体以外ではリターと土壌3層(表層から5cmごと)とした。その結果、樹体では樹皮で最も高濃度のセシウムが検出された。セシウムは、事故後1年以上経過して展葉・伸長した葉や枝からも検出された。2月に林内で最も高かったリター層のセシウム濃度は経時的に減少し、表層土壌のセシウム濃度は増加する傾向にあった。

P2-121 間伐材を利用したグライド抑制工による森林造成—6~10年経過した植栽木の育成状況—

柴 和宏<sup>1</sup>・中田 誠<sup>2</sup>・松浦崇遠<sup>3</sup>・中谷 浩<sup>4</sup>

<sup>1</sup>富山県農林水産総合技術センター木材研究所・<sup>2</sup>新潟大学農学部・<sup>3</sup>富山県農林水産総合技術センター森林研究所・<sup>4</sup>元富山県農林水産総合技術センター木材研究所

多雪地域の急傾斜地で森林造成を図るには、植栽木が積雪の影響を脱する高さ(積雪の約2倍)まで成長する間、斜面の雪の移動(グライド)を抑える必要がある。スギ間伐材のグライド抑制工では、部材が腐朽し、その機能が失われるまで10年程度と見込んでおり、施工後6~10年経過した富山県内3箇所の植栽木の育成状況を調査した。各箇所の平均樹高は、①南砺市小山(6年経過、標高500m、最大積雪深2.5m、斜面勾配45°)はケヤマハンノキが414cm、ケヤキが230cm、ミズナラが189cm、②南砺市大崩島(8年経過、標高400m、最大積雪深2.5m、斜面勾配35°)はスギが366cm、ブナが230cm、ミズナラが195cm、③氷見市棚懸(10年経過、標高300m、最大積雪深2.0m、斜面勾配40°)はスギが448cmであった。氷見市棚懸のグライド抑制工は、部材の腐朽が顕著で構造物の耐用限界にあるが、既に積雪の影響を脱し、このまま成林が可能と考えられる。南砺市小山及び大崩島は、植栽木の育成が良好で、今後、数年で積雪に抵抗できるまでに成長するものと期待される。

27日 口頭発表・ポスター

P2-122 南九州の国有林における明治後期から昭和初期の伐採および造林履歴

伊藤 哲・山本 岬・平田令子

宮崎大学農学部

【目的】戦前の人為活動が森林の組成や構造に与えた影響を評価する目的で、明治期以降終戦までの南九州における国有林の伐採および造林の履歴を分析した。【方法】分析資料として、現在の九州森林管理局が管轄する九州南部地域に以前設置されていた鹿児島大林区署、およびこれに対応する熊本営林局管轄営林署の大正13年～昭和15年の蓄積、伐採量、造林面積に関する統計値を用いた。【結果】明治44年における鹿児島大林区署の蓄積は広葉樹が89%を占め、「雑」が66%と最も多かった。常緑広葉樹および落葉広葉樹と明記されたものはそれぞれ21%および2%であった。モミ・ツガは8%、マツは2%を占め、スギは1%であった。明治40年から昭和15年までの伐採量の合計のうち、針葉樹の割合は29%であった。常緑広葉樹は21%、落葉樹は3%を占めており、残りは「その他広葉樹」であった。同期間の造林面積は針葉樹が2/3を占めていたが、広葉樹も15%におよび、さらに針葉樹・広葉樹の混淆林が18%あった。これらの結果は、南九州の森林の多くが戦前から活発に利用されており、過去の広葉樹造林も現在の森林組成に影響していることを示していた。

P2-123 道央地方の44年生シラカンバ造林木におけるピスフレックの樹幹内分布

石濱宣夫・八坂通泰・大野泰之・滝谷美香・小野寺賢介

北海道立総合研究機構林業試験場

【目的】シラカンバは初期成長が早く蓄積量も多いことから木質資源として有望な樹種である。しかし、材質的な欠点が多く、特にピスフレック（形成層潜孔虫の食害で生じた傷害柔組織。以下、PFと記す）による美観低下は、表装材としての利用を大きく妨げている。ミノドヒラタモグリガとカンバミキモグリバエ（以下、各々のPFを*Om*、*Pb*と記す）が形成層潜孔虫であるが、これらのPFの樹幹内分布についての知見は少ない。そこで今回は、道央地方の44年生造林木における調査結果を報告する。【方法】調査は美瑛市で行った。シラカンバの切り捨て間伐木7本から地上高0.1、0.3、0.5、1、1.5m及び2m以降梢端付近まで1mおきに厚さ2～3cmの円板を採取し、木口面のPF数（接線方向に0.5mm以上のPF）を原因昆虫別に数えた。【結果】樹幹軸方向：*Om*密度は樹幹上部（直径6cm以下）で、*Pb*密度は1m以下で急激に高くなった。PF全体の密度は1～3m付近で低くなる傾向があった。樹幹放射方向：*Om*密度は髄からの距離4cmから内方へ急激に増加し、*Pb*密度は髄近くと円板最外層で減少した。

P2-124 海上の森のチョウ相—ナラ枯れ木伐採前後のモニタリング—

針谷綾音<sup>1</sup>・西田佐知子<sup>2</sup>・梶村 恒<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名大院生命農・<sup>2</sup>名大博物館

1980年頃から、カシノナガキクイムシとその共生菌によって引き起こされるブナ科樹木萎凋病（通称ナラ枯れ）が日本各地で拡大している。ブナ科樹木の枯死とそれに伴う林分構造の変化が他の生物群集に及ぼす影響については、未だ十分な知見が蓄積されておらず、各種生物グループについて調査が求められている。本研究ではその一助として、コナラ、アベマキ、アラカシ、クリを含む愛知県瀬戸市の「海上の森」において、2011年から2年間、チョウ類成虫のルートセンサスを実施した。4つの林分（①：穿入生存木が多く放置、②・③：コナラとアベマキが枯死し、2011年度末に伐採、④：同じく、2010年度末に伐採）を比較した結果、ナラ枯れ木がまとまって存在する場所ほどチョウ類の種数と個体数が多かった。特に②～④の林分では、種数が増えて多様性指数も大きくなった。また、チョウ類が確認された場所は相対照度が高く、ササ類やヤマノイモなど、チョウ類の食草も出現した。これらのことから、ナラ枯れ木の伐採によるギャップ形成が飛翔空間の拡大と下層植生の発達を促進し、それに反応してチョウ類の多様性が向上することが示唆された。

P2-125 成立時期の異なる樹林地間での群集比較：チョウ類、オサムシ科甲虫類を用いた検証

曾我昌史<sup>1</sup>・小池伸介<sup>2</sup>・山浦悠一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大・<sup>2</sup>東京農工大

世界人口の半数以上が都市に居住する今、都市の緑地は人間と自然を繋ぐ貴重な場所である。近年、多くの先進国で緑化による自然再生が盛んに行われているが、緑化による造成緑地が本来存在する残存緑地と同様の保全効果を発揮するかについては不明な点が多い。我々は、2012年に東京都における3つのタイプの緑地（若齢造成緑地、老齢造成緑地、残存緑地）で、蝶類と地表性甲虫類群集を比較した。各種はspecialistとgeneralistに分類した。解析の結果、generalistは3つの緑地間で個体数・種数とも違いが見られなかったが、specialistは緑地間で違いが見られた。蝶類の場合、残存緑地で種数・個体数が有意に多く、2つの造成緑地間では差は見られなかった。甲虫類の場合、残存緑地の高い種数・個体数に加え、若齢造成緑地は老齢造成緑地よりも有意に種数・個体数が少なかった。これらの結果は、残存緑地の消失は緑化によって埋め合わせができない、もしくは莫大な年月を要することを意味する。すなわち、地域・世界レベルでの都市の生物多様性を保全するためには、いかに残存緑地を保全するかが重要といえよう。

P2-126 落葉広葉樹二次林における落葉採集がオサムシ科甲虫相に与える影響

佐藤里沙<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>1</sup>・久保田耕平<sup>2</sup>・大久保達弘<sup>1</sup>

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

本研究では栃木県茂木町の落葉採集が毎年行われている落葉広葉樹二次林において、落葉採集の有無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。同町、大瀬、大畑、鎌倉山の3地、落葉採集の有無別に各3、計6プロットを設置した。そして、5~11月の月1回、1プロットあたり15個のピットフォールトラップを3日間設置し、オサムシ科甲虫を捕獲した。また各プロットの環境要因(草本被度、ササ量、開空度、土壌水分量、A0層厚および半径500m以内の人家数)を調査した。捕獲調査の結果、4401頭を捕獲できた。最優占種はツクバクロオサムシであった。クラスター解析の結果、各プロットが落葉採集の有無によってまとまることはなく、Simpson多様度指数にも違いは見られなかった。次に、種組成と環境要因の関係を正準相関分析(CCA)によって解析をした結果、コクロツヤヒラタゴミムシのように人里から離れ、落葉採集の無いササ量の多い場所に出現する種がみられた。以上のように、オサムシ科甲虫相は落葉採集によって種組成が大きく変化することがないが、個々の種では、嗜好する環境要因によって出現する種が異なることが示唆された。

P2-128 河畔域における土壌動物群集のニセアカシアに対する応答

津田大輝<sup>1</sup>・加賀谷隆<sup>1</sup>・宮下直<sup>2</sup>・高木俊<sup>2</sup>・畠瀬頼子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>3</sup>自然環境研究センター

ニセアカシアは北米原産の外来種であり、河畔域に分布を拡大し在来植物への影響や河川管理の上で問題となっている。本研究は、ニセアカシア群落における大型・中型土壌動物群集の特性を明らかにすることを目的とする。採集調査の結果、腐食者は、大型、中型とも在来樹種群落内のニセアカシアパッチに対し、春のみに正の応答を示すか、夏から秋に負の応答を示した。ニセアカシアパッチのリターや土壌の窒素含有率は、在来樹種パッチよりも季節を通して高かったが、春から落葉期にかけて差は減少し、リター層の薄さは顕著となった。リターバッグ実験の結果、ニセアカシアの枯葉はエノキやオニグルミの枯葉と比べ、窒素含有率は高く分解は速かった。ニセアカシア枯葉を与えたダンゴムシの成長は、エノキやオニグルミの枯葉を与えた個体より速かった。以上の結果から、ニセアカシアパッチには腐食者にとって餌条件の利点があるが、夏以降はその利点を生息場の不適さのコストが打ち消したか、上回ったと考えられる。ニセアカシア群落ではリター層の薄さに伴うコストはより顕著であると考えられ、在来樹種群落に比べて大型・中型土壌動物の生息環境として不適であると推察される。

P2-127 ネプトクワガタの樹液選好性—ナラ・カシ・ニレ類間の比較—

加藤啓司<sup>1</sup>・梶村恒<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学部・<sup>2</sup>名古屋大学生命農学研究科

ネプトクワガタ(以下、ネプト)は局地的に分布しており、地域によっては絶滅が危惧されているクワガタである。その分布を制限する要因の解明は、生物多様性保全の観点から重要である。本研究では、成虫の餌資源である樹液に注目し、生態調査を実施した。

具体的には、アベマキ、コナラ、アラカシ、ハルニレに集まるネプトの個体数をカウントし、樹種ごとの違いを検討した。調査地は、名古屋大学東山キャンパスの二次林で、ナラ枯れ、マツ枯れが生じている。2012年5月~10月、週1回の頻度で日中に観察した。また、比較のために他種のクワガタも同様に調査した。

その結果、ネプトは4樹種全ての樹液を利用するが、その程度は異なった。すなわち、ハルニレを占有したが、アラカシの樹液はあまり好まなかった。なお、ナラ・カシ類のカシノナガキクイムシ穿孔孔から流出する液体にもネプトが集まることが確認された。一方、他種はアベマキ、コナラのみを利用した。したがって、ネプトは他種に比べて多くの樹種の樹液を利用できることが明らかになった。ただし、アラカシの場合、樹皮が平滑で、樹幹表面に隠れ場所がないことが制限要因になると考えられる。

P2-129 間伐後のヒノキ人工林においてニホンジカの採食が下層植生上の節足動物群集に及ぼす影響

片桐奈々<sup>1</sup>・中村舞<sup>2</sup>・肘井直樹<sup>1</sup>・野々田稔郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名大院生命農・<sup>2</sup>名大農・<sup>3</sup>三重県林研

近年各地で、人工林における生態系を豊かにするため、適度な間伐によって光条件を改善し、下層植生を発達させる施業方法がとられている。しかし、ニホンジカ(以下、シカ)の生息密度が高い地域では、間伐によって人工林内の生産力が向上するとシカの採食が集中し、下層植生の発達過程は、採食がない場合に比べて大きく異なる。さらに、そのような下層植生の改変は、他の生物にも影響を及ぼすものと予測される。本研究では、下層植生と結びつきの強い節足動物群集に着目し、間伐後のヒノキ人工林において、シカの採食による下層植生の変化と、それによる節足動物群集への影響について明らかにすることを試みた。

調査は、シカが高密度に生息する三重県津市白山町の42年生ヒノキ人工林で行った。本調査地には、防鹿柵を設置後約5年経過した柵内調査区と、その外側の調査区が設置されている。各区で2012年6、8、11月に一度、下層植生の植生量、種多様度、嗜好・不嗜好性植物の構成と物理的構造、節足動物群集の個体数、分類群数、分類群構造を調べた。これらを調査区間で比較することで、シカによる下層植生上の節足動物群集へのカスケード的影響について考察した。

P2-130 リター蓄積量を介したエゾシカの落葉採食がもたらすワラジムシ類への間接効果

日野貴文・宮木雅美・吉田剛司・山鋪直子

酪農学園大学

シカによる森林生態系への影響は、生きた植物体を採食する一次消費者として検討されてきたが、落葉も採食し分解者としても機能することが指摘されている。しかし、このような落葉採食が土壌生態系に与える影響は知見に乏しい。本研究では、エゾシカが高密度に生息し主な採食物が樹木の落葉となっている北海道西部の洞爺湖中島において、シカ排除柵の内外でリターの蓄積量、ワラジムシ類の個体数を調べた。洞爺湖中島に設置されている6カ所のシカ排除柵(n=6)の内外に調査プロットを設定した。2012年7月に各調査プロットにつき6カ所(1カ所:2m<sup>2</sup>)でリターを採取し、室内に持ち帰って蓄積量を計量した。そして、各調査プロットにピットフォールを設置し、2週間ごとに回収しワラジムシ類の個体数を調べた。リター蓄積量は、シカ排除柵外に比べて排除柵内で有意に多かった。また、ワラジムシ類の個体数はシカ排除柵外に比べて排除柵内で有意に多かった。これらの結果は、シカの採食がリターの蓄積量を減少させ、間接的にワラジムシの個体数を減少させていることを示唆した。発表ではリターバッグを用いた分解率の結果を踏まえて考察する。

P2-132 簡易なチェックシートを用いたエゾシカによる天然林への影響の評価手法

明石信廣<sup>1</sup>・藤田真人<sup>2</sup>・渡辺 修<sup>3</sup>・宇野裕之<sup>4</sup>・荻原 裕<sup>5</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構林業試験場・<sup>2</sup>(株)セ・プラン・<sup>3</sup>さっぽろ自然調査館・<sup>4</sup>北海道立総合研究機構環境科学研究センター・<sup>5</sup>北海道森林管理局

天然林におけるシカの影響を評価するには、森林の種組成や構造の違い、剥皮や枝葉の採食など影響の多様な形態を考慮する必要がある。また、広域の調査には多くの関係者が簡便かつ客観的に評価できる手法が望ましい。そこで、2011年4~9月、シカの食痕や足跡等に関する簡易なチェックシートを用いた調査を実施した。チェックシートは北海道内の森林管理署職員によって記入され、このうち天然林を対象とした1,371件を解析に用いた。シカの食痕等に関する10項目の回答の多重対応分析をから、各地点のスコアはシカが多い、少ない、わからないという3つの方向を含む平面上にプロットされた。第1主成分は狩猟者によるシカ目撃効率(SPU)と有意な相関があった。食痕の有無や不嗜好植物の量は「わからない」とする回答が多かった。自然環境調査の経験を有する技術者による同一林小班内での回答と比較したところ、食痕があるとする回答が少なく、森林管理署職員の回答には食痕の見落としの可能性が示唆される。第1主成分のスコアをもとに、クリギングによって推定された北海道全体の森林における評価結果は、従来の情報などと比較して、妥当なものと考えられた。

P2-131 ニホンジカの高密度化が伊豆半島天城山の森林植生の種組成と種多様性に与える影響

星野義延<sup>1</sup>・大橋春香<sup>1</sup>・藤田 卓<sup>2</sup>・星野順子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学・<sup>2</sup>植生学会・<sup>3</sup>東京環境工科学園

ニホンジカの生息密度の増加と分布拡大は、森林植生に甚大な影響を及ぼしている。特に、太平洋側地域の植生への影響は甚大であり、冷温帯から暖温帯にかけて貴重な自然植生が残存する伊豆半島においての実態把握は急務である。本研究では伊豆半島天城山塊においてブナ林やサワグルミ林、モミ林などを対象に過去の植生記録のある調査地点において追跡調査を実施した。その結果、クロモジ、オシダなどのシカの嗜好性が高い低木や大型草本が減少する一方で、不嗜好性植物であるミヤマシキミなどが残存する傾向が明らかとなった。ブナ林ではスズタケが退行しており、過去の植生記録には出現していなかった木本の稚樹・実生や小型草本が多くの調査区で新たに出現し、調査区内の種多様性( $\alpha$ 多様性)が増加する傾向がみられた。一方、サワグルミ林とモミ林では、シカの嗜好性が高い低木や大型草本の減少により $\alpha$ 多様性は低下する傾向がみられ、植生のタイプによって植生変化や多様性の増減に異なる特徴が確認できた。また、調査区間の多様性( $\beta$ 多様性)は群落を特徴づける種の減少と、調査区に共通して出現する植物の増加の影響によって減少傾向を示した。

P2-133 ヒノキ人工林におけるニホンジカの局所的土壌選好性に関わる要因

中村 舞<sup>1</sup>・片桐奈々<sup>2</sup>・肘井直樹<sup>2</sup>・野々田稔郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名大農・<sup>2</sup>名大院生命農・<sup>3</sup>三重県林研

