

一般講演・ポスター発表

3月10日（木）10:00-17:15

動物と植物の相互関係・種子散布
群落

景観生態・古生態

植物繁殖・送粉

遷移・更新

物質生産・物質循環

動物個体群

動物群集

外来種

動物生活史

進化・数理・分子

保全

P2-001

ヒサカキの性特異的な防御とそれに相関する花食者の産卵選好性

辻かおる*, 曾田貞滋 京大・院・理

雌雄異株植物では様々な形質で雌雄差が見られることが知られており、食植者から被る食害の程度が雌雄で異なる現象も観察されている。にもかかわらず、食害の程度が雌雄で異なる要因はほとんど分かっていない。本研究では、雌雄異株植物であるヒサカキ (*Eurya japonica*) 花蕾の防御における性的二型が、花蕾食性鱗翅目であるソトシロオビナミシヤク (*Chloroclystis excisa*) (以下ナミシヤク) に多大な影響を与えていることを示した。ナミシヤク幼虫は花蕾を摂食する際、萼を摂食しなければならないが、雌の花萼には雄の花萼より多くの化学防御物質が含まれ、雌の花萼を摂食した幼虫は全て死亡した。つまり、野外で雌の蕾を食べた幼虫は死亡することになる。また、ナミシヤクの成虫は雌花より雄花に多く産卵することも明らかになった。この結果は植物の防御形質の性的二型が植食性昆虫の幼虫期の適応度に影響を及ぼすことをはじめて明らかにしたものである。

このナミシヤクはヒサカキが生息できない寒冷な地域にも生息していることが分かっている。そこで、今回明らかになった適応的な産卵行動がヒサカキに対する適応なのかを検証するため、ヒサカキと共存する地域のナミシヤクと、非共存地域のナミシヤクの産卵選好性を比較した。その結果、共存地域のナミシヤクの方がより雄花に産卵する傾向が強いことが明らかとなった。この結果は植物の防御形質の性的二型が植食性昆虫の幼虫の生存を大きく左右し、その結果として成虫の産卵行動を変化させる選択圧として働く可能性を示唆するものと考えられる。

P2-003

種子寄生者と種子サイズ間に生じる相互作用の地理的変異

* 定清獎, 石原道博 (大阪府大・理)

植物の種子サイズはそれを利用する種子食性昆虫の密度や形質を決める重要な要因であり、結果的に種子自体への食害にも影響する。そのため種子サイズの時間的、空間的な変動は種子食性昆虫との相互作用を変化させると考えられる。本研究では外来性のマメ科植物であるイタチハギとその種子食者であるイタチハギマメゾウムシを用い、種子サイズと体サイズの時間的、空間的な変動パターンとその要因を調べた。

2008年(一部2006年)から2010年にかけて緯度の異なる日本の8カ所から種子を採集し、その重量と食害率、羽化した成虫の体サイズを計測した。種子重量は高緯度に比べて低緯度のほうが大きな年変動を示した。イタチハギマメゾウムシの体サイズは種子重量が重いほど大きかった。種子重量を応答変数とし、温度と降水量、日射量などの非生物要因とイタチハギマメゾウムシの化性(一年の世代数)を説明変数とした線形モデルで解析した結果、種子重量は非生物要因では説明できず、化性のみが影響することがわかった。イタチハギマメゾウムシが多化性の生活環を持つ低緯度ほど種子重量は軽かったが、変動係数は大きかった。化性の増加に伴って種子への食害率が増加すると考えられるため、次に食害率と種子重量の関係性を調べた。当年食害率は種子重量とは相関しなかったが、前年食害率が種子重量と負の相関を示した。この結果は、前年の食害率に依存して種子重量が変化することを示している。以上の結果はイタチハギの種子サイズの年変動はイタチハギマメゾウムシの食害を介した相互作用の結果であり、その程度は緯度によって異なることが示唆された。

P2-002

ボルネオ低地熱帯雨林の着生シダと共生するアリが林冠のつる植物に及ぼす影響

* 田中洋, 市岡孝朗 (京大院・地球環境学堂)

熱帯雨林の林冠層の主要な構成要素のひとつであるつる植物の分布様式や分布を制限する要因についてこれまであまり明らかになっていない。本研究では、ボルネオ島低地熱帯雨林の林冠突出木上の着生シダと共生するシダスミシリアゲアリがつる植物の分布を制限するかを検証した。調査はマレーシア領サラワク州に位置するランビルヒルズ国立公園内の林冠観測施設を用いておこなった。

まず長期間の観察によって、突出木の樹冠全体をなわばりとするシダスミシリアゲアリが、なわばり付近の幹上部まで伸長したつる植物の葉や茎を噛み切り、つる植物の樹冠への伸長を防いでいることを確認した。次に、林冠で採取したつる植物の一部をシダスミシリアゲアリのなわばり外となわばり内にそれぞれ設置し、シダスミシリアゲアリのつる排除能力を実験的に確かめた。その結果、設置後1週間での噛み切られた葉数は、なわばり外に設置したつるに比べて、なわばり内に設置したつるで有意に多かった。なわばり内に設置したつるはすべてシダスミシリアゲアリによって噛み切られた。

次に、5樹種の突出木を対象に、シダスミシリアゲアリが共生する着生シダとつる植物の分布の重なりを調べた。その結果、いずれの樹種でも、つる植物が樹冠まで伸長している突出木の割合は、シダが着生している突出木に比べて、シダが着生していない突出木のほうが有意に高かった。シダが着生している突出木の樹冠はいずれもつる植物に覆われていなかった。

これらの結果から、着生シダと共生するシダスミシリアゲアリが突出木上のつる植物の分布を制限することが示唆された。

P2-004

ヤマトシジミ *Zizeeria maha* の産卵刺激物質について

筑波大学 生命環境科学 生物資源学類 動物制御学研究室

P2-005

異なる可塑的防衛が捕食者-被食者系の個体群動態へ与える影響：ケモスタットを用いた実証実験

* 櫻澤 孝佑, 李 恒, 吉田丈人

環境変化に応じて同一の遺伝子型でありながら表現型を変化させる生物の性質を表現型可塑性という。このような表現型可塑性が個体群動態に重要な影響を与える要因であると近年議論されてきた。被食者が可塑的に防衛形質の有無を変化させることは、捕食者の個体群動態を大きく左右する。そのため、誘導された防衛の個体群動態への効果を知ることは被食者-捕食者系の個体群動態をより正確に記述することにつながる。

淡水に住む藻類の一種であるイカダモは、捕食者であるミジンコやワムシの出すシグナル物質(カイロモン)に反応して可塑的に群体を形成することが知られている。群体を形成しサイズを大きくすることによって捕食者から食われ難くなるため、イカダモは捕食者に対して誘導防衛を行っていると言える。しかし、群体を形成する可塑性は捕食者の存在のみならず、増殖過程に関するその他の要因によっても発現することが先行研究で明らかになった。

そこで本実験では、異なる可塑性を示すイカダモ数株をそれぞれ捕食者であるワムシとともに培養し、捕食者の個体群動態にどう影響を与えるかを調べた。その結果、各系は誘導防衛をもつ種では短い周期の変動を示し、誘導防衛をもたない種では長い周期での大きな変動を示し、被食者の可塑性の現れ方の違いが捕食者の個体群動態に影響を与えることが示唆された。また、あるイカダモ株では、可塑性の現れ方に群体形成と細胞集塊の形成の2つの方法があることがわかり、これらがより複雑な可塑的防衛となって個体群動態に影響を与える可能性がみつかった。

P2-007

エゾアザミテントウの副次的食草利用能力：野外での利用状況との関係

* 村井 歩, 藤山直之(北教大・旭川), 片倉晴雄(北大・院理)

エゾアザミテントウは食植性のテントウムシで、成虫と幼虫は共にキク科のチシマアザミ(以下、アザミ)を主な食草とする。本種は札幌市近郊ではメギ科のルイヨウボタン(以下、ルイヨウ)を併用しているが、北海道北部ではルイヨウはアザミの食い尽くしや枯死に伴って成虫が副次的に利用するのみであるとされる。さらに、札幌市近郊ではウリ科のミヤマニガウリ(以下、ニガウリ)が副次的に利用されることが知られているが、北海道北部での利用状況は不明である。本研究では、北海道北部の3地点(音威子府村上音威子府、幌加内町政和、名寄市智恵文智東)のエゾアザミテントウ集団を対象とした飼育実験と野外調査を通じて、ルイヨウとニガウリという副次的食草の利用能力と野外での利用頻度との関係について検討した。

実験条件下では、いずれの集団の成虫もルイヨウとニガウリをアザミと同程度もしくはそれ以上に好んで摂食した。また、上音威子府集団と智恵文智東集団の幼虫はルイヨウとニガウリ上でアザミ上と同程度もしくはそれ以上に良好に成育したが、政和集団の幼虫のニガウリ上での成育は蛹化までは良好であったものの、羽化率はアザミとルイヨウ上での値と比較して有意に低かった。

2年間の野外調査では、秋口にかけて成虫(恐らく新成虫)によるルイヨウとニガウリの利用が上音威子府と智恵文智東で観察された一方で、政和では確認されなかった。また、3地点全てに共通して、ルイヨウとニガウリへの産卵およびこれらの食草上で幼虫が成育している証拠は見つからなかった。

以上の結果より、野外での副次的食草の利用頻度には成虫の嗜好性以外の何らかの生態学的要因が関与していることが考えられた。さらに、成虫による副次的食草の利用を通じ、それらの食草上での幼虫の潜在的な成育能力の向上が生じている可能性についても議論したい。

P2-006

エゾアザミテントウにみられる地域適応とその遺伝的基盤

* 川崎淳一, 鈴木木樹, 藤山直之(北教大・旭川), 片倉晴雄(北大・院理)

地域適応とは、ある生物の地域集団がその分布地域の環境で他地域の集団と比較してより高い適応状態を示す現象である。食植性のテントウムシであるエゾアザミテントウ(以下、エゾと略)はキク科のチシマアザミ(以下、アザミと略)を主な食草とするが、先行研究ではエゾの食草としてのアザミの質には地理変異が存在する可能性が指摘されている。本発表では、北海道の3地域(札幌市・増毛町・幌加内町)由来のエゾ集団およびアザミを対象として、エゾとアザミの系に地域適応が生じているかを成虫の食性と幼虫の成育状況という観点から検討した結果を報告する。さらに、明瞭な地域適応のパターンが検出された組み合わせを用いたより大規模な幼虫飼育実験と交雑実験の結果から推察された、エゾが示す地域適応の遺伝的基盤に関する予備的知見についてもあわせて報告する。

3地域集団の成虫は出身地のアザミの葉を最も多く摂食したとともに、各地域のアザミ上ではその地域を出身地とする幼虫の羽化率が最も高かった。この結果はこの系で地域適応が生じていることを強く示唆しており、特に、増毛と幌加内のエゾ集団ではそれぞれの出身地のアザミにはよく適応しているが他地域のアザミでは適応度が下がるという明瞭な地域適応のパターンが検出された。また、エゾの増毛集団と幌加内集団を用いた詳細な飼育実験からは、増毛集団が増毛と幌加内のアザミを餌とした場合の幼虫の生存率の間には正の遺伝相関が存在する可能性がある一方で、幌加内集団ではこの形質が負の遺伝相関または無相関を示すことが示唆された。交雑実験では、増毛集団と幌加内集団の間の雑種個体は増毛のアザミを餌とした場合に増毛集団と同程度の羽化率を示した。以上の結果は、エゾによるそれぞれの地域のアザミへの適応をもたらししている遺伝的基盤やその遺伝様式が地域ごとに異なっていることを示しているのかもしれない。

P2-008

ネズミモチのホソガ科リーフマイナー *Phyllocnistis* sp. の生態と寄主植物の防御特性

* 箕浦哲明(名大・農), 綾部慈子, 松下泰幸, 肘井直樹(名大院・生命農)

リーフマイナー(潜葉虫)の幼虫は1枚の葉内で過ごすため、メス成虫の適応度を上げるためには、幼虫にとって好適な葉を選択し産卵することが重要となる。ホソガ科(Gracillariidae)のリーフマイナー *Phyllocnistis* sp. (以下、ホソガ)は、ネズミモチ *Ligustrum japonicum* の「遅れ芽」由来の新葉(以下、遅れ芽葉)を好んで利用する。このため、ホソガの産卵場所としての葉選択には、展開時期ごとの葉の特性が影響している可能性がある。本研究では、ホソガの基本生態とともに、展開時期が異なるネズミモチ葉の物理的・化学的防御レベルを調査し、それらの産卵場所選択への影響を検討した。

ホソガの基本生態として、発生消長と葉の利用部位(表・裏)、室内飼育下での生育日数を調査した。次に、展開時期が異なる葉を用いて、葉の硬さと葉表・裏のクチクラ層の厚さ、さらに、モクセイ科(Oleaceae)植物に含まれるフェノール化合物のOleuropein含量をHPLCにより測定し、それぞれを比較した。

その結果、ホソガには、各時期に展開している最も新しい葉を選択的に利用する傾向がみられた。また、6月以降、遅れ芽葉が展開し始めると、それまでの葉裏だけでなく、葉表も利用するようになり、マイン数は著しく増加した。生育期間については、1世代に約2週間を要することがわかった。クチクラ層の厚さでは、表については遅れ芽葉の方が薄かったが、裏では差がなかった。葉の硬さについては、遅れ芽葉は4月展開葉よりも柔らかかった。一方、Oleuropein含量は、遅れ芽葉の方が4月展開葉よりも低かった。これらのことから、遅れ芽葉における葉表のクチクラ層の薄さが産卵場所選択の幅を広げたこと、加えて、葉の柔らかさとOleuropein含量の低さが、ホソガの遅れ芽由来の新葉への選択的産卵を誘導したことが示唆された。

P2-009

ブナ幼樹の誘導防御の経時変化

* 青山千穂, 小池孝良 (北大院農)

従来、害虫の大発生は鳥などの天敵が重要な役割を果たすと考えられてきたが、多くの植物は自身の身を守るための「防御」機構が存在し、ボトムアップの重要性が注目を集めてきている。植物の防御は多様で、葉を硬くするような物理的防御と毒物を備える化学的防御などが存在する。しかし広葉樹の場合、防御と成長には生化学的なトレードオフの関係が成り立つと考えられている。そこで常備的な「恒常的防御」と、更なる食害を回避するために食害に遭ってから防御物質の生産を始める「誘導防御」が存在する。本研究では、食害後のシュートの応答を手がかりに樹木が持つ抵抗性の経時変化を追跡することで、誘導防御の基礎的な知見を収集した。特に、防御と環境の関連に着目し、CNB(炭素・栄養均衡)仮説の検証を行った。このため、特に窒素が誘導防御に与える影響を解明した。対象は約7~9年生の全天条件のブナである。5月上旬、植食者を避けるため、各個体につき3枝に透過率82%の寒冷紗で作成した袋をかけた。また、防御を誘導するためマイマイガの3齢幼虫を袋に入れ、シュート内の葉身の約20%を食べさせた(食害処理)。試験地を2つに分け、2008年から3年間に渡り30 kgN ha⁻¹yr⁻¹の窒素を付加した区と無施肥の対照区を設けた(窒素処理)。処理ごとにそれぞれ4個体、計16個体を用意し、それらの個から時間を追って葉をサンプリングし、1回のサンプリングで1個体あたり3枚の葉を採取した。結果は総フェノール量、縮合タンニン量では、2009年は食害処理で防御物質量が有意に増加しており、2010年では食害処理で有意に増加した後、50日後には誘導防御の低下が確認できた。また、2010年の処理開始前のサンプルでは2009年の食害処理の影響が見られなかった。以上から、ブナは被食率約20%では、食害を年を経て「記憶」するのではなく、食害を受けると防御を誘導させていることが分かった。

P2-011

様々な植物上のサビキンに寄生するタマバエの系統関係について

* 本田 薫, 三宅 崇 (岐阜大 教育)

Mycodiplosis 属タマバエ幼虫は、サビキンの菌糸や胞子を採餌して育つ。野外では様々な植物に感染したサビキン上でタマバエ幼虫が観察される。菌類の中で担子菌の1つの目を形成するサビキンは、世界で7000種以上の報告がある絶対寄生菌で、植物に対し寄主特異性を持つ。その一方で、タマバエがサビキン種に対しても同様に、寄主特異性を持つかどうかは明らかにされていない。そこで、分子系統学手法を用いて、サビキンとタマバエの種間関係を解明することを目的として研究を進めている。本研究では、岐阜県内の13種の植物の複数個体からサビキンとタマバエを採集し、ミトコンドリアのCOI領域の塩基配列をもとに、タマバエの分子系統樹を作成した。その結果、同一の宿主植物上のサビキンから採集したタマバエは、多くの場合クラスターを形成した。しかしながら、ヘクソカズラおよびエゴノキ上のサビキンから採集したタマバエは単一のクラスターを形成せず、他の植物上のサビキンから採集したタマバエのクラスターに含まれた。後者の結果は、何を意味しているのだろうか。いくつかの可能性が考えられる。1つ目は、種特異的なタマバエが、様々な宿主に寄生できるように適応進化した可能性である。2つ目は、宿主転換の過程あるいは異なる宿主に寄生した可能性である。3つ目は、本研究のサンプリングが1ヶ所サンプリングであるため、特異性を過小評価している可能性である。

P2-010

印旛沼におけるオニビシとジュンサイハムシの関係

* 齊藤 温, 鏡味 麻衣子 (東邦大学理学部) 西廣 淳 (東京大学農学生命科学)

P2-012

青山高原におけるニホンジカによる造林木剥皮害の発生傾向

* 中村あずさ (岐阜大応生), 安藤正規 (岐阜大応生), 福本浩士 (三重県林業研), 佐野明 (三重県四日市農林商工環境事務所)

ニホンジカ (*Cervus nippon*, 以下シカ) による造林木への剥皮害の発生傾向を把握するため、林分の立地環境や造林木の情報から剥皮害の発生を予測するモデルを構築した。

三重県青山高原に調査林分(400m²)を12カ所設置し、立地環境(標高、傾斜、シカ糞塊数)および造林木(樹種、平均胸高直径)について現地調査を実施した。また、シカの餌環境が剥皮害の発生に影響を与えている可能性を考慮し、GISを用いて各調査林分周辺の植生(3区分:人工林、広葉樹林、草地)の分布を調べた。さらに、調査林分毎にシカの糞分析をおこなった。解析には、一般化線形混合モデル(GLMM)を用いた。目的変数を各林分における剥皮被害木の本数、説明変数の固定効果を上記の立地環境と造林木の各項目、ランダム効果を調査林分、オフセット項を各林分の全立木本数とした。さらに、このモデルにシカの餌環境(周辺の植生の割合、糞中のササ類の割合)を固定効果として加えたモデルを構築した。ステップワイズ変数選択を用いてAICによるモデル比較をおこない、モデルの最適化を図った。

解析の結果、標高と傾斜には剥皮被害木の本数と負の相関がみられ、樹種とDBHには相関がみられなかった。ステップワイズ変数選択をおこなった結果、説明変数を標高、傾斜、樹種、シカの餌環境としたモデルが最も当てはまりのよいモデルとなった。これらより、標高が低く、傾斜が緩く、ヒノキが植栽された林分で被害が多くなると予想された。また、周辺の草地の割合が高く、夏に糞中のササの割合が高い林分で被害が多くなると予想された。

P2-013

標高傾度に沿ったヤマホタルブクロの花サイズ変異と遺伝子流動

*長野祐介, 北沢知明, 市野隆雄 (信州大・理・生物)

ヤマホタルブクロ *Campanula punctata* var. *hondoensis* は中部山岳域を中心とした低地～高地に分布する多年草である。花粉媒介は主にマルハナバチ類に依存しており、長野県の乗鞍地域では幅広い標高帯に分布している。予備観察において高標高地のヤマホタルブクロは低地に分布する集団よりも小さな花冠を持っていることが観察された。また、乗鞍地域におけるマルハナバチの種組成は標高によって異なり、高標高地ほど小型の種が優占していることが知られている。本研究では、ヤマホタルブクロにおける花サイズの変異を検出し、高標高地において送粉者を介した花形質の小型化を引き起こすような淘汰が生じたかを検証することを目的とする。

調査は乗鞍地域の6地点(標高800、900、1500、1650、1900、2200m)で行なった。各地点で4つの花形質(花冠長、花柱長、花冠幅、花冠口幅)及び、栄養器官形質(葉長、葉幅、草丈)の計測を行った。その結果、花形質では花冠幅を除いて、標高間で有意なサイズの変異が認められ、2200m地点を除いて標高が上がるにつれて小さくなっていくことが示された。栄養器官形質においても標高ごとの有意な変異が認められたが、花形質の変異との対応性は認められなかった。また、並行して行なった送粉者相の調査によって、ヤマホタルブクロの送粉者相(マルハナバチ類)は標高によって変化し、標高が上がるにつれ優占種が小型種へと置き換わっていくことが示された。これらのことから、標高によって異なる送粉者サイズに適應した結果、標高間におけるヤマホタルブクロの花サイズの変異が生じている可能性が示唆された。

さらに、マイクロサテライトマーカーを用いた解析によって、ヤマホタルブクロにおける標高間の遺伝子流動の評価を行い、標高という要因による植物の形態的、遺伝的分化について考察した。

P2-015

ヒメシヤガ繁殖器官の食害者の採餌戦略 - 花卉・葯・子房の栄養・防御物質の量と、それぞれの食害率の関係 -

*小野寺洋史, 小黒芳生, 酒井聡樹 (東北大・院・生命科学)

花食害とは、種子形成前に繁殖器官(花卉・葯・子房など)が食害者によって食べられる現象のことである。花食害が起こると、繁殖組織の破壊による配偶子数の減少、花卉の見た目の変化による花粉媒介者の訪花の減少などが生じる。このように花食害は、繁殖成功に大きな負の影響をもたらす。しかしながら、葉への食害に比べ、花食害に関する情報は非常に少ないことが現状である。

そこで本研究では、食害者が、繁殖器官のどの部分を好んで食べているのか、好んで食べる要素は何かを把握するために、栄養成分含有量(N・P・C)を繁殖器官ごとに調べた。そして、栄養成分含有量と食害率の関係を調査するために、各繁殖器官における食害率を測定した。

2010年5月中旬～6月中旬に、仙台市の青葉山にプロットを2つ作り、プロット内のヒメシヤガをつばみ形成期から花終了期まで追跡した。そして、ほぼ同じ成長段階のつばみを採集し、繁殖器官ごとの栄養成分量を測定した。また、花ごとに食害の有無を調べ、食害を受けた花はどの部分に食害があるかを調べ、繁殖器官ごとの食害率を検出した。

その結果、葯は、N・P・Cとも子房・花卉に比べて有意に多く含んでいた。子房は、N・Pは花卉に比べて有意に多く含んでいたが、Cは有意差がなかった。花卉・葯の食害率は、子房に比べて有意に高かった。

子房に比べて栄養成分が多い葯のほうが、食害率が高いことが分かった。栄養成分の少ない花卉の食害率も高いことから、繁殖器官における食害率は、単に栄養成分だけでは決定されない事が示唆された。今後は、防御物質を測定し、植物と食害者の関係の理解をさらに深める必要がある。

P2-014

土壌栄養塩分布が不均質な環境下で同所的に育成されたホソムギとヘラオオバコに対する地下部植食者の影響

*角田智詞, 可知直毅, 鈴木準一郎 (首都大・理工・生命科学)

土壌資源が豊富な場所に、選択的に根を配置する植物は、資源をめぐる競争に有利だと言われている。しかし、集中分布した根は、地下部植食者に摂食されやすい可能性がある。本研究では、仮説「栄養塩が不均質に分布する土壌では、栄養塩への応答性が高い植物が、地下部植食者の影響を受けやすい」を栽培実験により検討した。

地下部植食者(有、無)と土壌栄養塩の空間分布様式(均質、不均質)を2要因とし、2種の植物の個体重を評価した。ホソムギとヘラオオバコを1個体ずつ、6cmの間隔を空けて5号鉢に植栽し、乱塊法に則りガラス温室内に配置した。土壌栄養塩の空間分布が均質な条件では、緩効性無機栄養塩を土壌全体に4g混ぜ込んだ。不均質な条件では、縦方向に十文字に四つ割りした土壌の1/4に3g、残りの3/4に1g混ぜた。植物を移植後28日目に、地下部植食者としてマメコガネ幼虫を鉢に一匹加えた後、さらに28日間栽培した。その後、刈取り、乾重量を秤量した。

地下部植食者がいないとき、均質な栄養塩分布ではヘラオオバコで、不均質な分布ではホソムギで、個体重が有意に大きかった。また、不均質な分布下のホソムギでは、地下部へ物質分配が有意に多く、栄養塩の多い土壌への応答性がより高いことが示唆された。地下部植食者がいるとき、均質な栄養塩分布では、両種とも個体重が有意に減少した。一方、不均質な分布では、個体重は、ホソムギでは有意に減少し、ヘラオオバコでは有意に増加した。

両種とも地下部植食者に摂食されうるが、不均質な栄養塩分布では、栄養塩分布への応答性の高いホソムギが、もっぱら地下部植食者に摂食されたと考えられる。地下部植食者がいると、選択的な根の配置が、むしろ不利となる可能性がある。

P2-016

ツキノワグマの活動量は temporal に変動する — 堅果結実量が異なる年次間の共通点と相違点 —

*小坂千夏 (農工大・連大), 山崎晃司 (茨城自然博), 根本唯 (自然研), 中島亜美, 小池伸介, 梶光一 (農工大), 阿部真, 正木隆 (森林総研)

日本におけるツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) の分布は、多くの地域でブナ科樹木が優占する冷温帯落葉広葉樹林の分布と一致している。ツキノワグマは冬眠準備のために秋期に体重増加、脂肪蓄積を行わなければならないが、そのための主な食物がブナ科樹木の生産する堅果類である。堅果の不作年にはツキノワグマが通常の生息地外の人間の生活空間にまで侵入・出没する問題が発生するが、堅果類の生産性(豊凶)が、具体的にどのようにツキノワグマの行動を変化させるのかについては明らかでない。本研究では、行動の中でも、採食などの活動にどのくらいの時間を費やしていたのかという「活動時間配分(以下、活動量)」に注目し、堅果類の結実豊凶がどのように影響するのかを明らかにした。

栃木県、群馬県にまたがる足尾・日光山地で2003年～2009年に15頭(オス7, メス8)のツキノワグマにGPS首輪を装着して追跡した。活動量はGPS首輪に内蔵される活動量センサーの値を用いて算出した。その結果、1年間のツキノワグマの日活動量は時間の経過とともに非線形に変動することが分かった。こうした変動は、ツキノワグマの1年のライフサイクルを反映したものであると考えられた。また、8月下旬から10月頃は、堅果の不作・豊作年を問わず活動量が最も活発に上昇する時期であることが分かった。一方で10月以降は活動量が減少するが、その年の堅果の生産性あるいは性別によって減少レベルに差が認められ、その年の豊凶に応じて冬眠までの活動量配分を柔軟に変化させていると考えられた。

P2-017

山中峠ミズバショウ群生地への野生動物による被害

* 押山友美 (岐阜大応生), 安藤正規 (岐阜大応生)

岐阜県山中峠ミズバショウ群生地(以下山中峠湿原)は、岐阜県の天然記念物に指定されている。山中峠湿原では2006年と2009年に野生動物によってミズバショウの葉や根が食い荒らされたという報告があるが、この被害に対する詳細な調査はおこなわれていない。本研究では、加害動物の特定と、動物による湿原の利用状況の把握のため、湿原内の7カ所に自動撮影装置を設置した。さらに、ラインセンサスによるミズバショウの被害調査をおこなった。

2010年7月8日~12月7日にかけておこなった自動撮影装置による調査の結果、ニホンジカ(以下シカ)がミズバショウの地上部を採食し、さらに、シカとニホンイノシシ(以下イノシシ)がミズバショウを掘り返していることが明らかとなった。当月8日~翌月7日までを当月と定義し、動物が撮影された写真の枚数を集計した。その結果、7月の撮影枚数が最も多く(217枚/月)、その後撮影枚数は減った(3~29枚/月)。動物が撮影された写真のうち、シカの87%(190枚/218枚)、イノシシの68%(32枚/47枚)は日の入り後~日の出前に撮影された。2010年7月7日と9月24日に湿原内の5カ所に幅1mのラインを設け、ライン上のミズバショウ被度と被害の程度を調査した。7月にはライン内にミズバショウが確認されたが、9月には確認できなかった。また、動物による被害として踏みつけ、掘り返し、食害の3タイプが確認された。ミズバショウのあった場所では3タイプ全ての被害が確認され、ミズバショウ以外の植物にも踏みつけと掘り返しの被害がみられた。

本研究の結果から、山中峠湿原のミズバショウは、主に夏期においてシカとイノシシによる食害、掘り返し及び踏みつけの被害を受けており、またミズバショウ以外の植物にも踏みつけと掘り返しの被害が生じていることが明らかになった。

P2-019

知床羅臼岳における、標高傾度に沿ったササラダニ群集と環境要因の関係

* 太田藍乃(横浜国大・環境情報), 森章(横浜国大・環境情報), 大園享司(京大生態研七), 保原達(酪農大), 水町衣里(京都大・iCeMS), 萩原佑亮(京大院・農), 塩野貴之(横浜国大・環境情報), 小出大(横浜国大・環境情報)

中型土壌動物の1群であるササラダニ亜目の多くは、土壌中に高密度で生息し、腐植や微生物を摂食することで、有機物を分解し、物質循環に影響を及ぼしている。また、森林の種多様性により種組成が変化することが知られている。しかし、ササラダニ亜目がリター層と土壌表層0cmから5cmに生息していることを考慮すると、種組成の変化は、植生からの直接的な影響だけでなく、リターなどの土壌環境が効いている可能性もある。本研究では、環境要因を植生環境と土壌環境の2つに分けて解析を行い、ササラダニ亜目の種組成を変化させている要因を探った。

調査は、羅臼岳標高200mから1200m地点において200mおきに6箇所で行った。植生とササラダニ亜目の α ・ β 多様性を比較した。また、植生環境と土壌環境とササラダニ亜目種多様性の解析には、GLMを用いた。目的変数としてササラダニ亜目の種数と個体数を使用し、独立変数として植生環境は、木本個体数、種数(木本、単子葉、双子葉、シダ)、土壌環境は、リター層(重量、含水率、pH、厚さ)を用い、AICによる説明変数の選択を行った。

標高傾度に沿った木本・草本植物とササラダニの β 多様性は単調減少し、正の相関があった。 α 多様性はいずれの生物群も一山型を示し、弱い相関があった。ササラダニ亜目の個体数に関しては目立った環境要因が抽出されず、種数に関しては植生環境として木本種数、土壌環境としてリター厚が抽出され、リター厚がより当てはまりのよい説明変数として選択された。ササラダニ亜目の種組成は、植生だけでなく土壌環境に、より影響を受けていることが示された。

P2-018

アリ植物 *Macaranga* の繁殖にアリは役立っているのか?

* 山崎 絵理 (京大生態研), 乾 陽子 (大阪教育大), 酒井 章子 (地球研)

植物はアリと多様な相利共生関係を持っている。その中で最も良く知られているのが、植物が食物を提供し、アリが植食者などから植物を守るという関係である。この関係では植物の繁殖器官においては、アリが送粉者を追い払うことなどが理由で、アリは悪者になることが多い。そのためにアリを花序から遠ざける仕組みをもつ植物が多く知られている。しかし、アリは植食者から繁殖器官を守り植物に良い影響を与える場合もある。実際、花序に花外蜜腺を形成し積極的にアリを誘引する植物もいくつか知られているが、まだその例は少ない。本研究では、アリ植物である *Macaranga* 複数種を用い、マレーシアサラワク州でアリを花序に誘引する仕組みについて調べた。アリ植物とはアリに営巣場所や食物を与えて体内にアリを住まわせ、植食者などからアリに守ってもらうという非常に密接なアリとの共生関係をもつ植物である。

まず、*Macaranga* の花序のアリ誘引構造の有無を観察し、実際にアリがその仕組みに誘引されているか、花序上の防衛アリ数の変化を観察することで調べた。次にアリの訪花序による利益があるのか、アリ排除実験により検証した。また、アリ排除実験ではアリの訪花序により送粉者アザミウマの数が減少していないか確かめた。

実験から、種数は食物体や花外蜜腺を花序上にもち、それらの存在場所や期間は種間差があることがわかった。これらの器官の存在中はアリの訪花序数が増えており、アリは食物体や花外蜜腺に誘引されていることが示唆された。さらに、アリが花序上に存在することにより食害が減少することが明らかになった。また、アリが花序上に存在していても送粉者の数は変化しなかった。このため、アリは花序にとって良い影響を与えていると考えられる。

さらに、アリ誘引構造と関係する特徴や、アリと送粉者の衝突を避ける仕組みなどについても考察する。

P2-020

スギ人工林の荒廃に伴う鳥類優占種の個体数変動

* 渡邊謙二, 持田幸良(横国大・院・環境情報), 鈴木茂也(大山林道観察グループ)

日本では、人工林の管理放棄と荒廃が全国規模で生じており、保全上の観点から、こうした変化に伴う森林性鳥類の個体数変動を予測する必要がある。この予測にあたっては、葉群密度を考慮することは重要であると考え、鳥類個体数の経年データから今後の長期的・季節的な傾向を捉えた上で、葉群密度の指標となる林相の変化との時系列的な対応を見ることにした。

鳥類個体数は、ライン/ポイントセンサス調査661回の月次データから求めた。また、解析対象種は個体数傾向が読み取れるヒヨドリ、ウグイス、メジロ、アオジとした(紙面上、ウグイスのみ紹介)。林相調査は、調査地域を一辺25mに区切ったグリッドごとに[高木夏緑樹林/高木常緑樹林/低木樹林/裸地・河川]を設定し、各年の林相を求めた(算出法は省略)。長期傾向は、観察個体数の結果を基に12ヶ月季節ローカルトレンドモデルをあてがい、季節成分を除いた長期的な傾向 $x[t]$ を求めることにした。また季節傾向は、当年の最多個体数と最少個体数の差を求め、この年変動を見た。最後にこれらの結果と、林相の記録からそれぞれの今後を予測することにした。

ウグイスは長期傾向、また季節傾向から見ても、解析した12年を通して右肩上がりの直線を描いており、約15個体増加していた。これは厳冬期の最少観察個体数が横ばいであるにも関わらず、繁殖期の最大観察個体数が増えていることに起因していた。これには繁殖環境となる低木層の発達を示唆され、低木層の林相数が倍増していることから支持されるが、観察林相別で見るとこの増加を主に担っているのは低木層でなく、高木・夏緑樹林であった。この林相は近年減少しているが、内部の階層発達が個体数増加に寄与していることも示唆された。ウグイスに関しては、今後もスギ植林の倒壊と低木層の発達が続く限り、冬期の横ばい傾向と夏期の増加傾向は続くと考えられる。

P2-021

・モンゴル国の退化草原におけるプラントハタネズミ (*Microtus brandti*)、タルバガン (*Marmota sibirica*)、ダウリナキウサギ (*Ochotona daurica*) の生息戦略に関して

澤向麻里絵 (酪農大・酪)

P2-022

ブナ科堅果資源量の年次変化がツキノワグマの生息地選択に与える影響

* 梅村佳寛 (農工大・農), 小坂井千夏, 中島亜美 (農工大・連大), 根本唯 (自然研), 小池伸介 (東京農工大), 郡麻里, 阿部真, 正木隆 (森林総研), 山崎晃司 (茨城県博), 梶光一 (東京農工大)

クマにとって冬眠前の脂肪蓄積は、生存や繁殖成功に関わる極めて重要な要素である。よって、秋季の主な餌資源であるブナ科堅果 (以下堅果) 資源量の年次変動は、クマの生息地選択に大きな影響を与えていると考えられる。

先行研究により、日光・足尾山地のクマは、堅果凶作年に行動圏を拡大させたことが分かっている。しかし、1) 行動圏拡大によってクマがエネルギー生産のより高いパッチを発見することが出来たのか、2) 凶作年にクマが利用可能なエネルギー量は、豊作年に比べてどの程度減少するのか、検証されていない。そこで、本研究では堅果類の分布と結実量を反映させたエネルギーマップ (以下 E マップ) を年別に作成し、上記について検証した。

凶作年 (06.10 年) と豊作年 (07-09 年) において、両期間に渡り追跡が出来た 4 個体を対象とし、凶作年の集中利用域 (コアエリア、以下 CA) と、豊作年の CA を個別別に算出した。次に凶作年 CA 内と豊作年 CA 内のエネルギー量を凶作年における E マップから推定して比較した。その結果、凶作年 CA の方が有意にエネルギー生産量が高いことが分かった。しかし、凶作年 CA と豊作年 CA のエネルギー量を、それぞれの年のエネルギーマップを用いて算出すると、凶作年 CA のエネルギー量は、豊作年の値の 10 ~ 30% しか存在しないことが分かった。したがって、堅果凶作年において、クマは行動圏の利用形態を変えることで、より資源を獲得することが可能であったが、それでもなお、豊作年と比較すると得られたであろうエネルギー生産量は極めて低いことが分かった。

P2-023

紅葉尾における農地周辺のシカの摂食の影響

* 石丸薫 (滋賀県大・環境), 野間直彦 (滋賀県大)

滋賀県の湖東地域ではシカによる農作物被害が増加しており、防護策の設置により農作物の被害対策が行われてきた。しかし被害は増加しており、効果的な被害対策が必要である。そこで本研究では、植生管理から被害を抑制するために、山地と農地の植生におけるシカの摂食量を調査し、植生の管理方法を考察した。

滋賀県東近江市紅葉尾 (ゆずりお) 町の農地周辺において、林床、耕作放棄地、あぜ道、およびササ群落の 4 つの植生区に 4 m 四方の調査区を 2 つずつ設置した。その一方は、ワイヤーメッシュ柵で覆いシカの食害を防止し (処理区)、もう一方は自由に食害させた (対照区)。各調査区で植生調査を行った後、地上部を刈り取って現存量を求めた。被害を受ける大豆畑を中心に農地周辺とあぜ道に調査ルートを設け、調査ルート上に落ちていたシカ糞の糞数を記録した。そして大豆畑から半径 50 m 以内、50 - 100 m、100 - 200 m の 3 つの距離範囲で、糞数を大豆があり柵がある、大豆があり柵がない、大豆がなく柵がある 3 つの期間にまとめた。

各調査区の優占種は林床でクラマゴケとチヂミザサ、耕作放棄地でメヒシバとアキメヒシバ、あぜ道でチカラシバとトダシバ、ササ群落でネザサとスキだった。耕作放棄地以外はワイヤーメッシュ柵の有無による現存量の違いは見られなかった。耕作放棄地ではアキメヒシバの現存量はワイヤーメッシュ柵のない場合 8 月に 96.2 g/m²、9 月に 123.6 g/m² 減少した。糞調査では、半径 50 m で大豆があって柵がない期間にはそれ以外の期間に比べて糞数が約 1.9 倍多かった。150 m 以上の範囲における大豆がなく柵がない期間は大豆があり柵がない期間に比べて糞数が約 3.5 倍多かった。

以上の結果から、シカが耕作放棄地を主なえさ場として利用すること、およびシカが大豆畑に誘引されることが示された。

P2-024

異なる食草におけるルイヨウマダラテントウの発育パフォーマンスの比較

* 富樫朱美 (北大・院理), 松本和馬 (森林総研), 片倉晴雄 (北大・院理)

食性昆虫の多くは特定の植物に依存しており、食草の変更は食性昆虫の分化を促す重要な役割を持つ。しかし、新規植物を利用するには代謝・感覚器などの生理的なレベルでの適応に加えて、昆虫とその植物のフェノロジーが合致することが必要である。ルイヨウマダラテントウは年一化、成虫越冬であり、全生活史をほぼ同一の植物上で送るが、関東地方西部では、展葉時期が短く盛夏には枯死するナス科ハシリドコロを利用する集団と、木本であり晩秋まで利用できるエゴノキ科オオバアサガラ (以下、アサガラと略) を主に利用する集団の存在が知られている。そこで、本研究では、これらの食草へのルイヨウマダラテントウのフェノロジーの同調性について検討した。野外調査では、各々の集団がそれぞれの食草のフェノロジーに同調した発生消長を示し、ハシリドコロ依存集団は食草の枯死する 6 月末にはほぼ姿を消したが、アサガラ依存集団は 9 月中旬になっても、一部の新成虫が活動を続けていた。一方、ハシリドコロで飼育した場合には、枯死前の葉を与えられた 6 月中旬以降の個体の成育は遅延し、小型であったが、アサガラで飼育した場合にはこのような時期による成育の違いは認められなかった。また、いずれのテントウ集団もハシリドコロ (枯れ死前の葉を除く) ではアサガラよりも早く成長し、蛹重も重かった。しかし、2 種食草間の発育の違いは、アサガラ依存集団の方が小さかった。ハシリドコロ飼育の場合には 2 集団間で違いが見られないが、アサガラ飼育ではアサガラ依存集団の方が早く成長し、より大型になった。以上の結果は 2 種食草上のルイヨウマダラテントウの発育パフォーマンスが、利用している食草の違いによってもたらされた可塑的な要素と、それぞれの食草への適応を反映した要素を含むことを示唆している。

P2-025

鳥散布液果ミズキの種子散布パターン — 結実量と散布者の時空間的変化の影響 —

*山崎 良啓 (京大院・農), 直江 将司 (京大・生態研), 藤津 亜季子 (農工大院), 兼子 伸吾 (京大院・農), 山崎 理正 (京大院・農), 正木 隆 (森林総研), 井鷲 裕司 (京大院・農)

東北アジアに広く分布する液果樹木ミズキ (*Swida controversa*) は、果実食鳥により種子が散布される。果実は夏から秋に結実するが、結実期や量には大きな個体差と年変動がある。また、渡り鳥を含む多種の果実食鳥が種子散布に貢献しており、果実食鳥の種組成は季節により変化する。そこで本研究では、このような果実量と果実食鳥の時空間的な変化に伴うミズキの種子散布パターンの変化を明らかにすることを目的とした。

調査は、小川学術参考林(茨城県)で2009年(豊作)と2010年(凶作)に行った。結実木に訪れる鳥の観察(194時間)と双眼鏡による結実量のカウントを結実期間を通して2週間おきに行った。また、結実木下に種子トラップを設置し、それらで回収した鳥散布種子の母樹由来組織の遺伝子型をSSRマーカーにより決定し、結実木の遺伝子型と比較することで、鳥散布種子の母樹を特定した。

2009年は16種の鳥が訪れ1時間あたり0.75個の種子が、2010年は11種の鳥が訪れ1時間あたり0.35個の種子が散布された。豊作年の方が凶作年に比べ、多様な鳥により多くの種子が持ち去られているといえる。主な種子散布者はメジロ・大型キツキ・ヒヨドリ・クログミなどであったが、種により訪問時期・訪問頻度・訪問あたりの採食数は大きく異なった。

遺伝解析により、鳥に採食されても母樹下に散布される種子が多い一方で、100 m以上散布される種子(3%)やプロット外からの移入種子(27%)も存在することが分かった。また、結実ピーク時には、母樹下に散布される鳥散布種子が減り、プロット外からの移入種子が増加する傾向があり、種子散布量が増えるだけでなく種子散布距離も長くなることが示唆された。

P2-027

鳥はどこへタネを運ぶのか? — 同種・他種の結実木と散布種子の空間分布 —

*直江将司(京大・生態研), 酒井章子(地球研), 正木隆(森林総研)

液果樹木の種子散布は、主に植物と果実食者間の直接的な相互作用の結果として研究されてきた。しかし、果実食者を介した樹木間の間接的な相互作用も種子散布に大きく影響しうる。発表者は、これまでに液果優占樹種の結実で森林の果実密度が果実食者の利用できる量を上回ることにより、低密度樹種の果実持ち去り率や種子散布距離が減少するという、低密度樹種に対する負の影響を明らかにしてきた。一方で、優占樹種の結実は、低密度樹種の種子散布場所を多様化しているかもしれない。例えば、低密度樹種の散布種子は、優占樹種の凶作年には同種の結実木下に集中するのに対し、優占樹種の豊作年には果実食者が低密度樹種-優占樹種間を行き来することで優占樹種の結実木下にも集中するかもしれない。本研究では、鳥散布種子の同種や他種の結実木下への散布が、優占樹種の豊凶によって変化するかを明らかにする。

2006-2008年にかけて、茨城県小川試験地に格子状に種子トラップを設置、液果樹木の結実期に種子を回収した。回収種子から優占樹種ミズキと低密度樹種5種について樹種毎に、鳥散布・自然落下種子の空間分布を求めた。種子に果肉が無ければ鳥散布種子とした。解析には被説明変数と説明変数に空間自己相関を考慮したintrinsic CAR modelを用いた。

解析から、ミズキ凶作年には低密度樹種の鳥散布種子は同種結実木下に集中するものの、豊作年には集中度が減少することが分かった。このことはミズキの結実豊凶によって散布場所が変化することを示している。また、ミズキは豊作年には多くの果実をつけることでミズキ結実木下に、ミズキ結実ピークと結実期が重なる他種の種子を誘引していた。結実期が重ならない樹種ではミズキの豊凶に伴う変化は小さかった。これらの結果は、ミズキの結実によって低密度樹種の種子が多様な場所に散布されることを示唆している。

P2-026

低木液果への果実食者の訪問

*藤津亜季子(東京農工大・院)

低木に結実する液果の主な種子散布者と考えられる鳥類の種子散布特性は、高木の場合と比べて異なる可能性が考えられる。しかし、日本をはじめとする冷温帯において、低木の液果の種子散布者として機能する鳥類相やそれらの鳥類の種子散布特性は、高木の場合に比べて不明な点が多い。

そこで本研究は、茨城県北茨城市の小川群落保護林の林内とその周辺部で、鳥類による低木樹種の液果における種子散布特性を特に量的な要素に注目して明らかにすることを目的とした。対象とした樹種は、ニワトコ、ツリバナ、ヤブデマリ、ムラサキシキブ、カマツカ、ガマズミである。量的な種子散布効率の要素である「鳥の訪問頻度」と「1回当たりの採食果実数」を測定するため、鳥種ごとに訪問個体数、採食個体数、採食果実数、滞在時間を測定した。全樹種でのべ242時間の定点観察を行った。その結果、鳥による果実の採食行動が観察されたのはニワトコのみで、採食者はヒヨドリとキジバトであった。このような訪問頻度は、既存研究と比べて非常に低かった。その原因として、調査を行った2010年はツリバナ、ヤブデマリ、ムラサキシキブ、ガマズミ、オトコヨウゾメなど秋に結実する樹種が不作であったことが考えられる。

一方で、不作ではなかったニワトコやカマツカへの鳥類の訪問頻度が低かった理由として、(1)鳥類による低木の液果の採食量は結実期のほかの食物資源量と関係する、(2)今回の対象樹木の生育環境は森林内部が多かったが、鳥からの果実の見つけやすさや採食のしやすさを考えると生育環境によって鳥類の訪問頻度が異なる、(3)低木の液果の主な種子散布者は鳥類ではない、などの可能性が考えられる。

P2-028

森林の階層構造が鳥類の種子散布に与える影響

*田中 悠希(鳥取大学大学院・農), 佐野 淳之(鳥取大学・農・FSC)

種子散布者としての鳥類の役割は古くから指摘されており、散布体としての植物と散布動因としての鳥類について多方面から研究されている。森林性鳥類では、鳥類群集の多様度が群集高多様度と高い相関を持つことが明らかとなっており、その関係は多くの地域で報告されている。また、鳥類が好む階層が鳥類種ごとに異なることや、同じ鳥類種においても季節によって階層の選好性が異なるといわれている。したがって、鳥類と森林の階層構造には密接な関係があると考えられる。そこで本研究では、森林の階層構造が鳥類による種子散布に与える影響を明らかにすることを目的とする。

調査は、平坦な丘陵性の砂丘地に位置する鳥取大学教育研究林「湖山の森」で行った。調査対象面積を約1.8 haとし、この範囲内にシートトラップを15 mごとに54個設置した。回収された種子を2010年5月から自然落下種子と鳥類による被食散布種子に分け、それぞれの樹種名と個体数を記録した。また、シートトラップの内容物を回収する時期にあわせて鳥類の観察を行った。さらに、森林の階層構造を把握するため、各シートトラップを中心に5 m × 5 mの調査区を定め、各階層の葉層密度と結実木の有無を調べた。

本調査地では、ヒヨドリ、ムクドリ、ツグミなど17種の鳥類種が確認され、季節によって鳥類種が異なっていた。種子散布が集中した時期はサクラ類などによる春～夏とハゼノキなどによる秋～冬の2回で、散布された樹種数や個体数は秋～冬に多かった。

各階層の葉層密度と各樹種の散布種子数には明確な相関関係はみられなかった。種子の散布を確認した場所は、季節を通して違いはみられなかったが、高頻度で種子が散布される場所については季節や樹種ごとに異なる傾向があった。また、鳥類による種子散布によって結実木の分布や、秋～冬では低木層の密度が重要であることが示唆された。

P2-029

大山ブナ老齢林における母性解析によるブナの種子散布
パターンの解明

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

ブナの種子は主に重力散布される。このため、ブナが優占する原生林では成木間での遺伝的構造が検出されており、遺伝的に近縁な個体が近距離に分布することが知られている。しかし、遺伝的構造を作り出す原動力である種子散布について実測した研究例はまだ少ない。そこで本研究では、鳥取県大山に設置されたブナ老齢林内の4 ha プロットにおいて、2009年度のブナ種子散布距離を、マイクロサテライトマーカー7座を用いた母性解析により明らかにすることを目的とした。母性解析では、2010年5月に発芽したブナ実生の果皮を使用した、DNA抽出を行った。実生の位置測定および果皮の採取は40×30 mの実生プロットで行い、実生プロットの周囲50 m範囲内に分布するDBH 12 cm以上の個体を母樹候補とした。その結果、解析された実生108個体において推定された母樹数は21、平均実生数は5.1であった。平均種子散布距離は 8.6 ± 4.9 m、最大散布距離は23.7 m、最小散布距離は1.3 mであった。また、散布距離が10 m以内の実生が63%と、短距離の種子散布が大半を占めた。母樹のうち実生数が15以上であったのは3母樹にとどまり、13母樹で実生数が2以下と母樹の繁殖成功には偏りが見られ、逆J字型の分布となった。母樹の平均DBHは 56.4 ± 12.0 cmで、繁殖に関わっていた母樹のほとんどが大径木であった。

P2-031

糞内容物分析から見た鳥類の食性及び種子散布について

* 金子尚樹, 中田誠 (新潟大・自然科学), 千葉晃 (日歯大・新潟), 伊藤泰夫, 赤原清枝, 市村靖子, 沖野森生, 小松吉蔵, 佐藤弘, 太刀川勝喜, 南雲照三, 藤沢幹子, 古川八重子 (にいがた野鳥の会)

鳥類による種子散布の研究は様々な方法で行われているが、鳥ごとに利用する植物を明らかにした研究は少ない。本研究では、標識調査の際に捕獲した鳥類から糞を直接採取し、鳥類の食性や種子散布を評価した。調査は常緑広葉樹を多数含む新潟市の海岸クロマツ林で行い、糞採取は秋季2シーズンと冬季1シーズン行った。秋季に37種1,293個体から糞を採取し、17種の鳥から35種963個の種子を得た。最も多くの植物を利用していた鳥はメジロで(16種)で、エノキを最も多く採食していた(298個)。メジロの口角幅は 6.01 ± 0.46 mm (N=42)であり、利用していた果実サイズは同程度かそれよりも小さかった。糞中から種子を得た鳥で、ヒヨドリが最も大きな口角幅だった(13.77 ± 0.42 mm, N=36)。ヒヨドリはタブノキやシロダモなど、10mm程度の大型果実を利用していたが、エノキなどの小型果実も採食していた。冬季は12種173個体から糞を採取し13種297個の種子を得た。冬季に果実を利用していた鳥はヒヨドリ、シロハラ、シジュウカラ、メジロで、冬季に果実を着けるトベラヤアオキ、センダンを利用していた。本研究で種子散布に関わる鳥として、メジロ、ヒヨドリ、ツグミ類、ウグイスの重要性が示された。本調査地に生育する植物の種子散布に関わる鳥類が明らかとなり、海岸クロマツ林の植生遷移の進行と鳥類群集の間に密接な関係があることがわかった。また、節足動物の破片が含まれる糞が多数得られ、鳥類は秋季も動物質を利用していることがわかった。これは遷移が進行した海岸クロマツ林に、秋季にも多数の昆虫が生息していることを示している。

P2-030

アマモの種子はどこへ行くのか?

* 細川真也 (港空研), 仲岡雅裕 (北大), 三好英一 (港空研), 桑江朝比呂 (港空研)

アマモの種子散布には、種子が親株の組織とともに水面を浮遊して遠くまで運ばれるメカニズムとその場に落下して底質輸送として運ばれるメカニズムが存在する。前者については、穂(種子を含むコンポーネント)、穂の集合体(穂が束となったもの)、生殖株(穂やその集合体を含む一つの株)とともに輸送されると考えられてきたが、その定量的な追跡は行われていない。そこで久里浜湾において生育するアマモを対象に、生殖株における穂とその集合体の痕跡と汀線に打ちあがっている種子の状態について調査した。さらに、それらコンポーネントの浮き沈み試験を行った。その結果、種子は穂とともに輸送され、未成熟段階においては浮き、成熟段階においては沈むことが明らかとなった。この浮き沈みには、穂に含まれる種子の数が強く影響していることが示された。単位面積当たりの生産された種子量とパッチ内に残存する種子量を比較したところ、生産された種子は1/2から1/3が発芽時期(翌年1月)までパッチ内に残存していることが推定された。これより、久里浜湾においては、アマモの種子は、主にその場に落下して海底付近を移動していく可能性が高いと考えられる。

P2-032

木曾駒ヶ岳高山風衝地におけるオープントップチャンバ
一内の植生変化

* 尾関雅章, 浜田崇 (長野環境保全研), 飯島慈裕 (海洋研究開発機構), 水野一晴 (京都大院・アジア・アフリカ), 中新田育子 (宮城大)

IPCC(気候変動に関する政府間パネル)の第4次評価報告書は、温暖化にともなう長期的な展望の1つとして「極地や高山の地域社会、生態系など特異で危機にさらされているシステムへのリスクの増加」を示している。日本の本州中部山岳の高山帯は、周北極要素の植物種の南限に相当し、極域と同様に気候の変化にきわめて脆弱な生態系の一つと考えられる。

本研究では、本州中部の木曾山脈・木曾駒ヶ岳山頂付近(標高約2,850m)の高山風衝地において、高山地域の気候変化に対する高山植生の応答を明らかにすることを目的として、簡易温室オープントップチャンバー(OTC)を用いた環境操作実験を1995年から実施している。実験開始から15年が経過した、このOTC内の環境変化に対する高山植物の応答として、植生変化について検討した。

調査区は、5基のOTC内と対照区(CTRL区×6区)、およびOTC内の風の影響を検討するため、卓越風向にたいして風下側のハイマツ林縁部(UW区×3区)とした。調査区の面積はいずれも0.25m²で、植生調査は、ポイントフレーム法(100ポイント)により、植物の成長が完了した生育期後期にあたる8月23・24日と9月3日に行った。

調査地のOTC内では、植物の生育期間の温度上昇、風の遮蔽のほか、冬季の雪溜まりの効果による複合的な環境緩和効果が発生した。植生変化では、ガンコウラン、ウラシマツツジといった矮生低木の被度および、矮生低木の伸長により群落高がCTRL区の2倍程度に増加した。OTCによる環境緩和にともなう、こうした群落構造の変化は、高山植物間の資源獲得競争の激化をもたらし、矮生性木の寡占化を促したと考えられる。

P2-033

ブナ2次林の競合過程を観る

島谷健一郎(統数研)

高密度の植物群集では資源をめぐる競合がある。とりわけ光については上位にいる個体が有利で、その優位さゆえさらに成育が促され、下位との差は開く。従って最初に上位に出た個体はずっと上位を保ち、下位の個体は上位個体が死んでギャップが空くまで上位には行けない。

こうした俗説は、1年生草本や陽樹群集では正しいのかもしれない。しかし一般の状況は決してそう単純ではない。

青森県八甲田山麓に、伐採後に更新したブナ2次林がある。極めて密度が濃く、ブナが圧倒的に優占している。ここに10m幅で総延長140mのプロットを設置し、胸高直径3cm以上の樹木の胸高直径と樹高を2004年から追跡している。

全体的には、確かに上位個体の成長が高い。しかし、現場とデータをよく観ると、あちこちで樹高や上下関係が逆転している。

ここでは、こうした単純ではない樹木群集の成長パターンについて報告する。単純なモデルの活用で、反例的な現象はみつけやすくなる。空間データの「見方」でも工夫が要求される。そうした予備解析を伴わない、安直な出来合いソフトに代入するだけの「解析」は、最も注目すべき現象を見逃しているのかもしれない。

P2-035

佐渡島のナラ枯れによる林分構造の変化と被害要因の検証

金子洋平(新潟大・超域研究機構)

ナラ枯れは1980年代後半から猛威を振るい日本中に被害が拡大し続けている。ナラ枯れはカシノナガキクイムシとそれに運搬されるナラ菌によって引き起こされるが、樹木特性(樹種、直径)が強く影響していることが報告されている。また、地理的要因(斜面方位、標高など)の影響も指摘されているが、樹木特性と地理的要因を併せて解析した研究はほとんどなく不明な点が多い。そこで、本研究はナラ枯れに影響する要因の解明を試みた。

佐渡島は森林の大部分がコナラ・ミズナラの二次林で構成されており、また被害が全島に拡大しているため、多様な地理的要因を含めた解析が可能である。10m×50mのベルトトランセクトを30地点に設置し、標高、斜面方位、傾斜角度、高木(DBH \geq 5cm; 枯死木を含む)の樹種と直径を記録し、一般化線形混合モデル(GLMM)を用いて解析した。さらに、ナラ枯れ後の更新を予測するために、各ベルトトランセクト内に5m×50mのサブトランセクトを設置し、稚樹と低木(DBH<5cm、H \geq 50cm)の個体数を、1m×2mの実生枠を5個設置し実生(H<50cm)の個体数を調べた。

AICを用いてモデル選択を行なった結果、樹種、樹種とDBHの交互作用、傾斜角度、標高がナラ枯れに影響することが明らかになった。以下に各要因の傾向を示す。①ミズナラとコナラの平均枯死率は78%と33%であり、ミズナラのほうが枯れやすい。②ミズナラは大きい個体ほど枯死率が高かったが、逆にコナラは小さい個体ほど枯死率が高かった。③傾斜角度が大きいところほど枯れやすく、④標高の高い場所ほど枯れにくい傾向があった。ナラ枯れ後の林冠木候補としてはナラ類やサクラ類など16種類の稚樹・実生が確認されたが、全体的に数が少ないことに加え、常緑低木が多いところほど個体数が少ない傾向があった。そのため、ナラ枯れ被害林を再生させるには、常緑低木の密度管理が重要であると考えられた。

P2-034

三宅島の火山灰堆積地における植生と中大型ミミズ類の関係

*久保栄子(筑波大・生)、上條隆志(筑波大・生)、金子信博(横国大・環)、東亮太(筑波大・生)

三宅島は、2000年7月に噴火し、その際大量の火山灰と火山ガスによって、大規模に生態系が攪乱された。火山灰によって裸地化された土地では、現在植生発達が進行している。本研究では、生態系発達における土壌動物と植生の相互作用に着目し、火山灰堆積地の回復状況の違う13地点において植生・土壌・ミミズ量を比較し、ミミズと植生発達との相互関係を明らかにすることを目的とした。

調査は、地点ごとに10m×10mの調査区を設置し、植生調査、毎木調査、土壌pH測定等を行い、ミミズに関しては、それぞれの調査区内5か所で個体採集を行った。

確認されたミミズは、ヒナフトミミズと、ヘンセイミミズなどの地中性であり、地表性のものは確認されなかった。各地点のミミズ個体数と群落高、全樹木の合計BAの間には有意な相関がみられた。三宅島での優占種であり、窒素固定植物であるオオバヤシャブシのBAに対しても有意な相関がみられた。一方、下層の優占種であるハチジョウススキに対しては、有意な相関はみられなかった。

ミミズの個体数と、植生発達度合を示す植生群落高及びBAとの間に、有意な相関がみられたことから、植生発達に対応してミミズは増加すると考えられた。また、窒素固定種であるオオバヤシャブシは特にミミズの存在量と関係している可能性がある。

P2-036

地上部刈り取りに対するミヤコザサの応答

*壁谷大介、齋藤智之(森林総研)、長谷川元洋、岡本透(森林総研・木曾)、清野達之(筑波大・ハケ岳)

ササは日本の森林に広く分布し、樹木の更新の強力な阻害要因となるため、その密度管理は重要な課題となっている。一方で近年増加しているシカ食害によるササ・バイオマスの減少も重要な問題の一つである。

ササ属は、地下茎構造が発達し大きなバイオマスを地下部に分配している。またクローナル植物であり、地下茎を介した資源の移動に関する生理的統合の存在も知られている。本研究では、これらのササの性質が、地上部損傷に対してどのように機能するか明らかにすることを目的としている。そのため、筑波大学ハケ岳演習林内のミヤコザサ群落において、2008～10年にかけて、毎年一回初夏に地上部を切除した場合のミヤコザサの地上部バイオマスの変化を追跡した。また隣接する林分に2×5mのトレンチ処理区を用意し、地下茎を介しての物質移動を制限した場合の、地上部刈り取りの影響を評価した。同時に07年(通常区)、08～10年(トレンチ処理区)の11月に1m²の範囲の地下茎を回収し、地下茎サイズと再生地上部の関係を調べた。

4回の掘取りで得られたミヤコザサの地下茎は、最長で238cmに達する一方で、先端を含む地下茎を除外しても大半が50cm以下であった。地下茎長の分布は、掘取りに伴う断片化を想定した場合の分布と明確に異なることから、自然条件下において地下茎の断片化が進んでいることが示唆された。また地下茎長が長いほど、接合する着葉シュート数が多かった。これは地下茎長の伸長に伴う節数の増加と資源サイズの増加の二つの影響が考えられる。通常区とトレンチ処理区のいずれも、繰り返しの地上部刈り取りに対して再生する一方で、トレンチ処理による再生地上部量の制限はみられなかった。これは、地下部の貯蔵資源と再生地上部自身の生産性の高さの両方が影響していると考えられる。

P2-037

チシマザサ節とチマキザサ節の棲み分けを規定する気候要因の解明と温暖化の影響予測

*津山幾太郎(森林総研), 中尾勝洋(森林総研), 堀川真弘(トヨタ・バイオ緑化), 松井哲哉(森林総研・北海道), 小南裕志(森林総研・関西), 上條隆志(筑波大・生命環境), 田中信行(森林総研)

多雪地域の林床優占種である、チシマザサ節とチマキザサ節の棲み分けを規定する気候要因とその閾値を全国スケールで明らかにした。また、温暖化が両節間の勢力関係(優勢度)に与える影響を予測した。

ササ属2節の棲み分けと気候との関係の解析には、分類樹モデルを用いた。応答変数に植物社会学ルベデータベースから抽出した2節の在・不在を、説明変数に暖かさの指数(WI)、最寒月最低気温(TMC)、夏期降水量(PRS)、最大積雪水量(MSW)、冬期降雨量(WR)を用いた。分類樹の末端ノードにおける、ササ属2節の分布確率の差を算出し、2節間の勢力関係を指標する「優勢度」とした。現在の気候には3次メッシュ気候値(1953-1982年平均)を、将来の気候にはRCM20(2081-2100年平均)を用いた。モデルの予測精度は、チシマザサ節/チマキザサ節の分類判別率(正答率)で判断した。

分類樹モデルの正答率は82.0%だったことから、両節の全国スケールにおける棲み分けは気候条件によってほぼ説明されることが示唆された。両節の棲み分けを規定する気候要因として、MSWが最も重要であり、次いでPRS、WR、WIが同程度に重要であることがわかった。MSW \geq 338.9mmの多雪地域では、チシマザサ節が優勢であった。MSW < 338.9mmでは、PRS \geq 1286mm、またはPRS < 1286mm、かつMSW < 182.3mmでチマキザサ節が優勢となった。2081-2100年の気候下では、現在チシマザサ節が優勢な地域の70.8%がチマキザサ節が優勢な地域に変化すると予測された。

P2-039

南極湖沼生態系の多様性と植生構造

伊村智(極地研)

南極昭和基地周辺の露岩域には、氷河によって削られた岩盤のくぼみに夏期の氷雪の融水が溜まって出来た湖沼が点在している。一年のほとんどは水に覆われ、夏期の1ヶ月半ほど解氷して湖面が現れることが多い。これらの南極湖沼群は幅広い塩分濃度を示すが、多くは淡水で栄養塩類に乏しい貧栄養湖である。水柱はプランクトンに乏しく、わずかに微少な藍藻類が存在する。一方湖底は、藍藻、珪藻、緑藻、バクテリアなどからなるマットに覆われ、そこに水生のコケ植物が混在していることが多い。これらの植物群落中に、センチュウ、ワムシ、クマムシ、繊毛虫等の微小動物が生息する。湖沼周辺の露岩域は寒地荒原となっており、わずかな雪解け水の得られる場所にコケ類、地衣類、藻類が見られる程度であることに比較して、南極湖沼生態系は多様で大きな生物量を持つといえる。また、南極湖沼生態系の生物相は周辺の陸上露岩域から流入したものに起源を持つとされ、陸上生態系のサブセットと考えられてきた。ところが近年の分子系統学的解析の進展により、湖沼と周辺の陸上では、生物種の構成に大きな隔りがあることが分かっている。

低温、貧栄養、一年の大半が低照度という南極湖沼にあって、このように豊かで独自性の高い生態系が存在する理由の一つとして、水生のコケの作る植生構造である「コケボウズ」が注目されている。これは、密集したコケ植物のシュートが、高さ80cm、直径30cmにもなる安定した塔状の構造をなすもので、水深2.7mの湖底に林立している。表面には光合成活性の高いコケと好氣的なバクテリア群、内部には嫌氣的なバクテリア群が生育し、強力な酸化還元勾配を形成している。この勾配に沿って、窒素や硫黄を受け渡しつつエネルギーを生産するバクテリアのネットワークが明らかになってきた。昭和基地周辺の南極湖沼生態系の豊かさは、この地域の湖沼に分布するコケ植物が支えている可能性がある。

P2-038

東南アジアの熱帯山地におけるブナ科の垂直分布パターンの比較

*原正利(千葉中央博), 神崎護(京大・農), 水野賢司(大阪市大・理), 野口英之(大阪市大・理), K. Sri-Ngernyuan(Maejo U.), S. Teejuntuk(Kasetsart U.), C. Sungpalee(Maejo U.), 大久保達弘(宇都宮大・農), 山倉拓夫(大阪市大・理), P. Sahunalu(Kasetsart U.), P. Dhanmanonda(Kasetsart U.)

ブナ科は熱帯下部山地林の主要な構成科で、その垂直分布は熱帯山地の垂直植生帯分化を考察する上からも興味深い。ここでは2つの熱帯山岳、北タイのドイインタノン(海拔2,565m)とボルネオのキナバル(海拔4,095m)におけるブナ科植物の垂直分布、特に種数の垂直分布パターンを比較し、分布パターンの形成要因について検討した結果を報告する。データは、ドイインタノンについては主に現地での採集標本および記録に基づくオリジナルデータ、キナバルについては同山のフロラ(Beaman et al. 2001)に基づく。分布が確認されたブナ科の植物は、ドイインタノンでは38種、キナバルでは62種であった。各種の垂直分布域から内挿によって標高帯ごとの分布種数を求め、標高傾度に沿った変化を調べると、どちらにおいても中標高域にピークを持つ、よく似た一山型の分布を示した。ただし、キナバルのほうが、いずれの標高帯でも種数が多かった。次に、どのような要因が、この分布パターンに影響しているのか、ニッチ分布モデルに基づく幾何学的制約(MDE: Mid-domain effect)、標高帯ごとの面積、気候条件などについて検討した。その結果、気温や降水量などの気候条件や、競合関係にあると推定されるフタバガキ科などの植物群との相互作用が重要で、高標高側では、面積の減少も影響していると考えられた。

P2-040

北海道中央部の天然生林の種組成-主要樹種の出現パターンに与える立地環境、森林の発達程度、施業の有無の影響-

*大野泰之(北海道林試)

北海道の針広混交林では、立地環境や森林の発達段階が樹種構成に影響していることが報告されているものの、施業の履歴(有無)が及ぼす影響については明らかにされていない。そこで本研究では、北海道の道央地域の天然生林を対象に、樹種ごとの出現パターンに及ぼす立地環境(標高、傾斜角、斜面位置)、林分の発達段階、施業の有無の影響について解析した。道央地域(石狩、空知、上川南部地方)で調査された既存の林分データ(315林分)を用いて解析を行った。調査林分の面積は0.1haであり、標高20~980mの範囲に位置している。各林分では、胸高直径(DBH)4cm以上の立木を対象に樹種の記載、DBHが測定されている。解析は北海道に自生する主要な樹種12種類を対象に行った。樹種ごとの出現パターンに影響する要因を抽出するため、一般化線形モデルを行った。樹種ごとの出現確率を目的変数とする調査林分の標高、傾斜角、斜面位置、林分内に存在する個体の最大DBH、施業履歴の有無を説明変数として用いた。エゾマツやトドマツの出現確率は、標高とともに増加し、また、最大DBHの増加とともに高くなっていった。ミズナラやイタヤカエデ、ハリギリ、シラカンバなどの樹種では、出現確率が標高にともなって低下した。シナノキやキハダ、ハンノキの出現確率は、標高と独立した関係であったが、ハンノキは湿性な立地で出現確率が増加していた。施業によっても出現確率が変化する樹種が認められ、エゾマツやナナカマド、キハダ、シウリザクラでは、施業が行われた林分で出現確率が低下しており、これらの樹種は、伐採によって林分から消失しやすかったものと考えられた。このように、北海道の針広混交林における樹種の出現パターンには、森林の発達段階や立地環境、施業履歴が複合的に影響していた。

P2-041

隣接した草原-森林間での多変量回帰木によるエコトーン検出

* 中山智絵 (茨城大学), 鈴木真理子 (茨城大学), 齋藤彩 (茨城大学), 若林遼 (茨城大学), 安田泰輔 (山梨県環境科学研究所), 中野隆志 (山梨県環境科学研究所), 堀良通 (茨城大学)

異なる植物群落間の境界をエッジと呼び、エッジを挟んだ群落が混ざり合ってきた移行帯をエコトーンと呼ぶ。エコトーンの位置や幅を検出する解析のために、現在、様々な試みがなされている。De' ath (2002) は、多変量回帰木 (Multivariate Regression Trees: MRT) は、種と環境間の関係のモデリングに有効な解析法であると述べている。本研究では、様々な草原-森林エッジにおいて、MRTによるエコトーンの検出を行った。

調査地は山梨県富士山北西麓の標高約1,300mの野尻草原と、草原に隣接している青木ヶ原樹海である。野尻草原はかつて採草地として利用され、定期的に火入れが行われていた。現在の草原の優占種はススキとトダシバで、一部に低木が侵入している。

調査区は草原-森林間のエッジを横切るようにして0.5m×50mのトランセクトを設置した。起点は草原内、25m地点を境界、50m地点を森林内とした。トランセクト上に0.5m×0.5mの隣接した100個のコードラートを設置し、コードラートごとの全出現種の出現頻度、群落高、光量子密度等の測定と、優占種の記載を行った。トランセクトは草原-樹海エッジに2ヶ所、草原-アカマツ林エッジ、草原-ミズナラ林エッジの計4ヶ所に設置した。

MRTによる解析を行った結果、エコトーンの位置と幅の推定及び、Smith (1996) によるエコトーンのタイプを推定することができた。例えば、草原-樹海(広葉樹)エッジでは、トランセクトの13.5~27.5m地点がエコトーンであり、エコトーンのタイプは、草原側に森林側の群落が発達して形成されたエコトーンであると推定できた。MRTはエコトーン研究の有効な解析法である。

P2-043

雑草群落および放牧草地群落における種構成のバイオマスからみた空間分布

* 佐々木彩, 神田洋之, 樋渡達哉, 山村靖夫, 塩見正衛 (茨城大・理)

本研究では、雑草群落および放牧草地群落を構成する種の、空間分布の特徴を明らかにすることを目的とした。調査地は、茨城大学構内の雑草群落、および畜産草地研究所那須研究拠点の放牧草地群落に設置した。雑草群落は5月下旬に調査地を耕し、地下栄養体を含む雑草を可能な限り取り除き、そこに10cm×10cmの100個の小区画からなる1m×1mのコードラートを8つ設置した。初夏から秋まで約3週間ごとに、1つのコードラートの刈取りを行った。放牧草地群落では春と夏に弱放牧区と強放牧区の2ヶ所に50mのライントランセクトを設置し、そこに50cm間隔で10cm×10cmの小区画を100個設置した。植物は小区画ごとに分けて地際から刈取り、それぞれの種のコードラート内の小区画への出現頻度、出現種数、バイオマスを測定した。

調査期間を通して、雑草群落ではメヒシバ、エノコログサが、放牧草地群落ではシバ、メリケンカルガヤが高い出現頻度とバイオマスを占めた。種の分布パターンは、バイオマスの空間的不均一性を表すパラメータ(ρ)を用いて考えた。 ρ (>0)は、0に近いほど高い不均一性を、1のときはランダムな分布を、また1より大きくなればなるほど均一な分布を意味する。種ごとの ρ と小区画あたりの平均バイオマスは正の関係を示したが、雑草群落のヒメジョオン、放牧草地群落のヒメヤブラン等、バイオマスが小さいにもかかわらず、ランダムに近い分布を示した種もあった。また、種ごとの ρ と小区画あたりの出現頻度の関係は、指数曲線的な増加傾向を示した。 ρ 値から得られた100個の小区画における種の空間分布のパターンは、バイオマス、小区画への出現頻度との間で一定の関係を示す傾向が明らかになり、この結果はそれぞれの種の特徴を理解する手助けになると考える。

P2-042

仙丈ヶ岳におけるシカ防除柵設置による高山植生の回復

* 渡邊修 (信大・農), 草野寛子 (信大・農)

長野県と山梨県の県境に位置する仙丈ヶ岳(3033m)は、貴重な高山植物が数多く自生している。南アルプス全域で1990年代末頃からニホンジカによる食害が進行し、高山植生が急速に失われている。高山植生保全のため、南アルプス食害対策協議会を設立し、2008年から仙丈ヶ岳の馬ノ背ヒュッテ周辺に防鹿柵を設置した。2009年の調査では、マルバダケブキを中心に植被率と植物体量が増加し、ミヤマキンポウゲやタカネスイバなどの開花が数多く確認され、柵の設置効果がみられた。一方、柵内ではマルバダケブキが群落全体を被除するケースが多く見られ、他の高山植物の生育を妨げている可能性が考えられた。そこで、2009年にマルバダケブキの刈り取り管理を行ったところ、他の区ではまったく見られなかったミヤマシシウドとシラネセンキュウの生育が確認された。2010年は前年と同様に柵内外の植生のモニタリング調査を実施するとともに、マルバダケブキの刈り取り効果を調査した。

2010年の植被率は柵外で35-70%、柵内で55-100%であり、群落高は柵外で33-115cm、柵内で30-105cmとなった。開花・結実率は柵外では42.5%、柵内では62.4%であり、柵内外ともに2008年、2009年より増加した。ミヤマカラマツ、ミヤマハタザオ、ネバリノギラン、センジョウアザミは2010年に開花・結実がはじめて確認された。タカネノガリヤス、シラネセンキュウ、ミヤマアキノキリンソウ、ハクサンフウロは2009年より開花・結実数が増加した。刈り取り区の出現種数は合計15種、刈り取り前の610種から増加し、ホソバトリカブトとタカネヨモギが新たに確認された。一方、前年に地上部全体を完全に刈り取ったマルバダケブキは、翌年草丈36cm、被度33%を示し、草丈はやや小さくなるが、シュートの回復が極めて早いことが認められた。

P2-044

上高地梓川河床におけるパッチ状群落の消長と草本群落の種組成変化

* 川西基博 (鹿児島大・教育), 石川慎吾 (高知大・理)

上高地梓川の河床砂礫部では、様々な発達段階のパッチ状先駆樹種群落が発達し、河畔林の中で最も大きな変動を示す。この群落は、ケショウヤナギをはじめとする先駆樹種群落の初期相として重要であるとともに、草本の多様性が高いことも注目される。本研究では、1994年以後16年間におけるパッチ状群落の消長と、2004年から2010年にかけての草本層の種組成の変化を報告する。パッチ状群落の消長について、1994年から99年にかけては消失したパッチが多く、新たに出現したパッチは少なかつたが、1999年から2004年にかけては消失パッチ、出現パッチともに多かつた。2004年以降は消失・出現パッチともに少なく、2004年を境にパッチの変動が小さくなった。また、パッチ状群落は2004年には河道の中で比較的分散していたのに対し、2010年には左岸側の一部分にまとまっている傾向があった。各パッチ状群落に調査区(3×3m)を設置し、2004年と2010年に植物社会学的手法による草本層の植生調査を行った結果、両年で合計218種が確認された。2004年に調査区内で確認された種は199種で、そのうちの73種が2010年までの間に消失した。一方、新たに出現した種は19種で、2010年に確認された種数は145種であった。両年とも確認された種の多くは出現頻度と平均被度が小さくなっていた。稀な種を除く111種を対象としてクラスター分析を行った結果、11の種群に区分された。このうち6つの種群はパッチ状群落の林齢階に対して分布の偏りがあった。以上の結果から、パッチ状群落が発達していく過程で、草本の種群を構成する種の多くが入れ替わっていることが明らかになった。様々な発達段階のパッチ状群落が存在することによって、草本層の高い種多様性が維持されていると考えられた。

P2-045

ハリエンジュ林における在来樹木の生育状況

* 皇瀬頼子 (自然研)・阿部聖哉 (電中研)・長岡総子 (横浜植生研究会)・和田美貴代 (学芸大)

北米原産の外来種ハリエンジュは全国の河川で分布を拡大し、急速な樹林化により、河原固有種や在来植生の減少が報告されている。一方、成立して数十年を経たハリエンジュ林での在来植物種の定着も報告されている。多摩川では1980年代からハリエンジュ林が増加し、現在では中流域で広く優占し、様々な生育段階の林分が見られる。そこでハリエンジュ林において、林分の発達とともに在来樹木の侵入が進むのかどうかを検討するため、多摩川中流域の樹林において在来樹木の生育状況を調査した。

多摩川河川環境管理計画において生態系保持空間が設定され、人為から保護されてきた樹林20箇所に調査区(10×10m)を設置し、毎木調査(樹種、胸高直径、樹高)を行った。各調査区では航空写真により樹林の成立年代を確認した。ハリエンジュ林への侵入が顕著であったエノキについては、再生産の状況を知るため結実の有無を確認した。サンプル数を増やすため調査区外でもエノキ40本について胸高直径、樹高、結実の有無を測定した。

ハリエンジュ林では林分の発達(林分全体の胸高断面積合計の増加)に伴い在来樹木の胸高断面積合計が増加する林分もあったが、在来樹木が増加せずハリエンジュの優占が続く林分もあった。ハリエンジュ林に侵入した在来樹木ではエノキが高い割合を占めた。エノキは胸高直径十数cm以上で結実が確認され、河道内で再生産していた。1987年、91年以降に成立した林分では発達に伴って在来樹木が増加する傾向があった。しかし、1984年以降に成立していた林分では胸高断面積合計が大きくとも在来樹木が少ない林分があり、樹林化して時間がたっても在来樹木の侵入が進まない林分があるようであった。エノキを中心とする在来樹種の生育が見られるものの、必ずしも林分の発達にともなって増加する傾向にはないことが明らかとなった。

P2-047

Vegetation Analysis of Evergreen Broadleaved Forests in South-western Insular Areas of S. Korea

*Sung-Je LEE, Keiichi OHNO (Graduate school of Environment and Information Sciences, Yokohama National University), Young-Hee AHN (Department of Applied plant science, Chung-Ang University), Jong-Suk SONG (Department of Biological sciences, Andong National University)

We carried out vegetation analysis of Evergreen Broad-Leaved Forests (EBLF) in three islands (Gageo-do; GGD, Hong-do; HD, Heuksan-do; HS) of S. Korea. With phytosociological analysis and DCA for vegetation analysis, It was carried out that comparative study about similarities among study areas by Total Constancy Value (TCSV) and Quantitative Common Coefficient (QCC; %), based on the vegetation data of three islands and other areas (Jeju-do (JJ), Islands in southern part of Korea (ISK), Tsushima (TS) and Northwestern part of Kyusyu in Japan (NKJ)). As results, EBLF of three islands is composed of four forests: 1. *Quercus acuta*, 2. *Machilus thunbergii*, 3. *Carpinus turczaninowii* and 4. *Castanopsis sieboldii*. The highest value is the QCC between HD and HS (80.26 %), and the second and third are between GGD and HD (71.77) and between GGD and HS (66.85) in the similarity among three islands. We think the correlation between distances and the QCC exists. Even the QCC among HD, HS and Japan (TS, NKJ) are higher than the one between GGD and Japan, GGD is more similar with Japan in flora because some species growing wild only in Japan such as *Viburnum japonicum* were found in GGD.

P2-046

急峻な地形に発達する森林構造

*北川 涼 (横浜国大・環境情報), 加藤 顕 (千葉大学・園芸), 森 章 (横浜国大・環境情報), 酒井 暁子 (横浜国大・環境情報)

森林の構造と動態を理解する上で地表の起伏に対応した森林の地上部バイオマスの分布を理解することは重要である。これまでの研究で、活発な浸食作用によって複雑な地形が形成されている地域では、比較的地表が安定していると考えられる尾根上に大径木が分布していることが明らかにされており、このため、尾根上のバイオマスが谷周辺に比べて大きいと推定されている。しかし、この結果は樹木の胸高断面積のサンプリング調査から推定されたものであり、樹高については考慮されていない。森林のバイオマスの正確な分布を推定するためには、林冠高を含めた森林の3次元構造を詳細に把握する必要があるが、調査の困難さからそれらの情報は不足していた。しかし近年、航空機に搭載されたレーザセンサー(LiDAR)を用いた広域・面的な計測の有効性が指摘されている。

本研究では、神奈川県丹沢山地においてLiDARによって得られた計測結果を用いて林冠高を表現する10m×10mのDigital Canopy Model (DCM)を作成し地形構造との対応について解析した。その結果、林冠高は尾根部・緩傾斜地で低くなり、谷部・急傾斜地で高くなることが示された。これは樹木の胸高断面積(BA)の分布と逆の傾向である。また、BAと林冠高では対応する地形スケール(起伏量を評価する空間面積)が異なることも示された。これらの結果は、現地調査から得られたBAのみによる地上部のバイオマス量の推定の不確実性を意味する。今後はさらなる現地調査を行い、急峻な地形における森林構造を把握するためのLiDARの有効性の検討を進めるとともに、森林の3次元構造に及ぼす地形の影響について様々なスケールで検討することが必要であると考えられる。

P2-048

アマゾン天然林における林冠ギャップ動態

*飯田滋生(森林総研北海道), 八木橋勉(森林総研東北), 田内裕之(森林総研四国), 久島宏道(森林総研木曽), N. Higuchi (INPA)

アマゾンの森林の大部分は雨期の増水期に浸水しないテラフィルムと呼ばれる立地に成立している。テラフィルムの地形は相対的な標高と傾斜によって、標高の高い平坦地であるplateauと"baixio"と呼ばれる谷地の低部、および両者の間の斜面であるslopeに大きく3区分される。地形の違いによって土壌・水分環境が異なっているが、さらに更新の契機となる林冠ギャップの動態が異なることが予想される。そこで本研究では、ブラジル中央アマゾンのマナウス近郊のテラフィルムに成立する自然林に設置した18haの試験地において、2002年と2010年に5m×5m枠毎に林冠ギャップ(H≤10m)を測定し、3地形区分間で林冠ギャップ動態の比較を行った。

試験地全体および各地形区分において林冠ギャップの修復速度は形成速度を上回っており、全体のギャップ面積は2002年の6.0%から2010年には4.7%に減少した。このため、この試験地では過去8年間では強度の攪乱は生じていないと考えられた。ギャップ面積の割合を各地形区分間で比較すると、baixioは2002年および2010年ともにplateauおよびslopeより高い傾向があった。また、8年間でのギャップの形成速度および修復速度は、baixioはplateauおよびslopeよりも大きな値を示し、baixioにおける林冠の回転時間は、plateauおよびslopeよりも短いと考えられた。これらの地形区分間の林冠動態の違いは、各地形区分における樹種構成やバイオマスに影響を与えていることが示唆された。

P2-049

暖温帯上部天然林における温帯性針葉樹と常緑広葉樹の分布と地形との関係

* 酒井武, 杉田久志 (森林総研), 日浦勉 (北大苫小牧研究林)

地形と植生の関係については多くの研究がなされてきたが、暖温帯上部に成立する温帯性針葉樹と常緑広葉樹の混交する林分についての事例は少なく、地形に関わるどのような要因が影響しているかについて十分な論議がなされていない。私たちは、四国西南部のヒノキ、ツガ等針葉樹とカシ等常緑広葉樹の混交する成熟した天然生林において構成種の分布と地形の関係を明らかにしその要因を考察した。尾根から谷を含んで設定されたほぼ方形の0.95haの調査区を設置し、田村(1974)に準じて微地形区分を行った。また構成樹種のDBH5cm以上の幹数の百分率を指数とし各10mメッシュの植生をTWINSpanで分類した。結果、1:ヒノキ・ツガ優占群落、2:針葉樹とウラジロガシ・サカキなど多種の広葉樹が混交する群落、3:ホソバタブの割合の高い群落に分かれた。NMDSによる序列化を行った結果、上記の3つの群落が第1軸に沿ってその順序で配置された。そこで、その第1軸の値を被説明変数とし、微地形区分、方位、傾斜と土壤水分条件を表すTWI(地形性湿潤指数)を説明変数として、樹形モデルで要因分析を行ったところ、植生分布に影響する要因としてTWIと微地形区分が採用された。分割された立地カテゴリーは頂部斜面(A)、TWIで3つに分けられた上部谷壁斜面(B,C,D)、上部麓部斜面と下部谷壁斜面(E)、下部麓部斜面(F)に対応し、A,Bに群落1、C,Dに群落2、E,Fに群落3が分布していた。これらの系列は尾根から谷にかけての微地形配列、土壤水分条件に対応しており、尾根で少なく斜面下部で多い表土の移動量とも対応していた。以上のことから、ここでの種の分布は地形のもたらす水分条件の違いと地表の不安定性に規定されていると考えられた。

P2-051

落葉広葉樹林におけるギャップ更新の実態 - 稚樹群集構造の19年 -

* 阿部真 (森林総研), 高橋里衣 (東農大卒), 小山未奈 (東農大・農学研究科), 佐藤明 (東農大・地域環境科学部)

天然林の群集構造を維持するしくみとして、小規模の攪乱で生じる林冠ギャップに対し、個体群ごとの様々な反応があることが重要とされる。しかしこのポピュラーな仮説は、実はほとんど実証されていない。本研究では、成熟林において多数の林冠ギャップに生育する稚樹群集を調査、追跡することで、樹木群集の更新動態の実態を追った。

北茨城市の小川群落保護林は、東北地方の阿武隈山地に連なり、ブナ、オオモミジ等が優占する冷温帯落葉広葉樹林である。6haの固定試験地とその周辺で、53カ所の林冠ギャップ直下に25m²の調査区を計115設定した。1990年から2009年までの調査に基づく結果は、次のようになった。

1. 耐陰性の低い樹種の経年減少: 1990年にギャップで多数観察されたリョウブ、ミズキ、ウリハダカエデなどは、同じ調査区の19年後にはほぼ姿を消した。死亡率では他にヤマウルシ、ミズメなどが高かった。また古いギャップでは、高耐陰性と考えられる種の稚樹が残存する傾向が、顕著だった。
2. サイズ効果の経年減少: 1990年にはギャップの大きさによる更新樹種組成の違いが強く見られたが、同じ調査区の19年後ではごく不明瞭となった。
3. 鳥散布型種子樹種の偏り: 稚樹の樹種ごとの種子散布型について、固定試験地全体では風散布型の稚樹数が過半数だったのに対し、ギャップ内に限れば鳥散布型が拮抗していた。特に形成後30年以下の若いギャップでは鳥散布型の比率が高かった。
4. 地形効果の差違: ギャップ内ではいよゆる陽樹が多い傾向は尾根部で顕著であった。また谷部では、時間経過に伴い耐陰性の高い種が優占していく傾向があった。

ギャップ内の稚樹群集とその経年変化をみることで、林分の種構成が維持されている実態が示された。

P2-050

落葉広葉樹林における各環境要因・及び林冠構成種の違いが複合的に林床の植物相に及ぼす影響

* 大山拓郎, 紙谷智彦 (新潟大・院・自然科学)

林冠被覆の程度や、林冠構成種の違いは林内の光環境をモザイク状に多様化させる。また、展葉・落葉フェノロジーは、林内に季節的な光環境の変化を生み出す。一方、林床の植物種多様性は低木層の被陰によって低下することが知られている。したがって、林床の植物相は、立地の物理的環境と、林冠層・低木層がもたらす林内環境によって、その出現が規定されると考えることができる。

そこで本研究では、季節的な林内環境の変化に着目し、林床植物の出現を規定する複合的要因を明らかにすることを目的とする。

調査は新潟県阿賀町の林冠条件が異なる広葉樹二次林で行った。二次林内に100m²の調査プロットを40個設置し、林冠構成種の毎木調査を行った。林床の植生は、各プロット内に1m×1mのコドラートを40個設置し、出現した全ての維管束植物を草本層(h≤0.5m)、低木層(0.5m<h<2m)に分けて記録した。各プロットの季節的な林内環境の変化を評価するために、3-4日間隔で早春の融雪状況を記録、展葉期・落葉期には林内のrPPFDを6-8日間隔で測定した。その他の環境要因として、夏緑期にLAI、pH、土壤水分、土壤EC、リター層の厚さを記録した。

優占樹種によってプロットをブナ優占、ナラ優占、ナラ枯れ跡地の3タイプに分類したところ、融雪速度、展葉・落葉速度は各タイプ間で有意に異なった。CCAによる直接傾度分析の結果、各プロットは林冠構成種と低木層構成種の組み合わせによって、異なる環境傾度に座標付けられた。INSPANにより、各タイプの指標種を抽出したところ、ブナ・ナラ枯れ跡地タイプでは常緑植物が、ナラタイプでは春植物を含む多年草や落葉性の植物が特徴付けられた。以上の結果より、落葉広葉樹林に分布する植物相は、構成樹種とそれらが生み出す季節的な林内環境の変化によって出現が規定されていることが示唆された。

P2-052

Exploring phylogenetic structure of tropical peat swamp forests

* Tetsuya Shimamura, Erna S. Poesie (Ehime Univ.)

We assessed the phylogenetic structure of tropical peat swamp forest to clarify the community assemblages in tropical peat swamp forest vegetation. We laid out six plots along the gradient of peat depth in the upper catchment of the Sabangau river, Central Kalimantan, Indonesia and investigated forest phylogenetic structure. As a comparison, we also investigated the phylogenetic structure of Sumatran peat swamp forest communities. We found a tendency for phylogenetic diversity to decrease as peat depth increased in both locations. Overdispersion in forest zones closest to rivers could be attributed to competitive exclusion in a relatively benign peatland environment, whilst underdispersed communities far from rivers could be attributed to the filtering effect of a more stressful environment. There was, however, unexpected underdispersion in the tall interior community in the Sabangau forest, where environmental conditions were less extreme. This observed underdispersion is possibly related to the history of peat development in this location as the ombrogenous peat is undergoing long-term oxidation due to reduced precipitation and lowering of the water table. We conclude that not only environmental filtering but also biotic filtering through such mechanisms as competitive exclusion contribute to the catenary sequence of tropical peat swamp vegetation.

