

一般講演・ポスター発表

3月9日（水）10:00-17:15

群落

植物個体群・生活史

植物繁殖・送粉

生理生態・フェノロジー

物質生産・物質循環

種多様性・菌類・微生物

動物群集

行動

動物生活史

動物繁殖・動物社会生態

保全

生態系管理・都市・教育

P1-001

亜高山帯溪畔域に成立する森林群落の樹木組成と微地形との対応

* 近藤博史・酒井暁子(横浜国立大学・院・環境情報)

山地冷温帯に比べ、亜高山帯では水辺林の研究はほとんど行われていない。そこで、南アルプス・北岳(3192m)付近の溪流に成立している高木群落の樹木の分布、群落構造と微地形との対応を検討した。

全体的な樹木分布を把握するため、流路に対して斜面に直交する長さ30~50m、幅10mのベルトトランセクトを16本設置した。また、60m×70mプロットを1ヶ所設け、毎木調査と地形測量を行い、微地形区分を行った。

本溪流域は、シラビソ、コメツガ、オオシラビソ、カラムツ、ヒロハカツラ、オオバヤナギ、ヤハズハンノキを主とする15種が出現した。ベルトトランセクトデータを対象としてGLMを行った結果、シラビソ、コメツガ、オオシラビソは、高比高ほど分布確率が上がるが、カラムツ、ヒロハカツラ、オオバヤナギ、ヤハズハンノキは、低比高ほど分布確率が上がる結果となった。プロットでは、山腹斜面、谷壁斜面、デブリ、テラス、低位斜面、谷底面の微地形単位が識別された。山腹斜面、テラスの高位の急傾斜面や平坦面は、シラビソ、コメツガ、オオシラビソが優占し、谷壁斜面や低位斜面の低位の急斜面には、ヤハズハンノキが優占し、デブリや谷底面のような低位の緩斜面や平坦面はオオバヤナギが優占した。これらより、亜高山帯溪畔域では、山地溪畔域に比べ、種多様性が低く、植生の配列も単純であることが分かった。洪水攪乱の影響を受けにくい立地には、亜高山性針葉樹が分布し、洪水攪乱の影響を受けやすい低位立地は、オオバヤナギ、ヤハズハンノキが分布すると考えられた。このうち、いわゆる溪畔種と呼べるものは、洪水攪乱の影響を最も受けやすい低位緩傾斜地に分布するオオバヤナギのみであった。

P1-003

八甲田山系における湿原の縮小を規定する局所的要因

* 山口紘史(東北大・理)、佐々木雄大、嶋崎仁哉、中静透(東北大・院・生命科学)

湿原生態系は地球温暖化に対して脆弱な生態系の一つであり、現在縮小傾向にあるが、縮小を決める局所的要因についてはあまり分かっていない。本研究では、30年前と比べて湿原内で縮小している場所と縮小していない場所があることに着目し、湿原の縮小を決める要因を局所スケールで明らかにすることを目的とした。

八甲田山系の5つの湿原において、湿原の境界付近に湿原の外から内に向かって10mのトランセクトを設置し、木本種を対象にした植生調査と環境条件(pH・EC・傾斜)の調査を行った。トランセクトは、空中写真から得られた30年前からの縮小度(10mグリッド)をもとに、縮小しているプロットと縮小していないプロットの数均等になるように設置した。

まず、種組成(在・不在)の変化パターンをDCAで解析した。次に、種組成と環境要因の関係を調べるため、pH・EC・傾斜・標高・縮小度を環境要因とし、CCAで解析した。また、縮小の有無とトランセクト上の位置による環境要因の違いを、分散分析を用いて検証した。

DCAおよびCCAの結果、湿原外から湿原内に向かって種組成は変化した。そのパターンには縮小の有無による明瞭な違いは見られなかった。しかし、傾斜とECには、縮小の有無による違いが見られた。これらの結果から、局所スケールでの湿原の縮小のしやすさは微地形の違いによる環境条件の変化によって決まることが示唆される。

P1-002

異なる管理形態下に成立した草地植物群集の機能的組成とその指標種：阿蘇牧野における放牧型・採草型半自然草地を事例に

* 小柳知代・楠本良延・平舘俊太郎・森田沙綾香(農環研)・横川昌史(京大院農)・高橋佳孝(近中四農研センター)・佐藤千芳(熊本植物研究所)

放牧や採草で維持される半自然草地には、周期的な攪乱に適応した多様な草原性植物が生育する。管理放棄や外来牧草の導入などに伴って、草地群落の質(種組成)が大きく変化することで、本来の種多様性の高い半自然草地群落を保全していくためには、適切な管理を指標する種を明確にすることが重要である。本研究は、阿蘇牧野に成立する放牧型と採草型の草地群落を対象として、それぞれの機能的組成を比較することで、管理形態の違いを反映した指標種を抽出した。

類似度指数を用いて、群落間の種組成および機能的組成を比較した結果、採草型の草地群落は、群落間で種組成と機能的組成がともに類似していたのに対して、放牧型の草地群落は、種組成はばらつくものの機能的組成は類似していることがわかった。群落の種多様性を機能群ごとに比較した結果、採草型は、高茎の夏開花型多年生広葉草本の種数が高かったのに対して、放牧型は、春開花型多年生広葉草本および春開花型イネ科草本の種数が高かった。このように、開花期や植生高の違いは、放牧と採草という異なる攪乱に対する種の適応性の違いを反映していると考えられた。また、INSPANによる指標種解析を行った結果、放牧型と採草型の半自然草地それぞれについて、前述の機能群に該当する草原性植物が指標種として抽出され、放牧型ではオカオグルマ、ミヤコグサ、ウメバチソウなど、採草型ではサイヨウシャジン、アキノキリンソウなどが含まれていた。これらの指標種は、放牧型、採草型の半自然草地の管理指標として有効な種だと考えられた。

P1-004

クズ群落における草刈りの影響

* 小川高直、櫻谷保之(近畿大・農・環境生態)

近年、管理放棄された里山の増加により、里山の生物多様性は低下していると言われている。その原因の一つとして、かつては資源として利用・管理されてきたクズの過剰な繁茂が挙げられる。また、クズの繁茂は景観の単一化にもつながっており、クズの管理は生物多様性や景観の保全に重要なことと考えられる。本研究は、草刈りという古典的な管理方法がクズ群落に対してどのような影響を与えるかを、生物多様性と微気候の面から調査し、適切な草刈りの程度を知ることで、里山の草地における植物種の多様性の保全、景観の改善、および除草剤を用いないクズの抑制を目的としている。

調査は近畿大学奈良キャンパス(奈良市中町)内のクズ・セイタカアワダチソウ群落で2010年5月から行なっている。調査区は草刈りを行う地区(草刈り区)と行わない地区(対照区)を設定した。草刈り区では7月末と9月末に草刈りを行った。調査項目は、両区の種数、個体数、被度、クズの草高、地温と、対照区内の日射量、高さごとの気温である。

草刈り後にアキノエノコログサ、ヤブジラミ、ヤエムグラの3種は個体数が著しく増加した。草刈り区では種数の増加がみられたが、対照区では8月以降新しい種は記録されなかった。また、対照区ではクズの被度およびクズの草高は8月後半に最大値を記録し、以降減少していった。クズは夏季における日射を著しく阻害するが、葉が枯れ落ちる冬季になると、日射を阻害する割合は減っていった。気温に関しては120~200cmの高さでは直射日光の影響を強く受けたが、0~40cmの高さではキャンパス内にある気象観測基準点の気温より低い値が記録された。また、夜間の最低気温はいずれも気象観測基準点のそれを下回った。地温は2つの地区の間で夏季の温度上昇と冬季の温度低下にそれぞれ有意差が見られた。

P1-005

シカの採食による群落構造の変化が不嗜好種フッキソウの種特性におよぼす影響

*勝又 昌代(東北大院・生命), 日浦 勉(北大・苫小牧研究林), 中静 透(東北大院・生命)

シカの採食がおよぼす林床植生への影響に関して、その選択性による種構成の変化についての報告は多くあるが、種構成の変化がもたらす群落特性の変化に関する報告はない。種構成の変化は群落内の光環境や養分環境に変化をもたらし、それによって残された種で構成される群落の特性に何らかの変化が生じている可能性が考えられる。シカの採食は間接効果として群落に何をもちこたすのか? この問題に答えるため、北海道大学苫小牧研究林内に2004年から設置された個体数密度の異なるシカ柵プロット(enclosure:35頭/km², natural:10頭/km², enclosure)を調査フィールドとし、1)現時点で不嗜好種とされているフッキソウの生育状況に各処理区間で違いが生じているか? 2)違いが生じているとしたらどのようなパラメータに関するものなのか? を検証した。

調査デザインについては、全天写真から解析した開空度が処理区間で同程度のrangeになるように選んだ処理区毎21か所のフッキソウ生育ポイントにコドラート(面積:4m²)を設置し、コドラート内に生育するフッキソウについて、本数密度・現存量・地上茎高・地上部/地下部・LMA・葉数・植物体の窒素含有量・植物体各部位についての物質分配率を測定した。また各コドラートの環境パラメータとして、Deer line(1.75m)-フッキソウ目線(0.75mで代用)間の開空度の差を全天写真によって測定するとともに、土壌窒素(全・可給態)濃度を測定した。

フッキソウのNicheに変化が生じているかを中心に考察する。

P1-007

北関東におけるネコノメソウ属(*Chrysosplenium* L.) 5種の生育立地

*深町篤子, 星野義延(東京農工大・院・農), 中尾勝洋(森林総合研究所)

北関東に位置する渡良瀬川支流横川源流域のシオジ林林床に生育するネコノメソウ属5種(イワネコノメソウ;Ech, ニッコウネコノメ;Mac, ハナネコノメ;Alb, オオコガネネコノメソウ;Pil, ツルネコノメソウ;Fla)について、統計モデルを用いて立地選好性を定量的に明らかにし、種間の共存とすみわけ関係について考察した。

調査地の約100m×40mの範囲に722個の1m×1mのコドラートを設置し、対象種の在/不在、傾斜角度、リター量、コケの被覆度、表層基質、倒木の有無、雨滴浸食の有無を記録し、66地点で全天写真を撮影した。

解析は、対象種の在/不在を応答変数、環境条件を説明変数としてツリーモデルを用いて行い、対象種の出現条件(閾値)をROC曲線から推定し、分離貢献度を算出した。また、種間における共存・すみわけ関係について分布重なり合い指数を求めて評価した。

解析の結果、分離貢献度が高かった説明変数は、Ech, Mac, Albは傾斜角度・リター量・コケの被覆度、Pilは傾斜角度・コケの被覆度・7月の全天開空度、Flaは傾斜角度・表層基質だった。また、Echは緩傾斜地、Macは緩傾斜地でリターが多くない立地、Albはリターが多くなくコケが多い立地、Pilは7月の全天開空度が小さい立地、Flaは大礫が多くコケが多い立地に選好性を示した。

潜在生育域は出現頻度が高いEchを除いて実際の生育域よりも広がった。分布重なり合い指数は実際の生育域から算出した場合に全ての種間で低く、潜在生育域で算出した場合ではMacとPilの組み合わせ以外で高くなった。

類似した立地選好性を示す種間でも、同所的に出現せずすみわけの傾向が認められた。これには、種間競争、分散能力の低さ、溪畔林特有の地表攪乱など共存を妨げる要因の存在が考えられた。

P1-006

放牧と刈り取りの違いによる植物群落と土壤への影響

*李 強(横国大・環), 持田 幸良(横国大・環), 藤原 一給(横市大・生命)

草原は重要な陸上生態系システムの一つであり(王2004, 許ほか2008)、草原は自然資源利用の面でも重要な役割を担っており、牧業の基盤となっている。他方環境保全の面では土壤を安定させる重要な機能を有している。草原利用では、主として放牧と刈り取りによる経済的利用が行われており、本研究では内モンゴル・シリンホト市に於いて、ヒツジの放牧地と非放牧刈り取り地での草原植生と土壤への影響について検討した。

放牧地と刈り取り地を同時に有する3地区において、植生調査と土壤調査を行い、植物社会学的方法(Braun-Blanquet, 1964)により得られた60の植生調査資料と、植生調査と同一箇所から得られた18地点の土壤調査資料を解析した。

植生調査結果から放牧地と刈り取り地の共通種は5種でLeymus chinensis, Cleistogenes squarrosa, Salsola collinaとArtemisia frigidaなどである。一方放牧地を特徴付ける群落はCarex duriuscula-Stipa krylovii communityであり、刈り取り地はSerratula centauroides-Stipa grandis communityであった。さらにそれぞれは地域ごとのsubcommunityが認められた。

また土壤に関してはPH, EC, WC, 土壤硬度、土壤温度、土壤湿度、粒度組成、有機物含量、全窒素含量、リンなどを調査した。土壤温度はすべての場所に置いて刈り取り地より放牧地の方が高く、土壤硬度も土壤深0~10cm、土壤WCは10~20cm、土壤PHは20~30cmにおいて全放牧地が刈り取り地を上回っていた。これらのことからヒツジの放牧が植生及び土壤に大きく影響を及ぼしていることが把握された。

P1-008

焼畑がチーク択伐天然林の種組成と森林構造に与える影響

*野草俊哉, 神崎護(京大院・農), 福島万紀(科学技術振興機構特別研究員), SoeMinTun, HlmaungThein (Forest Department, Myanmar)

現在天然チーク林はミャンマーにしか残っておらず、その大部分がチーク択伐を行う保全林として管理されている。近年その保全林内で焼畑が行われている可能性が示唆されており、天然チーク林への影響が懸念されている。しかしこれまで保全林内での焼畑の実態に関する調査研究はない。そこで本研究では焼畑が天然チーク林に与える影響を解明することを目的に、ミャンマー連邦中部バゴー山地カバウン保全林(78046ha)で事例調査を実施した。

同保全林を対象に、1994年から2006年までのJERS画像3枚とLandsat画像8枚を解析して焼畑地の抽出を行った。

焼畑は局所的に行われており、保全林の境界部分の3区域と、保全林内部の2区域に集中していた。また同保全林における1年あたりの焼畑面積は全体の約0.2%であった。

衛星画像解析により特定された最後の焼畑から5, 8, 9, 10, 11年経過した二次林5ヶ所に半径20mの円形調査区を設置し、毎木調査を行った。この調査結果を、同保全林における天然林31調査区、循環型焼畑の休閑林5調査区における先行研究のデータと比較した。

3つの森林タイプすべてにおいて竹類が最も優占していた。焼畑後二次林には木本54種と竹類1種が出現した。その内、天然林と焼畑後二次林に共通して出現した樹木は木本31種と竹類1種であり、焼畑後二次林の胸高断面積合計のうち90.9%を占めていた。また焼畑後二次林では、天然林では非常に少なかったDuabanga grandifoliaの優占が特徴的だったが、チークの消失やBambusa tuldaの出現といった循環型焼畑休閑林にみられる特徴は示さなかった。よって同地域の焼畑後二次林の植生は天然林植生への移行過程であることが示唆された。

P1-009

大興安嶺におけるモンゴリナラ林の植生生態学的研究

* 志 榮 (横浜国大・院・環境情報), 藤原一繪 (横浜市大・院・生命), 大野啓一 (横浜国大・院・環境情報)

P1-010

佐渡島大倉川流域の垂直分布

* 高橋もなみ (新潟大・農), 川西基博 (鹿児島大・教), 本間航介, 崎尾均 (新潟大・農)

新潟県佐渡島は、本州日本海側と比較して植物の分布が特異であることが以前から報告されてきた。本研究は、佐渡島の冷温帯の植物分布が、本州日本海側と比較したときに、どのように位置づけられるかを明らかにすることを目的とする。

新潟県地域で9ヶ所99プロットの植生調査 (Braun-Blanquet 法) を実施し、クラスター分析を行った。各プロットを水平分布と垂直分布で示した。また、周辺の気象観測所から調査地の気候を調べた。

水平分布は大きく2分され、ブナ林の優占する地域と二次林に分けられた。垂直分布に関しては佐渡が本州側よりも、大きいところで100mほど低い傾向が見られた。また、冷温帯林の優占する各プロットは、冷温帯の定義である暖かさの指数 $WI=85-45^{\circ}\text{C}\cdot\text{月}$ に必ずしも一致せず、それよりも大きく上回る場所が見られた。

今回は佐渡の冷温帯が島の特異性に加え、従来述べられてきた温度指数やブナの分布下限の定義そのものの再検討を行うことを示唆する結果となった。また、日本海側の冷温帯分布下降が積雪の影響だけでは説明できないことも示した。

P1-011

希少種の保全を目的とした長野県上伊那地方における水田雑草群落と立地環境条件との関係に関する研究

* 新谷大貴 (信州大院・農), 大窪久美子, 大石善隆 (信州大・農)

近年、水田環境は多様な淡水湿地生物が代替的に生息生育する場として注目されており、これらの保全は生物多様性の維持に貢献するものとして重要視されている (日鷹ほか 2006; 嶺田 2004; 鷺谷ほか 2006)。その中でも現在、多くの水田雑草は絶滅危惧種に指定され (環境省 2007)、除草剤の散布や過度の施肥による富栄養化、圃場整備や乾田化といった農業の変遷による水田環境の変化により負の影響を受けていることが問題となっており (角野 1994; 大窪 1995; 山口 1998)、これらの種の保全が急務である。生物多様性保全の観点からは分布情報や立地環境条件との関係性の基礎的データは十分には蓄積されておらず、現在も基本的な課題となっている。

本研究では比較的良好な水田環境が残存している長野県上伊那地方の6つの水田地域 (4市町村、標高約700~1050m) において、水田雑草の群落構造や分布、およびこれらと立地環境条件との関係について解明し、希少種の保全策を検討することを目的とした。

調査プロットは各地域にて3~10筆の水田を選抜し、各筆4.0m×0.5mの方形区を4プロット設置した (計172プロット)。群落調査は本田内の水田雑草群落を把握するため、2010年8月~9月と9月~10月の2季において各々プロット内に出現した植物種名と被度、群度 (Braun-Blanquet 1964)、草高を測定した。また環境条件を把握するため、各プロットにおいて日照条件・畦畔の構造・土水路との位置関係・非灌漑期における湛水条件の把握、土壌pHの測定、各水田において管理者の聞き取り調査を行った。その結果、希少種としてはイトトリゲモやシャジクモ類が出現した。

発表では、希少種を含む水田雑草群落の特性や立地環境条件との関係について考察する予定である。

P1-012

異なる地質を含んだランドスケープにおける樹木群集の機能的形質の変異

* 岡田知也, 松下通也, 中川弥智子 (名大院・生命農)

群集構成種の機能的形質は「環境によるフィルタリング」と「競争によるニッチ分化」といった2つのプロセスによって決定されると考えられる。環境によるフィルタリングは、群集構成種をとる機能的形質の範囲を限定し、競争によるニッチ分化は、群集構成種間の機能的形質の類似性を限定する。これら2つのプロセスが同時に作用することにより、資源の乏しい環境では機能的形質の変異は小さく、資源の十分な環境では機能的形質の変異は大きくなり、またこれらの環境を含むランドスケープ全体では機能的形質におけるβ多様性が高くなると予想される。そこで本研究では、異なる地質を含んだ里山ランドスケープにおいて、群集の種組成と機能的形質の組成の関係を明らかにするとともに、上記の仮説を検証した。

調査は、愛知県瀬戸市海上の森で行った。海上の森は花崗岩地域と砂礫層地域からなり、花崗岩地域では主にコナラ、ソヨゴ、リョウブ、砂礫層地域ではアカマツ、ソヨゴ、コナラが優占している。本研究では、2種類の異なる地質を含んだ10個 (花崗岩×6, 砂礫層×4; 30×30m²~50×50m²) の各調査区において、胸高直径≥5cmの樹木を対象とし、各種3個体以上をランダムに選び、葉 (10枚/個体) と枝 (3シュート/個体) を採取し、葉面積、比葉面積 (SLA)、葉乾物含量 (LDMC)、および樹高の4つの機能的形質を調べた。

本発表では、調査区内における機能的形質の類似性およびばらつきを地質間で比較するとともに、調査区間の種組成の変化と機能的形質の変異の関係を明らかにすることを通して、群集構成種の機能的形質が決定されるメカニズムを考察する。

P1-013

広島県内の魚つき保安林とその周辺の森林構造

(* 島田拓也・広島大・総科, 中越信和・広島大・院・国際協力)

魚つき保安林は海岸線や河川、湖沼の周辺で、魚類の棲息と繁殖を助けることを目的に指定された保安林である。保安林に指定される以前からの歴史を遡ると、旧幕藩時代から魚つき保安林の歴史は続いている。期待される効果は陰影、防風水温、水中微生物の供給、河川流量調節等、環境保全、美化がある。しかし、今までこれらの効果は研究による実証例があつて定められたものではなく、漁業者の経験から予測したものである。この研究の目的は広島県内の魚つき保安林とその周辺の森林構造を明らかにし、さらに周囲の環境を手がかりに魚つき保安林としてどのような機能を担っているか推測することである。実際には広島県内の魚つき保安林は近年管理されていない状況下であり、放置林となっている。呉市(倉橋町、下蒲刈町)、竹原市、福山市(内海町)の13地点で魚つき保安林の植生調査を行った。得られた植生調査の結果から優占種を識別し、常在度表、群落構成表を作成した。加えて広島県内の魚つき保安林の立地状況、周囲の環境、地質などのデータも参照して考察を行った。その結果広島県内の魚つき保安林はコバノミツバツツジ-アカマツ群集とコシダ-ウバメガシ群集に2大別された。両群集とも広島県の沿岸部、島嶼部の瀬戸内海気候や地質を反映している植物群集である。土壌は花崗岩、安山岩の風化土壌が多く、主に断崖に分布していた。また区分された群集別の階層構造、出現した植物から遷移方向の推定も行った。

P1-015

長期モニタリング法を用いた立山雪田植生の構造と融雪時期との関係

* 鈴木智博(富大・理), 初鹿宏壮(富山県環境センター), 飯田肇(立山カルデラ砂防), 川田邦夫(富大・名誉教授), 和田直也(富大・極東地研)

地球温暖化の影響が現れやすいと考えられている高山生態系において、その影響を評価するためには、植生の変化を長期的に記録していくことが必要である。本報告では、雪田植生を対象に、長期モニタリングが可能な非破壊的な手法を用いて植生調査を行い、調査時点における植生の構造と融雪時期との関係を考察した。

富山県の立山室堂平(標高2460m)においてPoint Intercept Method (PIM)を用いることによって植生調査を行った。約100mの長さの帯状調査区を2つ設定し、それぞれの調査区に10m間隔で10点の植生調査地を設定した。それぞれの植生調査地には、深さ約5cmでの地温を1時間間隔で記録するデータロガーを設置した。PIMは地温計を中心に東西南北に10cmごと、一方向につき5ポイント、合計20点調査を行ったもの(以下十字法と呼ぶ)と、1m×1mの正方形画に10cmごとに1ポイント、合計100ポイント調査を行ったもの(以下格子法と呼ぶ)の2種類を用いた。格子法の調査区画は地温計を中心とした半径2mの円の一部と1m×1mの正方形画の一部が重なるように設置した。

1回の調査当たりのポイント数が少なく調査が容易な十字法では、ポイント数が多くより多くの労力が必要となる格子法に比べて、種の検出力は劣っていた。しかし、十字法、格子法共に植生全体で見るときには融雪時期とShannon-Wienerの多様性指数、融雪時期と種数、融雪時期と優占度において負の相関がみられた。以上のような結果に基づき、融雪時期と雪田植生の構造との関係について考察を行った。

P1-014

チベット高山草原における禁牧処理にともなう植物量と種多様性の変遷および放牧の影響評価

* 白石拓也(筑波大院・生命環境), 下野綾子(筑波大・遺伝子実験センター), 杜明遠(農環研), 唐艶鴻(国環研), 廣田充(筑波大・生命環境)

青海チベット高原の大部分を占める高山草原は、古くから放牧地として利用されてきた生態系である。しかしながら、近年の家畜数の増加による過放牧によって、高山草原の荒廃が懸念されている。一般的に、過放牧は草原の生産力だけでなく生物多様性の著しい低下も引き起こすことが指摘されている。高山草原でも同様の報告がなされているが、既存の研究の多くは、限られた調査期間や標高で植生全体を対象としており、年変動の程度や標高の違いが放牧に及ぼす影響の解明には至っていない。本研究では、これらを解明すべく標高の異なる高山草原を対象として、放牧停止後4年目までの結果から、特に年変動や標高および植物の機能群による放牧の影響の違いについて報告する。

調査は中国青海省の海北試験地近郊にある高山斜面(3600-4200m)で行った。2006年に標高200m毎に禁牧区(20x5m)を設置し、2007年、2008年、2010年に禁牧区の内外において方形枠内の植物量と種数を調査した。その結果、禁牧区内の植物量は3年間連続して増加傾向にあり、標高によって異なるが初年度比で平均2.4倍増加していた。機能群と標高別にみると、イネ科型は全標高で初年度比平均3倍に増加したのに対し、広葉型は高標高のみで平均3倍の増加がみられた。また、家畜の被食によって低標高域では全植物量の5割程度、高標高域では3割程度の減少が見られた。機能群別にみると、低標高域では被食によってイネ科型は禁牧区に対して8割程度被食されるのに対し、広葉型は反対に3割程度増加することが明らかになった。このように高山草原生態系では放牧によって、ほぼ全標高でイネ科型の植物量が減少するのに対し、低標高では広葉型の植物量が増加傾向であることが明らかになった。また、全標高で放牧によって種数は有意に減少した。

P1-016

千葉県柏市こびくろ池周辺の森林構造と利用変遷の関係

* 稲岡哲郎, 福田健二(東大院・新領域)

P1-017

遺伝的多様性が生態系機能に与える効果：ヨシによる水質浄化システムを用いた検討

* 富松裕(東北大・生命科学)・陶山佳久(東北大・農)・中野和典(東北大・工)

生物多様性の減少は、さまざまな生態系機能に対して大きな影響を及ぼす可能性がある。しかし、種多様性に比べると、遺伝的多様性の効果に関する実験的検証は極めて少ない。また、生態系機能を対象とした研究では、測定が容易な一次生産量などが評価されることが多く、大気や水の浄化を含む多くの重要な機能がほとんど扱われていない。私たちは、汚水処理用の人工湿地を模した小規模な系を用いて、植栽するヨシ (*Phragmites australis*) の遺伝子型数を操作する実験を行った。遺伝マーカーで識別した6つの遺伝子型を用いて、各遺伝子型を単独で植える「単植」処理と、すべての遺伝子型を植える「混植」処理とを設け、生育後のヨシの地上部バイオマスと、排水中の無機態窒素濃度を測定した。ヨシが生育する間は、定期的に栄養塩負荷の高い水を与え、一定の地下水位が維持されるようにした。生育後のヨシのバイオマスは、「混植」の方が「単植」よりも平均で27%も大きかった。この遺伝的多様性の効果は、主に補完効果 (complementarity effect) によるところが大きく、遺伝子型間のニッチ分化や相互作用によって、資源の利用効率が高まったものと考えられる。さらに、「混植」では、「単植」に比べて窒素の除去効率が高くなる傾向が認められ、排水中の窒素濃度が最大で30%低かった。植物による窒素吸収量は限られていることから、ヨシの生育が硝化や脱窒に関与する細菌の活動にも影響を与えている可能性がある。本実験の結果は、植栽したヨシの遺伝的多様性が、ヨシの一次生産量だけでなく、ヨシや根圏に生育する細菌を通じた水質の浄化効率にまで影響を及ぼし得ることを示している。

P1-019

河川の水位変動に伴う浸水と食害がネコヤナギさし木苗の生残とサイズに及ぼす影響

* 中井亜理沙, 木佐貫博光 (三重大院・生物資源)

河川沿いに生育するネコヤナギの生残と個体サイズに及ぼす要因を明らかにするために、長さ20cmの1年生枝を河川沿いの砂礫堆にさし木し、さし木苗の生残および生育期間終了時のシュート長、植食者による食害の有無を調べた。地表面の浸水時間は植栽直後にはさし木苗の生残に負の効果を示したが、3ヶ月後では正の効果を示した。苗の生残に対して昆虫害は正の効果を示したが、ウサギ害は影響していなかった。萌芽性樹木に対する枝葉の食害は、樹木の蒸散面積を減少させるため、さし木苗の生残に間接的に貢献するかもしれない。生育期間終了時のシュート長には浸水時間だけが正の影響を示した。ネコヤナギさし木苗は、生育期間初期では浸水時間が短い水際に近い立地ほど定着が困難であるが、3ヶ月後には浸水時間が長いほど定着と成長が促進されるものと考えられる。

P1-018

ブナ (*Fagus crenata*) 葉緑体ハプロタイプの近畿地方における分布分析—混在地域を中心に—

* 十塚正治(尼崎小田高校), 高橋誠(森林総研), 笠原恵(兵教大生物)

クレード I II III と大別された (Fujii 他. 2002) タイプは近畿地方中北部のあいだに I と II の境があり、タイプ B・C・D・F の接触地域である。兵庫県内は全域が調べられた (Takano 他. 2007 Nature and Human Activities 12) が京都府はあまり調査されていない。そこで未調査域の京都府を中心に調べて近畿地方のタイプ分布の混在地域を明らかにした。

実験方法は *trnK* の一部と *trnL-trnF* のシーケンスにより B・C・D・E・F のタイプを決定した。*trnK* は cR プライマー (ccccactacttaacggagaa), *trnL-F* は c プライマーでシーケンスした。

結果は京都府の高竜寺岳 [C15・D2]、丹後半島 [B6]、大江山 [B3]、君尾山 [B3]、頭巾山 [B20]、芦生 [B27・D2]、品谷山 [B12・D3]、峰床山 [F7・B2]、他県の扇山 [C3]、妙見山 [B3]、六甲山 [B16・D2]、三峰山 [F1]、大台ヶ原山 [F1]、護摩壇山 [F1]、城ヶ森 [F1] となった。大台 (F)、鈴鹿 (F)、扇山 (C)、氷ノ山 (B、C)、六甲山 (B、D) などは先行研究で調査済みなので未調査域の京都府を中心に15集団計130個体について調べた。その結果、近畿地方はタイプが混在し F の北限が比良・峰床山、B の南限が六甲山、D の西限は高竜寺岳、C は円山川を東に超えて高竜寺岳が東限であることが分かった。芦生以外、頭巾山などは残存ブナ林の全域を調べた結果なので D タイプはレフュージアの時点でタイプが混ざっていることが示唆された。他の地域ではタイプが違うものが混ざっていると境目がはっきりしているのに対し、この地域では境目がはっきりせず、他に類を見ない興味深い結果となった。

また比較のためにイヌブナもシーケンスして新しいタイプも見つかった。AB607033 ~ AB607035

P1-020

オオバナノエンレイソウ集団における雌の出現頻度とその決定要因—過去の集団間交雑に注目して—

* 久保田涉誠(東北大・院・生命科学), 菅野明(東北大・院・生命科学), 大原雅(北大・院・環境科学)

多くの雌性両性異株植物で観察される雌の出現頻度の集団間変異は、雌雄同株から雌性両性異株に至る進化過程を理解する上で重要な意味を持つと考えられる。多年生草本オオバナノエンレイソウには両性個体のみで構成される雌雄同株集団に加え、両性個体と雄蕊が矮小化した雌個体で構成される雌性両性異株集団が存在する。また、雌頻度は集団間で大きく異なり (0 ~ 42%)、集団の繁殖様式に深く関与している。集団の雌頻度を決定する要因としては、雌の適応度に影響する花粉制限や集団間の系統関係に依存する系統的制約などの可能性が考えられるが、まだこれらを支持する正確な情報は得られていない。そこで本研究では新たな観点として、過去の集団間交雑に注目した。被子植物における雌化現象は核・細胞質 DNA 間の不親和性に起因する例が多く、遺伝的に分化した集団間での二次的交雑は雌の出現頻度と関連する可能性が指摘されている。染色体多型に基づく研究から、北海道におけるオオバナノエンレイソウは過去の地史的変遷に伴い大規模な集団間交雑が生じたことが明らかになっている。本研究では北海道に自生する42集団を対象に、花粉制限の強さ、集団間の系統関係、そして過去の集団間交雑の程度を推定し、雌頻度との関連性を調査した。

各集団において開花密度と集団サイズから花粉制限の強さを、cpDNA 配列多型から系統関係を推定したところ、いずれも雌頻度との関連性は見られなかった。一方で、核 DNA 上の SSR 多型から集団の遺伝的構造を解析したところ、集団間交雑から生じたと考えられる、遺伝的に混合された集団ほど雌頻度が高くなる傾向が見られた。今後オオバナノエンレイソウにおける雌性両性異株性の進化を理解していくためには集団間交雑を考慮に入れた実証的なアプローチが有効であると考えられる。

P1-021

適応遺伝子の時空間動態：イブキ・ハクサンハタザオにおける分子「古」生態学的解析

* 森長真一（東大・総合文化）、長谷和子（東大・総合文化）、永野惇（生物研）、伊藤元己（東大・総合文化）、

近年の遺伝子解析技術の向上と発展により、過去の生物と現存する生物の遺伝子比較が可能となってきた。これは数十年という時間スケールでの進化研究にも大きな革新をもたらしている。

ハクサンハタザオとその派生系統であるイブキハタザオは、モデル植物シロイヌナズナに最も近縁な植物であり、シロイヌナズナで明らかとなってきた多くの知見を適用することができる。また100年以上前から様々な生育地で採取されており、その標本が全国の博物館等に収蔵されている。そこで現在、ハクサンハタザオとイブキハタザオの標本の遺伝子解析を通じて、分子「古」生態学的研究を展開している。いわば、過去の生物の遺伝子解析に基づく「進化の直接観察」の試みである。

本研究では、伊吹山・藤原岳の標本個体と現生個体を対象に、局所適応に参与している適応遺伝子や二酸化炭素応答関連遺伝子などの機能遺伝子と進化的に中立なマイクロサテライト遺伝子座の時空間動態を解析した。発表では、対立遺伝子の時空間動態と近年の環境変動の関係を考察するとともに、「古」生態ゲノム学への展望にも触れる。

P1-023

半自然草地における植物の分布と土壌特性の関係：広島県雲月山における放牧地と非放牧地の比較

* 平館俊太郎（農環研）、白川勝信（高原の自然館）、森田沙綾香、小柳知代、中西亮介、楠本良延（農環研）、太田陽子（緑と水の連絡会議）、大竹邦暁（中電技術コンサルタント）、佐久間智子（西中国山地自然史研究会）、堤 道生、高橋佳孝（近中四農研）

広島県北広島町の雲月山では、生物多様性の保全上重要な半自然草原が、火入れや放牧等の管理によって維持されている。しかし、部分的には外来植物の侵入を受けている場所もあることから、草原の管理手法の違いや土壌特性の違いが、出現する植物の種類に影響を与えている可能性が考えられる。そこで本研究では、雲月山の半自然草原内にて、放牧地（6年目、5地点）およびこれに隣接した非放牧地（5地点）について、出現している植物種およびいくつかの土壌特性（表層0-5cm）を比較した。非放牧地では、シラヤマギク、オトコヨモギ、トダシバ、チゴユリ、ワレモコウ、ササユリなどが特徴的かつ高頻度で出現していた。これに対して、隣接する放牧地では、これらの種は出現せず、シロツメクサ、ヘラバヒメジョオンといった外来種が侵入し、かつ出現する在来種も、ツボスミレ、ヨモギ、ウシハコベなど、非放牧地では見られない種が多数出現していた。土壌の化学特性は、非放牧地が比較的強酸性（土壌 pH: 4.6）かつ低有効態リン酸状態（Bray II P: 27-36 mg P₂O₅ kg⁻¹）であったのに対して、放牧地では部分的に土壌酸性の中和が進んでおり（土壌 pH: 5.0-5.7）かつ有効態リン酸も局部的に上昇していた（Bray II P: 62-446 mg P₂O₅ kg⁻¹）。このような土壌特性の変化は、6年間の放牧期間中に、植物バイオマスに含まれていた植物栄養元素等が無機化され土壌に供給されたために起こったと考えられた。すなわち、草原の管理方法が土壌特性に影響を与え、それに伴っていくつかの植物は分布を変えた可能性が考えられた。

P1-022

北茨城市小川試験地におけるササ類3種の20年間の動態

* 新山馨（森総研東北）、九島宏道（森総研木曾）、齋藤智之（森総研）、柴田鏡江（森総研東北）、堀良通（茨城大・理）

人為攪乱がなくなった古い二次林で、桿高や桿寿命の異なる3属3種のササ類（スズダケ、アズマザサ、ミヤコザサ）の20年間の動態を、大小2つの空間スケール、6ha（300 m × 200 m）と24 m × 10 mで調査した。6haの試験地内で、1990年に3種は全く別個に生育していた。3種共に20年間で分布範囲は拡大し、2010年には2種ないし3種の混合群落が部分的に出現するようになった。その中で3種の競合が生じた24 m × 10 mの範囲で、全桿マーキングをして1989年から約20年間、新桿の出現を記録し3種の動態と競合結果を調べた。スズダケは20年間で24 m × 10 mの範囲をすべて覆い尽くした。スズダケの水平方向の拡大速度は0.9-1.0 m/yearであった。結果としてミヤコザサは2004年以降、急激に桿数を減らし、2008年には、この範囲からほぼ駆逐された。一方アズマザサは桿数を減らしながらも同じような場所に桿を維持していた。スズダケは10年以上、アズマザサは4、5年、ミヤコザサは1、2年の桿寿命を持っている。スズダケは他の2種に比べ地下部の割合が少なく、刈り取りや攪乱に弱いことが知られている。山火事や放牧、落ち葉掻きなどの人為攪乱の無くなった森林の林床では、スズダケが桿高で勝るため、スズダケのクローナルな拡大を抑える草本植物は存在しない。当然、他の植物は排除され、林床の植物種の多様性も低下した。この20年間の林床植生の変化は、過去のオーバーユースによって生じたササ類の分布縮小や種類変化が、近年のアンダーユースによってスズダケ優占の原植生に戻る過程なのか、更に検討が必要である。

P1-024

東南アジア沿岸域に生育する海草リュウキュウアマモの集団遺伝構造

* 松木悠、中島祐一、練春蘭（東大ア生セ）、Miguel Fortes (University of the Philippines), Wilfredo Uy (Mindanao States University), 仲岡雅裕（北大フィールド科学センター）、灘岡和夫（東工大院情報理工）

リュウキュウスガモ *Thalassia hemprichii* は、西太平洋からインド洋にかけての熱帯・温帯の沿岸域に広く生育する海草である。本種は地下茎を伸長させ広範囲に及ぶパッチを形成し、多くの海草藻場で優占種となり、沿岸生態系における一次生産や物質循環などに重要な役割を果たしている。しかし本種が広く生育する東南アジア地域は、人為的影響による環境悪化が懸念されており、沿岸生態系の維持・保全のための適切な対策を講じるためには海草集団の遺伝構造を把握することが不可欠である。

本研究では、リュウキュウスガモの集団遺伝構造を明らかにするため、琉球列島7地点、フィリピン5地点、中国1地点からサンプルを採集し、マイクロサテライトマーカー12遺伝子座を用いて集団遺伝解析を行った。

各集団のヘテロ接合度の期待値は0.12から0.41、遺伝子座あたりの平均対立遺伝子数は2.0から4.8であった。また、固有の対立遺伝子を保有する集団も見られた。クローン多様性 (Clonal richness) は、琉球列島、フィリピン、中国で大きく異なっており、フィリピンの集団が多様性が高く、本種の分布域北限に近い琉球列島の集団で低い傾向にあった。ペアワイズ F_{ST} で評価した集団間の遺伝的分化は比較的大きく、各集団が遺伝的に分化していることが示唆された。各集団間で遺伝的多様性や組成に違いがあったことは、生息環境や環境に応じて有性繁殖とクローン繁殖の割合が異なることを示唆しているものと考えられる。

P1-025

都市近郊里山における草原生植物個体群の空間分布と構造

* 小泉恵佑 (横浜国大・環境情報), 小池文人 (横浜国大・環境情報)

かつて身近に存在した半自然草地は1960年代以降全国的に減少傾向にあり、半自然草地の保全と草原生植物の多様性維持は重要な課題である。ここで、都市近郊の里山に着目すると、農的な刈取り管理に伴い維持されている刈取り草地在り、草原生植物の生存が可能となっている。しかし、刈取り草地在り草原生植物にとって好適な避難地となりえるのかは検討の余地がある。そこで、本研究では草原生植物個体群の空間分布と構造を調査し、都市近郊里山における草原生植物個体群の現状を明らかにすることを目的とした。

神奈川県中郡大磯町付近に設置した1.5km × 1.0kmの調査区を6個のメッシュに分割し、各メッシュを一定時間踏査し、ススキラス標徴種の出現場所を記録した空間分布図を作成した。また出現場所は林内、林縁平坦面、林縁斜面、耕地間斜面、畦畔草地、荒地、耕作放棄地、その他の立地タイプに区分し、その他を除く立地において個体群調査対象種外の種も含めた植生調査を行った。今回は立地タイプの中で多数の個体群が確認できた林縁斜面、耕地間斜面におけるアキカラマツ9地点、ツリガネニンジン5地点を対象とし、個体群構造として地上茎の地際直径の頻度分布と着花状況を調査し、個体群間の比較を行った。

調査した都市近郊里山では、林縁斜面及び耕地間斜面にススキラス標徴種が多種確認され、群集レベルでの類似度も高かった。これらの立地の個体群では有性繁殖可能サイズの茎の平均割合はアキカラマツ57%、ツリガネニンジン75%であった。また夏季の刈取りが行われた立地では、アキカラマツは個体損傷により実際の着花割合が低い値となったが、ツリガネニンジンには損傷個体も着花していた。以上より、都市近郊里山の草原生植物個体群は繁殖可能なサイズの茎を形成できているが、刈取りに伴う損傷により、種によっては個体群の更新が行なえていない可能性が示唆された。

P1-027

イタドリ個体群を構成する genet が単一か複数かで収量は異なるか？

* 鈴木準一郎, 角田智詞 (首都大・理工・生命)

クローナル植物の個体群の挙動は、個体群を構成する genet が単一か複数かで、異なると予想され、議論が続いている。そこで、genet 構成が異なる人工個体群間に収量の差があるか否かを栽培実験により検討した。

2010年3月に、東京都府中市多摩川河川敷にて、異なる4つの genet からイタドリの地下茎を採集した。十分に給水させ、10cmの長さになり切った地下茎を、生重量の測定後に、50cm × 50cm × 15cmの容器に植栽した。2段階の地下茎密度(4本・8本)と3種の genet 構成(容器内すべての地下茎が同一の genet・2つの genet・4つの genet)の計6処理を、16反復設定した。栽培容器は、乱塊法に則り、ビニールハウス内に配置した。すべての葉が枯れた2010年12月に7反復分について、地上茎と地下茎を、栽培容器を単位として収穫し、乾燥重量を求めた。

植栽時には、同じ密度であれば、栽培容器当たりの地下茎の総生重量には、genet 構成による有意な差は認められなかった。収穫時の地上茎の乾燥重量には、密度・genet 構成の間で有意な差は検出されなかった。また、栽培開始時の地下茎の生重量と地上茎の間にも、明瞭な相関は認められなかった。密度が異なると、刈取り時の地下茎乾燥重量に有意な差が見られた。しかし、同じ密度では、地下茎の乾燥重量には、genet 構成間で明瞭な差は検出されなかった。一方で、栽培開始時の地下茎の総生重量と地下茎の乾燥重量は、容器内の地下茎がすべて同一の genet だと、正に相関する傾向が認められた。

以上より、イタドリ個体群を構成する genet が単一か複数かで収量に顕著な違いは認められなかった。しかし、個体群の genet 構成により、個体群の成長様式には差がある可能性が示唆された。

P1-026

鳥取県大山ブナ老齢林における主要構成樹種3種の稚樹の個体群構造の比較

* 鳥丸猛 (弘前大・農生), 佐野淳之 (鳥大・農), 永松大 (鳥大・地域), 戸丸信弘 (名古屋大・生命農学), 西村尚之 (群馬大・社会情報), 山本進一 (名古屋大・生命農学)

森林群集内では、自然撹乱に対して種の応答が多様化することによって種の存続と共存が促進されることが知られている。特に、原生状態の冷温帯ブナ林において胸高直径(DBH) ≥ 5cmの成木の個体群の死亡動態を調査した結果、強い集中分布を示すコミネカエデは台風撹乱による死亡率が高く、ランダムな空間分布を示すハウチワカエデは台風撹乱と死亡率の関連性は認められず、さらにブナ個体群は根返りを起こす強度の台風撹乱の場合のみ高い死亡率を示すことが報告されている。しかし、成木個体群と比較して自然撹乱以外の要因(個体間競争・病害虫など)による死亡率も高い生活史早期段階の個体群において、台風撹乱による影響を把握する試みは少ない。そこで、本研究は鳥取県大山の原生状態のブナ林に設置した固定調査区内において、空間構造と死亡動態の間に特徴的な関係性を示す上記の主要構成樹種3種を選び、稚樹(樹高(H) ≥ 30cmかつDBH < 5cmの幹)の個体群構造を比較した。はじめに、台風撹乱の発生する前の2003年と発生後の2005年に林冠状態を記録し、林冠動態を把握した。その結果、ギャップの形成率が閉鎖率を大きく上回り、林冠の破壊による下層への撹乱が示唆された。さらに、2009年に稚樹の毎木調査を実施した結果、ギャップが形成されたサイトにおける稚樹個体群の密度は、ハウチワカエデ = ブナ > コミネカエデであった。一方、空間的な集中度を解析した結果、いずれの樹種も強い集中分布を示したが、大サイズ(H ≥ 150cm)の稚樹個体群は小サイズ(H < 150cm)の個体群よりも集中の程度が弱かった。さらに、本報告では異なる林冠状態における稚樹個体群のサイズ構造を解析し、個体群構造の違いを明らかにする。

P1-028

サロベツ湿原における *Drosera* 属個体群の局所的分布パターン

* 保原有里, 露崎史朗 (北大・環境)

絶滅のおそれのある種について、局所個体群の構造・動態を明らかにすることは、保全上重要な意味をもつ。特に、サイズ構造と空間構造の双方からのアプローチは、種子・栄養繁殖体の散布様式などの属性を明らかにするだけでなく、個体の分布に影響を与える環境因子も評価できる可能性がある。

ナガバノモウセンゴケ(ナガバ)は、日本においては3ヶ所しか生息が報告されておらず、各自生地においても個体群の縮小が危惧されている。ナガバの個体群構造を明らかにするために、北海道サロベツ湿原において調査を行った。この自生地には、より広い生息域を持つ同属のモウセンゴケが同所的にも生息している。これら2種の分布パターンを比較することで、ナガバの分布特性をより明らかにできると考えた。サロベツ湿原における約15ha内の2種の共存地に、300cm × 50cmのプロットを5本設置し、その中の2種全個体の位置とサイズ、果実数を測定した。またプロットを10cm × 10cmに分割した格子の四隅における水位を計測し、その平均値を平均水位とした。

サイズ分布は2種間で明白に異なり、その違いは主に、モウセンゴケに比べナガバが冬芽による栄養繁殖をより多く行うことに起因していた。また、ナガバは花形成にはモウセンゴケよりも大きなサイズを必要とした。空間分布は、両種とも集中分布であったがこれら2種の集中斑の重複は低かった。この低い集中斑の重なりは、主に水位により規定されるものと考えられたが、さらにミズゴケなどとの分布関係が関与することが示唆された。

P1-029

性比・開花率の集団間変動に影響を与える湿地の栄養塩環境：雌雄異株クローナル植物ヤチヤナギ

*井上みずき(秋田県大・生物資源), 久米篤(九大・農院), 智和正明(九大・農院), 上原佳敏(九大・生物資源環境科学), 石田清(弘前大・農学生命科学)

雌雄異株植物の性比はしばしば偏ることが知られている。こうした偏りには、生息地の光・水分・土壌の化学性などの環境要因が関与していることがある。メスは一般に、果実を生産するため繁殖コストが大きくなりやすい。したがって、ストレス環境条件下では、メスは開花を抑制したり、死亡率が高くなったりし、結果的に集団の性比がオスに偏ったりする。本研究では、雌雄異株植物ヤチヤナギ15集団を対象に、生息地である湿地の栄養塩環境が集団の性比にどのような影響を及ぼすのかを明らかにした。性比は0.59-1.00であり、いずれの集団においても有意にオスに偏っており、さらに、3集団ではメスが全く存在しなかった。性比がオスに固定している3集団をのぞいた12集団の性比と湿地の窒素・リン・カリウム・マグネシウムやpHとの関係を解析したところ、カリウムのみが選択された。カリウムの増加に伴い、メスの割合が増加する傾向が見出された。カリウムは気孔の開閉や水分の保持などの生体機能と関係し、カリウム不足は水不足や耐凍性の減少・塩性土壌への適応性減少などをもたらすため、高緯度湿地環境下に生息するヤチヤナギでは重要な環境要因なのだろう。ただし、メスの消失した集団については、カリウムの影響だけでなく、集団の孤立小集団化が影響している可能性がある。

P1-031

高山風衝地におけるハイマツ実生の消長

森広信子(所属なし)

南アルプス北岳ポーコン沢の頭付近の風衝地で、1996年からハイマツ実生のカウントを行った。発生した実生にはラベルをつけて、以後の追跡を行った。

調査地は矮性低木・草本混生地と砂礫地、ハイマツ及びミヤマハンノキの低木のパッチが混在し、実生は主に矮性低木・草本混生地に発生するが、ハイマツ等の低木の縁や、砂礫地にも多少発生した。発生状況は単独のこともあるが、2個体以上がかたまっても発生することも多く、主にホシガラスの貯食した場所からの発生と考えられる。

実生の発生数は年変動が大きく、変動係数は1.43と、球果生産の変動係数0.71(中新田, 1995)より大きい。変動は不規則で、一定の傾向は見つからない。

実生が発生してから最初の冬を越して春(6月)までかなりの数の実生が失われ、1年後まで生き残るものは11% - 86%だったが、3年目以降は死亡率が大きく下がり、ばらつきはあるものの20%以下になった。実生の死亡要因は特定できないものが多く、冬季の乾燥・脱水や春のホシガラスによる種子回収と思われるものがいくつか見つかっただけである。

実生が発生している場所は多くが生長したハイマツが存在しない場所で、実生の定着も起こりにくいと推測されるが、そのような所に発生が多いのは、被圧のない所に種子を運ぶ散布者の習性による場所が大きい。ハイマツ実生の生長は環境条件の悪さを反映して遅く、10年生でも数センチしかないが、初期の2年を生き残れば、その後は死亡率が下がって、少なくとも待機状態にはなれるようだ。

P1-030

日本国内のアカマツ天然集団における球果と種子の形質変異

*岩泉正和, 大谷雅人, 高橋誠, 宮本尚子, 平岡宏一, 矢野慶介

アカマツは我が国の主要針葉樹の一つであり、国内では東北から九州まで広く分布するが、地域性に配慮した当該樹種の保全に重要な、国内分布域全体にわたる天然集団間の適応形質の変異についてはほとんど知られていない。本研究では、アカマツの繁殖形質の変異と、それに影響する要因を明らかにするため、日本各地のアカマツ天然集団から球果を採取し、球果サイズや種子の稔性の変異を解析した。

青森県東北町から宮崎県霧島山麓に至るアカマツ28集団、計628個体から、個体当たり最大3個、計1,777個の球果を採取し、採取個体の胸高直径を測定した。各球果のサイズ(長径・短径・球果重)と、球果当たりの鱗片数・充実種子数・充実種子重を計測し、球果当たりの充実種子率(充実種子数/胚珠数(鱗片数×2))・充実種子1粒重(充実種子重/充実種子数)を算出した。そして、上記形質の集団平均値と、集団の平均個体サイズや緯度・経度、生育地の環境条件(気温・標高・降水量等)の相関関係を解析した。

球果長径・短径は、緯度や経度の大きい集団ほど有意に大きく、気温の低い生育地の集団ほど大きかった。一方、球果当たりの鱗片数は、気温の高い生育地の集団ほど有意に多かったが、集団の緯度・経度とは明瞭な相関関係は見られなかった。球果サイズや鱗片数と平均個体サイズの間には明瞭な相関関係は見られなかった。

以上のことから、アカマツの球果サイズには地理的な変異が存在し、気温のような集団の生育環境の違いがそれらの変異に関係している可能性が考えられた。今後は、球果採取個体のDNA分析等を行うことにより、地史的な要因に基づくアカマツの遺伝変異と、球果や種子の形質変異の関係等について解析を進める考えである。

P1-032

北海道におけるヤラメスゲ地域個体群の遺伝的多様性と生態生理特性

*中村隆俊, 鈴木雷太, 小泉優人(東農大・生物産業), 中村元香(東大・理)

湿原性植物は、陸上植物群集のなかでも最も人為的攪乱の影響を受けている種群の一つとされており、個体群の分断や孤立化が急速かつ極度に進行しつつある。生物の存続には、複数の個体群間における遺伝的交流によって維持される遺伝的な多様性が深く関与するといわれている。また一方で、同種であっても地域個体群ごとに独自の適応進化を遂げ、それぞれ独自の生態・生理的特性を獲得しているケースも多く見られる。従って、孤立しつつある個体群を適切に保全するためには、各個体群の遺伝的特性として遺伝的多様性や遺伝的交流の程度を明らかにするだけでなく、生態・生理的特性における個体群間の違いも同時に把握する必要がある。

北日本の湿原景観を特徴づけるスゲ類は、主に極東亜寒帯を分布域とする北方系の種群で構成される。北海道はそれらのほぼ分布南限にあたるため、特に生育地の温度環境と関連した局所適応が生じている可能性がある。本研究では、極東亜寒帯のスゲ・ヨシ湿原に広く優占するヤラメスゲを対象に、北海道内8地域(釧路湿原・落石湿原・風連川湿原・瀧沸湿原・湧洞沼湿原・勇払湿原・マクンベツ湿原・浅茅野湿原)の個体群について、DNAマイクロサテライトマーカーを用いた集団解析を行うとともに、各個体群由来の種子を用いた同一環境下での室内生育実験を行った。室内生育実験は22.5℃の定温環境条件下で行い、アンモニア態窒素および有機体窒素(グリシン)の吸収速度、相対成長速度、根の呼吸速度を測定した。本報告では、これらの遺伝的特性および生態生理特性について、個体群間の比較を行う。

P1-033

フタバガキ科10種個体群の遺伝構造と個体空間分布の関係

*原田剛, 名波哲, 伊東明, 山倉拓夫, 松山周平(大阪市大・理), Bibian Michael Diway, Sylvester Tan, Lucy Chong (Sarawak Forestry Corporation)

中立分子マーカーを使った研究により、様々な熱帯樹木個体群の空間遺伝構造が調べられ、さらに、その空間遺伝構造を形成するメカニズムを明らかにしようとする試みが行なわれている。空間遺伝構造を形成する要因として、種子散布、花粉散布、遺伝的浮動、自然選択などが挙げられるが、特に局所的スケールでの空間遺伝構造の形成においては、種子散布と花粉散布の影響が大きい。実際、種子散布距離が短いと空間遺伝構造が強くなることが多くの研究で示されており、また、研究例は少ないものの、花粉散布距離が短いと空間遺伝構造が強くなることも指摘されている。今回の研究では、ボルネオ島の熱帯雨林内に設置された52ha調査区に分布するフタバガキ科10種の個体群の空間遺伝構造の強さと、成木の空間分布、種子散布距離および送粉距離の関係を調べ、フタバガキ科の空間遺伝構造形成のメカニズムを考察した。

空間遺伝構造の強さを目的変数とし、成木の密度、成木の集中斑の大きさ、果実の重さおよび送粉者の違いを説明変数として重回帰分析を行い、赤池情報量基準(AIC)により最も当てはまりのよいモデルを探した。その結果、成木の集中斑の大きさと送粉者の違いを説明変数としたモデルが最も当てはまりがよいことが分かった。これらの結果から、成木の集中斑が小さく、小型甲虫類に送粉される樹種の空間遺伝構造は強く、反対に、成木集中斑が大きく、オオミツバチに送粉される樹種の遺伝構造は弱いことが分かった。このような結果が得られた原因として、成木の集中斑が小さいほど遺伝的浮動が起きやすいことと、小型甲虫類の方がオオミツバチよりも送粉距離が短いことが考えられた。

P1-035

インドネシア、ハリムン・サラック山国立公園における *Argostemma* 属3種の比較生態学

*佐藤友愛, 鈴木英治, 宮本洵子(鹿児島大・理), Desy Ekawati(ハリムン山国立公園)

西ジャワ州ハリムン・サラック山国立公園の熱帯山地林の林床植生の多様性を調べるために、同所的に3種が分布するアカネ科林床草本 *Argostemma* (イリオモテソウ属) の生態を比較した。

調査は2009年と2010年の10-11月に、ハリムン山のチカニキとサラック山のチダフ周辺で標高千m前後の *Altingia* やブナ科樹木が優占する熱帯山地林内で行った。数m²の調査区33個を設けて、種の被度等を調べると同時に、土壌は粒度、C,N,K,P含量、容積重を調べ、林冠の開空度など調べた。

Argostemma borragineum は平均草丈12cmで、1花序あたり約15花をつけ、*A. montanum* は平均草丈5cm、1花序あたり約3花、*A. uniflorum* は匍匐性で平均草丈5cm、1花序あたり約1花をつけた。*A. borragineum* は、谷近くの林床の湿った土壌を好んだ。*A. montanum* は、谷近くの岩や倒木に着生することを好んだ。*A. uniflorum* は、ロタンの根などがマット状に厚く広がっているような立地を好んだ。土壌は *A. borragineum*, *A. montanum*, *A. uniflorum* の順にpHが下がり、容積重も低下した。開空度は同じ順に大きくなった。共存する草本相にも違いがあり、3種は好適な立地が異なることで同地域に共存していると考えられた。

P1-034

標高によって集団存続の規定要因はどう変わるか? - 標高30~3000mに棲むミヤマハタザオを用いて -

*恩田義彦, 田中健太(筑波大・菅平セ)

植物は移動できないので、周りの環境に適応できなければ生存・繁殖できない。アブラナ科のミヤマハタザオは中部山岳地域周辺では、緯度がほとんど同じ範囲(約1.6度以内)の中で標高30m~3000mという非常に幅広い標高帯に分布している。温度などの様々な環境要因が劇的に変化する中で、集団のデモグラフィーはどのように変わるのだろうか。集団存続を規定する生態学的要因は、標高によってどのくらい異なっているのだろうか。それを明らかにするために、様々な標高に分布する集団で個体群生態学的調査を行った。5つの山塊の計28集団を対象に、各2~7個のコードラート(平均4.5コードラート・93.5個体)を設置して、全個体の食害率・生死を年に2回ずつ、2008年から2009年までの2年間にわたって追跡し、2009年には種子生産数も測った。その結果、高標高から低標高になるにつれて集団の夏の生存率が急激に下がり、冬の生存率は急激に上がった。また、低標高ほど集団密度が低く、食害率が高く、年間生存率が低く、種子生産数が多く、集団のターンオーバーが速かった。低標高集団が示した短い寿命・高い繁殖量・速いターンオーバーは、一年草の生活史に似ているのに対し、高標高では典型的な多年草型の生活史を示していた。生存と繁殖の間には標高を通じてトレードオフがあり、標高による両者のバランスの変化が生活史そのものを大きく変えていた。また、様々なデモグラフィックパラメーターが標高によって顕著に異なり、しかも、パラメーターと標高との関係も、直線的・曲線的と様々だった。このことから、集団存続を規定する生態学的要因は標高によって変わることで、異なる標高に対する局所適応の過程では様々なデモグラフィックパラメーターに自然選択が働くこと、パラメーターによっては、強い自然選択が働く閾値的な標高があることが分かった。

P1-036

着生部位の異なる2種の着生シダの成長に対する光・水分条件の影響

*平田晶子(森林総研), 上條隆(筑波大・生命環境), 齋藤哲(森林総研)

着生植物はそのハビタットの多くをホストとなる樹木に依存しており、1本のホスト樹木に数多くの種が着生することもめずらしくない。このようなホスト樹木内での着生植物の多種の共存には、ホスト樹木内の垂直方向の微気象条件の傾度が貢献していると考えられている。着生植物の着生部位は種ごとに偏ることが多く、熱帯の雲霧林や乾燥林における研究では、特に水分条件に対する特性が着生部位や成長量に影響をあたえることが報告されている。しかし、これらの特性の重要性は、地域的な気候条件や森林タイプの違いによって変化する可能性がある。そこで本研究では、暖温帯域の常緑広葉樹林において、同所的に高頻度で出現する2種の着生シダを対象に、光・水分条件の違いが成長量にどのような影響を与えるかを検討した。

対象とした2種の着生シダは、演者らの南九州の常緑広葉樹林における研究によって、ホスト樹木内での着生部位が異なることが報告されているマメヅタとノキシノブである。同地域の常緑樹林において、2種のシュートもしくはラメットをジェネットごとに採取した。採取した個体は、2通りの光・水分条件を組み合わせた4通りの条件下において6ヶ月間栽培し、葉および根茎の成長量を条件間で比較した。

栽培実験の結果、2種ともに、高い光条件下でより大きな葉の成長量を示した。一方、水分条件に対する反応は2種間で異なった。ノキシノブは水分条件に関わらずより良好な光環境のもとでより大きな成長量を示したが、マメヅタは少ない光条件の下では、より低い水分環境下で大きな成長量を示した。

発表では、根茎の成長量や実際のホスト樹木内の光・水分環境の違いについての結果を加え、ホスト樹木内の環境条件の傾度が、着生シダ2種の共存に与える影響について考察する。

P1-037

日本アルプスの山頂におけるハイマツの年枝伸長成長の経年変動

*和田直也(富山大・極東地研), 込山雄一郎, 水落将人(富山大・理)
(キャンセル)

P1-038

フタバガキ科の個体群動態と遺伝的多様性の関係

*伊東明, 原田剛, 名波哲, 山倉拓夫(大阪市大院・理), Bibian Diway, Sylvester Tan, Lucy Chong (Sarawak Forest Corporation)

熱帯雨林の樹木個体群の遺伝的多様性と生態特性の間には何か特別な関係が存在するのだろうか? 送粉、種子生産、種子分散、発芽、定着、死亡、成長、開花、等、個体群動態に関する様々な過程は、個体群の遺伝的性質に間違いなく何らかの影響を与えているだろう。しかし、個体群の遺伝的特性と構造・動態との関係にする熱帯雨林での実証的研究は見当たらない。私たちは、サラワク熱帯雨林に大面積調査区を設置して熱帯樹木の個体群動態を20年に渡って記録してきた。近年は、同じ調査区でフタバガキ科樹種の遺伝特性をマイクロサテライトマーカーを用いて調査している。今回は、これまでに得られたフタバガキ科10種の成熟個体の遺伝特性値(Na, Ne, He, Ho, Fis, 空間遺伝構造)と直径1cm以上の個体の構造・動態特性値(個体密度、地形ハビタット特性、直径分布、空間分布特性、死亡率、成長速度)を比較し、両者の間に関係が見られるかどうかを検討した。その結果、構造・動態特性間に見られる相関(例えば、死亡率と成長速度の間に見られる正の相関)に比べると弱い、構造・動態特性と遺伝特性値の間にもいくつかの関係が認められた。遺伝特性と特に関係が深いと思われた構造・動態特性は成熟個体のパッチサイズと成熟木あたり稚樹数であった。パッチサイズの大きい種では遺伝的多様性の指標となるNa, Ne, He等の値が小さく、空間遺伝構造が弱かった。また、成熟木あたり稚樹数の少ない種は低いFis値を持っていた。発表では、こうした関係が生ずる原因について考えたい。

P1-039

大山ブナ老齢林におけるブナ当年生実生の生残パターン

*有馬千弘・永松大(鳥取大・地域)・稲永路子・戸丸信弘(名大院・生命農)・鳥丸猛(弘前大・農生)・西村尚之(群馬大・社会情報)

西日本有数の大規模なブナ林が広がる鳥取県・伯耆大山南東部の標高およそ1100m、傾斜15°の斜面に設置された4haのブナ林動態試験地では、台風により2003-2006年の間に多くのギャップが形成された。2009年はギャップ形成後初めてのブナ豊作年となり、2010年、多くのブナ実生が芽生えることが期待された。そこで本研究は、本試験地において当年性実生のデモグラフィを追跡し、林冠の攪乱、林床のチシマザサとの関係について考察することを目的とした。調査は4ha中央部の40×30m区間でおこなった。調査範囲内には尾根、谷と平地が含まれ、ササの密度が異なるなど多様な環境がそろっている。ブナ実生が発芽する5月から落葉・降雪する11月までの半年間、調査範囲内に芽生えた全ブナ実生を個体識別し、生残を追跡するとともに各実生の分布位置、環境条件を記録した。

調査期間内に発芽したブナ実生は合計227本であった。発芽はほとんどが5月前半であったが、多くが動物による損傷で死亡し、5月末まで生存していたのは約1/4ほどであった。6月下旬には8本にまで減少したが、その後11月までほとんどが生き残った。11月まで生き残った実生の空間分布位置はランダムであった。現在までの解析では、実生の生存について、全天写真から推測した林床の光環境とは無関係であったが、成熟土壌でササが少ない部分に多い傾向があった。今後より詳しい解析をおこない、ブナ当年生実生の生残に関する、確率論的な影響とニッチ分化による影響の寄与について報告する予定である。

P1-040

島から見える雑草の分散過程と種間相互作用

*高倉耕一(大阪市環科研), 藤井伸二(人間環境大)

生物の分布拡大速度を推定することは、有害生物管理など応用生物学的な場面でしばしば重要である。しかし、既存の分布域が外側に向かって徐々に拡大するだけでなく、飛び火的に新たな分布域が生じる場合には、分布拡大速度を推定することは困難である。このような飛び火的分布拡大は、実際に有害外来生物でしばしば観察され、分布拡大の阻止や予測を困難にしている。どのような生物において飛び火的な分布拡大が生じやすいかを理解することは、生物の分布拡大の理解だけでなく、有害生物管理における防除手法検討においても重要であろう。

本研究では、瀬戸内海の島嶼地域において外来雑草の分布状況を調査し、それに基づきそれらの雑草種の飛び火的分布拡大の頻度を比較した。調査の対象としたのは、オオバコ科イヌノフグリ類、アブラナ科タネツケバナ類、イネ科スズメノカタビラ類である。調査の結果、島への侵入・定着の頻度、および在来種の分布への影響は、分類群ごとに異なり、近縁種間においても大きく異なっていた。例えば、本地域に侵入していた外来イヌノフグリ類は、オオイヌノフグリ、タチイヌノフグリ、フラサバソウの3種であったが、島への侵入・定着頻度が高いのは、タチイヌノフグリとフラサバソウであった。本土地域への定着が最も遅かったのはフラサバソウなので、本種の飛び火的な分布拡大の速度は飛び抜けて大きかったことが推定された。また、タチイヌノフグリとフラサバソウの頻度は、在来種イヌノフグリとの頻度とは無関係であったが、オオイヌノフグリが侵入・定着した島では在来種頻度が極端に低かった。

これらの外来雑草の侵入・定着のパターンに基づき、外来雑草における飛び火的分布拡大の頻度とその要因について議論する。また、近縁在来種の頻度との関係から、これらの外来雑草と在来種との間の相互作用についても議論する。

P1-041

コンブの生育域(日本・韓国・中国)と多元素安定同位体比

*鈴木彌生子(日本認証サービス, 食総研), 中下留美子(森林総研), 河邊亮(日本認証サービス), 清水健志(北海道工技セ), 高村巧(北海道工技セ)

海藻の安定同位体比は、沿岸生態系における物質循環の推定のための指標として利用されている。とくに、人為排水起源の窒素の安定同位体比が高いことから、海藻の窒素安定同位体比は、人間活動に伴う沿岸環境を把握する一つの指標として利用が活発となっている。しかし、生長速度の違いや、季節変動なども影響として考えられる。そこで、日本の食材としても価値の高いコンブについて、日本・中国・韓国産を収集し、生育環境の違いと炭素・窒素・酸素安定同位体比を比較した。

試料は、日本産(函館・羅臼:計10試料)、中国産(煙台:10試料、威海:10試料、福建:10試料)、韓国産(莞島:10試料)を収集した。多年生藻類は、生育年代によって藻体内で安定同位体比が変動することが報告されているため、コンブを30cm単位で切り、部位別に分析した。

コンブを部位別に比較した結果、酸素同位体比には大きな変動はみられなかったが、炭素・窒素同位体比については、大きく変動する傾向が得られた。とくに窒素同位体比は、最大で4%の変動が見られた。藻類の季節変動として、降水量との比較が報告されており、降水由来の窒素の安定同位体比は低い値を示すことから、季節変化が関係している可能性が示唆される。

部位別での比較の結果から、炭素・窒素同位体比は、成長期によって値が変動することから、根元から30cmの部位について、日本・中国・韓国産コンブの安定同位体比を比較した。炭素・窒素安定同位体比は、中国の黄河河口の2地域(煙台・威海)で有意に高い値を示した。黄河河口の富栄養化による影響と考えられる。また、韓国と日本については、炭素・窒素・酸素同位体比で同じ範囲を示すことがわかった。

P1-043

チシマザサ更新個体群における20年目からのクローン競争と成長の過程

*齋藤智之(森林総研), 陶山佳久(東北大・院・農), 鈴木準一郎(首都大・理工), 西脇亜也(宮崎大・農), 蒔田明史(秋田県大・生資)

百数十年に一度一斉開花枯死するササにおいては、群落形成メカニズムやその後の群落動態は個体群研究の関心事であるが、一斉開花に遭遇するチャンスや分子マーカーのテクニックなどの問題で調査の機会は希である。ササは地下茎から多くの地上根を出すクローン植物であり、これらの更新過程を明らかにするためには分子マーカーを用いた個体識別が必要である。我々は1979年に八甲田山小岳のチシマザサ群落が一斉開花し、その後の更新過程を30年間調査し続けてきた。20年目以降多くの個体が地下茎を出現させ、これ以降通常のデモグラフィー調査に加えて分子マーカーを用いた個体識別も行ってきた。本研究では、チシマザサの更新過程を明らかにする目的で、局所的な個体間の競争メカニズムの中でどのような個体が成長し、どのような個体が死亡するかを解析した。30年間固定して調査し続けてきた10個の1m²プロットにおいて、全稈にマークし、稈の位置、サイズ、加入・生残を調査し、可能な限りDNA抽出用の葉を採取した。個体識別にはSSRマーカーを用いた。初年のサンプルではAFLP法を併用し、個体識別の解像度を補償した。

20年目以降の10年間のデモグラフィーデータ解析の結果、個体数は10プロットの平均値で17.4個体から14.3個体に減少した。稈の高さも頭打ちになった。平均値では群落の定常状態に達しているように見える。しかし、期間中に64個体が死亡し、30個体前後が外から侵入しており、その内訳を見ると1稈で構成された個体が47個体73%であった。群落内では個体サイズの差が顕著になり、小さい個体がほぼすべて競争によって排除されている状態である。個体間では未だに劇的な競争が起こっている時期と言える。

P1-042

土壌中の物理的障害物の密度がホソムギに及ぼす影響の実験的検討

山根理紗子・可知直毅・鈴木準一郎(首都大・理工・生命)

根は成長の過程で、物理的障害物に土壌中で遭遇し、障害物に接触した根の先端では分枝が促されると言われている。分枝により根の表面積が増えれば、資源吸収効率が上がり、植物の生物量が增大する可能性がある。一方で、物理的障害物は、根の伸長成長を妨げる可能性もある。そこで本研究では「土壌中の物理的障害物の密度によって植物の成長は影響される」という仮説を立て、栽培実験により検討した。

ホソムギ(*Lolium perenne*)を、7号のポリポット1鉢に1個体ずつ栽培した。ポットには芝の目土と赤玉土の混合土壌2000mlと、速効性化学肥料(マグアンプK)を5.0g入れ、さらに、障害物(直径5mmのガラスビーズ)を4段階の密度(なし・低密度・中密度・高密度)で加えた。14反復をビニールハウス内で8週間栽培し、刈り取り後、個体の乾燥重量(g)を秤量した。7反復については、総根長・根の分枝を、画像解析ソフトScion Imageにて測定した。

個体重・総根長・分枝に障害物の密度間で有意な差が認められた。障害物の存在下で、個体重は小さくなり、中密度で低密度・高密度よりも小さかった。地上部重量は、個体重とほぼ同様に有意差を示したが、地下部重量には有意差が見られなかった。地下部への物質分配は、高密度で大きい傾向にあった。総根長・分枝も、障害物の存在下で、有意に減少し、中密度で低密度・高密度よりも小さかった。

以上より、土壌中の障害物密度の増加は個体成長を阻害することが示唆された。また、高密度では地下部への物質分配が大きかったために、個体重の低下が少なかったのかもしれない。

P1-044

多年草レンゲショウマの地下茎から読み取る過去の開花履歴

鈴木まほろ(岩手県立博物館)

個体の寿命と繁殖回数、成長と繁殖の切替タイミング、栄養繁殖と種子繁殖への資源分配など、繁殖生態学的に興味深い理論のいくつかは、野外で多年草の生活史を調べることによって検証が可能である。しかし多年草の生活史を知るには、一般に10年以上にわたる個体追跡調査が必要であり、個体の寿命や繁殖年齢・繁殖回数などの基本的な事項についてさえも、正確な情報が得られている種はきわめて少ない。

キンボウゲ科の多年草レンゲショウマ *Anemonopsis macrophylla* は、地下茎に残る芽鱗痕の数から個体のおよその年齢を推定することができるという、研究材料として非常に優れた特徴を持っている。またレンゲショウマの地下茎は、仮軸分枝型の伸長様式を示す。花茎をつけない年には頂芽から主軸がまっすぐに伸び続けるが、花茎に分化すると頂芽は消滅し、下部にある側芽が成長し始めるので、地下茎には分岐が生じる。したがって、地下茎がいつ・何回分岐したかを調べることで、その個体がいつ・何回花茎をつけたか、すなわち個体の開花履歴を、過去をさかのぼって知ることが可能と考えられる。

筆者は、岩手県遠野市にあるレンゲショウマの北限個体群において、2005年から2010年までの6年間、個体の生活史追跡とサイズ測定を行ってきた。2010年秋に、それらのうち50個体を掘り上げ、地下茎の分枝パターンと芽鱗痕の数から、年齢と過去の開花履歴の読み取りを試みた。読み取りにあたっては、6年分の個体追跡データと比較対照しながら行い、読み取りの精度を高めた。この結果、個体の履歴は最も長いもので17年前までさかのぼることができた。最初の開花に至るまでの年数は、3年から15年までとばらつきが大きかった。さらに、繁殖開始年齢および開花回数と体サイズ指標との関係について、解析を行った結果を報告する。

P1-045

タチスズシロソウにおける低温に対する開花応答性の自然変異とその遺伝的基盤

* 杉阪次郎, 工藤洋 (京大・生態研)

開花タイミングは植物の繁殖成功に直結する重要な適応形質であり、日長や気温などの季節変動にตอบสนองして変化する。モデル植物シロイヌナズナでは、低温に対する開花応答の変異が、花成抑制因子FLC (FLOWERING LOCUS C) の発現量という量的な要因に集約できることが明らかとなりつつある。タチスズシロソウは異質倍数性起源の四倍体で、シロイヌナズナ属の二倍体種が親種である。本種は、低温によって開花が促進されるが、低緯度の集団ほど、長期の低温を必要とする集団間変異があることがわかっている。本研究は、開花応答性の集団間変異を対象に異質四倍体における適応の遺伝的基盤を明らかにすることを目的とした。シロイヌナズナではFLCが長期の低温によって発現が抑えられ開花に至る。本研究の結果、タチスズシロソウではAkwFLCの初期転写量は集団間で有意な差がみられたが、FLC転写量の変異は、開花までの日数における変異を説明しなかった。しかし、低温処理に対するAkwFLC転写量の低下速度を比較した場合、早咲き集団で低下速度が速く、遅咲き集団で低下速度が遅いことが明らかになった。このことから、AkwFLC転写量の低温応答の程度が開花の変異を説明する可能性が示唆された。また本種は異質四倍体であることから異なる親種由来の2タイプのAkwFLCをもつため、その2タイプを分けて定量することを試みた。

P1-047

白馬八方尾根におけるユキワリソウ (*Primula modesta* Bisset et Moore) の繁殖成功とその制限要因

* 渡邊愛美 (東京農大・院・林学), 黒沢秀基 (尾瀬林業株式会社), 高梨斉 (株式会社モンベル), 亀山慶晃 (東京農大・地域環境), 武生雅明 (東京農大・地域環境), 中村幸人 (東京農大・地域環境)

一般に高山の雪解けは、積雪の少ない尾根 (風衝地) から谷 (雪田) に向けて徐々に進み、植物の開花もこれに伴い進む。また訪花昆虫の活性や訪花昆虫相も季節により変化する。このような相互作用が雪解け傾度に沿って変化することは、植物の繁殖成功 (種子生産) にどのような影響を与えるのか? 生育環境の限定される高山植物にあって、ユキワリソウは白馬八方尾根の尾根から谷に生育する種のひとつである。本研究は異型花柱性植物ユキワリソウを対象に雪解け傾度に沿った繁殖成功の差異とその要因について調査した。

ユキワリソウの訪花昆虫相は尾根と斜面・谷では異なった。主要な訪花昆虫は尾根ではハチ類、斜面・谷ではアブ類だった。訪花頻度は尾根より谷で高かった。それに伴い、柱頭に付着した適法花粉数と総花粉数も尾根より谷で増加した。しかし自然条件下での種子数 (種子生産数) は斜面・谷と比べ、尾根で多かった。強制適法受粉処理した場合の種子数も自然条件下の種子数と同じく尾根で多かった。

以上の結果から、ユキワリソウへの訪花頻度は季節で異なり、この変化は適法花粉数に影響することが示された。また斜面・谷では十分な花粉を付着させても種子数は尾根より少なく、繁殖への資源投資量に差があると考えられた。斜面・谷は尾根に比べて雪解け時期が遅いため、光合成可能期間が短く、また他種による被陰を受けやすい。雪解け時期が遅いことは開花期では訪花昆虫の最盛期と重なり、訪花頻度 (適法花粉数) の面で繁殖成功に有利となる。しかし結実期では胚珠を成熟させる資源が不足し (資源制限)、不利となる。高山では同じ植物種でも雪解け時期の違いにより、資源制限と花粉制限の強さが変化することが明らかとなった。

P1-046

カラマツ人工林における広葉樹稚樹の展葉フェノロジー

* 城田徹央 (信大・農), 田中ゆり子 (林野庁), 木村諤 (北大・農), 岡野哲郎 (信大・農)

長野県の冷温帯上部に位置するカラマツ人工林において、林床に生育する広葉樹12種の実生の展葉過程を調査し、その光利用様式について検討した。葉数と葉面積によって展葉様式を評価した結果、12種は次の3グループに分けられた。グループAは、葉数、葉面積ともに一斉開葉型、グループBは葉数が一斉型で葉面積が順次開葉型、グループCは葉数、葉面積ともに順次開葉型である。展葉完了日は、グループAで最も早く、グループCで最も遅かった。展葉完了日とフェノロジカル・ウインドウの利用率は負の相関を示し、展葉完了日が早いほど春期の光を利用していることが明らかにされた。一方で、積算受光量は展葉完了日とは無相関であった。

P1-048

不完全雌雄異株低木ヒサカキにおける両性個体と雌個体の雌性繁殖成功度の比較

* 王けい, 松下通也, 戸丸信弘, 中川弥智子 (名大院生命農)

植物の性表現は複雑であり、雌花、雄花、両性花の多様な組み合わせが見られる。不完全雌雄異株植物種は被子植物の約3%を占めている。不完全雌雄異株植物が存在する理由としては、光・土壌条件、資源配分、植食性昆虫の影響、送粉者の誘引効果などを含めた生育環境に適応するための繁殖戦略だと考えられている。そのため、複雑な性表現の意義を解明することは、その植物の繁殖戦略に影響を与える様々な内的・外的要因や送粉者などとの生物間相互作用の理解だけでなく、性表現の起源に示唆を与えるものである。そこで、まずは雌性繁殖に注目し、主に照葉樹林帯の二次林から極相林まで広く分布する不完全雌雄異株低木ヒサカキを材料に、雌性繁殖成功度を両性個体と雌個体で比較した。

調査は、名古屋大学の東山キャンパスに広がる二次林の3集団を用いて、2010年2~12月に実施した。自然状態での観察とともに強制他家授粉処理を実施し、両性個体と雌個体における果実生産 (結果率や果実重など) と花粉制限の有無を調べた。また、送粉者の観察、対象個体の光環境とサイズの測定を行った。その結果、送粉者は主にタマバエ類であること、花粉制限が存在すること、果実生産に対する資源制限は弱いことが明らかとなった。結果率や果実重については、自然状態と強制他家授粉処理とも、雌個体の値が両性個体のものより高かった。以上より、雌個体は両性個体より雌性繁殖のが高いことが示唆された。

P1-049

自殖の進化を再考する ～遺伝子の連鎖に注目したシミュレーション～

*中山新一朗(東大・院・総文), 嶋田正和(東大・院・総文)

植物の多くは完全な他殖か、または完全な自殖で種子を生産するが、一部は自殖と他殖の混合戦略をとることが知られている。この混合戦略を何が安定化させているのかについて、さまざまな仮定の下で理論的な研究が行われてきた。混合戦略の安定性を扱う理論研究では自殖率を変化させるアリルと、その他のローカスに生じる有害突然変異の集団中での挙動を解析することが一般的である。しかしこれまでの研究では花粉の減価に代表される生態的要因や、超優性などの特殊な遺伝的要因を仮定することなしに安定な自殖と他殖の混合戦略を説明することはできなかった。

われわれは遺伝子の連鎖を考慮した個体ベースシミュレーションを行い、繁殖戦略の進化的安定性を解析した。自殖率を変化させるローカスおよびその他のローカスの連鎖について現実的な仮定を置いて解析した例はこれが初めてである。モデル生物シロイヌナズナのゲノム構造を模した個体の集団では、世代あたりに生じる有害突然変異の個数が中程度であるときに自殖と他殖の混合戦略が安定となりうるが見出された。この結果により、有害突然変異の挙動のみで自殖と他殖の混合戦略をとる植物の存在を説明できる場合があることが示唆された。

P1-050

マタタビ (*Actinidia polygama*) における繁殖コストと栄養成長の性差

*中山晴夏(新潟大・院), 崎尾均(新潟大・農)

性的二型の植物においては、雄と雌の繁殖コストの差が様々な性差を引き起こすことが指摘されている。性差は植物の繁殖様式がどのように進化し維持されてきたかを考えるための基礎的情報となる。本研究では、雌雄異株植物であるマタタビを材料とし、繁殖コスト(花生産、果実生産にかかるコスト)と栄養成長(葉の乾燥重量等)における性差を検討した。植物のモジュール構造は個体の繁殖コストの算定に大きく関係しており、資源の分配調整は個体全体よりも半独立したシュートや節などで見られるという例もあることから、シュートにおける性差を検討した。

当年枝あたりの繁殖コストは、花生産においては雄個体の方が大きかった。これは、雄花の方が乾燥重量が大きく、花の数も多いためであった。しかし、雌個体は果実生産におけるコストが非常に大きく、花生産と果実生産をあわせた繁殖全体のコストは雌個体の方が大きかった。また、ある程度長さのある当年枝には花をつけるが、短い当年枝には花をつけない傾向が、雌雄共に見られた。

葉の乾燥重量は葉の面積と性別に相関があり、雄の方が葉の面積に対する乾燥重量が大きかった。当年枝の長さと同様に当年枝についた葉の乾燥重量の合計にも同様の相関が見られた。また、雄個体の落葉が11月であるのに対し、雌個体は10月に落葉する傾向が見られた。昨年枝長に対する当年枝の本数及び当年枝の長さの合計は、雄個体は正の相関があるのに対し、雌個体は昨年枝の長さにかかわらずほぼ一定であった。

以上のことから、雄個体は雌個体に比べて繁殖コストがかからない分、葉に多くの資源を投資し、雌個体は繁殖コストがかかる分、葉や枝への投資が制限されている可能性がある。

P1-051

森林サイズがタブノキ林の遺伝構造に与える影響

渡部俊太郎(滋賀県立大・環境), 金子有子(琵琶湖環境科学研究センター), 前迫ゆり(大阪産業大・人間環境), 野間直彦(滋賀県立大・環境)

タブノキ (*Machilus thunbergii*) は東北地方から九州・沖縄の沿岸域を中心に分布する常緑樹である。しかし、タブノキ林は分布域が人間の生活圏と重なるため孤立断片化がされてきた。こうした孤立断片化がタブノキ林に与える影響を面積および立地条件の異なる6か所のタブノキ林の稚樹と実生の遺伝的多様性、種子集団の自殖率を比較し考察する。

成木および実生のサンプルは大面積で自然度の高い群落(石垣島、種子島)、比較的小規模な島嶼に成立している群落(京都府冠島、滋賀県竹生島)孤立断片化が進んだ群落(滋賀県犬上川、八所神社)の6地点から採集した。果実は凶作で採集出来なかった石垣島、竹生島を除く4地点から採集した。その上でSSRマーカー8遺伝子座(金子、未発表)を用いて、それぞれの調査地の成木、実生の遺伝的多様性と種子集団の自殖率について解析した。各集団のAllelic richness(Rs), ヘテロ接合度の期待値(He), 近交係数(Fis)と集団サイズの関係性を調べた結果、RsおよびHeは実生、成木ともに集団サイズと強い正の相関を示した。Fisは実生集団において集団サイズとの間に負の相関が見られた一方、成木集団については明瞭な傾向は見られなかった。種子集団の自殖率については集団サイズとは明瞭な傾向は見られなかったものの、単木的に孤立した木においては、自殖由来の種子が著しく増加する傾向が見られた。孤立的個体群の滋賀県犬上川においてベルトトランセクトによる発芽率の比較を行った結果、単木的に孤立している個体の周辺では実生の発芽率が低下する傾向が見られた。これらの結果は、タブノキにおける集団サイズの減少が①次世代の遺伝的多様性の減少、②次世代の定着率低下の2つの影響を与える可能性を示唆している。

P1-052

Contribution of photosynthetic products to seed production in *Gagea lutea*

*Sunmonu A.I, Kudo G Hokkaido Univ

Cost of reproduction in perennial plants highly depends on the type of resource budget. Compensation of reproductive cost by the photosynthesis of reproductive organs has also been reported in many studies. Furthermore, photosynthetic carbon gain often varies during a reproductive period, indicating that resource availability for reproduction may also vary within a reproductive period if current photosynthetic products are used for fruit development. Here, we assessed the cost of reproduction and compensative responses in a spring ephemeral *Gagea lutea* (Liliaceae) by examining the changes in bulb size, leaf longevity and carbon accumulation per plant during a whole growth season among reproductive intact, flower removal, and vegetative plants. Bulb growth was negatively influenced by flower production and fruit production, indicating a trade-off between current reproduction and future growth. The removal of a stem leaf significantly reduced seed production, while removal of basal leaf did not influence seed production so much. This indicates the importance of current photosynthesis by stem leaf for seed production. Fruit-producing plants extend leaf longevity resulting in more carbon fixation compared to plants without fruits. Such a compensative response may reduce the cost of reproduction in this species.