近年、日本の森林ではニホンジカの個体数増加による樹木や下層植生への採食圧が高まり、シカの生息密度が高い地域の林業では、シカ被害防除対策が必要とされるようになってきた。現在までに様々な防除方法が開発されているが、その中から効果的な防除法や防除箇所を選択するためには、シカの土壌選好性に関する知見が必要であると考えられる。しかし既存の研究では、シカが選好する要因を地形や植生といった広範囲にわたる環境単位で分類しているものが多く、人工林という単一の林相に適用できるような、局所的に存在する質的・量的環境単位で分類しているものはきわめて少ない。そこで本研究では三重県林業研究所実習林内のヒノキ人工林の1林分を36個の3m×3mのプロットに分割し、シカの土壌選好性に関わる要因として、植物種、植生量、植物の被覆面積、傾斜、防鹿柵からの距離、植生の繁茂している場所からの距離を各プロットで調査した。また、シカの土地利用頻度の指標として、各プロットにおける糞粒数、糞塊数、採食痕数、自動撮影装置による撮影回数を調べ、得られた結果から採食・排糞・通過といった行動別に、シカの土壌選好性に関わる要因を検討した。

## P2-134 シカはヒバを好んで食べるか?

南野一博・寺田文子・佐藤 創

北海道立総合研究機構林業試験場道南支場

北海道においてヒノキアスナロ（以下、ヒバ）は渡島半島のみ分布しているが、過度の伐採や山火事により資源量が激減したことから、近年は各地で人工植栽が行われている。一方、渡島半島ではニホンジカ（以下、シカ）の分布域が拡大し、局所的に高密度に生息しているものの、これまでシカによるヒバへの食害や嗜好性について調査した事例はなかった。そこで、本研究ではヒバ植栽地におけるシカの食害状況を調査するとともに、シカが高密度に生息する地域において、ヒバ、スギ、トドマツ、ミズナラ、ブナの5樹種の苗木を植栽し、シカによる食害状況を記録した。さらにシカが越冬する地域においてヒバを含む樹木の樹皮剥ぎの発生状況を調査した。ヒバ植栽地で発生していた獣害の大部分は野ネズミであり、シカによる食害は確認されなかった。また、苗木の植栽試験ではブナ、ミズナラに顕著な食痕が確認された一方、ヒバ、トドマツは被害が確認されなかった。シカの越冬地では、スギに深刻な樹皮剥ぎ被害が発生していたものの、ヒバは小径木に軽微な被害が確認された程度であった。以上のことから、ヒバはシカの嗜好性が低く、シカ被害を受けにくい樹種であることが示唆された。

## P2-136 景観および生物相の異なる生息地におけるヒグマの食性比較

小林喬子<sup>1</sup>・中村秀次<sup>2</sup>・山中正実<sup>3</sup>・伊藤哲治<sup>2</sup>・中下留美子<sup>4</sup>・Loguntsev, Andrey<sup>6</sup>・大森司紀之<sup>5</sup>・佐藤喜和<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院・<sup>2</sup>日本大学・<sup>3</sup>知床財団・<sup>4</sup>森林総研・<sup>5</sup>北大博物館・<sup>6</sup>国後自然保護区

東部北海道の浦幌・白糠地域、知床半島ルシャ地区、国後・択捉島のヒグマの食性を比較した。各地域の特徴は、〈浦幌・白糠地域〉道有林とその周辺に耕作地が広がり、ヒグマの密度は高くないがエゾシカは高密度で生息し、ヒグマによる農業被害が問題となっている。〈知床半島ルシャ地区〉知床国立公園および知床世界自然遺産に指定され、一般の立ち入りは禁止されている。高密度でヒグマとエゾシカが生息し、河川にサケ・マスが遡上する。〈国後・択捉島〉大半を自然植生が占める。エゾシカは生息せず、河川にサケ・マスが遡上する。

夏～秋に採取したヒグマの糞を分析した結果、国後・択捉島では草本類の地上部・地下部の利用が多く、サケ・マス遡上後は主にそれらを利用していった。知床半島でも同様に8月後半からサケ・マスの利用が増加するが、シカの採食圧によりヒグマの嗜好性植物が減少したため国後・択捉島よりも草本類利用が少なかった。一方、浦幌地域では季節を通じて農作物と残滓由来と考えられるシカの利用が多かった。これは各地域の生物相（シカの有無）や景観（人為的影響の有無、サケ・マス遡上の有無）がヒグマの食性に影響を与えていることを示した。

## P2-135 ブナ科堅果類の結実豊凶がツキノワグマの食性と行動の性差に与える影響

小池伸介<sup>1</sup>・小坂井千夏<sup>2</sup>・根本 唯<sup>1</sup>・正木 隆<sup>3</sup>・阿部 真<sup>3</sup>・中島亜美<sup>1</sup>・梅村佳寛<sup>1</sup>・山崎晃司<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学・<sup>2</sup>神奈川県立生命の星・地球博物館・<sup>3</sup>森林総合研究所・<sup>4</sup>茨城県自然博物館

ブナ科堅果の結実豊凶がツキノワグマの食性と行動に与える影響を検討した。さらに、ツキノワグマの日単位の行動様式を年次間で比較することで、行動への影響に性差が存在するかについても検討した。調査は2006年から2008年にかけて、足尾・日光地域で計17頭のツキノワグマを捕獲し、GPS首輪を装着して行動追跡した。なお、行動解析では、1日あたりの移動距離を、直線移動距離と累積移動距離の2種類を算出した。また同時に、周辺地域でブナ科5種の結実量を測定するとともに、糞分析により食性を解析した。結実豊凶は主要樹種のミズナラでは、2006年は不作、2007年、2008年が並-豊作であった。食性はミズナラの結実豊凶に合わせて変化し、不作年には糞に液果が占める割合が増加した。1日当たりの直線移動距離は不作年には雌雄ともに増加し、メスのほうが増加する割合が大きかったことから、メスのほうが不作の影響を行動面では受けやすいといえる。一方、1日当たりの累積移動距離は雌雄とも豊凶の影響を受けなかったことから、ブナ科堅果の豊凶にかかわらず、1日当たりの移動距離は変化せず、集中利用域等での利用様式が変化する可能性がある。

## P2-137 鹿児島県大隅半島におけるアカネズミとヒメネズミの遺伝的多様性

大石圭太<sup>1</sup>・村田修治郎<sup>1</sup>・河邊弘太郎<sup>2</sup>・畑 邦彦<sup>3</sup>・曾根晃一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>鹿児島大学大学院連合農学研究所・<sup>2</sup>鹿児島大学自然科学教育研究支援センター・<sup>3</sup>鹿児島大学農学部

アカネズミ（以下、アカ）とヒメネズミ（以下、ヒメ）は、日本のほぼ全域に分布しており、島の接続・分断の歴史と系統発生地理の関係を評価する model species として用いられる。本研究では、鹿児島県大隅半島にてサンプリングしたアカ17個体とヒメ19個体のミトコンドリアDNAのD-loop領域の塩基配列（213bp）を決定した。その結果、アカ、ヒメともに、13種類のハプロタイプが確認され、そのいずれもGenBankに登録されている他地域から検出されたハプロタイプ（アカ：北海道1種類、本州5種類；ヒメ：本州13種類）と一致しなかった。また、今回の鹿児島と他地域のハプロタイプからNJ法により系統樹を描いたところ、アカは明確な系統の分岐がみられなかったのに対して、ヒメは今回の19個体中15個体が本州の系統とは明らかに異なる固有のクラスターに属した。このようなアカとヒメの違いは、アカよりもヒメの方が高地を好み、陸地の分断の影響を受けやすかったことが関係していると考えられる。大会では、サンプル数を増やし、さらに詳細な解析結果と合わせて発表する。

P2-138 木材生産と鳥類多様性保全は両立できるか？—  
鳥類分布モデルと林業シナリオを用いた地域ス  
ケールでの検証—

豊島悠哉<sup>1</sup>・山浦悠一<sup>1</sup>・光田 靖<sup>2</sup>・藪原佑樹<sup>1</sup>・中村太士<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学農学院・<sup>2</sup>宮崎大学農学部

森林の生物多様性は林齢に伴って変化する。従って、持続的な木材生産と共に、それぞれの遷移段階に依存した生物種を保全することが求められている。本研究では鳥類の林齢に沿った個体数変化をモデル化し、そのモデルを複数の木材生産性を持つ林業シナリオに適用することで、木材生産と鳥類多様性保全を両立する地域森林管理手法を探求することを目的とする。

北海道十勝地域のカラマツ人工林、トドマツ人工林、天然林に若齢林から老齢林まで調査区を設置し、ラインセンサス法による鳥類調査を行った。観察された鳥類を遷移初期種、針葉樹選好種、樹洞営巣性種に分類し、各機能群の個体数と各林相の林齢の関係を一般化線形混合モデルによりモデル化した。続いて、十勝地域の今後100年間で想定される、複数の林業シナリオの下での年齢構成変化を予測し、構築したモデルを用いて各機能群の個体数変化を予測した。

解析の結果、カラマツ人工林の再造林率増加は、木材生産性と鳥類多様性の維持に大きく貢献できること、木質バイオマス燃料への需要増加などによる天然林の伐採量増加や人工林伐採跡地の天然更新率が、地域内の鳥類多様性に大きく影響することが示された。

P2-140 森林流域における溶存有機物の蛍光特性を用いた水移動過程の解明

山本知実<sup>1</sup>・勝山正則<sup>2</sup>・岩崎健太<sup>2</sup>・谷 誠<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学部・<sup>2</sup>京都大学大学院農学研究科

森林生態系の炭素循環において、水系からの流出炭素の多くを占める溶存有機物 DOM の動態把握が重要となる。しかし DOM は複雑多様な混合物であるため質的分類は容易ではない。本研究では水中の DOM をその蛍光特性を用いて質的に評価し、水文過程と比較することでその流出挙動を解明することを目的とした。2012年の一年間にかけて滋賀県桐生試験地内において林内外雨、土壌水、地下水、本流および4支流の渓流水を採水し、三次元蛍光光度法を用いて DOM の蛍光ピーク及び強度を測定した。重なったピークを三相主成分分析法である PARAFAC を用いて異なる蛍光特性を持つ構成成分に分離し、成分毎に水文過程と比較した。渓流水の DOC 濃度は夏場にやや上昇した。DOM 中の蛍光成分はアミノ酸様物質1種とフルボ酸様物質3種に分類された。本流および3支流では1~3種のフルボ酸様物質の変動が DOC 濃度の変動と比較的類似した。一方でアミノ酸様物質の変動が DOC 濃度の変動に対応する支流も見られた。このことから DOC 中の主要蛍光物質は流域間で異なり、その挙動を水文過程とともに見ることによって溶存炭素の流出動態が解明できると考えられる。

P2-139 スギ人工林におけるヤマガラ の給餌行動 —給餌量に関わる要因—

近藤 崇・肘井直樹

名大院生命農

日本の森林面積の約4割は針葉樹人工林によって占められているが、近年、この人工林においても、生物多様性の保全機能が重視されるようになってきた。しかし、針葉樹人工林は一般に、繁殖期の鳥類の主要な餌資源である鱗翅目幼虫が広葉樹林と比較して少なく、繁殖には不適な環境であると考えられている。そこで、スギ人工林内に巣箱を設置し、森林性鳥類の営巣可能性と、営巣した場合の繁殖行動の調査を試みた。

調査は、愛知県豊田市にある名古屋大学稲武フィールドの約55年生のスギ人工林で行なった。尾根や沢筋には、小面積の広葉樹林が存在している。2012年に61個の巣箱を約20m間隔で列状に設置したところ、ヤマガラ (*Parus varius*) 4つがいが営巣した。これらの巣箱において、雛が13-15日齢時のうちの1日に、出入口をデジタルビデオカメラで10時間程度連続撮影した。ビデオ画像から、親鳥が運んできた餌の種類や給餌量を解析した。

給餌量は雛の成長と、それに続く巣立ち後の生存に関わる重要な要素の一つであると言われている。本発表では、つがい間で給餌量が異なった要因を、営巣場所と採餌場所との関係から考察する。

P2-141 九州北部の森林小流域における地下水と連動した流出量の時空間変動

孫 昊田<sup>1</sup>・笠原玉青<sup>1</sup>・大槻恭一<sup>1</sup>・斎藤隆実<sup>2</sup>・恩田裕一<sup>3</sup>・芳賀弘和<sup>4</sup>

<sup>1</sup>九州大学・<sup>2</sup>名古屋大学・<sup>3</sup>筑波大学・<sup>4</sup>鳥取大学

The relation between stream flow and groundwater at different depths was examined to study the contribution of groundwater to streamflow generation. In a small forested catchment of approximately 3 ha, there are three stream gauging stations and two riparian wells at 3 m and 20 m depths. During May to September, water yield from the upstream catchment was greater than the one at the watershed outlet, and groundwater wells gradually shifted to upwelling trend. The remaining of the year the trend was reversed, water yield higher at outlet and groundwater wells showing downwelling trend. These results suggest that contribution of deep groundwater at the headwaters begins in rainy season, increasing water yield upstream, and continues through summer months. From winter to spring months, relatively shallow groundwater contribution dominates.

P2-142 北部九州の源流域における浸水・湧水区間での河床・河畔域での水の動きの違い

笠原玉青<sup>1</sup>・Sodouangdenh, Somsanouk<sup>2</sup>・大槻恭一<sup>1</sup>・恩田裕一<sup>3</sup>・芳賀 弘和<sup>4</sup>

<sup>1</sup>九州大学農学研究院・<sup>2</sup>九州大学大学院生物資源環境学府・<sup>3</sup>筑波大学生命環境系・<sup>4</sup>鳥取大学農学部

Stream-subsurface exchange in a gaining and losing reach of a small forested watershed in northern Kyushu was studied, using hydrometric measurements from wells and piezometers installed in the riparian zone and streambed. There are three stream gauging stations in the watershed of approximately 3 ha, identifying losing upstream reach and gaining downstream reach, during relatively high flow period. Vertical hydraulic gradient measured in the streambed showed steeper downwelling trend in the upstream reach than in the downstream reach. The response of riparian water table to rain events differed between upstream and downstream reaches, suggesting that stream-subsurface exchange dynamics differs between the two reaches.

P2-144 ボルネオ島の熱帯雨林における水・熱フラックス

松本一穂<sup>1</sup>・久米朋宣<sup>2</sup>・片山歩美<sup>3</sup>・熊谷朝臣<sup>4</sup>

<sup>1</sup>琉球大学農学部・<sup>2</sup>国立台湾大学森林環境資源学系・<sup>3</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>4</sup>名古屋大学地球水循環研究センター

マレーシア・ボルネオ島のランビルヒルズ国立公園の熱帯雨林は、世界で最も樹木の種多様性の高い森林として知られ、1991年から様々な研究機関によって長期生態観測が行われてきた。2000年に設置された林冠クレーンには東京大学の水文・気象研究グループによって気象・フラックス観測システムが設置され、東南アジア熱帯雨林のガス交換特性に関するパイオニア的研究が行われてきた(Kumagai et al. 2004, 2005; Saitoh et al. 2005)。その後、渦相関法によるフラックス観測は長らく実施されてこなかったが、生態系機能の長期モニタリングの重要性が指摘される中で、フラックス観測の機運が再度高まり、2010年以降、長期連続観測が安定的に行えるシステムの構築を進めてきた。今回の発表ではこれらの観測によって得られたフラックスデータを基に、ボルネオ島の熱帯雨林の水・熱収支特性について、他の森林生態系との比較を通して考察する。

P2-143 スギ葉の遮断損失量に関する野外実験—序報—

岩谷綾子<sup>1</sup>・金子智紀<sup>1</sup>・野口正二<sup>2</sup>

<sup>1</sup>秋田県森林技術センター・<sup>2</sup>森林総合研究所東北支所

【目的】間伐による樹冠の減少は樹冠遮断量を変化させ林地到達雨量に影響を及ぼす。一方、間伐により発生した枝条は林地の表面を覆うため、雨水が土壌へ浸透する妨げになると考えられる。そこで、枝条による遮断損失量を評価するため、スギ葉における遮断量について野外実験を行った。【方法】実験は秋田県森林技術センターの開放地で行った。通過量は漏斗内にスギ葉(50・100・200・400g)を充填した貯留式雨量計(受水口径30cm)を各々5個ずつ設置して測定した。降水量は漏斗型の貯留式雨量計と転倒マス雨量計で測定した。測定期間は2012年5~11月まで、計18回の雨水の重さを測定した。遮断率は遮断量に対する期間降水量の比率とした。【結果】遮断率はスギ葉量の少ない順に0.9%、1.7%、3.6%、7.3%となり、葉量が多いほど遮断率が増加した。日降水量を10mm以下、10.5~30mm、30.5mm以上の階級ごとに遮断率を求めた結果、どの葉量についても雨量強度が大きいほど遮断率は低下し、遮断効果があることが示唆された。本報告は農林水産省の新たな農林水産政策を推進する実用化技術開発事業の補助を受けて実施した。

P2-145 ヒノキ林の林内雨量分布のイベント内変動

田中延亮<sup>1</sup>・南光一樹<sup>2</sup>・加藤弘亮<sup>3</sup>・平田晶子<sup>3</sup>・恩田裕一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>筑波大学大学院生命環境系

林地における豪雨時の表面流発生プロセスを理解する上で、豪雨時の林内雨量の空間分布の把握は重要であるが、既往研究では、その点について十分に調べられていない。我々は、愛知県内のヒノキ人工林で2010年7月に発生した豪雨イベントを対象にして、同林内17地点において30分間隔で観測された林内雨量の空間分布を調べた。具体的には、上記イベント中の豪雨前(最大30分間降雨強度9.0mm)、豪雨中(同57.0mm)、豪雨後(同5.5mm)の各時間帯について、林内雨量の空間分布を調べた。豪雨前の時間帯から起算した各地点の積算林内雨量の変動係数は、豪雨のタイミングでほとんど変化せず、林内雨量の空間分布の変動の度合いについては、豪雨の影響をあまり受けないことがわかった。各地点の林内雨量の順位が時間帯の間で相関があるかどうかについて、Spearmanの順位相関係数(r)を用いて調べたところ、豪雨前と後の時間帯は高い相関(r=0.92)を示したが、両時間帯ともに、豪雨中とは比較的低い相関(r=0.79, 0.67)を示した。これは、豪雨時には、通常の降雨時とは異なる地点に林内雨が集中することを示唆する。

## P2-146 短期水収支法を用いたボルネオ島熱帯林流域からの蒸発散量推定

若原妙子<sup>1</sup>・白木克繁<sup>1</sup>・蔵治光一郎<sup>2</sup>・五名美江<sup>2</sup>・鈴木雅一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所・<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