P2-053

降水量と放牧圧がモンゴルの植生変化に及ぼす影響

*程云湘, 坪充, 伊藤健彦, 篠田雅人

Climate and grazing are the main drivers of plant community composition and species richness in arid environments. This study aimed to examine the vegetation response to interannual rainfall variability and grazing pressure in Mongolia. To investigate the effects of rainfall variation between 2 years on vegetation spatial patterns along a grazing gradient, two sites were selected as representatives of desert-steppe and steppe zones. The proportions of the different functional groups was affected by grazing pressure and rainfall variability in both desert-steppe and steppe zones. In the desert-steppe zone, species richness was significantly lower in the drier year but did not vary with distance from a settlement (a proxy for grazing pressure). In the steppe zone, species richness varied significantly with grazing pressure but did not vary between years. Thus, precipitation would be more important than grazing pressure in terms of their effects on vegetation changes in dry areas with high variability of rain.

P2-055

釧路市春採湖における水生植物の10年間の変動

神田房行(北海道教育大・釧路)

春採湖は釧路市内にある海跡湖で、現在でも海水の流入がある湖である。湖水の表面から2m位下から湖底まで海水が入り込んでいる。かつては硫化水素濃度が世界一を記録した湖でもある。近年この湖ではウチダザリガニが大増殖し生態系に大きな影響を与えていることで問題となっている。筆者はこの湖で水草の調査を1986年に行い、さらに2003年から2010年までの8年間継続して調査を行ってきた。これまでの調査結果をまとめて報告する。

この湖で見られた沈水、浮葉の水草はリュウノヒゲモ、エゾノミズタデ、マツモ、ヒシ、イトクズモ、ヒロハノエビモの6種である。1986年には6種全部が見られたが、2003年にはイトクズモとヒロハノエビモが見られなくなった。その後毎年調査しているがこの2種は見られていない。恐らく春採湖から絶滅したものと思われる。2003年から2010年までの調査では2006年にマツモとヒシが見られなくなったが、ヒシは2007年、2009年、2010年に再び見られるようになった。マツモは2006年と2007年に見られなくなったが、2008年から2010年まで継続して見られるようになり、かなり回復したものと思われる。リュウノヒゲモとエゾノミズタデはこの間常に出現している。

上記の水草の分布面積の変動であるが、1986年の調査では水草全体で湖の約14万平方メートルに分布していたが、再調査を開始した2003年には約6万平方メートルに減少した。その後毎年分布面積は減少し、2007年には約3800平方メートルにまで減少した。2008年からは再び増加し始め、2010年には約22000平方メートルまで回復した。

この変動の原因は恐らくウチダザリガニによるものと思われる。ウチダザリガニの正確な生息数は出ていないが、水草の再調査を始めた頃からウチダザリガニが出現してきており、近年の駆除作業により水草が回復してきたのではないかとと思われる。

P2-054

自然草原域における希少1年草群落の種組成的特徴

*村上雄秀(国際生態学センター), 西川博章((株)ラーゴ)

1年草(2・越年草を含む)は日本の植生の構成種において最も寿命の短い植物であり、栄養分の蓄積、葉群の高位置への展開など多年生の植物と較べハンデを負っている。現在、野外で観察される1年草は外来種や史前帰化植物が一般的であるが、レッドリストにも多数の在来の1年草が含まれる。多年生植物との競合が想定されるそれら1年草の保全には群落学的な組成の解析が寄与できる。本研究は日本の自然植生域に生育する希少となった1年草の生態を明らかにするため、植物社会学的な視点から生育環境や多年草との競合関係等を解析することを目的に実施した。

調査は滋賀県琵琶湖および静岡県伊豆半島の湖岸・海岸に生育するタチスズシロソウ、サデクサ、ヌカボタデ、ナガバノウナギツカミ(以上琵琶湖;金子2010)、ソナレセンブリ(伊豆半島;環境省2007 VU)などの1年草群落および近接した立地に生育する多年草群落の計40群落を対象として行い、群落分類の上、両者の組成的差異・特徴を解析した。

- ・湖岸砂浜生のタチスズシロソウ群落は被覆(1年草比率:75%以下同様)だけでなく種数(72%)も1年草に偏重した組成を持ち、多年草群落(被覆24%,種数40%)と明らかな差がある。1年草群落としての組成・立地上の独立性が顕著であった。

- ・湖岸湿地生のサデクサ群落など3群落は被覆では高い1年草比率を示すが(62%),種数(41%)では過半に達しない。多年草群落(種数20%)内に少数の1年草が競合的に侵入した生態を示唆した。

- ・海岸断崖地生のソナレセンブリ群落は被覆(45%)も低いが、種数(16%)では隣接した多年草群落(種数9%)に近い低い値を示した。強い環境圧下において単独種によるギャップ依存的な生育環境の確保が示唆された。

希少1年草群落はその生育立地タイプに依存した多様な組成的特徴、競合種との種間関係を有すると考えられた。

P2-056

常緑広葉樹林北限の山域に発生する温度逆転現象と植生の垂直分布

佐野哲也*(森林総研), 大澤雅彦(マラヤ大学)

東アジアにおける常緑広葉樹林帯は東北日本の低山で北限に至り、北緯約39度という分布北限は世界最北といえる。海岸沿いを北上するのでその成立には海岸特有の気候が関わっていることが考えられるが、その山地気候の実態は解明されていない。そこで本研究は、シイ林の太平洋側分布北限域にあたる阿武隈高地東部(北緯約37度)にて、(1)標高傾度に沿って温湿度を直接観測しその特徴を解明すること、(2)植生分布を説明する気温指標値として提案されているCI = $-10^{\circ}\text{C} \cdot \text{月}$ 、WI = $85^{\circ}\text{C} \cdot \text{月}$ 、CMT = -1°C と実際の山地における植生分布との対応関係をみることを、を目的として行った。

この地域の常緑カシ優占林の分布上限は、既往報告によると、標高約250~300m、常緑カシ個体分布の上限は約400mである。ブナは低地にも分布が認められているが、優勢に成り始めるのは約500~600mであるとされている。これら標高域を中心に温湿度ロガーを設置し、2010年1月から12月にかけて計測を行った。

実測値から算出された気温減率は、冬期に大きく夏期に小さくなる傾向を示し、寒帯性気団と熱帯性気団の移り変わりの季節である梅雨や秋霖を境に著しい変化を見た。年間を通じて、高度の上昇に伴って気温が低減しない逆転層、等温層が夜間を中心に発生し、発生時には低地側で高湿度となり霧や露の発生が示唆された。熱帯性海洋気団の勢力が強まりはじめた時ほど強い逆転層が見られたので、放射冷却もさることながら、海岸からの暖かく湿った空気の移流がその発生機構に寄与していることが考えられた。冬期でも強い逆転層が発達することがあり、CMT = -1°C になる標高は約750m付近と、実際の常緑広葉樹個体の分布上限より高い位置になった。一方、CI = $-10^{\circ}\text{C} \cdot \text{月}$ 、WI = $85^{\circ}\text{C} \cdot \text{月}$ となる位置はそれぞれ、常緑カシ個体の分布上限とブナ優占林が普通にみられるようになる標高付近になった。

P2-057

富士北麓野尻草原の遷移過程における空間パターン変化

* 安田泰輔, 中野隆志, 杉田幹夫 (山梨県環境科学研究所), 中山智絵, 齋藤 彩, 若林 遼, 堀 良通 (茨城大・理)

人為的管理が行われなくなった半自然草地では、一般的に低木や高木の進入により遷移が進行し、草原性の植物群落から森林性の植物群落へと変化する。本研究では富士山北西麓に位置する野尻草原においてこれまで研究を行った結果、このような遷移の傾向があったものの、あまり樹木の進入していない草本群落部分では野生動物(ニホンシカ)の攪乱によって、草原部分の種多様性が維持もしくは増加することが示された。このことは人為的管理がほとんど行われないような粗放的状況の半自然草地であっても高い種多様性が維持できる可能性を示唆する。

しかし、一方で強度の攪乱は種多様性を減少させることも知られている。そのため、低木あるいは高木種の進入はこのシカと草本群落の関係を変化させるかもしれない。野外観察の結果、草原内のシカの移動路(獣道)は草本群落に集中しており、低木や高木種が侵入すると移動が制限されるため、シカの移動路はより草本群落に集中し、局所的に強度の攪乱が生じる可能性がある。つまり、遷移の進行によって、シカの攪乱は逆に草本群落の種多様性を減少させるかもしれない。

本研究では、樹木の進入割合が異なる5つの群落を対象として、単位面積当たりの草本群落種数とシカの攪乱の指標としての土壌硬度、群落高に着目し、これらの空間パターンを解析することで上記の仮説が支持されるかどうかを検討した。

P2-059

冷温帯林におけるニホンザル野生群の冬期森林利用に関する空間的評価

* 坂牧はるか(岩手大・院), 江成広斗(宇都宮大・里山科学セ), 青井俊樹(岩手大・農)

ニホンザルにとって針葉樹人工林は、餌資源が乏しく低質な植生タイプであるため、本種の利用頻度は低いと一般的に考えられてきた。しかし、ニホンザルの森林利用に関する研究は、暖温帯林における事例、あるいは農作物依存群を対象とした事例が多く、冷温帯林に生息する野生群を対象とした事例は極めて乏しい。そのため冷温帯林に生息するニホンザル野生群に、この結論をそのまま応用できるとは限らない。そこで本研究では、冷温帯林において、積雪により生息環境が悪化する冬期を対象に、本種の森林利用について評価した。10分間隔で直接観察を行い、観察されたニホンザルの行動を採食、休息、移動の3つに分類した上で、各行動個体の観察地点を記録した。そして地形(標高や斜面傾斜等)や植生(各森林の林齢を含む)、土地条件(林道からの距離)等を環境変数(計12個)として、観察地点(すなわち presence data)のみで解析が出来るENFA(ecological-niche factor analysis)を用いて、本種の森林利用を行動別に空間的に評価した。その結果、本種の採食適地は、低標高域で林道に近い南斜面の若齢針葉樹人工林に偏っていた。若齢な針葉樹人工林は、林床への日射量が多く、陽樹などの先駆的な植物が多く生育することから、ニホンザルの採食適地として機能している可能性がある。さらに各行動の適地の広さは、移動>休息>採食となり、この3つの行動適地に共通して見られた環境は、低標高域で林道に近い、南斜面の若齢針葉樹人工林であった。これらの環境は、気温や日当たりに関連する要素を含むことから、気温の低い冷温帯林の冬期は、餌資源以外にも寒さを凌ぐための要素が重要であることが示唆された。

P2-058

富士山亜高山帯針葉樹林内の開放地における地衣類の分布決定要因

石井史織(千葉大・園), 沖津進(千葉大・園)

富士山森林限界付近には地上生地衣類のハナゴケ属が群生している。国土のほとんどが温帯である日本ではこのような環境は貴重であり、適切に保全する必要がある。保全するには地上生地衣類を含めた生態系の知識を持って行う必要がある。しかし、日本では地衣類の生態学的研究は行われていない。そこで、地形と植生に注目してハナゴケ属の種分布について調査した。調査地である富士山5合目付近の御庭にはシラベなどの針葉樹林帯中に裸地が広がっている。裸地にはカラマツやイタドリなどから構成される植生パッチがあり、それら植物の周囲にハナゴケ属を中心とした地上生地衣類が直径1~6mのコケマットを形成している。本調査では、この植生パッチ中におけるハナゴケ属の種分布を調べた。分布調査では、パッチに4本のトランセクトを設けて行った。調査の結果、一部の地衣の種分布にはパッチ内の植物と対応関係が見られた。パッチ中央部の樹木の下には蘚類が分布し、その周囲にミヤマハナゴケが分布していた。また、ナギナタゴケもパッチの内側に分布する傾向にあった。パッチ外側にはワラハナゴケが分布していた。一方、ウロコハナゴケにはパッチ分布に一定の傾向が見られなかった。地衣の種分布の傾向は方位や斜面とは明瞭な関係はなかった。そのため、ハナゴケ属の分布には植物、特に樹木による効果が大きいのと思われる。植物による効果として考えられるのは風衝の軽減である。調査地は風が強く、裸地の植生回復を妨げるほどである。ハナゴケ属でもミヤマハナゴケは風衝に弱く、一方、ワラハナゴケは風衝のあるほうが良く成長することが報告されている。この違いがパッチでの種分布の違いに表れていると考えられる。ただし、風衝の影響を受けるのは主に多分枝型の種で、分枝をしないウロコハナゴケのような種は異なる分布決定要因が働いていると思われる。

P2-060

モンゴル草原における非平衡モデルの検証: 資源の空間的異質性と放牧圧の関係に着目して

* 柿沼薫, 岡安智生(東大・農), 佐々木雄大(東北大・理), ジャムスランウナルマー(モンゴル農大), 大黒俊哉, 武内和彦(東大・農)

乾燥地における非平衡モデルによると、降水量の変動性が大きい地域では頻繁に生じる干ばつにより家畜数が制限されるため、生態系の状態は放牧圧ではなく降水量に依存すると予測されている。しかし、非平衡モデルは様々な地形に起因する飼料資源の空間的異質性を考慮していない。牧民は資源の空間的異質性を利用することで、干ばつ時の家畜数減少を緩和しているため、干ばつ時に利用が集中する資源では放牧圧の影響が相対的に大きくなると考えられる。そこで本研究では、資源の空間的異質性と放牧圧の関係に着目し、この仮説を検証することを目的とした。

モンゴルのマンダールゴビ地域を対象に、地形傾度に沿った典型的な4つの群落タイプ(*Achnatherum*, *Allium*, *Reaumuria*, *Caragana* 優占型)について、干ばつ時にどの群落に利用が集中するかを明らかにするため利用状況を牧民から聞き取った。また放牧圧の影響が群落タイプによって異なるかを調べるため、各群落タイプに放牧区と禁牧区を設置し家畜のフン数計測と植生調査(出現種と被度)を実施した。

聞き取り調査の結果、牧民は湖や河川跡に出現する *Achnatherum* 群落に干ばつ時に依存する傾向が見られた。植生調査の結果、他の群落タイプではフン数が少なく、放牧圧による影響が観察されなかったが、*Achnatherum* 群落タイプではフン数が多くさらに植生が放牧圧による影響を受けていた。

干ばつ時に依存する資源の状態は放牧圧の影響を強く受けており、仮説は支持された。よって非平衡モデルは、資源の空間的異質性と放牧戦略を考慮した上で修正する必要があることが示された。本研究は、降水量変動性の高い地域においても、放牧圧のコントロールが必要であるという重要な知見を提供した。

P2-061

航空写真からみる八甲田山の植生変化：過去30年間で何が変わったか

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

目的：長期にわたる森林動態の研究は、年輪年代学や花粉分析、森林限界での研究が多く、種の分布域内全体にわたって広域的に研究した例は少ない。本研究では、実際に進行中の気候変動が森林動態に与える影響について、高解像度空中写真を使って広域的に評価する。

方法：過去30年間でオオシラビソの個体群と樹冠の高さがどのように変化したかを1967年と2003年に撮影された高解像度空中写真をもとに解析した。712プロット(25m×25m)でのデータをもとに、どのような環境要因(6つの地形変数と2つの生物学的変数)がオオシラビソの変化を説明するのかを解析した。

結果：オオシラビソの個体数は、標高1000m以下で減少する一方、1300m以上では増加した。個体数は湿原周辺でも増加し、これは湿原周辺であれば標高の低い場所であっても、オオシラビソの生息域となりうることを示唆する。しかし、樹冠の成長速度は湿原周辺と南東斜面で他の環境よりも遅かった。

結論：分布域内でオオシラビソの個体群の分布シフト(population shifts)が示唆された。これは部分的に気候変動の影響であると考えられる。低標高に位置する湿原周辺のオオシラビソは最終水期からの残存林(remnant)ではなく、むしろ個体数が増加していた。これは湿原周辺が潜在レフュージアとなりうることを示唆する。一方で、湿原周辺のオオシラビソは遅い成長速度を示した。潜在レフュージアが種の成長にとって必ずしも好適ではないということは特筆すべき点である。

P2-063

長野県上伊那地方の水田地域における水生昆虫群集と立地環境条件との関係

* 榎原有里子, 大窪久美子, 大石善隆 (信州大・農)

近年、生物多様性国家戦略2010でも水田の生物多様性保全が謳われるようになった。水田は生産の場として維持管理されてきた二次的自然であるが、淡水湿地を生息地とする生物種にとっては貴重な立地環境である。しかし現在、水田に生息する水生昆虫ではタガメやゲンゴロウ等が環境省版レッドリストで絶滅危惧種や希少種に指定されるまでに減少しており、水田地域における水生昆虫群集の保全策を図ることが重要な課題となっている。そこで本研究では比較的良好な環境が残存している長野県上伊那地方の異なる立地条件を有する水田地域において、水生昆虫群集と立地環境条件との関係を解明し、これらの具体的な保全策を検討することを目的とした。立地環境条件としては市街地と中山間地において、各々基盤整備済と未整備の5つの水田地域を選抜した。各調査地域は特徴的な土地利用を含むように配慮した500m直径円内とした。水生昆虫の捕獲調査は2010年7月～8月にかけて各20地点において掬い取り法で実施した。同時に土地利用調査および聞き取り調査を実施した。

その結果、中山間地ではユスリカ科やカ科がより多く出現し、市街地でのみマルミズムシ科が分布した。未整備水田では蜻蛉目や半翅目のマツモムシ(*Notonecta triguttata*)やコオイムシ(*Appasus japonicus*)がより多く出現した。加えて、中山間地未整備地域でのみ毛翅目が出現し、一方、その内の山室でクロズマメゲンゴロウ(*Agabus conspicuus*)とミズカマキリ(*Rnatra chinensis*)、また小屋敷ではコシマゲンゴロウ(*Hydaticus grammicus*)とクロゲンゴロウ(*Cybister brevis*)が分布した。

P2-062

長野県上伊那地方における水田地域のカエル群集と生息環境条件との関係

* 渡邊晴子, 大窪久美子, 大石善隆

近年、世界的な両生類の減少が警告されているが、日本在来のカエル類のほとんどは水田地域を主な生息環境としており、これらの環境の変化が本種群の減少や絶滅を引き起こしていることが問題となっている。圃場整備とカエル類の関係を考察した既存の研究はあるが、地域スケールでカエル群集を対象にしたものは少ない。そこで本研究では、立地環境の異なる水田地域においてカエル群集の構造を把握し、これと土地利用や管理形態との関係を解明することから、本群集の保全策について検討することを目的とした。

本研究では長野県上伊那地方における中山間地と市街地において基盤整備の有無が異なる5つの水田地域を選定した。各々500m直径円内の水田に隣接し、かつその地域の特徴となる土地利用形態が含まれるような約2kmのルートを設定し、2010年8月に現地踏査を行った。ルート上を一定の速度で歩き、畦畔および水田内で確認された個体を地図上にプロットし、種名と発見場所、行動内容を記録した。現地踏査は時間的な行動特性を配慮し、朝および昼、夜の3時間帯に分けて計35回実施した。

調査地域全体ではニホンアマガエルおよびヤマアカガエル、トノサマガエル、ダルマガエルの4種が出現した。中山間地・未整備地のA地区では8個体、同じB地区では127個体、中山間地・整備のC地区では108個体、市街地・未整備のD地区で918個体、市街地・整備のE地区で615個体が出現、確認された。ニホンアマガエルは全調査地域で確認されたが、ヤマアカガエルは中山間地・未整備のA・B地区でのみ確認された。ダルマガエルとトノサマガエルについては、各々が市街地・未整備のD地区と市街地・整備のE地区に集中して生息しており、全地域の出現個体数の約9割を占めていた。発表では水田管理状況や土地利用との関係についても考察する。

P2-064

シカ食害から見た陸域-水域相互作用系 シカと水生無脊椎動物との関係

境 優*・夏原由博・今西亜友美・加藤真

近年、全国各地でニホンジカ(以下、シカ)の増加はめざましく、これに伴う動植物への様々な影響が報告されている。シカ高密度地域では、陸域の景観要素として大きな存在の1つである下層植生がシカによって食べ尽くされ、裸地化した土壌表面が目立っている。本研究では、シカによる陸域の景観変化が水域へどのような影響を及ぼすのかを明らかにするために、防鹿柵によって丸ごと保護された流域内の溪流(保護区)と、その保護区に近接した対照流域を流れる溪流(対照区)とで水生無脊椎動物の群集構造、食物網の比較を行った。

対照区では、陸域由来の有機物(リター、有機質土壌)が、保護区に比べ溪流へ多く流入することが示された。これは、下層植生がもつ①土壌表面を被覆して土壌侵食を防ぐ、②障害物となって林床のリターの移動を制限する、という2つの機能が対照区で失われ、土壌侵食の進行、リターの移動量の増加が起きていることに起因すると考えられた。水生無脊椎動物の群集構造は、保護区と対照区とで、1次谷の溪流で明瞭な違いが確認された。土壌侵食が活発な対照区では、細粒堆積物に強い耐性をもつ掘潜型の動物が保護区よりも優占しており、多様性が低かった。また、動物体のC:N安定同位体比に着目すると、2・3次谷の溪流で、収集食者、濾過食者、捕食者の同位体比が、保護区よりも対照区でリター由来の有機物により依存した値を示していた。

シカによって下層植生が消失すると、土壌侵食、リターの移動が活発になり、1次谷の水生無脊椎動物の群集構造を変えるだけでなく、さらに下流の溪流へもたらず有機物の質を変える。陸域から流入する有機物の質の変化は、水域の食物連鎖内エネルギーフローの経路を変化させ、河川生態系における食物網構造へも影響を及ぼしている。

P2-065

Caught on cameras in Malaysia Borneo!

Hon Jason* (Kyoto Uni), Morimoto Yukihiro (Kyoto Uni)

P2-066

カメルーン東南部熱帯林における植生景観の多様性と地域住民の伝統的生態学的知識

*大石高典(京大・こころの未来研究セ), Fongnzossie Evariste (Univ. de Yaounde 1)

P2-067

両生類の感染症カエルツボカビの生息適地モデリング

*森口紗千子(環境研), 鈴木一隆(環境研), 富永篤(琉大・教育), 五箇公一(環境研)

外来種の管理戦略を決定する上で、時空間的なリスクを評価することが重要な課題のひとつとされている。生息適地モデルは外来種がまだ侵入していない潜在的な生息可能地域を明確化し管理の重点地域を明示できるため、侵略可能性のリスクを評価するツールとして利用されている。外来種の場合、侵入地では原産地と異なる環境にも分布を拡大することが知られているため、原産地と侵入地両方の分布情報を利用することで生息適地の推定精度は向上する。

両生類の感染症であるカエルツボカビは1998年に確認された新種の真菌類であり、世界的な両生類の激減に関わる要因のひとつに挙げられている。特に被害の大きい中南米を中心に、世界中のカエルツボカビの分布情報を用いた生息適地の解明が進められてきた。一方で日本のカエルツボカビは外国よりも遺伝的多様性が高く、在来の両生類は抵抗性を持っているため、本菌は日本では在来種である可能性が高い。そこで、原産地である日本と侵入地である外国の分布情報を用いてカエルツボカビの生息適地を明らかにし、より精度の高いカエルツボカビの空間的侵入リスクを評価した。

在データとして原産地日本でカエルツボカビが確認された40地点、侵入地外国で確認された187地点の計227地点を使用し、環境要因として5kmメッシュの最高月平均気温、最低月平均気温、最大月降水量、最小月降水量、気温の変動係数、降水量の変動係数を用いた。そしてspatial filterを利用して空間的自己相関を考慮したニッチモデルをMaxEntで解析した。

発表では本研究と既存研究で推定された生息適地と分布制限要因を比較し議論する。

P2-068

広島県北西部におけるニホンザルによる農作物被害の変遷

*渡辺麻気(広島大・院・国際協力), 山崎互(広島大・院・国際協力), 中越信和(広島大・院・国際協力)

近年、山村集落での獣害が顕在化し、全国で大きな問題となっている。その原因として、1960年代以降の急激なエネルギー転換や肥料革命による農村のありかたの大幅な変化がある。農村から都市への多くの人の移動や高齢化が起こり、農地・草地や森林などの里山里山の維持管理が難しくなり、野生動物が人間の生活圏に入り込みやすい事が農作物被害の深刻化もたらしたと考えられる。高齢化した農村では農作物被害対策が困難となり、これが被害を助長している大きな要因と考えられる。ニホンザルなどによる農作物被害は増加する一方で、実現可能な対策が未だ確立されていない。対策が確立されていない原因の一つは、例えばニホンザルの被害にあっていない場所は対策が進むのに対し、被害に全くあっていない場所は野生動物に対して無防備である現状がある。農作物の摂取が繁殖開始年齢や幼獣の死亡率の低下等、個体数の増加率が増大し分布が拡大していることから考えても、新たに被害が起こるであろう地域の予測は重要である。ニホンザルが新たに農業被害を起こす場所が予測できれば、獣害が深刻化する前に対策を講じることができるからである。このことを踏まえ、本研究ではニホンザルの被害状況の年次変化を明らかにすることを目的とした。研究対象地は、広島県北西部地域とし、調査方法は、地域住民への口頭アンケートで行った。アンケート内容は、1) ニホンザルの農業被害に関しいつから出沒するようになったか、2) 出沒しなくなった地域は、いつから出沒しなくなったかを尋ねた。その結果、地域ごとにニホンザルの出現の頻度が数年の期間で変化することが明らかとなり、さらにその地域は山間部から都市部へと変化していることが認められ、ニホンザルの移動には、人口密度や作付面積にそれぞれ相関が有り、当地のニホンザルは人間生活圏への食糧依存を高めていることが示唆された。

P2-069

地表性昆虫と景観構造の関係

*山中聡, 赤坂卓実, 山浦悠一, 中村太士(北大・農)

土地利用の改変による野生動物への影響の解明は、人為景観における種多様性の維持管理において重要なテーマである。人為改変は、野生生物が生息する環境だけでなく、その周囲の環境も同時に変化させており、これらの影響は、種の生態的特性により様々な傾向を示すと考えられる。このため、これらの影響評価は、異なる生態的特性を含む複数の種を用いて、生息するパッチの状態だけでなく、その周辺環境の状態を考慮した広域スケールで把握していくことが求められる。

オサムシ科、シテムシ科等に代表される地表性昆虫は、様々な環境に広く分布しており、その種数は豊富である。また、飛翔可能な種と不可能な種が存在しており、分類群内においても種により多様な移動能力を有している。これらの理由から、地表性昆虫は、人為改変における環境の劣化の指標種としても有効であるとされている。

本研究では、最も改変が著しい景観要素の一つである森林パッチに着目し、人為的改変による景観構造の変化が、地表性昆虫の種構成や個体数に及ぼす影響を明らかにする。調査地は、北海道十勝平野の農地マトリックス内に残存している13地点の防風林、河畔林等の森林パッチとし、ピットフォールトランプにより地表性昆虫を採集した。また、地表性昆虫の種構成や種数に影響を与える環境要因として、各調査地点の森林パッチ面積と、周辺に存在する天然林および人工林の面積などを計測した。

調査の結果、各森林パッチ(計13地点)において、ピットフォールトランプを設置して地表性昆虫を捕獲し、オサムシ科昆虫を34種1534個体、シテムシ科昆虫を10種3055個体捕獲した。

これらの結果を用い、本発表では、森林景観の面積や空間配置が、地表性昆虫の種数や種構成に及ぼす影響について議論する。

P2-071

長野県上伊那地方の立地条件が異なる水田地域における群落の構造と多様性

*渡辺太一, 大窪久美子, 大石善隆(信州大・農)

近年、水田地域は絶滅危惧種を含む多様な植物種の生育地として高く評価されるようになり、多様性保全に向けた研究も進みつつあるが、水田地域における植物多様性を地域スケールで捉えた研究は少なく、その成立要因を解明し、景観レベルで保全管理手法を検討することが求められる。そこで本研究では、立地条件の異なる水田地域において植物相および群落の構造を把握し、土地利用や管理形態との関係性を地域スケールで解明することを目的とした。

調査地は、長野県上伊那地方の4タイプ9つの水田地域(中山間・未整備地域:A, B, C / 中山間・整備地域:D, E / 市街・未整備地域:F, G / 市街・整備地域:H, I)で各面積は約20haである。植物相調査は2009年および2010年の5月から11月にかけて毎月実施し、各地域の水田や畦畔、法面など各景観要素に出現する全植物種の被度等を記録した。植生調査は2010年8月にAおよびB, D, F, Hの5地域において25mメッシュを設定し、その交点における水田と畦畔、法面、休耕・放棄地、路傍の群落について各方形区1m²を対象に出現種の被度と群度、草丈を記録した。環境条件としては各地域の土地利用を踏査により記録した。

その結果、植物相調査では中山間・未整備地域のAで335種、同Bで310種、同Cで340種、中山間・整備地域のDで256種、同Eで290種、市街・未整備地域のFで304種、同Gで253種、市街・整備地域のHで245種、同Iで230種が確認され、未整備地域で出現種数が多かった。このような植物相の地域差には、畦畔や法面の土地利用面積割合が大きく関係していることが指摘された。植生調査では、全地域で471地点の植生資料を得た。大会当日では、各地域の植物多様性を群落数や多様性指数、種数-面積といった観点から評価し、地域スケールで多様性が高く維持される土地利用パターンを考察する。

P2-070

エゾシカ解体処理施設の適正配置に関する研究

*植月智子(酪農学園大学大学院), 吉田剛司, 伊吾田宏正(酪農学園大・環境), 井田宏之(社団法人エゾシカ協会), 宇野裕之(道総研・環境科学研究所)

エゾシカ(*Cervus nippon yesoensis*)の個体数の増加により人間活動との軋轢が社会問題化している。一方でエゾシカは北海道の貴重な自然資源でもあることから、持続的な利用が必須である。道内におけるエゾシカ解体処理施設の地理的分布は偏りがあり、効果的に流通させる状況に至っていない。そこで本研究では、GISの空間解析技術を用いて、道内の捕獲状況と処理施設の立地状況から解体処理施設の適正配置に関する考察を行った。

食味官能検査の結果からエゾシカ肉は捕獲後1時間以内に解体したものが好ましいとされていることから、現存する76ヶ所のエゾシカ解体処理施設から1時間以内に運搬を可能とするエゾシカ潜在生息地を求めた。さらにその地域の2007年狩猟者1人1日あたりの平均エゾシカ捕獲数(CPUE)を5キロメッシュデータで表示し、運搬不可能な地域における解体処理施設の必要性について検討した。

解体処理施設は76ヶ所中51ヶ所が道東に集中して設置されており、道東のほぼ全域で1時間以内での運搬が可能である。一方で渡島支庁・檜山支庁で捕獲された場合には、1時間以内に運搬可能な処理施設がない。景観的にみても近年積雪が減少傾向であり、エゾシカの生息に良好な環境になりつつあり、処理施設の設置が必要であると考えられる。また道北は海岸から里山にかけて放牧地でのエゾシカの個体数の増加も懸念されている。特に1時間以内の運搬が不可能な枝幸町はCPUEの値も高いことから解体処理施設の設置が必要であると考えられる。本発表ではさらに景観生態学的手法により解体処理施設の適正配置を検討する上で必要な土地利用や道路密度等の条件も含めて考察する。

P2-072

関東・甲信地方の山地草原・落葉広葉樹二次林における草原生植物の生育状況の変化

*大津千晶, 星野義延(東京農工大・院・農), 末崎朗(新潟県庁)

全国各地で半自然草原・二次林の利用の減退や、高密度化したニホンジカ(以下、シカ)の食害により、草原生植物種の保全の緊急性が高まっている。同時に、二次的自然においては過去の土地利用履歴を考慮した種の保全対策の重要性が指摘されている。本研究では1980年代に植生調査を行った地域の山地草原・落葉広葉樹二次林において追跡調査を行い、1980年代と2000年代で過去の土地利用の履歴とシカの植生利用が草原生種の種数に与える影響を調べた。

調査地点は関東・甲信地方の山地帯の18地域の200地点である。2008年から2010年の7月から9月に植生の追跡調査と、シカの植生利用度の指標として一定面積内のシカの糞粒数のカウントを行った。過去の草原面積割合を1910, 1960, 1980, 2000年代に作成された地形図から点格子法により算出した。森林においては二次の利用強度の指標として高木層構成種のDBH, 樹高, 萌芽率を記録した。

森林林床における草原生種の種数は1980年代には高木層構成種のDBH, 樹高と有意な負の相関, 萌芽率と正の相関が認められた。2000年代にも同じ傾向はみられるものの相関係数は小さくなった。2000年代と1980年代の草原生種の種数の差はシカの植生利用度と負の相関が認められた。

草原においては、1980年代から2000年代の間管理されていない地点の草原生種の種数は1910年代の草原面積比と正の相関があった。2000年代の種数は1910年代の草原面積比とさらに強い正の相関を示した。管理されている地点の種数は過去の草原面積割合と有意な相関はなかった。管理されている地点においては2000年代と1980年代の草原生種の種数の差はシカの植生利用度と有意な負の相関を示したが、管理されていない地点においては有意な相関は認められなかった。

P2-073

ナラ枯れの拡大に影響を与える植生とは

*今廣佐和子(東北大・生命), 斎藤正一(山形県森林研究研修センター), 中静透(東北大・生命)

落葉ナラ類(コナラ・ミズナラなど)や常緑のカシ類(アラカシ・アカガシなど)に発生している集団枯死のことを総称して「ナラ枯れ」と呼び、被害拡大対策が急務となっている。そこで本研究では、①ナラ枯れの拡大に影響する土地利用がどのようなものかを明らかにすること②ナラ枯れに対しての森林の脆弱性予測を行うことで、ナラ枯れの被害拡大を抑制できる森林管理の提案を目的とする。

①ナラ枯れの拡大に影響する土地利用とは

ナラ枯れのような病害虫による被害拡大は、景観の多様性による影響を受けていると考えられる。ここでは、ナラ周辺の局所～景観スケールでの森林組成・土地利用を調べ、ナラの枯れやすさに影響する土地利用がどのようなものかを求めた。結果、10mほどの局地的スケールでは、ナラ類の単一林は避け、ナラ類以外の樹種も混生させることが望ましく、景観レベルではナラ類の森林を広く連続させずできるだけ分断化させることがのぞましいということが明らかとなった。

②ナラ枯れに対する広葉樹二次林の脆弱性予測

ナラ枯れによる森林の危機を防止するためには、防除だけでなく、ナラ枯れに対してどのような二次林が脆弱なのかを見極める必要がある。そこでナラ枯れが侵入する前の植生をみることで、ナラ枯れに対する二次林の脆弱性を予測した。結果、かつて薪炭林利用が集約的に行われていた森林で、林内の高木の実生や稚樹が減少してしまっただけで管理が放棄され、ササ類が林床に優占した森林では、林冠部のミズナラの優占度が高く、かつ林床にササが繁茂して実生や稚樹による天然更新が困難と考えられ、こうした森林はナラ枯れに対する抵抗性も、ナラ枯れが侵入した後の回復性も低く、ナラ枯れに対して脆弱な森林であるといえる。

P2-075

空中写真から主要広葉樹種判別を行うための開葉・紅葉期の色特性解析

*小戸田紋郁(新潟大院・自然科学), 村上拓彦(新潟大・農), 紙谷智彦(新潟大院・自然科学)

落葉広葉樹の樹冠反射特性は、葉のフェノロジーを通して変化する。特に、開葉や落葉のような明確な季節変化は、樹種の違いによるスペクトル分離を強めるとされている。そのために、質の良い紅葉期の画像を得ることが、樹種分類を行う上で重要とされているが、効果的な画像取得時期を決定するための研究はほとんど行われていない。

そこで本研究では、樹種判別に有効な画像取得時期を決定することを目的として、新潟県阿賀町の落葉広葉樹二次林の主要6樹種を対象として、開葉と落葉フェノロジーを調査した。フェノロジーの指標の一つである着葉状況は、樹冠下の定点から週1回樹冠撮影を行い、開空率を求めた。開葉期については、ブナ開葉時を狙って撮影した空中写真を用いてEADAS IMAGIN9.3(EADAS社, 米国)により、主要樹種の特徴量から樹種判別を行った。一方、紅葉期には、週1回、4樹種から平均的に紅葉した枝を採取し、Photoshop(Adobe Inc.)により、葉の色づきを数値化して、樹種による違いを比較した。

その結果、開葉期については、ブナが一斉開葉型であることと、画像の判別精度から、ブナ開葉直後に撮影した空中写真が有効であった。一方、紅葉期の葉の色づき方は、すべての樹種間で有意な差が見られる時期があった。これらの結果をもとに、開葉期と紅葉期の画像を組み合わせた樹種判別の方法を提案する。

P2-074

山梨県上ノ原地区の半自然草地における低木種クロツバラ(*Rhamnus davurica* var. *nipponica*)の分布と管理履歴

*小林慶子, 田中涼子(横浜国大・院・環境情報), 林敦子(元山梨県森林研)

山梨県富士山北西麓には採草地として利用されてきた半自然草地が広がっていたが、1954年以降の造林活動によりその多くは樹林化した。しかし、上ノ原草原は、植栽木の生育が悪かったため樹林化せず、43haの草原が残された。現在、この草原は、スズサイコやマキチヨウなどの絶滅危惧種を含む多くの草原性生物が確認され、草原性生物の多様性を支える希少な草原となっているが、管理放棄に伴う遷移が進行して木本の侵入が見られる箇所もあり、将来草原が消失してしまう可能性もある。本研究では、上ノ原草原内に多く侵入している低木種クロツバラの分布やオルソフォト画像から判別した高木の分布と、管理履歴や地形との対応を調べ、上ノ原草原における樹林化の過程を把握することで、草原を維持するための指針を示すことを目指した。

調査は43haの草原及び周辺の森林を含む1×1kmの範囲で行った。クロツバラの分布は、2007年に調査地内の100×100mメッシュの中心を通る調査ラインを踏査し、出現個体数を記録することにより把握した。高木の分布は、2002年撮影のオルソフォト画像を教師無し分類によって樹木を判別することで把握した。管理履歴は造林台帳を用いて植栽活動の履歴を調べ、最後に下草刈をされてからの年数を算出した。地形は標高・傾斜・曲率をDEMデータより算出した。解析では、クロツバラあるいは高木の分布を目的変数、管理履歴や地形の値を説明変数とし、誤差構造にポアソン分布を仮定した一般化線形混合のAICを選択基準とするモデル選択を行い、木本分布に影響を与える要因を検出した。

その結果、クロツバラは、最後に下草刈りをされてからの年数が若く、標高の低い所ほど多く出現していた。クロツバラは放棄草地にいち早く侵入し、草刈り後20年程度で消失する。一方、高木はクロツバラと異なり標高の高い所ほど多く出現していた。

P2-076

長野県上伊那地方水路網ネットワークにおける水生植物の分布と立地環境条件との関係

*御池俊輔(信大院・農), 大窪久美子, 大石善隆(信大・農)

水田や水路等の水田生態系は水生植物にとって重要な生育地であり、これらの保全策を検討するためには、分布や立地環境条件との関係を明らかにすることが必要である。本研究では上記の目的から、水生植物群落の分布が確認されている長野県上伊那地域において、2009年および2010年の夏季と秋季に計12ヶ所の水路網において群落および立地環境等の調査を実施した。2009年は3ヶ所で止水域、流水域両方を対象とし、2010年は11ヶ所において流水域を対象とし水生植物の分布と各種立地環境要因を記録した。

2009年夏季における水田の調査区画では、同じ出現種群がまとまって分布していた。これは管理方法が似ていることが一つの要因と考えられたが、隣接した水田間には畔上の溝を通じた水の移動があり、植物の繁殖体が止水域間で移動している可能性が示唆された。また両年の二時季において、上流と下流の区画間において共通種がみられ水路網内における植物の繁殖体の移動が示唆された。2010年の二時季において優占度の高かった種は、バイカモとナガエミクリ、コカナダモの3種であった。これらは全調査区画のほとんどで優占していた(夏季・出現区画数の約83%)。TWINSPANの結果、上記3種が優占する区画について、各々が単一で優占する3群落型と、コカナダモと他2種が同時に優占する2群落型、バイカモとナガエミクリが優占する群落型タイプの計6群落型に分けられた。また、群落型と河川清掃や藻刈り、重機を用いた浚渫の範囲とは関係があった。特に重機による定期的な浚渫及び年3回の河川清掃を行い、下流域に立地には、バイカモとナガエミクリの優占によって特徴付けられる群落型が分布し、出現種数も多かった。流水環境の水生植物群落の分布は人為的攪乱と強い関係のあることが示唆された。

P2-077

紅海沿岸地域におけるマングローブの空間・スペクトル特性の解析

米森 舞乃 酪農学園大学 環境リモートセンシング研究室

P2-078

土地利用形態が河川棲サケ科魚類の生息に及ぼす影響

野本和宏(北大院環境科学), 小泉逸郎(北大院環境科学), 深谷肇一(北大院環境科学), 東正剛(北大院環境科学),

P2-079

北海道厚岸湖におけるアマモ場の空間分布と生物多様性

* 渡辺健太郎(北大・厚岸), 東条斉興(JICA), 堀正和(瀬戸内水研), 田中義幸(JAMSTEC・むつ), 鎌内宏光(北大・厚岸), Napakhwan Whanpetch(千葉大・理), 山田勝雅(千葉県水研セ・東京湾漁研), Laura K. Reynolds(Virginia Univ.), 百田恭輔(北大・水産), 仲間雅裕(北大・厚岸)

水生顕花植物であるアマモは高い一次生産性を示し、底質の安定化、水質の浄化、三次元構造による他生物への生息場所の提供など多くの生態系機能を有している。その結果、アマモ場の生物多様性は非常に高いことが知られている。北海道東部太平洋側の厚岸湖全域には、約12km²のアマモ場が広がっている。本研究では、飛行機や無人気球による空中写真、および衛星画像を利用したリモートセンシングにより、厚岸湖におけるアマモ場の景観構造を明らかにし、その生産性など生態系機能との関連を明らかにするとともに、そこに成立する生物群集構造との関係を解明することを目的とした。厚岸湖のアマモ場は1970年代からその面積を変動させており、近年は回復傾向にあることが明らかになった。しかし、特に浅い水域でのアマモ場の景観構造は年によって大きく異なっており、調査地とした湖北部では、2008年の面積が3397 m²だったものが、2009年には4148 m²と大きく拡大した。亜寒帯にある厚岸湖のアマモ場は、冬季にハクチョウによる被食や結氷による浸食という攪乱を受けており、これが浅い水域での植生の著しい変化の原因となっていると考えられる。アマモの植生パッチの内外でマクロベントス群集の構成と量を比較したところ、他の海域で見られるような大きな差が見られなかった。これには、上記のような攪乱に伴うパッチの変動が関連していると推測された。

P2-080

都市緑地とその周辺環境における鳥類利用の季節変化

* 村田麻理恵(鳥取大・院・地域), 永松大(鳥取大・地域)

都市における緑地は、多様な生物が生息できる自然環境として重要性が高まってきている。例えば鳥取市の市街地にある鳥取大学構内約50haでは、15目38科122種の鳥類が確認されている(村田ら2011)。鳥類の種数には樹林地そのものだけでなくその周辺環境も影響するが、鳥類生息の核となる都市緑地と緑地周辺の環境要素間の鳥類利用に関する関係性について議論したものは少ない。そこで本研究では、都市緑地である鳥取大学構内とその周辺環境の鳥類相について越冬期と繁殖期に調査し、都市緑地とその周辺環境間の鳥類利用の関係性について検討することを目的とした。

鳥取大学構内とその周辺地域において、住宅地、草地、農地、水域、二次林など、地域の代表的な環境要素を含むように場所を選び、計66区間(1区間約75m×50m)を設定した。調査はルートセンサス法で行った。2009年12月-2010年2月を越冬期、2010年5月-7月を繁殖期とし、それぞれ3回ずつ調査を行った。確認された鳥類を一般的な記載から6鳥類タイプ(森林性、中間型、草原性、住宅地型、水鳥、ヨシ原性)に、調査区間を環境要素別に9環境タイプ(二次林、ヨシ原、水域、農地、植栽地、草地、芝草地、工場、住宅地)に分類し、鳥類の環境タイプ利用について検討した。

越冬期には周辺環境で46種1826個体、鳥取大学構内で22種369個体が確認された。繁殖期には周辺環境で43種802個体、鳥取大学構内で24種185個体が確認された。水鳥は水域を主に利用するなど、鳥類タイプと環境タイプは一致することが多かった。しかし、利用環境が限定される鳥類タイプ(ヨシ原性の種)、季節間で利用する環境タイプが異なる鳥類タイプ(森林性、中間型など)などもあり、都市緑地と周辺環境間の鳥類利用にいくつかの組み合わせが整理された。

P2-081

水田生態系の空間異質性がアマガエル個体群の空間構造に与える影響

* 武田智, 片山直樹, 宮下直 (東大・農・生物多様性)

水田の両生類個体群は、生活史のなかで、田面の水環境と(幼生期)と畦畔の草地(成体期)の両方の生息地を利用する。これらの環境は農事暦に沿った管理によって時間的な異質性をもつ。さらに管理の方法やタイミングが水田ごとに異なるため、空間的な異質性も持ち合わせている。しかし、このような水田の時空間的な異質性と個体群の空間構造の関わりを示した研究はほとんどない。

本研究は水田に生息するニホンアマガエルに着目した。本種の成体は、畦畔の草地などに生息し、春に湛水された田面に産卵する。水田や、畦畔ごとの環境異質性が明確で、評価が容易である。そこで、アマガエル成体及び変態個体の空間構造に対して、水田と畦畔の異質性が与える影響を探ることを目的とした。同時に水田の湛水状態と畦畔ごとの草丈を記録した。

2010年4月～7月、茨城県霞ヶ浦南岸の2つのサイト(各々64、62枚の圃場)でアマガエル密度と環境要素を調べた。アマガエルは、成体と上陸直後の変態個体に区別して記録した。その結果、成体は4月下旬、変態個体は6月下旬に個体数が最大になり、300m～400mのパッチ状の空間構造を形成していた。畦畔ごとの密度と環境要素との関係について一般化線形モデル(GLM)を用いて調べた結果、草丈が中程度(約20cm)の畦畔で成体及び変態個体が多く見られた。また、成体は春の湛水時期が早い水田で多く見られた。空間自己相関を考慮したCARモデルの結果でも、GLMと同様の傾向が見られた。

これらの結果は、水田環境の空間的異質性が、アマガエルの成体及び変態個体の空間構造を決める重要な要因であることを示唆した。

P2-083

森林施業における保残帯の景観生態学的効果 ～カギ型 habitat 内での生物の分布と移動～

* 星野彰太 (東北大・生命科学), 松本和馬 (森林総研・昆虫生態), 中静透 (東北大・生命科学)

生息地の分断は、生物多様性の消失の要因の一つと考えられている。分断化による生物多様性の劣化を防ぐ手法としてコリドー(生態的回廊)がある。コリドーによって、生息地間の遺伝子流動の増加、生物の移動の増加などがもたらされ、その結果生物多様性が維持・増大すると考えられている。1970-80年代以降の東北地方のブナ林施業では、尾根・河川沿いに幅数十mの保残帯を残して伐採を行うことが多く、近年その保残帯がコリドーとして機能する可能性が指摘されている。本研究は、伐採後30-40年経過した保残帯がコリドーとしての効果をもつのか、またコリドー効果を受けにくい種とはどのような種なのかを検証する。

青森県八甲田山前岳の保残帯周辺を調査地とし、原生林内、人工林内、コリドー内(原生林からの距離、30、100、300、1000m)の全35地点に500㎡のプロットを作り、その中の高木(毎木)、低木、実生(方形枠20個の出現頻度)を調べた。また、各プロットでホールトラップによる採集(5カ所、3日間×2回)を行い、オサムシ科昆虫の組成について解析した。

その結果、保残帯の組成は隣接した人工林とは高木、低木、実生全てにおいて異なっており、また保残帯と原生林は高木の組成に関して類似度が高かった。また、コリドーでは原生林から離れるほど、高木実生、オサムシ科昆虫ともに原生林内との類似度が下がっていくが、その程度は同じ距離にある原生林どうしより大きい。これは、コリドーの効果を受けにくい種があることを示していると考えられるが、このような種の生態特性について考察する。

P2-082

好樹液性昆虫が利用できる樹液場の分布

* 山田啓介, 小池文人 (横浜国大院 環境情報)

カブトムシ属やクワガタムシ科などの大形甲虫は、日本においては文化的に人気がある。これらの甲虫は、成虫の餌資源や交尾のために樹液場を利用する好樹液性昆虫である。樹液場は好樹液性昆虫にとって非常に重要であるが、樹液場を形成する樹木と樹液場の分布に関する科学的な知見はほとんど存在しない。そこで本研究では、北海道から屋久島までの気候帯において、丘陵地や都市などのさまざまな景観における樹液場の分布特性を明らかにすることを目的とした。

調査は北海道から屋久島までの気候帯ごとに、また、同じ気候帯下における異なる景観パターン(丘陵地、平坦地氾濫原、都市)ごとに1km×1kmの調査地域を設けた。ラインセンサス法により調査地域内に500mのラインを3本設定し、ラインから片側5mの調査範囲内に出現した対象種の樹種、胸高直径、樹液の有無などの特徴を記録した。対象樹種は、好樹液性昆虫の採集報告のあるブナ科やタブノキ科、ヤナギ科などの50種である。

調査の結果、同一の樹種でも気候帯によって樹液場形成に違いがあることが確認された。クヌギやコナラは、冷温帯においては高頻度で樹液場が形成されていたが、暖温帯での樹液場形成はまれであった。マテバシイは、亜熱帯では高頻度で樹液場が形成されていたが、より冷涼な暖温帯では樹液場が形成されていなかった。また、市街地の街路樹であっても暖温帯のタブノキは高頻度で樹液場が形成されていた。このような樹液場形成のパターンは、主に穿孔虫の気候的な分布に大きな影響を受けていると考えられた。景観や樹木サイズの要因については、カミキリムシ類(冷温帯のナラ類のシロスジカミキリ、暖温帯タブノキのホシベニカミキリなど)によると思われる樹液場は林縁の小径木に形成される傾向が検出されたが、キクイムシ類(亜熱帯マテバシイのカシノナガキクイムシ)では検出されなかった。

P2-084

Sustainable development strategy for coral reef resources, Mindanao

* Brando Cabigas Razon, Nobukazu Nakagoshi (Hiroshima Univ.)

Marine Protected Areas (MPAS) have been claimed as one of the most important tools for the protection and management marine and fishery resources. This study was conducted in four MPAs in Sarangani Province, Philippines: Glan Padidu Marine Sanctuary, Kapatan Marine Reserve, Tuka Marine Park and Kamanga Marine Ecotourism Park and Sanctuary. The ecological health of the coral reef such as coral cover and species diversity in each MPA were taken from the secondary sources. Interview of the fishermen around the established MPAs was conducted to determine their productivity before and after the establishment of MPA based on the catch per unit effort (CPUE). MPA management was assessed based on the interview of the MPA Board members. Data show that all four MPAs investigated have fair coral cover. Result of the study revealed that after a certain period of time of the establishment and well management of these MPAs, the CPUE of the fishermen fishing around these protected areas has increased. However, failure in MPA management of Glan Padidu Marine Sanctuary and Kapatan Marine Reserve resulted to damage of the coral reef and decreased fish catch. Management problem of the Kamanga Marine Ecotourism Park and Sanctuary did not help increase the CPUE of the fishermen.

P2-085

Identification of Potential Area for Oil Palm Plantation in Landak regency, West Kalimantan

*Johaerudin, Toshiaki Kondo, Nobukazu Nakagoshi

Indonesia government is planning to extend oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) plantations in several targeted provinces to develop the biggest palm oil exporter in the world. West Kalimantan province has its highest projection. In this study, we determine land suitability for oil palm plantation using Multi-Criteria Evaluation and GIS approach compare to current land use. Land suitability analysis considers relevant biophysical factors of climate, soil and topography. Next we evaluate land suitability from the actual condition in current land use. The results indicate that this method is useful to determine suitable land for oil palm plantation. So that, planners can use this method to generate the future direction of oil palm plantation. Finally, we propose to site good place for productive oil palm plantation in West Kalimantan.

P2-087

三重県池の平湿原堆積物の花粉・微粒炭分析からみる過去1000年間の火事史と草原の成立・維持過程

*林 竜馬, 高原 光 (京都府大・生命環境), 西村 亮 (林野庁)

紀伊半島高見山地の倶留尊山周辺では、過去から山焼きが行なわれていたことが知られており、尾根の西側に位置する曾爾高原においては毎年の火入れによって現在でもススキ草原が維持されている。曾爾高原では、約1500～1000年前以降から連続して火事が発生し、草原植生が維持されてきた (Inoue et al. in press)。本研究では、倶留尊山の東側に位置する三重県池の平湿原で採取した堆積物試料の花粉分析と微粒炭分析から、同地域における過去1000年間の火事史と草原の成立・維持過程についてのさらなる検討を行った。花粉分析の結果、約800年前 (cal BP) 以前には周辺にアカガシ亜属やスギ、モミの生育する森林が広がっていたことが示された。しかし、約800年前 (cal BP) 以降になると、微粒炭量が急増し、アカガシ亜属花粉の減少とコナラ亜属花粉の増加、さらにはイネ科やヨモギ属を中心とする陸生草本花粉の増加が認められた。これはこの時期以降、池の平湿原周辺でも連続的な火事の発生に伴って、常緑カシ類が減少する一方で、落葉ナラ類や草原性植物の増加が起こったためと考えられる。さらに、約500年前 (cal BP) 以降にはアカマツに由来すると考えられるマツ属複雑管束亜属花粉の増加とともに、陸生草本花粉の出現率のさらなる増加が認められたことから、人間活動による周辺植生への攪乱の強度が高まって、池の平湿原周辺でのアカマツ二次林の形成と草原の拡大がおこったことが示唆された。また、堆積物の表層付近では微粒炭量が急減し、マツ属複雑管束亜属花粉と陸生草本花粉の減少、そしてスギ属花粉の急増が認められた。これは、戦後における人間の自然利用形態の変化に伴う、二次林や半自然草原の減少とスギ植林地の増加を記録しているものだと考えられる。

P2-086

Implementation of REDD+ in Indonesia

*Ima Yudin Rayaningtyas (IDEC, Hiroshima University), Toshiaki KONDO (IDEC, Hiroshima University), Nobukazu NAKAGOSHI (IDEC, Hiroshima University)

Government of Indonesia has committed to reduce 26 % of CO2 emissions by 2020 from "business as usual (BAU)". Focusing on forestry sector, Indonesia is one of the developing countries that highly concerns to reduce the CO2 emission from deforestation and forest degradation. This study aims to recognize the readiness of REDD programme in Indonesia. Literature review, web-based sources and existing data were used to compile data. Through identifying and analyzing all elements which have been established by the central government including institution, regulation, strategy and capacity building, we attempt to know how far the Indonesia preparedness road to full implementation of REDD mechanism post 2012.

P2-088

サラワク州ランビルヒルズ国立公園における *Shorea* 属樹種の遺伝構造と遺伝子流

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

現在、演者らは、東南アジア熱帯雨林の主要構成種であるフタバガキ科樹種について、個体群の空間的遺伝構造とその形成要因の調査を進めている。ここでは、主に甲虫によって花粉媒介される *Shorea* 属樹種についての調査結果を報告する。

マレーシア連邦サラワク州ランビルヒルズ国立公園に設置された52 ha 調査区において、胸高直径30 cm以上の個体を繁殖可能個体と見なした。全ての繁殖可能個体の生葉からDNAを抽出し、マイクロサテライト解析により遺伝子型を決定した。また、2009年に開花した母樹の樹冠下から果実を収集し、遺伝子型を決定した。国立公園から約10 km離れた択伐残存林においても、同様の調査を行った。結果を、国立公園と択伐残存林と比較することにより、*Shorea* 属樹種の遺伝子流動に対する森林伐採の影響を考察した。

個体群の空間的遺伝構造は明瞭であった。すなわち、空間的な距離が近い個体同士は、遺伝子型が似ている傾向が有意であった。これは、飛翔距離が短い甲虫に花粉媒介されること、重力および風による種子の散布距離が短いことによるのかもしれない。次に、国立公園と択伐残存林の間で、送粉距離に大きな差は見られなかった。原生状態に近い森林において、もともと送粉距離が短い樹種では、森林伐採の影響は、強くは現れないことを意味するのかもしれない。

P2-089

ヒガンバナの稔性と発芽について

* 瀬戸良久, 武市早苗, 中嶋克行 (たけいち医学研究所)

日本に自生するヒガンバナは、すべて3倍体(2n=33)であり、不稔性の植物として広く知られている。しかしながら、本報告者らの観察では野生条件下で、自然結実したヒガンバナ花茎をしばしば認めることがあることから、2007年から2年間にわたり詳細な自然結実調査を行った。本調査ではヒガンバナの開花から結実までの経過観察と共に、完熟種子を用いて発芽試験を行い、発芽する割合の調査、小鱗茎形成の様相、次いで出葉するまでの一連の経過等も含めて観察したので報告する。

【結果】

- 1) 今回調査した4ヶ所の野外集団のなかに開花・種子形成するものが存在した。
 - 2) 結実花茎には花茎基部から枯れ上がり変化を認めるものと種子が出来上がるまで変化を認めないものがあり、両者とも果実(蒴果)の成熟までにはおよそ60日を要した。
 - 3) 低温で保存した種子を播種したところ、3月下旬から4月上旬に発芽した。50粒中13粒(26.0%)に発芽が確認され、特に種子重量が重いものほど発芽能力を有しているものが多かった。
 - 4) 種子発芽から小鱗茎形成までの経過については、まず地上で種皮を破り、胚軸を地中に伸ばした後、種皮から1.5cm程度離れた部位に小鱗茎を認めた。なお、小鱗茎の完成には発芽から85日前後であった。
 - 5) 小鱗茎形成後の新根の発根時期は7月上旬から9月上旬にかけて観察されたが、出葉時期においては9月下旬に一斉に第1本葉が出葉した。さらに60日程度経過した頃に第2本葉の出葉が観察された。
- 以上のことから、ヒガンバナの野外集団のなかには開花・種子形成するものが存在し、しかも種子は正常に発芽する能力を有していることから、完全不稔ではなく極めて低稔性の植物と受けとめることができ、発芽するための環境がととのった際には種子繁殖が可能で植物と考えられる。

P2-091

雌雄異株のタチヤナギにおける両性変異家系の性表現と近交弱勢

* 永光輝義(森林総研), 二村典宏(森林総研)

雌雄異株のヤナギ属(*Salix*)とゲノム構造がほぼ同じポプラ属(*Populus*)では、ゲノム配列が解読され、第19連鎖群の端に組み換えが抑制された雌ZWと雄ZZの性決定領域が示唆されている(Yin TM 2008, Genome Res 18:422-430)。また、タチヤナギ *S. subfragilis* の両性変異株が北海道で発見された(倉橋昭夫 2001, 北方林業 53:36-383)。そこで、この両性変異がどのように遺伝し、どのような性決定様式を示唆するのか、さらに、両性株で生じた自殖子孫を用いて近交弱勢を推定するため、両性株を母樹とする自殖と別の両性株との他殖、雄株との他殖の子について4年間の性表現と成長量を測定した。

その結果、両性株の自殖では両性が半数で雌雄均等、別の両性株との他殖では両性が3割で残りは雄に偏り、雄株との他殖では両性が2割で残りは雌雄均等となった。この結果は、両性の親から由来した同じ組み合わせの両性遺伝子型は両性を表現し、由来が違う組み合わせの両性遺伝子型は異なる性を表現することを示唆する。よって、ZW型性決定を仮定すると、性表現はZとWとの相互作用に依存すると思われる。

次に、幹の断面積と長さの成長量は交配親に依存し、両性株の自殖で最小、雄株との他殖で最大、別の両性株との他殖はそれらの中間となった。一方、成長量は子の性には依存しなかった。近交弱勢の大きさは、別の両性株との他殖または雄株との他殖に対する両性株の自殖の成長量の減少率となる。これらの減少率から、幹の成長量には、断面積で約60%、長さで約20%の近交弱勢があることがわかった。

P2-090

阿蘇地方の草原性絶滅危惧植物マツモトセンノウの繁殖生態

* 安部哲人(森林総研・九州), 横川昌史(京大・農), 井鷲裕司(京大・農)

マツモトセンノウ *Silene sieboldii* (ナデシコ科) は中国東北部から朝鮮半島、日本にかけて分布する草原性の多年生草本である。氷河期に分布を広げた大陸系遺存種とされ、国内での自生地は熊本県阿蘇地方のみである。自生地である半自然草原は管理労力の不足や土地利用の変化により年々面積が減少し、個体群の分断が進行していることから、レッドリストの絶滅危惧Ⅱ類(VU)に指定されている。このように減少過程にある孤立個体群では直接要因である自生地の消失以外にも、繁殖成功度の低下や近親交配の増加による近交弱勢の発現といった要因が、間接的に個体群の衰退を加速させる可能性が指摘されている。そこでマツモトセンノウの繁殖の現状を明らかにするために2009年、2010年に4個体群で送粉・結実を調査した。マツモトセンノウの花にはマルハナバチや小型のハナバチ、チョウ、ハエなどの訪花が見られた。花の形態からはスズメガなど大型の鱗翅目昆虫が有効な送粉者になると予想されたが、これらの訪花は稀であった。訪花頻度の高さや花のサイズを考慮すると阿蘇の自生地における主要な送粉者はマルハナバチであると考えられた。調査した4個体群のうち、草丈が低い管理された半自然草原の2個体群ではマルハナバチの訪花頻度が高く、結果率も高かった。一方、スキヤ丈が高い草地や植林地化された個体群ではマルハナバチがほとんど見られず、結果率や花当たりの種子数も低かった。マルハナバチの訪花は周辺開花個体数や周辺開花種数が多いほど増える傾向があった。これらの結果から、適切に管理されている種多様性が高い半自然草原ほど繁殖成功率が高く、一方で管理放棄された草地や植林地に転換された自生地では繁殖ステージでも不利になっていることが明らかになった。

P2-092

ハルリンドウの花サイズと結実率の関係

* 増田理子(名工大・社会学), 野口智未(名工大・都市社会), 高井美紀(名工大・社会学)

花のサイズは訪花昆虫の挙動に大きな影響を及ぼすものと考えられる。異なった個体群の間では同種でも非常にサイズの違う花をつけることがよく知られている。しかし、同一個体群内での花サイズの違いはいったいどのくらいの種子生産などの繁殖ファクターに影響を及ぼすのであろうか？

愛知県内には多数の湿地が存在し、花サイズの異なるハルリンドウが開花することが知られている。そこで2011年4月から5月にかけて、愛知県内の湿地で開花したハルリンドウの個体について、花サイズを測定し、開花期間、結実数、結実率、種子の発芽率を調査した。

その結果、ハルリンドウの花冠のサイズは同一個体群内で非常に変異が大きく花冠の幅だけでも3倍近くの差が認められた。また、開花期間も非常に大きく変動し、短いものは2日程度、長いものでは10日程度の開花が確認された。花のサイズは初期は比較的大きいものが多いが、開花終盤になると、小さいものが多くなる傾向があった。

さらに、花のサイズと結実種子数には有意な相関が認められ、花サイズが大きくなると結実種子数が増加する傾向が認められた。種子の発芽能力も花サイズが大きい場合には発芽が認められたが、花サイズが小さくなるに従って、日低くなる傾向があった。

花のサイズは訪花昆虫の挙動に大きな影響を及ぼし、ハルリンドウの結実種子数に影響を与えた。また、発芽能力に関しても異なった影響を与えることが示された。

P2-093

Outcrossing rates of *Sasa cernua* at small scale single-genet flowering sites

*Keiko Kitamura, Takayuki Kawahara (Hokkaido Res. Cen. FFPRI)

Dwarf bamboos are monocarpic and take several decades to flower. It is a rare occasion to have a chance to get sound seeds of dwarf bamboos. We have been observing a small-scale flowering of dwarf bamboo species every year since 2003 at the experimental forest of Hokkaido Research Center, FFPRI. We estimated the outcrossing rates of an endemic dwarf bamboo species, *Sasa cernua* MAKINO, at small-scale flowering sites using six microsatellite loci. We analyzed 1299 seeds, ranging from 23 to 140 seeds from 18 culm at two flowering sites. The multilocus estimate of the outcrossing rates of the dwarf bamboo population was 0.148 (SD 0.118), ranged widely among mother culms from completely selfing, 0.001, to mixed mating, 0.676. The study sites were revealed to be single genet flowerings, however, two culms with the highest outcrossing rates had somatic mutations. The overall inbreeding coefficient of the seeds was high because of predominant selfing although it declined in seedlings, which germinated two years after flowering. This suggests that selection against inbred progenies began early in the establishment process occurring in the natural habitat.

P2-095

ニホンタンポポとセイヨウタンポポの雑種の進化 ～戻し交配雑種の生殖能力～

*満行知花(九大・理), 保谷彰彦(東大・院) 総合文化), 矢原徹一(九大・理)

被子植物での無性的な種子形成を無融合生殖と呼ぶ。無融合生殖を行う系統は、クローンの繁殖にもかわらず、しばしば著しい変異性を持つことが知られている。このような変異性は、有性生殖を行う近縁種とのまれな交配によって生じたと考えられてきたが、実証研究はほとんどない。現在日本では、3倍体のセイヨウタンポポと2倍体のニホンタンポポの交配で生じたと推測されている、無融合生殖を行う雑種(3倍体、4倍体)が広く分布している。雑種、特に3倍体は高い遺伝的変異性を持つことが明らかになっている。私達は、これまでの研究で、3倍体雑種とニホンタンポポとの人工交配によって、戻し交配雑種は遺伝的変異性が增大することを明らかにした。しかし、戻し交配雑種が、雑種第1代と同様に無融合生殖を行うことができるのかについては明らかになっていない。

そのため、人工交配によって作出された戻し交配雑種33個体について、無性的にできる種子数を調べた。方法は、2010年1月20日6月7日に、戻し交配雑種のつけたつぼみに袋がけを行い、種子を採集した。種子は、黒く、ふくらみがあり、硬い、という基準で、しいな種子と完全種子を区別し、カウントした。

その結果、33個体中11個体は、全ての頭花において、しいな種子しか生産されず、無性的には全く種子を生産することが出来なかった。また、その他の個体もほとんどは、1つの頭花あたり数個の完全種子をつけるだけだった。これらの結果から、戻し交配雑種のほとんどの個体は、無融合生殖を行う能力があまりないことが明らかになった。ただし、3個体のみ、1つの頭花あたりの平均が30個以上の、比較的数多くの完全種子をつけた。数多くの完全種子をつけることの出来る戻し交配雑種が野外で生じた場合、雑種の中には戻し交配によって生じた雑種も含まれ、遺伝的変異性が增大している可能性がある。

P2-094

コクサギのみかけの性比について 一石灰岩地でコクサギはなぜ雄ばかり目にするのか？

*松久聖子, 柳沢直(岐阜県立森林文化アカデミー)

雌雄異株の植物の場合、種子の性比は理論的に1:1になることが示されているが、野外集団では繁殖に参加している個体の性比が雌雄どちらかに偏る例が報告されている。本研究では、落葉低木であるコクサギ(*Oryza japonica*)を対象に、著しく性比の偏りが生じる理由について考察した。調査地は主に岐阜県郡上市美並町の石灰岩地で、林床に広くコクサギが優占している。コクサギは枝が地面についたところから発根し、旺盛に伏条更新していた。伏条したラメットのつながりを完全に確認することはできないが、つながりが確認できたところまでを一つの個体として扱った。50mのライントランセクト上に出現した95ラメットについて、花により性を確認したところ、雄と雌のラメット数はそれぞれ82, 13であり、性比は大きく雄に偏っていた。雌雄の間で伏条のしやすさに差があるならば、ラメット単位での性比の偏りが生じると考え、130個体について伏条の形態・生態・生育場所の環境について調査を行った。また、伏条に関する性質として、発根のしやすさの雌雄差を調べるため、雌雄それぞれ10個体から枝を採取し、挿し木実験を行った。雌雄間では、雄の方が伏条している個体の割合が多く(雄78%, ♀29%)、伏条枝の数**、同一ジェネット内のラメット間距離**、などが大きかった。また、上を向いて出る枝の数*は雌の方が多かった(welch t-test: *p < 0.01, **p < 0.001)。また、雌雄の生育環境に差はみられなかった。挿し木した枝の発根に関しては、発根率に雌雄差はなかったが、発根数***・根長***・根重***は雄の方が大きかった(Mann-Whitney U-test: ***p < 0.01)。以上のことから、コクサギの野外集団でラメットの性比が雄に偏る理由は、雄の方が伏条しやすい性質をもつことによると考えられる。

P2-096

豊凶の年変動パターンの同調性: ブナ科樹木3種における個体レベルの比較

*水谷瑞希(福井県自然保護センター), 多田雅充(福井県海浜自然センター)

ブナ科樹木の結実量には大きな年変動があり、その豊凶は堅果類を利用するクマなどの野生動物の行動に影響を及ぼすと考えられている。その影響の大きさは、結実変動パターンやその同調性の違いにより樹種間で異なることが予想されるが、これらはブナ以外の樹種ではあまりよくわかっていない。そこで本研究では、福井県で実施しているブナ科樹木の豊凶モニタリング調査によって得られたデータにもとづいて、ブナ科樹木3種の結実変動パターンとその同調性を比較した。

調査は2005年から2010年に、ブナ、ミズナラ、コナラの3樹種を対象として実施した。これら3樹種が優占する地域を中心に調査地点を設定し、各地点10~25本の個体ごとの結実状況を、枝先50cmあたりの平均着果数(以下、着果指数)で評価した。今回は、このうち4年以上連続して調査し、かつ不作以上の結実年があった個体のみを対象として解析を行った。

着果指数の変動係数はブナが最も大きく、次いでミズナラ、コナラの順となった。隔年結果傾向もブナが最も強く、次いでミズナラ、コナラの順となった。着果指数の年変動は、ブナでは地点内、地点間ともに、個体間に強い正の相関が検出された。ミズナラでは地点内では強い正の相関が検出されたが、異なる地点の個体間では中程度~強い正の相関のみみられた。コナラでは地点内ではほとんど相関なし~強い正の相関のみみられたが、異なる地点の個体間ではほとんど相関なし~弱い正の相関であった。

ブナとミズナラでは、大部分の個体が同調して結実不良になった年があったが、コナラにはみられなかった。これは樹種間における結実変動パターンの同調性の違いを反映したものと考えられた。また福井県ではブナ、ミズナラが揃って結実不良となった年にクマ大量出没が発生したことから、これら2樹種の結実変動の影響は、クマの行動を左右するほど大きいことが推察された。

P2-097

河岸の岩場に生育するユキヤナギの開花特性の経年変化

* 芦澤和也(明治大・院・農), 倉本宣(明治大・農)

街中に多く植栽されているバラ科の落葉低木ユキヤナギ (*Spiraea thunbergii* Sieb.) は、河岸の岩場に自生している。岩場に生育する個体群を対象として、現在までに種子発芽特性や生育地特性などを明らかにしてきたが、開花特性については未解明な部分が多かった。そこで、本研究では、2007年9月の台風9号の出水時に冠水した多摩川の本種個体群において、本種がどのように開花するかを2008年から2010年にかけてモニタリングすることにより、本種の基礎的な開花特性と経年変化を明らかにすることを試みた。

東京都西多摩郡奥多摩町庭地先の右岸の岩場における100個体、青梅市沢井地先の左岸の岩場における34個体、沢井地先の右岸の岩場における21個体、および、青梅市大柳町地先の左岸の岩場における20個体、の計175個体(4個体群)について、花の有無、着花数、最大枝長、地上幹数、および、マイクロハビタット(比高、根元のコケの有無など)を調査した。調査は2008年、2009年、2010年の4月に実施した。本調査地において、左岸は南向き斜面であり、右岸は北向き斜面であった。

南向き斜面である左岸の2個体群では、2008年に比べて、2009年に着花個体の割合が減少した。一方、北向き斜面である右岸の2個体群では、2008年から2010年にかけて、着花個体の割合が増加し続けた。また、開花数については、右岸の2個体群では、2年連続で開花数が増加した個体が多かった。沢井左岸の個体群の多くの個体は、着花数が2008年から2009年にかけて増加し、2009年から2010年にかけて減少した。南向き斜面と北向き斜面で開花状況が異なることから、光環境が本種の開花に影響を与える可能性がある。

P2-099

シナサワグルミの種子サイズの個体内変異

* 井出純哉, 後藤麻美(久留米工大・工)

総状の果序をつける植物では、一般に果実サイズは果序の基部のものが大きく先端に向かうほど小さくなる傾向があることが知られている。植物の中には風散布のための器官を持つ果実をつける種類も数多く存在するが、そのような植物が総状の果序をつける場合、風散布器官の大きさが果序内の位置によってどのように変化するか、そして種子が散布される距離がその種子の果序内での位置によって変わるのかどうか、ということについては余り知られていない。そこで、翼果が総状になるシナサワグルミを用いて、果実サイズの果序内変異を調査した。シナサワグルミの実には二枚の翼があり、風によって種子散布されることが知られている。

2010年の秋に久留米工業大学の敷地内に生えているシナサワグルミの木から果序を採集した。果序は基部・中央部・先端部に三等分し、各部の翼果の大きさと重さを測定した。その結果、翼果の大きさは先端部のものだけ小さいことが明らかになった。特に、先端部の実では翼の幅が狭くなっており、そのために翼荷重が基部や中央部の実に比べて大きくなっていった。従って、先端部の果実は遠くまで散布されにくいのではないかと考えられた。

P2-098

栃木県日光市の林木遺伝資源モニタリング試験地におけるミズナラ落下堅果の粒数とサイズの季節変化

* 大谷雅人(森林総研林育セ), 篠崎夕子(森林総研林育セ), 岩泉正和(森林総研林育セ), 矢野慶介(森林総研林育セ), 平岡宏一(森林総研林育セ), 宮本尚子(森林総研林育セ), 高橋誠(森林総研林育セ)

冷温帯林の主要構成樹種であり、家具材や建築材などとして価値が高いミズナラは、林木遺伝資源として重要な有用広葉樹である。本種の結実の豊凶を左右する要因は着花量の変動ではなく、雌花が堅果に発達する過程での未熟落果にあると考えられているが、その動態と背後にある生態的要因については未解明な点が多い。本発表では、開花期から成熟堅果の散布が終了するまでの雌繁殖器官の落下動態を詳細に把握することを目的とした。

2010年4月下旬に、栃木県日光市のミズナラ天然林内の固定試験地(120 m × 140 m)に24個のシードトラップ(面積0.5 m²)を設置した。5月下旬に試験地内の胸高直径5 cm以上のミズナラ成木403個体を対象に着花量の調査を行い、雌繁殖器官の落下が観察されなくなった11月中旬まで、2~3週間おきにトラップの内容物を回収した。

調査期間中に落下した雌繁殖器官の数は177.4 ± 131.8 個/m²(平均 ± 標準偏差; うち雌花および未熟堅果123.1 ± 86.1 個/m²)であり、既往研究との比較からやや豊作に相当すると推測された。8月下旬までに落下した雌繁殖器官のほとんどは直径3 mm以下の雌花または未熟堅果であり、個数も6月以降減少傾向にあったが、9月上旬からは再び増加傾向に転じ、殻斗から堅果本体が露出した、より成長の進んだ堅果が多くを占めるようになった。今後、立木密度と落下堅果量との関係や食害の有無などについて解析し報告する予定である。

P2-100

中間的自殖率はどのようにもたらされるか: オオヤマオダマキにおける時間的・空間的変異と花形質による影響

板垣智之・酒井聡樹(東北大・院・生命)

多くの植物は自殖性か他殖性を示すと言われている。一方で中間的な自殖率を示す植物も少なくない。自家和合性植物の自殖率は、自家・他家花粉の受粉量とタイミングによって決まる。それらの受粉が個体・花ごとに異なるために中間的自殖率をもたらされると考えられる。

本研究では、個体ごと・花ごとの自殖率と、自殖率に影響すると考えられる複数の形質との関係を明らかにすることを目的とした。材料を雄性先熟性で自家和合性のオオヤマオダマキとして、調査は2007・2009年に岩手県の2つの野外集団で行った。個体ごとに、個体サイズ、同時開花数、花ごとに、花サイズ、花粉・胚珠数、開花フェノロジー、ポリネーターの訪花数・滞在時間を調べた。自殖率は、花ごとに13遺伝子座のマイクロサテライトマーカーを用いた遺伝型解析から求めた。

その結果、個体ごとの自殖率は花序数が多い個体ほど有意に高かった。花序内の花間に開花の重なりはほとんどないことから、花序が多いと花序間での隣花受粉が増えるためと考えられる。花間では自殖率に差はなかった。花サイズなどの花形質にバラつきが見られたが、自殖率に影響はないようだった。2集団間で花あたりの自殖率は差がなかった。

これらの結果から、個体サイズの違いのために、個体ごとに異なる自殖率をもたらされていることがわかった。花サイズやハーコガミーなど花形質の違いは自家・他家花粉の受粉のしやすさに影響すると考えられるが、個体サイズの影響が大きいため、花間で自殖率に差がみられなかったのではないかと考えられる。

P2-101

一斉開花するバイケイソウの種子繁殖とクローン成長が
個体群構造に及ぼす影響

* 草嶋乃美, 加藤優希, 大原雅 (北大・院・環境科学)

本研究の対象種バイケイソウの開花個体は、種子繁殖を行うが、個体により開花時にクローン成長も行う。バイケイソウの開花には年毎に豊凶があり、またその周期は集団によって異なる。本研究では、集団の違いによる種子繁殖とクローン成長への依存度を評価し、2つの繁殖様式が個体群の維持・形成に与える影響について明らかにすることを目的とした。

調査は2010年に恵庭、野幌、千歳、荻伏の4集団で行った。前年の結果より恵庭は種子繁殖由来の幼個体およびクローン成長由来の大型の個体が多く、他集団では種子繁殖由来の個体は少ないことが明らかになっている。また、個体の経年調査により恵庭では娘ラメットのサイズが他集団より大きく、恵庭でのみ12年前の開花個体より形成された娘ラメットの開花が確認された。この他、2010年は4集団いずれにおいても開花が生じたが、10m×10m内の開花個体数を調べたところ、恵庭では最多の228個体、一方、荻伏では最小の8個体が開花しており、集団間で開花規模が異なることが明らかになった。各集団の種子生産率は、恵庭と野幌で高く、集団間で種子繁殖への依存度が異なっていた。このように集団により開花規模やそれに伴う種子生産量は異なるとともに、実生の生存率はどの集団でも低く、数年間隔で起こる開花では恵庭のように多くの幼個体を維持できない。しかし、恵庭では娘ラメットは形成されてから開花に至る開花周期が他集団より短く、実生の補充が頻繁に行われていると考えられる。このように、バイケイソウでは種子繁殖は、集団により種子生産量だけでなく短い開花周期によって安定的に幼個体を補充する一方、クローン成長は生存率が高く、短期間で開花に至る個体を確実に補充することで個体群の維持・形成に寄与していることが示唆された。

P2-103

新潟県の風穴に分布する絶滅危惧種エゾヒョウタンボク
の繁殖特性

* 指村奈穂子 (埼玉自然博), 古本良 (林育セ), 斎藤久夫 (東蒲自然同好会), 中沢英正 (津南町自然に親しむ会), 池田明彦 (品川区役所)

エゾヒョウタンボクは南千島、サハリン、北海道から本州北部の数ヶ所 (いずれも風穴地) に隔離分布するスイカズラ科植物であり、環境省レッドリストで絶滅危惧II類 (VU) に指定されている。本種は倒伏した幹から発根し無性繁殖していることが観察されているものの、実生はほとんどみあたらない。研究の目的は、エゾヒョウタンボクの繁殖特性を調査し、保全に必要な条件を解明することである。

新潟県の生育地において、送粉者観察、交配実験、種子散布者観察を行い、種子を採取して発芽試験を行った。

花の周辺ではハナバチ類6種、ハナアブ科3種、コウチュウ類2種が観察されたが、その中でも特にコマルハナバチなどのハナバチ類が繰り返し訪花していた。訪花は明け方から午前中に集中した。交配実験では袋かけを行い、人工他花授粉、人工自家授粉、除雄、無処理および袋かけをしない対照の5処理を行い、結実率はそれぞれ34.62%、7.14%、0%、12.33%、24.19%であった。果実の赤熟期に鳥の観察を行ったが、鳥による果実の採食は観察されなかった。種子を11月に播種したところ、翌年8月になって約29%の発芽が確認された。

本種はハナバチ類による送粉によって他花受粉され結実すると考えられる。発芽には温度の上昇が必要であるが、生育地は風穴で夏でも温度は10℃以下である。発芽と生育には異なる温度条件の必要性が示唆された。現在の生育地では栄養繁殖で個体を維持できるが、風穴は安定期間が長くなると岩塊内の空隙が埋められ消滅していく可能性がある。本種の存続には、新たな風穴の成立と、発芽と生育に適する限定的な温度域への種子散布が必要と考えられる。

P2-102

胚珠側側の交配システム (自殖 or 他殖) が雑種形成の成功を左右する

* 安元暁子 (Zurich大・植物, 京大・生態研セ), 岩永廣子 (京大・農), 清水理恵 (Zurich大・植物), 工藤洋 (京大・生態研セ), 清水健太郎 (Zurich大・植物)

雑種形成は植物の多様性増加に寄与した異質倍数化による種分化が起きる上で必須のイベントである。しかし、雑種形成の起きやすさを左右する要因についてはその重要性にも関わらず不明な点が多い。親種における、自家不和合性のメカニズムの有無や花柱長の種差、交配システムの違い (自殖 or 他殖) などが寄与すると言われるが、それらの相対的な重要性も良く分かっていない。

Cardamine 属は200種以上の種から成る大きな属で異質倍数体種を多く含み、雑種形成が属内の多様性増加の主要な原動力と考えられる。属内の種は、閉鎖花のような小さな花で自殖を行う種から、虫媒の大きな花で他殖を行う種まで、多様な花形態を示す。また、自家不和合性から自家和合性が独立に4回進化したとも示唆されている。この属は雑種形成に影響する要因を調べる上で理想的な材料である。

Cardamine 属植物の13種 (2倍体7種、異質倍数体6種) で網羅的な相互交配実験を行った。他殖種が母親だと雑種の果実は発達しないが、自殖種が母親だと多くの掛け合わせで雑種種子が発達し、中絶された。母親種の交配システム (自殖 or 他殖) が雑種形成の成功を左右する要因だと考えられる。また *C. parviflora* (自殖) が母親だと、系統的に近い *C. impatiens* (自殖) と *C. leucantha* (他殖) が父親種の場合にのみ雑種種子は中絶されずに完熟した。母親側を固定すると、系統的な近さが雑種形成の成功に影響すると考えられる。加えて、*C. parviflora*, *C. impatiens*, *C. leucantha* の相互交配から、母親種の交配システム (自殖 or 他殖) が系統的な近さよりも重要な要因であることが示唆された。

P2-104

銅ゴケ (ホンモンジゴケ) を対象としたマイクロサテライトマーカーの開発と遺伝的多様性の解析

* 加藤健吾 (総研大・極域科学), 木村恵 (森林総研)・練春蘭 (東大・ア生セ)・野村俊尚 (東大・新領域)・伊村智 (極地研)

銅などの重金属濃度の高い環境に生育するコケ植物を総称して銅ゴケと呼ぶ。中でも、ホンモンジゴケ (*Scopelophila cataractae*) は代表的な銅ゴケであり、市街地では銅を含む建造物の周辺、山地では銅鉱山の周辺などに分布している。現在までに日本国内では市街地を中心に少なくとも120以上の地点で生育が確認されているが、これら多くの生育地間をホンモンジゴケはどのような過程を経て分布を拡大してきたのだろうか？

過去の分布拡大過程を推定するためには、まず国内各地の集団の遺伝構造を明らかとし、集団間で比較をおこなう必要があるが、ホンモンジゴケは主に栄養繁殖により個体群の維持と分布の拡大を行っていると考えられるため、遺伝的多様性が生じにくいと考えられる。現にアロザイム分析では東京市街地の少数の集団においては遺伝的多様性を観察できていない。この結果は、解析した集団が遺伝的に同一な個体より構成されている事を示唆するが、多型性が低いために変異を検出できなかったという可能性も考えられる。

そこで、本研究では遺伝的変異の検出感度が特に高い方法であるマイクロサテライト解析を用いる事で、より詳細な国内集団の遺伝的多様性解析をおこない、過去の分布拡大過程を推定する事を目的とした。現在までに多型性がある6座のマイクロサテライトマーカーをホンモンジゴケにおいて開発することができた。これらのマーカーを用いて予備的な解析を行った結果、解析した各集団に遺伝的多様性がみられ、また、山地と市街地の集団間ではもちろん、市街地の集団間でも遺伝的に分化していることが明らかとなった。

P2-105

ニセアカシアの非休眠種子の割合の個体差一年別の比較とその役割

* 千葉 翔, 小山浩正, 高橋教夫 (山形大・農)

ニセアカシア (*Robinia pseudoacacia*) は北米原産の外来種で、河川域を中心に分布を拡大しており、駆除・管理対策が求められている。この種の種子には、休眠種子と非休眠種子があることが明らかになった。しかし、両者の比率は定量化されておらず、特に個体間で休眠と非休眠種子の生産比率が異なる可能性がある。もし、生産比率に個体差があり、かつ、それが年間で変動しないとすれば、非休眠種子の生産のしやすさは個体に特有の性質と考えられる。そこで、本研究では①休眠と非休眠種子の生産比率に個体差があるのか、②それは年間で変動するのかを調べた。

山形県鶴岡市を流れる赤川河川敷に分布する30個体を選定した。各個体から2008年の10月に種子を採取し、個体別に吸水実験を行った(各個体100粒×3反復)。実験期間は2週間で、期間中に吸水したものを非休眠種子、吸水しなかったものを休眠種子とし、個体ごとに非休眠種子の割合を算出した。さらに、翌年にも同じ個体から非休眠種子の割合を算出し、両年の非休眠種子の割合の相関関係を調べた。

どの個体も休眠種子と非休眠種子を生産していた。非休眠種子の割合は個体間で有意に異なり、最小6.3%~最大87.0%だった。また、個体の非休眠種子の割合は2008年と2009年で有意な正の相関があった(Sperman, $p < 0.01$)。

以上のことから、ニセアカシアは種子異型性を示し、休眠種子を生産しやすい個体と、非休眠種子を生産しやすい個体があることが示唆された。非休眠種子は野外で直ちに発芽するので、分布を拡大する役割を持つと考えられる。したがって、非休眠種子を生産しやすい個体が主に生息域を拡大している可能性がある。一方、休眠種子を生産しやすい個体は、土壤中に多くの休眠種子を蓄積して既存群落の維持を確実にものにしてしていると推察される。

P2-107

ブナの開花頻度の個体差とウエツキブナハムシの被害の程度との関係-防御と繁殖のトレードオフ-

* 清野陽介 (山形大学農学部), 小山浩正 (山形大学農学部), 高橋教夫 (山形大学農学部), 須藤泰典 (山形大学農学部), 山形大学農学部

近年、山形県ではウエツキブナハムシによるブナの葉への被害が拡大している。しかし、激害林分でも全く被害のない個体が見られる。このような被害の違いは防御程度が個体により異なるためと考えられる。ブナは資源を葉の防御だけでなく開花など繁殖にも投資する。さらに、開花頻度は個体で異なるとされている。もし、開花と防御がトレードオフの関係ならば、開花回数の少ない個体で防御が強いと予想される。本研究では①個体で被害程度が異なるのか、②それは開花頻度で異なるのか、③異なるなら、防御程度の差によるのかを検証する。

調査は山形県鶴岡市櫛引地区と山形大学附属演習林のブナ林で465個体の被害度を観察した。被害度は2009年9月下旬に目視で、被害なし、被害小(各層全体の葉の5割以下の被害)、被害大(6割以上)に分類した。72個体は1999~2007年までの個体毎の開花回数が分かっている。そこで、開花回数と被害度の関係を調べた。さらに、2010年に9個体を用いて、物理的防御(葉の堅さとトリコム)と化学的防御(縮合タンニンと総フェノール)の解析を行った。

被害度調査の結果、被害なしの個体は全体の22%、被害小が34%、被害大は44%となり、個体間で違いがあった。さらに、開花回数が多い個体ほど被害大の個体の割合が多い結果となった。葉の堅さは開花回数が少ないほど堅い傾向があった。一方、トリコムと化学的防御には開花回数との関係はみられなかった。

開花回数が少ない個体で被害が小さい結果から、開花が少ない個体は繁殖への資源投資が少なく、防御へ多くの資源を回していると考えられる。具体的な防御としては、開花の少ない個体は葉をより堅くして被害を回避すると考えられるが、化学的防御をより多く生産するわけではないと推察された。

P2-106

ブナの開花頻度の個体差に気象とサイズが与える影響-豊作年以外の開花はなぜ起こるのか-

* 須藤泰典 (山形大学農学部), 小山浩正 (山形大学農学部), 高橋教夫 (山形大学農学部)

ブナの開花には、何らかの気象条件がトリガーとしてはたらくとされている。Masaki (2008)によれば、夏の気温が例年よりも高いと翌年に開花が誘導されるとし、具体的には、HTSM(7~8月の日最高気温の、平均値からの偏差が連続して正になった日数分の積算温度が最高の値)が58.8℃の閾値を上回った翌年に大規模開花が起こるとした。演者らは山形県においても、この閾値を上回ると大規模開花になることを確認した。しかし、実際には豊作と豊作の間にも小規模開花が起きており、Masaki (2008)の仮説だけでは説明できない。これまでの解析で、ブナでは個体により開花頻度が異なり、小規模開花は一部の開花しやすい個体により起こる。同じ環境条件下で個体によって開花頻度が異なるのは、Masaki (2008)の仮定した閾値が実際には個体ごとに異なると考えられ、この仮説からブナの開花挙動の説明を試みた。

山形県鶴岡市のブナ二次林から72個体を選び、1999~2007年の開花状況を調べた。また、最寄りの鶴岡気象観測所のAMeDASのデータからHTSMを算出した。その後、個体が開花した前年のHTSMのうちの最低値を、少なくとも開花に必要な閾値を上回っていると考え、その個体の閾値として1999~2007年の間に開花した65個体に設定した。

個体の閾値と開花頻度の関係は有意な負の相関を示し($R^2 = 0.63$, $P < 0.01$)、閾値が低い個体ほど9年間で開花した回数が多かった。また、HTSMが63.0℃を上回ると65個体のうち64個体以上が開花する一方で、63.0℃に届かないと特定の18個体しか開花しないと示された。

ブナは個体によって開花に必要な閾値が異なり、一部の開花しやすい個体によって小規模開花が起きることが示唆された。

P2-108

早咲きは食害者からのエスケープ-開花時期への自然淘汰と地理的変異-

* 川越哲博 (北大・創成), 工藤洋 (京大・生態研センター)

植物の繁殖システムや花形質の進化生態学的研究は送粉者との相互作用に着目したものがほとんどであった。しかし複雑な自然群集において植物は送粉者以外の種とも相互作用しており、それらの種も繁殖形質の進化に大きく影響しうる。本研究では、アブラナ科の多年草ハクサンハタザオの開花時期に働く自然淘汰が集団によって異なること、その淘汰圧の地理的変異が食害者であるダイコンサルハムシによってもたらされていることを示す。

調査は兵庫県中部の近接する2集団で2年間行った。一方の集団ではハムシによる花の食害が激しく、もう一方の集団ではハムシが存在せず花への食害がほとんどない。開花時期への自然淘汰を明らかにするため、ハクサンハタザオの開花時期、食害の程度、果実生産を調べた。ハムシがいる集団では、早咲きが有利になる自然淘汰が2年とも検出された。一方ハムシがいない集団では早咲きへの淘汰が検出されない年もあった。ハムシがいる集団で人為的にハムシを排除する野外実験を行ったところ、早咲きへの淘汰がなくなってしまった。以上の結果は、ハムシの分布の空間的異質性が開花時期への自然淘汰の地理的変異をもたらしていることを示している。