P1-053

エゾリンドウにおける花の開閉運動の進化的意義：閉じないと繁殖成功にどう影響するのか

* 富里祐介(東北大・理), 酒井聡樹(東北大・院・生命)

植物の多くは、花が開花したら、その花期が終わるまで開いたままである。しかし一方で、周囲の温度が下がったり光環境が悪くなったりした場合や、体内時計によって開花期間中に花を開閉させるものがある。このような『花の開閉運動』という形質はどのような環境下で適応的で、いかなる利益をもたらすのだろうか。

本研究では、リンドウ科のエゾリンドウを用いて、花の開閉運動がどのような利益をもたらすのかを調べた。エゾリンドウも花が開閉する種の1つで、夜間や天候が悪い日など、気温が低い環境下では花を閉じることが分かっている。このような特徴を利用して、花が自由に開閉できないように花卉を開いたまま固定することで、自由に開閉できるコントロール個体と比べてどのような不利益があるのかを調べる実験を行った。繁殖成功として種子生産を計測することとした。花卉を固定した個体と未固定の個体の繁殖成功の比較を、自然訪花・人工授粉の2処理それぞれに行った。

その結果、自然訪花・人工授粉の両方において、花卉の固定の有無による生産種子数の有意な差が見られなかった。同様に、生産種子重についても固定の有無による差は見られなかった。人工授粉のものは自然訪花のものに比べて種子重・種子数ともに有意に多かったが、平均種子重も4処理で差がなかった。このように種子生産には花の固定の有無による影響は見られなかったため、少なくとも雌成功には花の開閉運動が寄与していないことがわかった。

今後は、雄成功・夜間のポリネーションの検証を進める予定である。

P1-055

熱帯高木 *Dipterocarpus tempehes* の13年間の実生動態比較と捕食者飽食仮説の検討

* 小早川浩志(名大院・生命農), 大島千明(名大), 中川弥智子(名大院・生命農), 田中健太(筑波大・菅平セ), 竹内やよい(総研大), 佐藤香織, 眞口秀夫(新潟大・自然科学系), 中静透(東北大)

東南アジアの低地混交フタバガキ林では、一斉開花(general flowering)が起こる。一斉開花とは、2-10年の不規則な間隔で、多くの種が数カ月以内に同調して開花・結実する現象であり、これは、幅広い分類群の種が参加するという点で特徴的なマस्टィング現象である。一斉開花現象の究極要因を説明する主要な仮説の一つに、捕食者飽食仮説があるが、本研究では、種子散布後の段階に注目し、複数回の種子・実生デモグラフィから、捕食者飽食仮説の検証を試みた。

調査は、マレーシアのランピルヒルズ国立公園内で行い、材料には、一斉開花に参加する林冠構成種を多く含むフタバガキ科の *Dipterocarpus tempehes* を用いた。この種では、これまでの一斉開花年における実生デモグラフィデータが蓄積されている。また、げっ歯類が種子散布後の段階において主要な捕食者であること、それがフタバガキ科樹木に対するジェネラリストであることが報告されている。これらの情報と群集レベルでの開花・結実データと合わせて解析を行った。

調査地では、1997年以降6回(1997、1998、2002、2004、2005、2010年)の一斉開花が確認された。各一斉開花年の種子・実生デモグラフィデータは調査期間や間隔が一定ではないものの、一斉開花年による種子・実生の生残パターンの違いや、ある時点における生残率と個体群および群集レベルの種子生産量との関係から捕食者飽食の効果を検討する。

P1-054

ミドリハコベの胎座2型性による種子生産への影響

* 黒川佑(東北大・理), 酒井聡樹(東北大・院・生命)

胎座とは、子房内での胚珠のつき方のことである。胎座には多様な種類が存在する。中でも中軸胎座と独立中央胎座は、花粉管が伸びてくる方向において対比的な存在である。つまり、花粉管が伸びてくる方向が、独立中央胎座では基部側からであるのに対し、中軸胎座では花柱側からである。一方、雌親からの資源はどちらも基部側から供給される。この二つの胎座の適応的意義はどのようなのだろうか？

独立中央胎座では、早くに花粉を受精した胚珠がより多くの資源を吸収するので、基部側の種子の方が大きくなりうる。このため、種子重にばらつきが生じやすいかもしれない。このことは、雌親にとってはデメリットのように思われる。しかし、もし花粉管伸長が速い花粉が遺伝的に優れた花粉ならば、優れた花粉で受精した胚珠により多くの栄養を与えることができ、個体の適応度が高くなるかもしれない。一方、中軸胎座では、受精の順番と資源供給勾配が逆向きになるので、基部側と末端側で種子重に差がでにくく、雌親は均一な種子を作ることができると予想された。

そこで独立中央胎座と中軸胎座という個体内二型性をもつミドリハコベを用いて、各胎座内の位置ごとに胚珠数・受精率・種子重を調べ比較した。

その結果、胚珠数に差はなく、受精率は独立中央胎座の方が有意に高かった。また、中軸胎座では、末端側の胚珠の方が基部側の胚珠に比べて受精率が高かった。一方、独立中央胎座では、胚珠の位置ごとの受精率に差は見られなかった。さらに中軸胎座でも独立中央胎座でも、末端側と基部側の種子重に有意差は見られなかった。

このことから、資源供給と花粉到達の方向は、種子への資源供給パターンに影響しないと考えられる。しかしながら、子房内で早くに受精した胚珠が資源吸収において有利であるかどうかはさらに検討する必要がある。

P1-056

花を介した節足動物群集の相互作用の解明

* 池本美都, 大串隆之, 安東義乃, 京大学生態学研究センター

花と送粉者の相互作用は生態学的にも進化的にも重要な研究課題であり、これまで種々の観点から研究されてきた。しかし花は送粉者だけでなく、花食者や捕食者といった異なる機能を持つ生物にも利用されている。また花の形質は生長期での葉食者の食害量により大きく変化する。このような送粉者、捕食者、花食者、葉食者を含む生物間相互作用の解明なくして、花をめぐる生物群集の理解は望めない。そこで本研究は、花を介した節足動物間の相互作用ネットワークの解明を目的とした。

生長期の植物に対する葉食者の食害が花の形質と訪花者に与える影響を明らかにするため、京大学生態学研究センターの圃場にて、セイタカアワダチソウを用いた操作実験を行った。ポット植えのセイタカアワダチソウ100株を、2010年7月4日から10月7日まで、寒冷紗で覆った小型温室で育成した。7月5日、50株には優占植食者のアワダチソウグンバイを4個体ずつ接種し、残りの50株には何も接種せず対照区とした。開花直前の10月7日から10日にかけて、グンバイ接種株48ポットと非接種株35ポットを屋外に設置し、10月15日から11月11日まで計12回、花序上に見られた節足動物の分類群とその個体数を記録した。

グンバイの接種により、植物と節足動物に次のような関係が認められた。植物サイズ、花梗数、小花量、花序軸長が有意に低下した。双翅目やミツバチ(送粉者)クモ(捕食者)、鱗翅目幼虫(花食者)の訪花数は有意に減少した。一方、アリとアブラムシの数は有意に増加し、テントウムシの訪花数も増加傾向が見られた。さらにアリの存在は鱗翅目昆虫の訪花数に対して負の影響を与えることが示唆された。またグンバイの食害に関わらず、クモの存在はミツバチの訪花数を有意に減少させた。これらの結果から、花を介した相互作用ネットワークについて考察する。

P1-057

伊豆諸島におけるクサギ属植物の花形態進化

*水澤玲子(京大・農), 山崎理正(京大・農), 長谷川雅美(東邦大・理), 井鷲裕司(京大・農)

島の生物相は本土と比べて貧弱であるため、植物が本土から島へと移入した場合、本来の送粉者が移入先の島に生息しない事がある。本土と島の訪花者相の違いが花形態に及ぼす進化的影響を明らかにするために、広域分布種のクサギと、クサギに近縁な伊豆諸島準固有種シマクサギの送粉様式を比較した。

本土におけるクサギの主な訪花者は黒色系アゲハ類だが、伊豆諸島ではその密度が低く、代わりにホウジャク類が主な訪花者になっている。シマクサギの雄蕊・花弁は共にクサギよりも短く、花筒はわずかに長い。シマクサギは自家花粉による結実率がクサギよりも著しく高い。クサギとシマクサギの花形態・自家和合性の違いは、本土と伊豆諸島の送粉者の違いを反映していることが予想された。

まず、クサギとシマクサギに対するアゲハ類とホウジャク類の送粉効果を評価するために、網室の中にクサギ(シマクサギ)の花序を置いてアゲハ類(ホウジャク類)を訪花させた後、柱頭の先に運ばれた花粉数を比較した。その結果、どちらの送粉者もシマクサギでより多くの花粉を運んでいた。ホウジャク類の送粉効果はシマクサギで著しく高いが、アゲハ類の送粉効果は種間で大きく違わなかった。次に、シマクサギの短い雄蕊と花弁は、自家和合性の獲得に伴う対送粉者コストが削減された結果であるとも解釈できるので、これを検証するために花蜜量・糖度をクサギと比較したが、有意な違いは見られなかった。

シマクサギの花形態はホウジャク類送粉に対してクサギよりも適応的であることが示唆された。花蜜のコストがクサギと同程度であることから、シマクサギの花形態は対送粉者コスト削減の結果ではないだろう。一方、クサギの長い雄蕊は雄性先熟による同花受粉の回避を確実にし、近交弱勢の発現を抑制することに貢献しているかもしれない。自家受粉の回避はクサギのような他殖集団において特に重要である。

P1-059

マルハナバチの採餌方法(正当訪花/盗蜜訪花)はどのように決まるのか? : 競争・学習・個体サイズがアカツメクサを訪花するセイヨウオオマルハナバチの採餌方法に与える影響

*角屋絵理(富山大・理), 柳沢歩(富山大・理), 石井博(富山大・理)

マルハナバチには、花の正面から採餌する正当訪花と花筒にあげた穴から採餌する盗蜜の二種類の採餌行動が知られており、盗蜜は植物の送粉にあまり寄与していないと言われる。これまでの研究では、「口吻の短いマルハナバチ種は花筒の長い花では盗蜜者となる」というように、マルハナバチ種と植物種の組み合わせが、採餌方法を決定する要因であることが示されている。しかし詳しく観察すると、しばしば同種のマルハナバチであっても、個体ごとに異なった採餌方法をしていることに気がつく。こうした採餌方法の違いが何に起因しているかについて調べることは、マルハナバチと植物の関係を理解するために重要である。そこで本研究では、アカツメクサで採餌しているセイヨウオオマルハナバチにおいて、採餌エリアの花あたりの平均残存蜜量、各個体の経験、個体サイズが、各個体の採餌方法にどのような影響を与えているのか調査した。主な調査は北海道東神楽町の2つのサイト(サイトAとB)で行った。

その結果、女王バチはすべての個体が正当訪花を行っていたが、働きバチではサイズが小さい(すなわち口吻が短い)個体ほど盗蜜を行う傾向があった。また、同じサイズであればサイトAの働きバチの方がサイトBの働きバチより盗蜜をする傾向が強かった。サイトAはサイトBよりも女王バチの数が多く、花あたりの残存蜜量も少ない。従って、カースト間の資源競争が、働きバチが正当訪花で採餌しにくい状況を作り出していると考えられた。数日間にわたる個体の追跡調査からは、各個体は採餌方法をほとんど変えないが、正当訪花から盗蜜への変更は、その逆の変更より幾分多いことがわかった。

以上の結果から、資源競争の結果と思われる残存蜜量の地域差、各個体の経験、個体サイズの変異が、働きバチの採餌方法の違いを生み出す要因であることが示された。

P1-058

マルハナバチの花選好性に及ぼす視角度と花間距離の影響: 人工花を用いた閉鎖系実験

*増田光(富山大・理), 道野峻介(富山大・理), 石井博(富山大・理)

<背景>複数種のポリネーター(花粉媒介動物)において、同じ種類の花を選択的に訪れる行動(定花性や選好性)が報告されている。どのような時にこうした行動が顕著になるのかを知ることは、植物の繁殖を考える上で重要である。これまでに花の色や形態など、植物の形質がポリネーターの花選択に影響する要因として報告されてきた。一方、植物の生育密度が花選択に影響する可能性も指摘されている。例えばGeegar & Thomson(2004)やIshii(2005)は人工花を用いた実験で、花間の距離が短いときに同色花への選好性が顕著になることを報告している。しかし彼らの実験では、花間距離が飛行距離と花の見つけやすさ(遠いと見つけにくい)のどちらを介して花選択に影響しているのかが区別できない。

<実験>花間の距離(5,10,15,20cm)と花の大きさ(直径2,4,6cm)を独立に変化させ、飛行距離と花の見つけやすさが、訪花昆虫の花選択にどう影響するか調査した。実験には青・黄2色の球体の人工花と、クロマルハナバチを用いた。

<結果>花が大きいときには、距離が短いときほど同色花への選好性が強かった。しかし花が小さいときには、距離が長いときほど選好性が強かった。花サイズや距離が異なっても、隣の花の見かけの大きさが同じ状況では選好性の強さに差はなかった。

<考察>以下の仮説を立てた。1) 花を容易に見つけられる(花が大きく距離が短い)ときには好みを優先するため選好性が強い。2) やや花が見つけにくい(花が大きく距離が長い/花が小さく距離が短い)ときには、見つけた花から順に訪花するので選好性が弱い。3) 花が見つけにくい(花が小さく距離が長い)ときには、特定の花の探索イメージに依存して花を探すため選好性が強い。

<結論>生育密度は、飛行距離よりも見つけやすさを介して花選択に影響していることが示唆された。

P1-060

花色変化がポリネーションに及ぼす影響: 変化型と不変型における種間比較

*鈴木美季, 大橋一晴(筑波大・生命環境)

多くの被子植物では、花が咲いているかぎり色は一定に保たれる。しかし一方で、花が咲いてから閉じるまでのあいだに、色を大きく変化させる植物種もある。こうした「花色変化」は、どのような条件のもとで進化するのだろうか? この疑問を解く第一歩としては、同じ分類群にふくまれる植物種の中から花色が変化する「変化型」と変化しない「不変型」をえらび、両者の繁殖過程のちがいを明らかにすることが有効と考えられる。以上を念頭に、演者らは、スイカズラ科タニウツギ属の2種、ハコネウツギ(花は白から赤紫色に変化)とタニウツギ(花は桃色で一定)を対象に、繁殖過程の比較調査をおこなってきた。

現在までの研究で、花色変化の有無によらず、両種とも花齢(開花後の経過日数)にともない蜜の生産速度が変化することがわかっている。そこで今回は、両種をおとずれるポリネーターが蜜生産のさかんな齢の花をえり好みする傾向をもつか?との問いに答えることを目的として、齢にともなう花弁の色、蜜生産速度、およびポリネーターの訪花頻度の変化を記録し、それらの関係をしらべた。

その結果、変化型では、ポリネーターの訪花頻度と蜜生産速度は正の相関関係にあり、色と報酬量のちがいにともづく弁別学習が起こっていることが示唆された。ただし、花色変化が齢とともに徐々に進行したのにたいし、蜜生産速度と訪花頻度の変化は開花から2~3日目における急な減少というかたちで起こった。一方、不変型では、ポリネーターの訪花頻度と蜜生産速度のあいだに有意な相関関係はみられなかった。つまり色変化しないこれらの花では、齢ごとに報酬量が変わっても、弁別学習が起こらないものと考えられた。今後は、こうした訪花頻度のちがいが、両種の送受粉にもたらす帰結を明らかにする予定である。

P1-061

Bumblebee behaviors in flower visit on *Impatiens textori*: Rejection & Acceptance behaviors

*Jahir Raihan, Kawakubo Nobumitsu (Gifu Univ.), Tohru Manabe (Kitakyushu Mus. Nat. Hist. Hum. Hist.)

P1-063

訪花昆虫の機能群多様性によって P/O 比は変化するか？

* 日下石碧, 丑丸敦史 (神戸大学院 人間発達環境学)

被子植物の花には、放射相称花と左右相称花が存在する。多様な昆虫が訪花する放射相称花に比べて、放射相称花から進化したと考えられる左右相称花は、限られた機能群の昆虫のみが訪花するとされている。そのため、放射相称花よりも左右相称花において花サイズのバラツキが少ないことが明らかにされている。一方で、左右相称花は訪花する昆虫に限られるため送粉効率が高いと考えられる。一般に送粉効率の高い植物の P/O 比は少ないことが知られており、左右相称花で P/O 比が低くなっていることが予想される。この研究では以上の仮説について、水田生態系の植物について左右相称花と訪花相称花の訪花昆虫を調べそれぞれの機能群の多様性を比較し、花に訪花する昆虫機能群の多様性と P/O 比の間の関係について調査した。

調査は、兵庫県宝塚市西谷地区で行った。調査では、開花している植物（放射相称花7種・左右相称花9種）について、訪花昆虫を観察し記録した。この時同時に、裂開前の葯及び胚珠を採取した。これを実験室に持ち帰り、P/O 比の計測、柱頭に付着した花粉を観察、記録した。

今回の結果から、左右相称と放射相称で訪花昆虫の機能群の多様性が異なるのかまた、それに応じて P/O 比が変化するかについて、各種の送粉効率を柱頭への花粉の付着をもとにしたデータも用いて考察したい。

P1-062

アゲハを介した送粉過程：花粉1粒 DNA 解析を用いた各花形質の送粉貢献度の測定

* 廣田峻, 新田梢 (九州大・生物), 陶山佳久 (東北大・農), 川窪伸光 (岐阜大・応用生物), 安元暁子 (京大・生態研センター, チューリッヒ大・理), 矢原徹一 (九州大・生物)

動物による送粉は、送粉者を花に誘引する過程と、訪花した送粉者と柱頭、葯間で花粉を授受する過程に分けられる。このため、送粉者の違いによる適応的種分化の過程について理解を深めるには、花色・花香などの誘引に関する形質と、柱頭や葯の位置などといった花粉授受に関する形質の両方について、送粉・授粉成功への貢献度を評価する必要がある。

本研究では、それぞれアゲハとスズメガに適応したハマカンゾウとキスゲを用いて、各花形質の送粉・授粉成功への貢献度を測定した。室内にハマカンゾウと F2 雑種で構成された実験集団を設置し、訪花未経験のナミアゲハ1個体を自由に訪花させた。訪花後、柱頭上の花粉を採取し、各花粉の遺伝子型を特定することにより、各株の送粉・授粉成功を評価した。訪花された株を入れ替え、ナミアゲハ計 31 個体について実験を繰り返した。

アゲハは花色と花茎の高さに有意な嗜好性を示した。授粉成功は、花色・花茎の高さに加え、花柱の長さや花冠の向きに有意に影響された。一方、送粉成功では有意な効果のある形態形質はみられなかった。送粉・授粉成功を統合した指標では、花色、花柱の長さや有意な効果がみられた。すなわち、誘引形質（花色）と花粉授受に関する形質（花柱の長さ）がともに送粉成功に影響していた。形態形質は授粉成功（雌適応度成分）のみに影響していた。この結果は、花柱が雄蕊より長いこと、翅が葯よりも柱頭と接触しにくいこと、キスゲ属の花とアゲハの関係を反映したものである。

P1-064

マルハナバチは蜜のないパッチでどのように行動するか？：トリカブト属植物を用いた花蜜除去実験

* 中村祥子 (北大・環境科学院), 工藤岳 (北大・環境科学院)

様々な量の報酬が提示される野外採餌環境の中で、マルハナバチは採餌効率を最大化するような行動を取ることが知られている。マルハナバチの採餌行動は、パッチ選択から始まり、花序選択、花選択、花における実際の採餌という4段階から成り立っている。本研究では、報酬量が非常に少ないパッチに遭遇したマルハナバチが、この4段階の採餌行動をどのように変化させるのかを調べた。トリカブト属植物2種を用いて、区画内の花全ての蜜腺を切除して、報酬（蜜）をなくした蜜腺切除区と、蜜腺を切除しないコントロール区を設定した。そして、マルハナバチの区への訪問頻度、花序への訪問数、花序内連続訪花数、花内吸蜜回数を比較した。

蜜腺切除区への訪問頻度と花序内連続訪花数は、コントロール区に比べて有意に低かった。これに対して、花序訪問数は蜜腺切除区で多かった。花序内連続訪花数の低下と花序訪問数の増加の相殺効果により、1匹のハチが区画内で訪花する花数に差は見られなかった。また、花内吸蜜回数に差は見られなかった。

本研究から、マルハナバチは花序内で連続的に空花に遭遇したとき、その花序を早くに見限り、近くの花序へ移動することが明らかとなった。マルハナバチは、さらに空花遭遇が続いても、区内での訪花花序数を減らすことはせず、むしろ増加させていた。空花の続く区画内で花序訪問数を増加させることは、より正確な近隣の資源量の評価ともなる。こうして得た正確な区画内の蜜量把握は、それ以降のその区への訪問頻度に反映されるかもしれない。一度蜜のない区画を訪れたマルハナバチは、その区画への再訪問を避ける、あるいは訪問頻度を低下させることで、採餌飛行全体の採餌効率の低下を防いでいると考えられる。

P1-065

報酬のないラン科ナツエビネの送粉生態

*坂田ゆず 阪口翔太 山崎理正 (京大農)

無報酬花の植物は送粉を促進するために様々な擬態を進化させてきたが、最も多く見られるものは、採餌行動をする動物の知覚を活用した報酬擬態である。これには、ある特定の報酬花に似るベイツ擬態と、モデルを持たず一般的に優れた送粉者誘因シグナルを持つシステムが知られている。後者は、周囲に花が少ない時期に開花して種間競争を回避している場合と、逆に周囲の花がポリネーターを誘引することでマグネット効果によって送粉が促進されている場合の2通りが考えられる。また、マグネット効果とベイツ擬態の両方を持つ送粉システムもあるが、無報酬花の送粉の促進に関する研究は少なく、その連続性は明らかでない。

ラン科エビネ属のナツエビネも無報酬花で、温帯性エビネ属がほとんど春咲きであるのに対して盛夏に薄紫色の花を咲かせる。本研究はナツエビネの送粉生態を明らかにすることを目的として、開花フェノロジーとデジタルカメラのインターバル撮影を用いた訪花昆虫相や訪花頻度の調査を行い、周囲の花と訪花頻度の関係、及び色が類似した花への擬態の可能性を考察した。その結果、無報酬であるにも関わらず、多様な分類群の昆虫が訪れていることが分かった。また、ナツエビネの開花期間に周囲で咲く植物は少なかったが、最も多く訪れていたハエ目とハチ目の訪花頻度には周囲の他種の開花数が正の影響を及ぼしていた。ただし、色が類似した花とは開花期間がほとんど重複せず、ナツエビネがベイツ擬態している可能性は低いと考えられる。

ナツエビネにとって、ポリネーターをめぐる他種との種間競争が少なく、マグネット効果によって送粉が効果的に促進される、最適な開花時期と周囲の他種との相対的な最適密度があるのかもしれない。以上の点から、ナツエビネは、目立つ花色で送粉者を誘因し、特定の花に擬態するよりは多くの類似した機能群の花とゆるい送粉シンドロームを形成していると考えられる。

P1-067

Bumble bee foraging in a novel environment

*宮崎寧子, 徳永幸彦 (筑波大・生命共存)

Flower feeding animals, like bumble bees, encounter temporal and spatial variations in a floral environment. Bumble bee foragers have to track changing resources individually because they cannot exchange information of resource availability and location. To understand how they respond to a changing environment, it is necessary to observe the resource use of individuals from the same colony in the field for a long term. Therefore, to explore the relationship between the flower availability and the resource use in bumble bees (*Bombus diversis*), I analyzed pollen samples collected by individually marked foragers. In addition, to reveal the daily resource use at the colony level, I developed an observation system with the web camera and the motion detector that recorded all successive foraging trips for about two months. As a result, the overall resource use of the colony was similar to the mean composition of the numbers of available flowers, though the daily resource use of the colony fluctuated depending on the change of the flower availability. This fluctuation was thought to be caused by the foragers' habit to hardly switch their target species from those they had previously collected. Although such habit is known to be caused by memory limitations, the fluctuation may be a result of a bang-bang control that enables bumble bees to efficiently forage in response to the changing environment.

P1-066

花弁色と花形態に基づく送粉ネットワークの予測

*平岩将良 (東邦大・理), 長谷川雅美 (東邦大・理)

ある植物の花形質からその種の主要な送粉者を予測し、対応付ける手法には2つが考えられる。1) 花形質に対する各送粉者の行動的反応を特に考慮せずに、花形質と訪花した昆虫のボタンを多変量解析によって対応付ける帰納的アプローチ、2) 各送粉者ごとに花形質の選択にかかる行動的メカニズムを明らかにし、それをもとに送粉者の訪花ボタンを予測する演繹的アプローチである。本研究は花の反射スペクトルと昆虫の色覚から、送粉者ごとの色の見え方を予測し、さまざまな反射スペクトルを呈する花への主要な送粉者の訪花ボタンを予測した。さらに、特定の送粉者による訪花が期待される各送粉シンドロームを呈するスペシャリストな植物に対する訪花ボタンに限定することなく、ジェネラリストな植物に対する複数の送粉者による訪花ボタンの予測をも試みた。

調査は2010年に主に東邦大学のキャンパス内で行い、園芸植物も含んだ対象植物種(約46種)に訪花した昆虫を送粉タイプごとにカテゴリ分けして記録した。植物の花形質として花弁色と形態を用いた。花弁色はスペクトロメータを用いて波長ごとの光の反射率を測定し、反射率と錐体細胞感度を考慮して各送粉者ごとに色空間内に位置づけた。花形態は送粉様式でカテゴリ分けを行った。その後、花形質を説明変数として、訪花頻度を予測するモデルを各送粉者ごとに作成した。このモデルを用いて、植物種ごとにそれぞれの送粉者の訪花頻度の予測値を計算し、花形質と送粉者の訪花ボタンとの関係を解析した。

その結果、スペシャリストな植物のみでなく、複数の送粉者によって送粉されるジェネラリストな植物の予測も可能であることが示唆された。今後、今回対象とした種以外の植物種に本研究で作成したモデルを適用し、予測の精度をテストすることでモデルの妥当性を評価する必要がある。

P1-068

ジンリョウユリとササユリの送粉生態：夜と昼の送粉者の異なる利用度への適応

*横田静香, 矢原徹一 (九大・理・生態)

P1-069

ネジレバネによる寄主ハナバチの訪花行動の操作と寄生者の送粉共生系への影響

* 中瀬悠太, 加藤真 (京大院・人環)

ネジレバネは昆虫の寄生者でオスの成虫は自由生活だが、メスは終生寄生性であり、メス成虫は頭部を寄主の体外に出し、そこで交尾し微小な幼虫を放出する。ハナバチ寄生性のネジレバネの一齢幼虫は便乗に特化した形態をしており、花の上で放出された一齢幼虫が別のハチに便乗して巣まで運ばれ、ハチの卵や幼虫に寄生する。ネジレバネに寄生されたハナバチは生殖能力を失い営巣しなくなる。ハナバチの成虫は一般に花粉を食べないため、寄生されたハチにとって花粉には餌資源としての価値はない。そのためネジレバネに寄生されている個体が送粉者への報酬のほとんどが花粉である花を訪れてもハチにとってエサとなる報酬は少ない。一方、ネジレバネにとっては花蜜に関係なく、営巣している正常なハチが多く集まる花に寄主を向かわせ、そこで幼虫を放出したほうが効率的に便乗、感染できるはずである。

そこで本研究ではネジレバネに寄生されたハナバチの訪花行動がどの程度ネジレバネにコントロールされているか明らかにするために、2010年7月17日から7月26日にかけて長野県小谷村周辺で調査を行った。花蜜と花粉を出すトリアシヨウマと、報酬のほとんどが花粉であるエゾアジサイが同時期に同所的に開花している場所でハナバチを採集した。この中で、どちらの花にも頻繁に訪花しており、充分な個体数が得られ、かつネジレバネの寄生がみられたニジロコハナバチに特に注目した。ネジレバネの寄生が見られた種について、ネジレバネの寄生の有無による集粉行動の違い、それぞれの花に来ていたハチのネジレバネの寄生率を求めた。これにより野外の個体群においてネジレバネによるホストコントロールとしての訪花行動を明らかにしようと試みた。ネジレバネがハナバチの行動や送粉共生系全体に与える影響についても考察する。

P1-071

花サイズと送粉昆虫サイズのマッチングによる送受粉効率への影響 ～ホタルブクロを用いて～

* 阿部航大, 市野隆雄 (信州大・理・生物)

送粉者がもたらす花形質への表現型淘汰については古くから研究がおこなわれ、いくつかの証拠が示されてきた。野外でこのような淘汰がはたらいているとすれば、異なる送粉者が分布する環境下において、種内で花形質がそれぞれ局所的に適應することが予想される。しかし、花形質の種内変異と送粉者の地理的変異を結びつけ、花形質の局所的な適應を実証した研究はほとんどない。

乗鞍岳ではヤマホタルブクロが広い標高域にわたって分布し、その送粉者であるマルハナバチ属の種組成が標高に沿って変化していることが知られている。このことから標高に沿って異なる送粉者へのヤマホタルブクロの局所的な適應が起こっている可能性が予想される。本研究ではこの適應の可能性を示すために、花と送粉者のサイズの対応が一訪花あたりの送粉効率に影響するかどうかを検証した。

その結果、花と送粉者の長さの対応が一訪花あたりの花粉持出し率(植物の雄性適應度)を高めることがわかった。このことから花と送粉者のサイズの対応が花の適應度に影響するということが言え、これはヤマホタルブクロの局所的な送粉者への適應の可能性を支持する。

長野・北沢(私信)の研究では、乗鞍でマルハナバチの体サイズは標高に沿って小型化し、ヤマホタルブクロの花も標高800m～1900mでは標高に沿って小型化していることが確認された。これは花形質が局所的に適應している可能性を支持する。しかし、2200m地点でのみ花が大形化しており、これは花と送粉者のサイズマッチングによる淘汰とはべつ淘汰がかかっている可能性を示唆する。

乗鞍岳における標高に沿ったヤマホタルブクロの花形質の変異が局所的なマルハナバチへの適應であることを示すには、今後、花形質の遺伝性や、訪花頻度などの送粉効率以外の送粉者を介した淘汰の可能性について調査する必要があるだろう。

P1-070

ツリフネソウ

* 徳田奈菜子, 市野隆雄 (信州大・理・生物)

掲載されている演題は誤りで、正式な演題は『ツリフネソウ-キツリフネ間における繁殖を巡る相互干渉 ～受粉から結実まで～』です。

同所のかつ同時期に開花する植物の間には繁殖上の様々な種間相互作用が生じる。中でも近年、繁殖干渉(配偶過程で適應度の低下をもたらす相互作用)が注目されている。繁殖干渉は多数派有利の正の頻度依存的な作用であるため種の内れ替わりを急速に進める原動力となり、生態学的に重要である。しかし野外での繁殖干渉の検証例は少ない。なぜなら、繁殖干渉が生じている2種は理論的に共存できず、自然状態での検証が困難とされてきたからである。そのため野外での繁殖干渉の実態についてはよくわかっていない。そこで本研究ではツリフネソウとキツリフネについて、野外の混生地における繁殖干渉の実態を明らかにするため人工授粉実験と野外調査を行い、以下の結果を得た。

1) 調査地である長野県安曇野市ではツリフネソウとキツリフネの分布及び開花期間が重複しており、トラマルハナバチによる種間送粉がみられた。

2) 人工授粉実験より、受粉花粉に異種花粉が10%でも混入すると、同種花粉のみの場合に比べ結果率が大幅に低下した。

3) 人工授粉実験より、同種花粉との受粉順序に関わらず、異種花粉の受粉により結果率が低下した。

4) 異種と2m以上離れた単独生育地の個体に比べ、異種と2m以内に混生する混生生育地の個体では結果・結実率が有意に低かった。

以上より、ツリフネソウとキツリフネが隣接して生育する場合に繁殖干渉が生じていた。一方、これらの2種が2m以上離れて生育する場合には繁殖干渉はほとんど生じていなかった。混生地とみられる生育地においても、2種のハビタット選好性の微妙な違いや、送粉者の性質から繁殖干渉による形質置換および競争排除が防がれていることが示唆された。

P1-072

Response of leaf gas exchange to warming, precipitation and nitrogen addition in a dominant species, *Stipa krylovii*, semiarid temperate steppe

* BORJIGIDAI, A., XI, Y., LI, Y. (Minzu Univ.), GAO, Q. (IEDA-CAAS), BAI, W., WAN, S., LI, L. (IB-CAS), YU, G. (IGSNRR-CAS), HOSHINO, B. (Rakuno Gakuen Univ.)

Influences of global change, such as warming, precipitation and nitrogen (N) addition, on plant growth and ecosystem function have become major concerns, but in leaf level how plant gas exchange changes with warming, precipitation and N addition in the field is poorly understood. Therefore, we conducted a field manipulative experiment of warming, precipitation and N addition on temperature dependence of photosynthetic parameters in a dominant species, *Stipa krylovii*, a temperate steppe in northern China. We focused on stomatal conductance (g_s), intercellular CO_2 concentration (C_i), maximum rate of Rubisco activity (V_{cmax}), maximum rate of electron transport (J_{max}), activation energy of V_{cmax} (E_{av}), activation energy of J_{max} (E_{aj}) and dark respiration (R_d) which potentially affect temperature dependence of photosynthetic rates. In present study, we found that temperature dependence of photosynthesis was changed by climatic factors and plant nitrogen status, which differed between warming, precipitation and N addition.

P1-073

アメリカ・モハベ砂漠に生育するタマリスクの細根の垂直分布

* 今田省吾, 谷口武士 (鳥取大・乾燥地研), Acharya, K. (DRI), 山中典和 (鳥取大・乾燥地研)

タマリスク (*Tamarix* 属) は、アメリカにおける深刻な侵入植物の一つである。1820年代にアメリカに持ち込まれ、この時期に観賞、防風、河岸侵食対策などの目的で利用された。1920年代から深刻な問題が明らかとなり始め、現在では、特に南西部のほぼ全ての河川流域に侵入し、生態的および社会経済的に大きな影響を与えている。本研究では、侵入地におけるタマリスクの生育特性の解明を目的に、タマリスクの根 (特に細根) の垂直分布と土壌環境要因との関係を調査した。

本調査は2009年10月にモハベ砂漠を流れるバーজন川下流域 (ネバダ州) のタマリスク林において実施した。林内に深さ2mのトレンチを掘り、各トレンチで深さ10cm毎に10×10×10cmの土壌ブロックを採取した。土壌ブロックは実験室に持ち帰り、土壌から根を分別した。分別した根は、根画像解析ソフト (WinRHIZO) を用いて根長および根の表面積を解析した。その後、80℃で48時間以上乾燥させて根の乾燥重量を測定した。土壌調査は、採土法により行った。各トレンチで、100cm³の採土円筒を用いて深さ20cm毎に土壌を採取した。土壌は実験室に持ち帰り、2mmの篩を通過させた。この土壌を80℃で48時間以上乾燥させ、乾燥前後の重量変化から含水比を求めた。土壌の窒素含有率はCNコードを用いて測定した。また、1:5水抽出液を採取してpH及び電気伝導度を測定し、原子吸光光度計を用いてイオン (Na, K, Ca, Mg) 濃度を測定した。

本調査地においてタマリスクは、土壌水分の多い層で細根を多く維持する傾向が認められた。本調査地の土壌は砂質であったが、深さによっては粘土層が観察され、これらの層で土壌水分の高い傾向がみられた。今後、土壌の粒径組成などを解析し、考察に加えることも必要であろう。

P1-075

強度間伐したカラマツ人工林に更新した落葉広葉樹3種の成長および光合成特性

* 田中 格, 長池卓男 (山梨県森林総研)

これまで、落葉広葉樹における被陰応答性について実験により明らかにしてきた。ここで、実験により明らかになった被陰応答性と自然条件での被陰応答性の差異について明らかにすることは重要であると考え、強度間伐後に天然更新した落葉広葉樹の光応答性について検討した。強度間伐を実行したカラマツ人工林 (相対光環境29.4%) に天然更新したコナラ、ミズナラ、シラカンバの落葉広葉樹3種の稚樹について、成長として樹高成長、光合成特性としてSPAD値 (クロロフィル量の指標) とFv/Fm (光化学系IIの健全度の指標) を測定した。対照として隣接する未間伐林 (相対光環境16.4%) に更新した稚樹でも同様の測定を行い比較した。その結果、シラカンバは未間伐林には更新が認められず、相対光環境20%下での更新は困難であり、更新における光要求度が高いことが確認された。コナラとミズナラは、更新本数は母樹本数が多いコナラがミズナラよりも多かったが、樹高においては、コナラ、ミズナラのいずれも間伐林が未間伐林より統計的に有意に高くなり、樹種間では、間伐林、未間伐林のいずれでも統計的な有意差が認められなかったことから、両種は相似した樹高成長を示すと考えられた。また、間伐林、未間伐林いずれにも更新していたコナラとミズナラの光合成特性を検討したところ、SPAD値については、100cm付近まではほぼ一定であるが100cm付近より小になると低下が始まる傾向を示したことから、コナラ、ミズナラのSPAD値は稚樹の樹高 (サイズ) の影響を受け、樹高100cm付近に閾値を持つ可能性が示唆された。また、Fv/Fmについては、樹高に関係なく0.8付近の正常値を示したことから、光化学系の健全度については、コナラ、ミズナラともに稚樹サイズの影響を受けない可能性が示唆された。

P1-074

シイ・カシ類4種における石灰質土壌への順化能力

* 香山雅純 (森林総研九州), 山中高史 (森林総研), 青木菜保子 (森林総研九州)

我が国には、各地に石灰岩が分布する地域が点在する。石灰岩地帯では、高いpHの影響で鉄などの微量元素の吸収阻害がおき、リンがカルシウムと結合し不溶化しているため、リンが欠乏しやすい環境であり、通常の地域と構成種が異なる。ブナ科の樹木では、アラカシとウラジロガシは石灰岩地帯の主要構成種であるのに対し、シラカシの分布は少なく、シイノキはほとんど分布が見られない。

また、ブナ科の樹木の根系は、外生菌根菌との共生関係を確立しており、共生関係が樹木に成長促進効果をもたらす。特に石灰岩地帯では、外生菌根菌が分泌する有機酸が不溶化しているリンを溶かし、植物に吸収させる効果も期待される。しかし、ブナ科樹木が石灰岩地帯で外生菌根菌との共生関係を維持できるかは不明である。そこで、アラカシ、ウラジロガシ、シラカシ、シイノキのブナ科樹木4樹種における石灰岩地帯の土壌に対する順化能力を、主に養分動態を中心に検討することを目的とした。また、外生菌根菌との共生関係が、ブナ科樹木に成長促進効果をもたらすかどうかを検証した。4樹種の実生は、石灰岩地帯の土壌を詰めたポットに植栽して半年間育成し、成長を検討した。植栽に際し、4樹種の実生の根系には外生菌根菌であるツチグリもしくはニセシヨウロを接種し、接種しない実生も併せて用意した。

半年間育成した結果、ツチグリを接種した実生は4樹種とも乾重量が大きく増加したのに対し、ニセシヨウロを接種した実生は、ウラジロガシとアラカシでは乾重量が増加しなかった。非接種の実生は4樹種ともほとんど成長できなかった。ツチグリを接種した実生で成長を比較すると、ウラジロガシが最も乾重量が重く、次いでアラカシ、シラカシと続き、シイノキの乾重量は最も軽かった。

P1-076

街路樹を用いた地球温暖化対策

* 籠谷優一, 半場祐子 (京都市工繊大)

現在、地球温暖化やヒートアイランド現象の影響により都市の気温は上昇を続けており、早急に対策を考える必要がある。街路樹は都市に存在する植物であり、都市における自然景観の主要な構成要因となっている他、蒸散や日陰による都市気候の緩和、二酸化炭素の吸収と酸素の供給といったさまざまな機能・効用を持つ。

しかし、都市は自然生態系中の環境とは異なり、街路樹にとって厳しい環境といえる。そして、最大の問題は土壌の乾燥である。植物は十分な水が得られない場合、体内からの水の流出を防ぐために気孔を閉じる。このため、蒸散による水蒸気放出は行われず、二酸化炭素の取り込みができないうえに光合成も低下してしまう。これでは、都市に植物が存在しても、その機能を十分に活かすことができない。

本発表では、人為的な灌水や、街路樹の剪定時に出る葉や木片を利用して作ったマルチング材で土壌を覆うといった簡単な方法で土壌の乾燥を防ぎ、街路樹が本来持つ光合成能力・蒸散能力を維持することで、地球温暖化の抑止を目指している。

実験は、街路樹として日本でよく見かけるイチヨウ、ソメイヨシノ、トウカエデの3種の苗木を用いて行った。これら苗木に灌水処理、腐葉土によるマルチング処理、粉碎した枝によるマルチング処理を施し、何もしないものとガス交換測定法を用いて光合成速度や蒸散速度を比較した。また、葉の乾燥ストレスの推定のために、炭素安定同位体比も測定した。

その結果、夏期に適切な灌水を行うことで、光合成速度や蒸散速度の上昇が見られ、秋まで維持することができた。マルチング材による処理では、灌水処理ほどではないが、光合成速度、蒸散速度の上昇が見られた。適切な管理を行うことで、街路樹の二酸化炭素吸収機能を大きく高める可能性があることが明らかになった。

P1-077

常緑広葉樹実生の光環境勾配に対する成長反応

* 河原崎里子 12, 相川真一 1, 石田厚 3, 田内裕之 1, 可知直毅 2 (1 森林総研, 2 首都大, 3 京大)

シイ・カシ類、ヤブツバキ、イスノキなど常緑広葉樹 14 種の実生を 3 段階の光環境 (相対照度 6、16、44%) で栽培し、成長特性 (相対成長速度 RGR、純同化速度 NAR など)・生理特性 (光合成速度など)・形態特性 (葉重比 LMR など) の 26 の特性を測定した。被陰環境での成長様式を明らかにするため、これら特性に光環境ごとの主成分分析を行った。

3 つの光処理区で第 1 軸が全体の変動の 27.43%、第 2 軸はいずれの処理区でも約 20% を説明した。第 1 軸は、相対成長速度、太根/細根 (乾重比)、材密度と葉厚の光に対する順化の程度などと関係があり、第 2 軸は、LMR、地上部量、根量や個体重の光勾配に対する順化の程度などと関係があった。

以上から、1 軸が成長の速さを説明し、fast-growing の種は種子が小さく、細根量が多く、材密度が低く、短命で樹高が高く、葉厚の光への順化大きい傾向があり、slow-growing の種はその逆の傾向を持つ。また 2 軸は被陰耐性と光要求性を示し、被陰耐性の強い種は葉量が多く、根量が少ない、個体の補償点が低い、光環境の勾配への感受性が高いという傾向があり、光要求性が強い種はその逆の傾向を持っていた。

いずれの光環境でも相対成長速度が大きかったのは、クスノキ、イスノキ、ウラジロガシなど、逆に小さかったのはウバメガシ、アラカシ、シラカシなどであった。一方、耐陰性が高いのはイスノキ、マテバシイ、スダジイなど、逆に光要求性が高いのはクスノキ、イチイガシ、アラカシなどであった。

明るい環境でのみ NAR は RGR に強く貢献し、暗い環境でのみ、薄い葉を広く着けることや、光合成における窒素利用効率に貢献した。

P1-079

西オーストラリア半乾燥地域におけるユーカリ萌芽更新個体の成長と生理的特性

* 相川真一 (森林総研), 上村章 (森林総研), 宇都木玄 (森林総研)

樹木の伐採後に発生する萌芽は発達した地下部を再利用可能であるため、実生と比べて成長が速いことが古くから知られている。萌芽個体の急速な成長は、これまで主として地下部の貯蔵物質質量との関連について研究が進められてきた。しかしながら、地下部の水分供給能の違いに着目した研究はほとんど行われておらず、萌芽個体の成長特性を理解するうえで重要な課題となっている。そこで本研究では、水分条件が個体の成長を強く制限する乾燥した環境下において萌芽、実生、成木の成長と生理的特性を比較し、水分供給能の違いが葉の光合成や個体の成長に与える影響について考察することを目的とした。

調査は年降水量約 300 mm の西オーストラリア州 Calingiri の放棄農地に 2001 年に植栽された *Eucalyptus camaldulensis* 林分において行った。2009 年 9 月に 60 個体を伐採し、同時に植栽した実生苗 158 個体、および非伐採個体 60 個体の成長を半年ごとに測定した。また、2010 年 2 月に各 5 個体について光合成速度、および葉の水ポテンシャルの日変化を測定した。日中の葉の最大光合成速度は、成木で $14.9 \pm 1.11 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 、実生で $16.3 \pm 1.45 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 、萌芽で $17.9 \pm 0.58 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ であった。また、日中の葉の水ポテンシャルは、成木で $-1.21 \pm 0.17 \text{ MPa}$ 、実生で $-0.98 \pm 0.28 \text{ MPa}$ 、萌芽で $-0.79 \pm 0.13 \text{ MPa}$ まで低下した。このことから、水ストレスがかかりにくい冬季であっても萌芽、実生、成木でそれぞれ水ストレスの程度が異なり、物質生産に影響することが示唆された。

P1-078

カシ類における delayed greening, 光合成特性および窒素利用の関係

* 原山尚徳 (森林総研), 上村章 (森林総研北海道), 石田厚 (京大生態セ)

一般に、個葉の光合成能力はクロロフィル量や窒素 (N) 量などと共に展葉完了時に最大となり、その後加齢に伴って低下する。しかしながら、カシ類を含む常緑樹には展葉完了後も光合成能力、クロロフィル量、N 量が最大にならず、展葉完了から数週間から数ヶ月遅れて最大に達する delayed greening (遅延緑化) という現象を示す樹種がある。本研究では、暖温帯の北限域近くに生育するカシ類 4 種、アカガシ、アラカシ、イチイガシおよびウラジロガシについて、delayed greening が個葉の光合成能力や N 利用に及ぼす影響について検討した。

成木の陽シュートについて、フェノロジー、シュート構造、当年および 1 年葉の光合成能力 (A)、光合成窒素利用効率 (PNUE)、葉 N 濃度、SPAD 値および面積あたりの葉乾重 (LMA) の季節変化を測定した。葉面積が最大になってから SPAD 値が最大になるまでの日数を遅延期間として計算した。

LMA が高い樹種ほど、また冬芽の開芽時期が早い樹種ほど遅延期間は長かった。結果として、冬芽の開芽時期と緑化完了時期は一致しなかった。緑化完了時期が遅い樹種ほど PNUE や重量あたりの A が高く、1 年葉の光合成寄与が高かった。冬芽の開芽時期が遅い樹種ほど当年生シュートあたり N あたりの葉面積が大きかった。LMA や葉寿命と、重量あたりの A、PNUE、葉 N 濃度の間には有意な相関は認められなかった。こうした結果から、研究したカシ類 4 種では、開芽が遅いことによる光合成可能期間の短縮を形態面から葉面積を広げる窒素利用で相殺し、delayed greening による光合成可能期間の短縮を生理面から光合成能力を高める窒素利用で相殺する戦略をとっていることが示唆された。またこうした戦略が、よく知られる葉寿命、LMA、光合成能力、N のトレードオフ関係の制約になっていると考えられた。

P1-080

直接観察法を用いた冷温帯落葉樹の個葉における気孔開度分布様式と光合成速度の日変化との関係

* 鎌倉真依 (奈良女大・共生センター), 小杉緑子 (京大・農), 牧田直樹 (京大・農), 村松加奈子 (奈良女大・共生センター)

一般に、個葉光合成速度や気孔開度の推定に用いられるモデルは、 1 mm^2 あたり数十~数百個存在する気孔が葉の中で常に均一に開閉するという仮定の上に成り立っている。しかし、近年の研究から、熱帯雨林のフタバガキ科樹種では、光合成の日中低下と同時に不均一な気孔開閉が起こることが、不均一性を考慮した光合成のシミュレーションと葉における気孔開度分布の直接観察結果から明らかになった。光合成の日中低下量は気孔開度分布様式に依存しており、またフラックス観測から、気孔開度の不均一性は森林群落のガス交換にも影響を与えていることが指摘されている。従って、森林全体のガス交換量を把握する上でも、実際のフィールドにおいて不均一な気孔の開閉メカニズムを解明する必要性が高まっている。

本研究では、個葉で光合成日中低下が報告されている冷温帯落葉樹を対象に、不均一な気孔開閉が起こっているのかをポット苗と林内実験により調べた。個葉光合成速度の日変化を Li-cor 社の LI-6400 を用いて測定すると同時に、各時間帯にスンプ液を用いて葉の表皮のレプリカを取り、顕微鏡観察により気孔開度分布様式を明らかにした。ポット苗のミズナラとブナでは、2010 年 6 月の光強度、葉温および VPD (葉-大気間の蒸気圧差) が日中大きく上昇した日の光合成日中低下時に bimodal な気孔開閉が見られた。一方、岐阜大学高山試験地のミズナラでは、2010 年 7-8 月の光合成日中低下時においても不均一な気孔開閉は見られなかった。これはポット苗の測定条件と比べて、高山では強光下でも葉温や VPD が低く保たれていたためだと考えられる。以上の結果から、不均一な気孔開閉は、特定の樹種で見られるというよりも、日中葉温や VPD が急激に上昇する条件に置かれた葉で見られる現象であることが示唆された。

P1-081

アオモリトドマツにおける樹高成長の年次間変動は気象要因で説明できるか？

関剛(森林総研・北海道)

森林群落において、林冠構成個体の樹高成長は群落の三次元構造を構成する主要な要素の一つである。樹高成長量の年次間変動を説明できる要因を知ることが、森林の三次元構造の変化を予測する上で有効である。特に、樹高成長量の年次間変動を気象要因によって説明することが可能ならば、気象環境の変動が森林の三次元構造に及ぼす影響を予測するのに有効であろう。

本研究では、本州の寒温帯林において優占樹種の一つであるアオモリトドマツ (*Abies mariesii*) を対象に、気象要因が林冠構成個体の樹高成長量の年次間変動を説明する要因として有効かどうか検討した。先行研究において、本種の樹高成長量は当年生シュート伸長の前年における球果生産と負の関係にあることが明らかになっている。もし、球果生産に影響を与える気象要因がそれよりも強い影響を樹高成長量に与えるのであれば、気象要因が樹高成長量の年次間変動を説明する上で有効であると考えられる。この観点から、本研究では、球果生産に影響を与える気象要因の検出から試みた。同属樹種の先行研究では、花芽形成時期の気温が球果生産の年次間変動で重要であることが指摘されている。調査対象個体は、青森県八甲田山に生育している14個体である。

球果生産の年次間変動については、有効な気象要因が検出された。すなわち、球果生産前年7月の平均気温は球果数と強い正の関係を示した。この気象要因は、シュート伸長2年前の7月平均気温に相当し、樹高成長量の年次間変動と負の関係を示した。しかし、球果生産ほど強い関係を示さなかった。また、2つの気象要因によって樹高成長量を説明するモデルにおけるAICは、シュート伸長前年の球果生産を単一の説明変数とする場合のAICよりも大きな値を示した。

本研究の事例において、樹高成長量の年次間変動を説明する上で、気象要因は球果生産ほど有効ではないと考えられる。

P1-083

根の水吸収と蒸散—光合成関係から考える葉と根の物質分配

*杉浦大輔, 舘野正樹(東大・院・理)

本研究は、植物体の根の量がNの需要と水の需要どちらに合わせたで作られているかを、理論と実測から明らかにすることを目的とする。

Nに注目したこれまでの研究から、植物体の葉と根の比・葉のN濃度は、光環境で決まるNの需要および土壌からのN利用可能性の2つに応じて、成長速度を最大化するように調節されていることを明らかにしてきた。ここでは、強光環境下ほどNの需要が大きいため、強光ほど根の量が大きくなることが示唆された。

一方で、根は水の吸収機能も持ち、吸収された水の大半は葉におけるCO₂取り込みに伴う蒸散で消費されるため、水は光合成の維持のためにも非常に重要である。ここで、強光環境下では光合成速度が高いため蒸散速度(水の需要)も大きく、弱光環境下では光合成速度が低いため蒸散速度(水の需要)も小さい。そのため、強光環境下で根の量が大きくなるのは、水の需要に合わせた結果という可能性も考えられる。

発表者は、根の量がNと水の需要のどちらに合わせたか、という問いに対して、根の量を現状より少なくしたとき、蒸散・光合成速度とN吸収量のうち、より大きく減少した方に合わせて作られていると考えた。そこで、根の量がNと水の需要のどちらに合わせたかを明らかにするため、植物体中の水の通導度と蒸散—光合成関係を考慮したモデルから、根の量の減少が蒸散・光合成速度およびN吸収速度に与える影響を予測した。次いで、カジカエデ稚樹およびイタドリを用いて、実際に根の量を減らしたときの蒸散・光合成速度およびN吸収速度を測定し、モデルの予測を検証した。

モデル予測と検証実験からは、根の量を減らしたときの光合成の減少は、強光下の植物では小さく、弱光下の植物では大きいことが示された。これらの結果から、特に強光環境下において、根の量は蒸散・光合成速度のためには過剰に作られていることが示唆された。

P1-082

しおれからの回復による小笠原移入樹種の光合成特性変化

*矢崎健一(森林総研), 石田厚(京大・生態研)

■小笠原父島では、高木の移入種であるアカギ (*Bischofia javanica*) の拡大阻止が急務である。小笠原は乾燥性ながらときに台風が襲来するため、林地の水分環境が大きく変動する。アカギは土壌の厚い立地に侵入するが、水分環境変動への適応特性は不明である。そこで本研究では乾燥と灌水に対して、アカギと在来種の生理・形態的反応を比較し、アカギの侵入メカニズムを水利用特性の点から明らかにすることを目的とした。

■アカギおよび在来種のヒメツバキ (*Schima mertensiana*)、テリハハマボウ (*Hibiscus glaber*) およびシマイスノキ (*Distylium leptotum*) の当年生ポッド苗を供試木とした。森林総研の自然光ファイトロン内で、13-15日間の乾燥処理・2日間の回復処理を3サイクル行い、葉の枚数、ガス交換速度および水ポテンシャルを継続的に測定した。

■在来種では、乾燥—灌水サイクルの進行により徐々に落葉した。一方、アカギは最初のサイクルで一気に葉を落としたが、灌水によって新たに展葉した。灌水直後のガス交換特性については、在来種では飽差 (VPD) に対する気孔反応が鈍く、サイクルが進むにつれて最大光合成速度は低下傾向にあったが、アカギは気孔反応、最大光合成とも、徐々に処理前の値に回復する傾向にあった。日中の水ポテンシャルについては、在来種は乾燥によって低下したのに対し、アカギは乾燥しても高いままであった。このことからアカギは在来種よりも土壌水分を吸収する力が弱いといえる。

■以上の結果より、水を吸い上げるのに強い力が必要な立地(乾燥尾根部など)ではアカギは十分生育できない一方、変動する水資源を在来種よりも効率良く利用して成長することで、土壌の厚い立地に侵入することが示された。

P1-084

樹木の幹はどのように成長するか? - ヒノキ個体群長期データの解析から -

*隅田明洋(北大低温研), 宮浦富保(龍谷大理工)

樹木の樹冠最下部(HB)より下と樹冠内とは幹の形状が異なることが知られている。一方、樹冠の枯れ上がり方は群落内の個体間で異なる。しかし、枯れ上がり方の個体間の違いは先行研究の幹の形状形成の理論では実質的に無視されている。個体の成長に伴う樹冠の枯れ上がりと幹の部位別の太りとの関係から幹の形状形成過程を理解するため、詳細な測定項目を含むヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) 林の長期(20年)毎木調査データを用いた解析を行った。このデータは、調査区の全個体に対して樹高・HB・高さ1mおきの幹周囲長等を毎年記録したものである。

幹を「樹冠内」と「HB以下」の部分とに分けて行った解析から、幹の形状を表す指数は個体サイズや樹齢にはあまり関係なく、「樹冠内」か「HB以下」かによってほぼ決まっている事を確かめた。また、調査初年(林齢21年)の優占個体の樹冠長は樹齢とともに長くなる傾向があったが、調査期間中に枯死した個体の樹冠長は枯死前に樹冠の枯れ上がりによって短くなる傾向があった。さらに、一般化線形混合モデルによる解析から、同じ年の同一個体の幹では、HB以下の部分の直径成長速度は高さによらずほぼ同じであり、かつHB以下の直径成長速度は優占個体ほど大きい傾向があることがわかった。この結果は、(1)今まで樹冠内に存在した幹の一部が樹冠の枯れ上がりによって樹冠下に露出すると、その直径成長パターンが変化してHBより下の部分と同調する(同じになる)ようになること、(2)HB以下の部分の直径成長速度が同じでも、幹の形状形成の履歴や樹冠の枯れ上がり方の違いがその後の幹の形状に大きく影響すること、を示唆している。この2つを仮定に入れた幹成長シミュレーションから、既存の理論に基づく幹形状形成パターンが近似的に再現できることを示した。

P1-085

高CO₂条件における、落葉広葉樹3樹種の林冠総光合成生産量の推定

*宇都木玄, 上村章, 北岡哲(森総研北), 飛田博順(森総研)

大気中のCO₂濃度は増加の一途をたどっており、食糧自給や森林保全の観点から、農林水産業に及ぼすその潜在的影響が強く懸念される。CO₂濃度の上昇は、地球規模の温暖化や局所的な気候変動を促すだけでなく、農林産業の基盤となる植物の生長・生理に多面的な変動をもたらす可能性がある。一般に、炭素栄養であるCO₂の増加は、高施肥条件(高度集約農業など)におけるバイオマス生産にプラスに寄与する。一方、森林植生においては、土壤栄養や水分供給量に依存して、高CO₂条件が光合成生産量に有効に働くかは不明である。本研究では北方系落葉広葉樹林を構成する3樹種を用い、高CO₂に対する個葉の光合成適応及び現状の林冠構造から、高CO₂条件下での林冠総光合成生産量の変調を検討する。検討した樹種は、河畔林を構成しバイオマスエネルギー生産樹木としても注目されているエゾノキヌヤナギ、北方系落葉広葉樹林の初期構成樹種であるシラカンバ、及び同後期構成樹種であるイタヤカエデである。シラカンバ、エゾノキヌヤナギともに高CO₂条件ではV_{cmax}、J_{max}ともに低下したが、イタヤカエデはV_{cmax}のみが大きく低下した。Ball-berryモデルパラメータであるmを、G_{min}=0.01として計算した。3樹種とも高CO₂下でmが低下し、気孔が閉じた状態で光合成速度を維持する事ができた(水利用効率の増大)。この変化はもともと水利用効率の良いイタヤカエデで大きくなった。以上の変化条件をファーカータイプ及びBall-Berryタイプを統合した個葉光合成モデル及び、直達光と散乱光を分離した林冠構造モデルからなる林冠光合成モデルに投入し、720ppmにおける林冠総光合成生産量を検討する。

P1-087

ハリケーン・カトリーナの生態的後遺症に関する研究Ⅱ
—被災地の自生種、侵入種の耐塩性比較—

*山本福壽, 山岸陽輔, 小林美咲(鳥取大・農), 岩永史子(鳥取大・乾燥地研セ)

ハリケーン・カトリーナの生態的後遺症に関する研究
—被災地の自生種、侵入種の耐塩性比較—

山本福壽, 山岸陽輔, 小林美咲(鳥取大・農), 岩永史子(鳥取大・乾燥地研セ)

2005年に発生したハリケーン「カトリーナ」はミシシッピ河口口の森林に高潮の被害をもたらした。塩水にさらされた植物はNaイオンの毒性、水欠乏ストレスなどの生理的な影響を受けるが、自生種であるヌマスギ(Taxodium distichum)も多くの個体が枯死した。一方、外来種であるセンダン(Melia azedarach)とナンキンハゼ(Sapium sebiferum)は来襲後に分布域を拡大しており、ミシシッピ湿地林固有の植生に大きな変化が生じている。本研究ではこれら3種の苗木を用いて塩水による土壤冠水下の耐塩性比較を行い、侵入種の分布域拡大の要因を検討した。実験では塩水(NaCl溶液)による冠水実験を春季・夏季の2回行い、各樹種の塩水冠水環境における生理・成長の差異を処理濃度、実験期間、季節について比較した。実験期間は、5月24日から6月25日を春季、9月2日から10月4日を夏季とした。塩水の濃度は0mM、38mM、75mM、150mMの4つの処理区を設置した。処理期間は2週間および4週間である。冠水実験期間中の土壤酸化還元電位の測定とともに、これらの苗木の成長量、乾燥重量、イオン含有量、および浸透圧調節物質であるペタイン類の含有量を比較した。さらにジャスモン酸散布処理が浸透圧調節物質であるペタイン類の蓄積に及ぼす影響を調べた。本研究は平成21-23年度基盤研究B(21405022)の一部を用いて行ったものである。

P1-086

見えない光で葉の特性を探る:近赤外分光法を用いた樹木個葉の生理特性の解析

*北岡哲(森総研・北海道), 松田修(九大・理), 上村章, 飛田博順(森総研・北海道), 射場厚(九大・理), 宇都木玄(森総研・北海道)

近赤外光は800-2500nmの波長域の光で、可視光と似た性質も持つため、見えない光とも呼ばれている。非破壊で迅速な測定が可能になるため、近赤外光を利用した成分分析法が発達してきている。例えば食品分析では糖類やタンパク質の定量に近赤外分光法の応用が始まっている。

高CO₂濃度下において樹木を栽培した際に、多くの樹種でみられる現象として光合成の負の制御がある。この現象が生じる原因のひとつとして、光合成産物である可溶性糖やデンプンの集積により、光合成の機作が影響を受けることが挙げられる。近赤外分光法を用いることによるこれらの測定の簡便・迅速化は、高CO₂下における樹木の生理応答の解明に貢献するであろう。そこで、本研究は冷温帯の主要な落葉樹であるシラカンバを用いて、近赤外分光法の適用を試みた。

360ppm(対照)と720ppm(高CO₂)の各CO₂濃度下で栽培した個体から成熟した葉を、高CO₂処理開始から10週間後の早朝に採取して近赤外分光の測定に供した。可溶性糖、デンプンの定量にはフェノール硫酸法を用いた。

吸光度の二次微分値と、可溶性糖類、デンプン濃度および両者を合計した値(非構造性炭水化物:TNC)の対応を調べたところ、デンプン濃度は1927.8nm、可溶性糖類濃度は2473.4nm、TNC濃度は1927.8nmにおいて強い相関関係がみられた。

これらの結果は今後、他樹種での測定を行い、統計的手法を用いて検量線を作成・評価することで、近赤外分光法が樹木葉の可溶性糖類やデンプンを簡便かつ迅速に検出できる新しい手法となる可能性を示している。

P1-088

落葉広葉樹林キャノピーの光合成生産力とその季節性

*村岡裕由(岐阜大), 野田響(筑波大), 永井信(JAMSTEC), 本岡毅(JAXA), 奈佐原顕郎(筑波大), 三枝信子(国環研)

森林生態系の機能は個葉スケールでの生理生態学的特性(光合成、蒸散)から群落構造(葉面積指数)、景域スケールでの森林タイプや密度の空間分布に至るまで、時間的(秒~年)・空間的(数cm²~数km²)に広いレンジの生態学的な環境応答によって形成される。炭素吸収能力を例に挙げれば、森林キャノピーの光合成生産量は個葉の光合成能力とキャノピーの葉量によって規定されるが、これらの機能量そのものが季節的に変動し、また、気象環境と過去の生産量の影響を受けて経年変動を示す。植物の生理生態学的なダイナミクスを生態系機能のダイナミクスと関連づけた研究とモニタリングを推進するためには、植物生理生態学研究、微気象学的観測、リモートセンシング、モデリングを融合させた総合的アプローチが有効である。

著者らは冷温帯落葉広葉樹林(AsiaFluxおよびJaLTERの高山サイト)の光合成生産力とその季節性の解明およびモニタリング手法開発を目的として、(1)林冠木個葉の光合成・色素・分光特性、(2)林冠の葉面積指数、(3)林冠の分光反射特性、(4)森林のCO₂フラックスの連続観測、(5)森林の総光合成速度(GPP)のモデル推定などを2003年から継続している。生理生態的測定とモデル解析の結果、研究対象とした森林のGPPの経年変動は、展葉期と落葉期の個葉光合成能と葉量の季節変化の違い、および夏季の微気象環境の違いによって生じることが示された。これは葉群フェノロジーの広域モニタリングが気候変動影響解明と予測に重要であることを示唆する。本発表ではさらに光合成生産力の生理生態的プロセスのリモートセンシング手法の検証状況について報告する。

P1-089

Seasonal changes in nitrate use during leaf expansion in three deciduous tree species in interior Alaska

*KOYAMA Lina (Kyoto Univ.), KIELLAND Knut (Univ. of Alaska, Fairbanks)

Leaf expansion period is important for plant nitrogen acquisition in temperate broad-leaved species; previous study showed an enzyme, nitrate reductase, activity had a distinct peak in the middle of leaf expansion period followed by a low profile kept throughout the growing period. In boreal forests, however, growing period is shorter than in temperate area, and it is likely that the boreal species have different seasonal patterns of nutrient acquisition from the temperate species. In this study, we focused on the nitrate assimilation in boreal plant leaves, and described seasonal patterns of the nitrate assimilation by boreal species in comparison with temperate species.

We measured leaf area and weight of *Alnus tenuifolia*, *Betula papyrifera* and *Populus tremuloides* in a boreal forest in interior Alaska, US, and nitrate reductase activity (NRA) was simultaneously measured as an index of nitrate assimilation. The measurement started at the beginning of leaf expansion, and continued throughout the leaf expansion period.