年間を通して高温多湿な赤道付近の熱帯林では、活発な呼吸や蒸発散がおこなわれている。熱帯林は減少しつつあるが、温帯地域に比べて熱帯地域の水文の現地観測は少なく、実測ベースの水収支の把握は重要である。そこでマレーシア国・ボルネオ島北西部のランビルヒルズ国立公園内で水文観測をおこなった。また流域(22.0 ha)からの蒸発散量を調べるため、短期水収支法を用いて蒸発散量の推定を試みた。解析には2011年11月から2012年8月(293日間)の連続した流出データおよび降雨データを用いた。水収支期間の起日・終日は先行する2日間に降雨が無く当日も無降雨日とし、水収支期間は8日以上60日以内とした。その結果、選定された水収支期間内の蒸発散量は2.1~5.1 mm/dayと推定された。比較的降雨の少なかった期間(2012年5-7月、平均降雨4.6 mm/day)の蒸発散量の平均は3.7 mm/dayで、比較的多雨であった期間(2012年1-2月、平均降雨11.4 mm/day)の蒸発散量の平均は5.1 mm/dayであった。蒸発散量のばらつきには降雨量との関連が見られた。今後は遮断損失の観測結果との関連を検討する。

## P2-148 森林伐採後の樹木の成長過程における樹冠遮断量の変化が流域水収支に与える影響

小田智基・江草智弘・大手信人・鈴木雅一

東京大学大学院農学生命科学研究科

森林伐採により、森林流域からの蒸発散量が低下し、流出水量が増加することは、これまで様々な流域で観測されている。しかし、樹木の成長に伴い、どの程度の期間で水収支が元の状態にまで回復するのかについては研究例が少ない。本研究では、対照流域法により1999年4月に皆伐、2000年4月に植林が行われた、東京大学千葉演習林袋山沢試験地を対象とした。袋山沢における長期間の流量観測の結果、森林伐採後、流出水量は200~300 mm/year増加し、植林後10年経過した2010年でも伐採流域では対照流域に比べ、流量が多く、伐採前の状態に近づいている傾向は見られない。これは、降水が樹冠上で蒸発する樹冠遮断量が伐採前の状態に回復していないことが原因であると考え、2011年に林内雨・樹幹流量の計測を行い、対照流域と伐採流域での樹冠遮断量を比較した。その結果、伐採流域では植生の成長により、樹冠は閉鎖しているものの、樹冠遮断量は対照流域に比べ150 mm/year程度小さく、樹冠遮断量の変動が伐採・植林後の水収支の回復に大きな影響を与えていることが示された。

## P2-147 広葉樹林における降雨遮断蒸発量の季節変化

鳥羽 妙<sup>1</sup>・太田岳史<sup>2</sup>・檜山哲哉<sup>3</sup>

<sup>1</sup>尚綱学院大学・<sup>2</sup>名古屋大学生命農学研究所・<sup>3</sup>総合地球環境学研究所

落葉広葉樹林3地点における樹冠通過雨量と樹幹流下量の観測を行った。A地点はクヌギの単林で、立木密度350本/ha、樹高13~15m、LAI3.54であり、B地点は、コナラにソヨゴなどが混じる混交林で、1496本/ha、樹高8~16m、LAI3.70、C地点もコナラを中心とした混交林で、2852本/ha、樹高10~20m、LAI3.74である。降雨遮断蒸発率は、着葉期平均値で、A地点では23%、B地点20%、C地点16%であった。着葉期のC地点では、開葉期や落葉期の観測も行っているが、その期間は樹木の構造が変化する。そこで、樹冠通過雨量と樹幹流下量に関して、夏の着葉期も含め、雨の降り始めからセンサー(転倒ます計)が反応するまでの林外降雨に着目し、降雨量や降雨強度、降雨時間との関係を解析した。また、林外雨に対する林内雨の割合は一定ではなく最大30%程度の幅を持っている。この割合の幅が何に起因するのか、樹冠通過雨量、樹幹流量とともに林外降雨量や降雨強度、降雨時間を解析するだけではなく、一雨ごとの時間変化と各地点の状況変化(落葉などによる構造の季節変化)の解析を試みた。

## P2-149 北上山地の小溪流における水温変動の実態

櫻井涼子・井良沢道也

岩手大学農学部

水環境を構成する要素の一つに水温がある。日本の山地源流域は森林に覆われていることが多く、溪畔林が発達している水辺で生息する生物は、その変化を敏感に感じている。しかし、源流域における水温変動の研究は下流の河川に比べて少なく、水は上流から下流に流れていくため源流域の水温が下流にも少なからず影響していることなどから、源流域の水温変動を明らかにする必要がある。本研究では、岩手県宮古市(旧川井村)と盛岡市の境界を源流とする閉伊川上流域の黒沢において、多地点での水温観測を行った。観測期間は2010年8月24日~2012年11月17日、標高は635~1110mである。水温変動には気温とは異なる季節変化が見られ、春と秋に変動期、夏と冬に安定期があることが分かった。また、日照時間や降水量、積雪の時期などの気象や溪畔林の開葉・落葉期との関係が深いことが考えられ、水温の日較差は降水量よりも日照時間との相関関係が強いことや、日最低水温よりも日最高水温との相関が強いことなども分かった。既往の研究事例とも比較しながら、水温変動における一般的な現象を明らかにし、源流域における水温変動の特徴を捉えたいと考える。



## P2-150 出水時における森林河川の栄養塩濃度に与える地下水流出の影響

芳賀弘和<sup>1</sup>・遠藤祐子<sup>1</sup>・佐野貴洋<sup>1</sup>・齋藤隆実<sup>2</sup>・恩田裕一<sup>3</sup>・加藤弘亮<sup>3</sup>・大槻恭一<sup>4</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学農学部・<sup>2</sup>名古屋大学・<sup>3</sup>筑波大学・<sup>4</sup>九州大学演習林

九州北部の人工林流域(面積 3.6 ha)を対象に、出水時における河川水の溶存態窒素(DN)濃度に与える地下水流出の影響について調べた。2-6時間間隔での出水時の河川水採取と、10分間隔での流量と基岩内地下水位の観測を行った。2010年7月から翌年7月において解析対象とした出水は16個(降雨規模は6-226 mm)であった。河川水のDNについて出水時の代表濃度(EMC)を求めた結果、その範囲は1.7-2.7 mg/L、平均値は2.3 mg/Lであった。この平均値は、平水時の平均DN濃度(2.3 mg/L)と同等であった。深さ3 mと20 mの地下水の平均DN濃度は、それぞれ2.6、1.9 mg/Lであった。地下水の動水勾配が鉛直上向き、かつ谷底の土壌が飽和した条件での出水においては、EMCが平水時の平均値よりも低かった。つまり、低いDN濃度を持った基岩内部の地下水が地表に現れ、出水時の河川水のDN濃度を低下させたと解釈できる。出水時のDN濃度形成過程の研究においては、直接流出成分(表面流や土層中の側方流等)が注目される場合が多いが、流域によっては基岩地下水の流出が無視できないと結論づけられた。

## P2-152 九州のスギ・ヒノキ人工林におけるCO<sub>2</sub>フラックスの年変化

北村兼三<sup>1</sup>・萩野裕章<sup>2</sup>・中井裕一郎<sup>1</sup>・大谷義一<sup>1</sup>・溝口康子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所・<sup>3</sup>森林総合研究所北海道支所

森林生態系の炭素循環の解明に寄与することを目的に針葉樹人工林においてタワーフラックス観測を行った。観測地は森林総研フラックスネットのタワーフラックス観測サイトの1つである九州北部の鹿北流域試験地(九州森林管理局、長生国有林)(標高:165 m)のスギ・ヒノキの針葉樹人工林である。森林の樹冠高は約35 m、樹齢はスギで49-56年、ヒノキで33-56年である。年平均気温は15.3℃、年平均降水量は2130 mm(2000-2007年平均)である。生態系正味生産量(NEP)は渦相関CO<sub>2</sub>フラックス(Fc)およびCO<sub>2</sub>貯留変化量(Sc)の和として求めた。Fcの測定にはOpen-path型赤外線CO<sub>2</sub>ガス分析計(Li7500、LiCor)を用いた。2009-2011年のNEPの季節変化の傾向は次のとおりである。・年間を通じておおむねNEPは吸収側で推移した、1月から5月にかけてNEPが徐々に上昇した、梅雨期である6月下旬から7月は相対的にNEPが小さい値であった、8月以降年の後半は明瞭な季節変化の特徴が見られなかった。NEPの季節変化と気象要素との関係は現在解析中である。

## P2-151 山地源流域の流域スケールが洪水時の渓流水質形成機構に及ぼす影響

岩崎健太・勝山正則・谷 誠

京都大学大学院農学研究科

山地源流域において流域スケールが拡大すると、基底流に占める斜面部で基岩内に浸透した水の割合が一定に近付くと指摘されている。斜面観測の知見を広い流域の水質予測に用いるために水質形成機構のスケージングは重要であるが、洪水時を対象とした研究はほとんどない。本研究では流域スケールが洪水時の渓流水質形成機構に及ぼす影響を解明するため、滋賀県・桐生試験地の本流(2次谷)および試験地内の0次谷3流域と1次谷1流域において、2012年6月の総降水量272 mmの降雨時に渓流水、地下水、土壌水、樹冠通過雨を採水した。EMMA(End-Members Mixing Analysis)を用い、各流域の洪水流出に寄与する成分を調べた。エンドメンバーは樹冠通過雨、深い溪畔域地下水、斜面地下水と決定された。0次谷では降雨後の流出に当該降雨の寄与が大きい流域と斜面地下水の寄与が大きい流域が存在した。一方、1次谷・2次谷では降雨後も深い溪畔域地下水の寄与が大きかった。流域スケールが拡大すると、基岩地下水の湧出により安定した水質をもった成分が増加するため、溪畔域における降雨時の渓流水質変化の緩衝が大きくなると考えられた。

## P2-153 安比森林気象試験地におけるブナの年輪セルロースの炭素・酸素安定同位体比と環境変動の関係

久保田多余子<sup>1</sup>・志知幸治<sup>2</sup>・香川 聡<sup>2</sup>・小野賢二<sup>1</sup>・安田幸生<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所東北支所・<sup>2</sup>森林総合研究所

樹木年輪のセルロースの炭素・酸素同位体比( $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ )を古気候復元に利用する取り組みがある。特に $\delta^{18}\text{O}$ は近年オンラインでの自動分析が可能になり、樹木生理学的な影響が $\delta^{13}\text{C}$ に比べて小さく、気候学的因子をより強く反映している。2012年6月に安比岳国有林(岩手県八幡平市)で伐倒されたブナの大径木2本(DBH:56 cmと74 cm)の円板を入手した。薬剤処理によりセルロースを板ごと抽出し、1年輪ごとに切り分けた。高温熱分解型元素分析計と質量分析計によりセルロースの $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{18}\text{O}$ を分析した。1960年代以降、樹木年輪の $\delta^{13}\text{C}$ は徐々に低下した。これは化石燃料由来の炭素放出により、CO<sub>2</sub>濃度上昇と平行に $\delta^{13}\text{C}$ が下がり続けていることと対応していた。 $\delta^{18}\text{O}$ と月別降水量との相関をとったところ、7月の降水量と負、9月のそれと正の相関がみられた。7月の降水量との負の相関は日本の他の地域でも見られるが、9月と降水量と正の相関という例がなく、この原因について考察した。

P2-154 東シベリア北方林における水・CO<sub>2</sub> フラックスと群落構成との関係

小谷亜由美<sup>1</sup>・林 美晴<sup>1</sup>・太田岳史<sup>1</sup>・Maximov, Trofim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学・<sup>2</sup>北方圏生物研究所

東シベリア地域の2ヶ所の森林における群落蒸発散と二酸化炭素フラックスの観測を行い、それらの環境応答を比較した。いずれもカラマツ (*Larix cajanderi*) の高木を中心に、シラカンバ (*Betula pendula*) やヤナギ (*Salix bebbiana*) で構成される林であるが、樹高や植物量には違いがある。カラマツの樹冠面積が比較的大きく、林内の中・低木の樹冠への透過光が少ない森林では、群落CO<sub>2</sub>吸収量の光応答曲線がカラマツの応答曲線(強光条件でも光飽和せずに光合成が上昇)に近い特徴がみられ、逆にカラマツ樹冠が疎で林内への透過光が比較的大きい森林では、シラカンバの応答曲線(光飽和して光合成が頭打ち)に近い特徴がみられた。樹種ごとの樹冠高度分布と林内光環境の違いにより、群落光合成の環境応答の違いが現われると考えられる。これらの森林での夏季の蒸発散量の違いは小さかったが、CO<sub>2</sub> 吸収量には1.2倍の違いがみられた。森林間での植物量の違いと林床蒸発の寄与の違いが主な原因であると考えられる。

P2-156 1950-2010年におけるヨーロッパの熱波と旱魃の発生とその影響

藤井秀太<sup>1</sup>・太田岳史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学部・<sup>2</sup>名古屋大学生命農学研究科

2003年、ヨーロッパでは激しい熱波と旱魃に襲われ、ヨーロッパ全体のGPPは30%減少し、陸域における炭素循環は大きく変化した(Ciais *et al.*, 2005)。また、旱魃は発生、終息が分かりにくいなどの理由から、早期の発見やモニタリングが難しい(Wilhite, 2000)。そこで、PDSIやSPIなどの旱魃指数を用いた、旱魃の激しさや時空間的広がり等の定量化が行われてきた。しかし、旱魃指数の多くは、アメリカでの研究に基づいたもので、他の地域における旱魃評価の妥当性について十分な研究がされていない。また、近い将来、再び発生すると思われる、大規模な旱魃への対策をするためには、過去の旱魃について十分な知見を蓄える必要がある。そこで、1950-2010年のヨーロッパ(35-60°N, -10-15°E)において、気象観測ステーションで観測された降水量から算出したSPIと植生の活性度を示すNDVIから、SPIによってヨーロッパの旱魃は正しく評価されているのか、SPIとNDVIの関係から過去の植生の活性度はどのように変化してきたのか、について研究した。その結果について、講演時に発表する。

P2-155 カンボジアの低地常緑林樹冠上におけるCH<sub>4</sub>フラックスの観測

清水貴範<sup>1</sup>・玉井幸治<sup>1</sup>・壁谷直記<sup>2</sup>・大貫靖浩<sup>1</sup>・飯田真一<sup>1</sup>・清水晃<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所九州支所

メタン(CH<sub>4</sub>)は二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)に次ぐ温室効果ガスであり、大気中の濃度はCO<sub>2</sub>の約1/200だが、温室効果は同量のCO<sub>2</sub>の20倍以上である。また、森林生態系と大気間でのCH<sub>4</sub>交換に関しては定性的にすら未解明な点が多い。例えば、森林土壌は好気的な環境ではCH<sub>4</sub>の吸収源となるが、森林の樹木はCH<sub>4</sub>の放出源である可能性が指摘されており、さらに樹木のCH<sub>4</sub>放出は、高温環境で促進されるとみられている。こうした背景のもと、カンボジア国の低地常緑林の樹冠上で高応答のオープンパス型測定機器を用いて、CH<sub>4</sub>の濃度変化とCH<sub>4</sub>フラックスの直接測定を試みた。その結果、乾季におけるCH<sub>4</sub>濃度は日没後から緩やかに上昇して未明に最大値となり、日の出以降は低下していくことが分かった。森林生態系-大気間でのCH<sub>4</sub>フラックス算出値は、夜間にはほとんど0となり、日の出から数時間経過後からは、一貫して森林生態系への吸収を示した。当日の発表では、雨季における観測結果も示しながら、熱帯モンスーン気候下の森林におけるCH<sub>4</sub>の濃度変動とフラックス算出値の日変化について、他の気象要素の変化と合わせて考察する予定である。

P2-157 森林環境における福島原発事故由来の放射性セシウムの移行

加藤弘亮<sup>1</sup>・恩田裕一<sup>1</sup>・河守 歩<sup>2</sup>・小松義隆<sup>2</sup>・依田優紀<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学生命環境系・<sup>2</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科

福島第一原子力発電所の事故に伴って大気中に放出された放射性物質(特に放射性セシウム)は、福島とその近隣の広範囲に及ぶ森林の放射能汚染を引き起こした。しかし、我が国の森林での放射性物質の動態についてはよく分かっていない。そこで本研究では、常緑針葉樹と落葉広葉樹において、林内雨、樹幹流、落葉等に含まれる放射性セシウム濃度の分析を行い、森林内での移行状況を明らかにすることを目的とした。調査対象地域は、栃木サイト(<sup>137</sup>Cs沈着量<10kBq/m<sup>2</sup>)と、福島サイト(<sup>137</sup>Cs沈着量>300~600kBq/m<sup>2</sup>)である。本研究の結果から、森林に降下した放射性セシウムの大部分が樹冠にトラップされ、その後の降雨によって徐々に林床へ移行していることが明らかになった。落葉広葉樹林では、林床で最も高い放射性セシウム濃度が検出されたが、一方の常緑針葉樹林では、原子力発電事故から1年経過した後も、大気からの総沈着量のおよそ25~40%が依然として樹冠に残存していることが明らかになった。

## P2-158 プロセッサの動力伝達効率改善の可能性

毛綱昌弘・山口浩和・伊藤崇之

森林総合研究所

高性能林業機械の中で最も普及しているプロセッサは、国内ではほとんどの機種が油圧ショベルのバケットを取り外し、作業用ヘッドを架装して稼働している。ヘッドの動力は、油圧ショベルから送られてくる油圧によって供給されているが、枝払い操作時のように油圧ショベルの全動力を要するような作業時と、単にグラップルを開閉するだけの軽負荷作業時においても、油圧ショベルの予備ポートを制御する動作に違いはない。このため、作業用ヘッド側で流量を調整するために絞り弁が多用され、プロセッサの燃料消費率を悪くしている。プロセッサヘッドへ供給されている圧油の流量と圧力を計測することで、油圧ショベルから供給されている動力を求めるとともに、各作業時におけるヘッドのアクチュエータの仕事率を計測して、動力の伝達効率を調べた。対象とした作業は、チェーンソー作業、送材作業およびはい積み作業である。その結果、最も効率が高い作業は枝払い操作時であり 80% 程度の効率であったが、20% 程度の動力が配管抵抗等で失われていた。逆に最も効率が悪かった作業は、はい積み作業であり 25% 程度の動力しか使用されていなかった。

## P2-159 グラップルアタッチメントの省エネ化に関する一考察

山口浩和・毛綱昌弘・伊藤崇之

森林総合研究所

荷役作業に用いられるグラップルローダの省エネ化を検討するため、グラップルアタッチメント各可動部が荷役作業を行うために消費したエネルギーを実測し、ベースマシンから供給されたエネルギーと比較することにより、実作業として有効に利用されるエネルギーの割合を調査した。その結果、グラップルトングで丸太を掴む動作に対するエネルギー利用率は 34%~40%、丸太を旋回させるローテータ部のエネルギー効率は 34%~40% となった。これらのことから、ベースマシンから作り出されたエネルギーの多くは、実作業に使われることなく熱として消費されていることになる。現在電動モータのエネルギー利用効率は、制御方式によって非常に高められている。電気の生成、蓄電等考慮すべき問題は多いが、グラップル各部アクチュエータの動きが円運動であり機構的ロスも少ないことから、グラップル開閉用アクチュエータおよびローテータ用アクチュエータの電動モータに置き換えることも省エネ化のための 1 つの方法であると考えられる。