この自然淘汰の違いが開花時期の遺伝的分化をもたらしているかを明らかにするため、両集団由来の株を同じ室内条件で栽培し、開花時期を比較した。しかしこの実験では2集団で開花時期の違いがなく、遺伝的分化は認められなかった。これはハムシの定着が最近生じたか、2集団間の遺伝子流動が起こっていることによると考えられた。

本研究は、自然群集における植物の繁殖形質の適応進化を理解する上で、多種からなる相互作用系のもとでの自然淘汰を明らかにする必要があることを示している。

P2-109

北海道北部におけるミズナラ堅果の豊凶と幹の肥大生長

* 來住牧 (北大院・環), 宮久史 (EnVision), 石田巨生 (北大研究林), 吉田俊也 (北大 fsc), 植村滋 (北大 fsc)

P2-111

訪花昆虫の定花性が植物の繁殖に及ぼす影響

* 小沼明弘, 下野嘉子, 水口亜紀, 松尾和人 (農環研), 田中篤, 堀崎敦史, 新倉聡 (株) トーホク, 木村澄 (畜草研), 吉岡洋輔 (野茶研), 大澤良 (筑波大)

様々な訪花昆虫で、形質の異なる花が混在している場合、特定の花を優先的に訪花する傾向があることが知られている。これには二つのメカニズムが関与していると考えられている。一つは先天的な好み (Innate preference) と言われるもので、事前の経験なしに特定の形質を持つ花を優先的に訪花する行動である。もう一方は定花性 (Flower constancy) と呼ばれるものである。これも特定の花を優先的に訪花する現象であるが、記憶能力が限られている昆虫が、経験に基づき採餌効率を上げるための行動であると考えられている。定花性は様々な訪花性昆虫で知られている。定花性を持つ昆虫では、採餌飛行中に異なるタイプの花に遭遇しても (そしてその花がより多くの報酬を与える場合であっても)、それを採餌せず同じタイプの花を訪花し続ける現象が観察されている。同一種内での定花性は、形質の異なる花間での交配制限につながり、植物の種分化に影響を与えていると考えられているが実際の証拠は得られていない。本研究ではモデル植物として *Brassica rapa* の近交系統、訪花昆虫としてセイヨウミツバチを用いて、定花性により形質の異なる花間での送粉が制限されるかを検証した。隔離網室において *B. rapa* の花冠の形質 (花冠全体および紫外線吸光部位の面積) の類似した2系統の組合せ、異なる2系統の組合せを配置し、セイヨウミツバチを訪花させ、それぞれの場合についてミツバチの定花性と植物の系統間交配率を調査した。その結果、花冠形質の類似した組合せでは定花性は低く、異なる組合せでは高くなった。更に系統間交配率は定花性が低い組合せでは高く、定花性が高い組合せでは低くなり、ミツバチの行動が実際に系統間で送粉制限をもたらすことが示された

P2-110

海浜砂丘草原におけるマルハナバチ類の訪花植物の嗜好性

* 西川洋子, 島村崇志 (道総研・環境研), 原田真実 (酪農大)

セイヨウオオマルハナバチの侵入、増加が在来マルハナバチの訪花パターンと利用植物の種子繁殖に及ぼす影響を明らかにするために、北海道石狩浜のセイヨウオオマルハナバチの侵入程度の異なる2地域において、マルハナバチ類がよく利用する植物7種を対象に、セイヨウオオマルハナバチと在来マルハナバチの訪花頻度と結実率の比較を行った。主要な在来マルハナバチ2種は、訪花植物の嗜好が異なっており、短舌種のエゾオオマルハナバチはハマナスやハマヒルガオといった花冠の開いた花をよく利用し、中舌種のハイロマルハナバチはマメ科の花を好んで利用した。エゾオオマルハナバチがよく利用するハマナスとハマヒルガオでは、セイヨウオオマルハナバチの訪花頻度が高いほど、エゾオオマルハナバチの訪花頻度が高く、このような傾向はマメ科のハマエンドウでも認められた。ハマエンドウは、マルハナバチ類の営巣初期と考えられる6月から7月上旬に開花のピークを迎え、セイヨウオオマルハナバチとエゾオオマルハナバチの利用頻度も、この時期に高まる。以上のようなセイヨウオオマルハナバチと在来マルハナバチの訪花頻度の傾向は、ハマナスとハマエンドウにおいて、セイヨウオオマルハナバチの観察数が多い地域でより顕著であった。海岸草原に侵入したセイヨウオオマルハナバチは、開花期間が長く、活動期間のほとんどの時期に利用可能なハマナスとハマエンドウを餌植物として主に利用していた。しかし、これら2種の植物の結実率は、セイヨウオオマルハナバチの訪花頻度が高いことによって負の影響を受けているとは認められなかった。

P2-112

海岸クロマツ林に侵入・定着したコナラの個体群動態

* 船田涼子 (新潟大院・自然科学), 箕川秀夫 (新潟大・自然科学系)

東北から北陸地方の日本海沿岸では、古くから冬の飛砂防止・防風を目的としてクロマツ (*Pinus thunbergii*) を主体とした海岸林が造成されてきた。しかし、管理放棄やマツノザイセンチュウによるマツ枯れ被害が発生したことによる広葉樹の侵入定着がみられ、植生遷移が進行している。本研究では、クロマツ海岸林内に侵入しているコナラの個体群動態を把握することにより、海岸林におけるコナラの更新メカニズムを明らかにすることを目的とした。調査地はコナラの種子源とされる近隣にある山側から最も汀線の近くに定着していたコナラまで、長さ145m×幅25mの帯状ラインを設置しておこなった。2002年と2009年の毎木調査、2010年の当年生実生調査、植生調査、光環境調査、土壌調査および野ネズミの個体群密度を調査した。一般化線形モデルを用いて、当年生実生の生残要因、7年間の侵入と消失における環境要因および野ネズミの生息場所選択についての解析を行った。その結果、コナラの実生が侵入定着において、当年生実生の段階と1年生実生以降の段階で生残を左右する環境要因が異なっていた。当年生実生段階では発芽場所に野ネズミにより貯蔵された堅果数が少ないほど生残しやすく、土壌含水率が低い場所では生残しにくい。それに対し、1年生以降の実生では光環境が十分あることが必要であった。また、野ネズミの生息場所選択が展葉期と落葉期では異なっていた。そのため、展葉期に生息していた個体によって貯蔵された堅果が、落葉期に野ネズミが生息場所を変えたことによって、捕食から回避される可能性が示唆された。発芽及び成長に適した環境に貯蔵された堅果は実生定着を可能にする。今後、海岸林クロマツ林では、コナラは林分構造を発達させ、汀線に向かって段階的に分布域を拡大させると考えられる。

P2-113

四国・石鎚山における種子による林分更新一標高が異なる林分の比較一

* 植田陽衣, 中森千尋, 嶋村鉄也, 二宮生夫 (愛媛大・農)

本研究では、愛媛県石鎚山において、現存木の種組成と標高による特徴、2年間のシードフォールの種組成と動態、さらに埋土種子からの発芽を調べることによって、過去から現在、未来への林分更新の過程を予測することを目的とする。

愛媛県石鎚山の標高714m (P I)、1211m (P II)、1487m (P III) に各0.16haのプロットを設置し、毎木調査(成木)を行った。また、各プロットの0.04haにおいて稚樹の毎木調査を、プロット内5カ所(1カ所1×1m)において実生の観察を行った。2008年9月より各プロット10個のシードトラップを設置、月1回中身を回収し、樹種、粒数を調べた。各プロット内4地点からA(sub)0(sub)層、土壌深度0~20cmの土壌サンプルを採取し(秋・春)、農学部構内の温室で光強度を変えて発芽試験を行った。光強度は寒冷紗の枚数を変えることで調整し、4段階(相対光強度約94%~11%)に設定した。

P Iはツガ、ウラジロガシ、モミが優占する地上部現存量(i)wT(/i)が445.18[t/ha]の林分であった。P IIはツガ、ブナ、モミが優占し、(i)wT(/i)は622.01[t/ha]であった。P IIIはウラジロモミ、ブナ、ミズナラが優占し、カエデ属も多く見られ、(i)wT(/i)は299.30[t/ha]であった。標高が上がるにつれて、気温・地温の低下、林床のササ被度の増加、個体数・出現種数の減少、萌芽幹率増加(成木・稚樹)、1個体からの萌芽本数の増加が見られた。これは、厳しい環境において、樹木が種子による繁殖よりも栄養繁殖に頼ることを示唆する。また、発芽試験の結果より、P Iの土壌からはカラスザンショウ、P IIの土壌からはヌルデの発芽が多く見られた。以上の結果から、各調査林分の更新過程を光環境の変化と合わせて予測した。

P2-115

佐渡島スギ天然林におけるスギの定着制限要因

* 大野葵(新潟大・自然科学), 金子洋平(新潟大・超域研究機構), 本間航介, 崎尾均(新潟大・農)

日本海側多雪地のスギ成熟林においてスギの実生由来の稚樹が根株や倒枯死木の基質に分布が偏っていることが報告されている。そのため定着初期段階における林床の特定の基質へ強い依存性が実生更新を制限している可能性が考えられる。そこで本研究ではスギの発芽から定着までの個体群動態に与える基質の影響を評価することを目的とした。

佐渡島大佐渡山地にある新潟大学演習林のスギ成熟林分において、2009年に出現した当年生実生の生残を2010年秋まで追跡調査した。また2009年秋から、林冠2タイプ(スギ、広葉樹)、基質4タイプ(リター、鉍質土壌、倒枯死木、根株)の組み合わせによる野外発芽試験を行った。また調査地区内に設置したシードトラップにより2005年から2009年までの種子量を調査した。

08年の落下健全種子密度に対し09年の当年生実生の出現密度は128個体/haで、推定の発芽率は0.07%であった。また09年の当年生実生の出現密度に対し010年秋まで生残した実生密度は7個体/haで生残率は0.05%であり、生残した基質は根株と倒枯死木が多かった。野外発芽試験の結果から、発芽率(%)は広葉樹林冠・鉍質土壌区で最も高く2.33±8.16(中央値±標準偏差)、逆にスギ林冠・リター区ではほとんど発芽しなかった。生残率(%)はスギ林冠・根株区で最も高く14.29±13.26(中央値±標準偏差)であった。

以上の結果から、佐渡島スギ成熟林では各基質とも種子散布から発芽までの死亡率が極端に高く、実生更新の大きなボトルネックになっていることが明らかになった。その中で根株や倒枯死木の生残率は他の基質に比べ高く、実生更新のセーフサイトであると考えられる。

P2-114

侵入段階の異なる湿原植物2種の光・水応答特性

* 江川知花, 露崎史朗(北大・環境科学院)

泥炭採掘後の遷移初期では、直射により土壌が乾燥した状態となるが、初期定着種の植被下では光・水条件が改善され実生定着が促進されることがある。光・水の変化とその相互作用に対する応答は、植物種によって大きく異なり、初期定着種の植被の作用も各種の応答に応じて変化する。そこで、本研究では、1)個々の種の光・水変化とその相互作用への応答は、遷移における各種の定着段階とどのように関連しているか、2)初期定着種の植被は、後続の実生定着に對しどのように作用し、遷移に寄与するのか、を野外操作実験により検証した。

北海道サロベツ湿原泥炭採掘跡地内の裸地において、地表面を5cm盛り上げた乾燥区、5cm掘り下げた湿潤区、土地改変を行わない対照区を設置し、初期定着種ミカヅキグサとそれに次ぎ侵入するヌマガヤの播種実験を行った。さらに各実験区の数でミカヅキグサ植被を模した60%遮光処理を行い、2種の実生の当年成長量と資源分配比を比較した。

ミカヅキグサ、ヌマガヤは、ともに地上部・地下部資源分配比の可塑性は低かった。しかし、ミカヅキグサは処理間で成長量に差がなかったのに対し、ヌマガヤは遮光がなければ土壌水分の減少とともに成長量が低下し、2種間で違いが見られた。一方遮光処理を行うと、ヌマガヤは乾燥区において成長量を増加させた。ミカヅキグサは、地上部形態を遮光処理によってのみ変化させたが、ヌマガヤの地上部形態は、遮光処理のみならず、土壌水分によっても変化した。以上より、1)ヌマガヤは、ミカヅキグサと比較して水分減少に敏感であり、乾燥の生じやすい裸地での定着が困難であること、2)ヌマガヤは乾燥条件下では特に光変化の影響を受けやすいこと、3)ミカヅキグサによる植被は、湿潤条件下ではヌマガヤの定着に作用しないが、乾燥条件下では正に作用し、遷移の進行に寄与することが示唆された。

P2-116

富士山南斜面のブナ群落の構造 - 富士山のブナはレリックなのか -

* 伊藤大将, 増沢武弘(静岡大・理)

富士山南斜面の標高1000m~1600mにはブナ(*Fagus crenata*)を優占種とした落葉広葉樹林が存在している。ブナ林は日本海側ではブナの優占度が高く、純林に近いブナ林が成立している。一方、太平洋側ではブナの優占度が低く、他の落葉樹との混交林をつくることが多い。現在、太平洋側のブナ林では成木は多く生育しているが、稚樹が少ないことから更新が停滞していると考えられている。本研究では富士山南斜面のブナ群落を調査し、その現状を明らかにするとともに、ブナ群落の将来について考察することを目的とした。

調査地は富士山南斜面のブナ群落を対象に方形区を設置した。比較として日本海側の雨飾山のブナ群落においても調査をおこなった。富士山南斜面の全調査区において、ブナの全個体数に対して、DBH20cm未満のブナは14.4%、20cm以上40cm未満は26.8%、40cm以上は58.8%となった。一方、雨飾山では20cm未満79.4%、20cm以上40cm未満6.3%、40cm以上14.3%であった。また、1㎡あたりの実生の個体数は富士山よりも雨飾山が多かった。実生・稚樹が多く存在している雨飾山に対して、富士山のブナ群落は実生・稚樹が少なく成木・老齢木が多い状態である。

現在の富士山のブナ群落は小氷期に群落を拡大した際の遺存種(レリック)と言われているため、群落を維持・拡大させるための条件が不十分な状態であると考えられる。そのため富士山のブナ群落は今後、衰退していく可能性が高い。ブナの衰退後に優占種となる樹種は、現在の森林の種構成からイタヤカエデ、サワグルミ、シナノキ、ウラジロモミであろうと予測される。その中でもイタヤカエデはブナの大径木に匹敵する胸高直径・樹高の個体が存在していること、幼木が多く存在することから、将来、優占種となる可能性が高い種と考えられる。

P2-117

富士山南東斜面森林限界の30年間の動態

*大石のみ(静岡大・理), 崎尾均(新潟大・農), 増沢武弘(静岡大・理)

富士山では1707年の宝永噴火により南東斜面の植生が消失した。現在、南東斜面は一次遷移が進行中で、森林限界は標高約2400mに位置している。一方、噴火の影響の少なかった西斜面の森林限界は標高約2800mに位置しており、南東斜面の森林限界はまだ上昇すると考えられる。そこで本研究では、富士山南東斜面の森林限界に調査区を設置し、1978年からの約30年間の森林の動態を明らかにすることを目的とした。

1978年に森林限界を含む10m×220mのベルトトランセクトを設置し、10m×10mに区切ったものを斜面上方から順に1区～22区とした。1978年1999年2008年に、1区から22区において樹高1.3m以上の木本の樹種・樹高・胸高円周を測定した。また、1978年2010年に1区から5区で植生投影図を作成した。

1区から5区すべての調査区において、植被率は1978年から2010年で増加していた。特に2区3区の植被率は約2倍に増加していた。木本植物の植被率の合計が、草本植物の合計よりも高くなるのは、1978年には4区、2010年には3区で、約10m上昇していた。

樹高1.3m以上の木本が出現するのは、1978年は5区、1999年2008年は3区であった。斜面上部ではカラマツ・ミヤマナギ・ミヤマハンノキが見られた。個体数はカラマツが最も多かったが、ミヤマナギ・ミヤマハンノキは1ヶ所から複数の幹を出してブッシュを形成し、幹本数が多かった。カラマツは伸長肥大成長して優占種となるが、ミヤマナギ・ミヤマハンノキは樹高6m程度にしか生長せず、ブッシュを形成していた幹本数も減少していく傾向が見られた。斜面下部ではシラビソやトウヒの稚樹が出現した。同時にカラマツの個体数が減少し、シラビソやトウヒが優占種となっていた。

以上の結果から、森林限界は30年間で大きく上昇していると考えられる。

P2-119

Comparison of forest dynamics between two logging systems in a lowland tropical rain forest in Central Kalimantan

*Inada Tomoya, Kanzaki Mamoru, Ohta Seiiti (Faculty of agriculture, Kyoto Univ.), Ronggo Sadono (Faculty of Forestry, Gadjah Mada Univ.)

In Indonesia, there is an urgent need for the sustainable forest management. TPTI and TPTJ are the logging systems composed by selective logging and different planting methods of fast growing dipterocarps. In this study, we compared the decadal dynamics and assessed the efficiency of the two systems.

Study sites were logged over forest operated by TPTI and TPTJ in 1994 and 2000, respectively. The treatments were weeding and planting of seedlings. In TPTI site, seedlings were planted in low density. In TPTJ site, 80 seedlings/ha were planted in clear cut strips. The dynamics were measured in the plots set after the operation. Three 1 ha plots were set up in each treatment and control conditions. The recruitment to pole size (more than 10 cm DBH) and the growth were measured for 10 years.

Whole forest growth was in increasing tendency in TPTJ site. By contrast, the growth was retarded in TPTI site. About the regeneration of dipterocarps, planted seedlings contributed to the recruitment and growth tremendously in TPTJ system. Natural regeneration of dipterocarps in control plots was very poor. Therefore, for sustainable forest management, it is necessary to mediate the regeneration of dipterocarps, and the TPTJ system was efficient for the sustainability.

P2-118

落葉広葉樹二次林皆伐後4年間での林分構造変化 — 低木林が高木林へと変わるとき —

*村尾未奈(東農大・林学専攻), 正木隆(森林総研), 佐藤明(東農大・地域)

日本の広葉樹林の多くは燃料革命以前に薪炭材として、近年では椎茸原木を得るために継続的な里山利用が行われてきたが、現在ではそれらの利用は激減し、伐採後に放置されることがめずらしくない。このような連続した強度の人為攪乱が中止された後の森林は、どのような遷移系列を経るのか不明な点が多い。茨城県北茨城市の小川群落保護林はコナラ、イヌブナを主とした成熟二次林であり、その近隣には前述のような攪乱後に自然状態に置かれた森林が数多く存在する。本研究ではこれら様々な林齢の森林において過去と現在の成長から発達過程を解析し、林分構造変化の推測を試みるものである。

調査地は茨城県北茨城市と福島県いわき市の落葉広葉樹二次林で、本研究では以下の3データを利用した。1990年代半ばに設定された4箇所のプロットの毎木データ(1)、伐採後1年を経過した二次林に設定されたプロットの毎木データ(2007年測定)(2)、そしてこれら5プロットを2009～2010年に再び測定したデータ(3)である。2009年時点での林齢は52年・43年・21年・15年(1)、および3年(2)であった。樹木の初期成長パターンは樹種各々の特性をもっており、その特性を成熟二次林(小川群落保護林)における生活形と広葉樹二次林普遍種の乾重アロメトリから得られた生産物配分特性(同化器官・支持器官)とに分類し、解析を行った。その結果、伐採直後ではサクラ類やタラノキなどの先駆種や低木種が、成熟二次林での林冠構成種となるコナラやクリと同等に優占するが、4年目には低木種の密度が減少し、成層構造の発達がみられた。配分特性の観点からは、林齢増加とともに同化器官への配分を重視する種が次第に増加する傾向が見られ、生活形の観点からは、伐採後60年程度まではブナ・イヌブナ等の耐陰性の高い樹種より耐陰性の低い高木性樹種が増加していく過程が明らかとなった。

P2-120

佐渡島における異なるナラ枯れ被害林の下層植生が更新に与える影響

白井航来(新大院・自然), 金子洋平(新大・超域), 本間航介(新大・農)

二次林は成立過程で様々な要因により多様化しており、林分毎にナラ枯れ後の遷移が異なることが考えられる。このような違いを検証するために、佐渡島における2つのナラ枯れ被害林分を対象に林分間の違いおよび光環境と下層植生の出現パターンの関係を調査した。

調査地は豊岡および金北山とし、50m×50mの調査区を設定した。調査は毎木調査、センサス調査および光環境の測定を行った。分布相関を求めるためにspearmanの順位相関係数を用いて解析を行った。

豊岡および金北山におけるナラ枯れ前の林分全体の胸高断面積(BA)の推定値はそれぞれ35.4m²/haおよび49.2m²/haであった。ナラ枯れによる枯死木のBAはそれぞれ約11.7m²/haおよび31.3m²/haであった。これは林分全体のBAに対する割合としてそれぞれ約12%および約64%であった。また、林内の下層植生における木本種の密度はそれぞれ約15万本/haおよび約70万本/haであった。下層植生における優占種は豊岡がコナラ、アオダモおよびヒメアオキであり、金北山がハイイヌツゲ、ツルシキミおよびヤブコウジであった。下層植生の密度と光環境の関係において、豊岡では共に増加する傾向にあり、金北山では共に減少する傾向にあった。

豊岡は被害率および下層植生の密度が共に低い林分であり、金北山は被害率および下層植生の密度が共に高い林分であった。豊岡では光環境と下層植生の密度が共に増加する傾向にあるため、ナラ枯れによる光環境の改善が新規個体の出現・定着に寄与していると考えられた。一方で、金北山では、光環境と下層植生の密度が共に減少する傾向であるため、下層植生が繁茂することで更新が抑制されることが示唆された。

P2-121

落葉広葉樹林の火災2年後の高木類更新実生の動態 - 林冠ギャップと下層植生の影響に着目して -

* 佐藤香織¹, 小林真², 渋谷正人¹, 小池孝良¹ (¹北大院農, ²ウメオ大・アビスコ研セ)

P2-122

熱帯伐採林の更新はすすんでいるか：フタバガキ実生の空間分布と一斉開花後の動態解析

青柳亮太(京大・生態研)*, 今井伸夫(京大・農)・北山兼弘(京大・農)

現在ボルネオ熱帯林の多くは木材生産林であり、内部では攪乱強度の異なるパッチがモザイクに分布している。重機による強い攪乱を受けた場所ではパイオニア樹木(マカランガ属)が侵入し、局所的なパッチを形成する。森林が原生的な植生に回復するためにはこのマカランガパッチに原生林の優占種(フタバガキ科)の実生が新たに加入することが必要である。しかし、強度の攪乱を受け、原生林とは異なる機能群の樹種が優占した箇所では土壌栄養、光、水分、生物的環境が異なることが予測される。そこで本研究では、フタバガキの実生密度と新たに加入した実生の動態をマカランガパッチ内と外部で比較し、伐採林の更新パターンを調べた。また、食害強度と林床環境の比較により更新の規定要因を検討した。

2009年にマレーシアサバ州のドラマコット森林保護区において伐採後15年以上が経過した森林に4haプロットを設置し、10m×10mサブプロット内の直径30cm以上のマカランガとフタバガキ実生(直径1cm以下)密度を記録した。また2010年3月にこの地域で大規模な一斉開花が起こり、プロット内でフタバガキの一種が果実を散布したため、新規加入した実生の動態を6ヶ月間調べた。GLMMによって一斉開花前の実生密度と新規実生の成長・生存率を説明する要因を解析したところ、マカランガパッチ内では、実生密度が少なく新規実生の成長・生存率も低下していた。双葉への食害強度はマカランガパッチ内と外部では差が見られなかった。林床の土壌栄養塩濃度(N、P)・土壌水分含量、相対照度を調べたところ、マカランガパッチ内では外部に比べ土壌栄養塩濃度が有意に小さく、その他では差が見られなかった。

以上の結果から、土壌栄養塩加給性の低下によってマカランガパッチへの実生の更新が長期間制限されている可能性が示唆された。

P2-123

湿地帯に成立するアカエゾマツ林の動態に水分環境が与える影響

* 竹内史郎, 加藤聡美(北大・院・環境科学), 吉田俊也(北大・北方生物圏FSC), 安江恒(信大・農)

湿地林の成立・維持機構に水分環境が与える影響を明らかにすることを目的とする。成立する樹木の個体レベル・個体群レベルの応答について、複数の空間スケールかつ長い時間スケールを対象に評価する。調査地は北海道大学雨龍研究林の泥川流域に残存するアカエゾマツ湿地林である。この森林においてアカエゾマツは胸高断面積の98%を占める優占種であり、数~十数本程度の単位でパッチ状に成立している。このような分布が形成された要因として、時間的・空間的な水分環境の変動の影響が考えられている(松田1989)。ここでは、①水分環境の空間的異質性によって、同じ湿地林内であっても、アカエゾマツ立木の現存量及び動態が局所的に異なる。②水分環境の時間的変化がアカエゾマツ林の動態を規定している。という仮説を検証する。1991年に設定された0.5ha(100×50m)のコアプロットで毎木調査と水準測量を行った。また、その中央部を横切り、主要な河川流路間を結ぶ長さ500mのベルトランセクトを設置した。コアプロット内における立木の空間分布をみると、樹木はマウンド上に集中して立地し、サイズ構造は明瞭なL字型であった。また、コアプロット内の地下水位(8~11月の5回の観測の平均値)は-2cm~-20cmの間で空間的に変動していた。水位の空間分布と樹木の動態パラメータの変化(1991~2010年の成長量・枯死量)の対応関係を調べることによって、仮説①を検証する。さらに、コアプロットの一部において成長錐を用いて抽出した、年輪コアを用いて齢構造を把握することにより、仮説②について考察する。

P2-124

大峯山系弥山におけるシカによるシラビソの更新阻害

* 山本浩大(奈教大・生物), 辻野亮(地球研), 松井淳(奈教大・生物), 高田研一(森林再生支援センター)

大峯山系の弥山(標高1895m)周辺の亜高山帯林には、シラビソ林が発達しており、縞枯れ現象が見られることが知られている。しかし、近年弥山付近のシラビソ林において立ち枯れ木が目立ち、縞枯れ現象における縞が不明瞭になっている。周辺の大台ヶ原でニホンジカの影響があることや調査地付近でシカの糞が多く見られたことから、その原因はシカであると考えられる。この地域のシラビソ林は日本の南限に位置し、学術的に重要な植生が残る場所であることから、その保護対策の基礎調査としてシラビソ林へのシカの影響を明らかにすることは重要である。

2008年に弥山の亜高山帯針葉樹林に1hのモニタリングサイトを設置した。植生調査では、木本性の実生・稚樹を対象とし、樹種・個体数・被食・高さについて調べた。個体数に対する全被食数を自然植生への被食圧と捉え、各樹種で比較した。2009・2010年の調査では、シラビソの実生・稚樹の個体数が最も多かったが、本来の縞枯れ更新に比べ明らかに少なかった。2009年の被食の有無によってシラビソの実生の伸長生長に差がある傾向が見られた。稚樹では他の樹種に比べてシラビソが被食されやすい傾向を示した。

糞塊調査では2009年9月から2010年11月にかけて、冬期を除き糞塊法によりシカの密度推定を行った。幅2m、長さ100mのトランセクトを5本設置し、その範囲内の糞をすべて除去した後、約1カ月後に糞塊数を数えた。推定生息密度は、2009年11月に66.4頭/km²と最大で、2010年22.2頭/km²で最小だった。しかし、各月の推定平均生息密度に有意差は無かった(One-way ANOVA p=0.096)。

以上の結果から、実生と稚樹の生長に与えるシカの影響を統合的に見て縞枯れ断絶に果たすシカの役割を考察する。

P2-125

モンゴル草原における埋土種集団の構造と植生回復への寄与

*小田祥三(鳥取大・農), 衣笠利彦(鳥取大・農)

モンゴルでは道路の舗装化が進んでおらず、車両による未舗装道路(わだち掘れ)の形成によって草原の裸地化が起こり、黄砂や砂嵐の一因となっている。今後、舗装道路の整備とともに未舗装道路が放棄されると考えられるが、モンゴルのような乾燥地において放棄後の未舗装道路の植生回復がどの程度期待できるのかよくわかっていない。未舗装道路では多年草の根茎がほとんど残存しておらず、植生回復は埋土種子に依存すると考えられる。そこで本研究では、モンゴル草原における埋土種子集団の垂直構造を明らかにし、それに与える車両通行の影響を評価した。

草原と未舗装道路のわだち掘れにおいて、堆積砂、土壌深度0~5cm、5~10cm、10~15cm、15~20cm、20~30cmに存在する種子数を計数した。採取した種子の大部分を占める *Chenopodium* 属一年草について発芽試験を行った。

埋土種子数は深い層ほど少なかった。草原では埋土種子の90%以上が堆積砂中に存在し、土壌深度5cm以下ではほとんど見られなかった。未舗装道路における堆積砂中の種子数は、草原よりも大幅に少なかった。しかし堆積砂よりも深い層では、埋土種子数はほとんど変わらないか未舗装道路の方が多かった。埋土種子は *Chenopodium* 属一年草がほとんどを占めており、地上部植生に多く見られた *Salsola collina* などの種子はほとんど見られなかった。採取した埋土種子の発芽率は非常に低かった。

以上から、モンゴル草原における埋土種子のほとんどが堆積砂中に含まれており、車両の通行によって大きく減少することが明らかになった。今後、テトラゾリウム塩染色による埋土種子の生死判別を行い、車両の通行が埋土種子集団に与える影響を、種子の量と質の両面から議論する。

P2-127

ブラジル・中央アマゾンの熱帯雨林における地下部現存量と根系分布

*梶本卓也, 諏訪鎌平, 野口英之, 石塚森吉(森林総研), 田淵隆一(国際農研センター), Adriano JM Lima, Gabriel HP De Melo, Francisco G. Higuchi, Niro Higuchi(ブラジル国立アマゾン研)

南米アマゾン川流域の熱帯林の炭素蓄積量や生産力については、伐倒調査による現存量の推定事例とともに、それらの事例研究に基づく広域推定や地域間比較といったレビューなど、これまでに多数報告されている。しかし、こうした事例研究の大半は、地上部のみを対象としており、東南アジアなど他地域の熱帯林と同様、根も含めて現存量を推定した例は未だに限られている。とくに、生態系全体の炭素蓄積の多くを占めるであろう大径木について、その粗根量を実測した例は、アマゾンの場合ほとんど皆無ではないかと思われる。以上の背景から、本研究では、中央アマゾンの冠水しない台地状に典型的にみられる熱帯雨林(テラ・フィルメ林)を対象に、大径木も含めて伐倒・伐根調査を行い、地下部を含めた現存量の推定を行った。

調査地は、ネグロ川上流、ほぼ赤道直下にあたる Sao Gabriel 周辺で、毎木用に設置した固定プロット(0.25 ha)で、2ヶ所の方形枠(各20m x 20m)を対象にその中の全個体(直径10cm以上)を伐倒伐根し、幹や枝、葉、粗根など器官別の乾重を求めた。伐倒木のうち、最大樹高は約29mであった。また、各個体の伐根時には、根系の広がり(2方向)や深さ(主根長)を測定し、支柱根や板根の有無など形態的な特徴も観察、記載した。

今回の発表では、おもに根の現存量の推定結果とその配分(地上/地下部比)の特徴について、アマゾン流域や他地域での既報値と比較しながら検討する。さらに、根系の空間分布については、樹冠と根系の広がり(投影面積)の関係など、幾つか解析結果を踏まえて、特徴やその意義について考察する。

P2-126

ブラジル、ネグロ川上流域およびアマゾン川中流域における熱帯雨林の細根現存量の比較

*野口英之, 諏訪鎌平, 梶本卓也, 石塚森吉(森林総研), Cacilda Adelia Sampaio de Souza, Niro Higuchi(ブラジル・国立アマゾン研究所)

地下部の細根は森林の炭素循環の重要な要素であるが、熱帯雨林におけるそれらの現存量や動態についてはまだ十分な知見が得られていない。本研究ではアマゾンの熱帯雨林における炭素動態の調査の一環として、ブラジル・中央アマゾンのネグロ川上流域に位置するサンガブリエル・ダ・カシヨエラ市近郊の天然林(以下SGC)と、その約800km下流に位置するアマゾン川中流域・マナウス市近郊のZF-2研究林において直径2mm以下の細根の現存量を調査した。ZF-2での予備調査では、地表から20cmまでの深さに8割以上の細根現存量が集中していたため、細根を含む土壌の採取は地表から0.5、5-10、10-20cmの3つの深度で、100ccの円筒形の容器を用いて行った。SGCでは54カ所162点、ZF-2では72カ所216点の試料を採取し、両地域で細根現存量の垂直方向の分布と局所変動を調べ、比較を行った。

単位面積当たりの細根現存量はどちらの地域でも局所的な変動が大きかったが、斜面下部の森林と比較すると、平均値はZF-2($13.5 \pm 2.4 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-2}$)のほうがSGC($7.0 \pm 0.3 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-2}$)よりも約2倍程度多かった。表層から深さ5cmまでの細根現存量は両地域でほぼ同程度であったが、表層から5cmよりも深い深度では、SGCでは現存量が顕著に減少していたのに対して、ZF-2ではその減少の割合が比較的小さかった。SGCでは深さ約5cmを境に土壌の色や物理性が顕著に変化しており、このような土壌条件の変化が細根の垂直方向の分布にも影響していたものと思われる。

P2-128

Allometry for estimating biomass of an Amazonian forest using a stem diameter at a relative height

*Suwa R., Noguchi H., Kajimoto T., Ishizuka M. (FFPRI, Japan), Tabuchi R. (JIRCAS, Japan), de Melo G.H.P., Lima A.J.M., Higuchi F.G., de Souza C.A.S., Higuchi N. (INPA, Brasil)

The phytomass of tree species is generally estimated using the allometric relationship. Stem diameter at breast height DBH is one of the most popular size index for estimating the phytomass. Although the measurement of DBH is practically convenient, DBH seems to be a bit lacking in biological meaning. Especially, the use of DBH involves some fundamental limitation in studying allometry of tree species since it is impossible to measure DBH for trees being shorter than breast height. The tree individual changes its shape according to its growth since the environmental conditions change drastically depending on its size. Although several past studies applied the stem diameter at relative tree height for evaluating allometry to estimate tree phytomass, there was no study aimed at all age levels from seedlings to mature trees.

In the present study, the relationship of phytomass to DBH and stem diameter at 10% of tree height was investigated on the basis of a data set obtained from a tropical rainforest at Sao Gabriel da Cacheira, Brazil. The phytomass including roots was measured for 160 trees from seedlings to mature trees. The size dependence of the relationship between phytomass and stem diameter will be discussed.

P2-129

窒素降下物量増加とモンゴル草原の生産力

* 衣笠利彦 (鳥取大・農), 篠田雅人, 恒川篤史 (鳥取大・乾燥地研)

化石燃料の消費や化学肥料の合成、使用の増大にともない、窒素化合物の大気放出量および地上への降下量が増加している。窒素降下量の増加は植物群集の生産量を増大させるとともに、種多様性を低下させる可能性が指摘されている。モンゴル草原では伝統的な遊牧が行われているが、窒素降下量増加は草原の生産力の変化を通じ遊牧活動に影響を及ぼすかも知れない。そこでモンゴル草原において人工的な窒素負荷処理を行い、草原の生産量および種多様性に与える影響を調べた。

2006～2010年の4年間にわたり継続的な窒素負荷処理を行った。調査地周辺で2050年までに予測されている年間窒素降下量の増加およびその5倍、25倍に相当する窒素量を毎年散布し、各種の出現数と地上部重量を調べた。家畜による採食の影響を排除するため、柵で囲った禁牧区を設けた。

2006～2007年は干ばつ年であり、草原の生産量が少なく一年草がほとんどみられなかった。2008年以降は平年以上の降水量がみられ、一年草が大きく増加し草原の生産量と種数が増加した。柵内では2009年以降、一年草の種数と生産量が減少した。窒素負荷による草原生産量の増加は2009年以降に見られたが、2050年までに予測されている窒素降下量増加では有意な増加は検出されなかった。草原生産量の増加は、柵外では主に一年草 *Salsola collina* の個体サイズ、柵内では多年草 *Artemisia adamsii* の地上部数の増加によっていた。種数には窒素負荷の影響はみられなかった。

以上から、モンゴル草原の生産量は窒素降下量増加によって増加することが示された。ただし今後40年間に予測されている程度の窒素降下量増加では、生産量の変化は小さく検出は難しいだろう。窒素降下量増加は、家畜の嗜好性が低い *A. adamsii* の拡大を促進し、草原の牧草地としての質を低下させるかもしれない。

P2-131

台風が森林の物質循環に与える影響に関するモデル解析

伊藤昭彦 (国環研)

熱帯低気圧(台風)は攪乱を引き起こすことで、生態系の物質循環、動態、機能・サービスに影響を与えている。2004年に日本列島に上陸した10個の台風を例として、プロセスモデル(VISIT)を用いて、岐阜高山サイトの森林炭素収支に与えた影響について解析を行った。このモデルはサイトのフラックス観測データに基づいて較正されているが、2004年の炭素吸収量を過大推定する問題があり、その原因として台風による落葉の影響が考慮されていないために炭素固定量を過大評価しているという仮説を立てた。フラックス観測データとの適合性に基づいてモンテカルロ法を適用し、各台風による落葉強度パラメータの確率分布を推定した。台風の強風によって高木層から10から20%の強度で落葉が発生することにより、総光合成量は200 g C m⁻² yr⁻¹ 近く低下することでフラックス観測との整合性が向上した。葉面積指数について推定結果と衛星観測を比較したところ、落葉に伴う2004年の成育期間半ばからの低下傾向が良く再現されていることが確認された。落葉した枯死物の分解による炭素放出や、翌年の光合成生産に対する影響は、モデル推定の中では比較的小さかった。これらの結果は、台風による強風が、風倒などの顕著なイベントだけでなく、落葉のような比較的軽いイベントによっても物質循環に影響を与えている可能性があり、地域スケールの炭素収支評価に無視できない要因である可能性を示唆している。

P2-130

冷温帯ススキ草原における葉群動成長の季節性と年々変動

* 関川清広 (玉川大・農), 小宮澤奈未子 (関東国際高)

気象要因の年々変動に伴って、生態系の炭素固定能(純一次生産などの炭素吸収量と土壌呼吸などの炭素放出量)は変動すると考えられる。炭素吸収の指標としてLAI(葉面積指数)はNPP推定の指標として有効であることが知られているため、本研究は純一次生産(NPP)推定に資することを目的に、全天写真法を用いてススキ草原の葉群動態を2005年からモニタリングしてきた。調査対象は、筑波大学菅平高原実験センター(長野県上田市)の半自然ススキ草原であり、この草原は毎年10月中旬の草刈りと刈り取られた地上部の持ち出しによって維持されてきた。この地域では例年、冬期には約1mの積雪があり、3月中旬から下旬に雪融けが始まり、その後1カ月以内に草原の雪はほぼ融け終わる。冬期の積雪量と雪融けの早晚(春期の地温と土壌水分に影響)、ならびに梅雨期から夏期にかけての気象条件(日射量と土壌水分に影響)は、草原植物の生育開始期・最盛期や葉群動態に影響を持つと考えられる。草原植物の生育期間中に、自動魚眼デジタルカメラを用いて葉群の全天写真画像を定点で毎日撮影し、解析に適した曇天時などの画像から開空率に基づいてLAIを算出した。また、LAI推定手法の検証のため、他に、直接法(サンプリング法)、LAI測定器を用いた方法(LAI-2000法)、および透過光の波長比率(PARとNIR)による手法に基づいて、結果を比較した。本発表では、これらの成果と問題点を紹介する。

P2-132

汽水湖沿岸域からのCO₂、CH₄フラックスに与える水位と気圧変化の影響

* 山本 昭範 (農環研), 廣田 充 (筑波大・生命環境), 鈴木 静男 (環境科学技術研), 濱 健夫 (筑波大・生命環境)

水位は、様々なプロセスへの関与を通して炭素動態に影響を与える主要な環境要因であることが指摘されている。特に海洋付近の汽水湖沿岸域では、潮位変動に伴う水位の時間変動が顕著である。したがって、水位の影響を明らかにするためには、潮位変動を含め水位の時間変動を考慮する必要がある。また、水位の影響は植生等の違いだけでなく、日変化や季節変化などの評価する時間スケールによっても異なる可能性が高い。そこで本研究は、汽水湖沿岸域の3つの植物群落(ヨシ・イ・ススキ群落)を対象とし、異なる時間スケールにおけるCO₂、CH₄フラックス(炭素フラックス)に与える水位の影響を明らかにすることを目的とした。

本研究では、炭素フラックスの月積算値や年間値に与える水位の影響を明らかにするために、実測した炭素フラックスと温度で標準化した炭素フラックスの比を用いた。その結果、月積算値や年間値に与える水位の影響は群落間で異なることが明らかになった。水位の時間変動の影響を考慮した炭素フラックスの月積算値は、地温のみで推定した場合に比べて、ヨシ群落では年間を通して全ての月で増加したのに対し、イ群落では月によって増減の傾向が異なった。このような水位の影響の違いは、群落間の水位変化の大きさや変化パターンの違いが影響していると考えられた。また、炭素フラックスの月積算値に与える水位の影響の大きさは、大気圧の状態によっても異なった。特に、大気圧が急激な減少過程にあるときの水位の影響は、その他の大気圧の状態の時に比べて大きく増加することが明らかになった。ヨシ群落やイ群落における年間炭素フラックスは、水位・大気圧の影響を考慮すると、地温のみで推定した場合に比べて1.26～6.64倍増加した。しかし、ススキ群落において水位は月積算値や年間値にほとんど影響を与えていなかった。

P2-133

乾燥程度の異なるモンゴル草原生態系において放牧が土壌窒素形態変化の空間的不均質性に与える影響

* 近藤順治, 廣部 宗 (岡大院・環境), Enkbaatar Altangerel (モンゴル・地理生態研), Amartuvshin Narantsetseg (モンゴル・植物研), 藤田昇 (地球研), 前田守弘, 坂本圭児, 吉川 賢 (岡大院・環境)

小さな空間規模 (< 10m) での土壌養分の空間分布は、被覆する植生の空間構造に強い影響を受ける。例えば、植生が密で一様な草原ではランダムに近いが、植生が不連続な灌木地帯では、植生被覆に伴う養分集中により空間的不均質性が增大する。また、草食大型哺乳類の行動(採食や排泄)も土壌養分の空間分布を変化させる。そこで本研究では、植生構造の違いと草食大型哺乳類の行動との相互作用が土壌養分、特に窒素利用可能性の空間的不均質性に与える影響に注目した。モンゴルでは、北から南へ乾燥が強くなり、草原は植生が比較的均一に分布する森林ステップから、パッチ状に分布するステップ、非常に疎になるゴビステップへと変化するとともに、草食大型哺乳類の放牧が行なわれている。3タイプの草原生態系において、被食防護柵の内外で多数の表層土壌を採取し、窒素形態変化速度の空間的不均質性をセミバリオグラムにより解析した。その結果、柵内では窒素形態変化速度は森林ステップおよびゴビステップでランダムであったが、ステップでパッチ構造(1.4m)が見られた。柵外では森林ステップの硝化速度にのみパッチ構造(1.5m)が見られたが、その他はどの調査地でもランダムであった。また、ステップおよびゴビステップでは柵内に比べ柵外で非類似度が全体的に小さくなった。これらから、モンゴルの草原生態系では乾燥程度の違いによる植生構造の変化に伴い土壌養分の空間分布も変化し、放牧があると、森林ステップでは土壌養分の空間構造が発達し、ステップではランダム化することがわかった。また、乾燥が強くなると放牧は窒素利用可能性を空間的に均質化させると考えられた。

P2-135

渦相関法を用いた炭素収支評価における CO₂ 貯留変化量の影響

* 斎藤琢, 玉川一郎, 村岡裕由 (岐阜大・流域圏)

樹冠が密な森林における純生態系生産量(NEE)の値は、渦相関法計測で得られた樹冠上 CO₂ フラックス(F_c)と渦相関法計測高度以下の CO₂ 貯留変化量(F_s)の和から推定することが一般的である。その際、F_sを算出するために必要な渦相関法計測高度以下の CO₂ 濃度プロファイル計測が行われていない調査地では、(1) F_sを考慮しない、(2) 渦相関法計測高度の濃度変化より算出された簡易 CO₂ 貯留変化量(F_{sc})でF_sを代用するといった簡易手法が選択される。しかし、このような簡易手法を用いた場合に炭素収支の推定にどの程度の誤差が生じるかについては未だ十分な検討がなされていない。本研究では、常緑針葉樹林を対象とした渦相関法による3年間に渡る長期連続 CO₂ フラックス計測データを用いて、F_sの有無が生態系呼吸量(RE)、総一次生産量(GPP)、NEEの推定にどの程度誤差を生じさせるかを評価し、F_sの算出に必要な CO₂ 濃度プロファイル計測の必要性について議論した。RE、GPPをF_s無しで推定した場合、F_sを考慮した“対照値”と比較して無降雪期間(5月~10月)で、年積算値に対して10%以上に達する大きな過小評価が生じた。これらの過小評価の主な原因は温度-夜間NEE回帰式の外挿によって得られた日中の呼吸量であった。渦相関法計測高度における CO₂ 濃度変化から得られる F_{sc}を考慮した場合、RE、GPPは推定精度が大幅に改善され、RE、GPPの誤差は年積算値の2.0%以下となった。また、F_{sc}を考慮したRE、GPP、NEEの季節変化、経年変化は“対照値”の季節変化、経年変化とよく一致した。これらの結果からF_sとF_{sc}がよく一致するサイトであれば CO₂ 濃度プロファイル計測なしであっても、サイト間比較研究に耐えうる精度で炭素収支量の推定を行える可能性が示唆された。

P2-134

Sub-consumptive effect: 手負いのカタツムリは治癒のために餌の選好性を変える

細 将貴 (東北大・生命科学)

捕食者や寄生者は、死亡による個体数の減少という直接的な効果と、捕食リスクによる形質の変化という間接的な効果のふたつを通して、被食者の生態系機能を変えることがある。しかし、植物では注目されているものの、部分的な捕食による形質の変化という効果を動物で考慮した事例はほとんどない。そこで本発表では、植食者あるいは分解者としての機能を持つカタツムリが、部分的な捕食を受けることによって食性を変えることを報告する。イッシキマイマイは琉球列島の石垣島と西表島に分布するカタツムリである。カタツムリ専食性のイワサキセダカヘビから捕食を受けると、軟体部(足)を自切して捕食から頻繁に逃れることができる。飼育実験の結果、足を失った個体は、殻の成長を止め、軟体部の再生に資源を投資するようになることがわかった。一般にカタツムリの成長を律速するのは殻の成長であり、その成長速度は炭酸カルシウムの摂取量が決めている。そのため軟体部を再生している最中の個体は、炭酸カルシウムを選択的に摂取する必要がなく、食性を変えることが予測される。そして実験の結果はこの予測を支持した。イッシキマイマイのように外傷等のダメージを治す能力は、ほとんどの生物に備わっている。このことは、捕食者や寄生者から非致死的だが直接的なダメージを受けることは極めて頻繁に起きていることを示唆する。部分的な捕食の結果として生じる被食者の形質変化は、生態系機能全般において無視することのできない効果を持つかもしれない。

P2-136

炭素・窒素安定同位体組成と水圏環境指標としてのオオクチバスの利用

* 稲村 修 (北大院・環科院), 張 勁 (富大院・理工), 南川雅男 (北大院・環科院)

北米原産のオオクチバスは世界各地に移植されており、日本でも全国のため池やダム湖などで定着している。水圏食物網では最上位になることが多く、その水圏の食物網を統合して特徴付けると考え、水圏環境指標としての利用を検討した。調査地域の富山県は標高3000~0mの環境がコンパクトに存在しており、オオクチバスが定着している10カ所の水圏(ダム湖8カ所、ため池2カ所)から、オオクチバスや他の魚類、湖底表層堆積物を採集し、炭素・窒素安定同位体組成を調べた。各水圏の測定個体(9~10個体)の脱脂した筋肉の炭素・窒素安定同位体比の平均(標準偏差)は、炭素で-28.7~-21.1‰(±0.4~1.4‰)、窒素で6.0~14.7‰(±0.3~0.8‰)であり、各水圏間では大きな変異がみられたものの、各水圏内では纏まりのある値を示した。各水圏の同位体組成の特徴は、ブルーギル・コイ・トウヨシノボリなどの魚類および堆積物の炭素・窒素安定同位体組成から推測した食物連鎖や、ダム湖の集水域平均標高および回転率(年間流入量/総貯水量)などのデータから解釈でき、オオクチバスの水圏環境指標としての有効性が示唆された。さらに安定同位体測定試料としてオオクチバスの鱗を検討したところ、鱗と脱脂した筋肉の炭素・窒素安定同位体比には、炭素で $Y=0.96X+1.58$ ($R^2=0.98$)、窒素では $Y=0.92X-1.15$ ($R^2=0.95$)ときわめて高い相関が確認され、脱脂が不要で保存性の良い(乾燥保存、小スペース)鱗の有用性が示された。今後、オオクチバスの鱗を用いた炭素・窒素安定同位体解析により、世界各地の水圏環境の比較や、水圏環境の変化をモニターできる基礎的知見を得た。

P2-138

立木密度の異なるヒノキ林における葉、幹、繁殖器官への窒素分配

* 稲垣善之(森林総研), 倉本恵生(森林総研北海道), 野口享太郎(森林総研四国), 深田英久(高知県森技セ)

ヒノキ人工林において植栽木は土壤中の窒素を吸収し、葉、枝、繁殖器官などへ窒素を分配する。窒素をこれらの器官に分配する割合は、樹木が利用することができる窒素や光資源量に対応して変化することが予想される。本研究では高知県のヒノキ6林分を対象として、葉、幹、繁殖器官への窒素分配率を5年間にわたって明らかにした。各器官の窒素分配率と落葉の窒素濃度および立木密度の関係から、窒素と光資源が分配率に及ぼす影響を評価した。2002-2006年までの葉、枝、繁殖器官の生産量をリターフォールで採取して求めた。幹成長量は20m×20mの調査区の毎木調査から求めた。器官ごとの窒素濃度は、葉、種子、雄花、材でそれぞれ、7.6, 14.1, 9.3, 0.6g/kgであった。葉、雄花、種子、枝、幹への乾物分配率は、それぞれ28.4, 1.2, 3.5, 4.4, 62.4%であり、窒素分配率は、それぞれ65.7, 1.4, 7.4, 5.5, 20.1%であった。葉への乾物と窒素分配率は、落葉窒素濃度が高いほど大きかった。幹へのこれらの分配率は、落葉窒素濃度が高いほど低い傾向が認められた。したがって、窒素吸収が多い場合には、葉への分配率が増大して幹生産の増加は抑制された。雄花への乾物と窒素分配率は、立木密度が低いほど大きい傾向が認められたが、葉の窒素濃度との関係は有意ではなかった。種子への乾物と窒素分配率は、立木密度や落葉窒素濃度との間に有意な相関関係が認められなかった。したがって、雄花への窒素分配率に対しては、窒素資源の制約が小さく、光資源が重要であることが示唆された。窒素濃度の高い種子の窒素分配率は、窒素の制限を受けるために、雄花と異なる傾向を示すと考えられた。

P2-140

河川中流域におけるリター動態のシミュレーション：出水パターンの影響

* 佐々木晶子, 中坪孝之(広島大・院・生物圏)

河川中流域の河畔域では、しばしば山地森林に匹敵する生産量を持つ植物群落が成立し、多くのリターが供給され、(第48回日本生態学会大会)、それらが緩やかに分解されていく(第52回日本生態学会大会)。そして河畔域に貯留されたリターは、ひとたび大規模な出水がおきると下流へ流出すると予想される。そこで本研究では、河川中流域からの潜在的なリター流出量を推定するとともに、河川の出水パターンが流出量に与える影響を明らかにする目的で、植物群落から河川へのリター流出モデルを作成し、10年間の有機物動態についてシミュレーションを行った。

モデルでは、毎年起きる小規模出水によって林床から河川水中へのリターの移動が起こり、数年に一度生じる大規模出水によって、群落周辺(林床と水中)に貯留されていたリターが全て下流域へ流出するというパターンを想定した。出水の規模と頻度の違いを考慮し、西日本の河川中流域における代表的な河畔植生であるネコヤナギ(*Salix gracilistyla*)群落を対象としてシミュレーションを行った。その結果、小規模出水の規模の違いは潜在的なリター流出量には大きく寄与しない一方、大規模出水の頻度によっては、下流への潜在的なリター流出量が毎秋のリター供給量の15-80%の間で変動することが明らかになった。以上のことから、河川中流域の植物群落が下流域への潜在的な有機物供給源となりえる可能性を持つと同時に、下流へのリター流出量は大規模増水の頻度によって大きく異なることが示された。

P2-139

アラカシ若齢植栽林の土壤炭素フラックスに対する温暖化の影響— Open top chamber 実験

* 王新, 中坪孝之, 中根周歩 広島大・院・生物圏

暖温帯常緑広葉樹林の土壤炭素フラックスに対する気候変動(高温、高CO₂)の影響を調べるため、オープントップチャンバーを用いた操作実験を行った。2002年10月に広島大学東広島キャンパス内に設置された6基の大型オープントップチャンバー(横4m、縦4m、高さ5m)に3年生のアラカシ(*Quercus glauca*)を植栽し、3段階のCO₂濃度処理(外気の1、1.4、及び1.8倍)と2段階の温度処理(外気±0℃及び+3℃)の合計6通りの環境条件のもとで育成した。2006年4月から2009年4月にかけて、毎月一回、赤外線ガスアナライザーを用いたオープンフローシステムで各チャンバー内の土壤呼吸速度を48時間連続測定した。また、微生物による呼吸を調べるため、チャンバー内に根を切断した区画を設け、同様の方法で土壤呼吸速度を測定した。

温度処理については、高温区で微生物呼吸の温度係数 Q_{10} が小さくなる傾向が認められたが、全土壤呼吸ポテンシャル(地温15℃時の土壤呼吸速度)および Q_{10} には有意な変化が認められなかった。一方、高CO₂濃度下では、全土壤呼吸ポテンシャルの有意な増加が認められた。また、土壤呼吸ポテンシャル、 Q_{10} および地温から推定した年間の土壤炭素フラックスも高CO₂で高くなる傾向が認められ、外気温、CO₂濃度1.8倍区では対照区の148%(3年間の平均)に達した。本研究の結果は、暖温帯常緑広葉樹林の土壤炭素フラックスがCO₂濃度の上昇に敏感に反応し、将来的に増加する可能性を示している。

P2-141

ツンドラ生態系において土壤の凍結融解が生み出す植物群落および土壤特性の勾配

小林真, Klaminder, J. (Umea Univ.)

寒冷地において、土壤は低温に晒されることで凍結する。また、粒子の大きさによって土壤の凍りやすさは異なる。局所的に粒径の異なる土壤が存在することで凍結に伴う膨張程度の違いが生まれ、その結果、土壤が移動する事が知られている。

本研究ではスウェーデン北部の山岳ツンドラ生態系において、低温により引き起こされる土壤の移動が、植物群集に与える影響について調べた。同生態系において土壤は0.17~0.71cm year⁻¹の速さで放射状に移動していた。放射状に動く土壤の中心からの距離が増加するに従って、コケ植物から維管束植物へ優占植物のタイプは変化した。中心からの距離と植物群集の多様度には顕著な関係は見られなかった一方で、単位面積当たりの炭素蓄積量は中心からの距離の増加に伴って著しく増加した。

これらの結果から、土壤の凍結融解が生み出す土壤の移動は、攪乱要因としてツンドラ生態系における植物群集の局所的な炭素蓄積量の勾配を作り出す要因となっている事が示唆された。

P2-142

タイ北部チーク人工林の個葉の光合成特性の季節変化

吉藤奈津子*, 小杉緑子(京大・農), 五十嵐康紀(東大・農)

P2-143

ヒノキ林における木質リター分解呼吸速度の環境応答性

*真嶋光一郎(京大・農), 小杉緑子(京大・農), 牧田直樹(京大・農), 安宅未央子(京大・農)

幹、枝、粗根などに代表される木質リターの分解呼吸は、葉リターの分解呼吸に比べると低速であるものの、量的には無視できず、木質リターの分解呼吸を理解し見積もることは、森林での正確な炭素循環の解明の上で重要である。これまで木質リターの分解に関する研究は、その供給、分布、状態、大きさが不均一であり、分解に長期間を要することから、長期間の重量減少をとらえることで分解速度を求めてきた。しかし、この方法のみでは、環境要因に対する応答性は求め難く、ひいては環境変動や植生変化が炭素循環に与える影響の予測は困難である。そこで本研究では、ヒノキ林内において木質リター(幹、枝)分解によるCO₂放出速度を直接測定し、その環境応答性を調べた。

測定は滋賀県大津市、桐生水文試験地のヒノキ林において行った。ヒノキ枯死木から得た様々な直径(約0.3~15cm)のサンプル計540個を乾燥区と通常区の各区に設置し、測定対象とした。サンプルは2~3週間ごとに直径階級ごとに一定数を選び、赤外線CO₂/H₂O濃度計(LI-840.licor)を用い閉鎖循環式チャンバー法によりCO₂放出速度を測定した。この際、温度と含水率を指標とするために、サンプルの表面温度と重量を測定した。

その結果、ヒノキ林における木質リター分解呼吸速度は、サンプル毎のバラつきが大きいものの、単位乾燥重量あたり、および単位体積あたりでは、1)表面温度が上昇するほど指数関数的に増加し、2)含水率が減少すると減少し、3)直径が大きいほど減少した。また、単位表面積あたりでは1と2のみ認められた。この結果を踏まえて、本学会では直径の影響を考慮しつつ、ヒノキ林における木質リター分解呼吸速度の環境応答性を考察する。

P2-144

樹種によるリター分解プロセスの違いが落葉リターの分解速度に及ぼす影響：日本の森林5林分におけるリター成分動態の定量的比較

*小野賢二(森林総研東北), 平舘俊太郎, 森田沙綾香(農環研), 平井敬三(森林総研東北)

落葉中の有機物がリター分解速度の低下に及ぼす影響を評価するため、スギ、ヒノキ、イタジイ、ブナ、ミズナラ、シラカンバの落葉を対象にリター分解試験と固体¹³C核磁気共鳴法を適用し、リター分解に伴う有機物成分の経時変化を定量解析し、落葉リターの分解速度kと個々の有機物成分のkの関係を解析した。落葉リター全体とリター中の各有機物成分の重量残存率は全樹種でリター分解の進行とともに指数的に減少し、それらの分解速度kは時間の経過に伴って低下した。リター全体のkは0.4年⁻¹で、樹種に限らず一定であったが、有機物成分のkは樹種により幅があった。特に脂肪族と芳香族化合物のkは樹種特異性を示した。落葉広葉樹における脂肪族化合物のkは0.28~0.34年⁻¹であり、常緑広葉樹や針葉樹より低い値を示した。これは各成分の初期含量や分解者による再合成、分解初期の溶脱プロセスなどの樹種間の違いを反映したと考えられる。広葉樹における芳香族化合物のkは針葉樹よりわずかに高い値を示したが、おそらくこれは樹種によるシリリングルおよびグエイアシルリグニンの組成や縮合型タンニンの含有量を反映したのだろう。O-アルキル化合物のkは0.44~0.57年⁻¹を示し、全樹種で他の成分に比べて最も高い値を示したが、分解者生物によるホロセルロースの選択的分解を反映した結果であろう。一方、カルボニル化合物は有機物成分の中で最も低いk値を示したが、これは有機物分解において起こる酸化分解反応によってカルボニル基が生成されたことに起因する。リター全体に対する各有機物成分の相対的分解性を比較したところ、O-アルキル化合物はリター分解の進行に貢献し、逆にカルボニル化合物はリター分解速度の低下に寄与した。脂肪族と芳香族化合物のリター分解速度の低下への寄与率は樹種による有機物の成分組成や化学構造の違いを反映して異なった。

P2-145

汽水域に生息するゴカイ科多毛類における季節的な安定同位体比変動

*金谷弦, 高津文人(国環研), 佐藤正典, 塔筋弘章(鹿児島大・理), 今井章雄(国環研)

一般に、ゴカイ科多毛類は、汽水域の底生生物群集の主要な一群である。このうち、日本の本州沿岸の汽水域で多産する種はヤマトカワゴカイ *Hediste diadroma* (以下ヤマト)、ヒメヤマトカワゴカイ *H. atoka* (以下ヒメ)、およびイトメ *Tylorrhynchus osawai* であり、それらは同所的に出現することがある。彼らは高密度で生息し、底土有機物を活発に摂食するため、汽水域の物質循環過程において重要な役割を担っていると考えられる。そこで本研究では、仙台湾の河口域に生息する3種のゴカイ科多毛類の炭素・窒素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$)を比較し、餌利用の時空間変動を生息場所への淡水流入強度との関連から考察した。

ゴカイ類および餌となる有機物を、汽水性潟湖・井土浦内の2地点で2008年3月、8月、12月および2009年3月に採取した。淡水流入口に近い地点Aではヒメとヤマトが、海に近い地点Bではイトメとヤマトが採取された。試料は脱脂し、 $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ を測定した。

ゴカイ科多毛類の $\delta^{13}\text{C}$ は地点Aで地点Bよりも8%も低く(年間平均値)、いずれの地点でも河川流量が増える8月に3.2~6.2%も低下した。これらは、河川流量が多い場所・時期には、 $\delta^{13}\text{C}$ が低い陸域由来有機物の寄与が高まることを示唆している。ヒメ・ヤマト間では後者が1.5%ほど低い $\delta^{13}\text{C}$ を示したことから、ヤマトの方が陸域起源物への依存度がより大きいと推定された。一方、イトメ・ヤマト間には有意な $\delta^{13}\text{C}$ の違いはみられなかった。カワゴカイ属多毛類は、他の汽水性ベントスがあまり利用しない河川由来有機物を餌として利用することにより、陸域の一次生産を汽水域食物網へと取り込んでいることが示唆される。

P2-146

カバークロップ・コムギ輪作圃場における植物残渣とコムギの生育量の相互作用

* 平田聡之, 永山毅, 荒木肇 (北大・北方セ)

植物体と土壌の窒素動態から、一年生の秋播きカバークロップ (8月下旬播) を取り入れた春コムギ・カバークロップ栽培体系の圃場における一年生草本の冬枯れ残渣の養分供給源としての効果を検討した。4月上旬におけるカバークロップ残渣内の全窒素量は、2008年で23.1 kg/ha から23.6 kg/ha、2009年で25.8 kg/ha から39.4 kg/haであった。春コムギの生育最大期における植物体の窒素量は、2008年で108.9 kg/ha から194.7 kg/ha、2009年で103.1 kg/ha から141.0 kg/haであった。また、収量は、施肥を行わなかったのにも関わらず、兩年とも慣行栽培と同程度であった。以上のことから、比較的短い生育期間のみじかい草本の生育によっても、後続の植物群落にたいする肥料効果が存在することが示された。

P2-147

ヒノキ人工林における林齢に伴う土壌呼吸速度の変化

* 八代裕一郎, 王連君 (岐阜大・流域セ), 小林元 (信州大・農), 大塚俊之 (岐阜大・流域セ)

地球温暖化に伴う森林のCO₂収支の変化を予測するためには、気候変動が土壌呼吸量に与える影響を明らかにする必要がある。一方で、土壌呼吸量は森林の発達や遷移に伴い自律的にも変化する。したがって、気候変動と土壌呼吸量の関係を検出するためには、森林における土壌呼吸量の自律的な変化のパターンを把握することが不可欠である。そこで本研究ではヒノキ人工林を対象に林齢に伴う土壌呼吸速度の変化を明らかにする。

調査地として1年生から87年生のヒノキ人工林12林分を選定し、2010年6月-11月に土壌呼吸速度を測定した。この度の発表では、ヒノキ林伐採から再植林初期にかけての土壌呼吸速度の変化を中心に報告を行う。

ヒノキ人工林の伐採・再植林後の土壌呼吸変化を明らかにするため、1、2、5、87年生ヒノキ人工林、計4林分において土壌呼吸速度の測定・比較を行った。調査期間を通して5年生林分における土壌呼吸速度が最大であり、次いで87年生となった。一方で、伐採直後である1年生林分の土壌呼吸速度は低い傾向を示した。いずれの林分でも5cm深の地温と土壌呼吸速度には指数関数的な関係が見られ、その関数式から得られた温度依存性(Q₁₀)は87年生林分で3.4と大きく、1、2、5年生林分はそれぞれ2.0、2.5、2.2と小さい値をとった。また、地温15度における土壌呼吸速度の予測値も87年生で1.9、5年生で1.7、2年生で1.2、1年生で1.3 μmolCO₂ m⁻² s⁻¹となり、87年生で大きな値をとった。以上より、ヒノキ人工林伐採および再植林初期においては、伐採により土壌呼吸速度が減少するが、その後植栽木と雑草木の発達に伴い土壌呼吸速度が増加すると考えられる。また、87年生のQ₁₀が大きいことから、地球温暖化はヒノキ高齡林での土壌呼吸に対して大きな影響を与えると考えられる。

P2-148

異なる熱帯林の土壌呼吸量の推定：モデルと実測の検証

* 安立美奈子, 伊藤昭彦 (国環研), 石田厚 (京大生態研), 中野隆志 (山梨環境研), 吉村謙一 (森林総研), Wan Rasidah (FRIM), Phanumard Ladpala, Samreong Panuthai (DNP), 山形与志樹 (国環研)

グローバルな炭素循環において、陸域の土壌有機炭素は土地利用や気候の変化によっては大きなCO₂の放出源となる可能性があるため、その環境応答は将来の炭素収支を予測する上で重要な要素となる。本研究では、東南アジアの4つの異なる熱帯林について、現地データと陸域生態系モデルVISITの両側から推定した土壌呼吸量について検証をおこなった。特に、VISITの土壌圏の水収支計算をバケツモデルからダルシー則にした場合に、土壌呼吸量の推定値がどのように変化するか、実測データとどのくらい差があるかに着目する。

調査地は、土壌タイプの異なるタイの3つの森林(サケラート：常緑季節林、落葉季節林、メクロン：落葉季節林)および半島マレーシア・パソ保護林(熱帯雨林)を対象とした。陸域生態系モデルVISITには新たに土壌固相率と、粘土やシルトの割合から求められる6種類の土壌タイプを土壌圏パラメータとして入力できるように改良した。土壌タイプから不飽和透水係数を、固相率から土壌水分の飽和度をそれぞれ計算し、ダルシー則に導入することにより土壌層間の水フラックスを計算した。また、雨期と乾期において野外で計測した土壌呼吸量と土壌水分の関係は、調査地によって傾向が異なった。特に、サケラートの常緑季節林と落葉季節林では、ほぼ同じ気象条件にもかかわらず土壌水分の値が大きく異なった。本発表では、VISITモデルがこれらの違いを推定できるかどうか、また、ダルシー則によってモデルの精度が向上した点や問題点などについて議論を行う。

P2-149

森林流域における降雨流出時のNO₃⁻流出機構 - NO₃⁻安定同位体比を用いた検討一

* 小田智基, 大手信人 (東大院農), 後藤敏之 (東農大), 鈴木雅一 (東大院農)

近年、窒素酸化物の降下量の増大に伴い、森林流域から河川への硝酸態窒素の流出量が増加することが報告され、下流の河川水質や湖の水質に与える影響が懸念されている。そのため、森林生態系の窒素循環の実態を解明することが重要な課題であり、森林流域からの平水時のNO₃⁻流出機構についてだけでなく、降雨流出時においても的確に評価することが必要であると考えられる。本研究では、神奈川県丹沢山地の源流域である3流域において、2010/7/13、2010/9/23のそれぞれ総降雨量53mm、158mmの2降雨イベントについて降雨流出時に集中的に採水を行い、渓流水・降水のNO₃⁻濃度・NO₃⁻安定同位体比を計測し、降雨流出時のNO₃⁻の流出機構について検討した。その結果、平水時の渓流水NO₃⁻濃度(30~40 μeq/l)に対して、降雨流出時にはNO₃⁻濃度が50~60 μeq/lに増加した。さらにNO₃⁻中の酸素の安定同位体比(δ18O)は、2流域において平水時には-1~0‰であったが降雨時には2‰に一時的に上昇し、もう1つの流域では、逆にδ18Oが流出水量の増加に伴い-3~-2‰に低下した。これら結果から、降雨流出時に流出するNO₃⁻も、平水時と変わらずほぼ硝化によって森林内で生成されたNO₃⁻であり、流量増加時でも降雨起源のNO₃⁻の寄与は1%~5%程度であることが示された。さらに、流域によっては流出NO₃⁻のほとんどが地下水起源と考えられる平水時のδ18Oに比べ、降雨時に土壌水の流出成分の寄与が大きくなるとδ18Oが低下することから、地下水中で脱窒が生じ、δ18Oの上昇が起こっていることが示唆された。NO₃⁻安定同位体比を用いることにより、降雨流出時のNO₃⁻流出起源はほぼ硝化由来であり、それぞれの流域の水文プロセスによって流域間の差が生じていることが示された。

P2-150

竹林におけるケイ素の循環

* 梅村光俊, 竹中千里 (名大院・生命農)

近年、日本各地の里山において、管理が行き届いていない広葉樹林やスギ・ヒノキ人工林へ外来植物であるモウソウチクが侵入し拡大している。タケの侵入が森林生態系に及ぼす影響についてはさまざまな研究が行なわれているが、物質循環系への影響に関する研究例はまだ少なく、竹林内における物質循環についても基礎的データが不足している。一般に、タケはイネ科でケイ酸集積植物として知られており、竹林におけるケイ素 (Si) の循環は特異的であると推測される。そこで本研究では竹林における Si の循環系を解明することを目的とした。

調査は、愛知県豊田市および瀬戸市のモウソウチク林 (3 サイト: 15 m × 15 m 区画) で行い、Si 蓄積量と供給量を求めるため、タケの各器官とリターフォールを採取した。稈、枝、葉の現存量は胸高直径から奥田ら (2006) の推定式により算出し、地下茎および根の現存量は各サイトにつき 5 箇所 (地下茎: 方形 50 cm 四方、深さ 30 cm 内、根: 深さ 30 cm 土壌コア) から採取し算出した。2009 年 12 月に各サイトから採取したタケ 1 本の各器官および地下茎、根の Si 含有量を分析し、それぞれの現存量に乗じて Si 蓄積量を求めた。また、各サイトにリタートラップ (方形 50 cm 四方を 5 つずつ) を設置し、2008 年 8 月～2009 年 7 月まで毎月リターを回収し器官別のリターフォール量を算出した。そして、器官別の Si 含有量を求め、年間リターフォール量に乗じて Si 供給量を算出した。結果、3 サイトでの全 Si 供給量は 77～310 kg/ha・yr であり、一般的なヒノキ人工林における Si 供給量に比べ 20 倍～100 倍程度と高かった。器官別の Si 供給では、タケ葉による Si 供給量が全 Si 供給量の 71～88% を占め、葉による Si 供給が大きいことが明らかとなった。

引用文献: 奥田史郎ら (2006) 森林総合研究所 平成 18 年度研究成果選集, pp42-43.

P2-152

流速データから見た厚岸湖の生物生産

* 長谷川夏樹, 鬼塚年弘 (水研セ・北水研), 阿部博哉 (北大院・環境), 鎌内博光, 渡辺健太郎, 仲岡雅裕 (北大・厚岸), 岸道郎 (北大院・水産)

日本の亜寒帯域のエスチュアリーには、しばしば広大なアマモ場が形成されており、アマモの動態が海洋環境や生物生産を特徴づけ、これら地域の活発な漁業生産を支えていると考えられる。本研究では、広大なアマモ場を有し、アサリ漁業やカキ養殖などが盛んな北海道東部の厚岸湖において、様々な調査で得られた流速データを解析し、アマモ場が湖生態系に与える影響の評価と、中長期的なアマモ場の盛衰が湖内の環境や生物生産へ与える影響の検討を行った。

その結果、流速の観測を行った湖内の各地点で潮汐に伴う往復流と湖内に時計回りの残差流の発達を観測され、それらが季節的に大きく変化することが明らかになった。すなわち、夏季には、アマモの繁茂によって湖北部や湖央部のアマモ場では流速が大きく低減するが、アマモが流出する秋季の流速は夏季の数倍に達した。これらの結果は、アマモが遊泳力に乏しい小型の甲殻類や魚類に好適に環境を供給する局所的な効果に加え、湖の広域的な流動とそれにとまなう物質循環に影響を与えている可能性を示唆している。厚岸湖には湖北西部より栄養塩の豊富な河川水が毎時数十トンで流入しているが、夏季にはアマモの繁茂がその流入を制限し、湖内を時計回りに通過する河川水が減少していると推察される。アマモは、小型藻類や微細藻類などの一次生産者より貧栄養的な環境で優位に立つとされており、何らかの原因で湖のアマモ場面積や現存量の減少が発生した場合、生産期の夏季に河川水の湖内への流入量が増加し、アマモと競合する一次生産者が増加することで、さらなるアマモの減少と急速な湖生態系の変化、そして漁業への影響が懸念される。

P2-151

スギ人工林におけるミミズによる土壌団粒形成量の推定

* 橋本みのり (横浜国大・環境情報), 高橋正通 (森林総研), 長谷川元洋 (森林総研・木曾), 池田紘士 (森林総研), 山下多聞 (島根大・生物資源), 金子信博 (横浜国大・環境情報)

土壌動物、特にミミズは土壌や有機物を摂食し、糞として排泄することで土壌団粒の京成を促進する。土壌団粒は窒素やリンなどの物質循環を変化させ、炭素貯留を促進している。陸上の植生遷移の過程で、土壌動物も種組成が変化するため、土壌動物による団粒形成量も変化していく可能性がある。そこで、スギ人工林の林齢に伴うミミズ種組成の違い、各林齢の森林土壌における土壌団粒量の測定を行うとともに、飼育実験によってミミズによる糞団粒形成量を測定し、野外における団粒形成へのミミズの寄与率の推定を行った。調査地は茨城県常陸太田市スギ人工林の若・中・老齢各 3 林分 (計 9 林分) で、ミミズ掘り取り調査 (50cm × 50cm × 深さ 10cm 10 地点) を行い、種同定と土壌団粒量の測定を行った。また飼育容器に 2mm および 1mm に篩った F 層土壌と現地で採集したミミズを投入し 1 週間飼育し、飼育後の土壌を篩い、糞団粒を採取し、重量を測定した。

若・中齢林ではミミズは局所的に分布しているのに対し老齢林では全体に広く分布し種数が多かった。また若・中齢林では体サイズの小さいツリミミズ科の個体が多いが、老齢林では体サイズが大きいフトミミズ科が優占し、これらのミミズが摂食・排泄活動によって形成する糞団粒の量にも差が生じると考えた。飼育実験においても、老齢林のミミズが形成する糞団粒量がミミズ 1g あたり若・中齢林では約 1.5g/day に対して、老齢林では約 2.8g/day と高く、これによって形成される土壌団粒量が多くなることが示唆された。林齢の高いスギ林では、ミミズによる団粒形成量が多くなり、炭素貯留の促進と物質循環が変化するとと言える。

P2-153

Carbon dynamics of pine wilt disease stands in southern Korea

* Choonsig Kim* (Gyeongnam Nat. Univ. of Sci. & Tech.), Jaeyeob Jeong (Gyeongnam Nat. Univ. of Sci. & Tech.), Kwang-Soo Lee (Korea For. Res. Inst.)

This study was conducted to evaluate the carbon dynamics in natural red pine (*Pinus densiflora* S. et Z.) stands damaged by pine wilt disease in Jinju city, where was one of areas severely affected by the disease in Korea. There was a significant correlation ($P < 0.05$) between tree density or basal area and the carbon concentration and inputs of litter fall components, while was not correlated ($P > 0.05$) by mean diameter at breast height (DBH) in pine wilt disease stands. Carbon concentration of needle, branch or bark litter was linear related ($P < 0.05$) with basal area in pine wilt disease stands. The linear regression equations developed for carbon inputs of litter fall components were significant ($P < 0.05$) with basal area accounting for 62 - 84% of the variation except for the carbon inputs of cone and flower. Mean annual soil CO₂ efflux rates showed the second-order polynomial relationships with basal area, tree density and mean DBH in pine wilt disease stands. The results indicated that the incidence of pine wilt disease could have an impact to the quality and quantity of carbon by litter fall and soil respiration dynamics.

P2-154

安定同位体分析による海洋高次捕食者の食性解析

南 浩史*, 清田雅史, 仙波靖子, 米崎史郎, 余川浩太郎

気候変動が海洋生態系や水産資源に及ぼす影響が近年注目されており、長期にわたる海洋高次捕食者の食地位や食性を解明することは海洋生態系構造を把握する上で重要な知見となり得る。GLOBEC/CLIoTOPでは中西部北太平洋における生態系や食物関係に関する情報が不足していることが指摘されている。炭素、窒素安定同位体分析は生物の食物関係や生態系の構造の解明に有効な手法であり、生物の栄養段階の数値化、食性解析、摂餌環境の復元等が可能となる。本研究では、1985年より漁船や調査船によって収集した海洋高次捕食者や水産資源の餌料としても重要である中位栄養段階の生物の安定同位体分析を行い、中西部北太平洋における高次捕食者の食性や食地位に関して解析を行った。試料は中西部北太平洋において、1985～1991年の流し網操業、1999～2002年の流し網及び延縄操業、2010年の延縄及び中層トロール操業によって得られた海鳥類14種、まぐろ・かじき類6種、頭足類9種、ハダカイワシ類などその他魚類33種等である。これら生物の筋肉の炭素、窒素安定同位体比を分析した。その結果、アホウドリ類の窒素安定同位体比が13%以上と高く、メカジキ、メバチ、ヨシキリザメも高い値を示した。小型アカイカ、ツメイカ、スジイカの頭足類、サンマ、カタクチイワシやハダカイワシ類等の小型魚類が窒素で10%前後と中位に位置した。頭足類の方が小型魚類よりも高い傾向が見られ、高次捕食者の中でも高い値を示す生物は頭足類に強く依存している可能性が考えられた。年代別に値を比較した結果、1985～1991年におけるハイロミズナギドリ類の窒素は平均で11.6%であったのに対して、1999年以降は9.0%と低くなる傾向がみられ、本種の食性や食地位が年代とともに変化していることが示唆された。

P2-156

二枚貝種別による金属蓄積傾向の差異

* 武内章記, 柴田康行, 田中敦 (国環研)

沿岸域は陸域と海域をつないでいるために、陸域からの人間活動の影響を受けやすい。そのために沿岸域に生息している生物を用いた環境モニタリングが盛んに行われている。特にムラサキイガイなどのイガイ属を用いた沿岸域の環境モニタリングは「Mussel Watch」と呼ばれ、化学物質や重金属の実態調査に用いられている。しかしながら単一の種では全球レベルの沿岸域を補うことができない。また異なる二枚貝種による化学物質や重金属の取り込み方の相違が不明である。そこで本研究では国内5カ所の沿岸域で、異なる2種類ないし3種類のイガイ属とカキを各地点で採取し、それらの金属濃度を測定して比較した。栄養塩濃度には差は見られないが、Ca, Sr, Mn, Cu, Znはカキの方がイガイ属よりも蓄積しやすく、CoとNiはイガイ属の方が蓄積しやすい傾向がある。また金属濃度の比較だけでは各沿岸域の汚染状況によって蓄積濃度が異なるため変動幅が大きくなる。そこで周期表における同じ族の金属、もしくはよく似た性質を示す金属の割合でも比較した。カキとイガイ属の金属の取り込み方は、濃度の比較からも相違があることが分かっているが、Fe/NiとCo/Niを比較した場合には本研究で比較したイガイ属にNiの取り込み方の相違があることが分かった。また亜鉛族の金属(Zn, Cd, Hg)を比較した場合には、ムラサキイガイにCdとHgが蓄積しやすい傾向が明らかになった。こうした同じ環境で共存する生物の金属分別作用は、重金属の汚染状況と生態系の金属循環を明らかにする上で重要な情報となる。

P2-155

生物の生態特性を用いた地域環境モニタリング - 生物安定同位体比による試み -

* 馬谷原武之, 笹田勝寛, 宮地俊作, 河野英一 (日本大院・生物資源科学)

地域を構成する環境要因には森林、農地、都市近郊区、都市部など土地利用形態や人間活動によるさまざまな人為的要因が含まれており、それらのおよぼす影響範囲やそれらをモニタリングするための新たな知見が求められている。生物の同位体比は一定期間の食物等、体内に取り入れられた物の同位体比を反映するため、その移動範囲、生息時期という生物の生態特性と生物が内包している各同位体比の情報はリンクし、一定期間、一定面積の環境状況を反映しているといえる。

これまでに演者らは陸域において、水路等により分断された谷戸地形をモデルとし、地表性昆虫等の生物、植物、土壌等の炭素、窒素同位体比と隣接畜産施設等的人為的影響をおよぼす施設との関係性や、都市近郊区遊水地陸域の生態環境把握、地域において過去に行われたセミ抜け殻調査標本の活用による森林、宅地、農地等の窒素同位体比の差異等の検討を行ってきた。また、水域においては用水路の淡水二枚貝、底質、浮遊物の炭素、窒素同位体比変化と用水管理の関係性について検討してきた。

今回の発表ではこれらを踏まえ、地域環境に及ぼす人為的影響モニタリングへの生物安定同位体比による新たな指標や評価法の確立等、今後の展開についての議論を行いたい。

P2-157

Short term effect of experimental warming on soil environment surrounding oak and pine seedlings

Yohwan Son*, Wooyong Jo, Haegeun Chung (Korea Univ.)

We determined the short-term influence of warming on soil temperature, moisture, and respiration in a field experiment located in central Korea where *Quercus variabilis* and *Pinus densiflora* seedlings were exposed to warming treatment. One-year-old oak and pine seedlings were each planted in 1m x 1m plots (n = 4) and warmed with infrared lamps. The air temperature in warmed plots was 2°C higher than that of control plots. During winter, soil temperature and moisture content at 5 cm depth was higher under warming treatment. In oak-planted plots, the soil temperature was -0.1 ± 0.9 °C under warming treatment vs. -1.1 ± 0.4 °C under control treatment and soil moisture was $5.2 \pm 0.7\%$ under elevated temperature vs. $3.9 \pm 0.5\%$ under ambient temperature. Similarly, in plots planted with pine seedlings, the soil temperature was 0.4 ± 0.4 °C under warming treatment vs. -1.4 ± 0.5 °C under control treatment, and the soil moisture content was $4.37 \pm 1.07\%$ under elevated temperature vs. $3.2 \pm 0.6\%$ under ambient temperature. Warming treatment did not alter soil CO₂ concentrations. Higher soil moisture in warming plots is likely due to snowmelt. Changes in soil environment by elevated temperature are likely to influence the growth of oak and pine seedlings, and thus further studies need to focus on determining such changes.

P2-158

森林生態系への窒素負荷の影響

* 徳地直子 (京大フィールド研), 大手信人 (東大院), 白井伸章 (京大院), 福島慶太郎 (京大フィールド研)

近年増加が指摘されている窒素負荷が森林生態系に与える影響について既存の文献を整理し、窒素飽和を規定する要因ならびに今後研究が必要な課題について検討した。温帯森林生態系は多くの場合窒素制限下にあるため、生態系に流入した窒素を生態系内に取り込み生態系内部で循環させ、系外への流出は多くはない。しかし、産業革命以降、化石燃料の燃焼や施肥に伴い大気中に多量の反応性窒素が放出され、大気降水物として生態系に負荷される窒素量が増加している。窒素が森林生態系の生物および土壌の窒素保持能を超えて負荷されると、その森林生態系は窒素制限が解除され“窒素飽和”に至り、窒素はおもに硝酸態窒素 (NO_3^-) として系外に流出し、下流の生態系を汚染する。過剰な窒素負荷量に対して、森林生態系から流出する NO_3^- 濃度は負荷量と対応関係を示し、流出水中の NO_3^- 濃度が窒素飽和段階の指標として用いられる。植生および土壌は主要な窒素保持の場であり、窒素負荷への植生の応答は種によりさまざまであるが、大気中の二酸化炭素濃度の上昇との相乗効果も加わり、温帯および熱帯の広い地域で窒素負荷により純生産量が増加すると予測されている。土壌の窒素保持量も炭素保持とともに増加することが示されている。一方、集水域レベルでの窒素保持能は気象・地質・攪乱履歴などによって多様で、特に気象の年変動により窒素負荷に対する流出水中の NO_3^- 濃度の応答が不明瞭となる点が指摘されており、より多面的な観測が必要と考えられる。さらに、森林生態系からの窒素流出は NO_3^- の形態だけでなく有機態窒素での流出や脱窒などでも起こるが、これらの過程の定量的な研究は十分とはいえず、今後の研究が急務である。森林の収穫は生態系の窒素量を減らし窒素飽和を遅らせるが、森林経営と生態系機能との両立にも検討が必要である。

P2-160

常緑・落葉樹の葉リター分解呼吸量と環境応答性の評価

* 安宅末央子 (京大院・農・森林水文), 小南裕志 (森林総研), 上村真由子 (日本大), 植松千代美 (大阪市大), 谷誠・小杉緑子 (京大院・農)

森林における生態系呼吸量の40~80%は、土壌から放出される CO_2 である。土壌呼吸は、従属栄養呼吸と根呼吸によって構成されており、環境要因の変化に伴って、様々な時間スケールで変動する。とくに分解にともなって CO_2 を放出する従属栄養呼吸は多様な基質(落葉・落枝、枯死根、枯死木など)と様々な分解過程が混在しており、土壌呼吸の各構成要素の発生機構を理解することなしに生態系呼吸量を解明することはできない。なかでも落葉は、地下部に比べると周囲の環境変動による影響を受けやすく、温暖湿潤な環境下においては特に分解が早い。

従来の分解研究では、数ヶ月~数年単位の重量減少量から求められる分解率を指標に、植生や気候因子間での比較が行われてきた。一方、分解に伴って放出される CO_2 を測定することで、より短期的な分解量と環境要因(温度・含水比)に対する応答性について調べることが可能となる。本研究では、樹種間での落葉分解呼吸量とその環境応答性の違いについて調べた。

観測は、大阪府交野市私市に位置する大阪市立大学附属植物園で行った。ここでは日本に存在する代表的な11種類の森林群落が形成されている。本研究では、暖帯型落葉樹林とシイ型・タブ型照葉樹林で分解呼吸量の測定を行った。測定サンプルとして、落葉ではコナラ、常緑ではスダジイ・マテバシイ・タブノキの落葉を選択し、2010年1月に林床面に設置した。観測は、2010年6月から2010年11月の期間で、赤外線ガスアナライザーと小型チャンバーを用いた密閉法にて落葉からの CO_2 放出量を測定した。

分解呼吸量と環境要因(温度・含水比)の関係は、樹種間で明確な違いはなかった。一方、物理的な構造(葉厚)の違いにより、落葉樹に比べ常緑樹の落葉は、 CO_2 放出期間が長い可能性が示唆された。

P2-159

北海道におけるサケマス類の遺骸が河川の魚類と底生動物に与える影響

* 中島美由紀 (道さけます内水試/北大・環境), 南川雅男 (北大・環境), 下田和孝 (道さけます内水試), 伊藤富子 (北海道水生研)

河川に遡上したサケマス類 (*Oncorhynchus* spp.) の親魚は、産卵後にその遺骸が流域生態系の動植物に利用されることで、海洋で蓄えた養分を陸域に運ぶ重要な役割を果たしていると考えられる。しかし、北海道の河川生態系の主要な構成群である魚類や底生無脊椎動物の多くが遺骸を直接捕食しないとされており、サケマス親魚による他の生物への影響については未解明の部分がある。本研究では、遡上したサケマス親魚が河川食物網の構造に与える影響を、炭素・窒素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$) を用いて明らかにすることを目的とした。2009年と2010年のサケ (*O. keta*) とカラフトマス (*O. gorbuscha*) の親魚の遡上前と遡上後に北海道内の4河川の遡上水域と上流の遡上しない水域で、また、同期間に石狩川水系千歳川の支流でサケ親魚の遺骸設置による操作試験を実施し、それぞれ魚類と底生無脊椎動物を採集した。採集した生物は、全河川で底生無脊椎動物がカゲロウ目、カワゲラ目、トビケラ目とヨコエビ亜目などの38分類群であり、魚類が11種だった。それぞれ種類毎に $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ を分析し、胃内容物を調べた。底生無脊椎動物のうち5河川に共通して出現した6分類群と、魚類ではサクラマス幼魚 (*O. masu*) とカンキョウカジカ (*Cottus nozawae*) で、サケの遡上期に $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ の値が重くなった。サケマス類の親魚の遡上後の河川生物への影響は、基礎生産や低次消費者から段階的に波及するのではなく、低次消費者や捕食者にそれぞれ同時に直接作用して食物網の構造が変化することがわかった。これは底生無脊椎動物が遺骸を直接利用するほかにその養分を河床の付着藻類や有機物から取り込み、魚類はサケマス類の卵の一部を直接捕食するためと推察された。

P2-161

Hydrological controls on riparian denitrification in a forested headwater catchment: Soil physical properties make difference in reduced environment

Nobuhito Ohte, Yuhya Watanabe, Tomoki Oda (Univ. Tokyo) and Ken'ichi Osaka (Univ. Shiga Prefec.)

Inorganic nitrogen supply to the stream ecosystems is regulated by hydrological and biogeochemical processes such as denitrification in riparian zones. To elucidate how the denitrification is controlled by hydrologic properties of this landscape unit, we investigated two forested headwater catchments with different soil physical properties. The Kiryu Experimental Watershed (KEW, 0.6 ha) has sandy soils in riparian zones, while the Fukuroyama-sawa catchment (FEW, 1.1 ha) has clayey soils. Concentrations, d^{15}N and d^{18}O of NO_3^- in soil water, groundwater and streamwater were monitored. Enrichment in d^{15}N - NO_3^- was found in the perennial groundwater both in KEW and FEW, indicating active denitrification occurred. However, enrichment of d^{18}O - NO_3^- of KEW was unclear, while that was clearly found in FEW, indicating the denitrification under a closed system without sufficient dissolved O_2 and NO_3^- supply. These were explainable by hydrologic feature of soils holding groundwater: The mean residence time (MRT) of the groundwater in FEW was three times longer than that in KEW. This is essentially explained by difference in the soil water retention between sandy KEW and clayey FEW. Those suggests the possibility that the difference of soil physics can strongly be reflected on inorganic nitrogen discharge from forested catchments.