Leaf areas reached to the maximum in about three weeks. Peaks of NRA were found in the leaf expansion period in all three species, and the leaf expansion stage with the peak NRA differed among species. However, NRA per leaf calculated from NRA per weight and leaf weight generally increased throughout the leaf expansion period.

P1-091

異なる土壌水分・窒素濃度条件下における窒素固定植物の成長に対する根粒菌接種の効果

*中田望(首都大院・理工), 可知直毅(首都大院・理工)

窒素固定植物には貧栄養な環境に生育するものが多いが、その水分環境は様々である。土壌水分条件は、根粒形成や窒素固定活性への影響を介して窒素固定植物の成長に影響すると予想される。しかし土壌水分環境条件が窒素固定植物の成長にどのような影響を及ぼすのか個体レベルで評価した事例はほとんどない。本研究では土壌水分の違いが窒素固定植物の成長にどう影響するのか把握するために、異なる土壌含水率での窒素固定植物の成長特性を評価した。

ミヤコグサ MG20 に根粒菌接種処理(窒素固定個体)、非接種処理(硝酸吸収個体)を設け、それぞれ 13、58、83% 含水率土壌で 33 日間栽培し、刈取測定した。窒素固定活性には土壌窒素濃度も強く影響するため、各条件に対し 0.01、1mM-KNO₃ 濃度で施肥しその影響も評価した。

根粒菌非接種処理では、個体バイオマスは土壌含水率の増加に伴い増加し、また施肥濃度が高いほど大きかった。根粒菌接種処理では、低濃度施肥した個体バイオマスには土壌含水率間で有意な差はなかったが、高濃度施肥では土壌含水率が高い条件のみ硝酸吸収個体と同程度の個体バイオマスを獲得した。低土壌含水率では根量が増加しない傾向がみられ、その傾向は根粒を伴う個体で特に顕著だった。

今回の結果から、土壌水分含量の過不足は硝酸吸収個体よりも窒素固定個体において成長に強くマイナスの影響を及ぼすことが示唆された。硝酸や水分獲得のための細根形成、根粒菌との共生のための光合成産物の不足が、成長量を低下させたのかもしれない。窒素固定植物が根粒菌と共生する上で、土壌水分条件は土壌窒素濃度や光強度とともに、窒素固定機能がバイオマス生産上のコストの要因の一つとなる可能性が示された。

P1-090

冬緑性草本ヒガンバナの、初期成長と葉の生理特性に対する施肥時期の効果

*西谷里美(日本医大・生物), 中村敏枝(首都大・生命科学), 可知直毅(首都大・生命科学)

冬緑性草本であるヒガンバナは、葉のない季節(非展葉期: 関東地方では6月から9月)にも新根を出し、窒素を吸収することが明らかになっている。そこで、非展葉期の窒素吸収が展葉期のパフォーマンスに与える影響について検討することを目的として栽培実験を行った。今大会では、展葉期の初期段階を中心に報告する。

鱗茎の直径を指標としてサイズをそろえたヒガンバナを、施肥時期の異なる4条件および無施肥の合計5条件下で栽培した。各条件での施肥の開始時期は次のとおりで、いずれも施肥期間は7週間である: 条件1: 4月中旬(落葉期), 条件2: 6月上旬(非展葉期), 条件3: 8月中旬(非展葉期), 条件4: 10月上旬(展葉期), 条件5: 無施肥。植物を植えたポットは、雨天時以外は屋外(川崎市)に置き、必要に応じて灌水した。9月上旬から1週間おきに展葉数と最も長い葉の葉長を測定した。葉の急速な伸長が終了した11月下旬に、光合成速度(光強度 1200 μ mol/m²·s, 大気 CO₂ 濃度 370ppm と 1200ppm)と、葉が細胞外凍結を起こす温度を測定した。また12月上旬に堀上げ、乾燥重量を測定した。

秋の展葉は、非展葉期に施肥を行わなかった条件下(条件4.5)で遅れる傾向が見られ、展葉数も少なかった。また、12月上旬における個体の乾燥重量もこれらの条件下で有意に小さく、非展葉期の窒素吸収が初期成長に影響を与えることが示唆された。370ppmにおける光合成速度は展葉期に施肥を行った条件4で最も高かったが、無施肥の場合と有意差はなかった。一方、1200ppmでの光合成速度は条件4で有意に高かった。細胞外凍結が起こる温度は-5~-6℃程度で、条件間で有意差は見られなかった。

P1-092

アメリカ西部乾燥地に生育するタマリスクの適合溶質蓄積

*岩永史子, 今田吾吾, 谷口武士(鳥取大乾燥地研), Kumud Acharya (DRI), 河村幸雄(近畿大・農), 森信寛, 田中浄, 山本福壽(鳥取大・農), 山中典和(鳥取大乾燥地研)

アメリカ西部に位置するモハベ砂漠において、砂漠地帯を貫流するコロラド川の河畔で、かつて導入された中国原産の塩生植物・タマリスク(*Tamarisk spp.*)が広域な単一群落を形成している。外来種のなかには在来種と比較して旺盛な水消費を示す事がある。モハベ砂漠においても同様に、急激な植生変化に伴う水資源への懸念や、表層土壌における塩濃度の変化、および動物相への影響など、重要な環境問題のひとつとして関心を集めている。タマリスク種の急激な生育地拡大には、本種の高い繁殖能力と、耐塩・耐乾性によるところが大きい。本研究ではタマリスクの環境ストレス適応を解明することを目的とし、特に適合溶質蓄積能について解析を行った。実験材料はアメリカ合衆国ネバダ・カリフォルニア・アリゾナ州のコロラド川流域の5地点で、2009年10月17日~27日に葉の採取を行った。植物の生葉を採取、ただちに純水で2分間洗浄、一部を煮沸し持ち帰った。煮沸サンプルは80%エタノール中で破碎・抽出後、還元糖およびアミノ酸の分析を行った。生葉サンプルの一部を80℃・48時間乾燥させた後、ペタインおよび陽イオンの分析を行った。その結果、生育環境に起因するさまざまなストレス条件下で重要な浸透圧低下に寄与すると考えられている、ペタイン類、糖、およびアミノ酸のうち、特にアミノ酸の蓄積量と葉内Na濃度と高い相関が得られた。ペタイン類では含有量では葉内塩濃度の増加に従って低下の傾向が認められ、糖含有量も変化しない、あるいは現象の傾向を示した。これらの結果から、タマリスク種の耐塩性獲得において、特にアミノ酸の蓄積が重要であることが示唆された。

P1-093

葉の発生過程から葉脈における Murray の法則の成立を考える

*種子田春彦(東京大・理)

植物は、体内に張り巡らされた道管のネットワークによって、根で吸収した水を体の隅々にまで送る。道管は強い負圧に耐えるために二次壁で厚く肥厚し、多くの構成コストを必要とする。このため、選択圧の中で、効率の良く作られた道管のネットワークが進化したと期待される。

Murray's law (モーリーの法則)は、こうした前提に基づいて作られた道管のネットワークが、「木部分岐するとき、分岐前の木部に含まれる道管直径の3乗の合計と分岐後の木部に含まれる道管直径の3乗の合計とが等しくなる」ことを予測した(McCully et al. 2003)。これまでの研究から、モーリーの法則は、複葉の側小葉と中軸との間で成立することが確認されてきた(McCully et al. 2005, Sperry et al. 2008)。

本研究は、こうした形態的なパターンが現れる発生学的な必然性を、タバコ(*Nicotiana tabacum* L. 'SR1')の主脈と側脈を用いて解析した。葉の展開パターンに対する、主脈基部の木部の発達の様子を観察した。道管の直径は、葉の長さが最終サイズの30%程度に達したときにほぼ決定していた。一方で、道管の数は、葉の展開に合わせて増加した。この解析を最終サイズの異なる複数の葉で行ったところ、木部の発達に要する時間は葉の最終サイズに依らずほぼ一定であり、道管直径や数の増加速度のみが異なっていた。そして、これら道管の直径や数の増加速度は、葉の最大伸長速度に比例しており、こうした発生過程によって、主脈木部の道管の直径と数はそれよりも先端にある葉身の葉面積に応じて一義的に決まることが示唆された。

当日の講演では、同様に側脈でも解析した結果を合わせて、モーリーの法則が成り立つ発生学的根拠について考察する。

P1-095

異なる標高に分布する北方針葉樹の耐凍性とその獲得タイミング ～トドマツの種内変異に着目して～

石塚航*, 岡田桃子, 後藤晋(東大・農学生命)

寒冷な気候に分布する植物は、秋の深まりとともに耐凍性を高め、冬期の凍害を回避する低温馴化を行うことが知られる。特に霜の訪れが早い山岳地域では、早くに耐凍性を獲得する必要がある。一方、低温馴化は成長休止を伴うため、凍害リスク回避と光合成成長期間の延長がトレードオフとしてはたらく場合は、同一種内においても生育する気候の違いによって耐凍性の獲得タイミングを変化させることが適応的であると考えられる。北海道の主要樹種で分布域の広いトドマツは、標高に沿って成長形質が遺伝的に固定されていることが示されており、寒冷な高標高への適応に関わる耐凍性形質においても同様に遺伝的な変異がみられることが予想される。そこで本研究では、トドマツの耐凍性獲得タイミングが分布する標高によってどの程度遺伝的に固定されているかを調べた。

供試個体として、東京大学北海道演習林にある標高別相互植栽試験より、異なる3標高(230・1100m)の試験地に植栽した4標高(230・1200m)の集団に由来する合計66個体を選出した。2010年10・11月にかけて3回、供試個体より当年生枝を採取し、採取翌日に北海道大学低温研究所において-15°C、-30°Cの2処理で凍結試験を行った。解凍後、昼夜処理環境下におき、針葉の凍害割合を被害度として評価した。

その結果、初回の試験では2処理ともに凍害が現れ、-30°Cにおいて高い被害度を示したが、2回目では-15°Cにおいて、3回目では-30°Cでも全枝に凍害が現れず、時期を追って耐凍性が高まることが示された。また、初回のそれぞれの処理における被害度は、生育標高が高いほど、また由来標高が高いほど低くなる明瞭な傾向を示し、生育環境に適応するような遺伝的クラインが標高に沿って生じていることがわかった。遺伝子型と環境効果の大きさは同程度と推定され、耐凍性獲得に関して適応的な種内分化が進んでいることを示唆した。

P1-094

オゾン濃度勾配に沿ったダイズの葉群光合成速度の変化

*及川真平(東京農業大学), Elizabeth Ainsworth (University of Illinois)

オゾンは最も強力な酸化作用を持つ大気汚染物質である。オゾンが気孔から葉内に入り、アポプラスト内の水や有機物と反応すると細胞内外に様々な活性酸素種が生成される。高濃度のオゾンに曝されると、葉の光合成速度、成長や種子生産量が低下する。葉の光合成速度の低下は、葉群光合成を介して個体の成長に影響する。オゾンは葉の光合成を低下させる一方で、葉の老化の促進を介して葉群内の光環境を改善するかもしれない。過去の研究は、比較的低濃度のオゾンを加えてきたが、地上付近のオゾン濃度は上昇を続けている。さらにオゾン濃度が増えたとき、葉群光合成はどのように変化するだろうか? また、高オゾン濃度下で葉の枯死が促進されるとすれば、それは個体の成長にとって有益な応答なのだろうか? 我々は、開放型オゾン付加実験装置(FACE)において、9レベルのオゾン濃度下でオゾン耐性の異なるダイズ2品種(Dwight, IA3010)を生育させ、葉の光合成能力の低下が顕著となる開花期直後に葉群光合成を測定した。

両品種で、オゾン濃度の上昇に伴う葉群光合成速度の変化は見られなかった。この結果は、少なくとも開花期直後の葉群光合成が、オゾンによる成長や収量の低下の原因ではないことを示唆する。葉群光合成速度を、葉面積指数と単位葉面積当たりの受光強度、受光強度あたりの光合成速度(光利用効率)の積として解析した。Dwightでは、オゾン濃度の上昇に伴い葉面積指数が減少したが、単位葉面積当たりの受光強度は増加した。光利用効率はオゾンの影響を受けなかった。IA3010ではいずれの特性も変化しなかった。また、葉群最下層の葉の日光合成速度は両品種共ゼロであった。これは、葉が枯れる直前に回収される窒素量がゼロでない限り、個体の炭素獲得を最大化するタイミングよりも遅れて葉が枯れたことを示唆する。

P1-096

ケヤマハンノキの高CO₂に対する光合成・成長反応に及ぼす土壌養分・水分条件の影響

*飛田博順(森林総研), 上村 章, 北岡 哲, 宇都木 玄(森林総研・北海道), 丸山 温(林野庁), 北尾光俊(森林総研)

大気中のCO₂濃度上昇(高CO₂)に対する樹木の光合成や成長反応の解明は、将来環境下での森林のCO₂吸収能予測のために必要である。本報告では、2つのCO₂付加実験の結果を基に、窒素固定樹種のケヤマハンノキの高CO₂に対する光合成・成長反応に及ぼす、土壌中の窒素・リン酸供給量と土壌乾燥の影響を明らかにすることを目的とした。ポット苗を自然光型環境調節施設で2段階のCO₂濃度(36と72 Pa CO₂)で育てた。実験Iでは2段階の窒素処理(52.5と5.25 pot⁻¹週⁻¹; High-NとLow-N)、実験IIでは2段階のリン酸処理(7.7と0.77 mgP pot⁻¹週⁻¹; High-PとLow-P)と2段階の灌水処理(週3回と1回; WetとDry)を施した。実験IIの窒素量は実験IのLow-Nと同じにし、実験IのLow-Nと実験IIのHigh-PのWetを対照区として用いた。光合成特性(最大炭酸固定速度(V_{max}), 最大電子伝達速度(J_{max})), 葉の性質(窒素含量, 非構造性炭水化物含量(TNC)), 成長特性(乾物と窒素配分)の対照区からの変動幅を比較した。全般的にリン酸供給量の影響が窒素供給量や土壌乾燥より顕著であった。リン酸不足は葉の性質と光合成特性、乾物配分の変化を通じて高CO₂に対する成長反応に影響した。リン酸処理間の個体重量の変動幅が高CO₂で増加し、リン酸要求量の増加が示唆された。個体重量に対する個体の窒素量や葉の窒素量が高CO₂下で減少する傾向を示した。窒素固定樹種では土壌への窒素供給量が着目されるため、乾物量に加えて個体窒素量の高CO₂に対する反応に関するデータ蓄積が必要と考える。

P1-097

沈水植物イトモ群落水が微細藻類の増殖に及ぼす影響

* 武田文彦, 中野和典, 野村宗弘, 西村 修 (東北大院・工), 島多義彦, 袋 昭太 ((株)フジタ技術センター), 田中仁志 (埼玉県環境科学国際センター), 林 紀男 (千葉県立中央博物館), 稲森悠平 (福島大学)

微細藻類の増殖を阻害する大型水生植物のアレロパシーについて、大型水生植物の培養液や抽出物を用いてアレロパシーを評価する研究例がほとんどであり、実環境でもアレロパシーが作用するのかは分かっていない。そこで本研究では埼玉県別所沼に設置された隔離水界について沈水植物イトモ *Potamogeton pusillus* 群落がある系・ない系及び隔離水界に導水する隔離水界外(無植栽に相当)の水について、2009年5, 6, 8, 10月の各月に採取したものを藍藻類 *Microcystis aeruginosa* 及び緑藻類 *Pseudokirchneriella subcapitata* を用いて本研究で確立した藻類試験方法に基づき試験を行った。その結果、隔離水界外水及びイトモ群落のない隔離水界水では両藻類に対し各月いずれも増殖阻害効果を示さなかった。一方、イトモ群落のある隔離水界水では各月いずれも *P. subcapitata* には阻害効果を示さないが *M. aeruginosa* に対しては増殖阻害効果を示すことが分かった。イトモ培養液試験からイトモは *M. aeruginosa* の増殖を阻害するアレロパシー物質を放出することを確認していること、隔離水界内イトモ群落の有無と *M. aeruginosa* に対する阻害効果の有無に関連が見られたこと、イトモのバイオマス - *M. aeruginosa* に対する増殖阻害効果の大きさの間に類似性が示されたことから、本試験で確認された増殖阻害効果はイトモのアレロパシーによると考えられ、実環境においても大型水生植物によるアレロパシーが作用する可能性を示唆することができた。

P1-099

短波長赤外ハイパースペクトル画像による根圏有機物組成の推定

* 中路達郎 (北大・北方生物圏 FSC), 野口享太郎 (森林総研), 伊ヶ崎知弘 (森林総研), 小堀宏之 (国環研)

森林の土壌中の炭素の多くは、植物根と植物遺体由来の有機物および腐植の形態で存在し、これらの相互関係や時空間変化といった基本動態の解明は、森林生態系の炭素収支に対する理解を深めるとともに、今後の温暖化の影響を予測する際に非常に重要な意味を持つ。植物根やリター中の炭素のなかで高い割合を占めるリグニンとセルロースは波長 1.7 μm から 2.2 μm の間に吸収帯をもっている。本研究では、樹木の根圏における有機物組成の非破壊・画像計測手法を開発するための基礎試験を行った。

ガラス製のポットにハイブリッドポプラを育成し、短波長赤外波長 (1.0 - 2.4 μm) におけるハイパースペクトル画像を撮影できるカメラ (Specim N24E) を用いて、発生後 1 ~ 20 週の生きている根と枯死根、土壌中のリターを定期的に撮影した。撮影後の対象物中の有機物組成 (リグニン、セルロース、可溶性炭水化合物) を計測し、非破壊で得られた分光スペクトルによる組成の推定を試みた。ケモメトリクスによる PLS モデルを作ることで、18 ~ 28% の推定誤差 (平均に対する RMSE 相対値) でそれぞれの成分量が再現できることに成功した。モデルアプローチを画像情報に展開することで、根圏有機物の非破壊推定と時空間変化の可視化が期待される。

P1-098

CO₂ 噴出地に生育するオオバコにおける気孔の性質の進化

* 上田実希 (東北大・生命科学), 梶川尚 (東北大・生物), 彦坂幸毅 (東北大・生命科学)

大気中の CO₂ 濃度が急激に上昇している。植物が高 CO₂ 濃度どのように適応するかを知ることは、未来の生態系を予測する上で重要である。何世代にも渡って高 CO₂ 環境に晒された未来の植物の高 CO₂ 濃度への応答は現在の CO₂ 環境の植物の応答と異なる可能性がある。未来の植物の応答を予測する上で、天然の高 CO₂ 噴出地に生息し、何世代にも渡って高 CO₂ に晒されてきた植物の性質を調べることが有効である。通常、植物は高 CO₂ 条件で水の損失を小さくするために気孔コンダクタンスを小さくする傾向がある。このため、高 CO₂ 条件に長く晒されてきた個体群では気孔を少なくしたり小さくしたりする進化をしている可能性がある。本研究では、高 CO₂ 噴出地のオオバコを材料として、気孔の数とサイズを通常 CO₂ 域のオオバコと比較した。

国内の4か所の CO₂ 噴出地周辺の高 CO₂ 域とそこから少し離れた通常 CO₂ 域に生育しているオオバコから回収した種子を発芽させ、2つの異なる CO₂ 濃度に設定したオーブントップチャンバー内で育成した。

本研究では気孔の性質を表す指標として、気孔密度 (SD) = 孔辺細胞数 / 葉面積、気孔指数 (SI) = 孔辺細胞数 / (表皮細胞数 + 孔辺細胞数)、孔辺細胞の長さ (SL) を測定した。

その結果、SD と SI の増減には4か所の噴出地に共通する傾向は見られなかった。SL に関しては4か所すべての噴出地においてそれぞれの対照区のオオバコよりも値が小さい傾向があった。

高 CO₂ 環境に何世代も晒されたオオバコは、通常 CO₂ 条件のオオバコよりも気孔のサイズを小さくすることで気孔コンダクタンスを小さくする進化を遂げたことが示唆された。一方、気孔の密度に関しては4か所の噴出地に共通する傾向は見られなかったことから CO₂ 濃度の影響は小さいことが示唆された。

P1-100

ブナ実生の更新場所は光環境で説明できるか

* 宮下彩奈 (東大・理), 館野正樹 (東大・理)

ブナは冷温帯林を代表する樹種だが、その更新環境にはまだまだ不明な点が多い。これまで著者らの研究は、太平洋側の針広混交林では常緑針葉樹モミがブナ・イヌブナより遷移後期的であることを明らかにしてきた。もし多くの林床の光環境が閉鎖林冠下なら、太平洋側冷温帯林はモミの優占林になると予測される。しかし現在、太平洋側針広混交林にはイヌブナが多くみられ、また日本海側ではブナが卓越した場所が多い。その要因の一つとして、森林内の光環境が攪乱等によって常に多様であることが考えられる。そこで、モミに対してブナ・イヌブナの更新が有利になるような光環境を推定することを目的とした。

成長速度モデルから、針広混交林中でブナ・イヌブナがモミより早く成長しうる光環境を予測した。その結果、小ギャップ程度の光環境 (1日当たり・葉面積あたりの稼ぎが 0.8 g glucose ぐらい) より明るい場所では、モミが冬季の光合成などでその2倍稼いだとしてもブナ・イヌブナの成長速度の方が大きくなる事が示された。現実的には、落葉樹林下では冬季の光環境の改善が大きいいため、年間を通じて光環境の変化が少ない常緑樹林内のギャップが更新適地であると考えられる。また、あまり明るすぎると草本やパイオニアに対して不利になるであろう。

実際にそのような結果が得られるか検証するため、落葉樹林内および常緑樹林内に様々な光環境のサイトを設けてブナとモミの当年生実生の成長解析を行った。これらの結果をあわせて紹介する予定である。

P1-101

マングローブ樹木の湛水及び被陰耐性と生態的地位との関係

* 渡辺信 (琉大熟生研西表), Trevor Jones (SCION-New Zealand), 江面浩 (筑波大学遺伝子実験センター), 馬場繁幸 (琉大熟生研西表),

P1-103

積分球を用いた様々な functional type の植物種における個葉の分光特性の測定法

* 野田響 (筑波大・生命環境), 本岡毅 (JAXA), 村上和隆 (筑波大・生命環境), 奈佐原顕郎 (筑波大・生命環境), 村岡裕由 (岐阜大・流域圏七)

個葉の分光特性(反射・透過スペクトル)は、色素含量や水分含量など葉の生理的機能を決定する形質や解剖学的構造を反映した植物生理生態学的に重要なパラメータであると同時に、群落内の光環境の推定やリモートセンシングによる群落構造推定にも用いられる。個葉の分光特性の測定には積分球の使用が最良である。しかし十分な面積を持つ葉であれば問題ないが、細い葉(イネ科草本や針葉)の場合、積分球内の光の当たる部分に隙間を生じるため、そのままでは正しい測定ができない。そこで、次の方法で分光特性の測定を行った。まず、葉だけを積分球にセットした場合(隙間あり)の反射率・透過率と、薄い紙(十分に大きい面積のもの)と葉を重ねてセットした場合の反射率を測定した。そして、400-500nmの波長の光の透過率が非常に小さいという緑葉の性質を利用して、これらの測定値から光の当たる面積に占める隙間の割合を計算し、対象となる葉の反射率・透過率をそれぞれ推定した。この測定方法の妥当性は次のように検討した。クズを材料とし、(1)元の形状の葉、(2)1cm幅に切った葉片、(3)5mm幅に切った葉片について、上記の方法で測定した。その結果、(2)と(3)により得られた値は(1)の値と非常によく一致しており、この測定方法が妥当であることが示された。この方法を利用して、落葉広葉樹、イネ科草本、針葉樹の個葉の分光特性を測定して機能タイプ間の比較を行った。その結果、落葉広葉樹とイネ科草本の葉は750-1300nm付近での吸収が低かったが、針葉樹の葉はこの波長帯での反射率が低く、高い吸収が見られた。

P1-102

植物の地上部と地下部の形態の関連: コーナー則は地下部に適用可能か?

* 長田典之(京都大・フィールド研), 藤井佐織(京都大・農), 徳地直子(京都大・フィールド研)

植物の葉・枝・根の性質は多様であり、その種の生存・成長戦略を反映する。これらの様々な性質は独立して変化できず、一定の相関関係が成立する。例えば陽葉を多種比較すると、寿命が長い葉ほど葉面積/葉重比や窒素含量、光合成速度が低い傾向があり、葉の経済スペクトルと呼ばれる。また、細根の根長/根重比や直径、窒素含量、寿命などの性質どうしにも相関関係があり、さらに葉と細根の性質も関連している可能性が指摘されている。

一方、植物の地上部の分枝形態も種によって多様である。一般に個葉サイズが大きい種では枝が太く分枝頻度が少ない。これはコーナー則と呼ばれる。なお、コーナー則は葉の経済スペクトルとはある程度独立していると考えられている。コーナー則はこれまで主に地上部のみを対象としていたが、根の性質とも関連している可能性がある。例えば、個葉サイズが大きい種ほど根の分岐頻度が少なく、細根直径が大きいと予想される。しかし、葉の経済スペクトルとコーナー則が根の性質に与える相対的な影響の大きさは不明である。細根の性質は植物個体の栄養塩吸収能力に影響することによって葉の性質にも影響を与えていると考えられており、植物の様々な部位の性質の関連性を整理することは非常に重要である。

本研究では、日本の樹木260種以上を対象として、文献データをもとに、個葉サイズ、細根直径、根の分岐頻度などの性質の関連を調べた。この結果、個葉サイズが大きい種ほど根の分岐頻度が少なく細根直径が大きい傾向がみられ、コーナー則が地下部にも拡張できる可能性が示された。さらに京都市近郊において100種以上の樹種について陽葉の葉面積/葉重比を測定し、葉の経済スペクトル(葉面積/葉重比)とコーナー則(個葉サイズ)が根の性質に及ぼす影響の相対的な大きさについても解析を行っている。本発表ではこの結果についても議論する。

P1-104

異なる生育環境下でのダケカンバ苗木の葉枚数の変化と個体の成長

小野清美(北大・低温研)

樹木が窒素や乾物といった資源を個体内でどのように利用しているのかを、葉枚数、葉以外の地上部、地下部での量的変化に着目して調べた。高さ約30cmのダケカンバ苗木を実験材料とし、人工気象室内で、コントロール、弱光、栄養欠乏、乾燥という4条件で生育させた。このような小さな個体では、個体内に蓄積している資源量が少なく、展開する葉枚数、地上部・地下部の乾物比を生育環境に応じて大きく変えると考えられる。弱光では個葉面積が大きく、栄養欠乏では葉面積あたりで葉が重くなる傾向が見られた。栄養欠乏では乾燥重量あたりの窒素濃度は低くなる傾向が見られたが、葉面積あたりの窒素量は他の条件とほとんど変わらなかった。ダケカンバは春葉と呼ばれる葉をまず展開してから、夏葉を順次展開するが、この夏葉の展開数はその年の光合成による稼ぎに依存するとされる。春葉の展開が完了し、夏葉が展開し始めたときには、1個体あたりの葉枚数に生育条件による大きな差は見られなかったが、夏葉の落葉も進む頃には、栄養欠乏では1個体あたりの積算葉枚数が少なく、また落葉がより進む傾向が見られ、もともと持っていた資源での展葉数の限界を示したと考えられる。乾燥ではコントロール、弱光に比べ、若干葉枚数が少なくなる傾向が見られた。落葉もできるだけ個体ごとに随時回収し、個体ごとに落葉の積算の乾燥重量や窒素濃度、窒素量を算出した。乾燥重量あたりの窒素濃度は栄養欠乏で低い傾向があり、落葉においても生育条件を反映していた。葉の乾燥重量の積算量はコントロール、弱光に比べ、栄養欠乏、乾燥で少ない傾向が見られた。また葉以外の地上部、地下部の乾燥重量、窒素量はともに、コントロール、弱光では大きく増加し、栄養欠乏、乾燥との差が個体の成長とともに大きくなったが、地上部・地下部の乾物比には生育条件による差は見られなくなった。

P1-105

地上レーザー計測による樹木パラメータ抽出

加藤 顕 (千葉大 園芸), 梅木 清 (千葉大 園芸), 小林 達明 (千葉大 園芸)

樹木構造の測定は、フィールドで様々な測量機器を用いて行われてきた。測量機を用いた樹木構造の把握は、機材の使い方やユーザーの経験によって精度が異なり、絶対値として正確な値を得ることは難しい。また風による影響や植物の大きさによって測定が難しい状況になることも多かった。地球温暖化対策の観点から近年注目されている植物の二酸化炭素固定機能を測定するためには、年成長に伴うバイオマス蓄積量の把握が必要であり、これまでの手動の測定精度では測定不可能であった年成長量を正確に定量化する手法が求められる。一方、植物生理学の分野では3次元デジタルを用いて植物の葉の形態を把握する研究が進み、シュートの形態と光合成速度から樹種別成長モデルが作成されてきている。成長モデルを用いて将来の成長予測を行うには、初期値として正確なシュートの形態を測定しなければならず、そのための効率的なデータ取得方法が必要である。本研究では、3次元デジタルより高密度かつ高速で3次元データの自動取得ができる地上レーザー測量機 (Riegler 社製 VZ-400) を用いて樹木形状の詳細な把握を行った。またレーザーデータの表示・シュート測定専用のソフトを開発し、コンピュータの3次元空間上でシュートの形態を容易に測定できるようにした。地上レーザー測量はわずかな違いを絶対値として把握できるため、高密度レーザーデータを用いれば、コンピュータの3次元空間において植物を静止させた状態でシュート形態を測定することが可能となる。さらには、データをアーカイブとして保存しておけるため、経年成長量を簡単かつ正確に測定することもできる。これらの詳細な情報を用いることで、成長モデルによる予測値の精度を高めるとともに、これまで明らかになっていない植物の成長戦略をより詳細に明らかにしていきたい。

P1-107

FACE (Free Air CO₂ Enrichment) による高 CO₂ 環境に対するカバノキ属 3 種の光合成応答

* 渡辺 誠, 毛 巧芝 (北大院農), 伊藤寛剛 (北大農), Eka Novriyanti (北大院農), 高木 健太郎, 笹 賀一郎 (北大 FSC), 小池孝良 (北大院農)

産業革命以降、大気 CO₂ 濃度の増加が続いており、森林の高 CO₂ 環境への応答が注目されている。シラカンバ・ダケカンバ・ウダイカンバは日本の冷温帯林を代表するカバノキ属であり、陽樹という類似した特性を持つ。高 CO₂ によるこれら成長の速い先駆種の動態変化は、森林生態系に与える影響が大きい。本研究では、これら3種に対して野外条件に近い環境で CO₂ 付加を行い、光合成応答を比較検討した。

実験は北海道大学北方生物圏フィールド科学センター札幌研究林実験苗畑に設置された開放系大気 CO₂ 増加 (FACE, Free Air CO₂ Enrichment) 装置を用いて行った。対照区 (CO₂ 無付加、370-380 ppm) と高 CO₂ 区 (500 ppm、2040 年頃を想定) の2段階の CO₂ 処理、および褐色森林土 (富栄養) と火山灰土 (貧栄養) の2種類の植栽土壌を組み合わせた合計4処理区で、カバノキ属3種の2年生苗木を2010年6月より1成長期間栽培した。2010年8月上旬に葉のガス交換速度および単位面積当たりの葉重量 (LMA) および窒素含量を測定した。その結果、シラカンバとダケカンバでは高 CO₂ による光合成速度の増加が認められた。しかし、ウダイカンバでは、葉の窒素濃度低下に伴う最大カルボキシル化速度や最大電子伝達速度といった、光合成能力の低下が起こり、高 CO₂ による光合成速度の増加は認められなかった。この事から同じカバノキ属でも、高 CO₂ への光合成応答に明瞭な樹種間差異が存在することを確認した。

P1-106

カンボジア・コミュニティフォレストにおける樹木蒸散の樹種間比較

立石麻紀子, 宮沢良行, 熊谷朝臣 (九州大学演習林), Ma Vuthy, Sokh Heng (FA, カンボジア), 溝上展也 (九州大学農学部)

近年、東南アジアでは成長速度が大きく伐期の早い外来樹種が植林され、その経済的効果が期待されている。しかし、これらの外来樹種は天然の樹種と比べて水消費量が大きく、乾燥条件下での森林流域水資源に与える影響や、乾燥条件の強度により成長阻害や枯死に至ることが懸念される。カンボジアのコミュニティフォレストにおいてもアカシア、ユーカリといった外来樹種が植林されているが、これらの樹種が強い乾燥期間に順応しているかどうかに関しては不明である。そこで本研究では、天然樹種と外来樹種の蒸散とその環境応答を明らかにすることを目的とした。

観測サイトはカンボジア・カンボンチュナム州内にある、二次林に外来樹種がパッチ上に植栽されたコミュニティフォレスト内である。天然樹種、外来樹種それぞれ2樹種ずつ選び、Granier法による樹液流計測を用いて単木蒸散量を算出した。雨季の降水量は約1600mm、乾季は約370mmで、2009年は比較的降水量が多い乾季となり、4月後半に小雨季が存在した。また、この乾季は湿度が高く、乾季の間の日中飽差は雨季に比べても低い値となった。一方で、2010年の乾季は降水量が少なく、例年と比べ強い乾燥の年であったと考えられる。A. auriculiformis では2009年、2010年どちらも蒸散量の減少が観察された。しかし、在来樹種である S. roxburghii は2010年には蒸散量減少が観察されたが、2009年では蒸散量は減少せず、乾季后半も高い蒸散量を維持していた。したがって、A. auriculiformis に比べると、S. roxburghii は乾季でも比較的安定して吸水していることが推測された。

P1-108

順次開葉を物質生産面で有利にする条件：機能的・構造的植物モデルを使った解析

梅木清 (千葉大園芸)

温帯域の落葉広葉樹の開葉フェノロジーには様々なパターンがある。典型的な例としては、シュート (成長点から一成長期間に伸ばした茎+葉) 内の葉が成長期間はじめに一齐に開葉する一齐開葉型と比較的長い期間にわたって葉が一枚ずつ開葉する順次開葉型がある。

本研究では、機能的・構造的樹木モデルを使用して、開葉フェノロジーの物質生産上の意義を検討した。一齐開葉・順次開葉の物質生産上の特徴は、1) 一齐開葉では順次開葉より葉寿命を長くすることが可能である、2) 一齐開葉では、開葉時から落葉時までシュート下部の葉がシュート上部の葉から強い被陰を受け続けるが、順次開葉では、シュート下部の葉も光合成能力が高い開葉直後には被陰を受けない、と整理できる。

陰葉型の光-光合成曲線を持つ樹木モデルでのこれまでの検討では、一齐開葉は常に順次開葉より多くの年間光合成量をもたらした。今回は、陽葉型の光-光合成曲線を使用したり、シュート内の葉数を増加させたりして、順次開葉が一齐開葉より年間光合成量において有利になる条件を探索した。

一齐開葉・順次開葉間でシュート内の最初の開葉と最後の落葉のタイミングをそれぞれそろえた条件では、順次開葉は、個葉の単位時間当たりの光合成速度を増加させるものの、短い葉寿命を補うほどの効果はなく、順次開葉による年間光合成量は一齐開葉によるものより小さかった。しかし、個葉の葉寿命を固定した比較では、順次開葉は一齐開葉より大きな年間光合成量を實現した。何らかの原因で、個葉の寿命が生育期間より短く限定される状況があるとき、開葉時期をずらし順次に葉を開葉することは物質生産の観点から見ても有利であることが明らかになった。

P1-109

ヒノキ若齢林の斜面上部と下部における光合成の季節変化

*山口大輔(信大農), 宮崎政幸(総合地質コンサルタント), 小林元(信大AFC)

同一斜面の異なる位置に植栽されたヒノキ成木において, 3次枝シュートの伸長量と光合成速度を測定し, ヒノキシュートの光合成におよぼす土壌養水分と気温, およびシュート伸長フェノロジーの影響を検討した。調査は, 信州大学農学部附属手良沢山演習林ステーションで行なった。平均傾斜35°の東北東向き斜面に植栽された25年生のヒノキ林を対象とし, 斜面上部と下部に調査プロットを設定した。平均樹高は斜面上部と下部プロット, それぞれ9.3mと11.7mで, 下部プロットが上部プロットより有意に大きかった。2010年の4月中旬から12月中旬にかけて3次枝シュートの伸長量と光合成速度の測定を行なった。光合成速度は携帯型光合成蒸散測定装置(LL-6400, ライカー社)を用いて, 着葉状態で2日から17日の間隔で計27回測定した。3次枝シュートは4月から8月下旬まで伸長を続けた。斜面下部個体のシュートは, 上部個体の約2倍大きく伸長した。シュートの光合成速度もまた, 4月から9月中旬まで増加した。光合成速度は斜面下部の個体が1年を通して上部個体より高かった。一方, 斜面下部の個体では夏期の土壌乾燥期に気孔コンダクタンスと光合成速度が低下した。しかし, 斜面上部の個体では低下しなかった。9月中旬以降に土壌の水ポテンシャルが回復すると, 光合成速度は上下の両プロットで年間を通して最大の値を示した。しかし, 10月中旬から気温の低下とともに光合成速度は徐々に低下し, 12月に入ると大きく低下した。

成長期に鱗片葉が葉端で次々と展開し続けるヒノキにおいて, 光合成速度の季節変化はシュートの伸長フェノロジーを反映していること, また, 光合成速度の高い斜面下部の個体では, 光合成速度の低い斜面上部の個体より土壌乾燥の影響を強く受けることが明らかとなった。

P1-111

Growth responses to soil water stress of some *Artemisia* species grown in desertified grassland in North-East Asia.

*Ito S. (NIES), Sasakawa H. (NIES), Xu Z.Z. (NIES IBCAS), Chen L.J. (NIES, IAECAS), Tsuji W. (ALRC Tottori-U.), An P. (ALRC Tottori-U.), Shimizu H. (NIES)

The most effective way for desertification combating and ecological restoration is the vegetation rehabilitation. However, we have less knowledge on the growth of plant species such as *Artemisia* species grown in desertified grasslands in North-East Asia. We investigated the growth responses to water stress of *A. frigida*, *A. halodendron*, *A. ordosica*, *A. sphaerocephala*. Water stress restrained the growth of all species, while the decline degree was different among species. The RGR of *A. ordosica* or *A. sphaerocephala* decreased remarkably by water stress, due to a decrease in NAR. The SLA of *A. frigida* decreased slightly with increasing water stress, which suggested an increase in leaf thickness. The three species except *A. frigida* increased the root/shoot ratio with increasing water stress, particularly *A. ordosica*. This indicated that more assimilates were distributed to root under water-stressed condition. Characteristics of species to drought were classified by cluster analysis, and distinguished 1) species changing an assimilate distribution, 2) species changing a leaf shape, and 3) species changing a net assimilation rate. These might be adaptive characteristics for plants to survive in arid/semi-arid region where water deficiency occurred frequently.

P1-110

気孔開閉の不均一性が H₂O/CO₂/¹³CO₂ 交換特性に与える影響

*高梨聡(森林総研・気象), 小杉緑子(京都大・濃)

気孔開度を示す気孔コンダクタンスはポロメータによるガス交換量の測定から推定されてきたが, この方法では一つの代表された気孔からガス交換が行われると仮定されている。ところが一枚の葉には気孔が多数存在しており, マレーシア熱帯雨林のフタバガキ科の樹種では, 光合成の日中低下と同時に不均一な気孔の閉鎖が生じることが確認されている。不均一な気孔開閉が起こる場合には, 葉スケールでのガス交換特性は気孔開閉を均一と仮定した場合は異なる挙動を示す。本研究は, 既存のモデルを用いて気孔開閉特性と光合成特性と環境要因との関係をそれぞれモデル化し, それらを組み合わせることによって, 気孔開閉が不均一なことによって起こる H₂O/CO₂/¹³CO₂ 交換特性に与える影響を定量的に考察する。

マレーシア・パソ森林保護区 (PSO, 2° 58' N, 102° 18' E, 標高 75-150m, 平均年降水量 1804mm:1983-1997) において, 樹冠構成樹種であるフタバガキ科 *Dipterocarpus sublamellatus* (樹高 40m, 測定高約 32m) を用いて測定を行った。ガス交換測定で得られた光合成・蒸散量および環境条件のデータから Jarvis 型気孔コンダクタンスモデルおよび Farquhar 型光合成モデルのパラメータを抽出し, モデル計算を行った。気孔開閉の不均一性を考慮した気孔コンダクタンスモデルを利用し, その影響を定量的に評価した。その結果, 不均一な気孔開閉が起こっている場合には, ガス交換測定結果から均一性を仮定して算定される葉内二酸化炭素濃度 (C_i) は大きいときで約 50ppm 近く, また二酸化炭素安定同位体分別を用いて推定される C_i は約 15ppm 程度過大評価されることが示された。

P1-112

Applying Functional-Structural Plant Modelling method to a plant in desertified regions

*Sasakawa H. (NIES), Ito S. (NIES), Tsuji W. (ALRC Tottori-U.), An P. (ALRC Tottori-U.), Shimizu H. (NIES)

Desertification is one of the most serious ecological problems in the semi-arid regions of North-East Asia. The most effective way combating desertification is vegetation rehabilitation though little is known about plant growth in desertified regions. The purpose of this study was to quantify topological and geometrical responses of shrubs to different water conditions and to develop a functional-structural plant growth model of *Artemisia halodendron*, a major shrub species in these regions, by using the Lindenmayer system. We measured physical units of plants growing under average semi-arid conditions, and analysed growth and assimilate allocation of plants raised under different water conditions. Finally, we developed a model to fit the recorded growth increments and allocation ratios of assimilates to each plant component under different water conditions. The outputs of the model were generally faithful to plant topological and geometric responses to water conditions. The present model's unique points are: (1) Topology is controlled by phytomer number. (2) Geometry is defined by growth rate and allocation ratio of assimilates according to water conditions. (3) The allocation ratio of assimilates is logically estimated from LWR and shoot/root ratio.

P1-113

Characterization of Photosynthesis of *Elaeagnus angustifolia* Seedling Grown Under Various NaCl Salinity

*AILIJIANG MAIMAITI1, 山本福壽1, QiMan YuNuSi3, 山中典和2(1 鳥大院・農, 2 鳥大・乾地研, 3 新疆農大)

Extensive degradation of irrigated croplands, due to increasing salinity and depletion of soil nutrient stocks, is a major problem in arid areas of northwest in china. *Elaeagnus angustifolia* is one of the most important woody species in these areas. To determine the response of *Elaeagnus angustifolia* to salinity in terms of photosynthetic gas exchange, chlorophyll a fluorescence and pigment contents of one year old seedlings exposed to one week of various salt levels (0, 200, 400, 600 mM).

Salinity stress caused significant reduction in net photosynthetic rate (PN), transpiration rate (E), and stomatal conductance (gs), as well as electron transport rate (ETR). The maximal efficiency of PSII (Fv/Fm) and photochemical quenching coefficient (qp) showed no significant changes with increasing NaCl concentration. A strongly linear correlation was observed between chlorophyll (Chl) a/b content and photosynthetic gas exchange. The results indicate that the severe reduction in stomatal conductance and transpiration rate represent an adaptive mechanism to cope with excessive salt, rather than merely being a negative consequence of it. These can, therefore, conclude that *Elaeagnus angustifolia* at their threshold salinity tolerance reveal a combination of low (but positive) PN and minimum E, by regulating gs, and coupled with photoinhibition.

P1-115

湿原群集における環境傾度に沿った機能型の分布と葉特性の変化

* 神山千穂, 片瀨正紀, 佐々木雄大, 嶋崎仁哉, 中静透, 彦坂幸毅 (東北大・院・生命科学)

環境と植物の特性は密接に関連している。群集内では、環境変化に伴う植物種の特性変化が、種間相互作用の変化を介して種組成の変化をもたらす。冷涼な気候条件下に成立する湿原群集は、環境変化の影響を強く受ける生態系の一つとされる。青森県八甲田山系に点在する27の湿原を対象に、群集構造が環境によってどのように変化するかを調べた。湿原をとりまく環境は、主成分分析から、標高が異なることに伴う温度の勾配と、水分栄養塩の勾配の異なる2つの傾度によって説明された。群集特性を構成種の特性と被度から求め、これらの環境傾度に沿って群集特性がどう変化し、さらにその変化に対する構成種の入れ替わりと種内の特性変化の影響を評価した。気温の低い高標高では群集高が低下し、葉のサイズも減少した。これには、広い標高域に出現する優占種(落葉禾本型草本)の標高傾度に伴う特性変化が大きく影響していた。一方で、環境傾度に沿った種組成の変化も観察された。常緑種の出現種数は高標高の湿原で増加し、木本種の出現種数は栄養条件のよい湿原でやや増加した。総じて、高標高、貧栄養な環境に主な出現分布域を持つ種は、背丈が低く、小さくて厚い葉をもつ傾向があった。このような特性はストレス耐性として知られる一方で、背丈が高く生長速度が高い種に比べて種間競争に不利とされる。実際に、低標高では落葉種の背丈が増加するために、常緑種は落葉種によって強く被陰されており、環境傾度に伴う光をめぐる種間相互作用の変化が、低標高の常緑種の減少に影響していることを示唆している。

P1-114

ダケカンバの光合成機能と資源分配に対する土壌水分の影響

* 田畑あすむ, 小野清美, 隅田明洋, 原登志彦 (北大・低温研)

ダケカンバ (*Betula ermanii*) は北方寒冷圏に生育する落葉広葉樹であり、湿潤な日本や年間降水量の少ないロシア極東といった異なる水分条件下の生育地に幅広く分布する。植物が様々な水分条件に適応し生育するためには、水分不足条件下での光合成速度の低下に対し形態的・生理的に応答することが必要不可欠である。本研究では異なる土壌水分条件下で生育したダケカンバ苗木を用い、光合成機能や地上部・地下部への資源分配にどのような影響を与えるのかを調べた。

ダケカンバ苗木は、2週間に1度灌水を行う個体を水分処理個体(年平均降水量432.5mm)、週に二度灌水を行う個体をコントロール個体(年平均降水量1729.8mm)として生育させた。ダケカンバの生育期である5月から9月にかけて2週間に一度、ダケカンバ苗木の光合成速度等の測定やダケカンバの葉のフェノロジー調査を行い、また3週間に一度ダケカンバ個体の掘り取りを行い、地上部と地下部の現存量および窒素量の測定を行った。

ダケカンバの苗高と全根長、全個体重量は水分処理個体で小さく、個体の部位別では葉重と根重が水分処理個体で小さい傾向を示したが、根とシュートの重量比は処理の影響を受けずほぼ一定の値であった。飽和光下での光合成速度は水分処理個体の夏葉で低下が見られたが、春葉では低下が見られず、葉のフェノロジーも同様に水分処理による変化が見られなかった。発表ではこれらの形態的变化や光合成機能応答の他に、光阻害を防ぐための過剰光エネルギー防御機構反応の応答や、ダケカンバの地上部と地下部の窒素量について議論を行う予定である。

P1-116

暖温帯落葉広葉樹林における水ストレスに伴う樹液流速の反応について

小南裕志, 深山貴文, 吉村謙一 (森林総研関西), 安宅未央子, 檀浦正子 (京大大学院), 上村真由子 (日本大学)

森林群落が行う、水蒸気、CO₂等のガス交換プロセスにおいて、抑制因子となる気孔開度等、葉表面の状態の連続的な変動の推定が重要である。しかし葉表面の状態を連続的にモニタリングすることは困難であり、離散的なデータからのモデル化が行われている。また樹液流速や葉表面温度等もこの問題に関する代替的なデータとなりうる。本研究ではヒートパルス法を用いた樹液流速を用いて、土壌乾燥に伴う蒸散応答の樹種差の観測を行った結果を示す。

測定は京都府南部、木津川市にある山城試験地(コナラ、ソヨゴ混交林)で行われた。本試験地は基岩が風化花崗岩で形成され、土層深が浅く、また傾斜がきついため特に夏期は乾燥影響が起りやすい森林である、年平均気温は15.4度であるが夏の日中気温は非常に高く群落上であっても35度を超える。3線式のヒートパルスセンサーを試験森林内のコナラとソヨゴの2樹種に設置し、連続的に樹液流速測定を行った。並行して気象タワー観測による二酸化炭素、顕熱、潜熱等のフラックス観測が行われた。

夏季の降雨後に土壌乾燥に伴う、樹液流速の減速はコナラにおいて顕著に見られ、ソヨゴでは見られなかった。コナラの樹液流速は降雨後の日数の経過に従い、まず日中の不足分を夜間の吸水によって補償する変動が見られ、その後さらに乾燥が進むと日中の樹液流速ピークの減少が見られた。

P1-117

根の形態が異なるルピナス2種の低リン酸環境に対する応答の比較

*野口(舟山)幸子, 寺島一郎(東大・院・理)

リンは植物の成長に欠かすことができない重要な元素である。地中海地方原産のマメ科植物シロバナルピナス(以下、シロバナ)とホソバルピナス(以下、ホソバ)は、どちらもリンが非常に少ない土壌で生育できる。シロバナは、リンが乏しい土壌に適応した植物種にしばしば見られる、短い側根がクラスター状に密集して分布するクラスター根を作る。一方、ホソバは、クラスター根を作らない。本研究の目的は、根の形態が異なるシロバナとホソバでは低リン酸環境に対する応答がどのように異なるのかを明らかにすることである。シロバナとホソバを2段階のリン酸条件下で34日間水耕栽培し、成長と根の呼吸速度、葉と根のリン酸濃度を調べた。

低リン酸条件(以下、低P)において、シロバナでは根の乾燥重量の約30%がクラスター根であった。ホソバは低Pで長い側根をもつ太い根を作った。低Pのシロバナの個体重は、高リン酸条件(以下、高P)と同等あるいはそれ以上であった。一方、低Pのホソバの個体重は、高Pに比べ減少した。低Pのシロバナのクラスター根の呼吸速度(重量あたり)は、高Pの根よりも高かった。一方、低Pのホソバでは、根の呼吸速度は高Pの根と変わらなかった。葉と根のリン酸濃度から個体あたりのリン酸量を推定すると、低Pのシロバナは低Pのホソバに比べ、約3倍リン酸量が多かった。しかし、単位重量あたりのリン酸量は、シロバナとホソバでほぼ同じだった。本研究から、シロバナとホソバは低リン酸環境に対する応答が大きく異なることが明らかになった。シロバナはクラスター根を作ることにより積極的にリン酸を多く獲得し、低リン酸環境での速い成長を実現していることが示唆された。一方、ホソバが低リン酸環境でも生育できるのは、吸収するリン酸量は少ないが、成長が遅く個体内のリン酸濃度が高いためである可能性が高い。

P1-119

密度の異なる竹林の蒸散量比較

市橋 隆白*(九大・理・生物), 大槻 恭一(九大・演習林)

近年西日本を中心にモウソウチク林(竹林)が拡大し、在来の森林と入れ替わる現象が広く認められている。この竹林の拡大が流域の水資源に与える影響を評価するため、九大福岡演習林内の竹林(稈密度4000本/ha、辺材面積13.1m²/ha)において、過去に樹液流計測法(グラニエ法)を用いた竹林の蒸散量推定が行われた(Kume et al. 2010; Komatsu et al. 2010)が、この竹林は比較的稈密度が小さい場所であった。そこで新たに同演習林内の高密度竹林(9000本、28.1m²/ha)において、2010年4月から同様の手法で蒸散量の測定を行い、稈密度の違いが竹林蒸散量に与える影響を評価した。

モウソウチクの落葉期であり、蒸散量が比較的小さい4、5月において、単位辺材面積あたりの樹液流量は低密度竹林で高密度竹林の2倍程度の高い値を示し、結果、林分あたりの蒸散量は両林分ではほぼ等しくなった(快晴の日の日蒸散量:1.5-2.0mm)。7月以降、林分蒸散量はどちらの林分でも大きく増加したが、低密度竹林の蒸散量は高密度竹林よりも3割ほど高い値を示した(快晴の日の日蒸散量:高密度2.5-3.0mm, 低密度3.0-3.5mm)。どちらの林分でも、各日の時間単位の蒸散速度の最大値は同程度だったが、高密度竹林の方が一日の内で活発に蒸散を行っている時間が短く、これが林分間で日蒸散量が異なる要因であった。以上から、竹林の林分蒸散量は基本的に稈密度に依存しない(稈密度の増加に伴って蒸散量が増加することはない)ことが示唆され、林分間の蒸散量の違いは、林分の立地(方位、日照)や土壌の性質(含水量や化学的、物理的条件)の違いが影響を与えている可能性が考えられた。

P1-118

熱赤外画像による樹木葉と樹冠の温度分布解析～光合成速度の日変化との関係導出のためのアプローチ～

*森千佳(奈良女大・理), 村松加奈子(奈良女大), 鎌倉真依(奈良女大・共生センター), 古海忍(佐保短期大), 小平友美(奈良女大・理)

人工衛星から植生の総生産量を推定するには、植生指標を介して低ストレス下の総光合成量を求め、気象データを用いて経験的に求めた光合成ストレス関数を乗じる手法が多く用いられている。この手法では、光合成における気孔開度の観測結果を用いているわけではない。

そこで本研究では、人工衛星を用いた総生産量の推定に植生の生理的な振る舞いを導入するために、光合成速度の決定要因の一つである気孔開度をリモートセンシング技術で観測する手法の開発を目的とする。

その基礎実験として、岐阜大学の高山試験地において、ミズナラとダケカンバの個葉と樹冠を対象に熱赤外カメラを用いて輝度温度の日変化を観測した。

個葉レベルでは、ダケカンバは一日の葉温の変化が少ないのに対して、ミズナラは日中に葉温が大きく上昇し、一日の変化が大きい。また、ダケカンバと比較するとミズナラの葉温分布はばらつきが大きく、この特徴はミズナラの気孔開度の振る舞いと一致している。樹冠レベルにおいても、ミズナラの方が葉温のばらつきが大きいという違いが定性的にみられた。今後は、気温や日射量などを加えてより詳細な葉温分布の比較を行い、定量的な違いを明らかにしたいと考えている。

P1-120

風洞実験によるオオオナモミの風耐性における力学的性質の解析

*長嶋寿江, 彦坂幸毅(東北大・院・生命科学)

植物は個体密度が高いと、隣接個体を感じし、茎を徒長させることがよく知られている。徒長することの利得は、隣個体よりも多くの光を得ることが可能となることである一方、徒長による損失は実はまだあまり詳しくはわかっていない。徒長の利得と損失を定量的に明らかにすることによって、徒長現象を進化・生態学的視点から説明することができると期待される。

本研究では、徒長の損失としてまず個体の風に対する強さに着目した。先行研究のオオオナモミを用いた実験と解析では、密集した個体は背が高い一方で茎が細く、座屈(自重による変形)が生じるぎりぎりながらも自重を支えて立っていた。しかし、その茎の太さでは風速10-20m/sにしか耐えられないと計算された。ただこの計算は、風による個体の変形を考慮していない。そこで今回は風洞実験を行い、ポット植えの孤立個体(4個体m²)と徒長した群落個体(100個体m²)について風に対する強さを調べ、また将来のモデル化に必要なパラメーター値を取得した。

孤立個体は風による茎の変形が少ないため、これまでの計算どおり、20m/sで折れることはなかった。一方、群落個体は、茎根元の近傍の根が伸びるためか根元で大きく傾き、茎はほとんど曲がらず、風速20m/sでも茎が破壊されることはなかった。

それぞれの個体についてCd(抗力係数)を測定した。Cdは形状による無次元量で、乱流の効果を現し、同じ風速・投影面積でも値が大きいほど構造に大きな力がかかる。植物のような複雑な構造では実測によってしか得ることができない。8、9月は、群落個体では風で傾いて低くなるため、孤立個体とCdの違いが少なく、そのため風とともに受ける力が同じように増加することがわかった。10月では、風で変形しない果実があるため、孤立個体でCdが2倍にもなった。群落個体では茎が傾くため、果実があってもCdにあまり違いはなかった。

P1-121

シロイヌナズナエコタイプ間の成長速度と高二酸化炭素濃度への応答の比較

*尾崎洋史(東北大・生命科学), 小口理一(The Australian National University), 彦坂幸毅(東北大・生命科学)

二酸化炭素濃度の上昇は植物によって異なる影響を与える。何がこの違いをもたらすのかを明らかにするために、44のシロイヌナズナのエコタイプを用いて通常大気条件と高二酸化炭素条件(800 ppm)で生育させた。

播種後38日目のバイオマスはエコタイプ間で異なり、いずれの条件でも約2.7倍の差が見られた。また、二酸化炭素濃度の上昇によってバイオマスは1.43から3.16倍に増加し、これはエコタイプごとに二酸化炭素濃度への応答が異なることを示す。播種後25日目と38日目のバイオマスから求めた相対成長速度(RGR)の違いは、主として純同化速度(NAR)に起因し、形態的な表現型である全重量に対する葉面積比と葉重量比、葉重量に対する葉面積比とRGRには有意な相関はなかった。

窒素の観点からRGRを見ると、窒素生産性(NP)は個体窒素濃度(PNC)よりも高い相関を示した。次に、NARでは、葉面積あたりの窒素量(Narea)の方が光合成の窒素利用効率(PNUE)よりも良い相関があった。ここで、植物の大きさによるNARとNareaへの影響を考慮し、RGRとのPNUEとNareaの関係を見てみると、NareaよりもPNUEによってRGRがよく説明され、特に高二酸化炭素条件で顕著だった。

RGRの高二酸化炭素濃度への応答は主にNARとNPの応答によって説明されたが、NAR/Nareaの応答によっても説明された。これは、PNUEの高二酸化炭素濃度への応答はRGRの応答と対応することを示す。

高二酸化炭素濃度に対するRGRの応答はNareaの低いものの方が高い傾向にあった。これは、高二酸化炭素条件下で低いNareaを持つエコタイプはPNUEが高いためと考えられる。

P1-123

乾燥地に生育する匍匐性の常緑針葉樹 *Sabina vulgaris* の水利用戦略: 不定根と主根間の水の動き

*楊 靈麗(岡大院・環境), 三木 直子(岡大院・環境), 瀬尾 靖(岡大・農), 張 国盛(内蒙古農業大), 王 林和(内蒙古農業大), 山中 典和(鳥大・乾地研), 吉川 賢(岡大院・環境)

乾燥地では水が強く制限されることから、そこに生育する樹木の水利用メカニズムの解明は乾燥地の植物の生態を理解する上で重要である。臭柏(*Sabina vulgaris* Ant.)はこうした地域に生育する匍匐性の常緑針葉樹である。匍匐枝から不定根を発生させ、匍匐枝を四方に伸ばしながら、群落を拡大する。中国毛烏素沙地に生育する臭柏の不定根は主に土壌表層に分布しているが、樹木の根はより砂質の土壌で深く伸びる傾向がある。本研究では主根だけでなく不定根を持つ臭柏が、どのように水を利用しているのかを明らかにするために、染色液の吸水実験とHeat Ratio Methodによる樹液流速の測定を行った。染色実験は掘り出した不定根を染色液に浸し、一定時間後に匍匐枝を解体し、断面の染色面積を測定することで、樹液の移動方向と移動量を求めた。その結果、不定根で吸水された染色液は、昼間は枝の先端方向に移動し、夜間には基部方向にも移動した。樹液流速は二つのパッチ内において、それぞれ不定根(Adventitious Root)を有する匍匐枝(AR)と有しない匍匐枝(noAR)をいくつか選び、それらの基部とARの先端部、およびパッチの主根部にセンサーを取り付け、一年間以上継続して測定した。その結果、noARでは、主根からの給水が主な水源となっていた。表層土壌が乾燥している期間は、ARでは、夜間も主根からの給水が不定根部まで持続したが、降雨によって表層土壌が湿潤になると、主根からの夜間の給水が停止した。これは、表層の不定根と深層の主根の間でHydraulic Redistributionが起こっていることを示唆する。

P1-122

緯度系列で比較するモウソウチクの葉の形態的可塑性

*福島慶太郎(京大フィールド研), 白井伸章(京大院・農)

日本の里山に分布するモウソウチクは、ほとんどが株分けによって導入されたクローナル植物である。また、開花結実の周期が長く繁殖成功率も極めて低いため、全国でほぼ同一のクローンである可能性が指摘されている。日本は南北に長く気象の変化に富むため、全国に分布するモウソウチクにも様々な気象環境に順応するための形態的可塑性が存在するはずである。一方で世代交代が進んでおらず、遺伝的特性が同一であることから可塑性が見られない可能性もある。本研究では、環境傾度に沿ったモウソウチクの形態的可塑性を明らかにすることを目的に、秋田から鹿児島まで計19地点でモウソウチク林の稈密度や胸高直径(DBH)、群落高を調査し、各林分で日の当たる葉を採取して葉厚、葉重、比葉面積(SLA)を測定した。

稈密度、DBH、年平均気温から、年平均気温の高い場所では稈密度が低く、稈の直径の太いモウソウチク林分が形成されることが示された。平均群落高は、サイトの年間日照時間と正の相関が認められ、晴天の多い地域ではモウソウチクの稈高が高くなることが示された。このように、モウソウチクの林分構造は気温や日照時間といった気象条件に対応した可塑性を有していることが示唆された。また、平均葉厚は年平均降水量と負の相関が認められ、SLAと胸高断面積合計(BA)との間に正の相関が認められた。この関係から、地上部現存量が多い林分ほど、薄くて広い葉をつける傾向にあるといえる。このことは、一定の投資量に対して光合成能力の高い葉がついている林分で、地上部現存量が多いことを意味する。以上のことから、モウソウチクの葉の形態は、林分の気象条件や立地条件と密接に関連するとともに、林分の地上部現存量にも関連することが分かった。モウソウチクは、各地の環境条件に順応した形態的可塑性を有しており、モウソウチク林の物質生産を検討するには地域性を考慮する必要があるといえる。

P1-124

高CO₂環境が光合成誘導反応に及ぼす影響の評価

*富松 元, 唐 艶鴻(国環研・生物), 坂田 剛(北里大・一般)

高CO₂環境下での植物の光合成物質生産を把握するためには、光強度の変化に対する光合成の主な応答反応である光合成誘導反応への理解が必要である。光量が一定の条件下では、生育環境のCO₂濃度が高くなると最大気孔コンダクタンスが低下する傾向がある。したがって、誘導反応過程において、もし気孔の開放速度が変化しないまたは低下する場合、光合成誘導反応過程は短くなり、誘導反応の制限による光合成生産量の低下が相対的に少なくなるはずである。

そこで、本研究では、光強度の変化に対する気孔応答が普通に開閉できるポプラ(I55)と気孔開閉が非常に小さいポプラ(Peace)2品種を、380、700、1020ppmのCO₂環境下で約1カ月間生育させ、同CO₂濃度下で光合成誘導反応を測定した。誘導反応は光合成有効光子密度を20 μmol m⁻² s⁻¹(弱光)から800 μmol m⁻² s⁻¹(強光)へと変化させて計測した。

その結果、飽和光合成速度の50%と90%に達するまでに必要な時間は、両品種とも栽培CO₂濃度が高くなると短くなり、普通に開閉できるポプラI55では有意に高くなることを示した。光合成誘導開始から10秒、60秒後の最大光合成速度に対する光合成速度は、栽培条件のCO₂濃度の上昇に伴って有意に増加した。しかし、誘導開始から120秒以上は、気孔開放量の小さいPeaceでは栽培条件のCO₂濃度上昇による効果が認められなかった。これらの結果から、光合成誘導反応は、高CO₂条件下ほど気孔による律速が小さく、その律速は誘導反応の後期にさらに大きくなることを示唆している。

P1-125

葉の支持効率を高める一方法としてのバイケイソウ偽茎

* 紺野康夫, 顧令爽 (帯畜大畜産生命)

生産器官である葉の量は、植物の成長に大きな影響を与える。しかし、支持器官を葉量に応じて用意しなくてはならない (Shinozaki 1964) というコストを負う。もし、葉に対する支持器官の量を少なくすることができれば、厳しい環境下での限られた純生産量でも、植物は生存が可能になる (Chazdon 1985)。したがって自然選択の結果、植物は効率的な葉の支え方を獲得しているに違いない。

そこで、葉の支え方の一つである偽茎 (細い茎が集合して1本の太い茎となる) について、支持器官として効率的であるか、葉柄の物理的性質 (弾性係数) を測定して検討した。

バイケイソウの「茎」とみえるのは葉柄が集合した偽茎 (pseudo stem) である。バイケイソウの偽茎は個々の葉柄に分解できるので、個別の葉柄がそれぞれ独立して葉を支える場合と、集合して葉を支える場合との支持効率の違いを比較検討することができる。なお、ばらばらにしたバイケイソウの葉柄は自立できない。

支持効率の違いを検討するために、葉柄の弾性係数を測定した。そして弾性係数の値から、各々の葉 (パイプモデルという単位パイプに相当) が個々に自立するために必要な葉柄の質量を計算した。

その結果、個々の葉柄が自立するためには、(当然ながら) 葉柄の質量が実際よりも大きくならねばならないことが分かった。そして、個々に自立できる葉柄の質量の合計値 (非集合時の茎質量) も、実際の偽茎の質量 (集合時の茎質量) より大きくなった。

以上より、個々には自立できない単位パイプでも、集合すれば支持能力が高くなることがわかった。偽茎全体としては葉柄の節約になっているのである。それにより、バイケイソウは、支持器官への投資を減らして、生産器官への投資量を増加させているに違いない。

P1-127

一年生草本の種子生産の高 CO₂ 応答における機能型間差

* 彦坂幸毅 (東北大・院・生命科学), 衣笠利彦 (鳥取大・農), 及川真平 (東京農大・国際食料情報), 小野田雄介 (九州大・院・理), 廣瀬樹 (東京農大・国際食料情報)

種子生産の高 CO₂ 応答は種間で大きくばらつくことが知られている。我々は窒素利用の違いが種子生産の高 CO₂ 応答の違いをもたらすとの仮説をもち、単純なモデルをもとに解析を行った: 種子生産の増加は、種子窒素濃度の低下もしくは個体あたり種子窒素量の増加の積として表される。C3 一年草についての既発表データをもとにメタ解析を行った。用いたデータをイネ科、窒素固定を行うマメ科、マメ科以外の双子葉植物の3つのグループにわけ、それぞれのグループにおける種子生産の増加がどのような要因によるものかを調べた。その結果、いずれのグループでも CO₂ 上昇により種子生産が増加したが、その原因は異なることが明らかとなった。マメ科では種子窒素濃度に変化がなく、種子生産の増加は個体あたり種子窒素量の増加に帰せられた。マメ科以外の植物でも、種子窒素濃度に若干の低下が見られたが、種子生産増加の主要因は個体あたり種子窒素量の増加であった。一方イネ科では種子窒素濃度の大幅な低下が見られ、種子窒素濃度の低下と個体種子窒素量の増加の寄与は同等であった。このような CO₂ 応答の機能型間の違いは、高 CO₂ 環境での適応度に影響を及ぼし、将来の種組成に影響を及ぼすかもしれない。

P1-126

光環境に対する葉形質の応答; 進化的応答と可塑的応答

* 小嶋智巳, 彦坂幸毅 (東北大・生命)

LMA などのいくつかの葉形質に関して、生育光環境に対する可塑的応答と更新光環境に対する種の適応で、その方向が異なることが知られている。また、そのパターンは落葉種か常緑種によって異なるということも示唆されている。これらのメカニズムと意義を知るため、同一森林内で共存する落葉・常緑の草本種と木本種について、光環境の傾度に沿った葉形質の種間、種内の応答を調査した。その結果、落葉種では、種内個体間、種間ともに光環境が良いほど高い LMA 値を示した。いっぽう常緑種では、種内個体間では多くの種で光環境がよいほど LMA が高かったが、種間では逆の傾向を示した。この LMA の変異に貢献している形質が、光合成を高めるための投資 (柵状組織など) によるのか、もしくは葉寿命を高めるための投資 (細胞壁や表皮細胞など) によるのかを、クロロフィル含量、窒素含量、葉の厚さ、葉の硬さなどから考察する。

P1-128

東シベリアにおける永久凍土活動層の湿潤化とカラマツの水利利用変化

* 飯島慈裕 (海洋研究開発機構), 小谷亜由美, 太田岳史 (名古屋大・農), T.C. Maximov (IBPC, RAS)

東シベリアのヤクーツク周辺では、2004 年以降の冬の積雪、夏の降水の異常増加によって、永久凍土表層の融解が進行して活動層が厚くなると同時に、活動層内が急激に湿潤化した。この現象に伴い、カラマツ (*Larix cajanderi* Mayr.) を主要樹種とする北方林 (タイガ) では、数年に及ぶ過湿土壌の影響を受けて、枯死する個体が目立ち始めている。本研究では、境界層タワーのあるスバスカヤパッド実験林において、湿潤化によるカラマツの攪乱後の蒸散活動の変化を明らかにするため、2006 年 (攪乱直前) と 2009 年 (攪乱直後) に Granier 法による樹液流測定を実施し、各個体の気孔コンダクタンスの変化を調べた。50x50m の地形測量と活動層厚分布から、活動層が厚くなり、土壌水分が過飽和に達していると考えられるのは、微地形で凹地、谷形状を示す地域であり、展葉が著しく抑制された樹高 15m 以上のカラマツ個体はそのような地形内に選択的に分布していた。樹液流測定したカラマツ 15 個体に対し、アロメトリー式から攪乱前の葉面積を仮定した単位葉面積あたりの蒸散量を基に、飽差が 1kPa での各個体の気孔コンダクタンスを算定した。その結果、2006 年と 2009 年でコンダクタンスにほぼ変化が見られない個体がある一方で、2009 年に著しくコンダクタンスが落ちた個体が認められた。現地調査によって、コンダクタンスの変化が大きい個体は葉面積が減少していることが確認された。また、タワー上と林床での渦相関法に基づく蒸発散率 (蒸発散量 / 可能蒸発量) によると、2005 ~ 2008 年で林床では変化が無い一方で、群落上では 2007、2008 年で減少を示した。これらの結果は、近年のシベリアでは、湿潤環境でありながら、森林からの蒸散量が落ちていることを意味している。

P1-129

小川群落保護林に生育する3種のササ(アズマザサ, ミヤコザサ, スズタケ)の光合成の季節変化

* 青田崇志, 金子悠哉, 佐久川結喜, 相原浩行, 志賀陵典, 堀良通(茨城大・理)

日本の林床植生において、ササは重要な植生要素となっており、多様性に大きく影響を与えるとともに、物質生産にも大きく寄与している。

阿武隈高地の南端に位置する小川群落保護林において、アズマザサ、ミヤコザサ、スズタケの3種について、定期的に携帯型光合成測定装置(Li-6400)を用いて、それぞれの当年葉の光-光合成速度関係の測定を行った。林冠は主に、ミズナラ、ブナ、アカシデが優占しており、林床には局所的に3種のササが優占している。アズマザサとミヤコザサは伐採跡地と林床、スズタケは林床を調査区として設けた。調査区の地上部バイオマスは、スズタケの林床が690g・m⁻²と最も大きく、アズマザサは伐採跡地、林床でそれぞれ382、32g・m⁻²であり、ミヤコザサは91、23g・m⁻²であった(2009年9月)。また、開空率は伐採跡地では約45%、林床では約12%(2010年8月)であり、落葉後の林床は50%~60%まで上昇した(2010年12月)。

最大光合成速度(PPFD:2000 μmol・m⁻²・s⁻¹、CO₂濃度:380 μmol・mol⁻¹)は、伐採跡地においてはアズマザサ(13.8 μmolCO₂・m⁻²・s⁻¹)がミヤコザサ(10.7 μmolCO₂・m⁻²・s⁻¹)より大きな値を示し(2009年8月)、林床においてはスズタケ(7.2 μmolCO₂・m⁻²・s⁻¹、2009年8月)がアズマザサ、ミヤコザサ(それぞれ6.5、7.0 μmolCO₂・m⁻²・s⁻¹、2009年9月)より大きな値を示した。また季節的な変化では、伐採跡地においては両種とも夏季(2009年8月、2010年7月)に、林床においては開空率が大きくなる冬季(2010年12月)に最大光合成速度を示した。

P1-131

Temporal changes in stomatal conductance of leaf expanding Cambodian evergreen emergent dipterocarp

* Ito, E. (FFPRI-Hokkaido), Tith B., Chann S. (FA Cambodia), Iida S., Yoneda R., Kenzo T. (FFPRI)

The lowland dry evergreen forests have largely disappeared in other Indochina Peninsula countries under seasonal tropical climate, while an area of 32,000 km² remains in Cambodia. The large evergreen forests would have a decisive influence on regional water cycle via its transpiration during dry season. *Dipterocarpus costatus* is one of the major emergent tree species in Cambodian lowland dry evergreen forests, and is threaded by illegal logging for timber use. We measured intact leaf stomata conductance of *D. costatus* using leaf porometer (SC-1; DECAGON, USA) in Kampong Thom Province in central Cambodia during a dry season, from Dec. 2008 to Feb. 2009. Leaf stomatal conductance was high at 10 - 40 days after expanding (> 200 mmol m⁻² s⁻¹), and reached to the maximum at 30 - 40 days after expanding, and kept 40 - 50 % of the maximum value after 60 days (< 150 mmol m⁻² s⁻¹). Senescent leaves displayed low conductance 5 days before shedding. Transpiration potential per branch would be high at the beginning of January estimated from conductance data and leaf age composition in branches. Since *D. costatus* distinctively displays biannual leaf exchange at the beginning and end of dry season, a whole tree transpiration could peak twice in a year, at the mid of dry season and the beginning of rainy season.

