

## 一般講演・ポスター発表 — 8月26日(木)

- 生理生態
- 物質生産・物質循環
- 繁殖・生活史
- 景観生態



P1-001

12:30-14:30

## 広葉樹の葉における細胞壁の力学的性質の発達

○齋藤 隆実<sup>1</sup>, 寺島 一郎<sup>1</sup><sup>1</sup>大阪大学大学院理学研究科生物科学専攻

新しい葉が形成される展葉期は葉の形態や生理的性質が大きく変化する興味深い時期である。葉の形態を決める葉肉細胞の体積増大は吸水と細胞壁の不可逆的の伸展によって調節されると考えられる (Lockhart 1965)。展葉期における葉の光合成機能の構築は詳しく明らかになっているが、葉の形態形成に深く関与する葉の水分特性の変化は季節変化の一部として記述されているのみである。本研究では、葉面積の拡大が終了した日 (Full Leaf Expansion: FLE) を基準とした葉齢を採用し、形態変化と葉齢とを関連付けた。FLE 以前を拡大期、以後を成熟期として区別し、葉の水分特性の変化を関係する諸性質とともに明らかにした。

材料には常緑樹アラカシと落葉樹コナラを用いた。両種ともブナ科コナラ属だが、アラカシの葉は寿命が長く見かけ上ずっと硬い。葉の成熟過程を通して Pressure-Volume 曲線を測定し、葉の水ポテンシャルの日変化を測定した。また、引っ張り試験機を用いて細胞壁の力学的性質を測定した。

その結果、両種とも葉面積の完全展開には約 20 日を要した。アラカシの葉がコナラより見かけ上硬いのは厚いからで、それぞれの種で葉が成熟に伴って硬くなるのは密度が増大するからであった。拡大期において、細胞内浸透ポテンシャルは-0.8MPa 付近で安定に保たれていた。一方、細胞壁の不可逆的の伸展性は急激に低下し、葉身長の相対成長速度との間に極めてよい相関関係があった。よって、葉の形態形成は細胞壁の力学的性質によって強く調節されていることが明らかになった。体積弾性率は葉の成熟に伴って増大しやがて飽和した。種間差は見られなかった。値は葉標本のヤング率との間に有意な相関関係が得られ、傾きおよび切片に有意な種間差はなかった。よって、本研究は体積弾性率が細胞壁の力学的性質における可逆的成分をよく反映していることをはじめて立証した。

P1-003

12:30-14:30

## 上層木の伐採による光環境の変化と窒素付加に対する落葉広葉樹稚樹 4 種の光合成特性の応答

○北岡 哲<sup>1</sup>, 渡邊 陽子<sup>1</sup>, 石井 正<sup>1</sup>, 奥山 悟<sup>1</sup>, 日浦 勉<sup>1</sup>, 小池 孝良<sup>1</sup><sup>1</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

上層木の伐採などの攪乱により、林床の樹木が利用できる光や資源は大きく変化する。カラマツ林に侵入した落葉広葉樹稚樹には葉の生物季節に固有の特徴があり、光や窒素利用特性が異なるため、攪乱に対する応答は樹種によって異なることが予想される。そこで攪乱に対する個葉レベルでの応答に着目し、上層木の伐採と窒素施肥を組み合わせた処理区を設け、落葉広葉樹稚樹 4 種の葉の構造と機能の変化について検討した。材料は、ギャップ依存種のホオノキと遷移中後期種のミズナラ、林床に生育する遷移後期種のシウリザクラとサワシバの稚樹を用いた。ホオノキとミズナラでは伐採後 2 年目に、伐採区と伐採 + 施肥区で光飽和の光合成速度 (P<sub>sat</sub>) の有意な増加が見られた。しかし、サワシバとシウリザクラでは伐採区で P<sub>sat</sub> が増加したが、処理後 1 年目と 2 年目で有意差はなかった。葉の窒素含有量 (Narea) の増加はシウリザクラとサワシバの林床 + 施肥区を除いて、伐採後 1 年目には明瞭な傾向は無かった。伐採後 2 年目には、ホオノキとミズナラの伐採 + 施肥区で Narea の増加が見られた。強光の利用に有効な柵状組織の伸長は、伐採後 1 年目からホオノキとミズナラで見られ、伐採区と伐採 + 施肥区で有意な伸長が見られた。シウリザクラとサワシバでは柵状組織の有意な伸長は見られなかった。これらに対して、比葉面積 (SLA) の低下は 1 年目から 4 樹種ともに伐採区で見られた。またホオノキとミズナラでは伐採 + 施肥区で 1 年目から柵状組織の伸長が見られ、2 年目以降には Narea も増加した。以上のことから、ホオノキとミズナラは葉の構造や窒素含有量を大きく変化させることで伐採後の環境に対して高い応答能力を示し、これに対してシウリザクラやサワシバでは変化が小さく、伐採後の環境に対する応答能力は小さいことが推察された。また、窒素施肥は伐採後の環境への応答を促進する働きがあると考えた。

P1-002

12:30-14:30

## スギ樹冠における窒素動態と針葉の窒素利用効率

○小林 元<sup>1</sup>, 田代 直明<sup>1</sup><sup>1</sup>九州大学北海道演習林

スギの窒素利用効率を明らかにすることを目的として、針葉の窒素含量の季節変動を葉齢別に調べた。針葉の面積あたりの窒素含量は、当年葉においては 6 月から 10 月に増加し、その後、低下した。1 年葉においては月を経るにつれて緩やかに低下したが、2、3 年葉においては明瞭な季節変動は見られなかった。窒素含量は、葉齢別では齢の古い葉ほど低い値を示した。葉の寿命は 3 年で、落葉時における窒素の回収率は 49% であった。窒素含量から既報の文献を用いて光合成速度を推定し、さらに葉の寿命と窒素の回収率を用いて窒素利用効率を計算した。得られた窒素利用効率は、これまでに報告されている常緑針葉樹のなかでも中程度の値であった。葉の寿命が短く、窒素の回収率もそれほど高くないスギは、窒素量あたりの光合成速度を高めることで窒素利用効率を高めているといえた。

P1-004

12:30-14:30

## 夏緑草本カニコウモリの富士山亜高山帯針葉樹林での優占機構

○堀 良通<sup>1</sup>, 高松 潔<sup>1</sup>, 源後 睦美<sup>1</sup>, 清水 陽子<sup>1</sup>, 河原崎 里子<sup>1</sup>, 安部 良子<sup>2</sup>, 中野 隆志<sup>1</sup><sup>1</sup>茨城大学理学部生態学研究室, <sup>2</sup>山梨県環境科学研究所

本州中部の亜高山帯の常緑針葉樹林林床にはカニコウモリがしばしば卓越した優占群落を形成する。なぜ、冷涼かつ弱光環境にカニコウモリは優占群落を形成出来るのか、富士山において、光環境、林床植生、生理生態、成長から解析した。

カニコウモリの分布域は標高 1,600m から 2,300m で、特に 2,000m から 2,300m で優占群落を形成し、林床はコケ層が発達し、年間を通じ弱光環境のため林床植物は少ない (マイヅルソウなど)。一方、カラマツ林やダケカンバ林では林床のコケ層は貧弱で、林床植物が多い。

1,900m で種々の明るさの林床でカニコウモリ及び他種のバイオマスを測定した。明るさの増加に伴って、出現種数 (最大 12 種)、全バイオマス、カニコウモリのバイオマスは増加した。逆に、全バイオマスに対するカニコウモリのバイオマスの割合は減少した。1,750 m (L 個体群) と 2,150 m (H 個体群) で、個体群構造、成長、光合成、呼吸を調べた。H 個体群で個体密度がより高かった (閉鎖林冠下 2.6 倍、ギャップ下 1.8 倍、実生密度 10 倍)。両個体群で光合成と呼吸速度はほぼ等しく、光補償点は低く ( $5 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )、強光下で強光阻害をおこした。H 個体群で RGR は高かった。総生産に占める呼吸量の割合は L 個体群で 66%、H 個体群で 45% であった。L 個体群での RGR 低下は、気温が 2-3 高く、呼吸量が増加することによると推察された。

以上から、カニコウモリが亜高山帯針葉樹林林床で優占種となる要因は、(1) 光補償点が低く弱光下で生育でき、逆に、ギャップ下で強光阻害を起こし、(2) 植物高が大きい (60cm) ため他種を被陰するが、林縁では他の大型種に抑制され、光資源利用様式の違いとの相違が、閉鎖林冠下と林縁・ギャップでの競争の排除の方向を逆転させることにある。さらに (3) 実生の定着サイトであるコケ層が発達している、(4) 低温下でより高い RGR を実現する、があげられる。

## P1-005

12:30-14:30

## 太平洋側山地におけるブナ実生の冬季の枯死要因

○丸田 恵美子<sup>1</sup>, 依田 悦子<sup>1</sup><sup>1</sup>東邦大学理学部

日本海側山地に比べて、太平洋側山地ではブナの後継樹の生育が悪く、特に冬季の枯死率が高いことが知られている。そこで、日本海側と太平洋側のブナ林において、ブナの当年生実生の越冬状況を調べ、どのような要因によって枯死率に差が生じているのかを明らかにすることを試みた。日本海型ブナ林である長野県北部のカヤノ平で2002年10月に採取したブナ堅果を、山梨県の東大富士演習林に播種した。なお、この周辺には小面積ながらブナの天然林が残されている。発芽後は、光条件を相対照度50%と2%の2段階に変えて生育させた。秋の生育終了後にそれぞれを、(1)演習林内のブナ人工林に移して越冬、(2)零下6℃の温度を数日間経験させた後に、その一部を12月下旬に実験室に移し、気温15℃で越冬、(3)冬季の最低気温が零度以下にならない海岸近くで越冬、(4)長野県北部のブナ林床で越冬、といった4つのグループに分けた。明所・暗所のブナ実生はともに、いずれの処理でも12月上旬までは、水分通導能力をもち、木部圧ポテンシャルも高い値を保っていた。演習林のブナ林では、冬季もほとんど積雪はなく、林床で12月下旬になって夜間に数時間、零下6℃まで下がる日が続いた後は、明所で生育した実生の通導能力は一部残っていたが、暗所の実生では、まったく通導能力は失われていた。これは、木部内の水の凍結・融解によりエンボリズムが生じたためと考えられる。いったん完全に通導能力を失った暗所の実生は、いずれの越冬条件でも春に通導は回復せず、開芽することなくすべて枯死した。一方、1月上旬には明所の実生でも完全に通導能力は失われたが、春に土壤凍結が解除されると根圧が発生し、エンボリズムが回復して、ほぼすべての個体が開芽した。これに対し、日本海側のブナ林では、12月から5月中旬まで積雪下において、常に零度付近にあり、エンボリズムも生じることなく、春には明・暗所の実生はともに開葉した。

## P1-007

12:30-14:30

## 周期的な乾燥および回復における苗木の成長および生理的特性

○矢崎 健一<sup>1</sup>, 石田 厚<sup>1</sup><sup>1</sup>森林総合研究所

小笠原諸島は亜熱帯に属するが、高い山が少ないことから降水量は少なく、特に先駆性の樹種は乾燥ストレスに晒されやすい。一方で、水分状態が好転した場合に素早く生理的活性を回復させることが、乾燥地で生育する上で重要である。しかしながら、乾湿の変化に対する樹木の反応については不明な点が多い。本研究では、小笠原諸島の植生の先駆種で、比較的湿潤な地で生育するウラボシ科 (*Trema orientalis*) と、乾燥地でも生育するキバンジロウ (*Psidium cattleianum*) の7-9か月生ポット苗に対して、15日間の乾燥処理・2日間の回復処理を3サイクル行い、成長・ガス交換速度および水ポテンシャル ( $\Psi_w$ ) を継続的に測定し、水分環境の変化に対する種の反応特性を評価した。

ウラボシ科においては1サイクル目で離層形成を伴った落葉が観察された。

日中の  $\Psi_w$  は、乾燥処理中キバンジロウでより低い傾向にあった。また、サイクルが進むにつれ、この低下の程度は大きくなっていった。ウラボシ科はサイクル間で変動パターンがほぼ同様であった。

乾燥処理による  $\Psi_w$  の低下に伴い、ガス交換速度が低下したが、1サイクル目においてのみ、ウラボシ科での低下が顕著であった。回復処理直後、ウラボシ科におけるガス交換速度が乾燥処理前に比べて上昇した。キバンジロウは乾燥処理前と比べ、回復後のガス交換速度は大きく変わらなかった。

以上の結果より、ウラボシ科は乾燥時に落葉することで樹体の水収支が調節されたと考えられ、葉数の減少による補償作用で個葉あたりのガス交換機能が上昇した可能性がある。一方、キバンジロウは葉の  $\Psi_w$  がより低い値となったことから、葉-土壌間のポテンシャル勾配が上昇し、その結果吸水力が高まったと考えられる。

## P1-006

12:30-14:30

## ルビスコおよび APX 活性の比較による高度分布上下限域におけるオンタデとイタドリ の生理生態的特性の解析

○坂田 剛<sup>1</sup>, 中野 隆志<sup>2</sup>, 横井 洋太<sup>1</sup><sup>1</sup>北里大 一般教育部 自然科学教育センター, <sup>2</sup>山梨県環境科学研究所

富士山では八合目から五合目付近に分布するオンタデと、五合目以下に分布するイタドリの二種が五合目付近で分布域を接し、両種の分布下限個体群と上限個体群が同一環境下に共存していることが知られている。高地にのみ生育するオンタデと、低地から高地まで分布幅の大きいイタドリの高地環境への適応様式の違いを明らかにすることを目的に、演者らは両種の生理生態的特性の比較をこれまでに行ってきた。本公演では、富士山五合目における両種の個葉の窒素量、タンパク質量、ルビスコおよび APX 活性などの地上部成熟期間を通じた比較に加え、オンタデの分布下限から上限付近まで4個体群(2250m, 2580m, 2850m, 3130m)を比較した結果について報告する。

五合目の両種は6月上旬にほぼ同時に葉が展開を開始し、展開直後の葉面積当たりの窒素およびタンパク質量はオンタデの方が有意に多かった。その後7, 8月には両種の葉面積当たりの窒素およびタンパク質量に差が見られなくなった。またタンパク質中のルビスコの割合にも、両種に違いは見られなかったが、ルビスコの活性はオンタデのほうが高く、オンタデは、葉窒素あたりおよび葉面積当たりの光合成能力がイタドリよりも高いことが示唆された。一方 APX 活性は、葉の成熟期間がオンタデより約30日長いイタドリにおいて、成熟期間後期に顕著な上昇がみられた。

また、高標高に生育するオンタデの個体群(2850m, 3130m)は低標高に生育するオンタデに比べ、葉面積当たりのタンパク質量が多く、ルビスコや APX の活性が、特に成熟期間末期にも高く維持されていることが示唆された。本公演では、以上の結果などから、両種の分布制限要因について議論を行う。

## P1-008

12:30-14:30

## 光環境と葉齢が常緑林床植物のエゾユズリハの光合成特性に及ぼす影響

○片畑 伸一郎<sup>1,2</sup>, 橋本 正明<sup>1</sup>, 角張 嘉孝<sup>1</sup>, 向井 謙<sup>2</sup><sup>1</sup>静岡大学 農学部, <sup>2</sup>岐阜大学 応用生物科学部

新潟県苗場山に多く見られるブナ林床には様々な林床植物が生育している。林床は樹冠によって太陽光が遮られるため、樹冠外と比べ制限された光環境である。しかしながら、gap 周辺や林縁の光環境は林内と比べ良好である。このようにブナ林床には様々な光環境が存在し、そこに生育している林床植物は光を効率よく利用するための適応戦略を保持していると想像できる。その一つが窒素の利用であると考えられる。窒素は生態系で最も不足しがちな元素の一つであり、「窒素をいかに効率よく利用するか」が植物の適応度を決める一因であると考えられる。

本講演では、ブナ林床の様々な光環境に生育する常緑林床植物のエゾユズリハを用い、葉齢と光環境が光合成特性と光合成系への窒素分配に及ぼす影響を調べた。当年葉が受ける光は  $0.9 \sim 17.82 \text{ mol/m}^2/\text{day}$  であったのに対し、一年葉では  $0.71 \sim 9.14 \text{ mol/m}^2/\text{day}$  であった。当年葉の光合成特性、Rubisco 含有量や窒素含有量は光強度と正の相関を示した。しかし、一年葉は当年葉に比べ光強度とこれらのパラメーターとの相関は低かった。エゾユズリハは光環境により葉の寿命が異なり、強光条件下で生育している個体ほど葉の寿命は短い傾向がある。したがって、強光条件下で生育している個体の一年葉は老化が始まっており、葉内窒素の回収が生じていることが推察できる。光環境の違いによって葉の寿命が異なるのは、個体全体の物質生産量を増加させるための適応であると考えられる。



P1-009

12:30-14:30

## カラマツの光合成速度と分光指標の季節変化

○中路 達郎<sup>1</sup>、小熊 宏之<sup>1</sup>、藤沼 康実<sup>1</sup><sup>1</sup>国立環境研究所 地球環境研究センター

【はじめに】 広域の植生のフェノロジーや生理機能の定性・定量評価に向けたリモートセンシング利用手法の開発が望まれている。本研究では、北方林の主要構成樹種であるカラマツを対象に、その炭素固定のフェノロジーを評価するための基礎研究として、個葉の光合成活性の季節変化と分光観測によって得られる植生指標の関係を調査した。

【調査手法】 観測は北海道苫小牧市内に位置する 44-46 年生ニホンカラマツ (*Larix kaempferi*) 人工林において行った。2003 年 6 月から同年 10 月にかけて、月に 1-2 回、晴天日に樹冠最上部 (13 m 高) の短枝葉におけるガス交換速度、葉内成分 (色素、全窒素濃度) および分光反射率画像を計測した。光合成測定を行った針葉における 531nm, 571nm, 671nm, 782nm の反射率をもとに、植生指標である PRI、NDVI および赤色域の反射率逆数と近赤外域反射率逆数の差 ( $1/R_{\text{mir}} - 1/R_{\text{red}}$ ) を算出した。

【結果と考察】 カラマツ樹冠の短枝葉は 5 月中旬から 6 月下旬にかけて展開し、10 月中旬に黄葉しはじめ、観測終了直後には落葉が認められた。SLA は夏期 (7-8 月) に低下し、秋には若干増加する傾向にあった。葉内全窒素濃度は、8 月をピークに増加する傾向にあった。葉内クロロフィル濃度は夏季に高い値を示した。日平均をとったときの純光合成速度と光利用効率 LUE (純光合成速度/PPFD) はともに 8 月をピークにした山型の季節変化を示した。光合成活性の指標として用いられる NDVI や ( $1/R_{\text{mir}} - 1/R_{\text{red}}$ ) は春から夏季にかけて増加したが、6 月下旬から 7 月にその値が飽和する季節変化を示した。これに対して、PRI の日平均値は季節を通して値の飽和 (頭打ち) を示さず、8 月にピークを持つ増加パターンを示した。PRI は光強度に応答する葉内のキサントフィルサイクルを反映した分光指標であるが、相関解析の結果、日平均 LUE の季節変化にも対応した指標になりうることを示唆された。

P1-010

12:30-14:30

## 常緑広葉樹カクレミノの陽シュートと陰シュートの窒素経済の比較

○小清水 ゆきの<sup>1</sup>、山村 靖夫<sup>1</sup><sup>1</sup>茨城大学・理学部

植物は光条件によって光合成特性、葉の形態、葉寿命などを変化させる。特に常緑広葉樹の陰葉では、しばしば数年にも渡る寿命の延長が見られ、このような光の強さに伴った高い可塑性は個体あたりの物質生産の効率を高めていると考えられる。葉の窒素含量は光合成能力と強い相関があり、植物は受光量の勾配に応じて窒素を分配し、個体全体で効率的な物質生産を行うような窒素経済を発達させていると考えられる。樹木にとってシュートは構造的、機能的な基本単位であるので、個体の物質生産を考えるうえでシュートレベルの解析を行うことは有効である。そこで本研究は常緑広葉樹の物質生産における陽葉化、陰葉化の可塑性の意味を評価することを目的とし、カクレミノ個体内の陽シュートと陰シュートのフェノロジーと季節的成長、光合成速度および窒素含量の季節変化を測定した。

陽葉の葉の平均寿命は約 300 日、陰葉は約 500 日であった。陽葉の光合成活性は陰葉よりも常に高く、夏では 6 倍近く高かった。陽葉と陰葉の葉内窒素濃度はほとんど変わらなかったが、葉面積あたりの窒素含量は陽葉が陰葉に比べ約 1.8 倍高かった。陽シュートは新シュート成長時に必要な窒素の多くをシュート外からの転流に依存するが、陰シュートは前年以前の葉からの転流と落葉の際の回収により 100 % をまかなえることが分かった。回収率および回転率は陽シュートが陰シュートに比べ高かった。

以上のことから常緑広葉樹のカクレミノは、受光量に応じて窒素を分配し、陽シュートでは短時間に高い物質生産を行い、陰シュートでは長時間で窒素を節約的に使って低い物質生産を補償することで、個体全体の物質生産の効率を高めていると示唆された。

P1-011

12:30-14:30

## コケモモにおける葉の寿命と個葉特性の山岳間変異

○和田 直也<sup>1</sup>、川守田 充俊<sup>2</sup>、鈴木 静男<sup>3</sup>、成田 憲二<sup>4</sup>、工藤 岳<sup>5</sup><sup>1</sup>富山大学極東地域研究センター、<sup>2</sup>富山大学理学部、<sup>3</sup>環境科学技術研究所、<sup>4</sup>秋田大学教育文化学部、<sup>5</sup>北海道大学大学院地球環境科学研究科

近年、グローバルスケールにおける個葉形質間の相関や気候条件との関係についての解析が精力的に行われるようになった (Kudo et al. 2001; Wright et al. 2004)。高山の山頂付近に生育する植物にとっては、葉の性質は物理的環境要因に強く支配されていることが予想され、また同時に正のカーボンバランスを維持するために生育期間の長短に応じて葉の寿命・個葉形質を調節することが期待される。本研究においては、北日本から中部地方にかけての山頂付近・風衝地に生育するコケモモ (常緑性矮生低木; ツツジ科) を材料に、葉の寿命・個葉形質の山岳間変異を明らかにすることを目的とし、また気候条件・特に有効積算温度との関係を解析した。さらに、山頂付近のハイマツ群落内に生育するコケモモについても同様に調べ、微環境 (被陰) に対する応答様式についても解析を行った。

個葉の平均寿命は山岳間において異なっていたが、緯度との関係は見られなかった。標高補正した各調査地の気温から夏期における有効積算温度を算出したところ、葉の寿命と負の相関関係が見られ、生育期間の短い個体群では葉の平均寿命を延ばしていることが示唆された。また、風衝地よりもハイマツ林冠下に生育していたコケモモの方が個葉の平均寿命が若干長い傾向があった。

ハイマツ林冠下におけるコケモモの葉については、葉の平均寿命と LMA (Leaf dry mass per unit area) との間には正の相関が、LMA と葉の窒素濃度との間には負の相関が認められたが、風衝地の個体群においてはそれらの関係が不明瞭であった。これらの原因について考察を行った。

P1-012

12:30-14:30

## タカノツメの短枝は個体の生産量にどのくらい貢献しているだろうか?

○長田 典之<sup>1</sup><sup>1</sup>東京大・理・日光植物園

さまざまな樹種において、当年枝の形態には分化がみられ、長枝と短枝を作り分けていることが知られている。このような 2 型には生態学的な意味合いがあり、長枝はより空間獲得を重視しているのに対し、短枝は空間獲得よりもその場での受光効率を高めていることが指摘されている。しかし、こうした研究は当年枝レベルでの枝と葉への物質分配パターンや形態による判断にとどまることが多く、長枝と短枝をつくり分けることが個体全体の受光量やその結果としての個体の成長に及ぼす影響についてはあまり調べられていない。本研究では明瞭な長枝と短枝をつくり分けるタカノツメの稚樹を対象として、個体内で長枝と短枝をつくり分けることの意義を調べた。コンピュータシミュレーションモデル Y-plant を用いることによって、個体内のすべての葉についての生育期間の受光量を推定し、長枝と短枝の当年枝レベルでの受光量を計算した。さらに、個体内における長枝と短枝による受光量の割合と、その翌年の成長量との関係を調べた。

この結果、個葉レベルの受光量は短枝の方が長枝よりもやや少なかった。当年枝あたりの総葉面積は長枝の方が短枝よりも大きかったため、個体内における相対的な受光量の割合は長枝の方が大きかった。一方、翌年の成長量は長枝では増加していたのに対し、短枝では減少する傾向が見られた。受光量 × 葉面積で査定した個体内における長枝および短枝の相対的な受光量と翌年の成長量の相対的な割合を比較すると、長枝から出た翌年の当年枝のバイオマスは相対的な受光量よりも大きくなり、短枝では逆に小さくなっていった。この結果は、短枝による光合成産物を翌年長枝の先の枝の成長に回し、幹の先端での成長を促進している (correlative inhibition がおこっている) 可能性を示している。

さらに、短枝をつけない仮想個体に比べて現実の個体では受光量が大きくなっているかを調べることで、タカノツメが長枝と短枝をつくり分ける意義を考察する。

## P1-013

12:30-14:30

草本の群落上層個体の背ぞろいを引き起こすのは風か？光質（R/FR比）か？

○長嶋 寿江<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京大学日光植物園

多くの群落では光の競争が生じており、個体の高さはその個体の光獲得量を大きく左右する。一方、高さが高いと、力学的に個体を支えるために多くの投資が茎に必要なったり、風による倒伏の危険が増大したりする。高さ成長の調節は、群落内で植物が生活するにあたって非常に重要である。

群落上層を占める個体は、周囲の個体の高さにも揃うように高さ成長が調節され、その結果、地上部バイオマスが大きくばらつくにもかかわらず、高さは比較的均一になる。このときの高さ成長の調節がどのような生理学的機構によるかを確かめた。茎の高さ成長は、風などによる物理的刺激によってエチレンが生成することで低下したり、隣接個体によって光の波長組成（赤色光/遠赤色光比）が変化しそれにファイトクロムが反応することで促進したりすることが知られている。周囲個体よりも突出している場合と低くなっている場合では、風環境も光質環境もそれぞれ異なることが予想されるが、これらのうちどちらが群落上層個体の高さ成長の調節に関係しているかを確かめた。

ポット植えにした一年生草本シロザを平面的に並べて、ポット群落をつくった。一部の個体はポットを上げて個体の高さを周囲よりも高くし、一部の個体はポットを下げて高さを低くした。このようなセットを、さらに、茎を支柱に固定して風による揺れを減らしたものを、周囲を黒く着色した造花で囲むことで光量は低下させたものの光質は孤立個体と変わらないようにしたもの、その両方の処理をほどこしたものを、で作製した。2週間後に個体の高さを測定したところ、茎を支柱に固定しても、緑の周囲個体が存在すれば高さ成長の調節が生じることがわかった。逆に、黒い造花の周囲個体では、周囲個体にそろったような高さ成長はあまりみられなかった。これらのことから、群落上部を占める個体の高さ成長は、主に光質によって調節されていることが明らかになった。

## P1-015

12:30-14:30

木本性つる植物におけるシュート間機能分化

○市橋 隆自<sup>1</sup>、長嶋 寿江<sup>1</sup>、館野 正樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東大院 日光植物園

つる植物は自分の茎で直立できず、成長するために外部の支持を必要とする植物である。多くは支持物獲得のための特殊なシュート（長く伸びて巻き付く、巻きひげや付着根を形成するなど）を作るが、これは一般に葉をあまり発達させずに著しく伸長するという特徴を示す。つる植物のシュート形成に関しては、この伸長成長と支持物獲得の機能に着目した研究は多いが、シュートのもう一つの重要な機能である葉の展開についてはあまり評価されてこなかった。そこで、つる植物が伸長成長と葉の展開をどのように両立させているかを明らかにするため、木本性つる植物5種（サルナシ、ツルウメモドキ、マツバサ、ミツバアケビ、イワガラミ）の当年枝解析を行った。

いずれの種でも当年枝の茎長頻度分布は離散的であり、茎長10cmに満たない多数の短いシュートの他に、1mを超えるような長いシュートがごく少数現れた。長いシュートは巻き付く、あるいは付着根を形成するという、支持物獲得のための特殊な性質を示したが、短いシュートはこのような特殊な性質を持たなかった。支持物獲得の機能を持つ長いシュートを「探索枝」、それ以外の短いシュートを「普通枝」と呼んで区別した。探索枝と普通枝とでは、長さそのものに加え、長さあたりの葉面積に差が現れた。即ち探索枝では、普通枝の作り方から予想されるよりも、その長さの割に展開している葉面積がはるかに小さいことがわかった。これは探索枝では普通枝よりも節間が長くなると同時に、個々の葉の面積が小さくなるためであった。さらにシュートの生産性の指標として、シュート重量あたりの葉面積（LAR）を評価すると、探索枝は普通枝の2割から5割という著しく低い値を示した。以上から、探索枝は伸長成長を指向し、普通枝は葉の展開を指向するという性質が明らかになり、つる植物が伸長成長と葉の展開という機能を、シュート間で明瞭に分化させることで両立していることが示唆された。

## P1-014

12:30-14:30

ハンノキ実生苗の成長と生理におよぼす滞水の影響

○岩永 史子<sup>1</sup>、山本 福壽<sup>1</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学農学部

滞水環境下におかれたハンノキ (*Alnus japonica*) は、幹の肥大や肥大皮目の形成などの形態変化を示すが、この現象は滞水環境での生存に大きく関わっていると考えられる。本研究ではハンノキの滞水耐性機構の解明を目的として、滞水深度や滞水期間がハンノキの光合成特性と形態変化に及ぼす影響について検討した。また、滞水条件下の水分生理特性についても調べた。実験は3年生のハンノキ実生ポット苗を用い、2003年5月20日から6週間、鳥取大学乾燥地研究センター・ガラス温室内で行った。滞水深度はポット地際から1cmまでの地際滞水区と、ポット地際から30cmまでの30cm滞水区の2処理を設定した。対照区は滞水処理せず、通常の灌水管理下で育成させた。各処理の繰り返しは5個体であり、伸長・肥大成長の測定、不定根数、萌芽数の測定、および光合成速度の測定を行った。また同年8月3日からハンノキ実生苗を用いて滞水処理を1週間行い、滞水処理前後の蒸散速度および葉の水ポテンシャルの日変化を測定した。この結果、乾重は対照区、地際滞水区、30cm滞水区の順に低下し、相対成長率（RGR）も同様の傾向を示した。光合成速度、気孔コンダクタンスは滞水深度が深くなるほど大きく低下した。光合成速度は滞水処理開始直後から低下したが、不定根の発生に伴って回復する傾向を示した。滞水後の気孔コンダクタンスも、光合成速度と同様の変化が認められた。また滞水後のハンノキでは日中の蒸散速度低下が認められたが、葉の水ポテンシャルは高いまま維持された。これらの結果から、滞水は気孔閉鎖とともに光合成を抑制するが、滞水後の不定根形成や幹の肥大などの形態変化は光合成速度を回復させることを確認した。

## P1-016

12:30-14:30

生育温度・光・窒素供給がミズナラの葉の老化過程に与える影響

○小野 清美<sup>1</sup>、江藤 典子<sup>1</sup>、原 登志彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北大・低温研

北方林を構成する樹種で、一斉展葉を行うミズナラ (*Quercus crispula*) を用い、個体の成長や光ストレスが、葉の老化過程にどのような影響を与えているのかについて調べた。2段階の生育温度（25°C：高温、15°Cまたは10°C：低温）および2段階の生育光（100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ：弱光、1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ：強光）を組み合わせた条件下で、栄養液の供給が無い状態または栄養供給下で種子から生育させた。老化の指標として、飽和光下での光合成活性を、また、光ストレスの指標として最大量子収率および活性酸素消去系の酵素活性の測定を行い、同時に成長の指標として個体の乾燥重量、窒素量、炭素量の変化を調べた。弱光栄養なしでは、高温下における個体の成長、特に根の成長が早くなった。飽和光下での光合成活性は、高温・低温ともに葉の展開終了後次第に低下した。最大量子収率は、葉の展開終了後から、低温で高温に比べ、若干低い値を示した。生重量あたりのクロロフィル量は葉の展開終了後、次第に低下した。一方、キサントフィルサイクルのプールサイズ、クロロフィル当たりのチラコイド膜結合型のアスコルビン酸パーオキシターゼ活性は葉の展開終了後、次第に増加する傾向が見られたが、低温で高温よりも高い値を示す傾向が見られた。栄養供給なしの条件下では、弱光下でも低温条件のもので高温条件のものよりも光ストレスを受けやすく、光ストレスを防御しようとする応答が起こっているもののストレスが老化のひとつの要因になっているとも考えられる。強光下で、より光ストレスを強く受けると考えられることから、強光下で生育したミズナラ個体の老化過程についても議論する。

P1-017

12:30-14:30

イネ科草本における葉のサイズと SLA の種間変異の細胞レベルでの解析

○杉山 修一<sup>1</sup><sup>1</sup>弘前大学農学生命科学部

C3 型イネ科草本 16 種間に見られる葉の長さや SLA の変異を細胞レベルで調査した。葉基部を固定し、組織を透明化した後、細胞の分裂と伸長が起こる生長ゾーンの葉肉細胞長のプロファイルを微分干渉顕微鏡で計測し、kinematic method により細胞分裂と細胞伸長に係わる様々なパラメーターを算出した。16 種間に、算出した細胞パラメーターすべてに有意差が見られた。細胞分裂活性と細胞サイズには密接な関係があり、高い細胞分裂活性をもつ種ほど、小さな葉肉細胞をもつ傾向にあった。これは、細胞分裂の活性が高くなると細胞の伸長時間が短縮することに起因していた。細胞サイズの変異の 70% は分裂ゾーンの細胞数により決まり、このことは細胞サイズの決定が特定の遺伝子よりむしろ発育プロセスの影響を強く受けることを示している。核 DNA 量の多い種も細胞サイズが大きくなる傾向が見られたが、この効果は核 DNA 量が多くなると細胞伸長速度が高くなることに起因していた。葉の長さは、細胞の大きさよりも細胞の生産速度と密接に関係していた。細胞生産速度は、分裂組織で細胞が行う分裂サイクルの回数と高い相関を示した。高い分裂活性を持つ種は含水率が高く葉の密度が小さくなる傾向を示したが、SLA とは高い相関を示さなかった。

P1-019

12:30-14:30

食葉性害虫による食害と乾燥がウダイカンバ当年生枝の枯死に及ぼす影響

○大野 泰之<sup>1</sup>、梅木 清<sup>2</sup>、渡辺 一郎<sup>1</sup>、滝谷 美香<sup>1</sup>、寺澤 和彦<sup>1</sup><sup>1</sup>北海道立林業試験場、<sup>2</sup>千葉大学

近年、ウダイカンバ林冠木の樹冠衰退（樹冠上部の枝の枯死）が北海道の山火再生林で報告されている。衰退には食葉性昆虫の大発生や乾燥の影響が指摘されているが、樹冠衰退に至ったメカニズムは明らかになっていない。そこで、食葉性昆虫により被害された 40 年生のウダイカンバを対象に当年生シュートのセンサス、被害率、葉の水分生理特性を調査し、樹冠衰退に至るメカニズムについて検討した。

高さ 8 ~ 16m にある当年生シュート 100 本に目印をし、被害（7 月中 ~ 下旬）に対する応答を調べた結果、被害率がシュートの応答に影響していた。被害率が 80% を超えたシュートでは、被害されてから一月後に二次開葉する確率が急激に高くなったが、80% 以下のシュートは食べ残された葉が着いたままであった。

二次開葉したシュートの枯死率は 28.6% と二次開葉しなかったシュートの枯死率（6.9%）よりも高かった。シュートの枯死した時期は、いずれも降水量の少なかった 8 月下旬 ~ 9 月上旬に集中していた。シュートの枯死率に及ぼすシュートの特徴（着生高、サイズ、二次開葉の有無）を解析した結果、着生高が高く二次開葉したシュートが枯死に至りやすいことが示された。

膨圧を失って「しおれ」を起こす時の葉の水ポテンシャル（ $\psi_p$ ）を二次開葉により生産された葉（以下、二次葉と示す）と食べ残された葉との間で比較した結果、二次葉は食べ残された葉よりも  $\psi_p$  が高く、しおれやすい性質であった。壊滅的な食害を受けたウダイカンバ当年生枝では、二次開葉により新たに葉を生産した。しかし、このことは、同時に夏期にしおれやすい性質の葉を着けることになり、葉のしおれを通じて当年生枝の枯死に大きく影響したものとと思われる。

P1-018

12:30-14:30

温暖化条件が常緑広葉樹へ及ぼす生理生態的影響

○今川 克也<sup>1</sup>、周 承進<sup>1</sup>、林 明姫<sup>1</sup>、中根 周歩<sup>1</sup><sup>1</sup>広島大学大学院生物圏科学研究科

近年、地球温暖化の進行とともに、CO<sub>2</sub> 吸収源として森林の持つ役割が注目されている。そこで現在、世界各国において人工的に温暖化環境を創出し、森林群落へ与える影響を調査する研究が盛んに行われている。本研究では 6 基のオープントップチャンバーを用いて、温暖化環境がアラカシ (*Quercus glauca*) 群落の生理生態へ及ぼす影響を調査した。本研究の特徴は、高 CO<sub>2</sub> 濃度と高温を組み合わせた環境下で、チャンバーに直接植栽した常緑広葉樹群落を長期にわたって継続調査する点にある。方法としては、まず 2002 年 10 月に、各チャンバーに 3 年生のアラカシ 36 本を植栽し、同一条件下で半年間育成した。次に 2003 年 4 月から、温度 2 段階（外気 ± 0、+ 3）× CO<sub>2</sub> 濃度 3 段階（外気 × 1 倍、× 1.4 倍、× 1.8 倍）の 6 処理区を設定し、実験を開始した。温度と CO<sub>2</sub> 濃度以外の環境条件は全ての処理区で等しくした。本研究では特に温暖化環境が光合成能力に及ぼす影響に着目し、光-光合成曲線や A-Ci 曲線、最大光合成速度、クロロフィル蛍光、葉緑素量などの側面から調査した。測定には主に LI-6400 (Li-cor 社)、MINI-PAM (WALZ 社) を用いた。

その結果、光飽和状態での光合成速度は、全ての処理区を外気 CO<sub>2</sub> 濃度で測定すると、外気温度では処理区の CO<sub>2</sub> 濃度が高いほど大きい値を示し、高温区では処理区の CO<sub>2</sub> 濃度が高いほど小さい値を示した。これは温暖化環境によって植物体の光合成活性が変化したことを示している。特に高温と高 CO<sub>2</sub> 濃度の相互作用が働く処理区の値が低いことから、相互作用が光合成活性を鈍化させている可能性がある。一方、生育 CO<sub>2</sub> 濃度で測定すると高 CO<sub>2</sub> 濃度区ほど大きい値を示した。つまり、高 CO<sub>2</sub> 濃度環境は光-光合成曲線の上限を増加させることが示唆された。

P1-020

12:30-14:30

アカマツ成木樹幹内における熱収支法測定による蒸散流速の季節変化

○川崎 達郎<sup>1</sup>、千葉 幸弘<sup>1</sup>、韓 慶民<sup>1</sup>、荒木 荒木<sup>1</sup>、中野 隆志<sup>2</sup><sup>1</sup>森林総合研究所、<sup>2</sup>山梨県環境科学研究所

われわれは大気フラックスモニタリング中のアカマツ林で、生産機構モデル構築を目的に林木個体の炭素固定能力を中心とした物質の循環を測定してきた。非同化部の樹幹については高さ毎の樹幹の直径成長を追跡するとともに、二酸化炭素ガスの発生源として、樹幹温度の変化にともなう、季節毎の樹皮呼吸の日変化を測定してきた。

樹幹内部を上方に流れる蒸散流は、樹幹中の細胞の呼吸により発生した二酸化炭素を上方に持ち去り、樹幹表面で観察される樹皮呼吸の値を変動させる可能性がある。また樹幹の直径成長は形成層の肥大成長だけでなく、樹幹内部の含水量変化の影響を受ける可能性がある。これら変動の検討も目的に、蒸散流速の季節変化を調査した。

調査は山梨県環境科学研究所敷地内、富士山北麓の溶岩原に成立したアカマツ純林で行った。測定対象は胸高直径 19.8cm の二股と胸高直径 18.7cm の 2 個体である。先述した直径成長と樹皮呼吸の定期的な測定を行っている。2002 年夏より両個体の地上高 4m と 12m の樹幹計 5 箇所熱収支法による樹幹内蒸散流速の測定を開始した。測定機材は米 Dynamax 社製 TDP センサー（プローブ長 3cm）を用い、延べ 20ヶ月の連続測定を行った。TDP 測定値は早春に大きく夏から秋にかけて低かった。土壌層が未風化の溶岩原のため極め少なく、むしろ冬季の積雪下で土壌水分が豊富であったためと考えられた。雪からの土壌水分供給は、冬季の温暖な日に観察される若干の光合成、樹皮呼吸、直径成長、春先の成長開始の急速な立ち上がりにも寄与していると考えられた。



P1-021

12:30-14:30

## 釧路湿原達古武沼の水草はなぜ減少したのか?—光環境からの検討—

○辻 ねむ<sup>1</sup>, 高村 典子<sup>2</sup>, 中川 恵<sup>3</sup>, 野坂 拓馬<sup>3</sup>, 渡辺 雅子<sup>4</sup>, 若菜 勇<sup>1</sup><sup>1</sup>阿寒湖畔エコミュージアムセンター, <sup>2</sup>独立行政法人 国立環境研究所, <sup>3</sup>北海道教育大学 釧路校, <sup>4</sup>北海道大学 北方生物圏フィールド科学センター水圏ステーション 厚岸臨海実験所

釧路湿原は北海道東部に位置するわが国最大の湿地であり、その主要地域は釧路湿原国立公園、天然記念物「釧路湿原」、国設鳥獣保護区、並びにラムサール条約登録地に指定されている。

近年、釧路湿原湖沼群では水生植物や底生動物などの種数および生物量が減少しているとの報告が相次いでいる(角野ほか 1992, 財団法人日本鳥類保護連盟 1998, 阿寒マリモ自然誌研究会 2002, 片桐ら 2002)。

われわれは、水中の光環境の悪化が、水生植物の減少の原因である可能性について検討するため、釧路湿原湖沼群で最も南に位置する達古武沼において、2003年4月11日から2003年11月18日にかけて、水中の光量子量を定期的に観測し、消費係数を求めた。

達古武沼は、環境省が進める釧路湿原自然再生事業の対象地域に含まれており、本研究は同事業の達古武沼地域自然再生プロジェクトの一環として行われた。達古武沼は周囲長4.9kmの楕円形の沼で、平均水深1.9mと比較的浅い。今回の調査では湖心部に調査地点を設け、月2回、水中の光量子量を測定した。湖内の調査地点の消費係数は、湖の解氷直後である4月25日では1.43だったが、6月6日から急激に増加し、6月20日の消費係数は年間最高値である5.26となった。消費係数とは1mあたりの水が吸収する光の割合であり、数値が高いほど水の光透過性が低いことを示している。達古武沼では水生植物の生育期に光の透過性が低くなることが示された。

今後はクラーク型酸素電極を用いて、同沼から採取した水生植物を様々な光-温度条件において光合成速度を測定する。この実験から得られた各水生植物の光補償点から補償深度をもとめ、達古武沼における光条件が水生植物の生育を制限している可能性を検討する

P1-022

12:30-14:30

ハンノキ (*Alnus japonica*) の根粒形成に及ぼす環境因子の影響○山本 福壽<sup>1</sup>, 高田 恵利<sup>2</sup><sup>1</sup>鳥取大学農学部, <sup>2</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

ハンノキ (*Alnus japonica*) はカバノキ科ハンノキ属の落葉性広葉樹であり、湿潤な河川流域、谷間、湖畔、湿原などに分布する。また根系にはフランキア (*Frankia*) 属の放線菌が根粒を形成し、窒素固定を行う。このため、ハンノキは生態系の窒素循環に重要な役割を担っており、林業的には肥料木としても評価されている。このような根粒の形成にはさまざまな環境因子が影響しているものと考えられる。例えば釧路湿原のような湿原では地下水水位が根粒の形成とハンノキの生育に大きな影響を及ぼしている可能性が高い。本研究では、さまざまな環境条件が当年生ハンノキ苗木の成長、およびこれにともなう根粒形成に及ぼす影響を調べた。生育環境としては、1) 根圏の窒素濃度環境、2) 滞水環境、3) 乾燥環境、4) 光環境、および5) 土壌 pH 環境の5種類の条件を変えて設定した。実験は鳥取大学構内造林学研究室の苗畑にて行った。なお、実験1)~4)はポット栽培によって行ったが、5)の土壌 pH 環境を変える実験は水耕栽培にて行った。実験期間は2003年8月17日から9月29日の約6週間、もしくは8月1日から9月29日の約8週間である。実験期間中に伸長成長量と肥大成長量を測定するとともに、実験終了後に乾燥重量や葉の窒素含有量などを求めた。以上の結果、伸長成長量には滞水、乾燥、光環境、および土壌の pH が大きく影響した。しかしながら窒素濃度の差異は顕著な影響を及ぼさなかった。これに対しハンノキの成長にともなう根粒の形成比率は、根圏の窒素濃度の上昇、および滞水環境によって強く抑制されることがわかった。さらに乾燥、光条件、および土壌の pH の変化は根粒の発達に有意な影響を及ぼさなかった。

P1-023c

12:30-14:30

## 冷温帯落葉広葉樹林構成樹の光合成生産における個葉生理特性とシュート構造の役割

○村岡 裕由<sup>1</sup>, 小泉 博<sup>1</sup><sup>1</sup>岐阜大学流域圏科学研究センター

森林生態系による炭素吸収機構の理解のためには、森林構成樹種の生理生態的特性を十分に把握することが重要である。本研究では、冷温帯落葉広葉樹林(岐阜大学流域圏科学研究センター高山試験地)での林冠木と低木の光合成生産における個葉光合成特性とシュート構造の役割を評価することを目的とした。

林冠木であるダケカンバ(樹高約18m)とミズナラ(約15m)の樹冠頂上、林床低木であるノリウツギとオオカメノキを対象として、個葉光合成特性とシュート構造、林内の光環境の測定を盛夏に行った。光合成生産性に対する個葉光合成特性とシュート構造の効果は Y-plant (Pearcy & Yang 1996) を用いて解析した。Y-plant はシュートの3次元構造と個葉ガス交換特性に基づいて、個葉やシュートの光合成速度を推定するシミュレーションプログラムである。個葉の受光量はシュート直上の光環境および葉面配向と他の葉との相互被陰によって決まり、個葉ガス交換速度は受光量や気温、湿度に応じて光合成モデル (Farquhar et al. 1980) と気孔コンダクタンスモデル (Leuning 1995) によって計算される。

ダケカンバとミズナラでは最大光合成速度は同程度であった。しかしモデル計算により(1)ダケカンバでは葉が垂れていることにより日中でも葉温の上昇が抑えられている上に相互被陰が小さいためにシュート全体で高い光合成速度を維持するが(2)葉面傾斜の小さいミズナラでは日中の強光により葉温が上昇することに加えて相互被陰が大きいため光合成速度が制限されることが示された。また(3)低木のシュートでは相互被陰を避けるように葉が配置されており、光を効率的に受け取って光合成生産に利用していることが示された。

P1-024c

12:30-14:30

(NA)



## P1-025c

12:30-14:30

FACE (Free Air CO<sub>2</sub> Enrichment) を用いた高 CO<sub>2</sub> 環境下での冷温帯樹木の成長と光合成特性○江口 則和<sup>1</sup>、上田 龍四郎<sup>2</sup>、船田 良<sup>1,3</sup>、高木 健太郎<sup>4</sup>、日浦 勉<sup>4</sup>、笹賀 一郎<sup>4</sup>、小池 孝良<sup>4</sup><sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究科、<sup>2</sup>北海道ダルトン、<sup>3</sup>東京農工大学大学院共生科学技術研究所、<sup>4</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