## P2-160 日本のハーベスタに要求される情報技術機能の検討

上村 巧<sup>1</sup>・嶋瀬拓也<sup>2</sup>・佐々木尚三<sup>2</sup>・中澤昌彦<sup>1</sup>・鈴木秀典<sup>1</sup>・佐々木達也<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所

ハーベスタの高機能化が進んでいる。測尺、測径精度の向上に加え、幹曲線を元にした採材支援を行える機種がある。さらに通信機能を備えて需要側の要求を伐採作業に反映することが海外で行われている。日本でハーベスタの情報技術を利用するにあたり、現状の問題点を聞き取り調査し、伐採業者が必要としている機能を検討した。現状では需要側あるいは発注側から生産現場に要求伝達する頻度は少なく、作業開始時に採材寸法や目標生産量が決まっていることが多い。通信機能とそれに伴う採材支援機能を生かすには、ハーベスタ以外のインフラが整備されることが必要である。特に採材寸法が多種類となる場合は土場での仕分けを省く自動選別機の整備が不可欠であろう。ハーベスタによる正確な生産量の把握は可能で生産側でも必要とされている。しかし、末口自乗法の計算式や径の括約、余尺切り捨てには対応しておらず、表示材積が 114% 多い例もあり差が大きい。ハーベスタのデータを検取に利用できる仕組みを構築する必要がある。また、現状のデータ利用では極毎の材積に位置情報を付加すれば、フォワーダオペレータの作業支援に利用可能であり、その要望も複数存在していた。

## P2-162 欧州型トラクターによるウインチ木寄せ作業の生理的負荷評価

山場淳史・與儀兼三・佐野俊和

広島県立総合技術研究所林業技術センター

林野庁「先進林業機械の導入・改良事業」等により広島県西部森林組合事業推進協議会に導入された林業用トラクターであるドイツ Kotschenreuther 社 K175 搭載の 8 トン引き油圧ウインチを利用した木寄せ作業における荷掛け作業員の生理的負担を定量的に評価した。ウインチにはオーストリア Teufelberger 社「STRATOS Winch Pro」(直径 12 mm) を 100 m 装着した。調査箇所は広島県山県郡安芸太田町中筒賀の財産区有林(スギ 53 年生)であり、試験地は緩傾斜地および急傾斜地にそれぞれ上げ荷区と下げ荷区を設定し、「将来の木施業」を想定した幅 3 m 長さ 70 m 程度の集材線からの間伐木の単線地曳きを行った。荷掛け作業員には Polar 社高度計付きハートレートモニター RS800CX を装着してもらい、作業工程を目視およびデジタルビデオカメラで記録し、心拍データとの関係性を解析した。その結果、地形特性は当然ながら最も大きく影響するものの作業内容との複合的な結果として心拍数が不規則に変動することが確認された。なお、この研究は林業機械化協会による平成 24 年度研究助成を受けて行ったものである。

## P2-163 林業作業現場における安全担当者の役割と導入可能性

坂本雪那<sup>1</sup>・山田容三<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学農学部・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究所

現在の林業は、高性能林業機械の導入等により作業能力が上がり現場環境が改善されたが、労働災害は未だ非常に高い割合にある。死傷年千人率も3割前後と、他産業に対して大幅に高い値を示しており、林業の現場は危険な労働環境であるといえる。この原因として他産業は安全管理体制が確立されているのに、未だに林業は安全管理体制がしっかり確立されていないことが考えられる。そこで本研究では、林業の安全衛生管理体制において実際の作業現場で安全の監督・指導を専任する安全担当者という役割が非常に重要となってくると考えた。よって、安全担当者の林業への導入可能性を検討するために、安全担当者が林業の安全管理体制の中で果たす役割を明らかにするとともに、その人件費の費用対効果を明らかにすることを目的とする。研究は全国の認定林業事業体を対象にアンケート調査を行った。このアンケート調査をもとに、現在の林業の現場での安全管理体制及び安全担当者の導入可能性について検討する。

## P2-165 小型スイングヤーダの木寄せ能力と生産性

渡井 純

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

静岡県島田市の素材生産現場において、ベース車両 8t クラスの小型スイングヤーダ（日立 ZAXIS70+南星 IW22）の木寄せ工程における木寄せ能力と生産性を評価した。

上げ荷（全幹）による木寄せでは胸高直径が 28cm 以上の材で 1m 当たりの実搬器走行時間（sec/m）が全体平均の 2 倍を超える材や木寄せできない材が見受けられたことから、上げ荷による木寄せ能力は 27cm 程度までと推察された。下げ荷（全木）では胸高直径が 39cm の材でも木寄せでき、また、実搬器走行時間が全体平均の 2 倍を超える材はなかったことから、40cm 以下の材であれば十分木寄せが可能であると判断された。

労働生産性（作業 3 名体制）は上げ荷が 0.90 m<sup>3</sup>/人・時、下げ荷が 1.85 m<sup>3</sup>/人・日となり上げ荷でかなり低い値となった。上げ荷では径の太い材で実搬器走行がうまく行えず、荷掛直しや玉切りなどのロスタイムが生産性を低下させた要因として考えられた。

これらから、上げ荷木寄せを全幹で行う場合、材の大きさがかなり制限されると判断され、太い材についてはあらかじめある程度の長さで玉切りを行った上で木寄せを行った方が効率的であると考えられた。

## P2-164 ハーベスタによる林内走行型作業システムの適用条件

佐々木尚三<sup>1</sup>・倉本恵生<sup>1</sup>・山口岳広<sup>1</sup>・上村 巧<sup>2</sup>・中澤昌彦<sup>2</sup>・鈴木秀典<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所北海道支所・<sup>2</sup>森林総合研究所

緩中傾斜地の多い北海道では、近年ハーベスタを直接林内に導入して伐木造材作業を行う事例が増加している。この作業は生産性が高く、労働安全性にも優れているが、機械が林内走行できること、林地を大きく損傷しないことなどが必要である。本研究ではその導入条件を明らかにするため、ハーベスタによって列状間伐を実行した数カ所の現場において、地形、林分、間伐仕様や生産性を調査した。

傾斜が 25°以下の地形では作業はほぼ安定して実施されており、部分的にはそれ以上の傾斜地でも作業が行われていたが、以前測定された最大傾斜 28°を超えることはなかった。また機械は斜面に正対して作業する必要があり、横滑りを発生させないためには方向のずれを 10°程度以内に抑える必要があった。列状間伐の伐開幅は生産性や残存木損傷度合いに影響した。ハーベスタ作業のサイクルタイムは 4m では 60 秒以上の例が多かったのに対して、5m の伐開幅では 45 秒程度であった。

近年では、植栽方向にかかわらず傾斜方向に列状間伐の方向を一致させる作業が増えてきた。列状間伐では、このような作業の質に関わる結果も参考にして設計する必要があると思われる。

## P2-166 タワーヤーダの架設撤去時間について

伊藤崇之<sup>1</sup>・田中良明<sup>1</sup>・上村 巧<sup>1</sup>・吉田智佳史<sup>1</sup>・佐々木達也<sup>1</sup>・鈴木秀典<sup>1</sup>・中澤昌彦<sup>1</sup>・山崎敏彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>高知県立森林技術センター

本研究では主索式タワーヤーダの作業時間観測を行い、架設撤去時間を明らかにして効率的な作業方法を検討した。調査地は高知県香美市の民有林で、2011～12年に計4線分の調査を行った。使用機械は香美森林組合が所有するオーストリア MM-Forsttechnik 社の Wanderfalke タワーヤーダと Sherpa-U3t 搬器である。分析の結果、2011年は架設が 47.8 および 83.1 人時、撤去が 11.9 人時を要していた一方、2012年は架設が 18.8 および 16.8 人時、撤去が 7.6 および 10.3 人時となり、調査年によって大きな差が見られた。2011年の調査では、①機械の導入直後で作業者が不慣れだった②地形条件から中間サポートを多く設置するとともに試験的にいくつかの異なる方法で作設した③柱やアンカーに利用する立木が細く、安全のため補強を多く行った、等の理由により作業時間が長くなったと考えられた。その一方で 2012年はスパンが短い、中間サポートを設置しなかった等、条件が良好だったほか、作業者の習熟が進むとともに作業手順や使用器具を工夫するなどの取り組みが行われ、大幅に作業時間が短縮したと考えられた。

P2-167 先進林業機械として導入されたタワーヤーダによる間伐作業システムの開発—上荷横取り集材作業の生産性—

中澤昌彦<sup>1</sup>・吉田智佳史・佐々木達也・陣川雅樹<sup>1</sup>・田中良明<sup>1</sup>・鈴木秀典・上村 巧・伊藤崇之<sup>1</sup>・山崎敏彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>高知県立森林技術センター

【目的】本研究では、急峻で複雑な地形と大径材搬出への適用が期待できる欧州製タワーヤーダを用いた作業システムを開発することを目的に、間伐作業の功程調査を行った。前報で架線下の上荷集材作業について報告したので、本報では上荷横取り集材作業を中心に報告する。【方法】搬器に Shelpa U-3to を搭載した MM 社製 WANDERFALKE U-AM-2to を用いて、上荷横取り集材作業を実施し、時間分析を行なった。【結果】魚骨状に 4 列伐採し、27 サイクル、28 本、計 17.87 m<sup>3</sup> を集材した。平均荷掛量は 0.66 m<sup>3</sup>、平均集材距離は 156.6 m (135.7~194.6 m)、平均横取り距離は 25.7 m (5.1~48.1 m) で、打ち合わせや遅延時間を除く横取り集材作業時間の合計は 10,371 秒となった。既存タワーヤーダであるツルムファルケ (平均荷掛量 0.37 m<sup>3</sup>) と比較すると、横取り作業時間が約 2 割短かった。以上から、本調査区における上げ荷横取り集材作業の生産性を求めると 6.2 m<sup>3</sup>/時となり、架線下だけでなく横取り集材作業においても既存タワーヤーダより高い生産性が期待できることが示唆された。

P2-169 薪ストーブ燃焼ガスへの Fe 系触媒の適用に関する基礎的研究

玉井康仁

龍谷大学大学院理工学研究科

はじめに

木質バイオマスの家庭系用途として薪ストーブに着目し、熱利用の可能性について調査している。既報<sup>1)</sup>より、触媒付き薪ストーブを用いても燃焼ガス中 CO は 299~3896 ppm、NO<sub>x</sub> は 36~81 ppm と比較的高かった。そこで、安価な Fe 系触媒 (群馬県吾妻産 FeO (OH)) を用いて燃焼ガス中 CO および NO<sub>x</sub> の低減に関する調査を行った。

方法

薪ストーブ内に触媒 (粒径 1.0 mm、85 ml、SV 値 700 h<sup>-1</sup>) を充填した管を挿入し、通常の燃焼状態を維持して CO および NO<sub>x</sub> 低減実験を行った。脱硝実験では NH<sub>3</sub> 水を入れたトレーを燃焼室内に置き、NH<sub>3</sub> を気化させた。

結果

(1) FeO (OH) 触媒により 2000~10000 ppm の CO が 500~1000 ppm 以下に低下した。

(2) 気化させた NH<sub>3</sub> との触媒反応により NO<sub>x</sub> も 60 ppm から 10 ppm 以下に低下した。

今後は触媒の効率の向上を図り、触媒設置位置や圧力損出の把握等、より実用化に向けた検討を行う必要がある。

引用文献

(1) 占部、玉井他、龍谷大学里山学研究センター、2011 年度年次報告書、pp.84-90 (2011)

P2-168 スマートフォンを利用した森林調査

菊島浩貴

東京大学森林利用学研究室

本研究はスマートフォンを用いて単木の材積調査や水準器の代替となるアプリケーションを開発し林分調査に役立てようとする研究です。単木の材積調査では望高法の理論に基づいてスマートフォンのカメラ機能とモーションセンサーを利用して樹幹の前にポールを立てて根本と胸高、望高への俯角や仰角を測定し、胸高を利用して三角法の原理によって望高の高さを求めます。そして実際に樹幹の胸高直径を測定することで、望高法の理論に基づいて本アプリケーションによって単木の材積を推定することが可能です。また、水準器代替のアプリケーションではスマートフォンのモーションセンサーと GPS センサー、電子コンパスを利用することで、スマートフォンを山地などの斜面に置くことで簡単に斜面の角度と方位角、経緯度情報、高度を測定することが可能です。その結果、現地ですmartフォンでスマートフォンの地図を見ながら計測した地点の斜面角度や方位角などの情報を比較することができるようになりました。また、両アプリケーションのデータはテキストファイルに保存され、他の GIS システムと連携することができます。

P2-170 栃木県たかはら地域の集約化施策における素材生産モデルの構築

上村 僚・有賀一広・田坂聡明

宇都宮大学農学部

栃木県内でも木質バイオマス主燃料とする発電所や熱利用が増加する一方、伐捨間伐材や林地残材の有効活用が議論されている。このような背景を受けて栃木県では県内の各森林組合で採用されている収穫システムを調査し、施業履歴や森林簿、GIS データを用いて現場に即した林地残材等の収穫費用や収穫量を推定するモデルを構築した。このモデルでは施業の単位を小班に設定したが、実際の施業は小班を取りまとめている森林組合も存在する。本研究では、たかはら森林組合を対象として、補助事業申請書から団地化された小班を特定し、団地化した場合の収穫費用や収穫量を推定した。その結果、施業の単位を小班とした場合と比べて、団地化した場合は、収穫費用が低減し、収穫量が増加した。また、作業日報と精算書より字祭の収穫費用と収穫量を推定した結果、団地化した場合の収穫費用や収穫量と近似していた。最後に、地続きの小班を団地化するプログラムを作成して、収穫費用と収穫量を推定した結果、補助事業申請書を用いて特定した団地の収穫費用と収穫量と近似し、今後、本プログラムを用いることにより実際の施業単位の収穫費用や収穫量を推定できる可能性も示された。

## P2-171 林内と林道に極積みした林地残材の含水率変動

古川邦明・和多田友宏

岐阜県森林研究所

前報で、間伐による未利用材を林内で乾燥させて収集運搬の効率化を図るため、材の極積み方法による乾燥過程の違いについて、夏期から冬期までの6ヶ月間比較調査した結果を報告した。その後引き続きH24年11月まで計測を行い、計測終了後に各試験材から両木口と中央部の3箇所から円盤を採取し、材の腐朽状況を分析した。

その結果、1年経過した林内の極では、重量の増加傾向が認められたが、その変化量は僅かであった。また極の枕木の有無と、極内の位置による材の重量変化について比較したが、重量変化の違いは認められなかった。一方、林道端の極では、当初の3ヶ月で1割程度重量が減少した。その後、冬期間の重量減少は認められなかったが、4月以降再び重量の減少が進んだ。また枕木有りの極が直置き極に対して重量減少率が大きい傾向が認められた。極内の配置位置によっても重量減少率に差があった。

材の腐朽状況は、各極の材とも木口は変色が進み、一部コケが発生したものもあったが、いずれの切断面も硬く、断面に空隙は認められなかった。林道端の極では最大で分解度1、林内の極では最大で分解度2と判定され、腐朽の初期段階にあると考えられた。

## P2-173 北海道における森林バイオマスの集荷可能量を試算する

酒井明香・寺田文子

北海道立総合研究機構林業試験場

2012年7月に再生可能エネルギー固定価格買取制度が開始され、地域内自給が可能なエネルギー源のひとつとして森林バイオマスの注目度が上昇している。森林バイオマスは、森林管理および木材生産の中で分散して発生するものであるため、集荷して利用に供することができる量(集荷可能量)は、森林の傾斜や路網条件の他、機械作業システムや伐採方法など、地域における慣例的な施業方法に大きく依存する。本発表では、全国の森林の約4分の1を占める北海道において、傾斜・路網・機械作業システム(特に集材方法に着目)・伐採方法を考慮した上で、国有林・北海道有林・民有林の所管別、市町村別の森林バイオマス集荷可能量を試算した。その結果、集材方法について大きく影響を受けるものの、約20~36万トンと試算された。伐採後に玉切りをせずにそのまま集材する、北海道で一般的な全木集材・全幹集材を前提としたことで、短幹集材を前提とした(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が試算している約6.5万トンに対し、より北海道の現実に近い数字を示すことができた。

## P2-172 集材方式の違いによる用材・バイオマス搬出システムの作業効率の比較—秋田県仙北地域における事例—

吉田智佳史<sup>1</sup>・佐々木達也<sup>1</sup>・中澤昌彦<sup>1</sup>・陣川雅樹<sup>1</sup>・伊神裕司<sup>1</sup>・藤本清彦<sup>1</sup>・天野智将<sup>1</sup>・西園朋広<sup>1</sup>・高田克彦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>秋田県立大学

用材とバイオマスを併せた森林資源のトータル収穫システムの開発を目的に、集材方式の異なる間伐試験を行い、用材およびバイオマス搬出の作業効率を比較した。試験は、秋田森林管理署管内の48年生スギ人工林に0.05haのプロットを3か所設定し、全木、全幹、短幹による間伐作業を行った。作業システムは、チェーンソー伐木、グラップル木寄せ、プロセッサ造材、運材車搬出であり、バイオマスは、造材時に発生した作業路上の枝条・端材を対象として、全幹プロットでは端材、全木プロットでは端材と枝条を搬出した。その結果、搬出作業システムの労働生産性は、用材が、短幹3.9m<sup>3</sup>/人日、全幹4.6m<sup>3</sup>/人日、全木5.3m<sup>3</sup>/人日であり、バイオマスが、全幹6.3t-dry/人日、全木4.8t-dry/人日であった。また、バイオマス搬出量は、全幹20.4t-dry/ha、全木28.7t-dry/haであった。全木集材方式は、バイオマス生産性は若干低いが生産性が高いこと、枝条を含めることによりバイオマス量の確保が容易であること等から、用材・バイオマスのトータル収穫システムとして効果的な作業方法であると考えられた。