P1-130

広葉樹の展葉期における葉組織中のセルロースの酸素安定同位体比の変化

* 隠岐健児, 大橋達矢, 松尾奈緒子(三重大院・生物資源)

植物の葉内水の酸素安定同位体比($\delta^{18}\text{O}_{\text{LW}}$)は蒸散に伴い上昇するため、瞬間的な蒸散特性を表す。セルロース合成の際にこの葉内水とトリオースリン酸の間で酸素原子の交換が起こるため、葉組織中のセルロースの酸素安定同位体比($\delta^{18}\text{O}_{\text{C}}$)はその葉の長期平均的な蒸散量を反映する。蒸散量と $\delta^{18}\text{O}_{\text{LW}}$ 、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{C}}$ の関係は理論的に示され、室内・圃場実験による検証が行われているが、野外での検証例は極めて少ない。そこで本研究では、自然条件下での $\delta^{18}\text{O}_{\text{C}}$ の季節変動や蒸散量との関係について考察する。2009年6月から2010年10月まで三重県津市の三重大学構内において、落葉広葉樹のサクラと常緑広葉樹のクスノキから葉を採取し、葉有機物中のセルロースを抽出して $\delta^{18}\text{O}_{\text{C}}$ を測定した。葉の構造がよくなる展葉期には4日に一度、それ以外は一か月に一度の頻度でサンプリングを行った。また、葉の採取日に個葉の蒸散速度と気孔コンダクタンス、葉面積、葉面積あたりの乾燥重量、環境条件を測定した。 $\delta^{18}\text{O}_{\text{LW}}$ は蒸散速度、気温、相対湿度の観測値からFarquhar and Lloyd (1993)のモデルを用いて推定した。

展葉期(4.5月)の $\delta^{18}\text{O}_{\text{C}}$ はクスノキ、サクラともに変化がみられなかった。一方、2009年2010年ともに6月から9月にかけて、クスノキ、サクラの両方とも $\delta^{18}\text{O}_{\text{C}}$ は低下した。葉面積は5月下旬に最大に達し、葉面積あたりの乾燥重量は5月以降も増加していることから、展葉期は葉組織中のセルロース(構造炭水化物)、その後はそれ以外の非構造炭水化物の割合が増加したと考えられる。6月から9月にかけて $\delta^{18}\text{O}_{\text{C}}$ が低下した要因としては、夏季の高い気孔コンダクタンスが $\delta^{18}\text{O}_{\text{C}}$ に反映された可能性が考えられる。

P1-132

長野県北部飯綱高原におけるスゲ属6種の開花・展葉フェノロジーと種子散布時期

* 横井力(長野県環境保研/信大・院・山岳), 佐藤利幸(信大・理・生物)

カヤツリグサ科スゲ属植物(*Carex*)は、海岸から高山、草地や樹林下など多様な環境に生育する多年生草本(一部除く)で、世界で約2000種、日本で約300種が知られている。生育環境や種数が多様なことから、様々な生活史特性があると予測されるが、スゲ属の生活史に関する詳細な研究は少ない。今回、スゲ属の生活史の一端を明らかにするために、開花から種子散布までのフェノロジー及び展葉フェノロジーを、長野県北部飯綱高原に位置する長野県環境保全研究所敷地内で観察した結果を報告する。

調査は、2010年4月下旬から12月中旬にかけて行い、林縁か林床環境に生育する6種を対象とした(アゼスゲ節テキリスゲ(Te、以下種名は略号で示す)、ナルコスゲ(Na)、オクノカンスゲ(Oku)、ニシノホンモンジスゲ(Ni)、ヒメスゲ(Hi)、ヒメシラスゲ(Shi))。開花から種子散布までのフェノロジーは、有花茎を標識し、フェノロジーの段階(①未開花期②単性前期③両性期④単性後期⑤種子登熟期⑥種子散布期)を5日ごとに記録した。展葉フェノロジーは無花茎で最長の葉を標識し、2週間ごとに緑部の長さを測定した。

開花期間はTeが最長で18.6日(平均値)、Hiが最短で12.1日であった。種子登熟期はShiが最長で52.1日、Okuが最短で26.3日であった。種子散布期間はTeが最長で121.8日、Niが最短で5.8日であった。雌雄先熟性は、すべての種で雌性先熟、まれに雌雄同熟であったが、Teの一部の有花茎では雄性先熟であった。

展葉フェノロジーは、Te、Na、Hi、Shiは調査期間中に葉がすべて枯死したことから、夏緑性であることがわかった。Oku、Nishiは平均個葉最大長の約60~80%が枯れ残った。そのことから冬緑性または半常緑性、常緑性であると推測できる。

P1-133

トウヒ属の種内および雑種の開葉フェノロジー

* 田村明 (森総研林育セ北海道), 生方正俊 (森総研林育セ北海道), 羽原陽子 (森総研林育セ北海道)

アカエゾマツ (*Picea glehnii*) は北海道の主要な造林樹種である。また、ヨーロッパトウヒ (*Picea abies*) は北海道に天然分布していないが、明治末期以降から盛んに造林された樹種である。一方、アカエゾマツを雌親に、ヨーロッパトウヒを雄親 (花粉) とした交雑種は、アカエゾマツより格段に優れた初期成長を示し、より多く CO₂ を吸収できる可能性があることが分かってきた。これらの交雑種を普及させる場合、開葉時期が早いと晩霜害等を被る危険性がある。2010年5月から6月にかけて、北海道育種場 (北海道江別市野幌) に植栽されているヨーロッパトウヒ、交雑種およびアカエゾマツの開葉時期について調査した。その結果、ヨーロッパトウヒが最も早く開葉した (平均5月30日)。一方、アカエゾマツの開葉時期の平均は6月10日だった。アカエゾマツの種内交雑家系の開葉時期を調べた結果、家系によって大きな違いがあり、6月2日~6月16日までのバラツキが見られた。開葉時期が早い雌親は、雄親として関与する場合でも開葉時期が早い傾向が見られた。従来から言われてるように、開葉時期は遺伝性の強い形質であると考えられる。アカエゾマツ×ヨーロッパトウヒの交雑種の開葉時期はアカエゾマツとほぼ同じだった (平均6月11日)。家系別に開葉時期を調べた結果、アカエゾマツと同様に家系によって大きな違いがあり、6月2日~6月18日までのバラツキが見られた。交雑種はヨーロッパトウヒよりも雌親種であるアカエゾマツと同じ時期に開葉する傾向があり、晩霜害等の被害は小さい可能性がある。しかし、家系によって大きなバラツキがあるため、交雑種を普及させる場合には家系単位で管理・生産することが、より好ましいと考えられた。

P1-135

根呼吸速度の日変化-光合成パターンとの関係-

* 牧田直樹, 小杉緑子 (京大・農), 鎌倉真依 (奈良女大・共生センター)

根呼吸速度は、植物環境に関連するさまざまな環境要因によって規定されている。特に、温度は、生理活動に影響を強く与えることが知られており、土壌温度の増加は、酵素触媒反応の促進や ATP の増加を生じさせ、根呼吸速度を指数曲線的に高める。しかしながら、最近の研究では、土壌温度と根呼吸の関係のみでは、根呼吸のばらつきをうまく説明できないことが明らかとなり、この一つの理由として、地上部からの炭素供給といった生物学的な要因が関連していると考えられている。そこで本研究では、ミズナラとブナの実生苗の土壌呼吸・根呼吸速度 (1時間おきに24時間) と光合成速度 (1時間おきに10時間:日中) を連続測定し、根呼吸がどのような要因によって制御されているかを明らかにすることを目的とした。さらに、それぞれの樹種で、光有り区と光遮断区をつくり、光の有無による根呼吸速度の日変化を測定し、光合成による炭素供給機能が地下部に与える影響を考察した。

調査の結果、根呼吸速度は、土壌温度が上昇するにつれて高くなった。しかしながら、最高温度時と呼吸速度の最高値は、必ずしも一致しなかった。朝方と夕方と同じ温度での根呼吸速度を比較すると、夕方のほうが朝方より根呼吸速度がおよそ1.5倍高いことが明らかとなり、温度と呼吸関係は、一日の中でヒステリシス曲線を描くことが分かった。また光有り区と光遮断区を比較すると、根呼吸速度は、光有り区のほうが有意に高かった。これらの結果から、根呼吸速度は、温度に依存するだけでなく、地上部からの炭素供給やそのタイムラグによって影響されていると推測される。本発表では、これらの結果と光合成速度の結果をもとに、根呼吸速度が光合成速度の日変化パターンとどのようにリンクしているのか、より詳細に考察する。

P1-134

地球スケールにおける葉面積指数のメタ解析

* 飯尾淳弘 (国環研), 彦坂幸毅 (東北大), Niels Anten (ユトレヒト大), 伊藤昭彦 (国環研)

地球スケールにおける葉面積指数のメタ解析

飯尾淳弘 (国環研), 彦坂幸毅 (東北大), Niels Anten (ユトレヒト大), 伊藤昭彦 (国環研)

はじめに: 葉面積指数 (LAI) は陸域植物群落の光吸収量や物質生産量を推定・評価するうえで重要な因子である。しかし、地球スケールにおける LAI の変化の程度や、種、植物機能型、気象因子との関係を調べた研究はない。LAI の変化とその原因の理解は、マクロスケールにおける物質収支モデルの Parameterization や群落の動態予測に役立つ。そこで、陸域現存量の大部分を占める木本植物を対象として、LAI のメタ解析を行った。

方法: 400本の論文から約2500サイトの LAI をデータベースに入力した。定義は「単位土地面積あたりの葉の投影面積」で統一し、伐採や施肥など人為的影響の大きなサイトや同じサイトで繰り返し測定されたデータは除外した。LAI の説明要因として、①非生物要因: 年間平均気温、降水量、可能蒸発散量、緯度経度、標高と②生物要因: 植物機能型、属種、樹冠高、胸高断面積合計、林齢 を入力した。

データベースの概要: LAI のデータ (サイト) 数を国別にみると、アメリカ (631)、日本 (230)、オーストラリア (205)、カナダ (163) の順に多かった。植物機能型については常緑針葉樹 (923)、落葉広葉樹 (729)、常緑広葉樹 (522) の順に多く、各機能型の平均 LAI (±SD) はそれぞれ、4.63 ± 3.08、4.23 ± 2.96、4.33 ± 2.12 であった。属では *Pinus* (348)、*Fagus* (218)、*Quercus* (187)、*Eucalyptus* (144) の順に多かった。

今後の方針: 生物・非生物要因と LAI の関係について解析し、地球スケールの LAI の規定要因について考察する。

P1-136

富士山の樹木の葉における N・P 量の標高にともなう変化

* 後藤友紀, 山村靖夫 (茨城大・理), 中野隆志, 安田泰輔 (山梨県・環境科学研)

土壌中の栄養塩は、植物の生育を制限する要因のひとつであり、特に N と P は重要な制限要因となる。比較的新しい火山である富士山は貧栄養土壌のため、植物は N や P の制限を受けやすいと考えられる。亜高山帯に生息する草本の研究では高標高で P 制限が強くなることが示唆された。そこで、富士山の樹木の生育においても標高に伴い N 制限から P 制限へ変化することを予想し、落葉時の N および P の回収率と生葉内の N:P 比を指標として検証した。落葉前の生葉からの栄養塩の回収は、貧栄養立地での栄養塩経済に重要な影響を持つため、制限の指標として落葉時回収率が用いられてきた。また、植物体の N:P 比は N:P のどちらがより制限的を示す指標として、湿地草原群落では、値が 14 より小さいと N 制限、16 より大きいと P 制限を示すことがわかっている。同じスコリア基質の標高の異なる 2 地点 (標高 1878 m、2319 m) において、主要な樹木種である広葉樹のダケカンバ、ナナカマド、ミネヤナギ、針葉樹のカラマツ、コメツガ、シラビソの 6 種の生葉と落葉直後の枯死葉における N と P の濃度と土壌栄養塩濃度を測定した。

利用可能な土壌栄養塩濃度は N、P ともに標高に伴って減少した。N 回収率は、広葉樹では標高に伴って減少し、針葉樹では増加した。一方、P 回収率は、ほとんどの樹種が標高に伴って増加した。以上の結果は、標高に伴い P 制限が強くなることを示唆し、N:P 比の結果は予想とは一致せず、標高に伴う変化は種によって様々であった。N:P 制限の指標として N:P 比の樹木への適用については検討が必要である。

P1-137

隣接する落葉広葉樹林と常緑広葉樹林の現存量はどのように変遷するのか? —30年間の炭素蓄積変化の比較—

*和田佳子(大阪市大・理), 小南裕志(森林総研関西), 吉村謙一(森林総研関西), 植松千代美(大阪市大・理), 吉良竜夫(元大阪市大・理)

P1-138

Relationships between soil respiration and soluble carbon contents in two contrasting Japanese soils

*Yoshitaka UCHIDA (NIAES), Seiichi NISHIMURA (NARO), Hiroko AKIYAMA (NIAES)

近年土壌呼吸(RS)のコントロールメカニズムに大きな関心が寄せられている。RSには炭素基質が必要とされており、その定量化はRSをフィールドレベルで正確に予測するために重要である。しかし、RSは植物や微生物などが様々な炭素基質を用いて行っているため、土壌炭素基質の定量化は非常に難しい。

そこで本研究では、二つのダイズ畑土壌(黒ボク土と灰色低地土)を対象として、成長期から収穫期、収穫後にかけて基質枯渇がどのように起きているのかを定量的に評価することを目的として行った。RSは自動閉鎖チャンバーを用いて2010年7月~2011年1月まで測定した。また、同時期に毎月土壌を採取し、20℃と80℃で二段階に水抽出し、溶出した有機炭素をそれぞれwater soluble carbon (WSC)とhot-water soluble carbon (HWSC)として呼吸炭素基質の評価を行った。呼吸炭素基質としての利用性はWSC > HWSCである。

本研究の結果、RSとWSCは測定期間を通して二つの土壌で明確な差はなく、ダイズ成長期の7月末にピークを迎え、8~9月の間に減少した。その一方、HWSCは9~10月の間に減少した。さらに、HWSCは測定期間を通して灰色低地土で高い値を示した。

以上から、RSと炭素基質の関係は植物の成長により変化していることが明らかとなった。成長期には、主に植物由来の高利用性炭素基質が呼吸に利用されたため、WSCとRSに強い相関が見られたと考えられる。また、急激な減少がWSCは8~9月に見られ、HWSCは9~10月に見られたのは、植物由来の炭素が減少した際、WSCが初めてRSに用いられ、その後WSCが枯渇するとHWSCが用いられるという二段階のステップがあったためだと推測された。

P1-139

冷温帯落葉広葉樹林での林床ササ群落の有無による生態系純生産量(NEP)や土壌特性の比較

*飯村康夫(岐阜大流園セ), 八代裕一郎(岐阜大流園セ), 大塚俊之(岐阜大流園セ)

岐阜大学流域圏科学研究センター高山試験地の冷温帯落葉広葉樹二次林(高山サイト)では、微気象学的手法によるNEPの長期モニタリングが行われており、 $2.37 \pm 0.92 \text{ t C ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ の吸収となっている(1994-2002, Saigusa et al. 2005)。また、長期的観測から樹木NPPと微気象学的なNEPは相関が高く、樹木生産の年変動が炭素収支の変動に寄与していることが確かめられた(Ohtsuka et al. 2007)。しかし、絶対量としては、両者には大きな差異があり、非生物学的プールへの一定量の蓄積を示唆する結果となった(Ohtsuka et al. 2008)。高山サイトの林床はほぼ100%ササに覆われており、そのバイオマスはほぼ平衡状態と考えてよい。このことは、ササの葉・竿や地下茎などの毎年の生産物は生物学的バイオマスプールに蓄積されるのではなく、非生物学的プールへ蓄積されることを意味している。このように林床ササ群落はミッシング・シンクとしての非生物学的プール、特にSOMプールへの炭素蓄積に寄与していると考えられるが、その詳細を定量的に評価した例はない。そこで本研究では、このような仮説を検証する第一歩として、林床ササ群落の有無以外は高山サイトとほぼ同じである隣接地森林生態系に20m × 20m試験区を新たに設け、生態学的な野外調査から両者のNEPを明らかにした。また、深度80cmまでのSOM濃度(単位重量あたりのC%)および絶対量($\text{t C ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$)を層別別に算出し、両者のSOMプールについて定量的に解析し比較した。さらに、土壌断面形態や一般理化学性といった土壌特性の結果もあわせて、林床ササ群落がSOMプール蓄積に及ぼす影響について考察した。

P1-140

火入れ地における炭素蓄積量の定量化

*米川修平(鳥取大・院・農), 佐野淳之(鳥取大・農・FSC)

岡山県真庭市蒜山地域では土壌中から1000年以上前の植物炭化物片が発見されているため、1000年以上前から火入れが行われていた可能性がある。火入れの際に燃焼するバイオマスは炭となって土壌中に長期間蓄積し、火入れ後に再生した植生が火入れで放出した炭素を吸収するため、火入れの炭素収支は蓄積の方が高い可能性がある。しかし火入れ地における炭素蓄積量、その蓄積過程と分布様式は未解明である。本研究では蒜山地域での火入れ地における炭素の蓄積過程と分布様式を明らかにし、その蓄積量を定量化することを目的とする。

火入れ地の尾根部と谷部において、斜度、土壌硬度、バイオマス、黒色土層の厚さ、植物炭化物量を測定した。また燃焼前後のバイオマス中の全炭素量を測定し、火入れによる炭素蓄積量、炭素放出量、炭素収支を求めた。斜度とバイオマスの関係に負の相関がみられ、斜度と土壌硬度の関係に正の相関がみられたことから、バイオマスは地形によって異なることが明らかとなった。バイオマスと燃焼後のバイオマス中の全炭素量の関係、燃焼後のバイオマス中の全炭素量と植物炭化物量の関係に正の相関がみられたことから、バイオマスが多いと生じる植物炭化物量が多くなることが明らかとなった。バイオマス、燃焼後のバイオマス中の全炭素量、植物炭化物量は尾根部よりも谷部で多い傾向がみられ、斜度と黒色土層の厚さの関係に負の相関がみられた。これらのことから尾根部よりも谷部でバイオマスが多いために炭素蓄積量が多くなり、さらに土壌流出により谷部での分布が多くなったと考えられる。

本調査地における火入れの炭素収支は蓄積の方が多かった。植物炭化物量と炭素収支の関係に正の相関がみられたことから、火入れの炭素蓄積量は植物炭化物量が多いと多くなることが明らかとなった。火入れの炭素収支は正であったため、火入れが大気中の二酸化炭素量を増加させていない可能性が示唆された。

P1-141

低温環境下における森林土壌での窒素の無機化・硝化過程の解明

*長谷川由布子(北大院・環), 福澤加里部(北大FSC), 渡辺恒大(北大院・環), 柴田英昭(北大FSC), 黒岩恵(農工大院・農), 磯部一夫(東大院・農), 木庭啓介(農工大院・農)

森林土壌での窒素の無機化・硝化過程は、森林生態系の窒素の内部・外部循環を支える重要な過程である。本研究では、近年の気候変動による積雪量減少に伴う土壌の凍結融解の増幅が、窒素の無機化・硝化過程に与える影響について明らかにすることを目的として、森林表層土壌を用いた培養実験を行った(野外積雪量操作実験と室内培養実験)。

野外実験は北海道北部の実験苗畑内で行い、対照区(最大積雪深約100cm)、積雪50%除去区(50R)、同100%除去区(100R)を設けた。北大雨龍研究林内にて鉍質土壌(0-10cm)を採取し、培養試料とした。レジソコア法を用いて2009年11月~2010年4月に各区で現地培養を行った。各5反復で降雪前、厳冬期、融雪前、融雪後にコアを回収して土壌とイオン交換樹脂に含まれる窒素含有率、水分率を分析し、正味無機化・硝化量、溶存有機態窒素(DON)・炭素(DOC)濃度、総無機化・硝化速度、総有機化速度を求めた。室内培養実験では、温度振幅変化(水分一定)と水分率変化(温度一定)条件下で培養を行い、現地実験と同様に正味無機化・硝化量、DOC濃度を算出した。

本研究結果から、積雪低温環境下において土壌中の NH_4^+ 生成は主に降雪前に生じ、 NO_3^- 生成は積雪後期から融雪期に進行することが示された。また積雪量の減少および凍結融解の増幅に伴って、土壌の正味無機化量は増加し、正味硝化量は減少することが明らかとなった。これは積雪量減少により融雪期に土壌の凍結融解が生じ、DOC/DON比の高い新鮮な有機物が放出されて基質となることで正味無機化量が増加することや、積雪量の減少に伴い融雪水量が減少することで正味硝化量が減少することによるものと考えられた。

P1-143

土壌培養に伴って放出される無機態窒素は、易分解性有機態窒素か? - 2:1型鉍物層間を出入りするアンモニウムイオンの寄与 -

*松岡かおり(東京農工大・連合農), 森塚直樹(京大院・農)

土壌中の2:1型粘土鉍物の層間は、 NH_4^+ や K^+ を保持する空間である。鉍物層間に保持される NH_4^+ の量は $8200 \text{ kg N ha}^{-1}$ (土壌深120cmとして)(Martin et al. 1970)と比較的多く、表層土壌においては全Nの3-10%、下層土壌では、全Nの85%以上が層間 NH_4^+ である土壌も存在する(Young and Aldag 1982)。しかし、2:1型鉍物層間の NH_4^+ は、絶えず層間に居続けるのではなく、1) 土壌溶液の NH_4^+ 濃度、2) NH_4^+ 特異吸着の強弱、3) 層間末端からの距離、に応じて鉍物層間を出入りする。

本研究は、2M KCl溶液による交換態Nの抽出後、その抽出残土の層間 NH_4^+ を定量(Silva and Bremner 1966)できる手法を考案した。この定量法を培養と併用することで、既存認識「土壌培養に伴って放出される無機態Nは、易分解性有機態N」であるかどうか? その無機態Nに占める2:1型鉍物層間 NH_4^+ の寄与はどれくらいか? が明らかになる。実験は水田生態系を想定した。水田表層土壌を用い、上述1)-3)の環境条件を、1)・3)好気培養[NH_4^+ 減少]/湛水培養[増加]、および稲ワラ添加の有[NH_4^+ 供給源]/無、2)培養後の風乾の有[強固な NH_4^+ 特異吸着]/無、に任意に変え、30°C培養(0・7・28・49・70日)後に上述の手法によって、交換態N濃度、層間 NH_4^+ 濃度を測定した。その結果、好気・稲ワラ無添加区において、7日間の培養により、交換態Nの増加と層間 NH_4^+ の減少が見られた。培養後更に風乾を行うと、交換態Nと層間 NH_4^+ の総量は殆ど変化しないものの、層間 NH_4^+ 量が有意に増加し、その割合が高まった。長期培養の結果と共に、土壌培養に伴って放出される無機態Nに占める2:1型鉍物層間 NH_4^+ の寄与を明らかにする。

P1-142

巨大なバイオマスが炭素循環に与える影響とは? - ボルネオ島熱帯雨林の例 -

*片山歩美, 小松光, (九大演習林), 久米朋宣(台湾大), 斎藤琢(岐阜大), 大橋瑞枝(兵庫県立大), 中川弥智子(名古屋大), 大槻恭一(九大演習林)

(キャンセル)

P1-144

ヒノキ若齢林の斜面上部と下部における土壌窒素無機化速度の季節変化

細川奈々枝*, 伊東大介(信大農), 小林元(信大AFC), 平井敬三(森林総研東北)

土壌窒素の無機化速度を同一斜面系列の上部と下部で比較し、斜面位置による窒素無機化特性の違いについて検討した。調査は、信州大学農学部附属演習林手良沢山ステーションの25年生ヒノキ林で行った。調査林分は平均傾斜35°の東北東向き斜面にあり、平均樹高は斜面下部の方が斜面上部より有意に大きい。土壌の母材は風化した花崗岩で、土壌型は斜面上部が偏乾型型の適潤性褐色森林土、斜面下部が適潤性褐色森林土である。土壌の培養はレジソコア法を用いて現地の自然条件下で行った。培養は深さ0~5cmと20~25cmの土壌について行った。培養期間は2009年の4月から2010年の11月までの20ヶ月間で、この間に計11回の培養を行った。1回の培養日数は39~45日で、土壌の凍結する冬期は127日間培養した。培養期間中、深さ5cmと25cmの地温をサーミスタ温度計で測定した。また、深さ20cmの土壌の水ポテンシャルをテンシオメータで測定した(冬期を除く)。窒素無機化速度は4月から11月は高い値を示したが、地温の大きく低下する12月から3月は低い値を示した。4月から11月にかけての季節変化は、2009年と2010年で異なった。斜面上部と下部において、窒素無機化速度は両年とも4月から11月にかけて上昇する傾向を示したが、2009年では7月から9月および9月から10月の間低下し、2010年では6月から7月の間低下した。2009年の低下は土壌の水ポテンシャルの低下する時期と一致していたが、2010年は土壌水分が湿潤な時期に低下した。窒素無機化量は、両年ともに0~5cm土壌では斜面下部が上部より大きい値を示した。一方、20~25cm土壌では2009年は斜面下部が大きい値を示したが、2010年は逆に斜面上部が大きい値を示した。

P1-145

不耕起栽培圃場におけるミミズの土壤改変が土壤の炭素貯留に与える影響

* 荒井見和, 金子信博 (横浜国大院・環境情報), 陀安一郎 (京大・生態研), 小松崎将一 (茨城大・農)

ミミズは土壤構造や物質循環速度の変化を通して植物や微生物活性、有機物分解に影響を及ぼす生態系改変者とされる。ミミズの糞に由来する団粒は炭素動態に影響することから、土壤生態系における炭素循環を考える上でも重要な生物である。一方、地球温暖化軽減策として、農地管理による土壤の炭素貯留が注目されている。本研究で着目した不耕起栽培は、大型機械による土壤への負荷が生じないため、ミミズの個体数・バイオマス量が多くなり、ミミズの糞に由来する団粒が長期間保存される。したがって、土壤攪乱が少ない圃場では、ミミズが土壤の炭素貯留に与える影響が大きくなると予想される。そこで不耕起栽培圃場におけるミミズの土壤改変が、土壤の炭素貯留にどのような影響を与えるのかを把握することを目的として、2007～2009年にミミズ導入試験を行った茨城大学農学部附属FSCの不耕起・カバークロープ圃場(FSC)と、10年以上不耕起、農薬・化学肥料の不使用、稲藁マルチなどの営農管理を行っている圃場(NF)を対象として調査を行った。両調査地において土壤の粒径サイズに着目して、放射性炭素同位体($\Delta^{14}\text{C}$)分析、耐水性団粒解析、二酸化炭素放出量の測定を行った。 $\Delta^{14}\text{C}$ 分析結果から、ミミズの摂食・排糞による土壤炭素量の寄与を推定し、ミミズが細土(<1 mm)と植物残さを混食することにより、排出された糞が新しい炭素を含む粗大団粒(>1 mm)として蓄積する可能性が示唆された。また、ミミズの活動影響下で、土壤の安定性を示す耐水性団粒は2 mm以上の画分が増加し、炭素無機化率は微小団粒(<1 mm)で抑制された。よって、ミミズが多くなる不耕起栽培下では、団粒の物理的安定性の向上と、微小団粒(<1 mm)で微生物による有機物分解の抑制が生じたため、土壤炭素が蓄積されていくと考えた。

P1-147

脂肪酸 - 安定同位体比を用いた淡水産貝類の餌源解析

* 藤林恵, 慎祐爽, 長濱祐美, 中野和典, 西村修 (東北大学大学院)

宮城県栗原市の溜め池に優占する巻貝オオタニシおよび二枚貝イシガイの餌源を脂肪酸および安定同位体比を指標として解析した。オオタニシ、イシガイの他に潜在餌源として底泥、懸濁物質、オオタニシの殻上に発達している付着藻類(以下、殻付着藻類)を採集し、それぞれ脂肪酸組成と炭素-窒素安定同位体比を分析した。オオタニシ体内からは緑藻・藍藻由来の脂肪酸がもっとも多く検出され(全体の脂肪酸の15.2%)、珪藻や細菌に由来する脂肪酸の含有量は相対的に小さかった(3.0%, 4.2%)。イシガイにおいてもオオタニシ同様に緑藻・藍藻由来の脂肪酸を最も多く含んでいた(7.2%)。また珪藻および細菌に由来する脂肪酸含有率はそれぞれ6.3%, 5.2%であった。一方、安定同位体比はオオタニシ(C: -24.4%, N: 5.5%), イシガイ(C: -28.1%, N: 7.3%)であり、炭素、窒素ともに有意に値が異なった($p < 0.05$)。また潜在餌源についてはそれぞれ底泥(C: -25.6%, N: 4.0%), 懸濁物質(C: -27.2%, N: 5.0%), 殻付着藻類(C: -23.2%, N: 3.6%)であった。オオタニシの安定同位体比は底泥や殻付着藻類二近く、オオタニシは底泥や殻付着藻類から緑藻・藍藻を同化していると考えられた。またイシガイにおいては懸濁物質から緑藻・藍藻を同化していることが考えられた。両種とも緑藻・藍藻を主に同化するという類似の食性を有していることが示唆されたが、オオタニシは底泥と殻付着藻類、イシガイは懸濁物質から餌を取り入れており、このことが本調査池において両種が優的に生息している一因になっていると考えられた。

P1-146

Investigation of stable isotopic composition and related characteristics of plant species in taiga-tundra ecosystem region

*Liang Maochang (Hokkaido Univ.), Sugimoto Atsuko (Hokkaido Univ.)

North Eastern Eurasia is covered by permafrost which is the largest and the deepest in the world, and taiga forest (deciduous conifer larch) exists on it. It is expected that northern edge of taiga (taiga-tundra boundary) is greatly affected by global warming, and change in vegetation may cause greenhouse gas emission. Field observation on photosynthesis of larch and C and N isotope ratios of plants were carried out in taiga-tundra boundary ecosystem at Chokurdakh in 2008, 2009 and 2010 to investigate the response of the photosynthesis on various environmental factors. Observed rate of photosynthesis changed with PAR, and decreased when the chamber temperature was more than 22 °C. N content and N and C isotope ratios of larch needles varied among years and also among the sites. Needle $\delta^{13}\text{C}$ was higher in 2009 than in 2008 and 2010, and needle N content was negatively consistent with $\delta^{13}\text{C}$. No significant differences of larch needle $\delta^{15}\text{N}$ were found in 2009 and 2010. Larch trees are generally found on tree mound which consists of sphagnum, however, several trees were found growing at wet area where the landscape was similar to wetland. Larch needle $\delta^{13}\text{C}$ at wet area was lower than the trees at the other sites, $\delta^{15}\text{N}$ value and N content were also lower.

P1-148

Comparison of groundwater DOC among three different tropical peatlands in Central Kalimantan, Indonesia

*Siti Sundari, Hiroyuki Yamada and Takashi Hirano (Graduate School of Agriculture, Hokkaido Univ)

Effects of fire on carbon balance in tropical peatland have been concerned as a serious issue in the world. To evaluate the effect on the leaching of dissolved organic carbon (DOC) from peatland, DOC concentrations of groundwater were determined at three different tropical peatland ecosystems in Central Kalimantan, Indonesia. Water samples were collected at unburnt site (SF) in Sabangau swamp drained forest, and at unburnt (KF) and burnt sites (KB) in Kalamangan drained swamp forest from July to November in 2010. Physicochemical parameters of the groundwater, such as electrical conductivity (EC), pH, groundwater level and temperature were also measured at the sites. Temporal variations in DOC concentration were synchronized with water level, EC and pH values. DOC has been increased with increasing EC and decreasing pH. The highest DOC was measured at KF (13.42 to 73.40 mg L⁻¹), whereas the lowest DOC was at SF (6.41 to 49.36 mg L⁻¹). DOC was lower at KB (10.83 to 29.81 mg L⁻¹) than KF site. It was indicated that fire significantly decreased the DOC concentration of groundwater. On the other hand, the lowest EC and the highest temperature were measured at KB, although pH value was not so different among the sites.

P1-149

湿原における遷移初期種のリター分解と微生物群集の関係

* 竹内史子, 大瀧みちる, 露崎史朗 (北大院環境)

リター分解過程は主に微生物分解や物理的破碎、光分解によって制御されているため、温度や養分・水・光などの環境要因に制約される。特に、植生の変化は供給リターの成分や量を決定し、また、植生の発達による被陰の増加・温度の安定化・乾燥の軽減を生じさせるため、分解速度に大きな影響を与える。そこで本研究では、環境変動の大きい遷移初期に着目し、植生変化にともなう初期侵入種のミカヅキグサ、ヌマガヤ2種のリター分解速度の変化と、主に微生物群集との関連性を明らかにすることを目的とした。

調査は北海道サロベツ湿原泥炭採掘跡地の裸地、ミカヅキグサ優占地、ヌマガヤ優占地において行った。各サイトにミカヅキグサ、ヌマガヤのリターバックを設置し、経時変化によるリター分解率およびリン脂質脂肪酸、リン脂質量、リター成分 (C, N, P, $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$)、環境要因 (地温、照度、土壌含水率) の測定を行った。

リター分解速度は裸地で遅く、ミカヅキグサ・ヌマガヤサイト間では差がなく2年半で30%程度の分解が認められた。したがって、リター分解速度はリターの種差よりもむしろ周囲の環境 (特に植被の有無) により規定されていると考えられた。微生物量はヌマガヤサイトで高かった。一方、微生物種はサイト間よりもリター種間で差が見られた。また、ミカヅキグサ・ヌマガヤサイトではともに分解率とNおよびP含有率には正の相関が認められ、特にヌマガヤサイトでは分解にともないPの蓄積が高くなることが示された。以上からミカヅキグサ・ヌマガヤサイトでは分解速度に差はないものの、微生物分解過程が異なることが示唆された。

P1-151

落葉広葉樹林及び常緑針葉樹林におけるリター含水率の野外連続測定

* 増田莉菜 (早稲田大・人間科), 友常満利, 関根有哉, 吉竹晋平 (早稲田大・院・先進理工), 小泉博 (早稲田大・教育), 太田俊二 (早稲田大・人間科)

リター層は土壌の最上層であり他の土壌層と比較して降雨や温度の影響を受けやすいため、温度と水分状態の変動とともにリターの呼吸速度も大きく変化することが考えられる。そのためリター層の温度、水分状態をモニタリングすることは森林の土壌呼吸量の正確な推定やメカニズムの解明に必要である。本研究ではリターの水分状態のより正確かつ実用的な野外連続計測方法を検討した。

本研究は長野県浅間山麓の南側に位置する落葉広葉樹林及び常緑針葉樹林で行った。リター含水率の野外連続測定方法として、FH層に土壌水分計を挿入しその出力値とリター重量含水率との相関を利用する手法a、土壌水分計をリター層に直接挿入し、その出力値とリター重量含水率との相関を利用する手法b、及び、一枚一枚の葉リターに電流を流し、その電圧の値を測定するセンサーを取り付け、そのセンサーの出力値とリター重量含水率との相関を利用する手法cの3手法を試みた。野外連続測定ではリターが乾燥していく過程、湿っていく過程の両方で測定でき、かつ両過程でキャリブレーションラインが共通であることが望まれる。そのため加水実験と乾燥実験を行い、それぞれの手法で用いた土壌水分計及びセンサーの出力値とリター含水率に有意な相関があるか、そして両過程でキャリブレーションラインは共通であるかを確認した。

実験の結果、広葉樹林及び針葉樹林とも測定に適していたのは手法b、手法cであった。しかし手法bでは高価な土壌水分計を複数台設置しなければならないという問題がある。一方、手法cでは使用するセンサーを安価に作成でき、多くのセンサーを利用できるため3手法のなかでは手法cがリター含水率の野外連続測定に最も適していると考えられた。

P1-150

放牧シバ草原において牛糞が土壌及び植生に与える影響

* 五月女皓海, 吉竹晋平 (早稲田大・院・先進理工), 小泉博 (早稲田大・教育)

放牧シバ草原では放牧自体の踏圧や被食、排泄物などの影響があり、中でも家畜排泄物は有機物や養分の供給源として重要である。本研究では、放牧シバ草原の牛糞に焦点をあて、フンの供給・分解過程、そしてそれらが土壌や植物体におよぼす影響を明らかにすることを目的とした。

調査は、岐阜大学高山試験地に隣接する牧場で5月末～10月の放牧期間中に行った。100 m × 30 mの調査区を設置し、調査区内に供給されたフンの個数、重量を測定した。また、牛の侵入のないシバ地にフンを設置し、1ヶ月おきにフンの重量変化と呼吸速度を測定した。さらに、フン直下および周辺の土壌を採取し、アンモニア態窒素濃度、硝酸態窒素濃度を測定した。加えて、シバの地上部現存量の測定を行った。

フンの年間供給量は、炭素で4～10 gm²、窒素で0.5～1.5 gm²であった。フンの重量は最初の1ヶ月で30%程度にまで減少し、その大部分は無機化されて二酸化炭素として大気中に放出されていた。したがって、有機物として土壌に入る炭素の量は少ないことが明らかになった。一方、フン供給から1ヶ月後に土壌中アンモニア態窒素が4.4倍に増加したことから、無機態の窒素が土壌に供給されたことが示された。このアンモニア態窒素は、その後硝化により硝酸態窒素へと変化した。またフン周辺では、植物体現存量は1.4～2.0倍に増加した。これらのフンによる影響がみられた範囲はフンから10 cm程度の距離であり、100 m × 30 mの調査区内では約0.6～1.0%の面積に相当した。このことは、放牧シバ草原においてフンによる影響がおよぶ範囲が限定的なことを意味しているが、その範囲では土壌や植物体に対して大きな影響を及ぼすため、草原生態系の物質循環において放牧に伴うフンの影響を考慮することは重要であると考えられる。

P1-152

カラマツ林風倒壊跡地における炭素交換量および蓄積量

* 佐野 智人 (北大院農), 平野 高司 (北大院農), 梁 乃申 (国環研・CGER), 藤沼 康夫 (鳥取環境大)

台風は東アジアの森林生態系における主要な攪乱要因であり、しばしば壊滅的な強風被害を与えてきた。しかし、台風による攪乱にともなう森林生態系の炭素収支変化を定量的に評価した研究例はほとんどない。本研究では、2004年台風18号により壊滅的な被害を受けた北海道の苫小牧国有林にある約50年生のカラマツ林風倒壊跡地を対象として、チャンパー法と生態学的手法により、炭素蓄積量およびCO₂フラックスの測定を行なった。なお、風倒木は搬出され、枝や寝返りした切株などはそのまま残された。また、攪乱後の植生はエゾイチゴが優占するようになった。

自動開閉型の大型チャンパーシステムを用いて、2006～2008年の無積雪期間に純生態系生産量 (NEP) を連続観測した。3年間の共通観測期間 (45ヶ月間) における (総光合成量) GPPと (生態系呼吸量) REの積算値は、それぞれ411 ± 27, 489 ± 5 gC m²となった。また、攪乱前3年間 (2001～2003年) の渦相関法による測定結果と比較すると、GPPは64%、REは51%の減少となった。その結果、積算NEPは159 ± 57 gC m²から-80 ± 30 gC m²に減少した。また、2007年の年積算値を推定したところ、NEPは-31 gC m² y⁻¹となった。さらに切株からのCO₂放出を考慮すると、年積算NEPは-91 gC m² y⁻¹と推定された。

刈取調査より求めた攪乱後の地上部純一次生産量 (NPP_A) の平均値は145 gC m² y⁻¹だった。切株からのCO₂放出を考慮すると、生態学的手法による2007年の年積算NEPは-22 gC m² y⁻¹となった。これらの結果より、台風による攪乱にともない、カラマツ林はCO₂シンクから弱いソースへ変化したことが明らかとなった。

P1-153

自然農法圃場における窒素動態-15Nを用いた窒素の移動と植生による吸収

*八木岡敦, 小松崎将一, 浅木直美(茨城大・農), 上野秀人(愛媛大・農), 金子信博(横国大・環境情報)

化学肥料や農薬、大型機械による耕うんを前提とした現代の農業体系は作物の生産量の増大に貢献した一方、それに伴う生物多様性の減少、肥料の溶脱による地下水汚染といった問題を引き起こしている。一方、不耕起で草を生やし、少量の有機質肥料の投入によって作物生産をおこなう自然農法は、土壤有機物の増加やそれに伴う土壤生物の増加、養分循環といった点で、投入が少ないにも関わらず作物生産が可能となり、近年注目されている。しかし、自然農法圃場における土壤の養分動態については報告されていない。本研究では、不耕起草生圃場における窒素、リンの動態に加えて、¹⁵Nを用いた実験により窒素の垂直移動、水平移動を明らかにすることを目的とした。

実験は茨城大学FSセンター内の圃場にて実施した。処理区として耕起の有無、肥料(米ぬか)の有無の計4水準、4反復を設定し、カボチャとインゲンを栽培した。窒素、リンに関してはすべての区について0-90cmを6層に分けて調査した。また、¹⁵Nを用いた実験は、無施肥区で実施し、主に耕起の有無と草生による影響について調べた。6月に重窒素トレーサーをカボチャから1.5mの地点に添加し、添加した地点から0m,0.25m,0.5m,1m,1.5mの5地点の0-30cmの土壤をとり、肥料の水平移動を調べた。同時に、草生区では植生による吸収量として、植物体と根に含まれる¹⁵Nを調査した。また0m地点については0-30cm,30-60cm,60-90cmの3層に分けてサンプリングし、肥料の垂直移動について調べた。サンプリングは6月、8月、10月の計3度実施した。今回はその結果について報告する。

P1-155

冷温帯放牧草原における土壤呼吸に対する環境要因の影響

*井上智晴(早稲田大・院・先進理工), 小泉博(早稲田大・教育)

草原生態系は陸域面積の約30%を占めるため、グローバルな炭素循環に影響を与える重要な生態系の一つであると考えられる。しかし、これまでの草原生態系における土壤呼吸の測定は1~2年間という短期間で行われている場合が多く、長期的測定に基づいた土壤呼吸の経年変動とその環境応答性について注目した研究は少ない。

そこで本研究では、草原生態系における土壤呼吸の季節変動及び経年変動をコントロールする環境要因を明らかにするために、日本の中部山岳域に位置する冷温帯放牧草原(乗鞍岳山麓、岐阜県高山市)を対象として、チャンパー法を用いた土壤呼吸の測定を約1カ月おきに2007年4月から2009年12月までの3年間(積雪期である1月~3月は除く)にわたって行った。同時に、土壤温度と土壤含水率、月降水量の測定も行った。

その結果、季節変動は、各年とも土壤温度と強い相関性が認められた($R^2 = 0.85 \sim 0.86$)。また、夏季においては、高い土壤含水率が土壤呼吸を上昇させる要因になりうる事が示唆された。各年の年間土壤呼吸量は、2007年が755 g C m⁻² year⁻¹、2008年が719 g C m⁻² year⁻¹、2009年が1037 g C m⁻² year⁻¹と推定され、2009年は他の年に比べて土壤呼吸量が約40%上昇した。これは融雪時期と梅雨期の降水量の違い(融雪期の早まりと降水量の多さ)の影響を受けているためであると考えられる。

P1-154

地上分光観測と陸域生態系モデルによるポイントスケールでの炭素収支解析

*村上和隆(筑波大・生命環境), 佐々井崇博(名古屋大・環境), 野田響(筑波大・生命環境), 秋津朋子(筑波大・生命環境), 奈佐原顕郎(筑波大・生命環境)

広域の炭素収支の把握する上で、衛星データを使用することが有用である。衛星データから推定される葉面積指数(LAI)や光合成有効放射吸収率(FPAR)は、葉や幹の形質によって決まる分光特性の季節変化を考慮せずに推定されている。しかし、分光特性の季節変化は衛星観測で得られる反射率を大きく変化させるため、その季節変化はLAI、FPARを推定する上で欠かすことができない。本研究では、季節毎に葉の分光特性を測定し、モデルを介して月毎にLAI、FPARの推定を行った。その結果を陸域生態系モデル(BEAMS)に入力して、炭素収支を推定した。

LAI、FPARの推定には、SAILモデルを用いた。SAILモデルは、鉛直1次元放射伝達モデルで、葉の反射・透過率、LAI、葉の傾斜角度分布を入力値として群落の反射・透過率を推定できる。この結果を用いて群落反射率からLAIとFPARの推定アルゴリズムを作成した。BEAMSは、気象データと衛星データから炭素フラックス等を推定できる。本研究では衛星データの代わりに地上観測から推定したLAIとFPARを用いた。

落葉広葉樹林である岐阜大学高山試験地を対象地域とし、展葉直後、LAI最大期、落葉直前の3時期で葉の分光特性を測定した。測定した分光特性及びLAIと葉の角度分布からSAILモデルを用いて各時期の群落の反射率を推定、モデル検証を行った。群落反射率の推定値は、LAI最大期で実測と良い一致を示したが、他の時期では実測値とのズレが大きかった。LAI変化に対して感度の高かった近赤外と緑の反射率特性を用いて地上観測の群落反射率から月毎のLAIとFPARを推定し、BEAMSに入力して月別の炭素フラックスを算出した。フラックスの季節変動はよく再現され、絶対値も概ね良い傾向を示した。

P1-156

貧栄養塩河川において光がコントロールする付着藻類の栄養塩含有率がグレイザーの成長および再生産に与える影響

*太田民久(北海道大学・環境科学院), 三宅洋(愛媛大学・工学部), 日浦勉(北海道大学・苫小牧研究林)

植食者の成長量や繁殖量を規定する要因として、餌資源である生産者のC(炭素)、N(窒素)およびP(リン)の比率が非常に重要とされている。生産者のC、NおよびPの比率は光条件と周辺環境の栄養塩濃度との間のバランスによって決定され、周辺環境の栄養塩濃度が一定の条件下では、生産者に含まれるCに対するNおよびPの比率が、Cの同化量が少ない弱光下に比べてCの同化量が多い強光下で減少する。つまり、光:栄養塩比の高い環境では餌資源のCN比およびCP比が上昇し、消費者の成長および繁殖が制限される可能性が高い。逆に弱光下において光合成活性が低下すると、餌資源量が低下し、同様に消費者の成長および繁殖が制限される可能性が高い。つまり、貧栄養塩環境下においては光が強すぎる場合も、弱すぎる場合も植食者の成長量および繁殖量は抑制されるということが光:栄養塩仮説によって予想されている。しかし、河川生態系において本仮説を検証し、これを支持した研究は未だ皆無である。本研究では付着藻類と植食者であるヒラマキミズマイマイ(*Gyraulus chinensis*)を対象に河川生態系を模した室内実験を行い、光をコントロールしてやることで、光:栄養塩仮説の検証を行った。本実験系の栄養塩濃度は非常に低く維持され(無機態窒素10.4/31.2 μg/L、全リン0.4/1.4 μg/L)、光は林冠に覆われた河川および直射日光を網羅する50/1500 μmol photon s⁻¹m⁻²の範囲でコントロールした。その結果、中程度の光量で成長量が最大になるという光:栄養塩仮説を支持する結果が得られた。また餌資源のCP比が植食者の成長および繁殖に対する配分を変更させることも観察された。貧栄養な河川生態系において、光は生産者のCP比をコントロールすることで、植食者の生活史にも影響を与えることが示唆された。

P1-157

新型自動開閉チャンバーを用いた土壌呼吸速度の解析

*安西理(早稲田大・教育), 友常満利, 吉竹晋平(早稲田大・院・先進理工), 小泉博(早稲田大・教育)

森林生態系の炭素収支を明らかにするためには土壌呼吸量の正確な推定が重要である。また、土壌呼吸に影響を及ぼす地温や水分などの環境要因は一日のうちに大きく変化するので、土壌呼吸の日変化を追う研究が行われてきている。しかし、測定に用いるチャンパー内外の環境の違いや測定間隔、森林内でのシステム構築などに依然として問題が残っている。そこで本研究では、これらの問題を解決できうる新型自動開閉チャンパーを用いて土壌呼吸速度の日変化を明らかにし、環境要因との関係性を議論した。

本研究ではチャンパーを自動で開閉させることによりチャンパー内外の環境の差を少なくできる密閉法を採用した。測定システムはバッテリーを電源とし、CO₂濃度の測定には小型のCO₂プローブセンサーを用いるため可搬性に優れている。本システムを用いて2010年7月～11月までの5ヶ月の各月4～5日間、浅間山麓の落葉広葉樹林において土壌呼吸速度の連続測定を行った。また、同時に地温、水分、降水量の測定も行った。

本測定システムを用いることで、降雨時を含めた一定期間において短い測定間隔で土壌呼吸速度を連続測定することが可能であった。土壌呼吸速度はどの月も20～24時にピークをとり、8～12時に最も低くなる日変化を示した。これは地温の日変化とは一致しておらず、地温と土壌呼吸速度はどの月も低い相関を示した。また、7, 9, 10月に観測された降雨時には、土壌含水率の上昇に伴って土壌呼吸速度が若干上昇する傾向が見られた。温度-呼吸曲線と地温から算出した土壌呼吸量の推定値と、本研究で測定した実測値を比較すると、夏季には推定値が平均で15.1%過大評価し、冬季には平均で17.0%過小評価する傾向があった。以上のことから、土壌呼吸量や日変化の正確な把握やその制御要因の解明には連続測定は必要であると考えられる。

P1-159

モウソウチクの広葉樹二次林への侵入が窒素循環に与える影響

*白井伸章・米田聡美(京大院・農)・福島慶太郎・徳地直子(京大・フィールド研)・尾坂兼一(滋賀県大・環境科学)

近年モウソウチクの里山地域への拡大が数多く報告されている。モウソウチクは地下茎によるクローン繁殖・長い開花周期など、里山を構成する木本樹種とは大きく異なる生活史をもつ。そのため、近隣の森林へのモウソウチクの侵入に伴う植生の単一化が森林生態系の窒素の動態に大きな影響を与えると考えられる。本研究は京都府と大阪府境界に位置する天王山において、モウソウチク林BFとコナラが優先する広葉樹二次林SFを調査地に設定した。植物体窒素現存量の算出には、モウソウチクや広葉樹のアロメトリー式からバイオマスを推定し、各器官に窒素濃度を掛け合わせた。土壌中の窒素動態の把握には、有機物層(Oe + Oa)と鈳質土壌層0-10cmの無機態窒素現存量、純窒素無機化・硝化速度、¹⁵N同位体希釈法による総窒素無機化・硝化速度、微生物現存量の推定を行った。土壌の全窒素蓄積量は細土率に採取した土壌の各層の窒素濃度を掛け合わせ算出した。

植物体の窒素現存量はBFとSFで同程度であった。土壌の全窒素蓄積量、無機態及び微生物窒素現存量はBFで高かった。有機物層の無機化に関して純速度はBFで、総速度はSFでより高い傾向を示した。SFではNH₄⁺-N消費速度が高く、生成されるNH₄⁺-Nの大部分が不動化されていた。有機物層の硝化速度は純・総速度ともにBFで高く、鈳質土壌層でBFの純速度は負の値、NO₃⁻-N消費速度もBFで高かった。以上の結果から、モウソウチク林では鈳質土壌層で窒素の不動化が卓越することが示された。すなわち、森林生態系へのモウソウチクの侵入によって効率的に窒素が蓄積され、系外への窒素の流出抑制に寄与すると考えられる。

P1-158

ヒノキ林における土壌無機態窒素の制御要因

*米田聡美(京大院・農), 白井伸章(京大院・農), 徳地直子(京大・フィールド研), 大手信人(東大院・農), 勝山正則(京大院・農), 福島慶太郎(京大・フィールド研)

森林土壌において窒素(N)の無機化及び硝化過程の把握は、森林生態系の窒素動態を把握するために重要である。これまで森林土壌の窒素については、土壌培養前後の無機態窒素の変化量、すなわちみかけの生成速度(純速度)で評価されてきた。しかし、この方法では不動化量が反映されず、真の生成速度(総速度)とは異なる。本研究では、森林土壌の窒素動態をより正確に評価するため、土壌の窒素無機化・硝化の総速度を測定し、年間の動態を明らかにすることを目的とした。また森林生態系の窒素循環を再考察し、窒素循環の制御要因を検討した。

本調査は、滋賀県大津市桐生試験地で行った。季節ごとにA₀層及び鈳質土壌層(M層)0-10cmの土壌をサンプリングし、現地培養コア、イオン交換樹脂を設置した。持ち帰ったサンプルは無機態窒素現存量及びビン培養法による純速度の測定、¹⁵N同位体希釈法による総速度の推定を行った。

アンモニア態窒素の現存量はA₀層で含水率と、M層で気温、降水量と関係がみられた。純無機化速度は夏期に高く、秋期に低い傾向がみられた。純速度・総速度・無機態窒素消費速度の結果から、冬期のA₀層とM層及び夏期のA₀層では有機態窒素が無機化され、生成されたアンモニア態窒素が生成し、不動化されて再び有機態窒素へ戻る循環が主要であることが示唆された。対して、夏期のM層では硝化を含む循環経路が主要であった。これらのことから、季節的に主要な循環経路とそれに関わる制限要因の変化が示唆された。

P1-160

腐植湖沼赤沼における溶存有機物分解に対する光と微生物の影響

*千賀有希子, 渡辺泰徳(立正大・地球), 照井滋晴(NPO・PEG), 広木幹也, 野原精一(国立環境研)

海水や湖水中の溶存有機物(DOM)は、地球上の炭素プールとして重要であり水域のみならず地球全体の炭素動態に大きな影響を及ぼしている。またDOMは、水域生態系に特有な微生物食物連鎖の起点になっている重要な物質である。したがって、水域におけるDOMに関して多くの研究が行われてきた。特にDOMの生成機構は明らかになりつつあり、プランクトンの細胞外排出物や排泄物、植物遺体の分解によって生じる腐植物質が主なDOMの起源であることなどが解っている。一方でDOM分解については、微生物と光による分解の2つの過程があることが指摘されているものの、それらの機構は十分には解明されていない。本研究では、鈳路湿原に位置する腐植湖沼赤沼を対象として、DOM分解に対する微生物および光の影響を調べた。

赤沼湖水を石英三角フラスコに入れ、人工ランプによって太陽光、紫外線A、Bの照射を行った。同時に、三角フラスコをアルミホイルで覆った暗条件も調製した。時間を追ってDOMの濃度の減少および蛍光分光光度計によってDOMの質の変化を測定した。また溶存酸素濃度の減少量から微生物によるDOM分解量を見積もるとともに、細菌を蛍光顕微鏡で観察することで形態の変化を観察し、微生物への影響を検討した。

赤沼のDOMは、微生物によっても、光によっても分解した。DOMの減少量から、太陽光および紫外線の照射が最もDOM分解を促進することが解った。しかしながら、腐植物質の分解には、紫外線のみ照射よりも太陽光の方が大きく寄与していた。また、光の条件によって優占する細菌が異なることが解った。水域のDOMは微生物食物連鎖過程を左右する重要なファクターである。近年、地上に到達する紫外線が増える中で、湖沼のDOM分解の研究は湖沼生態系を保全する意味から重要であると考えられる。

P1-161

冷温帯シバ草原における温暖化操作実験 -炭素収支への影響-

* 関根有哉, 吉竹晋平 (早稲田大・院・先進理工), 小泉博 (早稲田大・教育)

従来、生態系における炭素収支は生態系総生産量 (GEP) と生態系呼吸 (ER) からなる生態系純生産量 (NEP) で評価されてきた。しかし、温暖化がNEPをどのように変化させるかについては不明な点が多い。本研究では草原において温暖化操作実験を実施し、温暖化によるNEPの変化とその制御要因を明らかにすることを目的とした。

調査は、2009年5月から2010年12月まで岐阜県乗鞍岳の冷温帯シバ草原において行った。対照区と、地上から1.2mに遠赤外線ヒーターを設置する温暖化区を設け、積雪期を除き温暖化区は対照区より2℃高くなるように制御した。毎月透明なチャンパーと遮光シートを用いて密閉法でNEPとERを測定し、その差からGEPを算出した。また、地上部現存量 (AGB) と葉のクロロフィル濃度を計測した。

その結果、温暖化区のNEPは2009年は対照区よりも多く、2010年は対照区よりも少なかった。一方、ERとGEPは2年とも温暖化区で有意に増加した。AGBとクロロフィル濃度はどちらも温暖化区で有意に増加した。これらのデータを用いてフラックスの制御要因について解析したところ、ERとGEPはどちらも温度やAGBと有意な相関を持つことが示された。ただしGEPは最適温度を持ち、一定以上の温度ではGEPが減少することが確認された。また、クロロフィル濃度はGEPに影響を及ぼさなかった。以上より、温暖化区のERやGEPが増加したのはどちらも温度とAGBによるものであると考えられる。温暖化区と対照区のNEPの大小関係が年によって異なるのは、2010年が例年よりも気温が高かったことで温暖化区の夏のGEPが減少したことが原因だと考えられる。シバ草原では夏の温度がどこまで上昇するかが、NEPの増減を決める重要な要因であることが示唆された。

P1-163

河口干潟における落葉の底生生物による利用: 食べる? 棲んでる?

* 伊藤尚子, 佐々木晶子, 中坪孝之, (広島大・院・生物圏)

河口干潟では、藻類などによる一次生産が活発だけでなく、河川から陸由来の有機物が流入するため、高い生産性が維持されている。本研究では、河口干潟に陸から供給される有機物の一つとして落葉に着目し、底生生物にどのように利用されているかを明らかにすることを目的とした。

調査は広島県呉市の黒瀬川河口干潟で行った。落葉を利用する底生生物の有無を明らかにするため、底生生物が侵入できるよう処理をしたメッシュバッグにヨシの落葉を入れ、干潟に設置した。2週間後に回収し、メッシュバッグに出現した生物のタイプと個体数と重量をそれぞれ調べた。その結果、代表的な出現生物として甲殻類(カニ、ヤドカリ類)、巻貝類(ウミナナ類)が確認できた。確認された生物には、メッシュバッグ内に多く出現するものと、外に多く出現するものがあり、生物タイプによって出現パターンが異なる傾向が認められた。これらの生物は、落葉を生育場所として利用している可能性と、餌として利用している可能性が考えられる。そこで、野外調査で確認された底生生物が落葉を餌として利用しているのかを調べるため、摂食実験を行った。対象とする生物にヨシの落葉を一定量与え、人工気象器内で飼育し、葉面積や重量などの変化を3~7日おきに調べた。発表では、これらの結果を踏まえ、河口干潟における、底生生物による落葉の利用の仕方について考察する。

P1-162

水生コケ植物の重金属蓄積特性

(*) 鈴木悠介 (名大院・生命農), 竹中千里 (名大院・生命農), 坪田博美 (広大院・理)

銅 (Cu) などの重金属は生体内蓄積による毒性が知られ、重金属汚染地への浄化対策が求められている。本問題への有望な対策として、植物を用いた環境浄化技術であるファイトレメディエーションがある。この技術開発は汚染土壌への適用が主流である一方、鉱山跡地からは水に溶脱した重金属が低濃度ながら流出し続けている (田崎, 1998) ため、水圏に適用しうる技術開発も必要である。コケ植物には重金属を高濃度蓄積する種が知られ、発表者らは数地点でコケ植物の探索を行い、従来から知られるホンモンジゴケ (S. catractae) 以外に、アオハイゴケ (R. riparioides) など数種におけるCu、鉛 (Pb) の高濃度蓄積を報告した (鈴木ら, 2010)。本発表ではコケ植物の重金属蓄積メカニズム解明への第一ステップとして、植物体中の元素濃度の相関性に着目し、解析・考察を行なった。

調査は鉱山跡地など計7地点で行い、水試料とコケ植物を採取した。水試料は水温、EC、pH、溶存元素濃度 (ICP) を測定し、コケ試料は洗浄・乾燥後、硝酸分解を行い、元素分析 (ICP) を行った。元素分析の結果より、採取したコケ全体でCdとZn濃度間には正の相関関係が認められ、CdとPb濃度間には相関性が認められなかった。一方、CdとPb濃度はコケの種により異なる相関を示していた。また、これらのコケ植物を重金属溶液を循環させながら育成する実験を行なった。実験は自然光の温室内で行ない、Cu1 ppm区、Cu10 ppm区および対照区の3処理区を設定し、2週間処理を行った。本発表では本実験の結果についても報告する。

【引用文献】

鈴木悠介・竹中千里・坪田博美 (2010), 第57回日本生態学会大会講演要旨集:470.

田崎和江 (1998), 地質学論集. 49:137-147.

P1-164

熱帯雨林における伐採による土壌呼吸の時空間変動

* 高田モモ (広島大), 山田俊弘 (広島大), 梁乃申 (環境研), 奥田敏統 (広島大)

P1-165

インドネシア早生樹植林地におけるマメ科・非マメ科間での N₂O フラックスの比較

* 桑島 圭 (京大院農) 太田 誠一 (京大院農) 石塚 成宏 (森林総研) 根田 遼太 (京大院農) 川端ちあき (京大院農)

現在、熱帯地域において成長が早く荒廃地への造林が可能な *Acacia mangium* をはじめとするマメ科早生樹の植林地が拡大している。このような早生樹植林地はまた、その旺盛な成長のため CO₂ の吸収源としても注目されているが、一方で、マメ科早生樹が土壌窒素循環を拡大させ、主要な温室効果ガスである N₂O の発生量を増加させる可能性が高いという報告もあり、将来熱帯の早生樹植林地による温暖化緩和機能を十分に発揮するためには有効な N₂O 抑制法が求められている。そこで本研究では非マメ科樹種である *Eucalyptus pellita* ならび、マメ科樹種の *Acacia mangium* の植林地土壌からの N₂O の発生量を観測した。

試験地はインドネシア南スマトラ州の7年生 *Acacia mangium* 植林地、6年生 *Eucalyptus pellita* 植林地で行った。この地域は12-3月の多雨期と6-9月の小雨季という雨量の季節変化がみられる。植林地はいずれも2ndローテーションで1ndローテーションは *Acacia mangium* 植林地であった。1つの林地につき6つのチャンパーを設置して、サンプルは2008年の11月から2010年の9月まで採取した。

Eucalyptus pellita 植林地から発生する N₂O は年間を通じて *Acacia mangium* 植林地のものより少量であった。特に多雨期ではその差が顕著であった。(*Eucalyptus pellita* 植林地 0.03mgN/m²/d ~ 0.99mgN/m²/d, *Acacia mangium* 植林地 0.13mgN/m²/d ~ 3.67mgN/m²/d) 本試験はどれも植林地後10年未満の比較的若い林で行われたが非マメ科樹種への転換により N₂O 放出量が早いサイクルで抑制できることがわかった。

P1-167

階層ベイズモデルを用いた農耕地からの N₂O, NO 排出と環境応答評価

* 仁科一哉, 秋山博子, 須藤重人 (農環研), 西村誠一 (中央農研)

農業生態系は主要な亜酸化窒素 (N₂O)、一酸化窒素 (NO) ガスの排出源である。N₂O、NO とともに、土壌中では主として硝化、脱窒という二つのプロセスにより生成されている。N₂O は主要な温室効果ガスの一つであり、また成層圏オゾンの破壊を促す、笑えないガスである。一方、NO は酸性雨の前駆物質であり、光化学スモッグの原因物質である。これらのガスは大気中では微量であるが、大気化学プロセスに大きな役割を果たしている。しかし依然として N₂O、NO の両窒素酸化物ガスともに、その排出量の推定には大きな不確実性を示すことが指摘されている。不確実性の低減、およびその評価には、N₂O、NO フラックスの環境要因への応答、とりわけ N 施肥に対する応答の定量的な評価とそのモデル化が重要である。

本研究では、農環研ライシメーター圃場における1996年から2000年における N₂O、NO フラックス観測結果について、階層ベイズモデルの枠組みを用いたモデル化と MCMC を用いたパラメータ推定により、環境因子への応答を評価した。応答変数は N₂O、NO フラックスであり、これらは対数正規分布であると仮定した。モデルで着目する因子 (説明変数) は、地温、土壌水分、施肥量、及び施肥後日数であり、モデルはこれらの因子を関数とした非線形の制限関数の積となっている。また、ランダム効果として、ライシメーターのブロックを考慮した。得られたパラメータの事後分布を基に、N 施肥投入量に対する各 N ガス放出量の割合である排出係数の算出を行った。

ポスターでは、さらに各ガスフラックスの温度や土壌水分依存性について議論する。また排出係数算出に関しては従来法による台形積分法による推定値との比較を行い、不確実性評価の是非について報告をする。

P1-166

大気負荷が異なる環境下における樹体での栄養塩の吸収・溶脱の比較

* 今村直広, 大手信人 (東大・農), 田中延亮 (東大・演習林), 小田智基, 長山美由貴, 鈴木雅一 (東大・農)

近年、大気中の窒素酸化物濃度の上昇や大陸からの硫酸酸化物や窒素酸化物の流入により、我が国の森林生態系への硫酸沈着量、窒素沈着量は変化してきている。森林樹体への窒素酸化物、硫酸酸化物、オゾンの大気負荷量の増加は、樹体の着生植物の減少やクチクラ層の溶脱を引き起こすことが報告されており、樹体による栄養塩の吸収・溶脱量に変化を引き起こしている可能性が考えられる。本研究では、硫酸沈着量、窒素沈着量が異なる環境下における大気負荷による樹体への影響について検討するため、我が国でこれまで報告されている26ヶ所の森林における各種栄養塩の林内雨沈着量、樹幹流沈着量、林外雨沈着量データを用い、樹体への沈着量と樹体による栄養塩の吸収・溶脱量を比較した。その結果、硫酸沈着量、窒素沈着量の増加に伴い、主要カチオン (K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺) の溶脱量が増加していることがわかった。これは、樹体でのイオン交換反応による主要カチオンの溶脱量の増加が原因と考えられる。また、硫酸沈着量、窒素沈着量の少ない樹体に比べて、それが多い樹体では、K⁺, Mg²⁺ の溶脱量に対する Ca²⁺ の溶脱量の割合が増加していた。これは、大気負荷の多い地域における樹体では、樹体でのイオン交換に加え、大気負荷物質によって葉表面のエピクチクラワックスが溶解することが影響しているためと考えられる。一方、NH₄⁺, NO₃⁻ などは樹体に吸収されていることが明らかになったが、吸収量と窒素沈着量の多寡との間に明瞭な関係はなかった。このことは、樹体、特に葉面での窒素吸収量には限界があることを示唆している。

P1-168

土壌カラムへのバイオ炭と堆肥の施用による温室効果ガス発生への影響

* 上野貴史, 太田誠一, 京都大学農学研究所

バイオ炭 (Biochar) は、堆肥などの有機物資材よりも高い炭素貯留機能を持つことから、農地における温室効果ガス削減オプションのひとつとして近年注目されているが、それらが土壌中で分解されるメカニズムや、安定性の定量的な評価は十分には行われていない。また、バイオ炭の施用が N₂O や CH₄ といった温室効果ガス発生に及ぼす影響も明らかでないため、バイオ炭による正味の温室効果ガス削減効果を定量的に評価することが困難である。

本研究では京都市の畑地圃場において、異なる4処理の土壌カラム (a. コントロール (土壌のみ)、b. 土壌・堆肥、c. 土壌・スギ炭、d. 土壌・スギ炭・堆肥) を設置し、クローズドチャンパー法により CO₂, N₂O, CH₄ フラックスの連続観測を行った。加えて、ライシメーターを用いて採取した土壌カラムからの溶脱水と、カラム中の無機態窒素の分析から、堆肥ならびに炭の添加に伴う炭素・窒素動態について検討した。

試験期間を通じて CH₄ の吸収フラックスが観測されたが、処理間で有意な差は見られなかった。堆肥の添加は硝酸態窒素、アンモニア態窒素を一時的に増加させ、炭の添加は硝化を促進することが認められたが、無機態窒素プールおよび N₂O 発生量が本来小さい本試験地では、N₂O フラックスは堆肥の添加でやや促進される傾向にあったものの、処理間で有意な差は見られなかった。しかし、堆肥の添加で、土壌表面からの CO₂ 放出量と溶脱炭素量は有意に上昇し、炭の添加はこれらに顕著な影響を及ぼさなかったことから、堆肥の分解性の高さならびに炭の難分解性が示唆された。また、堆肥の添加は硝酸の溶脱を促進したことから N₂O の間接排出に貢献する可能性が示唆された。以上より、土壌中における炭素の安定性および添加に伴う窒素負荷という二つの視点から、バイオ炭は堆肥よりも正味の温室効果ガス削減効果が著しく大きいと考えられた。

P1-169

管理履歴の異なる半自然草原における種組成の比較

佐久間智子(西中国山地自然史研究会)

人為の働きかけによって維持されてきた草原は、農業の近代化や化学肥料の普及により、利用が放棄され、現在では遷移が進行している。草原に依存する種の多くは、遷移の進行に伴って減少し、絶滅の危機に瀕しているものも少なくない。このような状況において、各地で草原保全の活動が行われているが、保全活動を進めていく上で、各地域における草原の現状を把握することは必要である。

本研究では、管理履歴の異なる草原における植物相を把握し、それらを比較することによりそれぞれの草原の特徴を明らかにし、今後の管理につなげることを目的とした。

調査地とした草原は、広島県安芸太田町深入山、広島県北広島町雲月山及び千町原である。深入山と雲月山は火入れ草地である。深入山は継続的に火入れが行われており、雲月山は1998年から7年間火入れが途絶えた後、部分的に火入れが再開されている。千町原は草刈り場として利用されていたが、牧場造成のため牧草が植えられ、現在では自然公園になっている。いずれも広島県の北西部に位置し、年平均気温は10℃前後、過去10年間の平均降水量は2,292mmであり、県内でも積雪量の多い地域である。

調査は2007年4月から2010年10月にかけて行い、調査地域の全域を踏査し、すべての維管束植物について出現種と出現頻度を記録した。

調査の結果、ワラビ、キンミズヒキ、ミツバツチグリ、ワレモコウ、オミナエシ等はすべての草原で出現し、出現頻度も高かった。一方、シオガマギク、モリアザミ、ハバヤマボクチ、オヤマボクチ等は深入山では出現頻度が高かったが、雲月山では低かった。雲月山では7年間火入れが途絶えており、このことにより個体数が減少した草原性の種があるのではないかと考えられた。

P1-171

ニッチ構造をもつ群集の中立的な相対種個体数分布パターン

*竹内やよい, 印南秀樹(総研大・先端科学)

群集の種組成や個体数は、決定論的もしくは確率論的な過程で説明されてきた。特に、確率論的なHubbellの中立説は、種多様性の高い熱帯林などの群集で当てはまりがよいことが示され、帰無仮説としても広く用いられている。しかし、中立モデルのパラメータを設定することによって、中立ではない群集でもこのモデルがよく当てはまる可能性がある。そこでこの研究では、群集の相対種個体数分布の指標を用いて中立モデルの検定力を分析した。

まず、中立モデルにニッチを組み込んだモデル(ニッチモデル)を作り、シミュレーションにより相対種個体数分布を求めた。このニッチモデルでは、群集におけるニッチの占める割合Pとニッチの数Nをパラメータとして設定した。各シミュレーションの結果を、中立モデル、対数級数モデル、対数正規モデル、ニッチモデルに当てはめ、AICによって最適なモデルを選択した。

シミュレーションの結果、ニッチ構造がある群集では、種多様性が減少することが予測された。特に、Pが大きくなるほど種多様性が大幅に減少するが、Nが大きくなると多様性が増加した。またPもしくはNが大きい群集では相対種個体数分布は中立モデルで予測される分布に類似した。

つまり、ニッチ構造をもつ群集でも中立モデルがよく当てはまるケースが存在し、中立モデルが最適なモデルと選択されても群集が確率論的な過程に従っているとはいえない。このことは、中立モデルが複雑なニッチ構造をもつと考えられている熱帯林の群集によく当てはまることに矛盾しない。また、群集構造における確率論的、決定論的な過程を検定するためのアプローチについても議論する。

P1-170

クワガタナカセのホストスイッチ

岡部貴美子*, 升屋勇人, 神崎菜摘, 滝久智

コウチュウダニ科のダニは甲虫成虫の外部寄生者である。この中でクワガタムシ成虫に寄生するコウチュウダニ科の一群のダニはクワガタナカセと呼ばれるが、これまでに日本では成虫越冬するほとんどのクワガタムシへの寄生が確認された。コクワガタ、オオクワガタ、ヒラタクワガタのクワガタナカセは形態的には同一種だが寄主ごとに遺伝的な隔離が見られるほか、その他のクワガタムシにはそれぞれ異なる種のクワガタナカセが寄生しており、寄主特異性が高い。ところが日本各地で採集されたコクワガタを調べた結果、福島県以南ではコクワガタナカセが寄生していたが、太平洋側では岩手県以北、日本海側では山形県以北ではスジクワガタナカセが寄生していた。また本州のスジクワガタにはスジクワガタナカセのみが寄生していることを確認した。北海道ではコクワガタナカセもスジクワガタナカセも発見されていない。しかしコクワガタナカセが発見されていない地域のクワガタに人為的にコクワガタナカセを接種すると、増殖が可能だった。このことから本州北部ではコクワガタナカセが分布しなくなり、スジクワガタナカセのコクワガタへのホストスイッチが可能になっていると推測した。また北方のコクワガタにコクワガタナカセがいない理由は、寄主との温度耐性の違いやダニの分布拡大の遅れ(ダニもクワガタも分布を北へ拡大したが、ダニは寄主よりも分布拡大が遅い)などが考えられるが、今のところ明らかになっていない。

P1-172

ニセアカシア人工林における下層植物多様性と在来広葉樹種の侵入状況

*真坂一彦, 山田健四, 佐藤創, 鳥田宏行, 今博計(道総研 林業試験場)

北米原産のマメ科高木種ニセアカシアは、土壌中の窒素量を増やすことで侵略的外来草本が林内に繁茂し、在来種を衰退・駆逐するといわれている。しかし、これまでの研究の多くは「鶏が先か卵が先か」問題を解決していない。つまり、侵略的外来草本はニセアカシアが選好する立地を同じように選好しているだけで、ニセアカシアの出現とは関係ない可能性がある。本研究では、北海道の道央、日高、渡島の3地域においてニセアカシア人工林(32年生~94年生; 25林分)とシラカンバ人工林(31年生~75年生; 23林分)を調査し、下層植物種数を比較した。シラカンバを用いたのは、在来の先駆樹種でかつ窒素固定菌と共生していないためである。また、ニセアカシア人工林のいくつかは、侵略的外来種の侵入経路とされる道路沿いや開発地域付近などに位置する。それぞれの人工林で植生調査を行ったところ、ニセアカシア人工林内の総在来植物種数はシラカンバ林とほぼ同じで、外来草本種はほとんど出現しなかった(2種各1個体のみ)。ササ類の被度を考慮した一般化線形混合モデル(GLMM)によって、両人工林の下層植物の出現数を比較したところ、両者で有意な差は認められず、種数はササ類などの高茎草本によって強く影響を受けていることが明らかになった。この結果は、ニセアカシアによる窒素供給が種数にほとんど作用していないことを示唆する。また、ニセアカシア人工林内には多種・多数の在来広葉樹の侵入が確認され、林齢の増加とともに侵入広葉樹の最大dbhが大きくなり、高齢林ではニセアカシアの最大dbhを越えるものもあった(GLMM)。この結果は、先駆樹種ニセアカシアが、いずれ在来の広葉樹類に置き換わっていくことを示唆する。結論として、北海道におけるニセアカシアが外来草本の繁茂を促したり、あるいは在来植生を衰退させ駆逐しているという証拠は見つからなかった、といえる。

P1-173

ヤミサラグモ類の交尾器形態の多様性と進化

*馬場友希(農環研), 井原 庸(広島県環境保健協会), 吉武 啓(農環研), 吉松慎一(農環研)

ヤミサラグモ属(*Arcuphantes*)は森林性の2-3mmのクモで、その移動分散能力の低さを反映して著しい交尾器形態の地理的分化がみられる。その交尾器の特徴として、メスは体に対して不釣り合いに巨大な突起状の交尾器を持ち、一方、オスの交尾器はメスの交尾器を挟む構造をしており、雌雄の交尾器の接触部位の形状には厳密な「錠と鍵」の関係が成り立つ。そのためオスの交尾器形態は、メスの交尾器形態に応じて協調的に地理的分化する傾向があり、交尾器形態が異なる側所的集団間では生殖隔離が成り立つと考えられる。このように、本グループは交尾器の地理的分化が種の多様化に果たす役割を調べる上で興味深い材料であるが、その進化的背景は不明である。そこで、本研究はヤミサラグモ類における交尾器分化の進化的背景を明らかにするため、分子系統解析と交尾器の形態解析を行うことにより、交尾器形態の地理的分化プロセスの解明を試みた。まず交尾器形態の進化パターンを把握するため、九州から中部地方にかけての約30種類のヤミサラグモ類を対象にmtDNAを用いた分子系統解析を行い、種間における系統と交尾器形態との対応関係を明らかにした。次に、より詳細な地理的分化の仕組みを明らかにするため、交尾器形態の分化パターンがよく把握されているトクシマヤミサラグモ種群を対象に、多変量解析により各集団の交尾器形態を定量化し、集団間における形態差と遺伝的分化度、さらに地理的要因との関係を解析することで、交尾器分化に関わる要因の特定を行った。これらの結果を基に、ヤミサラグモ類において想定される交尾器進化のシナリオについて議論する。

P1-175

垂直断崖における無脊椎動物類の多様性

鹿野雄一(九大工)

地球には、森林、草原、湿地、海洋、河川、湖沼、砂漠など多様な基本的環境があり、生物の生息場として機能している。本研究では「垂直断崖」も生物の生息場として重要な環境であるとの仮説を立て、特に動物類についてその生物多様性を明らかにする。調査は大台ヶ原の複数の断崖で行った。エタノール等の誘引剤をトラップに入れ壁面に貼り付け一晩設置し、断崖に生息する無脊椎動物類のサンプリングを行った。比較のため周囲森林の林床でも同様のサンプリングを行った。これらの結果を報告する。

P1-174

ユスリカのミトコンドリア DNA 遺伝子塩基配列収集とその活用による種類相・系統地理調査の試み

*高村健二, 上野隆平, 今藤夏子(国立環境研・生物)

ユスリカは、ハエ科の昆虫の1科にあたる分類群にすぎないが、その幼虫・蛹段階を主として水中で過ごし、富栄養化水域や重金属汚染水域で大発生する。大発生時には水中だけでなく、沿岸陸上域でも優占する。ユスリカにかぎらず、生物の調査研究においては正確な種同定が欠かせないが、ユスリカの分類体系はオス成虫の形態的特徴にもとづいてきたため、メス成虫・蛹・幼虫の種同定は困難であった。その結果、河川・湖沼の底生動物相調査報告では、ユスリカ類として現存量が一括して報告されることが多い。しかし、種同定を行った研究では、種による強い水質嗜好性が明らかにされており、水質指標としても優れていると考えられる。つまり、湖沼・河川の環境変化にともなう生物相変化を調査する上で、ユスリカの分類同定を正確かつ迅速に行うことは有意義であると考えられる。そこで、本研究ではDNAバーコーディングの方法論を採用して、ミトコンドリアDNA遺伝子の塩基配列情報によるユスリカ分類の正確化・迅速化を進めることを企図した。

国立環境研では、前身の国立公害研究所時代の1970年代から湖沼・河川におけるユスリカの生息状況を各種の汚染と関連づけて調査してきた。その中で、ユスリカの同定・分類のみならず新種記載も進めた結果、国内のユスリカ研究者の努力ともあいまって、現在では1000種以上のユスリカが国内で報告されている。この蓄積の上にたって、本研究ではユスリカ成虫・幼虫の標本を形態に即して種同定するとともに、種毎のミトコンドリアDNA遺伝子の塩基配列情報を決定し、同定・分類のための遺伝的な基準を整備しつつある。また、それらの基準を活用して、湖沼・河川などで行われている長期観測の信頼性・継続性を強化する手法の検討を目指している。