P2-162

冷温帯の常緑針葉樹林における生物学的手法による NEP の推定

* 渡辺真也, 友常満利 (早稲田大・院・先進理工), 金澤泰斗 (早稲田大・教育), 増田莉菜 (早稲田大・人間科), 小泉博 (早稲田大・教育)

森林は二酸化炭素の吸収源として注目され、その吸収能力は生態系純生産量 (NEP) で評価される。近年の研究では渦相関法で NEP を推定することが多いが、NEP の変動要因の解明や今後の変化の予測を行うためには、それぞれの要素を別々に測定しその変動要因を明らかにすることも必要である。そこで本研究では生態系の個々の要素を別々に測定する生態学的手法を用いて NEP を算出することで、アカマツ林の炭素収支を明らかにするとともに、NEP を決定する主要因を明らかにすることを目的とした。

調査は、35 年生のアカマツ林で行った。毎木調査とリタートラップからそれぞれ樹木の成長量とリターフォール量を求め、その合計を純一次生産量 (NPP) とした。また、CWD 呼吸量を測定し、根呼吸量を土壌呼吸量から差し引くことで算出した土壌生物呼吸と合わせて従属栄養生物呼吸 (HR) とした。NEP は、NPP から HR を差し引いて推定した。

測定の結果、NEP、NPP、HR はそれぞれ 1.3、3.6、2.3 tC ha⁻¹ yr⁻¹ となり、本調査地のアカマツ林は炭素の吸収源であることが明らかになった。NPP のうち、樹木生長量は全体の 39%、リター量は 61% を占めた。一方 HR は土壌生物呼吸量が 75% を、CWD 呼吸量が 25% を占め、CWD の影響は無視できない程度であると考えられた。

また、同様に同地域の落葉広葉樹林の NEP、NPP、HR を算出するとそれぞれ 2.4、3.3、0.8 tC ha⁻¹ yr⁻¹ であった。アカマツ林と比較すると、HR がアカマツ林で特に大きく、土壌生物呼吸量は約 3 倍、CWD 呼吸量は約 8 倍もの大きな差があった。

今回の発表では、両林分で見られたこのような違いについて炭素貯留量や森林構造なども含めて議論する。

P2-164

安定炭素・放射性同位体を用いた針葉樹人工林設定後の土壌炭素蓄積に寄与する要因

* 新井宏受 (京大院 農), 徳地直子 (京大 フィールド研)

造林により土壌有機炭素 (SOC) 量が増えることは知られているが、造林後の変化パターン・量には大きなばらつきが存在する。本研究では、安定炭素同位体 (¹³C)・放射性同位体 (¹³⁷Cs と ²¹⁰Pb_{ex}) を用いて、造林後の SOC 量・動態の変化を明らかにする事を目的とした。

調査は京大フィールド研和歌山研究林内に隣接して存在する天然生モミツガ林と 55 年生スギ人工林で行った。スギ (C₃ 植物) 人工林では、人工林形成以前にモミツガ林を伐採し、ススキ (C₄ 植物) 草地として維持されていた。

結果より、SOC stock は人工林で高い値を示した。55 年間の積算 C 供給量には大きな差は見られなかったが、リターの質 (C/N 比) は大きく異なっていた。さらに、ススキ由来 SOC 量は、林分間での SOC 量の約 36% であった。従って、スギ人工林での SOC 量が多くなった要因は、造林前から存在した古い SOC の継続的な保持、及び供給リターの質の変化に起因するスギ由来 SOC の高い集積速度であった。一方で、放射性同位体の結果から、造林時の土壌攪乱の抑制・造林前後での土壌深層への輸送動態の変化が示唆された。

以上の結果より、本調査地スギ人工林では①造林時の土壌攪乱の制限による初期 SOC 量減少の抑制、②難分解性リターの供給による分解速度の抑制、により SOC の蓄積が促進された事が推察された。

P2-163

モンゴル国ステップにおける風食に伴う砂の移動が表層土壌と植生に及ぼす影響

* 浅野真希 (筑波大・生命環境), 田村憲司 (筑波大・生命環境), 篠田雅人 (鳥取大・乾地研), 星野亜希 (筑波大・生命環境), 神田隆志 (筑波大・生命環境), 恒川篤史 (鳥取大・乾地研), 東 照雄 (筑波大・生命環境)

乾燥・半乾燥地生態系において、風による侵食・再堆積による土壌化学特性の変化は、植物種組成や生産量に多様な影響を及ぼすことが指摘されており、そのメカニズムを明らかにすることが生態系の変動を予測する上で不可欠である。そこで本研究は、砂塵発生が頻発している草原において、風食に伴う砂の移動が表層土壌に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

モンゴル国バヤンオンジュル村付近のステップ地域から、放牧草原 (G 区) および、2004 年に設置された禁牧区柵内 (Shinoda et al., 2010) の風成堆積物が認められた地点 (S 区) を調査対象地点とした。両区において 2004 ~ 2008 年までの 5 年間、土壌試料 (深度 0-5cm, n=5) を採取し、土壌化学性、粒径組成の分析を行った。また、EPMA を用いて砂粒子表面の元素分析を行った。

土壌粒径組成分析の結果、2007、2008 年に両区間に有為差が認められ、S 区で 200 μm 以上の砂画分が増加し ($p < 0.01$)、100 μm 以下の画分が減少した ($p < 0.001$)。S 区において saltation および surface creep によって輸送された砂画分が表層に堆積したことが示された。土壌粒径組成と土壌化学性の相関分析を行った結果、土壌有機物含量および全窒素量は 200 μm 以上の画分と負の相関 ($r = -0.600$ および -0.618)、EC とは正の相関 ($r = 0.709$) を示した。砂粒子表面の元素分析の結果、K, Ca, Na, Mg, Fe が砂粒子表面に付着していることが示された。以上の結果から、有機物含量が少なく、塩類を伴う砂画分の堆積が、表層土壌の化学性に影響を及ぼしていることが明らかとなった。

P2-165

豊川における硝酸態窒素の窒素安定同位体比と集水域の土地利用

* 赤松史一, 小林草平, 矢島良紀 (土研), 天野邦彦 (国総研), 三輪準二 (土研)

集水域の経済活動の増加に伴う窒素負荷の増加は、河川や湖沼の富栄養化、地下水の硝酸汚染を引き起こす要因となっている。河川水中の溶存無機態窒素は、硝酸態窒素が成分の大部分を占め、一次生産者の主要な栄養素の一つになっている。硝酸態窒素の増加は、直接・間接的に水域生態系への影響が大きく、生態系保全を考える上でも、流域からの窒素負荷推定の精度向上は今後ますます重要となる。窒素負荷量や窒素負荷源の推定には様々なモデルが考案されてきているが、窒素安定同位体比も有用なツールになる可能性がある。窒素化合物に含まれる窒素には、安定同位体が含まれており、由来によってその組成が異なる。例えば、下水処理水や家畜尿由来の窒素安定同位体比では 10 ~ 20%、化学合成肥料などの大気由来では 0% 程度の値を示すことが知られている。河川水中の硝酸態窒素は、森林からの溶出、農地での施肥、市街地からの下水排出など様々なプロセスが関わっており、硝酸態窒素の安定同位体比もこれらのプロセスを反映した値を示すことが予想される。本研究では、愛知県東部に位置する豊川を対象にし、豊川主流の上流から下流の 14 地点の硝酸態窒素の窒素安定同位体比と集水域の土地利用変化について調べた。豊川の集水域は、80% 以上が森林で占められていたが、下流ほど農地、市街地の面積が増加していた。硝酸態窒素濃度は、0.214 mgN/L の範囲で下流ほど上昇しており、その窒素安定同位体比は、3.89.2% の範囲で、下流ほど上昇していた。硝酸態窒素の濃度と窒素安定同位体比は、人為由来物質の増加に伴い上昇していた。

P2-166

奈良県の光陽鉱山廃坑を利用するコウモリ類の2年にわたる個体数の変化

* 細川 慎太郎 (近畿大学大学院, 農), 中山 知洋 (羽曳野市峰塚中学校), 前田 喜四雄, 桜谷 保之 (近畿大学, 農)

コウモリ類は日本産哺乳類の中で、もっとも種類が多いグループであるが、もっとも研究の遅れているグループでもあり、レッドリストに選定されている種も多い。一般にコウモリ類は昆虫類を餌とし、昆虫類に大きな捕食圧をかけている。また、コウモリ類自身も猛禽類などに捕食され、生物多様性を維持するためにはコウモリ類の保全は不可欠である。保全には生態の解明が基礎となるが、生態には不明な点が多い。本研究は数種のコウモリ類の利用が知られている奈良県の光陽鉱山廃坑におけるコウモリ類の季節的利用状況等を明らかにし、保全をめざすことを目的とした。

調査は奈良県五條市西吉野町唐戸にある光陽鉱山廃坑(長さ約700m)で行った。調査は2009年3月26日より、毎月1回以上日中に洞内に入り、コウモリの個体数を種ごとに数えた。

本洞窟ではキクガシラコウモリ、コキクガシラコウモリ、モモジロコウモリ、ユビナガコウモリ、ウサギコウモリの5種が確認された。奈良県においてウサギコウモリは絶滅危惧種であり、他の4種は希少種である。キクガシラコウモリは季節的に個体数が変動し、7月には本種の出産・子育てを確認した。また、本洞窟を冬眠にも利用することが明らかとなった。コキクガシラコウモリは夏季には少なかったが、冬季には最大200頭以上が集合し、本洞窟で冬眠すると思われた。モモジロコウモリは冬季には本洞窟では少数確認されただけであったが、初夏に200頭をこえ、一部の個体は出産・子育てを行うことが明らかとなった。ユビナガコウモリは季節により不規則な個体数の増減を繰り返した。ウサギコウモリはこれまでに冬季に1頭確認されただけである。

本洞窟はコウモリ類の繁殖や越冬場所等として重要であると思われる。今後の保全に向けた継続調査や対策が必要であると思われる。

P2-168

水田におけるカエル幼生の個体群動態プロセス：状態空間モデルによる推定

* 片山直樹 (東大・農), 天野達也 (農環研), 伊東圭祐, 武田智, 宮下直 (東大・農)

野外における生物の時空間的不均質性には、内的及び外的要因が関わる。例えば、前者は内的密度依存性や捕食圧等の種間相互作用、後者は非生物的要因である。捕食圧は、短期的には捕食者の集合及び機能反応によって決まる。しかし、これらの要因の相対的影響を野外スケールで評価した研究は少なく、生物の時空間動態プロセスは未だ完全には解明されていない。

カエル幼生は、水田ごとに密度が異なり、また1枚の水田でも湛水期間中に密度が変化する。この時空間的異質性には、カエル幼生の内的密度依存性、サギの捕食圧そして湛水管理等の農業活動が影響している可能性がある。これらの要因はしばしば非線形に影響し、またカエル幼生の密度データには測定誤差が伴う。この問題に対処するには、状態空間モデルが有効である。

本研究は、水田におけるカエル幼生の個体群動態プロセスの解明を目的とした。2008～2010年の3時期(5月下旬、6月上旬及び下旬)に、茨城県霞ヶ浦南岸で48水田のカエル幼生密度を調べた。同期間中、週5～6日の頻度でチュウサギ密度を、週2日湛水状況を調べた。また、同水田でチュウサギの採食行動を観察した。その結果、カエル幼生密度と採食効率の関係(機能反応)はタイプ2曲線に従うことが分かった。そこで、以下のモデルをたてた。

$$N_{it+1} = N_{it} * \exp(a + n * N_{it} + p1 * P_{it} / (1 + p2 * N_{it}) + w * W_{it})$$

ここで N_{it} は水田 i 、時期 t のカエル幼生密度、 P_{it} はチュウサギ密度、 W_{it} は水位のデータを表す。小文字が推定するパラメータである。

解析の結果、年ごとに影響の大きさは異なるものの、内的密度依存性、チュウサギの捕食圧そして湛水管理ともにカエル幼生動態に影響することが示唆された。

P2-167

ブナの豊作がアカネズミ個体群の社会構造と遺伝的多様性に与える影響

* 高野雄太, 三田瞬一, 増谷優, 井上みずき, 星崎和彦 (秋田県大)

種子の豊作に伴う個体数変動は、様々な小型哺乳類で知られている。しかし、個体数変動の際に遺伝的組成の経時変化や、移入個体がその土地に定着できているかどうかを調べた研究はほとんどない。本研究では、ブナの豊作によって個体数変動が起きるアカネズミを対象として、ブナの豊作が個体群の社会構造と家系の組成の変化に与える影響を明らかにすることを目的とした。

調査地は岩手県焼石岳の南麓とした。本研究では社会構造には2004年～、遺伝的多様性には2005年～2010年まで得られたデータを用いた。捕獲には生け捕りワナを用いた。調査は年に4～9回で、一回の調査は3日3晩である。2000年以降、ワナは0.49ha(70×70)に10m間隔で64個設置されている。捕獲個体は、性別・繁殖状態・齡区分・捕獲地点を記録し、その場で放逐した。また、2005年からは組織片の採集を行っている。採取した組織片のDNAからメスのmtDNAチトクロムbの塩基配列(388bp)を決定した。

ブナ豊作翌年の2006年は新規に加入成体も多く、この年は新たに出現した家系が多かった。また、2006年は新規加入個体のうち一年を通して成体の数が多かった。一方、ほとんどの年で優占していた家系は同じであったが、それぞれの年の個体の半数以上は少数の家系が占めていた。毎年新しい家系が加入していた。また、長期滞在する個体も存在していた。

以上のことから、アカネズミでは、ブナの豊作によって移入個体が他の年より多くなり、その後の高い個体数密度となり繁殖抑制が起こっていることが示された。また、個体数変動には繁殖による増加以外にも移入による増加も寄与していることが示唆された。新しい家系の加入は毎年起こっているようであり、アカネズミがよく移動することを反映した結果といえる。

P2-169

細菌の表現型可塑性による捕食抵抗が捕食・被食系の個体群動態に及ぼす影響

山内悠司*, 吉田丈人 (東大院・広域システム)

群集における生物種間の相互作用に影響を及ぼす要因の1つとして、生物種の表現型可塑性、その中でも特に捕食抵抗や誘導防衛が近年注目されている。しかし、捕食・被食と競争の2種類の相互作用が存在するような、1捕食者-2被食者系の個体群動態における被食者の捕食抵抗の効果は、未だ十分に明らかになっていない。そこで本研究では、1捕食者-2被食者の群集において、被食者の表現型可塑性による捕食抵抗が、捕食抵抗を持たない被食者や捕食者の個体群動態に及ぼす効果を明らかにすることを目的とした。

そのため、捕食者存在下で細胞を伸長させて捕食抵抗する細菌と捕食抵抗しない細菌、そしてそれらの共通捕食者である繊毛虫を用いて、捕食-被食のみの系(1捕食者-1被食者系)、競争のみの系(2被食者系)、両方存在する系(1捕食者-2被食者系)を作成した。これらをケモスタットで長期培養して各生物種の個体群動態及び細菌の捕食抵抗の度合いの動態を観察し、1捕食者-2被食者系と他の系とを比較した。

捕食抵抗する細菌とその捕食者から成る1捕食者-1被食者系では、細菌の捕食抵抗により捕食者が絶滅したのに対し、捕食抵抗しない細菌とその捕食者の1捕食者-1被食者系では、ロトカ・ボルテラ捕食-被食モデルのような個体数振動が見られた。また、2被食者系では、捕食抵抗しない細菌が優占した。1捕食者-2被食者系では、捕食者の個体数振動が減衰したこと、被食者間の競争の勝敗が変化したこと、各生物のバイオマスのピークが順番に起こり、それが繰り返されることなど他の系とは全く異なる動態が見られた。

1捕食者-2被食者系と他の系との比較から、捕食抵抗する細菌には、捕食者の個体群密度を低下させる効果、個体群密度の大きな振動を減衰させる効果、捕食者を介して間接的に被食者間の競争に影響し、その勝敗を変える効果の3つがあることが分かった。

P2-170

冬期に繁殖するアカガエル類 2 種の長期個体群動態 — 個体群動態に連動し変化する年齢構成と繁殖開始年齢—

*庭野裕, 中村有, 若林恭史, 竹澤真人, 長谷川雅美 (東邦大院・理・生物)

ニホンアカガエル (*Rana japonica*) とヤマアカガエル (*Rana ornativentris*) は房総丘陵で同所的に生息している無尾両棲類である。本調査地における繁殖期は1月下旬から4月初旬であり、両種の産卵ピーク日も重なっている。本研究ではアカガエル類の基礎的な生活史情報を詳細に解明するため、長期間のモニタリング調査を行い、個体数の増減に伴う年齢構成と繁殖開始年齢構成を明らかにした。

調査地は周辺環境を含め大きな土地利用の変化がみられない、房総半島中央部にある千葉県長生郡長柄町の谷津田(約1ha)とし、1991年から2010年の19年間、1月から4月の産卵期に、ニホンアカガエルとヤマアカガエルの卵塊数カウント、繁殖参加個体の年齢および繁殖開始年齢査定、個体数推定を行った。その結果、卵塊数はカウント方法が統一された2002年以降ではニホンアカガエルで最少228(2002年)最多1840(2005年)、ヤマアカガエルで最少466(2003年)最多2198(2007年)であり、それぞれ8.1倍、4.7倍となり、推定される個体数が大きく変動した。繁殖参加個体の性比を2002年と2005年、2010年で比較したところ、各年ともにニホンアカガエルでオス:メスが約2:1、ヤマアカガエルでは約1:1と変化が見られなかった。個体数の増減と繁殖参加個体の年齢構成の関係は、両種ともに個体数が減少している時には高齢個体の割合が増え、増加している時には若齢個体の割合が増えた。また、繁殖開始年齢も、増加している時のみヤマアカガエルのメスで1歳個体の繁殖参加が確認された。上記の結果より、両種アカガエル類において、個体群の年齢構成が個体数の増加期と減少期で変化することが明らかになった。

P2-172

共通の寄主植物を利用する際の、2種のチョウの産卵株選好性の違い

*加藤木愛 (東北大・農), 昆野安彦 (東北大・農)

クロアゲハとカラスアゲハの2種の黒色系アゲハチョウは、青葉山(仙台市, 標高202m)において同時期に同所的に存在し、共通の寄主植物であるカラスザンショウに産卵する。同じ寄主植物を利用するにあたり、2種のチョウはどのように関わり合っているのだろうか?産卵する株をめぐって競争しているのか?それとも、互いに利用する株の選好性が異なり、うまく棲み分けているのか?はたまた、産卵株選択には互いの存在は関係ないのだろうか?また、産卵株選択においてなんらかの選好性がある場合、そこにはどのような生態的意義があるのだろうか?これらの疑問を明らかにするため、2009年5月~11月に青葉山のカラスザンショウ群生地にて調査を行った。

まず産卵株選好性の有無を知るため、カラスザンショウ全個体の環境条件(樹高、開空度、日照度、林床植生高など)と、そのなかでどの個体を選択して産卵したかを記録した。さらに、親の選択した株の環境が、子の生存に有利であるかどうかを知るため、各株の卵と幼虫の生死を記録し、生存時間を求めた。また、クロアゲハとカラスアゲハの夏型の成虫発生時期(の違い)を推定するため、飼育実験により各種の発育零点と有効積算温度を求めた。

これらの結果から、2種の産卵選好性や産卵時期の違いによる競争回避の可能性、また、それらの違いが生じる要因などについて考察する。

P2-171

北海道東部における子ジカ (*Cervus nippon*) の生存率の密度依存性

*上野真由美 (北海道環境研), 梶光一 (農工大・農), 宇野裕之 (北海道環境研)

多くの生物において、個体群密度の上昇に伴う餌資源の枯渇によって生存や繁殖に負の変化が表れることが知られている。ニホンジカの生息密度が日本各地で上昇し、人間社会との軋轢を起していることを考えると、適切な個体群管理には、いつ、どのように密度依存性が発生するのか、そして密度依存性は個体群増加率にどの程度負の影響をもたらすのか明らかにすることが求められる。Ueno et al. (2010) は、北海道東部足寄町に生息するニホンジカ個体群の動態解析を行い、1990年代後半に0歳の期間生存率が密度依存的に低下したことを報告した。しかし、その発生メカニズムは明らかにされていない。そこで、本研究では0歳の期間生存率に影響を与える要因である(1)出生時体重と(2)出生日に注目し、0歳の生存率の低下を裏付けるような密度依存的な変化が見られたのか検証した。1991-1992年に北海道大学が学術捕獲調査において、1996-2001年に北海道環境科学研究センターが有害駆除調査において収集した捕獲個体の体軀計測値と出産期の成獣メスの胎子の有無に関するデータを使用した。調査期間の個体群密度については、先行研究におけるコホート解析を用いた復元個体数を森林面積で割った値を使用した。出生時体重を表す指標として出生年別成長曲線を推定し、個体群密度の上昇に伴う成長曲線の低下の有無について検討した。次に、出産期の成獣メスの胎子の有無は、全ての成獣メスが妊娠していると仮定すれば、出産を終えたかどうかの指標となる。そこで、胎子の有無データをロジスティック回帰モデルにあてはめて出生日を推定し、個体群密度の上昇に伴う遅れを検討した。検討結果を踏まえて、ニホンジカ個体群における密度依存性の発生機構を考察する。

P2-173

マイクロサテライト解析を用いたヒグマの北海道東部個体群の遺伝的構造

*伊藤哲治 (日本大学・院・生物), 釣賀一二三, 間野勉 (道総研・環科研センター), 小平真佐夫, 山中正実, 葛西真輔 (知床財団), 増田隆一 (北大院理), 小林喬子 (東京農工大・院・連合農), 佐藤善和 (日大・生物資源・森林動物)

北海道のヒグマ (*Ursus arctos*) は、mtDNAの多型解析により、17種のハプロタイプ (HT) を有し、3つの系統 (道央:A, 道東:B, 道南:C) ごとに異所的に分布することが知られている。特にA, Bそれぞれの系統に属すメスは、北海道東部の阿寒白糠地域 (AS) で分布境界を接しながら、異所的に分布していることが確認されている。しかし明確にHTごとの異所的分布が認められなかった地域もあった。そこで今回、より詳細な個体群の構造についての知見を得るために、北海道東部において得られた試料 (1996-2008年: N=647) のマイクロサテライト (STR)17-19座位の解析情報を用いて、メスHTおよびメスの試料採取地点分布からあらかじめ個体群を設定し、遺伝的構造解析をおこなった。STRUCTURE解析では、mtDNA系統と同様に、大きく系統Aおよび系統Bの分布に沿って明確に分けられたが、ASでは、両系統が混在する個体群に分けられた。各個体群間では、特に高い遺伝的分化は検出されなかったが、ASおよび大雪山麓 (DM) が隣接する個体群では、遺伝的分化は低かった。アサイメントテストでは、DM北東からDM北およびAS北のオスの移動、AS内および知床半島 (SP) 東西南へのオスの移動が検出された。また、AS-DM間の遺伝的構造は似通っていることが示唆された。以上のことから、森林が連続的に分布している地域の個体群内での個体の移動により、遺伝的流動が確保されていることが考えられる。

P2-174

蒼サギの陰謀：近年増加するアオサギがサギ類コロニーの消長に及ぼす影響

* 益子美由希, 徳永幸彦 (筑波大・生命共存)

ここ20年、日本各地でアオサギの増加が報告されている。関東では1995年頃まで、サギ類コロニー(集団繁殖地)はダイサギ、チュウサギ、コサギ、アマサギ、ゴイサギの5種構成だったが、その後アオサギも一部のコロニーに加わるようになった。アオサギは毎年春のコロニー形成期において営巣を始める時期が他種よりも早いいため、アオサギの増加はコロニーの構成や他種のコロニー選択に変化をもたらしている可能性がある。そこで、2002-2010年に茨城県周辺に形成された各コロニーについて、サイズと種構成比を調査し、コロニーの新規形成・継続・消失の消長パターンとアオサギ存在有無の関係を解析した。

その結果、毎年形成されたコロニーの数は15-19ヶ所で大きな増減は無かったが、サイズと種構成比は9年間でコロニー間での差が大きくなった。2004年以前はどのコロニーもサイズは200-2000個体ほどで、アオサギ以外の5種が均等に近い構成だったが、2006年以降は2000個体を超す大コロニーや、200個体未満でアオサギが優占する構成の小コロニーも出現した。種別の個体数変動をみると、アオサギが増加した一方、コサギとアマサギが減少した。新規形成されたコロニーの多くがアオサギを含んでいた。また、アオサギの個体数が多いコロニーほど何年も継続した一方、アオサギがいなか個体数が少ないコロニーほど消失していた。

以上より、近年のアオサギの増加は、コロニーのサイズや構成比のばらつきを大きくした。アオサギがコロニー形成を先導し、飛来の遅い他種はアオサギが先に繁殖開始しているコロニーを選択するようになったと考えられる。コサギとアマサギは、好みの食性や採餌環境がアオサギとは異なるため、個体数が減少したと考えられる。このように、アオサギの増加は間接的に他種の個体数変動にも影響していると考えられる。

P2-176

Temporal change in spatial genetic structure of the sika deer (*Cervus nippon*) for over 15 years in Hokkaido, Japan

Ou Wei (EES, Hokkaido Univ.), Takekawa, S. (EES, Hokkaido Univ.), Nagata, J. (FFPRI), Masuda, R. (GSS, Hokkaido Univ.), Uno, H. (HIES), Saitoh, T. (FSC, Hokkaido Univ.)

The population of the sika deer (*Cervus nippon*) has been expanding and caused severe damage to the vegetation in Hokkaido, Japan. According to the increase in abundance, their distribution range has also expanded. Has the spatial structure of the population changed during the expansion? We investigated spatial genetic structure of this population using microsatellites (15 loci) and mitochondrial DNA (D-loop) for two periods (204 samples for 1991-1996 and 211 samples for 2008-2010). We used georeferenced multilocus microsatellite genotypes and mitochondrial DNA in spatially implicit (STRUCTURE) and spatially explicit (GENELAND) models to characterize patterns of landscape genetic structure. Preliminary results of GENELAND indicate the existence of 2 units (microsatellites) and 4 units (mtDNA) in 1991-1996, while 4 genetic units (microsatellites) and 4 units (mtDNA) in 2008-2009. Levels of genetic diversity of sika deer were very low in both two periods. These results suggest that the population structure significantly changed for over 15 years and potential barriers to the movement of male and female sika deer were different.

P2-175

エゾヤチネズミの北海道集団における遺伝的多様性と空間的遺伝構造

* 菅家恵未, 銭谷純平 (北大・環境科学院), 石橋靖幸 (森林総研・北海道), Anna Pauline de Guia (フィリピン大学), 大西尚樹 (森林総研・東北), 河合久仁子, 齊藤隆 (北大 FSC)

北海道に生息するエゾヤチネズミ (*Myodes rufocanus*) は、行動範囲が狭く分散能力に乏しいことから、各集団は特異的な遺伝的構造を示し、また、3-4年周期の個体数変動を示すことから、各集団は何度もボトルネックの影響を受け、その遺伝的多様性は低いと予測される。そこで本研究では、この予測を検証するため、北海道内の35地点から採集された約700個体のmtDNA調節領域を分析し、各集団の遺伝的構造と遺伝的多様性を解析した。その結果、各集団はそれぞれ特異的な遺伝的構造を示した。しかし、遺伝的多様性においては、170種類以上のハプロタイプが見つかり、予測に反して、各集団におけるハプロタイプ多様性は高い値を示した。このきわめて高い遺伝的多様性を導いている要因について、生態学的視点と進化的視点の双方を考慮し、考察を行う。

P2-177

北海道立野幌森林公園内のエゾタヌキにおける疥癬発生状況と個体数変動について

* 佐鹿万里子 (岐阜連大), 阿部豪 (兵庫県立大), 森田達志 (日獣大)

野生動物は重度疥癬によりしばしば死亡し、その流行は野生動物の個体群動態に影響を及ぼす。北海道立野幌森林公園では、2002年に初めて重度疥癬エゾタヌキが発見され、その流行が懸念された。そこで2004年5-11月、2005年および2006年の5-9月に同公園内および同公園に隣接する北広島市で捕獲されたエゾタヌキ39個体について採血を行い、血清学的検査法(ELISA)を用いてセンコウヒゼンダニ(*Sarcoptes scabiei*:以下SS)感染のスクリーニング調査を行った。その結果、2004年に同公園内で捕獲された1頭については重度の脱毛が認められ、痂皮から多数のSSが検出されたが、他の38頭は外観上異常を認めなかった。これに対し、SS抽出抗原を用いたELISAでは、外観上正常であった38頭のうち、2004年に同公園内で捕獲された2頭と2006年に北広島市で捕獲された1頭において、正常タヌキ血清(N=82)より得られたELISA値(以下E値)の平均値+3SD(0.183)を上回る数値が得られた。一方、残り35頭のタヌキのE値は全て低値であった。外観上、異常が認められなかった個体が高E値を示した理由として、臨床症状に先行して抗体価が上昇した可能性、および自然治癒後の回復過程である可能性が示唆されたが、高E値を示した2頭(同公園内で捕獲)は翌年以降生存が確認されておらず、疥癬を発症し死亡した可能性がある。同公園内の調査で確認されたエゾタヌキの個体数は、2003年以降、激減しており、疥癬を含めたその原因解明が待たれている。なお、北広島市におけるエゾタヌキの調査は2007年以降実施しておらず、高E値を示した残り1頭の追跡調査は行っていない。今後、捕獲個体の網羅的な抗SS抗体検査が、個体群における疥癬浸淫度評価の一助になることが期待される。

P2-178

ジャノメチョウのメタ個体群とパッチ間移動とそれに及ぼす要因の推定

* 明星亜理沙 (東大・農), 村上正志 (千葉大・理), 宮下直 (東大・農)

パッチ状の生息地に住む生物は、メタ個体群構造をもつことが知られている。メタ個体群における個体のパッチ間移動は、遺伝子流動、パッチの占有・絶滅動態、局所個体群動態、さらにはメタ個体群動態にも影響を与える重要なプロセスである。しかし、個体の移出に関わるプロセスを直接観察することは難しいため、それらを定量的に評価した研究は数少ない。

本研究では、パッチ状に分布する草地に生息するジャノメチョウ *Minois dryas* を対象にパッチの質やパッチマトリクスに注目し、移動の定量化を試みた。ジャノメチョウは低地～高地の明るい草地に分布する。草の間を低くゆっくりと飛ぶため、捕獲・標識が容易である。千葉県北部の3km×10kmの範囲で、白井市12カ所、印西市3カ所、計15カ所の草地を調査地とした。各草地でジャノメチョウを捕獲し、左前翅ウラに油性ペンで標識した。標識調査は2010年6月24日から2010年8月24日の2ヶ月間、15カ所の草地を週2回ずつ計15回実施した。調査は9時-18時の間に行った。

その結果、標識総数は3195頭(♀1370頭、♂1825頭)、再捕獲を含めた捕獲総数は5350頭となった。ある草地で標識された個体が、別の草地で再捕獲された例は183回あり、最長8.8km移動した個体もあった。

本講演では、個体のパッチ間移動の空間的・時間的傾向やそれに与える影響について考察する。

P2-180

気象条件に基づくモンスーンアジア域における感染症媒介蚊個体数の時間的推移の評価

* 加我拓巳, 太田俊二 (早稲田大学・人間科学)

マラリア感染症を媒介するハマダラカ個体数の時間的推移を正確に予測することは潜在的なマラリアリスクを評価する上で非常に重要である。しかし、これまでの先行研究においては、生息環境が十分に推定できないために限られた地域にしか適用できないモデルがほとんどであった。従って、本研究ではハマダラカの生息環境を気象学的な熱収支モデルと水収支モデルの二つを組み合わせることで正確に再現し、これらを生態学的な個体群動態モデルに組み入れることで、ハマダラカ個体数の時間的推移、とりわけ個体数の季節的な変動と年々における変動を予測できるような新しいモデルの開発を行った。

開発されたモデルの妥当性を検証するために、モンスーンアジア域においてハマダラカの個体数推移の実測データとモデルの予測値のあいだで比較検証を行った。その結果、ハマダラカ個体数の季節的な変動に関しては、一年間で個体数が最大になった日をピーク日としたときの、ピーク日における実測値と予測値のRMSEは18.62日であった。これは実測値の測定間隔による誤差を考慮すると妥当な範囲にあると言える。また年々変動に関しても、ピーク日の日付の年変動のトレンドを実測値とモデルの予測値の間で比較を行った結果、どちらも非常に近いトレンドを示した。しかしながら、熱帯域における検証は長期間における実測データが不足していたために十分な検証を行うことができなかった。

このことから、本モデルは従来のモデルでは再現できなかったモンスーンアジア域の温帯、亜熱帯、乾燥帯におけるハマダラカ個体数の時間的推移を高い精度で予測できていることがわかった。しかしながら、特にマラリア被害の大きい熱帯地域での検証が不十分であるため、今後は熱帯域におけるハマダラカの長期的な観測とそれに伴うモデルの拡張が求められるであろう。

P2-179

栃木県における捕獲データから見たイノシシ分布の変遷

* 橋本 友里恵 (宇都宮大・農・院), 堀江 玲子 (宇都宮大・農), 小金澤 正昭 (宇都宮大・農・演習林)

イノシシやシカ等の野生動物は地域によっては分布を拡大しており、それとともに野生動物による農業被害も増加している。これらの野生動物の空間分布を把握することができれば、行政の限られた予算の中でも、有効な被害対策が期待できる。野生動物の空間分布を直接調べることは困難であるが、近年ではリモートセンシング技術や地理情報システムと統計モデルを用いて、一部の生息情報と環境要因から間接的にその野生動物の空間分布を推定・予測する生息適地モデルが急速に発展している。また取得が難しい不在データを用いず在データのみを用いる生息適地モデルも開発されており、比較的情報を集めやすい狩猟や駆除などの捕獲データのような在データと環境省や国土地理院が公表している環境情報から解析を行なうことも可能になっている。このような解析を行なうためには、野生動物の捕獲データと環境データがすぐに利用できるようなデータベースを作成することが重要である。そこで近年、イノシシの農業被害が深刻化する栃木県において一辺が約2.5kmのメッシュごとに集計されたイノシシ捕獲データ(1998年度から2008年度)と環境データ(自然環境基礎調査第2-5回の結果、標高は国土地理院のデータ、気象庁の積雪のデータ、農林水産省の農林センサスデータ)からArcView9.1.3を用いてイノシシのデータベースを作成した。作成したデータベースから、イノシシが捕獲されたメッシュは1998年から2008年の間に10倍以上に拡大したことが明らかになった。発表では作成したデータベースから解析したイノシシが分布を拡大した地域の特徴について報告すると共に、今回作成したメッシュデータのデータベース作成方法や注意点について詳しく説明する予定である。

P2-181

アカネズミにおけるタンニンへの馴化成功のプロセスを探る

* 泉佳代子 (北大・環境科学), 島田卓哉 (森林総研東北支所), 齊藤隆 (北大・FSC)

ミズナなどのコナラ属樹木の種子(堅果)には被食防衛物質であるタンニンが高濃度で含まれており、主要な捕食者であるアカネズミにおいても、堅果の過剰な摂取は有害な影響をもたらす。これに対し、アカネズミはタンニン結合性唾液タンパク質とタンナーゼ産生細菌の活性を介した馴化作用によって、タンニンを無害化し、堅果を利用できることが報告されている。これまでの研究から、コナラ属種子の分布しない三宅島のアカネズミは、ミズナなどの分布する地域のアカネズミと比べて、タンニンに対する馴化能力が低いことが明らかになっている。では、馴化に成功できるネズミとできないネズミとはどのような違いがあるのだろうか? 堅果を与えたネズミの馴化プロセスに着目して、馴化成功の要因を検討した。

2009年秋に、三宅島と岩手県盛岡地域(ミズナが分布)とでアカネズミを捕獲し、それぞれ2週間の馴化期間を設けた後、5日間ミズナ堅果のみを与える摂食実験を行った(三宅島馴化群(実験群)、非馴化群(対照群):各N=10、岩手馴化群、非馴化群:各N=8)。その結果、地域間で、非馴化群には摂食実験中の体重変化に違いは見られなかったが(P=0.9800)、馴化群では有意な差が見られた(P=0.0446)。馴化成功に影響する要因を検討するため、馴化成功の指標として体重減少率を目的変数とし、摂食量、消化率、窒素消化率、唾液タンパク質分泌能力に関するデータを説明変数として、重回帰分析を行いステップワイズ法により説明変数の選択を行った。その結果、体重減少率は、摂食量、窒素消化率、唾液分泌速度が大きいはほど小さいことがわかり、それぞれの標準偏回帰係数は0.604, 0.198, 0.171であった。このことから、馴化成功者は高い摂食量を維持しており、いかに生理メカニズムを調整できるかが重要である、ということが示唆された。

P2-182

カクツツビケラ属 2種の呼吸特性

* 渡辺昌造 (兵庫県立大院・環境人間), 三橋弘宗 (兵庫県立大/人と自然の博物館)

水生昆虫の分布は、物理環境要因や地形、種間相互作用が関係するが、こうした環境応答は生理的な特性によって規定される場合が多い。河川の水生昆虫の場合には、近縁種間で生息場所や流れ分布が異なる場合は呼吸特性の違いが関係していると考えられているが、未だ実証的な研究は少ない。本研究では携巢性トビケラの巢の形態が異なる同属2種の呼吸特性と分布について比較する。植物遺骸を巢に利用するカクツツビケラ属のオオカクツツビケラと巢の形態が異なるコカクツツビケラ(近縁種を含む)を対象として、兵庫県六甲山系における両種の分布と生息場所、水温および溶存酸素量を調査した。また、呼吸速度と呼吸行動としての腹部波打ち運動について、さまざまな溶存酸素濃度下で行動観察した。両種ともに、六甲山の低標高から高標高まで広く分布しているが、河川規模を示す流域面積の上限に差がみられ、オオカクツツビケラでは流域面積2.3km²以下の細流に限られた。こうした源流部の細流は夏期の渇水等により溶存酸素濃度が飽和の50%まで低下する傾向にあった。オオカクツツビケラの呼吸速度は酸素濃度が飽和の30%以上では変化がみられず、一方でコカクツツビケラは酸素濃度に対応して呼吸速度が大きくなった。呼吸のための腹部波打ち運動はオオカクツツビケラが酸素濃度の飽和の40%以上では運動回数を変化させないのに対して、同属種は運動回数を減少させた。オオカクツツビケラの基礎代謝および呼吸運動は環境の変化に対して恒常性を持っており、低酸素環境となる生息場所において適応できる可能性が示唆された。

P2-184

三宅島 2000 年噴火がジョロウグモの分布・体サイズ・交尾活動に与えた正の影響と負の影響

* 柘 雅美 (東邦大院・理・生物), 長谷川 雅美 (東邦大・理・生物)

大規模な攪乱を受けた生態系において、生態系を構成する生物群の動態を明らかにすることは、生態系の普遍的な理論の解明や機能不全に陥った生態系を回復する手法の確立に大きく寄与する。しかし、生態系を大規模に破壊する意図的な操作実験は倫理的に不可能であるため、噴火やハリケーンといった大規模な自然攪乱は徹底的な破壊を受けた生物群の応答を調べる絶好の機会といえる。

伊豆諸島三宅島における2000年7月以降の噴火活動は、島内の森林植生を著しく衰退させたばかりでなく、鳥類や昆虫類、土壌動物など、島嶼生態系のあらゆる栄養段階に多大な影響を及ぼした。そのため、噴火後多くの生物群に対してその影響が調べられているが、クモ類への影響を詳細に調べた研究はまだない。

クモ類は陸上生態系において、多様な環境に広く生息する分類群であり、捕食性節足動物のなかでは大きな生物量を占める。そのため、栄養段階が上位と下位の生物群間の物質循環を助ける中間捕食者としての役割を有しており、噴火を起こした三宅島の島嶼生態系が回復していく過程で重要な役割を果たすと考えられる。

本研究では、比較的大型で生活史が詳細に解明されているジョロウグモ *Nephila clavata* を対象に、2000年噴火が三宅島内に生息するジョロウグモの分布・体サイズ・交尾活動に与えた影響を、2009年9月から10月の野外調査によって定量的に評価した。その結果、噴火の影響が著しい地域ではジョロウグモの密度が低下していたのに対し、体サイズは大型化し、繁殖成功率は上昇していた。この結果は、三宅島の噴火活動が噴火10年後になっても、ジョロウグモの生存と繁殖にいまだに大きな正と負、両方の影響を与え続けていることを示唆している。

P2-183

タモロコ属魚類の湖沼適応にかかわる遊泳関連形質の遺伝的分化

* 柿岡諒 (京大・院・理), 小北智之, 熊田裕喜 (福井県大・海洋生物資源), 渡辺勝敏 (京大・院・理), 瀬戸雅文 (福井県大・海洋生物資源), 奥田昇 (京大・生態研)

湖沼、とりわけその沖合に生息する魚類は、祖先性の河川集団とは顕著に異なる体型を示すことが少なくない。このような体型の変異には、それぞれの集団の生息場所利用と関連していると考えられる。湖沼の沖合のような開放的な環境で定常的な遊泳をするには抵抗の少ない流線型の体が有利になるのに対し、空間的に入り組んだ環境で非定常的な遊泳をするにはずんぐりした体が有利になるといったことが要因である可能性が示唆されているが、検証例は乏しい。琵琶湖とその周辺に生息するタモロコ属魚類のペア種にも同様の現象が認められ、広大な沖合に生息する固有種ホンモロコの体形は、流入河川に生息する祖先性の近縁種タモロコと顕著に異なる。本研究では、タモロコ属ペア種をモデル系として、その体形変異と遊泳能力との関係を検証することを目的とし、自然集団および様々な形質を分離させた両種間の F_2 雑種を用いて、持続的遊泳速度および最大遊泳速度を測定し、諸形態との比較を行った。この結果をもとに、本ペア種で認められる形態分化が、対照的な生息環境における遊泳活動と関連した適応進化の産物であることを議論する。

P2-185

採食海域が異なるオオミズナギドリ個体群での汚染物質濃度の比較

* 伊藤淳郎 (北大院・水産), 山口まどか, 依田憲 (名大院・環境), 山本麻希 (長岡技科大・生物), 塩見こずえ, 佐藤克文 (東大海洋研), 山下麗, 高田秀重 (東京農工大・農), 綿貫豊 (北大院・水産)

残留性有機汚染物質 (POPs) は難分解性で、大気、水や動物を介して放出源から拡散する。また、POPs は生物濃縮により高次捕食者に蓄積し、内分泌攪乱作用などの影響を示す。海鳥は海洋生態系における高次捕食者で、内臓などの体内脂質で POPs の測定が行われてきたが、体内脂質では採食から数カ月以上残留するため、どこで採食した餌の影響を受けているか推定するのが困難である。しかし、体外に分泌される尾腺ワックスでは、POPs の一種の PCBs の異性体組成が血液と似ており、反映期間が体内脂質より短いと考えられているため、繁殖期間中など短期間の海鳥体内の汚染状況がわかる可能性がある。日本海は半閉鎖海域で、POPs 蓄積が太平洋と比べ進んでいることが知られている。そこで本研究では2009年8-9月に日本海の新潟県粟島と太平洋沿岸の岩手県タブの大島で、繁殖中のオオミズナギドリ *Calonectris leucomelas* に GPS ロガーを装着し、その回収時に尾腺ワックスを採取した。1週間程度のロガー装着期間中に、粟島個体は日本海と北海道付近の太平洋の両方を、タブの大島個体は北海道-三陸沿岸の太平洋のみを利用していった。尾腺ワックス中の PCBs, DDTs, HCHs の各異性体の濃度は、太平洋で採食したタブの大島個体に比べ、日本海のみで採食した粟島個体が PCBs, DDTs の濃度が1.8-2.7倍高かった。日本のオオミズナギドリには3つの越冬地が知られており、粟島とタブの大島の個体群は、個体により行先は異なるが、3つ全ての越冬地を利用している。従って、本研究で明らかになった尾腺ワックスの汚染物質濃度の島間の差は、繁殖期間中の短期的な海鳥体内の汚染状況も反映している可能性を示す。

P2-186

北海道におけるオオセンチコガネ *Phelotrupes auratus* の生息地評価

*義久侑平 (酪農学園大学大学院), 堀繁久 (北海道開拓記念館), 梶光一 (東京農工大・農), 吉田剛司 (酪農学園大・環境)

オオセンチコガネは大型草食獣の糞に依存する食糞性コガネムシの1種で、北海道ではエゾシカの糞を利用している。道内のオオセンチコガネの分布域はエゾシカの潜在分布域と大きく重なっていることが堀・梶 (2004) によって報告されているが、オオセンチコガネの分布域はむかわ町から網走市にかけての南東部に集中している。これはエゾシカ以外の要因によって分布が制限されている可能性が示唆されるが、詳しい調査結果は不足している。そこで本研究では、生息適地モデルを使用したオオセンチコガネの分布制限要因の推定を目的とした。

生息適地モデルの作成にはロジスティック回帰分析を使用した。堀・梶 (2004) の分布データと新たな調査によって得たオオセンチコガネの生息情報の有無を目的変数とし、説明変数にはエゾシカの潜在分布、標高、積雪深、道路密度、河川密度、森林面積の6つの変数を使用した。分析には潜在分布が必ず変数に含まれるように設定し、相関係数が0.5以上の変数同士が同じモデルに入らないように調整した上で尤度比によるステップワイズ変数増加法を用いて変数選択を行い、ロジスティック回帰分析を実施した。モデルの評価にはROC曲線下の面積 (AUC) および内田 (2004) によって提唱されている新たな寄与率 R_p^2 を使用した。

ロジスティック回帰分析の結果、潜在分布・積雪深、潜在分布・道路密度、潜在分布・積雪深・道路密度、潜在分布・積雪深・森林面積の4つのモデルが作成された。その中で AUC=0.851, $R_p^2=0.854$ と最も高い値を示したモデルは潜在分布・積雪深であった。

オオセンチコガネは土中越冬することが確認されている。積雪深の多い土地では雪解け水の量が増加し春先の脱出に影響が出ることが予想されるため、積雪深の多い土地を避けていることが考えられる。

P2-188

遺伝変異から見たウスバシロチョウの集団構造

*田村英之, 土田浩治 岐阜大院・昆虫生態

ウスバシロチョウ (*Parnassius citrinarius*) は半透明の翅をもつアゲハチョウの一種である。日本国内では北海道から本州、四国にかけて分布しているが九州には分布していない。本種は低地から高山帯にかけてパッチ状の個体群を形成しており、個体群間で遺伝的に分化していると考えられる。

本研究では北海道から本州、四国にかけての各地で採集したウスバシロチョウを用いて、両性遺伝する核遺伝子と母系遺伝するミトコンドリア DNA について分析を行った。核遺伝子座についてはアロザイム2遺伝子座、マイクロサテライト2遺伝子座の合計4遺伝子座について分析を行った。ミトコンドリア DNA についてはCOI領域およびCOII領域の合計1191bpの塩基配列をシーケンスにより決定した。

STRUCTUREを用いて核遺伝子を分析した結果、本州中部の個体群が東日本や中国地方、四国の個体群と遺伝的に異なり、その境界が長野県付近と琵琶湖付近に位置することが示された。ミトコンドリア DNA の系統解析の結果、本種は遺伝的に3つの集団に分化していることが示された。これらの集団は地理的な分布にはほぼ対応し、中国地方西部・四国、東日本、中部・近畿地方にそれぞれの集団が分布することが明らかになった。また、系統関係から中部・近畿地方の集団は東日本の集団から分化したと考えられた。

以上の結果から、日本に分布する本種は最初に中国地方西部・四国の集団が分化し、その後東日本、中部・近畿の集団という順に分化したと考えられた。

P2-187

くう (ねる) とくろ (に) がすむところ

*鍋屋耕平, 徳永幸彦 (筑波大・生命共存)

集団繁殖性サギ類は雛への給餌のために、餌場とコロニー (集団繁殖地) を往復する。繁殖を成功させるには、短時間に出来るだけ多くの餌を持ち帰る必要がある。先行研究では、サギ類はコロニー近くの餌場を主に利用し、餌場とコロニー間の移動時間を短くすると考えられてきたが、それを実験的に調べた研究はこれまでにない。そこで本研究では、人為的な影響無しに自然消滅したコロニーに着目し、そのコロニー周辺の餌場におけるサギの分布をコロニー消失の前後で比較した。

調査地は茨城県のコロニー A を中心に半径10km圏内の水田とし、調査地内の水田を車で踏査し観察されたサギの位置を記録した。調査地内には2009年はコロニー A とその北西に約10kmの位置にコロニー B が、2010年にはコロニー A が消失しコロニー B のみが存在した。コロニー A の東側にはどちらの年もコロニーは存在しなかった。

コロニー A の消失にも関わらず、2010年もコロニー B から10km以上離れたコロニー A の餌場で多数のサギが観察された。また、調査地を9つの区域に分割し、各区域におけるサギの密度を比較すると、2009年と2010年で餌場区域の利用のされ方は同じであり、さらに、2010年では調査期間の間ずっと、餌場区域の利用のされ方に変化は無かった。つまり、サギ類は必ずしもコロニー近くの餌場を利用するわけではなく、遠くの餌場に強い固執性を示しながら利用する可能性もあることが示された。

サギ類では繁殖個体が同じコロニーまたはその近隣に翌年戻ってくるということが知られており、2010年にコロニー B で繁殖する個体の中には、コロニー A の餌場での採餌経験を持ち、固執する個体もいると考えられる。また、サギ類は他個体に追従して採餌する傾向があるため、コロニー A の餌場に固執する一部の個体にコロニー B の他個体が追従する形で、観察されたような、コロニーから遠く離れた餌場での採餌が行われたと考えられる。

P2-189

ダイオキシン受容体 (AhR) 多型をバイオマーカーとした、アカネズミ個体群におけるダイオキシン汚染の影響評価

*石庭寛子, 関島恒夫 (新潟大・自然科学)

ダイオキシンとは、ゴミ焼却や工場排水など人為的に生成される極めて毒性の高い化学物質である。ダイオキシンが生物に与える影響は催奇形性や発ガン促進など多岐にわたるが、中でも内分泌かく乱作用等が引き起こす生殖機能の低下は、生物の適応度を通して地域個体群の存続にも深刻な影響をもたらす可能性がある。わが国における主要なダイオキシン汚染源は、現在、廃棄物焼却処理工場や埋め立て地であり、特に違法な焼却場などが人目を避けた中山間地に乱立することにより、その周辺に生息する森林棲の野生動物への汚染が懸念されている。

本研究では、日本の森林帯に広く生息するアカネズミ (*Apodemus speciosus*) を対象種として、ダイオキシン汚染がアカネズミ個体群に及ぼす影響を、ダイオキシン耐性獲得による局所適応の評価を行い明らかにする。耐性獲得の有無を示す指標として、ダイオキシンの毒性作用機序に関与するダイオキシン受容体 (AhR) の多型を用いた。

アカネズミ AhR の多型とその機能を調べたところ、AhR 転写活性化領域内のアミノ酸799におけるグルタミン (以下、Q) からアルギニン (以下、R) への置換によってタンパク質の機能低下が認められた。さらに、各遺伝子型を持つアカネズミに対し、ダイオキシンの経口投与による検証を行ったところ、有意に生殖機能が低下したQ/Q型に対し、R/R型では反応が認められなかったことから、R型はダイオキシン耐性獲得型であることが明らかになった。この多型を指標として、ダイオキシン汚染地域及び非汚染地域における個体群内の対立遺伝子頻度を比較したところ、その頻度に違いは見られなかった。その理由として、日本でのダイオキシン汚染に限られた小範囲であること、対象種であるアカネズミの高い移動分散能力によって周辺からの遺伝子移入が局所適応を妨げていることが考えられた。

P2-191

洞爺湖中島におけるエゾシカ個体群の植生変化に伴う爆発的増加と崩壊の要因解析

* 今野建志郎 (横浜国大・環境情報), 梶光一 (農工大・農), 松田裕之 (横浜国大・環境情報)

シカなどの大型草食獣の爆発的増加や崩壊現象の事例は確認されているが、調査データの不足、個体群動態のみに着目した研究が多いことなどから実証的な研究は乏しい。本研究では、北海道南西に位置する洞爺湖中島のエゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) 個体群を取り上げる。中島は孤立した生息地であり、長期的かつ精度の高い調査が行われている。中島ではシカが高密度になると様々な餌資源が消失し、シカ個体群は餌不足に陥り崩壊する。しかし、低質な餌資源を新たに利用することで、前回よりも低い増加率で高いピークに達する。このような事例は世界的にも事例がない。そこで、本個体群に対して、餌資源を変数として導入した数理モデルにより、個体群動態を再現し、その要因を解析した。その結果、シカに複数のタイプがあり、それぞれの餌種の利用性が異なることを考慮した個体群動態モデルに、食性シフトの遅れやシカによる嗜好性が世代間で伝わることを仮定することで、当該生息地の個体群動態を再現することが出来た。以上の結果より、シカの食性シフトによって、本個体群の爆発的増加と崩壊現象が説明できることが示唆された。

P2-193

サンショウウオがミズムシのサイズ構造に与える影響
～オタマジャクシのいるとき、いないとき～

* 高津邦夫 (北大・農), 服部充 (信大・理・生), 岸田治 (北大・FSC)

生物集団の形質分布は時空間的に変異するが、それは形質分布にかかる選択と、集団を構成する個体の成長や可塑性の結果である。形質分布動態の決定機構について調べた過去の研究のほとんどは2種系を対象としており、直接相互作用の影響に注目してきた。しかし自然界で生物種は複数の種と直接あるいは間接的に関わりあっており、形質分布が間接相互作用の文脈でどのように形作られるのを知ることは興味深い。私達は、エゾサンショウウオ幼生(捕食者)、エゾアカガエル幼生(被食者)、ミズムシ(被食者)の3種からなるモデル系において2種の両生類がミズムシ集団の体サイズ分布に及ぼす影響を分析し、形質分布に対する間接効果の存在を確かめた。実験では①ミズムシのみ、②ミズムシ+サンショウウオ、③ミズムシ+カエル幼生、④ミズムシ+サンショウウオ+カエル幼生、という4つの処理を用意し、10日ごとに生存している全てのミズムシを計測することで体サイズ分布の動態を調べた。「ミズムシのみ」と「ミズムシ+カエル」は、実験期間を通してサイズ分布に違いがなかったが、「ミズムシ+サンショウウオ」の分布の平均は、実験開始からまもなくすると他の全ての処理に比べて大きくなった。「ミズムシ+サンショウウオ+カエル」ははじめのうち、「ミズムシのみ」や「ミズムシ+カエル」と同様の分布であったが、20日後にはこれよりも平均サイズが大きくなり、やがて「ミズムシ+サンショウウオ」処理と同じ値をとるようになった。以上の結果は、ミズムシのサイズ分布に、カエル幼生は直接的には影響しないが、サンショウウオを介して間接的に影響することを示唆する。この間接効果は、3種全てがいる場合にサンショウウオがカエル幼生を捕食することにより、ミズムシに対する捕食圧の強度が時間的に変異することによってもたらされた。

P2-192

栃木県高原山におけるクマ剥ぎ被害木周辺の環境特性

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

栃木県では、近年、ツキノワグマによるクマ剥ぎ被害が増加しており、深刻な林業問題となっている。被害地の施業履歴や、周辺環境との関係を把握し、被害の発生に影響を及ぼす要因を解明することができれば、被害対策を効果的に行うことが可能になる。先行研究では、クマ剥ぎ被害地の傾向として、広葉樹林に隣接した場所や、尾根沿い、下層植生が乏しい場所等で多く被害が発生することが指摘されている。しかし、栃木県高原山地域では、牧場の家畜飼料を餌資源とするクマが多数存在している。アメリカの研究事例では、クマ剥ぎの代替餌を給餌することで被害を軽減できることが報告されており、そのため、牧場の存在がクマ剥ぎの発生要因に強く関わっていることが考えられる。

そこで本研究では栃木県高原山周辺を調査地域とし、クマ剥ぎの被害と牧場施設を含めた周辺環境の特性との関係を明らかにすることを目的とし、特に牧場施設の存在に注目して考察した。

調査は栃木県高原山周辺に存在する造林地内にランダム設定したポイントにおいて、0.25haの方形プロットを設置し、毎木調査及び被害量調査を行った。また、同地域周辺では、関東森林管理局による栃木県国有林のクマ・シカによる被害量調査が行われているため、今回のデータと共に解析対象とした。調査プロット毎のクマ剥ぎ被害率と周辺環境との関係について一般化線形混合モデルを用いて解析した。

P2-194

生態系エンジニアとしてのヤツメウナギ類幼生 - 微小無脊椎動物、落葉、藻類に与える影響 -

* 白川北斗, 後藤 晃

私たちが野外において観察する生物の生息環境が、実は生息する生物自身の活動によって改変された状態にあることは古くから知られていた。近年、この単純で重要な事実は、生態系エンジニアリングと呼ばれ、個体群・群集生態学など様々な分野への橋渡しとなる研究が盛んに行われている。ヤツメウナギ類は原始的な脊椎動物の一つであり、確認されている全ての種が3-7年の幼生期の間、河川の軟泥河床に生息する。ヤツメウナギ類幼生の生息数は魚類大の生物で最も多いとされ、その分布域は南北の中・高緯度地域に及ぶ。また最近、河床内での移動による攪乱により、河床を好氣的に改変すること、河床の硬度を軟化させることが明らかとなっている。このため、生態系エンジニアとしてのヤツメウナギ類幼生の研究は、生態学分野にはもちろん、近年減少傾向にある本科の保全・管理などにも興味深いテーマを提供する。本発表では、カワヤツメ幼生(全長8-10cm)を低・中・高密度で約2ヶ月半飼育し、その幼生が微小無脊椎動物(水生のイトミミズ類)、栄養塩の動態、藻類の成長や落葉分解、物理環境要素に与える影響を評価した。実験開始前のイトミミズ類の生息密度に差は認められなかったが、30日目におけるイトミミズの生息密度はControlが最も高く、幼生低密度処理、中密度処理、高密度処理の順で低くなった。また藻類の成長量は、幼生高密度処理で最も多く、次に中密度で多かったが、低密度処理とControlでは少ない傾向を示した。これらのことから、ヤツメウナギ類幼生の中・高密度での生息は、河床に生息する微小無脊椎動物などの一次消費者に負の影響を、藻類などの生産者には正の効果があると示唆された。発表では、上記に加えて栄養塩(C, N, P)の動態、河床有機物の分解や粒度分布への影響を考察し、河川生態系におけるヤツメウナギ類幼生の機能的役割について議論する。

P2-195

サーモトレーサを用いたニホンジカの発見方法の検討

*岩本千鶴(宇都宮大・農), 小金澤正昭(宇都宮大・農・演習林)

(キャンセル)

P2-196

多雪地冷温帯林の異なる林分における野ネズミ個体群の季節変動

*松本幸二(新潟大院・自然研), 箕口秀夫(新潟大学・自然科学系)

多雪地冷温帯林にはヒメネズミ, アカネズミおよびヤチネズミが同所的に生息している。しかし, 3種は異なる外部形態や行動特性を有し, 相観スケールでは各種の出現場所や出現数に違いがあることが報告されている。2008, 2009年に行った相観スケールでの野ネズミ捕獲調査においては, 林分ごとで異なる年次変動となり, 3種それぞれ特定の林分を好んで利用する傾向がみられた。本報告では, 2010年の調査を含めた3年間のデータを用いて, 異なる林分における野ネズミ群集の季節変動を明らかにする。

調査は山形県小国町温身平の冷温帯林で行った。本調査地は最深積雪深が2.5mに達する多雪地である。調査地にはブナ林の他, 立地に応じてヤチダモ, サワグルミおよびドロノキがそれぞれ優占する林分がみられる。これら4林分に雪崩植生下部に発達している矮性低木林を加えた, 5林分に調査プロットを設置した。調査プロットは各林分に5カ所, 計25カ所設置した。各調査プロットには野ネズミ生け捕りワナを5個ずつ, 十字に10m間隔で設置し, 連続4晩の記号放逐法で調査を行った。調査は2008年には7-11月に, 2009年と2010年には6-11月に行った。

各林分における野ネズミの3年間延べ捕獲個体数から, ヒメネズミはドロノキ林, アカネズミはヤチダモ林およびヤチネズミはサワグルミ林を最もよく利用していた(Kruskal-Wallis test, $P < 0.001$)。季節変動を明確にするため6, 7月を春, 8, 9月を夏, 10, 11月を秋とし季節ごとの個体数に着目すると, ヒメネズミはドロノキ林で, アカネズミはブナ林と矮性低木林で, そしてヤチネズミはサワグルミ林で季節変動が確認された。以上のことから, 野ネズミ群集には林分選好性があり, 林分の違いによって異なる季節変動を示すことが明らかとなった。

P2-197

葉食性および吸汁性節足動物に対する根粒菌の効果

*片山昇(京大・生態研セ), 張志キ(京大・生態研セ), 大串隆之(京大・生態研セ)

土壌中の菌根菌や窒素固定細菌などの微生物は窒素やリンなどの資源を植物に提供し, 代わりに植物は光合成生産物をこれらの微生物に提供する。植物はこれらの資源を用いて生長・繁殖・防衛を行うため, 微生物との共生関係は植物の形質を大きく変化させる要因となる。加えて近年, 地上の植物-節足動物の相互作用に対する地下の微生物の効果について関心が高まり, 同じ植物と微生物の組み合わせでも, その植物を利用する植食者の種類によって微生物の効果が異なることが明らかにされてきた。一般に菌根菌は, 吸汁者に対してプラスに働き, 葉食者に対してマイナスに働くことが報告されている。一方で, 地上の節足動物に対する窒素固定細菌の効果について検証された事例が少なく, 植食者の種類によって窒素固定細菌の効果がどのように異なるかについて明らかにされていない。本研究では, ポット植えにした根粒着生系統のダイズ(R+株)とその近縁の非着生系統のダイズ(R-株)を野外に配置し, 各株上で観察された植食者の種類と個体数を調べ, 吸汁者と葉食者に対する根粒菌の効果を比較した。

調査期間中に, 12種類の吸汁者と16種類の葉食者が観察された。それぞれの植食者において, R-株に対するR+株上の節足動物の個体数の対数反応比を計算し, その値を吸汁者と葉食者の間で比較した。その結果, 吸汁者・葉食者ともに, 対数反応比は有意に0より大きかったが, 吸汁者と葉食者で違いがみられなかった。次に, 吸汁者と葉食者において各株あたりの多様性指数と均衡度を計算した。その結果, 吸汁者の多様性と均衡度は, R-株とR+株で有意な違いはみられなかったが, 葉食者の多様性はR-株にくらべR+株で高く, 逆に均衡度は低かった。

P2-198

流域の地質構造の違いによる渓流性底生動物群集の比較

吉村真由美(森林総研・関西)

溪流に生息する底生動物の群集構造は溪流中の物理的・化学的要因や底質の状態, 周りの土地利用状況などによって大きく異なってくる。底質の状態や水質も地質と関係しているため, 底生動物群集構造は地質によって異なってくると考えられる。紀伊半島の43箇所にて底生動物を定量採集し, 地質構造と底生動物群集との関係を調べた。属数は地質構造によって異なり, 電気伝導度とも相関があった。主成分分析にて群集構造を調べると, 第1軸は地質タイプの違いによって説明できたが, 流域の大きさや標高も関与していた。第2軸は地質タイプの違い及び水質状態が関与していた。特定の地質タイプに特異的な分類群も存在した。今後は地質タイプの違いに伴う底質の粒径の大きさや重量・色・形と群集との関係を模索していく。

P2-199

静岡県浜松市における放棄養鰻池の湿性遷移に伴う水質特性と水生甲虫群集

* 田島文忠 (千葉シャープゲンゴロウモドキ保全研究会), 北野忠, 藤吉正明, 西山和寿, 栗原透 (東海大・教養)

静岡県浜松市は、ウナギの生産地として有名であり、市内には多くの養鰻池が存在している。しかし、近年の鰻養殖業の衰退により、多くの養鰻池が管理放棄されつつある。全国的に水辺環境の消失や悪化が懸念されている中、これらの放棄養鰻池の中には、多様な水生動物相が確認されるなど、結果的に水生生物の貴重な生息環境となっているところも見られる。そこで本研究では、市内に点在する放棄養鰻池に着目し、放棄年数と湿性遷移、水質および水生甲虫相の関係について調査・解析を行った。

遷移段階が異なる10池、現在も養鰻中の2池の計12池を調査地点とし、水質および水生甲虫相の調査を、2007年度に各季1回ずつ計4回実施した。植生調査は、2007年9月に実施した。各池の放棄年数は、過去の空中写真の判読により推定した。

調査の結果、各池の特徴として、放棄年数と遷移段階、植生被度には高い相関関係が認められた。水質結果について、主成分分析を行った結果、溶存塩類濃度および全窒素、全リンの富栄養化項目の2軸に集約された。調査地の水質特性として、地下水の塩水化の影響が池によって異なることと、放棄年数の経過に伴う富栄養化の進行が挙げられた。

水生甲虫についてみると、現在も養鰻中の池ではチャイロチビゲンゴロウがみられ、遷移初期の池ではチビゲンゴロウ、ツブゲンゴロウ、ムツボシツヤコツブゲンゴロウなど、遷移後期の池ではコツブゲンゴロウなどが確認された。非計量多次元尺度法により序列化を行ったところ、湿性遷移の進行に伴い水生甲虫相が変化することが示された。

これらの結果から、水生甲虫各種には生息環境として好適な遷移段階があると考えられた。また、養鰻池の放棄年数の経過に伴い植生遷移と富栄養化が進行し、その環境の変化にともなって水生甲虫相が変化しているものと推察された。

P2-201

農法の違いが水田節足動物群集に及ぼす影響 5. 環境保全型と慣行型の比較

* 西城洋 (農研機構・中央農研), 森本信生

近年、農業の持つ物質循環機能を活かし、生産性との調和などに留意しつつ、土づくり等を通じて化学肥料や農薬の使用による環境負荷の軽減に配慮した持続的な農業技術(環境保全型農業技術)の開発や普及が進められている。また、食料・農業・農村基本法においても、農業生産活動を国土・環境保全に役立てるために環境保全型農業を確立することが目標とされている。しかし、この環境保全型農業が野生生物に及ぼす影響等の知見は不足しており、生物多様性の保全や向上の観点から、環境保全型農業が天敵など農業に有用な生物に及ぼす影響を定量的に評価することが求められている。そこで本研究では、利根川流域米麦二毛作平地水田地帯の環境保全型水田と慣行型水田で、稲株上に生息する節足動物を調査し、環境保全型水田で特徴的に見られる種を明らかにすることを試みた。

調査地は、埼玉県行田市、同本市および群馬県邑楽郡千代田町の3地域を選定し、各地域で環境保全型および慣行型の水田を複数対設定した。採集は、捕虫網によるスウィーピング法および粘着板を使用した払い落とし法を併用し、8月上中旬(出穂前)および9月上中旬(出穂後)の計2回行った。

本研究の結果、テントウ類幼虫およびアタマアブ類が環境保全型水田で特徴的にみられる農業に有用な節足動物種であると考えられた。また、環境保全型栽培管理で元肥の化学肥料施用量を減らすと、コモリグモ科クモ、ヤマトクサカゲロウ幼虫、テントウ類幼虫およびギョウアブラバチの生息個体数は減少する可能性があると考えられた。

P2-200

長野県上伊那地方の水田地域における直翅目昆虫の群集構造と環境要因との関係

* 澄川元晴, 大窪久美子, 大石善隆 (信州大・農)

近年、農業形態の変化や基盤整備に伴い、水田地域をハビタットとしてきた生物種が減少・絶滅していること明らかになってきており、これらの生物群集構造と環境要因との関係を解明することが保全を考える上での課題となっている。本研究では、立地環境が異なる水田地域において、水田生態系における代表的な昆虫群である直翅目の群集構造と環境要因との関係を解明し、保全策について検討することを目的とした。

調査は2010年9月から11月にかけて、長野県上伊那郡の立地環境・整備状況が異なる5箇所の水田地域(中山間地・未整備の小屋敷及び山室、市街地・未整備の御子柴、中山間地・整備の上原、市街地・整備の狐島)に設定した500m径円内を対象として行った。円内から代表的な10畦畔を選定し、各畦畔上に1m×1mのプロットを3箇所設置した。

直翅目群集の調査はプロット毎に目視法およびスウィーピング法、踏み出し法、トラップを用いて行った。同時にプロット内の植生調査、範囲内の土地利用調査を行った。

3回の調査を通じての総出現種数は13種、総出現個体数は422個体であった。調査地毎の出現種数と出現個体数は、中山間地・未整備の山室と市街地・未整備の沢尻で各々9種133個体、9種126個体を記録したが、山室と同じ中山間地・未整備である小屋敷では6種57個体に留まった。中山間地・整備の上原では9種69個体、市街地・整備の狐島では6種37個体であった。全地域の共通種はオンバツとコバネイナゴ、エンマコオロギの3種であり、未整備地域にのみコバネヒメギスとシバズ、小屋敷にのみハネナガフキバツが特徴的に出現した。発表ではこうした群集構造と、畦畔植生及び土地利用状況との関連性について、既往の研究結果との相違も含めて考察する。

P2-202

カラマツ人工林における広葉樹の混交がトビムシの群集構造に与える影響

* 長谷川元洋 (森林総研・木曾), 太田藍乃 (横浜国大), 壁谷大介, 岡本透, 齋藤智之, 西山嘉彦 (森林総研・木曾)

高海拔地のカラマツ林においては、森林の多面的機能の発揮を目的として強度の間伐や、侵入樹種利用による針広混交林誘導施策が行われている。本研究ではこの様な針葉樹人工林における広葉樹の混交がトビムシ群集に与える影響について着目している。八ヶ岳山麓の標高1200-1400mの地点において、胸高断面積割合において広葉樹(シラカバ、ミズナラ等)の混交割合が50~80%であるカラマツ人工林5林分(混交林)と、カラマツの割合が95%以上である5林分(カラマツ純林)の合計10林分で調査を行った。2006-7年の秋に各林分内に30x30mのプロットを設定し、土壌コアを用いて林床リター及び、表層土壌(深さ5cm)を採取した。採取したサンプルから、マクファーデン装置を用いて土壌動物を抽出し、そのうちトビムシ群集の種同定を行った。

トビムシ総個体数、種数を比較した結果、トビムシ総個体数が、カラマツ純林で若干多いものの、カラマツ純林と混交林との間に有意な差はみられなかった。トビムシ群集の組成の違いに及ぼす環境要因の影響を、調査地点間の距離の影響を除去した冗長分析(partial RDA)で解析した結果、カラマツ純林もしくは混交林という林冠木のカテゴリの違いは、有意な要因として選択されず、単子葉草本の量が群集組成の違いを説明する要因として抽出された。このような結果から、トビムシ群集に与える影響は林冠木よりも、下層植生の影響が大きいことが推察された。また、全体の個体数や種数が変わらない要因として、調査地とした八ヶ岳の中標高地点の全般で、永らく草地としての利用がなされており、近年の植生の影響が薄かったこと等が考えられる。

P2-203

捕食者の餌餌機能多様性は水域生態系の構造を変える！

* 酒井陽一郎 (京大生態研), 福森香代子 (テキサス大), 西松聖乃, 陀安一郎, 奥田昇 (京大生態研)

種内の栄養多型は、環境変動に対する適応機構として機能するだけでなく、生態系の構造や機能に影響しうることが認識されつつある。近年、湖沼食物網の高次捕食者である魚類の栄養多型がプランクトン群集の体サイズ構造と種組成、そして一次生産量などの機能に与える影響が報告されたが、下位群集全体の構造や機能に与える影響については、未だ不明瞭なままである。そこで本研究では、室内に設置された中規模人工生態系を用いて湖沼食物網を再現し、湖沼の高次捕食者となる魚類の栄養多型を操作（プランクトン食魚区、ベントス食魚区、混合区、魚無し区）することで、捕食者の栄養多型がプランクトン食物網の構造と機能に与える影響について検討した。実験では、食物網の構造の指標として捕食者-被食者体サイズ比 (PPMR: Jennings et al. 2002) と食物連鎖長 (FCL)、機能の指標として生物量を考慮した群集の平均栄養段階 ($= \sum (\text{生物量}_i \times \text{栄養段階}_i) / \sum (\text{生物量}_i)$) を測定した。その結果、ベントス食魚はプランクトン食物網における PPMR の減少、FCL の伸長、平均栄養段階の低下をもたらした。これは、多くの生産者と非常に少数の肉食性動物プランクトンによって構成され、長く栄養転送効率が悪と考えられる。一方、ベントス食魚とプランクトン食魚の相乗効果は、PPMR の増加、FCL の収縮をもたらした。この結果は、プランクトン食物網が生産者と低次栄養生物のみで構成され、短く栄養転送効率がよいことを示唆する。以上の結果により、高次捕食者の栄養多型は食物網の構造と機能に異なる効果を与えること、PPMR と群集の平均栄養段階を用いることで、食物網の構造と機能を量的に評価できることを示した。

P2-205

水田における動物プランクトンおよび底生動物群集動態

* 小関右介 (長野水試)

近年、身近な二次的自然である水田の生物多様性に注目が集まっており、水田生物群集について多くの研究が行われている。しかし、それらの研究の多くは、ある時間断面における群集構造を報告した記載研究、または制御条件下で農業や農法などの単一要因の影響を調べた実験的研究であり、水田内・水田間の群集構造の変異とその原因を、さまざまな要因が同時に作用する通常の水田において明らかにする試みは少ない。そこで本研究は、水田の動物プランクトンおよび底生無脊椎動物群集の時空間的動態パターンを特定し、生物学的・非生物学的環境要因の影響を探ることを目的とした。古くから稲田養魚 (フナ) が盛んな長野県佐久地域において、養魚田と無養魚田を含む 12 の水田を選び、6 月から 8 月にかけて週 1 回の頻度で各生物群集の現存量および群集構造を調査した (計 11 回)。動物プランクトンおよび底生無脊椎動物群集は、ともに時間的・空間的に大きな変異を示した。とくに、動物プランクトンの現存量 (対数密度) はフナの相対現存量の大きい水田で時間とともに大きく減少し、水田間の変異は時間とともに増加した。動物プランクトンの多様度 (Simpson 指数) の時間変化にも水田間で変異がみられ、現存量とは反対にフナ現存量の小さな水田で大きく減少した。この結果、現存量と多様度の時間変化は負に相関した。こうした群集の動態パターンについて、さらに他の生物学的 (ドジョウ現存量、オタマジャクシ現存量、クロロフィル a 量) および非生物学的要因 (水温、溶存酸素量、懸濁物質量など) の影響も加味して詳しく検討する。本研究は、財団法人長野県科学振興会発明・研究費により助成を受けた。

P2-204

南西諸島におけるアリモドキゾウムシの色彩変異の定量的解析

* 城本啓子, 熊野了州, 栗和田隆 (沖縄病害虫防技セ・琉球産経), 永山敦士 (沖縄農研セ), 原口大 (沖縄病害虫防技セ)

アリモドキゾウムシ *Cylas formicarius* の鞘翅は、金属光沢のある色彩を示し多型があることが知られている。日本の南西諸島における本種の色彩多型の地理的分布が調べられた結果、一般的に見られる黒青色型 (BE 型) と黒緑色型 (GE 型) の 2 型の他に、黒褐色型 (PE 型) が宮古・八重山諸島においてごく低頻度で確認されている。これまで本種の色彩型はヒトの視覚によって定性的に分類されてきた。しかし、3 型は明確な地理的分布ではなく、同所的にも分布しており中間的な個体も多く明確な判別基準はない。また、本種の色彩型の遺伝的基盤も明確ではない。そこで我々は、南西諸島の主な島 (5 地点) からフェロモントラップで集めたオス個体群の鞘翅の色彩についてスペクトロフォトメーターを用いてヒトの可視領域 (400 - 700nm) にある反射スペクトルを測定し、本種の色彩を定量的に測定し解析した。測定したすべての個体群において反射スペクトルに 1 つの大きなピークが見られた。その結果、反射スペクトルのピークが沖縄本島中部では約 500nm、八重山諸島の各個体群は 550nm と明確な違いが見られた。

また、それぞれ BE 型と PE 型の色彩を選抜固定した系統を作り、実験的に各色彩型の雌雄をかけ合わせた交雑系統 F1 を作った。BE 型と PE 型の親系統およびその F1 の雌雄それぞれの鞘翅についても同様に反射スペクトルを測定した。その結果、親の BE 型は 500nm、PE 型は 420nm と 700nm にピークが見られた。一方、それぞれの F1 は 550 ~ 600nm にピークが見られる緑色を示した。従って、GE 型は BE 型と PE 型の中間型であると考えられた。

P2-206

都市近郊における蝶類の生活史と入れ子構造の関係

* 曾我昌史, 小池伸介

生息地が分断した景観では、生物群集の分布が入れ子構造 (Nested structure) を形成する場合があります。入れ子順位は種の絶滅確率の指標となることが知られる。そのため、各種の入れ子順位と生活史特性の関係が明らかとなれば、生息地の分断化による絶滅確率の高い種を予測することが可能となり、それらの種の効率的な保全・管理に結びつく。そこで本研究では、東京都多摩地域において蝶類を対象に、各蝶類種の入れ子順位と生活史特性の関係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 20 の森林 (1.1ha ~ 122ha) で行った。蝶類の調査はトランセクト法 (4 ~ 10 月) を用いた。生活史特性には、①食性タイプ、②食性幅、③年世代数、④マトリクスにおける食草・食樹の人為的利用の有無、の 4 つを用いた。また、入れ子解析には BINMATNEST を用いた。

解析の結果、確認された蝶類 53 種は有意に入れ子構造を示した ($T=25.47, p < 0.0001$)。一般化線形モデルを用いて生活史と入れ子順位の間を解析した結果、食性タイプが草本、食性幅が広い、年世代数が 3 化以上、食草・食樹が人為的に利用されている種は絶滅確率が低いことが明らかとなった。特に、食草・食樹の人為的な利用の有無は最も影響の強い要因であった。以上の結果から、本調査地のような都市近郊の蝶類の場合、複数の生活史特性を指標として用いることで各種の絶滅確率の予測が可能であること、それらの種の保全を考えた場合には、分断化した生息地とマトリクスを併せたランドスケープレベルでの生息地管理が望まれることが示唆された。

P2-207

地球温暖化が水田の土壤小動物群集に及ぼす影響—FACE 試験による解明— (予報)

* 岡田浩明, 浦田悦子, 常田岳志, 長谷川利弘 (農環研)

水田の生物多様性の保全是国民の関心が非常に高い環境問題である。一方、地球温暖化も重要な環境問題であり、農学分野では水稲生育などへの影響が解明されつつある。しかし、水田生物に対する温暖化の影響を解明しようとする研究はほとんど行われていない。そこで、50年後の地球温暖化の条件を想定したFACE(開放系大気CO₂濃度増加)装置を水田に設置し、土壤に生息する線虫を主な対象として、CO₂ガス濃度及び水温の増加の影響を明らかにすべく調査を始めた。線虫は寄生虫と見なされがちであるが、陸域や水域の生態系に自由生活性の様々な種が生息し、淡水域では魚類などの餌となることが報告されている。

実際の試験区は、直径約17mのリングからCO₂ガスを放出し、CO₂ガス濃度を現状より200ppm濃度を高めた「FACE区」及び対照区である「Ambient区」、さらに各々の区の中に入れ子として設置し、電熱線により水温を2度高めた「加温区」及びその対照区である「無加温区」の4種類である。これらのセットを計4筆の水田に設置し、水稲生育期間中にCO₂ガス放出及び加温処理を継続した。

本年度は予備調査として、8月下旬の落水直後に土壤を採取し、その中の線虫全体の密度について検討した。CO₂ガス濃度を1次要因、水温を2次要因とし、ブロックを持つ分割試験として統計分析したところ、両要因とも線虫密度に対する影響は有意でなかった。ただし、加温区の方が無加温区より密度が2割ほど低い傾向があった(P=0.066)

来年度から再来年度にかけ、水稲生育期前後に土壤を採取し、線虫の食性群ごとに密度を推定し、その餌となる水稲根、土壤微生物、表層藻類などのバイオマスとあわせて、温暖化の影響を明らかにしたい。

P2-209

溪畔の人工林伐採に伴う水生昆虫相の変化

* 平田令子, 松田祥平, 中山真俊(宮大・農), 松永慎平(宮大・院農), 伊藤哲(宮大・農)

溪畔域に造成された針葉樹人工林の伐採が、そこを流れる溪流内の水生昆虫相に与える影響を明らかにするために、宮崎県内を流れる大淀川水系の支流の一つである境川の支流で水生昆虫相の生息状況を調査した。溪流沿いは、部分的に広葉樹二次林が点在するものの、大部分の面積がスギ人工林となっており、2009年10月に、その上流部において間伐と皆伐が小面積ずつ行われた。

調査は、伐採前にあたる2009年6月に1回、および伐採後にあたる2009年11月、2010年4月、8月、11月に各1回、伐採が行われた区間と、そこから約2km下流に位置する広葉樹二次林区間において行った。各区間の溪流の微環境を瀬と淵およびリター堆積の有無で4タイプに分類し、各タイプで3か所ずつ、河床に堆積する土砂とリターを、2mmメッシュネットを用いて30×30×5cm採取し、出現した水生昆虫を、可能なレベルまで同定し、個体数を計数した。また、各種を摂食機能に基づいて5群に分類した。

広葉樹二次林区間では、合計68種の水生昆虫が1211個体出現し、人工林区間では、合計68種989個体出現した。本大会では、広葉樹二次林区間と針葉樹人工林区間の水生昆虫相を比較することで、人工林伐採が水生昆虫の生息に与える影響およびその持続性を評価し、溪畔域の保全や溪畔林再生について考察する。

P2-208

流況指標と魚類種数の関係：世界の主要河川を対象に

* 岩崎雄一(東工大・理工), 梁政寛(東工大・工), 吉村千洋(東工大・理工)

流況は河川生態系の構造や機能を決定する主要な要因である。しかしながら、ダム建設などによる人為的な流況の改変が指摘されており、今後も人口増加による農業用水や工業用水の増加に伴い河川流量が減少し、また気候変動による降雨パターンの変化が流況に影響を及ぼすことが予想されている。そのため、河川生態系保全の観点から、流況の変化が世界河川の種多様性にどのような影響を及ぼすかを定量的に予測することが求められている。このような要請のもと、Xenopoulos et al. (2005)は河川流量の減少に着目し、全球レベルで淡水魚類の種数が最大75%減少すると予測し、この結果はミレニアム生態系評価にも利用されている。

河川の流況は年間を通じた流量変動により特徴づけが可能であり、Richter et al. (1996)は生物の生息に重要と考えられる流況指標として「強度・頻度・時期・期間・変動性」の5つの要素を提唱している。しかしながら、前述したXenopoulosらのモデルでは平均流量以外の流況特性は考慮されていない(例えば、流量の変動性や洪水の頻度)。また、世界の河川において魚類種数と流況の関係を調べた研究は少なく、いずれも平均流量以外の流況特性と魚類種数の関係については調査されていない。

そこで本発表では、世界河川を対象に取得した魚類種数と日平均流量データを用いて、上述の流況指標と魚類種数の関係を評価した結果を紹介したい。

P2-210

食物網構造をベイズ推定する安定同位体混合モデルの開発と検証

* 角谷拓(国環研), 長田穰(東大), 瀧本岳(東邦大)

近年、炭素や窒素、あるいは硫黄の安定同位体比から、食物網構造を探る試みが盛んに行われている。例えば、基底種(一次生産者)と最高位捕食者の窒素安定同位体比を比較することによって、食物連鎖長(食物網の高さ)を推定することができる。しかし、食物連鎖長を推定するだけでは、食物網の内部構造を明らかにできない。一方で、ある特定の消費者とその餌種だけに注目した場合には、消費者と餌種の安定同位体比から各餌種の貢献比率を統計的に推定する方法(混合モデル)は既に確立している。しかし、従来の混合モデルでは食物網の全体構造を定量的に推定できない。

そこで本研究では、胃内容分析や糞分析、文献調査等から得られる食物網構成種の間の食う-食われる関係の有無を0(無い場合)と1(有る場合)で記述した二値食物網データと、食物網構成種の安定同位体比データを取得することによって、その食物網における全ての消費者について異なる餌資源の貢献比率を同時に推定するベイズ推定モデルIsoWebを開発した。従来の混合モデルでは、餌種の安定同位体比の事前分布が無情報(試料の値だけに依存する)と仮定されている。これに対してIsoWebには、この事前分布が餌種の餌種(餌種が消費する餌資源)の安定同位体比によって規定されるというプロセスが明示的に組み込まれている。

さらに、仮想食物網データを用いたIsoWebの検証および従来の混合モデルによる推定結果との比較を行った。その結果、IsoWebは食物網内の各餌資源の貢献比率を十分な精度で一括して推定できることが示された。また、十分なデータを取得できる条件下では、安定同位体比の実測データに含まれるサンプリング誤差とプロセス誤差(濃縮係数の状況依存性など)を区別し、より精度の高い貢献比率の推定が可能であることが示された。

P2-211

トキの採餌生態・ミミズを食べるとき

* 遠藤千尋 (新潟大・超域), 寺島大紀 (新潟大・自然), 蛸原香理 (新潟大・自然), 永田尚志 (新潟大・超域)

佐渡島で放鳥されたトキが野生復帰していくためには、採餌環境の整備が必須であるが、その際に、トキが利用可能な環境の特性の情報とともに、季節ごとの採餌利用環境とそこでの採餌内容などの採餌生態を把握し、さらに採餌効率の高い環境の特性の情報をフィードバックして、採餌適地を確保していくことが重要である。

本研究では、採餌における季節ごとの利用環境、餌生物の内訳、獲得頻度を把握するために、放鳥されたトキの採餌行動を観察し、採餌場所、探索時間、歩行速度、採餌速度、採餌内容を記録した。トキは主に水田地帯を採餌場所として利用しているが、季節的に利用する環境と餌生物の割合は異なっていた。これは、農作業や水田の稲の成長による環境の変化により、水田を利用できない時期があることや餌生物量の季節変動によるものと推測された。また、直接観察には限界があるものの、ドジョウやカエル以外にも、ミミズや水生・陸生無脊椎動物の利用も多くみられた。さらにそれぞれの環境あるいは餌生物によって探索方法も異なっていたことから、採餌効率の高い環境を考慮する際に、餌生物の探しやすさという視点が重要であることも示唆された。

各季節において、採餌行動のパターンを明らかにし、また採餌内容ごとに、利用頻度と採餌速度の高い環境の関連を検討し、水田地帯を採餌場所とするトキにとって、どのような水田管理のあり方が望ましく、どのような採餌場所を創出することが効果的なのか考えてみたい。

P2-213

滋賀県の水田における大型水生動物群集と環境要因との関係

* 向井 康夫 (京大), 大塚泰介 (琵琶湖博), 森本幸裕 (京大), 日鷹一雅 (愛媛大)

水田は安定した季節変動をする二次的湿地であり、自然湿地に生息していた生物の代替生息地として機能してきたと考えられている。近年、水田の生物多様性保全への価値が認められつつある。滋賀県の水田では“慣行農法”、減農薬など環境に配慮した“こだわり農法”、化学肥料や農薬を使わない“有機農法”などが行われている。しかし、これらの農法や水田の水分条件、立地などの大型水生動物群集構造への影響についての知見は十分でない。本研究では、水田の農法、管理、立地などが水生動物群集に与える影響を明らかにするために、滋賀県高島市マキノ町、針江、畑、大津市仰木、田上、草津市、多賀町、彦根市、東近江市の9地域26筆の水田(慣行6、減農薬10、無農薬10筆)で、入水から中干しの期間に調査を行った。

調査は1mmメッシュ、幅20cmの網を用いて0.4m×1mの範囲を掬い取る方法で行い、採集された肉眼で観察できる概ね体長1mm以上の水生動物の分類群名、個体数を記録した。この一連の調査を各水田で原則として10回繰り返した。水田の管理や水条件などは農家の方へのアンケートにより調査した。

結果、26筆の水田で合計6門11綱118分類群47739個体の大型水生動物が確認された。各水田で確認された大型水生動物は16～53分類群、245～5729個体(61～1432個体/m²)であった。異なる農法の水田間には分類群数、密度、多様度とも有意差は認められなかった。水生動物の種組成に基づくいくつかのクラスター分析で、水田が湖の西と東に大きく分けられ、地域ごとにかたまる傾向が認められた。これらのことより、滋賀県の水田では、大型水生動物群集の構造への農法の影響は明瞭でなく、地域の違いが影響していることが示唆された。

P2-212

魚類の窒素安定同位体比変化の部位間比較：食物網解析の確度を高めるために

* 丸山敦, 下仲洋行, 伊藤琢哉 (龍谷大・理工)

動物の安定同位体比は、餌生物の安定同位体比を一定の濃縮率で反映することから、食性や食物網構造の解析に広く用いられる。しかし、環境変化や実験操作への応答など興味対象の時間スケールよりも安定同位体比の応答速度が遅すぎるために、安定同位体比分析の活用が制限されることが少なくない。逆に、近い過去に移入した個体の同位体比が過去の値を引きずることもあり、このような移入個体を識別できないことは食性や食物網構造の解析の確度を下げることになる。水域生態系において上位の栄養段階を占める魚類の場合、従来の安定同位体比分析には主に筋肉(他に鱭や体全体が一般的)が用いられてきたが、これらの部位の安定同位体比の変化はみな数ヶ月と遅く、短期間の変化を把握したい場合や移入個体のノイズを識別することには適さない。本研究では、 $\delta^{15}\text{N}$ が特異的に高い琵琶湖から流入河川へと遡上した陸封両側回遊魚トウヨシノボリ当歳魚を半年にわたり採集し(約100個体)、体表粘液、筋肉、鱭、骨、肝臓、胃内容物の $\delta^{15}\text{N}$ の変化を比較した。河川での平衡値を求めると行った成魚の分析では、骨や粘液、鱭の $\delta^{15}\text{N}$ は筋肉と比べ1.5%ほど低い傾向が見られ、同位体分別の違いが示唆された。肝臓や胃内容物の値は精度が低かった。遡上後の当歳魚の分析では、 $\delta^{15}\text{N}$ の応答速度が体表粘液において著しく早く、遡上期1カ月後には移動先の値に収束していた。骨や鱭の応答速度は、筋肉と同等であった。以上より、魚類の安定同位体比分析において体表粘液も分析に加えれば、その早い応答速度により、移動や食性を変化させた直後の個体を特定できる可能性がある。水域における食物網構造の解析において、移動個体の識別、短期的な変化を特定することに貢献すると期待される。

P2-214

環境ストレス要因が、ため池の群集構造と食物網に与える影響：形態情報に基づく食物網推定

* 伊藤洋, 赤坂宗光, 中川恵, 白石寛明, 高村典子 (国立環境研)

現在ではほとんど失われた氾濫原湿地に生息する生物群集の一部は、ため池で存続している。しかし、ため池生態系もまた、水質悪化や外来生物の侵入などの様々な環境ストレスに曝されており、多数の生物種が絶滅の危機に瀕している。本研究は、兵庫県のため池21池に生息する魚類、甲殻類、昆虫類、貝類、ミミズ類などを対象とし、その種多様性が環境ストレス要因から受ける影響についての統計解析を行った。昆虫類については、大型昆虫類と小型昆虫類(主にユスリカ類)の生態的差異を考慮し、これらを分けて扱った。解析に含めた環境ストレス要因および環境要因は、侵入生物の有無、物理要因、水質、農薬、植生など、計52項目である。統計解析の結果、少なくとも外来魚の侵入の有無(ブルーギル、ブラックバス)、殺虫剤濃度(BPMC)、コンクリート護岸率が、総種数と負に相関することが検出された。特に、外来魚と殺虫剤については、大型昆虫類の種数との強い負の相関が検出された。

本研究はさらに、環境ストレス要因がため池の食物網構造に与える影響を解析するために、食物網を推定する簡便な手法を考案した。この手法は、各生物種の捕食、被食に関係する形態情報を文献収集しデータベース化することで、調査地で確認された生物の種名のみからそれらの捕食被食関係を推定し、食物網全体を推定するものである。本発表では、この手法による食物網解析の結果についても報告する。

P2-215

ギルド内捕食者の餌選択とギルド内被食者の生息地選択

* 江副日出夫 (大阪府大・理)

生物の適応的な行動の変化が群集動態において重要な役割をもつことは広く認識されるようになってきている。この研究では、資源・資源を食べるギルド内被食者(以下「被食者」)・資源と被食者の両方を食べるギルド内捕食者(以下「捕食者」)の3種からなるギルド内捕食系において、適応的な被食者の生息地選択と捕食者の餌選択がこの系の動態にどのような影響を及ぼすかを、微分方程式モデルを用いて調べた。捕食者は資源・被食者各々の餌に対してII型の機能の反応をし、質の良い餌である被食者は常に捕食するのに対して、悪い餌である資源は被食者密度がある閾値より低いときのみ食べるとする(餌選択)。また、被食者は資源と捕食者のいる生息地(餌場)と資源も捕食者もない生息地(避難場所)を自由に行き来し、採餌による利益が捕食によるコストを上回るときのみ餌場に滞在するとする(生息地選択)。ただし、餌選択も生息地選択も最適な値に即座に変化するのではなく、有限時間で連続的に変化すると仮定する。餌選択も生息地選択も仮定しないモデル(モデル1)・餌選択のみを仮定したモデル(モデル2)・生息地選択のみを仮定したモデル(モデル3)・両方を仮定したモデル(モデル4)の動態を数値計算して互いに比較した結果、すべてのモデルにおいて、資源の環境収容力Kを大きくしていくと、最初のうちは平衡状態が安定だが、Kがある閾値を超えると振動が生じた。この状況において、モデル1と2ではKが大きくなるほど振動が大きくなり、各々の種の密度の下限は0に近づいた。一方、モデル3と4ではKが大きくなっても振動は小さいままで、どの種の密度も0に近づくことはなかった。このことから、この系の存続にとっては捕食者の餌選択よりも被食者の生息地選択(あるいは捕食者回避)が重要であると考えられる。