## P2-174 破碎サイズが林地残材の破碎生産性とコストに及ぼす影響

佐々木達也<sup>1</sup>・藤本清彦<sup>1</sup>・陣川雅樹<sup>1</sup>・吉田智佳史<sup>1</sup>・中澤昌彦<sup>1</sup>・天野智将<sup>1</sup>・上村 巧<sup>1</sup>・古川邦明<sup>2</sup>・高田克彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>岐阜県森林研究所・<sup>3</sup>秋田県立大学木材高度加工研究所

スギ林地残材を林地からエネルギープラントへ供給するための最適なシステムを構築する上で必要なパラメータを明らかにすることを目的として、自走式および定置型の破碎機について異なる破碎サイズでの一次破碎工程の生産性、コストを明らかにする。自走式破碎機はタブ式・破碎式でエンジン出力は107、147kW、定置型破碎機は上部投入式・一軸破碎機で45、75、132kWを用いた。破碎した材料は、端材、末木枝条である。以上の機種および破碎材料について、丸型・穴径30mmおよび丸型・穴径50mmのスクリーンを用いて破碎生産性を測定し、コストを算出した。その結果、30mmでは端材、末木枝条ともに全ての機種において著しく生産性が低くなり、年間180日稼働させた場合の破碎コストでは、端材の破碎で約8,000円/dry-tであった132kWの定置型を除いて10,000円/dry-tを上回った。破碎サイズ50mmのコストは年間180日稼働で5,000~20,000円/dry-t、端材で移動式>定置型、末木枝条で移動式<定置型となった。破碎サイズを大きくすると生産性は高くなりコストは大きく低下することが明らかとなった。

P2-175 林木と土壌の放射性セシウム 南相馬市における事例

益守眞也・野川憲夫・丹下 健

東京大学

原子力発電所の事故によって放出された放射性物質が降下した福島県南相馬市において、林木や土壌の放射能を事故1年半後の2012年夏から計測している。

成長錐などで採取した材片をイメージングプレートに載せて放射能分布を画像化したところ、様々な樹種において樹皮表面に強い放射能が不均一に分布しているようすや、個体によっては木部にも放射性物質が含まれているようすが見てとれた。

スギとアカマツについて、枝、葉、根、高さごとの幹(樹皮と辺材と心材)に分けて放射能を定量した。葉と樹皮に放射性セシウムが多く検出された。事故後に形成された1年生葉や当年葉にもセシウムが含まれていた。木部からも検出された。とくにスギでは、樹冠に近い幹の木部で、辺材より心材に多く含まれる傾向があった。事故直前に伐倒されセシウム降下時に葉付きのまま林内に放置されていたスギの木部にもセシウムが含まれていた。根系を介さず樹皮あるいは葉から取り込まれて木部まで移行したものと考えられる。

また、落葉落枝層と土壌表層にセシウムが多く含まれていることや、事故後に林内で発生した実生にも少なからずセシウムが移行していることが示された。

P2-177 山地斜面における林床植生の地上部および地下部バイオマスと立地環境要因との関係解析

平岡真合<sup>1</sup>・山口若菜<sup>1</sup>・五味高志<sup>1</sup>・内山佳美<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学農学部・<sup>2</sup>神奈川県自然環境保全センター

森林斜面における林床植生の地上部および地下部バイオマスと立地環境との関係を把握するために、神奈川県大洞沢試験流域において植生調査を行った。現地調査から、方形区内(50×50cm)の植生の被度と乾重量、リター乾重量、林床被覆率、土壌硬度、土壌水分、土柱高、樹冠開空度を計測した。土壌試料(400cm<sup>3</sup>)はかさ密度、有機物量、粒度組成を計測し、土壌ブロック中(20×20×20cm)の根系乾重量を計測した。林床植生の地上部乾重量は68~308g/m<sup>2</sup>であった。全根系乾重量は644~1,260g/m<sup>2</sup>であり、木本と草本由来のものが混在していた。木本由来の根系は全体の79~100%を占め、地表から10cm以深に分布していた。草本由来の根系は36~268g/m<sup>2</sup>であり、地表から10cm以内に分布していた。草本類の地上部乾重量と根系乾重量の間には、ばらつきはあるものの、増加傾向が見られた。以上のことから、地上部バイオマスが増加すると根系が発達すると考えられ、これらの関係と土壌最表層における水文および表土侵食過程との関連性が示唆された。今後、地上部、地下部のバイオマスと立地環境との関係を把握する。

P2-176 窒素負荷量が異なる森林間における土性と窒素・炭素保持の関係

落合夏人<sup>1</sup>・徳地直子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学部・<sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター

大気から森林生態系に負荷された窒素(N)は、主に土壌中で炭素(C)と結合して保持されると考えられ、負荷されたNの挙動を明らかにするには、直接的な動態である総無機化・硝化速度などの把握と、NC間の関係の解明が必要である。これまで、土壌中で有機態NはMAOM(Mineral Associated Organic Matter)またはPOM(Particulate Organic Matter)の形で存在し、前者の方が安定だと考えられている。また、MAOMへの蓄積量には限界があり、蓄積しきれないものがPOMになると考えられている。そのため土壌中でNがどの画分にあるかはN動態に大きく影響する。

本研究ではN負荷が多い森林土壌中ではPOM-Nが多いという仮説を立て、N負荷量と母材の異なる林分を対象とし、N動態(総無機化・硝化速度、純無機化・硝化速度)とそれぞれの画分のN・Cを調査した。その結果、同じ火山灰土の田無(N負荷大)と苫小牧(N負荷小)を比較すると、MAOM-Nには有意な差がなかったが、POM-Nは田無の方が大きかった。その他、それぞれの画分のN・CとN動態の関係についても考察を加える。

P2-178 隣接する2世代目スギおよびヒノキ人工林における土壌化学特性の比較

酒井寿夫

森林総合研究所四国支所

林地をスギもしくはヒノキ人工林として継続的に使用した場合、樹種によって土壌特性にどのような影響が見られるのかについて調べている。今回は、高知県の町本川にある奥南川国有林(海拔約900m)に隣接する2世代目(現在、約40年生)のスギ林とヒノキ林のそれぞれ3箇所を斜面系列に沿って土壌断面調査を行い、化学分析(pH、CEC、塩基飽和度)を行った。土壌型は土壌構造の特徴から斜面上部、中部ではBD(d)、斜面下部はBDと判断したが、海拔が高いため乾性的な特徴は明瞭ではなかった。表層土壌のpHについては、斜面下部ほどpHが低く、スギ林で4.32、4.16、4.10、ヒノキ林で4.23、3.99、3.81で、斜面中部・下部でヒノキ林の方がpHが低かった。表層土壌の塩基飽和度はスギ林、ヒノキ林ともに非常に低く、スギ林で2.5、4.2、3.5%、ヒノキ林で2.9、5.1、5.0%であった。pHの結果からは、ヒノキ林の表層土壌の方がより酸性の強い土壌と判断されるが、塩基飽和度については両者ともに小さく、大局的にみれば、表層土壌の化学特性にはそれほど大きな違いはないと考えられた。

P2-179 インドネシア低地フタバガキ林のリターフォールと林内雨及び渓流水の水質に対する森林火災の影響

田中永晴<sup>1</sup>・Aksa, Darul<sup>2</sup>・Yarah, Muhammad<sup>2</sup>・太田誠一<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>ムラワルマン大学・<sup>3</sup>京都大学

森林火災が低地フタバガキ林の物質循環に及ぼす影響を明らかにするため、1998年に発生した森林火災を対象に、東カリマンタン州ムラワルマン大学附属ブキットスハルト演習林内天然林のリターフォール、林内雨水質および渓流水水質について、火災前後の違いを検討した。林内雨ではpHとKおよびMgの濃度に森林火災前後で平均値に差がみられた。火災後のKとMgの濃度は火災前に比較し、およそ2倍高くなった。canopy budget modelにより計算されたnet throughfall solute fluxでは、火災前は負の値であった硝酸態窒素が火災後は正の値に転じた。また、KとMgの樹冠からの溶脱量が森林火災後は火災前の2倍程度大きくなった。リターフォールによる物質のフラックスでは、窒素が火災前に比較して火災後に大きくなった。渓流水の水質は火災直後に溶存成分の濃度が高くなったが、3ヶ月後には濃度が低下し安定した状態になった。林内雨及びリターフォールの変化は上層木の衰退が関係し、渓流水の水質変化は植生の回復が関係しているものと推察された。

P2-181 各種粘土鉱物と細根の混合サンプルにおける細根DNAの抽出効率

鶴川 信<sup>1</sup>・山口宗義<sup>2</sup>・三浦 寛<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>鹿児島大学・<sup>2</sup>森林総合研究所

【目的】 土壌コアに含まれる細根のDNA量から、あらかじめ作成しておいた回帰直線を用いて、細根バイオマスを推定する手法が提案されている。しかし、当該手法では、土壌中の粘土鉱物がDNAを吸着し、適正な回帰直線が得られないという問題が存在する。そこで、本研究では、粘土鉱物と細根の混合試料にDNAの吸着阻害剤（スキムミルク）を添加し、十分なDNA抽出効率を得られるか否か、また、適正な回帰直線が得られるか否かを調べた。【方法】 各種粘土鉱物（アロフェン、イライト、カオリナイト、モンモリロナイト）の粉末にトウモロコシの細根粉末を混合させた試料を作成し、スキムミルクの添加後、DNAの抽出と定量を行った。【結果】 いずれの粘土鉱物を含む混合試料においても、スキムミルクを一定量加えると、DNAの抽出効率が改善された。また、この方法によりDNAの抽出効率を改善すると、いずれの粘土鉱物を含む混合試料においても、細根重量（対数値）とDNA量（CT値）の間に線形の関係が得られた（ $p < 0.001$ ）。これらの回帰直線は、細根のみの試料から得られた回帰直線と有意な差を示さなかった（ボンフェローニ補正： $p > 0.005$ ）。

P2-180 丹沢堂平地区のシカによる林床植生衰退地の斜面におけるリターの移動要因

飯野貴美子<sup>1</sup>・石川芳治<sup>2</sup>・白木克繁<sup>2</sup>・若原妙子<sup>2</sup>・内山佳美<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院連合農学研究所・<sup>2</sup>東京農工大学大学院農学研究院・<sup>3</sup>神奈川県自然環境保全センター

本研究の対象地である神奈川県丹沢堂平地区は、シカの食害により林床植生が衰退し、土壌侵食が広い範囲にわたり進行している。堂平地区は上層にブナ林が茂っており、毎年秋に約400g/m<sup>2</sup>のリターが上層木から供給されていることから、裸地での土壌侵食とは異なる土壌侵食が発生している。従来の研究結果からリター堆積量は土壌侵食量を左右しており、リター堆積量の分布や季節変化を知るとは、土壌侵食量の推定にとって重要である。本研究では、シカ食害地の林床におけるリターの移動要因を明らかにするため、次の2種類の実験を行った。1つ目は、現地に試験区画（2m×5m）を設置し、試験区画内というリターの移動要因が制限された中に着色を行ったリターを設置し、リターの移動に関連すると考えられる①降雨②風速の2つの要素とリターの移動距離との関係についてインターバルカメラを用いて継続的な観測を行なった。2つ目は、林床植生の有無でリターが移動する瞬間風速の違いを明らかにするため、リターが移動する瞬間風速を測定した。その結果、カメラによる継続的な観察から、風速および降雨により影響を受けていることが分かった。

P2-182 北海道北部における人為的な森林攪乱が流域の溶存イオン動態に与える影響

青山隼人<sup>1</sup>・早柏慎太郎<sup>2</sup>・平松悠揮<sup>2</sup>・平野祐也<sup>2</sup>・福澤加里部<sup>2</sup>・吉田俊也<sup>2</sup>・柴田英昭<sup>2</sup>・笹賀一郎<sup>2</sup>・佐藤冬樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院環境科学院・<sup>2</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

昨年の報告に引き続き、森林施業が渓流水質に与える影響を評価するため、北海道北部にて操作実験を行った。欧米における既往の研究とは異なり、皆伐処理に伴う渓流水への硝酸イオンの流出は認められなかった。これに対し、掻き起し区では処理を行ってから3年後に硝酸イオンの流出が認められた。表土戻し区では処理直後に硝酸イオン濃度が約4倍上昇した。表層における土壌水の硝酸イオンは、処理後1年間は高濃度であったが、3年後には森林区と同程度に戻っており、草本の成長に伴う表層の硝酸イオンの吸収が原因と考えられる。一方、土壌中の硝酸イオン濃度が上昇するのに伴い、マグネシウムイオンやカルシウムイオン濃度も上昇したが、これらのイオンは渓流水質に影響を及ぼさなかった。また、豪雨時における渓流水の硝酸イオン濃度は水位低下後、掻き起し区は速やかに濃度低下を観測し、表土戻し区は数日間高濃度の継続が認められた。表土戻し処理によって、高濃度の硝酸イオンが地下深部に広範囲に滞留し、速やかに渓流水中に流出しやすい状況であることが示唆された。以上の結果を元に、森林施業に伴う渓流水質の変化を溶存イオンに着目した議論の結果を報告する。



P2-183 岩手山東麓における厚い黒色土の形成と周辺植生の変遷

池田重人・岡本 透・志知幸治

森林総合研究所

土壌の炭素蓄積と植生との関係を明らかにするために、深さごとの炭素蓄積量がわかっている土壌試料の花粉分析をおこなった。分析に用いた試料は岩手山東麓の好摩で採取した黒色土で、地表から深さ2mまでの厚いA層を分析対象とした。しかし、下層では花粉がほとんど残っておらず、表層に近いところでも保存状態の悪いものが多くみられたため、この報告では約3600年前に岩手山から噴出したとされる生出土スコリア（深さ80-90cm）より上位について、出現する花粉を10cmごとに計数した結果を示す。試料を採取した地点付近の現在の植生はコナラとアカマツの混交林であるが、これまでに得られている放射性炭素年代と土壌中の腐植の特徴から、試料採取地点付近では少なくとも約8000年前以降長期にわたって草原的な植生が継続し、森林となったのは最表層の時代と推定される。花粉分析の結果は、0-10cmの層位においてマツ属が優勢であったほかは、ヨモギ属やイネ科、アカザ科などの草本やシダ胞子が卓越しており、土壌腐植から推定される植生の変化と調和的であった。

P2-185 温帯林の構成樹種による土壌呼吸の日変動・季節変動の違い

佐々木隆史<sup>1</sup>・檀浦正子<sup>1</sup>・小南裕志<sup>2</sup>・植松千代美<sup>3</sup>・安間 光<sup>4</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>大阪市立大学大学院理学研究科・<sup>4</sup>京都大学農学部

土壌呼吸量は研究が行われている森林の間で大きさや環境要因に対する反応性が異なっており、森林の炭素収支を正確に推定するためにはその違いを知る必要がある。樹木は種類によって季節性のほかりターや根の質や量に違いがあることから、森林間の土壌呼吸の違いには構成樹種が影響していることが考えられる。本研究では落葉広葉樹林と常緑広葉樹林において土壌呼吸量、リターの分解呼吸量、根呼吸量の季節変動と日変動を測定し、林分間の差とその差を生む要因としてリター、根の寄与を調べた。土壌呼吸量の季節変動については落葉時季の違いによる影響が示唆され、また、常緑樹林では落葉樹林よりも地温や土壌含水率に強く影響されていた。一方、日変動では逆に落葉樹林のほうが常緑樹林よりも地温の変化に対して大きく反応しており、どちらの林分においても季節変動と比較して高い温度反応性を示した。さらに、根呼吸量は常緑樹林でのみ降雨時に大きく上昇したことから、土壌呼吸量の降雨時の変動にも差を与えている可能性が示唆された。これらの結果から、土壌呼吸量を推定する際に森林の構成樹種による違いを考慮することの重要性とその違いを与える要因の一端が示された。

P2-184 森林土壌における硫黄安定同位体比と硫酸イオン吸着平衡濃度の深度分布とその関係

石田卓也・竹中千里

名大院生命農

森林土壌中の硫黄動態は、大気からの硫黄沈着の影響を受け変化しており、その変化を明らかにすることは重要な課題である。本研究は、起源が推察できる硫黄安定同位体比( $\delta^{34}\text{S}$ )と、硫黄沈着量の影響を受ける固相-液相間の硫酸イオン吸着平衡濃度を用い、硫黄動態変化を評価した。

硫黄沈着履歴が異なる褐色森林土3サイトから、深度別に土壌を採取した。 $\delta^{34}\text{S}$ は、主に吸着態として存在するリン酸可溶画分( $\delta^{34}\text{S}_{\text{phos}}$ )と全硫黄画分について測定を行った。吸着平衡濃度は吸着等温式より求めた。

$\delta^{34}\text{S}_{\text{phos}}$ は、2.3~8.6%の範囲をとり全サイトで同様の値を示したが、サイトにより分布が異なった。稲武、伊自良サイトの $\delta^{34}\text{S}_{\text{phos}}$ は、ほぼ一定または深くなるにつれ上昇する傾向が見られた。四日市サイトでは、40-80cm深の間で最も低い値を示す負のピークが見られ、同時に吸着平衡濃度が上昇している地点が存在した。この結果から、過去多量の人為起源硫黄が沈着した履歴を持つ四日市サイトでは、過去沈着した低い $\delta^{34}\text{S}$ を持つ硫黄がある深さに固まって残存し、その深さの硫酸イオン吸着量を増加させていることが示唆された。

P2-186 林分構造の違いが蒸発散に及ぼす影響の定量的評価— Penman-Monteith 式を用いた感度分析—

宮城 悠<sup>1</sup>・松本一穂<sup>1</sup>・太田岳史<sup>2</sup>・中井太郎<sup>3</sup>・大黒健一<sup>5</sup>・隅田明洋<sup>4</sup>・飯田真一<sup>4</sup>・小谷亜由美<sup>2</sup>・高嶋敦史<sup>1</sup>・Trofim C., Maximov<sup>7</sup>・原登志彦<sup>4</sup>・谷口真吾<sup>1</sup>

<sup>1</sup>琉球大学農学部・<sup>2</sup>名古屋大学大学院生命農学研究所・<sup>3</sup>国際北極圏研究センター・<sup>4</sup>北海道大学低温科学研究所・<sup>5</sup>(株)日立インフォメーションアカデミー・<sup>6</sup>森林総合研究所・<sup>7</sup>凍土域生物問題研究所