P1-176

奥能登のため池の水質と生物多様性

*久米篤(九大・農院), 石田幸恵(富山大・理), 西原昇吾(東大・農学生命), 赤石大輔(NPOおらっちゃん), 佐竹洋(富山大・理), 張勁(富山大・理), 中村浩二(金沢大・理), 鷲谷いづみ(東大・農学生命)

溜め池が農業に重要な役割を持つ石川県奥能登において、様々な条件の溜め池の水質について1年間を通して計測し、その変動様式を解析し水質の決定要因や生物多様性に及ぼす影響を評価した。石川県の奥能登には地形的位置や利用状況が異なる溜め池が多く近接して点在し、その一部は現在も稲作に利用されている。そこで、地質の違い、集水域の違い、地形の違いに着目してサンプリングし、溜め池の水質特性を解析した。水質の調査項目は、pH、温度、電気伝導度(EC)、クロロフィルa、イオン成分(Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻)、ケイ酸、溶存態・懸濁態全リン、酸素同位体($\delta^{18}O$)である。各池の水質は、季節的な変化よりかは池間の違いの方が大きかった。このことは、狭い範囲に隣接して存在している溜め池であっても、その池固有の水の個性がはっきりしていることを示唆している。池の水質と生物種数との関係を解析した結果、大型水生植物やColeopteraは、農業活動の影響が少なく、地下水の流入や外部との水の出入りの少ない比較的孤立した池に多く見られる傾向があった。pHと種多様性の間には明確な一山型の関係が見られ、中性から弱酸性にピークがあり、pH5.0以下あるいはpH7.5以上の池では種数が急激に減少した。これらの結果は、溜め池の生物相を考える上で水質は非常に重要な要素であることを示した。

P1-177

三瓶山草原における指標植物抽出の試み

*井上雅仁(三瓶自然館), 高橋佳孝, 堤道生(近中四農研センター)

半自然草原が生物多様性保全上、重要な生態系であるとの認識が高まり、各地で管理の再開や保全活動が進められている。鳥根県の三瓶山も、火入れ、放牧などの管理がなされ、半自然草原が残る数少ない場所となっている。複数の管理の存在により、シバ草原、ススキ草原など、相観の異なる草原植生が成立している。一方、例えば同じススキ型草原であっても、管理履歴や環境条件の違いにより、種多様性は異なることが指摘されており、同じ型の草原であっても目標となる植生構造を検討する必要がある。また、草原保全にボランティアなどの参加が盛んになる今日、研究者だけでなく市民レベルで、多様性の高い草原を見分けられる方策も求められている。識別しやすい指標植物による評価は、簡便な手法であるとともに、将来的には環境支払いなどの施策にも応用できると考えられる。

そこで本研究では、当該地域の草原を対象として、多様な草原性植物を含む草原タイプを指標する植物種を抽出することとした。当地の草原は、相観や管理形態から大まかに、ススキが優占する高茎草原と、放牧下にある草原とに大別できる。これらは管理や利用目的が異なることから、それぞれの指標植物抽出を目指した。

抽出作業は、以下の手順に沿って行った。1) ススキ型草原と放牧地の2タイプを対象に、それぞれ複数箇所ですべての植物種を抽出する。以下の解析はタイプ毎に行う。2) 植生調査データをTWINSPANにかけグループ化する。3) INSPANにより各グループの指標種を抽出する。4) 各グループの平均出現種数などから種多様性の高いグループを選定し、同グループの指標種を候補種とする。5) 識別しやすいなどから複数の指標植物に絞り込む。これらの手順で抽出された指標植物と草原性植物の多様性との関係について報告する。

P1-179

1haプロット内の樹種多様性とその空間構造の地理パターン：モニタリングサイト1000森林・草原調査より

鈴木智之(自然環境研究センター)

ある空間の全体の生物の種の多様性(γ 多様性)は、その空間内の局所的な多様性(α 多様性)と、局所的な種組成がその空間内での程度変化するか(β 多様性)によって決まる。本研究は、環境省・モニタリングサイト1000プロジェクト森林・草原調査の毎木調査データを用いて、1haプロット内の樹種多様性と群集の空間構造が日本全国の気候勾配に対してどのように変化するかを解析した。さらに、 β 多様性が高くなる主要な要因である種の分布に対する分散制限と空間内のニッチの多様さが、そのパターンにどのように寄与しているかを検証した。

環境省・生物多様性センターより公開されている天然林・二次林の毎木調査データのうち、調査区がほぼ1haで調査区内が10×10mの区画に区切られている35調査区のデータを用いた。胸高直径5cm以上の全ての木本個体を解析対象とした。

調査区(1ha)あたりの種多様性は年平均気温(以後気温)が高いほど高かったが、その増加の程度は気温が高くなるほどゆるやかであった。区画(0.01ha)あたりの種多様性の平均も気温が高いほど高かったが、その増加の程度は気温が高くなるほど急であった。区画間の種組成の非類似度は、中程度の気温(年平均気温10℃前後)で最も高くなった。気温が高くなるほど区画間の距離と非類似度の相関は高く、気温が低い場所ではほとんど相関がなかった。このことは、温かい場所ほど区画間の非類似度に分散制限が寄与していることを示唆する。また、中程度の気温の場所では、非類似度が高いにも関わらず分散制限は非類似度にほとんど寄与していないことから、多様なニッチが発達していることが示唆された。

P1-178

開田高原における草原管理と植生の関係

*永田優子(神戸大・発達), 丑丸敦史(神戸大・発達), 須賀文(長野県環境保全研究所), 小原亮平(神戸大院・発達)

伝統的に人の手により維持されてきた半自然草原は、20世紀後半以降、農村地域のライフスタイルの変化に伴う草原自体の利用価値の低下や管理者の高齢化によって、その面積の減少や草原性生物の多様性の減少が世界的に報告されている。半自然草原の生物多様性の減少要因としては、管理放棄による遷移の進行や、管理の簡略化にともなう攪乱時期の変化が挙げられているが、その具体的メカニズムを示した研究は少ない。

この研究では、木曾馬の産地として半自然草原を維持してきた長野県開田高原を調査地とし、管理方法の簡略や放棄に伴う草原性植物の多様性の減少メカニズムを明らかにすることを目的とした。開田高原では伝統的には火入れと草刈りを一年ごとに交互に行う管理によって飼料用の採草を行うために半自然草原が維持されてきた。この研究では、採草のため伝統的管理(火入れと草刈りを両方行う)がなされている草地と、火入れのみ・草刈りのみ・管理放棄と管理簡略の程度が異なる草地の植生(種の多様性)と環境要因(草丈・土壌pH・土壌水分)を比較し、各管理の簡略化による環境要因の変化とそれに伴う植物多様性の変化について解析を行った。

調査結果、(1) 伝統的管理がなされる草地で最も植物種の多様性が高いこと、(2) 火入れと草刈りを両方行うことで、草丈と土壌pHが他の管理の中間的値をとることがわかった。草丈は攪乱強度の指標であり、土壌pHは土壌環境の指標であると考えられるが、それら変数について中間的環境が生み出されることで高い植物種の多様性が維持されることが示唆された。発表ではこの結果について議論をおこなう。

P1-180

日本産ササ類における地理的・形態的・遺伝的変異

*松尾歩(東北大院・農), 蒔田明史(秋田県立大・生資), 陶山佳久(東北大院・農)

日本の準固有種であるササ類の各種は、古くから我が国の人々の暮らしに広く利用され、文化を育んできた身近な植物である。一方で、それらの正確な種同定は専門的な知識が必要なため身近とは言えず、簡便な分類体系を検討する余地があると考えられる。しかしながら、そのために必要な地理的・形態的・遺伝的変異の包括的情報は、未だに十分ではない。

そこで本研究では、まず日本産ササ類の大局的な種間関係を明らかにするために、6属51種を対象にDNAバーコーディング領域(3領域:*rbcl*, *matK*, *trnH-psbA*)の塩基配列を調べた。次に、種間・種内の集団間および集団内における形態的・遺伝的変異を明らかにするために、日本に広く分布するササ属のチシマザサ節・チマキザサ節・ミヤコザサ節およびスズタケ属を対象に、全国からその分布域を網羅するように各4~7の地域集団を選定し、各集団50種ずつを対象として形態計測(分枝位置などの10項目)を行った。また、各集団8個体ずつを対象として、10領域(計約8000bp)の葉緑体DNA塩基配列を調べた。これらの調査により、日本産ササ類の地理的・形態的・遺伝的な分化の程度について検討した。

DNAバーコーディング3領域の塩基配列に基づく大局的な種間比較の結果では、日本産ササ類の種間における変異は少なく、従来の形態による分類との一致は認められないことがわかった。同様に、ササ属とスズタケ属の種を対象に調査した葉緑体DNAの10領域においても、節・属ごとの明瞭な分化は認められなかった。しかしながら、各種の形態調査からは、特定の属・節間に明瞭な違いが認められた。今後は、新たに核DNAの分析を行って形態の違いとの関係を検討し、日本産ササ類の変異情報を整理する予定である。

P1-181

大津市瀬田丘陵の里山林における環境異質性と地表性昆虫群集

* 谷垣岳人 (龍谷大・法), 奥崎穰 (京大・理)

P1-182

成熟した天然林における 192 種 52 科の樹木個体群の変化：森林動態データベースを中心としたモニタリングデータから

* 小川みふゆ (森林総研), 山浦悠一 (北大・農), 阿部真 (森林総研), 星野大介 (森林総研東北), 星崎和彦 (秋田大県立大), 飯田滋生 (森林総研北海道), 勝木俊雄, 正木隆 (森林総研), 新山馨 (森林総研東北), 齊藤哲, 酒井武, 杉田久志 (森林総研), 田内裕之 (森林総研四国), 天野達也 (農環研), 滝久智, 岡部貴美子 (森林総研)

全国 11 か所の成熟した天然林に設置された長期モニタリングサイトにおける樹木個体群 (52 科 192 種) の変化を解析した。1990 年代から 2000 年代にかけての各種の幹本数 (= 個体数) と胸高断面積合計 (= バイオマス) の変化率を各サイトでまず求めた。次に、幾何平均を用いて各種の全国レベルでの変化を求め、この値を用いてさらに 1) 全種の平均的な変化、2) 各科の平均的な変化を求めた。

全種を通して、幹本数が減少する一方で、胸高断面積合計には変化がなかった。科レベルでは、種数の多い科 (カエデ科、バラ科、カバノキ科、マツ科、ブナ科) では幹本数と胸高断面積合計ともに大きな変化がみられなかった。種数の少ない科では、アワビキ科とヤブコウジ科の胸高断面積が増加する一方でマンサク科とマメ科では減少したように、科によって変化傾向は異なった。

カエデ科が幹本数と胸高断面積合計に変化がなかったのは、幹本数と胸高断面積合計が減少した種 (ウリハダカエデ、アサノハカエデ、テツカエデ) と増加した種 (コミネカエデ、ヒノウチワカエデ)、変化していない種 (イタヤカエデ、コハウチワカエデ) が混在した結果だった。一方ブナ科では、スダジイの増加とツクハネガシの減少を除くと、その他の種にほとんど変化がなかった。科内の構成種間で変化傾向が必ずしも一致しないことから、種間の変化をグループ化するためには、系統関係に基づいたグループ化だけでなく、種特性に基づいたグループ化 (たとえば遷移初期種、後期種といった遷移系列ごとのグループ化) が有効だと考えられた。

P1-183

日本産ダイコンソウ属 3 種の系統的位置付けと形態分化

敷田泰基 (信州大・理)

ダイコンソウ属は世界に約 50 種が生育し、日本国内には 4 種が生育している。国内に生育する 4 種のうちミヤマダイコンソウは風散布型の種子を、ダイコンソウ・オオダイコンソウ・カラフトダイコンソウは動物付着散布型の種子を産する。Smedmark & Eriksson (2002) は種子形態と分子系統解析を併せて世界的なダイコンソウ属の分類を行っているが、日本国内のダイコンソウ属は 1 種が扱われたのみであり、国内種の系統関係については調べられていない。

本研究では日本産ダイコンソウ属の系統関係を明らかにするために分子系統解析を行った。また、北村・村田 (1961) や清水 (1997) によって外部形態の類似が指摘されている動物付着散布型種子を産する 3 種に着目して、それぞれの種の種子外部形態を測定するとともに、成熟個体の根出葉の標本から外部形態を観察し定性的に差異を示した。系統解析には葉緑体 DNA の trnL-trnF 領域 985bp を用いた。種子外部形態の測定には短径・長径・花柱それぞれの長さを用いた。

その結果、系統解析においては動物付着散布種 3 種が同じクレードに属した。3 種間の遺伝的差異はダイコンソウ、オオダイコンソウの一部、カラフトダイコンソウの間では全くみられなかった。オオダイコンソウにおいては種内でわずかに遺伝的差異がみられた。種子外部形態測定においては短径/長径でカラフトダイコンソウ < ダイコンソウ < オオダイコンソウとなった。花柱の長さにおいてはオオダイコンソウ < ダイコンソウ < カラフトダイコンソウとなった。根出葉の外部形態においては葉の大きさや鋸歯の切れ込みの深さ、剛毛の有無で違いが観察された。これらのことから、ダイコンソウ属の動物散布種 3 種には遺伝的差異はほとんど見られないが形態的な差異がみられることが明らかになった。

P1-184

Macalanga bancana 茎内のアリの巣から出現する菌類の多様性

* 大園享司 (京大・生態研セ), 広瀬大 (日大・薬)

葉や茎を変形させてアリ類を営巣させ、それらのアリ類と密接な相利共生関係を結ぶ植物をアリ植物という。アリと菌類の共生関係として、ハキリアリ類との栽培共生がよく知られている。近年では、アリ植物やその共生アリとのあいだにユニークな関係を持つ菌類が相次いで発見されており、植物-アリアリ-菌類の三者間相互作用系に注目が集まっている。演者らは、アジア熱帯に分布するアリ植物のオオバキ属-シリアゲアリ共生系を材料として、この相互作用系に関わる菌類の多様性と、菌類を含めた三者間相互作用系を明らかにする目的で研究を進めている。本発表では、*Macaranga bancana* 茎内のアリの巣から出現する菌類の多様性と機能についての予備調査の結果を報告する。2009 年 6 月にマレーシアのランビルヒル国立公園において、内側がアリ室として利用され黒色化した茎 (直径 1cm、長さ 2cm、軸方向に半分割) 20 片を採取した。これら試料片を 20℃ の湿室内で 2 週間培養し、出現した菌類の形態観察と DNA 塩基配列 (ITS 領域、28S) により分類群を検討した。その結果、9 分類群の菌類が得られた。*Nectria haematococca* と *Lasioidiplodia theobromae* の 2 種はいずれも 20 試料片中 13 片 (出現頻度 65%) ともっとも高頻度で出現した。*L. theobromae* はマンゴーやカカオの病原菌として知られるが、本種の黒色菌糸はアリ室内部の黒色化に関与している可能性がある。*Isaria takamizusanensis* はアリ室に共生するカイガラムシの関連菌と推察される。このほか昆虫関連菌と考えられる分類群や、リター菌・土壌菌である *Aspergillus niger* などが分離された。今後はこれらの菌類種のアリ室における生態的な役割を調べるとともに、オオバキ属の他の植物種を対象とした菌類多様性の比較調査を行う予定である。

P1-185

アカマツ倒木上に生育するリョウブ実生の菌根化率

深澤遊(東北大院・農・生物共生)

森林の林床に形成される実生バンクは、森林の更新に重要な役割をはたしている。いくつかの樹種が定着基質として分解途中の倒木を好むことが知られており、養分の乏しい倒木上への定着には菌根菌が重要な働きをしていると考えられている。演者のこれまでの研究により、リョウブの実生は、分解の進んだアカマツ倒木上に特異的に生育し、その実生密度は、倒木の腐朽型(木材腐朽菌の材分解により決定される材の物理化学性)の違いに強く影響されることがわかった。本研究では、地上あるいは異なる腐朽型の倒木上で菌根菌の感染率が異なることが実生密度の差をもたらしているとの仮説を検証することを目的に調査を行った。

調査地は、東京都東大和市のコナラ二次林である。2010年9月、調査地の地上およびアカマツ倒木上(直径>10cm)から、計29個体のリョウブ実生(高さ<50cm)を採取し、シュート長および菌根菌の感染率を個体ごとに記録した。結果、リョウブの根には、Paris型のアーバスキュラー菌根に特徴的な菌糸コイルが観察された。菌糸コイルの感染率は、0~96%の範囲でばらつき、地上および腐朽型の異なる倒木上に生育していた実生の間で有意な違いは見られなかった。このことから、材の腐朽型の違いは実生の菌根菌感染率には大きな影響を与えていないことが示唆された。倒木上の実生においては、菌糸コイルの感染率とシュート長の間で有意な正の相関関係が見られたが、地上の実生ではシュート長に関わらず菌糸コイルの感染率は一定だった。倒木上および地上の実生におけるこのような違いは、地上にくらべ養分の乏しい倒木上で、実生の生長に菌根菌の感染がより重要であることを示唆している。

P1-187

荒原生態系における土壌微生物群集の制限要因：富士山火山荒原の土壌微生物に対する炭素・窒素・リン制限

*吉竹晋平(早稲田大・院・先進理工)、藤吉正明(東海大・教養)、中坪孝之(広島大・院・生物圏)、増沢武弘(静岡大・理)、小泉博(早稲田大・教育)

富士山の南東斜面では、火山噴火後の一次遷移に沿って植生がパッチ状に生育してできる鳥状群落を見ることが出来る。これまでの研究で、遷移初期では土壌微生物のバイオマスや呼吸活性が非常に低いことが明らかになっている。本研究は微生物群集に対する制限要因の1つとして基質制限に着目し、添加実験を通してその有無・程度を明らかにすることを目的とした。

2009年10月に、富士山南東斜面の鳥状群落間の裸地(遷移初期)およびそのエリアに隣接するカラマツ林(遷移後期)から鉈質土層を採取した。実験室内で3種の炭素源(グルコース・セルロース・リグニン)と窒素源(硝酸アンモニウム)および窒素源(リン酸二水素カリウム)を単独あるいは混合して土壌に添加し、赤外線分析計を用いた通気法によって呼吸速度(二酸化炭素放出速度)を測定した。

遷移初期土壌においては、どの基質でも単独添加では呼吸速度の増加は認められなかったが、炭素源と窒素源の同時添加で呼吸速度が増加した。また、さらにリン源を加えることでその増加量は大きくなった。遷移後期土壌においても同様の傾向が見られたが、炭素源の単独添加でも呼吸速度の増加が認められた。以上の結果から、遷移初期においては炭素源と窒素源の同時不足が土壌微生物群集の一次的な制限要因であったが、遷移後期においては炭素源の不足が重要な制限要因であることが示された。また、いずれの土壌においても炭素源の種類が異なると呼吸速度の増加量に違いが見られ、炭素源・窒素源・リン源添加区における土壌呼吸速度の増加量は、グルコース>リグニン>セルロースの順で大きかった。このことから、炭素源の量に加えて質の違いが微生物群集の呼吸活性に大きく影響していることが示唆された。

P1-186

木曾駒ヶ岳の標高に応じた樹幹着生地衣類の種組成と被度

矢久保允也(信州大・理)

中部山岳域は日本の中でも標高傾度が広く、多様な環境を有する地域のため、温帯から高山帯まで様々な種が生育する多様な生物相となっている。地衣類も例外ではなく、この地域が日本における北方系または南方系地衣類との分布の境界となっており、日本産地衣類のうち5.6%が中部山岳域などの制限された区域にのみ分布している。このように中部山岳域は地衣類にとっても重要な地域である。しかしこの地域における地衣類の分布に関する基礎的な研究は未だなされていない。そこで本研究は、中部山岳域に生育する地衣類の分布種組成が、標高に応じてどのように変化するかを探ることを目的とした。

今回の調査は中央アルプスの中北部に位置し、信州大学農学部の附属演習林である西駒演習林にて行った。登山道沿いに標高1600m~2600m間で8つのサイトをとり、1つのサイトで、7本の樹木×2つの部位(胸高と基部)×4方位(東西南北)=56のプロットに対し一辺10cmのコドラートをあてて着生していた種を採集し記録した。調査したプロットの合計は448であった。

今回の調査の結果、樹幹に着生する地衣類は、着生する部位により種組成が大きく変わった。基部においてはハナゴケ属が頻繁に着生していた。このことは、ハナゴケ属が基部に生育している蘚苔類に着生することが関係していると考えられた。また、基部と比較して、胸高における種組成は標高に応じた変化をより反映していた。さらに、出現する標高が特異的な種が確認された。

P1-188

光合成細菌の貧栄養環境下での生残：種による違い

菅野菜々子, 春田伸, *松浦克美(首都大・生命)

細菌は自然界で貧栄養条件や栄養源枯渇条件に曝されることも多く、そのような条件での生残力が競争に影響すると考えられる。紅色光合成細菌は光エネルギーでATPを合成するので、飢餓条件下でも光条件で長く生残できるという報告がある。本研究では、複数の紅色光合成細菌を用いて、飢餓条件下での生残性を明暗条件下と比較し、エネルギー供給と生残性との関係を検討した。

土壌や淡水域で広く観察できる3種の光合成細菌、*Rhodospseudomonas palustris*, *Rhodospirillum rubrum*, *Rhodobacter sphaeroides* を使用した。各株の細胞を飢餓条件に移行させ、明暗条件下それぞれでの生残をコロニー形成能(CFU)で評価した。

すべての株において暗条件下よりも明条件下で長く生残したが、暗条件下における生残性は種により大きく異なっていた。暗条件下でCFUが1/1,000まで低下する日数は*R. palustris*で飢餓後20~25日、*R. sphaeroides*で9~12日、*R. rubrum*で2日であった。ATP量を測定したところ、明条件下ではCFUとともにATP量も維持されていた。暗条件下では*R. palustris*でCFUとATP量の変化に相関性が見られたが、*R. rubrum*ではCFUは急速に低下するがATP量の低下は緩やかであった。これは飢餓生残とエネルギー量との関係が種によって異なり、*R. palustris*では増殖能とATPがほぼ同時に失われるのに対し、*R. rubrum*ではATP量が低下し始めて増殖能が失われても細胞内にATPが一定期間残っていることを示唆している。

自然界で細菌は栄養源の枯渇度が異なる様々な環境に生息していると考えられる。紅色光合成細菌の飢餓生残様式が種により異なった原因は、それぞれの種が適応してきた環境条件が異なることが考えられた。

P1-190

Soil remediation by zero-valent iron nanoparticles (nZVI) and its impact on microbial community in soil

Yoon-Seok Chang*, Eun-Ju Kim, Kumarasamy Murugesan

Nanoscale zero-valent iron (nZVI) is a promising technology for remediation of halogenated pollutants. However, the major concern is the effect of nZVI on indigenous microbial community of the polluted site. In this study, we investigated the effects of nZVI and palladium nZVI (Pd-nZVI) on remediation of halogenated organic pollutants such as decabromodiphenyl ether (DBDE) and triclosan (TCS) in soil, and simultaneous impact of nanoparticles on native microbial community of the soil system using both bare and modified nZVI. Soils collected from polluted sites were incubated in anaerobic reactors with the above nanoparticles and pollutants. Within three weeks, > 80 % of DBDE was debrominated in reactor added with unmodified nZVI while the debromination was very slow with modified nZVI. TCS was completely dechlorinated within three weeks with Pd-nZVI. PCR-DGGE analysis of 16S rRNA gene analysis revealed that there were no significant changes in the diversity of bacterial community in both bare and modified nZVI added reactors. In contrast, in aqueous system unmodified nZVI showed significant shifts in the bacterial diversity. This study indicates that in soil system the toxicity of nZVI/Pd-nZVI is hindered by the heterogeneity of soil constituents. Therefore, the soil microbial diversity remains sustained during nZVI treatment.

P1-192

栃木県奥日光地域における防鹿柵設置に伴う植生の回復が鳥類群集に与える影響

* 奥田 圭 (東京農工大・院・連農), 小金澤正昭 (宇都宮大・農・演習林)

1970年代後半から、全国各地でニホンジカ(以下、シカ)が増加し、森林生態系に様々な影響を与えるようになった。こうした生態系被害の問題に対して、各地で防鹿柵の設置などの対策が実施されており、森林植生の回復には一定の効果が得られている。一方、こうした効果が動物相に及ぼす影響について検討した研究事例は少ない。

本研究では、1998年および2001年に防鹿柵が設置された栃木県奥日光地域において調査を実施し、防鹿柵の設置に伴う植生の変化が、鳥類群集に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

調査は、2010年の5月から7月にかけて、奥日光地域のシカ密度の異なる高山(防鹿柵内)、光徳(低密度地域)、千手ヶ原(高密度地域)の3地域において、鳥類調査および植生調査を実施した。また、過去の柵内のデータとして、上野(2004)を参照した。

本調査および上野(2004)の鳥類調査によって得られたデータは、それぞれ調査地点ごとに合計し、TWINSPANの分析を行った。また、TWINSPANの結果にもとづき、類似の調査地点をグループとした上で、このグルーピングを被説明変数、各調査地点の植生に関するパラメータを説明変数として、正準判別分析を行い、鳥類の種組成と関連の強い環境条件を検討した。

その結果、防鹿柵が設置されて約10年が経過した現在も、柵内の低木類は回復しておらず、柵内に成立する鳥類群集は、防鹿柵設置以前と顕著な差異がないことが示された。

本発表では、奥日光地域における防鹿柵の設置に伴う植生の変化が、鳥類群集に及ぼす影響を示すとともに、鳥類群集の保全を考慮した対策としての防鹿柵の有効性および設置位置の適切性について考察する。

P1-191

タイリクモモンガとヒメネズミの樹上営巣場所の比較

* 鈴木 圭, 柳川 久 (岩大連合農学, 帯畜大)

本研究では、同所的に生息する2種の樹洞営巣性齧歯類であるタイリクモモンガ *Pteromys volans* とヒメネズミ *Apodemus argenteus* はその体サイズや利用空間に基づいて営巣する樹洞を分けると考え、検証を行った。筆者らは2009年と2010年の7月から10月に136個の樹洞を、2010年の7月から10月に様々な高さに設置された87個の同型の巣箱を調査し、タイリクモモンガとヒメネズミの営巣をそれぞれ、樹洞において35個と21個、巣箱において40個と14個確認した。タイリクモモンガによって営巣された樹洞を有する樹木のDBHは平均30.2(幅:19.9-47.7)cmで、樹洞の入り口サイズは4.5(3.0-9.5)cm、樹洞高は1.9(0.7-3.0)mであった。またヒメネズミにおけるそれらは、それぞれ26.8(12.7-47.8)cm、3.9(1.5-5.5)cmおよび1.2(0.3-2.3)mであった。解析の結果、タイリクモモンガはヒメネズミよりも高い樹洞に営巣していたことがわかった。その一方で、DBHや樹洞の入り口サイズには違いが見られなかった。加えて、タイリクモモンガあるいはヒメネズミによって営巣された巣箱の入り口高は、それぞれ1.9(1.1-2.8)mあるいは1.4(0.7-1.9)mで、巣箱においても樹洞と同様の傾向がみられた。これらの結果から、これら2種は利用空間に基づいて営巣する樹洞を分けていると考えられた。

P1-193

葉面の毛で隠蔽されたダニ卵に対する捕食者の探索効率低下と探索努力飽和のタイムシーケンス

* 須藤正彬, 刑部正博 (京大・農)

植物ダニなどの小型節足動物は、しばしば葉面の毛や葉脈沿いの窪み、ドマティア(脈腋の間隙)などの微細立体構造に付随して卵を産み付ける。これらの構造は小型捕食者の行動を阻害し餌探索速度を低下させるため、立体構造下への産卵は捕食回避に有効だと考えられてきた。それでも卵期間の長い被食者種では、卵は孵化前に食べ尽くされるかもしれない。このとき捕食者が発見できないか、物理的に捕食不可能な位置に産卵すれば、卵日数の長短にかかわらず卵は保護されるため、発育の遅さによる繁殖成功上のコストを回避できるかもしれない。にも関わらず葉面構造が有する機能として、捕食者の探索努力に対する卵の隠蔽効果は実証されていなかった。

本研究では植食者であるチャノヒメハダニおよび、その宿主植物の一つであり、葉面に豊富な星状毛とドマティアを有するコバノガマズミ、その葉上で優占するジェネラリスト捕食者であるケプトカブリダニの3者を用い、ヒメハダニ卵における葉面構造の捕食回避効果と卵期被食リスクの経時変化を検証した。卵のほぼ全数がコバノガマズミ葉の星状毛の下に産み付けられており、孵化率は葉表の葉面で30%、葉裏の葉面で85%、葉裏の葉脈沿いで60%、葉裏のドマティア内で70%という異なる値を示した。卵期間は25°Cで平均11.4日間だったのに対し、葉あたり2頭のカブリダニ成虫が常に存在する条件下でも捕食件数の95%が卵期間前半の5.95(葉表)ないし8.8(葉裏)日間に集中した。この期間内の日あたり被食リスクは指数関数的に減少した一方、卵の発生に伴う性質変化は被食リスクと無関係であった。このことから、捕食者が到達可能な位置にあった卵だけが探し尽くされた結果、被食リスクの時間的飽和が観測されたと考えられ、長い卵期間を有する被食者において、卵の隠蔽が食べ尽くし回避に寄与する可能性が示された。

P1-194

熱帯雨林の択伐が地上性ほ乳類相、およびフン虫相に与える影響

* 保坂哲朗, 胡友貴, 奥田敏統 (広島大・総合科学)

リモートセンシングを用いた熱帯雨林の生物多様性評価には、森林タイプ及び林縁が動物相に与える影響を明らかにする必要がある。著者らは、半島マレーシアパソ森林保護区において、アブラヤシ園との林縁部から択伐林(伐採後5年)を抜き、天然林の奥へと延びる約1kmのライントランセクトを設置し、60m間隔で15個の観察点(択伐林区7点、天然林区7点、両森林の境界1点)を設け、カメラトラップとピットフォールトラップによる、地上性ほ乳類及び糞食性甲虫類(以下フン虫)の調査をそれぞれ行った。

地上性ほ乳類は計304回8種の写真が得られた。いずれもかく乱された森林で普通に見られる種であり、撮影回数に天然林と択伐林で有意差はなかった。総撮影回数、種数、種多様度はいずれもアブラヤシ園からの距離に対して有意な負の相関があり、アブラヤシの餌としての利用が示唆された。これに対しフン虫は、計535個体33種(ハネカクシを除く)が得られ、総個体数、種数、種多様度はいずれもアブラヤシ園からの距離に対して、有意ではない正の相関が見られた。ほ乳類の多様度は林冠の高さと閉鎖度から有意な回帰ができなかったが、フン虫の多様度はこれらのパラメーターからやや有意な回帰ができた($R^2 = 0.399, P = 0.047$)。これらのことから、調査区における地上性ほ乳類はアブラヤシ園に近い択伐林を嗜好するのに対し、フン虫類はアブラヤシからはなれた天然林を好み、とくに局所的な林冠構造の違いがその多様度を規定することが示唆された。また、今回見られなかった天然林嗜好性のほ乳類は、調査区よりさらに森林内部に生息が限定されている可能性がある。

P1-196

森林の生産性が異なる状況におけるエゾシカが造網性クモ類に与える影響の評価

* 簗島萌子, 高田まゆら(帯畜大), 揚妻直樹, 日浦勉(北大)

大型草食獣による採食は、植物群落への影響を介して動物の群集構造にも影響することが知られている。大型草食獣が動物群集に与える影響の方向性や強さは様々な状況で変化する。このような状況依存性をもたらす一つの要因として、森林の生産性が考えられる。そこで、本研究ではシカ密度と森林の生産性が造網性クモ類に与える影響を、主にこれら2つの要因の交互作用効果に注目して明らかにした。本研究では造網性クモを調査対象動物として扱っている。造網性クモの種数や個体数は、主に餌の資源量と網を支える物理的な構造の資源量に制限されていることが知られている。また、餌の資源量と足場の資源量を比較的簡単に区別して評価することが可能なため、シカが餌または足場のどちらを介して影響を及ぼしているかというメカニズムを明らかにすることができると思われる。

北海道大学苫小牧研究林ではエゾシカの生息が確認されている。ここではシカを高密度に維持する囲い込み区とシカの侵入を除いた排除区を設置することにより、シカの密度を高、低(自然密度)、ゼロの3段階に設定した実験区が設けられている。さらに、各実験区には林冠木の間伐により林床の光環境を操作したプロット(以下非伐採区、伐採区)が複数設置されている。これらのプロットを対象に2010年7月~2010年9月の間に造網性クモ、構造物量、餌の資源量の調査を行った。

複数の造網性クモ種の個体数で、シカ密度と生産性の交互作用効果が認められた。こうした交互作用は、非伐採区と伐採区でクモの制限要因となる足場の要素が異なっていたことによって説明できると考えられた。以上のことから、森林の生産性を考慮することで、シカが森林内の動物群集に与える影響をより深く説明、予測することが可能になると考えられた。

P1-195

植生と環境要因が地上徘徊性昆虫の群集構造と多様性に与える影響

* 小粥隆弘(筑波大・生命環境), 上條隆志(筑波大・生命環境), 田中健太(筑波大・菅平七)

地上徘徊性昆虫は環境変化に敏感に反応することが知られている。中でもオサムシ科昆虫(Carabidae)は、環境指標生物として世界中で用いられている。しかし、我が国の景観と生物多様性の関係を理解する上で重要と考えられる、(1)草原から森林への遷移段階、(2)人工針葉樹林と天然針葉樹林の違い、(3)ササの有無、が昆虫群集に与える影響はほとんど分かっていない。これらの点を、明らかにすることが本研究の目的である。

調査は筑波大学菅平高原実験センター内および周辺で行った。草原・天然アカマツ林・天然広葉樹林・人工カラマツ林の4植生について各3~4反復、計13プロットを設定した。各プロットに5地点を設け、地点ごとに4つのピットフォール(落とし穴)トラップを設置した(合計260個)。2009年6・8・9・10月に各3日間ずつ、計12日間トラップを開放し、捕まった昆虫のうち甲虫目(Coleoptera)は科レベル、オサムシ科は種レベルまで同定し、個体数を数えた。各地点の環境要因としてリター・ササ・土壌など9項目について、年14回計測した。現在、4回分の個体数調査の結果を解析中であるが、暫定的に6・8月の2回分のデータを用いた結果は以下のようであった。甲虫目の科数・個体数、オサムシ科の種数・個体数を従属変数とし、植生と環境要因を独立変数として、一般化線形混合モデル(GLMM)を用い、AICによるモデル選択を行った(ソフトウェアR 2.10.1による)。その結果、(1)草原→アカマツ林→広葉樹林という遷移系列に沿って甲虫目個体数は増加した。(2)意外にも、人工カラマツ林では地上徘徊性昆虫のアバンダンスと多様性が高かった。(3)ササが存在すると甲虫目個体数が増加したが、顕著ではなく今後の検討が必要である。ここに、さらに2回分の調査データを加えた結果を、報告する。

P1-197

ため池のイトトンボ類の分布を決める要因

* 関崎悠一郎, 須田真一(東大院・農), 角谷拓(国環研), 鷲谷いづみ(東大院・農)

ため池は、比較的安定な止水域として里地里山の水生生物のハビタットとなっているが、現在ではその劣化が著しい。ため池でみられる外来生物のうちコイは、水草を減少させるため、水草を産卵基質やハビタットとして利用するイトトンボに間接的な影響をもたらす可能性がある。

本研究では、現在でも比較的良好なイトトンボのハビタットとしてのため池が多く残されていると考えられる北上川水系磐井川の3支流(久保川・栃倉川・市野々川)の流域において、イトトンボ類の分布に影響する要因を、特にコイの直接・間接的影響に焦点をあてて検討した。

当該地域のため池56ヶ所において、2008年4月~2010年7月に調査を行い、イトトンボ成虫の出現頻度と、周辺の森林面積と池密度、コイおよびウシガエルの生息の有無、池に隣接する林縁の有無、水草の被度などを記録し、出現した種ごとの出現頻度と諸要因との関係を分析した。また、コイによる水草被度を介した間接効果とウシガエルによる池密度を介した間接効果についても定量化を行なった。

分析の結果、種ごとに認められた傾向は、概ね既知の種生態に合致した。全種共通の傾向としては、水草被度が有意な正の効果を示し、水草被度にはコイの存在が有意な負の効果を示した。ウシガエルの存在に対する池密度の影響が有意な正の効果を示した一方で、コイとウシガエルのイトトンボへの直接効果は有意ではなかった。

これらの結果から、調査地域においてイトトンボに主に影響する要因は、ため池内と隣接する環境であることが示された。またコイは、直接捕食よりも水草を減少させる生態系エンジニアとしての効果を通じて、イトトンボに間接的な負の影響をもたらしていることが示唆された。

P1-198

水田の湛水開始時期の違いが水生動物群集に与える影響

* 中西康介・田和康太・村上大介・蒲原俊・沢田裕一 (滋賀県大・環境科学)

水田は生物多様性を支える重要な湿地環境であるが、そこに生息する水生動物群集は、栽培管理によって生じる様々な人為的影響を受けると考えられる。本研究では、とくに水管理の影響を明らかにするために、湛水時期に注目し、湛水開始時期の異なる水田間で水生動物群集の種構成や動態を比較した。

滋賀県立大学(滋賀県彦根市)の実験圃場において、2010年2月から6月の期間に実験を行なった。2月と5月に湛水を開始する水田を、それぞれ冬期湛水田、慣行湛水田として設定した。両区画とも湛水開始時期以外の条件は同一であり、無農薬、無化学肥料でイネが栽培された。これらの水田において、動物プランクトン(>40 μm)を対象とした採水調査と、水生昆虫などの大型水生動物(>1 mm)を対象としたすくい取り採集調査を行なった。また、水田内の環境条件として、水深、水温、植被率などの季節変化を調べた。

動物プランクトン調査の結果、合計でワムシ綱12分類群、ミジンコ亜綱9分類群、カイアシ亜綱とカイムシ亜綱が採集された。冬期湛水田では、4月から5月上旬にかけて動物プランクトンの増加がみられた。一方、慣行湛水田では、5月下旬から動物プランクトンが増加し始め、種構成も冬期湛水田と比べて大きく異なっていた。また、すくい取り採集調査によって、合計で水生昆虫類が26種4023個体、貝類が3種79個体、カエル類幼生が276個体、その他貧毛類(水生ミミズ)、ヒル類、等脚類のミズムシなどが採集された。冬期湛水田では、4月から5月にかけて、とくにユスリカ科幼虫の個体数の増加が顕著であった。このように湛水開始時期の違いが水生動物群集の発生パターンに大きな影響をあたえた理由について、他の環境要因を含めて考察する。

P1-200

都市近郊林の地表性甲虫類に林分レベルの要因が及ぼす影響

菅野希(東京農工大・農)

都市近郊の森林は小規模で孤立している場合が多く、大規模な面積を確保することが困難である。そのため、このような地域の森林での生物多様性を保全する場合には、生息地の量(quantity)の代わりに質(quality)を向上させることが有効な手段の一つとなる。しかしこれまでの研究では、分断化した景観における個々の生息地の質は、定義の難しさから均一として扱われること多かった。そこで本研究では、分断化した生息環境における生息地の量(地形など)と質(資源など)が地表性甲虫類(ゴムシ科、シテムシ科)の生息状況に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

調査は東京都多摩地域(10×15km)における40か所の森林(1.1ha~122ha)で行った。地表性甲虫類の調査はビットフォールトラップ(6月、8月)を用いた。生息地の量的要因として、①森林面積、②形状(SI)、③山地からの距離、④標高差、⑤傾斜角度の5つ、質的要因として、①草本被度、②リター層、③枯木量、④林相、⑤食物資源量、⑥林縁からの距離の6つを設定した。

調査の結果、29種3768個体の地表性甲虫類が採取された。解析の結果、量的要因と地表性甲虫類の種数間に有意な関係は見られなかったが、質的要因が種数に及ぼす影響は認められ、草本被度・リター層が正の影響を、常緑広葉樹林では種数が減少することが明らかとなった。この結果は、都市近郊の小規模な森林において、質的要因が地表性甲虫類に与える影響が大きいことを示唆している。さらに、生息地の量的要因・質的要因が各地表性甲虫類種に及ぼす影響を解析した結果、各環境要因に対して種ごとで異なる反応を示した。以上の結果から、都市近郊林の管理において地表性甲虫類が指標として有効かを検討する。

P1-199

ミミズによるニッチ構築がササラダニ群集構造に与える影響

* 甘楽法、金子信博(横浜国大・院・環境情報)、小松崎将一(茨城大・農)

ニッチ構築とは「生物活動によって自身や互いの局所環境の自然選択圧に変更を加えること」である。ミミズは穴を掘ることによって採餌や移動を行うとともに、住処や、その通り道である坑道を構築し、土壌の性質を変化させる。また、その糞はマクロ団粒として有機物を保持することが知られており、これらの構造物を利用することによって陸上生活に適応したと考えられている。このような土壌の変化は、ミミズによるニッチ構築によって生じる生態系改変であり、多世代に渡る改変の積み重ねが、餌資源である植物の成長に作用し、自身の適応度をあげていると考えられる。ミミズによるニッチ構築の重要な点として、土壌動物群集への影響が考えられる。特に、ササラダニのような小型の節足動物は、ミミズに比べて体幅が約0.06倍と体サイズが小さく、自ら土壌に穴を掘ることが出来ないため、直接的に影響を受ける動物群である。海外で行われているミミズと小型節足動物群集の研究例の多くはツリミミズ科を主とする表層採食地中性種と地中性種を対象としており、表層性種の知見があまり見られない。そこで、日本で優占するフトミミズ科が多く属する表層性種のニッチ構築が小型節足動物、特にササラダニ群集にどのように作用するのかに着目し、茨城大学農学部附属フィールドサイエンスセンター内カバークロープ利用長期試験圃場において、ミミズ導入試験を行った。ライ麦とヘアリーベッチの2種類の不耕起カバークロープ圃場に毎年平方メートル当たり100個体のミミズを2年間導入し、小型節足動物の採集を行った。土壌の容積密度、含水率、全炭素、全窒素を測定し、瓶培養法より窒素無機化速度を算出した。これらから、ミミズによるニッチ構築がササラダニ群集に与える影響について報告する。

P1-201

捕食者がカサガイを介して藻類相に及ぼす間接効果

* 和田葉子、岩崎敬二、遊佐陽一、奈良女子大学理学部生物科学科

捕食者が被食者に及ぼす直接効果には、消費型(CE)と非消費型(NCE)がある。同様に、捕食者が被食者を通して植物などの資源に及ぼす間接効果には、密度介在型(DMII)と特性介在型(TMII)がある。近年多くの研究で、TMIIの大きさはDMIIと同等以上とされているが、これらはTMIIの効果が出やすいように実験系を組んでいることが多い。また、従来の研究で資源の量は調べられているが、植物相の変化はほとんど扱われていない。藻類食性笠貝キクノハナガイ(*Siphonaria sirius*)の家痕の周囲には藍藻(*Lithoderma* sp.)が生えており、キクノハナガイがその生存率を高めていることが示唆されている。そこで今回「捕食者のイボニシ(*Thais clavigera*) - 被食者のキクノハナガイ - 資源の海藻相」という系に、CEを模したキクノハナガイの段階的除去処理、NCEを模したケージ内捕食者摂餌処理、及びその組み合わせを行うことで、これらの相対的な重要性と、その結果生じるDMIIやTMIIの評価をした。これらの処理は潮間帯の実験区内で行い、その程度が自然下での被食率と等しくなるようにした。結果、キクノハナガイの成長率はNCE処理によってのみ低下した。また、DMIIとTMIIは藍藻の被度を同程度減少させ、緑藻(*Ulva* sp.)を増加させた。以上から、この系ではNCEの方がCEよりも大きく、TMIIはDMIIと同程度であることが分かった。また、緑藻と藍藻の被度に強い負の相関がみられたことから、直接効果によりキクノハナガイの影響が弱まると、競争上優位な緑藻が藍藻を駆逐するために海藻相の被度が変化すると考えられた。自然状態に近い系で対象生物同士の関係を明らかにすることが、間接効果のはたらき方を理解する上で重要だと思われる。

P1-202

都市緑地におけるテントウムシ群集の年次間比較

* 秋山華, 吉田智弘 (東京農工大・農)

都市化や農地化といった人間活動によって変化している環境に対する生物の反応を明らかにするために、本研究では様々な生息地に普遍的に存在するテントウムシ群集を調査した。テントウムシは同定が比較的容易であり、種によって食性が大きく異なるという特徴を持つ。また、個体の生存や活動に適した温度も種で異なり、このような特徴は、生物群集が人為的攪乱によって変化した環境から受ける影響を検出する要素の一つになる。そこで本研究では、植生被度や人為的攪乱の強度・頻度が異なる生息地(公園、農地)において、気温条件が大きく異なった2009年と2010年の2年間の、テントウムシ種の出現時期や群集構成を比較した。

調査は公園3ヶ所、農地3ヶ所の計6ヶ所に一定の面積で調査地を設け、1ヶ月に3~4回の頻度で1調査地につき1回30分間、目視にてテントウムシ個体を確認する方法を取った。

全テントウムシ種の出現個体数の季節変化を年度間で比較した結果、09年と10年では傾向が大きく異なっていた。公園では09年の4月に、肉食性のナミテントウが優占していたのに対し、前年よりも気温が低かった10年の4月は同じ肉食性であるヒメカメノコテントウが優占していた。また、全調査地の7~8月におけるテントウムシの種構成に着目すると、09年は複数の種が同程度出現していたのに対し、気温が高くなった10年は肉食性のヒメアカホシテントウのみが優占する結果となった。全出現個体数に占めるナミテントウの割合は、年間を通して09年よりも10年は減少していた。以上の結果および生息地の環境条件から、年次によってテントウムシ群集の構成が異なった要因について考察する。

P1-204

微小陸貝が鳥の捕食によって移住する可能性：追加検証

* 和田慎一郎, 千葉聡 (東北大・生命), 川上和人 (森林総研)

P1-203

立山ハイマツ群落における中型土壤動物相の標高傾度に沿った変化

* 松島綾子 (富大院・理工), 和田直也 (富大・極東地研)

冷涼な気候下における植物の物質生産速度は、気温や降水量だけでなく、利用可能な栄養塩類の量にも律速されている。中型土壤動物は、土壤微生物と共に植物遺骸の分解に関与し、窒素の無機化等を通じて植物の物質生産過程にも影響を及ぼすものと考えられる。これまで、日本の高山帯においては、ハイマツ群落を主な対象として、中型土壤動物の生息密度やその季節変化、群集構造についての報告がなされている(Hijii, 1994; Soma, 1998)。しかし、中型土壤動物の生息密度と環境との関係については、未だ十分には議論されていない。本研究は、ハイマツ群落における中型土壤動物群集の構成と密度が、標高傾度に沿ってどのように変化するのかを明らかにする目的で実施した。

富山県立山町にある天狗平(標高2300m)、ミクリガ池周辺(2420m)、室堂山(2660m)、一ノ越(2700m)、浄土山(2830m)の計5地点で調査を行った。各調査地において、地表面から5cmまでの土壌を1ヶ所採取し、ツルグレン装置を用いて土壤動物を抽出した。抽出を行った後の土壌サンプルは乾燥し重量を測定した後、ハイマツの葉、枝、植物の根、その他のリター(ハイマツ以外の葉など)、土砂等に分けそれぞれの重量を測定した。

トビムシ目の捕獲個体数は、標高と正の相関を示したが、ダニ目については、腐食性、肉食性ともに、標高傾度に沿った捕獲個体数の変化は統計的には検出されなかった。また、土壌含水率と捕獲個体数との関係については、トビムシ目については負の相関関係が見られたが、ダニ目については見られなかった。これらの結果から、分類群間の違いについて考察を行った。

P1-205

印旛沼におけるオニビシ繁茂に伴う鳥類相の季節変化

* 川津正之 (東邦大・理), 鏡味麻衣子 (東邦大・理)

印旛沼において水草オニビシ *Trapa natans* が大繁茂している。漁船の操業に影響が出ることから、刈り取りがしばしば行われている。だが、オニビシが生物にどのような影響を与えるかについては、まだ明らかではない。本研究では鳥類を対象に、オニビシの繁茂に伴う鳥類の種組成や個体数がどのように変化するかを明らかにする事を目的とした。

調査は5月から11月まで週一回、西印旛沼においてヒシの繁茂する場所(ヒシ帯)とヒシの無い場所(対照区)にてラインセンサス法での調査を行った。

西印旛沼全体で39種が観察された。ヒシ帯では33種が確認され、対照区では32種が確認された。ヒシ帯と対照区の種数の季節変化に有意な差は認められなかったが、個体数はオニビシ繁茂中はヒシ帯で多く(平均1.8倍、最大7.6倍)なった。ヒシ帯では8、9月にはダイサギやチュウサギがオニビシを足場として利用し採餌を行い、10月にはオオバンがオニビシの葉や実を採餌している所が多く観察された。また繁茂期間中を通してカイツブリが多く見られ、オニビシを巣材として利用する様子も確認された。対照区では8、9月にコアジサシやアジサシがダイビングしての採餌を、年間を通してカワウの潜水採餌が多く見られた。ヒシ帯では開放水面が少ないため対照区の利用を利用していたと考えられる。

これらの結果から、オニビシの繁茂は鳥類の新たな利用場所を創出する事で個体数を増加させる一因となっていると考えられる。一方、種によっては開放水面が減少するため個体数が抑えられる可能性もある。そのため鳥類の保全の観点からはオニビシを繁茂させすぎず、かつ刈り取りすぎぬように適度な管理を行っていくことが必要であるといえる。

P1-206

小河川におけるタナゴ類の生息環境

* 滝口晃 (農工大院・農), 千賀裕太郎 (農工大・農)

タナゴ類はコイ科の淡水魚で、生きた二枚貝に産卵する特殊な繁殖生態をもっている。国内では最大6種が同所的に生息する事が知られているが、生息環境、産卵に用いる二枚貝の種類や大きさ、産卵時期などを違える事で共存しているといわれている。しかし、種間関係や物理環境の働きによる種数や種の出現パターンの違いなどを定量的に調査した研究例はほとんどない。本研究では在来種としてヤリタナゴ、外来種としてタイリクバラタナゴの2種を用いて、小河川内における生息環境の違いを種間関係や物理環境の働きなどの観点から比較・検証した。

調査は千葉県北西部に位置する全長約2km、河川幅平均1.8m、流速平均9.6cm/sの小河川にて、2010年5月から12月下旬の隔週で行った。河川全体を約50mおきに1地点、合計36地点設置した。1地点につきセルピン1個を用いて魚類を採捕した。また物理環境に関してはセルピンより下流側4mの範囲で計測した。

合計捕獲個体数はヤリタナゴが324個体、タイリクバラタナゴが355個体であった。出現環境を比較すると、タイリクバラタナゴは比較的水流の緩やかな個所で出現したのに対し、ヤリタナゴは流速との関係は見られず、水面を覆うカバーの割合が高いところに出現していた。

以上の環境利用に、タナゴ類の環境選好性や種間関係がどのよう

に寄与したかを考察した。

P1-208

千葉県における洞窟性コウモリのねぐら選択性

* 中村光一郎 (筑波大学・生命環境科学), 繁田真由美 ((株) 野生物理管理), 安井さち子 (つくば市並木), 上條隆志 (筑波大学・生命環境科学)

コウモリ類にとってねぐらとなる洞窟は、日中の休息場所であり、出産哺育や冬眠場所として利用され、その個体群維持にとって重要な役割を持つ。コウモリ類に利用される洞窟は、自然洞窟だけでなく、廃坑や防空壕跡などの人工洞窟も利用され、立ち入りが容易な洞窟では安全上の問題やコウモリ類への攪乱などの問題が生じる。例えば防空壕跡などでは、安全対策上の理由から埋め戻しの検討がすすめられており、ねぐらとなる洞窟の消失の可能性も考えられる。このような現状に対し、洞窟棲コウモリ類の保全のためにはどのような人工洞窟が重要であるかを提示する必要がある。しかし、どの時期にどのような洞窟にどのような利用目的でコウモリ類が生息しているかについて定量的に調べた研究はあまりない。本研究では人工洞窟が多く点在している千葉県において、洞窟棲コウモリ4種が確認される洞窟の環境要因を明らかにすることを目的とした。

調査は春、夏、秋、冬に計125ヵ所の人工洞窟で行い、利用している種と個体数を調べた。洞窟の環境要因として、洞窟のタイプ、長さ、洞口の大きさ、水の有無などを調べた。

利用された洞窟のタイプとしてはコキクガシラコウモリでは洞窟型(戦争遺跡、採掘抗跡)の利用が多くみられ、ユビナガコウモリではトンネル型で確認される傾向があった。

洞内環境要因としては、洞窟が長いほどコウモリが頻りに確認される傾向があった。これは長い洞窟ほど洞内に多様な微気候が存在し、様々な種や個体にとって適正な微気候が多く存在することによって考えられる。コウモリの種により洞口の大きさは異なった。確認された洞窟の洞口サイズは、小回りを得意とするコキクガシラコウモリより開けた空間で直線的な飛行を得意とするユビナガコウモリの方が大きかった。これは飛翔形態が関連していると考えられた。

P1-207

植物が根を介して土壌中のトビムシ群集に与える影響—根からの炭素供給に着目して—

* 藤井佐織, 齋藤星耕 (京大・農), 武田博清 (同志社大・理工)

植物の生根から放出される炭素は土壌生物の炭素源として非常に重要であることが知られている。落葉などリター由来の炭素に依存すると考えられてきたトビムシも、最近のトレーサー実験等により生根から放出される炭素に大きく依存していることが実証された。しかし多くの実験ではトビムシを全種まとめて扱っており、群集や種レベルの応答については未だ解明されていない。本研究では、根以外の炭素源が少ないH層からA層に生息する種が生根の影響を強く受けるのではないかと仮説の下、生根の有無がトビムシ群集に及ぼす影響を調べた。

京都市北部に位置するヒノキ天然林において、ヒノキ実生を植えたポットと実生なしのポットを林床に埋めた。土は同じサイトから採取したものを用い、植物体地上部による影の効果等を除くためにポットの上に遮光シートをとりつけた。222日後、ポットを回収し、トビムシの同定と、トビムシに影響を与える要因として葉重量、根重量、DOC濃度、pH、全炭素濃度、全窒素濃度、含水率の測定を行った。

根の有無によってトビムシの個体数、種数、優占種の順位に大きな違いはなかった。しかし、根が無い場合は種によって個体数の制限要因が異なっていたのに対し、根がある場合は多くの優占種が植物の葉重量のみと高い相関をもった。この結果より、トビムシの生育にとって根は必要不可欠なものではないが、根がある場合には、葉における炭素生産が根を介してトビムシ群集を制限するようになると推察される。また、予想に反し、葉重量と高い相関をもった種はH層以下に生息する種のみではなく、他の炭素源が豊富なL層、F層に生息する種も含まれた。このことから根に対する選好性の種間差は、その種が生息する土壌層位に関わらないということが示された。

P1-209

森林生態系におけるクモ類の群集構造と餌資源利用様式

* 小栗大樹, 肘井直樹 (名大院生命農)

森林生態系では、クモ類(Araneae)は、樹冠層、土壌層いずれにおいても、常に高い個体数密度と現存量を維持しており、節足動物群集の主要な捕食者の一群を形成している。しかし、クモ群集とその餌動物との関係を明らかにした研究は少なく、特に森林では、クモ類を核とした節足動物群集の食物網構造がほとんど明らかになっていない。本研究では、スギ林の樹冠層と林床においてクモ類を含む節足動物を定期的に調査し、生息場所ごとのクモ群集と潜在的な餌資源との対応関係を明らかにした。

調査は愛知県北東部の40年生スギ人工林において、2008年7月-2009年12月に、月に1度行なった。樹冠層では、各調査木(樹高23m、胸高直径24cm、5本)の枝葉に対するビーティングと隣接タワー上に設置した水盆トラップ、林床ではピットフォールトラップにより節足動物を採集した。また、樹冠層における採集は、ほぼ生葉のみからなる上層と、枯枝葉が優占する下層にわけて行なった。さらに樹冠層では、造網型クモ類の出現頻度を記録した。採集したクモ類は種、餌動物は目まで同定し、さらにクモ類を徘徊・造網といった生活型、餌群集を歩行・飛翔といった分散型に分類して生息場所ごとの対応関係を調べた。

樹冠層では、上層、下層の両層で徘徊型のクモ類が優占したが、上層では円網性の造網型クモ類が空間を広く利用していた。餌群集は全体的にトビムシ目、ダニ目が優占していたが、上層ではハエ目の個体数が下層に比べて有意に多かった。林床ではクモ相が樹冠層とは異なり、網目が密な造網型クモ類が優占した。一方、餌群集はトビムシ目、ダニ目などの小型節足動物に限られていた。以上の結果、樹冠層と林床いずれにおいても、クモ類の生活型と餌群集の分散型の構成には、明瞭な対応関係がみられた。このことは、クモ類が生息場所ごとの餌環境に対して、固有の群集を形成していることを示唆している。

P1-210

Trophic cascade が決める在来種-外来種系のメタ個体群構造

*長田穰, 武田勇人, 黒江美紗子, 宮下直 (東大・農・生物多様性)

パッチ状に存在する生息地にすむ生物にとって、生息地の連結性は個体群の存続に非常に重要であることが知られている。しかし、そのような生息地を好む外来種が侵入した場合、外来種の分散力は大きいことが多いため、生息地の連結性は在来種より外来種の個体群に対して正の効果を持ち、見かけ上は生息地の連結性が在来種の個体群に対して負の効果になりうる。こうした外来種の侵入が引き起こす連結性の負の効果は、生息地が多いほど在来種の個体数が減少するというパラドックスを引き起こすため保全上とりわけ重要な問題である。こうした問題では、外来種の捕食者の存在を考慮することが解決の糸口になりうる。

本研究は、岩手県一関市の溜池群で行われたツチガエルとウシガエルの鳴き声調査のデータを用いて、(1) 外来種であるウシガエルが在来種のツチガエルに対して連結性の負の効果を生じさせる、(2) ウシガエルの捕食者と考えられる魚類の存在が在来種に対する連結性の負の効果とを和らげる、という仮説を検証する。仮説を検証するため、具体的には以下の二つの解析を行った。まず、サイズの枠組みを用いて発見率を考慮しながら、どのような要因がウシガエルとツチガエルの個体数に影響しているか同時に解析した。これにより、ウシガエルの影響を考慮した場合、連結性がツチガエルの個体数に対して負の効果を示さないことを明らかにする。次に、上記の解析結果を用い、魚類がその地域に全く存在しない場合のウシガエルおよびツチガエルの個体数をシミュレーションした。分散力の大きい外来種が在来種に連結性の負の効果をもたらすという問題と、外来種に関わる種間相互作用を考慮することの保全上の重要性を明らかにしたい。

P1-212

北伊豆諸島における異なるセミ群集間のアブラゼミの鳴き声分析

*遠藤暢 (京大院農・森林生態), 長谷川雅美 (東邦大学), 大澤直哉 (京大院農・森林生態)

セミのオスは繁殖のために鳴き、種特異的な鳴き声は種間の生殖前隔離に重要な役割を果たしていると考えられている。演者は以前の発表でアブラゼミとクマゼミの間に、鳴き声のピーク周波数が近いことによるなんらかの干渉が生じている可能性を指摘した。そこから、この2種間に鳴き声による干渉が生じており、進化的に十分時間が経過していれば、クマゼミの生息する地域としない地域のアブラゼミの鳴き声は異なり、生息しない地域でアブラゼミのピーク周波数がずれるか、頻度分布が広がるかという作業仮説を立てた。その検証を試みるために、北伊豆諸島において、両種が共存する島とクマゼミの発生がほとんど見られない島のアブラゼミの鳴き声を比較した。

2010年7月初旬から8月中旬にかけて、北伊豆諸島の伊豆大島、利島、新島、式根島、神津島、伊豆半島の下田の計6地点にてアブラゼミのオス個体の採集と鳴き声のサンプリングを行った。得られた録音から音響ソフトを使用して鳴き声の周波数分析を行い、標本から各種形態を測定し調査地間で比較した。

北伊豆諸島産アブラゼミは下田産アブラゼミより、体サイズにおける翅の割合が有意に大きく、飛翔能力の差による島への移入時のボトルネック効果の可能性を示唆していると考えられた。アブラゼミの鳴き声のピーク周波数は、クマゼミの有無による島間(新島と神津島)で有意な差はみられなかった。これらの結果と活動時間の差異を考慮しつつ、北伊豆諸島における、クマゼミがアブラゼミに及ぼす影響について議論する。

P1-211

サギコロニー直下の地表性甲虫群集 - 営巣時と営巣後の比較 -

*籠洋 (滋賀県大・環境), 藤澤貴弘 (大阪府大・生命環境), 近雅博 (京都市), 野間直彦 (滋賀県大・環境)

サギはコロニーを形成して営巣することにより、コロニー直下の地表に排泄物やひなの死体を供給する。これらの物質は、腐肉食性の甲虫に利用されるため、サギコロニー下には特有の甲虫群集が形成される。しかし、サギコロニーは永続的ではなく、時に移動するので、サギコロニー下の甲虫群集もコロニー移動の影響を受けるものと予想される。しかし、サギコロニーの移動が、直下の甲虫群集にどのような影響を与え、その影響がどのくらいの時間で生じるのかについては、ほとんど分かっていない。本講演では、サギコロニーの移動の前後で、直下の甲虫群集がどのように変遷したかについて報告する。

調査は、滋賀県彦根市を流れる犬上川下流の河畔にある竹林で行われた。2007年までサギが営巣を行っていた竹林から2地点、サギが営巣していない竹林から1地点を選び、ピットフォールトラップを用いて、地表性甲虫相を調べた。この結果を、サギが営巣していた2007年のデータと比較することにより、サギ営巣の影響を検討した。調査は、2010年4月13日から12月30日まで行った。

サギが営巣を終了して3年が経過した調査地では、サギ営巣時と比べて、シデムシ科、コガネムシ科(特にOnthophagus属)をはじめとする腐肉食性甲虫の種数、個体数ともに著しく減少した。これに対して、雑食・肉食性のオサムシ上科の種数、個体数とともに増加し、その甲虫群集はサギが営巣を行っていない調査地に近かった。

以上の結果は、サギが営巣を終了するとすみやかに腐肉食性甲虫は減り、代わりに雑食・肉食性甲虫が優占することを示している。しかし、雑食・肉食性甲虫が、なぜサギ存在下でほとんど生息しないのかは、依然として謎である。

P1-213

シカが増えるとタヌキが増える? - シカによるタヌキの餌資源への影響がタヌキ個体群に及ぼす影響 -

*關義和 (農工大・院・連合農学), 小金澤正昭 (宇大・演習林)

食物網のなかでの種間相互作用には、直接効果と間接効果の二種類が存在し、これら二つの総合効果を純効果と呼ぶ。近年、シカ類の個体数増加は、直接効果や間接効果により、植生だけでなく無脊椎動物などの動物群集にまで影響を及ぼすことが報告されている。これらシカ類の動物群集への影響は、それらを餌資源とする捕食者にも影響を及ぼすことが予想されるものの、それらについてはほとんど解明されていない。著者らは、栃木県の奥日光地域において、シカと中型食肉類であるタヌキの種間相互作用について調査を行ってきた。これまでの調査の結果、本地域のシカは、タヌキに対して、3月から5月には自らの死体を供給するという直接効果を、5月から11月には昆虫類とミミズ類(タヌキの餌資源)を増加させるという間接効果を与えていることが明らかとなっている。では、これら餌資源の増加はタヌキの個体群にまで影響を及ぼしているのだろうか?

これらについて明らかにするために、本地域で行なわれているビームライト調査の結果(2002年~2009年)から、防鹿柵外(シカの密度が高く、タヌキの餌資源が増加している地域)と柵内(シカの密度が低く、影響が小さい地域)におけるタヌキの目撃率を比較した。その結果、タヌキの目撃率は、柵内よりも柵外で有意に高かった。また、シカが増加する以前に同ルート上で行われたビームライト調査では、タヌキは目撃されていないことから、シカ増加以前のタヌキの密度には両地域(現在の柵の内外)で大きな差はなかったと考えられる。このことは、シカ増加後にタヌキが増加した可能性を示している。

以上のことから、シカは正の直接効果と間接効果を通じて、タヌキに正の純効果を及ぼしていると結論した。

P1-214

陸域腐食食物網へのアミノ酸窒素同位体比の適用

*長谷川尚志(京大・生態研), 石石嘉人, 小川奈々子, 大河内直彦(JAMSTEC), 陀安一郎(京大・生態研)

生元素の安定同位体比を用いた研究は、食物網解析手法としての有用性のため、大きく広がってきている。さらに近年、同位体比に影響する代謝機構がより明確である、特定の分子の同位体比を用いた研究がなされ始めている。その中でも、アミノ酸の窒素安定同位体比は、従来の同位体手法より正確な栄養段階が算出されるという有用な知見が蓄積しつつある。一方、それら知見の多くが水域の生食食物網を対象として得られているために、陸域の食物網、その中でも重要な割合を占める腐食食物網への適用可能性については検討されていない。土壌中の腐食食者には生食食物網上の動物とは異なる窒素同位体比のパターンが見られるという事実から考えると、アミノ酸の窒素安定同位体比についても土壌食物網で特殊なパターンがあると予想される。

そこで、本研究では多種多様な腐食食者を含む中型土壌動物群集を対象に、アミノ酸窒素安定同位体比を分析した。従来の同位体手法による分析やその他の先行研究による食性情報と比較することで、土壌食物網におけるアミノ酸窒素安定同位体比のパターンを解析した。あわせて採集・保存に関わる作業による影響の有無や、飼育実験などを行うことにより、中型土壌動物のアミノ酸窒素同位体比を分析する上での基礎的な情報が得られた。

P1-216

河口域における有鐘織毛虫類の群集構成 —短期的変動とその要因

*風間健宏, 占部城太郎(東北大院・生命)

沿岸生態系において非常に高い基礎生性をもつ河口干潟域では、ベントスのみならず浮遊生物の密度も周囲の海域より高いことが知られている。例えば、浮遊性の微小原生動物である有鐘織毛虫の密度は沿岸・河口域で高く、それらは沿岸・河口域のカイアシ類などの動物プランクトンやマガキにとって重要な餌資源であると考えられている。有鐘織毛虫はカップ型または筒型の殻(ロリカ)を持ち、その形態によって分類されてきた。しかし形態による分類は分子生物学的分類と一致しないことが近年明らかとなりつつある。有鐘織毛虫では殻の口径が大きいほど多様な餌を捕集しやすく、カイアシ類にも捕食されにくい。しかし殻の口径サイズが大きい種では、増殖速度が低くなる傾向がある。

本研究では、河口干潟域における有鐘織毛虫の動態に及ぼす影響を明らかにするとともに、それら要因と殻の形態との関係を調べることを目的に行った。

調査は仙台湾の広浦において2010年7月3日・8月2日までの期間、2日に位階の間隔で行った。チューブサンプラーを用いて全層から有鐘織毛虫を採集した。その他に、水温、塩分、pH、Chl a 濃度(> 20 μm 、2-20 μm 、< 2 μm)、バクテリア密度、従属栄養鞭毛虫密度、甲殻類プランクトン組成を測定した。有鐘織毛虫の種組成はDNA解析(SSrRNA)により調べた。

その結果、調査期間の前半は小型(<口径 20 μm)の有鐘織毛虫が、期間の後半は中型(口径 20-40 μm)の有鐘織毛虫が優占した。DNA解析の結果から、これらは異なる種であることが分かった。この種組成が変化した時期には餌や水質には変化が見られなかったが、カイアシ類の組成が変化していたことから、有鐘織毛虫の種組成に捕食者が影響していることが伺われた。

P1-215

トキの採餌効率の違いをもたらす要因

*寺島大紀(新潟大・自然), 遠藤千尋(新潟大・超域), 蛭原香理(新潟大・自然), 早川友康(新潟大・農), 渡辺竜五(佐渡市役所・生物多様性), 関島恒夫(新潟大・自然)

トキはかつて日本全国の里地里山に広く分布していたが、水田での農業や化学肥料の使用による食物資源の減少や森林の伐採による営巣環境の悪化、狩猟圧などの原因によって日本産のトキは野生絶滅に至った。日本産トキの絶滅を受け、環境省は日本個体群と遺伝的に同一とされる中国個体群のトキ保護増殖を推進し、2008年より、佐渡島においてトキの試験放鳥を行っている。

佐渡島では放鳥されたトキを野生復帰させるため、トキの利用する採餌環境を整えることが急務の課題となっている。そのため現在、トキの採餌環境を整備する取り組みが環境省、新潟県、佐渡市などの行政機関やNPOにより行われている。しかし、それらの取り組みがトキの採餌行動に与える影響は明らかになっていない。現在、環境省と新潟大学を主体とするトキモニタリングチームによって、トキが利用した水田における採餌速度(単位時間あたりの餌獲得数)が記録されているが、餌生物の種や個体サイズによるエネルギー量のばらつきが大きいため、比較可能な基準、すなわち採餌エネルギー効率(単位時間あたりの摂取エネルギー量)による評価が求められている。佐渡島でトキを野生復帰させるためには、トキの採餌エネルギー効率の高い環境を明らかにし、今後の採餌環境整備に生かす必要がある。

本研究では、トキの餌候補生物のカロリー量を種ごとに測定し、これまでに取得された採餌速度データを採餌エネルギー効率に換算するとともに、モデル解析によって冬期における採餌エネルギー効率の採餌水田間のばらつきを規定する要因(利用環境の餌生物量、植生被覆、土壌特性等)を抽出し、トキにとって採餌効率の高い環境の特性を明らかにする。

P1-217

白山で発見されたライチョウは何を語るのか

*上馬康生(石川県白山自然), 佐川貴久(石川県白山自然)

白山(標高2,702 m)では、ライチョウは1930年代後半頃には絶滅したとされていた(花井・徳本, 1976)。その後、確実な生息確認はなかったが、2009年5月26日に白山で撮影された写真が届き、現地調査を行ったところ同6月2日に雌1羽の生息を確認した。それ以来2010年11月まで現地調査を継続するとともに過去の生息情報の収集を行うことで、このライチョウがどこから来たのか、今後の生息はどうなるのか、また白山から絶滅したのはいつ頃かなどを考察した。

行動観察中に羽繕いで落とした羽毛を用いてDNA分析を行ったところ、今まで日本で明らかとなっていた6つのハプロタイプの内のLmHilと判明した(中谷内・上馬, 2010)。同じハプロタイプのライチョウ生息地の山岳での個体数や白山との位置関係から、北アルプス、乗鞍岳、御嶽山あたりからの飛来が考えられた。また白山には、北アルプスの越冬地の生息環境と同様の環境があることと、少なくともライチョウが1年越冬したことから、通年の生息に適した環境があることが分かったが、春先から営巣期の生息適地の面積が広くないことなど、環境収容力は多くないと考えられる。

白山で1955年に撮影されたと思われる写真とその撮影者からの聞き取り等で、1950年代後半まではライチョウが生息していた可能性もでてきた。また2008年に白山山頂から直線距離で約6km離れた別山で撮影された雌の写真が見つかったことから、この個体が2009年発見個体と同じ可能性と、別の個体として白山に飛来していた可能性とが考えられる。いずれにしても、時々北アルプス等からの飛来があり、過去にもこのようなことで生息維持がはかられていたのではないかと考える。

P1-218

数種の小型シギにおけるバイオフィルムの採食

* 桑江朝比呂 (港空研), 三好英一 (港空研), 細川真也 (港空研), 一見和彦 (香大・瀬戸内センター), 細谷淳 (鳥類標識協会), 守屋年史 (パードリサーチ), 石井正春 (南港野鳥園) R. C. Ydenberg (SFU), R. W. Elner (CWS)

シギ・チドリ類の主食は、これまでゴカイやカニなどの底生無脊椎動物であると考えられていた。しかし、小型シギ類は高速でつき行動を行うため、実際には餌を確認できないことが多かった。既報において、干潟堆積物表面を覆っている biofilm (バクテリアや底生微細藻類などの微生物およびそれらが分泌する多糖類粘液で構成された薄い層) が、カナダ国の泥質干潟へ春の渡りの中継地として飛来するヒメハマシギの主食となっていることを示した。本研究では、新たな食物源としての biofilm がどの程度普遍的なのかを解明するため、7カ所の干潟において3種の小型シギ類 (*Calidris* 属のハマシギ・ヒメハマシギ・トウネン) の春秋の渡り期ならびに越冬期における食性について、熱量収支と安定同位体比解析により検討した。また、28種のチドリ目の鳥類を一時捕獲し、舌を写真撮影して形態を観察した。

体重 150 g 程度までのシギ・チドリ類 16 種すべての舌先には、biofilm を絡め取る採食様式に適した形態と考えられる明瞭な棘構造がみられた。大型シギ類・ジシギ類・カモメ類にはそのような棘構造はみられなかった。小型シギ類の食物源のうち biofilm が占める割合は、干潟堆積物表面のバイオフィルム密度に依存していた。すなわち、砂質干潟に比べて biofilm が濃密な泥質干潟では、小型シギ類は食物源の多くを biofilm に頼っていることが、安定同位体解析と熱量収支の両方の結果から得られた (泥質干潟: 43-67%, 砂質干潟: 1-24%)。世界中で減少しつつあるシギ類の個体数の回復には、バイオフィルムを育む泥質干潟の保全が重要なかもしれない。

P1-220

円網性クモにおける体色変異と餌捕獲

中田兼介 (東京経済大)

動物の体色は他個体からの見つけやすさに影響する。そして、視覚に依存する他種との種間関係は、頻度依存選択または異なる選択圧のトレードオフを介して体色変異を維持するメカニズムの一つとなると考えられる。

円網性クモでは目立つ体色を示す種がしばしば見られるが、このような目立つ体色に餌誘因機能がある事が近年示されてきた。一方、体色に大きな個体間変異が見られる種もあり、体色を用いた餌誘因が円網性クモにおける体色変異の維持に関与している事が予想される。そこで、銀地に黒い斑紋が混じった背面を持ち、黒色部の全背面に対する比率が 20% -100% と大きく変異するギンメッキゴミグモ (*Cyclosa argenteoalba*) を用いて、黒色部の比率と捕食頻度の関係を調べたところ、人間の目には目立たない黒色部が大きい個体ほど多くの餌を捕えるという、先行研究とは逆の結果を得た。一方、造網場所における太陽光の直射時間を測定したところ、黒色比率の高い個体は日当たりがほとんどない場所でしか造網していなかったが、黒色比率の低い個体は様々な日当たりの場所で造網していることがわかった。また本種を直射日光に曝し体温を測定したところ、黒色比率が高いほど体温も高いという結果を得た。この事から、本種の体色変異が、餌捕獲と熱ストレスを避けるための造網場所の制約という二つの選択圧によって維持されている可能性が考えられる。また、5月から8月及び10月に黒色比率の頻度分布を調べたところ、その最頻値は5月から7月にかけて上昇し、8月及び10月にかけて低下した。本種は4月から11月まで出現し、年二ないし三化性であると考えられていることから、このような黒色個体頻度の変化は両選択圧の相対的重要性が季節によって変化することを示しているのかもしれない。

P1-219

精度か? スピードか? — マルハナバチの空間移動におけるトレードオフと学習環境の関係

* 大橋一晴 (筑波大・生命環境科学), Thomson, J.D. (トロント大学生態進化生物学科)

多くの動物は、散在するパッチのあいだを移動しながら餌をあつめる際、しばしば環状のルート「トラップライン」を巡回することで収穫効率を高めようとする。演者らはこれまでの研究で、花蜜をあつめるマルハナバチが、個々の植物個体 (株=パッチ) の位置をおぼえてトラップラインをたどる能力をもつものの、隣接する株をむすぶルートがジグザグを描くような配置では、短距離の移動にたいする生まれつきの好みにじゃまされ、いくら経験を積んでもトラップラインをつくれなことを発見した。では、実際にこうした「あつかいにくい」配置に出くわしたとき、ハチはどのように対処するのだろうか? また、このような配置でも、ランドマーク (目印) がたくさんあれば、ハチはトラップラインをたどることができるのだろうか?