P2-217

化学物質による摂食者群集のかく乱が栄養段階間転換効率に与える影響

* 真野浩行, 田中嘉成(環境研)

湖沼生態系において、動物プランクトンのミジンコ類は一次生産者と魚などの高次栄養段階の生物間でエネルギーや物質の橋渡しをする重要な生物と考えられている。また、ミジンコ類は殺虫剤などの化学物質の影響を受けやすい生物種として知られている。そのため、湖沼への化学物質の流入はミジンコ群集をかく乱し、ミジンコ群集が関係する生態系機能に影響する可能性がある。ミジンコ類において種間で化学物質に対する感受性が違うことが知られており、ミジンコ生物群集を構成するミジンコ種間で化学物質に対する感受性が異なりうる。ミジンコ群集が感受性の異なる種で構成されていた場合、化学物質の暴露により感受性の高い種の個体数が減少して、生態系機能に変化する可能性がある。しかし、もしその時に感受性の低い種の個体数が増加するならば、感受性の高い種の個体数の減少が補償されて、生態系機能が維持される可能性がある。本研究では生態系機能として栄養段階間転換効率(低次栄養段階のバイオマス生産量が高次栄養段階のバイオマス生産量に変換される効率)に着目し、感受性の異なるミジンコ種で構成された群集に化学物質が暴露された場合に栄養段階間転換効率に対して補償効果が働くかどうかを、植物プランクトン、殺虫剤に対して異なる感受性を示すミジンコ2種、メダカで構成された室内実験系を用いた殺虫剤の暴露実験により検証した。補償がおこる場合、化学物質の暴露後に感受性の低いミジンコ種の個体数が増加し、栄養段階間転換効率は化学物質の暴露によって変化しないことが期待されるため、実験では、暴露区において化学物質を暴露した後の感受性の低いミジンコ種の個体数変化を調査し、栄養段階間転換効率の指標として用いたメダカのバイオマス増加量を対照区と暴露区と比較した。実験結果の一部は補償を示唆し、補償の有無は化学物質が生態系機能に与える影響に関係することが示唆された。

P2-216

固定堰が上流の水生物群集の生息場構造に与える影響

* 石田裕子, 壺林裕士, 津本裕也, 松村勇希, 三雲唱平(摂南大学理工学部), 片野泉(University Oldenburg), 石塚正秀(香川大学工学部)

本調査地である紀の川には、取水堰が複数設置されている。その一つである岩出井堰は農業用水取水のため、灌漑期と非灌漑期で人為的な水位変動が大きい。本研究では、岩出井堰が水生生物の群集構造・生息場構造に与える影響を明らかにした。

調査は、灌漑期のみ湛水域を形成し堰による湛水影響を受ける堰上流、堰の影響を常時受けている堰下流、堰の影響を全く受けない支川の貴志川中流の3地点を選定し、最も河床・水理変動の影響を受けやすい早瀬とわんどで行った。灌漑期・非灌漑期の水位変動および季節変化を考慮し、非灌漑期の2009年3月、5月、灌漑期の8月、非灌漑期の11月、2010年1月を調査期間とした。環境の調査項目として、水深、流速、水温、底質、水質を測定した。生物の調査項目として、魚類および底生生物を対象とし定量採集を行った。

環境調査の結果から、下流の早瀬では灌漑期に水位・流速ともに減少していた。この地点は粗粒化の傾向が見られた。しかし、環境要因と生物要因を考慮したRDAの結果、下流は調査時期による違いは見られず、早瀬とわんどに分類され、早瀬では比較的多様な生物が生息していた。一方、上流の早瀬は、調査時期によって異なる結果を示した。11月と1月には下流や支川の早瀬と同様の傾向を示したが、5月と8月にはわんどと似た環境を示した。これは6月からの灌漑のために、5月からすでに湛水を開始しており、この地点まで背水域となっていたためと考えられる。上流では、調査時期に関わらず、ユスリカ類が多く生息していた。また、流れの緩やかなところを好むキイロカワカゲロウが多く採集されたことから、比較的止水環境になっていると考えられる。最も生物多様性の高かったのは支川であり、堰の影響を受けず多様な底質や流れの環境があったためと考えられる。

P2-218

地表性甲虫を用いた森林環境の評価—種組成と優占種現存量を用いた北海道の低地二次林の評価—

* 渡辺展之, 渡辺修(さっぽろ自然調査館), 堀繁久(北海道開拓記念館), 柳澤暁(環境省釧路環境事務所)

飛翔能力の低いオサムシ科甲虫群集は、これまでも環境指標として用いられており、自然再生事業において森林の再生状況を動物群集の面から把握する上でも有効となりうる。そこで道内2地域の周辺環境が異なる孤立林と丘陵林の広葉樹二次林において、オサムシ科甲虫を用いて、森林環境の評価法について検討した。孤立林では、0.1~約1700haまでの異なる森林面積を持つ林分17箇所を対象とした。丘陵林は連続して森林が分布する場所で、0~80年までの林齢の異なる林分がパッチ状に分布する17箇所の林分を対象とした。初夏と夏の2回、ビットフォールトラップを用いてオサムシ科甲虫の調査を行ない、種や種群ごとに個体数を求め、現存量についても算出した。また、各調査地の森林の環境変数として、孤立林では森林面積・胸高断面積合計、丘陵林では胸高断面積合計・樹齢・ササ類被度・自然林率(半径100m内の自然林の割合)を用いた。

全体で62種が出現し、孤立林は49種、丘陵林は36種だった。生息環境タイプは森林性が20種、草地性が31種、湿地性が11種だった。孤立林と丘陵林の共通種は26種で、うち森林性は14種だった。森林性のオサムシ科甲虫について、種数、個体数、現存量と森林環境変数との関係を検討した。孤立林では、種数・個体数・現存量のいずれも、森林面積と相関のある種や種群が多く見られた。一方、丘陵林では、種数や個体数とはほとんど相関は見られず、優占種の現存量で胸高断面積合計・樹齢・自然林率と相関が見られた。孤立林では周囲から侵入できないため、絶滅しやすい種数に反映されやすいが、丘陵林では周辺からの侵入が可能で種数へ影響は小さく、優占種現存量での評価が適切と考えられた。

P2-219

水系網における水生昆虫のメタ群集構造

*大平充, 千賀裕太郎(東京農工大院・連農)

生態群集の空間的広がり構造, その形成プロセスに関する研究が近年盛んに行われている。局所群集はその空間的配置や環境の異質性の状況により, 周辺からの移入のような地域のプロセスや局所的な環境条件のような局所のプロセスの種多様性や種組成に対する影響の大きさが変化することが知られている。

河川は上流ほど枝分かれし, 下流ほど収束するという樹状の生息地が形成される。このような生息地において, 水生昆虫全体では上流では局所のプロセスが, 下流では地域のプロセスの影響が大きいが指摘されている。しかし, 河川は上流-下流で生息地の形状が異なるだけでなく, 生産性の偏りも同時に生じる。一次消費者の水生昆虫にとって上流ではリターが, 下流では付着藻類が主要な餌資源となる。このような資源分布によって, 資源の質や利用様式が異なる摂食機能群のメタ群集構造は異なっていることが予想される。

そこで本研究では, 水系網における摂食機能群別のメタ群集構造の違いを明らかにすることを目的とした。調査は関東平野南部を流れる多摩川中流域の支流から本流において行った。種多様性の分布パターンと調査地点間の距離と種組成の類似度の関係, 局所のプロセスと地域のプロセスの相対的重要性についてのの上流-下流の変異性を摂食機能群別に比較し, 異なるメタ群集構造が生じるか検討した。

P2-221

林床へのリター供給量変化に対する土壌動物群集の反応

*南波興之, 丹羽滋, 日浦勉

地球温暖化による森林生態系への様々な影響の一つに植物の生産性への影響が挙げられ, 空気中の二酸化炭素濃度や気温の上昇により, 植物の生産量が増加することが予測されている。植物の生産が増加すると林床へのリター供給の増加につながる。リターは林床に生息する土壌動物群集にとって餌資源であると同時に住処となっている。そのため, 林床へのリター供給が上昇は, 栄養源と住処の両方の側面から土壌動物群集へ影響を与えることが予測される。しかし, 温暖化におけるリターを介しての土壌動物群集への影響は, ほとんど検証されてこなかった。そこで地球温暖化により地表へのリターの供給量が増加することを想定し, それに対する土壌動物群集の反応を検証するため, 北海道大学苫小牧研究林に一辺10mの三角形の調査区を設け, トタン板で区切った閉鎖区と開放区を9プロット設置した。その中でリター倍加区, リター遮断区, コントロール区にわけ, それぞれ3セットずつ(合計18プロット)設置した野外操作実験区を設定した。リターの操作は, 2009年の秋期に遮断区のリターを倍加区に移動させ, 翌年の土壌動物のリターの量に対する土壌動物群集の反応を検証した。6月, 7月, 9月にピットフォールトラップによる地表徘徊性昆虫類の調査, 7月, 9月に25cm枠を用い大型土壌動物相の調査などの土壌動物の生息調査をおこない土壌動物の生息数の評価をした。結果, 開放区ではリター操作による違いは見られなかったが, 閉鎖区において翌年にゴミムシやシデムシがリターの増加に応じて個体数が増加する傾向が現れた一方で, 他の分類群では, 一定の傾向がみられなかった。そのため, 分類群によりリターの増減に対する反応が異なることが考えられた。

P2-220

河川底生動物の摂食速度-機能群、温度、サイズとの関係-

*小林草平・赤松史一・矢島良紀・中西哲・三輪準二(土研)・天野邦彦(国総研)

河川生態系において水生昆虫を主とする底生動物は, 水中有機物, 付着藻類や微生物の摂食を通して, 生態系の栄養塩や有機物の動態に関わっており, 底生動物の存在によって河川水の栄養塩や有機物濃度が大きく変わる事例も知られている。どのような状況で底生動物が栄養塩や有機物に大きく作用するかを理解していく上で, 底生動物の摂食速度の一般的な大きさ, その変動要因を知ることは重要である。そこで本研究では河川底生動物の摂食に関する既存研究を収集し, 摂食速度について, 摂食機能群との関係, 体サイズとの関係, 水温との関係を整理した。

個体重量あたりの摂食速度を求めている国内2件, 国外53件の既存研究を集めることができ, 対象はカゲロウ目, トンボ目, カワゲラ目, トビケラ目, ハエ目, ヨコエビ類等多岐に渡っていた。摂食速度(体重%/1日)は1-400%まで様々な事例が見られたが, 摂食機能群に分類すると, 濾過食者や堆積物食者が最も大きく, 次いで藻類食者や落葉食者, 捕食者が最も小さい傾向にあった。一方で, 摂食速度の大きいものほど消化効率は小さい傾向にあった。このことは食物の質の観点から考えると, 質の悪い食物を食べる底生動物ほど摂食量を高めて必要な栄養量を頑張って確保している状況が伺える。捕食者を除くグループでは, 個体重と摂食速度には明瞭な関係があり, 小さい個体ほど摂食速度は大きかった。河床面積あたりの底生動物が同じ現存量であったとしても, より小さい個体によって構成されているほど面積あたりの底生動物による摂食量が多いことを意味している。また, 摂食速度の水温の間にも関係があり, 0-20℃の範囲では温度とともに摂食速度は大きくなり, 20℃以上では大きな変化は見られなかった。群集の摂食機能群やサイズ構成, また水温から, 河床面積あたりの底生動物による潜在的な摂食速度を推定することが可能であると考えられる。

P2-222

水生昆虫の生息場環境としての河床礫の質的特徴

*矢島良紀, 小林草平, 赤松史一, 三輪準二(土研)

河床を構成する砂や礫は水生生物の生息場であるが, これらは河川内での砂利採取等により直接的に失われるほか, ダムや砂防工事により土砂の流送が減少すると, 下流で河床の粗粒化が生じ, そこでの水生生物の種構成が単純化すること等が指摘されている。

そのため, 土砂還元等の対策も行われているが, これらは土砂の総量や粒径に関する検討はなされているものの, 礫の形状や表面粗さ, 含有鉱物といった岩石の質的な面についての議論はまだ十分とはいえず, 水生生物との関係については, 未解明部分が多い。

礫の表面粗さは岩石種によって異なり, 一般に微細な粘土鉱物から構成される泥岩は滑らかな表面を持つ一方, 比較的大きな鉱物の結晶からなる花崗岩や, 火山活動によって噴出する発泡性のスコリア, 岩片の集合である礫岩等は, 粗い表面を有することが多い。

筆者らは, 礫の表面粗さとそれを利用する水生昆虫の生物量との関係について, 調査を行っている。2009年5月に愛知県豊川の中〜下流の瀬2地点において採取した33個の河床礫と各礫に付着していた水生昆虫を用いて分析を行った。水生昆虫は同定後, 個体毎に乾重量を測定し, 礫は岩石種判定, XRDによる鉱物分析をおこなった上で, 表面をレーザー変位計によって測定し, 得られた形状データを粗さ指標 Z2 に変換し, 定量化した。

Z2 という粗さ指標を用いた結果, 岩石種と表面粗さの関係を定量的に示すことが可能となった。礫と水生昆虫の関係については, 匍匐性のヒラドロマシは滑らかな礫に有意に多く, 固着性のガガンボは粗い礫に多い等, いくつかの種における特徴を把握することができた。また, 個体の乾重量が0.1mg未満の小型昆虫は小さな礫に多く, 10mg以上の大型昆虫は大きな礫により多く生息する等, 昆虫の体サイズと礫の粒径の関係についても一定の傾向が見られた。

P2-223

霧ヶ峰高原における外来植物ヒメジョオン類およびマツヨイグサ類、ヒメスイバの分布状況と立地環境条件との関係

* 渡邊良祐, 大窪久美子, 大石善隆 (信州大・農)

霧ヶ峰高原では1970年代から外来植物の侵入・定着が確認されており、在来生態系や景観への影響が問題とされている。玉垣ら(2009)の調査によって、ヒメジョオン類およびマツヨイグサ類、イタチハギの分布と、標高や車道との距離など立地環境条件との関連が明らかになった。しかし調査地点が半径5mと大きく、より詳細な立地環境との関連を解明するには、より小さなスケールの調査枠を用いたさらなる調査が必要だと指摘された。そこで本研究では、2010年夏季に同地域において外来植物の分布調査を1㎡という小スケールの調査面積で行い、より詳細な立地環境条件との関連を明らかにすることを目的とした。

分布調査は強清水や沢渡等の6地域で実施した。各調査区域は500m×500mとして、地図上で50m毎にメッシュを作成し、その交点を中心とした1m×1mの調査地点を設定し、計726点で、外来植物の優占度を測定した。また同時に立地環境(在来上位3種の優占度・土壌硬度・裸地面積・攪乱率・車道との距離・登山道との距離)を記録した。また、同地点(726地点)と任意に選んだ外来植物の優占度の高い地点(59地点)のうち143地点(約18%)で土壌含水率と積算日射量を測定した。

ヒメジョオン類は全体の約18%(133地点)、マツヨイグサ類は約13%(96地点)、ヒメスイバは約3%(25地点)で出現した。区域別ではヒメジョオン類の約38%(51地点)は強清水1、約24%(32地点)は沢渡で、マツヨイグサ類の約40%(38地点)は強清水1、約23%(22地点)は池のくるみで、ヒメスイバはほとんど池のくるみで出現した。立地条件としては、標高が1750m以上の地点ではヒメジョオン類とマツヨイグサ類の出現頻度は低かった。発表では裸地面積や土壌硬度、車道・登山道との距離等の攪乱との関係を考察する。

P2-225

霧ヶ峰高原における外来植物定着群落への抑制処理に関する研究

* 日隈慶子, 大窪久美子, 大石善隆, 玉垣政博 (信州大・農)

霧ヶ峰は採草地として利用されていた半自然草原が分布し、多くの草原性草本植物の生育地として生物多様性を維持してきた。しかし1960年代からの生産活動の変化による草原の減少、変質や、開発による外来植物の侵入、定着により、在来植生に影響を与えている。そこで本研究では霧ヶ峰における外来植物の侵入、定着を抑制し、在来植生を復元する目的で、2008年9月から刈り取りおよび播種実験を実施してきた。今回は刈り取り1年目について発表した(大窪・玉垣, 2010)が、今回は2年経過後の結果および新規設定した抜き取り処理の結果についても考察することを目的とした。

霧ヶ峰の中でも特にヒメジョオン類やマツヨイグサ類の優占が著しい強清水(標高1680m)において実験を2008年9月から開始し、現在も継続中である。駆除実験の処理区には刈り取りの有無、刈り取り回数(1回(秋季のみ)、2回(秋季、翌年夏季))、抜き取りの有無、在来種の播種の有無を設定した。刈り取り処理はヒメジョオン類(ヘラバヒメジョオン)とマツヨイグサ類のみ行い、8実験処理区を設置し、反復数は3とした。各プロットは2m×2mとし、中心の1m×1mで群落調査を行った。同時に立地環境条件を把握するため、相対光子密度と土壌含水率を、どちらも各プロット5点で測定し平均値を求めた。刈り取りは植物体の地際から剪定鋏で丁寧に刈り取った。抜き取りは他の植物を傷つけないよう注意しながら根ごと抜き取った。刈り取られた植物体は研究室に持ち帰った後、乾燥機で処理し、後日、乾燥重量を測定した。刈り取り実験の結果、両者とも年2回の刈り取り処理で減少するが刈り取り後の再生、埋土種子の存在などから継続的に群落を管理し、観察する必要性が示唆された。発表ではさらに今年度から抜き取り処理の途中経過についても報告する。

P2-224

甲府盆地におけるニワウルシ群落の消長

* 中馬美咲, 齋藤陽子, 井出雄二 (東大院・農)

ニワウルシは、中国原産の樹木であり、繁殖力の高さから各地で分布が拡大しており、林床植物の減少を招くと懸念されている。本種の分布を許す要因の把握はその防止に重要である。本研究では、ニワウルシ群落の消長と群落周辺の土地利用の変化との関係を検討した。また、群落の成立年代から経過年による種組成の変化を推定することで群落の将来を予測した。調査地は、甲府盆地の分布が集中している6km×5kmの地域に定めた。1960年代、1970年代、1990年代、2000年代の空中写真を用い、群落の分布場所や面積を判別した。判別された群落のうち現存するものは現地調査を行い、群落を代表する2~4か所に5m×5mの調査区を設け、群落の樹高1.3m以上の全樹木を対象に胸高直径と樹高を、高さ1.3m以下を対象に種ごとの被度と群度を測定した。周辺の土地利用の変化は、各年代の土地利用図や郷土誌等によって明らかにした。

判別された群落数は、1960年代7、1970年代11、1990年代27、2000年代85、現在86と増加した。しかし、1970年~1990年に5、1990年~2000年に4消滅した。土地利用は、1943年以降養蚕業の衰退とともに桑畑から放置地や果樹園に変化した。1980年代には中央自動車道や競技場の建設、1990年代まで行われた道路整備により大規模な変化があった。消滅群落や2000年代に急増した群落の多くは、1980年代以降に土地利用が大きく変化した場所に成立していた。群落のうち約89%は成立当初から面積が変化せず、周辺環境も大きく変化していなかった。以上から本種は人為が加わった光条件のよい場所に群落が成立しやすい一方、隣接環境への拡大は何らかの攪乱が生じない限り困難であると考えられた。また、群落の経過年と種組成の分化に明確な変化傾向はみられず、一旦成立した群落の構造が長期にわたって維持されると予測される。

P2-226

異なる環境下でのニワウルシ動態比較

* 永井牧子, 大貫真孝, 本田結実, 竹内野衣, 桜井尚武 (日大生物資源)

はじめに

ニワウルシ(*Ailanthus altissima*)は外来植物の一つであるが、日本ではあまり問題視されていないように思われる。しかし、この種はどのような土地でも生育し、成長も早い。株萌芽、根萌芽を盛んにし、種子も沢山付ける。このことから、今後日本でも分布を拡大していくおそれがあると考えられる。私は特に、株萌芽個体、根萌芽個体、実生個体の発生由来別特性に着目して調査を行った。この調査によってニワウルシの更新特性を明らかにするとともに、異なる場所での比較を行って、環境の違いによる動態比較を行う。これらの結果から、日本におけるニワウルシの拡大更新様式を検討したい。

方法

2008年4月、日本大学藤沢演習林において、株当たりのニワウルシ萌芽枝群を囲むように45m×35mの調査枠を、2010年5月1日、東京大学田無試験地において、同様に20m×45mの調査枠を設置した。さらにそれぞれの調査地において、調査枠内を5m×5mの格子状に細分し、各格子内に1m×2mのサブコドラートを1つずつ設置した。2010年5月1日~2010年10月22日の間、それぞれの調査地において毎週1回、新規個体発生・枯死調査を行い、一週間おきに生存個体の樹高を計測した。

結果

どちらの調査地においても、根萌芽個体は初夏と秋の2回、実生個体は初夏に1回の発生ピークがありほぼ同時期に見られた。また、実生個体は10月初めまでに調査区内のすべての個体が枯死したが、根萌芽個体は調査終了時まで生存している個体もあった。成長量に関しては根萌芽個体・株萌芽個体の方が大きく、実生個体はあまり旺盛な成長を示さなかった。以上のことから、株や根からの萌芽個体の繁殖力が強いという傾向が見られたものの、実生による分布拡大についての知見は得られなかった。

P2-227

札幌市茨戸川支流におけるアメリカザリガニの分布及び越冬要因の推定

* 石山ちえみ (酪農学園大・環境), 吉田剛司 (酪農学園大・環境)

アメリカザリガニ (*Procambarus clarkii*) は寒冷な気候に順応できないため北海道においては温泉排水が流入する一部の河川のみで定着が可能とされていた。しかし近年、札幌周辺の下水処理水が導水されている河川でも定着が確認されており、越冬を可能とする要因として冬期でも水温が高く保たれる下水処理水の導水が考えられる。下水処理場は道内各地に点在しているため、今後も本種の分布域の拡大が予測される。そこで本研究では、札幌市茨戸川支流をモデルとしアメリカザリガニの越冬要因を推定した。

2009年夏期より茨戸川周辺の11河川に71個のカゴ罠捕獲による分布域調査を開始した。更に越冬要因を推定するため、本研究では冬期に渇水しない8河川に11月から2月に49個のカゴ罠を設置し、アメリカザリガニが冬期も活動状態にあるかを調査した。残り3河川(冬期に渇水する河川)では棲管の形成について観察し、泥温、間隙水位を測定した。結果として、8河川のうち下水処理水が導水されている河川においてはアメリカザリガニが冬期も活動状態にあることが確認できたが、下水処理水を導水していない河川ではアメリカザリガニの生息が確認できなかった。冬期に渇水する河川でも本州の越冬時と同様に地下水水面まで棲管を形成している個体が確認された。

P2-229

鎌倉市神戸川におけるコモチカワツボと在来カワニナの安定同位体比による食性比較

* 櫻井 龍太, 馬谷原 武之, 河野 英一 (日大・院・生物環境) 對馬 考治, (日大・生物環境工)

近年、外来貝類が在来貝類の生息地で大量繁殖している。しかし、外来淡水巻貝の摂食が在来淡水巻貝等の生育へ与える影響については、十分に解明されていない。淡水巻貝は、歯舌によって剥ぎ取れる付着物を摂食し、生育していると考えられているが、巻貝の胃内容物による食性解析は困難である。

本研究では、在来カワニナの一種 (*Semisulcospira* sp) と外来種コモチカワツボ (*Potamopyrgus antipodarum*) の窒素・炭素安定同位体比から両者の食性を検証し、比較した。調査地は神奈川県鎌倉市とし、上流部に緑地保全区がある二俣川支流と周囲に市街地がある神戸川を中心にカワニナ・コモチカワツボ等の巻貝、それらを利用するホタル、他生物・河床の付着物・河川水のサンプリングを毎月行った。

結果、各調査地点の毎月の水質はほとんど変動がなかった。窒素・炭素安定同位体比は、二俣川上流部と二俣川下流部・神戸川のカワニナ属に有意な差異が認められ、同一地点で両者の混在する二俣川下流部・神戸川のカワニナ属稚貝(殻高:2mm~10mm)とコモチカワツボも有意な差異があることから、カワニナ属とコモチカワツボの食性は異なると推測された。また、炭素安定同位体比から二俣川上流部のカワニナ属は落葉などの陸起源有機物を主食とし、窒素・炭素安定同位体比から二俣川下流部・神戸川のカワニナ属は河床中のデトリタス・藻類を主食と推測した。同様に、窒素・炭素安定同位体比から、コモチカワツボは河床中の底生微細藻類を主食していると推測した。

これらのことから、カワニナ属とコモチカワツボは付着物を主食とする食性があり、付着物中の藻類をめぐる資源消費型競争の可能性が有る。今後、カワニナ属とコモチカワツボの年間の食性変化を明確にした上で、カワニナ・コモチカワツボと利用生物間の関係を明確にする。

P2-228

アルゼンチンアリの密度は原産地では低かった！コロニー構造との相関について

* 坂本 洋典 (北大), 砂村 栄力 (東大), 西末 浩司 (東大), 東 正剛 (北大)

一般に、外来生物の密度は侵入地より原産地で高くなると考えられている。南米原産の侵略的外来アリ、アルゼンチンアリ *Linepithema humile* は、世界各地の侵入地において在来アリを駆逐し、生態系に負の影響を及ぼすことが重大な問題となっている。在来アリ駆逐の機構として、多女王性のアルゼンチンアリは在来アリより繁殖力が高く、高密度になることから、資源競争に勝つと考えられる。また侵入地ではアルゼンチンアリは巨大なスーパーコロニーを形成し、種内でのなわばり争いが存在しないことも密度を高める要因と考えられる。他方、先行研究では、原産地と侵入地間に密度の有意な違いは認められなかった。しかし、同研究はアルゼンチンアリの繁殖期前の調査であり、個体数の変動を考慮すると、最盛期では有意な差が見られる可能性がある。そこで我々は、原産地(アルゼンチン北部)で2010年3月、侵入地(日本)で同9月の密度最盛期に各4地域でアルゼンチンアリの密度を調査した。密度の指標として、餌に動員される働きアリの個体数と、行列の定点を30秒間に歩く働きアリの個体数を用いた。どちらの指標でも、侵入地における個体数は原産地に比べ有意に多かった。侵入地および原産地のコロニー構造を、敵対性試験を用いて調べると、原産地の殆どの調査地に複数のSCが観察されたのに対し、侵入地では単一のSCのみしか見出されなかった。さらに、原産地ではベイトに *Solenopsis*, *Acromyrmex*, *Wasmannia* などの競合アリ種が集まり、種間競争が示唆されたのに対して、侵入地ではアルゼンチンアリと資源競争を行う可能性があるアリは観察されなかった。これらの結果から、餌などの資源をめぐる種内競争および種間競争によって、原産地のアルゼンチンアリ密度は抑制されていると示唆された。

P2-230

多摩川堤防におけるギシギシ属の分布特性

* 安東聡一郎 (明治大・農), 倉本宣 (明治大・農)

P2-231

札幌市近郊に定着した国内外来種トノサマガエルの捕食による湿地生態系への影響

* 更科美帆 (酪農学園大・環境), 吉田剛司 (酪農学園大・環境)

トノサマガエル (*Rana nigromaculata*) は1990年代に学校教材として北海道に持ち込まれた国内外来種であり、札幌市、恵庭市、江別市、北広島市、南幌町で生息が確認されている。本種は在来種に対しニッチの競争の他、捕食により直接的影響を与えることが示唆されている。本研究では、2008年から札幌市清田区に位置する平岡公園で本種の捕食による影響の把握を目的として、トノサマガエルの食性調査を実施した。

2008年の調査の結果では、捕獲した324個体のうち空胃個体を除く130個体の胃内容物から739個体の餌動物が検出された。更にトノサマガエルの餌資源のモニタリングとデータの蓄積を目的とし、2010年にも同様の調査を実施した。その結果、捕獲した305個体のうち空胃個体を除く290個体の胃内容物から3,746個体の餌動物が検出された。餌動物の大部分は節足動物(88.8%)であり、昆虫綱、ヤスデ綱、ムカデ綱、クモ綱、甲殻綱を含んでいた。最も多く捕食されていたのは昆虫綱で餌動物総数の75.4%を占め、次いで腹足綱(10.0%)、クモ綱(9.5%)が多かった。餌動物の中からは北海道のレッドリストで希少種に指定されているオオコオイムシ、環境省のレッドリストで準絶滅危惧種に指定されているゲンゴロウの幼虫やモノアラガイなども検出された。またエゾアカガエルの幼体やニホンカナヘビの成体も検出された。

本研究において、トノサマガエルは5門11綱25目という幅広い動物を餌資源としていることが明らかとなった。北海道には湿地生態系が多く、本種の分布拡大は生態系への強い影響を与える可能性がある。今後、本種の分布拡大を防止するための効果的な防除方法の検討が求められる。

P2-233

オオカナダモとクロモの排他的分布の原因；アメリカザリガニが引き起こす見かけ上の競争の可能性

* 久保優, 照井慧, 西廣淳, 鷺谷いづみ (東大院・農)

沈水植物は、淡水域における主要な一次生産者であるとともに、魚類・水生昆虫などに生息環境を提供する機能を持つ。しかし近年では、日本各地の河川・湖沼や農業水域における環境変化や侵略的外来生物の影響によりその衰退が著しく、日本産水生植物の約25%が絶滅危惧種になっている。現在、在来沈水植物群落の保全と再生は、淡水生態系ネットワークの回復にとって喫緊の課題となっている。本研究では、自然再生事業が予定されている福井県三方湖流域の水田水路において、沈水植物の分布に影響する生物的・非生物的要因を解析した。調査は59地点で2010年7、9月に実施し、各調査地点で沈水植物の種・被度、動物相(甲殻類、両生類、魚類)、水路の物理構造、水質因子を測定した。

調査地で優占する沈水植物は、同科で外部形態・生育様式は類似するが、生活上の顕著な差異を示すオオカナダモ(外来種、24地点で出現)とクロモ(在来種、22地点で出現)であった。2種が同所的に出現したのは4地点のみで、排他的な分布を示した。外来植食者であるアメリカザリガニの分布地点では、クロモの被度は有意に低く(Mann-WhitneyのU検定, $p < 0.05$)、逆にオオカナダモの被度は有意に高かった。クロモの生育期がアメリカザリガニの活動も活発な夏期であるのに対し、オオカナダモは常緑で11月頃に最大現存量を示す長い生育期を持つとともに、切れ藻からの再生能力が高いことがアメリカザリガニに対する正反対の反応を介して、見かけ上の競争排除を生じさせている可能性があると推測される。

P2-232

外来巻貝コモチカワツボがヘイケボタルの生存に及ぼす影響に関する研究

安達翔平* (農工大院・農), 千賀裕太郎 (農工大), 綾部斗清, 山岡誠, 阿部宣男 (ホタル飼育施設)

外来種が在来生態系に与える影響を把握するためには、調査研究による外来種自体の生態及び在来生物に与える影響を検証する事が重要である。外来種の一つとして、コモチカワツボという、カワニナの稚貝に酷似したニュージーランド産小型巻貝がいる。本種は爆発的繁殖力を有しており、繁殖地における在来種への影響が懸念される。さらに、発光水生ホタルが本種を捕食できるため、ホタル保護を目的に餌として本種が放流されるケースがある。本種は、在来種カワニナに比べミネラルなどの栄養分が少ないため、餌資源としての価値が低いと言われている。ミネラルはホタルの成長だけでなく、繁殖に必要な発光能力獲得のためにも重要である。そのため、本種を捕食した発光水生ホタルへの生態学的影響が懸念されるが、未だ検証されていない。

本研究では、コモチカワツボを捕食した場合のヘイケボタルの生存に及ぼす影響を、カワニナを捕食した場合と比較検証する事を目的とした。手法は室内飼育実験形式で、コモチカワツボとカワニナの2通りを餌としてヘイケボタルを飼育した場合の、ヘイケボタルの生存率と成長、発光輝度を検証し比較していく。本発表では、ヘイケボタルが未だ幼虫までしか成長していない為、幼虫段階の生存率と成長の比較検証のみの報告とする。

P2-234

洪水攪乱によって形成された裸地における外来種ニワウルシの定着

* 荒井裕二, 鈴木千晴, 米林 伸 (立正大・地球環境)

ニワウルシ(シンジュ)はニガキ科の落葉高木で、中国原産の外来種である。侵略的外来種ハリエンジュ同様、河川敷において実生から成木まで見られることから、自然状態で分布を拡大していると考えられる。本研究では、ハリエンジュや洪水攪乱に依存する在来種との競争に注目し、洪水攪乱によって形成された裸地における木本種の実生の侵入と生残過程を調べた。

荒川中流域に位置する、埼玉県熊谷市荒川大麻生公園付近の、2007年9月の大規模な増水(最大水位5.65m)によって形成されたと思われる裸地を調査地とした。河道から直角方向に伸ばしたベルトトランセクト(10m×100m)には、2009年4月から2010年10月に、ニワウルシ、ハリエンジュ、ヌルデなど木本種5種の実生が出現した。全調査期間を通して、ニワウルシの実生は最も多く、河道から40~60m、比高が約2mの地点で生育密度が高かった。周囲の実生の年輪調査から、ニワウルシの実生は2007年の増水後に侵入したと考えられる。また、同じ裸地内の密度が最も多かった比高2mに対応する立地に、方形区(30m×20m)を設置し、2010年6月から12月に木本種の調査をした結果、全調査期間を通してニワウルシの実生が最も高い生育密度(0.22~0.30本/㎡)を示し、それに次ぐハリエンジュ(0.11~0.17本/㎡)に比べて2倍近く高密度であった。12月までの生残率はニワウルシが71.1%で最も高く、次いでハリエンジュが62.5%であった。ニワウルシの当年生実生が9月に5本出現したが、12月には消失していた。11月1日前後に発生した最大水位2.89mの増水による攪乱が原因と考えられる。この増水でも当年生以外の実生の多くは生き残り、密度も生残率も高かったことから、この場所はニワウルシ優占林となる可能性が示唆された。

P2-235

淀川水系におけるカワヒバリガイとその寄生虫の現状

*馬場孝・浦部美佐子(滋賀県立大・環境科学)

2000年以降、天ヶ瀬ダムより下流の宇治川・淀川本流で外来寄生虫(ナマズ腹口吸虫、尾崎腹口吸虫)による魚病が発生している。両種の第一中間宿主は特定外来生物のカワヒバリガイである。琵琶湖・淀川水系では、カワヒバリガイの生息密度は天ヶ瀬ダムとその下流の宇治川で最も多い(Magara et al., 2001)。ところが、本種は転石の下面などの立体的な底質を付着基盤とするため、その生息密度の正確な推定は困難である。そこで、本種の浮遊幼生に着目し、単位水容積当たりの個体数を調査した。調査は、2010年6月から、琵琶湖南湖(唐橋)、宇治川(宇治)、淀川(枚方)において行った。また、同年8月26日から先端10cmをほぐしたロープを天ヶ瀬ダムの発電所取水口および放水口に設置し、約2週間ごとにロープを回収して、定着したカワヒバリガイを計数した。

カワヒバリガイの浮遊幼生は、宇治川では9月9日に3116個体/m³の最大密度を記録し、その他の地点では、多くとも188個体/m³であった。このことから天ヶ瀬ダム付近でカワヒバリガイの生息数が大幅に上昇していることが示唆された。取水口での付着量のピークは、9月9～22日であったが(301個体/本)、放水口では8月26日～9月9日であり(2639個体/本)、9月9日～22日には減少した。このピークの時期の差は、9月16～17日に放流量が上昇したため、放水口では幼生が付着しにくくなったことによると考えられる。このことから大規模放流がカワヒバリガイの付着に負の影響を与えると示唆された。今後、相対的な生息量を他水域のそれと比較し、天ヶ瀬ダム付近でのカワヒバリガイの発生要因を解明する。

2010年7月に天ヶ瀬ダムの発電所取水口で得られたカワヒバリガイから尾崎腹口吸虫が発見された。このことから尾崎腹口吸虫が天ヶ瀬ダムより上流に分布拡大したことが明らかとなった。

P2-237

特定外来生物オオハングソウが林床植物の種組成と開花に及ぼす影響

青木克将, 酪農学園大学大学院, *, 吉田剛司, 酪農学園大・環境,

特定外来生物であるオオハングソウ(*Rudbeckia laciniata* L.)は、その侵入・繁茂が在来植物の生長を阻害すると示されている。しかし実際に、林床植物に対する影響の研究事例は少ない。そこで本研究は、フェノロジーに着目し、森林内に侵入したオオハングソウが林床植物の種組成と開花に及ぼす影響を明らかにする。

オオハングソウが植物の多様性に及ぼす影響を評価するため、植生調査とオオハングソウの生育規模を調べた。調査区は10m×20mを基本とし、無作為に10ヶ所を選定した。オオハングソウの生育規模は、調査区内を8ヶ所の方形区に分け、その各中心点1m×1m内のオオハングソウの量を数え、8ヶ所の合計を各調査区内の生育規模とした。その結果、1m²辺り0本～19本の値を示した。植生調査はオオハングソウの優占度に関わらず、調査区内の出現種を把握するため、調査区内に1m×1mのコドラートを無作為に5個設定し5月～9月まで月1回植生調査を実施した。その結果、オオハングソウの生育規模に関わらず、10ヶ所の調査区で確認された草本の多様性には、有意な関係は認められなかった。しかしフェノロジーに着目した結果、オオハングソウの生長が初期段階では、生育規模に関わらず、他種への開花に及ぼす影響は小さいことが示された。生育規模が1m²辺り19本の群落になった時、種組成に及ぼす影響は認められないが、生長が進むにつれて他種の開花に影響を示す結果となった。

オオハングソウが他種を排除する機構は、生育が進むことでオオハングソウより地上部の低い植物の光環境を悪化させることだと示唆される。

P2-236

洞爺湖における特定外来生物ウチダザリガニの効率的防除手法の検討

*戸崎良美(酪農学園大学大学院), 室田欣弘(UW クリーンレイク洞爺湖), 加藤康大(環境省), 吉田剛司(酪農学園大・環境)

洞爺湖では2005年にウチダザリガニ(*Pacifastacus leniusculus*)の侵入が確認され、2006年から防除活動が開始された。ウチダザリガニが侵入した水域では沈水植物の切断や成長阻害など様々な影響が報告されており、洞爺湖に生息する絶滅危惧ⅠB類のイトイバラモ(*Najas yezoensis*)やチトセバイカモ(*Ranunculus yezoensis*)、Ⅱ類のササエビモ(*Potamogeton gramineus* L.)などの希少水生植物への影響も懸念される。

駆除数は2005年の165匹から、2006年1,060匹、2007年8,761匹、2008年10,978匹、2009年43,705匹と推移し、2010年には100,110匹と増加し続けている。これは2009年度より壮瞥町、2010年度から壮瞥町・洞爺湖町の緊急雇用対策での防除活動によって捕獲圧が高まったことによる。しかし、現在の防除体制を継続することは困難であり今後の効果的な防除方法の確立が求められる。

2010年度では、高密度生息地域である温泉街約3kmを25mメッシュで区切り94地点でカゴ罟による捕獲を実施した。さらにリボンタグを用いた標識調査を実施し移動特性を追求した。5日間で約1kmの長距離を移動する個体や殆ど移動しない個体など個体差が顕著に表れた。

本研究では6年間の記録を集約し、個体の拡散や個体数の増加を抑制するための効果的防除手法について検討した。

P2-238

安定同位体を用いたコブハクチョウの人工給餌への依存度解明

*土屋結(筑波大・生命環境), 藤岡正博(筑波大・農技セ), 富田直樹, 新妻靖章(名城大・農)

日本に生息するコブハクチョウは、外来種であるにもかかわらず多くが人工給餌を受けており、それによって個体数の増加を招くことが懸念される。不定期に行われる人工給餌を量的に把握するのは難しいので、安定同位体比分析によるコブハクチョウの給餌への依存度解明を試みた。

調査は、コブハクチョウの産卵が始まる2010年3月から孵化が終わる同年6月末に行った。霞ヶ浦全域を隔週で回り、コブハクチョウの営巣場所、卵数、雛数を記録するとともに、潜在的な餌として野生植物4種(アシ、ガマ科、ウキヤガラ、マコモ)、各営巣場所に残っていた卵膜と卵殻、および羽毛を採取した。また、人工給餌物として、食パン、ふすま、中雛用の餌を用意し、これらの窒素と炭素に関して安定同位体比を分析した。

安定同位体比分析の結果、コブハクチョウの卵膜と潜在的な餌資源を比較すると、野生植物については $\delta^{15}\text{N}$ の差はおおむね1栄養段階分に相当するが、 $\delta^{13}\text{C}$ の差が著しく大きかった。また、各営巣地の野生植物の平均 $\delta^{15}\text{N}$ のばらつきが大きく、負の値を取ってしまうものから3栄養段階分に達してしまうものまでであった。一方、パンやふすまの間では $\delta^{13}\text{C}$ の差は小さかったので餌に占める割合は大きかったと推測されるものの、 $\delta^{15}\text{N}$ の差は栄養段階で3-4程度に相当するほど大きかった。つまり、霞ヶ浦で繁殖するコブハクチョウでは $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$ の双方とも既知の濃縮係数と同様な値をとるものがなかったため、人工給餌物への依存度を定量的には評価できなかった。しかし、今回サンプルとして用いた卵殻や卵膜、羽毛は捕獲や殺傷を要しないので、今後関連研究が増えることにより人工給餌への依存度等を解明する有力なツールになるであろう。

P2-239

トノサマガエルの侵入は地表徘徊性昆虫相に影響を与えるか？

*高井孝太郎, 坂本洋典, 東正剛(北大・環境科学)

外来種の侵入は、長い時間をかけて築き上げられた生物間の相互作用を非常に短い期間で破壊させ、その土地固有の生物多様性に深刻なダメージを与えることが世界各地で報告されている。外来種の大部分は国外から持ち込まれたものであるが、一方で自国内における人為的移入により、本来の分布域以外に侵入した外来種(国内外来種)も多く報告されている。交雑や病原体汚染、在来生態系への影響といった側面からは、国内外来種も大きな危険性を持つと考えられる反面、これら国内外来種がもたらす影響の調査・研究例は非常に乏しい。

トノサマガエルは本来、本州(仙台、関東平野を除く)、四国、九州に分布するが、1997年に本来の分布地ではない北海道への侵入が報告された。発表者は、2006年以降の調査によりその分布が拡大傾向にあることを明らかにした。侵入地において目視による個体数調査を行ったところ、高密度で観察出来た(1分あたり平均53.5匹)。発表者は侵入地である北広島市、および南幌町にて196個体のトノサマガエルを捕獲し、胃内内容を調査した。その結果、本種の主な餌構成は鱗翅目幼虫、鞘翅目、クモ類などの地表性無脊椎動物からなることを明らかにした。同様の食性を持つオオヒキガエルにおいて、外来種としての侵入地における土壌生態系への影響が明らかになっていることから、トノサマガエルの侵入が与える影響も注目される。

そこで我々は、トノサマガエルの密度にばらつきがある侵入地10地点及びその近隣の未侵入地5地点において、トノサマガエル密度を調査したのちにビットフォールトラップを各地点に5個ずつ設置し、地表性の無脊椎動物の種数および個体数、体サイズを調査した。本発表では、トラップから得られたデータとトノサマガエル密度との比較を行い、外来の捕食者の侵入が地表性の無脊椎動物相に与える影響について考察する。

P2-241

水際植物群集における両生外来植物のリスク評価

*柴宮朋和, 小池文人(横浜国大院・環境情報)

河川や湖沼の水際に生育する植物の中には、水中でも陸上でも生活できる種がいる。これらの植物は両生植物とよばれ、特定外来生物や要注意外来生物の中にも多くの両生植物が見られる。両生の外来植物はアクアリウムやビオトープで意図的に導入され、今後も被害が拡大する恐れがあるため、導入前のリスク評価が重要になる。本研究では、曖昧な区分である水際植物群集の優占種や種組成の把握を行い、優占・侵入する植物のパターンを生態特性によって明らかにすることを目的とした。

関東地方の中下流河川の水際でライントランセクトによる植生調査を行った。これをもとに種の水際への出現傾向を定量評価した。水際は水位変動が大きく、またひとつのラインに出現する水際種数は少ないため種が水際を好む程度を定量評価することは難しい。そこでひとつのラインの中での種の水際性を一対比較し、これをもとに全種の水際性を定量化した。ラインの中で一定の水際性の範囲の場所を水際エコトーンとし、これを出現種の組成でタイプ分けした結果、オランダガラシが主に生育する緩やかな流水辺タイプ、雑草種が主に生育する富栄養な都市タイプ、クサヨシやミゾソバが主に生育する過湿冠水タイプ、マコモやヨシが主に生育する止水タイプの4タイプに分けられた。主な種において生態特性を測定し、各タイプの水際エコトーンに出現して優占するための条件を解析した。

P2-240

IUCN ワースト 100 侵入種ランタナの分布拡大ー瀬戸内海沿岸域での野生化はすでにはじまっているー

*山本和司, 中坪孝之(広島大・院・生物圏)

ランタナ (*Lantana camara* L.) は南アメリカ原産のクマツヅラ科の低木であり、観賞用植物として世界中に広まった。しかし、現在では野外へ逸出したランタナによる生態系や酪農業への被害が深刻化している国もあり、IUCN が定める「世界の外来侵入種ワースト100」にも選出されている。日本での野生化は沖縄と小笠原で報告されているが、本土での越冬はまだ確認されていない。しかし、広島県の気温の上昇は日本の平均よりも高く、今後、ランタナの越冬が可能となり分布を拡大していく危険性がある。そこで、本研究では瀬戸内海沿岸域におけるランタナの野生化の状況と制限要因を明らかにすることを目的とした。

はじめに瀬戸内海沿岸域におけるランタナの分布を把握するため野外調査を行った。調査は広島県広島市から同県竹原市にかけての沿岸域とその周辺の島嶼部、さらに標高の高い内陸部で行った。調査ではランタナの分布を確認した地点をGPSで記録し、生息状況に応じ、「鉢植え」「地植え」「半野生」「野生」の4段階に分類した。

調査の結果、188か所でランタナの分布を確認したが、このうち41か所で半野生化し、37か所で野生化していた。また、内陸部ではランタナはほとんど確認されなかった。

この結果をもとにGISを用いて、半野生化および野生化が確認された地点の2010年1月の平均気温を調べた結果、すべての地点で5℃を超えており、内陸部では下回っていた。先行研究でランタナは冬の気温が5℃を下回ると越冬できないと報告されており、本研究の結果からも野生化の条件として必要である可能性が示唆される。また、野生化したランタナは市街地周辺でよく確認され、反対にランタナの植栽が少ない地域では確認されなかった。

以上の結果より瀬戸内海沿岸域ではランタナの野生化は可能であり、すでにはじまっていると考えられるが、人間の活動に大きく影響を受けていることが明らかとなった。

P2-242

ニセアカシア林の食物網特性の解明：ニセアカシアと在来種のパッチ間における地表及び土壌動物群集の比較

*津田大輝, 加賀谷隆(東大・農・森林動物), 宮下直, 田中明朗(東大・農・生物多様性), 皇瀬頼子(自然環境研究センター)

ニセアカシア *Robinia pseudoacacia* は、北米原産の外来マメ科高木であり、日本においては河畔域を中心に急速に分布を拡大している。これまで、ニセアカシアが河畔植物に及ぼす影響は理解が進んできたが、河畔の動物群集や食物網の構造や機能に及ぼす影響に関する理解は乏しい。ニセアカシアの管理を考えるには、ニセアカシア群落がどのような食物網特性を示すかを在来樹種群落と比較して把握する必要がある。ニセアカシア林は、特徴的な土壌の物理化学性を有すると考えられる。窒素固定を行うニセアカシアによる高窒素濃度のリターの産出は、林床土壌の肥沃化をもたらす可能性があるが、その一方でリター分解速度が大きくA₀層の発達を抑制されると考えられる。また、ニセアカシアの高いアレロパシー活性は下層植生の発達を妨げ、土壌の乾燥を生じる可能性がある。本研究では、河畔域の在来樹種群落内に単木的に侵入したニセアカシアが高木層として優占するパッチと、同群落内のエノキやクスギが高木層として優占するパッチを比較することで、ニセアカシア群落における地表及び土壌動物群集の構造的な特性を明らかにすることを目的とし、ビットフォールトラップを用いた採集調査を行った。合わせて植生と土壌の物理化学性について調査し、動物相との関係を検討した。ニセアカシアパッチでは、在来種パッチに比べ、秋に土壌中の炭素と窒素の含有率は有意に低く、夏から秋の林床リター層は有意に薄かった。また、土壌CN比、pH、含水率は、ニセアカシアパッチで低い傾向がみられた。ニセアカシアパッチでは、在来種パッチに比べ、春に腐食者が多く、夏に肉食者や雑食者が多かった。

P2-243

佐渡島の溜め池生態系における侵略的外来種ウシガエル *Rana catesbeiana* の影響

池上 沙樹 (新潟大, 自然科学), 布野 隆之, 関島 恒夫

生息地の破壊, 分断, 劣化は, 生物多様性の低下や様々な影響を与えると考えられていることから, 近年では, 世界中で生息地再生による絶滅危惧種の保全が実施されている。しかし, このような生息地再生が実施されて環境に外来種が侵入すると, 在来生態系および再生事業の効果に様々な影響を及ぼす可能性が高い。佐渡では, トキの野生復帰を目指し, 本種の採餌環境である水田や水路等において, 江やビオトープの創出, 環境保全型農業の推進等による採餌環境再生が行なわれている。一方で, これらの再生場所が侵略的外来種であるウシガエルにとっても好適な生息環境となり, ウシガエルの分布拡大に寄与している可能性がある。そこで本研究では, 佐渡に生息するウシガエルの分布拡大を抑制する知見を得ることを目的とし, 二つの評価を行なった。1つ目は, ウシガエルの食性を明らかにすると共に, 選好エサ種であるアメリカザリガニの存在がウシガエルの栄養状態に与える影響を評価した。2つ目は, ウシガエルの生息密度を規定する環境要因を明らかにした。

調査は2009年7月から11月にかけて佐渡島内の52ヶ所の溜め池で実施した。全調査期間で189頭のウシガエルが捕獲され, 胃内容から, 4門7綱27目26科35種の生物種が確認された。その中でも, アメリカザリガニの出現頻度が約48%と高く, 最も重要なエサ生物であることがわかった。また, アメリカザリガニが生息している溜め池で捕獲されたウシガエルは肝臓における脂肪の蓄積量が多い傾向が見られた。ウシガエルの生息密度を規定する要因を明らかにするため, ウシガエルの生息密度を目的変数として, また, 陸生及び水生のエサ生物の生息密度, 水質などの物理環境要因, 水路までの距離などの景観要因を説明変数とした一般化線形モデルを作成した。これらの結果を踏まえて, ウシガエルの分布拡大を抑制するために留意すべき点を考慮する。

P2-245

汽水性カニ類アリアケモドキ地域集団間における繁殖期の相違と遺伝的・形態的変異

川本真夕子 (奈良女子大学), *和田恵次 (奈良女子大学), 鎌田磨人 (徳島大学)

沿岸性のカニ類では, 種内で繁殖期が緯度により異なる例が知られている。それは, 繁殖期が温帯域の集団では温暖期にあるのに対し, 亜熱帯域の集団では寒冷期にあるという特徴である。日本の北海道から沖縄までの河川汽水域に限定的に分布するムツハリアケモドキ科のアリアケモドキ *Deiratonotus cristatus* では, 温帯域の和歌山県富田川と徳島県勝浦川の集団の間で, 繁殖期が前者では春から夏にあるのに対して, 後者では冬から春にあるという違いが見出された。一方亜熱帯域の奄美大島住用川の集団では, 徳島県と同じように冬期に繁殖期がくることが明らかとなった。即ち, アリアケモドキでは, 同じ温帯域でも, 亜熱帯域と同じように寒冷期に繁殖期をもつ集団と, 反対に温暖期に繁殖期をもつ集団が存在するという繁殖特性の種内変異が明らかとなった。

北海道から奄美大島までの13地域の本種集団について, mtDNAのCOI領域の変異を解析したところ, 和歌山県の集団は, 岩手県から高知県までの太平洋岸の集団で構成されるクレードに入り, 徳島県の集団は, 北海道から九州北西岸・瀬戸内海の集団で構成される別のクレードに入ること, そして奄美大島の集団は, 以上2つのクレードとは異なる第三のクレードを, 主として構成することが示された。遺伝的に大きく異なるこれら3つの地域集団は, 甲幅・甲長比, 甲幅・はさみ脚長比, 雄の第一復肢形状においても相違することが見出された。しかしこれらの形態形質は, 3つの地域集団を識別する標徴形質にはならず, 3クレード間の遺伝的距離の大きさにもかかわらず, これら3地域集団を別種として扱うことはできない。同じ温帯域で, かつ互いにわずか100 km程度しか離れていない和歌山と徳島の集団の間での繁殖特性の違いは, 種内の系統的な相違に基づいているものと理解できる。

P2-244

異なった環境要因で誘導されるよく似た表現型可塑性の進化

道前洋史 (北里大) *, 半杭淳一, 若原正巳 (天使大)

生物は異なった環境要因に対してよく似た表現型可塑性を示すことがある。例えば両生類幼生は, 捕食者の存在, 餌の種類や量, 水位, 水温など多様な環境要因の変化に対して, 幼生期間を伸ばしたり, 逆に縮めたりするような表現型可塑性を示す。このように外見上よく似た表現型可塑性を引き起こす多様な環境要因が報告されているにもかかわらず, その進化のメカニズムは分かっていない。

エゾサンショウウオ幼生は, 餌の種類や水位の変化に対して, 幼生期間の表現型可塑性を示す。水位の減少による幼生期間の短縮化は生息地の乾燥化による死亡を避けるためであると考えられている。また同種を餌とした場合(共食い)も幼生期間が短縮化されるが, これは餌不足の幼生期間を出来るだけ早く終わらせるための適応であると考えられている。この幼生期間に見られる表現型可塑性が, そもそもどの環境要因への適応として進化したのかが本研究で検討された。幼生期間の表現型可塑性の選択要因として生息地の乾燥頻度と生息地の共食い頻度が候補となったが, モデル選択により生息地の乾燥頻度だけが選択要因として選ばれた。つまり幼生期間の表現型可塑性は生息地の乾燥化への適応として進化したことが分かった。しかしエゾサンショウウオ幼生は水位の減少だけでなく, 共食いによっても幼生期間が短縮化される。おそらく初めに生息地の乾燥化への適応として進化した幼生期間の表現型可塑性の発生機構が, その後共食いによる幼生期間の表現型可塑性にも利用されてきたが, 生息地の共食い頻度は新たな選択要因としてまだ十分にこの表現型可塑性には働いていないと考えられる。

P2-246

ホソアシナガバチ *Parapolybia indica* の集団越冬

* 斎藤歩希, 川村緯気, 小島純一 (茨城大学理学部)

日本などの温帯域においてミツバチ以外の社会性蜂類では, 秋に羽化した新成虫のメス (Gyne = 次期女王候補) のみが母巢を離れ, 越冬場所に移動して春までを過ごす。スズメバチ類やマルハナバチ属とアシナガバチ属の一部は, メスが樹皮の下や朽木に穴を掘って潜り, 単独で越冬するが, アシナガバチ属の残りの一部とホソアシナガバチ属では, スズメバチの廃巢や主にカミキリムシの幼虫によって掘られた樹洞などに複数個体のメスが集まって越冬を行っていることが知られている。特にホソアシナガバチ属 *Parapolybia* では, 越冬集団が数千個体からなる大集団で形成されていることも報告されている。一般的に変温性の昆虫類の集団越冬は, 体温維持や捕食リスクの回避などのメリットによるものと考えられているが, 糸状菌などに感染した場合には感染拡大のリスクが生じることもある。しかしながら, 社会性蜂類において越冬生態に関する研究例は少なく, 越冬集団を形成する個体同士の血縁関係などについてもこれまで報告が無い。

さらに, 社会性蜂類のうちアシナガバチ亜科のチビアシナガバチ族4属は主に熱帯域を中心に分布しているが, そのなかでホソアシナガバチ属は唯一, 温帯域へも分布を広げている。よって, ホソアシナガバチ属における越冬様式を明らかにすることは, 本属が温帯域への分布拡大を遂げた過程を考察するうえで非常に重要である。そこでホソアシナガバチ属の分布域において最も北方の日本に生息しているムモンホソアシナガバチ *Parapolybia indica* について, 複数の地点で越冬集団の採集と観察を行い, 越冬場所や集団サイズと個体の行動を調査するとともに, 集団を形成する個体のカストや由来コロニーの推定を行い, 越冬集団がどのように形成されているのか考察した。

P2-247

リーフマイナーの潜葉場所と適応度との関係：葉裏への潜葉は寄生回避につながる？

*綾部慈子, 肘井直樹(名大・生命農・森林保護)

潜葉虫は、幼虫期に葉の内部に潜り込み、内部組織を摂食する(潜葉習性)。その摂食痕はマインと呼ばれ、視覚的に目立つ特性をもつ。潜葉習性の獲得により、紫外線や乾燥からの緩和、植物組織の効率的利用、捕食の回避といった利点を得た一方、マインの視覚的目立ちやすさは、産卵管をもつ寄生蜂を誘因し、高い寄生圧を招くという不利な点ももたらした(Connor & Taverner 1997)。

潜葉虫は、種分化の過程で葉表よりも葉裏への潜葉が広く進化しており(Reavey & Gaston 1991, Lopez-Vaamonde et al. 2003)、この理由として、葉裏のマインの方が視覚的に目立ちにくく、寄生回避しやすいことが一因ではないかと考えられている(Reavey & Gaston 1991)。潜葉場所の違いが寄生蜂との相互作用を通じて潜葉虫のパフォーマンスに影響を与えるか検証できれば、潜葉習性の発達・進化の解明において重要な手がかりを得られるであろう。

本研究では、常緑樹ネズミモチの葉表・裏を潜葉するホソガ科の *Phyllocnistis* sp. を用い、葉内の潜葉場所(表 vs 裏)と寄生率との関係を調査した。もし、葉表のマインが視覚的に目立ちやすく寄生を受けやすいならば、表マインの個体は裏マイン個体よりも高い寄生圧を受けるだろう。調査の結果、*Phyllocnistis* sp. の表・裏のマイン形成部位で寄生率を単純比較すると有意差はなかった。むしろ、表マインは、寄生蜂の積極的に探索のターゲットとされているわけではなく、同じ葉に同所的に存在する裏マインの存在によって、偶発的に寄生の対象となっている可能性が示唆された。これらの結果は予測を否定するものであり、その理由について考察する。

P2-249

木曾川一時水域における希少魚イタセンパラの繁殖生態と生活史

*北村淳一(三重県新博・自然共生研究セ), 佐川志朗, 永山滋也, 真田誠至, 宮下哲也, 上野公彦, 相川隆生, 久米学, 萱場祐一(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)

イタセンパラは、コイ科ナガゴビ科の純淡水魚類で生きた淡水二枚貝類の鰓内に卵を産み込むという特徴的な産卵様式を持っている。本種は、1974年に国の天然記念物に指定され、淀川水系、富山県水見市、濃尾平野の低平地を流れる河川やその一時水域で生息が確認されているが、生息環境の悪化により淀川水系では2006年から野生で生息が確認されていないなど極めて絶滅が危ぶまれている。木曾川では2007年に生息が再確認され、それ以降関係行政機関による保全活動が行われている。

本研究では、木曾川個体群を保全する上で基礎となる生活史の実態を明らかにする目的で、3つの水域において2009年4月から2010年2月にかけて野外調査を行った。本種は、4月に全長約1cmで貝から泳出し、岸際に群れていた。7月には体長が約3cm、8月に約4cmと成長し、9月には約5cmとなり、雌は体外に産卵管を伸ばし、雄は紫色の婚姻色を呈して成熟した。10月には、体長は約5cmのままであったが、完熟卵を保有する雌個体が採集された。11-12月になると採集される成魚の個体数は極めて少なくなった。1月と2月には、生息する二枚貝類の内、二枚貝類の生息密度の高い場所にある殻長36mmのドブガイ属貝類1個体と、殻長40-50mmの範囲のイシガイで、内鰓ではなく外鰓内のみで、卵黄を持つイタセンパラの仔魚が確認された。

木曾川のイタセンパラは、10月に二枚貝類の生息密度の高い場所にある小さめのドブガイ属貝類とイシガイに産卵する。貝の外鰓内で仔魚のまま越冬し、4月には貝から泳ぎ出て、岸際に群れる。その後9月までに体長約5cmに成長して、10月に産卵し、そのほとんどが死亡すると推測された。

P2-248

性選択的な漁獲下での可塑的な性転換による性比調節

*千葉晋(東農大・生産), 吉野健児(佐大・低治研セ), 金岩稔(東農大・生産), 五嶋聖治(北大院・水産)

漁業はしばしば漁獲対象となる動物の生活史を可塑的に変化させる。しかし、それらが常に適応的な変化、あるいは無視できる変化であるかどうかは、ほとんど議論されていない。本研究では、雄から雌へ性転換するエビを対象に、雌選択的な漁獲に起因した可塑的な性転換とその意義を調べた。調査した個体群では基本的に年齢構成が性比に反映されており、1才群の多くは雄で、2才群の多くは性転換後の雌であった。しかし、早く性転換する1才雌や性転換を延期する2才雄の出現によって、年齢組成の年変動に起因する性比の歪みが緩和されていた。この性比調節はエビによる年齢組成に応じた可塑的な性転換によることが、野外調査と室内実験によって証明された。この結果は、性配分理論の一部として古くから予測されてきた可塑的な性比調節を支持する最初の演繹的な事例である。ただし、可塑的な性転換には体サイズが制約となっており、1才個体が雌として十分な大きさでない場合は、雌の供給は不十分になることが示唆された。さらに、成熟期に調節された性比は、繁殖期直前に行われる大サイズ選択的な、すなわち雌選択的な漁獲によって雄バイアスに歪められており、可塑的な性比調節は十分でなくなるか、あるいはむしろ不適切になっていた。漁獲対象動物に限らず、野生生物資源の保全において、人間活動に起因した条件依存的な生活史変異を考えることは、我々が認識している以上に重要なことかもしれない。

P2-250

カヤネズミの越冬生態～個体群維持に関わる植生構造～

*黒江美紗子, 大堀聰(早大・自然環境調査室)

温帯から冷温帯に属する日本の野生動物は、冬季に死亡率がもつとも高くなるものが多い。この時期の死亡率は、その後に続く繁殖期の個体群サイズに大きく影響するため、越冬期の生息地選択を明らかにすることは個体群動態を理解する上で重要である。

カヤネズミは、繁殖に適した生息環境は明らかとなっているが、越冬に適した生息環境は明らかになっていない。本種は体サイズが小さいため、冬季に生じる餌資源の減少や外気温の低下が、個体の生残に大きく影響する可能性がある。秋に捕獲された個体の9割以上が春先には再捕獲されないという報告からも、冬季の死亡率は非常に高いことが予想される。越冬場所の選択により、個体の越冬成功率は大きく左右されるだろう。

カヤネズミの生息場所には、複数種の草本群落が存在し、冬季の餌資源量や温度環境は草本の種類や群落構造により異なる。本研究は、草本群落の種類や構造に着目し、カヤネズミの越冬場所および越冬成功率に関わる要因を明らかにすることを目的とする。調査は非繁殖期である12月末から3月の間に、植生の異なる生息地が点在する埼玉県狭山丘陵および千葉県九十九里平野で行った。越冬場所を特定するため、複数の草本群落を対象にトラップを用いた捕獲調査を行い、越冬成功率と環境要因との関係を明らかにするため、各群落の餌資源量と地表面温度の測定を行った。

その結果、カヤネズミは夏季繁殖期にはオギヤスキなどの高茎草本に営巣するが、越冬期にはサヤノカグサやチゴザサなどの低茎草本の群落に多く出現することが明らかとなった。これまでカヤネズミの営巣数は、営巣に適した草本群落の面積が重要であると考えられてきたが、夏季に営巣数の少ない低茎草本群落の存在が冬季の生残に関係し、それが繁殖個体群のサイズに影響していることが示された。

P2-251

水温の変動パターンが魚類の生理コストに与える影響について

* 山中裕樹 (龍谷大学・理工), 源利文, 高原輝彦, 川端善一郎 (地球研)

魚類は状況に応じた行動性体温調節によって自らのコンディションを維持しており、空腹時には代謝による損失量を減らすために平常時よりも低い温度を選択することや、成長段階によって選好温度が変わる事例が知られている。エネルギー的にみると生理的な活動余熱量が最大になるように温度を選ぶ行動を繰り返していると言える。

この行動性体温調節を制限されると温度順化コストの増大や、結果としての成長量の低下が起こる可能性がある。琵琶湖においては自然状態であれば日内水温変動幅が10℃以上あるごく浅い岸辺の水域から、ごくわずかの日内変化しか起こらない沖帯まで様々な温度環境が同時に存在しているが、浅い岸辺は埋め立て等によって人為的に改変されやすく、直接的な産卵場所の破壊に加えて選択可能温度幅の縮小による魚類のコンディションへの影響が懸念される。一方で、養殖場等の人工飼育環境では温度選択の余地が無いために経験する温度の大きな変動を避けられず、コンディションに影響すると考えられる。経験温度を自律的に選択できないことがどのように魚類の生理的なコンディションに影響するかを明らかにすることは沿岸部の生息場所の保全や養殖環境の向上に貴重な基礎情報を提供することにつながる。

本研究では様々なバターンの温度変化に伴う魚類の順化コストおよび成長量への影響を明らかにする第一歩として、温度変化の有無で比較を行った。今回はまずキンギョ (*Carassius auratus*) を用いて15-25℃の日内温度変化を与えた群と20℃で固定した群との間で、代謝量と体重の変化の違いを比較した。代謝量の指標としては酸素消費量を用いて評価した。

P2-253

造礁サンゴの生活史～群体形のの違いに着目した解析～

* 新垣誠司 (琉大・熱生研), 向草世香 (JST さきがけ・長大水産・琉大熱生研), 酒井一彦 (琉大・熱生研)

造礁サンゴ群集は、サンゴ礁生態系の中心的存在として、生物多様性の根幹をなしている。近年、その衰退が世界各地で報告されており、サンゴ群集の形成と維持に関わるメカニズムの解明は学術的にも社会的にも重要なテーマとなっている。そこで、本研究は造礁サンゴ群集の優占グループであるミドリイシ類 (*Acropora* 属) とその群体形状 (樹枝状、コリンボース、テーブル状) の違いに着目し、生活史特性を明らかにすることを目的とした。西表島の北側2地点 (ヒナイ、インダビシ) の水深約3mの平らなリーフ上に定点方形区 (5×5m) を設け、定期的に観察することで枠内に出現するサンゴ群体の変遷を追跡した。今回は、2004年から2008年まで1年ごとに撮影した画像を解析に用いた。なお、画像データから測定した群体の投影面積の変化量を成長量とし、生きたポリプの有無および群体の消失で群体の死亡を判断した。解析の結果、群体形状によって成長率と死亡率が異なり、両調査地点においてどの群体形にも成長率と死亡率に年変動が見られることがわかった。また、観察された年変動パターンと調査期間中に起こった白化や台風との関連から、群体形状によって環境変化から受ける影響が異なる可能性が示唆された。群体形状ごとに見られた生活史特性をもとに、造礁サンゴ群集のダイナミクスについて議論する。

P2-252

ウミネコにおける年齢と繁殖成功の関係

* 新妻靖章, 富田直樹, 風間健太郎 (名城大学農学部)

ウミネコにおける年齢と繁殖成功の関係

* 新妻靖章, 富田直樹, 風間健太郎 (名城大学農学部)

ウミネコは、日本列島の沿岸部を中心に繁殖するカモメ類であり、もっとも身近な海鳥である。これまで、ウミネコの生態についての研究は北海道天売島や利尻島の繁殖地にて実施され、クラッチ・サイズの制限要因、攻撃性といった行動の個体差、海洋環境の変動に対する繁殖応答機構などが明らかにされてきた。しかし、解析において年齢については全く考慮されてこなかった。これは兩個体群の年齢が分からないという決定的な原因による。本州の北端部に位置する八戸市の蕪島は、これまで毎年2,000羽程度の雛に脚環が付けられており、個体群中の10-20%の年齢が明らかである。そこで本研究では、年齢毎のウミネコの繁殖特性について調べた。初卵産卵日については、雌雄とも年齢とともに早くなり、ある程度の年齢を超えると遅くなった。クラッチ・サイズについては、メスについては年齢とともに大きくなったが、ある程度の年齢を超えると小さくなった。オスについては年齢とともに大きくなった。また、巣立ち雛数については、オスについて年齢とともに大きくなり、ある程度の年齢を超えると小さくなった。メスについては、オスのような変化は認められなかった。卵産生のエネルギー・コストが大きいため、メスでのみ老化現象があるのかもしれない。雛への給餌はメスよりもオスにおいて、餌条件が悪い時のみより大きな割合を示すことが知られている。そのため、オスについてのみ老化現象が現れたたのかもしれない。

P2-254

カワヤツメは本当に寄生者なのか？ 寄生虫から推察する摂餌生態

* 片平浩孝 (広大生物圏), 白川北斗 (北大水産), 長澤和也 (広大生物圏)

無顎類カワヤツメ *Lethenteron japonicum* は回遊性の生活史を有し、3-4年の河川生活を経たのち海に降る。産卵のため再び河川に戻るまでの間、本種は吸盤状の口で海産魚などの体表に取り付き、体液や組織を吸い取って成長するとされているが、採集の難しさから摂餌生態の詳細は不明である。

そこで演者らは寄生虫に着目した。寄生虫は宿主と密接に関連して生活しているため、生きた標識として宿主の生態研究に有効利用できる。特に、「食う・食われるの関係」を介して宿主に寄生する寄生虫は、食性研究に役立つ。本研究では、カワヤツメの海洋生活期における摂餌生態を明らかにすることを目的に、産卵のため海から河川に遡上して間もないカワヤツメ成魚の寄生虫相を調べた。

2010年5月29日に北海道石狩川中流域で採集された成魚11尾の消化管内から、海産の寄生虫4種 (吸虫1種, *Brachyphallus crenatus*; 条虫2種, *Nybelinia surmenicola* (plerocercoid), *Pelichnibothrium speciosum* (plerocercoid); 鉤頭虫1種, *Bolbosoma caenoforme*) を得た。これらはいずれも食物連鎖を介して宿主に寄生する種であった。

カワヤツメは、他生物に取り付く特異な摂餌様式のため、しばしば寄生者として扱われる。しかし、今回得られた寄生虫の感染経路を説明するためには、カワヤツメが餌生物の体表面組織だけでなく、内臓を含む様々な部位を消費している必要がある。おそらくカワヤツメは、寄生虫の中間宿主・運搬宿主となるような小型魚類に取り付いた際に、それら小型生物の体の大部分を消費しているのだろう。カワヤツメは大型の餌生物には寄生者であるが、小型の餌生物に対しては真の捕食者として機能しているのかもしれない。

P2-255

ウミネコにおける餌環境に関連したストレス反応

* 富田直樹, 新妻靖章 (名城大学農学部)

海鳥類は海洋生態系の高次消費動物であり、その繁殖成績や行動は生息地周辺海域の海洋環境変動をモニタリングする指標として利用されている。また、繁殖期中の餌資源量の減少は、鳥類の生理的ストレスを生み出し、コルチコステロンを分泌することで餌の量や質の変化に反応することが知られている。したがって、コルチコステロンの変動を把握することが、海洋の餌資源の変動の簡易的な指標としての可能性が示唆されている。そこで本研究は、沿岸域で繁殖するウミネコのコルチコステロンを用いたストレス評価と、安定同位体比を用いた餌生物の栄養段階の特定を行い、餌生物に関連したストレス反応の影響を調べた。調査は、2009年に青森県八戸市蕪島のウミネコ繁殖地で行った。抱卵中のウミネコ成鳥の捕獲・採血を行い(♂:N=82, ♀:N=86)、血漿中のベースラインコルチコステロン濃度と安定同位体比をそれぞれ分析した。さらに外部計測値からボディコンディションを測定し、コルチコステロン濃度の変動に影響する要因を検討した。ウミネコ成鳥の血中コルチコステロン濃度は、0.39ng/mlから6.34ng/mlの間で変動した。また、窒素および炭素の安定同位体比は、それぞれ9.23%から14.61%、および-24.98%から-17.82%の間で変動した。コルチコステロン濃度と安定同位体比のどちらも雌雄間で有意な差はなかった。したがって、蕪島のウミネコは、幅広い栄養段階の餌資源を利用し、個体間で異なるストレス環境にさらされていると考えられた。また、雌において、窒素安定同位体比が高いほどコルチコステロン濃度は有意に低くなった。ただし、コルチコステロン濃度とボディコンディションとの間に相関関係はなかった。雌において、栄養段階の低い餌資源に依存する個体ほど強い生理的ストレスにさらされていることが示唆された。

P2-257

フトヘナタリの底質選好性—野外分布パターンと加入・成長実験による検証

* 大田直友, 河井崇 (阿南高専・建設システム工/地域連携テクノセンター)

フトヘナタリは東アジアの干潟上部～中部にかけて生息する巻き貝 (< 45mm) であるが、日本では戦後40%もの干潟が失われたため生息地は激減し、準絶滅危惧種(環境省)となっている。一方で、環境省(2007)の調査によると日本の代表的な干潟157カ所のうち69カ所で見つかっており、絶滅が危惧されている割には出現頻度が高い。彼らは、砂利の混じる砂礫の干潟から、サラサラの砂干潟、ドロドロの泥干潟まで、ほぼ全てのタイプの干潟で見つかる。さらには、マングローブ林からヨシ原、塩性植物などを巧みに利用し、乾燥をものともしないシビアな垂直移動を繰り返しているため、生息には植生が重要かと思いきや、裸地でも普通に見られる。過去にも底質利用に関するいくつかの研究があるが、室内や短期の実験であり、その原因も明らかになっていない。そこで、まず彼らの底質利用パターンと成長の関係を明らかにするため、砂利混じりの砂礫干潟、浚渫土からなる軟泥質干潟、自然に堆積した砂泥干潟を含む、3カ所を代表的な生息地として選定した。3年間の分布調査の結果、砂泥干潟より砂礫干潟の密度が常に高く、その傾向は未成熟個体に強く現れていた。この傾向は、人工的に生息地を創出し、4年間継続した野外実験においても同様であり、新規加入も砂礫に多かった。そこで、成熟個体および未成熟個体について、砂礫由来、泥由来の個体を砂礫ケージ、泥ケージでひと夏飼育したところ、由来は問わず、砂礫ケージにおける未成熟個体の成長が20%強良かった。なお、3つの干潟では、珪藻量は砂礫が泥よりも多い傾向が見られたが、詳細な摂餌メカニズムは不明である。フトヘナタリの底質利用パターンと成長の関連を考察する。

P2-256

東京都町田市の人工池におけるヌカエビ個体群の繁殖時期の年変化

佐々木岳, 永田岳郎, 春山宏樹, 吉川朋子 (玉川大・農)

流入流出河川のない最深部116cmの人口池におけるヌカエビ(*Paratya compressa improvisa*)個体群について、2008年から2010年の3-11月に定期的に採集を行い繁殖と成長について調べたところ、寿命は約1年で、隔年で当年群が抱卵している繁殖形態が明らかになった。

2008年の3月は、前年群の雌雄ともに平均体長が20mm以上に達しており、ほぼ成長せずに雌は4-7月に抱卵した。当年生まれの稚エビは5月から現れ、成長した当年群の一部は8月には18mmに達し、8-9月に雌の抱卵が見られた。2009年3月は平均体長が2008年より4mmほど小さく、前年群は4月の間成長した後に5-6月に抱卵したが、5月に稚エビとして現れた当年群は抱卵しなかった。2010年は2008年と同様、3月の平均体長が大きく、前年群は4-7月、当年群の一部は8-9月に抱卵した。

当年群の繁殖は、当年中に繁殖可能な体長まで成長できるかどうかにかかっていると考えられる。2008年や2010年のように、前年群が4月までに十分成長しており、すぐに繁殖を開始する場合は可能であるが、その場合当年繁殖個体は成長が滞るか死亡し、翌年に繁殖するのは繁殖期後期に生まれた個体が主になると考えられる。本調査地では11月-3月は体長の変化が見られないが、後期に生まれた個体は11月までに十分成長できず、翌年の繁殖開始は遅くなり、その年の当年群は成長期間が短いため繁殖に参加しないと考えられる。調査期間中の年による気温に大きな違いはなく、当年群繁殖の年による違いは個体群の繁殖サイクルである可能性が高いと考えられた。

P2-258

個体群動態に影響を与える迅速な進化: ケモスタット実験による実証研究

* 笠田実 (東大院・広域システム), 吉田丈人 (東大院・広域システム, 科学技術振興機構さきがけ)

進化生物学の重要な概念である適応進化とは生物の生存や繁殖の向上をもたらすものであり、個体群動態とは切り離せないものである。また、個体群生態学においても、個体群内の遺伝的多様性を考えずに個体群動態の理解を深めるには限界がある。なぜなら、種内の遺伝的多様性をもたらす進化動態が個体群動態全体の振る舞いに影響を与える可能性があるからである。よって、個体群内の遺伝的多様性を考慮した個体群動態を考えることが重要となってくる。

本研究では連続培養装置の一つであるケモスタットを用いて、ワムシと藻類を用いた人工生態系を構築し、進化動態が個体群動態に与える影響を観察した。進化動態の観測は、2タイプの藻類株を使い、それらの株頻度の変化をAsQ-PCR法と呼ばれる方法を用いて測定することで行った。その結果、従来の研究とは異なる個体群動態と進化動態のパターンを新たに観察することに成功した。このパターンは進化を考えた個体群動態のモデルから導かれるパターンと定性的に一致しており、個体群動態と進化動態が相互作用しているということの実験的な証拠の一つを示した。

P2-259

ニホンジカの形態形質と分子マーカーを用いた局地適応の検出：屋久島個体群に着目して

* 寺田千里 (北大・環境科学院)・齊藤隆 (北大・フィールド科学センター)

個体群間の形質変異は、環境に適応した自然選択の結果である場合と、遺伝的浮動などの中立進化による場合がある。これまでの研究で、南日本の島嶼に生息するニホンジカの相対的な足(中手骨)の長さは島ごとに異なり、屋久島に生息するシカの足の長さは、他の島嶼個体群に比べて顕著に短いことが分かっている。この屋久島個体群の足の短さが、屋久島の環境に局地適応した結果であるか否かを判定することは、屋久島に生息するシカ個体群の保全生物学的な位置づけを評価するためにも重要である。ある地域個体群がその地域に局地適応しているかを検出する手法として、各個体群間の量的遺伝形質の分化程度(Qst)と中立遺伝マーカーの分化程度(Fst)の比較が使われる。今回は環境要因による形質変異を含む野外個体群間の表現形質の分化程度(Pst)と遺伝率を仮定して算出したQstの二つの値とFstを比較し、南日本の島嶼に生息するシカ個体群の形質変異が、選択と遺伝的浮動のどちらの効果が強いかを評価した。その結果、相対的な中手骨の長さ、頭蓋サイズ(体サイズの指標)はPstがFstよりも大きかった。このことから他の形質に比べて方向性選択(局地適応)がかかっている部位であることが示唆された。また、中手骨の長さの対屋久島個体群間のPst-Fst差は、他の個体群間のPst-Fst差に比べて大きく、さらに、屋久島個体群は低い遺伝率を仮定してもQstはFstより大きくなった。このことから屋久島個体群の中手骨は他の個体群に比べて強い方向性選択がかかっている可能性が考えられた。

P2-261

キロショウジョウバエにおける自然免疫変異に働く自然選択の検出

* 根本頼子 (東北大・院・生命)、後藤彰 (東北大・院・薬)、倉田祥一郎 (東北大・院・薬)、横山潤 (山形大・理)、河田雅圭 (東北大・院・生命)

生物が多様な病原菌環境に適応しているのは、免疫遺伝子が自然選択を受けた結果である。そのため、免疫遺伝子には病原菌環境への適応の痕跡があるはずであり、免疫遺伝子にはたらく自然選択を検出することで、適応や機能的に重要な領域を特定できる。これまでに、獲得免疫のMHC遺伝子や植物の抵抗性遺伝子(R-gene)は自然界で遺伝的変異が維持されていることが報告され、その一部で平衡選択が検出されている。しかし動物における自然免疫は病原体に対する防御としてより一般的な機構であることが知られているが、自然免疫遺伝子の野生集団での遺伝的変異や多型の存在、多型維持要因は殆ど不明である。しかし近年、野外のキロショウジョウバエの複数の自然免疫遺伝子で、病原菌抵抗性の違いに関わる多型が発見された(Lazzaro et al. 2004, 2006)。本研究では、発見された多型が野外のキロショウジョウバエ集団に存在するのか、多型がどのような選択により維持されているのかを調べた。その結果、Lazzaro et al. 2004, 2006より選んだ4遺伝子13多型のうち3遺伝子5多型が検出され、目的的多型以外にも複数の多型が存在した。その後、目的的多型を含む領域についてTajima's Dの算出、coalescent simulationによる中立遺伝子との比較を行い、ハプロタイプの系統関係を調べた。その結果、抗菌ペプチド産生経路上の病原菌認識遺伝子*PGRP-SC1a*ではselective sweepの途中であることが示唆され、貪食細胞上の病原菌認識遺伝子*Sr-C11*と、抗菌ペプチド産生経路上のシグナル伝達遺伝子*Tehao*では平衡選択が検出された。

P2-260

葉緑体DNA変異に基づく*Dryobalanops*属の系統地理学的研究

* 岸本光樹, 原田光, 上谷浩一, 荒木智哉, 旗谷章子 (愛媛大・農), Lucy Chong, Bibian Diway (BRC, Sarawak), Joseph Jawa Kendawang (Sarawak Planted Forest), John Sugaw, Eyen Khoo (FRC, Sabah)

西マレーシア植物区の低地熱帯林に広く分布する*Dryobalanops*属を対象にマレー半島及びボルネオ島各地から全7種37集団432個体を採集し、葉緑体DNAの非コード領域の塩基配列をもとに各種の系統関係及び集団分化の程度を調べた。検出された変異をもとにハプロタイプネットワークを構築した結果、*D. aromatica*と*D. beccarii*はハプロタイプを共有していたが、それ以外は種固有のハプロタイプであった。また、*D. aromatica*が祖先型にもっとも近いハプロタイプをもっていた。各種の集団分化の程度についてAMOVAによって解析したところ、*D. beccarii*, *D. lanceolata*及び*D. oblongifolia*では明確な地域間分化が見られた。*D. beccarii*は遺伝的に分化した3グループに分けられたが、地域内集団間の分化は小さかった。*D. lanceolata*及び*D. oblongifolia*も同様に分化した2グループに分けられたが、分化のパターンは種間で異なっていた。一方、*D. aromatica*及び*D. rappa*では明確な集団構造が見られず、集団間の分化は小さかった。これらの結果は、*Dryobalanops*属はそれぞれの種で異なる地理的構造を持っており、西マレーシア植物区における種の分布拡大の歴史が一様ではないことを示している。

P2-262

グッピーにおけるオプシン遺伝子の発現部位の個体間変異

* 小口結 (東北大・院・生命)、笠木聡 (東大・院・新領域)、河村正二 (東大・院・新領域)、田村宏治 (東北大・院・生命)、河田雅圭 (東北大・院・生命)

生物は色覚から交配相手や餌、捕食者の検出や評価について多くの情報を得ており、色覚は適応度に影響する重要な形質である。本研究の対象生物グッピーは特に色覚に依存した交配行動を行い、メスはオスの多様な体色のうち特にオレンジ色に強い嗜好性を示すことで知られる。オスの多様な体色を説明する事柄の一つとして、長波長感受性における個体間変異が期待される。Archer and Lythgoe (1990)はMSP(顕微分光法)によって、少なくとも最大吸収波長 λ_{max} の異なる3つの視物質(533, 548, 572nm)が存在することを示唆した。この長波長感受性多型に寄与する遺伝子としてLWSオプシン遺伝子が考えられる。LWSオプシン遺伝子にはLWS-A, B, C, Dの4座位がある。すべてが一個体で発現しており、また各座位には配列多型が存在する(Kasagi et al. in prep)。もし各遺伝子が通常の錐体細胞のように、1つの錐体細胞に1種類ずつ発現するとしたら、Archerらの結果を説明できない。各LWSオプシン遺伝子が長波長感受性にどのように寄与しているかを調べるために、各遺伝子の機能を明らかにする必要がある。

そこで本研究ではそのための研究の一環としてLWS-A, B, C, Dについて*in situ* hybridizationを行い、各遺伝子の網膜上での発現部位を特定する。なおLevin and MacNichol (1982)より発現分布に偏りが期待されるLWS以外の短波長、中波長感受に関与するSWS1, SWS2, RH2オプシン遺伝子についても発現部位を調べ、その発現分布の生態学的意義について考察する。

P2-263

江戸時代の博物画にみるカメフジツボ類の繁殖戦略

林亮太(千葉大自然科学)

フジツボ類はノープリウス・キプリス幼生のプランクトン期を経て着底し、その後は固着生活を送り移動することはないとされてきた。しかし近年、アオウミガメに付着するカメフジツボ *Chelonibia testudinaria* が背甲上を這って移動する様子が報告された。移動が観察された個体のうちほとんどがウミガメの進行方向に向かったことから、より採餌効率の高い水流の強い場所を求めて移動しているとされたが、観察された個体数が少ないことや、横方向に移動する個体も確認されており、付着後の移動メカニズムは依然不明なことが多い。

本研究では、江戸時代の博物画に残されたカメフジツボ移動痕跡と、屋久島での野外調査の結果からカメフジツボの移動要因について考察する。フジツボ類は、着底後移動することができないため、集合フェロモンなどを用いて集中的に付着することが知られている。しかし、カメフジツボはウミガメ一個体に集団で付着することは多くなく、ほとんどが1~3個体程度の小集団を形成する。また、博物画に残されたカメフジツボの移動痕跡はウミガメの進行方向を向いていない(高木春山著『本草図説』)ことや、野外で尾方向に向けて移動している例も確認されたことから、採餌効率だけを求めている移動ではないと考えられる。カメフジツボは多くの場合小集団でウミガメ上に分布しているため、周囲に交尾相手となる他個体が多い場合が多い。カメフジツボの移動について効率的な採餌説を完全に否定することはできないが、矮雄のように小集団形成時の繁殖戦略として付着後の移動能力が発達したと考えられる。

P2-265

防御形態の異なるミジンコ属4種を用いたその発生制御機構の比較

*宮川一志, 杉本直己, 三浦徹(北大・院環境科学)

多くの生物において、同一の遺伝情報から異なる表現型を生み出す表現型可塑性は、変動する環境への適応に重要な役割を果たしている。またさらには可塑性によって生じる様々な表現型が遺伝的に固定されることで生物の多様な形態が生じることから、その制御機構の解明は発生生物学のみならず進化・生態学にも重要な命題である。

湖沼に生息する動物プランクトンであるミジンコもこの表現型可塑性を巧みに用いることで繁栄を遂げている生物のひとつである。ミジンコ属 *Daphnia* の多くは捕食者の放出する物質(カイロモン)を感受すると、頭部形態や殻刺の長さが可塑的に変化し、防御形態を形成する。防御形態は近縁種間で形や大きさが様々に異なり、それぞれの種が異なる環境や捕食者に適応してきた結果であると考えられるが、その分子発生的メカニズムはよくわかっていない。本研究で我々は、このミジンコ属における多様な防御形態が発生過程のどのような変化に起因しているのかを明らかにするために、カイロモンに応じて後頭部にトゲ(ネックティース)を生じる *D. pulex*、肥大化した頭部(ヘルメット)を形成する *D. galeata* と *D. ambigua*、および防御形態を生じない *D. magna* のミジンコ属4種を用いてその発生制御機構を比較した。

防御形態形成時における発現遺伝子や、それらの制御に関わっていると考えられる幼若ホルモン経路の働きをこれら4種で比較した結果、異なる防御形態であっても種を超えて保存された機構が存在することが示唆された。その一方で、特定の防御形態特異的に獲得されたと考えられる機構の存在も示唆された。ミジンコ属は、祖先種で獲得した表現型可塑性のメカニズムを一部改変しながら流用することで、多様な防御形態を進化させてきたと考えられる。

P2-264

ミジンコの表現型可塑性：異なる捕食者に対する形態変化の種間・種内変異

*永野真理子, 吉田丈人(東大・総合文化)

ミジンコの表現型可塑性は、湖沼生態系の捕食-被食相互作用を理解する上で重要な現象である。本研究では、1つの湖に共存する2種の体サイズが異なるミジンコ(*Daphnia pulex*: 体長1.3mmと *D. ambigua*: 体長0.8mm)をもちいて、種間・クローン間・クローン内個体間で捕食者に対する防衛形態を比較した。ミジンコは1種につき10クローンを単離し、捕食様式が異なる2種の捕食者(魚とフサカ幼虫)の匂い物質を含む飼育水(カイロモン水)とカイロモンなし飼育水(コントロール)でそれぞれ飼育した。ミジンコ形態は、頭長、体長、尾刺長を計測し、*D. pulex* では背首歯状突起を、*D. ambigua* では尖頭の有無を確認した。*D. pulex* では、フサカカイロモンに対しては1-2齢で背首歯状突起を形成し、かつ体長を大きくすることで食われにくい形態を発現し、魚カイロモンに対しては1-2齢では反応せず3齢以降で体長を小さくする反応が見られた。一方、*D. ambigua* では、フサカカイロモンに対しては1-4齢で尖頭と長い尾刺を発現し、魚カイロモンに対しては1-3齢まで反応せず4齢から体長と尾刺長を短くする反応が見られた。これらカイロモンに対する反応は、クローン間において大きな違いがあることがわかった。さらには、個体間でも誘導防衛の発現能力に変異が見られた。先行研究の結果をまとめると、捕食様式の違いから、体サイズの大きい *D. pulex* は、視覚捕食者である魚に対して、体サイズの小さい *D. ambigua* は、口器サイズに依存するフサカ幼虫に対して、それぞれ可塑性を顕著に発現すると予想される。しかし実際の体サイズは成体では異なるが、成長段階においては大きく重複しており、上記のような単純な予測では説明できないことがわかった。

P2-266

幼虫期における摂食経験は、羽化後の寄主選択に影響を与えるか？

*甲山哲生(北大・院環境), 片倉晴雄(北大・院理)

食植性昆虫の寄主選択行動(摂食/産卵選好性)は、遺伝的要因の他に過去の経験などの環境的要因によって決定されると考えられる。過去の経験の影響については、幼虫期の経験が羽化後の産卵選好性に影響を与えるかという点について古くから議論がなされてきた。もし自身が育った寄主(食草)上に産卵するようになれば、新たな食草への適応がより迅速に進むであろうことから、このような性質は寄主拡大の初期において重要な役割を果たすと考えられる。