将来 CO<sub>2</sub> 濃度が上昇したときの冷温帯林の応答を予測するため、現在最も自然状態で CO<sub>2</sub> を付加することができる「開放系大気 CO<sub>2</sub> 増加 (Free Air CO<sub>2</sub> Enrichment; FACE)」を用いて冷温帯林構成樹木の成長と光合成応答を調べた。2003 年 5 月に CO<sub>2</sub> の付加を開始し、CO<sub>2</sub> 濃度は FACE 内が 2040 年ごろを想定して 50 Pa、対照区は現在の 37 Pa であった。また、高 CO<sub>2</sub> での植物の反応は土壌栄養に大きく影響を受けるといわれることから、FACE 内の地面を半分に分けて、半分を富栄養の褐色森林土、残りを北海道の土壌の特徴である貧栄養の火山灰土壌とした。材料は 2 年生の代表的な冷温帯林構成樹木 11 種を用いた。調査項目は、成長量 (葉面積指数; LAI、樹幹体積) と光合成速度とした。

1 11 種類の樹木のうちケヤマハンノキは、高 CO<sub>2</sub> ・火山灰土壌で成長が著しく増加した。ケヤマハンノキは窒素固定菌 (*Frankia* sp.) と共生することが知られる。一般的に高 CO<sub>2</sub> 環境では窒素不足が起こり、成長があまり促進しないとされる。つまり本結果から高 CO<sub>2</sub> 環境下での窒素固定菌の役割の重要性が示唆された。

2 遷移後期種の光合成速度は高 CO<sub>2</sub> 濃度により上昇したものの、成長量はそれほど変化しなかった。光合成産物は成長・貯蔵・被食防衛などへ分配される。ゆえに、遷移後期種では高 CO<sub>2</sub> 環境下で増加した光合成産物が地上部の成長ではなく、他の器官や他の機能 (例えば、地下部の成長や貯蔵物質、被食防衛物質など) に分配される可能性が示唆された。

樹木は多年生であるため数年にわたる継続調査が必要である。今後はこれまで不明な点が多かった地下部の成長特性を調べ、高 CO<sub>2</sub> 濃度に対する冷温帯樹木の応答をより詳細に検討していく。

## P1-027c

12:30-14:30

## ヒバ実生の根圏系細菌はどのように根に残る? -種子成分の種子系細菌、土壌系細菌への影響

○山路 恵子<sup>1</sup>、石本 洋<sup>2</sup>、森 茂太<sup>1</sup><sup>1</sup>森林総合研究、<sup>2</sup>INRA

青森ヒバ (*Thujaopsis dolabrata* Sieb. et Zucc. var. *hondai* Makino) の種子はヤニ袋を持ち、数種のテルペノイド類を含有する。一般にテルペノイド類には、抗菌活性を示すものが存在することから、本研究では種子成分がヒバ実生の根圏系細菌相に与える影響について調査した。

種子は 2003 年 4 月下旬に、カヌマ土 (鈹質土壌) と苗畑土 (黒ボク土) に播種した。また、ヒバ実生の根圏系細菌の源として考えられる種子系細菌と土壌系細菌について、その種類や出現頻度を調査した。種子や土壌からの出現頻度が高い菌種については、土壌培地上での生育速度と種子成分に対する感受性を調べた。7 月初旬には実生の根圏系細菌を分離し、その種類や出現頻度を調査した。以上の結果をもとに、実生の根圏系細菌の出現頻度と 1) 種子からの出現頻度、2) 土壌からの出現頻度、3) 土壌培地での生育速度、4) 種子成分に対する感受性、の間に相関関係があるかどうか、Pearson's correlation test ( $P < 0.05$ ) で解析を行い、どのような要因が根圏系細菌相形成に関わっているかを検討した。

その結果、ヒバ実生が生育する土壌の種類に関係なく、実生の根圏系細菌の出現頻度は、種子成分に対する感受性とのみ有意な相関関係を示した。これは、ヒバ実生の根圏では種子成分に対して耐性がある種子系細菌と土壌系細菌が優占種として残りやすい、ということを示唆する。我々は、種子成分がヒバ実生生育初期の根圏系細菌相に主要な影響を与えていると結論する。

## P1-026c

12:30-14:30

## 攪乱跡地における更新初期種間の競合が各樹種に与える影響

○遠藤 郁子<sup>1</sup>、江口 則和<sup>1</sup>、日浦 勉<sup>2</sup>、笹賀 一郎<sup>2</sup>、奥山 悟<sup>2</sup>、石井 正<sup>2</sup>、小池 孝良<sup>2</sup><sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究科、<sup>2</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

これまで、樹木の生理特性は種ごとに解明されてきたが、樹種間の相互作用を被陰に対する順化能力の違いなど生理的特性から研究した例は少ない。しかし、多種の共存を可能にする混交林への転換を進めるうえで、樹種を通じた生理的応答を理解することが求められている。この視点から、本研究では北海道の森林の遷移初期において侵入してきた先駆樹種が他の樹種とどのように影響を及ぼし合うのか、を明らかにすることを目的とした。

供試木として、遷移前期種であるシラカンバ (*Betula platyphylla* var. *japonica*) ・ウダイカンバ (*Betula maximowicziana*) ・ケヤマハンノキ (*Alnus hirsuta*) の 2 年生苗木を対象にした。2003 年 5 月に、その 3 種を組み合わせ、単一植栽区が 3、二種混合区が 3、三種混合区 1 の計 7 区画を北大苫小牧研究林 330 林班の風害跡地に植栽した。9 月に地際直径と樹高を測定し、地際直径の 2 乗に樹高を掛け合わせたものを成長量として比較した。

その結果、ケヤマハンノキと組み合わせで植えたシラカンバやウダイカンバの成長は、それぞれ単一で植えた時よりも良く、ケヤマハンノキは単一で植えた方が成長が良かった。これは、ケヤマハンノキと共生関係を形成している *Frankia* sp. が固定した窒素を他樹種も利用したためと考えられる。また、三種を一緒に植えた試験区では他のどの区画よりもすべての樹種で成長が悪かった。これは、同一種では遺伝的な変異はあるものの、同じ資源を同じように必要とするため、個体間の競争が激化した結果と推察した。そこで、種間の光合成特性の差や葉の可塑性の種間差などを調査し、先駆種の共存機構を解明したい。

## P1-028c

12:30-14:30

## 個体内の均等な水輸送と hydraulic architecture

○種子田 春彦<sup>1</sup>、箱野 正樹<sup>1</sup><sup>1</sup>東京大学大学院理学系研究科日植物園

植物の地上部では、水分の供給源に近い茎の基部についている葉と茎の先端についている葉では、水分の輸送距離が大きく異なる。導管を通る水輸送では、通導抵抗は水分の輸送距離に比例して大きくなるため、単純に考えれば、枝の先にある葉ほど水分が供給されにくくなる可能性がある。理論的には、節や分枝部分にある大きな通導抵抗がバルブとなって基部の葉だけに水分が流れることを防いでいるのだと考察されている。しかし、現実の植物でこうした効果が起きていないのかどうか、また起きていないのであればどのようなメカニズムによって克服されているのか、について実験的に明らかにした研究はない。BR そこで、茎の全長が 15m 程度のクズ *I Pueraria lobata* *I* を用いて、葉の間で生じる水分の輸送距離の違いによる通導抵抗への効果について解析を行った。

BR 茎から葉柄までの経路と土壌から葉までの経路とについて、基部の葉から 3 枚おきに通導抵抗の分布を測定した。この結果、葉柄までの経路では通導抵抗に大きな variation が生じたのに対して、葉までの経路では、通導抵抗は水分の輸送距離のほぼ等しくなった。BR クズの地上部を構成する茎、葉柄、葉身の通導抵抗を測定すると、葉身の通導抵抗は最も大きく、葉柄の 5-10 倍、茎の 100-1000 倍もの値になった。測定された通導抵抗の分布を電気回路に模して、葉の位置と通導抵抗の関係についてシミュレーションを行った結果、上記の結果をほぼ再現することができた。BR これらの結果は、地上部での輸送距離の違いによって生じる通導抵抗の variation は、輸送経路の末端にある、葉身の大きな通導抵抗によって打ち消されることを示している。

## P1-029c

12:30-14:30

## 根圏の酸素不足に対するガマ属3種(ガマ コガマ ヒメガマ)の応答

○松井 智美<sup>1</sup>, 土谷 岳令<sup>1</sup><sup>1</sup>千葉大学大学院 自然科学研究科

多くの水生植物の生育環境における底質の酸素濃度はほぼゼロに等しい。そのため植物の地下部は常に酸素不足のストレスに曝されている。酸素不足ストレスに対する耐性の違いは水生植物の分布を決める重要な因子となっており、しばしば水深に沿って帯状分布が見られる。

ガマ属は世界中の湿地によく見られる抽水植物であり、日本にはガマ *Typhalatifolia* L. コガマ *T. orientalis* Presl ヒメガマ *T. angustifolia* L. の3種が分布する。一般にガマは水深の浅い場所に、ヒメガマは水深の深い場所に群生しているのが観察される。コガマの生育地に関しては報告例が少ないため不明確である。

ガマ属には地上部から地下部へ空気を送る換気機能が発達しているが、ヒメガマは換気能力がガマに比べて高いため、水深の深い場所でも生育が可能であると考えられている (Tornbjerg *et al.* 1994)。これまで根の呼吸特性に関する報告はないが、生育環境から推測すると、ヒメガマはガマに比べて、根の呼吸特性を根圏の低酸素条件に対応させて変化させていると考えられる。そこで、本研究ではガマ、コガマおよび、ヒメガマの根圏の酸素不足に対する応答について、根の呼吸特性に焦点をあてて比較検討した。

ガマ属3種の根圏環境を好気的および嫌氣的の2条件に設定して1ヶ月間培養し、それぞれ呼吸速度を測定した。ガマの呼吸特性は培養条件によって違いはみられなかったが、ヒメガマとコガマは嫌氣的環境で培養した植物体の方が、全体的に高い呼吸速度を示した。また、推測したとおりこの違いはヒメガマの方が顕著であった。ただし、いずれの種も、根圏環境の酸素濃度によらず、同程度の呼吸速度を維持していることがわかった。

## P1-030c

12:30-14:30

異なるCO<sub>2</sub>と窒素条件で生育させた落葉広葉樹稚樹を餌とした食葉性昆虫の成長○柴田 隆紀<sup>1</sup>, 松木 佐和子<sup>2</sup>, 飛田 博順<sup>3</sup>, 北尾 光俊<sup>3</sup>, 丸山 温<sup>3</sup>, 竹内 裕一<sup>5</sup>, 小池 孝良<sup>4</sup><sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究科, <sup>2</sup>北海道道立林業試験場(特別研究員:PD), <sup>3</sup>森林総合研究所北海道支所, <sup>4</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター, <sup>5</sup>北海道東海工学部生物工学科

大気中の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度の急激な上昇による温暖化や近隣諸国の経済発展にともなう酸性降下物の増加がわが国の生態系に及ぼす影響は大きいと予想される。そのため、これらの無機ストレスによる生物相互作用の変化を考えることが重要である。

異なるCO<sub>2</sub>と窒素条件で育てた落葉広葉樹稚樹(ケヤマハンノキ、イタヤカエデ)について化学分析と生物検定を行い樹木の葉の質変化や植食者に対する防御について検討した。化学分析は多くの樹木が持つと知られる縮合タンニンと総フェノールについて行った。このほかにも硬さの指標とされるLMAや葉のC/N比も測定した。また、生物検定では広食性の食葉性昆虫であるエリサンを用いた。イタヤカエデでCNB仮説を支持する結果が得られた。しかし、ケヤマハンノキでは貧栄養条件で予想に反する結果を示した。またエリサンの生存日数もケヤマハンノキの貧栄養では富栄養よりも長くなった。この理由としてFrankia sp.との共生関係にあることが考えられる。ケヤマハンノキでは光合成産物を自己の成長や防御だけでなくFrankia sp.にもまわす必要があるためCNB仮説と一致しない結果が得られたのだと考えられる。

## P1-031c

12:30-14:30

## カラマツ樹冠部での短枝・長枝葉の光合成特性

○佐久間 祐子<sup>1</sup>, 渡邊 陽子<sup>1</sup>, 藤沼 康実<sup>2</sup>, 市栄 智明<sup>3</sup>, 北岡 哲<sup>3</sup>, 笹 賢一郎<sup>3</sup>, 小池 孝良<sup>3</sup><sup>1</sup>北大農学研究科, <sup>2</sup>環境研, <sup>3</sup>北大生物圏セ

地球温暖化の進行に伴い、北方林の持つ大気中二酸化炭素の固定能力に期待が寄せられている。北方林の重要樹種であるカラマツ属は、高い光合成能力と広範囲に渡る分布からCO<sub>2</sub>シンクとして特に注目されているため、光合成特性の解明が急務である。

北海道に多く植林されているニホンカラマツ(*Larix kaempferi*)は、春先に一斉に開葉する短枝葉とその後、順次開葉する長枝葉を持つ。今日までに、短枝葉と長枝葉の形態学的な違いについては研究が進展してきた。しかし、光合成機能を含めた生理的特性についてはまだ未解明の部分が多く、短枝葉の方が光合成能力が高いという結果(倉地 1978)と大きな違いはないという結果(北岡 2000)の二つの異なる見解がある。一方で、長枝葉の弱光利用能力が短枝葉より低いことから長枝葉は空間の獲得、短枝葉は獲得した空間の維持という役割を持つことが指摘されている。そこで、長枝葉と短枝葉の光合成機能の差を明らかにするために、光環境の異なる点での光合成能力の測定を行うと同時に、葉の発達に伴う構造の変化に注目し針葉の形態の観察を行った。

測定は、月1回、北海道苫小牧国有林のニホンカラマツ人工林内に設置された林冠アクセス用の仮設足場から手の届く範囲にある葉について行った。本研究では、陽樹冠、陰樹冠各々の短枝葉及び長枝葉の光合成能力の測定を行い、光-光合成曲線とA-Ciカーブを作成した。測定結果から、光-光合成曲線の初期勾配、光飽和点、カルボキシル化効率を求め、針葉の形態の観察結果と比較し、考察した結果を報告する。

## P1-032c

12:30-14:30

## コジイとアラカシの分枝様式と樹冠内光環境

○長 美智子<sup>1</sup>, 河村 耕史<sup>1</sup>, 武田 博清<sup>1</sup><sup>1</sup>京都大学森林生態学研究室

植物個体の炭素獲得は個体の周囲の光環境だけでなく、樹冠内の光の分布様式にも影響される。それゆえ、個体全体の生産量を定量化する場合、樹冠内の光の不均一性を考慮する必要がある(Ashton 1978; Chazdon *et al.* 1988)。樹冠内の光の不均一性は相互被陰の程度といった葉の配置様式によってもたらされる。(Percy and Valladares 1988)。また、樹木の分枝様式は光環境と密接に関連するため、樹冠内の光環境に対応しているはずである。しかしながら、葉の配置様式や樹冠内の光環境の定量的なデータは測定の困難さゆえに十分に調べられていない(Chazdon 1985; Oberbauer 1988)。本研究では、コジイとアラカシの稚樹を対象に、葉の配置様式と分枝様式、樹冠内の光環境を調べ、これらの関連を考察する。

葉の配置様式: 三次元デジタイザ(FASTRAK electro-magnetic 3-D digitizing apparatus Polhemus U.S.)を用い、樹冠内全ての葉の三次元座標を測定した。このデータを用いて、樹冠内の葉群分布を定量的に記述した。

分枝様式: 樹冠の上・中・下から各一本ずつ側枝(幹から直接分枝した枝)を選び、分枝図を作成し、3年間にわたって追跡調査を行った。これらから、種の分枝様式を明らかにした。

樹冠内光環境: 分枝図を作成した枝を対象に、感光フィルム(Oil-red O film, Taisei Chemical Industries, Tokyo)を各枝3箇所ずつ設置し、各枝の光環境を調べた。

以上の結果から、光環境に対応した分枝様式を明らかにし、葉の配置様式と関連して議論したい。

## P1-033c

12:30-14:30

## 寒冷圏におけるダケカンバの光合成機能の環境ストレスに対する応答(2)

○田畑 あずさ<sup>1</sup>, 小野 清美<sup>1</sup>, 隅田 明洋<sup>1</sup>, 原 登志彦<sup>1</sup><sup>1</sup>北海道大学 低温科学研究所

北海道の森林は、林床にササ (*Sasa kurilensis*) が繁茂し、下層のササと上層の樹木との間で資源をめぐる競争が起こっていると考えられる。林床のササが樹木に及ぼす影響を調べるために、北海道大学・雨龍研究林のダケカンバ (*Betula ermanii*) 林では、林床のササを除去した調査区 (除去区) と除去しない対照調査区 (ササ区) が設置された。ササ区のダケカンバは除去区のダケカンバよりも林床のササによって制限される環境要因が多いため、光エネルギー過剰の状態となり、光阻害を回避する様々な機能がより活発に働くことが予想された。本研究では、植物が受けるストレスの定量化を行い、樹木が光ストレスに対してどのような生理的応答をするのかを調べた。前回の発表では、約 30 年生のダケカンバにおいて、光合成速度が低かった除去区でも光阻害が起きていないことや、ササ区と除去区では過剰光エネルギーを消去する方法が異なっていることを報告した。今回は約 20 年生のダケカンバを対象にして行った調査について報告する。

約 20 年生のダケカンバでは、約 30 年生と同様にササ区で光合成速度や葉面積が大きい傾向を示した。光阻害の指標となる光化学系 II の最大量子収率の値には、除去区、ササ区ともに大きな低下は見られなかった。過剰な光エネルギーを熱放散する指標となるキサントフィルサイクルの脱エポキシ化の割合は、ササの有無に関わらず高い値を示した。活性酸素消去系酵素の活性にも、ササの有無による違いはみられなかった。

以上の結果から、約 30 年生と同様に約 20 年生のダケカンバ林では、ササの有無に関わらず光阻害を受けないように防御していると考えられる。中でも、キサントフィルサイクルの結果から、ダケカンバは過剰な光エネルギーを熱として消去している可能性が示唆され、ササの有無による葉面積あたりの光合成速度の違いに、光ストレスは影響を与えていないと考えられる。

## P1-034c

12:30-14:30

## 低温と強光ストレスが当年生ミズナラ実生に与える影響

○津田 元<sup>1</sup>, 小野 清美<sup>1</sup>, 原 登志彦<sup>1</sup><sup>1</sup>北海道大学 低温科学研究所

植物が生育するためには、光は重要な環境因子である。しかし、過剰な光は光合成の低下 (光阻害) などを引き起こす。この原因となるのは、光合成や熱放散などの光ストレス防御で消費できなかった過剰エネルギーであると考えられている。本実験では、北方林の主要樹種であるミズナラ (*Quercus crispula*) を用い、生育環境によって光ストレス防御反応と過剰エネルギー量がどのように変わるのかが明らかにすることを目的とした。

当年生ミズナラ実生を人工気象器内で 2 段階の光強度  $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (強光)・ $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (弱光) と 2 段階の温度  $25^\circ\text{C}$  (高温)・ $10^\circ\text{C}$  (低温) を組み合わせた 4 条件で生育させた。展葉が終了した段階で、最大量子収率 (Fv/Fm) は低温で生育した個体で低く、ストレスを強く受けていることがわかった。最大光合成速度と Fv/Fm の値は高温で生育した個体で高く、その中でも弱光高温で生育させた個体で最も高かった。逆に、低温で生育した個体は値が低かった。しかし、光ストレスの原因と考えられる過剰エネルギーの量を  $(1-qP) \times Fv' / Fm'$  から求めると、高温で生育した個体の方が大きかった。また、光化学系 II の電子伝達速度は強光高温で生育した個体で最も大きかった。この原因として、強光高温の個体では光化学系 II 以降で過剰電子の消去が行われている可能性が考えられるので、Water-Water サイクルの寄与を検討した。熱放散に働くキサントフィルサイクルの脱エポキシ化率を測定したところ、強光低温で生育した個体で最も大きく、次に強光高温と弱光低温が大きな値を示した。クロロフィル a とクロロフィル b の比を測定したところ、強光低温で生育した個体で最も高い値を示しアンテナサイズが小さく、弱光高温で生育した個体は最も低い値を示した。

以上より、ミズナラ実生では光ストレス防御において強光と低温で同様な応答を示すことが明らかになった。

## P1-035c

12:30-14:30

## 3 種のマツヨイグサ属植物の受粉様式の違いによる発芽特性

○小林 美絵<sup>1</sup>, 倉本 宣<sup>2</sup><sup>1</sup>明治大学大学院農学研究所, <sup>2</sup>明治大学農学部

マツヨイグサ属植物は辺り目が暗くなり始めたら開花し、強い芳香を放つ外来種である。マツヨイグサ属植物の中で最も花径の大きいオオマツヨイグサ *Oenothera erythrosepala* Borbas は近年減少し、花径の小さいメマツヨイグサ *Oenothera biennis* L.、匍匐性のコマツヨイグサ *Oenothera laciniata* Hill が分布を拡大している。マツヨイグサ属植物はポリネーターをスズメガ、ヤガとする虫媒花であるが、自家和合性も確認されている。そこで、受粉様式の違いがマツヨイグサ属植物の増減に影響しているかを検討するために、花に対する袋け実験を行うことで、自家受粉率と受粉様式の違いによる結実率を調べた。受粉様式は、1) 自家受粉、2) 除雄、3) 隣花受粉、4) 他家受粉の 4 処理とし、処理を行った後に袋をかけた。マツヨイグサ属植物は一日花なので、袋は翌日ははずした。また、結実した種子の数と重量を測定し、さらに強光条件、変温・恒温条件のもとで発芽実験を行った。なお、オオマツヨイグサの自家受粉率については、実験に十分な個体群が見つからなかったため、行っていない。

袋け実験の結果より、メマツヨイグサ、コマツヨイグサの自家受粉率はそれぞれ  $83.1 \pm 13.9\%$  ( $n=342$ )、 $89.5 \pm 9.2\%$  ( $n=365$ ) であった。また、オオマツヨイグサの自家受粉率は既存の文献より、 $81.1\%$  ( $n=307$ ) (Kachi 1983) という報告がある。結実率、種子重、種子数においては 3 種とも有意な差は認められなかった。また、発芽実験の結果においても、3 種とも受粉様式の違いによる発芽率に有意な差は認められなかった。以上の結果から、受粉様式が異なっても種子は結実し、結実した種子には発芽能力があることがいえる。また、3 種とも自家受粉率が 80% 以上と高いことから、ポリネーターに依存しなくても種子生産は可能であることが示唆された。これらのことから、オオマツヨイグサの減少とメマツヨイグサ、コマツヨイグサの分布拡大には受粉様式の違いが影響していないと考えられる。

## P1-036c

12:30-14:30

## 苗場山ブナ樹冠における光環境と光合成特性の垂直、水平方向、方位による変異

○飯尾 淳弘<sup>1</sup>, 深沢 久和<sup>1</sup>, 能勢 八千穂<sup>1</sup>, 角張 嘉孝<sup>1</sup><sup>1</sup>静岡大・農

樹冠層の光合成量を推定するためには、光合成特性と光環境の空間分布とその相互関係を知ることが重要である。そこで、樹冠層を垂直、水平方向、方位で分割し、それぞれの区画で葉の光合成特性と光環境を調べ、それらの相互関係を整理した。試験地は新潟県の苗場山標高 900m にある 70 年生ブナ 2 次林である。測定期間は 2002 年 7 月 5~13 日である。供試木の空間情報は樹高 21.5m、最下葉高 17m、胸高直径 26.5cm、樹冠半径 2m である。試験地内には高さ 24m の鉄塔が建設されており、供試木にあらゆる方向から自由にアクセスできる。供試木の樹冠を円柱形であると仮定し、まず方位で 4 分割した。さらに垂直方向、水平方向にそれぞれ 3 分割した (垂直方向; 上層、中層、下層、水平方向; 外側、内側 1、内側 2)。光環境の違いが顕著になる北側と南側の葉層を測定対象とした。それぞれの区画で光合成能力 ( $V_{\text{cmax}}$ )、窒素含有量、クロロフィル、ルビスコ、比葉面積 (LMA) と光環境を測定した。光環境は樹冠内と樹冠外の光量子束密度との比 (rPPFD) であらわした。rPPFD は垂直方向に 0.96~0.15 まで変化した。水平方向では、上層と中層でそれぞれ 0.98~0.25、0.78~0.16 まで低下した。下層では水平的な位置にかかわらず約 0.15 であった。方位について比較すると、上層と中層の区画において北側は南側よりも 0.05~0.15 大きかった。樹冠内の  $V_{\text{cmax}}$  は 29.4~83.8  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  であり rPPFD と同様に垂直、水平方向で大きく変化した。rPPFD と  $V_{\text{cmax}}$  の関係は垂直方向、水平方向でほとんど同じ傾向を示したが、北側と南側を比較すると、同じ rPPFD において北側の  $V_{\text{cmax}}$  は南側よりも低かった。しかし、葉面積あたりの窒素含有量と LMA は北側のほうが南側よりも大きかった。樹冠北側の葉は南側よりも多くの資源を投資しており、窒素利用効率が高いことがわかった。クロロフィル、ルビスコ含有量、葉の解剖学的特性を調べ、北側の葉で窒素利用効率が低く LMA が大きい原因について考察する。



## P1-037c

12:30-14:30

## 針葉樹3種の硝酸同化の季節変動: 硝酸還元酵素活性を指標として

°上田 実希<sup>1</sup>, 徳地 直子<sup>2</sup><sup>1</sup>京都市立大学農学研究所, <sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター

窒素は植物にとって多量必須元素である。硝酸態窒素(以下硝酸)は植物の窒素源として最も重要な物質の一つであることから、植物による硝酸同化を理解することは重要であると考えられる。植物による硝酸同化の指標として硝酸還元酵素活性(NRA)が広く用いられている。植物による硝酸同化ポテンシャルの指標となる NRA(NO<sub>3</sub>)を用いた研究は多く、硝酸同化の特性は種間差が大きいことが知られている。さらに、近年は実際の硝酸同化量の指標となる NRA(H<sub>2</sub>O)の測定も行われ、2種類の NRA を同時に測定することで植物の硝酸同化をより正確に把握できると考えられる。

本研究は日本の代表的な植栽針葉樹であるスギ・ヒノキ・アカマツを用い、NRA(NO<sub>3</sub>)と NRA(H<sub>2</sub>O)を年間を通して測定することにより、硝酸同化の種特性と季節性を明らかにすることを目的とした。

3樹種はいずれも、展葉が盛んな時期に NRA(NO<sub>3</sub>)と NRA(H<sub>2</sub>O)が有意に高くなった。このことから、これら3樹種は展葉に伴う窒素需要増大を補うために硝酸同化ポテンシャルを高め、硝酸同化量を増大させていると考えられた。さらに、いずれの樹種でも、休眠期とされる12月~2月に NRA(NO<sub>3</sub>)・NRA(H<sub>2</sub>O)ともに高くなった。この傾向は常緑広葉樹では見られず(小山 未発表)、常緑針葉樹の特徴であると考えられた。これまで樹木の硝酸同化に関する研究は成長期を中心に行われてきたが、本研究から常緑針葉樹の場合は休眠期も重要であることが示唆された。

アカマツはスギ・ヒノキと比較して、単位重量あたりの NRA(NO<sub>3</sub>)は高かったが NRA(H<sub>2</sub>O)は低かった。このことからアカマツはスギ・ヒノキよりも硝酸同化ポテンシャルが高いにも拘わらず、同化量は小さいことが示された。これはアカマツのアンモニア嗜好性と関連があると考えられた。

## P1-038c

12:30-14:30

## 水ストレス緩和後の光合成誘導の変化

°富松 元<sup>1</sup>, 堀 良通<sup>1</sup><sup>1</sup>茨城大学理学部生態学研究室

林床に生育する植物にとって光は重要な資源であり、効率よいサンフレック利用が重要である。弱光から強光へと変化すると、光活性化酵素、RuBPCase、気孔コンダクタンスなどの活性化により、光合成が徐々に誘導される。このような光合成誘導反応は、生育地の環境によって大きく影響される。しかし、降雨や乾燥による誘導反応への影響を調べられた報告は少ない。そこで我々は、水要求が強く乾燥に弱いと考えられる林床溪畔草本ヤマタイミンガサを用いて、水ストレスから緩和された後、光合成誘導がどの様に変化するかを調査した。

実験は、1 湿潤条件下で生育させた個体を乾燥状態にさせ LI-6400 で Timed-Lamp 測定 (CO<sub>2</sub>:360 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, 光:20 500 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>を3回繰り返す)、2 測定後十分な水をやり、180分後に同様の測定をおこなった。

その結果、乾燥状態から湿潤状態に回復することによって、光合成がより早く誘導されるようになり、光合成速度も約2倍になった。しかし、乾燥状態では、繰り返された3回の誘導ごとに光合成速度の上昇(1.12, 1.31, 1.52 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>)が見られたが、湿潤状態では3回の誘導全てで同じ光合成速度(2.74, 2.71, 2.71 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>)であった。気孔コンダクタンスは、乾燥状態では、0.01 から 0.015mol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>の間で低かったが、徐々に大きくなった。一方、湿潤状態では、0.06 から 0.04mol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>と大きかったが、徐々に小さくなった。

光合成速度は、乾燥と湿潤の間で差があり、また誘導反応にも違いが見られた。この結果は、気孔による影響が大きいと考えられた。湿潤だと、気孔を大きく開くことで、常にアイドリング状態を維持できる。そのため、強光に対してすぐに誘導を開始できる事で、効率良く炭素同化できると示唆された。



P1-039

12:30-14:30

## 陸域環境研究センター圃場における C3/C4 混生草原の地下部バイオマスと成長量の季節変化

○劉建軍<sup>1</sup>、莫文紅<sup>1</sup>、及川武久<sup>1</sup><sup>1</sup>筑波大学

草原生態系の植物体に蓄積されている炭素量は地上部現存量と地下部(根、地下茎などの地下器官を含む)現存量の両方を含む。地上部に関してはそれまでに多くの研究成果があり(莫ほか 2003; 井樹ほか 2002; 横山・及川, 2000; 田中・及川, 1998, 1999), しかし, 地下部に関しての実測例はとて最少なく, 特に植生の地下部から土壌への炭素移入量についてはほとんど明らかになっていない。本研究が調査地とする筑波大学陸域研究センター圃場の C3/C4 混生草原では, 1993 年に降長期間にわたって継続して植生調査が行なわれ, C3 植物と C4 植物の地上部バイオマスや LAI の季節変化と気象要因との相関関係などが解明されつつある。しかし, 地下部バイオマスと成長量に関するデータは殆どなかった。そこで, 本研究は地下部のバイオマスおよび成長量の季節変化を調査し, C3/C4 混生草原の炭素循環における地下部の役割を定量的に解明することを目的とした。

本研究の調査地となった C3/C4 混生草原では, C3 植物であるセイタカアワダチソウの優占区において, 生きている地下部バイオマスは 1580.7g d.w.m-2 で, 地下部の成長量は 481.7g d.w.m-2yr-1 で; 死んだ地下部の蓄積量は 593.7g d.w.m-2 で, 地下部のリターフォールは 483.6g d.w.m-2yr-1 であった。C4 植物であるチガヤの優占区では, 生きている地下部バイオマスは 1762.1g d.w.m-2 で, 地下部の成長量は 584.1g d.w.m-2yr-1 で; 死んだ地下部の蓄積量は 456.4g d.w.m-2 で, 地下部のリターフォールは 318.7g d.w.m-2yr-1 であった。C4 植物でありスキの優占区では, 生きている地下部バイオマスは 2624.9g d.w.m-2 で, 地下部の成長量は 875.0g d.w.m-2yr-1 で; 死んだ地下部の蓄積量は 538.7g d.w.m-2 で, 地下部のリターフォールは 351.7g d.w.m-2yr-1 であった。

2003 年における地下部バイオマスおよび成長量は優占種によって大きく変動し, 地下部の成長は主に地上部の成長を依存することを明らかにした。本草原サイトのように, 地下部バイオマスに貯留されている炭素は, 草原生態系において地上部バイオマス以上に重要なリザーバーとして機能していることを示唆した。

P1-041

12:30-14:30

## フクジュソウの物質生産と繁殖サイズ

○大窪久美子<sup>1</sup>、新井隆介<sup>2</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所

キンポウゲ科多年生草本植物フクジュソウ (*Adonis ramosa*) の物質生産と繁殖サイズとの関係を知るため, 2000 年 4 月に長野県長谷村の自生地個体群においてサンプリング調査を行った。本種は環境省 RDB に絶滅危惧 II 類 (VU) として指定されているが, 調査は個体群が開発行為によって消失するため, 土地所有者の許可を得て, 保全のための移植を行う際に一部の個体で実施した。自生地の水田畦畔に 2 × 2 m<sup>2</sup> の方形区を 5 プロット設置し, 計 532 個体のフクジュソウをサンプリングした。地上部は光合成器官(葉), 非光合成器官(地上茎), 繁殖器官(花, 果実), 地下部は栄養器官(根茎, 根)の各部位に分け, 地上茎について 2 方向の根元直径(D)および長さ(H), また花弁と萼片の長さを測定した。その後, 乾燥機で 105 °C, 72 時間乾燥し, 部位ごとに乾燥重量を測定した。

1. フクジュソウの T / R 比は平均値 0.43 (SD; ± 0.34) であった。一般に多年生草本の T / R 比は一年生草本や木本に比べて一般的に小さく, 1 以下のものが多い(岩城 1973, 吉良 1976) が, 他の多年生草本と比較すると, フクジュソウの T / R 比は小さく, 地下部への配分が大きかった。繁殖個体と非繁殖個体との間には T / R 比の明確な違いはなかった。
2. 個体乾燥重量(地上部+地下部)w は地上茎の根元直径(D)と長さ(H)の関係から, 次式で求められた ( $dw = 0.7665D^2H + 0.1811(R2=0.8842)$ )
3. 繁殖ステージのサイズクラスは乾燥重量 0.3 g 以上 1.0 g 未満クラスでは繁殖個体が 6.52 %, 1.0 g 以上 3.2 g 未満クラスでは 54.73 %, 3.2 g 以上 10 g 未満クラスでは繁殖個体が 93.26 % であった。
4. 個体サイズと部位別分配比はサイズが大きくなるごとに, 地下部(R)の分配比が増加し, 地上部(葉(L)と茎(S))への分配比は減少した。

P1-040

12:30-14:30

## 岩手県・安比高原のブナ二次林における土壌呼吸の平面分布

○橋本徹<sup>1</sup>、三浦寛<sup>1</sup>、池田重人<sup>2</sup>、志知幸治<sup>1</sup><sup>1</sup>森林総研・東北, <sup>2</sup>森林総研

土壌呼吸は, 森林生態系の中で主要な生物過程の一つであり, 炭素循環と密接に関係している。しかし, 土壌中では大きな空間的な不均一性が生じており, その不均一性を把握することなしに土壌呼吸動態を定量的に調べることはできない。そこで, 本研究では東北地方の代表的樹種であるブナ林下の土壌呼吸の空間分布について調べた。

調査は, 岩手県安代町安比高原において, 約 70 年生のブナ二次林で行った。30 × 30 m のプロットを設定し, そこに直径 40 cm, 深さ 15 cm の円筒型チャンパーを 5 m おきに 7 × 7 個埋め込んだ。パイサラ社の CO<sub>2</sub> センサー (GMM222) を用いて, 密閉法で, 7/29, 10/11, 10/31 の 3 回測定した。

その結果, 各測定日の土壌呼吸速度は, 7/29 が 133.9 μgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/s (S.D. = 26.4), 10/11 が 84.4 (15.8), 10/31 が 71.1 (11.2) であった。土壌呼吸速度平面分布の凹凸差が最も大きかった 7/29 では, 最大 (198 μgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/s) と最小 (88) で 2 倍以上の差が見られ, 30 × 30 m の枠内で土壌呼吸速度の低いくぼ地がいくつか認められた。7/29 の平面分布の形状を維持しつつ, 土壌呼吸速度の高い山の部分が下がるような形で経時変化した。10 cm 深地温と土壌呼吸速度の相関係数は, 3 回の測定日でそれぞれ, 0.02, 0.51, 0.46 であり, 7/29 の値が非常に小さかった。含水率と土壌呼吸速度の相関係数はそれぞれ -0.52, -0.53, -0.31 であった。立木密度の小さいところで土壌呼吸速度が低い傾向が見られた。土壌呼吸の平面分布には, 上木の立木位置が影響しているようである。

P1-042

12:30-14:30

## 広葉樹二次林における枯死木の動態

○上村真由子<sup>1</sup>、小南裕志<sup>2</sup>、金澤洋一<sup>1</sup>、後藤義明<sup>2</sup><sup>1</sup>神戸大学大学院自然科学研究科, <sup>2</sup>森林総合研究所関西支所

森林生態系の炭素循環を考える上で, 枯死木の動態を定量評価することが重要である。短期的には, 森林生態系の NEP を評価する上で, NPP から Rh を差し引くため, Rh の定量化を行わなければならない。枯死木呼吸量は Rh の構成要素なので呼吸量を定量化する必要がある。また, 長期的には, 枯死木はリターに比べて, 林床への落下量の年変動が大きく, また分解速度が遅いため, 遷移や攪乱によって生じた枯死木が長期間にわたって森林の炭素循環に影響を与える。このように, 森林の炭素循環を短期的, 長期的に評価する上で, 枯死木の動態を調べることは重要である。しかし, これまでの炭素循環研究の中で, 枯死木の発生量, 現存量, 分解量について十分に研究がなされているとは言い難い。よって, この研究では広葉樹二次林における枯死木の動態を調べることにした。

調査・観測は, 京都府南部の山城試験地で行われた。この試験地は広葉樹二次林であり, 現在はコナラとソヨゴが優占するが, 過去にはアカマツが優占し, 現在は倒伏や立ち枯れの状態でアカマツの枯死木が多く存在する。

枯死木の動態を調べるためには, 枯死木の発生量, 現存量, 分解量を定量化しなければならない。枯死木の発生量は, 試験地 (1.6ha) の 3cm 以上の毎木調査を 1994 年, 1999 年に行っており, 1999 年以降, 2000, 2001, 2003 年に調査を行い, 樹木の生死を判別している。枯死木の現存量は, 試験地全体に存在する直径が 10cm 以上の枯死木を対象とし 2003 年に調査を行った。枯死木の分解量は, 枯死木からの分解呼吸量を赤外線ガスアナライザーを用いて測定する装置を開発し, 同一枯死木からの連続測定や多サンプル観測により, 環境要因や枯死木の状態と呼吸量との関係を調べた。これらの調査, 観測の結果をもとに, 広葉樹二次林における枯死木の動態を考える。

## P1-043

12:30-14:30

## ブナ林を流れる溪流における有機物収支-C, N ベースでの試算

○阿部 俊夫<sup>1</sup>, 藤枝 基久<sup>1</sup>, 吉永 秀一郎<sup>1</sup>, 壁谷 直記<sup>1</sup>, 野口 宏典<sup>1</sup>, 清水 晃<sup>1</sup>, 久保田 多余子<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>(独)森林総合研究所

茨城県北部のブナ原生林を流れる小溪流において、有機物流出量および有機物供給量を観測し、kgC, kgN ベースでの有機物収支の試算を行った。調査溪流の集水面積は約 55ha, 調査区間は 100 m である。有機物流出は、CPOM ( $>8\text{mm}$ ), MPOM ( $=1\sim 8\text{mm}$ ), FPOM ( $=0.7\ \mu\text{m}\sim 1\text{mm}$ ), DOC ( $<0.7\ \mu\text{m}$ ) に分けて観測した。有機物供給としては、リターフォール、林床からのリター移入、溪流内の草本および藻類の生産量を調査した。観測は 2001 年に行った。固体有機物は、乾燥重量 (または AFDM) に、C, N 含有率 (この要旨では一部暫定値を使用) を掛けて、C, N 量を求めた。DON については、DOC 量を C/N 比 (暫定的に 20 と仮定) で割って推定した。

調査区間からの年流出量は、6.98tC, 0.35tN と推定された。FPOM の占める割合が高く、C で 73.6%, N で 82.5% であった。未分解のリターに相当する CPOM は、C で 6.9%, N で 2.9% と少なかった。一方、上流からの年流入量は、6.59tC, 0.34tN と推定され、流出と流入の差は、392.0kgC, 5.9kgN であった。

調査区間への供給量は、年間 121.8kgC, 3.1kgN であった。供給の大部分は、陸起源有機物のリターであり (C で 97.8%), 水中起源の有機物である藻類の割合は小さかったが、藻類は比較的 N 含有率が高いため、N 供給量としてみると、藻類も全体の 9.3% を占めた。なお、流出と流入の差に対して供給量が過少になっているのは、林床や溪岸からの FPOM 供給、地下水による DOM 供給など未観測の項目によるものと考えられる。

## P1-045

12:30-14:30

高 CO<sub>2</sub> が森林生態系に及ぼす影響のシミュレーション研究

○戸田 求<sup>1</sup>, 渡辺 力<sup>2</sup>, 横沢 正幸<sup>3</sup>, 高田 久美子<sup>4</sup>, 江守 正多<sup>5</sup>, 隅田 明洋<sup>1</sup>, 原 登志彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学低温科学研究所, <sup>2</sup>森林総合研究所, <sup>3</sup>農業環境技術研究所, <sup>4</sup>地球フロンティア研究システム, <sup>5</sup>国立環境研究所

大気中 CO<sub>2</sub> 濃度の上昇による温暖化といった環境変化は、植物個体の生長、競合、群落構造 (サイズ構造) に影響を与え、また逆に群落構造の変化はその周りの環境を変化させる。これまで草本群落については、高 CO<sub>2</sub> 濃度や高温条件下での実験的研究が多く行われているが、木本については、その規模や時間の制限のため実験を行うことが困難である。本研究では、このような環境変化が森林生態系の物質収支や森林構造動態に及ぼす影響を調べるため、森林内の微気象と個体サイズ動態の相互作用を取り扱う数値モデル (MINoSGI, Multilayered Integrated Numerical Model of Surface Physics-Growing Plants Interaction) を用いて、環境応答に関する数値実験を行った。数値実験では、初期条件として同一種同様の苗木 (スギ) を植林した状態を想定し、様々な環境条件を変えつつ、20 年間にわたる群落構造・物質収支の時間推移について調べた。結果の一例として、大気 CO<sub>2</sub> 濃度が現在の 373ppm の場合と 2 倍とした場合、また、あわせて、葉内窒素濃度を変えた場合 (これは土壌中の利用可能な窒素量が異なる条件に対応する) について示す。計算の結果、高 CO<sub>2</sub> 環境において森林は樹高頻度分布のサイズ不均一性を高め、高窒素条件下ではその影響がより顕著であることがわかった。そして、高 CO<sub>2</sub> 環境下で多くの大個体によって占められた森林群落では総光合成量が増加する一方で呼吸も増加し、純生産量 (NPP) は低下することがわかった。本発表では高 CO<sub>2</sub> 環境の数値実験の他、気温上昇や乾燥条件など地球温暖化を想定した数値実験を行い、木本植物の環境応答についての考察を加える。

## P1-044

12:30-14:30

## スギ人工林の発達に伴う土壌炭素ダイナミクスのモデルシミュレーション

○首藤 勝之<sup>1</sup>, 中根 周歩<sup>1</sup>

<sup>1</sup>広島大学大学院生物圏科学研究科

今回の研究では、皆伐後のスギ人工林における土壌炭素循環について、枝打ち・間伐などの管理を考慮に入れた場合と入れない場合とに分けて時系列的にシミュレーションを行った。このシミュレーションは VBA プログラムにより計算し、またこのシミュレーション結果と、スギ人工林における炭素循環の実測値とを比較する事により、このプログラムの精度を検証した。管理を考慮したシミュレーションの結果、皆伐後の地上部バイオマス・リターフォール速度は迅速に林齢に伴い回復し、その変化に伴い地温は減少、土壌水分量は増加の傾向を示した。

A<sub>0</sub> 層 (S<sub>RA</sub>)・ミネラル層 (S<sub>RM</sub>) の呼吸速度、そして全土壌呼吸速度 (S<sub>R</sub>) のそれぞれは皆伐後に急激に上昇し、その後徐々に減少して、それぞれ 1.58 (S<sub>RA</sub>), 3.11 (S<sub>RM</sub>), 4.9 (S<sub>R</sub>) tC ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> で安定した。皆伐後の A<sub>0</sub> 層 (M<sub>0</sub>)・ミネラル層 (M) の炭素蓄積量は急速に減少し、枯死根層 (M<sub>f</sub>) の炭素蓄積量は伐採により生じた枯死根により増加した。M<sub>0</sub> と M は減少後、林齢に伴い徐々に増加し、それぞれ 11, 120 tC ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> で安定した。M<sub>f</sub> は増加後、林齢に伴い減少し、3.3 tC ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> で安定した。また、管理を考慮した場合と考慮しなかった場合とのシミュレーションの結果の間に、有意な差が無く、そしてそれぞれの結果は実測値と良く合致する結果となった。これらの事から、スギ人工林における炭素循環は、管理を考慮しなくても正確にシミュレートする事が可能であり、よって林齢さえ分かれば、目的の林分の履歴が分からなくても正確な土壌炭素循環のシミュレートが可能である事が示唆された。

## P1-046

12:30-14:30

## ヒノキの幹呼吸速度の日変化における温度依存性

○荒木 眞岳<sup>1</sup>, 川崎 達郎<sup>1</sup>, 韓 慶民<sup>1</sup>

<sup>1</sup>森林総研

森林生態系における二酸化炭素収支の研究が進むにつれ、非同化器官による呼吸特性の解明の必要性が高まっている。本研究では、50 年生のヒノキ人工林においてヒノキ成木の幹の呼吸速度を、地上高 2m おきに 2 年間にわたって測定してきた。今回は、幹呼吸速度の日変化における温度依存性について考察する。

1 秒あたりの呼吸速度 R (μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) は、幹温度の上昇・下降にともなう日変化パターンを示し、呼吸速度 (R) と幹温度 (T) の関係を各測定日、各高さごとに次の指数関数で近似した。

$$R = R_{15} Q_{10}^{((T-15)/10)}$$

ここで、R<sub>15</sub> は幹温度を 15°C に標準化した時の呼吸速度、Q<sub>10</sub> は温度係数 (温度が 10°C 増加した時の呼吸速度の増加比) である。Q<sub>10</sub> の値は大体 1.5 から 2.5 の範囲にあり、その平均は 1.95 であった。しかし Q<sub>10</sub> は季節変化を示し、冬に大きく夏に小さい傾向が認められた。Q<sub>10</sub> は気温と有意な強い負の相関を持ち、Q<sub>10</sub> と気温との関係は負の傾きを持つ直線で回帰できた。また、Q<sub>10</sub> に幹の高さによる差は認められなかった。一方 R<sub>15</sub> は季節や幹の高さによって大きく異なった。

幹呼吸速度の日変化における幹温度への反応は、同じ幹温度でも夜の方が昼よりも高く、ヒステリシスを示す場合が多かった。数時間前の幹温度に対して呼吸速度をプロットすることで、ヒステリシスが解消されることもあった。これは、同じ幹内でも温度が異なり測定した幹温度が呼吸活性の高い部分の温度を代表していなかったことや、幹の拡散抵抗が大きいことなどが原因として考えられた。

P1-047

12:30-14:30

## カワウによる森林への窒素供給とその長期的影響

○亀田 佳代子<sup>1</sup>, 保原 達<sup>2</sup>, 木庭 啓介<sup>3</sup>, 大園 享司<sup>4</sup>, 寺井 雅一<sup>4</sup><sup>1</sup>滋賀県立琵琶湖博物館, <sup>2</sup>国立環境研究所, <sup>3</sup>東京工業大学総合理工学研究所, <sup>4</sup>京都大学大学院農学研究所

水鳥類は、水域で採食し陸域で繁殖を行うことにより、水域から陸域へと物質を輸送している。海洋島や極地などの海鳥繁殖地では、海鳥類による養分供給により、陸上生態系の生産量増加や食物網構造の複雑化が生じる。一方、河川や湖沼、海岸部に生息し、水辺の森林で集団営巣を行うカワウ (*Phalacrocorax carbo*) も、水域から森林への物質輸送を行っている。カワウによる物質輸送では、森林に直接養分が供給されるのが特徴であり、そこでの養分動態や生態系の変化は、島嶼や極地とは異なる特徴を持つと考えられる。そこで本研究では、カワウの糞に多量に含まれる窒素に注目し、森林の窒素動態に対するカワウの影響を調べた。