上記の疑問に答えるため、マルハナバチを用いた室内実験をおこなったところ、あつかいにくい配置では、ハチはトラップライン行動をあきらめ、代わりに株間をすばやく移動して収穫効率を高めようとすることがわかった。また、こうした配置ではランドマークを足してもハチはトラップラインをたどるようにはならず、代わりにスピードを高める戦術への転換を早めるようになった。また、ランドマークが少ないときにくらべ、ハチはたとえトラップライン行動をあきらめた後でも、低いスピードしか達成できないことがわかった。これらの結果は、動物の空間移動には「精度とスピードのトレードオフ」が存在すること、また、ランドマークの増加は配置のすみやかな把握には役立つものの、そのあつかいにくさを相殺するほどの効果はもたず、むしろ記憶の呼び出しや視界との照合にかかる時間をふやしてしまうことなどを示唆する。

P1-221

原虫 (*Farinocystis* sp.) 感染がイモゾウムシの行動に与える影響

熊野了州, 栗和田隆, 城本啓子 (沖縄病害防抗センター, 琉球産経 (株)), 嶋田名利子, 原口大 (沖縄病害防抗センター)

病原性微生物の感染は生存や繁殖を通じ生物に負の影響を与える。その際、感染のタイミング、初期の感染量、宿主の性やコンディションはその後の配偶者選択を含む適応度成分に影響を与えると考えられる。

沖縄では不妊虫放飼法 (SIT) を用い、イモゾウムシをターゲットにした根絶事業が行われている。SIT では対象とする害虫を大量に生産し不妊化した後野外に放飼するため、サツマイモ塊根を用いた大量増殖と累代飼育が行われている。しかし、現在の大量増殖法では生産数の低下が生じており、その原因として原虫 *Farinocystis* sp. の感染が確認されている。本原虫の野外での生態は明らかではないが、大量増殖ではイモゾウムシの羽化後に経口感染し、脂肪細胞などから栄養を摂取することで宿主の体内で増殖し、糞と共に体外へ排出され次に宿主へと分布を拡大する。原虫感染によるイモゾウムシの寿命の低下に性差がないものの、次世代数の低下はメスのみで観察されている。SIT では放飼したオスがどれだけの野生メスと交尾できたのかということが事業を効果的に遂行する鍵となるため、特にオスでの原虫感染の経時的影響の解明は重要である。しかし、

先行研究では感染初期の個体を用いて適応度が評価されているため、原虫感染の進行に伴った適応度成分の評価が正当に行われていない可能性がある。本研究では、感染のタイミング、初期の感染量、宿主の性をコントロールした上で、体内での原虫の増殖と交尾行動を経時的に調査し、原虫感染が適応度成分に与える影響を評価する。

P1-222

アカスジカスミカメ雄由来成分が雌のパフォーマンスに及ぼす影響

*奥圭子(中央農研), 山根隆史(中央農研・北陸研究センター)

いくつかの生物において、雄が雌に交尾を介して精包を移送する種が知られている。雄の精包は、雌が他雄と再交尾しないようにしたり、雌の産卵能力を向上させたりする。これは、他雄との精子競争における、雄自身の適応度を高めるための戦略の一つと考えられている。

アカスジカスミカメでは、雄が交尾を介して雌に精包を受け渡す。既交尾雌は少なくとも交尾後9日間は再交尾せず、その初期産卵数は未交尾雌よりも多い。これらのことから、精包が雌のパフォーマンスに影響するのではないかと考えられた。これまでの研究により、雄に連続交尾させると、1回目の交尾相手の雌には精子と精包が移送されるのに対し、2回目の交尾相手の雌には精子は移送されるが精包は移送されないことが分かっている。そこで、この現象を利用して精包を持つ既交尾雌と精包を持たない既交尾雌を人為的に作り出し、精包が雌の交尾受容性と産卵能力に影響するか検証した。その結果、精包を持つ雌では40個体中1個体だけが再交尾したのに対し、精包を持たない雌では26個体中10個体が再交尾した。交尾後10日間の産卵数を調べたところ、精包を持つ雌の産卵数の方が精包を持たない雌よりも多かった。これらのことから、アカスジカスミカメでは精包が雌の交尾受容性と産卵能力の両方に関与することが示唆された。

アカスジカスミカメ雌体内の精包は交尾後約7日目には消失する。それにも関わらず、雌は再交尾しない。精包の内容物が雌の交尾受容性に及ぼす影響を検証し、その結果も併せて報告する予定である。

P1-224

小さいイナゴも自切する? - コバネイナゴにおける体サイズと自切しやすさの関係 -

*鶴井香織(弘前大・男女共同参画), 本間淳(総研大・先導研), 若宮慧(京大院農・昆虫生態), 姫野孝彰(京大農・昆虫生態), 西田隆義(滋賀県大・環境生態)

自切とは、被食者が捕食者に襲撃された際に自ら体の一部を切り離す捕食回避行動である。自切は直翅類をはじめ、幅広い分類群で進化している。自切には命が助かるという短期的な利益がある一方で、運動能力や繁殖成功の低下などのコストを伴う。そのため、自切せずに助かる状況では自切しないほうが有利である。爬虫類と直翅類では、体サイズの大きい種ほど捕食者に対して屈強であるため自切しにくいとされている(Arnold 1988, Bateman & Fleming 2008)。

コバネイナゴは個体群間及び個体群内において体サイズに大きな変異がみられる。自切しやすさが体サイズそのものに依存するのであれば、由来個体群に関わらず大きいイナゴほど自切しにくいはずである。本研究では、2つの個体群から採集したコバネイナゴの自切しやすさについて、体サイズ及び個体群の影響を検討した。自切のしやすさは、後脚のヒザをピンチクリップで挟んでから自切に至るまでの時間により定量化した。

メスでは、1本目自切(健全個体における自切)、2本目自切(片足自切個体における自切)ともに個体群によって自切しやすさが異なった。体サイズの影響は2本目自切のみで検出されたが、従来の見解とは異なり体サイズが小さいメスほど自切しにくかった。オスでは、個体群による違いは2本目自切のみで検出された。しかし、体サイズの影響は1本目・2本目ともに検出されなかった。

全体として、雌雄ともに個体群間で自切しやすさが異なった。しかし、それは体サイズによるものではなく、個体群ごとに異なる何らかの選択圧により進化した可能性が示唆された。本研究で用いた2つの個体群間では鳥類捕食者相が異なったことから、自切のしやすさは重要な捕食者の違いによるものである可能性が考えられた。

P1-223

アルゼンチンアリ (*Linepithema humile*) における、特異な逃避行動

*小林(城所)碧(神戸大・理), 尾崎まみこ(神戸大・理)

P1-225

P₂ 値からみたナミアゲハの雌の配偶者選好性

*佐々木那由太, 渡辺守(筑波大・院・生命環境)

動物の雌は、産卵時期を調節したり、異なる雄由来の精子を別の場所に保存して使い分けたりすることで、自らの子の父性を特定の交尾相手に偏らせる場合がある。この現象は雌による「密かな配偶者選択」と呼ばれるが、発見例が少なく、あまり注目されてこなかった。鱗翅目では、2頭目の雄と交尾した直後の雌の受精嚢から、最初に交尾した雄の精子が消失してしまう現象がナミアゲハなどで知られており、雌は受精嚢内の精子を自ら入れ替えることで「密かな配偶者選択」を行なっている可能性が高いと考えられる。そこで、ナミアゲハのP₂値(雌が2頭目の雄と交尾した時、産下卵が2頭目の雄の精子で受精されている割合)を測定し、「密かな配偶者選択」の有無と、雌の配偶者選好性を調べた。室内飼育し羽化させた雌を、羽化翌日とその3日後に、正常な雄またはγ線不妊化した雄と、それぞれハンドペアリングで交尾させた。この時のP₂値は、2回続けて正常雄と交尾した雌や、2回続けて不妊雄と交尾した雌の産下卵の孵化率で補正した。正常雄と2回交尾した雌の卵の孵化率は8割程度、不妊雄と2回交尾した雌の卵の孵化率は2割程度であった。後者の卵の大半は発生が途中で停止しており、不妊化された精子も受精に用いられる事が分かった。正常雄と不妊雄の両方と交尾した雌の産下卵は、多くが孵化するか、多くが孵化しないかのどちらかであり、P₂値は二峰分布を示した。産下卵のほとんどは、交尾の順番と関係なく、交尾相手のどちらか片方の精子によって独占的に受精されていたのである。独占的に受精を行なえた精子を注入した雄の多くは、大きな精包を雌に注入していた個体であった。これらの結果から本種における雌の交尾後の配偶者選択について考察した。

P1-226

ニホンザルにおける採食グループサイズと採食成功の関係

* 風張喜子 (京大・野生研), 揚妻直樹 (北大・フィールド科学センター)

採食効率に及ぼす他個体の影響を知ることは、動物の集団生活に関わる利益・不利益を理解する上で重要である。多くの種がメンバーの安定した群れを形成する霊長類においては、食物パッチを共有する個体数(採食グループサイズ)と採食効率の関係が調べられてきた。しかし、一貫した結果が得られず、採食効率に及ぼす他個体の影響について統合的な説明がなされてこなかった。

一般に、他個体の存在は採食効率に対して、捕食者に対する警戒時間の短縮による正の影響や、採食競争による負の影響をもたらす。メンバーの安定した群れ生活では、採食グループサイズが多いと、群れに追従するための周囲の見回しが減少し、それによっても採食効率が向上する。発表者らによって、採食グループサイズと採食効率の関係は、これら正・負の影響のバランスによって決まることが明らかになっている。採食競争は食物環境(食物パッチの質・パッチの分布様式など)によっても大きさが変化することが知られている。したがって、採食グループサイズと採食速度の関係は食物環境によって異なることが予測される。

本研究では、宮城県・金華山島に生息する野生ニホンザルを対象として、様々な季節の主要食物(12品目)ごとに採食グループサイズと採食効率の関係を把握し、食物環境(食品目の特徴)がこの関係に及ぼす影響を検討した。その結果、採食グループサイズと採食速度の関係は食物環境によって説明された。特に、パッチ内の食物密度が高いほど、採食グループサイズと採食速度の間に正の関係が見られる確率が高く、逆も同様であった。採食競争の大きさによって、採食グループサイズの増加による正・負の影響のバランスが異なるためだと考えられた。これらの結果から、採食効率に及ぼす他個体の影響の統合的な理解が可能になるだろう。

P1-228

ヤドカリのオスの配偶者選択: 他個体との遭遇履歴の影響

和田 哲, 竹下文雄, 安田千晶, 鈴木祐太郎 (北大院・水産)

雄が同性間競争と配偶者選択の両方をおこなう種では、同種他個体との遭遇頻度が、その後の配偶者選択に影響を及ぼすことが予想されている。テナガホンヤドカリでは、雌との遭遇頻度が低いときほど、雄は成熟度の低い(= 交尾まで時間を要する)雌でも交尾前ガードすることがわかっている。また本種の大型(優位)雄と小型(劣位)雄では、雄が2個体の雌と同時に出会って配偶者選択するときの基準が異なる。今回は本種を対象に、雄が交尾の何時間前から雌をガードするかという閾値に関して、以下の仮説を検証した。

(A) 小型雄は、大型雄との遭遇頻度が異なると、雌に対して異なる閾値を示す。

(B) 大型雄は、遭遇頻度の異なる雌に対して異なる閾値を示す。

繁殖期直前から終盤まで、以下の遭遇頻度条件で飼育実験を実施した: 高頻度: 大型雄と小型雄および雌各1個体を1つの水槽と一緒に飼育、中頻度: 小型雄と雌各1個体が「高頻度」水槽の大型雄と8時間ごとに遭遇、低頻度: 同じく24時間ごとに遭遇、無遭遇: 小型雄と雌各1個体だけで飼育し、大型雄とは遭遇しない。全水槽で各雄がガードしていたか否かを8時間ごとに記録して、実験終了後に各雄のガード回数の集計と全個体の体長測定を実施した。

小型雄のガード回数は中頻度条件で最多となり、無遭遇条件で最少だった。これら2条件間でガード回数の有意差があった。また、体長が大きな小型雄ほどガード回数が多かった。これらの結果から、雄間競争で劣位な小型雄は、優位雄との遭遇頻度に応じて配偶者選択の閾値を調節することが示唆される。一方、大型雄のガード回数は、低頻度条件の雌に対して最多であり、他の2条件と有意に異なっていたことから、大型雄も遭遇頻度に応じて各雌に対する閾値を調節し、遭遇頻度の低い雌を長くガードすることが示唆される。

P1-227

水欠乏によるマメゾウムシのメスの再交尾促進とその適応的意義

原野智広 (九大院・理・生態科学)

多くの昆虫のメスでは、1回の交尾で十分な精子を受け取るにも関わらず、多回交尾による産卵数の増加が見られる。このことはオスから供給される精液中には栄養分が含まれると解釈されることが多い。しかし、外界から水分を摂取困難な場合、とりわけオスがメスに多量の精液を供給する昆虫では、精液はメスにとって貴重な水分供給源になりうる。貯蔵豆を幼虫期のホストとして利用するヨツモンマメゾウムシやアズキゾウムシは、成虫期には水分を摂取しなくても繁殖可能である。しかし、メス成虫は水分を摂取すると長生きし、多くの卵を産出できる。ヨツモンマメゾウムシのメスは、1回の交尾でオスの体重の10%にも相当する精液を受け取り、多回交尾を行って追加の精液を受け取ると産卵数が増加する。本種では水分を摂取させなかったメスは頻繁に交尾するという観察結果から、精液からの水分補給がメスの多回交尾の適応的意義の1つと考えられている。

それに対して、アズキゾウムシのメスが交尾の際に受け取る射精液はオスの体重の2%に満たない。そのため、精液からの水分補給はあまり期待できない。しかし、ヨツモンマメゾウムシと同様に、アズキゾウムシでも1回交尾後に水分を摂取させなかったメスに比べて、水分を摂取させたメスは再交尾しやすいという観察結果が得られた。そこで、メスが水分を摂取できないときに、追加の精液の供給が産卵数に与える効果を検証した。1回交尾を終えたメスの産卵数は、追加の交尾によって増加しなかった。したがって、アズキゾウムシでは、メスの多回交尾の適応的意義が精液からの水分補給であるという仮説は支持されなかった。水分欠乏がアズキゾウムシのメスの再交尾を促進したことは、他の説明を必要とし、メスの多回交尾の適応的意義が水分補給を示す根拠とはならない事例であろう。

P1-229

動物専用周波数帯を利用したニホンザルのリアルタイムモニタリングシステム

* 増岡拓也, 山本麻希(長岡技大・生物), 酒井龍市, 藤井芳輔, 臼井秀行((株)イートラスト), 竹田謙一(信州大・農), 羽山伸一(日獣大・獣医)

ニホンザル(Macaca fuscata)から農作物を守るためには、群れの行動を常にモニタリングし、集落に入る前に予防的な追い払いを行う必要がある。サル群れを追い続ける労働力を減じるため、複数の固定アンテナから受信した電波強度からサルの位置を3点法で定位し、得られた位置データをWeb上にリアルタイムで表示するシステムを開発し、その精度の検証を行った。

調査は、新潟県中魚沼郡津南町と長野県下水内郡栄村の境界域を流れる志久見川沿いにある河岸段丘に位置する集落、畑作地で行った。本システムの精度を検証する方法として、調査地に5カ所の固定アンテナを設置し、各アンテナから半径500m以内の範囲に58箇所調査地点を設置した。国内で認可されている動物専用周波数帯を利用したVHF電波発信機(サーキットデザイン社 LT-01)を0.5mの高さで約2分間保持し、その位置をGPS(Trimble社 GPS Pathfinder SB)と本システムで同時に定位し、2点の距離を計測した。

その結果、5カ所の固定アンテナの内側の地点(254.4 ± 293.5 m)にくらべ、外側の地点(528.6 ± 340.4 m)では、本システムとGPSによって定位された位置の差が大きくなった。アンテナの内側では、最寄りの2点の固定アンテナの直線と地点のなす角度が10°以下の範囲やアンテナと地点の間に遮蔽物や土地の高低差がある場合は定位精度が低かった。一方、アンテナの外側であっても、地点とアンテナ間に遮蔽物がなく、最寄りの2点の固定アンテナの直線と地点のなす角度が30°以上の地点では定位精度が高かった。

P1-230

河川の上位捕食者ナマズ (*Silurus asotus*) はいつエサを追尾するか

今村彰生 (京都学園大バイオ環境)

上位捕食者であるナマズは夜行性でかつ強い魚食性を示す大型の肉食魚である。琵琶湖淀川水系に属する大堰川(保津川)のナマズ(ナマズ科ナマズ属)について、どのような条件下で餌動物を追尾し捕食するのか、夜間のルアー釣りによって調査した。保津川には中型魚として草食性が強いアユや雑食性のウグイなど多数の魚類が生息しているが、なかでも肉食性の強い雑食性とされるウグイ(コイ科ウグイ属)についても、日中のルアー釣りによって餌追尾の特性について調査した。

説明変数には開始時刻、当日の天気、当日の平均気温、当日の最大風速、前日の降水量、月齢、気圧を用い、滞在時間を補正項として組み込んで一般化線形モデル(GLM)による解析と赤池情報量規準(AIC)によるモデル選択をおこなった。その結果、ナマズでは当日の平均気温、当日の最大風速、前日の降水量、月齢、気圧の5変数が選択された。ウグイでは、開始時刻、当日の平均気温、当日の天気、月齢、気圧が選択された。

ナマズにおいては風が吹いて水面が荒れることが好釣果つまり餌追尾に繋がっていたのに対して、ウグイでは荒天では低釣果で好天において釣果が上がる傾向が示された。

本研究では、野生状態での魚類の餌追尾行動の特性を明らかにすることと、釣行と釣果に関する経験則を定量的に検証することを目的としたが、ナマズについては強風で荒れることなどが条件に挙げられておらず、注目に値する。気圧については、ナマズ、ウグイともに釣果は気圧の上昇と負の相関が示されたが、気圧の子細な計時変化については組み込んでいない。また、水の濁度を説明変数に組み込んでおらず、降水量、濁度、強風、という荒天要素の交互作用などの検討などが、今後の課題として挙げられる。

P1-232

メコン河淡水魚類の耳石解析による回遊パターン解明

*福島路生, 野原精一(国環研), Tuantong Jutagate, Chaiwut Grudpan, Pisit Phomikong (UBU)

インドシナ半島の国際河川メコン川に広く生息し、流域住民の食料資源として貴重な淡水魚 Siamese mud carp (*Henicorhynchus siamensis*) の耳石微量元素分析による回遊生態の解明を試みた。本種は体長15cmほどの小型のコイ科魚類であるが、メコン川では漁獲量は最大でカンボジア通貨リエルの語源にもなっている。本種は支流と本流を回遊する生活史を送ることが地元漁師を通じて分かっているが、地域個体群ごとの詳細な回遊ルート等はまったく分かっていない。演者らはラオス、タイ、カンボジアのメコン川本流および支流から本種の耳石を約160個体分を収集し、レーザーアブレーション ICP 質量分析計を用いて計9種類の元素同位体を、耳石の核から外縁にかけて、つまり回遊の時間軸に沿って半定量した(これをプロファイルと呼ぶ)。各元素のプロファイルは、同一地点で採集された個体間では酷似し、河川間(支流間)では異なった形状を示した。しかし多くのものが、U字型などの左右対称のプロファイルを示した。つまり本種は群れをなして回遊行動をとること、支流ごとにいくつか異なる回遊経路が存在すること、また繁殖のために、産卵河川に母川回帰していることが示唆された。耳石表面のストロンチウムや亜鉛などは、魚が採集された地点の河川水の各々の濃度を反映するため有意な正の相関を示した。しかし、マグネシウムは反対に有意な負の相関が耳石と河川水の間に見られた。メコン川の各支流では複数の元素同位体濃度に有意な差があり、耳石中の元素プロファイルを解読することで、個体ごとにどの支流を回遊してきたかを理解できる可能性が示された。メコン川で急速に進められているダム開発計画と照らし合わせてこれらの研究結果を議論する。

P1-231

イヌビワコバチにおける産卵後の花のうからの脱出

木下智章(佐賀大・農)

花粉を媒介するイチジクコバチの多くの種では、メスは、ある花のうに潜入し、産卵と授粉をした後、その花のうの中で死んでしまう。しかし、イヌビワコバチを含む一部の種では、メスが、産卵後、再び花のうの外に出てくる。その要因として、「他の花のうに再潜入し、産卵する」、「メスが花のうの中で死ぬことにより、子に不利益(カビ/センチチュウ/病気)が生じる」などが考えられている。

本研究では、イヌビワコバチにおいて、1つ目の花のうから出てきたメスが他の花のうに潜入・産卵できるのかに注目し、野外実験を行なった。その結果、ほとんどのメスが1つ目の花のうから出てくるものの、他の花のうに入ることはできなかった。それにもかかわらず、産卵数が極端に少ないメスも花のうから出てきたことから、出てくること自体に何らかの意味があることが示唆された。

また、メスが花のうの中に死骸を残すことが、花のう内でのカビの発生に影響を及ぼすかどうかについて調べた野外実験の結果についても検討する。

P1-233

GPS首輪を用いたニホンツキノワグマの食性解析—休息場所の特性を利用して

後藤優介(立山カルデラ博), 有本勲(農工大・農), 古林賢恒(元農工大・農)

富山県東部に位置する立山カルデラ周辺において2頭のツキノワグマ(メス成獣・TF80およびオス成獣・TM38)に、activity sensor付きGPS首輪(データ蓄積型、Lotek社GPS3300s)を装着した。測位間隔は5分とし、追跡期間はTF80、TM38それぞれ2004年10月15日~31日(17日間)、2005年9月16日~26日(11日間)である。首輪の回収後、得られた測位データはactivity sensorの値をもとに、1日の中での活動コアおよび休息コアを抽出することが可能であり、抽出されたそれぞれの地点で現地踏査を行った。現地踏査により得られたツキノワグマの休息利用場所の特徴、および休息地点で回収することできた糞の分析等から、GPS首輪データと現地踏査を組み合わせることで食性解析の有効性について検討を行った。

結果、TF80については活動・休息ともに草地群落を利用し、一方TM38は活動時と休息時において利用環境は異なっていたが、両個体とも休息場所で採取した糞の分析により活動地点における採食活動を再現することが可能であった。以上のことから、GPS首輪により得られたデータをもとに休息場所を回ること、効率よく糞を採取し、日単位での食性を解析することが可能であることが示唆された。このことはこれまで測位点の植生情報や行動圏における糞分析の結果などに頼りがちであったツキノワグマの生息地利用について明確に評価することを可能とする。しかしながら、本研究は秋期に実施されているが、季節によって採食物の量的・質的变化に伴う脱糞量・回数の変化することや、糞虫や菌類などの糞分解者の活動量の違いにより糞の消失スピードが変化すること等が考えられる。これらは現地踏査時の糞の発見率に大きく影響を与えることになり、今後、季節を変えての検討が必要である。

P1-234

エンドウヒゲナガアブラムシの表現型多型に見られる翅形成様式の多様化

* 小川浩太, 石川麻乃, 三浦徹 (北大・環境科学)

昆虫の繁栄をもたらした大きな要因の1つに飛翔能力の獲得が挙げられるが、飛翔には多大なコストやリスクも伴う。そのため、飛翔能力は二次的に失われる例も多く、翅多型を示す昆虫種が多く知られる。翅多型は発生過程の大幅な改変を伴うため、生態学的のみならず、発生生物学的にも非常に興味深い現象である。

アブラムシは、季節変動にあわせて様々な表現型を示す複雑なライフサイクルを持った半翅目昆虫である。対象種エンドウヒゲナガアブラムシ *Acyrtosiphon pisum* は、春から秋にかけて胎生単為生殖を行うが、晩秋になると有性世代を産出し、卵により越冬する。単為生殖を行う雌(胎生雌)は、環境要因に依存し有翅・無翅が切り替わる翅多型(wing polyphenism)を示し、雄は遺伝情報により翅型が決定される翅多型(genetic wing polymorphism)を示す。また、卵から孵化した雌(幹母)と卵生雌はすべて無翅型となる。このように本種は1年のライフサイクルの中で様々な有翅・無翅多型を示す。

演者らは、均一なゲノムセットを持ちながら異なる翅形成様式を示す本種は、翅多型の適応的意義や進化を考察するうえで最適な材料であると考え、各生活型(胎生雌、雄、幹母、卵生雌)における飛翔器官の発達・退縮様式を組織形態学的に詳細に観察した。その結果、各々の無翅型では、飛翔器官が失われる発生過程に差違が見られることを発見した。また、有翅/無翅雄の成長期間の比較により、雄の無翅化には、幼虫齢期の短縮という適応的意義があること見出した。これらの結果を踏まえ、本発表においてはエンドウヒゲナガアブラムシにおける翅多型の生態学的意義と進化発生学的背景について議論したい。

P1-236

造巢性端脚類 *Bubocorophium* sp. の同居巣存在比の季節変動

* 阿久津 崇, 青木 優和 (筑波大・下田臨海)

砂底表在性端脚類 *Bubocorophium* sp. は、貝殻や砂粒を接着して携行型の巣を造る。本種は、巣から前部体を出して発達した第2触角で基底面を打つことにより、後方へ跳ねるように移動する。多数の個体が海底で動く様子は、さながら「動く砂」である。静岡県下田市大浦湾南東部水深10mの砂質底における2010年4月の調査からは、1つの巣に1個体が入る「単独巣」と2-8個体が1つの巣に同居する「同居巣」が区別され、巣形態の観察から同居巣は単独巣どうしの接着で構築されたと考えられる。同居巣は全巣数の29%を占め、全個体のうち60%が同居巣を利用していた。同居巣における個体の構成にオス-メス、オス-メス-幼体、メス-幼体、という3タイプがある。また、同居巣内には幼体が多く存在しており、同居巣構築が繁殖に関係することが示唆されている。

現在、野外個体群における同居巣出現頻度や同居巣内の個体構成の季節変動についての検討を進めており、野外調査は2010年4月から2011年1月に毎月1回行っている。口径60mmのコア6個で採集した *Bubocorophium* sp. は巣ごとに5%ホルマリンで固定し、それぞれに含まれる個体の体長、雌雄、抱卵数、卵サイズを計測している。これらについて同居巣存在比や繁殖形質の経時的変化に関する解析を進め、同居巣が繁殖にどのように関与しているかについての解明を試みる。

P1-235

タメフン由来 VS. 鳥散布由来の実生：海岸砂丘林における土壌養分と局所密度の影響

* 菊地俊匡, 佐藤孝, 星崎和彦, 井上みずき (秋田県大・生物資源)

多くの鳥類、哺乳類は植物の果実を採食し糞として種子を排出する。鳥に散布されて発芽した実生が、母樹下の実生に比べて、生存率が良いという研究は多くある。一方、窒素やリンを含む糞と共に排出されたことや1糞中に含まれる種子数が種子の生存、実生の成長にどのように影響しているかを検討した事例は少ない。例えば、周食散布型果実をもつ樹木の種子は鳥に散布された場合、糞中の種子数は通常1個であるのに対し、ホンダタヌキをはじめとする中型哺乳類に散布された場合は糞中に数十個の同種種子が含まれる場合がある。そこで土壌養分が貧弱な海岸砂丘林に普通なカスミザクラとヤマウルシを対象に当年生実生のサイズの違いをタメフンの有無による当年生実生直下の土壌の化学的観点から検討したい。

秋田県の海岸マツ林において発見したタメフン由来実生とそのごく近くの鳥散布由来の単体実生の直下の土壌を5地点ずつ採取した。採取する際、深さ0-5cmと5-10cmの2層に分けて採取した。採取した土壌は、pH、EC、全炭素、全窒素、交換性陽イオン、CEC、可吸態リン酸を測定し、CN比も算出した。カスミザクラ(タメフン由来 n=126, 単体 n=53)と、ヤマウルシ(タメフン由来 n=136, 単体 n=51)のそれぞれの実生の主軸長と主根長、地上部と地下部の乾燥重量を測定し、地上部と地下部の乾重比を計算した。また実生採取場所の相対光量を測定した。

カスミザクラでは、主根長が単体由来のほうがタメフン由来に比べて有意に高かった。ヤマウルシでは、地上部と地下部の乾重比が単体のほうで有意に高かった。

こうした実生のサイズの違いを土壌の化学性および光環境、実生の局所的な競争の観点から評価する。

P1-237

魚類の生活史はどのように変化するか? - 導入先における生活史の変化と多様性 -

鈴木規慈* (三重大院生資), 佐藤拓哉 (京大フィールド研), 原田泰志 (三重大院生資)

多くの生物種において、生活史が環境によって変化することが知られている。特に魚類では、新規に導入された環境下で本来の生息環境と比較して体サイズや寿命などの生活史形質や繁殖期などが変化する例が知られている。本邦において、ため池などの人為的環境下に生息する魚類の多くは人為的に導入されたものであると考えられ、それらの生活史特性は本来の生息環境下のものから変化している可能性が高い。そこで本研究では、生息地の減少が著しいコイ科のカワバタモロコを対象として、本来の生息環境である氾濫原環境に近い農業水路の2個体群とため池に導入された10個体群を比較し、体サイズ、年齢組成および成長などがどのように異なっているかについて検討を行った。

水路の2個体群では、多くの個体は1年で成熟し、繁殖期後に生活史を全うしていることが示唆された。一方、ため池の個体群では、オスでは5歳、メスでは7歳の個体が確認され、水路の個体群に対して大型で高齢の個体で構成されていた。また、ため池の個体群間で生活史特性は多様化していた。水路の個体群における生活史特性は氾濫原環境(九州地域および琵琶湖)における先行研究の特性である「小型・短命」と類似していたのに対し、ため池の個体群はそれらとは大きく異なっていた。すなわち、不安定な氾濫原環境下では、カワバタモロコは「小型・短命」の生活史特性を示すが、比較的安定的な環境である導入先(ため池)では「大型・高齢」のように特性が本来のものから大きく変化しているだけでなく、それぞれの生息環境に合わせて異なる生活史特性を持つことが示唆された。

P1-238

メダカ (*Oryzias latipes*) 個体群における遊泳速度の緯度クライン

宮下太輔*, 東 信行 弘前大学大学院農学生命科学研究科

Oryzias 属の中で温帯に分布するのは、メダカ *Oryzias latipes* のみであり、その他は熱帯と亜熱帯に分布し、本種 *Oryzias latipes* が熱帯起源であることを示している。またメダカは日本において青森県を自然分布の北限として本州以南琉球列島まで分布し、遺伝的に異なる北日本集団と南日本集団に分けられることが知られている。熱帯起源であるメダカが北上していく中で越冬による選択圧にさらされたのは、明らかである。メダカの越冬はサイズ依存的であり、冬までにいかに速く成長するかが重要である。成長速度に関する室内実験では、高緯度の個体群の方が速い傾向にあり、耳石を用いた野外実験においても、高緯度個体群の方が高い成長速度のポテンシャルを示した。

そこで本研究では、成長とエネルギー消費に関する分配的トレードオフの可能性に着目し、緯度の異なる個体群間でエネルギー消費に関する活動性を比較した。標本には北日本集団5地点、南日本集団7地点、弘前大学実験室での飼育下次世代個体を用いた。活動性の指標として、個体のルーティンでの遊泳速度を計測した。個体の酸素呼吸量についても計測を行い、比較した。さらに活動性の潜在能力の指標となる ETSA (Electron Transport System Activity; 電子伝達系活性) と遊泳速度の関係についても考察した。その結果、南北集団に関らず高緯度個体群ほど遊泳速度が遅いという緯度クラインが得られた。越冬の必要な高緯度個体群は、活動性が低くし、これにより速い成長速度を獲得して厳しいに適応したと考えられる。

P1-240

同所的に棲むイワナとヤマメの成熟開始サイズ～釧路川水系 10 支流間で見られた多様性の謎～

* 佐橋文記 (北大・水産), 森田健太郎 (北水研), 松石隆 (北大・水産)

種内の個体群間で見られる生活史形質の多様性は、それぞれの生息環境に適応した結果として生じうる。また、異なった系統に位置する種間であっても、生息環境が類似していると生活史形質の応答様式も類似する場合がある。したがって、環境勾配に対する生活史形質の応答様式は、同所的に分布する種間で同調する可能性があるだろう。

北海道の河川にはイワナとヤマメが広く同所的に分布する。両種ともに、遡河回遊型的生活史を持ち、生まれた川で数年を過ごした後、海へ索餌回遊する。しかし、雄の一部は、海へ回遊することなく、生まれた川で一生を過ごす残留型となる。もし、回遊のコストが高まるような状況に置かれた場合、残留型の適応度が相対的に高まり、海へ回遊せずに小さいサイズで成熟を開始する (= 残留型を選択する) 方が適応的であるだろう。そして、種間で回遊のコストを規定する要因が共通するならば、両種の成熟開始サイズの変異性は同調すると予測される。本研究では、流域スケールでイワナとヤマメの雄の成熟開始サイズを調べ、支流間変異と環境パラメータとの相関および種間の同調性を検討した。

両種ともに成熟率は、体サイズおよび年齢が増加するに従い高まったが、そのパターンは支流間で有意に異なった。成熟開始サイズは種間で同調した変異性を示し、両種ともに成熟開始サイズは海からの距離と負の相関を示した。つまり、イワナとヤマメともに、海から離れた場所に位置する支流ほど成熟開始サイズが小さい、という共通の傾向が認められた。これは、回遊のコストの増加に伴い、成熟開始サイズを小さくし、残留型を選択するように適応した結果であると考えられた。また、成熟開始サイズの支流間変異はヤマメの方がイワナよりも大きく、局所適応の程度はヤマメの方がイワナよりも強いことが示唆された。

P1-239

シャープマメゾウムシにおける休眠経験の有無に関連した卵サイズ変異

* 川本さつき, 石原道博 (大阪府大・理)

シャープマメゾウムシは多化性で、寄主植物クララの結実して間もない未熟な柔らかい種子から成熟乾燥した硬い種子まで一貫して利用することができる。野外で本種の卵サイズを調べたところ、柔らかい莢に産卵する越冬明け世代成虫は相対的に小さな卵を、硬い莢に産卵する第1世代成虫は相対的に大きな卵を産んでいた。生活環の中で、越冬明け世代成虫は幼虫休眠を経験しているが、第1世代成虫は幼虫休眠を経験せずに産卵している。そこで、成虫の休眠経験の有無によって卵サイズが変化するかどうかを調べるために、人為的に休眠を経験させて羽化させた個体 (休眠処理) と休眠を経験せずに羽化させた個体 (非休眠処理) との間で、完全乾燥した種子に産んだ卵サイズを比較した。休眠処理個体は 22℃, 10L14D の短日条件で卵から 90 日間維持することで休眠を誘導した後に、5℃, 10L14D の低温処理を 50 日間行い、その後 22℃, 16L8D の長日条件に移して休眠を覚醒させた。非休眠処理個体は 22℃, 16L8D の長日条件で休眠させずに羽化させた。その結果、休眠を経験しなかったメスに比べて休眠を経験したメスは有意に小さい卵を産んだ。また、生み付けられた卵が羽化するまでの生存率は非休眠処理のメスが産んだ大卵由来の方が有意に高かった。この結果から、休眠経験の有無が成虫が産む卵サイズを変化させることで、野外で硬い種子に産卵する非休眠メスに大きな卵を産ませて幼虫の生存率を高めていると考えられた。

P1-241

捕食圧と種間競争の違いに対応したシモダマイマイの生息場所、殻形態、生活史の変異

葛西直子 (東邦大院・理・生物), 長谷川雅美 (東邦大・理・生物)

シモダマイマイ *Euhadra peliomphala simodae* は、伊豆半島南端から伊豆諸島 (大島、利島、式根島、新島、神津島) に分布する地上-樹上性の陸生有肺類である。シモダマイマイの殻彩には、大別してクリーム、バンド、ブラウンの3パターンがあり、半島部と島嶼集団間の遺伝的分化が小さいにも関わらず、本土の半島集団と比べて、島嶼集団における殻彩の多様化と島嶼間での顕著な分化を示すことが先行研究によって明らかにされている。本研究では、シモダマイマイの生活史形質 (成熟時の殻サイズと年齢、成長速度) と殻の形態に注目し、伊豆半島の3集団と伊豆諸島の5集団間で比較し、その地理的変異を明らかにした。さらに、生活史形質と殻形態の地理的変異が、半島部と各島における捕食者相と近縁種の存在に対応した変異を示すのかどうか、各集団の生息密度と微小生息場所の調査結果をもとに解析した。

伊豆諸島には、シモダマイマイのような大型陸貝を捕食する肉食哺乳類と地表徘徊性甲虫 (マイマイカブリ、伊豆大島を除く) が生息しないことと対応し、半島部と比べて、生息密度が高く、地上部を利用する個体の割合が高かった。また、半島集団では成熟個体の割合が5%未満であり、島嶼集団における割合 (30-55%) と比べて著しく低かった。成熟個体の殻サイズ、成長速度、成熟年齢、殻形態には島間で有意な違いがみられたが、島嶼における生存率の高さ、高密度化、及び生息場所の拡大と生活史形質との明瞭な対応関係を見出すことはできなかった。

P1-242

出生前に条件づけられている代替発生軌道

* 桑野真也(北大院・水産), 岸田治(北大・北方生物圏FSC), 西村欣也(北大院・水産科学)

環境に応じて適合した表現型を示す生物の表現型可塑性は、私たちに適応を想起させ、表現型を生じさせるメカニズムや反応規範が、なぜ・どのように形作られたのかについて興味を抱かせる。表現型は生物的・非生物的な外的環境に反応することに加え、個体の内的状態に影響される。また、外的環境への反応の仕方が生物の内的状態により調整されることがある。栄養状態といった内的状態は個体の生活史を通じて作られるほか、個体発生に先立って既に異なりうる。

同時・同所的に観察される可塑性による多型は、同一の反応規範が個体の社会的立場の違い、あるいは個体間の内的状態のばらつきに応じた結果として解釈できる。我々は、生物を形作る発生軌道の反応規範そのものが、個体発生に先立つ内的状態により修飾され、個体ごとに異なる可能性に注目した。

エゾサンショウウオの幼生は、混み合うと同一集団中に顎が顕著に発達した「大口型」へと向かう発生軌道をとる個体が生じ集団が二型化する、「二型化発生反応規範」を有する。大口型はより大きな同種や他種の捕食を可能にする。他の多くの両生類同様、エゾサンショウウオには顕著な卵サイズバリエーションがある。

我々は、卵サイズバリエーションが異なる親由来の卵の間に存在し、卵サイズによって幼生の初期個体発生の軌道選択の幅が異なることを見出した。孵化直後、大卵由来の個体ほど体が大きく、捕食開始前の発生段階で既に大口型に近い形をしていた。大口型への発生を導く外部環境刺激を一律に与える誘導実験において、大卵由来の個体ほど一貫して顎をより大きくする発生軌道をとった。このことは、卵サイズという発生に先立つ形質によって外部環境刺激に対する発生軌道の反応規範が調整され、集団内に生じる二型パターンを作り出していることを示唆する。

P1-244

ソラマメヒゲナガアブラムシの翅型分化過程における翅原基の発達/退縮の制御

* 阿部 太亮, 石川 麻乃, 三浦 徹 北大, 理, 生物科学

同一の遺伝子型から、環境に応じて複数の不連続な表現型が作り出される現象を表現型多型という。この現象は古くから知られているが、分子発生的なメカニズムには未解明な点が多い。アブラムシは、複雑な生活史の中で季節や密度に応じて一つの遺伝子型からさまざまな表現型を作り出すことが知られる。中でも、胎生単為生殖世代に見られる密度に応じた翅多型は、容易に翅型の誘導が可能であるため、研究対象として優れている。

アブラムシの祖先は翅多型を示さず、全て有翅であったと考えられている。また、アブラムシの無翅胎生雌では発生過程の初期に翅原基が形成され、後に退縮することが知られる。以上のことから、アブラムシは有翅・無翅どちらの翅型でも翅の形成能力を潜在的に持つが、無翅型では翅形成過程が停止することが予想される。そこで本研究では、ソラマメヒゲナガアブラムシ *Megoura crassicauda* の無翅型の後胚発生における翅原基の退縮過程を明らかにすることを目的として、下記のような組織学的な観察を行った。

組織切片を用いて有翅・無翅の翅原基を比較すると、1齢幼虫期では発達の程度に大きな差は見られなかったが、2齢以降では有翅型の原基は肥厚しているのに対し、無翅型の原基は退縮していた。そこで、翅原基の退縮が起こる時期をより詳細に知るために、1~2齢間の翅原基の発達・退縮過程をさらに細かいタイムスケールで観察した。その結果、無翅型の翅原基は1齢中期には発達が抑制され、1齢の後期から2齢の初期の間に退縮することが明らかになった。

また、翅多型を示す他種の昆虫では、無翅型の翅原基はアポトーシスにより退縮することが知られる。そこで、アブラムシの無翅型での翅原基退縮の分子発生メカニズムを探るため、無翅型の翅原基においてアポトーシスの実行因子である active Caspase 3 の有無を免疫染色により解析した結果も併せて報告する。

P1-243

コイにとっての岸辺環境の有用性とストレス回避のトレードオフ

* 高原輝彦(地球研), 山中裕樹(龍谷大・理工), 鈴木新, 本庄三恵, 源利文(地球研), 米倉竜次(岐阜県河川研), 板山朋聡, 神松幸弘(地球研), 伊東尚史(養殖研), 川端善一郎(地球研)

湖などの浅瀬の岸辺環境は、魚にとって採餌や繁殖に重要な場所である一方、水温が日内で顕著に変化することから、生理的負荷が生じるストレスフルな場所と考えられる。しかし、岸辺環境における日内水温変動と魚のストレス反応の関係についてはよくわかっていない。そこで我々はまず、岸辺の日内水温変動パターンを明らかにするため、琵琶湖の内湖において2008年から2010年の魚の繁殖シーズンに水温を調査した。沖合などに比べて、岸辺環境では日内の水温が顕著に変化する日が多くみられた。つぎに、野外調査によって明らかになった岸辺環境の水温変動パターンにさらされたとき、魚がストレス反応を示すかどうかを調べた。実験は、コイ *Cyprinus carpio* が日内水温変動にさらされたときに水中に放出したストレスホルモンのコルチゾール量を測定した。水温が安定した状態から上昇したとき、コイはコルチゾールの放出速度を顕著に増加させた。その反応は3時間後には定常状態に戻った。その後、水温を下げさせたときなどでは、コイが放出したコルチゾール量に変化はみられなかった。これらのことから、コイは日内の水温が上昇するとき一過性のストレス反応を示すことがわかった。自然環境では、コイの生活史にとって重要な岸辺環境の利用と日内水温変動によるストレスの回避とのトレードオフが存在しているのかもしれない。

P1-245

北海道に來遊するゴマファザラシの食性

* 渡辺なつ樹, 梶光一(農工大・農), 小林万里(東農大・生物産業, NPO 北の海の動物センター)

北海道に來遊するゴマファザラシの食性

○渡辺なつ樹 1・梶光一 1・小林万里 2

(東京農工大学大学院・農 1・東京農工大学・生物産業 2)

北海道沿岸には冬期にゴマファザラシ (< *iPhoca largha* >) が來遊し、流氷上で繁殖を行うことが知られるが、近年、本種の分布には大きな変化がみられる。北海道への來遊数の増加に加え、従来は來遊のなかった日本海側における分布の南下・拡大と、滞在期間の長期化が進行している。なかでも礼文島は、こうした個体数の増加・滞在期間の長期化が顕著な地域であり、現在では周年にわたる生息が確認されている。

本種は海洋生態系における高次捕食者として重要な位置を占めると考えられるが、一方で漁獲物の食害等、漁業との軋轢を生じており、近年における來遊数の増加は、こうした軋轢をより一層深刻にするものと考えられるしている。漁業は礼文島における基幹産業であり、漁業への打撃は地域全体へ波及する重大な問題となる。このような状況に対し礼文島では、2010年から、漁業被害の軽減を目的とした本種の有害捕獲駆除が開始された。しかし、本種の海洋生態系における位置付け、摂餌生態および漁業被害の実態など、被害対策や保全管理に必要な情報が不足している。

そこで本研究では、礼文島に來遊するゴマファザラシの詳細な食性を明らかにすることを最終目的とし、有害捕獲駆除によって得られたゴマファザラシの胃内容物分析と、安定同位体分析を行なった。安定同位体による食性分析への応用、海洋生態系の位置付けを明らかにすることを試みた。

P1-246

同所的に生息するスジハゼ3タイプの生活史特性～舞鶴湾において～

*松井彰子, 上野正博, 山下洋(京大・フィールド研)

種にとって最適な生活史戦略は、その種が経験する生息環境や分布の広さに大きく影響を受ける。 r/K の概念によると、多様な環境で生息可能な種(ジェネラリスト)の成長・成熟は早く、純繁殖率は高い(r 戦略)。一方、限られた環境にしか生息していない種(スペシャリスト)の成長・成熟は遅く、純繁殖率は低い(K 戦略)。 r/K の概念は、これまで多くの生物について検証されてきたが、魚類において同所的に生息する近縁種間で調べた研究は少ない。

スジハゼ *Acentrogobius pflaumi* は、日本列島沿岸に広く生息している海産魚である。スジハゼには、形態により区別される3タイプ(Aタイプ、Bタイプ、Cタイプ)の存在が知られている(瀬能, 2004)。京都府北部舞鶴湾には上記の3タイプが全て生息していることが確認されているが、Cタイプは湾内に広く分布しているのに対し、A、Bタイプの分布は非常に限られている。また、3タイプの生息環境は主に底質・水深・塩分において異なっており、Cタイプはジェネラリストに、Aタイプはスペシャリストに近く、Bタイプはその中間型であると言える。本研究では、舞鶴湾に同所的に生息するスジハゼ3タイプを用いて生活史特性を比較し、生息環境が生活史特性に与える影響について検討した。

2009年10月から2010年11月に、舞鶴湾内の1地点で、スジハゼ3タイプを定期的に採集した。タイプ別・雌雄別に標本の年齢査定、体サイズ・生殖腺重量測定を行い、寿命と繁殖期を推定した。また、成熟した雌の卵巣内の卵サイズおよび卵数を測定し、これらと体サイズの関係、およびその繁殖期間中の変化を調べた。

その結果、成長・成熟の速さと純繁殖率はCタイプで最も大きく、Aタイプで最も小さいと推察された。スジハゼ3タイプの生活史戦略は r/K の概念に当てはまっていると考えられる。

P1-248

生息域の違いがニホンウナギの銀化年齢と体サイズに及ぼす影響

須藤竜介, 福田野歩人, 青山潤, 塚本勝巳(東大・大海研)

降河回遊性の通し回遊魚であるニホンウナギは、黄ウナギとして成長期を過ごした後、銀化変態し外洋の産卵場へと旅立つ。通し回遊魚の多くは回遊型の多型を持つことが知られており、ニホンウナギも河川に遡上せず一生を海で過ごす個体がいることが明らかとなってきた。一般に、温帯種のウナギ属魚類として、汽水域は淡水域に比べ高成長・低生残であるとされている。したがって、成長期を淡水域で過ごすか、汽水域や海水域で過ごすかは、銀化年齢や体サイズなどの基礎生物学的特性に影響を及ぼすものと予想される。そこで本研究では、汽水域の浜名湖と淡水域の流入河川で採集した雌186個体と雄66個体を採集し、耳石微量元素分析により回遊型を決定した後、銀化の有無・体サイズ・生殖腺重量・眼径長・胸鰭長・消化管重量・年齢に関して調べた。

耳石微量元素分析により、淡水域の河川にいた「川ウナギ」と、汽水域の湖内にいた「湖内ウナギ」の存在が確かめられた。黄ウナギと銀ウナギの各種生物学的特性を調べたところ、回遊型によらず、黄ウナギに比べ銀ウナギは生殖腺が発達し、眼径と胸鰭の増大が見られ、消化管は退縮していた。各種生物学的特性を回遊型間で比較したところ、雌の胸鰭以外に違いは認められなかった。次に成長率を調べたところ、雌雄ともに川ウナギは湖内ウナギより低成長であった。銀ウナギの年齢と体サイズを雌雄間で比較したところ、川ウナギと湖内ウナギともに雌が雄に比べ大型であった。次に、回遊型間で比較したところ、雄では年齢に差は見られなかったが、体サイズは湖内ウナギが川ウナギより大型であり、雌では湖内ウナギが川ウナギに比べ若齢・小型であった。以上より、銀化に伴う形態変化は生息域の別なくほぼ同様の過程を経るが、体サイズや年齢が生息域の影響を強く受け、その影響は雌雄で異なっていることが明らかとなった。

P1-247

コイ科唯一の遡河回遊魚：ウグイの回遊パターンとその要因

臼井平*(北大 環), 黒木真理(東大 総博), 高井孝太郎(北大 環), 小泉逸郎(北大 創成)

季節移動(Migration)は、鳥の渡りやヌーの大移動など大規模で謎めいたものが多く、生態学の古典的テーマとなっている。魚類においても、サケやウナギをはじめとして、遡河回遊、降河回遊、両側回遊魚といった海と川とを行き来する魚種が数多く知られており、浸透圧調整や捕食圧、長距離移動などの様々なコストをかけてMigrationをおこなう理由に関して現在でも活発な議論がおこなわれている。

回遊魚の中でも特にサクラマスのように、同種内で降海型(Migratory type)と残留型(Resident type)という二つの生活史(Partial migration)をもった魚類は非常に興味深い。これまでに生活史2型が生じる要因について多くの研究が存在し、仔魚期の成長率、性差、遺伝的変異、種間競争、緯度におけるFood Availabilityの違いなどが考えられてきた。

サクラマス同様に、ウグイもまた降海型と河川型の2つの生活史をもっている魚種である事が知られており、さらには世界で唯一、遡河回遊性を持ったコイ科魚類であり極めて珍しい魚種である。しかし、そのような特徴を持ちながら、生活史に2型が生じる要因に着目した知見は非常に少ない。

ウグイは幅広い緯度で分布しているため、大規模な緯度をまたぐ研究が可能である。また、資源量が極めて豊富であるためサンプリングが容易である。さらに大規模な放流がおこなわれていないため、遺伝的な汚染を受けていない個体群である。したがって、ウグイは遡河回遊性(Anadromy)の進化を解明するには最適な生物である。

そこで、本研究では日本各地で採取したウグイを用いて、耳石微量元素分析による各緯度における降海履歴の有無、遡河回遊型と淡水型との成長率の比較などをおこない、ウグイの生活史2型が生じる要因を明らかとする。

P1-249

マークオサムシ雄交尾器の刺状片の機能

*奥崎稜(京大・理), 高見泰興(神大・人間発達環境), 土屋雄三, 曾田貞滋(京大・理)

昆虫の交尾器は著しい多様化を遂げた器官である。興味深いことに、複数の昆虫分類群において、交尾中に雌を傷つける雄交尾器が確認されている。近年、このような交尾器の機能を性選択(配偶を巡る競争)から説明する試みが盛んである。オサムシ科オサムシ属は、雄交尾器、特に内袋に付属するクチクラ片が多様化した分類群であるが、その機能は一部の種群でしか明らかにされていない。本研究では、雄交尾器の内袋に1本の刺状片を持つトゲオサムシ種群に属するマークオサムシを材料として、その刺状片の機能の解明を目的とする。交尾中の雌雄を液体窒素で固定、解剖したところ、雄は刺状片を精包形成前に雌交尾器の開口部付近に1回だけ突き刺すことが明らかとなった。精包は、雌交尾器の奥に形成された。また1回の交尾を経験した雌を1ヶ月飼育した後に解剖したいところ、雌交尾器開口部付近に1カ所だけ小さい傷(かさぶた)が確認された。交尾により死亡した雌はいなかった。以上の結果から、本種の雄交尾器の刺状片は、精包置換には直接関与しないと考えられる。さらに、刺状片由来の傷による再交尾抑制としての機能も弱いと推測される。また現時点では、刺状片を用いた性的刺激の効果は不明である。刺状片による再交尾抑制と性的刺激については、さらなる検証を行う予定である。まとめると、マークオサムシの刺状片は、他雄や雌に対する繁殖戦略上の器官ではなさそうである。むしろ、精包形成前に刺状片を膈壁に突き刺すことから、本種の刺状片の第一の機能は、精包を雌交尾器内の適切な位置に形成するための錨(anchor)ではないかと考えられる。繁殖において、交尾前後の他個体との相互作用よりも、交尾中に受精を正確に行うことが重要なかもしれない。

P1-250

交尾したのに精子移送を拒否するメス

* 栗和田隆, 熊野了州, 城本啓子, 原口大 (沖縄防技セ)

雌が交尾相手を決定する場合、交尾前の選り好みと交尾後の選り好みに大別される。交尾前後の選り好みの相対的な重要性や選り好みのターゲットとなる雄の形質の違いは、たとえ同種であっても、おかれている環境で異なってくることが予測される。アリモドキゾウムシは、不妊虫放飼法に利用するために、長期間にわたって大規模な増殖がおこなわれている。近親交配の進行や、過剰な高密度状態、捕食者が存在しないといったように増殖環境は野外とは大きく異なる状態にある。特に、交尾相手となる異性が常に大量に存在することは、雌の選り好みに大きな影響を与えると考えられる。そこで、本種の野生集団と増殖集団とで配偶行動を比較した。その結果、野生集団では交尾前に近親交配回避が見られたが、増殖集団では見られなかった。また両集団ともに、雌は交尾中に雄をマウントしたまま歩きまわることで、精子移送を拒否することがわかった。しかし、交尾後の選り好みには近親交配回避は見られなかった。これらの結果から、野生集団では交尾前に近親交配の回避が生じ、交尾後は血縁度とは別の形質に対する選り好みが生じていることが示された。また、増殖集団では、交尾前後ともにどの雄でも受け入れており、明確な選り好みがないことが示された。これは、高密度状態での強い雄のハラスメントを回避するために、とりあえず交尾を受け入れている (convenience polyandry) ことを示唆する。

P1-252

カシノナガキクイムシ穿孔木の枯死確率は空間的に不均一

* 山崎理正, 小田崇 (京大院・農), 伊東康人 (兵庫農技総セ), 安藤信 (京大フィールド科セ)

ブナ科樹木の集団枯死 (ナラ枯れ) を引き起こすカシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus* に飛来穿孔された際に、生残する個体と枯死する個体がある。カシノナガキクイムシは集合フェロモンによって同種他個体を誘引し、マスアタックによって樹木を枯死させるので、穿孔木が枯死する確率は一旦飛来穿孔が始まった後マスアタックに至る確率と読み替えることができる。どのような個体が飛来穿孔を受けるのかについては、先行研究によって太い個体が好まれる傾向などが明らかにされているが、その後マスアタックに至るかどうかは別の過程で、要因も異なる可能性がある。本研究では穿孔木の枯死確率に影響を及ぼす要因を探索した。

調査は、2008年に初めてナラ枯れ被害が確認された京都府東部の二次林で、2009年春と2010年春に行った。ミズナラとクリが優占する調査区90haを踏査して、各年に前年の穿孔木を探索してその個体特性と立地環境を測定した。穿孔木の生死を応答変数とした一般化加法モデルを構築したところ、樹種ではクリよりもミズナラの方が枯死確率が高く、マスアタックに至る確率はミズナラの方が高いことが示された。個体サイズは説明変数として採択されず、太い個体が好まれるのは最初に飛来穿孔対象を選択する段階で、その後どの個体でマスアタックが起こるのかについては個体サイズは影響を及ぼしていないと考えられた。検討した立地環境の中では斜面傾斜角と横断曲率が負の影響を及ぼしており、傾斜の緩い谷部に枯死確率が高くなる傾向が明らかとなった。また、枯死確率が高くなるホットスポットが2008年と2009年では異なった場所に検出され、カシノナガキクイムシの調査地への飛来侵入経路とその後の移動分散方向が示唆された。

P1-251

最適配偶をめぐる雌雄の駆け引き—どう産むか、どう護るか?—

* 曾我部 篤 (広島大・院・生物圏)

繁殖成功を最大化する配偶パターンは雄と雌でしばしば異なるため、雌雄間には最適配偶をめぐる対立が生じている。卵生産・産卵様式は成熟卵数の増え方や産卵準備期間の長さを規定することで、雌の配偶頻度や産卵量に影響する。一方、雄保護の動物において、雄が保護できる卵数や卵塊数は卵保護様式により制限される。それゆえ雌の卵生産と雄の卵保護は、最適配偶をめぐる性的対立の原因となるかもしれない。本研究では、雄が育児嚢で卵を保護するヨウジウオ科魚類をモデルに、雌の卵生産と産卵、雄の卵保護を介した配偶をめぐる雌雄の対立をシミュレーションにより検証した。モデルでは、卵生産様式については成熟卵数が(1)連続的、(2)段階的、(3)一時に増加する場合を、産卵様式については(1)クラッチ分割できる、(2)できない場合を、雄の卵保護様式については保護できる卵塊数が(1)1つだけ、(2)複数である場合を想定し、計12通りの組み合わせについて、雌雄それぞれの配偶コストを算出した。その結果、雄が1卵塊しか保護できない時には雄の配偶コストが大きくなり、その傾向は雌の産卵量の変異が大きいほど顕著であった。一方、雄が複数卵塊保護でき雌がクラッチ分割できない時には雌の配偶コストが大きくなり、その傾向は産卵量の変異が小さいほど、また、配偶の順番が遅いほど顕著であった。また、雌がクラッチ分割可能で雄が複数卵塊保護できる時には、卵生産様式によらず雌雄共に配偶コストはなくなった。12通りの組み合わせの内、本科魚類で実際に見られるのは、雌雄の配偶コストが共に比較的低くなる組み合わせであった。また雄に一方的に配偶コストのかかる種では、雌に著しい性的形質が発達していることから、配偶をめぐる雌雄の対立が本科魚類の性的二型性進化の一要因であることが示唆された。

P1-253

兵庫県における過去19年のナラ枯れ被害拡大様式

* 伊東康人, 山瀬敬太郎 (兵庫農技総セ), 山崎理正 (京大院・農)

カシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus* が運搬する病原菌 *Raffaella quercivora* によって引き起こされるブナ科樹木の集団枯死 (ナラ枯れ) が、近年各地で問題となっている。樹木個体や林分レベルでのカシノナガキクイムシの寄主木選択様式が明らかになってきた一方で、広域レベルでの被害拡大様式はほとんど明らかにされていない。そこで本研究では、兵庫県 (8,395km²) における過去19年のナラ枯れ被害拡大様式を解析し、被害発生確率に影響を及ぼす要因を明らかにすることを目的とした。

データは、1992年から2010年にかけて兵庫県の旧市町 (91区画) ごとに記録されたナラ枯れ被害発生量データ、気象庁の気象データ、環境省の植生データ (1994~1998年に調査) を利用した。前年の近隣区画の被害発生量を空間重み行列で考慮した上で、各年の各区画における被害発生有無を応答変数とした一般化線形モデルを構築した。説明変数の候補としては、被害発生前年度夏季 (6~11月) の平均気温および平均降水量、被害発生前年度冬季 (12~5月) の平均積雪深および平均降水量、被害発生前年度夏季 (6~11月) の平均気温および平均降水量、各区画内の人工林・コナラ群落・ミズナラ群落・アカマツ群落の各面積を検討した。モデル選択の結果から、気候変動がカシノナガキクイムシとその共生菌にとっての生息環境に及ぼす影響、植生変化がナラ枯れ被害拡大に及ぼす影響について考察する。

P1-254

ヨツボシモンシテムシの雄の給餌行動

* 岸田竜, 鈴木信彦, 佐大農

多くの亜社会性昆虫では片親だけが子の世話をするが、両親で子の世話をする昆虫はモンシテムシ類、クロツヤムシ類、ナガキクイムシ類、フンチュウ類などで知られているだけである。モンシテムシ属では、両親が小型脊椎動物の死体を子供の餌として利用し、捕食者や他の腐食者から子供や資源を防衛する。また親は防衛以外にも、資源処理や幼虫への給餌を行う。しかし、雄の給餌量は雌よりもはるかに少なく、孵化幼虫到着後に雄を取り除いても雌の給餌量は変化しないことが報告されている。したがって、雄が給餌に参加する意義は不明な点が多い。そこで本研究では、ヨツボシモンシテムシを材料として、雄が給餌に参加する場合と参加しない場合で雌雄の給餌期の行動を定量的に測定し、雄が給餌に参加する意義を検討した。飼育容器に繁殖資源として鶏肉を設置し、ヨツボシモンシテムシの雌雄ペアを放し繁殖させた。孵化幼虫に給餌を開始してから幼虫が蛹化のために分散するまで、ビデオカメラで毎日1時間給餌行動を撮影した。その結果、雄の給餌時間は雌の給餌時間より短かったが、雄が給餌に参加した場合、雄が給餌に参加しなかった場合より雌の給餌時間は給餌開始から3日目にかけて短かった。また、他のモンシテムシ類より雄の給餌量が多い傾向がみられ、雄の給餌は幼虫の生存・成長に大きく貢献していた。給餌への参加が必要か否かを資源量や幼虫数によって判断ができない場合、雄は雌の給餌能力が低い時に給餌に参加する可能性が示唆され、雄の給餌への参加は固定的な繁殖様式ではないことが判明した。

P1-256

メスの体サイズが要因の性的サイズ二型(オス>メス)

高橋鉄美(京大・理)

P1-255

オオアシトガリネズミのPCR法による性判別

黒田高光(東農大院生物), 菊池文一, 小川裕子(多摩動物公園), 河原淳(霧多布湿原C), 下井岳, 橋詰良一, 亀山祐一(東農大生物)

演者らはオオアシトガリネズミの実験動物化を最終的な目的として、昨年から同種の生態・特性調査を開始した。しかし、同種の生体は外貌による性判別が難しい上に、保定による観察が未馴化の個体に多大なストレスを与える可能性もある。そこで本研究は、オオアシトガリネズミの体毛を材料としたPCRによる性判別法について検討した。

体毛による性判別に先立ち、解剖して生殖腺で性別を確認した個体から肝臓を採取し、肝臓のゲノムDNAで性判別を行った。雄特異的プライマーはヨーロッパトガリネズミで雄特異的産物の検出が報告されているDBY8(Hellborg and Ellegren 2003)、雌雄共通プライマーはスunks(ジャコウネズミ)におけるaquaporin-3のcDNA配列からデザインしたAQP3を用いた。その結果、DBY8では雄、AQP3では雌雄両者において明瞭な1本バンドのPCR産物が検出され、それらによる性判別は解剖で確認した性別と一致した。DBY8とAQP3によるPCR産物をシーケンスしたところ、それぞれのプライマーはオオアシトガリネズミでも標的とする遺伝子を増幅したと推測された。次いで体毛に由来するゲノムDNAで性判別を行ったところ、解剖で確認した性別、肝臓由来のゲノムDNAによる性判別の結果と一致した。

以上より、生体から反復して簡便に採取できる体毛を材料として、PCRによるオオアシトガリネズミの性判別法を開発した。本法は生態調査で捕獲した後に放獣する個体、動物園等における展示個体の性判別にも利用可能と思われる。

P1-257

シロアリの女王特異的遺伝子発現と女王フェロモンの抑制効果

* 山本結花, 測側太郎, 松浦健二(岡大院・環境)

アリ、ハチ、シロアリのような真社会性昆虫は、繁殖の分業によって特徴付けられる。つまり、女王は専ら繁殖を行い、一方、ワーカーは採餌・育児の労働に従事し、自ら繁殖を行うことはない。この明確なカースト分業に対しては、環境要因と遺伝要因の両方が作用していることが明らかになっている。さらに、近年では繁殖分化に伴う遺伝子発現量の違いに関するトピックが脚光を浴びつつある。例えば、*Reticulitermes flavipes*において、女王特異的に発現する遺伝子が報告されている(Scharf et al. 2005)。さらに、環境要因に関しては、ヤマトシロアリの女王分化抑制フェロモンの成分が2-メチル-1-ブタノールとn-ブチル n-ブチレート(2つの揮発性物質であると明らかになっている(Matsuura et al. 2010))。これらにより、女王フェロモンが遺伝子発現レベルで与える効果について検証することが可能となった。

本研究では、まず、ヤマトシロアリを用いて女王を除去したコロニーで新たな女王が分化する状況を作った。その後、女王特異的に発現するピテロジェニン I, II 遺伝子の mRNA 発現量をリアルタイムPCR法により、経時的に測定した。このとき、同時に、女王分化抑制フェロモンを与える処理区を設け、それが遺伝子発現量にどのような影響を与えるのか調べた。その結果、女王フェロモンへの暴露区ではコントロール区に比較して、新女王分化が抑えられていただけではなく、ピテロジェニン I, II 遺伝子の発現量が低かった。また、ピテロジェニン I, II の発現量は女王への分化後に増加していた。よって、女王フェロモンはピテロジェニン I, II の発現を直接抑制するものではなく、女王分化抑制の結果として遺伝子発現量の減少を引き起こされたと解釈できる。本実験は、女王フェロモンが個体の遺伝子発現に及ぼす影響を検証した初めての研究である。

P1-258

離合集散の生起と発声の文脈—クモザルとニホンザルの比較から

* 下岡ゆき子 (帝京科学大・自然環境), 杉浦秀樹 (京都大・野生生物), Andres Link, Anthony DiFiore (ニューヨーク大)

P1-259

単為生殖を伴うウメマツアリにおける雌雄間コンフリクトと性投資戦略について

* 岡本美里, 大河原恭祐 (金沢大・自然研)

近年アリ類では、単為生殖による繁殖虫生産や完全な雄の欠失など、本来の膜翅目昆虫にみられる半数倍数性の性決定機構とは異なる繁殖様式が複数の系統から発見されている。このような特殊な繁殖様式の進化的意義の解明は、社会性生物の進化において、「性」が社会構造やその安定性にどのような影響を与えるのかを解明する上で非常に有用である。

本研究の対象であるウメマツアリ *Vollenhovia emeryi* は、不妊ワーカーは有性的に生産されるが、雄は父親の、雌繁殖虫(新女王)は母親のみの遺伝子を受け継ぐ特殊な繁殖様式をもつ。このような雌雄間で独立した生産形態は、双方に性投資をめぐる利害の著しい不一致をもたらす。そのため、雌雄それぞれに繁殖虫生産をめぐる戦略が進化すると考えられる。また、本種は多女王制の社会システムをもち、コロニー内には遺伝的に同一な複数の産卵女王が存在する。女王には飛翔能力が無く、巣内の雄と交尾をした後、母巢のワーカーを引き連れて巣分かれ創設を行う。そのため、女王にとって血縁度1.0の娘(新女王)の生産は最も高い適応度を期待できるが、過剰な新女王生産は労働力であるワーカー不足を促進させ、コロニーにとって非適応的である。本研究では女王の産卵時や成虫におけるコロニーレベルの性投資配分に注目し、資源や最適な繁殖虫性投資をめぐる雌雄間コンフリクトがコロニーの性投資配分に与える影響を調べた。

P1-260

真社会性アブラムシ、ササコナフキツノアブラムシにおける警報フェロモンの応答と送信能力の個体間変異

* 服部充 (信州大・理・生), 岸田治 (北大・フィールド科学センター・天塩研究林), 市野隆雄 (信州大・理・生)

様々な昆虫は、化学物質を用いた個体間コミュニケーション能力を発達させている。個体が捕食リスクにさらされたときに放出する警報フェロモンは、様々な昆虫で捕食リスクを軽減する行動や形態を誘導する。これまで警報フェロモンについてはアリやハチなどの社会性昆虫やアブラムシで盛んに研究されており、その機能や物質の特定が行われてきた。本発表では、真社会性アブラムシのササコナフキツノアブラムシが警報フェロモンをもち、その応答と送信能力にカスト内・カスト間変異があることを報告する。

ササコナフキツノアブラムシは、防衛を専門に行う不妊の兵隊カストを2次寄主上で産出する真社会性アブラムシである。本種の生殖個体は、捕食者と接触すると角状管から液滴を放出することがある。この液滴を生殖個体や兵隊個体に与えたところ、生殖個体は口吻を寄主植物から抜き、液滴から離れる行動を見せた。一方で兵隊個体は、液滴に対し防衛行動を示した。さらに、液滴を付着させた捕食者と液滴を付着させていない捕食者に対する兵隊の防衛行動を比べてところ、液滴を付着させた捕食者は兵隊個体に激しく攻撃されることがわかった。これらの結果は、角状管から放出される液滴が警報フェロモンとしての機能をもち、警報フェロモンに対する応答にカスト間で変異があることを示している。さらに、兵隊個体と生殖1齢個体は、液滴を放出するための角状管を欠いており、カスト内・カスト間に警報フェロモンの送信能力に違いがあることが明らかになった。

P1-261

アリに絶対依存するアブラムシと共生アリの体表炭化水素の類似性

* 遠藤真太郎 (信州大院・総工), 市野隆雄 (信州大・理)

アリは強力な捕食者であり地上の生態系に強い影響を与えている。一方でアリと積極的に関わりを持つ生物が多くの分類群から知られており、これらは好蟻性生物と呼ばれている。アリは化学認識によって厳密に巣仲間を識別する。このためアリのコロニーは侵入者から強固に守られているが、アリによる防衛をかくぐることができれば、アリのテリトリー内は好蟻性生物にとって安全な生息地となりうる。好蟻性のハネカクシやチョウなどではアリの化学認識をあざむく「化学擬態」によってアリのコロニーに入り込み、資源や防衛サービスを搾取していることが知られている。しかし、アリと共生関係を持つことで知られるアブラムシでは、アリへの報酬である甘露をめぐる相互作用にばかり注目が集まり、化学擬態はほとんど研究されていない。アリは、時に共生するアブラムシも捕食することが報告されている。このため、アブラムシもアリによる捕食を回避するために化学擬態をしている可能性がある。

本研究では、クサアリ亜属のアリに絶対依存した生活史を持つヤノクチナガオアブラムシを材料に用いた。クサアリ亜属では、体表の炭化水素混合物(CHC)の違いによって巣仲間を認識していることから、本研究ではヤノクチナガオアブラムシと3種の随伴アリのCHCを分析・比較した。その結果、アブラムシのCHC組成は随伴アリ種ごとに異なり、それぞれの随伴アリ種に似た組成を持っていた。また、アブラムシのCHC組成はアリを排除して飼育しても変化しなかったことから、アブラムシはこのCHC組成をアリとの接触によって獲得するのではなく、自ら生成していると考えられる。

P1-262

シロアリのワーカーの攻撃性は状況や経験により強化されるのか？

* 田部慧 (北大・理), 石川由希 (北大・環境科学), 北條賢 (北大・環境科学, 琉大・農), 三浦徹 (北大・環境科学)

シロアリは分業を行い、高度に発達した社会を築いている。社会を成立させる上では、カーストごとの行動特性に加え、それぞれのカーストの行動が周囲の環境により変化することも重要である。我々はオオシロアリ *Hodotermopsis sjostedti* の行動解析をする過程で、ワーカーの攻撃性にそうした可塑性が見られることを発見した。ワーカーの攻撃性は、兵隊の存在下で抑制され、生殖虫の存在下で促進された。つまり、ワーカーの攻撃性は周囲の環境によって変化し、ワーカーもコロニー防衛の一端を担うのである。そうした行動の可塑性がコロニーの生産性を高めていると考えられる。では、この他個体の効果はどの程度の時間維持されるのだろうか？また、他個体の存在以外に攻撃性を変化させる要因はないのだろうか？

本研究では、他個体の効果の持続性を調べるために、ワーカーに他個体を一定期間随伴させ、その個体を取り除いた後のワーカーの攻撃性を調べた。すると他個体の効果は、その個体がなくなった後もしばらく持続した。これは他カーストと随伴した「経験」そのものがワーカーの攻撃性に影響を与えることを示唆している。また、攻撃性を変化させる別の要因として、攻撃経験に着目し、攻撃性を測る前にアリへの攻撃を経験させてから攻撃性を調べた。しかし、アリへの攻撃経験の有無では、攻撃性の有意な変化は認められなかった。本発表では、生体アミンや幼若ホルモンなど攻撃性に関与すると予想される生理メカニズムに関する結果も併せて報告し、行動の可塑性とカースト分化機構との関連についても考察したい。

P1-264

健全なカワシジギガイ個体群と生息適地の解明

* 照井慧 (東大院・農), 宮崎佑介 (東大院・農), 松崎慎一郎 (国環研), 鷗谷いづみ (東大院・農)

日本産イシガイ類のうち、冷水の流水環境に生息するカワシジギガイ (*Margaritifera laevis*, 北海道と本州に分布) は、生息数および生息域を著しく減少させつつあり、2007年度版環境省レッドリストでは絶滅危惧II類に指定されている。しかし、これまでのカワシジギガイに関する研究では、主として生理的特性や分類に焦点が当てられており、その生息に必要なとされる環境条件など、保全の実践を導くための知見が不足している。

本研究では、現在でもカワシジギガイの生息にとって良好な環境が保たれていると考えられる北海道朱太川水系において、27地点 (324コドラート: 0.5 × 0.5 m) のカワシジギガイの密度と殻長、および環境要因を調査し、生息状況を詳細に把握するとともに、カワシジギガイの局所密度に影響する物理化学的要因を分析した。地点により顕著な違いはあるものの、様々な殻長の個体が採集され、稚貝の割合が比較的高いことから、現在でも順調に更新が行われていると推測された。一般化線形混合モデルによる解析では、カワシジギガイの局所密度に対するDO・底質・水深・流速の有意な正の効果が認められた。なお、底質・水深・流速に関しては2次項も有意な効果を示した。カワシジギガイの密度は、よりDOが高く、砂の割合が20~30%、水深が0.2~0.5 m、流速が0.05~0.20 s/mのところでも特に高かった。このようなカワシジギガイにとって好適な物理的環境は、河川中心部に比べて川岸近くに偏って存在しており、同種の河川横断方向の分布には、それに対応した偏在が認められた。今後、河岸改修などの河川工事は、物理的環境の改変を通して、カワシジギガイ個体群に悪影響を及ぼす可能性が懸念される。

P1-263

寄生バチ *Melittobia* における協力的雌偏向性比の可能性：裏切ったら裏切り返すか？

安部淳* (静岡大・連合農), 上村佳孝 (慶応大・生物)

性比調節には、自らの戦略だけでなく、集団内の他個体の戦略も影響するため、個体間の駆け引きの進化を考える上で好適な問題である。実際に子を産むのは雌であるため、集団全体にとっては雌偏向性比が有利であるが、そのような集団では雄を多めに産む個体が有利となるため、雌偏向性比が進化することはない。しかし、局所的集団内で交配を行う生物は、集団内で繁殖する雌が少なく、競争相手が少なくなるに従い、雌に偏った性比が進化的に安定になることが確認されている (局所的配偶競争 (LMC) 理論; Hamilton 1967)。このとき、競争相手の雌が他に繁殖している場合であっても、お互いの性比を監視し合える状況であれば、お互いにとって有利となる協力的雌偏向性比が進化する可能性が考えられる (Kamimura et al. 2008)。

Melittobia は、同じ寄主から羽化した個体どうして局所的に交尾を行う寄生バチである。LMC理論の予測に反し、繁殖集団となる寄主に産卵する雌数に寄らず、一定して極端な雌偏向性比 (雄率1.5%) を示す。さらに、本寄生バチでは、複数の雌が長期間同一寄主に産卵を続ける。このため、この極端な雌偏向性比が協力的性比によって説明されるのかを検証するため、雄を多めに産む裏切り性比に対し、他の雌も裏切り返して雄を多めに産むのかについて検討した。放射線を照射した雄と交尾させ、雄を多めに産むように調節された雌と、通常の雌を同じ寄主に産卵させ、各雌の産んだ性比をマイクロサテライトマーカーによって測定した。その結果、これまでのところ、通常雌が裏切り返し、雄を多めに産むという証拠は得られていない。本種の繁殖構造や性比認識能力、雌偏向性比の関係について考察する。

P1-265

AFLP分析による奈良県産ニッポンバラタナゴの遺伝的多様性の評価

* 池田昌史, 野口亮太, 倉園知広, 北川忠生 (近大・農), 加納義彦 (NPO 高安研究会), 高田啓介 (信大・理)

ニッポンバラタナゴ *Rhodeus ocellatus kurumeus* は、コイ科タナゴ亜科に属する日本固有亜種である。本種は、外来別亜種であるタイリクバラタナゴ *R. o. ocellatus* との交雑・競合により激減し、環境省RLでは絶滅危惧IA類に指定されている。2005年に奈良公園内の1つの池から新たな集団が発見されたが、近年、個体数の減少が著しく、早急な保護が必要とされている。この奈良集団では、以前に高感度な遺伝マーカーであるマイクロサテライト (MS) 分析が行われたが集団中には多型がなく、遺伝的均質化の進行が懸念されていた。また、奈良集団は大阪集団と近縁で、ほとんどのMS対立遺伝子やmtDNA型を共有しており両集団の個体を個体レベルでは識別することができなかった。そこで本研究では、AFLP分析を行い奈良集団内の遺伝的多様性の把握、および大阪集団との比較を行った。