立木密度や葉面積、林冠高などの林分構造が空気力学的コンダクタンスを介して蒸発散量に与える影響を定量的に明らかにするため、Penman-Monteith 式を用いた感度分析を行った。愛知県瀬戸の針広混交林に Penman-Monteith 式を適用し、林分構造情報のみを他の様々な森林の値に変化させたところ、日蒸発散量が最大で約6.5倍増加した。立木密度と葉面積の減少と林冠高の上昇は、林冠の粗度の増加を通して蒸発散量を減少させ、その影響は立木密度、葉面積、林冠高の順で大きかった。これらの点から、多地点の森林の蒸発散量の評価や、森林の生態系機能の発揮に向けた森林管理手法の検討の際に、林分構造、とくに林冠高の違いが蒸発散量に及ぼす影響について十分に考慮する必要があることが示された。森林管理において、間伐は立木密度と葉面積を低下させるため、蒸発散量を増加させる効果をもたらすと考えられるが、立木密度と葉面積の低下は二次的に空気力学的林冠高を低下させ、双方の影響が相殺される可能性も考えられる。そのため、今後は個々の林分構造の影響のみならず、各要素間の相互関係についても考慮する必要があることが示された。

P2-187 落葉広葉樹二次林における落葉分解呼吸量の時系列変動

安宅未央子<sup>1</sup>・小南裕志<sup>2</sup>・吉村謙一<sup>3</sup>・深山貴文<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>2</sup>森林総合研究所関西支所・<sup>3</sup>京都大学生態学研究センター

有機物の分解に伴う呼吸量は通常、温度と並んで水分条件に大きく影響を受ける。森林土壌内の含水率鉛直分布は雨水の浸透と蒸発過程によって複雑な変化をし、特に表面近傍の落葉層は高い蒸発ポテンシャルのために層内の含水率鉛直分布の変動が大きくなる。従って、この層内の含水率の時空間変動は落葉分解呼吸量に強く影響すると考えられ、その評価のためには層内含水率分布と呼吸量の連続的な観測が必要となる。本研究では、層厚の異なる落葉層(乾燥重量:15g、60g)からのCO<sub>2</sub>放出量を閉鎖循環型の閉閉式自動チャンバーを用いて連続的に測定し、並行して落葉層内の含水率鉛直分布を観測することによって、落葉分解呼吸量の時系列変動特性に与える影響について調べた。観測は、京都府南部に位置する山城試験地で行い、優占するコナラの落葉をサンプルとした。層厚の違いによって、落葉層内の乾燥-湿潤過程は異なった。薄い区画では降雨後の乾燥過程において落葉層全体が乾燥するため、分解呼吸量はほぼ0にまで低下した。一方、厚い区画では落葉層の下層において湿潤状態が維持されるため、降雨後の乾燥過程における分解呼吸量の変動は薄い区画に比べると小さかった。

P2-189 リタを通じた福島第一原発由来の放射性セシウムの針葉樹林樹冠から土壌への移行と分布状況

Teramage, Tesfaye<sup>1</sup>・恩田裕一<sup>1</sup>・加藤弘亮<sup>1</sup>・五味高志<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学・<sup>2</sup>東京農工大学

The accident of Fukushima Daiichi nuclear power plant on March 11, 2011 was recorded as third major episode that injects anthropogenic radionuclide materials to our biosphere. The distribution patterns of the radionuclides depend on different factors including land use type that the plume could crossover. Due to large surface area provided by tree canopy, forest acts as radiocesium storage pool and continuously delivers to forest floor via falling litter and rain. Our investigation in coniferous forest revealed that litter contributes about 23% of the soil radiocesium inventory and more than 80% of the inventory located in organic rich upper soil layer. The Activity in Of-layer increases steadily and it likely be a zone of accumulation and biogeochemical barrier for radiocesium migration. Therefore, forest floor would be a source for biogeo-recycling radiation routes and exposure font for forest-dependant living chain including human-being in for an extended period of time.

P2-188 北海道東部のミズナラ造林地における土壌の炭素および窒素の蓄積様式 —0~40年生林分の比較—

大津洋暁<sup>1</sup>・菱 拓雄<sup>2</sup>・田代直明<sup>2</sup>・長慶一郎<sup>3</sup>・井上幸子<sup>3</sup>・緒方健人<sup>3</sup>・馬淵哲也<sup>3</sup>・榎木 勉<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学生物資源環境科学府・<sup>2</sup>九州大学農学研究院・<sup>3</sup>九州大学農学部附属演習林

北海道東部に位置するミズナラ造林地において林齢による土壌の炭素(C)および窒素(N)の蓄積様式を明らかにするため、1~40年生のミズナラ林分を用いて植生の現存量、土壌のC、NおよびC:N比の蓄積様式を記述するモデルを検討した。また下層植生(ミヤコザサ)の現存量と土壌のC、N動態との関係を調べた。yをC、N、C:N比、tを林齢と置くと、A0層ではC(t/ha)は $y=5.44/(1+\exp(1.87-0.45t))$ で表され、造林後10年目まで増加してそれ以降は一定となった。N(t/ha)は $y=0.026t^{\ast}\exp(-0.042t)+0.022$ で表され、20年目まで増加し続けた後緩やかに減少した。C:N比は $y=3.23t^{\ast}\exp(-0.15t)+21.3$ で表され、10年目をピークに減少に転じ、20年目以降は安定した。鈳質土ではC、N、C:N比のいずれも深さ0-5cmおよび5-10cmの層位において林齢によって変化していなかった。下層植生の現存量とA0層のC:N比との間には正の相関が見られた。A0層のC、N動態を考える上で林齢による下層植生の現存量の違いが重要である可能性が示唆された。

P2-190 日原川流域における放射性物質の分布状況

小川雄太・山中弘己・橋 隆一・福永健司

東京農業大学

2011年3月11日に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故により、大量の放射性物質が大気中に放出された。その一部は多摩川の源流域にも沈着し、降雨や土砂移動によって河川に流出している。源流域は9割以上が森林で、沈着した放射性物質の大部分は森林に存在する状況となっている。本研究では、多摩川源流域でも特に放射性物質の濃度が高い日原川流域において、尾根部5地点と山頂13地点のリター、土壌表層部(0-5cm)、深層部(5-20cm)、及び河川4地点の堆積物に含まれる放射性セシウム(<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs)を測定した。その結果、リターでは、山頂で平均2,211Bq/kg、尾根部で1,128Bq/kg、土壌表層部では山頂で764Bq/kg、尾根部で1,396Bq/kg、土壌深層部では山頂で199Bq/kg、尾根部で546Bq/kgだった。つまり、放射性セシウムはリターでは山頂で高いが、土壌では表層、深層に関わらず尾根部で高くなった。また、河川堆積物では160Bq/kgで、河川に流出した放射性セシウムが未だに検出されることが分かった。

P2-191 北海道東部における異なる森林タイプでの土壌  
溶存有機態炭素の季節性

今村志帆<sup>1</sup>・館野隆之輔<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学農学研究科・<sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター

森林土壌中の溶存有機態炭素は微生物のエネルギー源として窒素無機化に影響を及ぼすとされ、土壌での有機態炭素の動態を明らかにすることは、樹木の成長を左右する窒素の動態を明らかにする上でも重要である。土壌有機態炭素の動態は、樹木による吸収や土壌に供給されるリターの質などで異なることが予想される。本研究は北海道東部において異なる森林タイプでの土壌中の溶存有機態炭素の季節性を明らかにすることを目的として行った。調査は北海道東部に位置する京都大学北海道研究林で行った。カラマツ林・トドマツ林・パイオニア種の優占する天然林・ミズナラ等の優占する天然林にプロットを設け、5・7・8・9・11月に0-10cmの表層土壌とA<sub>0</sub>層を採取し、溶存有機態炭素と三次元蛍光を測定した。溶存有機態炭素濃度は、すべての森林タイプでA<sub>0</sub>層では夏にピークが見られたが、土壌では明確な季節変化は見られなかった。森林タイプ間の溶存有機態炭素濃度の差は乾燥重量当たりでは見られなかったが、面積当たりでは針葉樹で高く広葉樹で低かった。三次元蛍光分析から3つの腐植様物質の因子が検出され、土壌、A<sub>0</sub>層ともに夏にピークが見られた。

P2-193 下層植生の再生長に伴う窒素溶脱量の低減

馬場光久<sup>1</sup>・隅田龍介<sup>2</sup>・高松利恵子<sup>1</sup>・眞家永光<sup>1</sup>・杉浦俊弘<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北里大学獣医学部・<sup>2</sup>北里大学大学院獣医学系研究科

長伐期施業への移行に伴って人工林下で下層植生が発達している。この下層植生によるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>溶脱の低減を評価した。48年生(2004年時点)のスギ人工林下に発達した下層植生を2004年7月に刈取り、2007年まで継続的に刈取りを行い、その後刈取りを止めた。2004年から下層植生を刈取った試験区(以下「刈取り区」)と刈取りしなかった試験区(以下「対照区」)において土壌浸透水を採取、分析して8年間窒素収支を求めた。刈取り区の深さ10cmにおける年間NO<sub>3</sub><sup>-</sup>移動量は刈取りを行った3年間の平均で176 mmolc m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>と対照区の54.6 mmolc m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>に比べて顕著に多かった。刈取りを止めるとNO<sub>3</sub><sup>-</sup>移動量は減少し、2009年には対照区と有意差が無くなった。刈取り区の0-10cm層におけるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>溶脱量は100 mmolc m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>から-19.3 mmolc m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>に減少した。対照区におけるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>溶脱量が8年間の平均で-14.6 mmolc m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>であったことから、再生長した下層植生によって窒素が吸収されたことによりNO<sub>3</sub><sup>-</sup>溶脱量が減少したと考えられた。

P2-192 森林土壌における窒素無機化の律速要因の解明

藤井一至<sup>1</sup>・山田高大<sup>2</sup>・早川智恵<sup>3</sup>・中西麻美<sup>2</sup>・小野賢二<sup>1</sup>・舟川晋也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>3</sup>農業環境技術研究所

土壌中の窒素(N)無機化は物質循環・生産を担う重要なプロセスである。N無機化には脱重合、アミノ酸の吸収、アンモニア化が含まれる。耕地では脱重合がN無機化を律速するが、森林土壌には異なる点も多いことから、律速要因を解析した。

カゼイン、アミノ酸混合溶液、アルギニン溶液(140 mg N kg<sup>-1</sup> soil)を岩手、京都、タイ7地点の表層土壌(0-10 cm)に添加し、60%圃場容水量・25℃条件で培養した。カゼイン添加土壌のK<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>抽出N、アルギニン添加土壌のKCl抽出無機態Nの純増加速度を脱重合能、アンモニア化能の指標とした。<sup>14</sup>Cアミノ酸分解試験では<sup>14</sup>Cアミノ酸濃度減少速度を測定した。

脱重合能は強酸性土壌で高く、糸状菌活性も高かった。アミノ酸の消費速度はいずれの土壌でも高かった。アンモニア化能は土壌C/N比が高いほど低下した。C/N比の低い土壌ではアンモニア化能が高く脱重合がN無機化を律速するが、C/N比の高い土壌では脱重合能がアンモニア化能を上回った。森林土壌のN無機化速度には低pHでの脱重合の促進、高いC/N比によるアンモニア化の抑制が影響することが示された。

P2-194 北海道東部において斜面地形が窒素無機化特性の季節性に与える影響

菱 拓雄<sup>1</sup>・浦川梨恵子<sup>2</sup>・田代直明<sup>3</sup>・前田由香<sup>3</sup>・柴田英昭<sup>4</sup>

<sup>1</sup>九大演習林・<sup>2</sup>東大農生・<sup>3</sup>九大北演・<sup>4</sup>北大FSC

斜面の位置や方位といった地形要素は土壌窒素(N)の無機化特性に影響する重要な因子である。また、年間N無機化量への休眠期の寄与は無視できないことがわかっているが、地形要素が成長期や休眠期のN動態にどのように影響するのかわかっていない。本研究では、北海道東部に位置する九州大学北海道演習林の天然林、人工林の北向き、南向き斜面、谷部において、地形要素やそれに伴う環境条件がN無機化速度(NminR)、純アンモニウム態N生成速度(NH<sub>4</sub>R)、純硝化速度(NO<sub>3</sub>R)にどのように影響するのかわかっているかを調査した。生育期、休眠期のいずれにおいても、NminRとNO<sub>3</sub>Rは北向き斜面や谷部で南向き斜面よりも高く、NH<sub>4</sub>Rは南向き斜面で北向き斜面、谷部よりも高かった。生育期に比べて休眠期ではNO<sub>3</sub>Rが低下し、NH<sub>4</sub>Rが増加した。PLS解析の結果、休眠期と生育期では土壌N動態の制御要因は異なっていた。例えばNO<sub>3</sub>Rは生育期では北斜面の高いミミズ密度、低いC/N比、日射量、地温日格差によって増加するが、休眠期ではミミズの影響は検出されなかった。休眠期のNH<sub>4</sub>Rは高い日射、地温格差や凍結融解頻度により増加していた。

P2-195 15N トレーサーを用いたブナの窒素吸収特性の評価

稲垣善之・韓 慶民

森林総合研究所

樹木が吸収した窒素は、葉や枝などに分配される。窒素の分配式を明らかにするためには、<sup>15</sup>N トレーサー法が有効であるが、これまでに野外の樹木を対象とした研究は限られる。本研究では、森林総研実験林のブナを対象として、窒素の分配様式を明らかにした。ブナ2個体について3mx3mの調査区を設定し、2009年6月26日に、98%以上の<sup>15</sup>Nを含む塩化アンモニウム、硝酸ナトリウムを10mgN/Lの水溶液として添加した(10mgN/m<sup>2</sup>)。定期的に、葉、当年枝、1年生枝、深さ0-10cmおよび深さ10-30cmの細根を採取し、窒素濃度と窒素安定同位体比を測定した。採取した試料の $\delta^{15}\text{N}$ は葉、枝、細根でそれぞれ-1~4‰、-2~19‰、-2~140‰であった。7月24日には、添加した窒素の1.8-3.2%が枝と葉に、6.3-11.4%が細根に存在した。11月6日には1.3~3.2%が枝と葉に、2.6~6.3%が細根に存在した。7月に葉に存在する<sup>15</sup>Nの95%以上が落葉前に引き戻されていた。<sup>15</sup>N トレーサー試験は、野外において吸収した窒素の分配様式を詳細に明らかにするため有効な手法であると考えられた。

P2-197 異なる気象条件におけるヒノキ林分の葉の窒素安定同位体比と土壌特性との関係

中西麻美<sup>1</sup>・稲垣善之<sup>2</sup>・新井宏受<sup>3</sup>・大澤直哉<sup>4</sup>・柴田昌三<sup>5</sup>

<sup>1</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター・<sup>2</sup>森林総合研究所・<sup>3</sup>東北大学工学研究科・<sup>4</sup>京都大学農学研究科・<sup>5</sup>京都大学地球環境学学

葉の窒素安定同位体比( $\delta^{15}\text{N}$ )は植物の窒素利用を表す指標として用いられている。ヒノキの窒素利用を明らかにするために京都、香川、愛媛、高知のヒノキ林14林分で葉の $\delta^{15}\text{N}$ と土壌特性との関係を調べた。2002~2010年に葉、A<sub>0</sub>層、深さ0-5cmの表層土壌を採取し、 $\delta^{15}\text{N}$ 、窒素および炭素濃度を測定した。 $\delta^{15}\text{N}$ 値は葉、A<sub>0</sub>層、表層土壌でそれぞれ-9.2~-2.0‰、-5.5~-1.5‰、-1.3~3.1‰を示した。葉の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、A<sub>0</sub>層の総量と窒素量が多いほど低くなり(p<0.01)、表層土壌の窒素濃度、窒素量が低く、CN比が高いほど低くなる傾向を示した(p<0.05)。葉の $\delta^{15}\text{N}$ 値はA<sub>0</sub>層の $\delta^{15}\text{N}$ 値と有意な正の相関を示したが(p<0.01)、表層土壌では有意な関係は認められなかった。表層土壌の硝化活性が高いヒノキ林分で葉の $\delta^{15}\text{N}$ 値が低い値を示すという報告があるが、A<sub>0</sub>層が多く表層土壌のCN比が高い林分では土壌の硝化活性は低いと考えられる。堆積有機物が多い貧栄養なヒノキ林分では、A<sub>0</sub>層から放出される窒素を吸収する割合が大きくなるために葉の $\delta^{15}\text{N}$ 値が低くなることが示唆された。

P2-196 ブナ林とスギ林における土壌中の窒素動態比較—添加培養実験—

服部大地<sup>1</sup>・小柳信宏<sup>2</sup>・中田 誠<sup>1</sup>・浦川梨恵子<sup>4</sup>・戸田浩人<sup>4</sup>

<sup>1</sup>新潟大学自然科学研究科・<sup>2</sup>新潟県環境衛生研究所・<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>4</sup>東京農工大学

異なる硝化ポテンシャルをもつブナ天然林と、隣接するスギ人工林の土壌を用いて、A<sub>0</sub>層や土壌pHの違いが硝化ポテンシャルに及ぼす影響を明らかにするための室内培養実験を行った。両林分から採取した土壌0~10cmに①CaCO<sub>3</sub>添加、②A<sub>0</sub>層の水抽出液をブナ林とスギ林で交換して添加(A<sub>0</sub>液添加)、③コントロール、④CaCO<sub>3</sub>+A<sub>0</sub>液添加の処理を行い、4週目までの無機態N(NH<sub>4</sub>-N+NO<sub>3</sub>-N)濃度を測定した。ブナ林土壌はCaCO<sub>3</sub>添加でNH<sub>4</sub>-Nの生成が増加したが、NO<sub>3</sub>-N生成はどの処理も少なく、pH上昇やスギA<sub>0</sub>層の由来成分による硝化促進の効果はみられなかった。スギ林はどの処理もNO<sub>3</sub>-N生成がみられ、CaCO<sub>3</sub>添加で無機態Nの生成量が増大した。両林分の硝化活性に変化が生じないのは、土壌中の硝化菌の数や活性の変化が少なかったためと考えられる。現実林分の硝化ポテンシャルの違いは、より長期的なA<sub>0</sub>層由来の成分濃度や土壌pHの変化によってもたらされている可能性が考えられる。

P2-198 東南アジアのモンスーン・湿潤熱帯におけるN沈着・流出のメソスケール観測

山下尚之<sup>1</sup>・佐瀬裕之<sup>1</sup>・Visaratana, Thiti<sup>2</sup>・Kievuttinon, Bopit<sup>2</sup>・Garivait, Hathairatana<sup>3</sup>・Kok Peng, Leong<sup>4</sup>・Abdul Majid, Nik<sup>5</sup>

<sup>1</sup>アジア大気汚染研究センター・<sup>2</sup>タイ王室林野局・<sup>3</sup>タイ環境研究研究所・<sup>4</sup>マレーシア気象局・<sup>5</sup>プトラマレーシア大学