調査は、滋賀県琵琶湖のカワウ営巣地、近江八幡市伊崎半島およびびわ町竹生島で行った。営巣域内に、カワウが営巣中の区域、以前営巣していたが放棄した区域、一度も営巣されることがない区域を設定し、カワウの糞、土壌有機物層、鉱質土層、植物生葉、リター、土壌菌類の窒素同位体比を測定した。その結果、営巣区と放棄区では、土壌や植物の窒素同位体比はカワウの糞に近い高い値を示すことがわかった。特に、伊崎の放棄区の土壌有機物層と植物は、営巣区より有意に高い値を示した。土壌の窒素同位体比と窒素含量の相関関係から、放棄区では土壌表層に高い窒素同位体比をもつ有機物が堆積し、対照区や営巣区とは異なる窒素分解過程が生じている可能性が考えられた。

営巣区の優占菌類は、有機態窒素を分解し無機化する能力が高かった。したがって、カワウの糞由来の窒素は無機化され、植物に吸収されることで植物体の窒素含量がすみやかに増加したものと考えられた。カワウは巣材として周囲の枝葉を折り取ることから、営巣区ではリター量が増加する (Hobara et al. 2001)。また、リターの窒素含量は営巣放棄後においても高い値を示す。したがって、カワウによって供給された窒素は、カワウが営巣を放棄した後でも植物に利用され、リターによって再び土壌に供給されることで、森林内に滞留することが明らかとなった。

P1-049

12:30-14:30

## 亜高山帯の常緑多年生草本ペニバナイチヤクソウの標高にともなう窒素・りん動態の変化

○磯海 のぞみ<sup>1</sup>, 山村 靖夫<sup>1</sup>, 中野 隆志<sup>2</sup><sup>1</sup>茨城大学 理学部, <sup>2</sup>山梨県環境科学研究所

高標高の地域では、標高が上昇するにつれ、低温・積雪の期間が長くなり、土壌有機物の無機化が制限されるため、土壌はより貧栄養になると考えられる。常緑性植物は、一般に落葉性植物と比べて 保存的な栄養塩サイクルを持ち、土壌からの養分要求性が低いため、貧栄養な環境ほど常緑植物の割合が増加するとされている。

ペニバナイチヤクソウ (*Pyrola incarnata*) は、亜高山帯の幅広い標高域の林床に生育する常緑多年生草本である。イチヤクソウ属の植物は、菌根と共生しており、りんの吸収において利益を得ているといわれている。そのため、高標高のより貧栄養立地においては、りんよりも窒素の制限をより受けやすいと考えられる。

本研究では、富士山北斜面の標高約 1790m と 2350 m にそれぞれ調査地を設け、植物の成長にとって重要な栄養塩である窒素とりに着目し、ペニバナイチヤクソウの季節的成長にともなう全窒素と全りんの動態と土壌栄養 (硝酸態 N・アンモニウム態 N・りん酸態 P) を解析し、高標高の貧栄養条件下でのこの植物の適応の仕方について調べた。

土壌中の硝酸態窒素とりん酸態 P 濃度は、生育期間を通して 1790m 地点の方が高く、アンモニウム態 N は、6 月のみ 1790m 地点の方が高かった。各器官の全窒素の含有量は、両標高で差が見られず、茎や地下部ははっきりとした季節変化も見られなかった。全りんの含有量は全体的に 1790m 地点の方が高い値を示した。植物体の N/P 比は 1790m 地点の方がかなり高かった。

以上のことより、当初の予測に反して、高標高のペニバナイチヤクソウは、全体的にりんの制限を受けている可能性があると考えられる。

P1-048

12:30-14:30

冷温帯落葉広葉樹林における樹冠上 CO<sub>2</sub> フラックス形成過程○高梨 聡<sup>1</sup>, 小杉 緑子<sup>1</sup>, 中西 理絵<sup>1</sup>, 松尾 奈緒子<sup>1</sup>, 田中 夕美子<sup>2</sup>, 日浦 勉<sup>2</sup><sup>1</sup>京都大学農学研究所, <sup>2</sup>北海道大学苫小牧研究林

冷温帯落葉広葉樹林 (北海道大学苫小牧研究林) において、渦相関法によって測定されている CO<sub>2</sub> フラックスがどのような要因によって決定されているかを明らかにするため、多層モデルを適用し、森林群落を特徴づける種々のパラメータを求めた。個葉ガス交換特性について、気孔コンダクタンスモデルには Ball 型モデル、光合成モデルには Farquhar 型モデルを用いている。個葉のガス交換特性はクロロフィル蛍光測定装置付きポロメータおよびクロロフィル蛍光測定装置による測定から得られた情報を元に水利用効率、呼吸量、 $V_{cmax}$ 、 $J_{max}$ 、量子収率等のパラメータライズを行った。 $V_{cmax}$ 、呼吸量、 $J_{max}$  は樹冠上部のミズナラで高く、樹冠中部のミズナラになると急激に低くなりさらに、樹冠下部を構成するオシダでさらに低くなった。量子収率は樹冠上部で低く、中部、下部となるにつれて高くなっていった。放射伝達過程は短波放射、長波放射と光合成有効放射量に分け、さらに光合成有効放射量については光合成の光に対する反応が非線形なため、散乱成分と直達成分に分けて計算を行い、直達光透過率は葉の傾斜角分布と葉の透過・反射率によって計算している。葉の平均傾斜角は 16.9 度標準偏差 12.9 度であった。葉群集中度に関して、透過 PFD のトランセクト観測を行い、解析を行ったところ、葉群はランダム分布からそれほど離れておらず、ランダム分布とした。群落全体の葉面積指数は刈り取り法によって得られた 6.63 を用いた。光学的手法によって葉面積指数の鉛直分布を測定したところおおむね 12m 付近の樹冠層と 2m 付近の下木層に分かれていた。土壌呼吸量に関しては、多点チャンパーを用いた既存の年間観測結果をもとに Q10 式に回帰した。これらのパラメータを用いて樹冠上 CO<sub>2</sub> フラックスを再現計算し、渦相関法によるデータと比較、考察を行った。

P1-050

12:30-14:30

## ヤナギ林の地下部根系の動態と純一次生産量

○糟谷 信彦<sup>1</sup>, 山本 武郎<sup>1</sup>, 糸永 恵理子<sup>1</sup>, 斎藤 秀樹<sup>1</sup><sup>1</sup>京都府大・院・農

森林の物質生産研究は日本でもこれまでにいろいろな林分でなされてきているが、日本のヤナギ群落ではほとんど見られない。本研究では約 10 年生のヤナギ群落を対象に地上部と地下部の両方の生産プロセスを評価した。特に地下部の根系では、活発な更新が予想される細根 (直径 5 mm 以下) とそれより太い根に分けて測定した。京都府美山町北桑田郡大字萱野の大野ダム畔にあるウラジロヨシノヤナギ群落に 20m × 40 m の固定調査区を設置し、10 個の小プロットに分割した。細根の生産量評価には 2 つの方法を用いた。各小プロットにおいて幹の中心より 0.5 m の地点からオーガーを用いて土壌コア (深さ 30 cm) を採取し、10 cm ごとに分けた (連続コアサンプリング法)。採取後の穴には砂を埋め戻し 1 ヶ月後それを同じく層別に取り出した (イングロース法)。この作業を 5 月から 12 月まで毎月一度行った (これ以後継続中)。土壌サンプルから根を水で洗い出し、ヤナギ、草本、シダにグループ分けし、さらに生死判別した。また毎木調査の胸高直径データと、現地での伐倒調査により作成された相対成長式およびリターフォルムデータを用いて幹、枝、葉、太い根の現存量及び純生産量を推定した。

ヤナギの細根量の季節変化から、細根は 6 月に成長を開始し 8 月にピークを迎え 11 月には停止する 1 山型を示し、これは地温変化と対応していた。5 月から 6 月にかけての枯死細根量の増大、また細根の成長開始時期が比較的遅いのは 5 月中旬までの冠水や地上部シュートの成長の影響が考えられた。細根の現存量は 2.21 t/ha で地上部地下部を合わせた現存量の約 3% であった。細根の純生産量は連続コアサンプリング法では 1.13 t/ha yr で全体の 9% を占め、一方イングロース法から求めた純生産量は 0.9 t/ha であった。いずれも他の報告例に比べ値は小さかった。本研究では 1 年のうち 3 から 4 ヶ月冠水するヤナギ群落の地上部地下部を合わせた生産量を定量的に示すことができた。



## P1-051

12:30-14:30

## 北海道東部河川におけるサケの死骸が河畔林と河川生物に及ぼす影響

○柳井 清治<sup>1</sup>, 河内 香織<sup>2</sup><sup>1</sup>北海道工業大学, <sup>2</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科

近年、北米においては遡上サケの死骸の生態的役割に関する多くの研究が行われ、渓流および陸上生態系にとって重要であることが多くの研究で明らかにされてきた。しかし同じサケ類が分布する東アジア地域においては、この点に関する情報は極めて乏しい。そこで本研究は、サケが遡上する河川において、河川動物と河畔林植物の安定同位体比の測定、サケ死骸に取り付けたテレメトリーによるサケ死骸の移動過程の追跡などにより、1) サケの遡上が河川動物に及ぼす影響、2) サケの遡上が陸上生態系、特に河畔林や土壌に及ぼす影響を評価した。調査地は、北海道東部網走管内藻琴川流域と根室管内標津川流域で、サケが遡上する本流と同じ水系の非遡上河川(対照河川)を選定した。次に河畔林の葉と土壌について、河岸から5m以内と25m以上離れた林内の2地点において採取を行った。水生動物については、春と秋に出現頻度の高い昆虫類を捕獲し、採取したサンプルは乾燥後、質量分析計(Finnigan MAT社、DELTA plus)により主要な栄養素である窒素の安定同位体比値を測定した。また遡上時期の11月に遡上後死したサケにテレメトリ発信機を装着し、半年後の5月にその位置の追跡を行った。この結果、春に行った調査からテレメトリ発信機は8個中6個が装着地点から20m以内の河畔で発見された。しかし残りは移動距離が大きく、渓流から500m離れた尾根付近まで運ばれたものもあり、サケの死骸は河畔だけでなく流域内に広く拡散している可能性が示された。また安定同位体測定の結果から、草本を除いて木本には対照河川と有意な差が見られなかった。しかし河川内の水生動物類は、遡上時期に捕獲したものが非遡上時期に採取したものに比べて有意に高かった。河川内では死骸が直接摂取または間接的に体内に取り込まれ、河川の生産性に寄与している可能性が示された。

## P1-052

12:30-14:30

## プロセスアプローチによる農地生態系の炭素収支比較

○関川 清広<sup>1</sup>, 木部 剛<sup>2</sup>, 横沢 正幸<sup>3</sup>, 小泉 博<sup>4</sup>, 鞠子 茂<sup>5</sup><sup>1</sup>玉川大学農学部, <sup>2</sup>静岡大学理学部, <sup>3</sup>農業環境技術研究所, <sup>4</sup>岐阜大学流域圏科学研究センター, <sup>5</sup>筑波大学生物科学系

農地生態系の炭素シークエストレーション機能として、畑地は炭素ソース、水田は炭素について均衡状態にあることが知られてきた。これは、畑地や水田では炭素プールが土壌のみであることや、除草の徹底など栽培管理によるものと考えられる。一方、果樹園のように樹木を栽培対象とする農地生態系では、樹木も炭素プールとなる点や、樹木以外に下層植生も生態系に炭素を供給する点が、畑地や水田と異なっている。さまざまなタイプの農地で炭素循環の特徴が解明されれば、今後の土壌炭素管理に資することができるものと期待される。畑地と水田については茨城県つくば市の農業環境技術研究所内の圃場で得られた結果(Koizumi 2001)を用いた。果樹園として、甲府盆地北東部(山梨市)に位置する山梨県果樹試験場のブドウ園および隣接するモモ園を対象とし、炭素シークエストレーション機能の評価と農地生態系間の比較を行った。いずれも、炭素供給量を積み上げ法により、炭素放出量として通気法による土壌呼吸測定を行い、微生物呼吸量HRを推定した。土壌レベルで比較すると、畑地では炭素供給量はHR量の1/3から2/3と著しく少なく、水田では炭素供給量HR量であった。一方、ブドウ園、モモ園ともに、炭素供給量はHR量の2倍程度であった。果樹園の土壌炭素収支はブドウ園で約180 g C m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>、モモ園で約590 g C m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>と、いずれも著しい炭素蓄積を示し、両園の土壌は炭素シンクであることが明らかとなった。果樹園土壌が炭素シンクとなるのは下層植生による炭素供給が大きいためであり、このような作物以外の植物による土壌への炭素供給(総供給量の約1/2)は、畑地や水田には見られない特徴である。土壌炭素収支が正(炭素シンク)である生態系(果樹園)を加えて、炭素シークエストレーション機能の視点から農地生態系は3タイプに分けられると結論される。

## P1-053

12:30-14:30

## カワウ営巣林における木質リター: 現存量・組成・化学性の変化

○勝又 伸吾<sup>1</sup>, 大園 享司<sup>1</sup>, 武田 博清<sup>1</sup>, 亀田 佳代子<sup>2</sup>, 木庭 啓介<sup>3</sup><sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科, <sup>2</sup>琵琶湖博物館, <sup>3</sup>東京工業大学大学院 総合理工学研究科

枯死した枝などの木質リター(本研究では直径1cm以上とした)は、森林生態系の物質循環や生物多様性に影響を与える重要な要素の一つであると考えられている。特に攪乱を受けた林分では、攪乱後に更新する樹木が利用する養分物質の供給源になるとされる。本研究を行った滋賀県近江八幡市の伊崎半島のヒノキ人工林では、大型の水鳥であるカワウが集団営巣している。カワウが営巣している林分(カワウ営巣林)では、樹木の衰弱や枯死が観察されている。枯死木の木数割合が30%を超える林分もあり、カワウ営巣林は強度の攪乱を受けていると考えられる。樹木の衰弱・枯死の原因としては、カワウの踏みつけや巣材採集による枝・葉の破損、葉への糞の付着、糞の供給による土壌の変化などが考えられている。これまでの研究で、カワウ営巣林では葉や小枝などのリター供給量が増加することや葉と小枝の分解速度が低下することが明らかにされており、林床では木質リターの現存量が増加していることが予想される。また、木質リターの樹種・直径・腐朽の程度の組成も変化していることが予想される。しかし、木質リターの実際の現存量および組成は明らかにされていない。木質リターの現存量や組成を明らかにすることは、カワウ営巣林において木質リターが物質循環に与える影響を考察する上で重要である。また、カワウ営巣林では糞として多量の窒素が供給されており、この窒素がリターに不動化されることが指摘されている。しかし、木質リターの窒素不動化については不明点が多い。木質リターの化学性を明らかにすることで、カワウ営巣林での木質リターの窒素不動化と窒素循環に与える影響について考察できると思われる。本研究はカワウの営巣という攪乱が物質循環に与える影響を木質リターに着目して明らかにすることを目的とし、カワウが営巣していない林分とカワウ営巣林において木質リターの現存量・組成・化学性を比較する。

## P1-054

12:30-14:30

落葉広葉樹二次林における土壌のCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O発生・吸収速度と伐採の影響○籾谷 泰行<sup>1</sup>, 金子 有子<sup>2</sup>, 浜端 悦治<sup>2</sup>, 中島 拓男<sup>2</sup><sup>1</sup>滋賀県大・環境科学・環境生態, <sup>2</sup>琵琶湖研究所

森林土壌の温室効果ガス代謝を明らかにすることは、森林が地球の温暖化にどのような影響を及ぼしているかを解明していく上で欠かすことができない。さらに、森林の人為的な改変の影響を知ることでもあわせて重要となる。本研究では、滋賀県朽木村の落葉広葉樹二次林(コナラ林)において、土壌のCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O発生・吸収速度の季節変動を調べ、伐採等森林の人為的な改変の影響を明らかにすることを目的とした。

10m × 30mの区画を単位とし、調査地にこれを多数設置した。1区画あたり6点の測定点を設け、チャンパー法により土壌のCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O発生・吸収速度を測定した。測定は2003年8月から行われた。そして、2003年12月以降に地上部植生の伐採が行われた。区画ごとに適用された処理条件は、(1)伐採・再生植生除去、(2)伐採・再生植生除去・寒冷紗設置、(3)伐採・植生導入、(4)伐採・表土攪乱、(5)非伐採であった。

2003年8月から2004年3月までの測定結果を平均値で示すと、CO<sub>2</sub>で217~690 mgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/hr、CH<sub>4</sub>では-0.14~-0.10 mgCH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>/hrとなり、一方N<sub>2</sub>Oはほとんど0であった。CO<sub>2</sub>では8月、CH<sub>4</sub>では8~10月に発生あるいは吸収速度が高くなった。N<sub>2</sub>Oの発生は局所的に観測されることがあり、その最高値は0.11 mgN<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>/hrであった。3月の時点では、伐採等の影響はまだ顕著に現れてはいない。



## P1-055c

12:30-14:30

## 自動閉鎖式チャンバーを用いた根呼吸量の連続測定

○檀浦 正子<sup>1</sup>, 小南 裕志<sup>2</sup>, 金澤 洋一<sup>1</sup>, 深山 貴文<sup>2</sup>, 玉井 幸治<sup>2</sup>, 後藤 義明<sup>2</sup><sup>1</sup>神戸大学大学院自然科学研究科, <sup>2</sup>森林総合研究所関西支所

土壌呼吸量に占める根呼吸量を推定することは森林の炭素循環を解明するうえで重要な課題となっているが、方法論の確立にはいたっていない。これまでの調査により根呼吸のなかで細根が果たす役割が重要であることがわかってきた。そこで、根呼吸の特徴を理解するために自動閉鎖式チャンバーを用いて連続測定を試みた。京都府に位置する山城試験地において、A層の有機物を取りのぞいて細根だけを残り、マサ土で充填した処理区、B層以下のみを測定する処理区、土壌呼吸量を測定するコントロール区の3種類のチャンバーを設置した。その結果、根呼吸量は有機物呼吸量よりも温度変化にそれほど敏感ではなかった。また、通常観測される土壌呼吸は、根呼吸量と有機物呼吸量の総和として測定されるため、両者の特徴が入り混じった形で表される。

## P1-056c

12:30-14:30

## 林床性高茎草本の成長戦略

-冷温帯落葉樹林の季節的光変動環境下における同化様式-

○谷 友和<sup>1</sup>, 工藤 岳<sup>1</sup><sup>1</sup>北大・地球環境

落葉樹林の林床は、上層木の葉群動態を反映して光環境が季節を通じて大きく変化する。夏緑性高茎草本植物は冷温帯林にふつうにみられ、生産性が高く、時として地上高が2m以上に達する。本研究では北海道央域の2カ所の落葉樹林下において、6種の高茎草本(チシマアザミ、ヨブスマソウ、バイケイソウ、エゾイラクサ、ハンゴンソウ、オニシモツケ)を材料に、高茎草本が光環境の季節変動に対し、どのような生産活動を行っているのかを明らかにし、林冠下で高くなるための成長戦略について考察する。サイズの異なる個体の地上部を採取し、乾燥重量を測定したところ、どの種でも同化-非同化器官重の比は高さによらず一定であり、単位重量当たりの葉を支持する茎への投資は高さに関わらず一定であると考えられた。同一個体の複数の葉で最大光合成速度(Pmax)と呼吸速度の季節変化を調べたところ、どの高さの葉でも、林冠閉鎖による光量低下に伴って、Pmaxと暗呼吸速度が低下した。個体内では上の葉から下の葉に向かってPmaxと暗呼吸速度の勾配が生じた。葉の老化による光合成低下と共に、弱光環境への光順化が起こったと考えられた。光合成速度、葉面積の季節変化と林床層の光環境の季節変化を組合せ、伸長成長が終了するまでの期間の個体ベースの日同化量を推定した。順次展葉種では、林冠閉鎖の進行途中に純同化量が最大となった。光量の低下と共に光合成と呼吸速度を低く抑え、かつ伸長成長と共に葉を蓄積し、同化面積を増やすことで個葉レベルの光合成低下を補っていたと考えられた。このような成長様式は、林床の光変動環境下で個葉レベルの同化量を維持するための戦略であると考えられた。一方、一斉展葉型のバイケイソウでは、林冠閉鎖の進行と共に純同化量は減少を続けたため、短期間に同化活動を集中させる春植物的な戦略を取っていると考えられた。

## P1-057c

12:30-14:30

## マレーシアの熱帯林とプランテーションにおける土壌特性が土壌呼吸速度に与える影響

○安立 美奈子<sup>1</sup>, 八代 裕一郎<sup>1</sup>, 近藤 美由紀<sup>1</sup>, 車戸 憲二<sup>1</sup>, Rashidah Wan<sup>2</sup>, 奥田 敏統<sup>3</sup>, 小泉 博<sup>1</sup><sup>1</sup>岐阜大学 流域圏科学研究センター, <sup>2</sup>マレーシア森林研究所, <sup>3</sup>国立環境研究所

森林生態系や農業生態系における炭素収支の解明が注目されているが、炭素循環の中で最も大きなCO<sub>2</sub>放出の系として土壌呼吸量を把握することが重要視されている。本研究では、東南アジアにおける土地利用形態の変化が炭素循環に及ぼす影響を、土壌呼吸量を中心に明らかにすることを目的とした。

半島マレーシアのパゾ保護林の天然林およびパゾ保護林に隣接するヤシ園とゴム園に8m×8mのコドラートを設置し、16地点において土壌呼吸速度と地温、土壌含水率を測定した。土壌呼吸測定後、100mlの採土管を用いてチャンパー内の土壌を採取し土壌三相の調査をおこなった。また各コドラートに近い場所において、土壌中の空気採取するためのシステムと真空バイアル瓶を用いて土壌中の空気採取し、ガスクロマトグラフィーによりCO<sub>2</sub>濃度の分析をおこなった。

天然林、ヤシ園、ゴム園の土壌呼吸速度はそれぞれ、796、517、407mg CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>でゴム園における土壌呼吸速度の値は天然林の値の約半分となり統計学的に有意に低い値であった(t検定、p<0.05)。土壌呼吸速度に大きな影響を与えると考えられる深さ10cm付近のCO<sub>2</sub>濃度は、天然林では0.9%(1%=10000ppm)、ヤシ園では2.9%、ゴム園では4.2%となり、ゴム園では天然林の4.7倍のCO<sub>2</sub>濃度となった。これらの結果より、土壌呼吸速度の違いは地下部のCO<sub>2</sub>濃度を反映していないことが示唆された。土壌の物理特性に注目すると、天然林は通気性の富んだ土壌であることが示された。また、全ての調査地において土壌呼吸速度と気相率の間に統計学的に有意な正の相関関係が認められた。これらの結果より、土壌呼吸速度は土壌中のCO<sub>2</sub>の存在量よりも土壌の物理的特性、特に気相率や気相率を左右する土壌含水率に強く影響を受けることが示唆された。

## P1-058c

12:30-14:30

## タイ東北部の熱帯乾燥常緑林における大型枯死材を中心とする炭素循環

○清原 祥子<sup>1</sup>, 神崎 護<sup>1</sup>, 太田 誠一<sup>1</sup>, 梶原 嗣嗣<sup>1</sup>, ワチャリンラットチョングラック<sup>2</sup>, サナル ボンソック<sup>3</sup><sup>1</sup>京都大学, <sup>2</sup>カセサート大学, <sup>3</sup>宇都宮大学

大型木質遺体(Coarse Woody Debris, 以下CWD)は森林生態系内における炭素、養水分のサイクルに果たす役割の重要性のため、1970年代から研究が行われてきた。しかしその多くは冷温帯林を対象としたもので、熱帯林についての研究例は多くない。高温多湿な湿潤熱帯林では有機物は迅速に分解されるのに対し、明瞭な乾季を持つ季節林では分解速度は遅く、それに伴ってCWDの貯留量も大きい可能性がある。本研究では、タイ東北部の乾燥常緑林を対象としてCWDの動態を調査し、その炭素貯留機能、放出速度について明らかにした。

タイ東北部サケラート環境研究ステーション域内に分布する天然生乾燥常緑林に2.5haプロットを設け、18年間にわたり胸高直径20cm以上の樹木に由来するCWDの発生量、残存状態について継続調査した。本研究ではこの林分の優占種Hopea ferreaを対象としてCWDの現存量、年間発生量、分解速度の推定を行った。2003年1月~3月に直径別に厚さ5cmのCWDディスクサンプルを採取し、材密度、炭素と窒素濃度の測定を行った。

ディスクサンプルによって得た材密度は枯死後の経過年数に関わらずほぼ一定で、容積密度も同様であった。NCアナライザーによって求めた炭素・窒素濃度にも、一貫した経年変化は見られなかった。この結果は熱帯乾燥林のHopea材ではシロアリによる被食が主要分解経路になっていることを示唆している。

HopeaのCWD現存量は23.7Mg・ha<sup>-1</sup>(11.6MgC・ha<sup>-1</sup>)、相対成長式と投入時の胸高直径から求めたCWD発生量は年平均1.8Mg・ha<sup>-1</sup>・yr<sup>-1</sup>(0.9MgC・ha<sup>-1</sup>・yr<sup>-1</sup>)であった。指数関数的分解を想定して発生量と現存量から求めたCWDの半減期は約9.2年であった。また、全樹種の合計CWD現存量は49.4Mg・ha<sup>-1</sup>(24.2MgC・ha<sup>-1</sup>)と全Biomass量の11%に相当し、年間発生量は3.9Mg・ha<sup>-1</sup>・yr<sup>-1</sup>(1.9MgC・ha<sup>-1</sup>・yr<sup>-1</sup>)、半減期は8.8年と推定された。一方Hopeaの枯死木の材残存率と枯死後の経過年数との関係から推定したCWDの分解速度は、直径20~30cm未満と30cm以上とで大きく異なり、前者の半減期は4.5年、後者では11.3年であった。

## P1-059c

12:30-14:30

## 炭素・窒素・硫黄安定同位体比を用いた Lake Chain 生態系の物質循環解析

○土居 秀幸<sup>1</sup>, 菊地 永祐<sup>2</sup>, 清田 智俊<sup>3</sup>, 鹿野 秀一<sup>2</sup>, 狩野 圭市<sup>1</sup>, Natalia Yurlova<sup>4</sup>, Elena Yadrenkina<sup>4</sup>, Elena Zuykova<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東北大学大学院生命科学部, <sup>2</sup>東北大学東北アジア研究センター, <sup>3</sup>岩手大学農学部, <sup>4</sup>ロシアアカデミーシベリア支部

チャーニー湖はロシア、シベリアに位置する湖沼群である。チャーニー湖は流出河川がなく、大きく分けて3つの湖沼が連結して成り立っている。また、乾燥地帯に位置するため塩分が蓄積しており、塩分は流入河川やその近傍では1 PSU以下であり、奥部の大チャーニー湖が7-8 PSUと最も塩分が高い。そこで、炭素・窒素・硫黄安定同位体比をトレーサーとして、Lake Chain 生態系としてのチャーニー湖の物質循環について検討を試みた。

採集地点として、流入河川: St.1, 流入河川近傍の湖: St.2, 小チャーニー湖: St.3, 大チャーニー湖: St.4, 大チャーニー湖奥部: St.5 において調査を行った。試料として、ユスリカ幼虫、堆積有機物と湖水中の懸濁粒子を採集し、炭素・窒素安定同位体比を測定した。また、堆積物中の硫化物と湖水中の硫酸イオンをそれぞれ各地点において採集し、硫黄安定同位体比を測定した。

懸濁粒子の炭素安定同位体比は St.1 から St.4 に向かうに従って高くなる傾向が認められた。これは pH が大チャーニー湖奥部に行くに従って高くなっていくことから、溶存の二酸化炭素から炭酸水素イオンへと、植物プランクトンが利用する無機炭素が変化したためと考えられた。同様に窒素安定同位体比でも、St.4では St.1-3 に比べて有意に高くなっていった。脱窒やアンモニアの希散の作用によって、硝酸やアンモニアの窒素同位体比が高くなるのが知られている。よって、チャーニー湖では脱窒やアンモニアの希散が起こっており、窒素循環に大きく寄与していることが推察された。また、硫酸イオンの硫黄安定同位体比は、St.5 に向かうに従って上昇する傾向があった。このことから、硫酸還元菌によって硫酸イオンが硫化物として還元され、残った湖水中の硫酸イオンの同位体比が高くなったことが考えられた。よって、チャーニー湖 Lake Chain 生態系内での硫黄の循環には、硫酸還元菌が大きく寄与していると考えられた。

## P1-060c

12:30-14:30

## 硫黄荒原におけるリン脂質脂肪酸を指標とした土壌微生物群集構造の解析

○吉竹 晋平<sup>1</sup>, 中坪 孝之<sup>1</sup>

<sup>1</sup>広島大・院・生物圏

硫黄荒原とは火山活動終息後も火山性ガスを噴出し続ける噴気孔を含む荒原である。荒原中央部では、低土壌 pH、低土壌 C・N 濃度、火山性ガスなどのために植生が未発達である。硫黄荒原における物質循環に関する研究は皆無であったが、前報で我々は荒原中央部においても有機物分解に関与していると考えられる耐酸性・好酸性微生物が存在することを報告した。しかしこのような微生物群集の量的・質的な実態については依然不明のままである。近年、微生物群集構造の解析にはリン脂質脂肪酸を指標とした方法が広く用いられているが、この方法を用いることで培養不可能な微生物を含む微生物群集全体について、それらの量的な情報だけでなく、糸状菌・バクテリア比(F/B比)といった質的な情報を得ることが可能である。本研究では硫黄荒原土壌の微生物群集構造をリン脂質脂肪酸分析に基づいて把握し、各種環境要因との関係を明らかにした。

大分県別府市の硫黄荒原を調査地とし、噴気孔周辺及び周辺の林内を通る全長30mのトランゼクトを設置した。土壌 pH は噴気孔周辺で2.7と最も低く、林内では3.4-4.0であった。トランゼクト上に設置した7プロットから土壌を採取し、既存の方法に従ってリン脂質脂肪酸分析を行った。微生物バイオマスの指標である全脂肪酸量は噴気孔周辺で少なく(約30 nmol/g)、林内(約600 nmol/g)に比べて1/20程度であった。一般に酸性環境では糸状菌優勢になると言われているが、本研究では噴気孔周辺のF/B比は林内よりもむしろ低くなる傾向が見られた。以上の結果より全脂肪酸量、F/B比は土壌C・N量との間に高い相関が見られた。このように硫黄荒原では微生物群集のサイズ・群集構造に大きな違いがあることが示されたが、その要因について各種土壌環境要因(土壌C・N、易分解性C、土壌pHなど)の影響を検討した。

## P1-061c

12:30-14:30

天然のCO<sub>2</sub>噴出地: 将来予測される高CO<sub>2</sub>環境のモデル生態系

○小野田 雄介<sup>1</sup>, 彦坂 幸毅<sup>1</sup>, 広瀬 忠樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東北大学・院・生命科学

大気CO<sub>2</sub>濃度増加が植物に及ぼす影響については、これまで多くの研究があり、個体の生理特性や成長についてはかなり理解されている。しかしながら、これらの実験結果を自然生態系に適用するには、まだいくつかの重要な問題がある。(1)植物の長年の高CO<sub>2</sub>応答は、実験から得られる植物の高CO<sub>2</sub>応答と同じなのか?(2)高CO<sub>2</sub>が選択圧となり、特定の遺伝型、または特定の種が優占するのではないのか?(3)植物だけでなく、捕食者、分解者も存在する自然生態系で、高CO<sub>2</sub>はどのような影響を及ぼすのか?などである。

これらの問題は、天然のCO<sub>2</sub>噴出地(CO<sub>2</sub> spring)周辺の植物を研究することによって解明できると考えられる。CO<sub>2</sub> springでは、長年に渡り火山ガス由来のCO<sub>2</sub>が湧き出しているため、付近の植生は高CO<sub>2</sub>に順化または適応していると考えられる。以前、私たちは、天然の植生が多く残っており、さらに有害なガス(H<sub>2</sub>SやSO<sub>2</sub>)を出していない良好なCO<sub>2</sub> springを青森県の龍神沼に発見した(第50回日本生態学会)。私たちは更に信頼度の高いデータを得るために、新たな調査地を青森県の湯川と山形県の丹生鉱泉に設定した。

各調査地では、6月から10月にかけて、毎月2-4日間、高さ1mにおけるCO<sub>2</sub>濃度の観測を複数の地点で行った。どの調査地でも、CO<sub>2</sub> springに近い場所でCO<sub>2</sub>濃度が常に高く維持されていた。それぞれの調査地において、高CO<sub>2</sub>サイトとコントロールサイトを設定し、サイトの微環境や優占種の葉の生理特性を調査した。多くの種において、高CO<sub>2</sub>サイトで、葉のデンプン濃度は高く、また葉の窒素濃度は低かった。光合成速度は高CO<sub>2</sub>によって促進したが、同じCO<sub>2</sub>濃度で比較すると、高CO<sub>2</sub>サイトの植物のほうが低い値を示した。これらの結果はこれまでの制御環境実験結果と概ね一致し、設定した調査地が将来のモデル生態系としての役割を担うことができると考えられる。

## P1-062c

12:30-14:30

## 樹木肥大成長の気象変動に対する応答とサイズ依存性

○鍋嶋 絵里<sup>1</sup>, 日浦 勉<sup>1</sup>, 久保 拓弥<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北大・苫小牧研究林, <sup>2</sup>北大・院地球環境

樹木は実生から林冠木に至るまで、その体サイズを大きく変化させる。樹木における体サイズの増大は、光資源獲得に有利である一方、水通導長が増加することによって水輸送機能が低下したり、光合成機能が低下したりすることなどが指摘されている。このような体サイズの増加に伴う資源利用の制限の違いは、樹木の成長や生産性の環境応答においてどのようなサイズ依存性をもたらすのだろうか?環境変動に対する樹木の成長応答については、これまで、年輪年代学的手法によって肥大成長と気象条件との関係を明らかにする試みなどが行われてきたが、体サイズによる影響を考慮しているものはほとんどない。そこで本研究では、気象条件の変化に対する樹木の肥大成長の応答を、体サイズによる依存性も考慮して明らかにすることを目的とした。

苫小牧研究林内の成熟林において1haの範囲に生息する直径10cm以上の樹木約600個体にデンドロメータを設置し、各個体の胸高直径の測定を6年間毎月行った。測定結果から月毎の肥大成長量を計算し、成長に寄与する気象要因として、気温、降水量、光合成有効放射、大気飽差の4つを用いた。気象要因は当年の影響と、光合成生産を通じた前年の影響とに分けて考え、ある年の気象値を気象フィルターによって評価した。気象フィルターとは、成長や光合成にとって条件の良い日を選び出して年間値として積算するためのものである。このようにして計算した前年、当年の気象値と個体サイズとを説明変数とし、月別肥大成長量の変動について、樹木の個体差を考慮している一般化線形混合モデルを用いた推定計算を行う。解析は、個体数が十分に確保できるイタヤカエデなどを対象として樹種ごとに行い、気象に対する各樹種の成長の応答とそのサイズ依存性について検討する。また、樹種間での応答の違いについても比較検討を行う。



## P1-063c

12:30-14:30

## 消費者の栄養塩再循環による空間的異質性: 被食者多様性への捕食者の役割

○加藤 聡史<sup>1</sup>, 占部 城太郎<sup>1</sup>, 河田 雅圭<sup>1</sup><sup>1</sup>東北大学 大学院 生命科学研究所 生態システム生命科学専攻

生物の多様性が維持されるメカニズムは生態学における重要な問題の一つである。共存できる種数は資源の数を超えないという理論予測と、数種類の資源が制限要因とされる野外の湖沼で実際に観察される藻類の種数の多さとの矛盾は、「プランクトンのパラドクス」(Hutchinson, 1961) とよばれる古典的命題として知られている。

制限となる資源をめぐる競争系での多様系維持のメカニズムのひとつに、資源供給比の不均一性による説明がある (Tilman, 1982)。しかし、一般的に均質と考えられている水系においては、何がそうした資源の不均一性の成因となるのかが不明である。

われわれは捕食者による栄養塩再循環 (以下 CNR と略記する) に着目し、CNR を考慮すると、捕食者バイオマス (とそれに伴う栄養塩リサイクル) の時間的・空間的変動によって、捕食者が藻類多様性を維持する要因となり得るのではないかと考えた。

そこで、3 栄養段階 (栄養塩) 藻類) ミジンコ) のケモスタット系についての個体ベースシミュレーションモデルを用いて、(1) CNR の有無、(2) 空間の有無、(3) 資源供給量、が藻類多様性の維持にどのように影響するかを調べた。その結果、捕食者のリサイクルと空間構造があるときに維持される藻類の種数が最大となる、つまり、捕食者が多様性を維持する要因となり得るという結論が得られた。

本発表では、上記 (1) ~ (3) に挙げたそれぞれの要因が藻類多様性の維持メカニズムにどのように働いているかを考察し、捕食者が多様性維持に与える効果として、従来考えられてきた被食者の死亡に働きかけることで種間競争を調節する効果ではなく、被食者の生産性に働きかける効果という新たな側面からのアプローチを提供する。

## P1-065c

12:30-14:30

## ブナにおけるマスティングとリターフォール量の関係

○安村 有子<sup>1</sup>, 彦坂 幸毅<sup>1</sup>, 広瀬 志樹<sup>1</sup><sup>1</sup>東北大学大学院生命科学研究所

ブナ (*Fagus crenata*) はマスティング (不定期に大量結実する現象) を行う種として有名である。繁殖量の変動とともに一次生産量、繁殖器官への資源投資量、そしてリターフォールを介する窒素循環量がどう変化するかについて青森県八甲田山のブナ林にて調査を行った。

1999 年から 2003 年までの 5 年間、リタートラップでブナのリターを定期的に収集した。2000 年と 2003 年は成り年で、多くのブナ個体が同調して大量に結実していた。その他の年にはほとんど種子生産がなかった。

年間の全リター量は 5 年間で 2.1 から 3.2(t/ha) と変動した。成り年のほうが非結実年より有意に多かった。葉リター量は 1.7 から 2.2(t/ha) で、成り年と非結実年の間には明確な差は見られなかった。繁殖器官のリターは非結実年は 0 から 0.1(t/ha) とほとんどなく、成り年には 0.7 から 1.2(t/ha) と変動した。枝などその他のリターは 0.2 から 0.4(t/ha) で有意な年変動は見られなかった。

リターとともに放出された窒素の量は 24 から 44(kg/ha) で、成り年に多くなる傾向があった。葉リターとともに放出された窒素は 20 から 32(kg/ha) で 1999 年だけで有意に多かった。繁殖器官とともに放出された窒素は 0 から 19(kg/ha) で成り年で高かった。その他のリターに伴う窒素放出は 1 から 3(kg/ha) で有意な年変動はなかった。

これらの結果より、葉の生産量 (リター量) や葉リターを通しての窒素循環は、結実の有無に関わらず毎年ほぼ一定のレベルであることが示唆された。成り年には、大量の種子生産のため、全リターの量やリターを介しての窒素循環が増加していた。また、成り年の種子生産量には変動があることがわかった。

## P1-064c

12:30-14:30

干潟の物質循環におけるイボウミナ *Batillaria zonalis* の役割について○上村 美<sup>1</sup>, 土屋 誠<sup>1</sup><sup>1</sup>琉球大学 大学院 理工学研究科

干潟で生産されたり、近隣の生態系から入ってきた有機物は、沈降、再懸濁、分解、同化などの物理的あるいは化学的作用を受けるが、それらの過程には大型底生生物の摂食活動が大きく関わっていると考えられる。本研究では沖縄県南部の与根干潟に優占的に生息するイボウミナ *Batillaria zonalis* について、バイオマスや摂食活動の変化が干潟の物質循環に与える影響を評価した。イボウミナは懸濁物とアナアオサ *Ulva pertusa* を餌とする日和見的な摂食活動を行うため、単一の摂食様式を持つ種とは異なる役割を持つことが期待された。

野外調査ではイボウミナのバイオマスは 2-4 月に比較的高い値を示した (2001-2002 年, 採集地点 7ヶ所, 各 4 コドラートの平均値)。餌の指標と考えられる海水中のクロロフィル量は 6 月に最も多く、懸濁物量は 8 月にピークを示した。アナアオサは 1-4 月に出現し、5 月に入るとほとんどみられなくなった。イボウミナのバイオマスは、海水中の餌量よりもアナアオサの被度の増減と連動する傾向がみられた。

室内実験では、イボウミナに懸濁物のみを与えた時のろ過率は温度に比例して増加したが、アナアオサを同時に与えた場合には懸濁物のみを与えた場合よりも低いろ過率を示した。アナアオサの摂取量は、アナアオサのみを与えた場合には温度に比例して増加したが、懸濁物を同時に与えた場合には温度が高くなるにつれて減少する傾向がみられた。

実験結果を野外のバイオマスにあてはめてみると、イボウミナ個体群のろ過量は同じ干潟に生息する二枚貝の個体群を上回る計算になり、イボウミナ個体群は水相から底質への懸濁物の輸送に大きく寄与しているといえる。またアナアオサの摂取量は、水温が低く、イボウミナのバイオマスが比較的多い 1-3 月に多くなると考えられ、イボウミナ個体群がこの時期の大型藻類の分解に重要な役割を果たしていることが示唆された。

## P1-066c

12:30-14:30

## P1-066c

12:30-14:30

## スギ人工林の成立に伴う土壌無機態窒素動態の変化

○福島 慶太郎<sup>1</sup>, 徳地 直子<sup>2</sup>, 館野 隆之輔<sup>3</sup><sup>1</sup>京都大学大学院農学研究所, <sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター, <sup>3</sup>総合地球環境学研究所

森林生態系における窒素循環は、土壌-植物系での内部循環と降雨や渓流水による外部循環が存在し、森林成立の初期には外部循環系に依存しているのに対し、成熟した森林では内部循環が卓越するといわれている。本調査地は、集水域を単位として伐期約 90 年の輪伐経営が行われているスギの一斉人工林で、1-89 年生のスギ林が隣接して存在しており、内部循環を経た渓流水中の  $\text{NO}_3^-$  濃度が、皆伐・植栽後上昇し、森林の成立に伴って減少することが明らかになった。そこで本研究ではこの調査地を用いて、林齢と植物・土壌系の無機態窒素動態の関係を明らかにすることにより森林成立に伴う窒素循環機構を明らかにすることを目的とした。

4、14、29、89 年生の集水域内で 0-10、10-30、30-50cm の各層位で土壌を採取し、2MKCl で抽出後、オートアナライザによって土壌中の  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$  現存量を測定した。また現地培養法、イオン交換樹脂法を用いて土壌中での無機態窒素の生成量・垂直移動量を求め、植物に利用可能な無機態窒素量を推定した。

植物に利用可能な無機態窒素は 4、14、29、89 年生でそれぞれ 33.5、36.8、23.2、37.4kgN/ha/yr であり、29 年生で低かった。一方、植物体の総窒素蓄積は 0.03、0.15、0.39、0.48tN/ha で、30-40 年で頭打ちになった。皆伐・植栽後は、利用可能な無機態窒素に対して植物体による吸収量が少ないため、渓流水へ流出する  $\text{NO}_3^-$  濃度は高いが、森林の成立に伴って吸収量が増加し、土壌中の利用可能な無機態窒素が減少して、渓流水の  $\text{NO}_3^-$  濃度が減少したものと考えられる。また 89 年生では可給態窒素量が多く、吸収量が頭打ちとなっている状態で渓流水への窒素の流出が少ないのは、窒素無機化に占める硝化の割合が若齢林よりも少なく、土壌に  $\text{NH}_4^+$  として蓄積されるからと考えられる。

## P1-067c

12:30-14:30

## 北米冷温帯針葉樹林における樹冠の枯死枝の現存量と分解過程

°石井 弘明<sup>1</sup>, 角谷 友子<sup>1</sup><sup>1</sup>神戸大学大学院自然科学研究科

アメリカ北西部の老齢ダグラスファー・ツガ林において、樹冠内の枯死枝現存量とその分解過程を明らかにするために、ダグラスファーの樹冠内に単ロブ法で登り、調査を行った。個体あたりの枯死枝現存量は個体サイズ（胸高直径および樹高）と高い相関が見られ、生枝現存量の増加に伴い枯死量は指数的に増加した。このことから、個体成長に伴い枯死枝が樹冠内に蓄積していくことが示唆された。森林全体の樹上の枯死枝現存量は 5.19-12.33 Mg/ha、地上は 1.80-2.05 Mg/ha で樹上が地上の約 5 倍であった。

樹冠内の枯死枝と地上に落下した枯死枝では、水分や微生物などの条件が異なるので、分解の過程も異なると考えられる。樹冠内及び地上の枯死枝を腐朽の進行具合によって 5 段階に分け、各段階における C、N、リグニン含有量を分析した。樹上と地上の間で CN 比に明瞭な違いが見られなかったことから、地上で採取された枯死枝は樹上で枯死し、時間が経ってから落下したことが示唆された。一方、倒木に由来し地上で分解が進んだと考えられる枯死枝では CN 比が低かったことから、地上で分解が進むと菌や微生物などの分解作用により、CN 比が減少すると考えられる。よって、樹上での分解には生物的作用があまり働かないことが示唆された。樹上では各腐朽度の間でリグニン含有率に明瞭な違いが見られなかったが、地上では腐朽の初期に増加する傾向があり、腐朽が進むと減少した。リグニンの分解においても、樹上では生物的作用があまり働かないことが示唆された。

## P1-069c

12:30-14:30

## ヒノキ細根系内の寿命異質性からみた生産・枯死・分解過程

°菱 拓雄<sup>1</sup>, 武田 博清<sup>1</sup><sup>1</sup>京大・農・森林生態

植物体から供給される枯死有機物の量と質は、土壌の腐食連鎖群集の資源として重要なパラメータである。森林土壌における有機物源としての細根系の重要性は、葉との比較において生産・枯死量から量的に、化学性などから質的にも認められている。従来葉のような、均質な一次細胞系と見なされてきた細根が、近年の研究によって二次成長根を含むこと、根系内の個根寿命、化学性が分枝位置でまったく異なることが示された。これらの細根系内の形態、化学的な違いは、土壌有機物源として量・質的に無視できないと考えられる。本研究ではヒノキを材料とした。ヒノキ細根が原生木部の数によって二次成長する、しないの生活環が異なることを利用し、枯死様式の違う根の生産と枯死が根系生長とどのように対応するかを調査した。連続イングロスコア法により、細根の根端数、根系数の動態、同時に、各原生木部群の根長動態を調べた。根系数、根端数の動態から、根系の状態を侵入 (0-4mo.)、分枝 (4-7mo.)、維持 (7-19mo.)、崩壊 (19-24mo.) 期に分けることができた。各原生木部群の生産・枯死様式はそれぞれ異なり、各根系成長段階で特徴的な動態を示した。二次成長した細根は崩壊期に至るまであまり枯死せず根系内に蓄積した。二次成長に至る前に枯死する細根の割合は、全期間合わせて 72% を占めた。二次成長根の枯死は崩壊期に集中 (全期間の 76%) した。細根は二次成長によって構造物質の増加と窒素濃度の低下によって分解に抵抗的になる。従って細根系崩壊に至るまで二次成長根を維持しながら、先端近くの一次根で生産、枯死を繰り返す細根動態は、根系全体の枯死が生じるよりも細根、土壌間の物質循環を速めると考えられる。発表では一次根、二次根の分解率を合わせて求め、形態、化学的に異なる根の死に方が土壌への有機物供給に与える影響を考察するつもりだ。

## P1-068c

12:30-14:30

## リンの存在形態からみた日本の干潟の特徴

°宇田川 弘勝<sup>1</sup>, 広木 幹也<sup>1</sup>, 野原 精一<sup>1</sup>, 矢部 徹<sup>1</sup>, 佐竹 潔<sup>1</sup>, 河地 正伸<sup>1</sup><sup>1</sup>国立環境研究所

【緒論】陸域と海域の境界に位置する干潟は、栄養塩類のシンクとソースという 2 つの重要な機能を併せ持つ場である。とくに海域の一次生産に影響を与える底質-海水間のリンの移動は、その存在形態に依存することが知られている。そこで、底質中におけるリンの存在形態とリン酸を収着保持できる最大量 (リン酸保持可能容量とする) の観点から、わが国における干潟の特徴づけを試みた。

【方法】調査および試料採取は、北海道東部 3ヶ所、東京湾 4ヶ所、伊勢湾 2ヶ所、有明海 2ヶ所、および八重山諸島 3ヶ所の計 14ヶ所において、1999-2001 年に実施した。底質試料は表層 0-10cm 深を 5 反復で採取した。これらを用いてリンの形態別定量方法を詳細に検討し、吸蔵態、Fe/Al 結合態、Ca/Mg 結合態および有機態に分画した上で、各形態のリン含量を決定する要因を解析した。さらにリン酸保持可能容量を実験的に求め、リン酸収着のメカニズムを検討した。