キクビアオハムシ(ハムシ科, 以下本種)は日本に広くに分布し主な食草としてサルナシ(マタタビ科)を利用するが、関東以西ではオオバアサガラ(エゴノキ科)を利用する集団が見られる。これまでの研究結果から、オオバアサガラの利用が比較的最近に各地で独立に生じた可能性が示唆されている。本種では、実験室内では生存率が低いオオバアサガラを野外で利用している状況が頻繁に見られるが、このような一見非適応的な寄主選択行動は、過去の経験の影響によって生じている可能性が考えられる。

本種において幼虫期及び羽化後の経験がその後の寄主選択行動に与える影響について調べた結果、(1)羽化直後の新成虫は明確な選好性を示さなかったものの、(2)羽化10日後の摂食選好性については、幼虫期及び羽化後の早い段階での経験の影響がみられ、特に幼虫期と羽化後に同じ食草を与え続けた個体は、その食草に対して強い選好性を示した。また、(3)越冬後の産卵選好性についても過去の経験の影響が見られ、羽化後に与えた食草上により好んで産卵する傾向が見られた。

以上より、キクビアオハムシにおける寄主選択行動は過去の経験の影響を強く受け、幼虫期の経験も間接的に産卵選好性に影響を与える可能性が示唆された。このような選好性の柔軟な変化は、本種における寄主拡大を容易にしたと考えられる。

P2-267

ヤマアカガエル集団内における自然免疫遺伝子の多様性

*高柳真世, 金成安慶, 牟田達史, 松島野枝, 岩寄航, 河田雅圭 (東北大院・生命)

近年多くの両生類が減少していることが知られているが、その主要な要因の一つとして病原体の感染が考えられている。適切な保全を考える上で、両生類の病原体に対する抵抗性を維持することが重要である。カエルの皮膚上には、感染抵抗性を担う自然免疫系で機能する抗菌ペプチド (AMP) が分泌されている。AMPは抗菌性のあるタンパク質の総称で、幅広く多細胞生物に存在しているが、アカガエル科では特に多様な種類が発見されている。抗菌ペプチドの多様性がどのような遺伝子構成からなり、どのように遺伝的多様性が創り出されているのかを明らかにすることは、集団中での多様性の維持機構を解明する上で重要だと考えられる。しかし、抗菌ペプチドがゲノム DNA にどのようにコードされ、多様な抗菌ペプチドが発現しているのかについては明らかになっていない。

ヤマアカガエル (*Rana ornativentris*) において、AMP グループの一つである Temporin1 に分類される抗菌ペプチドは7種類見つかっている。しかし、それらの AMP をコードするゲノム DNA については調べられていない。そこで本研究では、ヤマアカガエルの Temporin1 ファミリーの遺伝子構成を調べることを目的とした。Temporin1 遺伝子のゲノム DNA クローニング、cDNA クローニング、サザンハイブリダイゼーションを行った。その結果、同じ種類の AMP をコードする遺伝子座が複数存在すること、集団内で遺伝子コピー数に個体間変異が存在することが示唆された。

P2-269

シロイヌナズナ属野外集団における花形態の生育地間変異

*山口正樹, 工藤洋 (京大・生態研)

花の形状における変異は、受粉の成否に影響し、繁殖の成功に直結する最も重要な形質の一つである。特に、葯と柱頭の距離のような花器官の相対位置は植物の繁殖成功の主要な決定要因となる。

一年草は一回繁殖において確実な繁殖成功を得るために自動自家受粉機構を持つことが多く、その場合花の大きさは一般に他殖植物よりも小さくなる。しかし、花器官は発生過程を一部共有しているため、大きさにおける相関は高く、そのために上記の傾向が成り立たなくなる場合がある。

本研究ではシロイヌナズナ属 *Arabidopsis* の野生種、*A. kamchatica*、および *A. halleri* を対象に花形態の変異を調べた。*A. kamchatica* は *A. lyrata* と *A. halleri* を推定両親とする異質4倍体である。*A. kamchatica* は2つの亜種ミヤマハタザオとタチスズシロソウを含み、これらは近縁でありながら、前者が高山の礫地、後者が低地の砂浜という異なった環境下に生育する。また、*A. halleri* (ハクサンハタザオ) は自家不和合の多年草であり、ミヤマハタザオは自家和合の多年草、タチスズシロソウは自家和合の冬期一年草である。このことから本研究では、3亜種における生活史と花器官の相対長の関係を調べ、最近分化した近縁な植物において花器官の大きさは一般的な法則に従うか (一年草のほうが花が小さいか) どうか、また、上記に従わない場合、花器官の表現型相関がそれを説明するかを明らかにするために、3亜種の花形態を解析した。その結果、予測に反して他2亜種よりも花器官の大きいタチスズシロソウ集団があった。また、花器官の表現型相関において3亜種で違いがみられた。

P2-268

口吻の退化したスズメガの繁殖戦略

*大里 沙羅 (京大・理), 曾田 貞滋 (京大・理)

摂餌は、生物の活動に必要なエネルギーの摂取であり、摂取したエネルギーは身体の維持や成長、移動分散、繁殖能力に分配される。そのため、摂餌器官の形態と機能は、生理的特性や生活史特性と密接に関わる。この点から、口吻の長さが多様化 (退化) しているスズメガ類ウチスズメ亜科では、摂餌のあり方の変化と共に諸形質も多様化していると予想される。スズメガ類は、一般に長い口吻を持ち、盛んに花から吸蜜を行う大型の蛾類である。しかし、その中に含まれるウチスズメ亜科では、成虫の口吻が短い傾向が見られ、口吻が退化して痕跡的にしか持たない種もいる。そのため、口吻の長さに対応する形で、花蜜を吸う種、水分のみ摂る種、そもそも摂餌をしない種など、摂餌のあり方も種間で異なると予想される。さらに、成虫の摂餌のあり方が異なることで、成虫の寿命や移動量、繁殖の時期といった生活史特性、そして、消化器官や体内に貯蓄している脂肪の量といった生理的特性など、様々な側面が異なると考えられる。また、スズメガ類における口吻の退化は、二次的に進化したと考えられており、特に、繁殖に関する特性と関係して口吻の退化は起きたものと思われる。

本研究は、まず、口吻の退化したスズメガが摂餌を行うかどうかを、色水を用いた行動実験、及び飼育実験によって調べた。次に、消化の役割を担う中腸の皮膜細胞を、パラフィン切片を作成して観察することで、成虫の消化能力を調べた。これらの結果を、口吻の長さが異なる種間で比較することで、口吻の長さとの関係性を明らかにする。さらに、口吻の長さが異なる種の性成熟期を調べ、口吻の長さとの関係の早さ及び性成熟期の長さに関する関係が見られるかどうかを調査した。以上の結果から、スズメガ類の口吻の退化と、諸形質の進化の関連について考察する。

P2-270

自然選択がショウジョウバエの転写調節領域進化に与える影響

*佐藤光彦, 牧野能士, 大野 (鈴木) ゆかり, 岩寄航, 河田雅圭

生物の持つ様々な表現型形質は適応度と深く関係しており、表現型形質とそれを決定する塩基配列との間の関係を理解することは進化生態学において非常に重要である。様々な表現型形質を決定する遺伝子の発現量を時間的・空間的に調節する機構の一つとして、転写因子と転写制御配列の相互作用からなる転写制御ネットワークがあげられる。種分化においても遺伝子発現は重要な役割を果たすことが報告されており、転写制御による遺伝子発現量の調節は非常に注目されている。近年、シス制御領域の塩基配列から転写因子の結合確率を求めて遺伝子発現量を予測するモデルが提唱された。これにより、ショウジョウバエ初期発生に関わる転写制御領域の配列から転写因子結合確率と発現量の関係を予測することが可能になった。本研究ではこのモデルを応用してシス制御領域配列の置換による発現量変化の特徴を調べ、ショウジョウバエ近縁種間でのシス制御領域配列の違いと予測される発現量の違いが自然選択によって生じた可能性があるかどうかを調べた。今回調べた8つの遺伝子のシス領域の61%から97%の塩基置換は発現量に変化を与えなかった。発現量を大きく変化させる部位はごく一部 (0.2%~4.5%) であり、その他はわずかに発現量を変化させる領域であった。*Drosophila* 属の3種について初期発生に関わるシス制御領域を、種間の配列の違いと同量の変異をランダムに起こすことで比較した。その結果、すべての組み合わせで有意にはたらく自然選択は検出されなかった。本研究は、配列の違いから転写因子結合確率および発現量の違いを予測するモデルを用いることで、種間の配列の違いが発現量の違いをもたらしているかどうかを予測できること、また、その違いが自然選択による違いかどうかを検出することができることを示した。今後調査対象を広げ、方法を改良することで選択を検出する有用な手法になると考えている。

P2-271

ツバメの複数装飾の進化を説明する永続的な性選択圧

*長谷川 克 (筑波大・生命環境), 新井絵美 (上教大・生物), 渡辺守 (筑波大・生命環境), 中村雅彦 (上教大・生物)

生物はしばしば生存上の利益では説明できない「装飾」形質をもつ。艶やかな赤や黄色の鳥の羽毛はその好例であり、これらの形質は異性に好かれたり、同性を威圧できるなどの性選択上の利益があると説明されてきた。しかしながら、装飾がどのように進化したかについてはよく分かっていない。現在みられる装飾は過去の性選択によってもたらされたものであり、過去の性選択は直接測ることができないためである。仮説としては2つ提唱されている。ずっと変わらず性選択を受けることで現在みられるほどの装飾を発達させたのだという「永続的な性選択」仮説と、その時々で性選択を受ける形質がダイナミックに変わり、過去に性選択を強く受けた形質が装飾化して現在まで残っているという「動的性選択」仮説である。どちらの仮説が重要なかは形質の装飾化と現在の性選択の関係を調べれば分かるだろう。永続的な性選択仮説が重要ななら装飾化が進む形質ほど今も性選択を強く受けており、動的性選択仮説が重要ななら装飾化と今の性選択に明確な関係性がみられないはずである。ただし、この予測を検証するのに必要な装飾化の定量的測定は存外難しい。生態的背景の異なる異種間で装飾化を比較することはできないし、同種内でもクジャクの目玉模様と体色など、系統の異なる形質ではどちらが派手か普通は客観的に判断できない。本研究ではツバメに着目した。本種はすべての装飾(長い尾羽、その左右対称性、尾羽白斑、喉色、喉面積、胸色、尻色)が雌雄ともにみられるため、装飾の雌雄差を用いて各形質の装飾化の程度を評価できる。本研究では、ツバメの装飾の性的二型とそこに今現在働いている性選択の関係を調べることで動的性選択と永続的な性選択のどちらが重要か調べた。

P2-273

生態的分化と生殖隔離：標高適域の広いミヤマハタザオについて

*山田歩, 瀧本岳 (東邦大・理), 恩田義彦, 田中健太 (筑波大・菅平セ)

ミヤマハタザオ (*Arabidopsis kamchatica* ssp. *kamchatica*) とタチスズシロソウ (*Arabidopsis kamchatica* ssp. *kawasakiana*) の2亜種とともに、2つの同一の親種間の雑種由来であることが明らかにされている。このように両亜種は遺伝的に類似していると考えられるにもかかわらず、生息地と生活史は大きく異なる。ミヤマハタザオは中部山岳域周辺だけでも標高30 - 3000mに分布する多年草植物である。タチスズシロソウは標高100m以下の湖岸や海岸などに分布する一年草植物である。本研究では亜種間・集団間の交配後生殖隔離の有無と両亜種の生態分化の検証を目的とした栽培実験を行った。

亜種・標高の異なる37の集団から採取した種子を同一環境下で栽培する共通圃場実験を行った。亜種間・集団間で交配後隔離が生じているかを検証するために、亜種内集団内・亜種内集団間・亜種間で人工交配を行って結果率・鞘長を計測した。また、亜種間および標高による生態分化が生じているかどうかを検証するために、種子の発芽から開花までの日数(開花時期)・地上部成長・結果率・鞘長が亜種や標高によって異なるかどうか調べた。

交配実験の結果、亜種間や集団間において結果率や鞘長に明確な違いはなく、交配後生殖隔離は示されなかった。一方で、開花時期は高標高ほど遅く、飽和バイオマスはミヤマハタザオの方が大きく、結果率はタチスズシロソウの方が大きく、亜種や標高による生態分化が示された。

これらの結果から、交配後生殖隔離が弱いにもかかわらず、亜種間・集団間で様々な形質の差異が維持されていることが分かった。これは両亜種の分布が局所的で集団間の距離が離れているために、交配前生殖隔離が強く働いているためかもしれない。

P2-272

シデコブシとタムシバの交雑帯における一方向的な遺伝子浸透

*村西周平 (名大院生命農), 玉木一郎 (岐阜県森文ア), 鈴木節子 (森林総研), 戸丸信弘 (名大院生命農)

シデコブシとタムシバはモクレン科モクレン属の近縁種である。岐阜県東濃地域から愛知県中部にかけて、両種の集団が隣接して分布する場所が存在し、両種の中間的な形態を示す個体が存在する。演者らは、シデコブシとタムシバ、それらの中間的な形態を示す個体(成木)について、核・葉緑体DNAマイクロサテライト(それぞれnSSRとcpSSR)を用いて解析し、種間雑種(F₁)、さらにF₂、タムシバとの戻し交雑個体を同定した。興味深いことに、種間交雑はタムシバが母樹となる一方向性であり、シデコブシとの戻し交雑はみられなかった。もし、戻し交雑の母樹がタムシバであれば、シデコブシからタムシバへ一方向的な遺伝子浸透が生じていることになる。そこで、本研究では、実生を含む稚樹を材料として、両種間の遺伝子浸透パターンを明らかにすることを目的とした。愛知県瀬戸市海上の森において両種が同所的に分布する場所に生育する稚樹830個体を材料としてnSSR16座とcpSSR3座の遺伝子型を調べた。まずnSSR遺伝子型を用いたNEWHYBRIDS解析でシデコブシとタムシバ、F₁、F₂、戻し交雑個体を同定し、次に戻し交雑個体を対象に親子解析を行い、cpDNAハプロタイプから母樹を特定した。その結果、両種以外ではF₁が46個体、F₂が7個体、タムシバとの戻し交雑個体が80個体となり、シデコブシとの戻し交雑個体は存在しなかった。また、すべてのF₁は母樹がタムシバであり、両親が特定されたタムシバとの戻し交雑個体のほとんどは母樹がタムシバで、F₁やF₂が母樹になることはなかった。これらの結果から、シデコブシからタムシバへ一方向的な遺伝子浸透が生じていることが示されるとともに、一方向的な種間交雑と遺伝子浸透は実生定着以前の生活史段階における偏った生殖隔離が原因であることが示唆される。

P2-274

タムシバ (*Magnolia salicifolia*) 集団の遺伝的多様性と遺伝的構造

*川島直通 (名大農), 村西周平 (名大院生命農), 鈴木節子 (森林総研), 玉木一郎 (岐阜県森文ア), 戸丸信弘 (名大院生命農)

タムシバ (*Magnolia salicifolia*) はモクレン科モクレン属の落葉広葉樹である。本州から四国、九州にかけて広く分布し、主に日本海側に生育する。これまでに、タムシバは本州中部を境界に東西で異なる形態形質をもつことが報告されているため、何らかの適応的進化が生じている可能性が考えられる。近年、日本国内において広範囲に分布する広葉樹種を対象として地理的変異の研究が行われてきたが、それらの研究ではアロザイムやDNAマーカーを用いており、形態形質を用いた研究は少ない。本研究では地域間で異なる形態形質をもつタムシバを対象に、核と葉緑体マイクロサテライト(SSR)を用いて遺伝的多様性と遺伝的構造を明らかにするとともに、葉の形状の地理的変異を明らかにして、タムシバの小進化の過程を検討することを目的とした。タムシバの分布域を網羅するように選定した24集団において集団あたり平均27.3個体から試料(葉)を採取し、核SSR11遺伝子座を用いて遺伝子型を決定し、集団遺伝学的解析を行った。D_A距離にもとづいた近隣接合樹の作成およびSTRUCTURE解析を行った結果、本州中部を境界にして東西で2つの系統に分かれることが示唆された。この境界は、形態的に異なる個体群の分布の境界と一致する可能性が考えられる。また、2つの系統の境界にあたる地域に糸魚川 - 静岡構造線が存在することから、この地質構造がタムシバの分布変遷に何らかの影響を与えた可能性が考えられる。本研究ではさらに葉緑体SSRを用いた遺伝解析を行い、核SSRを用いた結果との比較を行い、また、楕円フーリエ法を用いた葉の形状の解析を行い、遺伝的構造との関係を検証する予定である。

P2-275

カワトンボ2種の同所的形質分岐：種間の体サイズ差が体温調節、飛翔力、生息地選択に及ぼす影響

* 奥山永, 鮫島由佳, 椿宜高 (京大大学生態学研究センター)

近畿地方に生息するカワトンボ属2種, *Mnais costalis* と *Mnais pruinosa* は同所的に生息する。両種は、低山地溪流に生息するが、*M. costalis* がより標高の低い場所に、*M. pruinosa* が高い場所に生息し、生息地の分割がおきていると考えられている。一般に、上流域は流れが木々に覆われ、下流域はより開けている傾向がある。また、共存域では、*M. costalis* の方が、体サイズが大きいことが知られている。今回は、両種の体サイズ差と生息地分割の関連性を検討する。Samejima & Tsubaki (2010) は、カワトンボの飛翔力は体温と体サイズに影響されることを報告している。したがって、体サイズ、体温、飛翔力、生息地選択が相互に関係することが予測できる。また、両種の縄張り空間をめぐる競争的関係も無視できないだろう。

そこで、体サイズと光熱環境の体温調節における影響を調査した。まず野外で縄張り形成オスの体温を測定した結果、*M. costalis* の平均体温の方が高かった。また、実験室内で体サイズと体温の飛翔速度への影響を調査した。飛翔速度は体サイズ、体温に関係して変化し、飛翔速度に関する最適体温は、体サイズの大きい種 *M. costalis* の方が高かった。これらの観察から、*M. costalis* がより暖かい場所を、*M. pruinosa* がより涼しい場所を好むことが示唆された。

次に、両種共存域における生息地分割に関し、2種の競争的関係を見るためにオスの除去実験を行った。その結果、2種間の競争の結果として生息地分割が生じることが暗示され、体サイズの大きな *M. costalis* が日向で普通競争に勝つことが示された。

これらのことから、両種の生息地選択には、体サイズの違いを基にした、体温の差、飛翔力の差、さらに闘争力の差が関与することが明らかになった。

P2-277

地理的隔離、それとも生態的隔離？南西諸島における *Ainsliaea* (キク科) の多様な進化をもたらした要因に迫る

* 三井裕樹 (京大・院・人環), 瀬戸口浩彰 (京大・院・人環)

自然界で新しい生物種が生まれるためには、集団間が物理的な障壁によって、長期間隔離されることが必要であると一般的に考えられてきた。一方で、さまざまな生態環境(気候、資源、生物間の相互作用など)への適応的な分化によって、物理的な分断を必要とせず種分化は起こり得るという議論がある。とりわけ、対照的な環境に適応した集団間で、分断化を促す自然選択圧を受けることで、(移入個体や雑種の生存不能などによって間接的に) 遺伝子流動が制限されるプロセスは“生態的種分化”と呼ばれ、数百～数千世代というごく短期間でも種分化が起こる可能性が理論的に示されてきている。演者らは、洪水による激しい濁流に晒される一種の極限環境に適応した溪流沿い植物と、隣接する林床帯に分布する近縁種について、両者の種分化の具体的な分岐年代と適応進化のプロセスを検証した。具体的にはキク科の多年草であるモジハグマ属 (*Ainsliaea*) を用いて、溪流種と林床種について、複数の核遺伝子領域の塩基配列を決定し、コアレセント解析を行った。その結果、適応分化と種分化の起源は最終氷期～後氷期にかけてというごく新しい時代に遡り、さらに種分化の過程で互いに接触し遺伝子流動が起こった可能性が示されてきた。本研究の結果は、溪流沿い植物の適応進化と種分化の起源を初めて検証し、生態的な種分化を具体的に示すものである。

P2-276

Baldwin effect on a learning curve

* 内堀そよみ (筑波大・生物), 徳幸幸彦 (筑波大・生命共存)

Baldwin (1896) は、生殖細胞系列におきた変異のみが自然選択の対象になるという neo-Darwinism の考え方に、「学習」という過程を組み込む事で、集団がより環境に素早く適応できるという考えを提唱した。これを、Baldwin 効果と言う。しかし、Baldwin 効果は、「学習」しなければ生き残れないような、非常に厳しい環境でしか起こりえないという事と、一見したところ、「獲得形質の遺伝」に見えるという事が原因で、生物学の分野ではあまり検討されてこなかった。数少ない実験の代表例は、Waddington による実験 (e.g., 1952, 1956) と、Suzuki&Nijhout による実験 (2006) である。どちらも、非常に厳しい、環境を何代にもわたって設定し、その環境の与える刺激に対して、特定の形質を持つ個体のみを选拔していくという実験を行った。Waddington (1952) の実験結果では、環境の影響によって生じた形質が固定された (Genetic Assimilation)。Suzuki&Nijhout (2006) の実験結果では、環境の影響によって生じた形質が、より少ない刺激でも生じるようになった (Genetic Accommodation)。一方、多くの理論的研究も行われてきており、Baldwin 効果の存在を肯定するモデルがいくつか提案されている。しかし、これらのどのモデルも、内容が抽象的であるため、前述した実験例を十分に説明できない。発表者らは、Kawecki (2010) の提案した学習曲線に、学習要素を遺伝要素に転換する「階段上り」を組み込むことによって、これらの実験結果を説明できる新しいモデルを提案する。今回提出するモデルは、特殊な進化状況を考える Baldwin 効果だけでなく、epigenetic の分野や、広く生物の共生現象を考える場合にも応用できると考えられる。

P2-278

森林性ハマトビムシ(端脚目)はどこから来たのか？

* 笹子 由希夫, 柿沼 誠, 谷村 篤 (三重大院・生物資源)

ハマトビムシ類(端脚目)は世界各地から約250種が知られており、国内からは未記載種を含め約20種が報告されている。ハマトビムシ類の分布は、海岸のみならず内陸の森林土壌からも知られており、これは他の端脚目動物には見られない極めて大きな特徴である。これまで我が国において形態に基づくハマトビムシ類の分類学的研究が行われ、森林性種への進化的関心も一部で払われてきた。しかし、分子生物学的手法による海岸・内陸性ハマトビムシ類の包括的な分類学的知見は乏しく、海岸から内陸への進出過程に関して不明な点が多い。本研究では、日本各地の様々な環境から採集されたハマトビムシ類の mtDNA COI・COII 遺伝子領域を対象に分子系統解析を行い、森林性ハマトビムシ類の起源について考察することを目的とした。

ハマトビムシ類の分布調査・採集は2009-2010年にかけて、日本各地の海岸や内陸の森林・湖岸など約100地点で行った。得られた標本は種同定を行い、これと並行して同定された個体の mtDNA COI・COII 遺伝子領域の PCR 増幅と塩基配列決定を行い、得られた塩基配列から分子系統解析を行った。

採集された標本から、国内から報告されているハマトビムシ類のうち約85%にあたる7属17種が同定された。これらの種の分子系統解析により、各属のハマトビムシ類は同一のクレードを形成し、この点においては従来の形態分類を支持する結果が得られた。さらに、遺伝的に内陸森林性種は砂利浜・礫浜・干潟のような海岸に生息する *Platorchestia* 属の一部や *Paciforchestia* 属と近い一方、砂浜のみ出現する *Sinorchestia* 属や *Trinorchestia* 属とは離れていることが明らかとなった。これらの結果から、森林性ハマトビムシ類は砂利浜・礫浜・干潟のような海岸環境に生息していた種から、独立して生じたことが示唆された。

P2-279

食草利用能力の遺伝構造：現食草への適応が導く新食草への前適応とその限界

* 菊田尚吾（北大・院理）、藤山直之（北教大・旭川）、片倉晴雄（北大・院理）

食植性昆虫の多様性を導いた要因として、食性の進化的変化が大きな役割を担っていることが多くの研究により指摘されてきた。食植性昆虫が新たな植物を利用し始めるにあたっては、従来の植物に依存する食植性昆虫集団の内部に、新しい食草を利用するためのある程度の能力（前適応）が保持されていることが期待されるが、こうした前適応を生み出し、それを維持するメカニズムについてはほとんど分かっていない。

食植性テントウムシであるエゾアザミテントウはキク科のチシマアザミを主要な食草としているが、他のアザミ類やナス科植物なども副次的に利用している。これら副次的な食草を含む9種の植物を利用する能力の間の遺伝的な関連性（遺伝相関）を幼虫の飼育実験を通じて検討した結果、近縁な植物の組み合わせでは植物利用能力の間に正の遺伝相関が検出されやすい傾向があり、遠縁な組み合わせでは正負いずれの相関も検出されないケースが大半を占めた。この結果は、系統的に近い植物を利用する能力はある程度共通の遺伝子群によってもたらされている一方で、遠縁な植物を利用する能力は異なる遺伝子群の影響を強く受けている事を示唆している。

特定の食草への適応は共通の遺伝子群の作用によって食草以外の近縁な植物への前適応を間接的に産みだし、この前適応はその食草を利用する限り維持されるだろう。食植性昆虫による食草変更や食草幅の拡大は分類学的に近縁な植物の間でより生じやすいことが明らかとなっているが、“正の遺伝相関が導く前適応”は近縁な植物間での食草変更を生じやすくする機構として重要かもしれない。ただし、前適応で導かれた潜在的食草の利用能力が現在の食草のものよりも低い場合には、利用能力が同じ遺伝子群に依存する性質上、この間接的な作用のみで食草変更が進行することは困難だと考えられる。

P2-281

日本産チョウ類の分布域拡大と遺伝的変異

* 小野寺 遼（東北大・院・生命科学）、横山 潤（山形大・理・生物）、河田 雅圭（東北大・院・生命科学）

P2-280

環境変化で出現する新奇形質：遺伝子制御ネットワークの隠蔽変異が適応進化を促進

* 岩崎航、津田真樹、河田雅圭

生物集団が新しい環境に遭遇すると、通常生息している環境で観察されるよりも大きな表現型分散が現れる場合がある。このことから、集団内には通常環境において表現型に現れない隠蔽変異が存在しており、それらは環境変動などを通じて顕在化し、表現型の多様性を生み出すことで進化に寄与すると考えられる。これまで我々は個体ベースモデルによるシミュレーションを行い、遺伝子制御ネットワークと環境の相互作用が隠蔽変異の重要な担い手であり、表現型多様性の創出を可能にすることを明らかにしてきた。また、生息環境の異質性と選択圧の強さといふ2つの外部要因が、ともに集団内に維持される遺伝的変異を減少させる制約として働く一方で、表現型多様性の創出という観点では異なる影響を与えるということも示唆された。本研究ではこのようにして創出される表現型多様性が新規環境への適応や新奇形質の獲得という形で進化にどう寄与するかを示す。

P2-282

劇的な形態の変化：北海道に産するエゾマイマイ群の例

森井悠太（東北大院・生命）*、横山潤（山形大・理）、河田雅圭（東北大院・生命）、千葉聡（東北大院・生命）

北海道に分布する4属のオナジマイマイ科の北方種群がすべて互いに非常に近縁な属であることを、核およびミトコンドリアDNAに基づく遺伝的解析により明らかにした。さらにそのうち、北海道の広域に分布するエゾマイマイ属とヒメマイマイ属の2属についてはそれぞれが単系統群を形成せず複雑に入り組んだ系統関係をもつということが、島嶼を含む広域の個体群から採集した2属の核とミトコンドリアDNAに基づく系統推定によって示唆された。

これら2属は同所的に生息することも多く、これまでの調査ではマイクロハビタットにも有意な差異は見つかっていない。しかしながら、属間の雑種形成はこれまで確認されておらず、殻の形態的特長の定量的な解析からも各属が殻形態によって明確に区別され、さらに中間的な個体が存在しないことも確認された。すなわちこの事例は、系統推定に有用な中立なDNA領域では判別がつかないほどに近縁な種群が、明確な形態的差異やおそらくは生殖隔離を保持し、かつまったく同所的に生息しているという極めて興味深いものである。

核とミトコンドリアDNAに基づくそれぞれの系統関係を比較すると、核DNAではエゾマイマイ属が3つのクレードにまとまったのに対し、ミトコンドリアDNAでは2属の個体群が入り乱れたより複雑な関係が推定された。いずれの場合も2属間で同じハプロタイプ共有は見られなかったことや個体群の地理的な位置関係を反映したクレードが形成されていることから、核とミトコンドリアDNAに基づくそれぞれの系統の不一致は過去に起こった交雑によって引き起こされたと考えた。さらに、核DNAにおいてエゾマイマイ属が明確な3つのクレードに分かれたことから、エゾマイマイ属が複数回に渡って平行進化した可能性も示唆された。

一般講演・ポスター発表

3月11日（金）10:00-17:15

植物個体群・生活史

動物と植物の相互関係・種子散布

生理生態・フェノロジー

景観生態・古生態

種多様性・菌類・微生物

遷移・更新

行動

動物個体群

動物繁殖・動物社会生態

外来種

生態系管理・都市・教育

進化・数理・分子

P3-001

不均質に土壤栄養塩が分布する環境下で、栄養塩パッチの出現時期の違いが個体成長と根の反応に及ぼす影響

* 松井萌恵, 可知直毅, 鈴木準一郎 (首都大・理工・生命)

野外で、土壤栄養塩パッチの存続期間は数日～数十日であり、その空間分布は変化する。栄養塩パッチが植物に及ぼす影響はパッチ出現時の植物の成長段階や供給される栄養塩量により異なると推測される。そこで、パッチの出現時期と栄養塩総量の組み合わせが個体成長と根の反応に及ぼす影響についてソライロアサガオ (*Ipomoea tricolor*) を用いた栽培実験により評価した。

パッチの出現時期、栄養塩総量、栄養塩分布パターンを3要因とし、13反復を設定した。ビニールハウスで66日間の栽培後、地上部と地下部に分けて刈り取り、乾燥重量を測定した。パッチ出現時期を3水準(0日目, 22日目, 44日目)、栄養塩総量を3水準(低, 中, 高)設定した。1個体のアサガオの実生を6号鉢に定植後、全ての処理で3回(22日目, 44日目, 66日目)の刈り取りを行った。あらかじめ鉢内に、円柱状の筒を中心から約3cmの距離に埋設した。異なる3時期に、筒を抜いた後に固形肥料を混ぜた土壌を入れ、パッチの出現とした。パッチ内の栄養塩濃度がパッチ外より高いヘテロ条件と、パッチ内外の栄養塩濃度が等しいホモ条件を設定し、ヘテロ・ホモ条件間での収量と地下部配置の差異を処理間で比較した。

低栄養塩のとき、ヘテロパッチに対する地下部の選択配置が生じた。また、パッチを初期に出現させた処理は、パッチを中・後期に出現させた処理より最終収量が大きい傾向が見られた。一方、高栄養塩のとき、ヘテロパッチに対する選択配置は生じなかった。また、パッチを初期に出現させた処理は、パッチを中・後期に出現させた処理より、生育期間を通して収量が小さかった。以上より、パッチに対する地下部の選択配置は、貧栄養条件下で強まると考えられる。また、供給される栄養塩総量は同じでも、パッチの出現時期により植物への影響が変化する事が示唆された。

P3-003

水分供給の時間的不均質性に対する植物の反応は、個体間相互作用によって変化し、群集構造の違いをもたらす

* 萩原陽介, 可知直毅, 鈴木準一郎 (首都大・理工・生命)

水分供給の時間的不均質性(水分供給頻度の違い)が単植下の植物の成長におよぼす影響は、種間で異なる。そのため、水不均質性は群集構造を変化させるとの仮説が提唱されている。しかし、水不均質性に対する植物の反応は、近隣個体の資源吸収などを介した個体間相互作用によって変化すると考えられる。そこで、複数の草本種を栽培し、混植による実際の群集(種間相互作用あり)と単植の和による仮想群集(種間相互作用なし)を比較することで、個体間相互作用を評価して、群集構造に対する水不均質性の影響を実験的に検討した。

材料には、2次草原で普遍的な5種(シロツメクサ、ヘラオオバコ、ハコベ、ギョウギシバ、ホソムギ)を用いた。水不均質性(高・低頻度給水)、栄養塩量(富・貧栄養)、個体数(5・25個体)の3要因を設定した。5個体の仮想群集は単植1個体の5種の和から、25個体は単植5個体の5種の和からなる。群集構造の指標に、処理ごとの均等度を算出した。均等度への処理の影響はモデル選択により解析した。実際の群集と仮想群集で選択される要因の違いから、個体間相互作用の影響を評価した。

25個体の群集は、富栄養では高頻度給水で5種の現存量が均等で、低頻度給水より均等度が高かった。貧栄養では低頻度給水で均等度が高かった。5個体の群集では水不均質性の均等度に対する影響は認められなかった。25個体の仮想群集では水不均質性の均等度に対する影響は認められなかった。5個体の仮想群集は、富栄養では高頻度給水で、貧栄養では低頻度給水で、均等度が高かった。

個体間相互作用は、水不均質性に対する植物の反応を変化させた。そのため、水不均質性による群集構造の変化は、水不均質性に対する単植下での構成種の反応からは予測できない。水不均質性が群集構造におよぼす影響の検討には、個体間相互作用を評価すべきである。

P3-002

中国毛烏素沙地における臭柏(*Sabina vulgaris*)群落のクローン構造

* 山口由真(岡大院・環境), 廣部宗(岡大院・環境), 兼子伸吾(京大院・農), 三木直子(岡大院・環境), 井鷲裕司(京大院・農), 楊 靈麗(岡大院・環境), 張 國盛(内モンゴ農業大), 王 林和(内モンゴ農業大), 坂本圭児(岡大院・環境), 吉川 賢(岡大院・環境)

中国毛烏素沙地で優占する植生の一つである臭柏は、匍匐型の生活形をもつヒノキ科の常緑針葉樹であり、しばしば直径50mを超える密な群落を形成する。しかし、群落内の個体を形態的に判別することは困難であり、これらの群落が匍匐枝の成長による個体の拡大または匍匐枝の分断による栄養繁殖で広がった少数の大クローンからなるのか、種子繁殖による多数の小クローンからなるのかは不明である。本研究では、臭柏群落のクローン構造を明らかにすることを目的とした。

中国内蒙古自治区烏審旗の臭柏群落内において3種類のプロット(プロットI: 80m × 100m, II: Iと80m × 20mが重複する88m × 24m, III: I, II内部の10m × 10m)を設置した。各プロットは10m, 4m, 1mの方形区に分割し、方形区の格子点において遺伝解析用のサンプルを採取した。採取したサンプルは*S. vulgaris*で開発した4座のマイクロサテライトマーカーにより遺伝子型を決定し、クローン構造の解析を行った。

解析の結果、プロットIでは41クローン、プロットIIでは34クローン、プロットIIIでは24クローンが確認された。また、これらの各クローンの大きさ(分布範囲)は様々であった。独自の遺伝子型を示し、ごく限られた範囲にしか分布しないと推測されるクローンがある一方で、2つの遺伝子型については10m間隔で隣接する8格子点で確認され、これらのクローンは300mにわたって分布することが示された。これらの結果から、臭柏群落は多数の多様な大きさのクローンで構成されており、群落の形成と維持には栄養繁殖と種子繁殖の両方が寄与していると考えられた。

P3-004

二葉山におけるシリブカガシ個体群の保全生態学的研究

著者: * 中野陽介(広島大), 山田俊弘(広島大)

常緑高木のブナ科シリブカガシ(*Lithocarpus glabra*)が優占する群落は珍しい。広島市の二葉山は「日本の重要な植物群落—中国版—」(環境庁1979)にも取り上げられ、シリブカガシが優先する希少な群落として知られている。耐陰性を持ち閉鎖林冠下で生育可能であり、森林の境界部よりも中心部に多く分布すると言われているシリブカガシ(村上2000)は、現在開発が進む二葉山ではエッジ効果の影響を受けやすく、個体群の存続が危ぶまれる可能性がある。そこで我々は、二葉山のシリブカガシ個体群の存続可能性を評価することを目的とした研究を開始した。現在、個体群動態を調査中であるため本発表では、二葉山及びシリブカガシの特性について調べた結果を発表する。

航空写真を用いた二葉山森林面積の解析した結果、二葉山の森林面積は1939年には53.8 haであったが、1946年には43.6 haとなり、その後も徐々に面積を減少させ2008年には28.7 haとなった。現在二葉山には保全条例などが制定されておらず、これからも開発が進む可能性が高いため、二葉山のシリブカガシ個体群への森林面積減少の影響は大きくなっていくだろう。

シリブカガシの分布パターンと親木と若木の距離についての関係性について見ると(まず二葉山に作成した40m四方のプロットに出現した全てのシリブカガシ個体の大きさを測定し、位置を落とした。親木はDBH 10 cm以上のもの、若木は根際直径1cm未満のものとして定義し、その距離と本数についてコロモゴロフ・スミルノフ検定を行った。)、シリブカガシの分布は親木の周りに若木が有意に集中分布していた。このことは、二葉山のシリブカガシは種子分散力が低く、一度壊滅的な被害を受けた場合に、自然遷移によって個体群が回復しにくい可能性を示唆している。

P3-005

シロモジとアブラチャンの成長に対する生理的統合の影響は雌雄・種間で異なるか？

* 五十君友宏, 松下通也, 中川弥智子 (名大院・生命農)

雌雄異株植物の性差を検証する上で、対象とするモジュールレベルを考慮することは重要である。しかし、モジュール間での資源移動に関する先行研究は、サイズの小さな草本か木本の低次モジュールレベル(シュートや枝)を対象とした研究が殆どで、高次モジュールレベル(ジュネット全体)での資源移動における種間差や性差はこれまで十分に検証されてこなかった。そこで本研究では、複数の萌芽幹で株を形成するクスノキ科クロモジ属の雌雄異株低木、アブラチャンとシロモジの2種を対象種として、樹高約1mでの環状剥皮処理を用いた野外実験により、幹動態に対する株内の幹同士の生理的統合の影響を種と雌雄間で比較した。

その結果、アブラチャンでは、処理群の株内主幹の方が対照群より地際直径の肥大成長量が小さく、萌芽幹においても処理群の方が対照群より肥大成長量が小さい傾向が見られた。また、DBH > 2cmの萌芽幹の肥大成長量において、雌では処理群の効果が検出されなかったが、雄では処理群の方が対照群より小さかった。これらの結果から、アブラチャンでは株内の幹同士の生理的統合性が存在し、雌の萌芽幹は雄よりも生理的により早く自立することが考えられた。一方、シロモジでは、株内主幹の肥大成長量はアブラチャンと同じ傾向を示したが、萌芽幹においては処理の効果が殆ど見られなかった。また、アブラチャンの方がシロモジより樹高1.3m未満の萌芽幹の死亡率が低く、株内新規加入萌芽幹数が少なかった。以上の結果から、シロモジに比べてアブラチャンでは、萌芽幹生産を少なく抑える一方、株内主幹から萌芽幹に対する多くの資源移動により生残率を高めることで株の状態を維持していることが示唆された。

P3-007

ナナカマド属2種・アズキナシとウラジロノキにおける生活史及び個体群動態の比較

* 原澤翔太(京都大・農), 正木隆(森林総研), 直江将司(京都大・生態研), 井鷲裕司(京都大)

森林群集における樹種の共存を考える上で、その種の生活史を把握することは不可欠である。個体群統計学の観点から種の生活史を定量的に明らかにする研究はこれまで数多くなされてきたが、動態パラメータの推定におけるサンプル数の制約から、対象は群集内で個体数の多い種に限定されてきた。

しかし近年、階層ベイズモデルによりサンプル数の少ない種の動態パラメータ推定も行われるようになってきた。本研究では、各地の落葉樹林に広く分布するが決して優占種とはならないナナカマド属のアズキナシとウラジロノキを対象とし、茨城県北茨城市の小川試験地で1987年以来蓄積されてきた観測データを用いて、階層ベイズモデルにより推移行列モデルのパラメータを推定した。そしてこの2種間、及び他の樹種との比較により2種の生活史特性を明らかにし、群集内に低密度ながらも個体群が維持される機構を考察した。

当年生実生・実生・稚樹・幼齢木・成木の5成長段階での解析の結果、実生・稚樹・幼齢木で2種とも相対的に低い死亡率を示し、特にウラジロノキは稚樹と幼齢木でブナなどの耐陰性の高い樹種群より顕著に低い値を示した。一方で、当年生実生の死亡率はともにコナラなどの耐陰性の低い樹種群より高い値を示した。

行列の固有値で指標される個体群増加率は耐陰性の高い樹種群、ウラジロノキ、アズキナシの順に高く、いずれも増加傾向だった。弾力性の傾向は2種とも耐陰性の高い樹種群と似ていたが、ウラジロノキは稚樹と成木においてより強い類似傾向を示した。

以上の結果から、この2種は、実生~幼齢木で比較的高い耐陰性を持つものの、生活史全体で見ると極相林を構成できるほどの強い耐陰性はないため、攪乱後の二次遷移の途中相に出現し、森林群集で優占種となることなく個体群を維持していると考えられる。

P3-006

落葉樹林の林冠構造がヤドリギの分布に与える影響

* 鍵本忠幸(岐阜大院・応用生物), 加藤正吾, 小見山章(岐阜大・応用生物)

半寄生性常緑低木であるヤドリギは、鳥によって樹冠部に種子散布され定着する。このような散布・定着環境である森林の林冠構造は、ヤドリギの分布に影響を与えている可能性がある。本研究では、ヤドリギの分布と樹木個体周囲の立木本数との関係を調べ、林冠構造がヤドリギの分布に及ぼす影響を検討した。

落葉樹林に170m × 190m(標高約1050m、岐阜県高山市)の調査プロットを設置し、樹木のDBH(≥ 20cm)、樹種、立木位置、ヤドリギの有無を記録した。また、地形図より立木位置の標高を求め、アロメトリー式により、DBHから樹高と樹冠投影面積を推定した。

立木位置を中心とする円内に入る樹木をカウントし、各樹木個体周囲の立木本数を林冠構造の指標とした。算出方法は、立木位置、樹冠サイズ、梢端高(標高+樹高)を単独あるいは組み合わせた6つとした。立木本数の算出範囲は、半径1mから最大30mまで1m刻みで変化させた。

独立変数に個体周囲の立木本数、従属変数にヤドリギの有無をとり、一般化線形モデル(GLM)によるロジスティック回帰分析を行った。各モデルの回帰係数、p値を算出し、モデルの有意性を調べた。またAICからモデルの妥当性を比較した。立木本数の算出方法および算出範囲の変化にともなう回帰係数、p値、AICの推移から、林冠構造のスケールの影響を検討した。

GLMの結果、樹木個体周囲の立木本数はヤドリギの有無に有意な負の効果を示した。AICは算出範囲の拡大にともなって低下し、半径20m前後から一定となった。また立木位置のみを考慮したモデルよりも、立木位置に加え梢端高を考慮したモデルの方がAICが低下する傾向を示した。

結論として、周辺立木本数が少ない樹木ほどヤドリギの分布する可能性が高く、林冠構造の指標としては、梢端高および他個体の樹冠サイズを考慮した場合が最適であることが明らかとなった。

P3-008

根の切除と栄養塩濃度がウキクサの人工群集におよぼす影響

* 鈴木乾也・可知直毅・鈴木準一郎(首都大・理工・生命)

植物群集の多様性は、強すぎず弱すぎない攪乱で、高く維持されるといわれている。また、根食の影響で、群集の遷移過程も変化することが知られている。そこで、根への攪乱が、地上部の攪乱と同様に、群集構造に影響をおよぼすという仮説を実験的に検討した。

3種のウキクサ(ウキクサ、コウキクサ、アカウキクサ)の人工群集を用い、根の切除を攪乱とした栽培実験を人工気象室で行った。根の切除回数である攪乱頻度(高: 2日おき6回、中: 3日おき4回、低: 4日おき3回)と、根の切除量である攪乱強度(強: 根長の100%切除、弱: 根長の50%切除)を要因とし、コントロールとともに非対称に組み合わせ(6水準)、それぞれに栄養塩条件(富、貧)を設け、合計12処理(16反復)とした。12日間の栽培中は、2日おきに葉状体面積を測定した。刈り取り後は乾燥重量を求めた。

攪乱強度が強いと、群集の収量と葉状体面積は減少した。攪乱による群集収量の減少の程度は、栄養塩条件によって変化した。また、攪乱強度と栄養塩の交互作用が、葉状体面積で有意にみられた。3構成種の現存量の均等度(Simpson's D)を、攪乱が群集構造におよぼす影響の評価とした。均等性は攪乱下で高く、貧栄養下では攪乱の効果が有意に認められた。攪乱頻度と攪乱強度と均等度の関係をパス解析したところ、攪乱強度は直接に、攪乱頻度は攪乱強度の効果を強めることで間接的に、群集の収量を減少させていた。群集の収量が減少すると、現存量の偏りが小さくなった。

以上より、攪乱に起因する収量の減少は、構成種の均等度を高めたと考えられる。これは、地上部と同様に根への攪乱が、群集の種多様性の維持に、一定の役割を果たすことを示している。植物群集に攪乱がおよぼす影響の理解には、地上部だけでなく根を含めた検討が必要である。

P3-009

一回繁殖型多年生草本オオウバユリにおける集団間の遺伝的および形態的変異

* 早船琢磨, 西澤美幸, 大原雅 (北大・院・環境科学)

固着性である植物は、それぞれの種のもつ基本的な生活史とその生育環境との相互関係の中で進化してきた。従って広範囲に分布する植物では、地域集団間で多様な形態的・遺伝的な変異性を示すと考えられる。本研究の対象種オオウバユリは北海道、本州中部以北に生育する多年草である。種子繁殖と地下部の娘鱗茎の形成による栄養繁殖の2つの繁殖様式をもつ。交配様式は自家和合性をもつが、一度開花した個体は枯死するという、多年草でありながら一回繁殖というユニークな生活環をもつ。2009年、北海道内の様々な集団で開花個体を対象に個体サイズ、花数、遺伝的多様性に関する調査を行った。遺伝的多様性は8つのSSRマーカーを用いて評価した。その結果、集団間で形態や遺伝的多様性に変異が存在することが明らかになった。しかしオオウバユリは一回繁殖であるため、同じ集団であっても年によって開花個体は別個体となる。そこで2010年に同じ25集団において再度、同様の調査を行った。その結果、個体サイズ、花数、遺伝的多様性に関して有意な年次変化は認められなかった。このことから開花個体は入れ替わりながらも集団のもつ形態的・遺伝的特徴は安定しているものと考えられた。

この他、オオウバユリは自家和合性であるが、個体サイズと花数の地域変異がポリネーターに対するディスプレイと関連している可能性があると考え、個体サイズ・花数と他殖率に関する調査を行った。他殖率は除雄処理を行った花の果実重と無処理の花の果実重の比較、および種子と種子親個体との遺伝子型の比較より算出した。その結果、個体サイズ・花数と他殖率の間に明瞭な関係性は認められなかった。このことからオオウバユリの個体サイズや花数の地域変異はポリネーターに対するディスプレイではなく、物理的環境を含む別の要因と関連している可能性が示唆された。

P3-011

佐渡島大佐渡山脈尾根部に天然スギと混交するサワグルミの更新特性

* 中野陽介 (新潟大・院・自然科学), 金子洋平 (新潟大・超域研究機構), 本間航介 (新潟大・農), 崎尾均 (新潟大・農)

サワグルミは、一般的に大規模攪乱に依存して渓谷・沢沿いで更新する。一方、尾根上に成立するサワグルミ林も存在することが知られているが、それがどのように更新しているのかはわかっていない。また、サワグルミは豪雪地帯で萌芽による株立ち樹形をとるが、その生態学的意義の評価も行われていない。そこで、本研究は豪雪地帯の尾根部に成立するサワグルミ林の更新機構を明らかにするために、株および幹個体群の視点から調査・考察した。

大佐渡山地稜線付近のスギが優占し、サワグルミがパッチ状に分布する林分に50m×50m方形区を設置した。サワグルミの生活史を樹高および形態から当年生実生・単軸型稚樹・分枝型稚樹・若齢木・成木の5つの生育段階に区分した。2009年に当年生実生133個体を個体識別し、その生残過程を追跡した。また、全ての幹の樹高・幹長・地際直径・生育段階・位置を記録した。

当年生実生の主な発芽基質はリター上で、2010年秋までに16個体(生残率12%)が生残した。単軸型・分枝型稚樹株はギャップや林縁のリター上に定着していた。分枝型稚樹株の母幹は、地際直径1cm以上で斜立により樹高成長が止まったり、枯死したりするものがみられた。地際直径3~6cmの母幹は存在せず、分枝型稚樹株から若齢木株への連続的な更新が見られなかった。母幹が枯死した分枝型稚樹株は萌芽により個体としては生存していた。成木株の株内には、連続的に各生育段階の幹が存在した。

以上の結果より、この林分でサワグルミ実生・稚樹の定着可能だが、分枝型稚樹株は雪圧により若齢木株へ移行ができず、株個体群の更新は困難であることが示唆された。一方、幹個体群では、成木株で萌芽幹による連続的な更新が行われていた。このようなクロナル成長は、このサワグルミ個体群の維持に寄与していくと考えられた。

P3-010

シロツメクサ (*Trifolium repens*) とアカツメクサ (*Trifolium pratense*) の成長に地下部の浸水期間が及ぼす影響の検討

* 間島翔, 可知直毅, 鈴木準一郎 (首都大・理工・生命)

植物にとって資源である水は、攪乱要因にもなりえる。また浸水等の水による攪乱への反応は、植物種によって異なりうる。しかし、植物の成長に、地下部全体の継続的な浸水が及ぼす影響の定量的な知見は、いまだに限られている。そこで、シロツメクサとアカツメクサの成長に対する浸水期間の影響を栽培実験により評価した。

本実験では、5水準の浸水条件(6日間の浸水期間と4日間の退水期間の組み合わせの12回繰り返し・11日間の浸水期間と4日間の退水期間の組み合わせの8回繰り返し・16日間の浸水期間と4日間の退水期間の組み合わせの6回繰り返し・26日間の浸水期間と4日間の退水期間の組み合わせの4回繰り返し・浸水しない条件)を設定した。そして120日間の処理後、刈り取り、地上部・地下部の乾燥重量を測定した。

シロツメクサとアカツメクサの両種で、処理間で地上部乾燥重量に有意な差があった。シロツメクサでは浸水しない条件で、6日間の浸水条件よりも地上部乾燥重量が大きく、浸水する条件の地上部生物量は、浸水しない条件の約半分だった。一方、アカツメクサは浸水する条件の地上部乾燥重量が、浸水しない条件よりも大きい傾向があった。さらに、6日間の浸水条件と比べると、11、16、26日間のより浸水期間が長い条件の方で、大きい傾向が認められた。また、アカツメクサの浸水する条件下の地上部生物量は、浸水しない条件の約2倍となった。

両種を比較すると、シロツメクサは浸水に対して耐性が低く、一方アカツメクサは比較的高かった。この結果は、シロツメクサは時に湿地で見られるが、アカツメクサは見られないという先行研究による知見とは異なった。今後は、より長期間の浸水の影響や浸水時期の季節的な影響などを評価する必要がある。

P3-012

マイクロサテライトマーカーを用いた北海道のコナラ林における遺伝的多様性と集団分化の解析

* 本間祐希・並川寛司 (北教大・札幌・生物), 河原孝行・北村系子 (森林総研北海道)

コナラが優占する森林の分布北限は北海道にあり、日高から胆振を経て石狩低地帯北部に至るとともに、渡島半島にも隔離的に分布する。植村・武田(1987)は、北海道における温帯植物の地理的分布を類型化し、コナラと類似の分布を示す一連の種群に対しモミジガサ型分布群と名付け、この群に属する種が、最終氷期最寒冷期に日高および渡島半島のレフュージア(避難地)に分布を縮小し、後氷期そこから分布を拡大したことを推定した。本研究は、北海道のコナラ優占林から10地域の個体群を選び、系統地理学的手法を用い、その分布拡大過程を示すことを目的とした。

10個体群、計453個体の幹あるいは枝の形成層からDNAを抽出し、核マイクロサテライト11座を用いて決定した遺伝子型から、遺伝的多様性(Alelic richness, F_{IS} , H_E)と遺伝的分化の程度(D_A , R_{ST} , 系統樹)を評価した。また、ベイズ法に基づくプログラムSTRUCTUREを用い、遺伝構造の検出と、各推定集団の F 値(遺伝的分化の程度)に着目し、集団分化について考察した。

道内のコナラ個体群は集団分化が比較的進んでおり、特に日高地方の4集団(広富・新栄・歌笛・杵臼)は遺伝的多様性が相対的に高いだけでなく、他集団との対立遺伝子の共有性も高く祖先系に近い遺伝的組成を示した。また、広富の集団を起点とした場合、地理的距離と遺伝的距離との間に正の相関が認められるとともに、この集団が系統樹の中心に位置することは、日高地方にレフュージアが存在したことを示唆している。一方、隔離的に分布する大沼の集団は、日高地方と大きく異なる遺伝構造を示すと共に、集団の分化も明瞭であった(高い F 値)。このことは、両地域の集団が最終氷期最寒冷期以前から分離していたことを示唆している。

P3-013

琉球列島におけるマングローブ種の分布パターンに影響する要因

* 真栄城亮 (横国大・院・環境情報), 持田幸良 (横国大・院・環境情報)

日本には7種のマングローブ植物が生育しており、その生育地のほとんどは琉球列島に存在する。種ごとに生育する島や河川に違いが見られ、広域スケールで考えられる様々な要因に分布が規定されていることが考えられる。そこで本研究では広域スケールでマングローブ種の分布と種組成を把握し、環境要因との対応を検討することで、琉球列島のマングローブ種の分布特性を明らかにすることを目的とした。

既存研究より、琉球列島において確認されている全てのマングローブ生育地の位置と種数を把握した。沖縄県西表島については現地調査を行いデータの補完を行った。マングローブ生育地の地理的な説明変数として、各地域の気象データ(気温・降水量)を気象庁ホームページより取得した。また、GISを用いて集水面積を算出し分布との対応を検討した。

その結果、琉球列島のマングローブ生育地は100地点が確認された。その内訳は南から、宮古・八重山諸島54地点、沖縄島35地点、奄美大島3地点、種子島・屋久島5地点、鹿児島3地点であり、平均気温が高く集水面積の広い場所で種数が増加した。種ごとの分布特性としては、メヒルギとヤエヤマヒルギは、高緯度では集水面積の広い地域にのみ分布しており、気温が低い地域ほどより広いマングローブ生育適地が必要であることが示唆された。

以上の結果から、琉球列島におけるマングローブ種の分布パターンには、気温の他にも集水面積の影響も考慮する必要があることが示された。

P3-015

珪藻 *Cyclotella meneghiniana* における性比調節と細胞密度の効果

* 城川祐香 (東大・理), 若本祐一 (東大・複雑系), 嶋田正和 (東大・広域)

周囲の個体の存在は、有性生殖の際に不可欠である。周囲の個体の数や血縁度によって性比を変える例は、多細胞生物で数多く研究されてきた。しかしクローンな単細胞生物が、周囲の個体の数に応じて分化する性を変えられるか否かを、個々の個体の分化過程を追跡して示した研究例はまだない。そこでクローン細胞内で卵と精子両方に分化可能な単細胞生物である中心珪藻を用いて検証した。

珪藻では一つの栄養細胞は1つの卵、もしくは数個の精子のどちらかに分化する。先行研究では、集団レベルの実験から細胞サイズが大きいと卵に、小さいと精子に分化すると考えられてきた。しかし個々の細胞サイズと分化運命の関係が対応づけられていないため、実際に個々の細胞が厳密に細胞サイズに従った分化をしているのか、細胞サイズの影響をうけつつも可塑的に、細胞密度といった状況に応じた性比調節が可能か不明であった。

微小な単細胞生物を1細胞ごとに追跡するために、微細加工技術によりカバースライド上に約100 μm四方のマикроチャンバーを作成し、部屋ごとに細胞を閉じ込めた状態で、顕微鏡下での有性生殖誘発とその1細胞観察に成功した。その際、顕微鏡下で還流する培地の塩濃度を上昇させることで有性生殖誘発可能な、広塩性中心珪藻 *Cyclotella meneghiniana* を実験材料とした。

卵細胞に分化した細胞の容積と精子細胞に分化した細胞の容積の分布の多くが重なり合っていることから、同様の細胞サイズであっても、どちらの性にも分化しうる運命決定の可塑性があることがわかった。次に細胞密度によって可塑的に分化する性を調節できるか検証した。その結果、チャンバー内の細胞密度が増加すると、卵細胞に分化する割合が、精子細胞に比べて相対的に増加することが明らかになった。受精成功を高めるという適応的な観点からの議論を行いたい。

P3-014

ハクサンコザクラの生育期間と個体群構造変動

* 尾鼻陽介 (信州大・理), 佐藤利幸 (信州大・理)

ハクサンコザクラ (*Primula cuneifolia* var. *hakusanensis*) は他のサクラソウ科植物と同様に異型花柱性を持ち、2型を個体毎に示す。異型花柱性植物は自家不和合性・同型不和合性を持つことから、2型比の強偏は繁殖効率低下により個体群維持に影響を与えることが知られている。

また、本種は日本海沿いの多雪山岳域、特に湿性地に生育すると共に、消雪後早期に展葉・開花することから、積雪環境と密接な関係にあることがうかがえる。一方で、日本海沿い山岳域は最終氷期以降も積雪量の増減を繰り返してきたと考えられ、それは今後の気候変動によっても引き起こされるであろう。消雪時期の傾度に沿って個体群構造を比較することから、積雪量変動下でどのように個体群を維持してきたのか考察したい。

各地点の雪解けは斜面上部から下部に進行し、最上部と最下部のプロットでは消雪時期が1ヶ月以上異なった。斜面下部では個体群密度が高くなる傾向にあり、低密度個体群と比較して若齢ロゼットが多く見られるが、死亡率も高く右肩下がり年齢構成だった。また斜面下部では開花率が高くなる一方で結果率は低下する傾向が見られた。異型花柱比率は斜面上下端において強偏しており、また全体の傾向としては個体群密度と負の相関を示し、低密度個体群では2型比の強偏が認められた。

積雪量が少なく生育期間の長い環境下では、低開花率のもとで高い結果率を示す一方で個体群密度も低いことから、細々と個体群を維持していると考えられる。しかし、低密度個体群では異型花柱比率が強偏する傾向にあり、長期的な展望では個体群維持に不利な状況にあることも示唆される。多雪環境で生育期間の短い環境下では高い開花率によって多量の種子を生産し、r-戦略的に個体群を維持していると考えられる。

P3-016

林床におけるイワガラミ・ツルアジサイの分布と微環境

* 森戸寛 (岐阜大・院・応用生物), 加藤正吾 (岐阜大・院・応用生物), 花岡剛 (森林総研・林木育種セ), 小見山章 (岐阜大・院・応用生物)

付着根型つる植物であるイワガラミとツルアジサイは、同一林分に生育しているにもかかわらず、同一ホスト上に登攀していることは多く観察されない。つる植物のホスト選好性を決定する要因が、つる植物が生育する林床環境の分離であれば、つる植物の種の多様性は、林床環境のバラエティにより決定されている可能性がある。本研究では、林床に生育する環境条件において、両種の分布に同一性がみられるかどうかを明らかにし、ホスト選好性について議論した。

岐阜大学位山演習林(岐阜県下呂市)、トドマツ人工林(標高1100m)に調査プロット(0.45m×18m)を設置した。調査プロットで両種の直立茎の分布と、積算PPFDと土壌体積含水率を測定した。調査プロット周辺において、両種の当年生匍匐茎の全長、節数、積算PPFDの測定を、さらに両種の葉を採取しLMAの測定を行った。また、同演習林内で両種の種子を採取し、発芽実験を行った。

解析した結果、イワガラミは光環境に対して分布密度が一定であったが、ツルアジサイはイワガラミより積算PPFDの高い場所で分布密度が高かった。土壌体積含水率は、両種の分布密度にはあまり影響していない傾向を示した。イワガラミに比べツルアジサイの当年生匍匐茎は、明るい場所に分布し、全長が短く節数が多かった。ツルアジサイのLMAはイワガラミより高い値を示した。両種の発芽率は、暗所で0%、明所で40%以上の値をともに示した。

イワガラミに比べツルアジサイの分布は明るい光環境に偏っていた。両種は光発芽種子であった。LMAはイワガラミよりツルアジサイで高く、両種の差異は光合成速度を反映している可能性がある。以上の結果から、両種が同一の支持ホストに登攀することが少ないのは、林床における生育適地の光環境の差異によるものであると考えられた。

P3-017

モンゴルにおける草原の持続性と遊牧

*Nachinshonhor G.U. (地球研), Jargalsaikhan L. (モンゴル科学アカデミー・植物研究所), Tadaki HIROSE (東京農大・国際食糧)

乾燥と寒冷気候が卓越するモンゴル高原では草原植生が広く分布している。自然草原を利用する遊牧が、この地域で長い歴史をもっている。モンゴル高原南部の中国内モンゴルでは、1950年代から人口が急激に増え、広い面積の自然草原が農地に変容し、1980年代から推進された草原の請負政策が伝統的な遊牧に終止符を打った。そして近年、草原の退化と砂漠化が当該地域のみならず、周辺の地域と国々にも深刻な環境問題をもたらしている。

われわれはモンゴル草原の持続性と遊牧の関係を明らかにするために、1999年から2010年にわたって伝統的な遊牧が営まれているモンゴル国にて調査を行った。この研究では、異なる草原(典型草原と乾燥草原)における植物群落の生産力と放牧圧のほか、調査地周辺の遊牧民に放牧している家畜の数と年間移動距離を調べた。その結果:

1. いずれの調査地でも群落の生産力が年によって有意に変動し、放牧圧がその変動にマッチしている。
2. 放牧の影響が典型草原で多年生双子葉の種に、乾燥草原でイネ科の種により大きかった。
3. 柵内群落の種の多様性が有意な年々変動を示したものの、放牧による有意な低下がなかった。
4. 同じ数の家畜の年間遊牧距離が、典型草原より乾燥草原では長い傾向があった。放牧している家畜の数(ヒツジ単位)が2000頭を超えると年間移動距離が低下した。

上述の結果で、遊牧管理下の放牧圧が生産力の高い群落に集中していることが分かった。気候条件の影響で群落の生産力と種の多様性が低下した年に、放牧の回避が群落の現存量と種の多様性の更なる低下を防ぎ、結果的に草原の持続性に寄与していることが示唆された。

P3-019

タイ国カノム川マングローブ林に多発した *Leptococcus* sp. (コナカイガラムシ科) 成虫の空中浮遊による林内拡散

*皆川礼子, 河合省三 (東京農大)

タイ国ナコンシタマラート県のカノム川流域には広大なマングローブが分布している。2005年3月、河口付近の林縁に *Leptococcus* 属のコナカイガラムシが大発生し、すす病の併発により林縁の *Rhizophora* 全体が黒変した。多発は2006年には一時終息したかと思われたが、2007年以降点状に発生地を拡大させ2010年3月には河川全域に発生が確認されるに至った。

そこでマングローブ林内でコナカイガラムシの発生地拡大の要因を解明するために本種の生態、習性、発生経過、天敵相を調査した。

本種の雌成虫は長楕円形で体長2mm内外、扁平で無翅、体周縁から糸状のロウ質物を総状に分泌する。寄主植物は *R. mucronata* と *R. apiculata* のみで、寄生部位は葉の裏面に限られる。卵胎生で繁殖し、年間数世代を繰り返す、発生が多いと葉の裏面全体に大きなコロニーを形成し、大潮の高位高潮線より上位から、樹冠に達するまで寄生が観察された。

2010年3月の調査において、多数の雌成虫が水面を浮遊しているのが確認され、空中浮遊による拡散が示唆された。コナカイガラムシ類の雌成虫による空中浮遊による拡散は、Miller and Denno(1977)による本種と類縁の *Plotococcus eugeniae* についての *Eugenia* 高木林における観察報告以外には例がない。カノム川の林縁には *Rhizophora* の高木が密生しているため、雌成虫が空中浮遊することにより、高い確率で寄主に到達することができると考えられる。また、水面に落下したものは干満の水流により川を移動することでさらに広範囲な拡散を可能にし、これらは水面に接触した木を這い上がり、世代交代をしながら樹冠にまで到達するものと考えられる。この河川の林縁が *Rhizophora* で構成されていたこと、タイランド湾側のため潮の干満がゆるやかなことが本種の発生拡大を助長したと推察された。

P3-018

島の潜葉虫と虫食い：寄主植物の移入履歴による影響

*杉浦真治 (森林総研)

本来分布していない地域に侵入した植物では、その天敵となる植食性昆虫相が乏しいと予想される。この予想を検証する一つの方法として、異なる移入履歴をもつ在来植物と外来植物の間でその植食性昆虫相を比較すればよい。

一度も他の陸地と接したことがない海洋島では、多くの固有種がみられる。一方、人為的に持ち込まれた外来種も多い。このように孤立した海洋島の生物相は、固有種、非固有の在来種、帰化した外来種、帰化していない外来種といったように、4つの異なる移入履歴をもつ種からなる。本研究では、海洋島・小笠原諸島に分布する木本植物を調査し、異なる移入履歴が葉食性昆虫相(潜葉性昆虫と虫食い形成昆虫)に与える影響を明らかにした。

小笠原諸島に分布する木本植物151種(固有71種、非固有在来31種、帰化18種、非帰化外来31種)について、2004年から2008年にかけて現地調査を行った。結果は予想通り、植物の移入履歴によって潜葉性昆虫および虫食い形成昆虫の利用頻度は異なっていた。潜葉性昆虫は、固有植物の53.3%、非固有在来種の35.5%、帰化種の11.1%、非帰化外来種の16.1%で見られ、虫食い形成昆虫は、固有植物の14.1%、非固有在来種の9.7%、帰化種の5.6%で見られた(非帰化外来種では全く見られなかった)。記録された潜葉性昆虫は、鱗翅目、双翅目、鞘翅目の3目に属していたが、鱗翅目(ガ類)が優占していた。虫食い形成昆虫は、半翅目、双翅目、鱗翅目、総翅目の4目に属しており、半翅目(キジラミ類)が優占していた。外来植物は在来植物よりも潜葉性・虫食い形成昆虫相が乏しい傾向にあった。つまり、記録された各潜葉性・虫食い形成昆虫は狭食性(特定の在来植物の属を利用)であるため、大半の外来植物をいまだ利用していない。

P3-020

一斉結実に対する動物の反応：ボルネオ島サバ州のレッドリーフモンキーの場合

半谷吾郎 (京都大・霊長研)

東南アジア熱帯に特徴的に見られる一斉開花・結実は、花や果実を食物資源として利用する動物にとって、周年周期の予測困難な食物利用可能性の変動をもたらす。それに対する動物の反応を明らかにするのは、興味深い課題である。本研究では、ボルネオ島サバ州・ダナムパレー森林保護区に生息するレッドリーフモンキー (*Presbytis rubicunda*) を対象に、一斉結実時にどのような食性の変化が見られるのか、また一斉結実時と非一斉結実に採食していた食物は、栄養的にどのように異なるのかを調査した。調査は、2006年12月から2008年12月まで、毎月行った。25ヶ月の調査期間中、1回だけ一斉結実が起こった。これは、この調査地では2004年7月からの4年半で最大の結実だった。一斉結実の時期には、レッドリーフモンキーは果実と種子の採食を増加させた。非一斉結実期には、レッドリーフモンキーは新葉の採食が多く、特にマメ科のつるである *Spatholobus macropterus* は、調査期間全体の採食時間割合の23%を占めていた。 *Spatholobus macropterus* の新葉の採食時間は果実の利用可能性と負の相関があり、一方そのほかの新葉の採食時間は果実の利用可能性と相関がなかった。そのため、レッドリーフモンキーは、果実・種子の利用できない時期に、 *Spatholobus macropterus* の新葉をフォールバック食物として食べていることがわかった。非一斉結実時の主要食物である新葉と、一斉結実時の主要食物である種子の栄養成分を比較すると、新葉のほうが窒素と繊維成分(NDF)が多い一方で、種子は脂肪を多く含んでいた。新葉はたんぱく質源、種子はエネルギー源と、相補的な栄養的特性を持っていることがわかった。

P3-021

カモシカおよびシカ生息地における餌資源量の推定

* 八代田千鶴 (森林総研), 中川恒祐 (岐阜大・応生), 野中最子 (畜草研), 浅野玄, 鈴木正嗣 (岐阜大院・連獣)

シカは近年個体数増加と分布拡大が全国的に報告されており、農林業被害が大きな問題となっている。このような被害を軽減するためには、シカの個体群動態を把握し、適正な個体数密度の設定および管理を行う必要がある。一方、シカの急速な増加による他の野生動物への影響も指摘されており、カモシカとシカの同所的な生息地域では、カモシカ個体数の減少および生息地域の変化が報告されている。本研究では、このような種間関係解明の一環として、カモシカおよびシカが同所的に生息する地域において餌資源量を推定することを目的とした。

岐阜県下呂市に位置する岐阜大学付属位山演習林 (5.53km²) を対象として調査を実施した。演習林の植生を3つの区分 (極相林、人工林、天然林) と、河川の周囲を河畔林として加えた4つの植生区分に分類した。各植生区分に3カ所ずつ調査エリアを設定し、各エリア内で下層植物の刈り取り調査を行った。調査は2009年2月(冬)、5月(春)、7月(夏)、10月(秋) に実施した。刈り取った植物は草種別に分類し、通風乾燥後重量を測定し、乾物重量として植物現存量を算出した。また各草種別に栄養成分として乾物、灰分、粗タンパク質、繊維、リグニン、総エネルギー含量を測定した。

植物現存量は冬に減少する傾向にあったが、それ以外の季節では大きな変動はなかった。下層植物種構成は、河畔林ではスゲおよびハイヌガヤが50~80%であったが、それ以外の植生区分ではササがどの季節も90%以上を占めていた。総エネルギー含量から推定した餌資源量は秋で最も高く、演習林全体で約6920MJと推定された。

P3-023

ツキノワグマによって創出された小規模林冠ギャップのサイズ推定

* 高橋一秋 (長野大・環境ツーリズム), 高橋香織 (信州大・遺伝子), 柳貴洋 (長野大・環境ツーリズム), 美齋津裕太 (長野大・環境ツーリズム)

ツキノワグマは樹上の果実を食べるために樹木に登り、枝を折りながら果実を採食する。本研究では、ツキノワグマの枝折りが小規模林冠ギャップの形成に果たす役割を評価するために、林冠ギャップのサイズおよび分布様式を推定した。

軽井沢町長倉山国有林の落葉広葉樹林 (約3km²) を、2006年10月~2010年12月に踏査し、小規模林冠ギャップを有する樹木の種類、樹冠部で折られた枝の直径カテゴリ (小: $d \leq 1.5\text{cm}$, 中: $1.5 < d \leq 3\text{cm}$, 大: $d > 3\text{cm}$)・傾斜角度、樹冠面積を計測した。折られた枝のサイズは、樹上の枝の直径カテゴリ値と落下した枝の計測値 (長さ・幅・厚さ・直径) を用いて推定した。ギャップサイズは、各枝の形状を厚みを持たせたひし形立体に近似させ、それを樹上の枝傾斜角度で傾けたときの垂直方向の面積として算出し、各樹木のギャップ面積を求めた。2009年秋に、調査区 (20m × 50m) を13個設置し、出現する全ての樹木 (DBH > 15cm) の位置座標を調査し、I δ 指数を用いて林冠ギャップを有する樹木の分布様式を求めた。

1ha当たりのギャップ面積は平均234.2m² (最大: 408.2m², 最小: 44.1m²) と推定された。これは1個体の平均樹冠面積 (57.0m²) の4.1倍 (最大: 7.2倍, 最小: 0.8倍) に相当した。また、樹木1個体当たりのギャップ面積は個体によってばらつきが大きく (平均: 5.6m², 最大: 30.8m², 最小: 0.2m²)、樹種による有意な差は認められなかった。林冠ギャップを有する樹木の分布は、2.5 × 2.5mの区画面積の単位で一様分布を示し、5 × 5mと10 × 10mの区画面積で集中分布を示した。以上の結果から、果実の採食に伴うツキノワグマの枝折りは、林冠層の小規模ギャップの形成に貢献することが示された。

P3-022

アカメガシワにおける物理的、化学的および生物的防御形質の地理的変異

山尾 僚 (鹿児島連大), 鈴木信彦 (佐大・農)

アカメガシワは葉にトリコームと腺点を供えており、物理的、化学的防御を行っている。さらに、花外蜜腺 (EFNs) や食物体によりアリを誘引し、植食者を排除させる生物的防御も行う。本研究では、防御形質の地理的変異をアカメガシワを取り巻く生物群集の違いと関連づけて解析し、アカメガシワにおける最適対被食戦略の進化における生物群集の重要性について議論する。

2009年の春、夏および秋に岡山、奄美、沖縄および石垣島に生育するアカメガシワの防御形質と随伴しているアリと植食者の種類と個体数、植食者による食害率を調査した。

野外調査の結果、トリコーム密度は岡山、奄美、石垣に比べて沖縄で特に高かった。腺点密度は岡山と奄美で沖縄や石垣に比べて低かったが、EFNs数は岡山と奄美で多く沖縄や石垣で少なかった。株周辺アリ数、アリ随伴率、株上アリ個体数は岡山と奄美で石垣よりも多かった。主な植食者として広食性のヨモギエダシヤク幼虫やマイマイガ幼虫などと狭食性のヘリスジナミシヤク幼虫、タイワンアヤシヤク幼虫およびツブノミハムシ類がみられた。広食性植食者による食害率は地域間で違いはみられなかったが、狭食性植食者による食害率は沖縄で最も高く、石垣、奄美、岡山と続いた。このように、アカメガシワはアリの活動性が高い地域では生物的防御を行い、アリの活動性の低い地域では物理的、化学的防御を行っていた。さらに、化学的防御の効果が低い狭食性植食者による被食圧が高い地域では、物理的防御形質を発達させていた。以上の結果から、各防御形質への最適な投資配分はアカメガシワを取り巻く生物群集によって異なり、地域間の生物群集の違いがアカメガシワの防御戦略に異なる進化をもたらしたことが示唆された。

P3-024

ニジュウヤホシテントウのマメ科食草利用能力の遺伝的基盤: F₁ 雑種の表現型について

* 藤山直之 (北教大・旭川), 上野秀樹 (新潟大・教育人間科学), Sih Kahono (インドネシア科学院), 片倉晴雄 (北大・院理)

ニジュウヤホシテントウは基本的にナス科植物を食草とするが、東南アジアの幾つかの地域では近年導入されたマメ科のムラサキチヨウマメモドキ (以下、マメと略) も利用している。発表者のこれまでの研究により、インドネシア共和国バリ島にはマメへの適応に関し様々な段階にあるニジュウヤホシテントウ集団が存在することが明らかになっている。本発表では、バリ島においてスズメナスビ (以下、ナスと略) またはマメだけを利用して2集団 (以下、それぞれをナス集団、マメ集団と略) およびそれらの交雑によって得たF₁雑種の、実験条件下における幼虫のマメ利用能力および成虫の摂食嗜好性について報告する。

ナス集団の幼虫に関して、ナス上での羽化率が80%以上であった一方で、マメを摂食した個体は20%以下でありマメ上では大部分が2令に到達できずに死亡した。一方、マメ集団の幼虫はナスとマメの両食草上で約90%の個体が摂食行動を示し、羽化率はナス上で約70%、マメ上では約30%であった。F₁雑種の幼虫については、親世代の雌雄の組み合わせに関連した明瞭な差異は認められず、いずれの場合もナス利用能力はほぼ正常に維持された一方で、約90%の個体がマメを摂食し、マメ上での羽化率は約30%であった。成虫の選好性に関しては、ナス集団がナスを極めて強く好んだ一方で、マメ集団はナスとマメの両方を同程度に摂食する傾向がみられた。F₁雑種の成虫の摂食嗜好性はマメ集団と似たものであり、ナスとマメを同程度に摂食した。

以上の結果と先行研究で得られている知見に基づき、ニジュウヤホシテントウのマメ利用能力の遺伝様式を推察するとともに、その伝播過程について考察する。

P3-025

トチノキの未熟種子に含まれる二次代謝物質サポニンの濃度とばらつき

* 星崎和彦, 守屋拓 (秋田県立大・生物資源), 柴田鏡江 (森林総研東北), 吉澤結子 (秋田県立大・生物資源)

大型種子にはしばしば、昆虫などによる捕食や菌類に対する防御的二次代謝物質が含まれる。しかし、これが未熟段階でどの程度含まれるのか、またどの時期に合成・分配されるかはほとんど知られていないため、種子の防御物質濃度が散布後の種子害に関わる自然選択の結果なのか未熟段階の二次的な反映なのか不明である。そこで、トチノキ種子に含まれるサポニン(エスシン類)について、種子の発熟過程に沿った傾向を調べた。

秋田県大仙市の協和ダム近辺の5本の成木を供試木に、7月下旬(発熟中期)、8月下旬(成熟直前)、9月中旬(完全)に果序を採取した。果実と種子のサイズ、虫害の有無を記録したのち、各果序から健全な胚を2つずつ選び、HPLCでエスシン類を定量した。

種子のエスシン濃度は7月が最も高く、その後減少していく傾向があった。種子あたりのエスシン含量でみると、7月から8月にかけて多量のエスシンが合成され、その増加はバイオマスの増加に先んじていた。虫害はスペシャリストの鱗翅目幼虫によるもので、各供試木の虫害率は7月が最も低く、9月が最も高かった。エスシン濃度は7月に最も大きくばらつき、9月のばらつきが最も小さかった。またどの時期でも母樹内より母樹間でより大きくばらついていた。

以上より、トチノキでは未熟種子もエスシンを含むこと、未熟段階の方がその濃度が高いことが分かった。7月に虫害率が最も低く、また成熟するにつれてエスシン濃度が低下したことから、トチノキにおけるエスシンの役割は、第一義的には発熟初期のジェネラリスト捕食者に対する防御ではないかと考えられる。また、母樹間のばらつきからは、エスシン投資における遺伝や枝先の環境条件の寄与が示唆される。

P3-027

植食性昆虫による選択的摂食が分解系に与える潜在的な影響：マイマイガと落葉樹15種の関係から

加賀田秀樹(京大・生態研セ)

一般に、広食性の植食者に好んで食べられる植物が生産するリターは、分解されやすいことが知られている。そのため、植食者の選択的摂食は、難分解性のリターの割合を相対的に増加させることで、全体としてリターの分解速度を低下させることが期待される。しかし、それらは主に植食者としてコオロギやナメクジを使用した研究から導かれたものであり、全ての植食者に対して同様のことがいえるとは限らない。

本研究では、しばしば大発生が報告される広食性の植食性昆虫マイマイガを対象として、マイマイガ幼虫の選択的摂食が分解系に与える影響を明らかにするために、幼虫による食べられやすさとリターおよび幼虫の糞の分解のされやすさとの関係を15種の落葉樹について調べた。

その結果、(1)マイマイガ幼虫は明確な摂食嗜好性をもっており、また、摂食量と糞の排泄量には強い正の相関があった。(2)リターおよび糞の分解速度は樹種によって有意に異なり、また、糞はリターの約2倍の速さで分解された。(3)マイマイガ幼虫が好んで摂食する樹種のリターおよび糞は分解が遅い傾向にあった、などのことがわかった。

これらのことより、マイマイガ幼虫は、リターの分解速度がおそい樹種を摂食し、分解されやすい糞として排出する事で、全体として分解速度を増加させる効果をもつことが示唆された。さらに本研究は、植物の食べられやすさと分解されやすさの関係は、対象とした植食者に依存して傾向が異なることも示唆している。

P3-026

葉食性昆虫マイマイガ幼虫の食性は北海道と広島で異なるか

* 亀井幹夫(広島総研林技セ), 原秀穂(北海道総研林試)

マイマイガは多種類の植物を食害する森林害虫である。その発生抑制のために餌としての適性に基づいた緑化樹の選択が求められているが、マイマイガの食性は地域個体群により異なる報告がある。例えばサクラを幼虫に与えた場合、北海道産、青森県産、長野県産幼虫は餌として利用するが、高知県産幼虫は餌として利用できないと報告されている。ただし、これらの報告は同一条件での試験ではないことから、飼育環境の差異によってこの違いが生じた可能性がある。また、同じ種でも開葉後の経過日数により餌としての葉の質は変わることから、潜在的には餌として利用できるが、開葉と孵化のタイミングが地域により違っていて、一部の地域では餌として利用できなかった可能性も考えられる。

本研究ではマイマイガの食性が地域個体群間で異なるかどうかを明らかにするため、広島県産と北海道産の孵化幼虫に複数の種の葉を餌として与えて生存率を比較した。開葉後の経過日数の違いによる葉特性の変化を考慮し、孵化時期を3段階に変化させて(広島県北部での孵化に対しほぼ同じ時期、約10日前、約20日後)、試験を行った。供試種はソメイヨシノ、アラカシ、イロハモミジ、コナラ、ヤマモモとした。

ソメイヨシノを与えた広島県個体群の生存率は試験時期に関係なく、他の樹種と比べて低かった。一方、北海道個体群では野外の孵化時期よりも早い時期に試験を開始し、ソメイヨシノを与えた場合、1齢生存率が63%と比較的高かった。その他の種では北海道個体群、広島県個体群ともに孵化を早めるほど生存率は高い傾向があった。また、同じ樹種、同じ孵化時期で比較すると、北海道個体群の生存率は広島県個体群と比べて高い傾向があった。これらの結果に、両個体群の幼虫にオオヤマザクラなどを与えた北海道の試験結果をあわせて、マイマイガの食性の地域個体群間差異を検討した。

P3-028

富士山5合目森林限界上部におけるゴヨウマツ稚樹の分布とその要因

* 別宮(坂田)有紀子(都留大), 西 教生(都留大)

富士山5合目の森林限界上部には、低温や乾燥、貧栄養、攪乱や強風などに耐性を持つ蘚苔類や草本類、木本類がパッチ状に分布している。演者らはそこにゴヨウマツの稚樹が多数生育していることを最近発見した。富士山ではゴヨウマツは1~4.5合目の針葉樹林内に点在するが、5合目付近には繁殖個体はほとんど存在しない。それにも関わらず5合目森林限界上部にゴヨウマツ稚樹が多数生育しているのはなぜなのだろうか?我々は、ゴヨウマツがどのようにして5合目森林限界上部に定着しているのかを明らかにするために、ゴヨウマツ稚樹集団の分布と生長、種子散布者との関係について調査をおこなっている。本発表では、ゴヨウマツ稚樹の空間分布特性、年齢構成、サイズ分布、生長特性について報告する。

山梨県側富士山5合目森林限界上部(標高2400m)において、0.5haの調査区内に存在する全てのゴヨウマツ稚樹を標識し位置を記録した。同時に稚樹の地際直径、高さ、年齢を測定し、生長量を推定した。

調査区内に存在するゴヨウマツ稚樹は204個体だった。稚樹は単独で生育しているものもあったが、多くは2~12個体が共生していた。稚樹の空間分布をみると、パッチ内に190個体、裸地に14個体と、パッチ内に圧倒的に多かった。パッチ内に稚樹が多い理由としては以下の仮説が考えられる。

- 1) 散布者がパッチ内に選択的に種子を散布している。
- 2) 散布者はパッチ・裸地の区別無く散布するが、パッチ内の方が発芽・定着・生長が良いため。

以上の仮説を検証するために、散布者の行動・生態とゴヨウマツ種子の発芽率・実生の定着率・稚樹の生長速度について現在調査を進めているが、今回はパッチ内と裸地の間でのゴヨウマツ稚樹のサイズ、年齢、生長速度の違いについて報告する。

P3-029

温暖化処理に伴うミズナラ林冠木の被食量の変化とハイパースペクトル画像による葉の防御物質の評価

* 日浦勉, 中路達郎, 田柳詩織, 中村誠宏, Onno Muller (北大苫小牧研究林), 小熊宏之 (国立環境研)

温暖化など大きな環境変動は生産者の質や量の変化を引き起こし、一次消費者の採食パフォーマンスにも間接的な影響を与えることが予想される。また、このような生産者の質・量の変化がどの場所、どの程度の空間スケールで起こるかを捉えるには光学的なリモートセンシング技術の開発が必要である。我々は成熟林を対象に温暖化処理を行い、葉の質と量および被食量の変化を明らかにするとともに、葉の防御物質濃度の空間分布を明らかにする手法を開発した。

苫小牧研究林の成熟林に設置した林冠観測用クレーンサイトで、ミズナラ林冠木を対象に電熱線埋設によって地下部を対照から5度上昇させる処理を2007年から継続している。これらの個体を対象に2009年春と夏に林冠葉の咀嚼性昆虫による食害度を目視評価した。また携帯型分光放射計によって個葉の分光特性を記録すると同時に、物理化学特性を定量した。またクレーンマストからのハイパースペクトルカメラを用いて実験サイトの広範囲の分光画像を定期的に取得した。

温暖化処理によって葉の量は変化しなかったが、夏の食害度は有意に減少した。一方、物理的防御と考えられるLMA、セルロースは変化せずリグニンはむしろ低下したのに対し、化学的防御物質と考えられるフェノールとタンニンは有意に上昇した。また窒素含量はやや低下した。これらのことから、温暖化処理によってCNバランスが変化することで炭素ベースの化学的防御が増加し、植食性昆虫による食害度を低下させたと考えられる。携帯型分光放射計による個葉の分光情報と物理化学情報を用いてPLSモデルを作成したところ、フェノール濃度が比較的高い推定精度を得ることが出来た。ハイパースペクトルカメラの広範囲分光画像にこのモデルを適用し、温暖化処理個体林冠部の高いフェノール濃度を視覚的にも再現することが出来た。

P3-031

哺乳類散布樹種の種子発芽と実生の成長に果肉と光環境が及ぼす影響

* 今田貴裕, 林田光祐 (山形大学農学部)

果実が食べられ種子が糞や吐き出しによって散布される被食散布のうち、哺乳類に依存した種は果実が大きく、色が地味、熟すと香りや甘みが強いなどの特徴を有し、1ヶ所に多量に散布されやすいことから、発芽や実生の成長の特性は鳥散布樹種とは異なると予想される。そこで本研究は、哺乳類散布樹種の発芽に及ぼす被食の影響と実生の成長に及ぼす光環境の影響を苗畑の発芽実験により検討した。

ヤマボウシ、オオウラジロノキ、ケンボナシ、ヤマブドウ、アケビ、サルナシ、キブシの7種を、被食を想定し人為的に果肉を除去した種子(以下、種子)各800ないし1600個と果肉付き種子(以下、果実)各100ないし200個を苗畑に播種した。翌年5月上旬に寒冷紗を用い、光環境(rPPFD)が種子は4パタンになるように被陰した。毎週1回、発芽・生存・成長を追跡調査し、同11月に実生の苗高(主軸長)・根元直径・葉枚数を測定した。

ケンボナシは種子と果実のいずれもほとんど発芽しなかった。オオウラジロノキの種子は発芽したが、果実は全く発芽しなかった。ヤマボウシ、キブシ、サルナシは種子が多く発芽し、果実の発芽率は有意に低かった。ヤマブドウは種子だけでなく果実も発芽し有意な差がなかった。アケビは種子よりもむしろ果実の発芽率が有意に高かった。以上のように、樹種によって被食の影響は大きく異なった。成長まで調査できたケンボナシ以外の6種は、いずれもrPPFDと根元直径や葉枚数に有意な相関がみられた。オオウラジロノキはrPPFDが20%前半で最も成長したが、他の樹種は光環境が良いほど成長が良かった。種子サイズが比較的大きな樹種でも最適な光環境下では秋まで伸長成長する性質を有することから、これらは比較的大きなギャップで更新するのに適応していることが推察された。各樹種の発芽・成長の結果と果実・種子の形態との関係を解析して、哺乳類散布樹種にみられる特性について考察する。

P3-030

ニホンジカによるスギ・ヒノキ剥皮害と広葉樹低木の食害

福本浩士 (三重県林業研究所)

ニホンジカによるスギ・ヒノキ剥皮害と広葉樹低木の食害

福本浩士 (三重県林業研究所)

三重県内のスギ・ヒノキ人工林におけるニホンジカ(以下、シカ)による造林木剥皮害および広葉樹低木(樹高50cm以上)の食害の実態を調査した。県内6地域20林分に固定調査地を設置して植生調査を行うとともに、糞粒法および糞塊法によるシカ密度の推定を行った。スギは4地域9林分について調査を行い、当年の剥皮害の本数発生率は0~8.9%であり、25、26および72年生の林分で剥皮害が発生した。一方ヒノキは6地域15林分について調査を行い、当年の剥皮害の本数発生率は0~26.0%で、21~45年生の林分で剥皮害が発生した。シカ密度と当年の剥皮害の本数発生率には明瞭な関係は認められず、同一地域においても林分間で発生率に違いがあった。

人工林内に生育する広葉樹についてその種構成をみると、調査地域間の違いはあるが、ヒサカキ、ヤブツバキ、アラカシ、シイなどシカの採食に対して耐性のある種やアセビ、シキミ、イズセンリョウなど嗜好性の低い種が優占種となる傾向があった。シカの採食により人工林内の広葉樹の種構成が単純化している可能性が考えられた。また多様性を検討したところ、多様性指数は0.11~0.88(SimpsonのD)、0.40~3.38(Shannon-WienerのH')、均衡度指数は0.20~0.97(PielouのJ')であった。人工林内に生育する広葉樹の多様性は、林齢が大きいかほど高い傾向があった。

P3-032

DNAバーコーディングを用いた植食動物の食性解析 - 広範な植物種で効率的に増幅するプライマーの開発 -

* 鈴木節子, 吉村研介, 吉丸博志 (森林総合研究所)

DNAバーコーディングとは、DNAの特定領域の塩基配列をデータベース化し、生物の検索・同定ツールとして用いることを目的とした手法である。DNAバーコーディングには様々な利用可能性があるが、その一つとして野生動物の採食種同定への活用が挙げられる。わずかな試料断片からでもDNAが抽出できれば種識別が可能であるためである。通常、野生動物の採食種同定には、対象動物の行動や食害痕の直接観察、消化管・糞の内容物の観察によって推定されている。しかし、警戒心の強い野生動物の観察は困難であることが多く、食害痕も全ての餌種において残るわけではない。さらに、消化管・糞の内容物は咀嚼や消化で形状が変化しており、餌種の判別は科や目のレベルである場合が多い。以上より、野生動物の採食種同定へのDNAバーコーディングの活用が期待されている。本研究では、植食動物の食性解析を目的として、広範な植物種が含まれる消化管・糞の内容物から抽出したDNAから効率的に増幅するプライマー開発を行った。利用した領域は、陸上植物の標準的バーコード領域であり、現時点で最もデータが充実しているrbcLとした。DNAデータベース(DDBJ)より、被子・裸子・シダ植物のrbcLの塩基配列を入手、アライメントを行った。プライマーを設計した部位は比較的変異が少ない場所を選び、プライマー配列はできるだけ多くの植物種が増幅するよう配慮した。1プライマーペアでは被子・裸子・シダ植物全てを増幅できるプライマーを設計できなかったため、被子・裸子植物とシダ植物のそれぞれに対して各1プライマーペア(計2プライマーペア)を設計した。今回の発表では、プライマー配列と各植物種の塩基配列の比較、設計したプライマーを用いて各植物種を対象に行ったPCRの増幅効率の結果等を報告する。

P3-033

イチジクコバチを専食するクロツヤバエがイチジクに与える影響

岡本朋子*, 蘇智慧 (JT 生命誌研究館)

2種の生物が互いに強く依存し合う相利共生系の動態は、それらを取り巻く様々な要因によって影響を受けると考えられる。これまでの研究の多くは、共生者2種の関わり合いにもつばら注目しており、それらに関わる他の生物種の影響はまだまだ十分に検証されていない。