材料として、奈良の10個体と八尾の4個体を用いた。MseIとEcoRIによる消化、アダプターの結合、各アダプター配列+1塩基付加の一次増幅の後、各アダプタープライマーにさらに2塩基を付加した18通りのプライマーセットについて、少数個体によるテストを行い、その結果からそれぞれMseI-CAT, CAG, CTCとEcoRI-AAAC, ACG, ACAの3通りのプライマーセットを選んで全個体の比較を行った。

50~500 bpの区間に検出されたフラグメントを比較に用いた結果、奈良集団において比較的多くの多型が検出され、各プライマーセットの単独の結果から、すべての個体を識別することが可能であった。また、奈良集団、大阪集団それぞれに固有なフラグメントが検出された。これにより個体レベルでの集団の識別が可能と考えられる。

P1-266

おどしの長さは混獲回避効果に影響するか? ~はえ縄漁業における海鳥混獲回避装置の性能比較~

* 佐藤成祥, 越智大介, 南浩史, 余川浩太郎 (遠水研)

近年、はえ縄漁業において海鳥の混獲問題が深刻化している。投餌開始直後に海鳥が攻撃を行うことによって発生するこの混獲事故は、絶滅危惧種が多いアホドリ類の個体数にとって深刻な影響を及ぼしている。この問題に最も効果的な手段がトリラインと言われる装置で、おどしを付けた200mほどの長さのロープを船尾から流し、海鳥をなるべく船から遠ざけてそのうちに餌を沈めるというものである。これまで、特に日本の近海漁船はおどしの短い軽量型トリラインを使用してきたが、おどしが短いという理由からその効果を疑問視する声があった。しかし、おどしの質がもたらす混獲回避効果についてはほとんど検証されていない。また、海鳥の種組成や性質は海域ごとに変わるため、最も有効なトリラインを開発するためには、各海域で混獲状況を調べる必要がある。そこで、本研究ではおどしの長さが異なる3種類のトリラインを使って春期の北太平洋で混獲率、攻撃率の比較を行った。

P1-268

北海道・渡島半島のエゾシカ個体群で発見された特異的なmtDNAハプロタイプについて

* 山田敏也, 寺田千里, 竹川聡美 (北大・環境科学院), 宇野裕之 (道総研・環境科学研究センター), 齊藤隆 (北大・FSC)

渡島半島で2008-2009年に捕獲されたエゾシカから、これまで北海道では見られなかったmtDNAハプロタイプを持つ個体が発見された。そこで本研究では、新たに発見されたハプロタイプの由来を明らかにするために、新たなハプロタイプとこれまでニホンジカで報告されているハプロタイプの分子系統樹を、mtDNAのD-loopとcytochrome b領域を基に作成した。D-loop領域を基に作成された分子系統樹から、渡島半島で特異的に見られるハプロタイプは、九州・四国のニホンジカのハプロタイプと最も類似していた。この結果から、新たなハプロタイプは九州・四国からの外来個体に由来すると考えられる。外来個体は在来エゾシカとの交雑により、北海道の環境で適応的な遺伝的形質を持つエゾシカの進化に負の影響を及ぼす可能性がある。そこで、msDNAを用いた分析を行い、交雑の可能性を議論する。

P1-267

長野県上伊那地域における水田雑草の指標性を利用した環境評価の試み

* 松下遼太, 大石善隆, 大窪久美子 (信州大・農)

水田環境は多くの生物が生息、生育しており、水生動植物に適した生育環境を提供している。しかし、圃場整備による乾田化や農薬などが普及したことで水田環境は大きく変化し、種の減少や絶滅が危惧されている。そこで本研究では、こうした水田環境の変化が生物に与える影響を把握するために、水田環境のモニタリングに適した種の抽出を行い、水田雑草を環境指標生物として利用できるかを検証した。

調査対象種は、ウキゴケ、イチョウウキゴケ、ウキクサ、アオウキクサ、シャジクモ類、アオミドロ類の6種とした。これらは環境変化や農薬などの影響を受けやすい種とされており、ウキゴケ、イチョウウキゴケは環境省のRDBカテゴリで準絶滅危惧(NI)、シャジクモ類は絶滅危惧I類(CR+EN)に指定されている。

調査地は市街化(市街/中山間地区)・圃場整備(整備/未整備)の程度が異なる長野県上伊那地域の4タイプ5つの水田地域とし、各調査地において調査対象種の分布傾向、水質、土地利用条件、および管理状況を調査した。各調査地の水田は約50筆~80筆であった。

調査の結果、アオウキクサ、ウキクサ、アオミドロ類、シャジクモ類は全調査地で出現した。その一方、イチョウウキゴケは市街地の調査地で主に出現し、ウキゴケは中山間・未整備の調査地でのみ出現した。さらに、ウキゴケは林縁に近い場所に位置する水田に多く生育する傾向も明らかになった。そこで、これらの種の分布と水田管理状況との関係を考察したが、イチョウウキゴケ、ウキゴケは出現数が少なく、明確な関連性はみられなかった。

以上の結果より、市街化・圃場整備の程度はイチョウウキゴケ、ウキゴケの分布に影響を及ぼし、特に、ウキゴケについては周囲の土地利用条件も関連することが推察された。

P1-269

ツツジ属ミツバツツジ節の普通種と絶滅危惧種における遺伝的多様性と遺伝的構造の比較

* 渡辺洋一, 戸丸信弘 (名大・院・生命農)

近年、経済発展に伴う開発の増加など様々な理由により多くの種・集団の絶滅が起きている。種の絶滅を防ぐために、絶滅危惧種の遺伝的変異を明らかにして保全活動へ生かそうとする研究は多いが、事例研究となることが多い。一般に、絶滅危惧種は遺伝的多様性が低下していると言われていたが、少数の比較研究では、近縁な普通種と比較すると希少種で多様性の低下が認められない例も存在する。ただし、これらの研究は、多型性の低いアロザイムなどを用いた研究であり、マイクロサテライトなど高い多型性をもつ遺伝マーカーを用いた解析を行い、希少種で遺伝的多様性が低下しているのかを明らかにする必要がある。そこで、絶滅危惧種を多く含むグループであるツツジ科ツツジ属ミツバツツジ節の普通種であるオンツツジ(16集団)と絶滅危惧種であるジングウツツジ(VU, 9集団)とアマギツツジ(EN, 6集団)を材料として、マイクロサテライト11遺伝子座を用いて遺伝解析を行い、遺伝的多様性と遺伝的構造を比較した。

その結果、集団内の遺伝的多様性(アレリックリッチネス、ヘテロ接合度)は普通種のオンツツジで最も高くなったが(8,438, 0.866)、アマギツツジ(5,301, 0.667)より絶滅リスクの低いジングウツツジ(4,881, 0.615)で低かった。遺伝的分化(G_{ST})は、低い集団内の遺伝的多様性を示したジングウツツジがオンツツジと同程度に高く(ジングウツツジ, 0.53; オンツツジ, 0.47)、分布域の狭いアマギツツジは低かった(アマギツツジ, 0.15)。遺伝的構造では、ジングウツツジが明瞭な構造を示し、アマギツツジは単純な構造を示した。現在、ジングウツツジは、アマギツツジより個体数が多いが、分布が蛇紋岩地に強く制限されており、そのためにボトルネックなどによる強い遺伝的構造化を経験したと考えられる。

P1-270

都市部の公園におけるセミ類の生息状況

* 徳永元 (明治大・農), 倉本宣 (明治大・農)

生息地となる樹林の量と質がセミ類に影響しているとされている。そのため市街化の影響を受けている種としてセミ類が挙げられている。しかし都市部におけるセミ類の定量的なデータはまだ少ない。そこで本研究では都市部の公園におけるセミ類の生息状況を調査し、都市部におけるセミ類の多様性を維持する公園管理に寄与することを目的とした。

調査は、2010年7月から9月にかけて神奈川県横浜市神奈川区神奈川公園、幸ヶ谷公園、反町公園、港北区岸根公園にて行った。週に1度公園内をまわり、樹木を下から見上げ、ぬけがらを探し、虫取り網(長さ1.85m)が届く範囲のぬけがらを採取した。セミの種類、樹種を記録し、各公園の種類割合、雌雄割合、発消長をもとめた。

神奈川公園、幸ヶ谷公園、反町公園の調査樹木本数はそれぞれ141本、59本、119本であり、採取したアブラゼミとミンミンゼミのぬけがら個数はそれぞれ2,147個と114個、489個と181個、647個と0個であった。岸根公園は652本の樹木を調査し、アブラゼミ2,485個、ミンミンゼミ123個、ニイニイゼミ11個、ツクツクボウシ1個となった。ぬけがら数と樹木本数には関連がみられなかった。種別割合は幸ヶ谷公園を除きアブラゼミが約9割を占めた。アブラゼミとミンミンゼミの性比は雄がやや多い結果となった。発消長はどの公園も似た傾向を示し、8月前半にぬけがらが多く出現した。また雄が先に発生する傾向がみられた。樹種では、ミンミンゼミのぬけがらが落葉樹に多く付着している傾向がみられた。アブラゼミではそのような偏りはみられなかった。

この結果から、都市部の公園の樹種の選択に当たって、セミ類の多様性にも配慮することを提案したい。

P1-272

コウノトリの採食生態 ―野外における採食効率と餌生物密度―

武田広子 (東邦大・理)

コウノトリ (*Ciconia boyciana*) は、水田や湿地に生息する大型の水鳥で、主にドジョウなどの魚類、両生類、爬虫類、甲殻類、昆虫類を捕食する。本種はかつて日本列島に広く生息していたが、乱獲や生息場所の破壊などにより個体数が減少し、1971年に日本の野生個体群は絶滅した。最後の生息地となった兵庫県豊岡市では、1965年から本種の人工飼育が開始され、2005年9月に本種の野生復帰に向けた、最初の試験放鳥が始められた。2010年12月現在、43羽が野外で生息している。野生復帰の成功には、持続可能な地域個体群が形成されることが重要であり、そのためには、本種が野外で採食できる環境が必要である。そこで本種の採食に必要な要因を調べるため、本研究では、コウノトリの野外における採食効率と餌生物密度の関係について明らかにすることを目的とした。

野外調査は、本種の行動範囲にある、兵庫県豊岡市出石町袴狭・田多地区において2010年6～7月に、1) 本種の追跡調査(採食効率)、2) 餌生物密度調査の2つを行った。追跡調査では、個体の水田(田面)での採食行動を、車の中からビデオカメラで撮影し、記録した。記録した映像はその後再生して、補食した回数、餌生物種とその大きさについて記録した。追跡調査を行った後、コウノトリが採食に利用した水田(田面)で餌生物密度調査を行った。密度調査は、田面にコドラート(50cm×50cm)を4～7ヶ所設置し、コドラート内の餌生物をたも網を用いて採集した。採集した餌生物は、体長と湿重量を計測し、記録した。これらの計測値を各田面で集計し、単位面積あたりの餌生物量を算出して、その後の解析に用いた。発表では、これらの結果から、本種の野外における採食効率と餌生物密度の関係について考察する。

P1-271

伊豆大島における二次林の種組成と保全の必要性

* 落合はるな (明治大・農), 倉本宣 (明治大・農)

伊豆諸島の落葉・常緑広葉樹混交林二次林の研究は関東地方のコナラ林に代表される落葉広葉樹二次林より少なく、保全管理を行う価値を検討するための情報が十分でない。そこで本研究では、伊豆大島における二次林の種組成を把握するための調査を実施し、遷移の進行途上にある島内の二次林の特徴を理解して保全の必要性についての情報を得ることを目的とした。

奥富ら(1976)発行の現存植生図(25000分の1)において伊豆大島の代表的な二次林である「オオシマザクラ-シロダモ群落」と分類されている二次林から、3ヶ所の調査地点を設定した。各調査地点の林分に10m×10mの方形区を設置し、方形区をさらに1m×1mのグリッド100個に分割し、各グリッドにおいて、高木層および亜高木層の樹木の胸高直径、草本層の樹木の自然高、相対光量子束密度を記録した。

方形区全体で合計14種が出現し、3調査地を平均すると65本/aの高木類が認められた。稚樹の定義を胸高直径5cm以下、高さが30cm以上とし、確認された稚樹全種と各種高木の分布位置の関係についてχ²検定により解析した結果、特にヤブツバキについて稚樹全種との分布位置に強い正の関連性があることが分かった(P<0.001)。

ヤブツバキが存在する林分は、現在稚樹が確認されているシロダモ、ヤブニッケイが成長し、常緑広葉樹林に遷移すると考えられる。また現在スダジイが残存している林分は、萌芽や実生が少なく、スダジイが優占する極相林に遷移するまでには年数がかかるものと推定される。今後は、自然林への遷移を進めるか、管理を行って今まで人々に親しまれてきた植生を維持するか等の方針を、景観や生物多様性などの観点も入れて検討し、管理の方針を確立していくことが望ましい。

P1-273

自動撮影カメラを用いた哺乳類の生息調査：餌づけ効果、土地利用、季節の影響について

* 近藤万里, 椿宜高 (京大・生態研セ)

自動撮影カメラは非侵略的な調査手法であり、近年の哺乳類調査に用いられるようになってきた。少ない努力量で、複数の地点において昼夜問わず調査努力量を均一にできるなどモニタリングする上で優れている点が多い。本研究では22台のカメラを用いて京都府から滋賀県にかけての哺乳類生息調査を行った。

カメラは大津市、甲賀市、長岡京市、宇治市で、それぞれ5×5kmの区画の中に約1km間隔でカメラを設置した。誘引餌(ドッグフード)の影響を把握するため、大津市、甲賀市、長岡京市には誘引餌なしで設置した後、カメラの前に誘引餌を置いた調査を行った。また季節の影響を調査するために、大津市では春と夏の2回、同一区画に設置した。

全調査を通して、5目9科12種の哺乳類が撮影された。シカとタヌキが撮影された区画の割合が高く、シカで61%、タヌキで52%であった。ついでイノシシ(45%)、テン(38%)の順で、この4種は調査地に広く分布しているといえる。本調査で検出された外来種は、アライグマ、ハクビシン、チョウセンイタチであった。アライグマはすべて調査地で、チョウセンイタチは甲賀のみで検出された。長岡京ではハクビシンやアライグマといった外来種が撮影された区画の割合が高かった。哺乳類の分布とカメラを設置した周辺の植生との関係をGISによって解析した結果、森林の面積が多い区画ほど種数が多い傾向にあった。アライグマは広葉樹林と水田の割合が高い区画で検出され、テンやイノシシも広葉樹林を好する傾向にあった。

誘引餌の効果があった種はタヌキやテンで、誘引餌の設置により検出されるまでに要する日数が減少した。一方で、シカには誘引効果がなかった。季節の影響は、撮影された区画の種構成や活動時間に大きな差がなかったが、カメラの撮影日数は夏より春が大きかった。

P1-274

東京都新宿区下落合における人とタヌキの共存の一考察

* 李 厚糧, 阿部 治 (立教大学 大学院 異文化コミュニケーション研究科)

P1-275

絶滅危惧淡水魚類における積極的保全手法の確立—カワバタモロコのため池への再導入を例として—

* 上野篤史, 鈴木規慈, 原田泰志

絶滅危惧 I B 類に指定されているコイ科のカワバタモロコは、その分布域において現在も減少の一途をたどっている。特に、三重県では生息地の減少が著しく、かつて本種が広く分布していた鈴鹿川水系においても、現在の分布は一支流域の 2 箇所のため池に限定されている。絶滅危惧種の生息状況を改善させる積極的保全手法として、再導入が世界的に実施されている。しかしながら、日本における淡水魚の再導入事例は少なく、国内の現状に即した手法は未だ確立されていない。そこで本研究では、再導入によって積極的保全手法を確立するために、2010 年 6 月中旬に、三重県鈴鹿川水系におけるカワバタモロコの再導入を行った。

再導入地点は同流域内の 4 箇所のため池であり、いずれの池も、水質やプランクトン相などはカワバタモロコの生息に適していると考えられた。再導入に用いた個体は同流域のカワバタモロコ個体群より採集し、1 箇所あたり雌雄各 25 個体を放流した。再導入に先立ち、これらの導入元個体群の個体群特性を生態学的・遺伝学的に調査し、導入元としての適正を確認するとともに、再導入のための採捕数が過大にならないように配慮した。

その後、2010 年 8-10 月の期間に、月一回の頻度で、再導入を行ったため池における採集調査を行った。その結果、全ての池において導入個体の生存が継続的に確認され、3 地点では当歳魚が確認された。再導入の成否は継続的な採集調査によって判断されるべきであるが、当歳魚が採集された池では順調に定着しつつあると考える。一方、当歳魚が確認されなかった池では、低水温や水位変動により放流個体が繁殖を行わなかった、もしくは雑食性の生物に当歳魚が捕食された可能性がある。

本報告では、再導入後に行った採集調査の結果を踏まえ、再導入手法をより適切なものとするための課題とその解決可能性について議論する。

P1-276

北海道東部におけるクマタカの潜在的な生息適地推定

* 藪原佑樹, 赤坂卓美, 三島啓雄, 山浦悠一, 中村太士

種の分布モデルは、保全計画を立てる際によく用いられるようになってきた。分布モデルの構築には、適切なスケールを設定することが重要であるといわれる。従来の研究では、単一のスケールで分布と環境との対応が検討されてきた。

しかしながら、猛禽類をはじめとした大型で移動能力が高い野生動物の多くは、複数のスケールで生息地選択を行なっている、つまり、階層的な生息地選択を行っていることが知られている。すなわち、地域スケールで採餌や営巣に適した環境を選択し、その中で地形や林相といった局所的な要因に基づいて、定着する場所を決定していると考えられる。

したがって、種の分布は複数のスケールの環境要因で決定されており、分布モデル構築の際に複数のスケールの環境要因を考慮することは、モデルの説明力や推定精度を向上させ、結果として効果的な保全策につながると考えられる。

そこで本研究では、アンブレラ種として用いられることが多いクマタカ (*Spizaetus nipalensis*) を対象として、Maximum Entropy Modeling (Maxent) を用いて、日高、十勝、釧路地域における分布モデルを構築した。使用したデータは、クマタカの営巣位置のデータと、地形と植生に関する環境指標 (平均標高、急傾斜地割合、起伏量、森林面積) である。局所環境と周辺環境という、二つの異なるスケールで分布モデルを構築した。また、二つのモデルを比較することで、クマタカの生息地選択がスケールによって異なるのか、すなわち生息地選択に階層性が存在するかを調べた。そして、異なるスケール下で構築された分布モデルによって、推定された生息適地がどのように異なるかを示した。

これらの結果に基づき、複数のスケールから保全を考えていくことの重要性に関して議論する。

P1-277

ツシマヤマネコの交通事故地点における空間スケールを考慮した景観要因の解析

* 近藤由佳, 高田まゆら (帯畜大), 原口聖華, 茂木周作 (対馬野生生物保護センター), 前田 剛 (対馬市), 柳川久 (帯畜大)

野生動物にとって交通事故は、致死率が高く死亡原因の上位を占める直接的な人為的死因である。最近の研究から道路周辺の景観構造が野生動物の事故発生確率を決定する予測因子になることが明らかになってきた。そこで本研究では、絶滅危惧種であるツシマヤマネコについて、事故発生地点周辺の景観要因を複数の空間スケールで解析し、事故発生確率に影響を与える景観要因とその確率が決まる空間スケールを明らかにした。長崎県対馬の上島内の道路において、1992 年から 2010 年 10 月の間にヤマネコの事故が発生した道路地点 51 カ所 (成獣 21 地点, 亜成獣 30 地点) と事故が発生したことの無い道路地点からランダムに選んだ 30 カ所の計 81 カ所で解析を行なった。複数のバッファサイズにおいて、ヤマネコの事故の有無を道路周辺の景観要因により説明する一般化線形モデルを、成獣と亜成獣の 2 グループに分けて構築した。バッファ半径と最適モデルの AIC との関係は、成獣では半径 400 ~ 600m を底として凹型であった一方、亜成獣では一定だった。成獣の場合、AIC が最小だった半径 500m の上位のモデルすべてに道路の幅員、道路と河川の交点数、森林面積の割合の 3 変数が含まれていた。亜成獣ではすべてのサイズのモデルが幅員および緯度の局所要因のみで構成された。モデルに含まれた要因はすべて正に関係していたことから、成獣の事故はその行動圏に相当する半径 400 ~ 600m の範囲内に含まれる道路と河川の交点数が多く、森林面積の割合が高く、なおかつ幅員が広い地点で生じやすいことがわかった。一方、行動圏の定まらない亜成獣では幅員が広い地点で事故が生じやすかった。こうした結果から、本種の事故防止対策を優先的に進めようべき場所の特定が可能になる。

P1-278

ヒメダカの体色が配偶者選択・捕食に与える影響の検証

*中尾遼平, 北川忠生

メダカ *Oryzias latipes* は、その飼育の容易さから観賞魚としての需要が高く、さまざまな改良品種が作製されている。その代表的なものに、メダカの黄色変異に基づく改良品種であるヒメダカがあげられる。ヒメダカの体色は、12番染色体上の *slc45a2* 遺伝子に変異によって、表皮における黒色素の生産が阻害されることで生じていることが知られている。近年、環境教育を理由としたヒメダカの放流や、養殖池からの逸出、遺棄の放流などによる野生下への流出と、それらが野生のメダカと交雑することで起こる遺伝的攪乱が懸念されている。一方で、体色の異なる野生のメダカとヒメダカでは交雑が生じにくい、体色の目立つヒメダカに対する捕食圧が高いなどの可能性から、ヒメダカによる遺伝的攪乱のリスクは低いという可能性が示唆されている。しかし、これらの可能性を検証した研究はなく、野生下にヒメダカが放たれた場合に、野生のメダカに与える遺伝的影響については、十分な情報が得られていない。そこで本研究では、ヒメダカの体色が配偶者選択・捕食圧に与える影響の検証を目的とした。

配偶者選択実験において、野生型1尾に対して野生型とヒメダカ型各1尾を選択させた。その結果、雌雄の両方で野生型とヒメダカ型をほぼ同確率で選択し、配偶者選択において、体色の違いが与える影響は少ないと考えられた。捕食者はオオクチバス *Micropterus salmoides* を使用した。捕食実験として、野生型とヒメダカ型雌雄各1尾を捕食者の飼育水槽へ投入し、最初に捕食された個体を記録した。その結果、ヒメダカが多く捕食される傾向がみられ、目立つ体色が捕食圧を高めているということが示唆された。以上のことから、ヒメダカは体色が目立つため、捕食者に狙われやすいが、野生のメダカの配偶者として選択される可能性は十分にあり、その影響は非常に高い可能性がある。

P1-280

全個体ジェノタイプピングによるハリマムシグサの遺伝的構造

*深田ちひろ(神戸大院・人環), 小林禧樹(兵庫県植物誌研究会), 兼子伸吾, 井鷲祐司(京都大・農), 丑丸敦史(神戸大)

絶滅危惧種の保全にとって、残されている集団の遺伝構造(各集団内の遺伝的多様性・集団間の遺伝子流動の程度)を明らかにすることは、その種の絶滅リスクを知り、適切な保全策をたてる上で重要である。

本研究では、環境省のレッドリストにおいて絶滅危惧種Ⅱ類(VU)に指定されているハリマムシグサ(*Arisaema minus*)を対象種として、SSRマーカーを用いて全有性個体のジェノタイプピングを行い、集団の遺伝構造を調査した。ハリマムシグサは、雌雄別株の多年草で環境省レッドデータブックにおいて兵庫県の1箇所に約100個体のみ生育していると記載されていた。しかし、近年、もう1つ生育場所が発見され兵庫県に大きく分けて2箇所に約800個体ほどが生育していることが明らかになってきた。調査は、2010年6-8月に全有性個体の生育位置の確認とマーキングと、サイズの指標となる地際直径の測定、性別の判定、DNA解析用に葉のサンプリングを行った。さらに、ハリマムシグサについてSSRマーカーの開発を行い、集団の遺伝構造の解析を行った。

調査の結果、全有性個体は529個体で、雄株が454個体、雌株が75個体であり雌株は全体の15%程度であり、性はオスに著しく偏っていた。また、他のテンナンショウ属同様に、地際直径の大きさに依存して性別が決まっていることがわかった。発表では、これらの生態的な情報とともに、SSRマーカーによる遺伝解析の結果について示し、この種の保全の方策について議論を行う。

P1-279

生育地の不均一性と畦畔の不連続な構造が、棚田畦畔の種多様性に及ぼす影響

*丹野夕輝, 山下雅幸, 澤田均(静岡大・農)市原実, 稲垣栄洋(静岡農林研)

伝統的な棚田の畦畔には希少種を含む多くの草本種が生育しており、保全的価値が高い。棚田畦畔全体の多様性は、局所群集内の多様性と局所群集間の多様性(β多様性)に依存する。β多様性は草本群集の多様性の主要な構成要素となりうる。β多様性の大きさとその生起要因の特定は、種多様性を保全する上で重要である。そこで、本研究では棚田畦畔の種多様性の空間パターンを解析し、その生起要因を推定した。

2010年10月に静岡県菊川市上倉沢の棚田畦畔11本の植生を調査した。各畦畔は、2つの微生育地タイプ(平坦面と隣接する斜面)に区分された。平坦面は畦塗りや踏圧により土壌が攪乱される。コドラート(0.5m²)を畦畔当たり4~6個設置し、全草本種の被度と土壌条件(土壌硬度と含水率)を測定した。植生データをもとにAdditive Diversity Partitioningを行った。MRM(Multiple Regression on Distance Matrices)を用いて、コドラート間の非類似度と微生育地タイプ、土壌条件、分散の制限要因(コドラート間の距離、コドラート同士が水田を隔てるか)との関係を解析した。調査の結果、全体で85種の草本が確認された。微生育地タイプ間のβ多様性は16種(19%)であった。畦畔間のβ多様性は平坦面で39種(60%)、斜面で48種(66%)と算出された。このように、観察された種多様性の多くの部分はβ多様性で説明された。土壌攪乱を受ける平坦面では一年草が、斜面では多年草がやや多く、微生育地タイプ間のβ多様性は部分的に攪乱レジームの違いに起因するものと考えられた。水田を隔てると非類似度が高まること、土壌条件による影響はないことから、畦畔間のβ多様性は水田部分が草本種の分散を妨げることに起因しうることが示唆された。

P1-281

樹上カメラトラップによるヤマネの冬眠時期の推定

*大野愛子(熊本県立大), 安田雅俊(森林総研九州), 井上昭夫(熊本県立大)

ヤマネ *Glirulus japonicus* (国の天然記念物、環境省レッドリスト: 準絶滅危惧) は、齧歯目ヤマネ科の1属1種の日本固有種で、本州、四国、九州に分布し、冬眠する習性をもつ。本種の冬眠の開始には、気温の低下、食物資源の欠乏、脂肪の蓄積量、食物の質の変化等の要因が関係していると考えられている。本州個体群では、既存の研究により、冬眠の開始と終了の閾値は平均気温8.8℃と推定されているが、九州個体群では、冬眠に関する研究はこれまでほとんど行われていない。そこで本研究では、自動撮影カメラ法を適用し、九州個体群の冬眠時期を推定した。

調査は、2009年と2010年の秋から冬(10月~1月)、熊本県北部の阿蘇外輪山に位置する菊池渓谷の天然生針広混交林(標高550~800m)において行った。複数の樹洞あるいは樹上2~4mに仕掛けた巣箱に、デジタルタイプの自動撮影カメラ(SensorCamera Fieldnoteシリーズ、麻里府商事)を向け、活動中のヤマネを多地点で撮影することで活動期間を把握し、冬眠と温度環境との関係について検討した。気温は小型温度ロガー(サーモクロンGタイプ、KNラボラトリーズ; 測定精度±1℃)を用いて毎正時に記録した。5日間を単位として、カメラによって確認された活動の有無と2年分の日平均気温、日最低気温、日最高気温を集計し、両者の関係をロジスティック回帰により分析したところ、日平均気温で最も当てはまりがよく、本調査地における冬眠開始の閾値は8.2℃と推定された。よって、九州と本州の個体群間で冬眠開始の温度条件はほぼ同じと考えられ、温暖な九州における冬眠期間はより短いと推察された。今後、食物資源の季節変化等の他の要因についても調査を行い、検討する予定である。

P1-282

ブナ集団における小集団化と隔離が遺伝的多様性に及ぼす影響

*伊藤圭佑(名大農), 花岡創(森林総研林育セ), 小谷二郎(石川県林試), 中島春樹(富山県森林研), 斎藤真己(富山県森林研), 北村系子(森林総研北海道), 戸丸信弘(名大院生命農)

近年、開発などの人間活動により、森林の断片化が様々な地域で進行しており、集団の空間的な分布パターンを変化させ、残存集団の集団サイズの減少や集団間距離の増加などを引き起こしている。集団サイズの減少や孤立が生じている集団では、人口学的変動や環境変動だけでなく、遺伝的要因により集団の存続可能性が低下すると考えられている。保全遺伝学的観点から小集団化や断片化が集団の存続可能性に及ぼす影響を明らかにすることは重要である。ブナは、日本の冷温帯落葉広葉樹林の優占種であるが、富山県・石川県においては山地帯で連続的に分布している一方で、平野部の低標高地で隔離小集団として散在している。そこで、本研究では、これらの集団を材料として、ブナ集団における小集団化と隔離が遺伝的多様性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。隔離小集団(n < 100) 8 集団から 235 個体、隔離中集団(n ≥ 100) 4 集団から 123 個体、連続大集団 7 集団から 210 個体の成木の葉を採取し、また、隔離小集団・隔離中集団各 4 集団から 176 個の種子を採取して、核マイクロサテライト分析を行った。その結果、隔離小集団と連続大集団の間では、アレリックリッチネスの減少、遺伝的分化程度の増加がみられた。また、アレリックリッチネスは有効集団サイズと正の関係があった。遺伝的距離 D_A を用いた主座標分析では隔離中集団、連続大集団が互いに近く、隔離小集団は散らばって配置される散布図が得られた。隔離小集団における成木と種子での比較では、遺伝的多様性の減少と遺伝的分化程度の増加が認められた。これらの結果は、集団間の遺伝子流動率が高い長命なブナにおいても、集団サイズの減少と隔離の影響が生じることを示唆している。

P1-284

稀少猛禽類サシバの消化生理からみた重要給餌動物種の解明

*糸川拓真(岩大院・農), 東淳樹, 喜多一美(岩大・農), 河端有里子(岩大院・農), 渡辺祐策(岩手県鳥獣保護センター)

サシバは、春から夏にかけ日本などに渡り、水田環境に生息する多様な小動物を食物として利用しながら繁殖を行なう中型猛禽類である。しかし、近年生息数が激減しており、2006年に絶滅危惧2類に指定され、本種の保全対策が急務となっている。本研究では、本種の食物動物に着目し、本種の育雛に重要な食物動物を推定することを目的とした。

はじめに、食物動物の試料採取を行ない、試料の体長と湿重量を計測後風乾し乾燥重量を計測した。さらに各試料の単位体重当たりのエネルギー量を測定し、体長とエネルギー量の回帰式を算出した。次に、2008年、2009年2年間の本種の育雛映像データに上記の結果を当てはめ、本種の育雛に要したエネルギー量を推定した。なお、必要な映像データは、河端(2010)の解析結果を使用した。また、本研究では、食物動物種による利用可能なエネルギー量の違いを検証するために、岩手県鳥獣保護センターにおいて、本種の生体(雄・成鳥)1個体を用い、給餌実験を行なった。給餌動物には、シマヘビ、マウス、トウキョウダルマガエル、イナゴを用い、それぞれの吸収効率(同化率)を求めた。

育雛映像の解析結果は、2008年、2009年の結果共にトウキョウダルマガエル、ヘビ類、小型哺乳類などの食物動物が高いエネルギー割合を示し、この3種で全体の約70%以上を占め、育雛におけるこれらの給餌動物種の栄養依存度が高い事が示唆された。給餌実験では、シマヘビの同化率が最も高く、マウス、トウキョウダルマガエルと共に80%前後の値を示したのに対し、イナゴの同化率は約30%と極めて低い値を示した。ベリットにはイナゴの足や外殻が多く確認され、堅い外殻に覆われた昆虫類は消化が難しい事が示唆された。

なお本研究は文部科学省科学研究費補助金(課題番号19510231)の一部として行なった。

P1-283

異なる河畔林環境におけるイワナの食性の比較

*西順平, 五十嵐翼, 羽田桃香, 渡辺俊晶, 北村大海, 関川紀子, 山口友子, 柳貴洋, 笠井悠, 高橋大輔(長野大・環ソー)

日本の内陸に位置する長野県では、古くより河川性魚類の利活用が盛んであり、地域住民になじみの深い存在となっている。中でもサケ科魚類イワナは上流域における地域の代表的な魚類であり、長野県における重要な河川の生態系サービスの1つである。肉食性であるイワナは、水棲生物だけでなく落下昆虫などの陸棲生物も摂取するため、陸域環境の改変はイワナの生態に大きな影響を及ぼすことが予想される。近年のイワナ個体群の減少要因の1つは、スギなどの単一の針葉樹によって形成された人工林の増加による森林環境の変化であると予想されているが、詳細な研究例はまだまだ少ない。今回、河畔林の種別がイワナの食性や健康状態に及ぼす影響について明らかにするために、広葉樹林が優占する区域と針葉樹林が優占する区域において、イワナの胃内容組成と肥満度(体重/体長³)を調べた。調査の結果、広葉樹林区域において胃内容物には水生生物の割合が高く、針葉樹林区域では陸生生物の割合が高いという傾向がみられた。また、広葉樹林区域ではイワナの体サイズ(全長)と胃充満度(胃内容物量/体重)ならびに肥満度との間に有意な相関はみられなかったが、針葉樹林区域においては体サイズが大きなイワナほど胃充満度および肥満度が小さくなる傾向がみられた。この結果は、針葉樹林区域においては、大型の個体ほど摂餌制限を受け、健康状態が悪化することを示唆する。そのため、針葉樹林で構成された人工林の増加は、特にイワナの大型個体に負の影響を及ぼすことが予想された。また、本研究は、針葉樹林優占の人工林の水域生態系への影響について理解するための環境教育の素材として、イワナが有用である可能性を示唆する。発表では、長野県における環境教育素材としてのイワナの有効性についても考察する。

P1-285

谷津における河畔植生がホトケドジョウに及ぼす影響

*正田惇(農工大院・農), 千賀裕太郎(農工大・農)

河川源流域は、陸域生態系と水域生態系が相互に作用する空間であり、そこに生息する冷水性魚類は、河畔域における植生改変や集水域における土地利用形態の変遷による影響を受けやすいことが知られている。一方、源流域は陸域の環境改変がもたらす影響だけでなく、河川工作物の設置によって下流と隔離され易いため、個体群サイズ、遺伝的劣化に伴い局所的絶滅が生じやすいことも指摘されている。

ホトケドジョウは、低・中標高流域の最上流部で、且つ多様なパッチが近接する谷津地形を主なハビタットとする小型の冷水性底生魚類であり、谷津の代表種とされている。しかし現在では、環境省レッドリストにおいて絶滅危惧IB類に指定されるほどまでに激減している。

そこで本研究では、ホトケドジョウ個体群の存続に影響を与える要因を解明することを目的とした。調査は、多摩丘陵の多摩川水系の支流域に属する複数の谷津を対象に行なった。本種の在不在を応答変数、斜面樹林や水田などの河畔環境及び集水域における土地利用、底質や護岸状況などの水路内環境、さらに小集団化をさせる要因としてのハビタットサイズや堰堤を説明変数とする統計モデルの構築を行い、対応関係があるのか明らかにした。

特に今回はこれまで検討されてなかった河畔植生が及ぼす影響について考察した。

P1-286

混生地における下刈りがギフチョウ属2種の産卵行動に及ぼす効果

* 安齋和樹, 佐藤衣里, 林田光祐 (山形大・農)

ギフチョウ(以下:ギフ)とヒメギフチョウ(以下:ヒメ)は里山を代表する昆虫であるが、環境省RDBに掲載されるほどの希少な種となり、全国各地で下刈り等の保全活動が行われている。特に両種の混生地は数少なく、貴重な存在となっている。本研究では両種の具体的な保全方法を検討するため、混生地において両種が選択する産卵環境を下層植生と食草密度に着目して明らかにし、下刈りが両種の産卵環境選択に与える影響を明らかにすることを目的とした。

混生地の一つである山形県鮭川村において、異所的に2種が生息する場所を調査地とした。調査区は16m²の方形区を12区ずつ(2010年のギフ生息地のみ10区)とし、下層植生として草本層(高さ1m未満)と低木層(高さ1~4m)の被度・密度を測定した区を2009年に設定し、春に食草の密度と両種の成虫の飛来数と産卵数を調査した。その後、下刈りをおこない、草本層と低木層を下刈り後の疎と下刈りなしの密にわけて組み合わせた区を2010年に設定し、春に2009年と同様の調査をおこなった。

全調査区でギフ、ヒメの飛来数・産卵数は2009年にそれぞれ25頭・60卵、29頭・138卵、2010年にそれぞれ100頭・133卵、50頭・114卵確認された。2009年はヒメの産卵行動が下層植生と食草密度に制限されているという傾向がみられたが、ギフにはみられなかった。さらに、下層植生がヒメの食草密度に負の影響を与えていることが示唆されたため、ヒメは下層植生に直接的、間接的に影響を受けていると考えられた。2010年は両種ともに下刈りの有無で飛来数、卵数に有意な差はみられず、物理的障害の影響は明確には認められなかったが、両種の産卵行動は食草密度に制限されていると推察された。以上より、ギフよりもヒメの産卵行動の方が下層植生や食草密度に対して敏感であると考えられ、両種ともに下刈りの効果は長期的に評価すべきと考えられた。

P1-288

野辺山高原における絶滅危惧種アサマフウロの自生地分布と訪花昆虫

* 近藤綾希子, 大窪久美子, 大石善隆 (信州大・農)

野辺山高原における絶滅危惧種アサマフウロの自生地分布と訪花昆虫

近藤綾希子・大窪久美子・大石善隆・(信大・農・森林科学)

アサマフウロ(*Geranium soboliferum* Komar.)はフウロソウ科の多年生草本で、国内では本州の中部地域に局所的に分布する。本種は開発等により近年自生地が減少し、環境省版レッドデータブックでは絶滅危惧I B類に指定されており、保全策の検討が求められる。しかし本種の生態に関する知見は少なく、現状では保全のための対策を立てることが困難である。発表者らは本種が虫媒による他家受粉の繁殖生態を有することを明らかにし、本種個体群の種子繁殖を維持するためには地域におけるポリネーターの存在が不可欠であることを示した(遠藤・大窪, 2003)。また同時に八ヶ岳山麓に位置する信州大学農学部附属 AFC 野辺山ステーションにおける本種への訪花昆虫相の調査により、本種のポリネーターは主に外来種のセイヨウミツバチであったため、地域における在来送粉生態系への影響が指摘された。本研究では前回の調査よりも広域な範囲で分布および保護植物としての状況を把握し、さらに前回の訪花昆虫相の結果を検証し、最終的には本地域におけるアサマフウロのより具体的な保全策を検討することを目的とした。

分布調査は、現地踏査を前回の調査(遠藤・大窪, 2003)で本種の生息が確認された9メッシュ(各メッシュ 1km×1km)を含む計23メッシュを対象に行い、確認された生育地については保護植物評価法(大場1998)を用いて保全の危急性を評価した。次に訪花昆虫調査は前回と同様に一定時間に本種に訪花した昆虫について記録し、同定ができなかった場合はその個体を採集し、標本を作成した。また本種の結実状況についても記録した。今回確認された訪花昆虫はハチ目(ミツバチ科やコハナバチ科等)、チョウ目、ハエ目(主にハナアブ科)であった。

P1-287

野辺山高原におけるサクラソウ自生地の湿生および乾生群落の遷移状況の比較

* 前田沙織 (信州大院・農) 大窪久美子, 大石 善隆 (信州大・農)

サクラソウ *Primula Sieboldii* E. Morr. は、環境省レッドリストで準絶滅危惧種に指定されており、一般的には比較的明るく湿潤な生育環境に分布する多年生草本である。調査対象地である野辺山高原では、かつてはサクラソウやサクラスミレ等、希少種の自生する湿性地在点に在っていたが、戦後の開発によってこれらの自生地は減少や分断化、乾燥化が進んだと考えられ、湿生群落の保全が課題となっている。信州大学農学部附属 AFC 野辺山ステーションではサクラソウの自生する湿生群落が残存する。発表者らが3年間にかけて湿生群落の構造を追跡した結果、ミヤコザサ等の競合植物の優占に伴う遷移の進行によって、今後はサクラソウの優占度が減少する可能性が示唆された(佐野・大窪, 2008)。今回の発表ではサクラソウを含む湿生群落を保全する植生管理を検討するため、同じステーション内で本種が自生するEサイトにおける乾生群落の遷移状況を把握し、Pサイトと比較することを目的とした。調査方法としては、湿性群落(Pサイト)と乾性群落(Eサイト)において、4m×4mのコドラートを36と10プロット設置し、前者は2004年から2010年に、後者は2005年から2010年に植生および立地環境(土壌含水率と相対光量子密度)について調査を実施した。調査地の湿性群落は上層部が落葉小高木のズミヤカントウマユミによって、乾性群落は林縁部に生育する落葉低木のハシバミによって構成されている。乾性群落において、2005年と2010年の9月の土壌含水率を比較すると、後者は前者の58.1%に減少した。これは樹高1.3m以上のハシバミの個体数が増加し、土壌の乾燥化が急速に進んだためと考えられた。発表では両立地における植物遷移の進行の違いについて比較検討する。

P1-289

イヌワシの保全を目的とした列状間伐地の植生遷移に草食動物の採食と光環境が及ぼす影響

* 齋藤倫実, 林田光祐 (山形大・農)

イヌワシの採餌環境創出を目的とした列状間伐地には主要な餌動物のノウサギが誘引されるが、誘引効果は経年的に低下することが指摘されている。誘引効果を持続させるには列状間伐後の植生遷移とそれに影響を与える要因を把握し、誘引効果の高い植生が維持されるような工夫が必要である。本研究では列状間伐後の植生遷移と間伐地を利用する草食動物の餌植物の選択性を明らかにし、伐採列内の位置による光環境と草食動物の採食が植生遷移に与える影響を検討する。

山形県鳥海山山麓で2005、2007、2009年に幅10m程度(2005年は22m)で列状間伐されたスギ人工林において、伐採列を横断する帯状区を設定し2m四方の方形区に区切った。2009年と2010年に調査区内の全植物を対象にした植生調査と樹高10cm以上の木本にみられた草食動物による食痕の直径の測定を行い、間伐後1年目から5年目までの変化を推測した。また樹高10cm以上の木本の根元直径と方形区内の光量子束密度、主要植物の窒素含有量の測定を行った。

間伐後1年目は植生への光の影響は小さかったが、相対光量子束密度が高い伐採列中央部では2年目にミズキやリョウブ等の萌芽更新種が優占し、3年目以降はタラノキやクマイチゴ等の実生更新種が優占した。一方、相対光量子束密度が低い林縁部では2年目以降オオカメノキやヒメアオキ等が優占した。ノウサギやカモシカによる食痕は、間伐後1年目は根元断面積が多いオオバクロモジやヒメアオキのほか窒素含有率が高いヤマグワやタラノキに集中した。2年目以降は一部の種を除くと根元断面積が多い種ほど食痕断面積が多くなる傾向が見られた。食痕断面積と根元断面積や窒素含有率との関係から導かれる餌植物としての選ばれ方および被度の経年変化を種別に解析し、植生遷移が光や採食圧からどの程度影響を受けているのかを考察する。

P1-290

夏期環境悪化による谷津干潟マクロベントス群集への影響の定量的評価

藤巻亮, 荒巻淑恵, 柚原剛, 杉原奈央子, 風呂田利夫
(キャンセル)

P1-291

生息環境の違いが絶滅危惧種ダルマガエルの食性に及ぼす影響

*木田耕一(信大院・農), 大窪久美子, 大石善隆(信大・農), 四方圭一郎(飯田市美博)

ダルマガエル *Rana porosa brevipoda* は東海から瀬戸内海沿岸の温暖な地域を主な分布地とし、かつては水田における普通種であったが、現在では個体数の減少が進行し、環境省により絶滅危惧 I B 類に指定されている。伊那盆地は本種の分布の北限であると共に隔離分布地でもあり、県の絶滅危惧 I A 類に指定されている。そこで本研究は伊那盆地における本種の保全策を検討するため、知見の少ない食性を把握し、またこれに影響を及ぼす環境条件について考察することを目的とした。

調査対象地は樹林に囲まれる地域と大規模水田地域、市街化地域の異なる3つの周辺環境を有する地域を各2地域ずつ選定した。食性調査は各地域で7月9月に月1回、ダルマガエルを20-30個体を目標として捕獲し、強制嘔吐法により胃内容物を採取した。捕獲個体は頭胴長および体重、性別を記録した後に放逐した。胃内容物はエチルアルコールにつけて保存し、実体顕微鏡を用いて餌動物の同定、体長と個体数の計測を行った。また各地域において本種の潜在的な餌資源である動物相を把握するため、各地域で8月9月に月一回、スウィーピング法により主に昆虫相を捕獲し、同定および個体数の測定を行った。

ダルマガエルは全地域合計で7月に105匹、8月に149匹、9月に151匹捕獲した。地域によって捕獲できた個体数にはバラつきがあり、目標の個体数を捕獲できない場合もあった。スウィーピングによる調査では全地域合計で8月に3382匹、9月に2647匹の節足動物を捕獲した。ほぼ全ての地域で9月に個体数が減少していたが、捕獲した生物種の組成はどの地域でも類似していた。発表ではダルマガエルの胃内容物とスウィーピング調査の結果との類似性比較や、時季、地域、体サイズによる食性の変化について考察を行う予定である。

P1-292

越後平野の農業用水路網における植物分布～水湿生植物の出現と水路構造～

*松本さおり(新潟大・農), 石田真也(新潟大院・自然科学), 高野瀬洋一郎(新潟大・超域研究機構), 紙谷智彦(新潟大院・自然科学)

農業用水路は、水田や畦畔と並び水田景観を構成する要素の一つであり、特異な攪乱体制や物理的環境を有している。かつての農業用水路の主体であった土水路では、多様な水湿生植物が生育していたが、圃場整備による水路のコンクリート化は、それら水湿生植物の生育に影響を及ぼしたと考えられる。しかし、農業用水路における植物分布を扱った研究はこれまでほとんど無く、その実態には不明な点が多い。減少しつつある水田地帯における植物種多様性の保全を検討する際の基礎的知見を得るためには、農業用水路網における植物分布パターンを広域的に明らかにする必要がある。

そこで本研究は、低地水田地帯の農業用水路網における植物分布と、それを規定する要因を明らかにすることを目的とした。

調査は、新潟県越後平野の20地域における121本の農業用水路で行った。植生調査では、各水路内に連続する1mの調査枠を10個設置し、夏季と秋季の2回、出現した全雑草植物の種名を記録した。また、環境要因として各水路の構造(土水路・二面コンクリート・三面コンクリート)、水路幅、定期的な水位、底土の厚さ、江ざらいの有無を記録した。

植生調査の結果、出現した植物種は158種で、そのうち在来水湿生種は76種であった。NMSを用いて、種組成をもとに水路を序列化した結果、種組成は土水路に比べてコンクリート水路でばらつく傾向があった。しかし、出現種数は土水路に比べてコンクリート水路で少なかった。これら水路構造の違いに加え、水位変動や土砂堆積、用水路か排水路かの違いも植物の出現に影響した。土水路では多様な水湿生植物が出現するが、三面コンクリート水路であっても、土砂が堆積する場合には水湿生植物の生育地として機能し得ることが明らかになった。

P1-293

小笠原諸島に生息する絶滅危惧種アカガシラカラスバトの保全遺伝学的研究

安藤温子*(京大院・農), 小川裕子(多摩動物公園), 兼子伸吾(京大院・農), 高野肇(森林総合研究所), 鈴木創, 堀越和夫(小笠原自然文化研究所), 井鷲裕司(京大院・農)

小笠原諸島に生息する固有亜種アカガシラカラスバト *Columba janthina nitens* は、個体数が少なく生息地も限定的であることから、絶滅危惧種 I A 類に指定されている。ミトコンドリア DNA を用いた先行研究では、他の亜種とは遺伝的に異なっており、保全上重要な系統であることが示されている (Seki et al. 2007)。また近年、小笠原群島内の島間を個体が頻繁に移動することが確認され、各島を別々の保全単位とみなしてきた従来の認識を転換する必要性が生じている。本研究では、アカガシラカラスバトの遺伝的多様性と集団遺伝構造を評価し、長期的保全に向けた提言を行うため、ミトコンドリア DNA コントロール領域の塩基配列及びマイクロサテライトマーカーを用いた遺伝解析を行った。

解析の結果、アカガシラカラスバトの遺伝的多様性は、基亜種カラスバトと比較して、非常に低い状態にあることが明らかになった。野生集団は飼育集団よりも高い遺伝的多様性を維持しており、火山列島の集団の方が、小笠原群島の集団よりも遺伝的多様性がやや高い傾向にあった。集団間の遺伝的分化の程度は弱く、小笠原群島、火山列島の集団間に、個体の移動に伴う遺伝子流動が生じている可能性が示唆された。

アカガシラカラスバトを長期的に保全するためには、野生集団の遺伝的多様性を可能な限り維持することが重要である。また、小笠原群島と火山列島を含めた広域な生息環境を考慮し、保全策を検討する必要がある。生息地外において遺伝的多様性を保全するため、将来的には飼育集団への個体の導入を検討することが望まれる。

P1-294

カメラトラップによるツキノワグマ密度推定の可能性

* 東出大志 (新潟大院・自然科学), 三浦慎悟 (早大・人間科学), 箕口秀夫 (新潟大・自然科学系), 青井俊樹 (岩手大・環境科学系)

ツキノワグマは個体群縮小により保護対象となっている地域がある一方で、全国各地で人里への出没も相次いでおり、人身被害や農作物被害などの問題が深刻化している。これらの問題に適切な対策を講じる上で、個体数およびその長期的な動態の把握は重要な要素である。現在クマ類の個体数推定にはヘアトラップ法が広く利用されているが、サンプル採取やDNA解析過程において精度やコストに関する課題も指摘されている。DNA解析における金銭的コストが調査実施に際して障壁となる場合も多い。そこで我々は個体群密度推定に向けた新たな調査手法として、斑紋パターンによる個体識別と、カメラトラップを用いた非侵襲的なサンプリング手法の開発を進めている。本発表では昨年試験的に行った野外調査の結果から、斑紋の撮影手法について検討を行うとともに、密度推定も試みた。

野外調査は岩手県北上山地で2010年の7~8月に10日間のセッションを2回行った。各セッションとも同一の20地点にType1とType2、2種類の設定でカメラトラップを配置し動画の撮影を行った。本調査においてツキノワグマが撮影された動画数は272であった。同一個体連続撮影の影響を考慮し、便宜的に30分以内の撮影を同一イベントとして扱った場合、撮影イベント数は94であった。また、トラップが有効である誘引餌喪失前のイベント数(有効イベント数)は35(Type1=15, Type2=20)であった。各有効イベントにおいて少なくとも1回斑紋が撮影される確率は94%(Type1=87%, Type2=95%)であり、いずれの設定においても高確率で斑紋の撮影に成功した。しかし、安定的な撮影画像を得るという点においては更なる検討が必要である。なお撮影画像から個体識別を行った結果、2セッションで少なくとも10個体が識別された。

P1-296

環境保全型水田における水生ミミズの種構成とバイオマスの季節変動

谷地俊二*, 大高明史, 金子信博

水田には多くの生物が息するが、農業管理や生物多様性の視点で行なわれる調査の多くは、地上部や田面水中に息する動植物のみを評価対象としている。環境保全型水田の底質には多数の水生ミミズ類が息し、雑草種子埋没による抑草効果や、底質中と田面水中間の窒素などの物質循環を促進させる効果が知られている。よって水田管理の工夫によりミミズ類の生理生態的特性を農業に利用できる可能性がある。しかし環境保全型水田でミミズ類の動態を扱った研究例は少なく、実際の種構成やバイオマスは明らかではない。そこで、環境保全型水田におけるミミズ類の動態の解明を目的として、神奈川県鎌倉市にて2010年5月から11月まで、ミミズ類の種構成とバイオマスの季節変動を調査した。ミミズ類の同定は生殖器官および剛毛の形態を観察して行なった。バイオマス推定は、ミミズ類の個体重量と個体サイズ(撮影による投影面積)の関係から推定した。調査地では6種の水生ミミズ類が確認され、個体数ではユリミミズ(*Limnodrilus hoffmeisteri*)、バイオマスではエラムミズ(*Branchiura sowerbyi*)がそれぞれ調査期間中の平均値で優占した。ミミズ類の総バイオマスは5月から減少しはじめて8月が最も低く、9月以降増加した。全種を合算した調査期間中のバイオマスの平均値は25 g wt. m²で、畑地で作物の生育に効果がある指標としてのバイオマスレベルに匹敵した。この研究により、ミミズ類が水田生態系機能への寄与を知る上で必要な、基礎的情報を提供できる。また出現したミミズ類の中では、エラムミズについてサイズ構成の季節変化から生活史の概要を明らかにできた。

P1-295

阿武隈山地南部とその周辺地域のツキノワグマ生息環境評価

* 新藤茜(東邦大・理), 佐藤伸彦((財)日本生態系協会), 瀧本岳(東邦大・理)

阿武隈山地南部を中心とした周辺地域では、ニホンツキノワグマ(*Ursus thibetanus japonicus*, 以下ツキノワグマ)は東北自動車道を境としてその西側に多く分布しており、東側にはほぼ分布していないとされていた。しかし近年、東北自動車道東側の阿武隈山地を中心にツキノワグマの目撃情報が増えており、ツキノワグマの分布が東側に拡大している可能性が示唆されている。またそれに伴う人への影響も懸念されている。そこで本研究は、東北自動車道の東側地域と西側地域でツキノワグマの生息環境を評価し比較することによって、東側地域におけるツキノワグマ管理対策に資することを目的とした。

生物多様性情報システムが提供している植生データを利用し、GIS上で福島県、栃木県、茨城県の3県全域を対象にHabitat Suitability Index (HSI) モデルを用いた生息環境評価を行った。

HSIモデルによる評価の結果、東北自動車道の西側地域でツキノワグマの生息適性の高い地域が広範囲に広がっていることが分かった。しかし、東側地域でも西側地域ほどではないにせよ、生息適性の高い地域が見つかった。東北自動車道の周辺地域には、ツキノワグマの生息には不適である地域が多く見られたが、一部で西側地域と東側地域を繋ぐように生息適性のある地域も見つかった。

東北自動車道の周辺の生息適性が低い地域には市街地が多く、この市街地がツキノワグマの東側地域への移動を制限していると考えられる。しかし、ツキノワグマの移動は完全に制限されているわけではないと考えられ、HSIモデル解析の結果と既存のツキノワグマ分布情報より、西側地域から東側地域へ移動する際に利用すると思われる経路が推察できた。

P1-297

里山のカエル類の多様性に影響する要因

酒井すみれ(東大・農・生物多様性) 百瀬浩(中央農研・鳥獣害研) 樋口広芳(東大・農・生物多様性)

里山に息する多様なカエル類はヘビやサギ、サシバなどの上位捕食者の主要な食物資源である。近年の農地管理方法の変化により、カエル類の減少が指摘されている。水田と林が入りこんでいる環境では、複数の環境を必要とするカエル類の多いことが予想されるが、景観構造と圃場整備の影響の両方を考慮した研究はほとんどない。本研究ではカエル類の個体数と多様度が、景観要素の組み合わせ、水路の形状、景観要素間のつながりによってどのように影響されているかを明らかにした。

調査地は、栃木県芳賀郡を中心として水田と林の組み合わせが異なる広域を対象とした。各種カエルの幼体を2006年、2007年の6月下旬から7月、7月下旬から8月の2回、各地点約300mセンサスし、2回のうちの最大値を解析に用いた。カエル類各種の相対密度と多様度指数を目的変数として一般化線形混合モデルを用いて解析を行った。説明変数として、水田に隣接する林の有無、水田と林の連結性、水路タイプ、水路の登りやすさ指数を入れたモデルをそれぞれ作成し、どのモデルの説明力が高いか検討した。その結果、トウキョウダルマガエルの個体数は、水田と林の連結性が高いほど多く、水路が登りやすいほど多かった。アカガエルの個体数は水田と林の連結性が高いほど多く、水田の両側に位置する水路が護岸されている場所ほど少なかった。樹上性カエルでは、水田と林の組み合わせが高いほど個体数が多いが、水田と林の連結性が高い場所では個体数が低かった。多様度指数では水田と林の連結性が高いほど値が大きく、多様なカエル類が息するためには、水田と林の組み合わせがあるだけでなく、その連結性が維持されていることが重要であることがわかった。

P1-298

多摩丘陵に分布する絶滅危惧種ホシザクラの生育環境と管理

* 生亀正照, 沼田真也 (首都大・都市環境)

ホシザクラ (*Cerasus tama-clivorum*) は、東京西部の多摩丘陵の二次的自然において発見され、2004年に新種記載された野生のサクラである。多摩地域の希少種として、一部の愛好者を中心に保全と利用の声が高まっている。しかし、本種の生態・生育環境に関する情報は乏しい。

本研究では、これまで公園管理者や愛好家の間で散在していた分布情報をとりまとめ、生育状況を明らかにしながら管理状況を明らかにすることで、本種を含めた多摩ニュータウンの都市内樹林地における保全・利用のための方策を検討する。まず、これまで散在していた分布情報をヒアリング調査により集約・総合化し、直接観察することで個体識別し、分布台帳を作成した。次に、各個体の生育環境を、地形変化、周囲の植生情報、個体の生育する位置関係と管理状況の3点から評価し、二次的自然に由来する個体と人工的に植栽された個体に分類した。その結果、ホシザクラは、これまでに報告されていたよりも多くの個体が、八王子市・町田市・多摩市に分布していることが明らかとなった。

また、自然個体群と考えられる個体は全個体の22%で、残りは人為的に植栽されたものであった。自然個体群は都市公園・緑地、民有地であり、その多くの個体は衰退傾向にあると考えられた。都市公園・緑地では、自然個体群がある樹林地の管理がなされておらず、ホシザクラに関する管理上の取り組みもなかった。そのためホシザクラの保全管理を進めるためには、自然個体群の衰退の原因を明らかにしながら、二次的自然の管理方法を検討してゆく必要がある。

P1-300

エゾシカの高密度化がヤブサメの繁殖に与える影響の可能性

* 上原裕世, 吉田剛司 (酪農学園大・環境), 川路則友 (森林総合研究所), 梶光一 (東京農工大・農)

洞爺湖中島はエゾシカ (*Cervus nippon yezoensis*) の爆発的増加により、ササ群落の消失や下層植生の破壊などが生じている。洞爺湖周辺と中島で行われた鳥類相の多様性比較調査では、島内の鳥類相の多様性劣化や下層植生を利用して営巣する鳥類に関して繁殖への影響が報告された。その一方、通常ササの根本などの下層に営巣するヤブサメ (*Urosphena squameiceps*) は繁殖期に生息が多数確認された。そこで本研究では、エゾシカ高密度地域においてヤブサメの行動を観察し、高密度化がヤブサメの繁殖に与える影響の可能性を調査した。

調査は中島において、森林部を通過する約3kmで4月下旬～7月下旬にかけてルートセンサス法にてヤブサメのオスの縄張り位置を特定した。そこから任意で選択した縄張り5ヶ所において定点調査を実施した。ルート上のその他の縄張りについては、巣立ち雛の鳴き声カウントを6月下旬～7月に行った。縄張り数や巣立ち雛のカウントに関して、繁殖シーズンの基準としたエゾシカ低密度地域の森林(札幌市豊平区, 森林総合研究所)と単一距離あたりの縄張り密度を比較して繁殖成功率を算出した。

ルートセンサスでは、孵化から巣立ち時期であるべき期間中に縄張り数が減少した。このことから島内で縄張りを形成したにも拘わらず、繁殖期を終える前にオスが縄張りを放棄したことが示唆された。定点調査では5ヶ所の縄張りのうち、オスとメスの繁殖行動が確認されたのは1ヶ所のみであった。巣立ち雛の鳴き声カウントについては、1地点のみの確認となった。一方のエゾシカ低密度地域では9ヶ所の縄張りが確認され、全ての縄張りでもオスとメスの繁殖行動が観察された。結果としてエゾシカの高密度化は単一距離あたりの縄張り密度には影響を与えないものの、繁殖成功率を低下させる可能性が示唆された。

P1-299

落葉広葉樹林帯におけるイヌワシ *Aquila chrysaetos* の餌利用特性を考慮した生息地の保全

* 布野隆之, 関島恒夫 (新潟大学・院・自然科学), 村上拓彦 (新潟大学・農), 阿部學 (日本猛禽類研究機構)

イヌワシの生息環境は、主に樹木の少ない環境であるが、日本に生息する亜種ニホンイヌワシ(以下、イヌワシ)は、他の亜種とは異なり、ブナに代表される落葉広葉樹林帯に分布している。樹木の展葉や落葉による樹冠閉鎖率の季節変化は、上空から地上の餌動物を探索するイヌワシの視野に影響を及ぼすため、その影響は本亜種の採餌活動をはじめ、餌利用を通じたヒナの生残といった繁殖活動にまで至る可能性が高い。そこで本研究では、落葉広葉樹の展葉に伴うイヌワシ採餌場所の変化とともに、餌利用の季節変化がヒナの成長に与える影響を評価した。さらに、GIS解析により、イヌワシ行動圏内における採餌場所と餌動物の空間分布を対応させることで、本亜種における餌利用の季節変化の発生メカニズムを解明し、それをもとに、イヌワシ行動圏内における具体的な生息地保全策を提案した。調査つがいは新潟県に生息する1つがいであり、その行動圏は樹齢80年以上のブナを主体とする落葉広葉樹林帯であった。イヌワシ行動圏内における採餌場所は、落葉広葉樹林の展葉に伴い著しく減少した。また、展葉とともに、ニホンイヌワシの餌利用はノウサギからヘビ類へと明瞭に切り替わり、餌の切り替わり以降、餌の栄養成分の低下と餌搬入量の減少から、ヒナが小型化する傾向が認められた。ノウサギからヘビ類への餌の切り替わりは、展葉前にイヌワシ行動圏内の65%を占めた採餌場所とノウサギの生息場所の重複域が展葉後に消失したのに対し、ヘビ類との重複域が新たに形成されたことに帰因した。ヘビ類との重複域は、行動圏内のわずか0.4%であったことから、展葉後におけるこれらのキーハビタットを積極的に保護区に設定すると共に、今後は、人工林などに新たな採餌可能域を形成することも本亜種を保全する上で必要である。

P1-301

野幌森林公園における樹洞の分布と利用

* 菊地心, 赤坂卓美, 山浦悠一, 中村太士 (北大院・農)

樹洞二次利用種にとって、樹洞は繁殖場所やねぐらとして必要不可欠な資源である。特に人工林では、樹洞が不足しているといわれており、樹洞木の保全は重要な課題である。本研究では札幌近郊にある野幌森林公園の人工林と天然林に調査区を設定し、樹洞のタイプ(キツキ樹洞・自然樹洞)に着目して調査を行った。全樹洞木、キツキ樹洞木、および自然樹洞木それぞれについて、二次利用種による利用状況を調査した。また樹洞木の資源量に林相・齢級が与える影響、および人工林の資源量に間伐・齢級が与える影響を評価し、さらに樹洞木の形成率に影響する単木レベルの要因を検討した。

調査の結果、樹洞木資源量が増加するほど二次利用種の利用数が増加し、各タイプの樹洞木について資源量を保全する重要性が明らかになった。キツキ樹洞木の資源量は、齢級の正の効果が認められたものの林相間で顕著な違いはなかった。これは、キツキ樹洞木の形成率が高かった広葉樹枯死木は人工林・天然林ともに密度が低かったためと考えられるが、同時に人工林でも齢級が増加すれば天然林と同程度の樹洞資源量が確保される可能性が示唆された。自然樹洞木の資源量は天然林に比べて人工林で少なかったが、人工林では自然樹洞木ができにくい針葉樹生木が多かったためと考えられた。また、間伐の履歴の有無は自然樹洞木でのみ負の影響を示し、間伐によって樹洞の形成率が高い広葉樹や枯死木が除去された可能性が示された。齢級は樹洞木の資源量へ一貫して正の影響を及ぼしており、高齢級の林分は樹洞木資源量が多く、樹洞木の保全上重要であると考えられた。本調査地では自然樹洞木の密度は、キツキ樹洞木の約2.5倍、二次利用種による利用も2倍以上と多く、自然樹洞木も二次利用種の保全上重要な資源であることが示された。

P1-302

絶滅危惧種ヒヌマイトンボの生息地管理からみたヨシの個体群動態

* 寺本悠子, 渡辺守 (筑波大・院・生命環境)

汽水域に成立するヨシ群落に依存した生活史をもつヒヌマイトンボは絶滅危惧種Ⅰ類に指定されている。1998年に三重県伊勢市の下水道処理施設建設予定地内のヨシ群落(既存生息地)内で発見された本種の地域個体群は、施設が完成したのちは生息地の環境変動により消失すると予測された。そこで2003年、隣接する放棄水田にヨシの地下茎を密植して新しい生息地を作った(創出地)。創出地における本種は年々増加し、現在では、既存生息地と同等の個体群サイズに達している。2003年~2008年、既存生息地と創出地のヨシ群落内にコドラートを設置し、月ごとのシュートの加入数と消失数、シュート径、自然高を測定した。ここで、3月までに萌芽したシュートを一次ヨシと定義し、翌月以降に出現したシュートを二次ヨシと定義した。既存生息地の一次ヨシの個体数は緩やかに減少し、8月までに30%が消失した。この間に二次ヨシが順次加入したので、結果的にヨシ群落のシュート数は安定していた。二次ヨシのシュート径は一次ヨシの太さとはほぼ同等であった。二次ヨシの平均自然高は各調査回において一次ヨシより低かったが、8月にはほぼ同等の高さに達している。ヒヌマイトンボ成虫の飛翔季節は8月前半までなので、これらの結果は、一次ヨシが成虫の生息環境の構築(群落下部の相対照度が10%以下)に重要な役割を果たしているといえた。創出地における一次ヨシの数は既存生息地よりも多かったが、月単位の消失率は同等であった。二次ヨシの加入数は、一次ヨシと同様に既存生息地よりも多かったが、シュート径や自然高は既存生息地よりも低かったため、シュート数の多さがヒヌマイトンボ成虫の生活空間を良好に維持する結果になったといえる。したがって、ヒヌマイトンボにとって、一次ヨシの生長とそれが形成する群落構造が重要であると考えられた。

P1-304

大都市近郊におけるロードキルの分布-異なるスケールによる解析-

* 立脇隆文, 高槻成紀 (麻布大・院・獣医)

首都圏の一般道における野生哺乳類のロードキルの実態を広域・詳細の2つの空間スケールから把握し、都市化とロードキルの関係を階層的に解析した。

広域スケールでは神奈川県区市町村に例をとり、ロードキル頻度(頭/km²)と都市化の関係を調べたところ、ロードキル頻度と都市化の関係は動物種によって異なる傾向を示し、4つのタイプがあった。すなわち、i) ネズミのように都市的な環境になるにつれてロードキル頻度が単調に増加する種群、ii) タヌキのように森林と都市の中間地域で最も頻度が高くなる種群、iii) シカやイノシシのように都市化の程度が低い地域でのみロードキルが生じる種群、iv) イタチ類やアライグマのように都市の程度と明瞭な関係がみられなかった種群。

詳細スケールでは神奈川県相模原市と東京都町田市に例をとり、一般道における野生哺乳類のロードキル地点を緑地からの距離を指標として解析したところ、野生哺乳類のロードキルは一般に緑地周辺で多く、動物種によりロードキルが発生する「緑地を中心とした空間」が異なっていた。中型食肉類では緑地の近くでロードキルに遭う順に、アナグマ、アライグマ、タヌキ、ハクビシンであった。

以上の結果から地域スケールで生じる都市化の進行とロードキルの関係には、(1) 道路の増加にともなってロードキル数が増加する段階と、(2) 主な生息地である緑地の減少とともにロードキル数が減少する段階とがあり、これらは生息地の減少による個体数の増減とともに、緑地周辺の道路の量が関係すると考えた。

P1-303

放鳥されたトキの採餌環境特性

* 蛸原香理 (新潟大・自然科学), 遠藤千尋 (新潟大・超域), 西川潮 (新潟大・超域), 渡辺竜五 (佐渡市役所・生物多様性), 関島恒夫 (新潟大・自然科学)

佐渡島では、2008年以降トキの試験放鳥が実施され、トキの野生復帰が進められている。これまでに、トキの絶滅要因として土地利用の変化や農業の近代化による餌生物量や好適な採餌環境の減少が挙げられている。それらを踏まえ、現在佐渡島では餌生物の生息環境の改善やトキの採餌環境の保全・再生を目的に掲げ、休耕田の湛水化、環境保全型農業の普及、江の創出、魚道の設置などさまざまな取り組みが行われている。これらの取り組みをより効果的に行うためには、トキが好む景観において餌資源が豊富、かつトキにとって利用しやすい局所環境(草丈・水深など)を持つ水田の保全・再生を進めていくことが重要である。しかしながら、佐渡島において放鳥されたトキの採餌環境特性に関する景観的、および局所的な情報は十分でない。そこで本研究では、農事歴とトキの行動から1年を4期間に区切り、トキの採餌利用を目的変数、局所要因(水深や草丈など)や景観要因(周囲の森林面積など)を説明変数として統計モデル解析を行いトキの採餌環境の特性を抽出した。また、トキが採餌する水田が餌資源の点においてどのような特性をもつのかを検討するために、トキの採餌利用水田と非利用水田において生物の定量調査を行い餌候補生物の現存量や多様性を比較した。これらの結果より明らかとなった採餌利用環境の特性に基づいて、佐渡島におけるトキの採餌環境の保全・再生適地を予測する。

P1-305

有性生殖をする絶滅危惧植物アオグキヌワラビの遺伝構造-複数生育地にまたがる遺伝的固定-

* 伊津野彩子 (京大・農), 高宮正之 (熊大・自然科学), 兼子信吾 (京大院・農), 井鷲裕司 (京大院・農)

アオグキヌワラビは、イワデンダ科メシダ属に分類されるシダ植物であり、4倍体で、有性生殖によって繁殖することが知られている。現在生育が確認されているのは、福岡、熊本、鹿児島、宮崎の4集団の約100個体のみであり、絶滅が危惧されている。本研究では、野生に生育するアオグキヌワラビ全個体を対象に、新たに作成したマイクロサテライトマーカー15座を用いてジェノタイプングを行い、その遺伝的多様性を評価した。

1 遺伝子座あたりの平均アリル数(A)は1.8で、同属近縁種であるヤマメヌワラビ(A=3.8)、タニメヌワラビ(A=3.9)、ツクシメヌワラビ(A=2.8)に比べて少なかった。また、15遺伝子座で検出されたアリルの組み合わせは、67%の個体において同一であった。これらの結果から、アオグキヌワラビが保有する遺伝的多様性は著しく低いことが分かった。また、4倍体種を対象にマイクロサテライトマーカーのピークパターンから生じうる遺伝子型をシミュレーションする解析ソフトATetra (Van Puyvelde 2010)を用いて、集団間の遺伝的分化 F_{ST} を算出した。 F_{ST} は多くの集団間で0.01程度であり、現存する集団はほとんど遺伝的に分化していないことが明らかになった。さらに胞子のジェノタイプングを行ったところ、各々の胞子は胞子体とは異なるピークパターンを示し、4倍体胞子体が固定ヘテロ接合をしていないことが判明した。

P1-306

高山帯に侵入したエゾシカ (*Cervus nippon yezoensis*) から高山植物を守れるか? - 夕張岳における植生保護柵設置に関する機能効果とその課題 -

* 杉浦晃介 (酪農学園大学大学院), 坂村武 (北海道自然環境課), 赤坂猛 (酪農学園大・環境), 吉田剛司 (酪農学園大・環境)

北海道夕張市と南富良野町にまたがる夕張岳 (1,668m) において、今年度よりエゾシカによる植生被害防止を目的とした防鹿柵 (以下、柵) が設置された。本研究では、被害が顕著な崩壊地植生2地点に設置した柵の効果と問題点、課題について報告する。また、予備調査として自動撮影装置を用いたシカの行動確認の調査についても一部を報告する。

柵は軽量で施工が比較的簡単であり、電気ショックによる心理的ダメージを与えることができる電気柵を使用し、2010年8月末から10月までの延べ41日間設置した。設置初期段階では柵は正常に作動しており、エゾシカの侵入を防ぐことができたが、設置から13日後には、強風による支柱の倒伏や電線のよじれ、枯れ穂との接触による漏電等が確認された。これは、エゾシカの電線接触時の突発的破壊を考慮したグラスファイバー製の支柱が強風で振り子のように動いてしまったためである。これらの故障が断続的に発生したため、エゾシカの柵内への侵入を許してしまい、柵内においてエゾシカの痕跡も確認された。よって今年度は柵の効果について十分な結果を得られなかった。今後の対策として、電線の強度向上や支柱の種類変更、点検回数の再考が検討されている。また、各作業による人間の踏み込みが植生帯に与える影響を考慮して、作業方法の見直しを検討することも不可欠である。

さらに、自動撮影装置を柵周辺に8月から10月までの延べ73日間設置した。その結果、9月から10月にエゾシカが多く撮影され、時間帯が20時~21時に集中しており、希少な高山植物の生育する植生での採食も確認された。補殺等による対策の困難な当地域のような高山帯においては、柵の設置による直接的な保護対策を講じ、今後も継続した課題の整理が必要である。

P1-308

小川原湖における沈水植物及びマリモ類の分布の特徴と環境要因

* 馬場俊介 (東大院・農), 赤坂宗光, 高村典子 (国環研)

日本の多くの湖沼では1960-70年代に富栄養化が進行したために、沈水植物群落は壊滅的な影響を受け種の損失が著しい。そのため、沈水植物群落や種を保全・再生する上で、参考にすべき生育環境の理解が深まらない状況にある。そのような中で、青森県小川原湖は在来種である沈水植物が比較的多く生育し、沿岸域に群落が発達する数少ない湖沼の一つである。本研究では湖沼沿岸域の沈水植物群落の組成や分布を理解することを目的とし、沈水植物群落の種構成の特徴を明らかにし、総現存量、種数、及び主要な沈水植物種の現存量と環境要因の関係を検討した。調査は2009年8月に湖沿岸域全域に設けた52地点で行った。各地点では動力船と潜水により、方形区による沈水植物種の採取のほか、30項目の環境要因を測定するため、現場測定のほか、採水と採泥を行なった。

調査では17種が確認され、方形区の植生はヒロハノエビモ・マリモ類からなるグループと、イトモ・イバラモを中心とするグループに分類された。前者は湖の北部、後者は南部に分布した。総現存量と関係する各環境要因の寄与率をみると、水深が負に高い寄与率で選ばれた。また、次いで強熱減量は負に、消散係数、礫重量%は正に関係し、この順で寄与率が高かった。種数では、水深、礫重量%は正に、強熱減量は負に関係し、この順で寄与率が高かった。各種の現存量では、殆どの種で水深は負に関係し、高い寄与率で選ばれた。次いで寄与率が高かった環境要因は、ヒロハノエビモとマリモ類では強熱減量で負に関係し、イトモとイバラモでは礫重量%で正に関係した。以上から、水深と、強熱減量もしくは礫重量%で示される底質特性が出現種数や総現存量だけでなく、植生タイプの決定と関連する要因になっていると考えられた。

P1-307

絶滅危惧種オオセッカ *Locustella pryeri* の繁殖生態 - 特殊な植生環境選択の理由 -

* 高橋雅雄, 上沖正欣 (立教大・理・動物生態), 蛇名純一, 宮彰男 (NPO おおせつからんど), 上田恵介 (立教大・理・動物生態)

オオセッカはスズメ目ウグイス科に属する極東固有種で、日本では北東北と北関東の特定の湿地草原に約2500羽のみが生息する。この局所分布と希少性のため、絶滅危惧1B類に指定され法的に保護されているが、詳細な保全生態学的研究は極めて少なく、的確な保全案を策定する上で急務となっている。