【結果】各形態のリン含量は、有機炭素、遊離酸化 Fe および Al、交換態 Ca および Mg の各含量、粒度組成、および間隙水の pH 値に支配されていた。とくに交換態 Mg はリン酸と沈殿を生成することで、リン酸の貯蔵に大きく寄与していることが示唆された。これらの知見をもとに各干潟の特徴を以下のように整理した。〔北海道東部〕未分解有機物由来の有機態リンが多い。塩性湿地では間隙水の pH が中性に近く、Ca/Mg 結合態リンも多い。〔東京湾〕粗粒な有色一次鉱物内に包含されている吸蔵態リンが比較的多い。〔伊勢湾〕間隙水の pH が高めで Ca/Mg 結合態リンが少ない。逆に Fe/Al 結合態リンの割合は高い。〔有明海〕各形態のリン酸含量、リン酸保持可能容量ともきわめて高い。特異な干潟と言える。〔八重山諸島〕生体由来の交換態 Ca が非常に多いためリン酸保持可能容量は高い。しかしリン含量が総じて少なく、貧栄養な干潟と言える。

## P1-070c

12:30-14:30

## 中央シベリア永久凍土帯に成立するカラマツ林の土壌中窒素動態

°近藤 千真<sup>1</sup>, 徳地 直子<sup>2</sup><sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科森林科学専攻森林育成学研究室, <sup>2</sup>京都大学フィールド科学教育研究センター

温暖化等の環境変化が北方森林生態系内の物質循環に影響を与える可能性が指摘されている。そのため、北方森林生態系に関する情報を得ることは急務である。本研究では、多くの森林生態系において植物の成長の制限要因であると言われている土壌中無機態窒素の動態を把握することで、北方森林生態系内の物質循環に関する情報を得ることを目的とした。

本研究の調査地はロシア共和国クラスノヤルスク地方 Tura(64°19' N 100°13' E: 年平均気温: -9.2、年平均降水量: 322mm) である。約 100 年生のカラマツ林内 (220 × 300m) に、12 プロット (15 × 15m) 設置し、各プロットに土壌断面を 2 つ作成し、各断面の A<sub>0</sub> 層、0-10cm 層の 2 深度で調査を行った。

調査項目は現存量、窒素無機化速度、移動量で、現存量は 2002 年 9 月と 2003 年 9 月に採取した生土から測定し、窒素無機化速度は現地培養 (Buried Bag 法) と実験室培養で求めた。移動量はイオン交換樹脂 (IER) 法を用いて測定した。以下単位は全て kgN/ha/yr である。

A<sub>0</sub> 層の無機態窒素現存量は一年間で 2.7 増加した。0-10cm 層では有意な増減はなかった。なお、現地培養では、A<sub>0</sub> 層での無機態窒素の生成はみられなかったが、0-10cm 層での生成量は 7.1 であった。実験室培養でも同様の傾向が見られた。IER への吸着量は、A<sub>0</sub> 層 1.5、0-10cm 層 1.1 であった。

以上の結果と、林外雨、渓流水の窒素含有量 (2.1, <0.1; Tokuchi et al. 2003) から、可給態窒素量を推定した。その結果、各層位の可給態窒素量は A<sub>0</sub> 層 -2.1、0-10cm 層 7.5、10cm 以下 1.0 となり、合計は 6.4 と推定された。

今回得られた可給態窒素量 6.4 はカラマツの年間窒素要求量 6.8 (Kajimoto et al. 1999; 石井 2004 より推定) と、ほぼ同量であるが、林床植生の窒素要求量を考慮すると、本調査地では可給態窒素が不足している可能性が示唆された。



## P1-071c

12:30-14:30

## 八ヶ岳山麓の湿地林における地上部現存量とリター量の空間分布

○小川 政幸<sup>1</sup>, 上條 隆志<sup>2</sup>, 黒田 吉雄<sup>2</sup>, 荒木 眞之<sup>2</sup>, 曾根 祐太<sup>3</sup><sup>1</sup>筑波大・環境, <sup>2</sup>筑波大・農林, <sup>3</sup>筑波大・生物資源

生態系の構造と機能は、時間、標高、気温、地形、地質などの要因により、どのように変化するか研究がなされている。本研究は、水分環境による生態系の構造と機能の変化を、湿原生態系を対象として明らかにしようとした。八ヶ岳山麓の湿地林に 1ha(100m × 100m) の調査地を設置し、分割した 400 メッシュ(5m × 5m) について毎木調査をおこなった。また、調査地内にリタートラップを 100 個設置し、リターを採集し重量を測定した。100 地点のリター量から、リターの空間分布を図化した。

各メッシュごとの胸高断面積合計の分布を見ると、湿原内で小さく、湿原外で大きい値を示した。また、特徴的な種であるハンノキ、ズミ、ミズナラについて、それぞれ相対成長式を用いて地上部現存量を推定すると、ハンノキは、湿原を中心に 124 メッシュに分布し、25m<sup>2</sup> あたり最大で 274.9kg の地上部現存量を示した。ズミは湿原辺縁部から湿原外にかけて 237 メッシュに分布し、25m<sup>2</sup> あたり最大で 287.4kg の地上部現存量を示した。ミズナラは、湿原外のメッシュ(27 個) に分布し、25m<sup>2</sup> あたり最大で 2867.6kg の地上部現存量を示した。

採集した 2003 年 9 月から 10 月の一ヶ月間のリター量は最大 492.5g/m<sup>2</sup>、最小 5.6g/m<sup>2</sup> であり、湿原外で多く、湿原内で少ない分布であった。さらに、葉リターを樹種別に見てみると、最大でミズナラは 354.1g/m<sup>2</sup>、ズミは 183.8g/m<sup>2</sup>、ハンノキは 149.2g/m<sup>2</sup> であった。リター量の分布は、地上部現存量の分布と対応関係が見られた。その一方で、樹林を含まない湿原においても、周縁部からのリター供給がなされていた。水分という環境要因が、ミクロなスケールで変化する湿原では、そのモザイク性を考慮したうえで純一次生産力や植物と土壌の相互作用を明らかにする必要があると考えられる。

## P1-072c

12:30-14:30

## 自動開閉チャンバーを用いた温帯森林での土壌呼吸の連続測定

○李 載錫<sup>1</sup>, 徐 尚<sup>1</sup>, 李 俊<sup>1</sup>, 李 美善<sup>3</sup>, 横沢 正幸<sup>2</sup><sup>1</sup>建国大学, <sup>2</sup>農業, <sup>3</sup>国立

環境要因と関連した正確な土壌呼吸のデータは陸地生態系における炭素循環を理解と予測において大変重要である。我々は森林の土壌呼吸を安定的かつ連続測定するため、直流モーターを使った空気シリンダーを使用する方法より比較的簡単な構造の自動開閉チャンバーシステム(AOCC)を開発した。AOCC はチャンバー、ポンピングシステム、タイマーシステムで構成されている。チャンバーは空気が停滞する空間をなくすため、長い八角形(20 × 30 × 10cm, L × W × H) になっている。チャンバーは土壌面に予め設置した台の上に装着されるようになっているため、場合によって一つのチャンバーを数箇所の土壌呼吸データが得られる。チャンバーの上部に付いた蓋は DC モーターによって開閉する。本システムは室内のテストの後、韓国の温帯落葉広葉樹林で 2003 年 9 月から 2004 年 2 月まで約 6ヶ月に掛けて測定を行った。測定期間日平均土壌呼吸速度は 2003 年 9 月の 7.9g CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> から 2004 年 1 月の 0.8 g CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> に減少した。土壌呼吸の季節変動は 10cm 深さの地温の変化と強い相関関係を示した。しかし、土壌呼吸の時間的な変化は 0cm 地温の変化と高い一致性を示した。また、測定期間土壌から放出された CO<sub>2</sub> は 0.48kg m<sup>-2</sup>、の Q10 値は 4.4 であった。

## P1-073c

12:30-14:30

## プランクトンを利用した POM の流下距離推定

○山本 佳奈<sup>1</sup>, 竹門 康弘<sup>2</sup>, 池淵 周<sup>2</sup><sup>1</sup>京都大学工学部, <sup>2</sup>京都大学防災研究所水資源研究センター

河道や河岸に滞留する粒状有機物(POM: Particulate Organic Matter)の流出様式を明らかにするために木津川において POM 動態を調査した。木津川下流地点における増水前後調査では、フラッシュ放流(ピーク時 40m<sup>3</sup>/s)の流出曲線に対して流下 POM(SPOM: Suspended POM)濃度は、増水初期にピークを示した。とくに、1mm 以下の細粒分(FPOM: Fine POM)は全体の 79%を占め、早く流量が増加したが、増水後も流下が継続した。いっぽう、1mm 以上の粗粒分(CPOM: Coarse POM)は全体の 21%を占め、増水の後半に流量が増加した。4mm 以上の流下 POM の組成は、陸生植物 11.85%、河原植物 25.66%、水際植物 40.49%、水生植物 20.68%、水生動物 0.27%、水生動物脱皮殻・羽化殻 1.02%、陸生動物 0.03%だった。河岸沿いに滞留する有機物量は、砂州上の位置よりも、局地的な瀬地形、植生の有無によって異なっていた。フラッシュ放流のピーク流量が 40m<sup>3</sup>/s 程度の増水ではその分布様式は変化せず、砂州上流端では流下起源の有機物が多く、水際植生のある場所で水際植物起源の POM 滞留が卓越する傾向を示し、木津川下流域においては現場生産起源の POM が卓越することが示唆された。この結果から、砂州の発達している木津川下流域では POM の流下距離が比較的短いことが予測される。そこで今回、流下ネット(POM ネット)による濾過採集とボトル採水により、ダム湖から流出するプランクトン濃度の流れ変化調査を実施した。比較対象は、河床材料の粒径が比較的小さく砂州が発達している木津川下流域と、河床低下によって砂州が減少し岩盤や粘土層が露出している宇治川とした。今後、試料の分析を進め、SPOM の流下距離を推定するとともに、各流程の河床地形が果たす SPOM の補足機能や供給機能の違いを評価する予定である。

## P1-074c

12:30-14:30

マレーシアにおける土地利用変化と N<sub>2</sub>O フラックス○八代 裕一郎<sup>1</sup>, 安立 美奈子<sup>1</sup>, 奥田 敏統<sup>2</sup>, Wan Rashidah<sup>3</sup>, 小泉 博<sup>1</sup><sup>1</sup>岐阜大学流域圏科学研究センター, <sup>2</sup>国立環境研究所, <sup>3</sup>マレーシア森林研究所

(背景と目的)

主要な温室効果ガスの一つである亜酸化窒素(N<sub>2</sub>O)は主に土壌微生物によって生成されるため、土壌環境の影響を強く受け生成量が変化する。湿潤熱帯土壌は温暖で湿潤な気候のため土壌微生物の働きが活発であり、N<sub>2</sub>O の大きな放出源となっている。さらに、近年熱帯林は急速な開発を受け、プランテーションなどの農用地として利用されている。その急激な土地利用変化は N<sub>2</sub>O の放出量に大きな影響を与えていると考えられる。そこで、本研究では熱帯マレーシアにおいて代表的な土地利用形態である天然林、アブラヤシ園およびゴム園において N<sub>2</sub>O 放出量を測定すると共に、土地利用を変えた際の N<sub>2</sub>O 放出量の変化及びそのメカニズムを解明することを目的としている。(調査地および方法)

半島マレーシア・パソ地域にある保護林内の天然林およびその近辺にあるアブラヤシ園とゴム園において、N<sub>2</sub>O 放出速度と環境要因(温度、土壌水分)を測定した。

(結果と考察)

マレーシア・パソ地域における N<sub>2</sub>O 放出速度を土地利用形態別に比較すると、天然林が一番大きく(20.1-201.3 μg N<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>)、次いでゴム園となった(6.3-12.5 μg N<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>)。アブラヤシ園ではほとんど N<sub>2</sub>O 放出が確認されなかった。このことから、熱帯林を伐採・農地化により生態系レベルでの N<sub>2</sub>O の放出量は減少すると推察される。このことから生態系レベルでの N<sub>2</sub>O 放出の時間的な変動は大きく、土壌水分と強い相関(R<sup>2</sup> = 0.826)を持つことが明らかとなった。土壌水分が増加すると、土壌中が嫌気状態となる。N<sub>2</sub>O 生成源である脱窒は嫌気条件下で N<sub>2</sub>O を活発に生成するため、天然林からの N<sub>2</sub>O 放出量が増加したと考えられる。一方、アブラヤシ園とゴム園では N<sub>2</sub>O 放出量と土壌水分との間に明確な相関は認められなかった。

## P1-075c

12:30-14:30

## 河川窒素動態に与える水草の影響

○小野田 統<sup>1</sup>, 田中 義幸<sup>2</sup>, 向井 宏<sup>3</sup><sup>1</sup>北海道大学大学院理学研究科, <sup>2</sup>東京大学海洋研究所, <sup>3</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

河川生態系は陸上生態系と沿岸生態系をつなぐ主要な場である。陸上生態系から流出した栄養塩や有機物は河川生態系内の生物過程により、量質ともに変化し、沿岸生態系に流入する。河川生態系内の生物過程の中で、水草と微細藻類は重要な基礎生産者であり、河川の窒素動態に貢献していると考えられる。水草の窒素動態への貢献については、湖沼において研究がなされているが、流水中においては十分な研究が行われていない。北海道東部の別寒辺牛水系ホマカイ川上流域ではバイカモ (*Ranunculus nipponicus*) が非常に密な群落を形成しており、窒素動態への貢献が考えられる。本研究では、流れの上流側(流入側)と120m下流側(流出側)で溶存無機窒素(DIN)量を測定し、栄養塩収支から調査区域内に取り込まれた窒素量を推定した。また、水草の生物量、生長量から水草が調査区域内で取り込んだ窒素量を推定した。この推定値を比較する事によって水草が窒素動態にどの程度寄与しているかを評価した。また、底生微細藻類の生物量、生長量を測定し、窒素動態への寄与を調べた。水草その他の要因によって調査区内において水柱から失われたDIN濃度からの推定量は0.12 kg-N day<sup>-1</sup>となった。バイカモによる生長速度から推定した窒素取り込み量は0.076 kg-N day<sup>-1</sup>であった。水草の窒素取り込み量は、調査区全体で取り込まれた窒素量の63.3%と見積もられた。これは流入窒素量の1%にあたる。本調査区域の窒素吸収過程において水草の寄与は大きいと言える。

## P1-076c

12:30-14:30

安定同位体分析を用いた冷温帯落葉広葉樹林におけるCO<sub>2</sub>動態の季節変化の評価○近藤 美由紀<sup>1</sup>, 内田 昌男<sup>2</sup>, 村岡 裕由<sup>1</sup>, 小泉 博<sup>1</sup><sup>1</sup>岐阜大学流域圏科学研究センター, <sup>2</sup>海洋研究開発機構

森林生態系における炭素循環機構を解明するためには、系外から取り込まれる二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)だけでなく系内で生じるCO<sub>2</sub>の動態も考慮する必要がある。本研究では、森林生態系内での呼吸起源CO<sub>2</sub>の再吸収過程に注目し、炭素安定同位体比(δ<sup>13</sup>C)分析を用いて森林生態系内の炭素動態を明らかにすることを目的とした。調査は、岐阜大学流域圏科学研究センター高山試験地(36°80'N, 137°26'E, 標高1400m)の冷温帯落葉広葉樹林において行った。2003年の春期(5月;展葉期),夏期(8月)と秋期(10月;落葉後)に、大気CO<sub>2</sub>の濃度とδ<sup>13</sup>Cの鉛直勾配(0.1m~18m),および林床に優占するクマイザサの葉のδ<sup>13</sup>Cを測定し、林床植生が呼吸起源のCO<sub>2</sub>を吸収する割合を推定した。森林内のCO<sub>2</sub>濃度は、林床植生の直上付近から地表面に向けて急激に高くなったが、δ<sup>13</sup>C値は反対に地表面付近ほど低くなっていた。これは、クマイザサが林床を覆うことにより、δ<sup>13</sup>C値の低い土壌呼吸起源のCO<sub>2</sub>が林床に溜まりやすくなったためと考えられる。また、森林内のCO<sub>2</sub>濃度およびδ<sup>13</sup>Cの鉛直勾配は、夏期に大きく、春期や秋期に小さかった。この理由として、1)林冠が開いている春期や秋期には森林内外での大気との交換が盛んであること、2)夏期に比べて土壌呼吸量が低いこと等が考えられる。さらに、森林内のCO<sub>2</sub>濃度とδ<sup>13</sup>C値、およびクマイザサの葉のδ<sup>13</sup>C値、Stenberg(1989)の理論式を用いて、クマイザサによる呼吸起源CO<sub>2</sub>の再吸収率を計算すると、春期には6~27%,夏期に16~53%,秋期に10~20%程度と推定された。以上のことから、呼吸起源CO<sub>2</sub>の一部はクマイザサによって吸収されていることが示唆された。また推定に用いた計算方法も含めて、季節性を与える要因についても考察を行った。

## P1-077c

12:30-14:30

## 森林生態系における林冠構成種と林床植生の光合成生産量の推定

○酒井 徹<sup>1</sup>, 三枝 信子<sup>2</sup>, 山本 晋<sup>2</sup>, 秋山 侃<sup>1</sup><sup>1</sup>岐阜大学 流域圏科学研究センター, <sup>2</sup>産業技術総合研究所

森林生態系は、陸域生態系の中で二酸化炭素のシンクとして重要な役割を果たしていると言われており、これまでも森林の生産量を推定する試みは多くなされてきたが、そのほとんどが樹木(林冠構成種)のみを対象としており、林床植生の生産量は無視されている。林床植生は、林冠に葉のない時期に多くの二酸化炭素を固定する能力に優れているとの指摘があり、樹木と同様に森林生態系の二酸化炭素の固定に大きく寄与していると思われる。そこで、森林生態系のうち、樹木と林床植生が占める光合成生産量の寄与率について把握を試みた。そして、種による着葉量や着葉期間の違い、光の利用効率の違いが、いかに森林生態系全体の光合成量に影響しているかを検討した。本研究では、森林生態系を樹木(樹冠構成種、主にミズナラ、ダケカンバ、シラカンバ)と林床植生(クマイザサ)に分けた時の光合成生産量を推定した。その結果、森林生態系全体の光合成生産量(GPP)は、104.3 mol m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup>を示した。その内、林床植生のGPPは全体の25%(26.1 mol m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup>)を示し、樹木の展葉が始まる前の4月において樹木とササのGPPはそれぞれ0, 0.30 mol m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>(100%),カッコ内は森林生態系のうちササが占めるGPPの寄与率)、展葉途中の5月には0.04, 0.28 mol m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>(86.9%)、樹木の展葉が完全に終わった8月には0.70, 0.09 mol m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>(11.8%)の値を示した。このことから、森林生態系の中で林床植生(ササ)のGPPは、無視できない大きさであることが判った。特に、樹木の葉が展葉前・落葉後の良好な光環境下で高いGPPを示した。また、林冠が樹木の葉によってう閉ざされていても、ササは弱い光環境に適応した光合成特性を持つため、比較的高いGPPが保たれた。また、本研究で推定した森林生態系のGPPと渦相関法によるフラックス測定から推定したGPPを比較したとき、互いに近い値を示したことから、本研究で使用した光頻度分布モデルの精度が高いことが示された。

## P1-078c

12:30-14:30

## 北海道北部の冷温帯林における細根動態と土壌環境要因の季節変化

○福澤 加里部<sup>1</sup>, 柴田 英昭<sup>2</sup>, 高木 健太郎<sup>2</sup>, 佐藤 冬樹<sup>2</sup>, 笹 賀<sup>2</sup>, 小池 孝良<sup>2</sup><sup>1</sup>北海道大学大学院理学研究科, <sup>2</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

森林生態系における細根動態は細根を介した炭素と養分フラックスを明らかにする上で重要である。細根動態の季節変化は森林生態系の環境要因と相互に影響しあっていると考えられる。しかし、野外の森林における細根の生産・枯死分解パターンやその季節変化は定量的に明らかにされていない。本研究では、細根生産速度・枯死分解速度の季節変化を定量的に明らかにし、土壌環境要因の季節変化との関係を明らかにすることを目的とした。調査は北海道大学天塩研究林の上層木にミズナラが、林床にクマイザサが優占する林内でおこなった。細根動態観測にはミズナラ個体から2m、4m地点に埋設したミニライゾトロンを用いて2002年4月から8月まで1回おこなった。地表から45cmまでの土壌深度において、チューブと土壌の境界に現れた細根の画像を撮影してパソコンに取り込み、後に画像解析により根長・直径を測定した。そして画像面積あたりの根長密度、細根生産速度、細根枯死分解速度を算出した。また、環境要因として、地温・体積含水率、土壌呼吸速度、上層木およびササの葉面積指数(LAI)を測定した。画像面積あたりの根長密度および細根の生産速度は、全深度において8月に最大になった。また、これらは土壌表層(0-15cm)で最大になり、深くなるほど低下した。細根の枯死分解速度は生産ほど急激な季節変化を示さず、6月から8月にかけて徐々に上昇する傾向があった。また、枯死分解速度は15cmから深では著しく低かった。一方、環境要因では、地温・気温・土壌呼吸速度・上層木およびササのLAIは8月に最大になった。土壌の体積含水率は34-41%で推移し、7-8月に上昇する傾向があった。細根生産速度が上昇する時期と地温・気温・土壌呼吸速度・ササLAIが上昇する時期は一致した。特に、細根生産速度は土壌呼吸速度とササLAIと強い相関があった。以上から、細根の生産速度は土壌環境要因と密接に関係しながら大きな季節変化を示し、気温や地温などが高い時期に高まることが明らかとなった。

## P1-079c

12:30-14:30

## 河川の出水特性と有機物の流下・滞留様式の関係

○三島 啓雄<sup>1</sup>, 河内 香織<sup>2</sup>, 柳井 清治<sup>2</sup><sup>1</sup>ナチュラル リソーシズ リサーチ, <sup>2</sup>北海道工業大学

森林から溪流に流入する有機物の多くは、流下や滞留を繰り返し水中で分解されていく。水中の有機物の滞留や流下量は、融雪や台風などの出水による流量変化に伴って変化すると考えられる。しかし流量の変化と河川中のこれら有機物の関係に関する知見は未だ不十分である。有機物の中で量的に多い葉や枝は、底生動物の食物資源や生息場所として重要な役割を果たすため、流量との関係を明らかにすることは重要である。本研究は、水中の滞留、流下有機物を採取し水理量との関係を明らかにすることにより、これらの有機物量と流量の関係を明らかにすることを目的とした。

積雪の有無は流量に大きく影響していると考えられるため、調査河川は、北海道内の多雪河川として長流川支流の大滝村に位置する左沢川、霧雪河川として白老町毛敷生川とした。両河川の地質は第四紀の火山噴出物、河川次数は2、平水時の水面幅は4から5m、水深約20cm、流速0.3から0.4m/sの山地渓流である。深畔林からの有機物流入量は同程度であるが、流入のピーク時期は左沢川のほうが2週間以上早い。

左沢川の流量は、厳冬期の2003年12月以降は漸減傾向を示し、融雪期の2004年3月上旬からは増加傾向を示し、5月上旬をピークとした後低下した。一方毛敷生川では、融雪に伴う顕著な流量変化は見られなかった。流下有機物量は左沢川では10月上旬に、毛敷生川では11月上旬にピークが認められた。両河川において2003年内は滞留有機物に落葉が見られ、翌年2月以降は枝が顕著であった。両河川とも、流入した落葉は秋から冬の間に流下もしくは分解されているものと考えられる。左沢川では融雪出水後の枝の滞留量は減少したが、毛敷生川では顕著な変化は見られなかった。左沢川では融雪出水により難分解性の枝が送流されたと考えられる。

## P1-081c

12:30-14:30

## 安定同位体を用いた森林土壌における炭素・窒素動態に関する研究

○新井 宏受<sup>1</sup>, 徳地 直子<sup>2</sup>, 木庭 啓介<sup>3</sup><sup>1</sup>京都大学大学院 農学研究科, <sup>2</sup>京都大学 フィールド科学教育研究センター, <sup>3</sup>東工大総合理 科技機構

森林土壌は多くの有機物(SOM: Soil Organic Matter)を蓄積している。森林土壌中のSOMは全球的な物質循環過程においても重要な位置を占め、その動態把握は重要であると考えられる。安定同位体比分析は、起源植物や土壌中で受けた作用に関する情報を残していることからSOM動態把握に有用である。そこで、本研究では炭素・窒素に着目し、安定同位体を用いた森林土壌中のSOM動態の把握を目的とした。

調査は京大フィールド研和歌山研究林のスギ人工林内で行い、120cmまでの土壌サンプルと表層リターを採取した。試料は風乾後、炭素・窒素濃度、安定炭素・窒素同位体比を測定した。

全層位を通して深度が増すにつれ有意に炭素濃度と窒素濃度は低下し、窒素同位体比は増加傾向を示した。一方、炭素同位体比は深度に伴う有意な傾向は見られなかった。さらに、炭素と窒素の深度に伴う濃度、同位体比の傾向の変化から、土壌プロファイルは上下2層に分離できた。その場合、上層では深度に伴い炭素・窒素濃度は有意に急激な低下傾向を示し、同位体比は増加傾向を示した。これらのことから、本調査地では特に上層において炭素・窒素の分布に分解が強く影響を与えていることが示唆された。しかし、下層での深度に伴う傾向は炭素と窒素では異なり、炭素濃度は深度に伴う有意な傾向を示さなかったが、窒素濃度は上層よりも弱い、有意な低下傾向を示した。また、下層での同位体比は炭素、窒素共に深度に伴う有意な傾向を示さなかった。このような違いをさらに炭素同位体比より推定された古植生起源の有機物の存在割合、Isotopic discrimination factor を合わせて考察した結果、特に下層での炭素と窒素の蓄積機構に大きな違いが存在する可能性が示唆された。また、特に森林土壌中の炭素動態を把握する上では古植生を考慮することが必要な場合があると考えられた。

## P1-080c

12:30-14:30

Differences of O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> exchange ratio on soil respiration using two chamber types in forests soil○李 美善<sup>1</sup>, 遠嶋 康徳<sup>1</sup>, 井上 元<sup>1</sup><sup>1</sup>国立環境研究所

In order to quantify the terrestrial biosphere and ocean uptakes for anthropogenic CO<sub>2</sub>, recently, atmospheric O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> budget approach has been noticed (Keeling & Shertz, 1992, Bender et al. 1996, Keeling et al. 1996, Langenfelds et al. 1999). First, Keeling employed (1988) terrestrial CO<sub>2</sub> flux with an O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> exchange ratio (R-O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>) of 1.05, which is oxidative ratio evaluated from elemental abundance data for wood. After that, Severinghaus (1995) estimated R-O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> to be 1.10 from the measurements of the respiratory R-O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> for several forest soil samples, which were around 1.20 (1.06-1.22). However, the factors controlling respiratory R-O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> are still unknown. In addition, we have little information about R-O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> for the processes of leaf photosynthesis/ respiration, and stem, root and soil respiration. The aim of the present study is to investigate the soil R-O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>. Dry air was passed through a glass chamber, in which forests soil was collected, and the changes in the CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentrations in the dry air were measured by NDIR (LI-6252) and GC-TCD (Tohjiima, 2000), respectively. In order to investigate the effects of experimental conditions to the observed R-O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>, we used two types of chamber: flow-through chamber (FTC) and head-space chamber (HSC). We analyzed soil core samples (400ml) from three sites: 1) Tsukuba site, 2) Ogawa site, and 3) Tomakomai site.

The results showed that soil R-O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> for the FTC type (1.10) was significantly higher than that for the HSC type (1.02) for all of the forest sites. The HSC type is considered to reflect the natural condition better than the FTC type because of the unnaturally rich O<sub>2</sub> condition in soil for the FTC type.

## P1-082c

12:30-14:30

## 冬・水・田んぼにおけるカモ類排泄物の肥料的価値

○中村 雅子<sup>1</sup>, 香川 裕之<sup>2</sup>, 江成 敬次郎<sup>3</sup><sup>1</sup>(財)ホシザキグリーン財団, <sup>2</sup>東北緑化環境保全(株), <sup>3</sup>東北工大・環境情報工学

最近、冬の田んぼに意図的に浅く水を張る冬・水・田んぼという農法が日本各地で行われている。冬・水・田んぼは春の抑草効果、その結果の減農薬、冬鳥のカモ類の利用がある場所では冬鳥の生息地の保全、またカモ類が利用した際に落ちた排泄物の施肥効果が期待されるなど、生き物と共存する環境保全型農業として注目されている。しかし、冬・水・田んぼに関する調査は始まったばかりでデータの蓄積が急務である。そこで、冬・水・田んぼを行った際のカモ類排泄物の施肥効果について仙台市内の田んぼで調査を行った。

カモ類排泄物の施肥効果を検証するために冬・水・田んぼの土壌養分(N・P・K、ケイ酸、炭素)の経日変化を追い、湛水開始時と田植え直前で養分量を比較した。また、冬・水・田んぼは秋耕せずに冬に水に張るため、対照区として慣行区(秋耕あり・湛水なし)、不耕区(秋耕なし・湛水なし)を設け、さらにカモ類の利用がない湛水防鳥区(秋耕なし・湛水あり)を設け、計4調査区の土壌養分の経日変化を追った。

結果、Nに関しては全ての調査区で調査開始前と開始後で土壌中のNは減少を示し、P・Kは全ての調査区で増加し、ケイ酸については土壌の表層で全調査区において増加傾向を示した。また炭素に関してはほとんど変化が見られなかった。測定項目の増加・減少の幅に調査区間での大差はなかった。つまり、P・K・ケイ酸について、冬・水・田んぼ区で土壌養分の増加が見られたが、対照区においても同様に増加が見られたため、今回の調査結果からは冬・水・田んぼにおけるカモ類排泄物の施肥効果は認められなかった。ただし今回の調査では、湛水が上手く保持できなかったこと、冬・水・田んぼ初年度だったこと、カモ類が採食場として利用していたことなどがあり、今後、ハクチョウがネグラとして利用している田んぼや何年も冬・水・田んぼを行っている田んぼなどでの調査を行い、どのような鳥の利用があれば施肥効果になるのかを検討する必要がある。



## P1-083c

12:30-14:30

## 温暖化環境下での樹木の炭素循環・収支研究のためのオープントップチャンパー (OTC) の環境条件の制御

○周承進<sup>1</sup>、林明姫<sup>1</sup>、今川克也<sup>1</sup>、中根周歩<sup>1</sup><sup>1</sup>広島大・生物圏

大気中の二酸化炭素濃度増大による地球温暖化の問題は 21 世紀以降に向けて深刻な問題である。森林をめぐる CO<sub>2</sub> 固定対策は少なくとも数十年のスパンでの施策計画が求められるが、その際予測される温暖化環境下での森林、樹木の CO<sub>2</sub> 固定能の変動予測が不可欠である。そのためには、人為的に温暖化環境を創出できる施設を用いて、長期にわたって樹木の生理生態、光合成能、土壌有機物の分解能などを追跡する必要がある。そこで、2002 年広島大学精密実験圃場 (34°24′N, 32°44′E, 230 m a.s.l.) に設置したオープントップチャンパー 6 基を使用して、B1 (外気 ± 0 と外気 CO<sub>2</sub> 濃度の 1 倍)、B2 (± 0 と 1.4 倍)、B3 (± 0 と 1.8 倍)、A1 (+ 3 と 1 倍)、A2 (+ 3 と 1.4 倍)、A3 (+ 3 と 1.8 倍) の 6 通りの環境設定で、植栽した常緑広葉樹 (アラカシ) の光合成能、蒸散能、純生産量、生産物の再配分、リター分解及び幹、根系、土壌呼吸などの研究が進行中である。本研究では、2003 年 5 月から 1 年間の 6 基のオープントップチャンパーの制御環境を検討することを目的とする。光量子束密度についてはチャンパーの覆 (エフグリーン) の影響で外より約 3 % 程度下がったが、6 基すべて等しく維持された。外気、B1、B2、B3、A1、A2、A3 基での年平均気温は、それぞれ 14.1、14.1、13.9、14.0、16.9、16.6、16.7 となり、B 系と A 系の間に約 2.7 の温度差が維持された。地温の場合は、それぞれ 15.5、16.1、15.6、15.9、17.4、17.9、16.7 となり、B 系と A 系の間に約 1.5 の温度差が生じた。相対湿度と土壌水分は、外でそれぞれ 76 %、28 %、B 系で 78 %、30 %、A 系で 66 %、26 % となり、A 系の方が若干低く維持された。外気、B1、A1、B2、A2、B3、A3 基での年平均 CO<sub>2</sub> 濃度 (昼間) は、それぞれ 392、389、393、552、547、705、701 ppm となり、外気の 1 倍、1.4 倍、1.8 倍の目標濃度で正確に維持された。

## P1-084c

12:30-14:30

## オープントップチャンパーを用いて温暖化環境に制御された条件下での常緑広葉樹 (アラカシ) の成長量と生産物の再配分

○林明姫<sup>1</sup>、今川克也<sup>1</sup>、周承進<sup>1</sup>、中根周歩<sup>1</sup><sup>1</sup>広島大・生物圏

本研究では、広島大学精密実験圃場に設置したオープントップチャンパー (OTC) 6 基を用いて異なる CO<sub>2</sub> 濃度と温度の温暖化環境に制御された条件下で、1 年間生育した常緑広葉樹 (アラカシ、*Quercus glauca*) の成長の特徴を分析し、上昇する大気 CO<sub>2</sub> 濃度と温度の相互要因が植物の成長に与える影響を考察することを目的とする。2002 年 11 月、216 個体のアラカシ (3 年生) の樹高、地表直径などの毎木調査を行い (平均樹高 ± SD: 126.0 ± 13.7 cm、平均地表直径 ± SD: 16.3 ± 1.8 mm)、6 基の OTC それぞれに 36 個体ずつ植栽した。別の 49 個体のアラカシを伐倒して、幹、枝、葉及び根の乾重量を測定し、相対成長関係を適用して、植栽されたアラカシの初期個体重を推定したが (平均個体重 ± SD: 158.8 ± 33.5 g)、6 基の OTC の間に有意差はなかった。2003 年 4 月から 6 基の OTC 内の環境条件の制御が開始され、B1 (外気 ± 0 と外気 CO<sub>2</sub> 濃度の 1 倍)、B2 (± 0 と 1.4 倍)、B3 (± 0 と 1.8 倍)、A1 (+ 3 と 1 倍)、A2 (+ 3 と 1.4 倍)、A3 (+ 3 と 1.8 倍) の 6 通りの環境条件を設定した。ただし、夜間において CO<sub>2</sub> 濃度は 6 基すべて外気濃度に追従した。2003 年 11 月、6 基の OTC での毎木調査 (36 個体ずつ) と OTC 周囲に植栽されたアラカシ 12 個体の伐倒調査を行い、6 通りの環境条件下での生育期間 1 年のアラカシの成長を調べた。B1、B2、B3、A1、A2 及び A3 区において、平均樹高はそれぞれ 136、153、144、161、164、173 cm、平均地表直径はそれぞれ 17.9、19.1、18.8、19.4、20.8、21.3 mm、平均個体重は 198、244、225、263、299、329 g となり、高 CO<sub>2</sub> 濃度と高温の正の影響が認められた。相対成長率 (RGR) の場合、B1 区で 0.25、B2 区で 0.38、B3 区で 0.33、A1 区で 0.52、A2 区で 0.57、A3 区で 0.71 となり、高 CO<sub>2</sub> 濃度と高温の相互作用の影響が見られた。地下部重/地上部重は、B1 区で 0.48、B2 区で 0.44、B3 区で 0.46、A1 区で 0.43、A2 区で 0.47、A3 区で 0.45 となり、有意差はなかった。

## P1-085c

12:30-14:30

## 亜高山帯針葉樹林における細根の現存量と生成量の推定

○土井裕介<sup>1</sup>、菱拓雄<sup>1</sup>、森章<sup>1</sup>、武田博清<sup>1</sup><sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科地域環境科学専攻森林生態学研究室

樹木の細根動態を調べる事は、森林生態系の物質循環を考える上で重要である。本研究では、中部山岳地帯に位置する御岳山の亜高山帯林 (標高 2050 m) において、細根 (直径 2 mm 以下の樹木根) の現存量、生長量、季節変化、そして垂直分布を調べた。現存量、生長量、季節変化を調べるために、2 ヶ月ごとに土壌コアとイングロースコア (共に深さ 8 cm) のサンプリングを行った。イングロースコアの中に詰める基質は調査プロット付近の根を取り除いた鉍質土と、パーミキュライトの 2 種類を用意した。根の垂直分布を調べるために、プロットの付近に深さ 52 cm の土壌断面を 1 箇所作成し、4 cm 間隔で、それぞれの深さから 5 つコアを採取し、細根の垂直分布を調べた。直径 2 mm 以上の根 (太根) の分布は、土壌断面に現れた太根の直径、地表面からの深さから求めた。

垂直分布の結果から、全体の 9 割近くの細根が表層から深さ 8 cm までに集中していた。一方、太根は表層から見て 4 cm - 12 cm の間に多く存在した。また、土壌コアで得られた樹木の細根の現存量は 163 g m<sup>-2</sup> (2003 年 5 月のデータ) で、Vogt (1996) の寒帯のデータと近い値を示した。しかし、イングロースコア (基質: パーミキュライト) で得られた細根の純一次生産量 (NPP) は 12.8 g m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup>、ターンオーバー速度は 0.079 year<sup>-1</sup> と寒帯で行われた先行研究と比べるとかなり遅かった。季節変化を見てみると、5 月 - 7 月は変化が少なく、7 月 - 9 月に活発に伸長し、9 月 - 10 月にわずかに枯死が起こり、10 月 - 翌年 5 月に再び伸長が始めていた。これらの結果から、このサイトにおける細根の生長は遅く、寿命が長いことが推察される。そのことは、冬季における長期間の積雪のため樹木の生長期間が短いことに加え、このサイトの葉リターフォル量は 238 g m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> と多く、土壌の有機物層は厚く、含水率も高いこと (Tian 1997)、つまり土壌が根にとって良い環境にあることが関係しているのかもしれない。

## P1-086

12:30-14:30

## 鹿児島湾におけるヒメウズラタマキビガイの生息地による生活史の比較

○河野 尚美<sup>1</sup>、富山 清升<sup>1</sup><sup>1</sup>鹿児島大学理学部地球環境科学科

ヒメウズラタマキビガイ *Littoraria intermedia* はタマキビガイ科に属する雌雄異体の巻貝で、瀬戸内海や有明海などの内湾の岩礁や礫地などに生息している。鹿児島湾喜入町愛宕川河口と鹿児島市祇園之洲海岸の二カ所で本種の殻のサイズ頻度分布の季節変動を明らかにし、生活史を検討した。また、垂直分布の季節変動から生息場所の季節変化を調査した。祇園之洲は、海岸の改修工事が行われている地域で、生息環境の攪乱が本種個体群に与える影響も考察した。調査の結果、本種は春と秋に幼貝の新規加入が認められたが、年によっては新規加入が行われない年もあった。垂直分布の季節変化から、冬季の寒さを避けて、生活場所を変える季節的な移動習性も認められた。祇園之洲個体群では、新規の幼貝の加入がまったく認められず、年々、個体群を構成する個体サイズが大型になる傾向がある。今後もこの傾向が続くと、近い将来、祇園之洲地域のヒメウズラタマキビが消滅してしまふ事態が危惧される。隣接する自然海岸の本種個体群には幼貝加入が認められることから、祇園之洲個体群の幼貝未定着の現象は、海岸整備による攪乱が大きいものと思われる。

## P1-087

12:30-14:30

## アポイカンバの種子生産の花粉制限とダケカンバとの間の不完全な生殖隔離

○永光 輝義<sup>1</sup>、河原 孝行<sup>1</sup>、金指 あや子<sup>2</sup><sup>1</sup>森林総研・北海道、<sup>2</sup>森林総研

北海道日高地方のアポイ岳にのみ生育する絶滅危惧種アポイカンバの繁殖を調べた。胚珠数に対する健全(充実または発芽)種子数の比率は無受粉と自家受粉が他家受粉よりも低く自家不和合性があった。また、胚珠数に対する健全種子数の比率は自然受粉が他家受粉よりも低く60m以内の個体数が増えると高くなった。よって、自然条件では健全種子の生産が花粉不足によって制限されていたといえる。アポイ岳にはアポイカンバとダケカンバがともに生育している。開花時期と花粉散布時期は、アポイカンバが早いものの両種の間で重なった。しかし、胚珠数に対する健全種子数の比率は、ダケカンバとの種間受粉が種内の他家受粉より低かった。よって、アポイカンバはダケカンバとの間に不完全な生殖隔離の機構をもっているといえる。

## P1-088

12:30-14:30

## 越冬期におけるホソヘリカメムシの生息場所選好性

○伊藤 健二<sup>1</sup>、田淵 研<sup>2</sup><sup>1</sup>中央農業総合研究センター、<sup>2</sup>千葉大学・園芸学部

ホソヘリカメムシ *Riptortus clavatus* は大豆子実を吸汁加害する重要害虫であるが、その生活史に関しては不明な点が数多く残されている。特に、越冬に関する知見は乏しく、本種がどのような場所で越冬しているのかについての系統的な調査は行われていない。本種の越冬場所を明らかにすることは、生活史の解明という意味だけでなく、大豆圃場での発生初期の密度を予測し、効果的な防除を行う上できわめて重要な意味を持つ。そこで、ホソヘリカメムシの越冬する環境を推定することを目的として、様々な環境を人為的に再現し、越冬期間を通じてそれらを選択させる野外実験を行った。

茨城県つくば市の中央農業総合研究センター敷地内に3m\*3m\*1.8mのケージを四つ設置して1mmメッシュの網で覆い、その中に4つの環境となる基質 a) 敷石、b) 枯死イネ科雑草、c) 広葉落葉(ケヤキ・ニレ主体) d) 枯死スギ枝葉+スギ幼木(以下、人工スギ林)を等面積に配置した。越冬期前に休眠状態に調節したホソヘリカメムシの飼育個体を放飼し、越冬後全ての環境基質を精査して放飼した個体を回収した。実験は2003年12月から2004年3月まで行った。

実験の結果、放飼したホソヘリカメムシのうち72.8%が回収されたが、全ての放飼個体は死亡していた。死亡個体が回収された環境基質を「越冬場所として選択した基質」として解析すると、基質をランダムに選択しているという帰無仮説は棄却され、人工スギ林>枯死イネ科雑草>広葉落葉>敷石の順で選択する傾向があることが示された。

## P1-089

12:30-14:30

## 北海道におけるイチヤクソウ亜科とマルハナバチの生活史の対応関係

○阿部 恵子<sup>1</sup>、大原 雅<sup>1</sup><sup>1</sup>北海道大学地球環境科学研究科

虫媒花の主要なポリネーターの1つであるマルハナバチでは巣内に幼虫がいる期間は花粉・蜜の両方を必要とするが、巣の解散間際には幼虫がいなくなるため花粉を採餌する必要がなくなる。マルハナバチが利用する餌資源の季節的变化は植物の繁殖戦略にも大きな影響をもたらすと考えられるが、近縁な植物種を対象として、その繁殖特性とポリネーターが必要とする餌資源との関係を明らかにした例はない。本研究で対象としたイチヤクソウ亜科には、花粉花の種(イチヤクソウ属5種)と花粉・蜜両方をもつ種(ウメガサソウ属2種、コイチヤクソウ属1種)の両方が認められ、北海道においては同所的に生育している。主要なポリネーターであるマルハナバチの採餌行動とイチヤクソウ亜科8種の開花時期との関係を明らかにするため、北海道千歳市の針葉樹林下においてイチヤクソウ亜科の開花時期、マルハナバチ4種の営巣期間、訪花頻度の調査をおこなった。

その結果、(1)イチヤクソウ亜科8種の開花ピークはそれぞれ異なっていること、(2)花粉花5種は花蜜をもつ3種よりも早く開花すること、(3)花蜜をもつ種の開花時期は主要なポリネーターであるエゾコマルハナバチの巣の解散時期と一致していること、などが明らかになった。イチヤクソウ亜科における開花時期は、同所的に生育する近縁種との種間競争および花粉媒介者であるマルハナバチの餌資源の双方によって規定されているものと推察された。

P1-090

12:30-14:30

## トウキョウサンショウウオの食性の地点間の比較

○伊原 慎雄<sup>1</sup><sup>1</sup>奥羽大学

アジア産サンショウウオの地域ごとの餌の違いや捕食行動の比較については、これまで未調査であった。そこで、トウキョウサンショウウオの神奈川県横須賀市津久井、野比、山中、千葉県夷隅町万木、福島県いわき市四ツ倉の各個体群の餌組成や捕食行動を比較し、その違いや共通性を検討した。本研究では総計で 82 個体のトウキョウサンショウウオを捕獲し、胃内洗浄法を用いこらの内 59 個体から個体を傷つけることなく胃内容物を採取した。その結果、検出した個体あたりの胃内容物の湿重量、捕食した餌個体の体長や体積には地域間での差は無いことが示唆された。餌動物の内、ミズムシを除いた動物の全てが土壤動物であり、各地点の餌組成の個体数割合の中で等脚目の占める割合が最も高かったが、地点ごとに捕食された主要な等脚目の種は異なっていた。この結果から、トウキョウサンショウウオは生息地の潜在的な餌資源のなかで等脚目を餌として選考することが示唆され、サンショウウオの餌とする等脚目の選考基準として個体数や体の大きさの違いが重要な要因の様であり、餌とする等脚目の生態にあわせて捕食活動を変化させている可能性が示唆された。

P1-092

12:30-14:30

## シデコブシの小集団化が近親交配と近交弱勢、花粉不足に与える影響 - 集団サイズの異なる二集団での比較 -

○平山 貴美子<sup>1</sup>、石田 清<sup>1</sup>、戸丸 信宏<sup>2</sup>、鈴木 節子<sup>2</sup><sup>1</sup>森林総研・関西、<sup>2</sup>名大・生命農学

シデコブシは、東海地方の里山湿地に生育するモクレン属の樹木であり、絶滅が危惧されている。温帯域のモクレン属では、特有の繁殖システム (asynchronous flowering, self-compatibility) によって、木本植物の中でも高い自殖率を示すことが報告されてきている。さらに、集団の分断・孤立化が進行しているシデコブシでは、外部からの遺伝子流動の減少、遺伝的浮動などが起こり、集団における近親交配の程度がますます高まっていると予想される。シデコブシの保全を考えていく上では、分断・孤立化に伴う送粉効率の低下等とともに、近親交配がもたらす近交弱勢の大きさや遺伝的荷重を明らかにすることも重要である。本研究では、繁殖個体が 245 株の愛知県春日井市 (中規模集団)、29 株の三重県四日市市 (小集団) の 2 つのシデコブシ集団を対象に、人工受粉実験とマイクロサテライト分析によって、近交係数 ( $F_{IS}$ )、結実率と胚生存率 (種子に至る胚珠の生存率) に現れる近交弱勢の大きさ ( $\delta$ )、種子の他殖率を求め、Ishida ら (2003) の方法を用いて未受精率、胚段階に現れる近交荷重 (自家受精率  $\times \delta$ ) の推定を行った。

成木の  $F_{IS}$  は、中規模集団が 0.02 と低い値を示す一方で、小集団が 0.29 と高い値を示しており、シデコブシでは小集団化するに伴い近親交配の程度が高まること示唆された。果実当たりの結実率に現れる  $\delta$  は小集団の方が小さかったものの、胚生存率に現れる  $\delta$  は中規模集団と小集団で大きく異ならず、両集団とも受精した胚の約 4 割が自殖による近交弱勢によって死亡していると推定された。未受精率や近交弱勢以外の原因による胚死亡率は、いずれも小集団で高くなっていった。最終的な胚珠の生存率は、中規模集団で 2.6%であったのに対し、小集団では 0.3%にとどまっていた。小集団化したシデコブシでは、近親交配が進むものの、理論的に予想されているような近交荷重の減少はそれほど大きくなく、さらに花粉不足や近交弱勢以外の原因 (被陰等) が胚珠の生残により大きく影響してくることが明らかとなった。