クワ科のイチジク属に属するイヌビワ (*Ficus erecta*) は、花囊とよばれる袋状の閉じた花序をつけ、その内側に多数の花を咲かせる。雌雄異株のイヌビワの花粉の運搬は、イチジクコバチ科のイヌビワコバチ (*Blastophaga nipponica*) 1種によって行われ、これらは1種対1種の関係にある。送粉者であるコバチは、雄株の花囊にはいった場合、授粉と同時に花に産卵し、ふ化した幼虫は子房を食べて成長する。やがて次世代のコバチの成虫が花囊内で羽化し、花粉を持って他の雌株花序へと移動することで受粉が成立する。一方、雌株にはいったコバチは、授粉は行えるものの産卵がうまくできないため、子孫を残せないが、イヌビワは種子を残すことができる。このようにイヌビワとコバチの2者は互いに繁殖を強く依存し合っている。

発表者はこれまでの観察で、和歌山県のイヌビワ個体群において、クロツヤバエ科の1種(未記載)がコバチを捕食していることを発見した。イヌビワの花粉を運搬するコバチの被食は、イヌビワの花粉分散に大きな影響を与えると考えられるため、それを検証した。その結果、クロツヤバエが見られた花囊では、コバチの羽化率が低くなる傾向がみられ、また、個体群内において、クロツヤバエ発生時期は、コバチを放出する雄株個体が極めて少ない時期と重なっており、さらにその個体におけるクロツヤバエの寄生率は極めて高かった。これらのことから、和歌山県の個体群では、クロツヤバエによるコバチの捕食はイヌビワの花粉の分散を妨げ、イヌビワの繁殖成功に著しい負の影響を及ぼす可能性を示唆している。

P3-035

代替餌としての落葉の評価—エゾシカの行動追跡から

* 竹田千尋 (農工大・農), 梶光一 (農工大・農), 宮木雅美 (酪大・環境), 伊吾田宏正 (酪大・環境), 吉田剛司 (酪大・環境), 高橋裕史 (森林総研)

ニホンジカ(以下、シカ)は餌資源が非常に制限された状況下において、それまで不嗜好性だった植物も代替餌として利用することが報告されており、そのことがシカ個体群の高密度状態維持の一因となっている可能性がある。代替餌として落葉があげられるが、その利用形態は未解明である。そこで、落葉の周年利用が確認されている洞爺湖中島において、GPS首輪を用いたシカの行動追跡によって落葉の利用形態の検討を行った。

GPS首輪はエゾシカ成獣メス5頭に装着し、約1年間追跡を試みた。追跡するにあたり測位間隔は通常6時間毎とし、また各季節に1回ずつ15分間毎の測位をおこなう期間を5日間連続で設けた。中島におけるシカの生息環境は落葉樹林(92%)、草原(2%)、人工林(6%)の3つに区分され、そのうち主な利用可能な餌は、シカによる長期に渡る採食圧により、草原の小型化した嗜好性草本と、落葉樹林の落葉となっている。そのためGPS首輪の活動量センサーにより“活動”と判断され、かつ落葉樹林を利用していた測位点の割合を落葉利用の指標とみなし、土地利用割合から落葉利用の季節変化を検証した。さらに、行動圏面積の季節変化についても検証した。

追跡個体の利用場所は、年間を通しほぼ落葉樹林であったため、小型草本よりも落葉の資源変動に左右されたと推測される。落葉の利用可能性は夏から秋にかけて増加するにもかかわらず、行動圏面積の平均は秋よりも夏の方が小さかった。先行研究より、落葉は春から秋にかけて低質になると言われているため、落葉を主食とした場合、シカは落葉の量だけでなく質の変動からも影響を受けて行動を変化させていると推測された。

P3-034

落葉広葉樹における葉の成熟過程と植食性昆虫の食害様式の関係

* 渡辺陽子 (北大・FSC), 松木佐和子 (岩手大・農)

樹木は植食者に対し多様な被食防衛能を有している。落葉広葉樹では、春先にすばやく葉を展開させ、被食防衛物質であるフェノール性物質を葉内に蓄積させることで、植食者からの食害に対応していることが報告されている。これまで樹木の個葉の被食防衛物質については主に定量実験が行なわれており、量的な季節変化を示すことが知られている。しかしながら、被食防衛物質は光合成産物であり十分に葉内に蓄積されていないと考えられる。また多様な植食者の食害様式が多様であり、この多様な食害様式に対応して被食防衛物質を葉内で局在させている可能性がある。発表者は、これまでにブナの稚樹および成木を用いて、葉内のフェノール性物質の局在の季節的な変化およびブナの葉を食害する食害性昆虫のセンサスを行った。その結果、フェノール性物質の局在と食害性昆虫の食害様式は対応している可能性が示唆された。しかしながら、植食者が葉のどの組織を食害しているのか、フェノール性物質の局在と対応しているのか、明らかにすることはできなかった。

そこで本研究では、落葉広葉樹において植食性昆虫の食害様式と葉の被食防衛物質の局在との対応を、組織化学的手法を用いて明らかにすることを目的とした。植食性昆虫の食害様式は、主に食害性と潜葉性を対象とし、落葉広葉樹の食害痕の残る葉を採取し分析を行った。その結果、ブナの成熟葉においては、食害性昆虫では表皮細胞と柵状組織を、潜葉性昆虫では柵状組織のみを食害していた。いずれの場合も維管束は避けるようにして食害していた。ケヤマハノキの成熟葉では、主に葉肉細胞を食害していた。今後さらに分析を行ない、食害様式と被食防衛物質の局在の対応関係を明らかにしていく予定である。

P3-036

絶対送粉共生系における植物-送粉者間相互作用の地理的変異

* 後藤龍太郎 (京大・院・人環), 加藤真 (京大・院・人環)

共生的な生物間の相互作用は、個体群の密度や、個体ごとの形質など、様々な要因によって、相利から寄生まで可塑的に変化する。すなわち、同じ生物同士の関係でも均一であることはなく、実際には様々な関係が入り混じったモザイク構造を形成する。このような生物間相互作用のモザイク構造の実態と動態の理解は、相利共生関係の進化と、成立・崩壊のメカニズムを考える上で重要だと考えられてきたにも関わらず(Thompson 2005)、未だその全体像の把握にはほど遠い状況にある。

本研究では、コミカンソウ科カンコノキ属とホソガ科ハナホソガ属の送粉共生系を用いて、相互作用の集団間の違いと、一方の形質や個体群密度が他方に与える影響を明らかにし、相利共生関係の地理的な変異(モザイク構造)の実態を把握することを目的としている。

カンコノキ属植物はそれぞれ1種のみハナホソガによってのみ花粉の運搬が行われ、一方のハナホソガは授粉と同時に雌花に産卵し、孵化した幼虫が種子の一部を食べて成長する。両者は互いに繁殖を依存しあった絶対相利共生関係であり、これらの関係は地理的に広く維持されている。しかし、重複産卵などによって果実あたりの幼虫数が増加すると、果実内の種子の食い尽くしが起こる。このような食い尽くしはカンコノキがハナホソガとの共生関係で得られる利益と直結するため、共生系の維持について考える上で重要であり、ハナホソガの個体群密度にも強く影響されると考えられる。そこで、奄美大島のウラジロカンコノキの3集団において採集した果実を用いて種子の生存率・被食率を算出し、集団間で比較を行った。さらに、ハナホソガの餌となるカンコノキの果実の大きさや胚珠の数には個体間で差がみられるため、ハナホソガの種子食害にも影響を与えることが予測される。そこで、これらの果実の形質が、ハナホソガの種子食害に与える影響についても検証を行った。

P3-037

沖縄・屋久島・大阪の3地点における「種子-葉利用型」植食昆虫ヤマモモキバガの季節消長

藤田真梨子, 前藤 薫 (神戸大・農), 松井 淳 (奈教大・生物), 高嶋敦史 (琉球大・農), 駒井古実 (大芸大・環), 湯本貴和 (地球研)

ヤマモモ *Myrica rubra* の種子捕食者であるヤマモモキバガ *Thiotricha pancratiastis* は、果実だけでなく新葉も利用する「種子-葉利用型」植食昆虫である。「種子-葉利用型」植食昆虫は専食性の種子食昆虫と同様に植物の繁殖成功に深刻な影響を及ぼすと考えられるが、その生活史や資源利用については未解明の部分が多い。これまでの研究よりヤマモモキバガは屋久島においては非果実期には新葉を利用して年多次の生活史をもつことがわかっているが、新葉を利用できる時期が地域間で変化するならば、その資源利用も地理的に変化する可能性がある。そこで本研究では沖縄県・屋久島・大阪の3地点においてヤマモモの登熟・展葉フェノロジーとヤマモモキバガ個体数の季節消長を調べ比較した。

ヤマモモは雌雄異株の常緑高木で6月から7月に液果を実らせる。2010年の4月～12月にヤマモモ樹冠下にリタートラップを設置し、果実と蛹化のために落下したヤマモモキバガの終齢幼虫を計数した。シュート上の新葉数は2ヵ月に一度記録した。

落下果実数は沖縄、屋久島、大阪でそれぞれ399.4個/m²、496.5個/m²、1044.2個/m²であった。ヤマモモの種子捕食者として同定された昆虫はすべての地域でヤマモモキバガ一種であった。いずれの地域でも展葉は初夏と秋にみられ、ヤマモモキバガは非果実期には新葉を餌資源として年数回発生していた。葉食幼虫数は沖縄で少なかったが、沖縄では採取した新葉の多くがヤマモモキバガ以外の昆虫に被害されており他の葉食者との競争がヤマモモキバガの個体数に影響している可能性が考えられる。ヤマモモキバガは、どの地域においても普遍的に種子-葉の餌資源転換を行っていることが明らかになった。

P3-039

竹生島におけるカワウ地上営巣地の特性

*中川潤 (滋賀県大・環境), 亀田佳代子 (琵琶湖博), 須藤明子 (イグレットオフィス), 野間直彦 (滋賀県大)

琵琶湖の竹生島には大規模なカワウコロニーが存在する。カワウコロニーでは、枝葉の折り取りや排泄物の供給により森林が急速に衰退する。カワウの増加により、竹生島はタブノキ林などが深刻な被害を受けている。特に島北部では樹木の枯損が激しく、裸地化した部分が多くみられる。裸地化した場所ではカワウは地上で営巣を行っており、地面や植物が攪乱されることが予想できる。しかし、カワウの地上営巣に関する情報は少ない。そこで本研究では、地上営巣地において植生・土壌調査を行い、地上営巣地特有の性質を明らかにすることを試みた。

島北部に10m四方の調査区を10個、すなわち樹上営巣区A・B・D、中間区J・K、地上営巣区E・F・G・H・Iを設置した。各調査区で毎木調査を行い、樹種・樹高・枯損度などを記録した。さらに調査区内に2m四方の方形区を9つ設け、方形区ごとに下層植生調査(種類・高さ・被度)を行った。また、各調査区で表面土壌の硬度をはかった。さらに土壌のpH・含水比・CN比などを測定した。

地上営巣区での樹木個体数・樹木種数はそれぞれ410本、26種/0.01haであり、樹上営巣区(1732本、611種/0.01ha)に比べてともに少なく、平均樹高(1.21.8m < 3.64.2m)も低かった。枯損度は地上営巣区のほうが高く、枯死個体の割合(25.67% > 11.24%)も大きかった。下層植生調査において地上営巣区ではアキノキリンソウ・オオアレチノギク、樹上営巣区ではジャノヒゲ・ベニシダが確認され、ヨウシュヤマゴボウ・イタドリはどちらの区でもみられた。土壌調査では特にpHで地上営巣区と樹上営巣区の違いが顕著であり(それぞれpH:3.83-3.91, pH:3.16-3.34)、地上営巣区では通常カワウコロニーで低いpHが高くなる傾向がみられた。

P3-038

捕食者の餌資源消化に対する順化が被食者捕食者の個体群動態に与える影響

*秋田鉄也(総研大・先導研), Peter A. Abrams (University of Toronto)

複数の種を餌資源として摂取する消費者は、それぞれの摂取効率に応じて行動様式を変化させ、限られた採食時間を効果的に用いるように捕食活動と考えられる。消費者が雑食性である場合、増殖により強く貢献する餌資源に対しては、他の餌資源に比べて捕獲効率のみならず消化効率を高くするよう振る舞うのが適応的である。例えば、堅果類を効率的に消化できるか否かは、消費者の腸内細菌によるタンニン分解能が影響し、過去の捕食履歴によって分解能の強さが決まる(順化)。

本研究では、2種の被食者と1種の捕食者による系を想定して、捕食者による捕食行動適応と順化適応が系に与える影響について調べた。捕食行動適応は捕獲率に関する動的な変化、順化適応は(摂食量から個体数への)変換率に関する動的な変化とし、瞬間増殖率を増大させる方向へ可塑的に変化すると仮定した。

解析の結果、順化がある場合は、捕食者による餌切り替えが緩慢になり、個体群動態は振動する傾向を示した。さらに、様々な順化係数をもった複数の個体群が共存する事も確認された。また、捕食者の個体数を固定して定常状態の解析を実施したところ、順化の影響が非常に小さい場合においても広いパラメータ領域で、多型の共存を引き起こした。これらの結果から、補食に関する順化適応は個体群動態を量的・質的に変化させることが示唆された。

本発表では、上記の理論モデルをさらに拡張させ、堅果類を餌資源として共有するクマとシカの系を想定し、クマのシカ補食を促進する要因について考察する。

P3-040

尾瀬・大江湿原周辺における植物へのシカ食害の影響

*木村勝彦, 東条聡子, 吉田和樹(福島大・理工)

尾瀬における植物へのニホンジカの影響として、森林群集とニッコウキスゲ個体群への影響を調査した。

尾瀬沼周辺の針葉樹林では成木への直接的な影響を与える樹皮剥ぎは認められないが、実生や稚樹の食害による更新プロセスへの影響が懸念されるため、5カ所のギャップにおいて実生約300個体と稚樹約150個体について食害状況を調べた。その結果、林冠を構成する針葉樹では被食は顕著ではなく、特に大台ヶ原で被害の甚大なトウヒでは被食率が極めて低いこと、広葉樹ではミネカエデなどの被食率が高いがダメージの顕著な種はオオカメノキ程度であり、当面は森林の更新に対して重大な影響を与えていないことが明らかになった。

大江湿原のニッコウキスゲについては、近年シカの食害で減少しているといわれているが、定量的な把握は行われていない。そこで、ループ状にした針金で個体識別した351シュートと7本のライントランセクトとして設置した315個の1mx1mコドラートで区別した約6000シュートについて、6月初めの芽出し時期から秋にかけて数回の個体数、サイズ、被食状況の調査をおこなった。その結果、枯れ草の中で目立つ芽出し段階から7月の開花前までの被食が予想外に極めて少なく、夏以降に急激に被食が増加して8月末時点では地点によっては50%以上のシュートが根際までの強い被食を受けることがわかった。また、被食率はトランセクトによって大きく異なること、大江湿原では蕾や花の被食が顕著でないことも明らかになった。コドラートは再現可能なように設置してあるため、今後の個体群の変化を量的に把握できる。なお、針金によるシュート個体識別では直径1cm程度のループに9割のシュートが翌年も入り、シュートが移動せずある程度識別が可能ながわかった。

P3-041

大型の果実食鳥類サイチョウ類による種子散布距離の推定

* 北村俊平 (人と自然の博物館), Pilai POONSWAD (マヒドン大学・理)

旧熱帯地域に生息する大型の果実食鳥類であるサイチョウ類は、数十種から100種を超える果実を利用し、それらの種子を散布する。サイチョウ類は広い行動圏を持つことから、種子の長距離散布者として働く可能性が高い。

タイ王国カオヤイ国立公園において1988年から1994年にかけて4羽のオオサイチョウ *Buceros bicornis*、2羽のシワコブサイチョウ *Rhyticeros undulatus* を対象としたラジオテレメトリー法による行動圏の推定データ (Poonswad & Tsuji 1994, Tsuji et al. 1996) を再解析し、1時間あたりの移動距離からサイチョウ類による潜在的な種子散布距離の推定を試みた。移動距離の推定に用いた位置情報は平均141地点 (25-254地点) で、1時間後の平均移動距離は0.8km (0.5-1.1km) だった。平均移動距離が1kmを超えた割合は24% (11.4-42.2%) で、3kmを越える移動も4個体でのべ26例確認された (24-34.7km)。

種子の体内滞留時間の測定には、バンコク市内のドウシット動物園内で飼育されているサイチョウ類 (4羽のオオサイチョウ、1羽のツノサイチョウ *Buceros rhinoceros*、1羽のビルマサイチョウ *Anorrhinus austeni*) を利用した。2010年9月下旬に毎朝8時に各個体に皮を剥いたリュウガン果実を *Dimocarpus longan* を7個与え、それらの種子が吐き戻されるまでの時間を測定した。リュウガン種子 (種子重) はすべて1個ずつ吐き戻され、糞として排出されたものはなかった。体内滞留時間の中央値は62分 (最小: 23分、最大: 209分、N=118) で、1時間以内に吐き戻された種子は47%、2時間以内は87%で、3時間を超えた種子も4例確認された。

P3-043

種子散布制限が温帯林の種の共存にもたらす効果

* 正木隆 (森林総研), 中静透 (東北大), 柴田鏡江 (森林総研東北), 小南陽亮 (静岡大), 永松大 (鳥取大), 真鍋徹 (北九州自・歴博), 星野大介 (森林総研東北), 星崎和彦 (秋田県立大)

▼目的: 樹木の種子散布の空間パターンは、散布後の種子・発芽後の実生の死亡率に影響し、結果的に樹木群集の構造や動態を左右するかもしれない。この仮説を検証するため、落葉広葉樹林 (小川試験地、カヌマ沢溪畔林試験地) と常緑広葉樹林 (綾試験地) の種子散布データ (100個以上のトラップで12年間) と実生の生残データ (種子トラップとペアになっているコドラート) を解析し、シミュレーションをおこなった。綾試験地は周食型散布種子の樹種、小川試験地は重力散布型種子の樹種、カヌマ沢溪畔林試験地は風散布型種子の樹種というように、それぞれ群集レベルで優占する種子散布のパターンに特徴がある。▼方法: 実生の出現密度が種子散布密度に比例し、その比例定数は距離や光条件などを線形結合した値の逆ロジット変換である、とした統計モデルを構築し、階層ベイズ法で種ごとにパラメータを推定した。出現実生の1年間の生存率も、同様にモデル化した。そして、これらの統計モデルでシミュレーションをおこなった。シミュレーションで調べたいのは種子散布パターンの影響なので、観測された種子分布、ポアソン分布、負の二項分布の3通りを想定して種子散布パターンを出現させた。パラメータは事後分布にしたがってランダムに発生させた。▼結果: 異なる種子散布パターンが生実生の種間分布相関に及ぼす影響を評価した結果、どの試験地においても、種子がポアソン分布するとき、種間の重なりが最大となり、種の共存に不利な状況となることが示された。よって樹木の種子は均一に広く散布されるよりは、より空間的に不均質に散布される方が、樹種の共存は促進されるものと考えられた。

P3-042

果実食鳥の採食戦略とその利用果実多様性との関係を探る: ボランティアデータを利用した解析

* 吉川徹朗, 井鷲裕司 (京大院・農)

一般に、液果と果実食鳥類との相互作用は、多種対多種の拡散した関係をしめす。この種間相互作用ネットワークの構造を理解するうえで、液果に対する果実食鳥の採食幅はキーとなる要因であるが、これを評価した研究はわずかである。また、果実食鳥は液果に対してさまざまな採食戦略をもち、これはその鳥が散布者として働くかを左右するが、採食戦略と採食幅との関連は明らかでない。本研究では、日本の果実利用鳥類における液果に対する採食幅を評価するとともに、採食幅と採食戦略タイプ (4タイプ; のみこみ型・すりつぶし型・つぶし型・つつき型) との関連を探った。分析には、日本野鳥の会神奈川支部によって25年以上にわたり収集された観察データを用い、ここから抽出した果実食記録 (約1700件) により鳥類23種の液果に対する採食幅を評価した。まず、鳥種間での観察努力量の違いをコントロールするために rarefaction 法、および多様性指数 Menhinick's index により採食幅を評価した。つぎに、それぞれの鳥における、季節性による利用可能果実の違いをコントロールするために、それぞれの鳥の採食幅が同一と仮定する帰無モデルから得られた採食幅と、実際の採食幅を対比することで評価した。

分析の結果、鳥類23種間で採食幅に大きな変異が見られた。この変異は、それぞれの鳥での観察努力量および利用可能果実のちがいをコントロールしたのちにも認められた。種子をつぶして食べる「つぶし型」では採食幅は狭いのに対して、種子をつついて食べる「つつき型」では広がった。一方、果実を丸呑みし種子散布する「のみこみ型」では、種間で採食幅に大きな変異があった。以上の結果は、鳥類の採食戦略が採食幅に影響し、液果-果実食鳥間の相互作用ネットワークをかたちづくるうえで重要な要因であることを示している。また同時に、鳥類の採食幅を規定している未知の要因が存在することも示唆している。

P3-044

コナラ種子のタンニン含有率がナラミノチャワントケ感染に与える影響 - 非破壊成分分析法を用いた接種実験 -

* 高橋明子 (首都大), 市原優, 島田卓哉 (森林総研・東北)

種子の形質は、捕食や散布あるいは菌類による腐敗作用などの生物間相互作用を介して、種子の生存過程に大きな影響をもたらす。近年、種子のサイズおよび化学成分に非常に大きな種内変異が存在することが報告されており、個々の種子レベルでの形質の違いが種子の生存過程に影響する可能性が指摘されている。

コナラ種子には抗菌物質であるタンニンが含まれ、その含有率は個々の種子で大きく異なる。コナラ種子のサイズおよびタンニン含有率に応じて、種子の主要な病原菌であるナラミノチャワントケ感染による死亡率が異なるかどうか、接種実験により検証した。実験には、岩手大学滝沢演習林で回収し、種子重およびタンニン含有率既知の種子を用いた。タンニン含有率は、近赤外分光法によって非破壊的に推定した。MEA培地で培養したナラミノチャワントケ菌糸上にコナラ種子を設置し、10°Cで保存した (n=109)。1ヶ月後、果皮を取り除き、種子の生死を確認し、種子形質との関係をロジスティック回帰により解析した。その結果、種子サイズの死亡確率への影響は認められなかったが、タンニン含有率の低い種子は死亡しやすいという傾向が認められた。種子のタンニン含有率の違いが、病原菌への抵抗性の違いを介してコナラ種子の生存過程に影響することが明らかになった。また、チャワントケ同様主要な種子消費者であるアカネズミは、サイズが大きくタンニン含有率の低い種子を好むことが報告されている。アカネズミは種子サイズ、タンニン含有率の両形質において選択性を示すのに対し、チャワントケはタンニン含有率においてのみ選択性を示すことから、野外では種子消費者相が変化することで、生残に有利な種子形質も変化する可能性が示唆された。

* 近赤外分光法: 非破壊成分分析法の一種。対象に照射した近赤外光の吸光度から、化学物質の濃度を推定する。

P3-045

コウボウムギ成熟固体から分離した内生細菌は実生個体の成長を促進する

* 松岡宏明・山路恵子・小林勝一郎 (筑波大院・生命環境)・秋山克 ((株)地層科学研究所)

先行研究では、波崎海岸に優占していたコウボウムギ (*Carex kobomugi* Ohwi) とコウボウムギ根内から分離した細菌に着目し、この二者間の相互作用が相利的である可能性が示唆された。そこで本研究では、シデロフォア産生能とリン可溶化能を有する細菌菌株をコウボウムギ実生に接種することで、植物の成長にとって細菌が促進的に寄与するかどうか検討することを研究目的とした。

接種試験には茨城県波崎海岸で採取した土壌とコウボウムギ種子を、また供試菌株は *Bacillus* 属 (BS)、*Pseudomonas* 属 (PF)、及び *Rhizobium* 属 (RS) を用いた。種子は発芽誘導処理後、滅菌土壌と未滅菌土壌に移植した。接種菌株は 1×10^8 CFU/ml に調製し、各実生の地際に 3 ml を接種した。明期 35°C 12時間 / 暗期 15°C 12時間の条件下で 4 週間後、同条件にて各菌株を再接種し、さらに 4 週間生育させた。その後、各実生個体について、成長量 (乾燥重量) の評価及び無機成分 (N、P、Fe、Mg、Ca、K、Na) の分析を行った。また、根からの細菌の再分離も行い、内生量を算出した。

滅菌土壌を用いた接種試験では、対照区に比べて、BS 区が最も地下部の成長量が高かった。内生する細菌量では BS 区が高い傾向にあった。実生の無機成分濃度では PF 区で N が、BS 区で Fe が有意に高かった。本接種条件では内生細菌は特に実生の根部成長に促進的に寄与することが示された。中でも *Bacillus* sp. が最も実生成長を促進し、他の菌株に比べて根に定着したと考えられたことから、顕著な接種効果を示した菌株と結論した。発表では、未滅菌土壌を用いた接種試験の結果も踏まえ現地での接種効果の持続性を、実生の成長量と無機成分濃度から内生細菌による成長促進の機構を考察する。

P3-047

AI 処理が樹木根の伸長・発根におよぼす影響

* 森山生樹, 富岡利恵, 竹中千里 (名大院生命農)

(キャンセル)

P3-046

当年生シュートにおける形態と力学的強度の種間比較

* 野村拓真 (京大・農), 長田典之 (京大・フィールド研), 北山兼弘 (京大・農)

樹木の幹や枝は、光合成器官である葉を支えたり新たな空間を確保するための足場としての役割がある。幹や枝が力学的に弱いと折れたり曲がったりしやすく、樹木個体にとって不利になる。これまでの強度の研究では幹や一次枝に着目することが多く、力学的に最も弱い当年枝での研究は少ない。しかし、当年枝は光合成効率の高い当年葉をつけることや、翌年作るシュートの足場となることから、当年枝の力学的特性は重要な意味を持つ。

幹や枝にある基準以上の荷重がかかると、たわみを伴って破損する (座屈現象)。座屈を避けるためには、座屈安全率 (実際の幹または枝直径 / 自重を支える上で理論上の幹または枝の最低直径: King and Loucks 1978) を大きくとる必要がある。さらに、座屈安全率は①形態 (直径と長さ)、②材質 (ヤング率と材密度)、③物質分配 (葉、幹、枝重)、の要素の影響を受けるため、これらの相対的な影響度が重要である。

遷移初期種は後期種よりも枝の密度が低く、伸長成長速度が速いが、座屈安全率には有意な差がない (van Gelder et al. 2006 など)。よって、初期種は後期種に比べて形態や物質分配を変える (具体的には、枝を太くする、枝を短くする、葉よりも枝への物質分配を増やす) ことによって低い材密度を補い、座屈安全率を高めている、という仮説を立てた。

本研究では、温帯広葉樹林に共存する落葉樹 (遷移初期種) 5 種と常緑樹 (遷移後期種) 4 種の当年枝について、形態・材質・物質分配を調べ、座屈安全率を算出した。

この結果、座屈安全率と材密度には種間差がみられたが、遷移系列による差はなかった。また、座屈安全率が似た種間でも、その要因として形態、材質、物質分配の相対的な影響が異なっていた。

これらの結果を基に、座屈安全率の差と座屈安全率に寄与する要因が種間で異なることの意義を考察する。

P3-048

日立鉱山に生育する植物の重金属蓄積能

* 中村隼人 (筑波大・生物資源), 山路恵子, 小林勝一郎 (筑波大院・生命環境)

1. 背景・目的

重金属汚染土壌の浄化法として、金属蓄積植物を用いたファイトレメディエーションが、低コストで環境への負荷が小さいため注目されている。日立鉱山の土壌には高濃度の重金属が存在しているため、重金属に耐性を持ち、高濃度で体内に蓄積させる植物が生息している可能性がある。そこで本研究では、多くの植物が繁茂する夏の調査を通じて、日立鉱山に生育する植物の重金属蓄積能を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

2010年5、7、8、9月にかけて、日立鉱山に繁茂していた植物 (タネツケバナ、クサレダマ、クマザサ、ヘビノネゴザ、クサイ、オカトラノオ、ヒヨドリバナ) を各4個体採取し、各部位ごとに分け、乾燥後、硝酸分解を行った。7、9月には各植物の根部周辺の土壌 (5-10 cm) を4ヶ所から採取し、混合し風乾後、硝酸・過塩素酸分解を行った。酸分解試料は ICP 分析により、Cu、Zn、Ni、Cd、Pb の濃度を測定した。

3. 結果・考察

分析に供した植物の中で、クサレダマが根に Cd を最大で 110 ± 19 mg/kgDW (5月)、ヘビノネゴザが根に Cu 及び Pb を最大でそれぞれ、 2066 ± 511 mg/kgDW (7月) 及び 2223 ± 105 mg/kgDW (9月) の濃度で蓄積していた。生物濃縮係数で評価すると、クサレダマは Cd を土壌の 7.2 倍の濃度 (5月) で根に蓄積させていた。ヘビノネゴザは Cu 及び Pb を土壌の各濃度の 1.2 倍 (7月)、16.9 倍 (9月) 根に蓄積させており、Pb に関しては、土壌中濃度が極端に高くなくとも高濃度に蓄積可能であることが明らかになった。この2種は共に、各重金属を主に根へ蓄積させるため、植物体を除去することで重金属を系外へ排出するファイトエキストラクションには適していないが、重金属の拡散を防ぐ目的であるファイトスタビライゼーションには適用可能と考えられた。

P3-049

葉の蒸散メカニズム 一葉内の水の流れとガス交換一

* 澤上航一郎, 額野正樹 (東大・院・理・日光植物園)

陸上高等植物は光合成のために大気から二酸化炭素を取り込む際、蒸散として水蒸気を放出する。一般的に、蒸散速度を決定しているのは気孔開度であり、蒸発部位は孔辺細胞周辺のみと考えられ、葉内は湿度100%に保たれているというも疑われていなかった。しかし、Nonami et al. (1991) のデータを考察すると、大気の湿度に伴い葉内の湿度も大きく変化していることが示唆される。また、表皮を剥離した葉の葉肉細胞表面は水滴を弾き、葉内の細胞もクチクラに覆われていることが示された。これは、葉内が乾燥することを支持する2つの間接的な証拠になると考えられる。つまり、乾燥から葉肉細胞を守るためにクチクラで覆っているのではないかと、また、クチクラで覆われた細胞表面からは水蒸気が蒸発しにくくなり、葉内の湿度が低下しやすくなっているのではないかとということである。本研究では、開口した気孔を持つ表皮の二酸化炭素供給能力および水蒸気保持能力を評価するため、表皮を剥離した葉とガス交換速度を比較した。無表皮葉の乾燥を防ぐため、測定の際にはチャンパー内の風速を変化させ、枯死しない程度の風速に調節した。また、葉肉細胞のどの部位から水蒸気が蒸発しているかを評価するため、葉に色素を吸わせ、葉肉細胞の染色の様子を観察した。ガス交換測定では、表皮の剥離により蒸散速度はおおよそ2倍に上昇したが、光合成速度は変化しなかった。このことから、正常な葉は二酸化炭素については気孔からの供給で十分であり、同時に水の損失は抑えていることが示唆された。気孔開口時の蒸散速度を葉肉細胞からの蒸発が決定しているかについては、蒸散速度が上昇したため、表皮による拡散層の効果を再度評価する必要がある。

P3-050

ミヤマタネツケバナ (アブラナ科) における発芽特性の地域変異

* 池田啓, 塚谷裕一 (東京大・院・理)

P3-051

ヤナギ属 5 種における乾燥に対する木部通水機能の抵抗性：木部構造およびガス交換特性との関連

* 村上由貴 (岡大院・環境), 三木直子 (岡大院・環境), 賀燕 (岡大・農), 小笠真由美 (岡大院・環境), 山中典和 (鳥大・乾地研), 吉川賢 (岡大院・環境)

失水および生産に関わる葉のガス交換特性と通水を担う木部構造を踏まえ、乾燥に対するヤナギの木部通水機能の抵抗性を明らかにすることを目的とした。供試樹種として *Salix psammophila*, *S.matsudana*, *S.integra*, *S.scheilophila* および *S.subfragilis* を用いた。灌水を停止し、乾燥の進行に伴う木部の水ポテンシャル (Ψ_{xylem}) と水分通導度の低下の割合を求め vulnerability curve を作成した。また、葉のガス交換特性として環境制御下での最大光合成速度 (A)、最大蒸散速度 (T_r) および最大気孔コンダクタンス (g_s) の測定と、生育環境条件下での日中の木部の水ポテンシャル ($\Psi_{x\ min}$) の測定を行った。木部構造として、材密度 (D_t) と機能している道管の平均透水直径 (通水量への貢献度を反映した道管直径: D_H) を算出した。

乾燥に対し抵抗性が低いヤナギは、A、 T_r および g_s が低く、 $\Psi_{x\ min}$ が比較的高い傾向が見られた。木部構造では D_t が低く、 D_H が大きい傾向が見られた。一方、乾燥に対し抵抗性が高いヤナギは、A、 T_r および g_s が高く、 $\Psi_{x\ min}$ が低い傾向が見られた。木部構造では、 D_t が高く、 D_H が小さい傾向が見られた。以上より、乾燥に対し抵抗性が低いヤナギは、光合成による生産性が低く木部構造的にキャビテーションを生じやすいのかもしれない。そのため気孔制御により樹体からの失水を抑制し、 Ψ_{xylem} の低下を抑え、通水機能の損失を抑制していると考えられた。一方、乾燥に対し抵抗性が高いヤナギは、気孔制御を行わないため Ψ_{xylem} が低下しやすいが、光合成による生産性が高くキャビテーションを生じにくい木部構造であるため通水機能を損失しにくい可能性がある。

P3-052

異なる光環境下での小笠原外来種アカギの病原菌に対する抵抗性

* 加藤綾奈, 三浦千裕, 多和田良昭 (筑波大・生物資源), 小林勝一郎 (筑波大院・生命環境), 石田厚 (京都市大・生態研), 山路恵子 (筑波大院・生命環境)

小笠原は樹木の75%が固有種という貴重な森林生態系を有しているが、近年、アカギなど外来種の繁殖のため固有種が駆逐される現象が生じている。アカギが侵入を成功させた要因の一つには光変化に対する高い適応能力が挙げられるが、光環境の差異がアカギ実生の生残・成長や化学的性質に与える影響については明らかにされていない。本研究では、異なる光環境におけるアカギ実生の生残、成長及び枯死原因に着目し、実生の生残メカニズムの基礎的知見を得ることを目的とする。

2008年12月に小笠原父島アカギ林内に照度別にA及びBの2調査区(相対照度:2.97%,0.79%)を設置し、2009年2月~7月に、生残数及び実生の枯死要因の特定を行った。病徴の見られた茎部は表面殺菌し菌を分離した。各調査区から健全な実生を採取し、新鮮重量、生育段階の測定、無機栄養素分析、茎部のフェノール性物質の分析を行い、実生の成長や化学的性質を評価した。

2009年5月の両区の生残率に差が確認され(A区:27.7%,B区:4.1%)、その傾向は7月まで続いた。調査期間を通じて、茎部の病気が主要な枯死要因であり、4種の糸状菌が病原菌として分離された。ギャップ下であるA区ではB区に比べ実生の成長量が顕著に増加し、個体当たりの無機栄養元素量ではA区>B区となる傾向が確認された。また、A区の実生の茎部には、抗菌物質であるクロロゲン酸類縁体がB区の1.1-2.6倍多く含まれていることが確認された。以上のことから、光環境の差異はアカギ実生の成長量、無機栄養元素量、抗菌物質性に影響すると示唆され、より明るい光条件は実生の病原菌抵抗性を増大させ、生残にも影響を与えたと考えられた。

P3-053

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 ～エゾマツ・アカエゾマツの種間変異に着目して～

岡田桃子*, 石塚航, 後藤晋 (東大・農学生命)

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が、一方で伸長成長の休止を伴うため、そのフェノロジーは樹種の棲み分けにも関係する重要な形質であると考えられる。北海道の代表的な針葉樹であるアカエゾマツとエゾマツは、前者が後者よりも山岳の高標高に分布している。フェノロジーも顕著に異なり、開芽期の早いエゾマツの方が晩霜害を受けやすいことが知られている。しかし、秋期の耐凍性獲得フェノロジーについてはよくわかっていないため、本研究では、異なる標高の天然林に生育する両種の耐凍性獲得時期の差異を調べた。

供試サンプルとして、東京大学北海道演習林内の標高700m、1050m、1200mの天然林に生育するアカエゾマツ、エゾマツ各4個体を選び、2010年10月～11月に3回にわたって当年枝を採取した。サンプルは北海道大学低温科学研究所において採取翌日に-15℃と-30℃の2処理の凍結処理を行い、解凍後、昼夜処理したチャンパーにおき、針葉の褐変割合を指標として被害度を評価した。

-30℃の凍結処理の結果、700mのサンプルでは1回目の試験においてエゾマツがアカエゾマツよりも有意に被害度が高かったが、2回目ではわずかな被害があったが種間差がなくなり、3回目では全サンプルで被害がみられなかった。1050m以上では両種ともに1回目から凍害が見られなかった。-15℃の凍結処理では-30℃よりも被害が少なく、両種とも1回目の700mのサンプルのみがわずかに被害を受けていた。

以上より、低標高では耐凍性獲得は遅く、調査時期を通じて漸次高まったが、種間差が認められ、エゾマツのほうがアカエゾマツよりも遅いものとみられた。このような耐凍性の高まる時期の違いは、稀な早霜害の有無に関係し、両種の標高的な棲み分けに関係している可能性がある。

P3-055

The self-thinning of overcrowded mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* stands

*R. Deshar †, A.T.M.Rafiqul Hoque †, W. Min †, S. Sharma and A. Hagihara

The self-thinning exponent a between mean aboveground mass w and population density in *Bruguiera gymnorrhiza* stands was found to be 1.469, which was not significantly different from 3/2. This results means that the 3/2 power law of self-thinning holds in the stands. The multiplying factor K was $12.40 \text{ kg m}^{-2 a}$. Using Weller's allometric model, the values of the allometric constant θ and the multiplying factor g_θ between mean tree height H and w were respectively estimated to be 0.2605 and $2.868 \text{ m kg}^{-\theta}$, showing that H increased with increasing w . Simultaneously, the allometric constant δ and the multiplying factor g_δ between mean mass density d and w were respectively estimated to be 0.05894, which was not significantly different from zero, and $1.934 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1-\delta}$, showing that d remains constant regardless of an increase of w . The a based on θ and δ , and K based on g_θ and g_δ were respectively estimated to be 1.469 and $12.4 \text{ kg m}^{-2 a}$, which confirms that the 3/2 power law of self-thinning is undergoing in this stands. Therefore, the results based on the allometric model strengthen the justification of the simple geometric model proposed by Yoda et al. (1963). As far as the present overcrowded *B. gymnorrhiza* stands are concerned, the self-thinning can be explained by the simple geometric model.

P3-054

窒素施肥がイネの分けつと葉面積動態に与える影響

*中村和輝, 及川真平, 廣瀬忠樹 (東京農大)

P3-056

Seasonal litterfall production in mangrove *Kandelia obovata* stands on Okinawa Island over five years

*Sharma, S. (Univ. of the Ryukyus), Hoque, ATMR. (Chittagong Univ., Bangladesh), Analuddin, K. (Haluoleo Univ., Indonesia), Hagihara, A. (Univ. of the Ryukyus)

A belt-transect (5 m × 125 m) was established and litterfall collected monthly over five years from April 2005 to March 2010 in Manko Wetland, Okinawa Island. The seasonal trends of litterfalls were not different among the years. Branch litterfall showed an exponential relation with the monthly maximum wind speed. The autocorrelation coefficient showed a clear one year cycle for all litterfalls, except for the branch litterfall. The stipule litterfall, i.e. an indicator of new leaf flush, positively correlated to the leaf litterfall, which suggests that the leaf litterfall followed the production of new leaves. The stipule litterfall decreased up to a minimum value with an increase of flower, fruit and propagule litterfalls. This result indicates that the new leaf flush can decrease with increasing flower, fruit and propagule production. Mean annual total litterfalls of the 1st year, the 2nd year, the 3rd year, the 4th year and the 5th year were respectively estimated as 891.1 ± 0.3 , 1037.3 ± 0.5 , 1162.0 ± 0.9 , 902.4 ± 0.9 and 912.5 ± 12.6 (SE) $\text{g m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$. Leaf litterfall per plot was close to be constant regardless of the tree density of plot.

P3-057

葉の炭素含量をアグリエキスパートで推定できるかどうか

*水崎大二郎, 梅木清, 本條毅 (千葉園芸)

植物個体の形質のなかでも、葉は光合成器官であり、光合成能力と葉の形質が関係していることから、葉の形質は大変重要視されてきた。葉に含まれている炭素含量は、葉の重さを成り立たせている最重要成分である。よって、仮に簡便に測定できるとすると、植物生態の大なる発展を期待できる。本研究ではこの方法で窒素含量を推定することを目的に商業販売されているアグリエキスパート(サタケ)を用いて、炭含量を推定できるかどうか、データと統計を用いて考察した。

材料はヤブニッケイ、タブノキ、シロダモ、スダジイ、ヒサカキの5種類で、すべて林床に生息している樹高3m以内の稚樹である。測定は年6度おこなった。数個体から十数枚の葉を採取し、アグリエキスパートを葉一枚あたり5点測定した。5回の測定の平均をその葉の値とした。一枚ずつその後葉面積を測定してから、CNコーダー(ヤナコ)を用いてC/N比を測定した。単位面積当たりの炭素含量を計算した。アグリエキスパートで測定した4種類の吸光度を線形モデルで葉の炭素含量を説明するモデルと、それにランダム変数を入れたものと2つ作成した。

ランダム変数のない正規回帰モデルの決定係数は、ヤブニッケイ、シロダモは0.3、スダジイ、ヒサカキは0.4半ば、タブノキは0.6とそこそこであった。あえてランダム項の値を含めると、ヤブニッケイ、シロダモ、ヒサカキは0.75以上まで上昇し、タブノキは0.7、スダジイは0.55と上昇した。

このことから、測定日ごとのランダム変数の要因によっては、光で炭素含量を非常に精度よく推定することができる可能性があることがわかった。使用する光のスペクトルの種類と数によっては非常に高い性能で炭素含量を非破壊的に簡便に測定することができるかと予想する。

P3-059

中国毛烏素沙地に生育する樹木の浸透調節能

*岡田憲和(鳥大院・農), 積山知幸(鳥大院・農), 香口成美(鳥大・農), 山本福壽(鳥大・農), 山中典和(鳥大・乾地研)

中国の北部、内蒙古自治区のオルドス高原には毛烏素沙地という半乾燥地帯が広がっている。毛烏素沙地は半乾燥気候ではあるが、地下水が豊富であり、様々な植生を有していることが知られている。毛烏素沙地では沙漠化対策として、植生を定着させることによる砂丘の固定が行われている。植生を定着させ、維持・管理を行うためには、それぞれの植物の生理生態的情報が不可欠である。半乾燥地帯で生育する植物には、乾燥ストレス、塩ストレスなどの様々な環境ストレスが生じることが考えられる。このような環境ストレス下において植物は水分を吸収することが困難になる。そのためいくつかの植物は、体内に浸透圧調節物質を蓄積することにより水ストレスを回避している。浸透圧調節物質としては、可溶性糖、ペクチン類、糖アルコール、アミノ酸、無機イオンなどが報告されているが、各植物がどの浸透圧調節物質に依存しているかは未解明のままである。本報告は、2008年度と2010年度の毛烏素沙地における現地調査をまとめたものである。2008年度には、油蒿の夜明け前と日中における糖含有量と水分特性を測定した。2010年度には、樺条、沙柳、早柳の夜明け前と日中における糖含有量と水分特性を測定した。また、新疆楊、油松、障子松、白榆、垂榆の糖含有量と葉における木部圧ポテンシャルの24時間の時間的変化を測定した。2008年度と2010年度調査から、油蒿、樺条、沙柳、早柳における糖の蓄積と水分特性の関係を考察し、2010年度調査から、新疆楊、油松、障子松、白榆、垂榆、の糖の蓄積と葉における木部圧ポテンシャルの関係を考察した。

P3-058

樹木横枝の自重に対する力学的安全性の解析

*南野亮子, 舘野正樹(東大・院・理・日光植物園)

枝には常に自重による力がかかっており、この力は枝の変形を引き起こす。特に側枝は、伸びる方向が水平に近いことから、自重によるモーメントが大きくなるので、自重が枝の力学状態にもたらす影響は縦枝よりもかなり大きいと考えられる。このような横枝において枝の形態形成の規範を明らかにするには、どのような力学状態に置かれているのかを確かめる必要がある。

本研究では、横枝の形態にかかる力学的制約として、枝の破壊に対する強度を考えた。自重により生じる枝内部の引張応力と強度との比がどのような値をとるかによって、枝の安全性は変わってくる。(枝の安全率) = (引張応力)/(強度)として、広葉樹(ブナ)と針葉樹(ウラジロモミ)の野外の枝における安全率の値を測定した。その結果、ブナでは、直径が1cm前後の小さい所で安全率は大きかったが、それより直径が大きい所では一定の値をとった。ウラジロモミでは直径の変遷に対し安全率は横ばいであった。一定の値をとったときの安全率は4~10の範囲に収まった。このことから、破壊に対する強度が枝の形態形成を強く制限していることが示唆された。

以上の結果は、安全率がどの部分を見ても安定した値をとるように横枝が設計されているということを示唆する。安全率を一定にするような枝づくりはダヴィンチ則(分枝前後の枝の総断面積は一定)との矛盾を生む。本研究ではこれに関する力学的解析も行い、実際の枝が厳密にはダヴィンチ則に従っていないことを示す。

P3-060

乗鞍岳森林限界におけるオオシラビソの樹型形成の過程

*前田久美子(東邦大・理), 澤田晴夫(東京大学愛知演習林), 丸田恵美子(東邦大・理)

北アルプス南端に位置する乗鞍岳の森林限界移行帯(標高約2500m)はオオシラビソ(*Abies mariesii*)からなるが、ここでは環境ストレスを受けて樹型が著しく偏形している。乗鞍岳は日本海型気候で冬季の積雪が多く、4月初めの最深積雪は34mほどになる。積雪に保護されている3m以下の部位のオオシラビソは順調な成長を行えるが、樹高3m以上に成長すると、冬季の強風や乾燥、強光ストレスなどにより偏形する。そこで本研究ではオオシラビソの樹型を分類し、その形成過程を解明することを目的とする。

20m×20mの調査区内で、オオシラビソの毎木調査(樹型タイプ・樹高・胸高直径・樹齢)を行い、樹型タイプとして実生(樹高1m以下)・稚樹(樹高1~2m)・成木に分類した。さらに成木は積雪面より上の幹の本数と偏形度合いに応じて8タイプに分類した。130本の調査木のうち、実生と稚樹を合わせて約25%を占め、残りの成木のうち樹高2~3mで積雪面以下のものはツリー状であり、樹高3m以上のものはほとんど幹が偏形化していた。成木の約50%弱が主幹1本で風上側に葉のないものであった。残りの成木は、積雪面より上の部分に2~3本の幹が出ていた。胸高直径が大きくなるほど、より複雑な樹型が現れた。

オオシラビソの成長過程では、積雪面の高さに至るまでは偏形化しないが、積雪面より上にでると幹は成長していくにつれ、やがて環境ストレスの影響が蓄積し、樹齢に伴って幹の葉量が減少し劣化し枯死する。しかしそれを補うように積雪面付近の側芽が上方に成長し、主幹とって代わって成長するものと思われる。そのため樹型が複雑になると考えられる。

P3-061

南アルプス・キタダケソウ (*Callianthemum hondoense*)
の生理生態的特性

* 青島佑太, 安部壮一, 望月大輝, 増沢武弘 (静岡大・理・生物)

日本列島の中央部には、静岡県、山梨県、長野県の3県にまたがる広大な山脈(南アルプス)が存在し、貴重な植物種や植物群落が数多く分布している。南アルプスの中でも、北部に位置し、日本第2位の高峰である北岳(3193m)には、多様な高山植物が生育し、キタダケソウやタカネマンテマなど、希少な植物種も多い。多くの高山植物や、希少植物種が北岳に生育する要因の一つとしては、北岳山頂周辺に存在する石灰岩の影響が考えられる。しかし、北岳の石灰岩と植物の成長との関係を明らかにした研究はほとんどない。そこで本研究では、北岳の固有種であるキタダケソウに焦点をあて、生理生態学的側面からその特性を明らかにすることを試みた。

TTC 試薬を用いてキタダケソウの種子に発芽能力があることを確認し、発芽実験を行った。また、越冬芽を顕微鏡により観察し、次年度花序となる組織が形成されていることが明らかとなった。将来葉となるシュートが形成されており、そのシュートの数はもとのシュート数よりも多くなっていた。以上のことからキタダケソウの繁殖は越冬芽によるシュート数の増加が重要であることが示唆された。種子は発芽能力を有しているが、特殊な条件の組み合わせにより発芽が促されるものと考えられた。

北岳の南東斜面にて土壌を採取し、pH 及び Ca, Mg 濃度を測定した。pH 測定の結果、キタダケソウが生育する所の土壌が、生育しない所の土壌よりもアルカリ性の値を示した。また、Ca 濃度においてもキタダケソウが生育している立地において高い値を示した。土壌中の Mg 濃度は全体的に低い値を示した。また、植物体を採取し部位ごとの Ca 濃度を測定した結果、葉で最も高い Ca 値を示し、他の部位では大きな差が見られなかった。アルカリ性土壌に生育するキタダケソウは石灰岩地に生理学的に対応していることが示唆された。

P3-063

高 CO₂ および高 O₃ がカンバ類 3 種の成長と光合成に与える影響

* 稲田直輝 (北大・農), 渡辺誠 (学振・北大院・農), 澁谷正人, 斎藤秀之, 小池孝良 (北大院・農)

近年対流圏オゾン (O₃) 濃度が増加している。O₃ は葉の気孔を通して植物体内に取り込まれることで内部に酸化ストレスを与え、光合成速度の低下や乾物成長低下を引き起こすことが報告されている。一方、大気中の CO₂ は増加の一途をたどっている。CO₂ は植物の光合成の基質であるため、高 CO₂ によって光合成速度や成長の促進が期待できる。しかし、高 CO₂ 環境に順化した植物はダウンレギュレーションと呼ばれる光合成能力の低下を起こす可能性が指摘されている。また O₃ や CO₂ が樹木へ与える影響には樹種間差があることが知られている。高 CO₂ 環境では一般に気孔が閉鎖気味になるので O₃ の取り込みが抑制されると予測され、O₃ による成長低下の相殺や、補償成長の促進が起こるといふ報告もある。そこで、北海道の代表的な落葉広葉樹であるダケカンバ、ウダイカンバ、シラカンバを対象樹種として、高 CO₂ 環境での O₃ による成長への影響の樹種間差を明らかにすることを目的に実験を行った。

ウダイカンバ、シラカンバに比べてダケカンバでは O₃ による成長低下が著しかった。これはダケカンバの気孔コンダクタンスが他より高く、O₃ を多く取り入れたためではないかと考えた。ウダイカンバで高 CO₂ によるダウンレギュレーションが見られたが、個体乾重量は増加した。逆にダケカンバではダウンレギュレーションは見られず、個体乾重量は減少した。これは葉の寿命や葉数などが減少したために起こったと考えられる。しかし、O₃ と CO₂ の有意な交互作用はどの樹種においても認められなかった。このように O₃ および CO₂ に対する応答には、同じカンバ類という近縁種間でも樹種間差異が存在することが分かった。

P3-062

野外に植栽された遺伝子組換えポプラの成長と生理特性

* 舟橋史晃* (京大農), 太田誠一 (京大農), 谷口亨 (森林総研), 林隆久 (東京農大)

成長を促進させるよう酵素キシログルカナーゼを過剰に発現する遺伝子組換えポプラ (trg300-1, trg300-2) が林木育種センター隔離圃場において 2007 年 4 月から 4 年間にわたり非組換えポプラ (wt) と共に 2m 間隔で各系統 50 本ずつ野外植栽されたが、組換え体の成長は非組換え体に比べ成長が良くなかった。この成長不良の原因を明らかにするために本研究では毎年成長期の 6 月から 8 月はじめに葉の養分分析 (C・N・P・K・Ca・Mg・Na) を行った。また Li-cor 6400 を使用して野外日中及び暗所に約 5 時間置いて夜間を再現した時の光合成速度及び気孔コンダクタンスを 2009 年 8 月に測定した。

葉養分含量は植物体バイオマス増加率と相関は見られず、組換え体の成長不良は養分によるものではないと示唆された。一方で組換え体の光合成速度 (1500 μ mol photon, 370ppm CO₂, 25°C, 60% humidity) は有意に低く (trg300-1: 20.9, trg300-2: 20.2, wt: 22.3 μ mol CO₂ m² s⁻¹), また夜間の気孔コンダクタンス (0 μ mol photon, 370ppm CO₂, 25°C, 80% humidity) が有意に高いことから (trg300-1: 0.23, trg300-2: 0.07, wt: 0.02 mol H₂O m² s⁻¹), 組換え体の光合成が劣り、また夜間の蒸散による水の損失が大きいたことが示唆された。組換え体は葉の気孔が閉じにくく (Park et al, Unpublished), また根、特に根毛の成長が阻害されていたことから (Kaida et al, Unpublished), 水利用効率の悪さによって水ストレスを受けたことが成長不良の原因であると考えられる。

P3-064

マダケ属 2 種の地上稈における貯蔵養分の変動の比較

* 遠山千景, 中川弥智子 (名大院生命農)

里山を中心とする急激な竹林の拡大は、里山の生物多様性だけでなく、生物間相互作用や生態系機能に重大な影響を及ぼしかねない問題である。タケ類はタケノコによるクローン成長を活発に行うため、竹林拡大の解明には地下茎を介した資源配分に関する理解が重要であると考えられるが、大型タケ類に関する生理生態学的知見は未だ乏しいのが現状である。竹林の拡大には拡大源となるタケノコを生産する為に、グルコースなどの遊離糖やデンプンといった光合成産物が必要であり、その竹稈内での含有率は、冬から春先にかけて多く、出筍の際に大幅に減少しその後徐々に回復する動態を示すことが、節を除く稈、地下茎、枝葉を用いた研究で明らかにされている。しかし、3-5 年生の個体を対象としたものが多く、タケノコ〜1-2 年生の個体における光合成産物動態は明らかにされていない。また、空中写真を用いた解析や実地観測により竹林の拡大速度が算出されているが、種内での差が大きく、種による違いは未解明のままであるが、光合成産物動態の解明が拡大速度の決定要因を考察する基礎的知見を提供する可能性がある。そこで本研究では、マダケとハチクの当年生個体を材料として、地上稈に含まれる光合成産物のうちグルコースに着目して、その季節変動の違いを種間で比較した。分析試料とするタケは、毎月 10 本ずつ採集し、その根元、地上から 1m, 4m 及び 8m の部位の節間部を切り出し、65 度で 48 時間乾燥させた後分析に供した。分析には 80% の熱エタノール抽出方法を用い、抽出液からグルコース濃度を測定した。以上より、グルコース濃度の部位別季節変動とその種間比較を通して、拡大速度の速いタケ類の資源配分について考察する。

P3-065

根圏細菌のもたらすドクゼリへの Zn 吸収と土壌中の不溶性 Zn の可溶化

長田賢志 (筑波大学 生命環境) *, 山路恵子 (筑波大学 生命環境), 野村暢彦 (筑波大学 生命環境)

既存の研究において、日立鉾山の沼に優占的に生息しているドクゼリはその根部に高濃度の Zn を蓄積しているにも拘らず、生育していることが確認された。そして、ドクゼリの根圏に生息する根圏細菌である *Pseudomonas putida* によって土壌中の可溶性 Zn の増加が確認された。本研究ではこれらの根圏細菌のドクゼリ成長への影響の評価とドクゼリの Zn の吸収促進に関する *P. putida* の産生物を単離及び同定することで、ドクゼリにおける Zn 吸収メカニズムの解明を目的とする。

接種試験は滅菌したアグリポッドに滅菌実生、滅菌した日立鉾山沼土壌、及び滅菌水を入れ、各菌株培養液 10^7 /ml を接種し 40 日間培養した後、実生の成長と含有重金属量を測定した。産生物の単離は、*P. putida* を RSM 培地で 48 時間、暗黒下で振とう培養し、遠心分離した上清を酢酸エチルで抽出を行い、水層と酢酸エチル層とに分画して行った。水層はアンバーライト XAD4 を用いて固相抽出を行い、吸着画分と通過画分に分画した。アンバーライト XAD4 の通過画分は陰イオン交換樹脂であるアンバーライト IRA400J によって、吸着画分と通過画分に分画した。得られた各画分は減圧下で乾固させ脱塩水で溶解し、各画分が土壌中の不溶性 Zn を可溶化させるかを可溶化試験によって検証した。

接種試験により *P. putida* の接種によりドクゼリの Zn 吸収促進と成長促進が確認され、可溶化試験によりアンバーライト IRA400J の吸着画分に Zn の可溶化物質は存在していることが確認されたことから、カルボキシル基を有する高極性物質が Zn と錯体構造を形成し、土壌中の不溶性 Zn を可溶化する可能性が示唆された。

P3-068

低酸素ストレスに対する水生植物の根の呼吸応答

* 中村元香, 野口航, 寺島一郎 (東大・理)

低酸素土壌 (湛水土壌) に生育する水生植物は、シュートを介した大気から根への酸素供給により根の呼吸を維持している。しかし、シュートに依存した根への酸素供給は、シュート周りの環境変化による影響を受けやすい。また根においても、成長段階や活性の違いにより根の酸素消費量が変動するため、水生植物は低酸素土壌下で常に高い酸素アベイラビリティを維持できる訳ではなく、生育には酸素が律要因となっている。そのため、水生植物にとって、根の呼吸による酸素消費あたりのエネルギー (ATP) 生産効率を高めることは、低酸素土壌での生育に重要と考えられる。しかし一方で、植物は必ずしも最大効率で ATP を生産しておらず、ミトコンドリア電子伝達鎖では、ATP 共役経路であるシトクロム経路の他に、ATP 非共役経路 (オルターナティブ経路) が存在し、この経路を介した電子伝達により酸素消費あたりの ATP 生産効率が低下する。この ATP 非共役経路に関わる AOX、ND タンパク質は、低酸素等のストレス環境下でミトコンドリア膜が過分極した際に、電子伝達鎖の過還元状態を回避するのに役立つ。従って、水生植物は低酸素ストレス下で効率的に ATP を生産するために、ATP 共役経路と ATP 非共役経路の活性を調節し、また酸素アベイラビリティの変化に応じてこれらの経路の活性を変動させることにより、低酸素土壌に適応していると考えられる。

本研究では、代表的な水生植物のヨシを用いて、低酸素環境と高酸素環境で水耕栽培を行い、成長や根呼吸速度、AOX タンパク質の発現量を比較した。さらに、各条件で栽培した個体の根組織からミトコンドリアを単離し、ミトコンドリア膜タンパク質 (COX、AOX、ND) の最大活性やシトクロム経路の最大活性、また TCA 回路関連酵素活性を測定した。これらの結果から、水生植物の低酸素ストレスに対する呼吸系の応答について考察した。

P3-066

温帯 19 樹種間の当年枝形態、当年枝資源配分、樹冠形の比較

* 齊藤わか, 長田典之, 北山兼弘

樹形は種によって異なり、遷移初期種は樹高成長を優先する細長い樹冠、後期種は側方成長を優先する幅広の樹冠を作る。また高木種は細長い樹冠になり、低木種は幅広な樹冠になる。このような樹木の成長過程を推定する方法としてアロメトリー曲線が用いられる。しかしこれは多数の個体を使った推定法なので、実際の樹冠の形成過程を知ることはできない。アロメトリーから推定される成長過程は、当年枝の伸長パターンで説明できる可能性が高い。だが枝の枯死や損傷など他の要因が樹形に影響している可能性もある。よって、当年枝の伸長パターンとアロメトリーが示す成長過程が一致するかどうかを確かめる必要がある。そこで、遷移初期種・後期種、高木種・低木種からなる 19 種の幼樹を対象に、樹形と当年枝の伸長パターンが一致するか調べた。幼樹を対象としたのは成木に比べて枯死や損傷の影響が少ないので、伸長パターンと樹形が一致する可能性が高いためである。伸長パターンを調べるため、樹冠頂端の当年枝の長さから、樹高伸長量を計算した。同様に、樹冠側方の当年枝から樹冠幅伸長量を計算した。また当年枝の伸長量を決定する総バイオマス量、枝へのバイオマス配分、バイオマス量も調べ、伸長パターンに影響を与える要因が種によってどう違うか明らかにすることを試みた。

樹形には遷移初期・後期や低木・高木に典型的な違いが見られなかった。伸長パターン (樹高伸長量 / 樹冠幅伸長量) は高木で高く低木で低かった。遷移系列での違いは見られなかった。種ごとの樹冠形状比の順位と伸長パターンの順位を比較したところ相関は見られなかった。樹形と伸長パターンは一致しなかったといえる。当年枝の総バイオマス量、枝へのバイオマス配分、バイオマス量あたりの長さは種間で大きく異なっていた。各要因がどの種で大きな影響を与えているか、伸長パターンと関係するのかが詳しく議論する。

P3-069

AM 菌根菌の感染によるヒノキアスナロ実生の個体呼吸・成長のシフト

筑波大学 平嶋善宣 *, 山路恵子, 森茂太

P3-070

生育環境の異なるシダ植物の光合成機能と乾燥ストレスへの反応

* 西田圭佑, 半場祐子 京都工芸繊維大学

シダ植物の多くは低照度、高湿度な林床に生育するが、着生シダのように常に乾燥した環境に生育するものも存在し、生育環境が多様であることが知られている。また、シダ植物は群落を形成し炭素循環への寄与は大きいと考えられるが、その光合成機能に関する研究は非常に少ない。本研究では、生育環境の異なる4種類のシダ植物胞子体に乾燥ストレスを与え光合成能力を比較した。これらの種の胞子体は著しく異なった形態を有し、生育地に適した光合成機能や乾燥に対する反応を示すと考えられる。

実験は地上生のベニシダ (*Dryopteris erythrosora*)、クジャクシダ (*Adiantum pedatum*)、ワラビ (*Pteridium aquilinum*)、着生のノキシノブ (*Lepisorus thunbergianus*) をポットで栽培し、相対土壌水分率 50% 以下の乾燥ストレスを与えた。ガス交換測定の結果、光合成速度と気孔コンダクタンスの相関関係は4種類ではほぼ一致し、気孔密度の高いワラビが最も高い光合成速度を示した。着生シダのノキシノブは乾燥地への適応のために他の種に比べて高い水利用効率を示すことが予想されたが、安定同位体比による水利用効率の推定では、ベニシダが最も高い値を示し、着生シダのノキシノブは他の3種と差がなかった。同様にガス交換による水利用効率の測定でもベニシダは高い値を示した。ベニシダが高い水利用効率を示した理由は気孔密度が最も少ないことで説明できる。地上生シダでは葉重量/気孔数の比はガス交換による水利用効率と正の相関を示す傾向があった。一方で着生シダのノキシノブでは葉重量/気孔の比が高いにも関わらず、水利用効率は地上生のシダと変わらなかった。これらの結果からシダ植物胞子体の生育環境と光合成能力の関係について葉の構造に着目し考察した。

P3-072

土壌環境と湿原植物の資源利用様式

* 井上晃, 田中孝尚, 黒川 紘子, 彦坂 幸毅, 中静 透 (東北大院 生命)

現在進行している地球温暖化により、湿原群集の種構成は大きく変化すると予測されている。

群集の種構成を決定する要因には、気温、光獲得競争、養分獲得競争など様々なものがある。中でも湿原土壌は貧栄養であり、窒素をはじめとする養分利用における制約がきわめて大きい環境である。その為、土壌環境や温度傾度に沿った湿原植物の養分利用様式の解明は、将来の環境変動に対する群集構造変化を予測する上できわめて重要であるが、実際の生育環境間における養分利用様式の違いを調べた研究は少ない。

そこで本研究では、青森県八甲田山周辺の多くの湿原において優占するママガヤの窒素生産効率、すなわち窒素あたりの重量と、葉窒素、リンの再吸収率に着目した。一般に植物が落葉する際、葉内の窒素の一部は貯蔵組織に引き戻される (Yasumura2002)。窒素生産効率、再吸収率と土壌環境、気温とそれに関係する積雪期間との関係を明らかにすることで、ママガヤの土壌環境、気候変動に対する適応様式の解明を目的とした。

調査は青森県八甲田山周辺の標高 570 ~ 1280m に点在する 25 湿原で行った。各調査地点の8月の平均気温の幅は 18.7 ~ 21.5°C であり、土壌 pH、土壌の栄養塩濃度の指標である電気伝導度の幅はそれぞれ 3.2 ~ 7.4、50 ~ 410 μ s/cm であった。各調査地点において 2010 年 9 月に生葉を、同 10 ~ 11 月にフレッシュリターを採取し、窒素、リン濃度を測定した。

ママガヤが土壌環境に適応して資源利用様式を変えているならば、利用可能な窒素、リンが少ない低 pH、電気伝導度の環境において限られた資源を有効に利用するため、高い再吸収率を示すと考えられる。また、積雪期間が長い高標高域では、限られた日数で効率的に光合成を行うため、高い窒素生産効率を示すと考えられる。本発表では、そうした傾向がみられたかどうかについて考察する。

P3-071

糖類の点滴投与が樹木苗木へ与える影響

* 村田直樹 1, 岩永史子 2, 田中浄 1, Ailijan Maimaiti 1, 山中央和 2 (1 鳥大院・農, 2 鳥大・乾地研)

植物は糖類やアミノ酸などの様々な浸透調節物質を体内に蓄積することによって耐乾性を向上させていることが知られている。このことから外部からの糖類の投与が樹木の耐乾性の向上に寄与する可能性が考えられる。そこで本研究では苗木への糖類の点滴処理が苗木の糖蓄積量や生理活性に与える影響を評価することを目的として実験を行った。

点滴処理に用いる糖類として、脱水時に細胞膜やタンパク質を保護する機能が知られるトレハロースと植物体中で光合成産物の転流を担っているスクロースを選んで実験を行った。実験対象木には中国北西部において砂丘固定や塩類化土壌の修復などに用いられるスナナツメ (*Elaeagnus oxycarpa*) を用いた。蒸留水、150g/L トレハロース溶液、150g/L スクロース溶液を一週間継続して点滴処理し、その後十分に灌水したのち灌水を停止して経過を観察した。実験期間を通して苗木の光合成速度、クロロフィル蛍光 (F_v/F_m)、葉数、樹高、地際直径を測定した。実験終了後、サンプリングした葉のトレハロース、スクロース、グルコース、フルクトース、マルトースの含量を高速液体クロマトグラフィーによって測定した。

結果、トレハロース・スクロースの点滴処理によって点滴終了直後の葉中のトレハロース・スクロース・グルコース・フルクトースの含量の増加が確認された。また点滴終了から一週間後には処理間の差は小さくなっていった。トレハロースを処理したグループでは点滴直後から葉の変色や脱落などの顕著な障害が認められた。スクロースを処理したグループでは目立った障害は観察されなかったが、光合成速度やクロロフィル蛍光の減少など生理活性の低下が見られた。

P3-073

開放系大気 CO₂ 増加 (FACE) 施設に生育するカンパ類 3 種の葉のフェノロジー

* 伊藤寛剛 (北大農), 渡辺誠 (学振・北大院農), 毛巧芝 (北大院農), 斎藤秀之 (北大院農), 渋谷正人 (北大院農), 笹賀一郎 (北大 FSC), 小池孝良 (北大院農)

大気中 CO₂ 濃度増加に対する樹木の成長応答を解明することは、種の共存機構を理解する際に重要である。多年生植物の樹木はシュート (枝+葉) を部材とする構造をもつので、高 CO₂ 環境に対する種の応答の差異をシュートの挙動を通じて解明することができる。ダケカンパ・ウダイカンパ・シラカンパは冷温帯を代表する落葉樹で、強光利用種という類似した性質を持つ。シラカンパは典型的先駆種とされるが、残りの二種の成長は比較的遅く、寿命は 200 年に達する。

CO₂ 付加を北海道大学札幌研究林の開放系大気 CO₂ 増加 (Free Air CO₂ Enrichment) 施設で行い、褐色森林土区に 2 年生苗を 2010 年早春に植栽した。FACE 区の CO₂ 濃度は約 500ppm、対照区は大気 CO₂ 濃度 (約 380ppm) とした。2010 年 6 ~ 12 月に各 18 個体の頂生枝の伸長量と着葉数を週 1 回測定した。

高 CO₂ 区では、ダケカンパの相対成長量 (伸長成長量 / 植栽時の苗木)・個葉の平均寿命が増加したが、積算出葉数には変化はなかった。本種は前年に翌年の出葉数を決める固定成長的な特徴を有することが反映され、成長停止が他の二種より早かった。ウダイカンパの伸長成長量は高 CO₂ によってやや増加したが、着葉数や葉寿命は変化せず、CO₂ に対する応答が小さかった。シラカンパは高 CO₂ 区で相対成長量と積算出葉数が増加した。本種に特徴的であったが、高 CO₂ 区では食害が少なく被食個体の補償成長は活発であった。近縁なカンパ類 3 種でも、高 CO₂ に対する応答によって初期成長における種特性がより明確になったと考えられる。

P3-074

日立鉱山に自生するリョウブの内生菌が根圏環境に及ぼす化学的影響

*高樋明希(筑波大院・生命環境), 茂渡有紗(筑波大学・生物資源), 小林勝一郎(筑波大院・生命環境), 山路恵子(筑波大院・生命環境)

(キャンセル)

P3-075

水ストレスによるエンボリズムとその解消—木部張力と通水コンダクタンスの関係—

*大條弘貴, 種子田春彦, 寺島一郎(東京大・理)

水ストレスにより木部内の水にかかる陰圧が増すと、道管の壁孔を通し、木部内の空隙や周囲の道管にある気体が、水で満たされている道管内へ気泡となって引き込まれる。この気泡が道管内で広がり、水のつながりを断ち切ると、水輸送が妨げられる(空洞現象)。植物種によってはこの現象が夏季の日中には日常的に起きており、こうした種では短時間で空洞現象を起こした道管へ水が再充填され、水輸送機能が回復されていることがわかっている。

木本において道管へ再充填される水は、空洞現象を起こした道管に隣接する組織から供給されると考えられている。また、空洞現象を起こした道管内の気体を再び水に置き換えるには、その気体を周りの水に溶解させる必要があり、これには道管内の気体の圧力を陽圧、つまり大気圧より大きくしなければならぬ。ところが、道管への水の再充填は木部が陰圧であっても起きることが確認されている。これは、隣接する道管や柔組織が陰圧下にありながらも、再充填中の道管内の気体には陽圧がかかるという、一見矛盾した状態を意味する。この矛盾を解決するには、陰圧下にある隣接した組織の影響を排除しなければならない。

現在、隣接した組織の陰圧の影響を排除するメカニズムとして、次の2つの仮説が立てられている。(1) 道管同士をつなぐ壁孔に空気が入りこむことで、周囲の陰圧から切り離す。(2) 隣接する柔細胞から再充填中の道管へ、壁孔を通れない高分子量の糖を排出する。これにより周囲よりも水ポテンシャルを下げ、機能している道管と再充填中の道管の液が繋がっても、機能している道管側に水が引き込まれないようにする。

今回、この2つの仮説に関し、再充填の物理学的な素過程に基づいた数理モデルを組み立て、予測値を得る。また、実際に測定された木部張力、空洞現象への抵抗性、木部の形態を用いて再充填速度を計算し、予測値と実測値の比較から、どちらの仮説により一致するかを探る。

P3-076

葉内水の酸素安定同位体比を用いた乾燥地植物の夜露の利用の評価

*大橋達矢, 松尾奈緒子(三重大院・生物資源) 楊靈麗, 吉川賢(岡山大院・環境), 張国盛, 王林和(内蒙古農業大学)

水資源が少ない乾燥地において植物は乾燥ストレスを受けながら生育している。こうした地域のひとつである中国内蒙古自治区・毛烏素沙地では、昼夜の激しい温度差により夜間に土壌や葉の表面で大量の露が発生する。その露を植物が利用しているかどうかを確かめることが本研究の目的である。対象樹種は毛烏素沙地に優占する匍匐性常緑針葉樹の臭柏(*Sabina vulgaris* Ant.)とする。臭柏は匍匐枝から土壌表層に不定根を伸ばし、雨季など土壌表層に水がある場合は吸水源としている。臭柏による夜露の吸収経路として、ア) 土壌あるいは葉の表面で結露した水が土壌表層に浸透し、その結露水と不定根を通して吸収している可能性と、イ) 葉についた露を気孔あるいはクチクラから吸収している可能性が考えられる。本研究ではイ) について明らかにするため、結露水、茎内水、葉内水、水蒸気の酸素安定同位体比の時間変化の測定を行った。既往研究により、根から吸った水の酸素安定同位体比は茎内においては変化せず、葉内で変化することが知られている。葉内水の酸素安定同位体比を決定するプロセスとして、蒸散にともなう酸素安定同位体比の上昇(Craig-gordonモデル)、葉内での水の移流・拡散の影響(Peclletモデル)、葉の含水率の時間変化(Non-steady stateモデル)が報告されているが、気孔やクチクラからの露の吸収は考慮していない。したがって、これら既往のモデルで予測される葉内水の酸素安定同位体比と実測値に差があるかどうかを調べる。その差から、気孔やクチクラを通して葉内に吸収される結露水の寄与を推定する。

P3-077

安定同位体比を用いたエジプトのマングローブ(*Avicennia marina*)の枝の伸長形態と葉の生理特性の関係

萬城遼* 三重大学生物資源学部, 松尾奈緒子 三重大学大学院生物資源学部, 寺南智弘 和歌山大学大学院システム工学部, 中島敦司 和歌山大学大学院システム工学部, 吉川賢 岡山大学大学院環境学研究所

エジプトの紅海沿岸域は高温且つ降水量に乏しい環境下のため、海水の塩分濃度が他の海域に比べて高くなる。こうした地域に生育するマングローブ(*Avicennia marina*)は地際近くからいくつもの枝を水平方向に伸ばし、樹高の低い形状をしている。また、不定根を伸ばし、伏条更新する枝も存在する。このような樹形がエジプトの高温・少雨・高塩分環境における生存戦略であるならば、枝の形状によって枝についている葉の蒸散・光合成特性に違いがあると考えられる。そこで本研究では、エジプト紅海沿岸・ハマタ地区に自生する*Avicennia marina*の枝の先端についている葉の有機物の炭素安定同位体比($\delta^{13}C$)および酸素安定同位体比($\delta^{18}O$)、枝の中の水の $\delta^{18}O$ を測定し、長期平均的な水利用効率と蒸散量を推定した。それらと枝のつけ根から葉までの枝の長さ、不定根がある場合は不定根から葉までの枝の長さ、地表面から枝の先端までの高さとの関係を明らかにする。

その結果、枝の先端の葉の $\delta^{13}C$ は枝の長さとの正の相関があった。さらに不定根が存在する枝の場合、枝の先端の葉の $\delta^{13}C$ は枝のつけ根からの葉までの長さよりも不定根から葉までの枝の長さの方がより高い相関を示した。これらのことは、葉の水利用効率は吸水経路長が長いほど高くなることを示唆している。葉の有機物の $\delta^{18}O$ は高い位置の葉ほど低くなる傾向が見られた。これは樹冠内の湿度・温度の鉛直勾配の影響である可能性がある。枝の中の水の $\delta^{18}O$ が測定され次第、長期平均的な蒸散量を推定し、枝の形状との関係を明らかにしていきたい。

P3-078

長期塩分ストレス下の *Tamarix ramosissima* の葉の炭素・酸素同位体比の変動

* 今井一輝 (三重大学・生物資源学部), 松尾奈緒子 (三重大学・三重大学生物資源学研究所), 今田省吾, 山中典和 (鳥取大学乾燥地研究センター)

乾燥地では土壌塩類集積による植生の劣化が問題となっている。よって、高い耐塩性を持つ塩生植物を用いた緑化が期待されており、植物の耐塩性の簡易な評価手法の開発が求められている。中央アジアにおける先行研究により、耐塩性の高い *Tamarix hispida* などの塩生植物では長期的な気孔コンダクタンスを反映する葉の有機物中の酸素安定同位体比が高く、土壌塩分濃度の上昇に伴って、長期的な水利用効率を反映する葉の有機物中の炭素安定同位体比が上昇することが報告されたがその理由については明らかでない。そこで、本研究では環境制御下で育てた *Tamarix ramosissima* のポット苗を用いて塩水付加実験を行い、長期的な塩分ストレスが葉の炭素・酸素安定同位体比に及ぼす影響を明らかにする。

2009年6月30日から2010年8月23日までの約400日間、NaCl濃度が0, 200, 400mmol/Lの水をそれぞれ7ポットに与えた。処理開始6日前と35, 162, 303, 365, 402日後に葉サンプルを採取し、乾燥・粉碎後、安定同位体比質量分析計を用いて炭素・酸素安定同位体比を測定した。

その結果、処理開始6日前に測定した葉の有機物中の炭素安定同位体比は処理間で差が見られなかったが、処理後は400mMで最も高く、200mM, 0mMの順に低い値であった。よって、塩分ストレスの増加に伴い水利用効率が上昇することが示された。一方、個葉の蒸発散速度は処理間で差が見られたが、有機物中の酸素安定同位体比には処理間で差が見られなかった。よって、葉の酸素安定同位体比は蒸散の際の同位体分別以外の要因の影響を受けている可能性が示唆された。

P3-080

乾燥地における塩生植物の適合溶質と窒素安定同位体比の関係

* 西澤誠, 松尾奈緒子 (三重大・生物資源), Ailijiang Maimaiti, 岩永史子, 山中典和 (鳥取大・乾燥地研究センター)

中央アジアの乾燥地では土壌塩類集積が近年、深刻な問題となっている。こうした地域においても生存できる塩生植物の耐塩メカニズムのうち、細胞内にアンモニア化合物やアミノ酸などの適合溶質を蓄積することで吸水を維持する浸透調節の重要性が指摘されている。養分が極端に少ない乾燥地においてアンモニア化合物やアミノ酸を蓄積する塩生植物がどのような窒素利用様式を持つのかを明らかにするため、中華人民共和国・新疆ウイグル自治区の塩分の析出状態や植生が異なる11サイトにおいて、葉と土壌の有機物中の窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$) を調べた。葉の $\delta^{15}\text{N}$ は、種によって大きく値が異なった。特に、*Tamarix* spp. に関しては他の種よりも比較的低い値を示した。また、葉の $\delta^{15}\text{N}$ と土壌塩分濃度とは関係が見られなかった。一方、土壌の $\delta^{15}\text{N}$ も土壌塩分濃度と関係が見られなかったが、タクラマカン砂漠のような砂砂漠を除き、大きな値を示すものが多かった。葉の $\delta^{15}\text{N}$ と土壌の $\delta^{15}\text{N}$ の差 (以下、 $^{15}\Delta$) は大きくプラスの値やマイナスの値を示すものが多かった。特に *Tamarix* spp. に関しては、マイナスの値を示すものが多かった。 $^{15}\Delta$ の値は細胞に含まれている窒素化合物の影響だけでなく、共生菌の影響も受けて決まると考えられる。ポスター発表ではこの $^{15}\Delta$ の決定要因を考察する。

P3-079

熱帯樹木のガス交換特性の鉛直プロファイルと吸水源・光環境の関係

* 春田岳彦, 松尾奈緒子 (三重大, 生資), 高梨聡 (森林総研, 気象), 小杉緑子 (京大, 農)

半島マレーシアの熱帯フタバガキ林 (パソ森林保護区) において、様々な樹種、樹高の樹木13個体を対象として葉の有機物の炭素・酸素安定同位体比の鉛直分布を測定し、水ストレスが熱帯樹木の葉のガス交換特性に与える影響を考察した。大気 CO_2 と葉の炭素安定同位体比の差 ($^{13}\Delta_{\text{OM}}$) から長期平均的な水利用効率を、葉と茎内水の酸素安定同位体比の差 ($^{18}\Delta_{\text{OM}}$) から長期平均的な気孔コンダクタンス (g_s) を推定した。また、葉面積当たりの乾燥重量 (LMA) の鉛直分布も測定した。さらに、地表から地下4mまで深度別に採取した土壌水と茎内水の酸素安定同位体比を照合し、各個体の吸水源を推定した。また、温度、湿度、光合成有効量子束密度 (PPFD) の鉛直分布を高さ52mのタワーで観測した。

対象個体全体においても各個体内においても $^{13}\Delta_{\text{OM}}$ と高さ、 $^{13}\Delta_{\text{OM}}$ と LMA には負の相関があった。樹高が30, 23, 20mである3個体の葉の $^{13}\Delta_{\text{OM}}$ は同程度であったが、これらの葉の LMA は類似していた。既往研究により LMA が葉の受光量の指標として利用可能であると報告されている。実際に、葉の LMA とその高さにおける PPFD は正の相関 ($r=0.8865$) を示した。以上の結果から、葉の水利用効率は主に光環境によって決まっていると考えられた。しかしながら、LMA が同程度である葉を比較すると樹高の高い樹木の葉の方が $^{13}\Delta_{\text{OM}}$ が低い傾向があった。このことは、水ストレスのような他の要因も水利用効率に影響を与えていた可能性を示唆している。

有機物の酸素安定同位体比と温度、湿度の鉛直分布から Farquhar and Lloyd (1993) のモデルを用いて算定した g_s は、樹高が30m以上である2個体においては上層の葉ほど低いことが示された。このことは、高木は吸水が困難であるため蒸散を抑えている可能性を示唆している。

P3-081

緯度・標高の異なる自生地のイタドリを用いた光合成温度応答メカニズムの比較

* 町野諭, 永野聡一郎, 彦坂幸毅 (東北大・院・生命科学)

光合成速度の温度応答曲線の形は自生地の温度環境によって種間・種内ともに異なることが知られており、一般に低温に自生するエコタイプは低温に適した光合成能力を持っている。しかし、光合成温度応答の違いにおける生理的メカニズムについては必ずしも明らかになっていない。光合成生化学モデル (Farquhar et al. 1980) によれば、光合成温度応答の形に影響する生理的要因は (1) 葉内 CO_2 拡散、(2) RuBP 炭酸同化反応の温度依存性、(3) RuBP 再生反応の温度依存性、(4) RuBP 炭酸同化反応と RuBP 再生反応のバランスの4つが考えられる。このうち (1) においては、高標高自生エコタイプは低標高自生エコタイプと比べて葉緑体内 CO_2 濃度が低いことが報告されている (Kogami et al. 2001)。これは光合成温度応答の違いに影響を与える可能性がある。一方で、もしこの形質が高標高への適応の結果であるとしたら、同じ低温環境自生型であっても高標高自生エコタイプと高緯度自生エコタイプでは光合成温度応答が異なるかもしれない。本研究では緯度・標高の異なる3地点 (弘前 (高緯度低標高)、富士山 (低緯度高標高)、東京 (低緯度低標高)) に自生するイタドリ (*Polygonum cuspidatum*) を用いて光合成温度応答の違いとその要因について緯度間・標高間で比較した。同じ生育温度で生育し、光合成温度応答曲線を比較したところ、東京に比べて弘前や富士山は最大光合成速度時の温度が低いなど低温に適した光合成能力を持っていた。今回は4つの生理的要因のうちエコタイプ間で異なる要因を検討し、どの要因の違いが光合成温度応答曲線に影響を与えて緯度間・標高間の光合成能力の違いをもたらしているのかを光合成生化学モデルを用いて解析した結果を紹介する。

P3-082

ダム湖の微気候が周辺植生の生育期間に与える影響

* 阪口恵理 (広島大・総科), 山崎互 (広島大・院・国際協力), 中越信和 (広島大・院・国際協力)

これまで樹木フェノロジーに関する研究は主に適湿な山地を中心に行われており、大量の水が常に存在しているダム湖周辺では行われていない。本研究では、調査地を広島県山県郡安芸太田町加計地区に建設された温井ダムのダム湖を中心に上流・ダム湖周辺・下流、また対照地を広島市の内陸部の広島県立緑化センターに設定し、ダム湖がその周辺樹木の樹木フェノロジーに与える影響とその要因を考察した。

本研究は、期間中に展葉・落葉し年間の生長量を計測することができ、また調査地周辺に分布する落葉広葉樹の普通種を対象として行った。資料は全10種合計235個体から採取した。このうちケヤキは標本が少なかったので参考として扱う。

春、秋の胸高直径及び樹高の季節変化量の比較すると絶対値ではダム湖周辺が胸高直径、樹高ともに最も成長していた。また、先駆樹種、ブナ科の二次林種、途中相の種の調査地別変化量はダム湖周辺及び下流域ではブナ科が胸高直径、樹高とも最も成長していることを示しているのに対し、上流域及び緑化センターでは最も成長量が少ないという結果になった。また、温度・相対湿度の観測の結果、ダム湖周辺が最も気温の日較差が少なくかつ相対湿度日較差が比較的大きいことが分かった。このことからダム湖周辺の気候は気温は高くないが、海洋的気候を示すと考えられる。

この傾向はダム湖水が生み出す温暖湿潤な気象環境が関係していると考えられる。この環境が、温帯二次林のブナ科樹種の生育を促し、一方で温暖湿潤環境ではなかった、つまりダム湖の影響を受けなかった場所(上流域・緑化センター)では、予測通り、先駆樹種が優先して生長したと考えられた。

P3-084

融雪環境の違いが稚樹の開葉時期に与える影響

* 伊藤公一 (鳥取大・院・農), 佐野淳之 (鳥取大・農・FSC)

積雪下では、地表面付近の温度がほぼ0℃に保たれ、雪面下40～50 cmの層にはほとんど光は透過しないため、雪面下に生育している植物が春先における外気温や日射の変化を感知するためには積雪から解放されることが必要である。しかし、森林内において雪解け時期の違いが林床に生育する稚樹に対してどのような影響を与えるのかについてはほとんど研究されていない。本研究では同一林分内で積雪量の異なる2つのサイトを比較することで、融雪環境の違いが稚樹の開葉時期にどのような影響を与えるのかを検討した。2008～2010年にかけて鳥取大学教育研究林「蒜山の森」におけるアカマツ林内において積雪量が異なる2つのサイトを設定した。融雪環境を把握するため最大積雪深と地表温度を測定し、樹高50 cm以下の落葉広葉樹の稚樹について、6段階の開葉度を用いて開葉段階を記録した。対象樹種は、クロモジ、オオカメノキ、ヤマウルシ、ウワミズザクラ、カスミザクラ、ヤマモミジである。

調査地における最大積雪深は2008年が158.7 cmと最も大きく、2010年にかけて年間約50 cmずつ減少していた。また、雪解け時期は積雪量の減少にともない2～4週間程度早くなった。稚樹の開葉時期は、2008年では5月2日前後であったのに対し、2009年では4月23日前後と10日程度早くなっており、雪解け時期の年変動によって稚樹の開葉時期が変化したと考えられる。2010年では、雪解け時期が最も早かったにも関わらず開葉時期は2008年とほぼ等しかった。これは、2010年における4月の月平均気温が他の年よりも2.3℃低く、雪解け後の低温によって稚樹の開葉が制限されたことが原因であると考えられる。これらのことから、稚樹の開葉時期は、積雪が多い年では雪解け時期に、積雪量が極端に少ない年では春先の温度環境に大きく影響を受けることが示唆された。

P3-083

融雪時期がハイマツの当年枝伸長成長に及ぼす影響

* 横山将大 (富大院・理工), 和田直也 (富大・極東地研)

現在、地球温暖化に伴う高山生態系の変化が懸念されている。そのため、気候変動が高山生態系に与える影響を検出することは急務であるが、両者の関係を考える上で、日本の高山帯に優占するハイマツ (*Pinus pumila* (Pallas) Regel) の生態を明らかにすることは必要不可欠である。そこで本研究では、ハイマツの当年枝の伸長様式を、ロジスティック曲線を適用して明らかにし、気候変化の影響の一つとして雪解け時期との関係を調べることを目的とした。

調査は富山県の立山山地において、標高の異なる4地点(天狗平, 2300 m; ミクリガ池, 2400 m; 室堂山, 2600 m; 浄土山, 2830 m)のハイマツ群落を対象に実施した。2009年10月から各調査地の個体識別したハイマツの主幹(n=20)に取り付けていた温度ロガーのデータより、各個体の雪解け日を推定した(以下“融雪日”)。さらに、2010年5月から10月にかけて、各調査地における調査木の当年枝の長さを約一週間毎に測定し、ロジスティック式にあてはめた。求められた融雪日と、当年枝の伸長量や成長期間等の当年枝伸長成長に関わる様々な値との相互関係を調べた。

各調査地における融雪日は、ミクリガ池、浄土山、室堂山、天狗平の順で早かった。また、各当年枝の調査終了時の伸長量を調査地間で比較したところ、高い順からミクリガ池、天狗平、浄土山、室堂山となった。全個体込みにして、当年枝の最終伸長量と融雪日との解析を行ったところ、有意な負の相関を示した。しかしながら、各集団内について解析してみると、二つの集団において弱い正の相関を示し、傾向が逆であった。以上のような結果に基づき考察を行った。

P3-085

衛星リモートセンシングと有効積算温度を用いた将来の展葉時期の予測

* 羽田野真由美 (筑波大・生物資源), 本岡毅 (JAXA), 奈佐原顕郎 (筑波大・生命環境)

近年、地球温暖化にともなう植物の示す季節現象が変化しており、落葉樹の展葉(葉がひらく)日の早期化が数多く報告されている。展葉日の早期化は光合成期間の長期化および一次生産量の増加に寄与するので、将来の陸域一次生産量を予測するためにも展葉時期の予測は重要である。そこで、本研究は将来の日本の展葉時期を予測することを目的とした。

展葉モデルには、暖温帯林や冷温帯林において展葉日との相関が高い有効積算温度という指標を用いた。このモデルに基づき、予測展葉日は将来の有効積算温度が各地点での閾値を超えた日であると仮定した。将来の気温は高解像度MIROC (Model for Interdisciplinary Research On Climate) が、IPCC温室効果ガス排出シナリオ(A1BとB1)に基づいて計算した値を用いた。また展葉日のデータは、広域を定期的に観測することができる衛星リモートセンシングを用いた。具体的には人工衛星Terra搭載のMODISセンサによるMOD09A1(空間分解能500m; 時間分解能8日程度)データを使用して本岡ら(2009)が行った展葉日のマッピング結果を使用した。

手法の有用性を検討するために、閾値の年変動を確認したところ6年間の標準偏差は、落葉樹が多く分布する地域に限って言えば小さい値(25～80℃・day)であり、この手法の有用性が示された。予測の結果、将来の展葉日は全国的に現在(2001～2006年平均)よりも早まり、その差はB1シナリオでは20～27日、B1シナリオでは10～17日ほどであった。地域別でみると特に北海道で早期化傾向が強くなり、また標高の高い地域は変化が小さかった。

P3-086

ソバの送粉者と結実に影響する景観要素

* 滝久智, 岡部貴美子(森林総研), 山浦悠一(北大), 松浦俊也, 末吉昌宏, 牧野俊一(森林総研), 前藤薫(神戸大)

野生動物による花粉媒介が必要な農作物栽培では、農地における花粉媒介者や結実は、周囲の森林など非農地の存在に景観スケールで影響を受けることが指摘されている。異形花柱型の自家不和合性であるソバも、花粉媒介をセイヨウミツバチ、ニホンミツバチ、その他の昆虫などに頼っているため、圃場周囲の影響を受けると予想される。こうした予測のもと、茨城県常陸太田市のソバ栽培地帯の圃場において、訪花昆虫の採集とソバの結実率調査を行った。その結果、セイヨウミツバチでは養蜂用巣箱からの距離の近さが、ニホンミツバチでは半径数キロ圏内の森林面積が、ミツバチ以外の昆虫では半径数百メートル圏内の森林と草地の面積が、それぞれ関係していた。さらに結実率をみたところ、後者二つの景観要素と正の関係がみられた。以上の結果は、周囲に森林や草地などの植生が豊富なソバ畑ほど花粉媒介者の数が多く結実率も良くなることを示すとともに、その効果の把握においては、複数の景観要素を異なるスケールで考慮する必要があることも示している。

P3-088

大峰山脈釈迦ヶ岳周辺における樹木枯死・倒伏域の分布と地形条件

阿部聖哉(電中研・生物環境)

近年、日本各地で山岳域のブナ自然林や亜高山帯針葉樹林に、樹木の枯死や植生の衰退が観察されている。植生の衰退は水源地域の生態系サービスに深刻な影響を与えられと考えられるが、枯死・倒伏が発生しやすい地形条件については十分に明らかにされていない。そこで本研究では、日本有数の豪雨地帯である紀伊半島に位置し、稜線部を中心にブナ自然林や亜高山帯針葉樹林が広がる大峰山脈釈迦ヶ岳周辺において、衛星解析により樹木枯死・倒伏域の分布を抽出し、GISを用いて地形条件との関係を解析した。

パンクロ0.41m, マルチスペクトル1.64mの解像度を持つGeoeye-1衛星のオルソ補正済み画像をパンシャープン処理し、オブジェクトベース画像解析ソフトeCognition 8.0を用いて、Scale 100, Shape 0.1, Compactness 0.5で領域分割を行った。現地調査結果をもとに、領域分割画像を判読して得られたサンプルを目的変数、輝度やテクスチャを分割パラメータとしてCARTによる判別分析を実施した結果、緑色光と近赤外光の平均値、赤色光の標準偏差、近赤外光のテクスチャ指標によって、95%以上の判別率で樹木枯死・倒伏域を抽出することができた。

抽出された樹木枯死・倒伏域の分布と、基盤地図10mメッシュから計算した標高、傾斜、斜面方位との関係を検討した結果、枯死・倒伏は標高1500m付近の平坦な稜線および南東斜面に集中して分布していることが明らかになった。この結果は、現地における幹折れ、根返り木の倒伏方向と反対の方位を示しており、台風時などの南東向きの強風が樹木の枯死・倒伏に影響している可能性を示唆している。そこで、フォーカル関数を用いた凹凸度、陰影起伏関数を用いた南東方向からの風衝地形指標等を説明変数として、樹木の枯死・倒伏の発生可能性が高い地形条件を予測するための回帰モデルを構築した。

P3-087

東北地方の多雪集落における山菜の生育地および採取地の環境条件

* 松浦俊也, 杉村乾, 宮本麻子, 田中浩, 勝木俊雄, 滝久智(森林総研), 田中伸彦(東海大・観光)

ブナ帯の植生が広がる東北地方日本海側の多雪集落では、日常的な山菜採りが盛んであり、山菜採りは重要な供給・文化的な生態系サービスのひとつである。山菜の種ごとに生育地や採取地の分布特徴を調べることで、多種類の山菜採りを可能にする景観レベルでの環境条件を明らかにし、資源の持続的利用のための指針を得られると考えられる。

そこで、2009年から2010年にかけて、福島県南会津郡の2集落において、異なる地形や植生を含むポイント・トランセクト法にもとづく調査ルートを複数設定し、ゼンマイ、ワラビ、クサソテツ、ウド、フキなどの複数種の山菜の分布調査を行った。さらに、雪解けから初夏にかけての集落住民の採取行動をGPSにより把握した。次に、地形条件や植生分布、道路からのアクセス性などをGISによって計算し、一般化線形モデルを用いて種ごとに山菜の生育地と採取地に関わる環境条件を調べた。

山菜の生育地は、出現種数は沢沿いの日陰などに多い傾向がみられ、沢沿いや下部斜面などに分布が集中するクサソテツ、急傾斜地の低木林などに多いが林内に広く分布するゼンマイ、伐採跡地や植林地に多いワラビなど、種ごとに分布傾向に明瞭な違いがみられた。次に、種ごとの採取地は、生育地の分布に比べ、地形や植生、アクセス性などによって、より強く制約される傾向がみられた。以上の結果は、山菜の種ごとの生育地の分布が、溪畔域や雪崩地などにおける土砂や水の流動や融雪時期の違い、伐採などの人為攪乱の違いに対して異なる対応関係をもつことを示していると考えられた。また、分布地のうち、とくに生育環境条件とアクセス性がともに良く採取効率の高い場所が採取地として選択されていることを示している。ここから、とくに生育地と採取地の環境条件が類似し、分布が局所的な種ほど、資源の持続的利用のための配慮が必要と考えられた。

P3-089

瀬戸大橋島嶼における景観構造変化に及ぼした架橋工事の影響に関する研究—瀬戸大橋・櫃石島と与島の場合—

* 張可, 大野啓一(横浜国立大学・院・環境情報)

はじめに：本研究では、植物社会学および群植物社会学の手法を用いて、本四架橋の一つである瀬戸大橋の架かる香川県の櫃石島と与島において、橋梁建設前後の植生景観を比較し、その変化から架橋工事が両島の植生景観に及ぼした影響について分析・評価した。また、架橋工事の有無による島嶼間の植生景観の変化に違いがあるのかを明らかにするため、上記2島に隣接し、橋が架からなかった香川県の本島と牛島において、約35年前の植生景観と現在のそれとを比較し、その変化から橋梁建設という開発行為が自然環境に及ぼした影響について分析・評価した。

結果：植生調査の結果、主な植生単位として、自然植生ではトベラウバメガシ群集の他、コウボウムギ群集など各種海浜植生とハマサジ群集など各種塩沼地植生が、代償植生として、コシダウバメガシ群集やコバノミツバツツジ-アカマツ群集やアベマキ-コナラ群集など20個の植生単位が識別された。作成した植生図の比較から、橋梁工事の有無にかかわらず、いずれの島においても自然植生の分布と生育地の面積には大きな変化は認められなかった。また、コバノミツバツツジ-アカマツ群集の林冠木であるアカマツは、いずれの島においても枯れで大部分が枯死し、相観的にコシダの優占した貧相な林分であった。一方、瀬戸大橋の架かる櫃石島と与島では、橋梁本体や、パーキングエリアなどの附属施設と架橋工事に関連して開発・造成された採石場や海岸埋立地など植生景観以外の土地利用形態に大きな変化が認められた。

P3-090

愛知県豊田市における谷津環境の冬期湛水田に飛来する鳥類等

* 橋本啓史 (名城大・農), 大畑孝二 (日本野鳥の会・サンクチュアリ室), 磯井俊行 (名城大・農)

里山の谷津田環境の小規模水田において冬期湛水をおこなうことは、どのような鳥類の生息環境を提供することになるのだろうか。愛知県の豊田市自然観察の森周辺地域の冬期湛水田(以下、冬水田; 約640m²)、および隣接する慣行農法による水田(以下、慣行田; 約1100m²)において、2010年1月~12月に午前中30分間と日没前後1時間の鳥類および翼手類の定点センサスを満月と新月にはばあわせて約15日間隔でそれぞれ24回実施した。林冠よりも低い高度を飛んだ通過個体も記録したが、地上に降りた個体または上空で採餌行動をおこなった個体のべ滞在時間を利用時間として集計した。

午前中の調査では、両水田の湛水期には、冬水田では10種56羽のべ235分、慣行田では11種40羽のべ85分、冬期湛水期には、冬水田では11種38羽のべ157分、慣行田では7種22羽(利用なし)が記録された。冬期湛水された冬水田でセグロセキレイなどが採餌を行っていた。セグロセキレイは慣行田にも水が入るとそちらも利用した。

日没前後の調査では、両水田の湛水期には、冬水田では10種81羽のべ160.5分、慣行田では10種73羽のべ128.5分で、冬期湛水期には、冬水田では16種77羽のべ172分、慣行田では12種53羽のべ22分が記録された。セグロセキレイのほか、ツバメやアブラコウモリが多数採餌に訪れた。マガモ、カルガモ、コガモは早春に冬水田のみが湛水されている時期にわずかであるが、冬水田を利用した。ツバメとアブラコウモリは夏季~秋季には冬水田と慣行田の両方の上空で採餌を行っていたが、冬水田の上空の方が利用個体数およびべ利用時間が多かった。また、アブラコウモリは早春に冬水田のみが湛水されている時期に冬水田上空を利用した。

P3-092

Is Mongolian rangeland non-equilibrium or disequilibrium? Co-existence of mobility modes introduces multi-scale density-dependency in key resources

岡安智生, *大黒俊哉, **ウンドルマ・ジャムサラン, *武内和彦 *東大・農 *モンゴル国立農業大学

Tomoo Okayasu*, Toshiya Okuro*, Undarmaa Jamsran** and Kazuhiko Takeuchi*

* The University of Tokyo

** Mongolian State University of Agriculture

Tropical arid rangelands are as mosaics with different levels of animal-vegetation density-dependence due to the intermittent density-dependent destruction of animal populations. However, arid rangelands in northern Asia frequently suffer from extreme cold events, which cause density-independent population destruction. Thus arid rangelands in northern Asia are predicted to be less vulnerable to land degradation from the theory. We demonstrate that relaxing two of the assumptions, full mobility of herders or animals and spatially homogeneous precipitation over an entire region introduce localized but frequent density-dependence of less mobile flocks which has a significant impact on the overall outcome, by using a published multi-agent model, taking Mongolian rangeland as an example. This study suggests that, depending on the social setting, it is premature to conclude that arid rangelands in northern Asia are less vulnerable to land degradation. To determine the expected degree of density-dependence and location of key resources, the spatial scale of animal mobility should be taken into account.