数km-数百kmの空間(メソ)スケールでのN動態の分布は特に東南アジア熱帯において未解明な部分が多く、モデル研究等における不確実性要因の一つとなっている。本研究は、熱帯湿潤気候のマレーシア・ボルネオ島タワウ周辺(TWU、約8千平方キロ)および、熱帯モンスーン気候のタイ東北部コラート周辺(KRT、約1万平方キロ)において、N沈着(各6地点)および河川水無機態N濃度(各18地点)の空間分布を把握することを目的とした。2年間設置したイオン交換樹脂カラムにより観測された年間の無機態N沈着はTWUで1.9-3.8、KRTで4.1-12kg/haであり、両者の変動幅はASEAN諸国での大気観測地点の変動幅(0.5-49kg/ha、22地点、EANET2010)よりも小さかったが、両地域近傍の大気観測地点のN沈着に対し最大で2倍程度の差がみられた。一方、TWUにおける河川水の硝酸イオン濃度は上流の低地フタバガキ林から下流のアブラヤシ林にかけて増加しており、N沈着もほぼ同様の空間分布を示した。植生・地形・排出源との関連から熱帯のN沈着・流出におけるメソスケール空間分布の特色を議論した。

P2-199 シカ採食圧排除後2年間のミヤコザサ現存量の回復と養分保持能

堀口智也<sup>1</sup>・岩月良介<sup>2</sup>・戸田浩人<sup>3</sup>・崔 東壽<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup>仙台市建設局公園課・<sup>3</sup>東京農工大学大学院農学研究院

近年、全国でニホンジカ（以降シカ）の個体数の増加が認められ、気候変動による積雪量の変化が原因の一つとされている。シカの増加に伴い下層植生への採食圧が激化しており、日本の代表的な下層植生であるササ類に関しても、食害による衰退・枯死が報告されている。ササ類は下層植生のなかで現存量が大きく、森林生態系における窒素等の物質循環に大きく寄与していると考えられるため、ササ類へのシカ食害が森林生態系の物質循環に与える影響を評価することは重要である。本研究では、ササ類へのシカ食害が森林生態系の物質循環に及ぼす影響として、太平洋側に広く分布するミヤコザサ（以降ササ）のバイオマス（BM）やリターフォール（LF）の量と質から評価することを目的とした。ササがシカによって食圧を受けている調査地に防鹿柵を設置することでシカによる採食を排除し、柵内外におけるササ BM、ササ LF と養分量の変化等を調査した。採食圧排除2年後には、防鹿柵内のササ BM は 1.8 t/ha 増加し、それに伴いササ BM 中の窒素量も 25.9 kg/ha 増加するなど大きな変化が見られた。ササ LF は 6~12 月に柵内で 324.5 kg/ha 増加した。

P2-201 森林土壌における窒素動態の空間的不均質性の形成要因の解明：リターと植生構造に着目して

井上貴央<sup>1</sup>・柴田英昭<sup>2</sup>・福澤加里部<sup>2</sup>・吉田俊也<sup>2</sup>・渡辺恒大<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学環境科学院・<sup>2</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

森林生態系の窒素循環は生物生産や環境保全機能を理解する上で重要である。これまで、樹種や林相の違いにより植生-土壌間の窒素循環が異なることは比較的明らかになっているものの、植生構造と土壌窒素動態との空間的な関係性については未解明な点が多い。そこで、本研究では天然の針広混交林において下層植生を含む植生の空間分布がリターフォールを介して土壌窒素動態の空間分布とどのように関係しているかを調べた。北海道北部の天然性冷温帯針広混交林を調査地とし、植生分布、リターフォール、粗腐植層、表層土壌の量や化学成分、土壌微生物呼吸と窒素無機化・硝化速度の空間分布をもとに解析を行った。粗腐植層の厚さは針葉樹下で厚く、広葉樹近傍のササやオオカメノキが優占する場所では薄くなる傾向にあった。また、リターフォールの C/N 比と粗腐植層の厚さには正の相関が認められ、粗腐植層の厚さと硝酸態窒素含有率、正味硝化速度の間には有意な負の相関関係が見られた。つまり、植生の空間分布やリターフォールの質の違いは粗腐植層の分解速度に不均質性を生み出すことによって土壌の硝酸態窒素の空間分布パターンに影響していることが明らかとなった。

P2-200 北海道の冷温帯林における土壌の窒素無機化の変化に対する細根の応答

福澤加里部<sup>1</sup>・浦川梨恵子<sup>2</sup>・菱 拓雄<sup>3</sup>・柴田英昭<sup>1</sup>・宮本敏澄<sup>4</sup>・館野隆之輔<sup>5</sup>

<sup>1</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・<sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>3</sup>九州大学農学部附属演習林・<sup>4</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>5</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター

土壌の窒素動態と植物細根による養分吸収の関係を明らかにするため、細根侵入の有無が土壌の正味窒素無機化量に及ぼす影響を調べた。北海道の多雪・少雪地域に位置する北大雨龍および九大足寄の天然林にてレジンコア法による現地培養を行い、土壌カラムの部分をメッシュにしたイングロスコア式レジンコア（根あり区）と通常のレジンコア（根なし区）との間で窒素無機化量を比較した。2010年11月に雨龍・足寄の両サイトで現地の土壌を用いてミズナラの周囲にレジンコアを埋設し、一部は2011年4月に回収し、残りは8月まで引き続き足寄で野外培養した。培養前後の土壌中の窒素量の差と回収後のイオン交換樹脂中の窒素量の合計値を正味の窒素無機化量（NH<sub>4</sub>-N 生成量、NO<sub>3</sub>-N 生成量）とした。足寄・雨龍土壌での生育期の根なし区における硝化率はそれぞれ43%、1%であった。一方、根あり区においては両土壌の正味窒素無機化量は同程度であったが、足寄土壌で NO<sub>3</sub>-N 生成が、雨龍土壌で NH<sub>4</sub>-N 生成がそれぞれ低下した。生成する窒素の形態の変化に対して、細根は利用しやすい形態の窒素を吸収するという可塑性をもっていることが示された。

P2-202 積雪深が異なる地域間でのリター分解およびリター分解菌群集の比較

宮本敏澄<sup>1</sup>・幸田圭一<sup>1</sup>・菱 拓雄<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究院

積雪深が異なる北海道内の4地点の森林において、冬期のリター分解とリター分解菌群集を比較した。ミズナラとトドマツの落葉をそれぞれ封入したリターバッグを10月に林床に設置し、12月、3月に回収して落葉の重量変化を調べた結果、全地点で積雪期においても分解は進んだが、積雪深が40cm以下の少雪地に比べて積雪深が1m以上の多雪地で分解が速く進んだ。多雪地の2地点間で比較すると積雪期間が長い地点での分解が速かったが、少雪地の2地点間で比較すると積雪期間が長い地点での分解が遅かった。林床の地表温度と土壌凍結深の測定結果より、多雪地の2地点では積雪期に土壌の凍結が起これば約0℃で安定していたが、少雪地の2地点では積雪期においても土壌凍結が起こればと推定された。土壌が凍結しても落葉分解は進むものの、微生物の分解活性が抑えられていたと考えられる。回収したミズナラとトドマツの落葉より得られた菌類の分離株について形態と rDNA の ITS 領域の塩基配列情報による分類を行い、各地点の菌類相を比較した結果、積雪深によってリター分解菌群集が影響を受ける傾向が認められた。

P2-203 北海道北部の森林生態系における短期的な土壌窒素肥沃度の変化に対するササ-土壌系の応答

渡辺恒大・福澤加里部・柴田英昭

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

森林の下層植生はしばしば土壌-植生系の物質循環を通して、天然林や攪乱林における一次生産や水質浄化など生態系機能の形成、維持に大きく貢献している。このことは下層植生が大きい窒素シンク能を有していることを示唆している。そこで本研究は土壌窒素肥沃度の変化が土壌-植生系の窒素シンクと内部循環に及ぼす影響を解明することを目的とした。北海道北部の天然性針広混交林において対照区、低窒素区、高窒素区に設けたササのみのサブプロットで窒素施肥実験を行い、ササ地上部・地下部バイオマス、リターフォール、リター分解、土壌、根圏外への窒素溶脱量を調査した。マスバランスによる解析の結果、窒素施肥後に高窒素区のササ地上部の窒素蓄積量と溶脱量が他区よりも有意に増加した。一方、約  $9 \text{ g N m}^{-2}$  の窒素蓄積量の増加が認められたものの、リター動態の有意な変化は認められなかった。また、両施肥区では約  $5 \text{ g N m}^{-2}$  の窒素が微生物を含むリター層に保持されると推察されたことから、窒素シンク強度としてはササよりも微生物を含むリター層の方が強い一方、シンク量としては一定の限界値があり、その量はササの方が大きいこと示された。

P2-205 雄性不稔スギにおける花粉形成過程の系統間比較

古川原聡<sup>1</sup>・二村典宏<sup>1</sup>・斎藤真己<sup>2</sup>・樋口有未<sup>3</sup>・渡部公一<sup>4</sup>・篠原健司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>富山県森林研究所・<sup>3</sup>新潟県森林研究所・<sup>4</sup>山形県森林研究研修センター

近年、花粉症患者の増加が社会問題化する中、無花粉スギの利用への期待が高まっている。本研究では、雄性不稔スギ3系統（富山不稔1号、新大不稔5号、新大不稔1号）の花形成過程を比較し、花粉の発達に異常が生じる様子を顕微鏡観察によって明らかにした。花粉の発達を4段階（花粉母細胞期、減数分裂期、四分子期、小孢子期）に分けて観察した結果、全ての系統において四分子期あるいは小孢子期の小孢子外壁に異常が認められた。富山不稔1号では四分子期に外壁内層のラメラ構造が発達せず、小孢子期には外壁が破れて内容物が漏出した小孢子が観察された。新大不稔5号でも小孢子外壁が十分に発達せず、ラメラ構造の数が正常個体より少なかったが、異常が観察されるのは富山不稔1号よりも遅く、小孢子期以後であった。新大不稔5号の小孢子は内部から崩壊し、癒着して塊状化した様子が観察された。新大不稔1号では、小孢子嚢内の小孢子密度が異常に高まり、小孢子期になると互いに押し潰し合って外壁が変形した。新大不稔1号では雄花の肥大に伴う小孢子嚢の拡大が抑制されており、このことが小孢子の高密度化の原因と考えられる。

P2-204 グイマツ雑種 F1 の成長に及ぼす窒素付加の影響

毛 巧芝<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学農学院・<sup>2</sup>北海道大学農学研究院・<sup>3</sup>北海道森林研究

Hybrid larch F<sub>1</sub> is considered as a promising species. Will excessive N loading decreasing the photosynthesis, thereby the growth of F<sub>1</sub>? We examined the F<sub>1</sub> with continuous N input for 5 years. 3-yr-old F<sub>1</sub> seedlings were planted in brown forest soil. NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> solution was supplied at 50 kg N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>. In 2008, net photosynthetic rate ( $A_{\text{net}}$ ) was increased by N. Since 2009, no difference in the  $A_{\text{net}}$  was found. Chronic excessive N probably can stimulate productivity of F<sub>1</sub> plantation in a short term.

P2-206 管理放棄竹林における竹伐採後の新竹発生本数の経年変化

池田虎三<sup>1</sup>・江崎功二郎<sup>2</sup>・小谷二郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>石川県農林総合研究センター・<sup>2</sup>石川県白山自然保護センター

近年、管理放棄された竹林での、造林木の枯死による土砂災害の誘発が懸念されている。従来では、タケノコの生産活動によって、竹林が整備されていたが、タケノコ生産量の減少に伴い、管理放棄される放置竹林が増加した。石川県内のタケノコ生産量は、中国からの輸入増加の影響を受け、大きな減少傾向にある。放置竹林は毎年、周辺の造林地に2m程度拡大進行しており、造林地への竹の侵入により、県内各地で造林木の枯死が発生している。竹林の駆除を効率的に行うために、放置竹林における竹駆除後の新竹再生状況調査を毎年行った。その結果、新竹の発生本数は、竹林の伐採率によって異なり、伐採率が高いほど翌年の新竹の発生本数は増加していた。竹の無伐採区では、成立竹本数の0.2-2.1%の新竹が毎年継続的に発生していたが、皆伐区においては、伐採後3年目に新竹の発生本数が大きく減少した。新竹の直径は、間伐区に比べ、皆伐区では小さくなる傾向にあった。本研究により、竹の駆除後1-2年目に、その再生力が最も盛んになるが、光合成によるエネルギー供給が無い場合は、駆除後3年目には、再生力が大きく減少することが明らかになった。

P2-207 広葉樹二次林におけるナラ枯れギャップの更新と側方成長による修復

岩佐和輝  
新潟大学

ナラ枯れは、多樹種が混交した林の単木の枯損からナラ類による純林状の林での集団枯損まで様々なケースがある。本研究は、多樹種が混交した林でのナラ枯れギャップの辺縁部からの修復状況と更新木状況を明らかにし、施業の必要性について検討する。調査は新潟県阿賀町の約80年生の広葉樹二次林において行った。26個のナラ枯れギャップをそれぞれ囲むように長方形の調査枠を設置し、ギャップ面積とナラ枯れ被害木数、樹高2m以上の高木種については樹高・DBH・ギャップに接しているか否かを記録した。その結果、単木枯れのギャップ面積は60m<sup>2</sup>以下で、辺縁部からの側方成長で埋まりつつあった。60m<sup>2</sup>以上のギャップ内の更新木は15樹種、1047±794本/haであり、ナラ類はほとんど更新していなかった。ギャップ辺縁木は1ギャップにつき4個体以上で、ギャップ面積の増加とともに有意に増加した。ナラ枯れ前後での相対的な林冠樹種構成は、ブナで8%増加、ナラ類で14%低下した。以上の結果から、ギャップは閉鎖しつつあり、ナラ枯れによって原植生のブナ林への遷移が促進されているので、多樹種混交のケースでは施業の必要は無いことが明らかになった。

P2-209 紅海沿岸に生育するヒルギダマシにおける遺伝的特性

吉森一道<sup>1</sup>・石原愛子<sup>1</sup>・吉川 賢<sup>1</sup>・中島敦司<sup>2</sup>・松尾奈緒子<sup>3</sup>・瀬尾明弘<sup>4</sup>・Abdelmoneim, Karamalla Gaiballa<sup>5</sup>

<sup>1</sup>岡山大学大学院環境生命科学研究科・<sup>2</sup>和歌山大学システム工学研究科・<sup>3</sup>三重大学大学院生物資源学研究所・<sup>4</sup>京都大学大学院理学研究科・<sup>5</sup>紅海大学海洋生物学部

紅海沿岸域は年間降水量が少なく、非常に乾燥しているため、海岸域に生育するヒルギダマシは不連続な群落を形成している。ヒルギダマシはマングローブの内でも最も分布が広く、その範囲は東南アジアやオセアニアを中心として中東や東アフリカ沿岸までおよぶ。東南アジアでは、帯状分布をするマングローブ林群落の内でも最も海に近い部分に生育する。アラビア半島の海岸では内陸部からの真水の供給がないため、マングローブは海水のみで生育しなければならず、耐塩性に優れた本種が主にワジの出口に群落を形成している。群落の地理的な孤立、種子分散に影響する海流の季節パターン、沿岸での過去の人間活動との関係から、紅海沿岸のヒルギダマシはこれまで遺伝的変異が調査されている湿潤な東南アジアなどとは異なる遺伝的構造を保持しているかもしれない。しかしその実態はこれまで調査されていない。本研究では核マイクロサテライト分析より、アフリカ紅海沿岸に生育するヒルギダマシについて過去の集団動態を考察するため、遺伝的多様性の地理的分布を解明し、すでに報告されている地域での遺伝的変異と比較した。

P2-208 強度間伐後約15年経過した壮齢ヒノキ人工林における林床植生におよぼす林冠層・低木層・ササの影響

川村奈々<sup>1</sup>

<sup>1</sup>信州大学農学部・<sup>2</sup>信州大学大学院総合工学系研究科

【目的】強度間伐の実施から15年経過した壮齢ヒノキ人工林における林床植生の衰退の原因について調べた。強度間伐後数年間で林床植生は発達したが、その後低木層およびササが発達すると林床植生は衰退した。林床植生の衰退に低木層とササの発達による被陰が影響していると考えた。\*\*\*\*【方法】低木層とササを刈取った全刈取区、低木層を刈取った低木刈取区、無処理の対照区を設置し、2011年に1回と2012年5月から10月にかけて毎月植生調査した。また、全天空写真から開空率を算出して光環境を調べた。\*\*\*\*【結果】刈取り処理により林床の光環境が改善された。植生調査については、全刈取区で出現した個体数は674本で、低木刈取区では648本で、対照区では328本であった。刈取り方法により各月に認められた個体数で有意差が認められ、光環境が良いと個体数が増えることが推察され、低木層とササによる被陰が林床植生の衰退を促していると考えられた。5月から10月にかけて全体的に個体数は減少していた。枯死数は6、7月に多かった。降水量が多い時期に枯死数が多いため、雨滴もしくは雨滴による地表攪乱が枯死数を増大させたと考えられた。

P2-210 ミネソタ州の南で起こるクロウメドキとみみずの相互作用：外来種の扶助関係

Mosel, Jamie・Shea, Kathleen  
セントオラフ大学

Earthworms were collected at three forest sites in southern Minnesota in order to examine the relationship between *Rhamnus cathartica* and earthworm density and diversity. Both are non native to the Great Lakes region and impact the compositions of forest ecosystems. Understanding their interaction is valuable to predict their spread. Results suggest that *R. cathartica* and earthworm densities may impact each other. Soil conditions and moisture levels may play a more decisive role in population.