P1-091

12:30-14:30

## 自殖性絶滅危惧水生植物ヒメシロアサザの地理的変異

○柴山 弓季<sup>1</sup>、植田 好人<sup>2</sup>、角野 康郎<sup>3</sup><sup>1</sup>東京大学農学生命科学研究科、<sup>2</sup>神戸西高校、<sup>3</sup>神戸大学理学部

日本産アサザ属には他殖性を示す異型花柱植物アサザとガガバタのほか、ヒメシロアサザ *Nymphoides coreana* (Lev.) Hara が存在し、3 種とも絶滅危惧植物に指定されている。最近の繁殖生態学的研究の結果、ヒメシロアサザは他の 2 種と異なり、自動自家受粉による高い自殖性を維持していることが明らかになった (植田・角野、未発表)。ヒメシロアサザは、栃木県から西表島にわたって約 10 数個体群程度が局所的に残存しているに過ぎない。そこで本研究では、自殖性を示す本種の各個体群にみられる遺伝的分化を調査した。

各個体群から採集した種子を材料に発芽特性、種子形態 (表面突起の有無)、種子サイズ、重量、花冠サイズおよび生活史 (多年生か一年生か) を比較観察した。

その結果、上記の形質において顕著な地理的およびハビタット間 (ため池か水田) 分化が認められることが明らかになった。さらに、酵素多型分析により多型が認められた PGM, MDH, TPI, ADK, SKDH を組み合わせた multilocus genotype (MLG) を決定したところ、各個体群に特有な MLG が存在していることが分かりそれぞれの個体群の遺伝的分化も裏付けられた。共有対立遺伝子距離に基づいた樹形図から、岡山県の個体群でさらなる遺伝的分化が確認された。このような分化は、自殖という繁殖様式によってお互いの個体群が遺伝的に隔離される中で生じてきたものと推測される。

今回の結果は、遺伝的多様性保全の観点から残存するすべての個体群の保全に努めることの必要性を示している。今後は、ヒメシロアサザ個体群の存続可能性を検討するために F1, F2 を作出して、近交弱勢や他殖弱勢の存在などを確認する予定である。

P1-093

12:30-14:30

## 下伊那地方における絶滅危惧種ハナノキの種子生産

○金指 あや子<sup>1</sup>、金谷 整一<sup>1</sup>、鈴木 和次郎<sup>1</sup><sup>1</sup> (独) 森林総合研究所

ハナノキ *Acer pycnanthum* K.Koch (カエデ科ハナノキ節) は、長野県南部、岐阜県東南部、愛知県北東部の限られた地域にのみ遺存的に分布する日本の固有種である。ハナノキはミズゴケが優占する湧水のある小湿地に生育するが、土地の開発などにより個体数の減少が進み、現在、絶滅危惧 (II) 類に指定されている。ハナノキ自生地保全のための基礎的情報として、繁殖・更新特性を明らかにする必要がある。その一環として、ハナノキの種子生産の現状を把握するため、下伊那地方で比較まとまった個体が分布する 2 カ所の局所集団 (土橋、備中原) において、各 11 個体を対象としてそれぞれの樹冠下に開口部 0.5m<sup>2</sup> のトラップを 3ヶ設置し、雌雄花および未成熟から成熟種子の落下量を測定した。さらに、成熟したサイズに達した種子の中の充実種子数を軟 X 線照射によって観察して求め、これらより、捕捉した雌性生殖器官をもとにした結実率 (充実種子数 / 雌花総数) や充実種子率 (充実種子数 / 成熟サイズに達した種子数) を求めた。同時に成熟種子の中の食害種子の割合を調べた。

樹冠下における雌花から種子までの雌性生殖器官の総生産量は、2002 年は 658.0 - 4374.7 個 / m<sup>2</sup>、2003 年は 810.0 - 12570.0 個 / m<sup>2</sup> であり、いずれの個体も 2003 年は生産量が多い傾向がみられた。また、結実率は 2002 年に 7.6 - 53.8%、2003 年は 6.6 - 28.7% で、個体によるバラツキとともに、全体に 2003 年が低い傾向がみられた。2002 年における充実種子率は 42.3 - 75.3% で、結実率と同様、個体によってバラツキがみられた。ハナノキにおいて、種子の初期落下やシイナが形成される主な要因は明らかにされていない。周囲の雄個体との位置関係、雄花開花量などを考慮して、個体ごとの充実種子率や結実率について検討した。



P1-094

12:30-14:30

## アコウの一樹冠の遺伝構造

○金谷 整<sup>1</sup>、大谷 達也<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

植物と動物の相互関係、特に種子散布に関わる相互関係を遺伝的側面から解析することは、森林生態系における樹木の空間的な遺伝的多様性の維持機構を理解するために重要である。本研究で対象としたアコウ (*Ficus superba* var. *japonica*) は、クワ科イチジク属の常緑高木で、いわゆる絞め殺し植物である。屋久島西部においては、通年大量に結実し、ヤクシマザルや各種の鳥類にとって重要な餌資源となっている。同時に、これらの動物は、フンによって種子を散布しアコウの更新や分布に大きな影響を及ぼしていると考えられる。

アコウ個体群の遺伝的多様性を明らかにするためには、まず1個体を定義することが必要である。しかしながら、絞め殺し植物という特殊な成長様式のため、このことが困難である。気根が絡み合い、複数の枝が様々な場所から伸びている外見からは、見かけの1個体が遺伝的にも同一なのかどうか判断が難しい。例えば、同所的に見られるガジマル (*Ficus microcarpa*) も絞め殺し植物であるが、アコウにガジマルが着生していることがあるので、遺伝的には異なる複数のアコウが絡み合っていることがあり得ると考えられる。外見上の1個体が遺伝的にも1個体であるかどうかを検証することは、アコウの遺伝的多様性を評価する研究をすすめていく上で必須である。

本調査では、屋久島西部におけるアコウの空間的な遺伝的多様性を解析するために、マイクロサテライトマーカーを開発した。次に、アコウの樹形を絞め殺し型(樹木に着生)、岩上型(岩の上に生育)および地面型(地面より直立)の3つに分類し、樹形ごとに一樹冠内における遺伝構造について検証した。最後に、ヤクシマザルのフン塊から発生した実生の遺伝的多様性を分析し、一樹冠内の遺伝構造との関係について考察した。

P1-095

12:30-14:30

## 水生植物タヌキモ類における雑種形成と集団の維持機構

○亀山 慶晃<sup>1</sup>、外山 雅寛<sup>2</sup>、大原 雅<sup>1</sup><sup>1</sup>北大・地球環境、<sup>2</sup>北海道・江別市

一般に、水生植物は陸上の植物に比べて無性繁殖への依存性が高く、特に浮遊性の水草では、植物体が断片化することによるラメット数の増加や集団内・集団間の移動は、種子に依存するより確実かつ効率的と考えられている。日本に生育する浮遊性の水生植物、タヌキモ類(タヌキモ、イヌタヌキモ、オオタヌキモ)のうち、タヌキモは種子を形成できず、無性繁殖によって集団を維持している。しかし、タヌキモにおける不稔現象の原因や、集団の維持機構についてはほとんど分かっていない。本研究では、交配実験、葉緑体 DNA 分析、AFLP 分析によって、タヌキモの起源と集団の維持機構について検討をおこなった。

交配実験の結果、有性繁殖能力を持つイヌタヌキモとオオタヌキモの間には非対称的な交配親和性があり、イヌタヌキモを種子親、オオタヌキモを花粉親として多数の種子が形成された。また、イヌタヌキモとオオタヌキモは種特異的な葉緑体 DNA タイプで識別されたのに対し、タヌキモの大部分はイヌタヌキモ型の葉緑体 DNA を持っていた。さらに、イヌタヌキモとオオタヌキモに認められた多数の種特異的な AFLP バンドのほぼ全てが、タヌキモでも確認された。

以上の結果から、1) タヌキモはイヌタヌキモとオオタヌキモの雑種第一代である、2) タヌキモの形成はイヌタヌキモ(種子親) × オオタヌキモ(花粉親)の場合が圧倒的に多い、3) 雑種起源かつ不稔にも関わらずタヌキモの遺伝子型は集団ごとに異なっており、多様な起源を持つことが明らかとなった。タヌキモ類の生育適地は明らかに異なり、それらが同所的に生育することは稀である。タヌキモがいつ、どのように形成されたのかは不明だが、その後の分布拡大や集団維持には、旺盛な無性繁殖能力と雑種強勢による広範な適応能力の獲得が関与しているものと推察された。

P1-096

12:30-14:30

## 山梨県都留市におけるカワネズミの繁殖、成長、および生残

○一柳 英隆<sup>1</sup><sup>1</sup>財団法人ダム水源環境整備センター

カワネズミ *Chimarrigale platycephala* は、食虫目トガリネズミ科に属する、数少ない日本在来の半水生哺乳類である。山梨県都留市の山間の小渓流において、この種の生活史に関する調査をおもに標識再捕獲法により行った。今回の発表では、繁殖時期の推定、巣離れ後の成長・生残について報告する。

標識再捕獲調査のために、溪流に沿って 1.7km の調査区を設定した。その調査区において、2000 年 11 月から 2004 年 2 月まで、捕獲を繰り返した。捕獲は、毎月 3-9 回行った。それぞれの捕獲調査では、日の入り前におよそ 40 個のトラップを調査区河川に設置し、1-2 時間おきに見回ってカワネズミの捕獲をチェックする、という作業を日の出まで繰り返した。捕獲された個体は、性別、体重、歯の摩耗度による相対年齢を記録し、固有のナンバーを刻印した脚輪により個体識別して、捕獲場所に放逐した。

調査期間中、72 個体に標識した。若い個体が初捕獲される時期は、5 月と 11 月にピークがあった。これは本種の離巢時期にあたると思われる。本種は基本的に春と秋の 2 回の繁殖期をもつと推定される。ただし、11 月のピークは 5 月のピークより捕獲できた個体数はずっと少なく、春に産まれた個体はその年の秋に繁殖することはないか、あってもわずかであると考えられる。離巢時の体重はおおよそ 30g と推定され、幼体はその後おおよそ 0.2g/日の速度で成長し、2-3ヶ月で成体と同様の体重に達した。成体の体重は、平均で、メス 45g、オス 48g であり、オスの方がやや大型になった。離巢後の生残率(生き残って、調査区から移出ししない率)は、年 10%程度であり、特に冬の減少率が高かった。

P1-097

12:30-14:30

## 餌メニューがオオタバコガ幼虫の体色に与える影響について

○山崎 梓<sup>1</sup>、藤崎 憲治<sup>1</sup><sup>1</sup>京都大院・農・昆虫生態学

オオタバコガ *Helicoverpa armigera* は、近年の地球温暖化によって、日本でもその被害が拡大している亜熱帯性の重要害虫である。本種は終齢幼虫において体色に顕著な色彩多型現象がみられるが、この体色は飼育密度、温度、日長の影響を受けず、餌条件によって変化することが示唆されてきた。しかし、餌条件がどのように関与しているかについては具体的には明らかになっていない。さらに、体色による幼虫期間、生存率、蛹重などの形質にも差がみられず、それは中立的な形質であるとみなされている。このように、本種における色彩多型には、未だに解明されていない点が多い。加えて本種は広食性であることが知られており、栽培植物だけでも 49 科以上、約 160 種近い寄主植物が報告されている (Zalucki et al, 1986)。

本研究では、オオタバコガの広食性に着目し、さまざまな餌植物と幼虫体色との関係について検証した。その結果、与えた餌植物によって体色の発現頻度が異なり、同一の植物でも摂食する部位により体色が大きく異なることが示された。また、実験に用いた植物に共通して、果実部を与えたものは茶色、葉や花を与えたものは緑色の体色のものが多く出現し、幼虫は摂食部位の色に近い体色を発現する傾向があることが示唆された。さらに、与えた餌植物やその部位によって、幼虫期間、蛹重、生存率などに大きな違いがあり、餌メニューが幼虫の体色の違いだけでなくパフォーマンスにも影響を与えていることが確認された。

このように本種の終齢幼虫は、利用する植物やその部位に似せて体色を変化させることで、鳥などの捕食者に対して目立ちにくくなっている、つまり隠蔽色として機能している可能性が高いと考えられた。

## P1-098

12:30-14:30

## 日本産エンレイソウ属植物の開花フェノロジーの違いによる交雑の方向性

○三谷 拓矢<sup>1</sup>, 亀山 慶晃<sup>1</sup>, 大原 雅<sup>1</sup><sup>1</sup>北海道大学大学院地球環境科学研究科

エンレイソウ属 (*Trillium*) は北米および東アジアに生息域を持ち、北海道には9種が生育している。北米種が全て2倍体であるのに対し、日本産エンレイソウ属には、著しい倍数体が存在しており、これらはエンレイソウ (*T. apetalon*)、ミヤマエンレイソウ (*T. tschonoskii*)、オオバナノエンレイソウ (*T. camschatcense*) の3種を基本種とした雑種および倍数化により形成されていることが染色体の研究から明らかになっている。しかし、自然野外集団における雑種形成の要因や過程に関する生態遺伝学的研究は少ない。そこで、今回は、野外自然集団における基本3種間の交雑親和性と雑種の母系構成を明らかにし、雑種形成の一要因と考えられるフェノロジーとの関係について研究を行った。

基本3種が生育する千歳において、3種それぞれを種子親・花粉親とした種間交雑実験を行った。その結果、全ての種間において高い交雑親和性が認められた。一方、種間雑種の開花個体における葉緑体 DNA を用いて母系分析を行った結果、オオバナノエンレイソウとミヤマエンレイソウの雑種であるシラオイエンレイソウ (*T. haguei*) では、全ての個体でオオバナノエンレイソウ型、エンレイソウとミヤマエンレイソウの雑種であるヒダカエンレイソウ (*T. miyabenum*) では全てミヤマエンレイソウ型というような一定の規則性が見られた。

自然野外集団の開花フェノロジーをみると、エンレイソウ、ミヤマエンレイソウ、オオバナノエンレイソウの順で開花しており、各雑種のDNA分析で種子親とされた種が、親種2種のうち、より開花の遅い方の種であることが示された。さらに、開花個体の分布様式についての分析を行った結果などから、開花フェノロジーによる花粉移動の方向性が、雑種形成の重要な要因であることが示唆された。

## P1-100

12:30-14:30

## 翼のかたちが散布を決める！-ヤチダモ種子の画像解析と散布実験から分かったこと-

○後藤 晋<sup>1</sup>, 岩田 洋佳<sup>2</sup>, 芝野 伸策<sup>1</sup>, 大屋 一美<sup>1</sup>, 鈴木 憲<sup>1</sup>, 小川 瞳<sup>1</sup><sup>1</sup>東京大学北海道演習林, <sup>2</sup>中央農業研究センター

北海道の水辺林の主構成種であるヤチダモは、翼のある大型の種子をつける。ヤチダモ種子は、母樹間での大きさが大きく異なることから、母樹によって散布パターンが異なる可能性がある。そこで、本研究では、ヤチダモの母樹間で種子の飛翔能力に違いがあるか、また、どのようなかたちの種子がより飛翔するかを解明するため、9母樹から採集したヤチダモ種子の人工散布実験を行った。散布実験の前に、各種子の重さと面積を測定した。種子のかたちについては、形状解析ソフトウェア SHAPE を用いて、デジタル画像から種子の輪郭を抽出し、楕円フーリエ記述子 (EFD) により定量化した。さらに、EFD の主成分分析により、種子の長軸に対して対称な変異と非対称な変異について別々の主成分を求め、主成分スコアをかたちの特徴値とした。人工散布実験では、8.3m のタワーから各母樹 10 個の種子を1つずつ散布し、各種子の飛翔時間と飛翔距離を測定する実験を5回繰り返した。分散分析の結果、種子の重さ、面積、形の対称成分、飛翔時間は母樹間で有意に異なっていた。そこで、種子の飛翔時間を目的変数として重回帰分析を行った結果、面積、重さ、形の主成分として対称成分の AP3、AP5、非対称成分の BP3 が有意な相関が認められた。特に、AP3 は種子のかたちの変量としては7%程度と小さいにもかかわらず、飛翔時間と強い相関が認められ、種子の両端が尖るほど飛翔時間がより長くなるという興味深い傾向が検出された。この成分では母樹間の違いが高度に有意であったことから、強い遺伝的支配が示唆される。以上の結果から、森林内において飛翔により有利なかたちの種子をつける母樹が、実際により広範囲に種子散布を行っているかについて、今後明らかにする必要がある。

## P1-099

12:30-14:30

## ヒメシャガにおける花被片間の機能的分化

○森長 真一<sup>1</sup>, 酒井 聡樹<sup>1</sup><sup>1</sup>東北大学大学院生命科学研究所

花弁や花被片などの誘引器官の多様性は、それぞれの植物が効率的な送受粉のために進化させてきた結果である。このような花弁 (花被片) の多様性と進化を理解するためには、それぞれの花弁 (花被片) に対する選択圧を検出する必要があると考えられる。

本研究では、大きさや形の異なる花被片 (外花被片と内花被片) をもつヒメシャガ (アヤメ科) を材料に、花被片間の機能的分化と各花被片に対する選択圧の違いを明らかにすることを目的とした。そこで2003年仙台市青葉山のヒメシャガ集団において、個体ごとに各花被片の長さを人為的に処理して、送粉者の訪花頻度と送粉数/訪花、そして最終的な雌雄繁殖成功の指標として送粉数/花 (雄繁殖成功) と種子数/花 (雌繁殖成功) を調査した。

その結果、外花被片と内花被片間には雌雄機能への貢献度と選択圧に違いがあった。外花被片は雌雄機能に貢献しており、現在の長さが適応的であった。一方、内花被片は雄機能のみに貢献しており、ある程度短くしても送粉数が減少しないため、現在よりも短い長さが適応的であった。また内花被片が適応的な長さに進化しなかったのは、外花被片と内花被片間の遺伝相関などの制約によるものかもしれない。花弁 (花被片) にみられる多様性は、各花弁 (花被片) に対する選択圧の違いとその間の制約により進化してきたと考えられる。

## P1-101

12:30-14:30

## 外来種フタモンテントウの日本における分布状況と在来テントウムシとの関係

○戸田 裕子<sup>1</sup>, 桜谷 保之<sup>1</sup><sup>1</sup>近畿大・農・昆虫

フタモンテントウ (*I. Adalia bipunctata* /I) は、1993年に大阪市南港において日本で初めて発見され、外来種と考えられている。1993年に降これまで発見地を中心に継続的に調査を行ってきた。本研究では発見地および周辺の公園・緑地等において、侵入後の分布や生活史、在来テントウムシとの種間関係を調査した。分布については、最初の発見地である南港中央公園 (350m × 500m) において発見以来ほぼ毎年発生が確認されているが、他の場所では2001年まで発生がみられず、分布の拡大は起こっていないと考えられた。しかし、2002年には2から3kmほど離れた2ヶ所で発生がみられるようになり、2003年には新たに2ヶ所で分布が確認された。2004年には南港地区 (約3km四方) のほとんどの調査地で発生が確認され、南港以外の大阪府内や、約20km離れた兵庫県神戸市でも発生が確認された。発生密度は南港中央公園で最も高く、そこから離れるに従って減少する傾向にあった。したがって、南港中央公園が最初の侵入地で、発生の中心と推察された。この2から3年で分布がかなり広がり、さらに飛び火的に拡大する傾向にあると考えられる。種間関係については、フタモンテントウと同じ樹上 (シャリンバイやトウカエデ) に生息する在来種ナミテントウとの個体数関係を中心に調べた。その結果、フタモンテントウの生息密度が高い地域の方が低い地域よりもナミテントウの個体数の割合が低い傾向がみられ、フタモンテントウの個体数増加や分布拡大はナミテントウやダングラテントウ等、在来テントウムシの生存に影響を与えつつあると推察される。

P1-102

12:30-14:30

## 雌雄異株性樹木オノエヤナギにおける性比の偏りがメスの繁殖成功に与える影響

○上野 直人<sup>1</sup><sup>1</sup>新潟大学農学部附属フィールド科学研究センター

雌雄異株性植物個体群におけるメス・オスの個体数比(性比)は各個体の繁殖成功、ひいては適応度を決定する重要な生態学的要因である。一般に植物における個体の繁殖成功は周囲の異性個体の頻度や異性個体までの距離に依存する。もし個体群における性比に偏りが生じている場合には、メスとオスの間で繁殖成功や適応度に頻度・距離依存的な差が生じ、多数を占める性をもつ個体(メスが多ければメス、オスが多ければオス)に不利益が生じるだろう。このため、進化的な観点では、頻度・距離依存的な繁殖成功の制限が十分に強く働くなら性比の偏りは解消されてしまい、恒常的な性比の偏りは生じにくいと考えられる。しかしながら、いくつかの雌雄異株性植物においては性比の偏りが観察されている。例えば、冷温帯から亜寒帯にかけての河畔に生育するオノエヤナギは、雌雄異株性樹木であり、他のいくつかのヤナギ属樹木と同様に個体群の性比が強くメスに偏ることが報告されている。このような性比の偏りが維持されるメカニズムを明らかにするためには、各個体の繁殖成功に対し性比の偏りがどの程度の影響を与えているかを明らかにする必要がある。

オノエヤナギは河川攪乱に依存し河畔に侵入する先駆性樹木である。河畔ではオノエヤナギのような先駆性樹木が個体数の異なる小集団を形成し、パッチ状に分布している。小集団を構成するメスにおける最近接オスまでの距離や周囲のオス密度は各パッチの性比に依存する。各小集団における性比は、小集団の個体数が少ないほどばらつくため、メスにおける最近接オスまでの距離や周囲のオス密度にかなり大きな変異が見られる。

本研究では、個体群内におけるメスへの性比の偏りが、オノエヤナギメスにおける繁殖成功にどのように影響するかを明らかにするため、メスの結実率と最近接オスまでの距離・周囲のオス密度の関係を明らかにした。

P1-103

12:30-14:30

(NA)

P1-104

12:30-14:30

## 森林の分断化がホオノキの結実率に与える影響

○館野 隆之輔<sup>1</sup>、井鷲 裕司<sup>2</sup>、柴田 鏡江<sup>3</sup>、田中 浩<sup>3</sup>、新山 馨<sup>3</sup>、中静 透<sup>1</sup><sup>1</sup>総合地球環境学研究所、<sup>2</sup>広島大学国際協力研究科、<sup>3</sup>森林総合研究所

森林の分断化などの人為攪乱が、樹木の個体群や遺伝的多様性におよぼす影響には、繁殖個体の空間分布の変化という直接的な影響と、生物間相互作用を介した間接的な影響がある。繁殖に関わる様々な動物群との生物間相互作用系の変化は、例えば送粉・種子散布者の個体数の減少や絶滅、送粉者群集の多様性の喪失などを介して、間接的に樹木の繁殖成功や実生・稚樹の分布、最終的には次世代の個体群構造や遺伝構造に影響する。本研究では、冷温帯落葉広葉樹林で低密度な個体群を維持しているホオノキ(虫媒)に着目し、森林の分断化が樹木の繁殖過程に与える影響を明らかにすることを目的とした。

調査は、小川群落保護林とその周辺地域で行った。調査地とした約2km×3kmのエリアには、面的に残された約100haの天然林(保護林)と人工林などによって魚骨状に分断化された約30haの天然林(保残帯)・人工林・二次林・農地などさまざまな景観が含まれる。調査地ほぼ全域を踏査しホオノキ個体の分布図を作成し、開花期には、繁殖の有無を確認した。保護林と保残帯で周囲繁殖個体密度が低い個体から高い個体まで含むように、それぞれ14個体を選定し、果実を各個体3~32個採取した。採取した果実から成熟種子・虫害種子・未成熟種子・その他を取り出し、それぞれの個数を数え、受精率、虫害率、結実率を算出した。

保護林と保残帯では、受精率、虫害率、結実率の平均値に有意な差は見られなかった。保残帯では、周囲200mの周囲繁殖個体密度と受精率・結実率の間に有意な正の相関が見られた。一方で、保護林では、個体密度と受精率・結実率の間に有意な相関は見られなかった。虫害率は、保護林と保残帯ともに個体密度と有意な相関は見られなかった。保残帯では、個体密度の減少は、受精率の低下を引き起こし結実率が低下するが、保護林では個体密度の影響は受けにくいことが示唆された。このような違いは、訪花性昆虫の個体密度や行動様式(訪花頻度や行動範囲)が分断化によって変化することが原因なのではないかと考えられる。

P1-105

12:30-14:30

## 越冬条件がムカゴトラノオの発芽と成長に及ぼす影響

○西谷 里美<sup>1</sup>、増沢 武弘<sup>2</sup><sup>1</sup>日本医科大学、<sup>2</sup>静岡大学

ムカゴトラノオは極域から温帯の高山に広く分布するタデ科の多年生草本である。結実が非常にまれであるため、むかごの発芽・定着が本種の個体群維持には必須である。この研究では、野外で予想される越冬時の環境を実験的にむかごに経験させ、その間の生存率、および翌春の発芽特性を比較した。

2002年7月下旬から8月中旬にかけてノルウェー領スバルバル諸島の4地点、合計9集団からむかごを採集した。むかごには色変異があるため、同じ地点でも色が異なる場合は別の集団として扱った。採集したむかごを温度(-5°C、-25°C)と水分条件(乾、湿)を組み合わせた4条件で保存し、翌年5月に発芽実験に用いた。-25°C湿条件で保存したむかごでは、観察による生死の判別が困難であったため、一部のむかごを用いてTTCテストを行った。発芽実験は、温度(5°C、5°C/15°C変温、15°C)と光(明、暗)を組み合わせで行い、発根と展葉の有無を1週間おきに4週目まで記録した。ただし暗処理のむかごについては4週目の観察のみとした。

保存中のむかごの生存率は、-25°C湿条件では非常に低く、4集団ですべてのむかごが死亡した。一方で他の3条件で保存したむかごは99%以上が生じ、発芽条件によらず4週目までには、ほぼ100%の発芽率に達した。ただし5°Cでは他の温度に比べて発芽が遅れ、その傾向は乾燥保存したむかごで顕著であった(-5°C、-25°C共に)。乾燥保存したむかごの中には、5°Cでは発根のみで展葉しない個体もみられた。-25°C湿条件下での生存率や5°Cでの発芽速度において、集団による変異の存在が示唆された。



## P1-106

12:30-14:30

## アユモドキの産卵環境と仔稚魚の分布

°阿部 司<sup>1</sup>, 小林 一郎<sup>2</sup>, 近 雅博<sup>3</sup><sup>1</sup>滋賀県立大学大学院環境科学研究科, <sup>2</sup>岡山淡水魚研究会, <sup>3</sup>滋賀県立大学環境科学部

アユモドキ *Leptobotia curta* はドジョウ科に属する日本固有の純淡水魚である。琵琶湖淀川水系と岡山県の数河川にのみ生息するが、近年どの生息地においてもその減少が著しく、国の天然記念物、環境省のレッドリストの絶滅危惧 IA 類に指定されている。そこで、保全のための基礎資料を得ることを目的とし、繁殖生態に関する研究を行った。今回はその中の産卵環境と仔稚魚の分布について報告する。

仔魚、稚魚の捕獲はタモ網を用い、そこに生息する魚種がもれなく確認でき、かつ攪乱が大きくなりすぎないように配慮し、地点ごとに調査時間を設定して行った。そのデータと、調査時に測定した水深や流速、植被率等の環境のデータをもとに分布に影響する環境要因を解析した。また、目視観察により産卵行動の調査を行い、仔魚の確認された環境とあわせて産卵環境の把握に努めた。

その結果、アユモドキの産卵環境は灌漑開始前には陸上の植物が繁茂し、灌漑開始後はそれらが水に浸かる、流れのほとんどない泥底の一時的水域であった。また、それらは水深 20cm から 50cm 程度ではあるが、恒久的な水域から容易に進入できる地点であった。卵や仔魚は流れに対する抵抗力が非常に弱いので、流れがほとんどないことは必要な条件だと考えられる。また、植生が豊富であることは、降雨等の増水時に流されたり、進入してきた捕食者から発見されたりする確率を低下させると考えられる。

稚魚は仔魚とは異なり、比較的流れがあり、底質に砂礫を含む地点で多く確認された。流れがあるということはそこに水の供給があることを意味する。安定した水域を求め移動分散する過程の中でそのような流れを目安にしていることが考えられる。また、成長に伴う食性の変化や岩陰等に隠れる習性の発現等も、移動分散に影響しているものと考えられる。

## P1-108

12:30-14:30

## 多雪地ブナ林における樹木群集のリーフフェノロジー

°井田 秀行<sup>1</sup><sup>1</sup>信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設

多雪地ブナ林において残雪や林分構造が樹木の葉フェノロジーに与える影響を明らかにするために、樹木群集を対象に冬芽から落葉までのフェノロジーのパターンを解析した。調査地は長野県木島平村カヤの平ブナ林で、ブナが圧倒的に優占する典型的な日本海型ブナ林の様相を示す林分である。フェノロジー調査は 1999 年 4 月下旬から 12 月上旬にかけて、当林分に設置した 100 m 四方の方形区内の直径 5cm 以上の生存樹木全て(全 19 樹種, 550 本)について行った。葉群の観測は約 1-4 週間隔で樹幹ごとに行い、各観測日には葉のステージ(冬芽から落葉までを 7 段階に区分)と、最も早いステージにある葉の樹冠あたりの割合(4 段階に区分)を記載した。

ブナは 4 月下旬の残雪期、高木の個体群(樹高 18 m 以上)が開葉し、続いて亜高木(樹高 5-18 m)が開葉した後、低木(樹高 5 m 未満)が 5 月上旬にかけ消雪に伴って開葉し始めた。結局、ブナの低木全てが完全に開葉したのは高木全てが完全開葉した約 10 日後の 6 月中旬であった。ブナの紅葉(黄葉)も低木より高木の方がやや早く、それは 9 月下旬に始まった。しかし落葉期は階層間で顕著な差異はなかった。一方、本数でブナに次いで優占していたテツカエデやハウチワカエデについてみると、開葉の季節パターンはブナと類似していたが、紅葉および落葉時期はブナよりも概して早かった。

以上から多雪地ブナ林では、下層木の開葉が残雪の影響で高木よりも遅れ、さらに樹木群集全てが完全に開葉を完了するまでには約 2ヶ月間を要することがわかった。また、ブナの着葉期間は他樹種よりも平均して長かったが、これはブナが多雪環境下でも効率よく生育できるような光合成期間を有していることを示唆している。したがって、こうしたフェノロジーのパターンもまた多雪地特有の純林状のブナ林の更新維持に重要な役割を果たしていると考えられた。

## P1-107

12:30-14:30

## アオダモ局所個体群の性比と種子の性質

°半田 孝俊<sup>1</sup><sup>1</sup>林木育種センター 北海道育種場

2002 年は北海道内では各地でアオダモが同調して豊作年となったように観察され、林木育種センター北海道育種場構内(北海道江別市文教台緑町)でもサイズが極端に小さい個体を除いてほぼ全個体が開花した。調査地は大きな沢と平坦地の針葉樹人工林に挟まれた帯状の斜面で、花粉の交流は流域毎に行われているのが大部分と想定されたので、小さな流域毎に A から H の 9 局所個体群に分けて行った。雌雄の調査は 5 月に、秋に配置図により、雌孤立個体、雌雄隣接個体、林縁個体、樹冠下個体など環境を考慮して 21 個体から枝を切り落として果実を採取し、25 粒を抽出し、軟 X 線装置を使用して種子の内部形態を調べた。

結果: 雄 123, 雌 196 株が確認できた。雌の平均胸高直径は 11.9 cm, 樹高 8.2 m, 雄の平均胸高直径 12.2 cm, 樹高 8.1 m であり、分散分析の結果では差がなかったが、頻度分布図では雄の胸高直径のピークが雌より 3 cm 大きいところにあった。性比が 1:1 と仮定した場合のカイ二乗検定結果では、集団全体と E, F 局所個体群が棄却され、雄の比率が雌より多いことが確かめられた。調査個体数が少ない H, I 以外について検討すると、A, B, C, G は雄が多く、D だけが雌が多かったが、いずれも有意ではなかった。個体サイズは B, C, D がほかよりも小さかった。また F では雌サイズの平均が雄サイズよりも小さかったが統計的には有意でなかった。種子の充実率は 76 から 100% で、調査地ではサイズの小さい個体を除いて全ての個体が同調して開花したことにより、雄雌個体が隣接していなくても、孤立していても周囲から花粉が飛散、もしくは訪花昆虫により交流は広範囲におこなわれていると予想された。また種子に幼虫の入っていたもの、穴があき幼根部分が被害を受けているものも観察された。

## P1-109

12:30-14:30

## トチバニンジン(ウコギ科)における繁殖特性の集団間比較

°岡崎 純子<sup>1</sup>, 和多田 悦子<sup>1</sup><sup>1</sup>大阪教育大学教員養成課程

植物の生活史での各生育ステージは個体群での繁殖と密接に関わっている。生育ステージの移行は、繁殖での性資源配分に大きく関与する一方で、生育環境に影響されていることが知られている。両性花植物における性機能の揺らぎや性機能調節の実態を理解していくためには、生活史の生育ステージでの性資源配分の違いを明らかにし、その地域特性を考慮しながら、各生育ステージでの繁殖成功を制限する要因を結びつけて解析を行っていく必要がある。本研究で扱うトチバニンジンはウコギ科の林床性多年生草本で、花は両性花であるが、結実率の異なる 5 タイプの花をつける。開花ステージには主軸の花序のみをつける T-stage と主軸と側枝に花序をつける L-stage の 2 ステージがある。本研究では、トチバニンジンの繁殖特性特に資源配分に注目し、その地域特性を明らかにするため、生育ステージの移行と資源投資量の指標であるサイズと種子生産の関係を、能勢(大阪府)・美山(京都府)・上市(富山県)の 3 集団で比較した。また、能勢集団を用い除花・強制授粉実験を行い、種子生産の制限に資源制限と花粉制限のいずれが各生育ステージで関与しているのか調べた。その結果、次のことが明らかになった。1) 各集団におけるサイズ分布は異なり、特に上市集団の開花ステージへの移行が、能勢・美山集団よりも著しく大きいサイズで行われていた。2) トチバニンジンの資源投資は、生育ステージによって異なることが明らかになった。能勢集団で、T-stage は、サイズの増加に対して花数を変化させず、花型をトレードオフさせることにより結実率を上昇させていた。L-stage では、主軸の花序と側枝の花序で異なるサイズとの反応を示し、その両者の組み合わせで個体レベルの種子生産性を高めていた。他の 2 集団では、各生育ステージの反応は多少異なっていた。3) トチバニンジンの種子生産を制限する要因には、花粉制限ではなく資源制限が関与していることが明らかとなった。どの生育ステージにおいても、花数の人工的減少に対し、残りの花のタイプの割合を変化させず、結実率を上昇させることで種子生産の不足を補っていることが判明した。

## P1-110

12:30-14:30

## アオモリトドマツの球果生産が当年枝伸長量に及ぼす影響について

○関剛<sup>1</sup><sup>1</sup>独立行政法人森林総合研究所東北支所

木本植物では有性繁殖を2、3年から数年に一度行う種がある。このような種においては、繁殖器官と栄養成長に光合成産物を同時に分配する結果、有性繁殖している年の当年枝への光合成産物の分配量が繁殖していない年より低い可能性がある。一方、同じ個体においては、元々の当年枝のサイズが部位ごとに異なる。このため、有性繁殖が当年枝成長量に及ぼす影響は、樹冠における当年枝の位置によって異なるかもしれない。

アオモリトドマツは2～数年に一度球果を生産する。円錐形の樹冠を形成し、ターミナルリーダーと一次枝(幹から直接出る枝)の主軸が明瞭である。本研究では、(1)球果の成長と当年枝の伸長の生物季節を確認し、(2)樹冠上部の球果数が当年枝の伸長量に及ぼす影響について、痕跡による経年変動データをもとに解析した。

当年枝の伸長と球果の成長の生物季節については、岩手山付近で観察した。

経年変動の調査は八甲田山の亜高山帯下部で行った。対象とした当年枝はターミナルリーダーと一次枝の主軸である。なお、幹から直接伸長した当年枝(枝階1)は幹に埋没するため解析対象から除き、幹から出現後1年(枝階2)から5年(枝階6)経った一次枝先端の当年枝を対象にした。経年変動の解析は1975年から1990年を対象にした。

生物季節において、当年枝の伸長は常に球果の成長以降に開始していた。

当年枝長は、ターミナルリーダー、枝階2の主軸、枝階3～6の主軸の順で長かった。球果数と当年枝長の関係では、ターミナルリーダーと枝階2の当年枝のみにおいて有意な負の相関が検出された。一方、球果数と当年伸長/前年伸長比の関係では、どの部位においても有意な負の相関が検出されたが、ターミナルリーダーや枝階2の当年枝で顕著だった。

球果生産は、ターミナルリーダーや先端付近の当年枝など、サイズの大きい当年枝の伸長に影響を及ぼしやすいことが示唆された。

## P1-111

12:30-14:30

## 奥日光ミズナラ天然林における稚樹と堅果の推定花粉親の比較

○伊部 貴行<sup>1</sup>、生方 正俊<sup>2</sup>、河原 輝彦<sup>3</sup><sup>1</sup>東京農業大学院、<sup>2</sup>林木育種センター、<sup>3</sup>東京農業大学

天然林内でのミズナラの繁殖特性を明らかにするために、林内に分布する稚樹と採取した堅果から得られた苗を対象にDNAのマイクロサテライト(SSR)マーカーを用いて、雌性親と花粉親の推定を行った。

調査は、日光国立公園内、西ノ湖湖畔のミズナラを主体とした天然林内で行った。この天然林内に250 m × 150 mの調査区を設定し、調査区のほぼ中央に位置する林冠木を中心にして20 m × 20 mのサブプロットを設定した。調査区内の全ミズナラ林冠木(85個体)サブプロット内の中央部に生育する稚樹(122個体)および2年前にサブプロット内の中央部から採取した堅果を播種し、温室内で養育している稚樹(360個体)について成葉を採取し、全DNAを抽出した。5種類のSSRプライマーを用いてDNAを増幅し、シーケンサー(ABI社製PRISM3100Genetic Analyzer)と付属ソフト genotyper を用いて遺伝子型を決定した。

遺伝子型から稚樹の両親の推定を行ったところ、両親候補とも調査区に存在するグループ、片親候補のみが存在するグループおよび両親候補とも存在しないグループに分けられた。天然林内の稚樹も温室内の稚樹も、ほとんどが調査区内に片親候補のみが存在するグループだった。花粉と堅果の分散のしやすさを考慮すると、調査区内に存在しない親候補は花粉親の可能性が高いと考えられる。調査区外から飛来した花粉が、当調査地内のミズナラの次世代の生産に大きく関与していることが示唆された。また、各グループ間で稚樹の苗高に有意差は認められなかった。

## P1-112

12:30-14:30

## 個体識別法によるメダカの生態調査—移動と成長の個体変異—

○佐原 雄二<sup>1</sup>、富樫 望<sup>1</sup>、國分 純平<sup>1</sup>、東 信行<sup>1</sup><sup>1</sup>筑前大学農学生命科学部生物生産科

## 本研究の目的

メダカ *Oryzias latipes* の主要な生息地である水田地帯は、水路が複雑に連絡している上、季節的な変動も大きい。このような環境の中で、メダカがどのような生活を送っているのかを、個体ごとに異なるマークを施して識別し、再捕獲によって移動や成長を追うことによって、個体レベルで明らかにすることを試みた。

## 調査場所と方法

青森市の水田地帯にある水路からメダカを採集して、蛍光エラストマーを用いて個体ごとに異なるマークを施した。370個体を5月に現地に放流し、以後8月まではほぼ毎週、6ヶ月以上にわたって再捕獲を行って個体ごとの移動や成長を調べた。

## 結果

## 移動の個体変異

370個体のうち、少なくとも1回は再捕獲されたものは175個体であった。そのうち、4回以上再捕獲された15個体について検討したところ、「水路から別の水路へ頻りに移動する個体」と「あまり移動しない個体」とに分けることができた。この違いはオス・メスに関連しておらず、むしろ放流時の体サイズに関係がある。「頻りに移動する個体」は放流時の体サイズが小さく、「あまり移動しない個体」は放流時の体サイズが大きい傾向があった。

## 成長と寿命の個体変異

放流時の体サイズが小さな個体は、その後の成長が、とくに5月・6月に速いが、放流時のサイズが大きな個体は成長が遅い。8月以降まで生残が確認された個体は、オスの場合には放流時の体サイズが小さな個体が多かったのに対して、メスの場合には逆に、8月以降まで生残の確認された個体は、放流時の体サイズの大きな個体が多かった。

## P1-113

12:30-14:30

## 種子のギャップ検出機構はそれらの適応度に常に貢献し得たのか?

○本田 裕紀郎<sup>1</sup>、伊藤 浩二<sup>1</sup>、加藤 和弘<sup>1</sup>、倉本 宣<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>明治大学農学部

種子のギャップ検出機構は、実生の定着に適さないマイクロサイトでの無駄な発芽を抑制し埋土種子集団として土壌中での永続性を獲得するための機構であり、発芽に好適なタイミングの検知に導く。そのため、この機構は種子植物の適応度を高めることに貢献すると考えられているものの、ギャップとの結び付きの強い植物でさえもこの機構をもたないという現象も見られる。そこで、ギャップ検出機構をもつ植物(あるいはもたない植物)が他種植物と種間競争をしながら生育する状況を模した単純なモデルを想定し、ギャップ検出機構をもたないことが最適戦略となるような条件を検出することにより、ギャップ検出機構をもつことの生態学的意義を再検証するためのコンピューター・シミュレーションを試行した。その結果、ギャップ検出機構を獲得することは必ずしも適応度を高めることではなく、攪乱頻度や定着に不適な条件の発生頻度が高まるほど、ギャップ検出機構を獲得せずに確率的な埋土種子集団を形成することが最適戦略となる頻度が上昇する。種子の永続性そのものを獲得することは、攪乱などの予想不能な事態に対する適応の結果であり、攪乱頻度が高かったり定着に不適な環境であったりするほど獲得されるものであるものの、その永続性に対するギャップ検出機構への依存度は小さくなり、休止などによる他の機構への依存性が相対的に強くなる。そのため、ギャップ検出機構を獲得することの実際の選択性は、種子の永続性とそれに対するギャップ検出機構への依存性の相互作用により決定され、中程度の攪乱頻度のハビタットにおいてギャップ検出機構を獲得する選択圧が最も高まる。加えて、単純な永続性と同様にギャップ検出機構においても種子散布距離に対するトレードオフが存在するため、短距離散布しか行えない種においてギャップ検出機構はより重要な発芽戦略であり、そして種間競争に弱い場合はさらにその重要性は増す。

## P1-114

12:30-14:30

## 風散布植物センボンヤリの繁殖戦略 - 閉鎖花/開放花に由来する二型瘦果の役割 -

○名倉 京子<sup>1</sup>、湯本 貴和<sup>2</sup><sup>1</sup>京都大学生態学研究センター、<sup>2</sup>総合地球環境学研究所

本研究では、閉鎖花・開放花に由来する二型瘦果を付ける多年草の風散布植物センボンヤリ(キク科; *Leibnitzia anandria* (L.) Turcz.)を対象に、植物の繁殖システムと種子散布様式における、閉鎖花/開放花に由来する瘦果の二型の役割を明らかにすることを目的とし、センボンヤリの種子散布における Near and far dispersal model の妥当性を検討することで、集団の維持に閉鎖花由来種子と開放花由来種子がどのような条件でどの程度貢献しているかを調査した。六甲山および金剛山の各3集団を対象に行った。瘦果の二型性を示すために瘦果間の形態差の定量化と散布能力の比較、二型瘦果の集団の遺伝構造に対する影響を明らかにするために AFLP 解析を行った。

瘦果の散布に関わる形態である冠毛長や冠毛の外径を調べた結果、開放花由来瘦果よりも閉鎖花由来瘦果のほうが長かった。落下速度実験および野外での瘦果散布実験の結果、閉鎖花由来瘦果のほうが開放花由来瘦果よりも散布距離が長いことがわかった。また、集団内の遺伝構造は見られなかった。これは瘦果が広範囲に散布されているためだと考えられた。これらの結果からセンボンヤリは Near and far dispersal model とまったく逆の現象を示していた。

センボンヤリにおいて、自殖個体を遠くに散布し他殖個体を近くに散布することの意義として、兄弟間競争の回避が考えられた。

## P1-116

12:30-14:30

## ヨツボシモンシテムシの繁殖における雄の役割

○岸田 竜<sup>1</sup><sup>1</sup>佐賀大学 農学部

亜社会性昆虫のモンシテムシ類は両親で子の世話をする。しかし、雄の子の世話の意義については十分解明されていない。本研究の材料としたヨツボシモンシテムシでは、資源量が最適な場合は雌雄とも子の世話をする。一方資源量が少ない場合、資源処理は雌雄共同で行うが、その後の給餌は雌が単独で行うことがある。

雌が単独で給餌を行う理由として以下の4つの仮説が考えられる。

- (1) 資源量が少ない場合、雄の摂食行動は幼虫の餌不足をもたらす危険があるため、雌が雄を巣から追い出す。
- (2) 雄の摂食行動が幼虫の餌不足をもたらさないとしても、資源処理行動をあまり行わない雄を雌が巣から追い出す。
- (3) 雌の産卵数が少ない場合、投資に対する利益が小さいため、雄は給餌という投資を放棄し、巣から去る。
- (4) 投資に対する利益とは無関係に、資源量が少なく、幼虫数が少ない場合、雌単独給餌だけで幼虫の高い生存率が確保できるため、雄は給餌せずに巣から去る。

そこで、本研究では資源量が最適な条件下(資源量25g区)と不足する条件下(資源量10g区)で資源処理行動を測定し、仮説を検証した。雄の摂食量には資源量10g区の雌単独給餌、雌雄共同給餌および25g区の雌雄共同給餌の間で有意差はみられなかった。したがって仮説(1)は棄却された。資源量10g区では、雄の資源処理時間が雌単独給餌の方が雌雄共同給餌の場合より短かったが、雌の雄への攻撃頻度は雌単独給餌と雌雄共同給餌の間で有意差はみられなかった。また雄が巣に留まって給餌を行うか否かは、雄の意志決定(decision making)によることが判明した。したがって仮説(2)は棄却された。資源量10g区では、産卵数と幼虫の生存率には雌雄共同給餌と雌単独給餌の間で有意差はみられず、仮説(3)は棄却されたが、仮説(4)の可能性が示唆された。

## P1-115

12:30-14:30

エゾアカガエル (*Rana pirica*) の繁殖期の年変動○竹中 誠<sup>1</sup><sup>1</sup>北海道東海大学教育開発研究センター

エゾアカガエルの繁殖時期を1995年～2004年にかけて調査した。調査地点は2地点で、北海道札幌市の北海道東海大学敷地内の林地にある沢周辺および札幌市南部の丘陵地域に入った中ノ沢の砂防堤が形成する湿地である。大学林地における初産日は4月4日から4月16日のあいだで変化し、終産日は4月15日から5月3日であった。産卵期間は7～26日間であり、産卵期間が長かった年には大雨による水量増加や降雪による一時中断があった。大学林地では、調査開始の初期は水路や人工池に多数の産卵が見られたが、最多359卵塊(1996年)から減少して2004年にはひとつの水たまりで12卵塊の産卵がある程度となった。これは人工水路、人工池での生育が困難であったことが主な要因と考えられる。

中ノ沢では、1995～1997年と2002年については産卵数のみの調査となり、繁殖経過はそれ以外の6年のデータである。初産日は4月6日から4月17日、終産日は4月26日から5月4日で変化した。産卵期間は11～21日間となった。中ノ沢は、特に人為等の影響は見られなかったが、最多295卵塊(1995年)から減少傾向にあり、2004年は56卵塊の産卵が見られただけとなった。

エゾアカガエルは、昼間繁殖と夜間繁殖を行う。大学林地では初期の年度は昼間繁殖が主であったが、その後夜間繁殖のみになった。中ノ沢では、調査期間を通して昼間繁殖が主であり、その年の繁殖時期後期になると夜間繁殖が見られるようになる。繁殖時期は水温の上昇とともに開始する傾向が見られるが、夜間繁殖である大学林地の繁殖開始時期よりも昼間繁殖である中ノ沢の繁殖時期のほうが水温がやや低い。これは日照のもとで繁殖活動を活発に行う昼間の行動と関係すると考えられる。