本種の生態的特徴として、“環境選好の特殊性”が知られている。即ち、本種のオスは多くの草原棲鳥類とは異なり、湿地草原の中でもヨシの背丈が2m前後に抑制された特殊なヨシ原環境 (中層ヨシ) を好むとされる。この“環境選好の特殊性”は、本種の局所分布や希少性の要因と考えられ、繁殖個体群が次々と消失した過去の経緯についても、この側面より考察されてきた。しかし、本種はメスがほとんどの営巣活動を担う一夫多妻種であり、オスの環境選好から実際の繁殖状況を評価することは難しい。言い換えると、営巣環境等を含めた繁殖生態に関する研究はほとんど行われていないため、このオスの環境選好と繁殖生態との関係については全く分かっていない。

演者らは2007年から2009年の5月から9月にかけて、国内最大の繁殖地である青森県三沢市の仏沼湿原にて詳細かつ大規模な繁殖生態調査を行った。3年間で個体識別した計121個体のなわばりオスを継続観察し、計178巣の繁殖を確認した。本発表では、オオセッカのオスの植生選好を、①営巣環境、②メスの配偶者選択、③巣の捕食圧の方面からそれぞれ検証する。その上で、“環境選好の特殊性”と繁殖生態との関係について論じる。

P1-309

スゲ属植物の phytostabilization への利用可能性

* 渡辺裕也 (名大院生命農), 竹中千里 (名大院生命農), 星野卓二 (岡山理科大学総合情報学部)

【背景と目的】日本にははげ山状態の鉱山跡地が数多く存在する。ここからは土壌流出などによる重金属汚染拡大の可能性が懸念されることから、鉱山跡地の植生回復が必要である。本研究では福井県の鉱山跡地に自生するナガミシヨウジウスゲ (*Carex blepharicarpa* Franch.) (以下スゲと省略) の phytostabilization への利用可能性について検討するため、①重金属蓄積特性、②流出水中の元素濃度に与える影響について評価した。

【方法】①福井県の鉱山跡地に自生するスゲ中の重金属 (Cu, Cd, Zn) について、地上部への蓄積量、根組織内への蓄積量、根表面への吸着量の3つに分けて分析した。②福井県の鉱山跡地に自生するスゲを用いたポット実験を行った。処理区は以下の3処理区を設定した: スゲ区: 鉱山跡地土壌にスゲを植栽し、スゲの枯死葉で土壌表面を被覆、リター区: 鉱山跡地土壌をスゲの枯死葉で被覆、土壌区: 鉱山跡地土壌のみ。自然光の温室内で栽培し、定期的に灌水して流出水中のpH、元素濃度、DOC、TNの月変化を調べた。

【結果と考察】①スゲは、いずれの重金属でも地上部より地下部に高濃度に蓄積していた。また、そのほとんどが根組織内への蓄積であったことから、植物根における土壌中の重金属の安定化に効果的であると考えられる。②流出水中Cu、Cd、Zn濃度は、実験期間 (2010年1月~11月) を通して土壌区>リター区>スゲ区となる傾向が見られ、スゲの存在により重金属流出が抑制されている可能性が示唆された。今回の結果から、スゲは水溶性重金属の流出の抑制など土壌中の重金属の安定化に非常に効果的であると考えられ、phytostabilization への利用に好ましい植物であることが示唆された。

P1-310

都市近郊の平地水田におけるトウキョウダルマガエルの分布の決定要因

* 山本康仁(東京農工大・院), 千賀裕太郎(東京農工大・農)

近年世界中で両生類の絶滅や個体群の減少が報告されるようになった。関東地方において、トウキョウダルマガエルはその分布域や個体数密度が急速に減少してきているといわれ、保全及び生態の解明を目的とした研究が必要とされている。しかし、両生類が置かれている現状や生息条件を調べた報告は未だ少ない。特に急速な開発により、水田環境の分断化及び構造の変化が顕著な都市域においての研究例は少なく、知見の蓄積が求められている。

そこで本研究では、都市化の進む平地水田に生息するトウキョウダルマガエルの現在の状況と、その生息状況を規定している要因を把握することを目的とした。調査は東京都府中市から国立市に存在する水田146地点において、2009年から2010年にかけて鳴き声の聞きとりと環境要因の計測を行なった。

調査の結果、トウキョウダルマガエルは全146地点の内、53地点で生息が確認された。トウキョウダルマガエルの在・不在と各環境要因との関係をGLMによってモデル選択した結果、最も当てはまりの良いモデルとして区画面積、畦の植被率、非灌漑期の通水の有無、土水路の有無、近接する区画間の距離の5変数が選択された。この結果より、水田から水が無くなる期間に退避場所となる環境が存在する事の重要性が示唆され、環境内の含水率を常時高く保つことが重要な要因であると考えられた。また、トウキョウダルマガエルの生息条件は景観的な要因よりも、水田区画内の局所的な要因に強く依存していると考えられた。よって、こうした区画内の環境を整えることにより、各個体群が保全されていく可能性が示唆された。

P1-312

トノサマガエルの個体数と遺伝的多様性の減少をもたらす要因

* 道本久美子, 高見泰興(神戸大・人間発達環境), 田中洋之(京都大・豊長研), 丑丸敦史(神戸大・人間発達環境)

農業生産の場である水田は、陸域と水域が隣接する景観であり多くの生物にとって重要な環境である。特に水中と陸地の両方を必要とする両生類の生息地として水田環境の果たす役割は大きい。しかし近年、都市開発にともなって平野部の水田環境の縮小・分断・構造変化が進み、水田に生息する生物の個体数を大きく減少させている。このような都市部における水田環境の変化はカエル類に対して大きな影響を与えている。なかでも水田への定位性が高いとされているトノサマガエルは、数年前までは普通種であると考えられていたが、全国各地で減少が報告されている。しかし、どのような環境要因の変化がトノサマガエルの減少をもたらしているかについては検討の余地がある。

本研究では、阪神地区の水田23地点でトノサマガエルの個体数を調査した。また各地点で個体を採取し、集団内の遺伝的多様性や集団間の遺伝的分化についてSSRマーカーを用いた遺伝解析を行った。そしてGISを用いた調査地周囲や調査地間の最小コストパスの解析、農業活動時期の調査を行い、どのような環境要因がトノサマガエルの個体数と遺伝的多様性に影響を与えているのかを調べた。

その結果、トノサマガエルの個体数は周囲の森林面積が大きな農地で多く、周囲に都市環境が広がる農地で少なくなっていた。生息地周囲の農地面積が広いほど遺伝的多様性が高く維持されていること、農地はトノサマガエルの移動を促し、人工地は移動の障壁となっていることなどが明らかになった。この結果からトノサマガエル集団が健全に存続できる水田環境とは何なのかを検討した。

P1-311

AFLPとマイクロサテライト多型解析による絶滅危惧種タデスミレの残存個体群評価

* 畑中佑紀(京大・院・農), 尾関雅章(長野県環境保全研究所), 平尾章(筑波大・菅平セ), 井鷲裕司(京大・院・農)

個体群サイズが縮小した生物の適切な保全には、個体群動態等の生態的情報に加え、各個体群の遺伝的組成や遺伝子流動パターン等の遺伝的情報を取得する必要がある。本研究は絶滅危惧種タデスミレの保全に向けた遺伝情報の取得を目的とした。

タデスミレは長野県のみで生育するスミレ属植物であり、推定個体数は1700 - 2000個体である。環境省のレッドリストで絶滅危惧I B類(EN)に指定されている。残存する7個体群(A - G)の遺伝的状況を明らかにするために、同属であるタチツボスミレの個体群と遺伝的特徴の比較をAFLPとマイクロサテライト多型解析により行った。比較するタチツボスミレのサンプルは山間部と、分断化した都市部の生育地から採集した。個体群動態の追跡が行われているタデスミレ個体群Gについては開花個体、未開花個体、実生個体を含む全個体の遺伝子型を決定し、それぞれの成長段階における遺伝的多様性を比較した。

2種の比較の結果、タデスミレの遺伝的多様性は山間部のタチツボスミレ個体群よりも低く、都市部で分断化されたタチツボスミレ個体群と同程度であり、非常に低いことが明らかとなった。またタデスミレの各個体群にはレアアイルを持つ個体が少数ずつ含まれており、これらの存続が重要であることが示された。個体群Gの網羅的な遺伝解析の結果、実生へ更新が起こる段階で近親交配値が上昇し、レアアイルが失われる傾向がみられた。

本研究によりタデスミレの遺伝的多様性は全体的に非常に低いことが明らかとなった。しかし各個体群からレアアイルが検出されたことから、限られた遺伝的多様性の保全のためには全ての個体群を対象とした保全活動が必要であることが示された。

P1-313

都市近郊域におけるニホンザルによる被害意識

* 中村大輔(岐阜大・連農), 吉田洋(山梨環境研), 松本康夫(岐阜大・応用生物)

従来のニホンザルによる被害に対する住民対応を対象とした研究では、農林部を対象としたものが多く、都市部やその周辺地域における調査研究事例は少ない。都市近郊地域では、農林部でみられるような過疎・高齢化による人口減少などの問題は少ないが、新旧住民が混在することにより資源の共同管理が困難になるといった問題がある。

山梨県富士北麓の都市近郊地域である富士吉田市と富士河口湖町は、ニホンザルによる農作物被害に加えて、生活圏における物損被害や住民が威嚇されるといった被害が多く報告されているにもかかわらず、住民による対策は地域の一体感に欠け、不十分なものである。被害は農地の管理や普段の生活に深刻な影響を及ぼしているため、住民からはサルとの共存に否定的な見方や行政に強い捕獲圧を望む声が少ないから存在する。しかし、同所的に被害の意識を共有しない住民も多く存在しており、共通した被害認識を得られないため、被害対策が不十分なものになってきたことが考えられる。

そこで本研究は、山梨県富士吉田市と南都留郡富士河口湖町に分布するニホンザル群の行動圏内5集落において、被害経験や対策への積極性を問うアンケート調査を実施した。林縁部から300m以内の住宅各戸に2010年8月初旬に1,540戸に対して配布し、同年8月末に621戸から回答を得た(回収率40.3%)。対象地域に被害を及ぼすサル群はラジオテレメトリー調査による生態調査が実施されているため、GISを用いて、群れの位置と回答者の被害や対策に関する意識を併せて検討することが可能であり、共分散構造分析により一つのモデル内でそれら被害意識に関する要因の因果関係を検討した。

P1-314

実分布データから導く湿原絶滅危惧種の保全指針

*小幡智子(東大・農)、石井潤(東大・農)、角谷拓(国環研)、鷲谷いづみ(東大・農)

渡良瀬遊水地は、関東有数の面積を誇る氾濫原(約2000ha)であり、国のレッドリストに掲載されている絶滅危惧植物60種が生育する。近年、土砂堆積に伴う乾燥化とそれに伴う植生の均質化、急速に分布拡大しつつあるセイタカアワダチソウによる植生への影響などが懸念されている。現在、その南東部を占める第二調節池(約500ha)において掘削による湿地再生事業が計画されているが、掘削による表層土壌の除去は、セイタカアワダチソウを除去し湿潤な湿地環境を回復させるための手法として有効である一方で、絶滅危惧種の分布や生育環境に影響を与える可能性がある。

本研究では、絶滅危惧種の大規模な分布調査(約115ha・11514方形区、国土交通省利根川上流河川事務所と東京大学保全生態学研究室が協力して実施)で得られた実分布データを用い、ニッチモデリングにより、湿地植生再生のための掘削がヨシ・オギ原に生育する絶滅危惧種に及ぼす影響を予測した。解析には、分布調査データ(10×10m方形区を単位とした各種個体数の順位データ)、過去に行われた掘削履歴図、標高(DEM)データを用いた。調査対象とした絶滅危惧種は、出現頻度が全方形区の6%未満のグループ(17種)と20%以上のグループ(8種)に大別された。十分なデータのある後者について、目的変数を各絶滅危惧種の個体数、説明変数を掘削の有無、地形指標(TPI)、標高として、一般化線形モデルを用いて解析した。

解析の結果、過去の掘削は、7種の絶滅危惧種に正に有意な効果を示した。このことから、掘削により一時的に個体群の一部が失われた場合でも、湿潤な環境条件が取り戻され、セイタカアワダチソウが排除されることで生育条件が向上し、周囲の供給からの移入により個体群が回復すると予想された。一方で、掘削を行う際は、低頻度分布種の分布を十分に考慮することが必要である。

P1-316

生息地破壊と絶滅のモデルによる解析：面積減少よりも分断化が重要？

*林木悠佳里、兵庫県立大学環境人間学部

環境破壊などにより生息地が減少した際に絶滅が起こることがあるが、この絶滅への影響については、大きく分けて生息地面積の減少と生息地分断化の2つの要因が考えられる。本講演では、生息地破壊・減少におけるこれらの影響について、空間の効果という観点から、2種の生物の存在するモデル生態系を用いて解析を行った結果を報告する。モデル生態系として、2次元格子上に2種の生物を配置する。生息地破壊を実現するため、この格子と格子の間に破壊することによって生息地の繋がりを破壊するボンド破壊モデルを、また、格子自体を破壊するサイト破壊モデルを用いて、計算機シミュレーションにより生息地の破壊面積と分断化の影響を解析した。シミュレーションの結果、サイト破壊のモデルでは、全体の生息地の面積は同じでも、生息地破壊によって、生息地が分断化し個々の生息地の大きさが変化すると、個体数密度が急激に減少し、絶滅に至ることがわかった。また、同程度の生息地の破壊では、連続サイト破壊とサイト破壊のモデルを比較してみたところ、差異はあまり見られなかったが、サイト破壊とボンド破壊では、差異が見られた。このとき、個々の生息地の大きさを測定すると、ボンド破壊、サイト破壊共に減少していたが、ボンド破壊では、減少が見られなかった。これは、生息地破壊における生息地分断化が、個体群の減少や絶滅に、影響を与えていることを示唆している。生息地破壊における個体群動態の反応は、生息地の面積だけではなく、そのパターンや繋がりが(分断化)の影響にも依存することを示唆している。

P1-315

外来侵入アリのヒアリにおける侵入個体群で見られる遺伝的な多様性について

*佐藤一樹(北教大・環境科学)、笹千舟、坂本洋典、東正剛(北大・環境科学院)、村上貴弘(北教大・環境科学)

本研究は、特定外来生物のヒアリ(*Solenopsis invicta*)の染色体数の変異、18S rDNAのFISHマッピング、Ag-NOR染色、高頻度反復配列、コロニー内血縁度を台湾とアメリカ合衆国両個体群の標本を用いて明らかにし、ヒアリの侵入地域への適応進化メカニズムを解明することを目的に行った。またヒアリは日本や韓国以外の環太平洋地域ですでに定着し、大きな被害を出しており、本研究は生物防除法開発の基礎研究の側面もある。

ヒアリの染色体数はオスが $n = 16$ 、メスが $2n = 32$ を基本とするが、本研究の結果から、台湾、フロリダの個体群ともに染色体数のばらつきが大きく、オス、メスともに二倍体オスや三倍体などの倍数性の変異が高頻度で見られた。FISHマッピングの結果、両性ともに18S rDNAのシグナルの検出に成功した。また、雌雄ともにシグナルの大きさと数に変異が観察されたが、オスに変異がより多く観察された。Ag-NOR染色した間期核では、濃染されたスポットが1-15個と大きくなばらつきが見られた。10種類の制限酵素を用いてヒアリゲノムを切断し、高頻度反復配列の検出を行った結果、オスのみに検出されたバンドを見いだした。また、両個体群のコロニー内血縁度を推定して、実際に血縁度が0に近づいているのかを検証する。本来生存や繁殖には不利だと考えられるこれらの細胞生物学的変異がどのように個体群中に広まったのか、いくつかの要因が考えられる。その中で、ヒアリ駆除のために散布された大量の殺虫剤、殺菌剤の変異原性による可能性、侵入地域での近縁種もしくは通常では不可能なほど遺伝的に離れた個体群との交雑による影響、ヒアリがもともと持っていた特徴である、などが考えられる。これらの可能性について考察し、ヒアリの生物防除の一助としたい。

P1-317

里山の中の湿原群落—愛知県矢並湿地の植生と周辺の里地・里山の利用の変遷

*名古屋大・環境

西日本の丘陵地を中心に分布する鈣質土壌湿原(湧水湿地など鈣質土壌を持つ湿地に成立した草本群落)は、絶滅危惧種や地域固有種を含む重要な生物群集である。多くの場合、鈣質土壌湿原は里地・里山の中に存在する。本発表では、愛知県豊田市の矢並湿地を事例として、湿原内部やその周囲で見られた里地・里山特有の人の営為とその変化が、湿原植生にどう関与したのかを検討する。

地域住民からの聞き取り及び空中写真によると、矢並湿地の主要部分は、1930年代に築造された堰堤上流部に成立した。当時、集水域の丘陵斜面は禿山であり、大雨のたびに土砂の供給があった。湿地内への幾度も土砂流入は、湿地内で確認した堆積物の層序からも裏付けられた。1940年代には湿原内で刈り敷き用の採草が行われていたが、この頃の植生は現在と比べ植被率・植生高ともに小さかった。集水域の丘陵斜面は1950年代にアカマツ林が成立するようになった。アカマツ林では1960年代初頭まで落ち葉かきなどの利用が行われていたが、1980年代頃からコナラ林に遷移した。

湿原植生への人為の影響をまとめると、踏み込みや植生の刈り取りによる直接的な効果と、集水域の森林管理を介した間接的な効果(大量の土砂被覆による遷移のリセット、蒸発散による全体的な地下水量の変化、湿地地表の侵食や堆積による相対的な地下水位の変化など)とに分けられる。矢並湿地は、形成当初、地盤高が低く蒸発散量も少なかったと推測されるので、湿潤な環境にあったようである。しかし、土砂堆積の進行と集水域の植生の発達、乾燥した領域を増大させ、また、地表面を安定化させた。よって、この間植生は全体として発達する方向で変化を続け、乾燥した場所を好む群落が面積を増やしたと考えられる。

P1-318

遺伝子組換えセイヨウアブラナの逸出状況に関する経年変化と周年変化について

* 西沢 徹, 中嶋信美, 玉置雅紀, 青野光子, 久保明弘, 佐治 光 (国立環境研)

日本はナタネ(セイヨウアブラナ *Brassica napus* の種子)の国内需要のほぼ全てを輸入に依存しており、2009年度の貿易統計によると、カナダ(94%)とオーストラリア(5%)からの輸入がほとんどを占めている。カナダから輸入されるナタネの80%以上は遺伝子組換え(GM)品種と推定される上に、これまで非GM生産国であったオーストラリアでも2008年度から組換え体への転換が始まっており、今後日本に輸入されるナタネに含まれるGMナタネの割合は増加することが見込まれている。国内では既に、輸送中のこぼれ落ちに起因すると考えられるGMセイヨウアブラナの逸出が、ナタネの陸揚げ港や主要輸送道路沿いなどを中心に確認されている。当研究室では2005年度から、国道51号線(R51;茨城県および千葉県)沿いでGMセイヨウアブラナの逸出状況を継続調査しているほか、昨年度からは国道23号線(R23;三重県)沿いを調査区間に加え、年間を通じての生育状況の調査を開始した。今回は、約1年半を経た個体数の周年変化を中心にモニタリングの経過を報告する。

いずれの国道沿いでも、1年を通じてセイヨウアブラナの生育が確認された。冬季でも開花個体や実生個体が確認されたが、生育個体数は年間を通じて一定ではなく、夏期や市民団体による抜き取り活動後に減少した。GMの出現率は調査地間で異なり、R51では約11%、R23では約70%であった。系統ごとの出現頻度も調査地間で異なり、R23沿いでは除草剤グルホシネート耐性系統が多く出現する傾向が認められた。また、R23沿いでは、2種類の除草剤耐性形質を同時に持つ系統も確認された(約2%)。

P1-320

種子食昆虫による”雑草防除サービス”を高める水田畦畔の創出

* 市原実, 松野和夫, 稲垣栄洋, 済木千恵子(静岡農林研), 水元駿輔, 山口翔, 山下雅幸, 澤田均(静岡大・農)

種子食昆虫による散布後種子捕食は、農地の雑草シードバンクの主要な減少要因の一つであり、雑草の生物的防除に貢献しうる。水田地域における畦畔は、種子食昆虫(コオロギ類とゴミムシ類)の重要な生息地であるため、これらを保全し、その生態系機能を高める適切な畦畔管理を行う必要がある。一方、近年では水田畦畔の省力的管理技術としてカバープランツの植栽が注目され、各地で導入されつつあるが、これによる種子食昆虫への影響は不明である。そこで本研究では、カバープランツの植栽が種子食昆虫の密度と雑草種子捕食率に及ぼす影響を調査した。

静岡県内の水田において2010年9月21~22日に調査を行った。複数のカバープランツの植栽された畦畔(センチピードグラス区、ヒメイワダレスウ区、シバザクラ区、ノシバ区)とメヒシバの優占する雑草植生の畦畔(雑草区)にて、外来イネ科雑草ネズミムギの種子捕食率と種子食昆虫密度を、それぞれ種子カード(種子を糊付けした布やすり)法と粘着トラップ法により定量した。

ノシバおよび雑草区の種子捕食率は2~3%/日と低かったのに対して、センチピードグラス、ヒメイワダレスウおよびシバザクラ区では29~60%/日と高かった。種子を捕食した昆虫は主にコオロギ類であることが、カメラ画像より確認された。コオロギ類の捕獲個体数は、センチピードグラス、ヒメイワダレスウおよびシバザクラ区において6~7個体/日と多く、一方ノシバおよび雑草区では1~2個体/日と少ない傾向が認められた。ゴミムシ類はほとんど捕獲されなかった。以上の結果から、水田畦畔にセンチピードグラス、ヒメイワダレスウおよびシバザクラを植栽することにより、コオロギ類の密度が高まり、これらによる雑草防除サービスが高まること示唆された。

P1-319

農業曝露実験のためのエビモ(*Potamogeton crispus* L.)のバイオアッセイ系

* 細木大輔, 池田浩明

農業のリスク管理は、農業の登録を申請する際のモデル水域生態系に対するリスク評価に基づいて実施されている。このリスク評価法は、個体レベルの室内毒性試験を機軸としているため、実際の生態系からの乖離が問題視されており、生態系内における順応的なリスク管理を可能にするためには、野外での農業影響を分離・特定する手法を確立する必要がある。そこで本研究では、農業水路において農業濃度が上昇した時期に被度の減少が確認されたエビモ(*Potamogeton crispus* L.)を対象に、同種に対する農業影響の分離・特定を検討している。今回は、昨年の大会で発表した同種の室内バイオアッセイ系を改良した結果について報告する。バイオアッセイ系で用いる供試体は、エビモの殖芽を出芽させて得た個体とした。殖芽は野外で採取した後に5℃の暗条件下で保存し、出芽したものを順次、明期10℃8h・暗期10℃16h、光量子束密度 $20 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 程度の環境下で、ASTM標準試験法の *Myriophyllum sibiricum* Komarov を用いた毒性試験法で指定されている培養液の500倍希釈液を用いて低成長状態を維持しながら育成した。農業曝露実験を行うことを想定した光および温度環境は、明期15℃12h・暗期15℃12h、光量子束密度 $38.5 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ に設定した。上記培養液の100倍希釈液を用いて、馴化期間1週間、曝露期間2週間、回復期間2週間のタイムスケジュールに設定することを考えてエビモを育成した。その結果、曝露期間となる2週間の相対成長率は $0.0180 \pm 0.0093 \text{ day}^{-1}$ 、回復期間となるその後の2週間は $0.0153 \pm 0.0044 \text{ day}^{-1}$ であった。同手法では、昨年の手法で得られた成長率($0.0075 \pm 0.0023 \text{ day}^{-1}$)よりも高い値が得られた。

P1-321

釧路湿原の長期生態系モニタリング ”モニタリング1000事業”

* 野原精一(国立環境研), 佐藤雅俊(帯広畜産大学), 照井滋晴(環境把握推進ネットワーク PEG)

環境省では、我が国の代表的な生態系の状態を長期的かつ定量的なモニタリングにすることにより、種の減少、種組成の変化等、その異変をいち早く検出し、適切な自然環境保全施策に資することを目的に、「重要生態系監視地域モニタリング推進事業」(モニタリングサイト1000事業)を実施している。そのサイトの一つである釧路湿原は北海道釧路平野に位置する日本最大の湿地である。その大部分はヨシ・スゲ湿原で、ミズゴケ湿原も一部あり、タンチョウ、イトウやキタサンショウウオ等の希少な生物種の多く生息する。【水文・水質・地質調査】釧路湿原の物質・水循環を評価するため、湿原の水文、地下水質・地質の各環境のモニタリングを実施した。自記式水位計 塩ビパイプを湿原に立て、経時的水位を計測した。水質の測定用に、塩ビパイプの採水用井戸を20ヶ所に設置し、テイドビット水温計、水質計を設置し水文環境を観測後、各井戸から採水し水質分析を実施した。【植生調査】釧路湿原の丘陵から高層湿原までの範囲において植生調査と簡易な測量を行った。植生調査区内(1m×1mの方形区)に出現した植物の被度を記録した。チャミズゴケ、ムジナスゲ、ハンノキ林、及びヨシの4つの植生タイプを選びコードラートを配置した。計20個のコードラートで調査した結果、自然高の平均値と平均出現種数は、チャミズゴケ区で32cmと8.2種、ムジナスゲ区で80cmと12.6種、ハンノキ林区で88cmと12.0種、及びヨシ区で182cmと10.0種となった。一方、平均植被率はいずれの区でも80%以上であった。二元指標種分析結果、チャミズゴケ区(5)、ヨシ区(5)は類似度が高く同じ植生区に類型化されたが、ハンノキ区(3)、ムジナスゲ区(7)となり、ハンノキ区の2方形区がムジナスゲ区と類似性が高くなっていった。20方形区で確認された全種数は51であった。

P1-322

釧路湿原の土壤理化学性と有機物分解活性

* 広木幹也(国立環境研), 千賀有希子(立正大), 野原精一(国立環境研)

釧路湿原は多様な植生を含む日本最大規模の湿原であるが、近年、植生が変化するなど自然環境が変わりつつあり、湿原内外の開発行為にともなう土砂や栄養塩の流入が原因のひとつではないかと指摘されている。元来、湿原では低温、高水分環境下で有機物が蓄積して泥炭を形成していくため、枯死植物の分解に伴う栄養塩の循環が抑制された環境であると考えられるが、土砂の流入は直接、植物に栄養を供給するばかりでなく、土壤微生物の分解活動を促進することにより間接的に可給態の栄養塩類を富化し、植生などに影響を及ぼしている可能性もある。そのため我々は、自然的、人為的環境の変化が湿原の生態系機能へ及ぼす影響を明らかにしていくことを目的として、釧路湿原において一連の調査研究を行っている。本報告では有機物分解機能を評価するためにに行った野外実験の結果について報告する。

【調査地・方法】ハンノキ林、低層湿原および高層湿原を含む湿原内の7地点において、セルロースろ紙片を2010年の7月に埋め込み、7および16週後に回収してその間の重量減少量から分解率を求めた。同時に各地点で表面水水質、土壤理化学性およびグルコシダーゼ(GLU)などの土壤酵素活性を測定した。

【結果】ろ紙片の分解率は16-87%(16週)で、堤防付近のハンノキ林および低層湿原の方が高層湿原よりも高い傾向にあった。ろ紙片のGLU活性と土壤GLU活性の間には概ね正の相関関係が認められたが、ろ紙片の酵素活性が他の地点の数十倍高くなる特異的な場所が1地点あった。この特異的な地点を除いては、土壌中のGLU活性の高い地点ではろ紙分解率も高い傾向にあり、土壤GLU活性が有機物の分解速度の指標となり得ることが示唆された。ろ紙片で特に高いGLU活性を示した地点では、微生物による有機物分解が他の地点とは異なった要因で制限されている可能性がある。

P1-324

国土スケールでみた里地里山の生物多様性と生態系サービスの変動評価

* 大黒俊哉(東大・農), 角媛梅(東大・農, 雲南師範大), 井上雅文・李召羅(東大・アジア生物資源環境センター)

本研究は、生物多様性、食料・バイオマス生産を含む供給サービスおよび調整サービス等の統合的評価に基づき、生物多様性を維持しつつ生物資源の持続的利用を可能とする里山・里地管理基準を土地利用モデルにより定量的に示すことを目指す。

里山・里地の生物多様性評価手法については、日本におけるデータベースの整備状況から、土地被覆を中心とした生息地情報から評価する方法が妥当と判断された。そこで、多時期の土地利用メッシュデータをデータベースとして整備したうえで、2土地利用間の混在度をあらわすJOIN統計量を指標として、全国スケールでの評価を行った。その際、RuLISの農業生態系区分を用いて、変化の傾向を解析した。その結果、里山・里地のモザイク構造を指標するJOIN(水田-森林JOIN率)は山地・丘陵地景観域の一部および台地・低地域で、都市化・土地改変を指標するJOIN(水田-建蔽地JOIN率)は台地・低地域で、それぞれ高いことが分かった。また、水田-森林JOIN率は減少、水田-建蔽地JOIN率は増加の傾向にあるが、それらの変化率はいずれも都市近郊に位置する景観タイプで最大となっていることが明らかになった。以上のように、JOIN統計量を農業生態系区分ごとに解析することで、空間構造からみた生物多様性の地域特性およびその変動を評価することが可能であることが明らかになった。調整サービスについても、RuLISを活用し、既存モデルを一部改変して農業生態系区分ごとに解析することで、地域特性およびその変動をマルチスケールで評価することが可能であることが示された。

P1-323

北海道石狩地方に生息するアオサギの生息地利用

玉田克巳(道総研)

北海道で、ごく普通に見られるサギ科鳥類はアオサギだけである。アオサギは魚食性で、河川、湖沼、海岸のほかに田んぼなど、水域を広く利用している。そこで、石狩地方の農業地域と石狩川沿いに点在する湖沼において、アオサギを対象に各環境の利用状況を明らかにし、アオサギの視点から農地生態系として、北海道の水田の価値について評価を試みた。石狩管内の当別町と新篠津村の農業地域に合計81kmの調査コースを設定し、車で低速走行(10~20km/h)しながらアオサギを探索し、確認した地点の地種(水田、畑、水路、河川など)を記録した。また、石狩川沿いに点在する4つの湖沼(しのつ湖、大沼、宝水沼、越後沼)にそれぞれ1~4か所の調査地点を設定し、アオサギの飛来数を調べた。調査期間は2009年の4月から11月までとし、約10日間隔で調査した。水田では、5月から少数が飛来するが、個体数が増加するのは6月中旬からで、7月上旬で最大になり、その後徐々に減少し、8月下旬以降はほとんど観察されなくなった。一方、湖沼では4月からアオサギが見られたが、6月上旬から8月上旬まで個体数が減少し、その後9月に観察個体数は回復した。2009年と2010年に、湖沼と水田でアオサギの採餌行動を観察した。その結果、湖沼では主に魚類を採餌し、水田では主にニホンアマガエルのオタマジャクシを採餌していた。アオサギが水田をよく利用していた6月中旬から8月中旬は、巢立ち前後の1ヶ月に相当しており、アオサギにとっては水田に生息するオタマジャクシが、巢立ち前の雛や巢立ち後の幼鳥を支える重要な餌資源になっていると考えられる。

P1-325

自動撮影カメラによる東南アジア熱帯林の地上性哺乳類モニタリング手法の開発

* 鮫島弘光(京大東南研), Robert Ong(サバ森林局), 北山兼弘(京大農学研究科)

(キャンセル)

P1-326

海洋島における野生化ヤギの排除が物質循環に与えるインパクト：草本植生の地上部バイオマスと窒素、リンの空間分布

* 畑 憲治, 郡 麻里 (首都大院・理工・生命), 森田沙綾香, 平舘俊太郎 (農環研), 可知直毅 (首都大院・理工・生命)

海洋島における野生化ヤギ(以下ノヤギ)の排除は、排除に伴う生物間相互作用の変化を介して、その生態系内の物質の取支や循環に影響を及ぼす可能性がある。本研究では、ノヤギが排除された海洋島である小笠原諸島の媒島(137ha)において、草本植生の地上部バイオマスとそれに含まれる窒素、リンの量と、海鳥の営巣状況、過去の攪乱の程度、現在の種構成との関係を、局所的な空間スケールで解析した。

媒島の北西部を25×25mのメッシュに区切り、その中からランダムに88箇所を選択した。2010年6月に、選択されたメッシュの中心部において30×30cmの範囲で草本植生の出現種を記載後、地上部を刈り取り、その乾燥重量と窒素、リンの含有量を測定した。また、サンプリング地点の半径5m以内において、海鳥の営巣の有無を確認した。さらに、ノヤギ排除前の航空写真を用いて、サンプリング地点を含むメッシュの植生の状態(森林、草地、裸地、岩場)に区分した。

モデル選択の結果、草本植生の地上部バイオマスのばらつきは、ノヤギ排除前の草本植生の状態を独立変数として含むモデルでよく説明できた。草本植生の地上部に含まれる窒素の含有率のばらつきは、海鳥の営巣の有無を含むモデルでよく説明できた。草本植生の地上部に含まれるリンの含有率のばらつきは、3つの独立変数及びこれらの交互作用を含むモデルよく説明できた。

本研究の結果は、海鳥の営巣、過去の攪乱の程度、現在の種構成が、互いの相互作用を介して、ノヤギ排除後の植生の地上部のバイオマスや栄養塩量に影響を及ぼす可能性があることを示唆する。

P1-328

海洋島における野生化ヤギの排除が物質循環に与えるインパクト：生態系モデルの開発

* 吉田勝彦 (国立環境研・生物), 畑 憲治, 郡 麻里, 可知直毅 (首都大院・理工・生命)

小笠原諸島では多くの固有種を含む独自の生態系が形成されている。しかし侵略的外来種が生態系を改変しつつあることが問題となり、現在ヤギを始めとする外来種の駆除事業が進められている。外来種の中には侵入先の生態系で大きなバイオマスを占めているものもあるので、外来種を駆除することが物質循環を介して他の種に影響を与える可能性がある。そこで本研究では、その影響を明らかにすることを目的とし、小笠原諸島の生態系を再現する数値モデルを開発した。

生態系の基本的な構造は既に明らかにされたもの(小笠原アクションプラン)を参考にする。不明なデータ(相互作用の強度、未調査の種の生態学的な情報(増殖率など))についてはランダムに決定する。植物は木本草本に分け、さらにそれぞれをストレス耐性戦略、荒地戦略、競争戦略に分ける(Grime 1974)。島の生態系内で循環する栄養塩は、主に島の外部から海鳥によってもたらされる他、チッ素固定を行う植物によっても少量もたらされるとする。動物はそれぞれの性質と好みに基づいて餌を捕食する。動物の捕食-被食関係はHolling II型の機能反応で記述する。単位時間で必要な栄養塩を取得できたら、それ以上は捕食しないとする。また、一定期間ごとに餌生物との遭遇頻度を参照し、捕食努力量の配分を変更する。

初期状態で設定した種が全て共存できるわけではないので、シミュレーションを複数回繰り返す、主要な生態系の構成要素(調査対象となる重要な外来種や保全対象となる重要な在来種)が共存する系を複数構築する。これらの系を用いてヤギを駆除するシミュレーションを行い、その影響を解析する。

P1-327

氷ノ山山系における森林下層植生の衰退とニホンジカの動向

* 藤木大介・森光由樹・斎田栄里奈・岸本康誉・坂田宏志(兵庫県大・兵庫県森林動物セ)

近年、氷ノ山ではニホンジカ(以下、シカと呼ぶ)が頻繁に目撃されるようになってきている。一部の広葉樹林ではシカの採食により下層植生の急激な衰退も観察されている。シカの採食の影響は周辺山系の広範囲にわたって深刻化している恐れがあるが、現状では山系スケールでの状況把握はなされていない。そこで氷ノ山とその周辺山系を対象に、シカによる落葉広葉樹林の下層植生の衰退状況、周辺山系におけるシカの分布動向、地域植物相への食害状況の把握に関する調査を行った。

その結果、2007年時点において、氷ノ山では山頂から東と南に伸びる山系において下層植生が著しく衰退した落葉広葉樹林が面的に広がっていることが明らかとなった。下層植生が衰退した理由としては、1999年以降、これらの山系においてシカの高密度化が進んだためと思われる。また、両山系でシカの高密度化が進んだ理由としては、隣接地域のシカ高密度個体群が両山系へ進出したことが考えられた。さらに、その背景には、1990年代以降の寡雪化が影響していることが示唆された。

一方、最深積雪が3m以上に達する氷ノ山の高標高域では2007年時点でも目立った植生の衰退は認められなかった。しかし、春季から秋季にかけて高標高域へシカが季節移動してくる結果、高標高域でも夏季を中心にシカの強い採食圧にさらされている。山系では13種のレッドデータブック種(RDB種)を含む230種の植物種にシカの食痕が認められ、一部のRDB種では採食による群落の衰退も認められた。山頂の東部から南部にかけては、すぐ山麓までシカの高密度地域がせまっていることから、高標高域の積雪が多くても、継続的にシカの採食圧にさらされる状況となっている。このため近い将来、高標高域においても植生が大きく衰退し、多くの貴重な植物種や植物群落が消失する可能性がある。

P1-329

北海道の天然林における植物多様性の簡易評価手法

八坂通泰(道総研・林業試)

天然林の植物多様性のモニタリングや多様性に配慮した森林管理の効果的かつ効率的な実施に貢献するため、植物の多様性を簡易に評価するための手法を提案することを目的としました。

道内の天然林242林分における植生調査データを分析した結果、天然林に出現する植物の種数は草本層で多く60%以上を占めることがわかりました。また、草本層における出現種数が増加すると、レッドデータブックに掲載されている植物の出現確率が上昇していました。さらに、植物の多様性は他の生物の多様性の指標とも関係があるとも考えられています。これらのことから、ここでは草本層の出現種数を天然林の植物多様性の指標としました。

道内天然林201林分の植生調査データを樹形モデルという統計手法を用い分析し、林分構造(クマイザサ、チシマザサ、高木層の被度、高木層の混交率)によって潜在的な草本層の多様性を評価する手法を考案しました。ここでの混交率とは、針葉樹もしくは広葉樹の植被率が100%のときは0%、針葉樹と広葉樹の植被率が50%のとき100%です。考案した手法において植物多様性を評価するためには、まず評価対象の森林(400m²程度の範囲)の林床のクマイザサの植被率を調べます。例えば、植被率が80%以上の場合、次に高木層の植被率を観察し80%以上のとき多様性は普通(平均的)であると判断できます。一方、高木層の植被率が80%未満のときには多様性は低いと予測されます。この方法を用いることで、簡易に様々なタイプの森林の植物多様性が評価できるだけでなく、植物多様性が劣化した森林の修復にも利用できる可能性があります。

P1-330

複数の密度指標を用いた状態空間モデルによるニホンジカ個体群密度の推定

* 飯島勇人 (山梨県森林研), 長池卓男 (山梨県森林研), 本田剛 (山梨県総合農業技術セ)

近年、ニホンジカが個体数を増加させ、ニホンジカによる植生への影響が顕在化している。ニホンジカを適切に管理するためには、その個体群動態を把握することが重要である。しかし、これまで用いられてきた個体群動態モデルは、モデルの構造が複雑でパラメータに多くの仮定値を必要とすること、県全体といった比較的大きなスケールでの推定しかできないこと、複数のニホンジカ密度指標を同時に扱えないという問題があり、現実の管理に応用しにくいものであった。そこで本研究では、約5km四方の狩猟メッシュ単位で収集されているニホンジカの密度指標(ニホンジカ目撃数/(出猟人×日); SPUE、糞塊密度、区画法)および捕獲数データに、一般化状態空間モデルを適用し、山梨県における狩猟メッシュ単位でのニホンジカの個体群密度、個体群増加率を推定した。推定の結果、山梨県内でのニホンジカ密度がメッシュによって大きく異なっていること、ニホンジカ密度が高いメッシュでは個体群増加率が抑制されていること、強度の捕獲圧をかけているメッシュでのみ個体群密度を減少させていること、推定された個体群密度は糞塊密度及び区画法とよく比例する一方、SPUEについてはこれら2つの指標よりも関係性が弱いことが明らかになった。また、推定された個体群密度は、全県的に調査された立木の剥皮率と比例関係にあり、ある程度妥当な推定結果であると考えられた。

P1-332

スギ人工林の間伐が水平根分布に与える影響

* 山瀬敬太郎, 伊東康人 (兵庫農技総セ), 栃本大介 (ひょうご環境創造協会), 藤堂千景 (兵庫農技総セ)

山地斜面の崩壊は、広がりをもった3次元で発生しているため、水平根を正しく観察し、根系の崩壊防止機能を評価することが重要である(北原2010)。間伐は、木材生産だけでなく、森林の有する多面的機能の増進にも効果があるが、その効果を科学的に説明した事例は少なく、崩壊防止機能についても、掘削しなければ観察出来ない調査であるため、その評価は非常に遅れている。本研究では、間伐と崩壊防止機能の関係を解析するため、兵庫県神河町のスギ人工林(1963年植栽)において、1995年10月に実施した間伐区(材積間伐率45.0%)と、それに隣接する無間伐区を設定し、毎木調査と根系調査を実施した。毎木調査は、胸高直径の測定、根系調査は、2008年(間伐後13年目)に間伐区と無間伐区において、立木各5本から等高線方向に1m離れた位置で、土壌断面(幅2m×深さ1m)を掘削し、各断面を10cm四方のメッシュに区切り、断面に出現した水平根の分布位置と根系直径を測定した。調査の結果、地上部の胸高直径は、2008年の間伐区で成長が有意に大きかった。一方、地下部の根系本数は、中径根サイズ(0.5~2cm)の本数が、間伐区平均20.0本/m²、無間伐区平均12.2本/m²で有意差がみられたものの、全本数は、261.0本/m²(間伐区)、234.2本/m²(無間伐区)で有意差はみられなかった。また、根系直径との帰帰式から求めた引き抜き抵抗力の合計値(崩壊防止力)は、25.3kN/m²(間伐区)、19.0kN/m²(無間伐区)であり、いずれも有意差はみられなかった。以上のことから、間伐区では、地上部の肥大生長とともに、地下部の中径根の本数が増えているものの、根系の引き抜き抵抗力の合計で示される崩壊防止力では、明らかな違いはみられなかった。

P1-331

木曾川一時水域における希少魚イタセンパラの生息場所の物理環境特性

* 佐川志朗 (自然共生研究セ), 根岸淳二郎 (北大院地球環境・自然共生研究セ), 萱場祐一 (自然共生研究セ), 池谷幸樹 (アクアトトぎふ), 久米学 (自然共生研究セ), 北村淳一 (三重県新博・自然共生研究セ), 白江健造 (木曾川上流河川事務所)

イタセンパラ *Acheilognathus longipinnis* は、コイ科タナゴ亜科に属し、淀川水系、木曾川水系、富山平野の3地域に不連続に分布する。どの地域の個体群も生息確認が断片的、局所的であり、経時的に安定して生息しているとは言い難い状況にある。本種の主な生息場所は、ワンド(タマリ)と呼ばれる湾状(池状)の水域であり、河川の営力で形成される河道内砂州上の河川水位以下の凹部や土砂堆積を受けた水制工裏部等に位置する。しかし近年、これらのワンド環境は河床低下等により劣化の一途を辿っており、本種の生息に悪影響を与えていることが指摘されている。本種の生息場所を復元・創出するためには、生息場所の物理環境特性を、河川の氾濫、攪乱要因を含めて検討する必要がある。

木曾川では、1958年よりイタセンパラの生息が報告されていたが、1994年の確認を最後に絶滅が暗示された。しかし近年の水辺の国勢調査で再確認され、それ以降、各省庁による保全活動が活発化している。木曾川における本種の生息エリアには10地区約160箇所ワンドが存在するが、1970-80年代の調査以降、それらの多くのワンドを対象とした本種の生息分布調査はなされていない。演者らは、2007年から本種の生息場所特性を明らかにすることを目的として、計104箇所ワンドを対象に調査を継続している。その結果、本種の繁殖ワンドは面積が大きく、増水時の掃流力が小さく、淡水二枚貝(産卵母貝)の生息密度が大きく、水域のコネクティブティ(連続性)指数が大きいたことが明らかとなった。以上を踏まえ、演者らは河川管理者と協同して、自然再生事業への成果の適用を検討、実施している。

P1-333

天然生針広混交林における枯死木の腐朽に及ぼす立地・樹種の影響

* 井上太樹 (北大・環境科学), 南雲未智 (北大・環境科学), 吉田俊也 (北大・北方生物園FSC)

森林生態系において、枯死木は、生物のハビタットや物質循環に寄与する重要な構成要素である。枯死木は時間と共に、その材質(材密度、硬度、CN量など)が変化する。しかし、そのような腐朽過程における樹種間の差や、周辺環境の条件が及ぼす影響に関しては不明な点が多い。そこで、本研究では北海道北部の天然生針広混交林において、供給年代の異なる枯死木材の材質を調査した。調査は、北海道大学中川研究林照査法試験地で行った。この試験地では、1970年頃から約10年ごとに毎木調査と択伐が行われており、樹種、伐採年が特定された伐根が多数存在する。ここでは、枯死木としてこれらのうち伐採時の胸高直径が30cm以上の、合計192本、13樹種(トドマツ、ダケカンバ、ベニイタヤ、ミズナラなど)の伐根を対象とした。各伐根で直径、高さ、心材腐朽の有無、腐朽段階(5段階)、表面硬度を記録した。また、成長錐を用いて、ひとつの伐根あたり2ヶ所から、部位(辺材付近および心材付近)別に材を採取し、含水率、密度、CN量を測定した。樹種および材の部位ごとの材密度(X)、生木の材密度(X₀)、供給されてからの年数(t)を指数関数(X=X₀e^{-kt})で近似することで分解定数(k)を算出し、材密度の半減期を求めた。トドマツ、ダケカンバ、ベニイタヤ、ミズナラにおける辺材付近の材の半減期は、それぞれ約63、11、18、21年であり、トドマツで腐朽が遅い傾向が明らかになった。しかし、各樹種とも、同一年に供給された伐根間でも材密度のばらつきが大きく、腐朽速度の評価には、伐根周辺の局所的な環境条件や伐採前の材の状態などを考慮する必要があると考えられた。そこで、伐根周辺の環境情報として、林床植生、林冠の閉鎖の程度、地形を考慮し、これらを踏まえた結果を考察する。

P1-334

Assessment on ecosystem services of Satoyama landscape in central Japan and Hani terrace in Southwest China

*Jiao, Y. (The Univ. Tokyo, Yunnan Normal Univ.), Okuro, T., Takeuchi, K. (The Univ. Tokyo)

P1-335

耕起および水位管理が異なる水田間での雑草群落比較—石川県珠洲市の事例

*伊藤浩二(金沢大・地域連携推進セ), 中村浩二(金沢大・環日本海域研究セ)

里山景観の主要構成要素の一つである生産水田は、希少種を含む多様な植物種の生育場所として認められている。近年、大規模農業を中心に取り組みが広がる水稲の「不耕起V溝直播農法(以降、直播農法)」は、圃場整備が進んだ大規模水田を中心に、北陸の農村景観内でその割合を増やしつつある。直播農法では慣行農法と比較して耕起や除草体系、水管理の仕方が大きく異なることから、雑草群落組成にもその影響が現れていることが予想される。本研究では、近年直播農法の取り組みが広まりつつある石川県珠洲市の水田において雑草群落調査を実施し、周辺の慣行農法水田および有機農法水田と比較した際の群落組成上の特徴を検討した。調査プロットは、石川県珠洲市内の直播農法水田(不耕起)4箇所、慣行農法水田(移植栽培)8箇所、有機農法水田1箇所の計13箇所である。そのうち水田を内部と周縁部に分けて、それぞれで6~10箇所ずつ方形区を設置し、2010年8月下旬に方形区内の維管束植物およびシダ植物、一部藻類の種名と被度を記録した。

群落組成分析の結果、直播水田では、生産期間初期に除草剤が散布されることによりイネ以外の植物種の多くが枯死するが、入水後は中干しがなく比較的安定した水位が保たれることで、慣行水田とは異なる群落組成となることが判明した。一部直播水田では、ミズオオバコ(国RDBⅡ類、周辺の伝統的な管理を行う水田、ビオトープ水田等で復活事例が観察)の生育・繁殖が確認され、不耕起V溝直播水田における一部の希少植物の保全の可能性が示唆された。

P1-336

低投入型放牧の有用性：野草地と改良草地における生産性と多様性の比較からの検討

*佐々木雄大(東北大・院・生命), 吉原佑, 陶山佳久(東北大・院・農学), 中静透(東北大・院・生命)

生物多様性の維持における半自然牧草地(以下、野草地)の自然的価値についての関心が近年高まりつつある。しかしながら、野草地の生態的評価は極めて不足しており、牧畜業従事者は野草地が改良草地(生産性の向上を目的としており、エネルギー投入量が多い)に比べて生産性の面で劣るとの認識を変えていない。本研究では、農業・畜産生態系における生産性確保と生物多様性保全との妥協点を探るため、野草地と改良草地で刈り取り実験を行い、刈り取り処理(3水準)と草地タイプの違いによる植物の生産量と多様性への効果を検証した。

野草地、改良草地ともに地上部生産量は刈り取りによって有意に増加し、生産量に対する草地タイプの違いとその刈り取り処理との交互作用の効果は検出されなかった。この結果は、野草地は改良草地と同程度の生産性があることを示唆している。種数に対する刈り取り処理や草地タイプの違い、およびそれらの交互作用の効果は検出されなかった。しかし、野草地の実験区で記録された全体的な種数は改良草地に比べて多かったため、半自然牧草地の放牧利用によって生物多様性の高い生息地が提供される可能性は考えられる。

以上のように、本研究は農業生態学者ならびに牧畜業従事者に対して、農業生産かつ生物多様性保全に資する放牧システムを考える上で野草地の有用性を示すものである。

P1-337

石灰岩捨石集積場における植生遷移の人為的誘導を目的とした土壌改良試験

*東山優(岩手大共生環境), 松木佐和子(岩手大共生環境), 河合成直(岩手大応用生物化学)

岩手県大船渡市の石灰岩捨石集積場10haでは捨石終了7年経過後の現在、数種の草本が点在する状態で、多様性ある生態系の回復が望まれている。植生未発達の一因は土壌が母材由来のCaが過剰で礫が未風化であり、PやN、有機態Cが少ない環境であることが私共の09年の調査から判明している。私共は現地の植生回復を促すには遷移の初期段階において土壌の形成能力が高い植物の導入が必要であると考え、現地に生育し好Ca性のオニウシノケグサ(*Fa*)、および現地に生育しないが県内の石灰岩地帯に自生するイブキジャコウソウ(*Ts*)に注目した。本研究の目的はこれら植物が他の植物にも好適な土壌の形成能力を持つか否かを検証することである。本実験ではその第一段階として植物生育に対する土壌改良資材の効果を検討した。

本実験では1Lポットを用い、5mmで篩別した現地土壌を詰め対照区とした。さらに土壌改良資材(いずれも体積比3割)の鹿沼土、パーミキュライト、パーライト、富士砂の施用区、さらに現地の礫の影響を見るために篩別礫を添加した礫添加区を設けた。各区10ポットに*Fa*の種子を400mg/ポットで播き、*Ts*は4個体/ポットの苗を移植し、元肥した後、8月から10月の2ヶ月間毎日2回灌水し温室栽培した。*Ts*の生育はパーミキュライト区とパーライト区で対照区とほぼ同様であり、鹿沼土区、富士砂区で対照区より悪く、礫添加区は対照区より3倍弱悪かった。一方*Fa*では礫添加区も含めてどの実験区も地上部と地下部の乾燥質量は対照区と有意差は無く生育良好であった。以上の結果より、*Fa*は土壌改良資材無施用でも生育良好で土壌形成誘導に有効な植物であると思われた。今後、現地における土壌形成促進法としては、*Ts*は礫の多い環境で生育が不良であることより、最初に*Fa*を導入し礫の風化を促進後、*Ts*を移植することが考えられた。

P1-338**Terrestrial carbon flux in Korea**

*Yoo, S.J. (Korea Univ.), Lee, W.K. (Korea Univ.), Kwak, D.A. (Korea Univ.), Ito, A (NIES)

P1-339**Monitoring Desertification Vulnerable Area using MODIS NDVI**

*Cui, G.S (Korea Univ), Lee, W.K (Korea Univ)

P1-340**知床半島におけるエゾシカによる森林植生への影響の評価と推移予測**

* 渡辺修 (さっぽろ自然調査館), 石川幸男 (専修大学), 荻原 裕 (北海道森林管理局), 三宅悠介 (環境省釧路自然環境事務所)

知床半島は世界自然遺産にも指定され、原生的な自然環境がよく残されている地域である。しかし、近年エゾシカの個体数密度が上昇し、植生の急速な変化が進んでいる。針広混交林を主とする森林部でもエゾシカの影響が強く、樹皮剥ぎによる特定樹種の枯死や、広葉樹稚樹群の消滅などの影響が見られている。本発表では、半島内における森林への影響を地形・植生の条件ごとに整理し、エゾシカ密度の増加による森林植生の変化の過程を整理した。また、囲い区と開放区のモニタリング調査から、森林構造の推移と更新状況を解析し、現在の採食圧を受けつづけた場合と、採食圧が低下した場合の森林の推移を予測した。

森林への影響については、2006年から2009年にかけて林野庁・環境省により設置された61の固定調査区を用いて解析した。100m×4mの調査区で毎木調査と林床植生調査を行ない、樹皮・下枝・稚樹・ササ類・林床植生のそれぞれについて、エゾシカの利用可能資源量と採餌量を把握した。これをもとに地形・植生の条件ごとに、エゾシカの利用状況をまとめ、ヘリセンサスなどから推定されるエゾシカの越冬密度との関係を検討した。

森林構造と更新状態の推移については、半島内2箇所に設定された固定調査区の毎木調査・稚樹調査の結果を用いて解析した。それぞれにエゾシカを除外した囲い区と開放区が1haずつ設置されており、エゾシカ急増後にそれぞれ3年間と6年間エゾシカの影響を除去した結果について、開放区と比較して検討した。エゾシカの採食圧下では、稚樹による更新がトドマツのみに限られ、ナナカマド・イチイなど選好性が高い樹種は減少し続けているが、囲い区では設置後3年目以降から稚樹の更新が見られた。

P1-341**エゾシカ高密度生息域における樹木・林床植生への影響の指標化**

* 丹羽真一, 渡辺修 (さっぽろ自然調査館), 明石信廣 (道総研林試), 宇野裕之 (道総研環境研), 荻原 裕 (北海道森林管理局)

北海道内では、1990年代後半からエゾシカの個体数が急増し、特に近年は日高地方や道北地方などで顕著となっている。高密度生息地域では自然植生の変化が急速に進んでおり、森林では樹皮剥ぎによる特定樹種の枯死や更新の阻害、特定の林床植物の減少といった影響が見られる。本発表では、北海道の国有林においてエゾシカ生息密度が特に高い3森林管理署60地点のデータを用いて、樹木・林床植生の資源量と食痕率を整理し、過去および現在のエゾシカ生息密度との対応関係を検討する。

調査は、冬季にエゾシカが利用可能な広葉樹を主とする天然林で、稚樹の更新が見られる林分で実施した。各地点に50m×4mの調査区を設置して毎木調査・稚樹調査・林床植生調査を行ない、樹皮・下枝・稚樹・ササ類・草本類の資源量を種別に算出し、エゾシカの食痕率を求めた。また狩猟統計を用いて、1993年以降のエゾシカの目撃数を二次メッシュ単位で整理し、現在の生息密度と過去からの累積生息密度を算出した。これらの相関から、エゾシカの利用頻度・累積の利用履歴が森林植生のどの部分に影響し、変化を与えるかを明らかにし、各食痕率の指標性について検討する。特に草本類への選好性や影響の現れ方、その地域性についても検討する。

P1-342

放射線の生態系影響を考える -microcosm への連続照射の場合-

* 川口勇生, 土居雅広, 府馬正一 (放医研)

放射線防護はヒト中心の枠組みであったが、近年、ヒト以外の生物に対する影響への関心が高まってきている。しかし、生態系影響研究は、1回照射の毒性試験に基づく個体影響研究が多く、種間相互作用はほとんど考慮されていない。当研究所では、Euglena (生産者)、大腸菌 (分解者)、Tetrahymena (消費者) の3種から構成されており、1年以上自律して存続できる閉鎖生態系である微生物生態系 (マイクロコズム) に放射線を照射し、生態系影響について研究を行っている。1回照射による放射線に対する感受性は、単独培養への照射実験から、大腸菌 > Euglena > Tetrahymena の順に高く、3種混合培養の場合でも同様であった。これらの結果を元に構築した個体ベースモデル (SIM-COSM) 及び3種系決定論モデルによる解析から、連続照射の場合には、どちらのモデルも捕食者である Tetrahymena が餌となる大腸菌よりも感受性が高くなると予測された。しかし、連続照射実験から3種の感受性は急性照射の場合と同様に大腸菌 > Euglena > Tetrahymena となることが分かってきた。そこで、本発表では、連続照射実験の結果を受けて、SIM-COSM 及び決定論モデルを改良した結果を報告する。

P1-344

伐採後の回復過程に初期の林分構造が及ぼす影響 - 択伐施業が行なわれた天然生針広混交林

吉田俊也 (北大・北方生物圏 FSC)

今後の森林資源管理を考えるうえで、生態系への負の影響を軽減する非皆伐施業の導入を検討する必要がある。この研究では、北海道北部の天然生針広混交林の択伐施業地を対象として、林分状態の変化と伐採後のその回復過程、とくに「より複雑な初期構造を伐採後に残すことがその後のすばやい回復につながる」という仮説を検証した。北海道大学中川研究林にある55箇所の長期観察林分 (面積それぞれ0.25ha) のデータを解析に用いた。これらの林分では、胸高断面積比で平均20.9 (sd 17.6) %の択伐が実施された後は手付かずで、約5年ごとに毎木調査 (胸高直径6cm以上を対象) が行われた。伐採直後の林分の状態 (胸高断面積合計、樹木の種およびサイズ構造多様度) は、林分間でばらつきが大きかった。また、それらの平均値は、多くの林分において、伐採後15年では初期値まで回復していなかった。解析の結果、林分間の胸高断面積合計の回復速度のばらつきは、伐採直後の種およびサイズ構造多様度と関係していた。今後、択伐施業を適用する際には、伐採後の林分状態の多様性を維持することが必要であることが示唆された。

P1-343

薪炭林管理がオサムシ科甲虫群集に与える影響

* 近藤慶一 (名城大・院・農学), 松本和馬 (森林総研・多摩森林科学園), 日野輝明 (名城大)

皆伐による薪炭林の管理がオサムシ科甲虫群集に与える影響を明らかにすることを目的として、兵庫県猪名川町の里山においてピットフォールトラップを用いたオサムシ科甲虫の調査を行った。調査期間は2007年から2010年であり、現在でも薪炭林管理として皆伐が行われている管理林 (皆伐後1年, 3年, 7年※2007年時点)、および管理が行われていない2種の森林 (放置林, アカマツ林) の3種の森林で採集されたオサムシ科甲虫群集の比較を行った。また管理林については、皆伐後の年次経過がオサムシ科甲虫の個体数および種数に与える影響を評価した。

その結果、採集されたオサムシ科甲虫の種数は管理林で高い値を示した。管理林内では、皆伐直後にあたる皆伐後1年生の森林で種数は低く、その後2~5年生の森林で高い値を示し、7年以降の比較的年次の高い森林では低い値を示した。

従って皆伐による薪炭林管理によって皆伐後の年次経過の浅い森林が存在し、オサムシ科甲虫の多様性が高いことが考えられる。

P1-345

Growth response model of dbh to climate change using tree ring data

*Byun, J.G.(Korea University), Choi, S.(Korea University), Kwak, H.(Korea University), Lee, W.K.(Korea University)

P1-346

Modeling urban heat and carbon distribution with city development

*Lee, S.(Korea Univ.), Choi, S.(Korea Univ.), Lee, W.K.(Korea Univ.)

P1-347

施業方法・林齢・樹種・シカ密度が異なる人工林におけるツキノワグマの食物資源量の推定

*川村美友美(帝京科学大), 有本勲(東京農工大), 山崎晃司(茨城自然博), 小池伸介(東京農工大), 森貴久(帝京科学大)

ツキノワグマにとって広葉樹林は食物供給源として重要であるとされ、これまでに現存量調査などがされてきた。しかし、春・夏季には広葉樹林だけでなく、人工林(スギ、ヒノキなどの針葉樹林)をクマが利用する事例が報告されている。人工林では液果や草本、アリなどを採食していることが報告されているが、その現存量はよく分かっていない。また人工林は、樹種、林齢、施業方法などが多様であるものの、クマの食物量と、これらの要因との関係を調べた研究は少ない。さらに、調査地の奥多摩湖北部地域はシカの個体数が増加し、個体数管理が行なわれている。シカは下層植生に影響を与えることから、シカの個体数が人工林内の液果・草本の資源量に影響を与えている可能性が考えられる。

そこで、これら人工林の要因(施業の有無・林齢・樹種・シカ密度)と、クマの食物量の関係を明らかにすべく、東京都奥多摩町およびその周辺の水道水源林(スギ、ヒノキ林)において、施業の有無、樹種、林齢、シカ密度が異なる林分を10タイプにわけ、クマの食物となる針葉樹や草本、果実資源としての低木、つる植物の植生調査からそれぞれの優占度を求めた。調査は2010年6月15日から11月24日まで行なった。水源林の小林班に20m×20mのコドラートを設置し、針葉樹は個体数、樹高、胸高直径を測定し、密度を算出した。低木、つる植物は胸高断面積合計から、草本は被度から優占度を求めた。また、魚眼レンズによる全天空画像から各林分の林冠植被率を算出した。

食物供給量の高い人工林の条件を明らかにすることで、林業地域におけるクマとの共存に配慮した施業方法の提案につながると考えられる。

P1-348

東京都心のチョウ相～チョウが棲みよい都市緑地とは～

*今藤夏子, 伊藤洋, 竹中明夫(国立環境研)

都市生態系において都市緑地は大きな役割を果たしていることが予想される。しかし、都市緑地の環境要因と生物相との関係、すなわち、都市緑地周辺の街路樹の種類、建物の高さ、緑地間の距離などの周辺環境要因と、緑地の植物被覆率や植生などの緑地環境要因が生物相に与える影響についての定量的な解析は不足している。

本研究は、生態情報が充実して観察しやすく、多くの種が植物を利用することから環境を表す指標として用いられるチョウに着目し、東京の緑地およびその周辺の環境要因とチョウ相の関係を解明することを目的とした。東京都心緑地のチョウ相と、各緑地の環境要因の関係について、種数および種多様度を目的変数、緑地の面積や植物被覆率などを説明変数として統計的手法によって解析した。調査対象は、大型緑地8箇所(代々木公園、新宿御苑など、7-124ha)および、その周辺の小型緑地10箇所(0.2-2.7ha)とした。大型緑地については調査許可を得た上で2009年春から、小型緑地については2010年春から、毎月決まったルートを歩き、遭遇したチョウの種と個体数を記録した。また、各緑地およびその周辺の環境要因として、緑地の全体面積、植物被覆率、植生、食草の有無、緑地間距離、等を調査した。

観察されたチョウの総種数は37種で、全緑地で観察されたのはアオスジアゲハ、アゲハ、ヤマトシジミであった。タテハチョウ科、ジャノメチョウ科は、全体的に観察数が少なかった。また、種数や多様度は緑地面積に比例しないことが明らかとなった。例えば、大型公園のうち、58haの新宿御苑では最多の29種が、59haの皇居外苑では最少の11種が記録された。一方、小型公園である0.9haのみなみもと町公園では、12種が記録された。その他、食草の有無とチョウ相についての解析も行った。

P1-349

都市環境における樹木のストレス耐性

*大曾根陽子(大妻女子大・社会情報)・清水亜香里(大妻女子大・社会情報)・菊地賢(森林総研)

都市緑地は、植物の少ない都市部において、ヒートアイランド現象の緩和、生物多様性の保全などに大きな役割を果たしている。また、京都議定書では温室効果ガスの吸収源として都市緑地が明確に位置付けられている。このように、さまざまな機能・サービスが期待されている都市緑地であるが、一方で都市ならではの大きなストレスにさらされている。とりわけ大きなストレスがかかるのは街路樹であろう。街路樹は道路に近接した狭いスペースに植栽されるので、根の発達が妨げられ、水や栄養塩の供給量にも制約がある。このため、乾燥ストレスや窒素ストレスを受けやすいことが予想される。さらに、単木状態で植栽されるので、夏場はアスファルトの輻射熱を全方位から受けることになり、これも乾燥ストレスを増す要因になると考えられる。

本研究では、街路樹として植栽されている樹木が、より自然環境に近い緑地内に生育している樹木に比べて、どれだけストレスを受けているかを調べた。材料には街路樹として一般的なソメイヨシノ、ケヤキ、イチヨウを用い、ストレスの指標として、6月から10月の蒸散量、窒素濃度、落葉数を測定した。

道路際では自然緑地内と比べて、土壌水分含量が低く、樹木の幹表面の温度が高かった。樹木の蒸散量は道路際のほうが低く、より強い乾燥ストレスを受けていることがわかった。また、葉の窒素濃度も自然緑地内に比べて道路際で低く、窒素ストレスの影響もあることが示唆された。しかし、予想に反して、10月時点での積算落葉数は道路際のほうが少なく、乾燥ストレスが落葉を促進するわけでないことが示された。

P1-350

Case Study of Environment project, Naga City in Philippines

*Taishin Kameoka (Hiroshima university, IDEC), Nobukazu Nakagoshi (Hiroshima university, IDEC), Victorino E. Aquitania (ICLEI), Mahallah Adalia (ICLEI)

近年、発展途上国の多くが経済発展を遂げている。経済発展は自然環境に大きな被害を与えることが多い。一方発展途上国では、通常、先進国と比べて環境教育の水準が低い。そのため現地の人々は、彼ら自身の豊かな自然地域の重要性を理解できずに、自然を犠牲にして経済発展を優先してしまう。環境教育はこのような問題を改善する『持続可能な経済発展を遂げるために必要な基礎』である。

演者は2010年8-9月の2カ月間フィリピンに滞在し、同国ナガ市が取り組んでいる環境教育を調査した。ナガ市は人口が約30年間で9万人から16万人に増加するほど経済発展が著しい都市である。これに伴い、都市域も拡大しているが、面積の60%以上が自然林や農地などの緑地環境が残っている。

ナガ市は、環境教育の達成度が十分でないために住民が自然環境の重要性を理解できていない。潜在的な強みとしては、今後の社会の担い手である19歳以下の若い世代が人口の55%以上を占めていることである。彼らは将来、社会の担い手となる。多くは親となる。彼らの将来を考えると、環境教育を用いて自然環境の重要性を認識することは、生物多様性に対する関心の底上げになる。若者への環境教育は、持続可能な発展を遂げるために大きな役割を果たすと考えられる。

しかし、現在の環境教育プログラムの問題点は、市議会議員の満期毎で支援を打ち切られる恐れがあることである。演者達は継続した環境教育を実施することが重要であると考えている。このために環境教育の評価やデータを収集して、環境教育の結果を市議会議員に理解できるようにし、その継続を行うべきだと考える。

P1-352

蜘蛛から学ぶ自然環境

岩本二郎(長岡市立科学博物館*), 水澤正明(日本蜘蛛学会)

蜘蛛(くも)はゴキブリ、ヘビに次いで3番目に嫌いな人の多い生物といわれる。普段どこにでも居ても誰かが目にしているものの、種名を把握している人は減多にいない。しかし、種数が多い点と、都会の中を含め、どこにでも年中生息している点、さらに採集が容易である点は、生物多様性についての教育普及を試みる上では、むしろ教材として大きな発展性を秘めている。かつてガリレオ・ガレイが宗教裁判にかけられたように、科学の歴史は迷信を振り払うことにあった。その意味では現代でも「気持ち悪い」という先入観で敬遠されることの多いクモは、まさに科学教育の真髄をなしているともいえる。東日本では毒のある種はたった一種しかいないが、蜂に比べはるかに安全であることは意外と知られていない。

長岡市立科学博物館では毎月1回、合計6回の「シリーズもの」の教室を実施しており、2006年から2010年までの5年間、蜘蛛の野外観察会を毎年実施してきた。そこでは観察・採集の他に液浸標本製作も指導し、自由研究コンテスト(県下生物標本展示会)への出品者を増やすことを目標にしてきた。採集方針等をまとめたレポートを提出することが規定になっており、ただ種数を多く集めることや珍品を採集するのではなく、採集地や時期を検討しながら生物の環境への適応について学ぶことが狙いである。

当初はクモというだけで人が集まらず、市内全小中学校88校を通じて全家庭に案内の手紙を配布してもらったが、それでも合計23234人中たった5人しか申込みが無かった。しかし改善を重ねてきた結果、現在では20名の定員を超えるようになってきている。トキ放鳥に取り組む新潟県では減農薬農法には関心も高く、その観点に導けば害虫の天敵であるクモへの関心は高い。本発表ではその可能性を追求した取り組みについて報告したい。

P1-351

文系大学における生態学教育—京都外国語大学の事例 Part2—

畑田 彩(京都外国語大学)

「生態学」はもはや理系大学・学部だけの科目ではない。環境問題との関わりで、生態系機能や生態系サービスの重要性が認知されるようになってきた昨今では、文系大学・学部でも生態学を扱うことのできる授業科目が増えてきている。昨年のポスター発表で、演者は、京都外国語大学で一般教養科目として開講されている「自然を知る」「生命の仕組み」での授業デザインや、専門知識のない学生に生態学を教える方法論を紹介した。

京都外国語大学には、本年度より新学科「国際教養学科」が設置された。「国際的な場面で活躍するリーダーの養成」を目標に掲げる本学科では、1年次の必須科目として「環境問題概説」が開講されている。文系学部で生態学の周辺領域を扱う科目が必須科目として置かれることはまれであり、方法論や授業デザインについては先行事例がほとんどない。そこで、本年度の「環境問題概説」では生物多様性問題を重点的に扱い、文系大学での必須科目としての生態学教育を試行錯誤しつつ実践した。学科の特性から国際性のある生物多様性問題を軸に据え、経済活動に伴う森林伐採や土地利用変化、COP10の主要議題、外来種問題、バイオ燃料を具体的なテーマとした。各回の授業では、まずテーマについての講義をし、その後、そのテーマと関わりのある質問を与えて、グループ議論をさせるという方法を取った。

学生たちは概ね授業に熱心に取り組み、グループ議論では実効性のある答えがでるなどの成果は見られたものの、クラスサイズが75人と大きいこと、自然観察などの実習ができないこと、専門知識がないため生物多様性問題の国際性を学生が把握できないことなど問題も多く、授業アンケート結果からも学生の不満や戸惑いが感じられた。今回の発表では授業内容や問題点を紹介する。聴衆のみならず有意義なコメントをいただきたい。

P1-353

行政支援によるため池一里山複合生態系保全のための地域住民へのアプローチ 2

*東敬敏(三重県立図書館), 阿藤正樹(三重県津農林水産商工環境事務所)

全国で約21万箇所のため池が農業用水源として使用されており、それらは洪水調節機能や地域住民の親水空間、野生動植物の生息場所などの多面的機能を有すると考えられている。しかし、近年、農業従事者の減少や高齢化により、ため池の維持管理が困難になり、多面的機能の維持が危ぶまれている。そこで、農林水産省は、利水者や自治体が最小限の堤体改修を行ない、複数のため池を水路で連結して相互に利用し、多面的機能の発揮を支援する「ため池群広域防災機能増進モデル事業」を策定した。この事業では、防災や渇水対策に加えて、生態系保全構想及び親水空間の創造等の計画を立てることとなっている。このうち、三重県では、伊勢平野に位置する津市片田田中地区において、「ため池群広域防災機能増進モデル事業」(2004～2008年度)が採択され、「多面的機能」発揮計画において、対象地域の生物調査と学校教育「総合的な学習の時間」を利用した啓発活動を行なうことになった。そこで、2004～2005年度に、本事業地域に生息する動植物の種類や分布、地質等を調査し、この結果を基礎として、2006年度から3年間、地元小学校と協力して総合的な学習の時間「自然調べ」を開催した。授業では、「植物」「昆虫類」「魚類・両生類・は虫類」「鳥類」「地質」の学習班に別れ、野外で観察を行なった。その結果、児童はため池とその周辺に、多数の種類の動植物が生息していることを知り、地域の自然の大切さを認識したようである。本事業終了後は、学校が主体となって、自然観察授業を継続しており、今年度で2年目となった。ここでは、事業最終年度に児童・保護者・教員を対象としてアンケート調査した結果と、その2年後の調査結果から、行政が主導して成立させた自然観察授業の効果や問題点、課題等を考察した。

P1-354

行政支援によるため池ー里山複合生態系保全のための地域住民へのアプローチ。 1

* 阿藤正樹(三重県津農林水産商工環境事務所), 東敬義(三重県立図書館)

近年、農業従事者の高齢化や減少により、ため池の維持管理が行き届かず、堤の構造が不安定になったため池は、集中豪雨や台風、地震で決壊被害を誘発する。そこで、農林水産省は、非農家住民も含め、地域ぐるみでため池の維持管理を行い、ため池の決壊被害を未然に防止する減災社会づくりを重視し、2004年3月に「ため池群広域防災機能増進モデル事業」を創設した。三重県は、伊勢平野の岩田川流域に位置する津市片田田中地区において、2004～2008年度に当該事業を実施することになった。三重県は事前に地元や各機関と協議し、事業実施のため、地元自治会や小学校、県及び市の農林関係部局等で構成された協議会を設立した。ここでは、「決壊防止計画(ため池監視体制の強化)」、「洪水調節機能発揮計画(洪水調節容量の確保)」、「水利用調整計画(渇水時の用水配分)」、「多面的機能発揮計画(親水空間整備や生態系保全の構想)」の4つの基本計画を柱に、地元参加型の直営施工によるため池管理施設のハード整備に加え、「ため池保全活動」を実践してきた。これらを通して、ため池が食糧生産の貴重な水源であると同時に、洪水防止や生態系保全、やすらぎ空間などの形成に大きく寄与していることを、行政が地域住民と共に学び、ソフト面での効果も上げている。事業完了後も、地域ぐるみによるため池の維持管理や小学校によるため池の自然観察、行政によるため池保全の啓発普及などの活動が継続され、2010年3月、農林水産省の「ため池百選」に、本地区を含む流域のため池群が選定された。ここでは、ため池や里山、農地を自然豊かな環境と防災環境を供給する地域の共有資産として認識し、地域ぐるみで保全する意識の醸成を流域ベースで目指した「ため池保全活動」の取組みと構想について報告する。

P1-355

市民協働植物相調査を基盤とした地域づくりの実践

* 伊藤千恵(十日町市立里山科学館キョロコ), 山岸洋貴(弘前大・白神), 三上光一(農環研・生物多様性), 沢畠拓夫(農研機構・果樹研), 永野昌博(十日町市立里山科学館キョロコ)

十日町市松之山は、他の中山間地農村と同様、高齢化・少子化に伴い過疎化が進んでおりに悩み、棚田・ブナ林・日本三大葉湯を観光資源として利用した交流人口の増大を図ることで地域活性化することを目指している。当科学館は、市民への地域自然に関する教育普及活動を通じた市民ガイドの育成により、地域観光・交流事業への貢献を視野に入れた様々な活動を行っている。ここではそのひとつである花ごよみ調査に基づいた案内ルート化の取り組みについて報告する。

花ごよみ調査は、選定されたルートで降雪期を除く毎月1回調査を行い、ルート内に出現する開花個体について参加者とともに発見・記録する調査である。定期的に踏査することで、植物をはじめとする自然資源だけでなく、ルート内に出現する地域資源を発掘し、より深く理解することにつながる。また、この調査は市民を案内人に育てるとする役割も担っており、調査では参加者全員に出現した地域資源について知っていることを言うため、参加者は多くの地域に関する多様な知識を共有することができる。調査後には、図鑑などを調べて観光客向けに展示物を作ることで、地域の魅力を伝える事を学ぶ効果がある。

さらに、地元温泉組合と連携することで、ルートの選定の際に意見をもらったり、モニターツアーを実施したりして、的確に観光客のニーズを反映することが可能となっている。1年間の調査結果をまとめた冊子を温泉街で配布することで、宣伝に活用することもできる。

この方法を確立することで、最終的には市民主体で地域資源の発掘、活用が行えることを目指しているが、現在いくつかの課題も浮かび上がっており、それらを市民と協力しながら解決し、松之山の地域活性につなげていきたい。