P2-211 熱帯低地林におけるフタバガキの光と栄養塩の共役に関する菌根菌の役割

溝口佳佑

京都大学院農学研究科

1. フタバガキ科は東南アジア熱帯低地林のリン (P) 濃度の低い土壌で優占できる樹種であり、P の吸収を促進する外生菌根 (EcM) を形成する。フタバガキ科は同所的に多様な種が共存しており、その理由として、光と栄養塩獲得の共役の種間変動がフタバガキ科内で大きいことが重要であると考えた。

2. 本研究では、この仮説を検証するため、原生林の異なる光環境下に生育する、一斉開花起源の1年生コホートに属するフタバガキ実生6種(各種10個体)のバイオマス(成長速度)、ECM形成率、栄養塩獲得能力の指標としての葉内P濃度を調べた。

3. バイオマス・ECM形成率それぞれと光強度の間には2種で正の相関がみられた。これら2種では、バイオマスが増加しても葉内のP濃度はほぼ一定であったため、高光下の個体の栄養塩獲得能力は低光下の個体よりも高いと考えられる。以上から、高い光応答性を示すフタバガキ樹種の高いP要求度はEcM形成率の増加によって補償され、これを達成できる樹種がP欠乏環境の高光下で高い成長率を達成できるものと考えられた。

P2-214 ヒノキ若齢木の樹幹と一次枝における肥大・伸長成長フェノロジーの垂直変動

荒木眞岳<sup>1,3</sup>・玉泉幸一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府・<sup>2</sup>九州大学大学院農学研究科・<sup>3</sup>森林総合研究所九州支所

本研究は、熊本県における10年生のヒノキ5個体を対象に、幹の直径成長と一次枝先端の伸長について、成長フェノロジーの垂直変動性と年間成長量の垂直分布を明らかにすることを目的とした。調査木から、樹冠内の様々な高さに位置する一次枝を計53本選定した。測定木の1mおきの幹直径、梢端の伸長量および一次枝の主軸先端の伸長量を、ほぼ1ヶ月に1回の頻度で1年間測定した。

いずれの高さにおいても、幹は4月初めに成長を開始し、直径成長量は4.5月に最大となった。成長量は、幹の下部ほど夏に大きく低下した後、10月にも小さなピークが見られた。夏の成長量低下の程度に応じて、年間直径成長量は幹の下部ほど小さかった。一方、一次枝先端は4月後半から伸長を始め、伸長量は5月に最大となった。樹冠上層の枝では伸長速度が速く10月まで伸長が継続したのに対し、下層の枝では伸長速度が遅く7月に伸長が停止した。その結果、一次枝の年間伸長量は上層にある枝ほど大きかった。以上から、幹直径成長と一次枝伸長では成長フェノロジーの垂直変動様式が異なった。また、フェノロジーの垂直変動性がそれぞれの年間成長量の垂直分布をもたらすと考えられた。

P2-213 スギ苗木の一成長期における炭素収支

玉泉幸一郎

九州大学農学研究院

植物の成長は生産と消費のバランス(CO<sub>2</sub>収支)によって決定されることから、成長予測にはCO<sub>2</sub>収支のモデル化が有効である。これまでは、植物のパーツ毎のCO<sub>2</sub>収支を総合するモデルが主であったが、各パーツの成長は相互に関連していることから、全体のCO<sub>2</sub>収支から各パーツをモデル化することが望ましい。本研究においては、スギ苗木のCO<sub>2</sub>収支を苗木全体で測定し、各パーツのCO<sub>2</sub>収支への寄与率や季節変動を明らかにすることを目的とした。素焼き鉢に植栽された2年生スギ挿し木苗木をアクリル製同化・呼吸箱に封入し、地上部と地下部のCO<sub>2</sub>収支を同時に測定した。測定は2012年1月から2013年1月までの1成長期間行った。10月までの結果によると、純光合成に対する地上部の夜間呼吸率は15%、根の呼吸率は37%で、52%を呼吸として消費していた。純光合成に占める呼吸割合は気温の高い夏期に大きかった。日剰生産物は、5月から7月に最大値を示した。積算剰生産物は、2月から5月にかけて指数関数的に、その後は直線的に増加した。

P2-215 ブナの肥大成長に及ぼす晩霜害の影響

川村 航<sup>1</sup>・石田 清<sup>1</sup>・高田克彦<sup>2</sup>・野堀嘉裕<sup>3</sup>

<sup>1</sup>弘前大学・<sup>2</sup>秋田県立大学・<sup>3</sup>山形大学

晩霜害がブナ林に与える影響は大きく、分布北限を決めている可能性がある。近年の温暖化によってブナの開芽時期が早まり、冷気湖のような降霜頻発地では、晩霜害の発生頻度が上昇する可能性がある。青森県八甲田山域の盆地である田代平は冷気湖であり、6月でも霜が降りる。本研究では、温暖化が晩霜害や気温変動を介してブナの肥大成長に及ぼす影響を明らかにするため、田代平のブナ林を含む八甲田山の4地点でコアサンプルを採取し年輪幅の標準曲線を作成した。また近隣のアメダスのデータからコアサンプル採取地の過去の気温を推定し、これに基づいて開芽時期や降霜の有無を推定した。田代平のブナ林には開芽の早い集団と遅い集団があった。開芽の早い集団については過去の降霜と年輪幅との間に有意な関係が認められなかったが、秋の平均気温と年輪幅の間に有意な正の相関が認められた。一方、開芽の遅い集団は降霜のみが年輪幅に有意な負の影響を及ぼしていた。田代平以外の地点については降霜と年輪幅の間の有意な相関は認められなかった。ブナの年輪幅に及ぼす降霜や気温変動の影響は集団ごとに様々であり、共通する傾向は認められなかった。



P2-216 スギとヒノキの挿し木と実生苗木の当年生葉の生理および形態の比較

高瀬雅生<sup>1</sup>・玉泉幸一郎<sup>2</sup>

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

本研究では、加齢が樹木の光合成と形態におよぼす影響を明らかにすることを目的として、スギとヒノキの実生苗と挿木苗の光合成と形態を調べた。窒素施肥量を変えて生育した両樹種の実生苗と挿木苗それぞれ25個体、計100個体を実験室に鉢ごと持ち込み、光合成蒸散測定装置により乾重あたりの最大光合成速度 ( $P_{max}$ ) を測定した。また、測定に用いた葉の比葉面積 (SLA) を算出した。全施肥処理区で  $P_{max}$  と SLA は、概ね両樹種とも実生苗の方が挿木苗よりも大きい値を示した。 $P_{max}$  と SLA の関係を見ると、スギにおいては実生苗、挿し木苗ともに同一の直線で回帰できる関係が認められたが、SLA の変動域が実生苗で大きかった。一方のヒノキにおいては、異なる直線で回帰され、さらに SLA の変動域が異なった。これらの結果から、加齢はスギにおいては葉の形態の可塑性のみに影響し、ヒノキでは葉の形態の可塑性と光合成機能に影響すると考えられた。

P2-218 針葉樹のメーラー反応

津山孝人<sup>1</sup>・白尾正涼<sup>1</sup>・高橋俊一<sup>2</sup>・Badger, Murray<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学農学部・<sup>2</sup>オーストラリア国立大

一般に針葉樹は低温や乾燥に強い。植生分布に注目したケッパンの気候区分において針葉樹気候は亜寒帯に属し、北半球高緯度地方(山岳部)に分布する。低温や乾燥は光合成炭酸固定を制限する典型的な環境ストレスであり、これらのストレス下での光照射は植物にとってむしろ害となる。すなわち、炭酸固定が制限された状態では光は葉緑体内で活性酸素生成の結果となり、続いて活性酸素は光合成機能に不可逆的な障害を引き起こす。葉緑体における活性酸素の生成で量的に重要なのは、光化学系 I 還元側(下流)のメーラー(Mehler)反応である。一方、進化の過程で植物は、活性酸素を無毒化・消去する仕組みを発達させてきた。これにより、たとえ活性酸素が発生しても、その濃度を低く抑え、光の害を避けることが可能となる。本研究ではメーラー反応の能力について、クロロフィル蛍光法および質量分析法による酸素還元速度の測定により解析した。その結果、針葉樹さらには裸子植物は、被子植物よりもメーラー反応の最大能力が高いことが分かった。針葉樹(裸子植物)の光合成のストレス耐性機構について、活性酸素の大量生成の観点から議論する。

P2-217 近赤外分光法を用いた樹木個葉生理特性の解析

宇都木玄<sup>1</sup>・北岡 哲<sup>2</sup>・原山尚徳<sup>2</sup>・上村 章<sup>2</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>森林総合研究所北海道支所

高 CO<sub>2</sub> 条件下では光合成産物が葉内に蓄積し、光合成速度の低下が生じる現象が示唆されている。こうした光合成産物蓄積量のハイスピードな分析手法は、今後の代謝物解析にとって大きな課題である。本研究は、冷温帯林主要構成樹種であるエゾノキヌヤナギ、シラカンバ、イタヤカエデを対象に、1000nm-2500nmの波長を用いて可用性糖類とデンプンの濃度分析を試みた。約2ヶ月間CO<sub>2</sub>暴露栽培をおこなった試料を、5nmの分解能を持つ近赤外ハイパースペクトルカメラ(SWIR200-R Emerging Technologies MS, USA)で撮影し、化学分析による定量値と比較した。その結果、凍結乾燥によって水分を除去することで、重量ベースの可溶性糖類濃度と吸光度の間に樹種を統一した検量線を作成でき、可溶性糖類濃度の簡便な予測が可能になった。一方デンプン濃度は、各樹種個別に検量線を作成することができるが、統一的な検量線の作成は困難であった。これはデンプンが構造の異なるグルコースの結合体が多数重合した物質であり、その配分率によって吸光度が変化するためであろうと考えられた。

P2-219 樹木ミトコンドリアの呼吸が葉緑体の光合成電子伝達に与える影響

柴田 勝<sup>1</sup>・坂牧康平<sup>2</sup>・赤澤真一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山口大学教育学部・<sup>2</sup>長岡高専物質工学科

植物は、葉緑体(Chlp)の光合成機能を維持するために様々な維持機構があり、その一つとしてエネルギー産生オルガネラのミトコンドリア(Mit)によるエネルギー散逸機構が知られている。MitにはATP生産を行うCOX経路以外に、ATP生産にほとんど関与しないAOX経路が存在しており、草本植物のAOX経路の呼吸がChlpの光合成を維持することが示されてきた。しかし、草本植物と比較してより環境ストレスへの適応性を必要とする樹木について、MitとChlpの関係についてはほとんど調べられていない。これらのことから、樹木のMit呼吸鎖(AOX経路)がChlpの光合成活性の維持への関与を示すと共に、樹木と草本植物のオルガネラ相互作用の違いを明らかにすることを目的として、ソラマメとエゾユズリハの葉を用いてAOX経路依存の呼吸速度・光合成速度・クロロフィル蛍光を測定し解析を行った。得られた結果は、樹木・草本植物の葉において、Chlpでの過剰還元力がMitのAOX経路で消費されることで光合成の効率を維持しているが、その寄与率は大きく異なっており、Chlpのエネルギー分配に違いがあることを示していた。

## P2-220 アカシアマンギウム境界様細胞の重合性フラボノイドの細胞学的特性および局在性の解析

張 萌・大澤裕樹・丹下 健

東京大学

木本植物根の発達や機能に重合性フラボノイドであるプロアントシアニジン (PA) が関与する証拠が存在する。私たちは、アカシアマンギウムの境界様細胞が根発達や根冠形成においていくつかの形態特性を示すとともに、前駆液胞様小器官への PA 局在性を有することを明らかにした。PA の細胞局在要因を決定するため、私たちは、複数の細胞小器官マーカーを用いてこれらの細胞内構造の特性化を進めている。伸長したマンギウム境界様細胞において、FM4-64 は、少数からなる中央液胞のトノプラストと数十ヶ以上に細分化した胞状オルガネラの生体膜をそれぞれ同定している。これらの細胞において、DAPI および Hoechst 33342 は、核の分布や消失状態がサンプル間で異なることを示している。急速固定細胞を用いた DMACA 染色により判明したような PA 胞体への局在特性と合わせて、これらの結果は、胞体内 PA が失活後の細胞においても安定して存在する仮説を支持する。今後さらに、固定細胞における小器官マーカーと DMACA の二重染色や PA 非集積性の境界細胞との比較から、PA 胞体を構成するオルガネラ実体と局在要因の特定を試みる。

## P2-221 根圏低酸素ストレス下における熱帯フトモモ科樹木の貯蔵炭素の役割

則定真利子・嘉山友理子・山ノ下卓・小島克己

東大アジアセンター

根圏の低酸素ストレス環境において貯蔵炭素が果たす役割を明らかにすることを目的に、低酸素ストレス耐性の異なるフトモモ科の4樹種の貯蔵炭素の動態に根圏の低酸素ストレスが与える影響を比較した。低酸素ストレスによる光合成や成長の阻害が生じない高耐性種である *Melaleuca cajuputi* や、阻害後に回復する中耐性種である *Eucalyptus camaldulensis*、*E. pellita* では低酸素ストレス処理により茎のデンプン濃度が増加したが、阻害されたまま回復しない非耐性種である *E. cloeziana* では増加しなかった。低酸素処理により光合成が阻害された中耐性種2種においても茎のデンプン濃度が減少せずに増加したことは興味深い。安定同位体炭素<sup>13</sup>Cの存在比が低い環境で生育させた低<sup>13</sup>C実生を用いて低酸素ストレス下における炭素源としての新規光合成産物と貯蔵炭素の寄与度を調べたところ、高耐性種の *M. cajuputi* でも中耐性種の *E. camaldulensis* でも低酸素ストレスにより茎のデンプン画分の<sup>13</sup>C濃度が増加し、茎のデンプン画分への新規光合成産物の転流量が増加することがわかった。

## P2-222 沈水した *Melaleuca cajuputi* のシュートにおける水中での光合成と根への酸素供給

田中一生<sup>1,3</sup>・宇部真広<sup>2</sup>・益守真也<sup>3</sup>・丹下 健<sup>3</sup>

<sup>1</sup>早稲田大学人間科学学術院・<sup>2</sup>東京大学農学部・<sup>3</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

雨季に深く冠水する熱帯泥炭湿地に分布する *Melaleuca cajuputi* は、植物体全体が完全に水没した沈水環境において生存するのみならず、器官を形成しバイオマスを増加させる。沈水環境で生育した *M. cajuputi* には通気組織が植物体全体に見られる。光合成により生じた酸素がこの通気組織を介して移動しているのかを確かめた。

沈水環境で栽培した *M. cajuputi* 実生を材料として、自作した微小酸素電極を使って茎内部と根内部と根圏の酸素分圧を計測した。計測は数日間連続して行い、途中で水中の二酸化炭素濃度を上げ、光合成速度を高める処理を行った。

酸素分圧は、光を照射するとすべての計測部位で上昇し、照射をやめると0近くまで低下した。光照射中の酸素分圧は根圏<根内部<茎内部の順で高かった。*M. cajuputi* は水中で光合成を行い、産生された酸素が茎の通気組織を介して根に移動し、さらに根圏に漏出していることが明らかになった。水中の二酸化炭素濃度を高めると、茎内部の酸素分圧が高まる傾向が認められた。これは、二酸化炭素の取り込みが増え、光合成速度が高まったためであると考えられる。

## P2-223 水欠乏により誘導されるポプラの LEA タンパク質の機能解析

西口 満

森林総合研究所

LEA (late embryogenesis abundant) タンパク質は、植物の種子や花粉に存在する親水性タンパク質である。また、水欠乏などのストレスを植物に与えた場合に、葉などの栄養器官でも LEA タンパク質が蓄積することから、植物の環境ストレス応答機構に関わると考えられてきた。ポプラ (*Populus nigra* var. *italica*) への灌水を止め、水欠乏状態にした時に、根や葉で発現量が数百倍上昇する LEA タンパク質の cDNA を単離した。この cDNA 中にコードされる LEA タンパク質は 180 アミノ酸残基 (分子量は 18.3 kDa) からなると予想され、PnLEA1 と名付けた。PnLEA1 は、ダイズ属植物 (*Glycine canescens*) の LEA4 とは 60%、シロイヌナズナの LEA4-5 とは 52% の相同性を示した。PnLEA1 の機能を調べるため、PnLEA1 を大腸菌で発現させた。通常、大腸菌は培地中の塩化ナトリウム濃度が高くなると増殖能が低下する。しかし、PnLEA1 を発現させた大腸菌では、培養開始後 24 時間までは高塩濃度での増殖能が回復した。

P2-224 *Eucalyptus camaldulensis* の根における加水分解性タンニンによるアルミニウム無害化

田原 恒<sup>1</sup>・橋田 光<sup>1</sup>・大塚祐一郎<sup>1</sup>・大原誠資<sup>1</sup>・小島克己<sup>2</sup>・篠原健司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総合研究所・<sup>2</sup>東京大学

*Eucalyptus camaldulensis* (ユーカリ) は、酸性土壌で問題となるアルミニウム (Al) に強い耐性を示す。演者らは、これまでユーカリの根から Al 結合能力を持つ加水分解性タンニンを分離している。本研究は、この加水分解性タンニンの構造を決定し、Al 耐性における役割を明らかにすることを目的とする。2~4ヶ月生のユーカリの実生を水耕栽培し、根から Al 結合物質を抽出・分離した。分離した Al 結合物質を、NMR 分析等により、グルコース 2 個にガロイル基とバロネオイル基が 2 個ずつ大環状に結合した加水分解性タンニン Oenothin B と同定した。質量分析 (FAB-MS) の結果 ( $m/z$  1569 [M+H]<sup>+</sup>) も、その結論を支持した。また、1 mM AlCl<sub>3</sub> と Oenothin B (0.25~1 mM) の混合液 (pH 4.0) を限外濾過 (分画分子量 1 万) したところ、9 割以上の Al が限外濾過膜を通過しなくなったことから、Al と Oenothin B の相互作用を確認できた。ユーカリの根では、Oenothin B と Al の結合が Al の無害化に寄与していると考えられる。

P2-225 ブナの葉の高温ストレス前歴を指標する発現遺伝子のゲノム網羅的解析

斎藤秀之<sup>1</sup>・神村章子<sup>1</sup>・瀬々 潤<sup>2</sup>・清水 (稲継) 理恵<sup>3</sup>・清水健太郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道大学・<sup>2</sup>東京工業大学・<sup>3</sup>チューリッヒ大学

発現遺伝子を指標に用いた樹木のストレス診断技術の開発の一環として、高温がブナ苗木の葉の遺伝子発現パターンに与える影響を調べ、高温ストレス前歴を指標できる遺伝子の探索を行った。供試木には 5 年生のブナ苗木を用いた。温度制御は人工気象室を用いて個体全体に処理した。高温処理前後の生育温度は 20℃ / 15℃ (昼夜) で、高温処理は昼時に 5℃ ずつ段階的 (1 時間) に 35℃ まで上昇させる処理区と、40℃ まで上昇させる処理区を設けた。最高温で 1 時間処理した後に 20℃ へ戻した。供試葉は高温処理前、各高温処理 2 時間後、高温処理終了の 1 日後および 1 週間後に採取して全 RNA を抽出した。遺伝子発現解析には DNA マイクロアレイ法とリアルタイム PCR 法を用いた。熱ショックタンパク質をコードする遺伝子群に注目したところ、高温のレベルにより発現応答の異なる遺伝子があった。高温処理後、速やかに発現量を低下させる遺伝子と持続的に高い発現レベルを維持する遺伝子があった。以上から、熱ショックタンパク質をコードする遺伝子群には高温レベルや持続性で異なる発現特性が示され、遺伝子診断における高温前歴指標として利用できる可能性が示された。