## P1-117

12:30-14:30

## 雌雄同株から雌雄異株への進化条件

中山 新一朗<sup>1</sup>、○館野 正樹<sup>1</sup><sup>1</sup>東京大学大学院

種子植物の7割以上の種は雄機能(花粉 etc.)と雌機能(胚珠 etc.)をあわせ持つ両性個体であるが、雄個体・雌個体に分かれている雌雄異株や、雌個体と両性個体が共存する雌性両全異株、雄個体と両性個体が共存する雄性両全異株など、その繁殖様式はさまざまである。これには古くから多くの研究者が興味をもってきたが、その進化条件や過程についての統合的な理解は得られていない。これら繁殖様式の違いは雄機能・雌機能への資源分配様式の違いとみることができ、雄機能及び雌機能を通じて得られる適応度が投資量に対してそれぞれどのように変化するかによって資源の分配比が決定すると考えられている。この仮説に基づいてさまざまな考察がなされているが、現在までの研究は定性的なものにとどまっている。これは雌機能、または雄機能を通じて得られる適応度を計測するための手法が確立されておらず、定量的な議論をすることが非常に困難なためである。私は、定量的な議論が可能なモデルを考案し、それに基づいた考察を行った。このモデルではランダムに交配がおこることと、柱頭に付着した花粉同士が胚珠をめぐって確率的に競争することを仮定している。被子植物においては、数々の繁殖様式は両性から進化したと考えられているので、はじめに両性個体であるという条件のもとでESSを求めてみた。すると、ESSに達している両性個体集団には他のいかなる繁殖様式をとる個体も侵入し得ないことが示された。これにより、両性以外の繁殖様式をとる個体が侵入するためには、環境の変動が不可欠であることが示唆された。



P1-118

12:30-14:30

## 雑種タンポポは親よりも早く成長するか? -乾燥土壌耐性と資源分配の違い-

○保谷 彰彦<sup>1</sup>、芝池 博幸<sup>2</sup>、森田 龍義<sup>3</sup>、伊藤 元己<sup>1</sup><sup>1</sup>東京大学大学院広域システム科学、<sup>2</sup>農業環境技術研究所、<sup>3</sup>新潟大学教育人間科学部

2倍体在来種とセイヨウタンポポとの交雑から生じる雑種タンポポは、遺伝マーカーにより4倍体雑種と3倍体雑種、雄核単為生殖雑種の3タイプに分類が可能であり(2000年芝池ら)、さらに分布調査からセイヨウタンポポよりも雑種(特に4倍体雑種)の頻度が高かった。このような頻度の差が生じる原因のひとつとして、生活史初期の解析から種子発芽特性や実生期の高温耐性などの違いが示唆された(2003年保谷ら)。雑種頻度が増加するメカニズムを生活史の各段階ごとに比較することを目的として、本研究では実生期以降に着目し、幼植物体期の乾燥に対する耐性、発芽後約1年間の植物体の乾燥重量などに基づく成長量の比較を行った。

本葉が2から3枚展開した幼植物体を用いて、3段階の土壌水分条件下で生存率と個体の乾燥重量を測定した。その結果、いずれの条件下でも生存率に差はなかった。個体の乾燥重量については、すべての条件下で4倍体雑種が他のタイプに比べて重く、本葉展開後の成長量が大きいことが確認された。

発芽後1年間の約1ヶ月ごとの成長量を乾燥重量などに基づいて比較した結果、(1)根際直径は、どのタイプでも月ごとに大きくなった。花期以降を比較すると、(2)ロゼットサイズと葉数は、在来種以外は増加する傾向があり、また、(3)地上部の成長は4倍体雑種と雄核単為生殖雑種で大きく、地下部は在来種で大きくなる傾向があり、在来種とそれ以外のタイプでは、地上部と地下部の比率が異なっていた。

以上のことから、4倍体雑種はセイヨウタンポポに比べて、より乾燥した環境下でも本葉展開後の成長量が大きくなり、また花期以降も地上部が減少しないことから、光合成産物が夏の間に蓄積される可能性がある。これらの特性により、裸地などの都市的な環境下で4倍体雑種がセイヨウタンポポよりも頻度が高くなる可能性が示唆された。また花期以降の地上部・地下部の比率の違いと自生地との関係についても考察を行う。

P1-119

12:30-14:30

## ブナのマスティングはなぜおこるのか-受粉効率仮説と捕食者飽食仮説の検証-

○今 博計<sup>1</sup>、野田 隆史<sup>2</sup>、寺澤 和彦<sup>1</sup>、八坂 通泰<sup>1</sup>、小山 浩正<sup>3</sup><sup>1</sup>北海道立林業試験場、<sup>2</sup>北海道大学大学院水産科学研究科、<sup>3</sup>山形大学農学部

マスティングにおける受粉効率と散布前の捕食者飽食を検証するために、北海道西部の5つのブナ林における種子生産量(1990-2002年)のデータ解析を行った。ある年の充実種子率は、「開花量」「受粉率」「被食回避率」という関係と「開花比(当年の開花量/前年の開花量)」「被食回避率」という2つ関係によって導かれる、という仮説を立て、パス解析を行った。その結果、ブナの充実種子率は受粉効率と捕食者飽食の両方を含んだモデルによってもっともよく説明された。それに対して、受粉効率と捕食者飽食のどちらかだけのモデルでは充実種子率は説明できなかった。

次に、種子生産の変動が受粉効率と捕食者飽食を通じて、繁殖成功にどのように影響しているかを調べるために、Kelly&Sullivan(1997)によって開発されたシミュレーションモデルを使った。種子生産の変動係数(CV)の増加による捕食者飽食の変化率は、受粉効率の変化よりも大きかった。受粉効率の利益はわずかな増加にとどまったが、一方、捕食者飽食の利益はCV0.8を境に急激に増加し、現実のCV値(1.0)で頭打ちになった。その結果、充実種子率はCV0では6%であったがCV1.0では41%へと急激な増加を示した。したがって、ブナは捕食を減少させるために最適な種子生産の変動をとっていると思われた。加えて、CV1.0における相対的な利益は、受粉効率で10%、捕食者飽食で90%と大きく異なっていた。このことは、ブナのCVが種子捕食者の自然選択圧によって決まっていることを示していた。

P1-120

12:30-14:30

## マレーシア半島部における熱帯雨林構成樹種の種子・落葉試料を用いた個体レベルでのフェノロジー解析

○前田 桂子<sup>1</sup>、木村 勝彦<sup>1</sup>、佐々木 真奈美<sup>2</sup>、奥田 敬統<sup>3</sup>、新山 馨<sup>4</sup>、Ripin Azizi<sup>5</sup>、Kassim Abd. Rahman<sup>6</sup><sup>1</sup>福島大学大学院教育学研究科、<sup>2</sup>福島市、<sup>3</sup>国立環境研究所、<sup>4</sup>森林総合研究所、<sup>5</sup>FRIM

東南アジア島嶼部の熱帯雨林で起こる現象として、数年に一度の周期で多くの種と個体が同調して結実する“一斉開花現象”が知られており、一月に起こる低温が一斉開花を引き起こす要因として現在最も有力であると考えられている。では、このような明確なトリガーの無い非結実年において植物はどのようなリズムを持って活動し、一斉開花年まで推移しているのだろうか。

そこで本研究では、リタートラップを用いて捕らえた落下種子・落葉を用い、一斉開花年を含めた個体レベルでの落葉と結実フェノロジーを調査し、同一種内における個体間のフェノロジーの同調性を確認することを目的とした。

調査地はマレーシア半島部にあるセマンコック保護林とパソ保護林である。試料は環境庁の地球環境総合推進費の熱帯林プロジェクトの一部として両調査地に設定された2haプロットに設置されたリタートラップから1992-1997年に回収された葉・種子試料を用いた。解析に用いた種はパソ20種、セマンコック10種であり、それぞれの落葉量は総落下葉量の38.6%、21.4%を占めている。これらの種は調査期間内にリタートラップで種子が捕らえられた種を中心に選択した。

個体間の同調性を解析するために、母樹からリタートラップまでの距離とトラップが捕らえた落葉量から個体ごとの葉の落下範囲を推定した。そこから個体の落葉量の時間的変動を求め、結実個体間の同調性と非結実個体と結実個体での同調性に違いがあるのか、または非結実年から結実年にかけて個体間の同調性がどう変化していくのか等を解析していく。

P1-121

12:30-14:30

## 谷戸環境におけるトウキョウダルマガエルの成長とフェノロジーについて

○戸金 大<sup>1</sup>、倉本 宣<sup>2</sup>、福山 欣司<sup>3</sup><sup>1</sup>明治大学大学院農学研究科、<sup>2</sup>明治大学農学部、<sup>3</sup>慶応大学生物学教室

関東地方においてはトウキョウダルマガエル(*Rana porosa porosa*)はその分布域や個体数が徐々に減少してきているカエルであるといわれている。しかし、本種の保全生態学的なデータは不足しているため、基礎的なデータの収集が必要とされている。

本研究では東京都町田市にある2つの谷戸(神明谷戸、五反田谷戸)を調査地とし、トウキョウダルマガエル個体群における成長およびフェノロジー(生物季節)を明らかにすることを目的とした。

定期調査では、原則として毎週フィールドを調査し、ルートセンサス後、発見した個体全てを捕獲した。捕獲した個体の体長と体重を測定し、年齢査定を行うために左後肢の指1本を切り取り研究室へ持ち帰った。さらに再捕獲認識をするための写真(上、横向き)を撮った。

その結果、稲の耕作期とほぼ一致する4月中旬から10月下旬にかけてが本種の活動期であり、残りの期間は冬眠する可能性が高いと考えられた。また、成熟個体と未成熟個体とで出現時期にずれがあることが推測された。すなわち、成熟個体は未成熟個体よりも春先の出現が遅い傾向を示すにも関わらず、秋の早い段階で調査地から姿を消してしまった。一方、体長の測定結果から、この個体群での年間を通した平均体長は、オスで57.5mm(SD=6.75)、メス59.7mm(SD=9.81)であった。また、月別の体長ヒストグラムの分析結果から、冬眠後の1齢及び当歳個体はいずれも5mm/月程度成長していると考えられた。講演ではこれらの結果から本種の谷戸田におけるフェノロジーと成長について考察する。

## P1-122

12:30-14:30

## ヨツモンマメゾウムシにおける幼虫間競争と産卵分布の関係

○石田 健太郎<sup>1</sup>, 徳永 幸彦<sup>1</sup><sup>1</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科共生生物学専攻

ヨツモンマメゾウムシは世界中に広く分布する貯穀豆の害虫で、幼虫期に豆を寄主として利用している。幼虫間競争を引き起こす幼虫の干渉能力の強さと、産卵分布の均一度には地理的変異が報告されており (Messina and Mitchell 1989; Takano et al. 2001)、それぞれ干渉能力が強いものから弱いものまで連続的に存在している。両形質の関係を考えたとき、幼虫の生存率は幼虫密度に大きく影響を受けるので、雌親が卵をどのように分布させるかは、幼虫間の競争を避ける、あるいは競争の影響を弱めるという点で重要である。幼虫の干渉能力が強い場合には、産卵分布の均一度が低いと羽化成虫数が減る。一方、干渉能力が弱い場合には均一度に関わらず比較的多くの成虫が羽化できる。これらのことから、次の仮説が導かれる。幼虫の干渉能力が強いと、産卵分布を均一にするような強い選択圧がかかると考えられる。反対に幼虫の干渉能力が弱いと、産卵分布の均一度への選択圧も弱く、他の選択圧や遺伝的浮動の効果が相対的に強くなり、産卵分布の均一度に関する形質は動きやすくなると考えられる。以上の仮説から、幼虫の干渉能力が強く、産卵分布の均一度が低い地理的系統はいないと予測される。

幼虫の干渉能力の強さと、産卵分布の均一度を定量的に測定したところ、両形質には特徴的な関係がみられた。幼虫の干渉能力が強い系統では、産卵分布の均一度が高く、干渉能力が弱い系統では、均一度はばらつくという傾向を示した。この結果は仮説を支持しており、強い幼虫の干渉能力により、高い産卵分布の均一度が維持されていると考えられる。さらに産卵数や体サイズなどの適応度に直接関わる形質と産卵分布、競争様式の関係について議論する。

## P1-124

12:30-14:30

## 雪田植物チングルマにおいて、雪解け時期の違いが個体サイズに依存した繁殖への資源分配に与える影響

○辻沢 央<sup>1</sup>, 酒井 聡樹<sup>1</sup><sup>1</sup>東北大学・院・生命科学

消雪時期の違いに依存した、繁殖への資源分配戦略の個体サイズ依存性の違いを明らかにするために、雪田に生育するチングルマ (*Sieversia pentapetala*) を用いて、消雪時期が異なるサイトごとに、繁殖器官への資源分配量と個体サイズ (個体が持つ資源量) との相関関係を調べた。

花への資源分配量のサイズ依存性は、消雪時期が早いサイトではみられなかったが、遅いサイトではみられた。この傾向は調査年度によらず一定であった。花の各器官への資源分配量を個別にみると、雄蕊群への資源分配量のサイズ依存性は、消雪時期が早いサイトではみられなかったが、遅いサイトではみられた。この傾向は調査年度によらず一定であった。雄蕊群への資源分配戦略は、消雪時期の違いによって生じるポリネーター環境の変化の影響を受けていると考えられる。その一方で、雌蕊群への資源分配量のサイズ依存性には、年変動がみられた。雌蕊群への資源投資戦略は、年によって大きく変動するなんらかの環境要因の影響を受けていることを示している。花弁への資源分配量は、すべてのサイトにおいて個体サイズによらず一定であった。繁殖成功に関しては、種子の大きさはすべてのサイトで、個体サイズによらず一定であった。種子の数のサイズ依存性は、年度によって異なるパターンを示した。

以上の結果より、消雪時期の違いによって生じる繁殖成功の違いは、繁殖への資源分配戦略の個体サイズ依存性のパターンに影響を与えていないことが示唆される。

## P1-123

12:30-14:30

## タチスズシロソウの低温処理による開花反応性の集団間変異

○杉阪 次郎<sup>1</sup>, 工藤 洋<sup>1</sup><sup>1</sup>神戸大院

シロイヌナズナ属のタチスズシロソウは西日本の湖岸・海岸の砂地に集団を形成することが知られている。この植物は、形態的類似性と分布パターンから、山地に生育する多年生のミヤマハタザオより派生的に進化してきたと推察される。しかし、その生育地では、夏期の地温が植物体の成長/生存が不可能なほど高くなるため、一年生の生活史を示すと予想した。本研究では、フェノロジー調査によって、タチスズシロソウ集団のうちほとんどの個体が一年草としての生活史を示すことを明らかにするとともに、発芽と開花結実の時期を特定した。個体の死亡が実生、小型のロゼットである秋の時期におこり、越冬中は少なかったことから定着時の生存が重要であることが分かった。一年生なら種子繁殖が確実に行われなければならないため、繁殖様式について実験的に調べた結果、自家和合性であることが明らかになった。集団によっては小型昆虫による頻繁な訪花が観察されたが、訪花の少ない集団でも自動自家受粉によって種子繁殖が保証されていることを明らかにした。アブラナ科の開花タイミングは日長と冬季の低温感受により支配される。一年草において、繁殖成長への移行タイミングは繁殖成功率に直接影響を与えるため、集団間で適応的分化が見られる可能性が高い。そこで複数集団からの種子を用いて栽培実験を行った。その結果、各集団とも低温処理により開花が早まったが、琵琶湖北側 2 集団と琵琶湖南側と伊勢湾岸集団とで処理後 120 日経過しても開花に至らない個体の割合が異なることが分かった。こういった集団分化の要因を特定するのが今後の課題である。

## P1-125

12:30-14:30

## 寄主の活性に着目した寄生蜂の性比調節に関する研究

○中村 智<sup>1</sup>, 徳永 幸彦<sup>1</sup><sup>1</sup>筑波大学生命環境科学研究科生命共存科学専攻

寄生蜂の性決定様式は半数倍数性であり、雌は腹部に精子をためておくことができる貯精嚢をもっている。そのため、寄生蜂の雌は貯精嚢にためてある精子を卵に受精させるかどうかで性比を調節することができる。また、寄主の体重とその寄主から出てきた寄生蜂の体重との間には正の相関が見られる。寄生蜂は体重を重くすることで繁殖成功率を高くすることができ、さらに雄に比べて雌の方が体重を重くすることで得られる繁殖成功率は高くなる。したがって、寄生蜂がより体重の重い寄主に雌を産卵するよう性比を調節できることには大きな意義がある。実際に寄主の体重に伴う寄生蜂の性比調節は広く知られている。

本研究室で飼育している寄生蜂はマメゾウムシを寄主としている。この寄生蜂は豆の中にいるマメゾウムシの幼虫を寄生の対象としている。このような場合、寄生蜂が寄主の体重を直接感知して性比を調節することが困難であると考えられる。そこで、この寄生蜂が豆の外部から寄主の体重を推定できるような情報が必要になってくる。

本研究では寄主の活性 (寄主が豆を摂食するとき生じる音に頻度) に着目し、日数に伴う寄主幼虫の体重の変化と活性の変化を比較した。結果から、寄主の体重、活性はともに大きく増加する期間を示し、またその期間 (12 日目から 13 日目) は一致していることがわかった。このことから、活性は寄生蜂が寄主幼虫の体重を知るための情報として可能性があると考えられる。また、寄主の活性において、12 日目と 13 日目の幼虫間のみ変化が見られたことから、寄生蜂はこの変化を閾値として利用し、性比を変換しているのではないかとすることも考えられる。

P1-126c

12:30-14:30

## アイナメ属 3 種の繁殖場所選択と交雑との関係

○木村 幹子<sup>1</sup>、宗原 弘幸<sup>2</sup><sup>1</sup>北海道大学大学院水産科学研究科、<sup>2</sup>北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

北海道南部は、温帯性のクジメ *Hexagrammos agrammus* とアイナメ *H. otakii*、および亜寒帯性種のスジアイナメ *H. octogrammus* が同所的に生息する世界でも珍しい海域である。クジメとスジアイナメはともに浅場の藻場で繁殖するため、両種の分布が重なる海域ではしばしば雑種が報告されてきた。これに対してアイナメはクジメやスジアイナメよりも深場に生息するため、繁殖場所が隔離し交雑は回避されていると考えられてきた。しかし近年、北海道南部太平洋岸の白尻沿岸でアイナメと他の 2 種との交雑が確認された。このことはこれまでアイナメと他の 2 種との間で働いていると考えられていた繁殖場所の違いによる交配前隔離機構が、この海域では十分に機能していないことを示している。そこで本研究では、同所的な生息海域におけるアイナメ属 3 種の繁殖場所の分布に関する基礎的知見を得ることを目的として、白尻沿岸における 3 種の繁殖場所の分布と産卵基質を調査した。

その結果、クジメとスジアイナメは丈が長く葉状部が枝状を呈し岩上に密生する小型藻類を、アイナメは丈が短く凹凸があり平面的に広がるコケムシ類や網などを産卵基質として利用していた。すなわちアイナメは他の 2 種と産卵基質の嗜好性が異なることが明らかとなった。3 種のなわばり形成場所は産卵基質の分布に対応しており、クジメやスジアイナメは小型藻類が繁茂する浅場の岩棚部分で、アイナメはコケムシ類の付着する深場の魚礁のほか、漁港外縁にある消波ブロック帯の海底に沈む根固め用の石を入れた網袋の結び目などで見られた。また消波ブロック帯は急峻な斜面を形成するため上部には小型藻類が繁茂し、クジメやスジアイナメのなわばりも見られた。このように消波ブロック帯の複雑な地形が性質の異なる産卵基質が混在する環境を作り出し、アイナメ属の交配前隔離機構を攪乱している可能性が示唆された。

P1-128c

12:30-14:30

## エゾシカにおける対照的な 2 個体群の餌資源比較

○上野 真由美<sup>1</sup>、高橋 裕史<sup>2</sup>、西村 千穂<sup>1</sup>、梶 光<sup>3</sup>、齋藤 隆<sup>2</sup><sup>1</sup>北海道大学大学院農学研究科、<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>北海道環境科学研究センター

本研究は、糞の窒素（糞中窒素）がエゾシカの餌の質の指標として有効なのかについて、異なる個体群動態を示す 2 個体群を対象に検討した。まず、個体群の栄養状態の評価として体サイズを比較した。次に、(1) 食性 (2) 餌資源 (第 1 胃内容物) の窒素 (3) 糞中窒素 (4) 胃内容物の窒素と糞中窒素の関係を分析し、個体群間比較を行った。対象個体群は、個体数が増加途上にある西興部村と、個体数がすでに飽和状態に達している洞爺湖中島である。結果、西興部は中島よりも体サイズが有意に大きかった。次に (1) 西興部では牧草に依存し、洞爺湖中島では落葉に依存していた。(2) 胃内容物において、西興部は中島よりも高い窒素値を示した。また、個体群間の窒素値の差は春に大きく、夏と秋は春よりも差が小さかった。(3) 糞中窒素の結果は、胃内容物の結果と必ずしも一致せず、春は胃内容物の窒素値の優劣と同じであったが、夏は胃内容物の窒素値と逆の優劣結果を示した。(4) 共分散分析より、胃内容物の窒素に対する糞中窒素の値は、中島が西興部よりも相対的に高いことが明らかになった。つまり同じ窒素値の餌を食べた際に、中島は西興部よりも高い窒素値の糞を出すことが示された。春は西興部の餌の窒素値は中島に比べてはるかに高いため、糞中窒素も付随して高く、比較の優劣は変わらなかったが、夏は個体群間で餌の窒素値に有意な差がありながらもその差が縮まるため、個体群ごとで胃内容物の窒素と糞中窒素の関係性が異なることにより、中島が西興部よりも高い糞中窒素値を示したと考えられる。胃内容物の窒素と糞中窒素の関係は消化率を反映すると考えられることから、西興部は中島に比べて消化率の高い餌資源を利用していると示唆される。以上のことより、糞中窒素は、個体群間で餌の質を評価する上では、指標として適切ではないことが明らかになった。

P1-127c

12:30-14:30

## メスは精子制限のリスクに反応した配偶者選択をできるのか？

○佐藤 琢<sup>1</sup>、五嶋 聖治<sup>1</sup><sup>1</sup>北大院・水産

オス間競争において優位なオスは質的に優れており、メスはそのようなオスを配偶者として好むと考えられる。多くの研究では、そのような優位オスと交尾をすることにより、メスは適応度を上げると想定されている。しかし、優位オスとの交尾が必ずしもメスに利益をもたらすわけではない。多くの交尾機会を得ることができる優位オスほど、保有精子量を枯渇させていることがある。そのため、優位オスと交尾をしたメスは不十分な精子量しか受け取ることができず、精子制限に陥る可能性がある。メスにとって精子制限は避けるべきものである。しかし、メスの精子制限のリスクに対する反応の研究はほとんどなく、メスが精子制限のリスクに反応するメカニズムについてはほとんどわかっていない。

そこで本研究では、イボトゲガニ *Haplogaster dentata* を用いて、メスの配偶者嗜好性パターンとそのメカニズム、また精子制限のリスクに反応した配偶者選択の有無について調べた。まず、体サイズの大きなオス、小さなオスを同時にメスに与え、メスはどちらのオスを選ぶか？ また、メスはそのような cue によってオスを選択しているのか？ について調べた。次に、交尾を重ね、交尾あたりの射精量の低下したオスと、まだ交尾をしておらず十分な精子を持っているオスを同時にメスに与え、メスがどちらのオスを選ぶかを調べることで、メスが精子制限のリスクに反応した配偶者選択を示すかどうかについて調べた。その結果、メスは体サイズの大きなオスを好み、そのメカニズムはオス由来の化学物質によることが示された。そして、メスは精子の枯渇したオスを避け、十分に精子を持っているオスを選んだ。以上の結果から、メスはオス由来の化学物質を基に精子制限のリスクを回避できることが示された。これはこの種において、メスにとって精子制限は重要な圧力のひとつであることを示していると考えられる。

P1-129c

12:30-14:30

## 亜熱帯性昆虫オオタバコガの温帯への適応と休眠特性

○清水 健<sup>1</sup>、藤崎 憲治<sup>1</sup><sup>1</sup>京大院・農・昆虫生態

## 亜熱帯性昆虫オオタバコガの温帯への適応と休眠特性

清水 健・藤崎憲治（京大院・農・昆虫生態）

近年日本の農業現場で問題となっているヤガ科広食性害虫のオオタバコガ *Helicoverpa armigera* は、世界各地の被害分布から亜熱帯性の種であるとして一般に認識されていた。その休眠特性に関して温帯性近縁種タバコガ *H. assulta* との間に顕著な相違が見られたことから本種は温帯日本の気候には十分に適応していないものと考えられてきた。温帯や亜熱帯で採集されるオオタバコガは、タバコガと同様に休眠機構を備えてはいるのであるが、たとえ短日であっても高温条件下では休眠が誘導されず、発育期間中の長期にわたる低温刺激が休眠誘導の必須条件であった。一方で、本種が温帯野外で休眠を誘導する秋季に訪れる急速な気温低下は、この時期に幼虫が休眠ステージ（蛹）までの発育を完了する際に致命的であるのだ。

しかし温帯でも、初秋の極めて短い時期には本種の休眠誘導に適した穏やかな低温が短日条件に伴ってタイミング良く訪れる。運良くこの時期に休眠に入った個体は越冬し翌春まで生存することが確認された。さらに、この時期を予測して休眠を誘導するために有効であると考えられる短日化と低温化を感じる機構において、亜熱帯個体群と温帯個体群との間に明確な変異が確認された。温帯個体群では、秋の温度低下が比較的緩やかであると考えられる亜熱帯個体群よりも、変温変日長シグナルにより強く反応したのである。

この変異は、従来まで地理的傾向の指標とされてきた臨界日長における個体群間変異よりも顕著であった。この結果は本種の地域適応とは無関係なのだろうか。亜熱帯性害虫が温帯へ分布拡大する可能性と、地球温暖化がそれに及ぼす影響について考察する。



## P1-130c

12:30-14:30

絶滅危惧植物ユキモチソウ (*Arisaema sikokianum*, サトイモ科) における性表現と個体サイズ, 成長様式および個葉光合成との関係: 圃場での被陰実験から

浦川 裕香<sup>1</sup>, 小林 剛<sup>1</sup>, 深井 誠一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>香川大学農学部

植物は, 光合成で獲得したエネルギーを成長・繁殖・貯蔵のいずれかに振り分けるか, 常にジレンマに遭遇している。林床に生育する草本は, 弱光下で強いられる低生産性の下でも成長を維持し, なおかつ繁殖を行わなければならない。ユキモチソウ (*Arisaema sikokianum* Franch. et Savat., サトイモ科) は四国と本州の一部にのみ分布する夏緑性の多年生草本で, 園芸採取や里山の管理放棄などにより絶滅危惧種となっている。本種は体サイズの増加に応じて可変的に無花二重左右矢印雄二重左右矢印雌と性表現を変える「時間的な雌雄異株植物」であるが, 同一の体サイズであっても異なる性表現を示すことがあり, この定義は必ずしも明確ではない。しかし, 本種の成長と性表現との相互関係と, それらに対する光強度の影響に関する生理生態学的な知見は極めて少ない。本研究では, 林床を模した異なる光条件下 (相対光量子密度 28%, 14%, 4%) でユキモチソウを栽培し, 以下の点を検討した。光強度の変化にともなう, 1) 地上部形態・光合成機能の可塑性と個体サイズ・性表現との相互関係, 2) 貯蔵器官である球茎の成長速度を指標とした前シーズンの生産性と今シーズンの性表現との関係。

光強度の減少にともない, 本種の葉面積成長は長期化し, 葉柄が長くなる傾向にあった。遮光による成長抑制は有花個体よりも無花個体で顕著だったが, 成長速度は光強度の影響を受けにくかった。雌個体では, 体サイズが大きいほど繁殖器官に多くのバイオマスを投資していた。一方, 雄個体では繁殖器官への投資を抑制して貯蔵器官への分配を維持しており, 次年への成長と開花・結実に備えていると考えられた。小葉の光μ光合成特性は遮光の影響をほとんど受けなかった。一方, 日中の小葉の光化学系 II の光利用効率 ( $F_v/F_m$ ) は相対光量子密度 14%から 28%の下で有意に低下していた。

## P1-132c

12:30-14:30

木本植物の生育段階の指標変数としての RGR の有効性

藤木 大介<sup>1</sup>, 菊沢 喜八郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科森林生物学研究室

木本植物の幹の生育段階の指標として相対成長速度 (RGR) の逆数を対数化した LRR (the logarithmic reciprocal RGR) を使うことを提案する。最初に我々は, 生育段階の指標変数としての必要十分条件を以下のよう

に仮定した。1) 変数は個体発生直後にある極値をとり, 枯死直前に別の極値をとる。2) 異なる個体間で変数の変動幅に差はない。この条件に基づき, LRR, 年齢, サイズの3変数の中で, どの変数がもっとも上記条件を満たすかを調査した。

林床低木のクロモジ (*Lindera umbellata*) の自然枯死地上幹を対象に樹幹解析を行い, 幹の寿命, LRR と幹材積量の生存期間を通した変化を明らかにした。その結果, 以下の点が明らかになった, 1) 全ての枯死地上幹において3変数ともにその最小年齢において最小値をとり, 最終年齢に最大値をとること。2) 各変数の変動幅の幹間変異は, LRR で最も小さいこと。以上より, 生育段階の指標変数としての必要十分条件は, 3変数の中で LRR がもっとも満たしていることが明らかになった。

次に, 野外に生育する生け立地上幹を対象に, その LRR, 幹材積, 幹年齢, 樹冠上の当年生枝の年間加入率と死亡率, 繁殖努力 (単位材積成長量当たりの年間花序生産量) を調査した。得られたデータを用いて, 当年生枝の年間加入率と死亡率, 繁殖努力をそれぞれ従属変数とし, LRR, 幹材積, 年齢を独立変数として回帰した。その結果, それぞれの従属変数において LRR を独立変数として回帰した場合に最も高い決定係数が得られた。このことは, 樹木個体レベルにおいて, 生育段階に依存して変化するパラメータは, LRR を用いることでこれまでより高い精度で予測できることを示唆していた。

## P1-131c

12:30-14:30

コバネナガカカメムシの個体群間でみられる生活史形質の変異について -ヨシ・ツルヨシ群落における生息環境の違いに関連して

嘉田 修平<sup>1</sup>, 藤崎 憲治<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京大大学院・農・昆虫生態

コバネナガカカメムシは, イネ科のヨシとツルヨシを主な寄主植物とする吸汁性昆虫である。同一個体群中に飛翔可能な長翅型と不可能な短翅型を出現させる翅二型性を示す。またヨシ群落は湖沼環境で見られるのに対し, ツルヨシ群落は河川環境で見られる。河川環境下のツルヨシ個体群は頻りに洪水にさらされるのに対して, ヨシ個体群は安定している。そして洪水による攪乱が選択圧となり, それらの間で分散型出現頻度がツルヨシ個体群の方で高くなっているのではないかと考えられた。まず室内飼育によってコバネのツルヨシ個体群, ヨシ個体群由来の孵化幼虫を育て, それらの間での長翅出現に関する違いがないかをみた。成虫の長翅率はツルヨシ個体群由来の場合に比較して, ヨシ個体群由来の方で低く, 長翅発現性に関して遺伝的な違いがあることが示唆された。次に野外調査によりツルヨシ群落, ヨシ群落でみられるコバネの長翅率を調べた。しかし, 野外で見られた個体群密度が低かったこともあり, 一定の傾向は検出できなかった。

また, コバネの発生消長を両群落において比較した。その結果, ツルヨシ個体群では年1化であるのに対して, ヨシ個体群では年2化する年があることが分かった。これらのことも含めて, 両個体群における生活史戦略の違いについて考察する。

## P1-133c

12:30-14:30

メダカの脊椎骨数の緯度間変異に与える遺伝と水温の影響について

西田 健志<sup>1</sup>, 山平 寿智<sup>1</sup>

<sup>1</sup>新潟大学大学院自然科学研究科

魚類の脊椎骨数は種間あるいは集団間で地理的に変異し, 一般に高緯度に生息する魚ほど脊椎骨が多い傾向にある (= Jordan の法則)。しかし, その生態的・進化的要因は解明されていない。これは, 脊椎骨数の緯度間変異に与える遺伝および発生水温の影響, ならびに両者の相互作用や共分散に関する知見が少ないことによると考えられる。メダカ *Oryzias latipes* をモデルシステムとして, 緯度の異なる野生集団間で脊椎骨数を比較した結果, 高緯度集団ほど脊椎骨が多く, 本種に Jordan の法則が適合することが示された。さらに, この脊椎骨数の緯度間変異は, 尾椎骨数ではなく腹椎骨数の変異によるものであることもわかった。また, 共通環境実験の結果, どの水温環境で発生させても, 高緯度集団から得られた稚魚ほど腹椎骨数, ひいては脊椎骨数が多くなることを示された。これは, 腹椎骨数ないし脊椎骨数は遺伝形質であり, Jordan の法則は適応的変異であることを示唆している。しかし, 腹椎骨数および脊椎骨数は発生水温により可塑的に変化することも明らかになった: どの集団も低水温で発生した稚魚ほど腹椎骨および脊椎骨が多くなる傾向にあった。また, 集団と発生水温の間に有意な相互作用は存在しなかった。これらの事実は, 緯度という水温環境の勾配に沿って, 腹椎骨数あるいは脊椎骨数に關する遺伝子型が水温による可塑的変異を押し広げるように偏在しており (= cogradient variation), 遺伝子型と環境の影響が正の共分散関係にあることを意味している。講演では, 個体の腹椎骨数あるいは脊椎骨数と適応度の関係についても言及し, Jordan の法則が各緯度の気候環境に対する適応進化を反映している可能性について検討する。

## P1-134c

12:30-14:30

## メダカにおける成長と繁殖のトレードオフ関係とその緯度間変異について

○武士 謙<sup>1</sup>、山平 寿智<sup>1</sup><sup>1</sup>新潟大学大学院自然科学研究科

近年の研究から、高緯度に生息する変温動物は、短い成長期間を補償する適応進化の結果として、遺伝的に高い成長能力を有することが明らかになってきた。一方で、低緯度の変温動物が速い成長を進化させないのは、速い成長に対するトレードオフの存在を示唆している。例えば、成長と繁殖はトレードオフ関係にあり、成長の速い個体は繁殖への投資が小さくなるのがこれまでに見つかの生物で報告されている。では、高緯度の変温動物は、成長が速い代わりに繁殖能力において劣っているだろうか？メダカ *Oryzias latipes* をモデルシステムとして、緯度の異なる集団間で、実験室の共通環境下における成長と繁殖のスケジュールを比較した。その結果、高緯度の集団ほど、どの水温環境の下でも稚魚期 (= 繁殖開始前) の成長が速い上に一腹あたりの卵への投資量も大きく、一見、成長と繁殖の能力が正の相関関係にあるように見えた。しかし、低緯度の集団に比べ、高緯度の集団は繁殖開始サイズが大きく、その後の成長が頭打ちになる傾向にあることもわかった。このような成長および繁殖スケジュールの緯度間変異は、成長と繁殖の間にトレードオフが存在することを示唆している。すなわち、高緯度のメダカは小さい体サイズでの繁殖を犠牲に繁殖開始前の高い成長パフォーマンスを発揮する一方、繁殖開始後の成長を犠牲に高い繁殖能力を維持していると考えられる。しかし、各集団内では、繁殖開始後の成長が速い個体ほど一腹あたりの卵投資量も大きい傾向にあった。これは、速い成長と高い繁殖能力が、本来は同時進化し得るということを示唆している。

## P1-135c

12:30-14:30

## 野生メダカの成長スケジュールおよび個体群動態の緯度間変異

○山平 寿智<sup>1</sup>、岡田 昌<sup>1</sup><sup>1</sup>新潟大学理学部自然環境科学科

変温動物では一般に、外界の温度が低いほどあらゆる代謝速度が低下するため、個体の成長と繁殖の速度が遅くなる。緯度に沿った環境の温度勾配も変温動物の成長と繁殖に同様の影響を及ぼすため、高緯度に生息する個体ほど年間の成長率および繁殖率が低下すると考えられる。しかし、成長や繁殖は適応度と密接に関係する形質であるため、高緯度の集団では、成長・繁殖が被る負の影響を補償すべく適応進化が起こっているかもしれない。メダカ *Oryzias latipes* をモデルシステムとして、緯度の異なる野生集団間で (1) 成長の季節的スケジュール、ならびに (2) 個体数の季節消長パターンを比較した。サイズヒストグラムの季節変化から、高緯度の集団ほど、当歳魚は短期間に一気に成長することがわかった。この成長スケジュールの緯度間変異パターンは、高緯度のメダカほどどの水温条件下でも遺伝的に速く成長する能力を有することを示唆している。また、高緯度の集団ほど当歳魚の新規加入期間が短いにもかかわらず、加入数は著しく多いことがわかった。これは、高緯度の集団では短期間に集中して繁殖が行われていることを示している。この繁殖スケジュールの緯度間変異パターンは、高緯度のメダカほどどの水温のもとでも遺伝的に高い繁殖能力を有することを示唆している。

## P1-136c

12:30-14:30

*Shorea acuminata* の繁殖戦略: 不定期に大量開花/結実することの適応的意義○内藤 洋子<sup>1</sup>、神崎 護<sup>1</sup>、沼田 真也<sup>2</sup>、小沼 明弘<sup>3</sup>、西村 千<sup>4</sup>、太田 誠一<sup>1</sup>、津村 義彦<sup>5</sup>、奥田 敏統<sup>2</sup>、Lee Soon Leong<sup>4</sup>、Norwati Muhammad<sup>4</sup><sup>1</sup>京大院 農、<sup>2</sup>国立環境研、<sup>3</sup>農環研、<sup>4</sup>マレーシア森林研、<sup>5</sup>森林総研

東南アジア低地フタバガキ林では、非定期的に群集レベルで開花/結実が同調する一斉開花/結実現象が知られている。この特殊な現象を進化させた究極的な要因として特に、植物とその送粉者や種子捕食者との間の相互作用が注目されている。しかし、実際に一斉開花の起きる間隔や規模が異なった場合に、その相互作用が種子生産に対してどのような影響を及ぼすのかを定量的に扱った研究はあまりない。

マレーシアのパソ森林保護区では、2001年8月とその約半年後の2002年3月からそれぞれ数ヶ月にわたって、短い間隔で一斉開花が確認された。前回の一斉開花から数年の間隔を置いて起きた2001年の開花は、開花規模の面では2002年に比べて小さく、開花間隔と規模の両面で2002年の開花とは性格を異にしている。本研究では、この2回の一斉開花結実期に同調して繁殖を行った、一斉開花参加型樹種である *Shorea acuminata* (フタバガキ科) を対象に、花から種子に至る過程での死亡数 (死亡率) と、結実の不成功に伴う資源損失量を繁殖イベント間で比較することにより、長期間隔で大量開花/結実することが種子生産を行う上でもたらす適応的意義を、特に植物-動物間相互作用に注目して議論する。

各繁殖イベントについて *S. acuminata* の繁殖木約10個体を選び、シードトラップを用いて花から種子にいたる過程のデモグラフィーを調査した。繁殖木ごとに開花数、結実数、結実率の推定を行い、合わせて、散布前種子被害率とそれに伴う資源損失量の推定を行った。その結果、いずれの繁殖イベントにおいても、開花後約1-2ヶ月の間に開花総数の90%以上にあたる種子が落下し、初期の大量落下が種子生産数を大きく規定することが明らかになった。昆虫および樹上哺乳類の食害によって失われた種子数の合計は、いずれの繁殖イベントにおいても全開花数の2%程度であった。さらに2回の繁殖イベント間で資源損失量の比較を行い、一斉開花結実現象が示す進化的意義を考察する。

## P1-137c

12:30-14:30

オーストラリア産シロアリ *Amitermes laurensis* における塚形状の多様性と種内分子系統○小関 真人<sup>1</sup>、井鷲 裕司<sup>2</sup>、Peter Jacklyn<sup>3</sup>、David Bowman<sup>3</sup><sup>1</sup>広島大院・国際協力、<sup>2</sup>広島大・総合科学、<sup>3</sup>Charles Darwin Univ.

オーストラリア北部に生息する *Amitermes* 属のシロアリは、様々な形状の塚を作っている。その中でも *A. laurensis* は、種内で、南北に扁平、大きな円錐状、および小さな円錐状の3つのタイプの塚を作ることが知られおり、各タイプの塚を作る集団はそれぞれ特定の地域に分布していることが報告されている。

本研究では、ミトコンドリア DNA の COII 領域と 16sRNA 領域、および核 DNA の ITS 領域の塩基配列を利用して、*A. laurensis* における種内系統と塚形状の違いの関係、および種内系統とその地理的分布の関係を明らかにした。2002年と2003年に、オーストラリアの Cape York 半島および Arnhem Land で採集した15集団179個体について、上記の解析を行った結果、単一の塚から複数のハプロタイプが確認される例も少数あったが、多くの場合、単一の塚から単一のハプロタイプが検出され、それらは6つのクレードに分かれた。単一のクレードには異なる形状の塚を作る集団が含まれかつ、同じ形状の塚を作る集団は複数のクレードに分かれたため、塚形状の違いに対応した単系統性は認められなかった。

COII 領域の塩基配列を利用して、遺伝的距離と地理的距離の相関関係を調べた結果、距離による隔離の効果が確認された一方で、地理的距離が小さいにも関わらず遺伝的に著しく分化している集団も確認された。このことから、*A. laurensis* の遺伝構造には、過去の集団間の遺伝的交流が一定でなかったなど、地理的距離以外の要因も関連していることが示唆された。

## P1-138c

12:30-14:30

## ヒノキ林における細根系の形態と分枝構造

○藤巻 玲路<sup>1</sup>, 武田 博清<sup>1</sup><sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科

自然生態系の土壌では、水分や養分などの資源は非常に不均一に分布している。植物は土壌の資源を獲得するため、根系の構造や発達を順応させて土壌資源の不均一な分布に対応している。根系の構造には、個々の根の吸収域が重ならないように土壌の中で効率よく根を配置することが重要であり、これは根系の枝分かれの形と関係している。また、個々の根の直径や伸長などの形態的特性も土壌資源の獲得効率に強く関わると考えられる。

本研究では、樹木の土壌利用様式を根系構造という観点から明らかにするため、ヒノキの細根系を材料として、窒素可給性の異なる有機物層と鉱質土層で細根系の分枝構造を比較した。

京都市近郊の天然生ヒノキ林において、有機物層と鉱質土層(0-5cm)から土壌ブロックを採取し、ヒノキ細根系を分枝構造が壊れないよう丁寧に採取した。水洗した後、根端から基部に向かって分節毎に次数を割り振り、切断した。各次数の根について重量、根長、平均直径、平均密度、根長/根重比(SRL)を測定した。

採取した細根系の総根長の比較から、鉱質土層に比べ有機物層において細根系のサイズが大きくなることが示された。各次数の根の構成比を比較すると、有機物層において根端部の割合が高かった。根長あたりの根端数について有機物層と鉱質土層との間で有意差は認められず、分枝の頻度に変化は認められなかった。根の平均密度は、根端から基部にかけてほぼ一定で、土壌層位間にも有意差は認められなかった。平均直径は基部ほど太くなるが、その増加率は鉱質土層でより大きかった。また、SRLは全般に有機物層の根で高かった。以上の結果から、ヒノキ細根系について、土壌の不均一性に対し伸長成長により細根系のサイズを変化させ、根端部に配置する根の形態を変化させるといった土壌利用様式が考えられた。

## P1-140c

12:30-14:30

単独性花蜂、キオビツヤハナバチ (*Ceratina flavipes*) は近親交配を行っているか？○城所 碧<sup>1</sup>, 東 典子<sup>2</sup>, 東 正剛<sup>1</sup><sup>1</sup>北海道大学大学院 地球環境科学研究科, <sup>2</sup>北海道大学大学院 先端科学技術共同研究センター

越冬前に交尾が観察されているキオビツヤハナバチ (*Ceratina flavipes*) は以前、越冬後にも交尾行動が確認されている。越冬前の交尾率は高く、未交尾雌が少ないことから、雌の *C. flavipes* の多数回交尾が行われていると示唆される。観察から、最初の交尾は羽化直後、もしくは越冬前に同巢内の雄個体と行われていると考えられる。北海道では新成虫の羽化から、新成虫が越冬巣へ分散するまでに数日間、同巢内に成虫の兄弟姉妹が共存している。この数日間で同じ母蜂から産まれた血縁のある兄弟姉妹同士による Inbreeding が行われている可能性があり、本研究では DNA を用いて、Inbreeding の有無を検証する。また、以前より唱えられている、越冬後に交尾での交尾相手も同様に DNA を用いて Inbreeding の有無を検証する。雌蜂の体細胞と雌蜂の授精嚢内にある精子細胞(交尾相手の雄細胞)から核 DNA を抽出し、マイクロサテライトマーカーを用いて検出されたバンドの位置から両検証を行い、本発表では、その結果を発表する。

## P1-139c

12:30-14:30

## ウスノキに見られたシュートレベルの繁殖コスト：花形成における発達上の制約

○河村 耕史<sup>1</sup>, 武田 博清<sup>1</sup><sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科森林生態学研究室

ウスノキは落葉性のツツジ科低木である。前年枝の先端に花を形成する。花を形成しなかった前年枝は枝を伸長させるため、枝の先端を花にするか枝にするかという構造的なトレードオフがある。花を形成した前年枝(繁殖シュート)と、枝を形成した前年枝(栄養シュート)を比較対象とし、花形成が樹冠発達に与える負の影響(繁殖コスト)について調べた。

1) シュートレベルで見た成長に対する繁殖コストは大きな前年枝で高いと考えられた。前年枝上に形成された花以外の当年枝の数・長さは、繁殖シュートよりも栄養シュートで大きく、また、大きな前年枝ほど、両者の差が大きく開いたためである。大きなシュートほど内的にも外的にも環境条件が良いため、芽の発達がポテンシャルが高く、したがって、芽を花にすることによって生じる繁殖コストが高いと考えられる。

2) シュートレベルで見た生存に対する繁殖コストは小さな前年枝で高いと考えられた。枝の枯死頻度は、栄養シュートよりも繁殖シュートで高く、また、小さな前年枝ほど、両者の差が大きく開いたためである。小さなシュートほど、資源が不足しているため、限られた資源を花形成に投資することによって枯死確率が高まると考えられる。

3) 花形成の有無はシュートのサイズに依存して決定されていると考えられた。樹冠を構成するすべての前年枝を枝長によってサイズクラスに分け、各クラスに含まれる繁殖シュートの割合を調べた結果による。繁殖が起こる確率は、小さいシュートではサイズの増加に伴って増加し、中程度のサイズで最大に達し、大きいシュートでは再び低下していたためである。

4) シュートのサイズに依存的な花形成のパターン(3)は、サイズに依存的な繁殖コスト(1と2)を最小化する意義があると考えられる。芽を花にするか枝にするかという発達上の制約が、シュートレベルの花形成のパターンを決定する内的な制約となっていると考えられる。

## P1-141c

12:30-14:30

## 暗い林床に生育するベニバナイチヤクソウはなぜ菌根を持つのか？

○國司 綾子<sup>1</sup>, 長谷川 成明<sup>2</sup>, 橋本 靖<sup>3</sup><sup>1</sup>帯広畜産大学 生態系保護, <sup>2</sup>北海道大学 地球環境, <sup>3</sup>帯広畜産大学 生態系保護

ベニバナイチヤクソウ (*Pyrola incarnata*) は森林の林床に生育する多年生常緑草本である。その根には、木本植物と相利共生関係をもつとされる外生菌根菌によって菌根が形成される。しかしながら、暗い林床に生育する植物にとって、光合成産物を要求される菌根共生が一概に有利であるとは言いがたい。そのため、常緑性で林床に生育するイチヤクソウ属の植物がなぜ菌根を形成するのは興味深い問題である。そこで本研究では、1) 野外のベニバナイチヤクソウ生育地において、菌根形成量と菌根菌の多様性を調査した。また、2) カラマツ、ベニバナイチヤクソウ、菌根菌の三者関係を成立させたポットを作成し、カラマツに炭素安定同位体 <sup>13</sup>C を与え、ベニバナイチヤクソウに日よけをして、トレース実験を行った。さらに、3) rDNA-ITS 領域の PCR-RFLP 解析によってベニバナイチヤクソウとカラマツの菌根の遺伝的同一性を比較した。その結果、1) 野外では本種の根には多様な菌根菌が定着しており、また、林冠木の葉が展開し林床が暗くなる夏期に、20%以上の菌根形成量のピークを示すことが明らかとなった。また、2) トレース実験の結果、ベニバナイチヤクソウの地上部と地下茎から通常よりも高い割合の <sup>13</sup>C が検出された。さらに3) カラマツとベニバナイチヤクソウの両菌根の ITS-RFLP パターンが一致した。これらから、ベニバナイチヤクソウはカラマツに菌根を形成する菌根菌と同一の菌によって菌根を形成し、その菌系を通じてカラマツの光合成産物を受け取っている可能性が示された。



## P1-142c

12:30-14:30

## 樹林-水田複合生態系で生活するノシメトンボの雌における週休5日制の産卵パターン

○藤佐 晃一<sup>1</sup>、渡辺 守<sup>1</sup><sup>1</sup>筑波大・環境科学

ノシメトンボは水田で羽化した後に、近接した樹林内のギャップへ移動して定住し、産卵時のみ水田に飛来する。産卵様式は、連結打空産卵である。雌雄ともギャップ内ではほとんど静止しており、待ち伏せ戦術による採餌活動を終日行ない、求愛行動や交尾行動は示さない。調査地のギャップと水田で同時に標識再捕獲法を行なったところ、林内のギャップには水田の2倍以上の雌が生息していることがわかった。推定日当たり個体数は、ギャップにおいて雄1万頭、雌1万8千頭、水田において雄1万頭、雌8千頭であった(2001年)。ギャップにおける雌の体内の卵成熟過程と水田における実際の産下卵数は、本種の生活史における林内のギャップという生息場所の利用と密接に関わっているはずである。そこで、林内のギャップと水田で捕獲した雌の産下卵数や蔵卵数を調べた。水田において連結態の雌がもっていた成熟卵数は、産卵行動が開始される9時頃には500個近くあったが、同時刻に林内のギャップに静止していた雌では120個程度しかもっていなかった。雌は水田において、もっている成熟卵をほぼ産み尽したので、産卵を終えて林内へ戻ったばかりの雌は成熟卵をほとんどもっていなかった。産卵を終えた雌は、その日の夜間に、成熟卵を約130個つくりだしていた。日中の体内の卵生産を考慮すると、卵を産み終わった雌は、1日に200から300個の卵を成熟させ、蓄積しているといえる。したがって、産卵前の雌がもっていた成熟卵数(約500個)まで卵を成熟させるためには、少なくとも2から3日間はギャップに留まらねばならず、雌は週に約2回、産卵活動のために水田へ飛来すると考えられた。すなわち、雌は週休5日はあるといえる。

## P1-143c

12:30-14:30

## 熱帯雨林に共存するサラノキ属18種の稚樹における形態的シンドローム

○巖庭 正寛<sup>1</sup>、中静 透<sup>2</sup><sup>1</sup>京大生態学研究センター、<sup>2</sup>総合地球環境学研究所

樹木の更新戦略と稚樹の構造の関係を明らかにするために、マレーシアサラワク州ランビル国立公園において共存するサラノキ属18種の稚樹の構造を解析した。樹高0.1-1.5mの個体を対象に、樹冠や幹の形状、物質分配を測定し、更新戦略と強く関係していると考えられる最大光合成速度、成木の材密度と比較した。共分散分析の結果、多くの形質でアロメトリー式の切片と傾きの両方に有意な種間差がみられ、実生・稚樹の構造的特徴は強く成長段階の影響を受けることがわかった。この結果を受け、2つの成長段階に分けて主成分分析を行ったところ、5gの実生では、葉への投資が大きい種で幹が太く樹高が低いという傾向が顕著であった。30gでは、個葉面積が小さい種で枝への投資が大きく、樹冠が幅広く幹が細くなる傾向が強かった。また、両ステージで葉への投資と根への投資の間のトレードオフがみられ、それぞれの乾重量が種間で大きく異なっていた。また物質分配は、樹冠や幹の形状から基本的に独立していることがわかった。主成分スコアと光合成速度、材密度との順位相関を計算したところ、耐陰性が強いと考えられる種ほど、葉への投資が少なく根への投資が大きい傾向があった。樹冠の形状と耐陰性の間には相関がみられなかった。

一方で、分子系統樹の発表されている10種を対象に、各形質のIndependent Contrastを計算し、これを対象とした主成分分析を行った。その結果、進化的には、耐陰性が高くなると物質分配においては、葉への投資が少なくなり枝への投資が増え、外見的構造においては、葉が小さくなり樹冠体積が大きくなるとともに、幹が細くなり、樹高が高くなる傾向があることがわかった。これらの結果、耐陰性の強い種間の更新戦略と稚樹の構造の関係は、異なる機能タイプに属する種を比較した従来の研究結果とは異なる点も多いことが示唆された。

## P1-144c

12:30-14:30

## オオバナノエンレイソウ集団の遺伝的時空間構造 : 孤立林と連続林の比較

○山岸 洋貴<sup>1</sup>、富松 裕<sup>2</sup>、大原 雅<sup>1</sup><sup>1</sup>北大・地球環境、<sup>2</sup>東京都立大・理

北海道十勝地方では、1880年代から農耕地や住宅地を造成するための開拓により、これまで大規模な森林伐採が行われてきた。その結果、現在、防風林などわずかな森林が孤立林として点在している。このような森林の分断・孤立化は、伐採された木本種のみならず、その林床に生育する草本植物の生活にも大きな変化をもたらすものと考えられる。多年生植物集団の遺伝的時空間構造は種子や花粉の散布様式のみならず、生育地の環境の変化や集団の成立過程などを反映して形成される。したがって、生育地の孤立による様々な影響は集団の遺伝的時空間構造を変化させていると予想される。

オオバナノエンレイソウは北海道に広く分布し、十勝地方でも一般的に見られる林床性多年生草本である。本研究の目的は、十勝地方において孤立林林床下に生育するオオバナノエンレイソウ集団の遺伝的時空間構造を明らかにするとともに、生育地の孤立・縮小による集団への影響を遺伝的側面から連続林林床下集団と比較し検討するものである。調査プロットは2002年に孤立林(帯広清川18m×4m)と大規模連続林(広尾12m×4m)に設置した。それぞれの集団の遺伝的構造を明らかにするために調査プロットを2cmメッシュに区切り、格子点上に存在する個体の位置をすべて記録した。さらにそれぞれの個体を生育段階別に実生・1葉・3葉・開花個体の4つに区分し、これらすべての個体を酵素多型により遺伝子型を特定した。この遺伝情報から空間的・遺伝的多様性などを求め生育段階別に比較を行った。以上の調査から、生育地の孤立・縮小化がオオバナノエンレイソウ集団の遺伝的構造にもたらす影響について時間的・空間的側面から検討した。

## P1-145c

12:30-14:30

## エイザンスミレとヒゴスミレの光環境、送粉昆虫に対応した資源分配

○遠山 弘法<sup>1</sup><sup>1</sup>九州大学理学部生物学専攻生態科学研究室

スミレ属の多くは開花、閉鎖花をつける。このような2型的な花による繁殖システムは、送粉昆虫利用度の季節的变化に対する適応であると考えられている。つまり、送粉昆虫の利用度が高い春先には開花の他殖による種子生産を行い、樹木の展葉にともなって光環境が悪化し、送粉昆虫の利用度が低下する初夏以降に閉鎖花の自殖による種子生産を行うことで、一年を通じ繁殖成功を最大にしていると考えられている。

このような繁殖システムを持つスミレ属の近縁2種間では、生育地の光環境や送粉昆虫利用度の違いに対応して開花への投資量が異なる可能性がある。つまり明るい環境下に生育し、開花による他家受粉が期待できる種は開花へより多くを投資し、一方で暗い環境下に生育し、送粉昆虫があまり期待できない種は開花への投資を抑え、残りの資源を閉鎖花に投資するのではないかと考えられる。そこで、本研究では、主に明るい環境に生育するヒゴスミレと暗い環境下に生育するエイザンスミレを用いて、種間の光環境や送粉昆虫に対応した資源分配パターンを検証し、両種の適応的な資源分配パターンを明らかにする事を目的とした。

この目的にそって、熊本県阿蘇の集団で季節的な光環境、開花数、閉鎖花数の変化、生育地の送粉昆虫の種構成、開花への総投資量を調べた。種間の光環境と送粉昆虫の違いに対応して、開花生産期間や開花への投資量の違いが観察された。暗い環境下に生育するエイザンスミレは、効果的な送粉者であるクロマルハナバチへ適応しており、その女王が現れる春先の短い間に開花生産を集中して行い、残りの資源を閉鎖花へと分配していた。一方で、明るい環境下に生育するヒゴスミレは、多くの分類群の送粉昆虫へ適応しており、開花生産期間を長くし、開花へ多くを投資する事で他家受粉を促していた。

## P1-146c

12:30-14:30

## ウルシ属2種(ヌルデ、ヤマウルシ)における栄養成長・繁殖成長の季節的パターンと経年的繁殖行動との関わり

○松山周平<sup>1</sup>、寿元道徳<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

森林性樹木における繁殖コストの補償メカニズムを解明する一環として、雌雄異種性樹木で、シュート上の花序形成位置と花序形成時期の異なるヌルデとヤマウルシを対象に、当年生シュート(モジュール)の形態、モジュールレベルでの栄養・繁殖成長投資パターン、開花・結果過程、個体レベルの直径成長率、そして経年的な繁殖行動を調べた。

当年生シュートの長さや重さは2種ともに有意な雌雄差が認められなかった。モジュール当たりの葉重、葉数、葉面積には2種間で違いが認められ、ヌルデにおいて雌の方がそれぞれ有意に大きくなっていった。花期は2種間で異なるが、ヤマウルシが開葉とほぼ同時期の春季であり、ヌルデが開葉終了後の夏季である。花期における花序重は、2種ともに雄の方が有意に大きくなっていった。花序当たり花数は2種ともに雄の方が有意に大きくなっていった。個体の重さは、ヌルデでは有意な雌雄差が認められなかったのに対して、ヤマウルシでは雄の方が有意に大きくなっていった。モジュール当たりの花序数は、頂生で1本の花序を形成するヌルデでは雌雄差がなく、腋生のヤマウルシでは雄の方が有意に大きくなっていった。結果率は、ヌルデが0.38、ヤマウルシが0.32であった。またモジュールレベルにおける葉、シュート、繁殖器官への投資割合は、ヌルデで有意な雌雄間差がなかったのに対して、ヤマウルシでは繁殖器官への投資割合は雌の方が有意に大きくなっていった。一方、個体当たりの花序形成枝率(花序形成枝数/枝数)の経年変化は、ヌルデでは小さくなっていったものの、ヤマウルシでは大きくしかも有意な雌雄差が認められる年もあった。また胸高直径測定による個体レベルの栄養成長率はヌルデ、ヤマウルシともに雌雄差が認められなかった。

講演では、これらの結果をもとに、花序形成の位置と時期の違いが繁殖コストの補償レベルの違いをもたらし要因になる可能性とそのメカニズムについて考察する。

## P1-148c

12:30-14:30

## 針葉樹型樹形と広葉樹型樹形の光資源獲得様式の違いについて

○佐野智一<sup>1</sup>、藤本征司<sup>1</sup><sup>1</sup>静岡大学農学部

針葉樹、広葉樹ともに、樹形形成には、その経時的発達を樹体を構成する枝条(主軸も含む)の総伸長量(枝条の伸長量の総和)で見ると、時間 $t$ の累乗式 $F(t) = L t^r$ に従って増加する傾向が認められる(ここで $L$ は年平均樹高成長量)。しかし、両者の間には相違も認められ、丸1針葉樹の $r$ 値はほぼ3と大きいのが、増加速度が急速に頭打ち化し、ミッチャーリッヒ型のリチャーズ関数に従うようになるのに対して、広葉樹では $r$ 値が平均2.1と小さいが、上層木化するまで増加速度が殆ど低下しない。また、丸2針葉樹では、葉量が枝条長に比例し、また、個体の年齢が増加しても、単位枝条長当たりの葉量が変化しないのに対して、広葉樹では、短い枝条ほど単位枝条長当たりの葉量が多く、また、個体の年齢の増加に従って平均当年枝長が低下するので、結果的に、枝条の単位長さあたり当年葉量が増加されるに従い増加していく特性を持つ。従って、丸1、丸2より、丸3針葉樹では、総葉量も時間のほぼ3乗に比例して増加するが、増加速度が急速に頭打ち化し一定となるのに対し、広葉樹では、 $r$ 値が低いいため、葉の増加速度も緩やかであるが、その速度は一定に保たれ、また、枝条の総伸長量の増加速度(2.1)よりは大きな速度を示すことになる。

今回は、上記のような違いを参考に、針葉樹型樹形と広葉樹型樹形の個体レベルでの総光合成量、同化器官及び非同化器官の形成コスト・維持コストの定式化(時間の関数への置き換え)を試みた。また、Cost-benefit解析(Kikuzawa(1996)などを参考に)、樹形によって、被陰ストレスの度合い毎の耐忍期間(積算繰越生産物量がプラスである期間)、最適な $L$ 値、上層木化率がどう変化してくるのかをパソコンで算定し、2つの樹形の持つ更新特性や分布特性上の意味の違いの抽出などを試みたので報告する。

## P1-147c

12:30-14:30

## ネジキ、ナツハゼの枝系内の位置に対応した花芽分布のパターン

○平野みお<sup>1</sup>、河村耕史<sup>1</sup>、武田博清<sup>1</sup><sup>1</sup>京都大学農学研究科

樹木は、芽などの構成単位(モジュール)が繰り返し生産され、積み重ねられることによって構成されている。芽は栄養枝が繁殖枝、もしくは休眠芽になるが、繁殖枝をつけることは栄養成長にとって不利になるといわれており、繁殖枝が形成されるか否かは栄養成長とのバランスに影響されると考えられる。したがって、繁殖枝は無秩序に形成されるのではなく、何らかのパターンが見られるはずである。そのパターンを樹木の構成単位であるモジュールレベルから明らかにすることは、樹木がいつ、どれだけ繁殖枝を形成するかを理解し、応用的にはそれらを予測する上で重要である。このような視点から、本研究では京都市近郊の二次林に一般的なツツジ科の落葉小高木であるネジキ(*Lyonia ovalifolia*)と、落葉低木のナツハゼ(*Vaccinium oldhami*)について、繁殖枝が枝系内でどのような規則性をもって形成されているのかを調べた。

調査は京都市北部にある京都大学フィールド科学研究センター上賀茂試験地にて行った。2003年6月に、容易に調査可能な高さであり、当年枝を30~100本程度含むよく分枝した枝系を、複数の個体から各種16本と14本を選び、繁殖枝数、当年枝長、一年枝長などを測定した。また、枝系を同心円状に3等分し、内側から基部、中部、外部として各部分に含まれる花枝の頻度などについて解析を行った。

枝系に含まれるシュート長は、2種共に基部から外部へ向かって増加していた。また長い一年枝には繁殖枝が形成されず、やや短い一年枝に繁殖枝が多い傾向が両種で見られた。その結果枝系内では、長い一年枝が多く分布する外部よりも、中部に繁殖枝が多く見られた。これらの結果は、長い一年枝は栄養成長を、やや短い一年枝は繁殖をするという役割の分化を示唆している。これは枝系レベルでの成長と繁殖を両立させるという意義を持つと考えられる。

## P1-149c

12:30-14:30

## ヤマユリの花の香り: その個体サイズ・時間依存変化が繁殖成功に与える影響

○太田彩子<sup>1</sup>、森長真一<sup>1</sup>、熊野有子<sup>2</sup>、山岡亮平<sup>2</sup>、酒井聡樹<sup>1</sup><sup>1</sup>東北大学生命科学、<sup>2</sup>京都工芸繊維大学化学学生態

これまでの研究では、集団間では送粉者が異なることによって、花の香りが異なることが知られている。しかし、花の香りは以下の要因でも変化するのではないだろうか。

1. 個体サイズ: 個体サイズによって繁殖形質(花冠の大きさ等)が変化することがあるため。
  2. 花齢: 訪花要求量が変化するため。
  3. 昼夜: 送粉者が変化することがあるため。
- そこで本研究では、花の香りが個体サイズ・時間(花齢・昼夜)に依存して変化するのかどうかを調査した。今回は、香りの強さに特に着目して解析を行った。

・実験方法

ヤマユリ(ユリ科・花寿命約7日)を用いて以下の調査を行った。

1. 香りの個体サイズ依存変化
2. 香りの時間依存変化
3. 送粉者の昼夜変化
4. 繁殖成功(送粉者の違いの影響をみるため、昼・夜のみ袋がけ処理を行い、種子成熟率・花粉放出率を比較)

・結果

1. 個体サイズが大きいものほど花の香りは強くなる傾向にあった。
2. 昼に比べ夜の方が香りは強くなるが、花齢が進むにつれて香りは弱くなる傾向にあった。
3. 昼にはカラスアゲハ、夜にはエゾシモフリズメが訪花していた。
4. 種子成熟率・花粉放出率共に、昼夜での違いはなかった。

今後はGC-MSを用いた香りの成分分析を行う予定である。これらの結果を統合することにより、個体サイズ・時間に依存した花の香りの適応戦略を明らかにしていきたい。

## P1-150c

12:30-14:30

フキにおける三つの花型の適応的意義：訪花昆虫の誘引に貢献しているか？

○鈴木 由佳<sup>1</sup>、星崎 和彦<sup>2</sup>、小林 一三<sup>2</sup>、酒井 聡樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東北大・生命科学、<sup>2</sup>秋田県立大・森林科学

フキは雌雄異株植物であるとされている。メス花序は、多数のメス小花（雌しべ稔性有り・花粉なし）と少数の両性小花（雌しべ不稔・花粉無し）を持つとされ、オス花序は、両性小花（雌しべ不稔・花粉有り）のみを持つとされている。最近これに加えて、両性小花（雌しべ不稔・花粉有り）とメス小花（雌しべ稔性有り・花粉なし）を持つ花序（「オスメス花序」と呼ぶ）も低頻度で出現することがわかってきた。フキにおいて、この3つの花型はなぜ維持されてきたのだろうか。

そこで本研究では、メス花序・オス花序・オスメス花序の3つの花型の花序・頭花・小花それぞれの形態を比較した。また、それぞれの花型への昆虫の花序訪問回数を調べた。その際、メス花序への訪花昆虫の誘引に役立っているとされている両性小花を除去した時、昆虫の花序訪問回数に影響するかどうか調べた。

その結果、オスメス花序とオス花序の形態がきわめて近いことがわかった。昆虫の訪花が十分に見られた時の花序訪問回数は、オスメス花序とオス花序はほぼ同じで、どちらもメス花序より有意に高かった。両性小花を除去したメス花序と無処理のメス花序の花序訪問回数は変わらなかった。

これらのことからオスメス花序は、形態においても訪花昆虫の誘引においても、オス花序により近いといえるだろう。メス花序は、オスメス花序やオス花序と比べて訪花昆虫を有効に誘引していないのではないかと考えられる。今後は、3つの花型の雄繁殖成功や雌繁殖成功を調べ、それぞれの花型が共存する条件を探る必要があるだろう。

## P1-152c

12:30-14:30

雌雄異株クローナル植物ヤマノイモのラメット間競争を検出する一園場1年目の試みー

○井上 みずき<sup>1</sup>、石田 清<sup>2</sup>、菊澤 喜八郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京大院・農・森林生物、<sup>2</sup>森林総研・関西

クローン繁殖様式によってラメット間競争の強さは異なり、Local crowdingのコストも異なってくる (Silvertown and Charlesworth: 2001)。ラメット間競争の程度は狭い範囲にラメットが集中する地下茎や匍匐型タイプのクローン繁殖では強く、水生植物では小さい。しかし、繁殖量の違いでもラメット間競争の差は生じるだろう。クローン繁殖としてムカゴ繁殖を行う雌雄異株のヤマノイモの場合、メスに比べオスでクローン繁殖量が2倍程度多いことがこれまでの研究から明らかになっている。そのため、ラメット間競争に性差が生じる可能性がある。2002年に雌7雄5個体（ムカゴ親）からムカゴを採取し、2003年に同一ムカゴ親ごとに竿1本あたり1、2、12ラメットと密度を変え、各区画のラメット数が12となるように苗畑に植栽した。ムカゴ、花序、果実序を採取、乾燥重量を測定し、雌雄で比較した。総葉面積やシュート重を推定した。

区画ごとの成長量やクローン繁殖量は密度の影響は受けるものの性差はなかったが、有性繁殖量は性・密度いずれの影響も有意に受けていた（交互作用なし）。ラメットごとの分析では、密度が増加するとクローン繁殖量・有性繁殖量はともに減少するが、性と密度の交互作用は有性繁殖量でのみ有意であった。

密度の増加に対する有性繁殖量の減少はオス（12倍区/コントロール区 = 11%）よりメスで加速度的に減少した（12倍区/コントロール区 = 1.5%）ことから、野外においては有性繁殖に対するLocal crowdingのコストがメスより大きいと予測される。一方、クローン繁殖量は密度の影響は受けるものの性差が有意でなかったことから、オス（クローン繁殖により多く投資し、より強いラメット間競争が現れると考えられる）は、クローン繁殖に対するLocal crowdingのコストがより大きいと予測される。

## P1-151c

12:30-14:30

亜寒帯針葉樹林内で倒木更新している幼木と外生菌根菌の関係

○米田 一平<sup>1</sup>、橋本 靖<sup>2</sup>

<sup>1</sup>帯広畜産大学大学院 生態系保護学講座、<sup>2</sup>帯広畜産大学 生態系保護学講座

倒木更新とは倒れた親木を苗床にして、次世代の幼木が育つ現象である。しかし、この倒木材上は植物の利用可能な養分が少なく、このような環境で生育する実生には、養分吸収を促進するとされる外生菌根菌との共生関係が重要であると考えられる。そこで本研究では、倒木材上で生育している実生を対象に、その外生菌根の形成量や菌の多様性を調べた。また、実生の枯死率を定着場所ごとに比較した。調査地は北海道中央に位置する大雪山国立公園内の三国峠付近と石北峠付近の2ヶ所に設置し、そこで倒木更新している1-6年生のエゾマツ、トドマツ実生を調査対象とした。その結果、両樹種の実生から計7つの形態タイプの外生菌根が観察され、同一種が形成していると考えられるタイプの外生菌根が、調査期間を通して全菌根タイプの80%以上を占め優占していた。この優占していた菌根タイプはrDNA-ITS領域のPCR-RFLP解析の結果、その約40%以上が同一のパターンを示し同一種と考えられた。また、調査地から採取した倒木材や林床腐植に実生を植え、その外生菌根を調べた結果、アカエゾマツ実生の外生菌根形成率が倒木材で13.2%、林床腐植では5.3%を示した。また、倒木材に植えた実生からは、野外で採取した実生で優占していたタイプと同一の菌根が優占的に見られた。一方、高湿度条件下で生育させて枯死率を比較した結果、倒木材において11.5%であるのに対し、倒木上にたまった腐植、林床腐植ではそれぞれ67.8、58.3%という高い枯死率を示し、倒木上は病害などの発生が少なくと考えられた。以上より、倒木上で生育する実生は、林床と比べて病害などの発生が少なく、一方で多くの外生菌根が形成されると考えられる。この菌根の多くを占める特異的な菌根菌が、亜寒帯針葉樹林での倒木更新メカニズムに大きな役割を担っている可能性が考えられた。

## P1-153c

12:30-14:30

海岸砂丘前面、背面に生育するコマツヨイグサのフェノロジーの変異

○荻津 英也<sup>1</sup>、長谷川 正幸<sup>1</sup>、大塚 歩美<sup>1</sup>、堀 良通<sup>1</sup>

<sup>1</sup>茨城大・理・生態

コマツヨイグサ (*Oenothera laciniata* Hill.) は北アメリカ原産の帰化種で、東北以南の海辺や河原など、乾いた砂地に広く分布する可変性二年草である。一般の海浜植物と比較すると、種子サイズが小さく、根系も貧弱で、このような環境に適しているとは考えにくい、かなり大きな純群落を形成することもある。

これまでの研究で、茨城以北では、一般的な可変性二年草とは異なり、環境が厳しいと考えられる北で生育期間を短くし、越年一年生ではなく、夏生一年生の生活環を示すことが明らかになった。特に、分布域北限近くの宮城県深沼では、90%以上の個体が夏生一年生の生活環を示した。これは、繁殖開始サイズを小さくすることで、環境ストレスが大きく、死亡圧が高くなる冬季を種子で回避するための生活史戦略であると考えられる。しかし、同じ場所でも、他の植物も生育している砂丘背面と比較して、海に近くより厳しい環境である砂丘前面では、個体サイズが小さくなり、フェノロジーも一年生の個体が多くなる傾向が観察された。そこで、砂丘の前面と背面でコマツヨイグサ個体群を追跡調査し、そのフェノロジーと個体サイズを比較した。

調査は2003年、茨城県大竹海岸で行った。海風の吹き付ける砂丘前面から頂上部にかけてと、砂丘背面下部から続くならかな斜面にコドラートを設置し、当年実生をマーキングして葉数とロゼットサイズを追跡調査し、開花や結実などの生育段階も記録した。

8月の砂丘前面と背面と比較すると、死亡率は28%と1%で前面で有意に大きく、平均葉数は9.3枚と24.2枚で前面に小さかった。また、生育期間後期に当たる10月の二年生個体の割合はそれぞれ2%と15%で砂丘背面で有意に高くなった。このことから、コマツヨイグサは、生活史の地理的な変化と同様に、局所的な生育環境の差によってもそのフェノロジーを変化させ、死亡圧の高い時期を回避している事が示唆された。



## P1-154c

12:30-14:30

## AFLP法を用いた蛇紋岩遺存植物オゼソウの集団分化と遺伝的変異の解析

○川瀬 大樹<sup>1</sup><sup>1</sup>京都大学生態学研究センター

日本の高山に飛び地状に分布する蛇紋岩環境は、Mg や重金属イオンの存在や栄養、土壌の崩壊性などの性質によって植物にとって生理的ストレスが高い環境である。そこでは蛇紋岩環境に適応した、最終氷期以降の遺存植物が生育し特異的な植生が形成されている。

本研究では、蛇紋岩植物の生育環境と集団遺伝構造を明らかにするため、北海道の天塩研究林と群馬県の至仏山、谷川岳の3地域に生育する蛇紋岩遺存植物オゼソウを対象として、植生調査、AFLP法による集団遺伝学的解析を行った。

植生調査からは、オゼソウ群落は雪田群落環境ではあるが、草丈の高いハクサンイチゲなどの優占種が生育しない腐植土層の浅い立地に限って出現することがわかった。このような立地環境は、土壌崩壊が容易に起こりうる場所であり、いったん登山道が作られると流水による土壌流出がオゼソウや他の植物の生育に大きな影響を与えている可能性が高い。これらのことは、蛇紋岩土壌の化学的性質よりも物理的性質がより強くオゼソウの生育に影響を与えていることが示唆された。

AFLP解析の結果からは、北海道側と群馬側ではオゼソウ集団に大きな集団分化が起きていることが示された。このことはオゼソウ群落が地域個体群ごとに強いまわりを持ち、蛇紋岩地帯に分化化されて以降、遺伝子流動が起こらずに独自に分化していったと考えられる。また、集団内の遺伝的変異が全般的に低い傾向が見られ、蛇紋岩環境に対するクローン繁殖による適応が示唆された。

## P1-156c

12:30-14:30

## タンチョウの繁殖に天候はどう働くか

○正富 欣之<sup>1</sup>、正富 宏之<sup>2</sup>、東 正剛<sup>1</sup><sup>1</sup>北海道大学大学院地球環境科学研究科、<sup>2</sup>タンチョウ保護調査連合

北海道東部に生息するタンチョウ *Grus japonensis* は、1900年代初頭に絶滅の危機に瀕したが、現在は給餌等の保護活動により1000羽近くまで個体数が回復した。しかし、生息適地が開発により減少し、個体数が増加した場合の環境収容力の限界が危惧されている。したがって、健全な個体群を維持するには、繁殖に関わる要因についての解析が欠かせない。今回は、これまで集められたデータを基に、繁殖期間中の天候が孵化、育雛、雛の生存に与える影響について検討した。

タンチョウは3月末頃から産卵および抱卵を行い、地域や年毎に多少差はあるが、おおむね6月中ごろまでに孵化する。本研究では4月から6月までを主要繁殖期とし、この期間中の天候とタンチョウの繁殖状況を調べることで、両者にどのような関係があるかを解析した。調査対象は1997年から2002年までの6年間とし、18地点の気象台、測候所の中で営巣地に最も近い所で得られたアメダスデータを用いた。使用した気象データは主に気温と降水量である。繁殖状況は、4月から6月に月一度、繁殖地上空を飛行して得た営巣地点・番い・雛・営巣環境等の記録から、孵化や育雛の状況を調べ、繁殖の成否を把握した。その結果、測候所のある鶴居及び厚床に近い営巣地では、繁殖期間中に最大日降水量が60mmを超えた年の繁殖成功率が有意に減少した。その他の営巣地でも、最大日降水量が50から60mmを超えると繁殖に悪影響を及ぼす傾向が見られた。各観測地点の最低気温による繁殖成否への影響はあまり見られない。これに対し、4月と5月の平均気温が年より高いと全体の繁殖状況が良くなる傾向が見られた。これはその時期の気温が雛の生存、特にその初期段階に影響しているものと考えられた。これらの結果を基に、さらに他の要因との関係についても考察する。

## P1-155c

12:30-14:30

## タナゴ亜科魚類の産卵資源利用の違い

○北村 淳一<sup>1</sup><sup>1</sup>京大・院・理・動物

生物多様性の生成・維持の仕組みの理解は、生態学の中心課題であり、それを管理・保全していく際に必要となってくる。局所的なスケールにおける種多様性は、競争・捕食・再生産・攪乱・移動などによって形成・維持されている(Mora et al. 2003)。そこで、私は日本に生息する純淡水魚のコイ科タナゴ亜科魚類を用いて、局所的な地域での種多様性とその構造がどの様に維持されているのかを明らかにすることを目的とする。

タナゴ類は、アジア大陸を中心に適応放散した種類で、世界に44種(うち日本には14種類)が存在する。全種類が一生涯を淡水で過ごし、湖や河川に同所的に複数種が共存している。タナゴ類は地史的なイベントによって移入と分断を繰り返しながら、大陸から日本列島各地の陸水域に定着し、地域固有の種組成および種固有の分布パターンを形成してきた(Watanabe 1998)。各河川の個体群は海で分断されていることから、単独域と他種との共存域とでは、競争による自然選択圧が異なることを反映し、同種であっても各河川固有の生態を有していることが予想される。

本研究は、様々な地域で、その地域固有のタナゴ類の種組成とその種の産卵生態のパターンを明らかにし、種内変異と種間変異が、どのような選択圧(競争、環境、系統など)によって決定されているのかをこれまで得られた結果から考察する。

## P1-157c

12:30-14:30

## 海浜に生育する植物14種の永続的シードバンク形成の可能性

○澤田 佳宏<sup>1</sup><sup>1</sup>岐阜大学 流域圏科学研究センター

近年、各地の海浜において防波堤工事や車両乗り入れなどの人為攪乱が生じている。このような状況下で、いくつかの海浜植物種は絶滅が危惧されるほど減少している。

海浜植物の生育地は孤立していることが多く、またその生育地では人為攪乱の影響を強く受ける場合がある。このため海浜植物は局所的な絶滅が生じやすいと考えられる。局所的な絶滅からの個体群の回復は埋土種子または侵入種子によって開始されると考えられるので、海浜植物の保全を検討するにあたっては、種子の発芽・休眠特性や散布特性を把握することが重要である。

本研究では、徳島県に生育する主な海浜植物14種の永続的シードバンク形成の可能性を評価することを目的として、種子の埋土試験およびフィールド条件での1年間の発芽試験を行った。なお対象とした14種には、海浜に普遍的に生育する普通種(在来種)、近年減少傾向にある絶滅危惧種(在来種)、海浜に優占している外来種を含む。

埋土試験では、地表面下1mに埋土した種子を1年後に回収し、制御環境下での発芽試験により埋土後の発芽能力を確認した。その結果、いずれの種でも種子散布直後と同等の発芽能力が維持されていた。フィールド条件での1年間の発芽試験では、海浜の砂を満たしたプランタを圃場に設置し、地表および地表面下5cmに播種し、約1年間の発芽試験の後に未発芽で生残している種子数を数えて生残率を算出した。その結果、ハマヒルガオ、コウボウムギ、ピロードテンツキ、ハマゴウ、コウボウシバ、コマツヨイグサでは種子の生残率が高く、散布された種子の多くが土壌シードバンクに蓄積されることが示された。一方、ハマニガナ、ケカモノハシ、オニシバ、ハマボウフウでは未発芽で生残する種子がほとんど無く、散布後にシードバンクとして土壌中に蓄積される種子が少ないことが示された。

## P1-158c

12:30-14:30

## アズキゾウムシにおける雄の同居のコスト

○柳 真一<sup>1</sup><sup>1</sup>岡山大学農学部動物集団生態学研究室

アズキゾウムシでは雄と同居した雌はそうでない雌よりも産卵数に違いがないにもかかわらず、生存日数が短くなることが知られている (Yanagi and Miyatake, 2003)。したがって、処理区間の雌の生存日数の違いは同居した雄の交尾や求愛行動などの効果によると考えられた。しかし、雄との交尾などによって産卵スケジュールが早くなることによって雌の生存日数が短くなることが示唆されている (Chapman et al., 2003)。アズキゾウムシの先行研究では雌に産卵基質となる小豆を与えないようにして産卵を抑制した条件で行われていたため、雌の産卵スケジュールの生存日数への効果を検証することができなかった。そこで、雌に産卵基質となる小豆を与え、雄と同居をさせる時間を羽化後 4 日間 (high)、1 日 2 時間を 4 日間 (middle)、羽化日に 2 時間のみ (low) と変えた 3 つの条件下で雌の生存日数、日毎の産卵数、総産卵数、卵の孵化率を測定し、処理区間における比較を試みた。また、このような実験系を長期間室内で飼育されている実験室系統である jC 系統と比較的最近実験室に導入された野外系統の isC 系統を用いて行った。予備的な実験からは、jC 系統では生存日数は有意ではなかったが、low > middle > high の順で長くなった。しかし isC 系統では予測とは異なり有意に high > middle = low の順に生存日数は長かった。発表ではサンプルサイズを大きくした実験の結果から、生存日数、総産卵数、産卵スケジュール、卵の孵化率について系統内における 3 つの処理区間あるいは系統間について比較をすることによって、雄と同居することが雌にとってコストとなるかどうかとそのメカニズムについて考察をする予定である。

## P1-159c

12:30-14:30

## 異なる地形における樹木の生長と生残

○辻野 亮<sup>1</sup>、日野 貴文<sup>2</sup>、揚妻 直樹<sup>2</sup>、湯本 貴和<sup>3</sup><sup>1</sup>京都大学生態学研究中心、<sup>2</sup>北海道大学苫小牧研究林、<sup>3</sup>総合地球環境学研究所

ある気候帯に属する地域に多様な樹木が生育してそれぞれの種が地形特異的に空間分布しているということが知られており、これに関する研究はこれまで多数おこなわれてきた。このような地形特異的な樹木の空間分布を維持・形成するメカニズムを解明するためには、まず長い樹木の生活史のうちいったいどのステージが重要であるのかを明らかにする必要がある。そこでわれわれは、今回とくに胸高直径で 5cm 以上のステージを対象にした。毎木調査と再調査を屋久島低地照葉樹林、2.6ha で行い、計量的な地形指数を利用して樹木の生残・生長と地形の関係を明らかにした。まず、樹木が地形特異的に分布していることなどから、一様でない地形は多様な植物種多様性を高める一因と考えられた。次に胸高断面積生長量が上に凸な斜面と下に凸な斜面でどのように異なるかを種ごとに比較すると、下に凸な斜面でよりよい生長を見せる樹種が多い中でほとんどの種では有意な差が見られなかった。また樹木の生残率に関してもほとんどの種で有意な差は見られなかった。また生残・生長に差が見られた一部の種でもその樹種の地形特異的な空間分布を反映するような差とはいえなかった。以上より、樹木の生残・生長と成木の地形特異的な空間分布には齟齬があることがわかった。これは樹木の地形特異的な空間分布パターンは胸高直径 5cm 未満ですでに形成されており、5cm 以上では一旦定着できた場所で生育しているに過ぎないのではないかと考えられた。したがって、地形特異的な樹木の空間分布を維持・形成するメカニズムを解明するためには、樹木の初期定着ステージを重点的に個体群動態と環境との対応を調査する必要があることが示唆された。

## P1-160c

12:30-14:30

ヤマモモ (*Myrica rubra*) の集団間の遺伝的分化-サルがいる森とない森の比較○寺川 眞理<sup>1</sup>、菊地 賢<sup>2</sup>、金谷 整一<sup>2</sup>、松井 淳<sup>1</sup>、湯本 貴和<sup>3</sup>、吉丸 博志<sup>2</sup><sup>1</sup>奈良教育大学、<sup>2</sup>森林総合研究所、<sup>3</sup>総合地球環境学研究所

植物は固着性であるため、種子や花粉を水、風、動物などにより運ぶことで、遺伝子を流動させる。動物による種子散布は、植物-動物間の相互作用として注目されており、種子散布距離をはじめとしてこれまでに様々な研究がなされてきた。ある植物の散布者である動物が絶滅した場合、その植物の更新が妨げられ、次世代が育たなくなると考えられることが多い。これを遺伝的な視点からみた場合、散布者の喪失は少なくとも母親の遺伝子の流動を妨げるため、散布者がいる場合と比べて集団間の遺伝的な変異は大きくなると予想される。

本研究では、ヤマモモを対象に散布者の有無で集団間の遺伝的変異に差が生じるかを比較、検討した。調査地は、主な散布者であるサルが生息する屋久島(西部林道)と、サルが絶滅した種子島(犬城海岸)に設置した。これまでの屋久島での研究では、ヤマモモはサルにとって重要な食物資源であり、多くの種子が実際に運ばれていることが観察された。種子島では 2004 年 5 月末に 60 時間に亘り、果実消費の観察を行った。観察樹の周囲にはハシブトガラスなど 18 種の鳥が滞在していたにもかかわらず、ヒヨドリ以外の鳥はヤマモモの果実を採食しなかった。また、ヒヨドリが消費した果実数は一滞在あたり 1 から 2 個であり、1 日一本あたり多くても十数個しか消費しないことが明らかになった。観察樹の下には多くの完熟した果実が落ちているのも確認された。したがって、種子島において鳥類は、サルに匹敵する散布者としての役割を果たしてはいないと考えられた。

遺伝解析のため、解像度が高いとされるマイクロサテライトマーカーをヤマモモについて開発した。各島で 4 プロット、各 30 個体ずつランダムサンプリングを行い、開発したマーカーのうち多型性の高いものを用いて遺伝解析を行った。今回の発表はその結果について報告する。

## P1-161c

12:30-14:30

## スズランにおけるクローンの空間構造と種子繁殖の関係

○荒木 希和子<sup>1</sup>、山田 悦子<sup>1</sup>、大原 雅<sup>1</sup><sup>1</sup>北大・地球環境

スズラン (*C. keiskei*) は、強い芳香を有する多数の白い花からなる花序を持つ林床性の多年生草本である。これまで調査を行ってきた北海道十勝地方の集団では、交配様式に関して、自家不和合性を示し、訪花昆虫を介した他家受粉により種子繁殖を行うほか、地下茎によるクローン成長を通じて空間的に広がることが明らかになっている。

一般に花序をつける植物では、ディスプレイサイズ(同時開花数)が大きいほど送粉昆虫を誘引する効果が強い反面、連続訪花による隣花受粉が生じやすいことが知られている。そのため、「クローンサイズが大きくなりすぎると隣花受粉が生じやすくなり、結実量が低下する」ことが考えられる。そこで、クローン成長による空間構造を明らかにするために、スズランの優占する林床に 90m × 100m のプロットを設置し、さらに 5m × 5m のサブ・プロットに分割した。各区画内のシュートならびに花序密度を測定するとともに、サブ・プロットの各交点より地上葉を採取し、アロザイム分析による multilocus genotype を用いて、クローンの広がり程度を調べた。さらに、集団内の大小さまざまなクローンの種子生産を評価するために、サブ・プロットの各交点における結果・結実率の調査を行った。そして、種子生産量に影響を及ぼすと考えられる、花序・シュート密度、隣接するクローンの遺伝的構造と数、クローンサイズとの関係を解析した。このほか、訪花昆虫のクローン内・クローン間での行動パターンの観察を行った。以上の調査・解析に基づき、自家不和合性スズランのクローン成長による空間構造と有性繁殖の関係、またそれに対する訪花昆虫の寄与について報告する。

## P1-162c

12:30-14:30

## モンカゲロウの産卵場所選択性 -砂礫堆と樹冠の影響-

○田中 武志<sup>1</sup>、山田 浩之<sup>2</sup>、竹門 康弘<sup>3</sup>、池淵 周一<sup>3</sup><sup>1</sup>京都大学工学研究科、<sup>2</sup>北海道大学農学研究科、<sup>3</sup>京都大学防災研究所

河川に生息するモンカゲロウ (*Ephemera strigata*) などの水生昆虫類では、砂礫堆上流端に位置する淵尻の淵頭に集中的に産卵する行動が知られている。このような産卵場所選択性は、砂礫堆の河床間隙水の透水性や溶存酸素濃度などの物理化学特性と関係していると考えられる。しかしながら、産卵場所の環境条件と産卵個体数の関係や産下された卵やふ化幼虫生存率などを実証的に示した研究は行われていない。一方、近年各地の河川で生じている砂礫堆の樹林化やツルヨシの繁茂によって、このような産卵適地が減少しつつあると懸念されている。

そこで、本研究では、産卵雌数に対する淵・淵、樹冠の有無、岸際の状態、微生物場所環境条件として透水係数、動水勾配および河床間隙水流速の影響を調べた。また、モンカゲロウ卵野外孵化実験を通して、卵の孵化率・死亡率に対する河床間隙水域の物理化学的環境の影響を調べた。その結果、モンカゲロウは、上空が樹冠で覆われず、岸際が植生に覆われていない裸地部分を産卵場所を選ぶことが確認された。また、産卵場所と淵・淵の相対的位置関係を分析した結果、産卵の集中地点は、必ずしも淵頭とは限らず、淵中央付近でも集中的に産卵することがわかった。次に、微生物場所条件の分析の結果、淵の産卵雌数は、ばらつきは大きいものの動水勾配との間に有意な正の相関が認められた ( $r=0.61, p<0.01$ )。これに対し、透水係数、間隙水流速との間には有意な相関は認められなかった (透水係数  $r=-0.17$ , 間隙水流速  $r=0.25, n.s.$ )。

さらに、野外孵化実験の結果、モンカゲロウ卵は産卵場所に選ばれていない場所でも孵化できることが確認できたが、死亡率は、間隙水流速が小さく、DO 供給量が小さくなる砂礫堆内陸側や下流側において大きくなる傾向が認められた。本研究の結果は、「モンカゲロウの選択する産卵場所条件は、間隙水流速が大きく豊富な溶存酸素が供給される間隙水域に対応しており、卵や孵化した若齢幼虫の生存率を高めるのに役立っている」という仮説を支持している。

## P1-164c

12:30-14:30

## 吊下げるべきか、切り落とすべきか? エゴツルクピオトシブミの揺籃作製をめぐる代替戦術の戦術間比較

○小林 知里<sup>1</sup><sup>1</sup>京都大学大学院人間・環境学研究科

オトシブミ科に属するオトシブミ亜科・アシナガオトシブミ亜科の種は、母親が子供のために食料兼シェルターとしての葉巻・いわゆる揺籃を作製する。オトシブミ亜科の一種・エゴツルクピオトシブミは、一匹のメスが二つの型の揺籃を作ることが知られている。一方は葉を J 字状に裁断して木から吊下げるタイプ (吊下げ型) で、もう一方は葉を両側から直線的に裁断して、木から切り落とすタイプ (切り落とし型) である。二つの戦術が共存する適応的意義を探るため、それぞれの揺籃の作製数、生存率および死亡要因ごとの死亡率を季節変化とともに調べ、戦術間で比較し、違いを検出した。その結果、エゴツルクピオトシブミが揺籃を作製する 4 月下旬から 7 月初旬にかけて、初期に作られる揺籃はほとんど全てが吊下げ型であることが分かった。その後、切り落とし型の比率は季節とともに上昇した。また、切り落とし型の生存率は吊下げ型より常に高かった。さらに、吊下げ型・切り落とし型ともに卵期で最も死亡率が高く、特にオトシブミ亜科に特異的な二種の卵寄生蜂、*Poropoea morimotoi* および *P. sp.1* (ともにタマゴコバチ科) の寄生による死亡が多かった。*P. morimotoi* による寄生率は、切り落とし型の比率が高い時に切り落とし型の方が吊下げ型より高く、*P. sp.1* の寄生率は、吊下げ型の比率が高い時に吊下げ型の方が切り落とし型より高いという、より多い方が集中的に寄生を受ける頻度依存的寄生がみられた。この二種の卵寄生蜂による頻度依存的寄生が、エゴツルクピオトシブミにおける二つの戦術の維持に関与している可能性があると考えられる。

## P1-163c

12:30-14:30

クロヒナスゲ *Carex gifuensis* の生活環と実生の動態○吉場 理恵<sup>1</sup><sup>1</sup>宇都宮大学大学院農学研究科森林科学専攻

クロヒナスゲは、岐阜県と栃木県に隔離分布する。栃木県では西部を中心に平地から山地の林床に普通に見られ、マット状の群落を形成する一方、岐阜県では特定の地域に痕跡的である。クロヒナスゲは地下茎を発達させて栄養繁殖を主としているが、有性繁殖の実態についてはほとんど知られていない。そこで本研究では、有性繁殖、特に種子や実生の動態に注目して、生活環の全体像を明らかにする事を目的とした。

2003 年 3 月から 2004 年 6 月までの期間に、栃木県北部に位置する宇都宮大学農学部附属船生演習林で調査を行った。毎月 1 回クロヒナスゲのフィールドにおける成長状態を観察した後、一定量を採取し、器官乾物分配費を測定した。また、5 月から 6 月にかけて、クロヒナスゲの実生の分布調査を行った。実生個体数については、斜面の下から上に向かって幅 1m、長さ約 15m のトランゼクトを 20m 間隔で 3 箇所設置し、その中の実生の分布位置と併せて記録した。クロヒナスゲの生活環は、次の通りである。

1. 10 月にラメットの葉の付け根に新枝が ぎ、新葉の展開とともに花序が形成される。
2. 11 月 ~ 3 月に、主根から多くの側根が発生する。
3. 越冬後、花茎が伸長して花序が葉の上部に突出し、開花する。
4. 4 月 ~ 5 月に葉が著しく伸長し、結実する。
5. 5 月中旬に多数の実生が発生する。
6. 6 月中 ~ 下旬に地下茎が伸長する。
7. 7 月上旬、新しい地下茎から発根し、新ラメットが完成する。

## P1-165c

12:30-14:30

## 北タイ熱帯山地林における下層の光環境と樹木の生存戦略

○中島 弘起<sup>1</sup>、武田 博清<sup>1</sup>、KHAMYONG SOONTORN<sup>2</sup><sup>1</sup>京大・農、<sup>2</sup>チェンマイ大・農

光資源の分割は、熱帯林における樹木の共存機構に大きく寄与している。光環境に対応して種が棲み分けているのか、またその分布を説明できるような多様な生存戦略の変異が存在するのかを、北タイ、ドイステープ国立公園の熱帯山地林の優占種 11 種を対象に調査した。

各種、樹高 0.5 - 3 m の個体において、1 年間の直径成長、全天写真による光環境の測定を行った。低木を 2 つの機能グループ、「下層種の成木」5 種、「林冠種の幼樹」6 種に分類した。

- (1) 調査区内の林床の林冠開空度、直接光の分布には空間的な変異が存在した。
- (2) 林冠種のうち、*Castanopsis diversifolia* は斜面下部にのみ存在し、下層種のうち 4 種は斜面上部に分布していた。
- (3) 個体直上で測定した光環境の分布には、種間差があった。林冠種うち *Schima wallichii*、*C. diversifolia* は比較的暗いところに分布していたが、*Ameslea fragrans* は比較的明るいところに分布していた。下層種は林冠種と比べると様々な光環境に分布していた。光に対する種の分布は必ずしも、地形に沿った分布とは対応していなかった。
- (4) 11 種とも成長速度-光環境関係においては相関がなかったが、明るいところに分布が制限されていた *Ameslea fragrans* はほとんどの個体で成長速度が大きかった。最優占種の *C. acuminatissima* は明るいところでより成長速度が大きかった。*C. Diversifolia* と *Schima wallichii* は暗いところでも高い成長速度を保っていた。いくつかの種で、出現頻度の高かった光環境において成長速度が最大であったことは、その種が生育するのに好適な光環境のレンジが存在することを示唆している。
- (5) 直接光の分布から求めた耐陰性の指標と樹高獲得効率の間には多様なトレードオフ関係があった。



## P1-166c

12:30-14:30

## オオヤマオダマキにおける、花序内の花間で雄期・雌期の長さが性投資量に及ぼす影響

○板垣 智之<sup>1</sup>、酒井 聡樹<sup>1</sup><sup>1</sup>東北大学・院・生命科学

開花期間の長さは雌雄の繁殖成功に影響する。すなわち、開花期間が長いほど多くの花粉を送受粉できるだろう。開花中の気温の違いなどのため花序内の花間で開花期間が異なる場合、花間で繁殖成功が異なるのではないだろうか?もしそうなら、花間で性投資量も異なるのではないだろうか?本研究では、2002, 2003年にオオヤマオダマキを材料に、花ごとの開花期間(雄期・雌期の長さ)、性投資量(花粉数・胚珠数)および繁殖成功(放出花粉数・種子数)を、花序内の開花の早い花と遅い花とで比較した。

その結果、両年とも開花の早い花ほど雄期が長く、花粉数も多かった。また、雄期が長い花ほど多くの花粉を放出していた。一方、雌機能は両年で異なるパターンだった。2002年は開花の早い花ほど雌期が長く、胚珠数も多かった。しかし、2003年は花間で雌期間・胚珠数に差はなかった。また両年とも、雌期の長さとその花の生産種子数とに有意な関係は見られなかった。

これらの結果から、雄器官への投資量の花間の違いは、雄期の長さが雄繁殖成功に影響するためと考えられる。これに対して、雌器官への投資量には雌期の長さは影響しないようだ。一般に、雄繁殖成功に比べて雌繁殖成功は、ポリネーターの訪花数に対して早く頭打ちすることが知られている。そのため、雌期間は短くても十分な訪花量が得られると考えられる。このように、花間の開花期間の違いは、雌器官よりも雄器官への投資量に影響することが示唆される。

## P1-168c

12:30-14:30

## 季節的性比調節の解析的 ESS モデル

○向坂 幸雄<sup>1</sup>、雨甲斐 広康<sup>2</sup>、吉村 仁<sup>2</sup><sup>1</sup>国立大学法人信州大学理学部生物科学科、<sup>2</sup>国立大学法人静岡大学工学部システム工学科

季節的に出生性比を調節する生物の存在はいくつか知られているが、その適応的意義を説明する上では数理的アプローチが重要である。特に、体サイズも小さく、一回の産仔数が多い両生類では、成長後の繁殖参加の雌雄差を出生時期毎に実際に追跡するのは非常に困難であり、数理的解析によって、調べるべきポイントを明らかにすることは特に重要である。演者らはツチガエル (*Rana rugosa*) では長期に渡る繁殖期中で季節の進行と共に出生性比の変化が起きていることを明らかにした。また、その傾向が地域集団間で逆転していることも明らかにした(第49回大会発表)。我々はツチガエルの生活史を念頭に置き、シミュレーションのような確率的要素に依らない解析的 ESS モデルを構築し、繁殖機会が年に2回あるモデル生物での季節的性比調節の可能性を、雌雄で異なる成長速度などを考慮して検討した。これまでに我々が構築してきたモデルでは、性比を集団内の出生性比とは独立にとれる突然変異個体の侵入条件を考察する際に、出生年とその前後1年づつの非突然変異個体しか背景集団として考えていなかった。しかし、繁殖機会が最大2年に及びモデルでは、各年次での背景集団を考慮しなければ正確な ESS の解析はできない。今回その範囲を前後それぞれ2年ずつ計5年分を考慮し、さらに突然変異個体が前期と後期のいずれの場合に生まれるかについても分離して考えることで、より詳細な条件推定をすることを可能にした。年2回の繁殖機会相互での出生性比の適応的パターンは8通りでき、大まかに分けると4通りに区別できた。このことから、雌雄間でその後経験する繁殖機会の数に差ができ、またその違いのでき方が出生時期によって異なるような場合には繁殖時期によって性比を1:1からずらすような形質が ESS となり得ることがわかった。

## P1-167c

12:30-14:30

## 沖縄島におけるオヒルギの開花・結実特性と受粉システム

○野口 和貴<sup>1</sup>、佐々木 健志<sup>2</sup>、馬場 繁幸<sup>3</sup><sup>1</sup>北越パッケージ株式会社、<sup>2</sup>琉球大学資料館、<sup>3</sup>琉球大学農学部

オヒルギは、琉球列島に成立するマングローブの主要な構成樹種の1つで、東南アジアを中心に熱帯から亜熱帯にかけ広く分布し、国内では奄美大島が分布の北限となっている。今回、沖縄島において、本種の群落の成立とその維持に重要な影響を及ぼす、開花・結実特性と受粉システムについて調査を実施した。

開花数は、冬季には減少するものの年間を通して開花が見られたが、1月から5月に開花した花は全く結実しなかった。インドネシアに分布するオヒルギでは、1年中開花・結実することが報告されている。そこで、各月の葯の状態と花粉の発芽率を調べたところ、1月から5月に開花した花では、葯の発達不全と花粉の発芽率の低下が確認された。このことから、低温による葯及び花粉の発育不全が、冬季の結実率低下の主要な要因であると考えられた。類似した事例は、温帯域に導入されたマンゴーやアボカドなどの熱帯原産の果樹でも報告されており、分布の北限に近い沖縄島のオヒルギは、十分な季節適応を獲得していないことが推察される。一方、オヒルギの花は両性花であるが、開花直後の雄ずいは鞘状の花弁に包まれており、訪花動物の接触刺激を受けて初めて花弁が裂開し雄ずいが裸出する。また、このとき花弁の裂開に伴い、その衝撃で雄ずいから花粉の一部が飛散し柱頭に付着し自家受粉が生じるとともに、ポリネーターの体表にも花粉が付着する。交配実験の結果、本種は高い自家和合性を有しており、上記のような受粉システムにより、他殖と自殖の両方を可能にしているものと推察される。また、当地域における主要なポリネーターは、物理的に花弁の裂開が可能な大型のハチ類や鳥であることが明らかになった。

## P1-169

12:30-14:30

## ハルニレの生育適地はどこか?—栃木県栗山村土呂部地区の事例—

○野宮 治人<sup>1</sup>, 新山 馨<sup>1</sup><sup>1</sup>森林総合研究所

ハルニレは、冷温帯河畔林の構成種で、しばしば氾濫原に優占林を形成する。北海道を除けば、目立つ種ではないものの、その分布は鹿児島県にまで広がっている。しかし、氾濫原は平坦かつ肥沃であるため農地利用や開発が進み、歴舟川(北海道)、外山沢川(奥日光)、梓川(上高地)などで報告されている林分を除いて、自然度が高く成熟したハルニレ林を観察することは困難である。そのことが理由の一つとなって、ハルニレの更新特性や生育適地の解明が遅れている。

そこで演者らは、小さな集落を含んだおよそ 16km<sup>2</sup> の集水域を対象に、比較的サイズの大きなハルニレの分布を明らかにし、地形的な生育適地を考察した。調査地は、栃木県栗山村土呂部地区の全域である。土呂部地区は、9本の小河川が本流の土呂部川に流れ込み、本流周辺の民有地(集落、畑、採草地、人工林、および共有地)を囲むように国有林(人工林、2次林、および天然林)が分布している。施業履歴は比較的明らかで、国有林における大規模な炭焼きは戦前の 10 年間だけである。

調査には小型の GPS と簡易測量を併用し、胸高直径 40cm (およそ 70 年生)を超えるハルニレ 352 個体 (MAX = 134cm) の分布を確認した。地形図から小河川の縦断面を作成した。3 本の小河川では、河床勾配と氾濫原の幅を測量し、ハルニレの分布と比較した。

その結果、胸高直径 60cm を超える個体は、自然度の高い小河川の下流域や、集落の共有地などに多く残っていた。地形的には、小河川と本流の合流点や、河床勾配が緩傾斜に変わる区間といった、砂礫の堆積作用が卓越する区間がハルニレの生育立地であると考えられた。現在では集落や畑として利用されている土呂部川周辺の氾濫原には、人為の加わる以前であれば、ハルニレの卓越する河畔林が成立していたと推察される。

## P1-171

12:30-14:30

## 宍道湖の典型的な岸辺生息場における底生無脊椎動物群集

○倉田 健悟<sup>1</sup><sup>1</sup>島根大学汽水域研究センター

島根県東部の宍道湖は斐伊川水系の一部であり、これは大橋川を通じて中海に続いている。日本海から海水が遡上する汽水域であるが塩分は 3-4psu と低い。宍道湖の周囲はほとんどコンクリート護岸となっていて、陸上から水域への連続性が遮断されている様子が目につく。しかしながら、中にはコンクリート護岸の前方に堆積した砂浜やヨシ帯などもあり、それらが点在している。また、最近では宍道湖西岸において緩傾斜の堤防が設置され、ヨシを植える市民活動も見られている。本研究では、宍道湖の湖岸をどのような場として保全もしくは修復すればよいか、という問いに答えるため、岸辺における生物群集の役割を評価することを試みた。

まず、宍道湖全体の湖岸の現況を把握し、様々な「岸辺」を分類・整理して集計する作業を行った。2003 年 5 月にボートで湖内を一周し、デジタルビデオカメラで湖岸を撮影した。全ての映像を見ながら、景観が異なると判断される箇所を区切りとして、その湖岸をカテゴリーに分けて記録した。宍道湖を主な河川の河口を境界とした 9 つの領域に区分してそれぞれの領域に含まれる湖岸の数を数えた。これらのデータから、宍道湖を特徴づけている「岸辺」の主なパターンを抽出し、各々の機能や成立過程などを考慮に入れて「自然形成型」「防災機能型」「環境配慮型」の 3 つを調査地点とすることにした。

次に、調査地点を生息場所としている底生無脊椎動物の群集組成を調べるためサンプリングを行った。

本研究は(財)河川環境管理財団の河川整備基金助成事業および財団法人日本生命財団の研究助成によって行われた。

## P1-170

12:30-14:30

## 氾濫原プールにおける稚魚生息場利用に関する研究

○山下 慎吾<sup>1</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

氾濫原上には、Backwater, Secondary channel, わんど, たまり, side pool など様々な名称でよばれる、主流路とは水理状態の異なる水域が存在し、仔稚魚の生育場や出水時における魚類の避難場所などの生態的機能をもっていることが示唆されている。これらのうち、わんどは河道内に存在する止水域のうち、平水時において流水域に開口部を有する水域、たまりは河道内に存在する止水域のうち、平水時において流水域に開口部のない水域を示すことが多い。わんど(特に、淀川にみられるような水制などにより形成された止水域)における魚類の利用状況や保全対策についてはすでに調査検討されているが、孤立水域であるたまりにおける事例は少ない。千曲川における Backwater (ここでは、わんど・たまりの混称として使用)の調査事例では、1 年に数回主流路と接続する Backwater と 3-4 年に 1 回程度主流路と接続する Backwater では魚種構成が異なり、1 年に数回主流路と接続する Backwater の種多様性が高いことが示唆されている。そこで、本研究では、主流路との永続的な連結性がないたまりのなかでも、周年の出水により強い影響をうける一時的孤立水域を、Halyk and Balon (1983) を参照して氾濫原プール (floodplain pool) と称し、稚魚の種多様性を反映する空間指標の探索・提示を行った。まず主要な氾濫原プール内における探索では、昼間はカバーからの距離が近い場所を多種の稚魚が利用することがわかった。また、孤立期間における 10 箇所の氾濫原プールを対象とした探索では、稚魚種数の予測子として、孤立直後は最大水深など、次の接続直前にはカバーなどが選択された。これらの情報を用いて、氾濫原プールにおける稚魚多様性の空間指標の検討を行った。

## P1-172

12:30-14:30

## 沖縄本島東岸における海草藻場の時空間変動に対する陸域生態系の影響

石橋 知佳<sup>1</sup>, ○仲岡 雅裕<sup>2</sup>, 近藤 昭彦<sup>3</sup><sup>1</sup>千葉大学理学部, <sup>2</sup>千葉大学大学院自然科学研究科, <sup>3</sup>千葉大学環境リモートセンシング研究センター

近年陸域の改変による沿岸生態系の破壊が深刻な問題となっている。海草藻場は重要な沿岸生態系のひとつであり、河口域に形成されるため陸域の影響を受けやすいと考えられる。そこで本研究においては、マクロなスケールでの研究に有効であるとされるリモートセンシング・GIS(地理情報システム)を用い、海草藻場の時空間変動に対する陸域生態系の影響の解明を試みた。

研究地として陸域からの赤土流出が問題となっている沖縄本島東岸の海草藻場 9 地点を選定した。海草藻場の分布、および陸域生態系のデータを GIS で解析し、また、赤土流出に関しては既存の資料よりデータを入手した。さらに、海草の種多様性を明らかにするために、現地調査を行い、得られたデータより種数およびシン普森の多様性指数をさまざまな空間スケールで算出した。以上のデータを多変量解析で分析した。

調査地には海草 7 種の生息が確認され、海草藻場面積・種多様性・被度は藻場間で大きな変異が見られた。また過去 30 年の海草藻場分布データの変遷を GIS で解析したが、増加・減少といった一定の傾向は見られなかった。海草藻場に対する陸域生態系の影響に関しては、海草藻場面積との間に有意な相関は見られなかったが、海草の種多様性との間には一部有意な相関が見られた。また、森林面積の変化と海草藻場面積の変化には正の相関が見られた。

本研究の結果、リモートセンシング・GIS が、海草藻場の分布をマクロなスケールにおいて視覚的・定量的に把握する上で有効な手段であることが明らかとなった。また、海草の種多様性や藻場面積の時空間変動に陸域生態系に関する要因が影響を与えていることが示唆された。

## P1-173

12:30-14:30

## 長野県上伊那地方の水田地域における越冬期の鳥類群集と土地利用との関係

○津森 正則<sup>1</sup>、大窪 久美子<sup>2</sup><sup>1</sup>信州大学大学院農学研究科、<sup>2</sup>信州大学農学部

近年、農業形態の変化が農業生態系に及ぼす影響が懸念されているが、そこでの高次消費者である鳥類の群集構造やこれらの影響に関する研究例は少ない。そこで本研究では、長野県上伊那地方の水田地域における越冬期の鳥類群集を明らかにし、鳥類群集と土地利用との関係性について考察することを目的とした。

調査地は立地条件の違いにより、中山間地 3 地域(山室、上原、小屋敷)、市街地 2 地域(神子柴、狐島)の計 5 地域を設定した。

鳥類調査はラインセンサス法を用いて 2002 年 10 月上旬から翌年 3 月上旬に各調査地 22 回実施した。出現種名、個体数、出現環境と位置、行動等を記録した。土地利用調査を行い、各調査地の土地利用別の面積を計測した。出現種は、中山間地山室では 33 種、上原では 32 種、小屋敷では 35 種、市街地神子柴では 27 種、狐島では 22 種が確認された。全調査地合計で 47 種 11908 個体が観察された。TWINSPAN(Hill 1979a)により、調査地は中山間地と市街地に分類され、鳥類は中山間地を特徴づける種群、市街地を特徴づける種群、全調査地に共通な種群に分類された。また鳥類は、出現した環境の割合、採餌行動が観察された環境の割合により、樹林で特に多い、畦畔草地で多い、住宅周辺で多い等、いくつかのグループに分類された。TWINSPANによる分類と環境の割合による分類の結果は対応していた。調査地の土地利用は中山間地と市街地で、特に樹林、住宅の面積が大きく異なっていた。各調査地の土地利用の状況と鳥類相に関連性がみられた。水田地域は多くの鳥類に採餌場所を提供しており、越冬地として機能していた。特定の環境を選考すると考えられる種が観察され、樹林や草地等の環境の重要性が指摘された。

## P1-175

12:30-14:30

## 港北ニュータウンにおけるモウソウチク林の分布拡大

○湯本 裕之<sup>1</sup>、倉本 直<sup>2</sup><sup>1</sup>明治大学大学院・農学研究科、<sup>2</sup>明治大学・農学部

1960 年以降の燃料革命などの時代の変化に伴い、人々の生活から身近な場所にあり、薪炭生産を目的に利用されてきた雑木林は、その地域資源としての必要性が低下していき管理が放棄されるようになった。同じように竹林も市民の日常生活としての必要性が低下し、管理放棄されるようになった。管理放棄された竹林は分布拡大し、雑木林や畑地や住宅地に侵入することで生物多様性の低下、景観の悪化、経済的な損失などの問題を招いている。現在、自然に分布を拡大しているのは主にモウソウチク *Phyllostachys pubescens* Mazel である。

そこで本研究では 1984 年、1992 年、2003 年の 3 年代での港北ニュータウンにおける竹林の分布の変遷を把握する。1984 年と 1992 年は航空写真と地形図(1/25000)によって、2003 年は踏査によって港北ニュータウン全域に生育している竹林の分布を把握した。竹林群落の面積を GIS(Geographic Information System)で解析し、竹林群落の面積の増減、周辺の土地利用、地形、方位との間に相関関係があるのかを調べた。

竹林群落の面積は 1984 年は 64.65ha、1992 年は 9.96ha と 54.69ha 減少しており、群落数は 1984 年は 80 個、1992 年は 28 個と 52 個減少していた。しかし、ニュータウンの宅地造成などによる伐採の影響を受けていないと考えられる竹林群落が 9 個あった。それらの竹林群落の総面積は 1984 年が 1.601ha、1992 年が 1.948ha と 0.347ha 増加していた。また、それぞれの群落の平均拡大面積は  $0.347 \pm 0.793$ ha であった。

港北ニュータウンに生育している多くの竹林群落は消失または減少していた。しかし、造成の際の影響がなかったと考えられる群落では面積の増加が見られた。残された竹林は住宅地や道路に囲まれているものが多いため、これ以上の顕著な拡大は見られないと考えられる。本発表では 2003 年の分布も考慮し、周辺の土地利用、地形、方位との相関関係を含め、3 年代の竹林の拡大様式の比較を行う。

## P1-174

12:30-14:30

## 水生昆虫による松本市のため池の評価 -カメムシ目、コウチュウ目、トンボ目を指標として-

○山本 恵利佳<sup>1</sup>、土田 勝義<sup>1</sup><sup>1</sup>信州大学 農学部

ため池や水田などに生息する水生昆虫は、生息地の減少や生息環境の悪化により個体数が減少し、保全対策が必要となっている。水生昆虫の生息地の一つであるため池では、護岸改修や水生植物帯の減少、農業や生活雑排水の流入、魚類の放流、餌生物の減少、生息地間のネットワークの分断などが衰退の要因として指摘されている。

そこで本研究では、水生昆虫の生息状況とため池の環境要因という 2 つの視点からため池を水生昆虫の生息地として評価し、ため池ごとに水生昆虫の保全目標と維持または改善していくべき環境要因について考察することを目的とした。調査は長野県松本市の山間部と市街部に位置するため池のうち 8ヶ所で行った。水生昆虫の豊かさの指標として生活史の一部または大部分を水中で過ごし、ほとんどの種が肉食性で高次消費者である水生カメムシ目、コウチュウ目、トンボ目(幼虫)を用いた。

水生昆虫の生息状況からの評価では、種数と個体数、大型の高次消費者の種数、種多様性、成虫と幼虫の分布、希少種の分布、各種の出現率の 6 項目を評価項目とし、各評価項目の結果に 1-5 点の点数をつけた。ため池の環境要因からの評価では、水生昆虫の生息や衰退と関わりのある要因として構造や水質、水生植物、周辺の土地利用などに関する調査項目を設けた。このうち指標とした種の採集種数や採集個体数などと相関が見られた、水生植物が生育し水深の浅い岸辺の割合、植被率、水生植物の種数、指標とした種の幼虫の採集個体数、の 4 項目を評価項目とし、各評価項目の結果に 1-5 点の点数をつけた。

評価を行った結果、山間部のため池では繁殖地や出現率の低い種の生息地となることを目標とし、市街部のため池ではまず始めに出現率の低い種の個体数を増やすことを目標とすること、ため池の環境要因からの評価において点数の低い評価項目を各ため池における保全対策の重点項目とすることが考えられた。

## P1-176

12:30-14:30

## 名勝としての海岸マツ林を構成しているクロマツ個体の年輪成長速度

○藤原 道郎<sup>1</sup>、岩崎 真<sup>1</sup><sup>1</sup>兵庫県立大学 自然・環境科学研究所/兵庫県立淡路景観園芸学校

兵庫県西淡町に位置する慶野松原は、瀬戸内海国立公園に属するとともに名勝としての指定も受けている海岸クロマツの景勝地である。大径木のクロマツは磯馴松(そなれまつ)と呼ばれ、直径は大きく、樹高、下枝高、葉群高がともに低いことが特徴であり、海岸マツ林の重要な要素となっている。しかし、1970 年代からのマツ材線虫病などにより、大径木を含むマツの大量枯死が続き、裸地が目立つようになったため、地元関係団体や有志を中心にマツ苗木の植栽活動が続いてきた。ところが、植栽密度が高かったため、形状比、下枝高、最下葉群高の高い個体が増加するとともに、植栽による大径木のクロマツの被陰も生じてきた。上述のような傾向は、現在多くの海岸マツ林でみられており、多面的機能を持った海岸マツ林を、長期的視点に立ち地域住民主体で適切に維持管理を行う手法が求められている。そこで、名勝としての海岸クロマツ林保全のための維持管理手法および適切な空間配置を提案するために、クロマツ個体の年輪成長速度と発生年代や定着位置との関係を求めた。80 から 120 年生個体の年平均肥大成長速度は 1.4 から 2.2 mm であるのに対し、20 から 40 年生個体では 2 から 6 mm と個体差は大きいもの高齢木よりも肥大成長速度は速かった。約 100 年前はマツの個体数も少なく、風、砂の移動が激しく、マツの成長は制限されていたのに対し、40 年ほど前には、マツの密度も高く、防風効果が大きく、風、砂の移動さらに乾燥の影響も少なくなったために、成長速度は速いものと推察された。汀線からの距離と成長速度との間に明確な関係は見出せていないが、今後より詳細な研究を行い成長速度の時空間変異を明らかにしていく予定である。なお、本研究は東京情報大学学術フロンティア推進研究「アジアの環境・文化・情報に関する総合研究」および西淡町受託研究「慶野松原維持管理計画策定事業」の成果の一部である。



## P1-177

12:30-14:30

## 温暖化に伴う潜在自然植生の変化

○橋本 良延<sup>1</sup><sup>1</sup>独立行政法人農業環境技術研究所

近年、地球規模での温暖化が進行している。温暖化に伴い潜在自然植生がどのように変化するかを考察を行った。前回までの発表で、植生の単位性に基づいた群集レベルのアプローチおよび、植生連続性に基づいた種レベルでのアプローチにおいて、神奈川県全域を対象地として野外調査から得られた 831 地点の自然植生データと GIS を用いて、環境要因に基づく潜在自然植生の推定と地図化を行った。過程は (1) 自然植生のデータベースを構築。(2) 様々な環境データを GIS により作成。(3) 植生データベースと環境データをロジステック回帰分析により生育モデルを作成。(4) 得られたモデルより地域スケールに対応した定量的な潜在自然植生の推定と地図化を行った。今回は得られたモデルを用い気候の環境変数を操作し、対象地の潜在自然植生の植物群落がどのように変化するかを考察し、温暖化に対する脆弱性の検討を行った。本研究において推定可能な 14 タイプの植物群落について、ほとんど全てのタイプにおいて温暖化の影響での面積の増減が認められた。特にブナクラスに位置するオオモジガサブナ群集、ヤマボウシブナ群集、イヌブナブナ群集においては顕著な面積の減少が認められた。そして、種レベルのアプローチにおいても同様の結果を得た。また、幾つかの問題点と課題も明らかになったので報告する。

## P1-179

12:30-14:30

## 高速道路における中型獣のロードキルと道路周辺環境との関係

○大竹 邦暁<sup>1</sup>、飯塚 康雄<sup>2</sup>、佐伯 緑<sup>2</sup>、藤原 宣夫<sup>2</sup><sup>1</sup>中電技術コンサルタント(株) 環境部、<sup>2</sup>国土交通省 国総研 環境研究部 緑化生態研究室

本研究では、ロードキルの発生場所を、動物の移動経路が道路によって遮断されている場所、即ちコリドーの設置地点候補ととらえ、生態系ネットワーク構築に資するために、その分布や景観構造の特性を検討することを目的とした。中型獣の行動範囲は繁殖年周期に応じて変動するため、ロードキルの発生場所もこれにあわせて変化すると考えられる。演者らの茨城県水戸近郊域におけるホンダタヌキを対象とした研究では、ロードキル発生地点の季節変化が発生地点周辺の景観分布とホンダタヌキの繁殖年周期に応じた利用空間の変化から説明できることが示唆されている。関越自動車道の埼玉県新座市から花園町までの区間(延長 65km)では、現地調査から道路法面においてホンダタヌキをはじめとする中型獣の生息痕が広く確認された。また日本道路公団の資料からは、この区間では 1999 年から 2001 年までの間に 302 件の中型獣(イヌ及びネコを除く)のロードキルが記録されており、その多くがホンダタヌキのものであること、発生件数及び分布区間は季節変動を示し、9月から 11月に調査区間全域で多発する一方、2月から4月にかけては丘陵地帯に集中していることがわかった。また、9月から 11月にかけては広範囲で多発する傾向は、水戸近郊域でも同様であった。この季節変動を中型獣の繁殖年周期に対応させて説明するため、調査区間の道路構造と周辺緑地の状態(日本道路公団の資料による)及び道路から 1km の範囲内の植生・土地利用分布(旧環境庁の第 2・第 3 回自然環境保全基礎調査の現存植生図による)を説明変数とし、キロポスト単位で集計したロードキルの多少について判別分析を行った。得られた式に基づきロードキルの発生頻度と環境要素との関連について考察し、水戸近郊域の結果と比較した。

## P1-178

12:30-14:30

## 景観構造が管住性ハチ類の種多様性に及ぼす影響：武庫川流域における調査

○遠藤 知二<sup>1</sup>、森島 玲奈<sup>1</sup>、勝又 愛<sup>1</sup>、北垣 優子<sup>1</sup>、西本 裕<sup>2</sup>、橋本 佳明<sup>3</sup>、中西 明徳<sup>3</sup><sup>1</sup>神戸女学院大学人間科学部、<sup>2</sup>小林聖心女子学院、<sup>3</sup>兵庫県立人と自然の博物館

管住性ハチ類を利用した保全生物学の研究は、(1)送粉者(ハナバチ類)や捕食者(カリバチ類)など、複数の機能グループを同時に扱えること、(2)営巣ハチ類とそれらに寄生する天敵類からなる被食者-捕食者系を同時に扱えること、(3)簡便に調査でき、かつ結果が短期的な変動要因に左右されにくいことなどから、近年さかんになりつつある。現在まで、これらの管住性ハチ群集が環境の地域特性に応じてどのように構成されているかについて、いくつかの調査が行われてきたが、比較的狭い範囲での調査に限られていた。ここでは、河川の流域全体というやや広い範囲にわたって、さまざまな環境要素を含む景観構造が管住性ハチ類の種多様性や種構成にどのように影響しているかを検討する目的で調査を行った。調査は、兵庫県南東部を流れる武庫川流域を対象に、環境省メッシュマップの 2 次メッシュを 4 等分した区画(約 4.6x5.7km)内で森林環境を 1-3 地点任意に選び、37 区画合計 41 地点で管住性ハチ類を誘引、営巣させるトラップを設置した。トラップは内径の異なる竹筒とヨシ筒 20 本(竹筒トラップ)からなっており、1 地点あたり 5 基のトラップをそれぞれ 10-20m 離れた立木の 1.5-2m の高さに固定した。2002 年 4-5 月にトラップを設置し、同年 11-12 月に回収するまで野外に放置した。その結果、全体で管住性ハチ類 21 種 1343 の巣が得られ、地点あたり平均種数は、5.27 種(SD=1.95、レンジ 1-9)だった。調査地点を中心として異なる半径(200、400、800、1600m)の円内の森林面積と種数の関係を検討したところ、いずれの空間規模でも森林面積が 60%程度を占める地点で種数が最大になり、それよりも森林面積が多くなっても種数は減少する傾向があった。このことは、複数の環境要素の混合が種多様性に影響を与えていることを示唆している。発表では、GIS にもとづいた分析結果をふまえて報告する。

## P1-180

12:30-14:30

## 四万十川上流域梶原町 FSC 認証植林地における強度間伐施業の生態的効果

○木島 静香<sup>1</sup>、中越 信和<sup>2</sup><sup>1</sup>広島大学大学院国際協力研究科、<sup>2</sup>広島大学総合科学部

FSC(Forest Stewardship Council: 森林管理協議会)の森林認証は環境配慮と経済的効果の 2 点を両立させるための制度である。本研究では、FSC 認証地域における間伐を中心とした人工林の管理が下層植生の生物多様性に与える影響を明らかにすることを目的とした。調査地は、FSC 森林認証を取得した四万十川上流域の高知県高岡郡梶原町におけるおよそ 40 年生の人工林とし、間伐の頻度に従って、分類した。また、比較対象のために伐採跡植林地、広葉樹混交林、クヌギ植林地を設けた。植生調査は、10m x 10m の方形区を設置し、種名、植被率、高さを調査した。地上部現存量の代替として、植被面積 x 高さによって求めた PVI(Plant Volume Index)を用い、PVI 値の大きい種から並べた種順位-PVI 曲線を比較した。最も傾きが大きかったのは、広葉樹混交林であった。また、管理放棄後 20 年以上経った植林地では、広葉樹混交林に近い傾きを示した。最も傾きが緩やかだったのは、伐採跡植林地で、2 回間伐を行った強間伐林、2 回目のみ強間伐林も傾きは緩やかであった。また、種数と地上部現存量の総和の関係を強度、頻度、間伐後の年数から比較した。強間伐では、種数、地上部現存量が共に多かった。間伐の頻度についても同様の結果が得られた。一方、2 回強間伐内における間伐後の年数、及び 1 回目のみ間伐と間伐なしを比較すると、種数に差はみられず、地上部現存量では、1 回目のみのほうが多かった。また、1 回目のみと 2 回目のみを比較すると、2 回目のみのほうが、種数が多かった。以上から、地上部現存量には間伐、種数には間伐後の年数が影響しており、種数と地上部現存量が多い状態を維持するためには、強度の間伐及び定期的な管理が必要であることが示された。

P1-181

12:30-14:30

## 農地における水系の生態学的評価

○足達 優子<sup>1</sup><sup>1</sup>広島大学大学院国際協力研究科

水田は、原生自然環境としての湿地と機能的に類似した構造を持っており、多くの野生生物が水田環境を原生自然環境の代替環境として利用してきた。しかし、近年の農地整備により水田の構造は大きく変化し、現在の水田では生物が生存しにくい状況になっている。人と各種の生物が共存しながら好適な環境を維持すること、生物多様性を守りながら生産活動を行うことが広く求められており、土地改良法の改正によって今後の農業農村整備事業では環境との調和へ配慮することが原則とされた。

その個体数が減少してきた種にメダカ *Oryzias latipes* が挙げられる。本種は、以前には水田地帯ではどこでも見られた種であり、水田生態系における食物連鎖を支える上で大きな役割を果たしてきた。しかし、現在ではその数が激減し、絶滅危惧種 II 類に指定されるまでになった。その要因の一つとして、農地の変化による水路のコンクリート化による水生植物の減少、流速の上昇など様々な問題が挙げられている。そこで、本研究では特にメダカの生息地としての農地の構造について検討することにした。

本研究では広島県黒瀬町乃美尾地区の水田地帯を対象地とする。本地区は 2000 年までに圃場整備が行われた地域で、水路はほぼコンクリート水路となっており、本地区のすぐ脇を流れる黒瀬川から用水を引き、排水には灌漑排水だけではなく家庭排水も含まれる。本地区では、圃場整備が行われたにもかかわらず、メダカの生息が確認された。そこで、農事歴に沿って代掻き前、代掻き後、田植え後、中干し後、落水前、落水後にメダカの分布と生息環境調査を行った。

一年を通して、メダカの個体数は用水路に比べ排水路の方が多く、また、非灌漑期には幹線排水路と土砂吐けで多くの個体が確認できた。これらのことから、水路の構造や機能がメダカの分布に大きく影響していることが示唆された。

本研究ではこの地区の水田地帯において、メダカの生息状況を把握し、メダカが生息する条件を調べることができた。それを踏まえて今後の農地のあり方についての一つの指針を示す。

P1-183c

12:30-14:30

## 京都市周辺二次林のマツ枯れ後の動態

○呉 初平<sup>1</sup>、岡田 泰明<sup>1</sup>、清水 良訓<sup>2</sup>、安藤 信<sup>3</sup><sup>1</sup>京大院・農、<sup>2</sup>京大・生態研、<sup>3</sup>京大・フィールド研

25 年前の京都市周辺林は、斜面下部の一部の広葉樹林を除くと、ほとんどがマツ林で覆われていた。これらの森林は、80 年代を中心にマツ枯れによって大きく変化し、斜面下部や中腹では常緑・落葉広葉樹林に、斜面上部や尾根部の標高が高いところに一部マツ林が残るものの、高木種を欠いた広葉樹低質林になっているところも多い。

本研究は京都市周辺林に 1978 年と 1997 年に設置した 14 カ所の調査区で DBH 4.5cm の樹木の再調査を行い、1997 年から 5 年間の林分構造の変化と成長について考察した。

マツ林 (4 カ所)、常緑広葉樹林 (5 カ所)、落葉広葉樹林 (5 カ所) の林分全体の断面積合計 (BA) は、それぞれ 9.7-48.2、42.2-51.2、29.6-37.7m<sup>2</sup>/ha となり、常緑広葉樹林は落葉広葉樹林より大きい値を示した。マツ林は、標高が 125m の林分では BA が 9.7m<sup>2</sup>/ha でアカマツの BA 相対値が 10%、200m の林分では 31.1m<sup>2</sup>/ha でアカマツが 51%、290m を超える 2 林分では 41.0-48.2m<sup>2</sup>/ha でアカマツが 60% 前後となり、低標高のマツ枯れがほぼ終了した広葉樹の低質林、マツ枯れが進行している林、高標高のマツ林に分けられた。5 年間の林分全体の年成長率はマツ枯れ低質林で 3.1%、マツ枯れ進行林で -1.5%、マツ林で 3.6-9.8%、常緑広葉樹林で 1.0-2.9%、落葉広葉樹林で 0.4-1.5% となり、マツ林 > マツ枯れ低質林 > 常緑広葉樹林 > 落葉広葉樹林 > マツ枯れ進行林、となる傾向が伺えた。また、1978 年ではマツが混交していたが、1997 年には消滅していた常緑・落葉広葉樹林は、マツが混交していなかった林と比較して全体に林分成長率は高く、未だマツ枯れの影響が認められた。マツ枯れ低質林・マツ枯れ進行林・マツ林では混交するソヨゴ、コナラ、常緑広葉樹林ではサカキ、シロバイ、コナラ、落葉広葉樹林ではナナメノキ、アラカシなどの常緑樹の成長が優れる傾向がみられた。

P1-182c

12:30-14:30

## 東京湾における海草藻場の長期空間動態

○山北 剛久<sup>1</sup>、仲岡 雅裕<sup>2</sup>、近藤 昭彦<sup>3</sup>、石井 光廣<sup>4</sup>、庄司 泰雅<sup>4</sup><sup>1</sup>千葉大学理学部生物学科、<sup>2</sup>千葉大学大学院 自然科学研究科、<sup>3</sup>千葉大学環境リモートセンシング研究センター、<sup>4</sup>千葉県水産研究センター

沿岸生態系における海草藻場の重要性の認識の広がりと共に、その保全や再生の試みが行われつつある。しかし、海草藻場の変動機構の解明は不十分であり、特に広域・長期スケールでの変動機構の解明は、生態系単位での適切な保全策の作成に不可欠である。海草藻場の空間変動に着目した研究は近年増加してきたが、多くは短期間の遷移パターンの解析にとどまっている。一方、リモートセンシングや地理情報システム等の技術の発展に伴い、航空写真等を利用して過去の大規模な海草藻場の長期変動を解析することが可能になってきた。

そこで本研究では、千葉県富津干潟の海草藻場を対象に、既存の航空写真および現地調査を基に RS/GIS を用いて、過去 20 年以上にわたる海草藻場の長期空間動態を解析した。

現地調査との比較から、海草藻場の分布は航空写真から直径 1m 程度のパッチの形状・面積まで判別可能であることが確認されたが、海草種 (アマモ、タチアマモ、コアマモ) ごとの識別は十分でなく、特に小型種が不明瞭になる点も明らかになった。

1967 年から 2003 年までの藻場面積の経年変化を解析したところ、最大 179ha (1986 年) から最小 60ha (2001 年) まで変異が認められた。分布面積は 1970 年代の埋め立てにより減少したが、埋め立てを免れた分布域から沖に向かい拡大し、その後の変化はわずかであった。また、藻場の沖側の分布限界が年を追って後退する傾向、および浅い部分のパッチがやや減少する傾向が見られた。

本研究により、高解像度の航空写真は浅海の藻場の研究に有効な手段であることが示された。面積の変動を引き起こす要因としては、埋め立てに伴う潮流の変化、砂州等の地形変化、さらに東京湾の水質の変化などが考えられる。これらの環境変数と藻場の分布動態との関連性について解析し、海草藻場の広域長期にわたる変動の機構を明らかにしたい。

P1-184c

12:30-14:30

## ため池のトンボの種構成に及ぼす環境要因の影響

○浜崎 健児<sup>1</sup>、山中 武彦<sup>1</sup>、中谷 至伸<sup>1</sup>、田中 幸一<sup>1</sup><sup>1</sup>農業環境技術研究所

ため池は、農業用水を確保するために人為的に整備された水域であるが、灌漑機能だけでなく、様々な生物の生息環境としても機能している事例が報告されている。近年、農業形態の変化や都市化の進行にともない、放棄されるため池や消滅するため池が増加する一方で、ため池の生物保全機能を生かし、水辺の生物多様性を回復させる試みが各地で行われている。ため池に生息する生物の中には、周辺の環境に依存する種も含まれており、池内やその周辺環境と生物群集との関わりを明らかにすることは、生物多様性を保全、回復するうえで重要な課題となっている。現在、日本には、189 種のトンボが生息しており、そのうち、約 80 種はため池を主な生息場所としている。幼虫は水中で生活し、成虫になると周辺の林地や草地を利用するとされているが、どのような環境をどの程度必要としているのか、群集を対象として研究した例は少ない。そこで、本研究では、ため池に出現するトンボ群集を材料として、ため池の環境要因および周辺の土地利用がトンボの種構成に及ぼす影響について解析した。

茨城県南部のため池 21 カ所において、トンボ成虫の種数および個体数を 5 月から 8 月まで毎月 1 回ずつ調査した。また、環境要因として、各ため池の水質および外来魚密度、池内の抽水・浮葉植物の被覆率を調べた。さらに、GIS を活用して、ため池の周囲 500 m 以内の土地利用割合を 1/2,500 都市計画図から抽出した。これらのデータを基に、DCA (Detrended Correspondence Analysis) を用いてトンボ種とため池を序列化し、環境要因との関係を解析した。その結果、DCA 第 1 軸は、ため池の周囲 25-500 m 以内の森林面積と正の相関を示し、400 m 以内の畑地面積、500 m 以内の住宅地面積および池面積と負の相関を示した。薄暗い環境を好むモノサシトンボやオオシオカラトンボでは同軸と正の相関が、開放的な環境を好むウチワヤンマやシオカラトンボでは負の相関が認められ、各種の生態特性に対応する結果となった。



## P1-185c

12:30-14:30

## 景観の変遷とイノシシ被害の広がり

○酒井 将義<sup>1</sup>、中越 信和<sup>1</sup><sup>1</sup>広島大学・院・国際協力

山陽地方におけるイノシシ、シカ、クマなどの大型哺乳類は近年まで瀬戸内海沿岸部では見られなかった。これは、戦中・戦後の山林利用・開発により人間の活動が内陸にまで及んだ結果これらの生息域を中国山地の奥へと追いやっていったことが理由として挙げられる。しかしこの数十年で中国山地において、特にイノシシによる農作物の被害が頻出するようになり、現在では瀬戸内海沿岸や海を渡った先の島嶼にまで多くのイノシシが出現している。イノシシの個体数推定と管理計画策定の試みは各地で行われているが、産子数も多く雑食で環境も強くは選ばない特性を持つため芳しい結果を挙げていない。本研究では個体数推定による分布から生態を研究する手法をとらず、イノシシ被害を景観構造から説明することを旨とする。これは山中に生息している個体数よりも、人里と接触する機会の多さの方が農作物の被害に大きく影響を与えていると考えられるためである。広島県倉橋町は他市町村に比べイノシシ被害の大きい町で、本町において“イノシシが人里と接触する機会の多さ”を人口・農家数・道路密度・土地被覆状況などから推定し、イノシシの捕獲頭数との関連を調べた。捕獲頭数の多い地域は農家数も多く、道路が入り組んでいるところの耕作放棄地が多かった。次にこの傾向をもとに広島県全体を“接触の機会”で色分けし、実際の捕獲頭数と比較した。1979,1980,2000年のLandsat衛星画像を用いて各市町村における現在の土地被覆に至る過程にも注目した。また、現在行っている各市町村へのアンケート調査がまとまれば、全県的に大字単位で“接触の機会”と被害との比較を行い、また時系列を追った農作物被害の拡大からイノシシの分布域の広がりをとらえ、その地域別景観構造の特徴による説明も試みる。さらに、これらから今後の地域別被害予測や“接触の機会”を最小限に抑える農村計画の提言をしたい。

## P1-187c

12:30-14:30

## 屋敷林と鳥類群集の関係

○村田 野人<sup>1</sup>、竹原 明秀<sup>1</sup><sup>1</sup>岩手大学人文社会科学部

屋敷林は主に防風のために家屋の背後に植林されたもので、農耕地が広い面積を占める農村地域において鳥類をはじめとする様々な生物の生息場所として重要な役割を果たしている。しかし、燃料や肥料の供給場所という屋敷林の役割は大きく減少し、下草刈りや間伐などの管理は行われなくなり、そこに生息する鳥類群集にも大きな変化が生じていると考えられる。そこで、本研究では農村地域において、繁殖期と越冬期の鳥類群集を調査し、比較を行った。これらは屋敷林を鳥類の生息地として評価する際に必要となる基礎的データの蓄積となる。調査は散居からなり、多くの屋敷林が点在する岩手県胆沢扇状地で行った。調査地は屋敷林4カ所と扇状地周辺の二次林2カ所を選出した。鳥類の観察はプロットセンサス法を用いて2001年8月、10月、2002年2月、6月の4回各調査地ごとに終日、調査を行い、種名、個体数を記録した。全調査中に26科53種が記録された。そのうち屋敷林を訪れた鳥類は22科34種、二次林を訪れた鳥類は15科29種であった。屋敷林では森林に生息する樹林型鳥類（ヒガラ、カケスなど）と比較的開けた環境を嗜好する鳥類（カワラヒワ、スズメなど）の両方が見られ、二次林よりも訪れた種数と個体数が多かった。また、屋敷林の種多様度は繁殖期よりも越冬期のほうが高い傾向がみられた。これは越冬期、二次林などの樹林型鳥類が屋敷林に移動したために種数と個体数がいずれも増加したことによると考えられる。以上の結果屋敷林は樹林型鳥類と開けた場所を嗜好する鳥類の生息地となり樹林型鳥類の越冬地としての役割を持つことが示唆された。

## P1-186c

12:30-14:30

## 屋敷林の構造-地域による相違-

○竹原 明秀<sup>1</sup>、村田 野人<sup>1</sup>、平吹 喜彦<sup>2</sup>、福岡 公平<sup>2</sup>、三浦 修<sup>3</sup><sup>1</sup>岩手大学人文社会科学部、<sup>2</sup>宮城教育大学教育学部、<sup>3</sup>岩手大学教育学部

屋敷林とは家屋を取り囲むように敷地内に設けられた樹木群で、厳しい気候や自然災害などから家屋を守ること（防風・防砂・防備機能）、燃料や建築材を確保することなどを目的として作られた森林である。特に季節風が強い地域や扇状地、沖積平野などにみられ、散居村では「緑の島」を形成している。

本研究では、農村地域における屋敷林の役割を生物多様性の維持や創出機能という視点から明らかにすることを目的としている。ここでは典型的な屋敷林がみられる4地域（岩手県胆沢町、山形県飯豊町、富山県砺波市、島根県斐川町）において、毎木調査や植生調査、聞き取り調査を行った結果を報告する。

それぞれの地域の屋敷林の特徴は次のようである。胆沢町：イグネと呼ばれ、北側と西側に配置され、大規模なものが多い。飯豊町：特別な名称はなく、西側に配置され、家屋が視認できる程度に列植されている。砺波市：カイニユウと呼ばれ、南側と西側に配置（北側もある）され、家屋が視認できない程度に列植されている。斐川町：ツイジマツと呼ばれるタイプがあり、北側と西側に配置され、生垣状に刈り込む。

各地域の屋敷林を構成する樹木は胆沢町（調査地9カ所）で総出現種数42種、屋敷あたり平均13.3種、飯豊町（10カ所）で44種、9.8種、砺波市（5カ所）で54種、17.8種、斐川町（4カ所）で29種、8.8種であった。出現頻度が高い上位の樹種は胆沢町でスギ、クリ、ホオノキ、飯豊町でスギ、クリ、アカマツ、砺波市でスギ、カキノキ、ウラジロガシ、斐川町でモチノキ、クロマツ、マテバジイであった。照葉樹林帯に属する斐川町を除き、夏緑広葉樹林帯に属する3地域ではすべての屋敷でスギに出現し、優占種でもあった。スギのように植栽された樹種を除く、各地に出現する植物群はその地域の潜在植生の要素が含まれ、多様な植物から屋敷林は構成されていることがわかった。

## P1-188c

12:30-14:30

## 長野県白馬村におけるカタクリ、カンアオイ類の生育立地特性とその変化

○藤原 直子<sup>1</sup>、尾関 雅章<sup>2</sup>、前河 正昭<sup>2</sup><sup>1</sup>豊橋市自然史博物館、<sup>2</sup>長野県環境保全研究所

長野県白馬村はギフチョウ（*Luehdorfia japonica*）とそれに近縁なヒメギフチョウ（*Luehdorfia puziloi*）の混生地として知られ、両種は村の天然記念物に指定されている。また、ギフチョウは本州の固有種であり国のレッドリストで絶滅危惧II類とされている。白馬村においてはこれら2種のチョウの保全を目的とした基礎調査として、これまでにギフチョウの食草であるミヤマアオイ（*Asarum fauriei* var. *nakaianum*）、ヒメギフチョウの食草であるウスバサイシン（*Asarum sieboldii* Miq.）、また両種の吸蜜植物として重要なカタクリ（*Erythronium japonicum* Decne.）の分布調査が行われてきた。そこで、1990年～1994年に行われたこれらの分布調査結果から、ギフチョウ・ヒメギフチョウの食草および吸蜜植物の生育立地特性を明らかにするとともに、2001年～2004年にかけて生育状況の再調査を行い、約10年間での変化の要因について解析を試みた。なお、これらの植物の生育状況の変化は、白馬村の里山の環境変化を指標するものとして意義あるものと考えられる。1990年～1994年に行われた分布調査では、白馬村平野部におけるカタクリ、ミヤマアオイ、ウスバサイシンの生育地点が踏査によって確認された。2001年～2004年にかけて、過去に調査対象種が確認された約50地点を再調査し、生育地の植生および対象種の個体数・開花の有無などの生育状況を確認した。再調査地点中に、個体数が減少もしくは消失した例が複数確認された。カタクリの生育地では10地点で生育が再確認できなかったが、要因として道路や別荘などの造成、遷移の進行が原因と考えられるもののみがみられた。各植物の生育立地特性についてはGISを用いて分析し、生育状況の変化と立地特性の相関を検討した。