P3-091

知床岬でのエゾシカによる植生改変は鳥類にも影響するか？

* 吉田剛司 (酪農学園大), 小荒井衛 (国土地理院), 玉田克己 (道総研環境科学研究センター), 田澤道広 (知床財団)

知床岬の海岸台地上に広がる草原は、過去には風衝地の高山植物群落が優占していた。しかし海からの強風により冬季の積雪が少ないためエゾシカが集中し、さらに強度な採食圧によって自然植生は壊滅的な影響を受けた。現在では、知床岬にはエゾシカの嗜好性植物であるハンゴンソウやアメリカオニアザミが繁茂することとなり、草原の自然景観は大きく改変された。直接的な影響としてエゾシカによる植生改変が顕著であるが、一方でエゾシカの個体数増加が間接的に他の生物相へ与える影響も危惧されている。そこで本研究では、知床岬における植生改変を景観レベルで捉えたいうえで、エゾシカによる植生被害が少なかった30年前と現在の鳥類層の変化について追究した。

原生的自然環境としての知床半島における景観変化を把握するため、過去(1978年)の植生区分図をGISポリゴンデータとして作成し、現在の植生区分との比較を実施した。また景観変化が鳥類に及ぼす影響を把握するために、2009年6月8日~10日及び2010年6月11日~13日に知床岬において、ラインセンサス法とスポットセンサス法による鳥類モニタリング調査を実施した。ラインセンサスでは、草原と森林の2ルートを設定し、ルート上に10のスポットセンサス用の定点も設置した。さらにエゾシカ採食の被害が著しい草原域において、草原環境を好む鳥種のみを抽出し、その生息密度を同じコースにおける過去の調査結果(中川, 1981)と比較した。この結果、種構成に大きな変化は確認できなかったが、種によって生息密度に影響がでていることが判明した。なお本研究では、11目27科63種の鳥類が確認された。

P3-093

滋賀県湖東地区の集落における土地利用の変遷

* 築山省吾, 浜端悦治 (滋賀県立大学)

1960年代の燃料革命を契機に利用の衰退が著しい現在の里山林において、その再生の方法または管理の仕方を議論するため、過去どのような形で行われていたのかを理解する。そのことは現在の里山林管理の方向性を議論する上で必要であり、また今の生活様式に見合った新しい里山の形を考える上でも過去の知識を踏まえるのは重要である。

本稿では滋賀県湖東地区の集落を調査地とし地域レベルでの里山管理が過去どのようなものであったのか、またその利用形態の特徴とその地形的要因との関係を明らかにすることを目的とする。特に過去盛んに行われていたこの集落における里山林を利用した木炭生産に着目し論を進めていく。

滋賀県東近江市永源寺町(旧東小椋村)を対象地とし、GPSによる窯跡の分布の把握、GISを使いその集落における地理的要因と窯跡分布との関係、さらにそのGISで示されている指標の精度を向上させるためのヒアリング調査を実施した。またさらに明治以降から現在までの植生について、特に広葉樹林帯、針葉樹林帯、荒地に焦点を置き、それと木炭生産量との関係についてみるため、環境省が作ったGIS植生データと明治期に作られた正式図をGIS化して検討した。

GPSで記録した座標データ用い、GIS上でその窯跡の位置の標高および傾斜角度をそれぞれ求めた。またヒアリング調査の結果を踏まえ各窯のサイズからの木炭の収穫量、またその窯一つに要する里山林の面積を検討した。同時にそのデータを用いて窯を作る際の最適な土地条件を満たす位置の検討をGIS上の演算で求めた。

この結果から現在の永源寺地域の里山林において木炭生産がどの程度収穫できるのかを求めた。これらは今後のこの地域の里山利用・管理を議論する際、その方向性を考える上で一つの要素として位置づけられる。

P3-094

集団サイズの異なる里山のブナ林における種子・殻斗形質の多様性

*小林誠, 伊藤千恵, 永野昌博(十日町市立里山科学館キョロロ)

本州中部の日本海側多雪地は、ほぼ同緯度の太平洋側と比較しブナ林の分布標高が大変低いことが指摘されている。新潟県十日町市地域では、標高200m前後の低標高の丘陵地からブナ林が成立し、人間の生活圏と接し古くから里山の林として利用されてきた。そのため、棚田などの耕作地・スギ人工林・広葉樹二次林・民家といった様々な景観要素の中に、多くの小・分集団化したブナ林が成立している。

比較的小面積の景観要素が分布する里山特有の景観構造において、景観要素のモザイク性は生物多様性の維持に貢献する正の側面がある。一方、生育地の分断化・遺伝子流動の制限といった側面からの生態的影響については、十分に検討されていない。当館では、当地域のブナ林保全の基礎データとして、市民協働で市内のブナ林マップの作製を進めており、市内のブナ林の位置・面積などの情報が蓄積されている。2009年の種子の並作年に市内22か所の集団サイズの異なるブナ林から落下種子・殻斗を採取し、乾燥後ランダムに選んだ種子・殻斗の重量・形態などを測定し、里山におけるブナ林の小・分集団化が種子・殻斗形質に与える影響について検討した。

その結果、各集団の平均種子重量は最小0.102g、最大0.208g、平均殻斗重量は最小0.376g、最大0.659gと集団間に大きな差がみられた。また、これら各集団の平均種子重量・平均殻斗重量とブナ林の面積には正の相関があり、約4000m²を境に種子・殻斗重量は大きく低下した。さらに、種子・殻斗形態の変異は集団サイズが大きいほど高い傾向がみられた。

以上の結果から、里山地域におけるブナ林の集団サイズの違いは、ブナの種子・殻斗サイズやその形態の変異に影響を及ぼすことが示唆された。これらの知見は、ブナ林の保全面積の基準や植樹のための種子採取地の選出など、当地域におけるブナ林保全のための基礎データとして応用が可能と考えられる。

P3-096

過去撮影の航空写真解析で判明した利尻山におけるハイマツ群落の衰退

*小熊宏之(国環研), 佐藤雅彦(利尻町立博物館), 廣瀬葉子(国際航業)

利尻山は日本の最北端に位置する独立峰であり、高山帯植生のハイマツが標高500m付近から群落を形成している。ハイマツ群落の変動と森林限界の樹高変化を求めめるため、1963年6月(旧時期)、2007年7月(新時期)撮影の航空写真による解析を行った。対象地として、標高400m~1000m付近の北斜面から見返台園地付近の西斜面を選定した。専用スキャナーによりデジタル化した航空写真画像を幾何補正(オルソ化)し、画素単位での変化抽出を可能とした。次に三次元化解析を行い、新・旧画像の1mグリッドでの表面高を算出した。植生区分の方法は、まず新時期画像に対して、目視判読に基づいて教師データを取得し、画素を単位とした最尤法による自動分類処理を行った。分類画像をポリゴンに変換し、判読基準に従って目視判読による誤分類の修正を行い、新時期の植生区分データを作成した。分類カテゴリーは、1)ハイマツ群落、2)ササ及び草本群落、3)実体視で高さの確認が出来る高木、4)ハイマツ以外の低木、5)裸地・積雪面の5つである。次に、新時期の植生区分ポリゴンと旧時期オルソを重ね合わせて目視判読を行い、変化箇所を修正することによって旧時期の植生区分ポリゴンを作成した。比較の結果、旧時期画像で確認された標高500m付近のハイマツ群落は新時期画像では分布面積を大きく減少させ、特に西側斜面にて顕著であった。ハイマツ群落が消失した場所はササ及び草本群落へと変化していることを確認した。また、新・旧二時期の表面高の差分から樹高変化を算出すると概ね樹高成長が認められたほか、旧時期にはササ及び草本群落であった場所へ高木の侵入が確認された。

P3-095

ラオス村落住民における植物利用の知恵とそれに基づくチーク植林の資源ポテンシャル評価

*矢ヶ崎朋樹(IGES-国際生態学セ), 百村帝彦(IGES), ラタナボンゴブンチャン(ルアンプラバン県農林事務所)

目的・方法: ラオス北部のチーク植林に係る資源利用特性を評価するため、村落住民の参加を得て植生調査及び聞き取り調査を実施した。調査対象は、ルアンプラバン県シェンゲン郡の2村落(ボンサバン村、タッカチャン村)で、調査期間は2010年2月の5日間である。現地では、村落住民と共に、チーク植林を含む景観域を踏査し、ルートセンサス及びコドラート法に基づき、生活と密接なつながりのある植物種を中心に地方名、利用方法・実態、生育立地を記載した。コドラート法に基づく調査では、1994/1995年に植栽されたチーク植林(ボンサバン村、海拔400m)を対象に植物社会学的植生調査を行い、全出現種に関する地方名、利用方法・実態を村落住民から聞き取った。

結果および考察: ルートセンサスの結果、2村落内の数ヶ所(海拔500~700m)において、住民がKor Ket, Kor Mong, Kor Deuyと呼ぶシイ属、及びKor Ki Mouと呼ぶマテバシイ属の常緑広葉樹が確認された。これらの樹種については、建築材、薪炭材、農具の柄としての用途などが村落住民によって認識されていた。コドラート法に基づく植生調査の結果、10m×10mの調査区の中に常緑広葉樹を含む58種類の植物種が記載され、それぞれの種類に関して食用、薬用、建築材などの用途が認められた。このうち、村落住民は51種類(全出現種の88%)について地方名で同定することが可能であり、39種(67%)を特定の目的で利用していた。近年、近隣地域では、林床植生が強度に刈り込まれたチーク植林が見られ、急傾斜地の林分では土壌侵食の問題が懸念されている。チーク植林を「多様な随伴種からなる多層構造」に管理誘導することで資源ポテンシャルは高く維持され、村落住民にとってさらに利用価値の増す林分が創出されると考えられた。

P3-097

北海道の水田地帯の生物多様性を測る

長 雄一(道総研・環境研)

北海道南部及び中央部の農地における主要な景観である水田地帯で、冬期湛水農法(以下、冬水)・有機農法(以下、有機)・慣行農法(以下、慣行)別に、種あるいは分類群数及びその個体密度の計測を行い、モニタリング手法の検討を行った。

飛翔性・歩行性動物に関しては、捕虫網(直径36mm)を各月1回、各農法40回振って採取を行った。

水生動物を採取するために、20cm×50cmのプラスチック製方形区を作り、調査日ごと各農法5箇所に設置して、目視にて内部の生物を採取した。

土壌動物に関しては、土中に直径20mのパイプを10cmの深さに埋め込み、泥を採取し、4.75mm、2.0mm、1.0mm、0.5mm目合いのふるいを重ね(大きな目合いが上)、漉しとった。

飛翔性・歩行性動物においては、全体では58種(分類群)確認したが、もっとも種数の多い2009年7月において冬水17種、有機18種、慣行18種であり、6月及び8月を含めた種別密度を検討しても、目立った傾向がつかめなかった。

水生動物に関しては、2010年において、5月下旬から8月上旬まで計7回の調査結果によると、水面採餌性のアメンボ類は単位平方メートルあたり冬水で2.12個体、有機で2.93個体、慣行で1.56個体、水中採餌性ゲンゴロウ類と同じく冬水で2.12個体、有機で0.98個体、慣行で0.20個体であった。

土壌生物であるイトミミズの1リットルあたりの確認数は、2010年7月で冬水192個体、有機14個体、慣行1個体となった。その他に少数のドブシジミ科を中心とする二枚貝類等が観察された。

これらの結果から、各農法での差が最も顕著なのは、土壌動物のイトミミズ類であり、ゲンゴロウ類を含めた水生動物の餌資源として、生物群集に影響を与えている可能性が指摘できるが、その解明には実験系の設置等が必要であろう。

P3-098

茶草場における農業活動と生物多様性保全の関係

* 楠本良延 (農環研), 稲垣栄洋 (静岡農林セ), 平舘俊太郎 (農環研), 岩崎巨典 (農環研), 山本勝利 (農環研)

かつては国土の3割以上の面積を有していた半自然草地の減少が著しく、草原に依存する動植物が絶滅の危機に瀕している。そのような中で、東海地方の茶産地では、良質茶の栽培を目的として、茶園にスキの敷草を施す農法が行われており、その資材源としての半自然草地(茶草場)が大面積で維持されている。

これまでの成果で、在来種の種多様性に与える影響の大部分が土地改変であることが明らかになり、草原の多様性には歴史性が反映されていた。2010年には対象地においてランダムに60パッチの草原・草地を抽出し、全てのパッチ内で10コドラート(1m²)の調査区を設定し植生調査を実施し、種毎の成立・維持機構の解明を試みた。各パッチの植生データを統合し、出現頻度としてまとめ、各パッチの環境要因(土壌の化学性、土壌水分、光量子密度、斜面方位・角度、土地改変履歴、刈取り回数)を整理し二項分布を仮定したGLMにより分析を行った。その結果、①土地改変を受けていない刈取りにより長期間維持されている草地に生育する種群としてアカカラマツ、ワレモコウ、ツリガネニンジンが抽出された。さらに、①の条件に加えて大きな草原面積を必要とする種群としてオミナエシ、タムラソウ、トダシバが明らかになった。また、③どのような環境にでも成立可能な種群としてススキ、ミツバツチグリ、タチツボスミレが抽出された。

茶草場に生育する植物の環境要因が種毎に明らかになり、茶草場の事例は地域の野生生物資源を利用することにより茶生産が維持され、また、その茶生産が貴重な半自然草地である茶草場を守っている事実が明らかになった。

P3-100

栃木県佐野市下秋山地区におけるイノシシおよびニホンジカの撮影頻度と生息環境の関係

* 大橋春香, 斉藤正恵 (農工大・フロンティア農), 堀江玲子 (宇都宮大・農), 角田裕志 (農工大・農), 石井遥香, 野場啓 (農工大・農), 桑原考史, 弘重稔 (農工大・フロンティア農), 小池伸介, 星野義延, 戸田浩人, 梶光一 (農工大・農)

近年、野生動物による農林業被害が急激に増加しており、農林業意欲の低下や耕作放棄地の拡大の原因になるなど、全国各地で様々な問題を引き起こしている。また、耕作放棄地や管理が停止された雑木林は野生動物の生息に好適な環境を提供することから、里地里山の農村地域は野生動物の増加と農林業活動の継続意欲の減退、耕作放棄地の増加と生物多様性の低下、といった負のスパイラルに陥っていると考えられる。特に山間部では、複数の野生動物種が生息し農林業被害を引き起こしている事例が多くみられるが、野生動物の管理や対策は個々の動物種ごとに実施される場合が多く、複数の動物種による農林業被害が発生している地域において、生息地の利用パターンの動物種間の違いや、効果的な対策に関する議論は少ない。赤外線センサーカメラを用いた自動撮影調査は、これまで哺乳類相の把握など定性的な調査に用いられてきたが、近年、安価で高性能の赤外線センサーカメラが開発され、野外で連続的に複数台設置して調査が行えるようになったことから、複数の動物種間の生息地の利用パターンの違いを明らかにするうえで、有効な手法であると考えられる。そこで、複数の動物種による農林業被害が発生している栃木県佐野市下秋山地区において、赤外線センサーカメラを用いた野生動物による利用頻度調査を行った。今回は、近年急激に増加し、農作物被害や生態系への悪影響など様々な問題を引き起こしているイノシシとニホンジカの生息地の利用パターンの違いについて報告する。

P3-099

利根川流域における水田周辺の景観構造と植生構造の変化の関係

* 三上光一, 楠本良延, 天野達也, 徳岡良則 (農環研・生物多様性), 山田晋 (東大院・農), 山本勝利 (農環研・生物多様性)

日本の代表的な農業景観である水田とその周辺環境は生物多様性を維持する重要な要素である。一方で、その環境は農業活動により歴史的に様々なく乱を受け続け、その植生も常に変化している。そのため、農業活動と生物多様性の関係を明らかにし、保全していくためには広範囲で継続的モニタリングが必要とされる。本研究では利根川流域の農業景観を対象に2002年と2007年にモニタリング調査を行った結果を基に水田周辺の植生構造と土地利用の経年変化とその関係について明らかにする。

調査地は、農業景観調査情報システム(RuLIS)の景観クラスの中から、利根川流域に分布する4つの農業景観(内陸部水田景観、下流域低地水田景観、下流域台地谷津田景観、下流域台地市街化景観)を対象に、それぞれから各8地区をランダムに抽出し、合計32メッシュ(1×1km)を調査区とした。そして、調査区の中の休耕地・放棄水田、畦を対象とし、2002年と2007年に同地点で539地点で1×1mの植生調査を行った。また、空中写真の判読により詳細な土地被覆図を作成し、調査区の土地利用の経年変化を算出した。

植生調査の結果、出現種は428種であった。2002年に休耕地・放棄水田であった434地点のうち、128の調査地点が復田されていた。土地被覆の経年変化については休耕地・放棄水田と畑地が減少する一方で、水田と宅地が増加していた。TWISPANによる植生分類により、水田環境に近い湿性植物群落タイプ、畦畔植物群落、乾性多年草群落などに区分された。群落タイプの2002-2007間の経年変化は休耕地として維持された環境では乾性多年草群落への推移し、復田された環境では湿性植物群落への推移していた。植生と土地利用の関係については水田、森林、休耕地の面積が植生と関係していた。

P3-101

食用野生植物の分布予測と温暖化影響評価

比嘉紀*, 中尾勝洋, 津山幾太郎, 田中信行 (森林総研・植物生態), 松井哲哉 (森林総研, 北海道)

日本の食用野生植物23種への温暖化影響を明らかにするため、1km解像度の分布予測モデルを構築し、現在と気候シナリオ(RCM20)の2081~2100年における潜在生育域を予測した。目的変数は、植物社会学ルベータベースより抽出した木本植物15種、草本植物5種、シダ植物3種の在・不在データを用いた。説明変数は、暖かさの指数、最寒月最低気温、夏期降水量、冬期降水量、斜面方位、斜面傾斜角度、中地形単位、表層地質、表層地質年代を用いた。分布予測には一般化加法モデルを使用した。モデルの精度検証はROC解析により行なった。目的変数の在の95%が出現する分布確率を閾値として、潜在生育域と非生育域を区分した。

分布予測モデルの精度はオニグルミ、ガンコウラン、コシアブラ、コケモモ、ツノハシバミ、トチノキ、ヤマモモ、チシマザサ、ヤマノイモ、クサソテツで高かった(AUC 0.8以上)。一方、幅広い環境に出現するタラノキやヨモギ、ゼンマイ、ワラビなど7種のAUCは低かった(AUC 0.7未満)。将来の気候シナリオにおけるヤマブドウ、トチノキ、ツノハシバミ、コシアブラ、チシマザサ、クサソテツの潜在生育域は、移動を考慮しない場合、現在の気候下の52.8~63.1%まで減少すると予測された。食用野生植物23種では、温暖化により九州、中国、四国地方や中部、東北地方の低標高域で収量の減少が予測される種が存在する一方で、影響の少ない種(ヤマノイモ、タラノキ、ゼンマイなど)も存在することが明らかとなった。食用植物は市民の認知度が高いことから、収量を広域でモニタリングすることにより温暖化影響の検出に寄与すると推察される。クサソテツのように分布域が気候と対応し、かつ移動能力が高く寿命が短い植物は指標種となりうる。

P3-102

白山のハイマツの年枝伸長量

*野上達也, 吉本敦子(石川県白山自然保護センター)

白山は高山帯を有する山岳としては日本における西限となっており、高山帯を主な生育地とする高山植物の100種を超える種が白山を分布の西限としている。白山の高山帯は他の高山帯を有する北アルプスなどの山岳から遠く離れていること、高山帯の面積が狭いことなどから、白山の高山帯の環境変化は多くの高山植物の生育に大きな影響を与えると考えられる。ハイマツ (*Pinus pumila*) は日本では高山帯を代表する植生で、高山帯に広く分布することから、その成長変化や分布域の変化は高山帯の植生の変化に影響を与えると考えられる。

ハイマツは夏季に成長し、冬季は伸長が止まり節ができるため、過去にさかのぼって、その年枝成長量と経年変化を容易に評価できる。白山のハイマツの近年の成長について把握するため、高山草本植物群落(雪田植生)の周辺部と風衝地に生育するハイマツについて、それぞれの植生ごとに3か所ずつ調査地を設定し、年枝成長量と樹高を計測した。その結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 同じ植生タイプでは、年枝成長量の年変動に同調性がみられたが、異なる植生タイプとは同調していなかった。
- 2) 高山草本植物群落(雪田植生)の周辺部の3か所の調査地のうち、2か所のハイマツは20年前に比べて年枝成長量が増大している。
- 3) 高山草本植物群落(雪田植生)の周辺部のハイマツは、風衝地のハイマツに比べ樹高が高かった。

よって、白山では、風衝地に比べ高山草本植物群落(雪田植生)の周辺部ではハイマツは樹高が高いこと、ハイマツの成長量が増大してきていることから、ハイマツ群落の成長の変化によって高山草本植物群落(雪田植生)が縮小するなどの影響が出る可能性がある。

P3-104

Vegetation Dynamics due to Invasion of *Acacia nilotica* in Bekol Savana Baluran National Park, Indonesia

EFSA CAESARIANTIKA, Toshiaki KONDO, Nobukazu NAKAGOSHI

Acacia nilotica has been worldwide recognized as a multipurpose tree species and widely distributed in tropical and subtropical Africa naturally. At the beginning of 1969, this species was introduced to Baluran National Park, East Java Indonesia. Then shortly, it becomes invasive plant, and dominates the savanna area of park. It also inhibits the growth of native grasses as main components of Baluran Savanna. This phenomenon can make the park landscape imbalance and lead to tend a savanna extinction and disorder of ecosystem structure, especially for wildlife animals; many herbivores and endangered carnivores. Investigating of vegetation dynamics was accomplished by placing 50 plots in each savanna ecosystem (total 150 plots). The results showed the savanna ecosystem has been transformed from the original form. Changing in vegetation composition and structure was significantly observed by the evidence of decreasing biodiversity. All the ecosystem types were categorized into moderately invaded for each 10m x 10m. While in 1m x 1m showed different condition where Invaded area was identified to the highly invaded category. It can be concluded that this ecological condition was caused by allelopathic effect and the other ecological factors of *A. nilotica* plant species.

P3-103

ALOS データによるランドスケープレベルの土地被覆分類図作成の可能性

*寺田文子, 長坂晶子, 菅野正人(道総研林業試験場)

近年、土地被覆分類図の作成にあたって ALOS データ活用の可能性が検討されているが、ALOS データを使用した分類についてレビューしたところ、分類図の作成は数多くの事例があるが、1000km²以上の広範囲の分類図を一括して作成するという事例はほとんど見られない。

本研究では、2007年8月12日撮影の ALOS データを利用し、北海道渡島半島とその北東をカバーする3シーンを結合した地域(面積約10,872km²)の土地被覆分類図作成について検討した。筆者らは、広範囲の分類図作成を教師付き分類(最尤法)で行うために、教師付き分類のカギとなる教師データ取得のための対象を4種類用意して分類図を作成し、精度と分類の特徴にどのような差が現れるか検証した。4種類のうちの1つはこれまで多くの事例で使用されている自然環境情報 GIS で、他の3つは空中写真を使用し、①渡島管内森町(太平洋側)、②檜山管内上ノ国町(日本海側)、③後志管内蘭越町の一部とニセコ町の一部(対象地北部)の3種類とした。また、現地調査なども行い、これらのデータをもとに高精度の土地被覆分類図を効率よく高精度に作成するためのデータセットや手順について検討した。

P3-105

Land use change detecting by remote sensing and GIS in Bodri watershed, Central Java

Lubis, J.P.L.

Information about land use/land cover (LULC) dynamic is essential for integrating watershed management. Remote sensing and GIS technologies are useful tools for finding LULC patterns and its dynamics. The utilization of these technologies has been applied to Bodri watershed in Central Java, Indonesia. The aim of this study was to find LULC changes the last two decades between 1991 and 2009 within Bodri watershed. Three Landsat images 1991, 2001 and 2009 were applied for this analysis. Change processes were analyzed by post classification technique based on the supervised classification method. Images were classified into seven LULC legends: forest, tree plantation, plantation in open area, dry farming field, paddy field, settlement and water. It was found that certain changes in LULC occurred over the study period. The results shows that between 1991 and 2001 there were increase in paddy field (60.67%), settlement (43.68%), water (27.06%) and dry farming field (7.96%) and decrease in plantation in open area (-66.88%), forest (-36.82%) and tree plantation (-17.22%). While, between 2001 and 2009 increase occurred in tree plantation (42.91%), plantation in open area (16.54%), settlement (13.77%) and water (0.89%) and decrease in paddy field (-47.60%), forest (-13.41%) and dry farming field (-5.47%). The main problem in this watershed is the extension of dry farming field on the steep slopes.

P3-106

くじゅう黒岳地域における1500年前以降の植生景観とヒゴタイの分布

*佐々木尚子(地球研), 河野樹一郎(西日本技術開発(株)), 高原光(京都府大)

中部九州のくじゅう地域は、中岳を中心とする九重火山群と、その裾野に広がる草原が特徴的な景観を形成している。これらの草原は、ヒゴタイをはじめとする草原性希少植物の生育地として注目されている。九重火山群の北東部に位置する黒岳には、くじゅう地域でも数少ない原生的な森林が残されている一方、その東麓や北麓には、クヌギやコナラの二次林や半自然草原が広がっている。この地域の植生と火事の歴史を明らかにするため、黒岳西側の凹地(ソババツケ: 標高1097m)の堆積物について、放射性炭素年代測定ならびに微粒炭・花粉分析を実施した。

ヒラー型ボーラーで採取した深度675cmまでの堆積物は、一部に赤褐色のスコリアを含む泥炭で、放射性炭素年代を測定した結果、深度650cmで約1500年前、深度170cmで約1000年前という値が得られた。微粒炭分析は篩別法により、直径125 μ m以上の微粒炭について計数した。深度170cm以深で多くの微粒炭が検出され、とくに深度170cmから430cmの間に複数のピークがみられた。花粉分析では、深度640cmから130cmまでは、イネ科花粉が40%以上(高木花粉総数を基数とする)出現し、これにコナラ亜属、クマシデ属などの落葉広葉樹や、マツ属複雑管束亜属をとともなう花粉組成が得られた。またヒゴタイ属花粉が深度130cm(13世紀頃)の層準で複数検出された。現在ソババツケ周辺にはヒゴタイは生育していないが、少なくとも中世の一時期には分布していたことが示された。深度130cm以浅の層準では、微粒炭量が急減し、イネ科花粉が減少する一方、ニレ属/ケヤキ属やカエデ属、スギ花粉が増加した。この変化は、近年、野焼きがおこなわれなくなったために草原が減少していることや、スギの造林が進められたことを反映している。

P3-108

埼玉県深谷市周辺の後期中新世初頭の古植生

小林真生子*, 沖津進(千葉大院・園)

後期中新世は日本から絶滅した種とともに、現在も日本に分布する種が多く見つかる時代である。この時代に植物種がどのような場所に生育していたのかを明らかにすることは、日本の植生の成り立ちを考えるうえで重要である。そこで本研究では埼玉県深谷市の楊井層(約12Ma~9Ma)の種実化石を分析し、植物化石の堆積環境と現生種の生育環境から、後期中新世の古植生を復元した。多量のメタセコイア化石とスイショウや*Proserpinaca*属(アリノトウグサ科)の化石がシルト質の堆積物から産出した。そのため、化石堆積地近くの低地にはメタセコイアが優占する林が分布し、スイショウや*Proserpinaca*属はメタセコイア林内の沼沢地など、メタセコイアよりも水分条件の良い場所に生育していたと考えられる。また、メタセコイアとともに産出したコウヨウザンやヒサカキ、アワブキ属、イヌシデ、ヒメシャラ等はメタセコイアが優占する低湿地の周辺の針広混交林に生育していたと考えられる。ブナ属やフサザクラの種実化石は砂質の堆積物から多く産出した。そのため、針広混交林よりも標高の高い斜面にはブナ属が優占する林が広がり、谷間など斜面の中でも水分条件が良く地滑りが起きやすい場所などにはフサザクラが分布していたと考えられる。メタセコイアやスイショウ、コウヨウザン、*Proserpinaca*属など日本から絶滅した種の多くは、後期中新世には低湿地林や斜面下部の林など標高の低い所に生育していた。一方、日本のブナ帯で現在普通に見られるイヌシデやブナ属、フサザクラなどは絶滅種よりも標高の高いところに生育していた。低地は海水面の変化や山間部からの土砂の供給などの環境の変動が大きく、植物種が長期にわたって生育することは難しい環境であったが、斜面上部は地滑りなどの環境変動はあるものの、斜面下部や低地よりも安定した環境であり、植物種が現在まで生育できた可能性が示唆された。

P3-107

箱根仙石原における植物珪酸体および微粒炭分析

*高岡貞夫(専修大・文), 吉田真弥(鉱研工業)

伊豆・箱根地域には、森林伐採や火入れなどの影響を受けて成立したと考えられるササ草原やススキ草原が分布する。これらの草原の起源や変遷史、特に過去の火入れとの関係については不明な点が多い。本研究では、長期的に火入れが行われてきた箱根町仙石原のススキ草原において、土壌中の植物珪酸体と微粒炭の分析を行い、ススキ草原の成立過程を検討した。

仙石原のススキ草原内において深さ1.2mの試坑を設け、試坑断面中から合計41点の試料を採取した。試料中の植物珪酸体を同定した結果、草本起源の植物珪酸体7分類群、木本起源の植物珪酸体4分類群が認められた。草本起源の植物珪酸体のうち、ススキ型は全試料に出現したが、68cm深から上方で特に多く、地表に近いほど増加する傾向が認められた。キビ型、棒状型、ポイント型は、いずれも地表から約20cmまでに多く出現し、前2者については、ススキ型と同様に地表に近いほど多くなる傾向があった。一方、ネザサ節型とチマキザサ節型は、最下部の試料から連続的に出現し、前者は深さ60cmより上で地表に近づくほど減少する傾向が認められた。木本起源の植物珪酸体のうちスギ科型は地表から約30cmまでに少量だけ出現した。樹木A型は最下部から地表付近まで出現したが、量は多くはなかった。樹木B型は最下部から29cm深まで多く出現したが、それより上方ではほとんど出現しなかった。微粒炭は、110~59cm深でほとんど検出されなかったが、56cm深から上方では一定量が含まれ、6cm深から地表に向かって急激に増加していた。

53cm深から得た土壌中の腐植を用いた年代測定により、1159-1225calADの年代値を得た。この年代値と上述の植物珪酸体・微粒炭の出現傾向を考え合わせると、調査地では約1000年前から火入れ等の人為的影響によって植生に変化が起り、現在のススキ草原が成立するようになったと推定される。

P3-109

物理化学性状の異なる農薬が水田生態系に及ぼす影響 - 水田メソコズム試験事例

*早坂大亮, 是永知子, 五箇公一(国立環境研究所・環境リスク研究センター)

ポストCOP10の主要課題の一つとして、化学物質による影響評価と影響緩和が挙げられている。現在、農薬の生態リスク評価はOECDテストガイドライン(OECD 1984)に準拠した室内毒性試験によって行われているが、条件の均一な室内での結果が不確実性の伴う自然環境下に外挿できるとは限らない。今後の農薬リスク管理を検討していく上では、半自然条件下におけるより複雑なシステムでの実験を通じたりスクの妥当性の検証や情報の蓄積が重要となる。

そこで、本研究では、日本で広く使用されている水田用殺虫剤のうち物理化学性状の異なる2剤(イミダクロプリド、フィプロニル)を用いて、水田生態系に及ぼす生態影響の違いを、メソコズム試験により明らかにした。イミダクロプリドは水溶性が高く土壌吸着係数が低い一方、フィプロニルは水溶性が低く、土壌吸着係数が高い農薬であり、室内毒性試験では、フィプロニルの方が100倍以上試験生物に対する毒性が高いとされている。

試験期間は田植え期(5月)~収穫期(9月)までの4ヶ月間とし、動物プランクトン、底生生物、節足動物の種数・個体数及び植物の被度についてモニタリングした。モニタリングの結果、両薬剤で生物群集に対する生態影響に大きな差がみられた。イミダクロプリド処理区では、動物プランクトン及び底生生物がほとんどみられなかった。一方、コントロール区とフィプロニル処理区の間には、生物群集に対する影響に極端な差は認められなかった。メダカの成長(体サイズ比: 体重/体長)に対する影響は次世代まで見られた。

これらの結果から、室内毒性データと野外試験結果では生物群集に対する生態影響に大きな違いが見られ、メソコズム試験による生態リスク評価の重要性が示された。

P3-110

不耕起が落葉腐生菌の多様性に与える影響

*三浦季子(横浜国大院・環境情報), 金子信博(横浜国大院・環境情報), 中森泰三(横浜国大院・環境情報), 甘楽法(横浜国大院・環境情報), 西澤智康(茨大・農)

環境保全型の農地管理方法として不耕起栽培がある。不耕起下では土壌のかく乱が少なく、有機物残渣が土壌表層に残るため、土壌微生物群集の中で糸状菌が優占し分解過程や物質循環に重要な役割を果たす。糸状菌の多様性は有機物分解などの生態系機能に関わっていると考えられるが、不耕起土壌における糸状菌の多様性に関する研究は少ない。そこで、不耕起栽培が腐生菌(糸状菌の一つのグループ)の多様性に与える影響を明らかにすることを目的として、横浜国立大学構内の圃場に不耕起区と耕起区を設け、リターバッグ法によりライ麦の分解率と腐生菌の多様性を解析した。多様性解析にはリアルタイムPCR-T-RFLP法を用い、腐生菌群集の標的DNA(ITS領域と、LSU rRNAのD1領域)からT-RFs(制限末端断片)プロファイル(ピーク高と断片塩基長)を得て、1つのT-RFを1つのOTU(operational taxonomic unit: 操作的分類単位)として不耕起区と耕起区を比較した。その結果、リターバッグ設置2ヵ月後の分解率、腐生菌の多様性および腐生菌DNA量は耕起より不耕起で高い値を示した。土壌含水量、および土壌動物の目レベルの多様性は不耕起で高い傾向があり、腐生菌の多様性と正の相関を示した($P < 0.05$)。以上より、不耕起土壌では、土壌含水量および土壌動物の多様性が腐生菌の群集構造に影響を与える要因であると考えた。

P3-112

メタ群集における捕食-被食物網の安定性に与える共進化と移動分散の効果

*山口和香子(東北大・生命科学), 大野(鈴木)ゆかり(東北大・生命科学), 近藤倫生(龍谷大・理工), 河田雅圭(東北大・生命科学)

捕食者の餌利用形質や被食者の被食防御形質の進化は、食物網の安定性(共存種数)に影響を与える。これらの進化が捕食-被食相互作用の強さやパターンを変化させるためだ。捕食-被食相互作用が進化する時、食物網の安定性に重要な影響を与えることが予想されるメカニズムとして、メタ群集における移動分散がある。捕食-被食系あるいは競争系、少数種の食物網モデルでは、中程度の移動分散率のときに、系の安定化あるいは多種共存が促進されることが示されている。これは、移動分散の生態学的効果(レスキュー効果と空間の均質化)と進化的効果(遺伝的レスキュー効果や不適応な変異の移入による競争関係の変化など)に因る。複雑な間接効果があることとされる多種の食物網においては、移動分散は食物網の安定性にどのような影響を与えるのだろうか。本研究では、メタ群集における移動分散が、植物と植食者が共進化する食物網の安定性(局所群集内の種数)に与える影響について、個体ベースシミュレーションによって調べた。また、移動分散の食物網の安定性への進化的効果を生態学的効果から分離するために、遺伝子流動を含む通常の移動分散のほか、遺伝子流動を含まない個体の移出入のみの移動分散を想定したシミュレーションも行った。その結果、植物、植食者の移動分散率が中程度のときに食物網の安定性は最大となった。また、個体の移出入を除いた遺伝子流動のみの効果により、低移動分散率では少数種において適応進化が促進され、競争排除が引き起こされることで食物網が不安定化した。一方で、高移動分散率では、多種において同じような進化が起こることで、あるいは進化が妨げられることにより、食物網が安定化した。本研究により、メタ群集における移動分散・遺伝子流動は、食物網の安定性に重要な影響を与えることが明らかとなった。

P3-111

閉鎖的空間及びエゾシカ高密度状態が地表性昆虫の多様性に与える影響

*柳原祐一(酪農学園大学大学院), 吉田剛司(酪農学園大・環境)

近年、爆発的なエゾシカ(*Cervus nippon yesoensis*)の個体数の増加に伴い、採食によって植物相への影響が顕著になっている。しかし、エゾシカの高密度状態が昆虫類に与える影響についての調査事例は少なく、閉鎖的な空間において地表性昆虫に与える影響に関する研究は更に乏しい。そこで、閉鎖的なエゾシカ高密度地域と非閉鎖的なエゾシカ高密度地域での地表性昆虫の多様度を把握し比較することにより、エゾシカの高密度状態が地表性昆虫の多様性に与える影響の考察を試みた。

調査地は、北海道虻田郡洞爺湖町に位置する洞爺湖中島と紋別郡西興部村宮の森とした。洞爺湖中島は島嶼生態系として閉鎖的なエゾシカ高密度地域である。一方で、西興部村宮の森はエゾシカ高密度地域であるが非閉鎖的な環境にある。これらの調査地において、調査プロットを植生タイプ(草地、針葉樹、広葉樹、針広混合林)で分類し、各プロットに統一サイズのプラスチック製コップを用いたピットホールトラップを20個仕掛け、設置時間は24時間以内で統一した。捕獲された地表性昆虫は、調査地及びプロットごとで多様度指数、期待種数を比較した。結果、閉鎖的なエゾシカ高密度地域では6科27種、非閉鎖的なエゾシカ高密度地域では4科27種の地表性昆虫を捕獲することができた。調査地の植生タイプで比較すると、両調査地とも針広混合林で多様度及び期待種数は高い値を示した。また、閉鎖的なエゾシカ高密度地域より、非閉鎖的なエゾシカ高密度地域の方が多様度は高い値を示す結果となった。西興部村宮の森で捕獲された地表性昆虫は均衡しており、洞爺湖中島で捕獲された地表性昆虫は不均衡であると考えられ、閉鎖的な空間においてはエゾシカの高密度状態が地表性昆虫の多様性に影響を与えていることが示唆された。

P3-113

カミキリムシ類とゴミムシダマシ類の分布と景観との相関関係の解析

*今村 航平(東北大・生命), 滝 久智(森総研), 榎原 寛(森総研), 中 静 透(東北大・生命)

日本では古来より薪炭林として里山が長らく管理・利用されていたが、近代から現代にかけてのエネルギー政策の変化によってそうした管理が放棄された結果、ナラ枯れなどの数々の森林問題を引き起こしている事例が数多く存在する。カミキリムシ類の生態は木本植物に依存するが、その食性は幅広く、分布を調べることによって森林の状態を推し量る指標とすることができる。

カミキリムシ類は、腐朽材食の一部の亜科を除けば、各々の種で寄生対象となる植物が特定の科の数属や一、二属で決まっている。ゆえに、地域ごとの植生の違いがカミキリムシ類の分布を左右しているのは言うまでもない。しかし、ある土地でカミキリムシ類が何を食樹としているかは、地域ごとの虫の嗜好性もあるうえ、細枝や枝、幹など各部位のそれぞれの量、腐食の進行度(腐朽度)などから複合的に判断しなければわからない。

本研究では、森林計画図などを参考に多様な植生が拾えるように選び出したいくつかの地域において、透明衝突板トラップを設置し捕獲されたカミキリムシ類を地域別に比較することで地域ごとの分布の違いを明らかにすると共に、その周辺の植生(倒木含む)・土地利用を合わせて考慮することによって、どのような要素がカミキリムシ類の分布に影響を与えているのかを調べた。

宮城県七ヶ宿町にて、昨年七月下旬から八月中旬にかけて透明衝突板トラップを設置し、捕獲した昆虫の中からカミキリムシ類、ゴミムシダマシ類、クチキムシ類を選び出して同定した。また、トラップ設置地点の周囲半径10メートル以内の高木の植生、倒木の腐朽度とその倒木量を調べた。その解析結果を述べる。

P3-114

多様な林縁環境がもたらす植物種の多様性

*小原亮平, 丑丸敦史(神戸大・発達)

Ecotone(環境移行帯)で植物種の多様性が高くなることは多くの研究で示唆されているが、その多くが α もしくは γ 多様性について調べたものである。一方、代表的なEcotoneの一つである林縁環境では、方位や森林の状況が微環境の不均質性を高くすることが示唆されている。このことから林縁では多様な環境に応じて β 多様性が高くなると考えられるが、これまで林縁の集団における β 多様性をその隣接した集団と比較し定量的に示した例は少なかった。

本研究では、11の調査地で半自然草地から森林にかけてトランセクトを引き、トランセクト上で林縁から草地・森林にむかって0, 2, 4, 8, 16, 32mの位置に1×1mコドラートを設置した。各コドラートで植生と環境要因(土壌水分・日照時間)を調べ、林縁からの距離と α 、 β 、 γ 多様性の関係、またそれらの多様性と環境要因との関係を検証した。ここで α 多様性はコドラート毎の種数、 γ 多様性は各距離における総種数、 β 多様性は各距離における総種数/各距離における平均種数と植生の非類似度(Bray-Curtisの非類似度指数)で表した。

森林では α 多様性、 β 多様性ともに林縁に近づくにつれて高くなり、その結果 γ 多様性も林縁で高くなっていた。一方、草地では林縁に近づくほど α 多様性は低く、 β 多様性は高くなり、その結果 γ 多様性は林縁に影響を受けていなかった。

森林・草地共に α 多様性は、資源量(土壌水分量・日射量)に依存していた。また、植生の非類似度(β 多様性)は環境の差に影響を受けていた。

このことから、林縁は常に α 多様性が高い場所ではないが、その多様な環境から β 多様性が高い場所であることが示唆された。林縁の環境の不均質性は様々な場所で報告されているため、今回の結果は林縁の多様性に対する一般的な理解の一つであると考えられる。

P3-116

さまざまな付着基盤を利用する表在性二枚貝の多様化パターン

*椿玲未(京大・人環), 亀田勇一(京大・地環), 加藤真(京大・人環)

ウグイスガイ上科二枚貝は、岩盤や転石などの非生物基盤のみならず、刺胞動物やカイメン動物などの生物基盤も生息場所として利用する表在性二枚貝である。このような生物基盤の利用は二枚貝ではウグイスガイ上科でのみ進化しており、現在のウグイスガイ上科二枚貝の多様化の背景には生物基盤への進出があると予想される。

そこで、核遺伝子の2領域(18S, 28S)を用いて分子系統解析とそれに基づく祖先形質の復元と分岐年代推定を行い、生物基盤への進出がウグイスガイ上科二枚貝の多様化にどのように関わっているかを調べた。また、ウグイスガイ上科の分類には未確定の部分も多いため、分類の再検討も行った。

分子系統解析の結果は、ウグイスガイ上科は3つの大きなクレードからなる単系統群であることが明らかになった。各クレードは現行の科分類とは対応しておらず、殻形態は系統を反映していないと示唆された。一方、属レベルでの分類は安定しており、シマウグイス属を除き、各属は単系統群であると示唆された。

祖先形質復元の結果から、ウグイスガイ上科二枚貝の祖先形質は岩盤付着性で、刺胞動物への進出は1回、カイメン動物への進出は1回あるいは2回起こったと示唆された。

また、分岐年代推定の結果からは、刺胞動物に付着する系統の多様化は、主なホストであるヤギ類の多様化とはほぼ同じ時期(白亜紀後期)に起こったことが示唆された。

これらの結果から、利用する付着基盤のシフトがウグイスガイ上科二枚貝の多様化の背景にあったと考えられる。

P3-115

日本における魚類寄生虫 *Genarchopsis goppo* の地理的分化と宿主特異性

*西村龍彦, 浦部美佐子(滋県大)

Genarchopsis goppo(吸虫綱二生亜綱)は淡水生ハゼ類などを終宿主とする寄生虫である。第一中間宿主はカワニナ類である。感染実験と分子系統解析によって、琵琶湖水系の*G. goppo*には感染できるカワニナの種が異なる最低2種の隠蔽種が含まれると判明している。これらの隠蔽種はそれぞれ北湖の4地点と河川の2地点から発見されている。

琵琶湖水系の*G. goppo* 個体群には他にも隠蔽種が存在する可能性がある。そこで、滋賀県内の*G. goppo*の遺伝子解析を行うと同時に、琵琶湖水系での、*G. goppo*の宿主利用の実態を調べた。それにより、琵琶湖水系の*G. goppo* 個体群に新たな隠蔽種がいるか調べた。また、先行研究によって発見された琵琶湖の隠蔽種が固有種であるか検討した。

滋賀県内の河川および琵琶湖で宿主であるカワニナ類と魚類を採集し、得られた*G. goppo*の分子系統解析を行った。その結果、河川と琵琶湖内のチリメンカワニナから得た*G. goppo*の塩基配列は河川型隠蔽種と一致した。また、琵琶湖内のヤマトカワニナから得た*G. goppo*の塩基配列は北湖型隠蔽種と類似した。魚類から得られた虫体に関しては現在解析中である。

先行研究で行われた感染実験では、河川型隠蔽種はカワニナ、タテヒダカワニナ、ナカセコカワニナに感染した。しかし、今回の結果から、自然下では、河川型隠蔽種はチリメンカワニナにも感染することがはじめて明らかになった。従って、河川型隠蔽種の宿主利用の実態についてはより広範にわたる調査が必要であると考えられる。一方、北湖型隠蔽種は自然下でヤマトカワニナに感染することが分かった。この結果は感染実験の結果と一致した。これより、北湖型隠蔽種は第一中間宿主として琵琶湖水系の固有種のみを利用する可能性が高く、琵琶湖内でもチリメンカワニナに感染しているのは河川型隠蔽種であることがわかった。

P3-117

熱帯樹木のデモグラフィック特性における系統的保守性：群集集合に対する新しいアプローチ

*片瀨正紀(東北大・生命), 饗庭正寛(北大・苫小牧研究林), Sylvester Tan(SFC, Malaysia), Stuart J. Davies(CTFS, USA), 中静透(東北大・生命)

群集集合に関するこれまでの研究は、系統関係や形質値の分散から種の分布パターンが中立説から逸脱することを示しており、群集集合におけるニッチに重要性を示唆している。しかし、これまでの研究の多くは種の在・不在データを扱っているため、デモグラフィックパラメータ(e.g. 個体数、死亡率、新規加入数)が中立説による予測と一致するかどうかは、あまり検証されていない。中立説では死亡率と新規加入数は個体レベルで一定であることを予測している。

そこで本研究ではマレーシア・ランビル国立公園の52haプロットに生育する約1200種の樹木の分布から観察されたデモグラフィックパラメータを用いて、(1)進化的背景はデモグラフィックパラメータに影響するのか？(2)有意にデモグラフィックパラメータが逸脱する分類群はいるのか？(3)個体レベルでデモグラフィックパラメータ間に予測されるような関係があるのか？について、検証した。

その結果、各パラメータには有意な系統的シグナルが存在し、進化的背景がデモグラフィックパラメータに影響することが示唆された。予測値より有意に個体数が多くなる分類群の存在が認められ、そのような分類群の数は予測されるよりも多かった。死亡率と個体数の間には正の相関、新規加入数と個体数の間の関係はセンサス時期によって変化した。特に、個体数の多い種の死亡率が低いという結果はニッチに依存した個体数分布パターンがランビルの群集集合形成に重要であることを示唆している。以上の結果をもとにランビルの熱帯樹木群集における多様性の維持機構について議論する。

P3-118

生態的特徴と遺伝子解析からみたサラシナショウマ3タイプの分化

* 楠目晴花, 市野隆雄 (信州大・理・生物)

サラシナショウマは種内において、個体サイズ・生育地の光環境や標高・花期・花粉媒介者・花の香りといった生態的特徴の違いから3つのタイプに分けられる (Pellmyr 1986)。TypeIは1300m以上の高標高のやや暗い環境に分布する大型のタイプで、マルハナバチ類を花粉媒介者とする。TypeIIは950m以下の中標高の明るい環境に分布する大型のタイプで、甘く強い香りを放つことでチョウ類を引き寄せ花粉媒介者として利用する。TypeIIIはTypeIIと同じもしくはそれ以下の低標高の暗い環境に分布する小型のタイプで、マルハナバチ類を花粉媒介者とする (Pellmyr 1986; 栃木県日光での結果)。しかし、これら3タイプの遺伝的な位置づけは明らかになっていない。

本研究では長野県の乗鞍・上高地山系と美ヶ原山系において3タイプの分布調査、形態形質サイズの比較、染色体数の比較を行いタイプ間の生態的な分化の実態を示すと同時に、系統解析から遺伝的な分化の実態を示す。

分布調査から TypeIは亜高山帯に、TypeIIとIIIは山地帯に分布し、その境界付近では3タイプすべてが同所的に生育する場所があることがわかった。また形態形質サイズ調査から3タイプを形態から区別できることがわかった。染色体数は全てのタイプで $2n=16$ であり倍数性や異数性は確認されなかった。最後に、核DNAのITS領域を用いた分子系統解析からは、TypeIIが独立の系統であること、またTypeIとTypeIIIの間には系統的な差異は認められないことが明らかになった。他のタイプと同所的に共存するにもかかわらずTypeIIが独立の系統となったことは、種内タイプ間での生殖隔離の存在を示唆する。また2つの山系からのサンプルが、山系ごとではなくタイプごとに単系統群を構成したことから、各タイプが山系ごとに独立に分化 (平行種分化) したのではないことが示唆される。

P3-120

岩礁潮間帯を利用する遊泳魚類の多様性とその決定要因

* 大井文貴 (龍谷大学), 丸山敦 (龍谷大学)

珊瑚礁域にある岩礁帯潮間帯は海洋生態系の中で最も高い純一次生産速度をもち、かつ多様な生物が利用する重要な生息地である。同時に、人間活動の影響を受けやすい場所であるが、情報不足によって生物群集への影響に対して予測を欠く人為的な改変が行われている。そこで、本発表では環境要素と遊泳魚類の種組成および個体数との関係性を、潮間帯単位およびタイドプール単位で解明することを目的とした。

沖縄県伊江島の9ヶ所の潮間帯で、それぞれタイドプール18-31個を対象に調査を実施した。環境要素として、潮間帯の幅、タイドプールの大きさ、深さ、礁縁部からの距離の測定を行った。1つの潮間帯ではより詳細な解析のため、水温、凹凸度、タイドプール内の穴数の測定も追加した。遊泳魚を目視で同定、カウントし、種数、個体数、体長、密度、Simpsonの多様性指数をタイドプール毎に算出した。

潮間帯9カ所を比較すると、深くて容積が大きいタイドプールが多く、礁縁部から陸までの距離が離れている潮間帯ほど、種数、個体数、大きな個体が多く生息していた。Bray-Curtis 指数を用いた種組成の比較からは、水深が異なることで種組成が異なることがわかった。次に、タイドプール単位で比較すると、深くて温度の上昇幅が小さいタイドプールほど多様性が上がる結果となった。また、タイドプールごとの種組成の違いは、タイドプールの深さと温度の違いに加えて、礁縁部からの距離の違いによっても生じていた。以上より、岩礁潮間帯を利用する遊泳魚に最も影響を与える環境要因は、深さとそれに伴う水温変化であり、容積や礁縁部からの距離も補助的に影響を与えていると考えられる。

P3-119

シダハバチ亜科近縁2属 (トガリシダハバチ, ナガシダハバチ) の属間関係と食性

* 井坂友一, 佐藤利幸 (信州大・理・生物科学)

日本にはシダ類を寄主植物 (食性) とするハバチが約50種分布し、その大部分はシダハバチ亜科に属している。東アジアを中心に分布しているシダハバチ亜科の近縁2属、トガリシダハバチ属 *Thrinax* およびナガシダハバチ属 *Strongylogaster* に属する日本産20種は、そのほとんどは単食性で、ただ1種のシダを寄主植物としている。ハバチ類の近縁性とシダ類の近縁性は一致しておらず、さらにこれらシダハバチ類の近縁種は異なる科や属のシダを寄主としていることが多い。これら20種のうち、同じシダを寄主とするハバチが数種存在するが、それらのハバチは、別属であったり、また同属であっても形態的に異なるグループに属しており、厳密な意味での近縁関係ではない。これらの事実を、シダハバチ類の種分化が寄主転換を伴うことを意味している。

本研究では、まず、近縁と言われているトガリシダハバチ属とナガシダハバチ属の系統関係を、塩基配列情報を用いて明らかにした。また、シダハバチ類の寄主転換が、前述のような系統的に近縁なシダ種間で起こってきていないといわれていることから、寄主シダ植物の種間の距離、すなわち食性となるシダの分布の類似性が、シダハバチ類の寄主転換の要因となっているのではないかと考えた。この仮説を検証するために、得られた種数が多かったナガシダハバチ属8種間の遺伝距離と、それらの寄主植物であるシダ種の分布の類似度パラメータを比較した。その結果、種間の遺伝距離と分布の類似度のパラメータの間で相関がみられた。

P3-121

胃内容の珪藻組成によるシクリッド魚類のマイクロハビタット推定

* 篠原耕平 (龍谷大学), 丸山敦 (龍谷大学), 大塚泰介 (琵琶博)

マラウイ湖は、300種以上の藻類食シクリッド魚類が同所的に生息している。このような多種が共存する機構として、藻類のサイズや摂食角度によるニッチの細分化が考えられてきた。しかし、胃内容分析、行動観察、安定同位体比分析などはニッチの重複を示唆しており、どのように多種共存が成立しているかの議論は続いている。そこで、胃内容の珪藻組成に注目した新たなニッチ解析を試みた。消化されない殻をもち僅かな環境の違いによって種組成が異なる珪藻に注目することで、マイクロハビタットの推定が可能となる。本研究は、胃内容分析によって種間、湖内におけるシクリッド魚類近縁2属4種の珪藻の付着角度に対する摂食角度の利用頻度変異の解明を試みた。

分析には、2006年7-9月 (乾期) に5箇所 (岩礁沿岸帯) で潜水捕獲された近縁2属4種 *Labeotropheus fuelleborni* と *L. trewavasae*、*Maylandia callainos* と *M. zebra* を用いた。胃内容試料は実体顕微鏡下で機能分類群レベルの胃内容分析を行った後、光学顕微鏡下で珪藻の殻を400枚計数し、種組成を求めた。先の報告より得られた付着角度ごとの珪藻各種の相対出現頻度と胃内容の珪藻の殻数を用いて、最尤法により各個体の角度ごとの摂食割合を算出した。

機能分類群レベルの胃内容分析では、ほとんどの個体において体積率70%以上を付着藻類が占めていた。他に動物プランクトン、水生昆虫が含まれた。珪藻の種組成に基づく摂食角度推定では、同属内での重複が著しく、4種ともに摂食角度の割合が地域間で異なる結果が得られた (MANOVA)。安定同位体比分析の結果との整合性も議論したい。

P3-122

周瀬戸内地域を中心とした西日本における淡水魚類の比較系統地理

* 田畑諒一, 富永浩史, 柿岡諒, 小宮竹史 (京大院・理), 向井貴彦 (岐阜大), 高橋洋 (水大校), 張廖年鴻, 渡辺勝敏 (京大院・理)

生物の分布を決定する原理や過程を解明することは、生物多様性の創出・維持機構を明らかにするために必須であり、系統地理はそのアプローチの一つである。純淡水魚類は、その限定的な移動能力などから、地域生物相の形成過程や歴史的な要因を推察する上で重要な役割を果たす。西日本には多くの淡水魚が生息しており、その系統地理情報を比較することは、複雑な分布域形成パターンを解明し、生物相全体の成立プロセスを解明する足掛かりとなり得る。

本研究では西日本(静岡西部から九州北部)に生息する十数種について、mtDNAに基づく系統地理解析を行った。分子系統樹解析とともに、集団構造の形成プロセスや人口学的な歴史を調べるために、階層クレード分析やミスマッチ分布分析を行った。その結果、各魚種における地域集団の分化が明らかにされたが、集団構造には種間で違いがみられた。例えば、鈴鹿山脈以東の集団が大きく分化した種(ゼゼラなど)がある一方、九州北部の集団が最も大きく分化した種(カワバタモロコなど)も存在した。地域集団の分化の多くは異所的分断によると推定されたが、分化した系列の二次的接触もみられた。西日本の淡水魚は、種間で類似した分布パターンをとりながらも、集団形成プロセスが異なるものを含み、今後、各種の分断・分布拡大パターンと古地理・生態的な情報を総合的に分析することにより、西日本の複雑で多様性の高い生物相の起源に関する理解が深まると期待される。

P3-124

亜熱帯林における内生菌の種多様性と宿主特異性

* 池田あんず(京大・生態研セ), 広瀬大(日大・薬), 松岡俊将(京大・生態研セ), 大園享司(京大・生態研セ)

見かけ上健全な植物組織内に生息している菌類は内生菌と呼ばれ、一部の内生菌については宿主植物との相利共生的側面が知られている。本研究では、特に熱帯・亜熱帯で優占的な内生菌として検出されている子囊菌クロサイワイタケ科をとりあげる。同科は内生菌として殺虫・殺菌成分を含む二次代謝物を合成するものが報告されている他、腐生菌や病原菌としても検出されており、生態系の生物間相互作用や物質循環に深く関与している可能性がある。しかし同科内生菌は形態からの種同定が困難なため、その分布や多様性、宿主植物に関する情報が不足しており、実際の生態系における機能について未解明の部分が多い。そこで本研究では分子系統学的手法により、国内亜熱帯林のクロサイワイタケ科内生菌の多様性と基質となる植物種を明らかにする。

沖縄県本島北部亜熱帯林の常緑・落葉広葉樹、常緑針葉樹、草本、木生シダを含む64植物種生葉から表面殺菌法と分離培養法により内生菌を単離した。光学顕微鏡及び肉眼による形態観察によりクロサイワイタケ科と推定された合計453菌株の中から、今回は一部菌株の結果について報告する。

分析を行った54菌株のうち46菌株がクロサイワイタケ科に属した。多様な植物種から分離された菌株から成るOTU(操作的分類群)がいくつか確認され、それらについては宿主特異性の低さが示された。また供試菌株の中には同調査地点の落葉から検出された高い分解力をもつ菌株と塩基配列が近似するものがあり、内生菌が落葉後も定着し続け落葉分解に関与している可能性が示唆された。更に発表では現在分析を進めている植物種ごとの結果についても議論する。今後は同科内生菌が定着する植物種の特徴や、生葉以外の基質から腐生菌などとして検出されている同科菌類との照合により、同科内生菌の生態系における機能や生活環を明らかにしたい。

P3-123

外生菌根菌に依存しない菌従属栄養性獲得の可能性

末次健司*, 加藤真(京大院 人間環境)

菌根共生とは、植物が光合成で得た同化産物を菌根菌に提供し、その見返りに菌根菌は水や無機塩類の吸収や防衛の手助けをするという共生系である。しかしながらラン科では、発芽直後から緑葉を展開するまでの間、すべての養分を菌へ依存する。さらに、ラン科では、成長した個体においても、光合成だけで炭素化合物を賄う系統から、菌へ依存する系統が頻繁に進化している。しかしながら、一生に渡る菌寄生性獲得には、多くのラン科植物の共生菌である*Rhizoctonia*と呼ばれる一群(いわゆる"ラン菌")からより炭素の供給源として優れている外生菌根菌への共生菌の転換が必要とされてきた。このラン科における菌従属性獲得には共生菌の変換が必要であるという仮説を検証するため、本研究では、相利共生的に振舞うことが証明されている系統に属するラン科植物のアルビノ個体の葉緑体量、光合成活性を計測し、共生菌を分子同定した。その結果、アルビノ個体には、葉緑素がほとんど含まれておらず、光合成活性も失われていることが明らかとなり、菌から得た養分のみで生育していると示唆された。その一方、アルビノ個体の共生菌は、通常の緑葉をもつ個体と同じく、"ラン菌"を共生菌として利用していることが明らかになった。以上の結果から、ラン科における菌従属栄養性の獲得に、ラン菌から他の菌への共生菌の転換は必須でないと考えられる。

P3-125

Changes in Ectomycorrhizal Community of *Quercus liaotungensis* Forest along Slopes of Loess Plateau in China

Zhang J.*, Taniguchi T., Tateno R., Du S., Liu G.B., Yamanaka N. (Arid Land Research Center, Tottori University)

Quercus liaotungensis is a deciduous broad-leaved oak tree and dominant species in the forests of Loess plateau in China. *Q. liaotungensis* forests play important ecological function of soil and water conservation in the Loess Plateau. Oaks are critically dependent on Ectomycorrhizal (ECM) fungi for their establishment and growth. However, there are few reports about ECM community on *Q. liaotungensis* forest in this area. To clarify the changes in ECM community structure on *Q. liaotungensis* forests along slopes were examined. Fine roots of *Q. liaotungensis* were collected from different slope position (the upper, middle and lower part of slope) on *Q. liaotungensis* forests of Mt. Gonglu in Yan'an of China. Collected roots were sorted by morphotype, and proportional colonization of each type was determined. DNA was subsequently extracted from individual root tips for PCR-RFLP (polymerase chain reaction, restriction fragment length polymorphism), and rDNA sequencing of the ITS1/5.8S/ITS2 region was carried out to identify fungal morphotypes. More than one hundred of fungal species were found in the study site. The structure of ECM fungal communities shifted from the upper part to the lower part of slope, which may be interpreted by the difference in abiotic and biotic environments.

P3-126

ヤブツバキ葉上に定着するリテイズマ科菌類のコロニー成長過程

* 松倉君予(東邦大院・理), 広瀬大(日大・薬), 鏡味麻衣子(東邦大・理)

ヤブツバキ葉上に定着するリテイズマ科菌類は、リグニンを分解して落葉を漂白化させることが知られている。本科菌類は落葉上に肉眼観察可能な子実体を形成するため、各種の分布を定量的に評価することが出来る。演者らはこの特徴に着目し、国内における地理的スケールでの分布調査を進めてきた。その結果、国内には少なくとも2属3種のリテイズマ科菌類が分布し、それらの種が占有する漂白面積には地域間で相違がみられることが明らかになった。この相違は各種の生活史特性の違いにより生じていると考え、本研究では、分布種が異なる2調査地で本科菌類の落葉上における成長過程を明らかにした。千葉県松戸市の浅間神社と館山市の那古寺の自然林にリタートラップを設置し、2010年6月から12月までヤブツバキ落葉を月毎に回収した。落葉は回収後直ちに50枚ずつ林床に設置し、落葉表面に生じる本科菌類のコロニーの成長を月毎に観察、記録した。各葉上における成長は、漂白と子実体の発達に基づき5段階で評価した。調査の結果、松戸では *C. sinensis* のみ、館山では *C. sinensis*, *Coccomyces* sp., *Lophodermium* sp. の3種が確認された。館山では、*Coccomyces* sp. は7月から10月まで子実体を形成し、6月から8月に子実体を生じる *C. sinensis* と *Lophodermium* sp. の2種と比較して遅いことが分かった。また、松戸では *C. sinensis* は6月から10月まで子実体を形成し、館山の同種と比較して子実体形成時期が長期に及ぶという傾向がみられた。これらの成長過程にみられる相違は、胞子分散の時期が異なることを示唆しており、樹上の生葉における定着に影響を及ぼすと考えられる。今後は、生葉上における胞子の定着過程を明らかにしたい。

P3-128

シイ・カシ林におけるシラカ外生菌根の土壌深度分布

* 小林弘和, 沖津進(千葉大院・園)

外生菌根菌の土壌中分布の理解のために、菌鞘から伸びる外部菌糸体構造に着目した。外部菌糸は、感染した樹木細根から離れた場所にまで菌糸を伸ばし、養水分の吸収・輸送を行う。また、土壌中に張り巡らされた外部菌糸は樹木細根への感染源となりうるため、外部菌糸を持つ外生菌根菌は、外部菌糸を持たない菌に比べて感染速度が速い。調査は降雨の続いていた7月と17日間降雨が見られなかった8月のそれぞれで、シラカ樹下で深さ1mまでの土壌コアサンプリングを行った。その結果、乾燥期の8月のシラカ細根現存量は湿潤期の7月に比べて表層10cmで減少し、50cm~70cmで増加した。シラカの水分吸収維持は、土壌からの水分吸収を維持するために中・長距離型の外生菌根への感染率を平均感染率15.95%(標準誤差1.74)から17.44%(標準誤差3.17)へとわずかに高めた。さらに、水分コストの負荷と考えられる *Cenococcum geophilum* の現存量が土壌表層で顕著に減少し、水分吸収を促進すると考えられる中・長距離型の外生菌根数が増加した。これによって形態学的分類による外生菌根の土壌中分布は、土壌表層において短距離型群集から中・長距離型群集に変化した。外生菌根菌の分布は、シラカのように細根ターンオーバーの早い樹種においては短期間で変化しうるものであり、特に外部菌糸を持つ外生菌根においては特に顕著な変化がみられることが示唆された。

P3-127

皆伐とその後の森林遷移に伴う環境の変化が落葉上に現れる漂白に与える影響

* 萩原佑亮(京大院・農), 大園享司(京大・生態研センター), 保原達(酪農学園大・環), 久保田康裕(筑大・理), 北山兼弘(京大・農)

落葉分解は森林生態系の養分循環プロセスの重要な構成要素の一つであり、律速要因であるリグニンなどの難分解性物質の分解と共に議論されてきた。リグニンが分解されると落葉の白色化(漂白)がおこるため、落葉の漂白面積率はリグニン分解の指標となる。一方、皆伐などの森林施業は森林生態系において人為的攪乱と定義される。皆伐やその後の二次遷移が落葉分解に与える影響は、施業が養分循環プロセスに与える影響を知る上で重要であるが、皆伐の落葉分解への影響について、リグニン分解や漂白面積率まで調べた研究例は非常に少ない。

本研究では、落葉に漂白が出現するスタジイを対象に、スタジイが皆伐後の二次遷移の全ての段階において優占する沖縄本島北部やんばるの森において、皆伐後2年、若齢二次林、壮齢二次林、原生林の各遷移段階から落葉を採取し、遷移段階と落葉の漂白面積率の関係を調べ、さらにGLMにより環境条件や供給される落葉の化学性や土壌の含水率やpHの中から、最も漂白面積率に影響のある要因を調べた。初めに、落葉の漂白面積率は皆伐後2年でその他の遷移段階より小さくなることが示された。次に、GLMの結果、光環境と供給される落葉のリグノセルロース指数(LCI)が選択された。皆伐後2年では他の遷移段階と異なり林冠が閉鎖しておらず、これが漂白面積率の抑制につながったと考えられる。これはGLMにより光環境が選択されたことから妥当であると考えられる。また皆伐後の二次遷移は供給される落葉のLCIを変化させ、リグニン分解菌にとって利用可能な基質の組成を変化させる事により漂白面積率に影響したと考えられる。皆伐は様々な変化を通して炭素集積や養分循環に影響を及ぼすが、なかでも落葉のリグニン分解については、特に光環境や分解基質の変化の影響が重要である事が分かった。

P3-129

岡山県に生息する緩歩動物クマムシの分布特性

* 藤井暁子, 三枝誠之(岡山大学・自然科学), 宇津木和夫(平岡研), 伊藤雅道(駿河大・経済), 国枝武和(東京大・理), 阿部渉(環境省), 小野文久(岡山理科大), 西村直樹(岡山理科大・自然植物園), 西平直美(一宮高校)

クマムシは、緩歩動物門に属する微生物である。陸上に生息するクマムシは主に蘚苔類や地衣類(以下試料と呼ぶ)上に生息している。世界中に広く分布しており、現在1000種以上が報告されているが、日本での報告例は少なく、岡山県におけるクマムシの調査は、宇津木(1996)が岡山市で行ったのみで、岡山全域でのクマムシの種類と分布についてはわかっていない。本研究では、岡山県全域とその隣県の広範囲で調査を行い、そこに生息するクマムシの多様性を明らかにすることを目的とした。調査は2009年4月~2010年6月にかけて行い、岡山県とその隣県の54地点で試料を採集し、その中に生息するクマムシを採集し、同定を行った。結果、229の試料のうち102からクマムシの生息が認められた。見つかったクマムシは分類上、異クマムシ目の *Echiniscus* 属6種, *Pseudechiniscus* 属1種, 真クマムシ目の *Macrobiotus* 属13種, *Minibiotus* 属1種, *Eohypsibius* 属1種, *Hypsibius* 属5種, *Isohypsibius* 属3種, *Diphascon* 属3種, *Platicrista* 属1種, *Milnesium* 属1種の5科10属13種であった。そのうち4科9属34種は岡山県初記録種であった。また、採集した試料の生えていた標高、着生基物に着目し、クマムシの種による分布特性を考察した。標高によるクマムシの出現率に差はなかった。着生基物に注目したところ、クマムシの多くは木、岩、コンクリートに着生する試料から見出され、土に着生する試料から見つかるものは少なかった。異クマムシ目のクマムシは木に着生する試料を好む傾向があることが示唆された。

P3-130

印旛沼における珪藻 *cyobi* 寄生性ツボカビの季節変動

*大野智弘(東邦大・理), 鏡味麻衣子(東邦大・理), 小倉久子(千葉県環境研究センター)

湖沼生態系において、多くの植物プランクトンがツボカビに寄生される。しかし、多くの湖沼におけるツボカビの季節変動は未解明なものが多い。そこで本研究では、印旛沼を対象に珪藻とツボカビの季節変動パターンを解析した。

2009年4月～2010年3月の間、月2回湖水を採取した。植物プランクトンの密度と死細胞率、ツボカビの寄生率と胞子体密度を計数した。優占種である珪藻 *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata*, *Synedra acus* にツボカビが多く寄生することが確認された。しかし、寄生率は最大7.9%と低く、死細胞率も平均20%と低いことから、*Aulacoseira* 属の2種はツボカビの影響をあまり受けていないと推測された。一方、冬季に優占種となる *S. acus* は寄生率が最大で32%と高く、ツボカビの影響を受け、個体数が減少する推測された。

ツボカビ胞子体数は珪藻の増減と同調する傾向を示し、ツボカビの個体数は珪藻の密度に大きく制限を受けていると推測された。胞子体の形や変動パターンは珪藻によって異なった。感染実験により、*A. granulata* に寄生するツボカビは、*A. ambigua* には寄生しないことが確認され、*Aulacoseira* 属の2種に寄生するツボカビは別種であると推察された。

P3-132

ボルネオ熱帯低地林における択伐施業がフタバガキ科樹木の更新に及ぼす影響

*今井伸夫, 北山兼弘(京大・農)

ボルネオ島熱帯低地の木材生産林では、自然林に自生する大径木を数十年サイクルで抜き切りする、択伐施業が行われてきた。この方法が持続的に行われるためには、択伐対象種のバイオマスが伐採後数十年で元の水準にまで回復することが前提となる。しかし、強度伐採によって大径木が大幅に減少してしまうと、種子散布が制限され森林の回復が遅れる可能性が高い。したがって、木材生産の持続可能性を予測するためには、樹木更新と伐採強度との関係を明らかにする必要がある。我々は、この地域の優占種群で主要な伐採対象であるフタバガキ科を対象に、実生の密度と伐採強度との関係について調査を行った。

サバ州デラマコットの混交フタバガキ原生林と伐採強度が異なる2つの択伐林(最近導入が進んでいる低インパクト伐採と従来型の強度伐採)に、2haプロットをそれぞれ設置し毎木調査を行った。2006年に2×2mコドラートを規則的に100個設置し、光環境の測定、フタバガキ科実生(高さ10cm以上 dbh1cm未満)のナンバリングと同定を継続的に行った。原生林と低インパクト林の実生密度は、従来型林のそれよりもそれぞれ30倍、15倍も高かった。各樹種の実生密度に及ぼす要因を一般化線形モデルを用いて検討したところ、多くの樹種で、周辺(コドラートから10m以内)に生育する同種の親木(dbh30cm以上)の断面積合計が説明変数として選択された。一方、光環境は、ほとんどの樹種で説明変数として選択されなかった。以上から、種子供給源となる大径木の多寡、つまり種子供給量が伐採林内のフタバガキ実生の密度を決める主要な要因であることが分かった。

P3-131

細菌による菌膜形成の適応効果と資源獲得トレードオフ

*山本京祐, 新井博之, 石井正治, 五十嵐泰夫(東大院・農生科)

多くの好気性微生物は静置環境において気液界面に移動・局在し、菌膜(pellicle)を形成する。気液界面に細胞を保持することで酸素獲得が容易になるため、pellicle形成は生育に有利なニッチを獲得するための手段であると考えられている。静置系は不均一環境のモデルとしてもしばしば用いられ、系内に好気・嫌気両ニッチが共存することは珍しくないが、これまでの研究の多くは好気生育個体群のみに注目したものであった。そこで本研究では、嫌気生育も可能な通性好気性細菌 *Pseudomonas aeruginosa* PAO1株を用いたモデル実験系により、嫌気生育個体群との相互作用を含めて pellicle 形成の適応効果を評価した。

トランスクリプトーム解析などの結果から、pellicle細胞は好氣的だが鉄欠乏状態であり、嫌気生育個体群との鉄を巡る競合によって pellicle 形成は抑制されることが示された。Pellicle 形成能の低い細胞外多糖(EPS)非産生変異株(EPS-)と野生株との競合実験によって pellicle 形成能の適応効果を評価した結果、好気生育のみ可能な栄養条件においては、振盪条件ではEPS-の相対適応度は1をわずかに上回るが、静置条件では0.4程度まで低下した。このことから、EPS産生には一定の代謝的コストがかかるが、静置条件では pellicle 形成によって気液界面に局在することの利益がそれを上回ると考えられた。嫌気生育個体群の存在は pellicle 形成を抑制するため、その適応効果を弱めると予想されたが、嫌気生育も可能な栄養条件でも静置環境でのEPS-の相対適応度は低いままであった。このように、pellicle 形成は酸素-鉄獲得間のトレードオフのために嫌気生育個体群の存在に大きく影響を受けるものの、静置環境において強い適応的優位性をもたらすことが示された。

P3-133

湿原遷移初期における植物2種の紫外線応答

平田亜弓・*露崎史朗(北大院地球環境)

オゾン層減少に伴う地表面到達紫外線(UV)量の増加が植物に与える影響が懸念されている。サロベツ湿原泥炭採掘跡地内の裸地において、初期侵入種であるミカヅキグサとヌマガヤの実生に、08年にUV遮光処理を、09年に遮光処理と湿潤処理を施し、(1)UV(UVA/B)防御機構、(2)乾燥との関係、(3)2種間UV応答の相違、を調べた。実生を2ヶ月野外で生育後に掘り取り、バイオマス、クロロフィル濃度(Chl)、UV吸収率、アントシアニン(Ant)濃度を測定した。

08年には2種とも処理によるバイオマス変化はなかったが、09年にはミカヅキグサはUVBと被陰で、ヌマガヤはUVBでバイオマスを減少させた。湿潤処理によるバイオマス増減は認められなかった。ミカヅキグサは被陰により地上部により多くの資源を投資した。ヌマガヤは、湿潤区において地上部により多くの資源を投資した。Chlは、2年間を通じ2種ともにUVよりも可視光に対し強く応答した。UV吸収率は、ミカヅキグサではUVB、UV、被陰で減少し、湿潤処理により増加した。ヌマガヤは湿潤区でUVB遮光による減少が認められ、2種ともにUV吸収率はUVB処理に対し顕著な応答を示した。UV吸収率は、ヌマガヤの方が高く、ミカヅキグサではUVB、UV処理により減少した。Ant濃度は、ミカヅキグサはヌマガヤの1/3程度で、また、ヌマガヤではUV遮光処理により減少した。

ミカヅキグサは、UV吸収率を増加させUVの影響を回避するが、主なUV吸収物質はAntではなかった。ヌマガヤは、UV吸収率の変化は湿潤区でのみ認められ、土壤乾燥ストレスが緩和されればUV量変化に応答するが、降水量・日照等が大きく変化すればUV応答様式も変化する可能性を示している。Chl変化はほとんど見られず、UV(UVB)照射量が大きく変化しない限りは、実生段階でも成長阻害は回避できるものと考えられる。

P3-134

釧路湿原矮生ハンノキ個体群のシュート動態

*植村 滋(北大・フィールド科学), 矢部和夫(札幌市大・デザイン), 中村隆俊(東京農大・生物産業), 山田浩之(北大・農)

北海道東部の釧路湿原では大規模なハンノキの侵入定着により、ヨシヤスゲなどで構成される湿生草本群落を主体としたこれまでの自然景観が急激に変化している。窒素固定機能をもつハンノキによる樹林化は、湿原生態系の機能や養分動態に重大な影響を及ぼすと考えられるが、樹林化が進行している立地の環境や個体群の動態は場所により様ではない。演者らは釧路湿原のハンノキ群落の動態と推移を予測するために、環境省による自然再生事業が実施されている湿原南東部の広里地区で、樹高の異なるハンノキ個体群のシュートの動態を2004年から定点観測しており、これまでに得られた6年間の観測結果を解析した。

広里地区のハンノキ群落は、約40年前から侵入定着したと推定される半径約2キロの円形の群落で、中央部で樹高が低く、周辺に向かって樹高が増す傾向が見られる。演者らは群落の中央部から周辺に向かって樹高が異なるLサイト(平均樹高=1.5m)、Mサイト(2.7m)、Hサイト(4.0m)を設け、各サイトにランダムに設置した5箇所の固定方形区内に生育するハンノキの株ごとに、長さ30cm以上の全シュートに標識を付け、シュート長と地際から30cm位置での直径を毎年1回計測した。

データを解析した結果、新規加入率と死亡率はいずれもLサイトで高く、シュートの入れ替わりが最も激しいことが明らかになった。シュートの入れ替わりは樹高の高い群落周辺部へ行くほど低下した。直径と樹高の成長率はLサイトで最も低かった。推移行列モデルによって得られたパラメータを用いて将来の個体群構造を予測した結果、群落中央部のLサイトでは約20年後には個体群が消滅する可能性があることが示唆され、群落の周辺部でも個体群の衰退が予想された。

P3-136

富士山大沢右岸の異なる標高に生育するカラマツの樹齢の変動

*小林卓也, 梨本真, 竹内亨(電中研), 中野隆志(山梨環境科学研)

富士山は、最終氷期以降に盛んな噴火活動を示したことから、植生の侵入の歴史が浅い。そのため、森林限界の山頂方向への拡大が現在も継続するとともに、侵入初期の樹木個体が残存する地域が存在する。これらの個体の樹齢を把握することで、森林の拡大状況を知ることが可能となる。さらに、樹木の年輪幅やセルロース中の元素の安定同位体比を総合的に解析することにより、森林の拡大と環境との関係や環境変動による影響に関する知見を得ることができる。今回、これらの解析の基礎情報として、富士山西斜面において、富士山の代表的な遷移初期種であるカラマツ(*Larix kaempferi*)を対象に、標高による樹齢の違いについて調査した。

大沢崩れ右岸に沿った尾根上の標高1,900m(1,850m~2,050m)、2,300m(2,200m~2,350m)、2,900m(2,850~2,900m)、3,000m(3,000~3,100m)の地点を調査対象とした(2,900mは2010年、それ以外は2009年)。1,900m~2,900mの各地点では、樹高、直径、樹体の形状等を参考に、樹齢の高いと考えられる10個体を対象に、3,000m地点では個体数が少なかったことから調査範囲の最高標高に存在した1個体の年輪を調査した。

1,900m地点では、調査対照とした全ての個体が芯腐れ状態であり、今回の調査では樹齢は評価できなかった。各標高において中心部まで年輪の読み取りが可能であった個体の最高樹齢(2009年現在)は、標高2,300m、2,900m、3,000mの各地点において437年(一部不明瞭箇所あり)、157年、64年であった。標高差と樹齢の関係を基に移動状況を推定した結果、2,300m-2,900m間は2.1m/年、2,900m-3,000m間は1.1m/年の移動速度と見積もられた。

P3-135

放置竹林の伐採方法が樹木の当年生実生の発消長に及ぼす影響

小谷二郎, 石川県林試, 小谷二郎

放置されたモウソウ竹林を周辺広葉樹林構成種による森林へ回復させることを目的として、3つの地域で竹林に対し間伐または皆伐を行い跡地での更新状況を比較した。今回は、伐採後1年間での樹木の当年生実生の発消長を調査した。伐採前0.5~2.6%であった相対照度は、間伐区で11.9~27.3%に、皆伐区で61.7~85.1%にそれぞれ改善した。地域により若干異なった樹種が出現したが、主要な樹種構成は3地域で類似していた。皆伐区では、カラスザンショウ・アカメガシワ・ネムノキなどのパイオニア樹種のほか、母樹が近くにあったケヤキとクマノミズキなどが多数更新していた。しかし、皆伐区では乾燥と考えられる枯損や、一部の地域ではベニバナボロギクやダンドボロギクなど草本の優占度が高いために実生の生育の妨げとなっている場合もみられた。それに対し、間伐区ではパイオニア樹種だけでなく、サクラ類、アベマキ、クリ、また一部ではモミジバフウなども多数更新し、生存率も皆伐に比べて高い傾向にあった。皆伐区では、パイオニア樹種のサイズがそれ以外の樹種よりも大きくなる傾向がみられたのに対し、間伐区ではパイオニア樹種とそれ以外の樹種のサイズに差がみられなかった。間伐区では皆伐区に比べて実生のサイズが小さくなる傾向がみられたものの、皆伐区に比べ乾燥による枯損や、草本やパイオニア樹種の成長が低く抑えられていたことが周辺広葉樹林構成種の実生の生存の高さに関係したと考えられる。以上のことから、放置竹林を周辺広葉樹林構成種による森林化を考えた場合の第一段階として、間伐は有効な方法と考えられた。

P3-137

東京大学北海道演習林における天然林施業試験地の40年間の推移

*鈴木牧, 尾張敏章, 梶幹男(東大演習林)

東京大学北海道演習林では、40年以上に及ぶ天然林択伐施業実験のデータが蓄積されている。この実験では、材積成長率に基づく適正な伐採強度の設定、腐朽度合いや相対優占度に沿った選木基準、林冠ギャップを最小化する伐採木の配置等、天然林資源の維持に最大限配慮した施業ルールがとられてきた。このような施業方法が樹木種の多様性や各樹種の個体群構造に与えた影響を分析した。

分析では、施業実験林中に設定された毎木調査区のうち、1968-1973年から2005年以降の観測データが存在する33区のデータを使用した。まず、全調査区の種数、多様度指数、種数-優占度曲線を、期首('68-'73年)と期末('05-'09年)で比較した。次に、各樹種の死亡率・直径成長速度および区画あたり新規加入速度を被説明変数、各区画の伐採強度(収穫実施回数、区画あたり総伐採量)と地形的環境条件を説明変数とし、各回帰係数に対する樹種のランダム効果を考慮したGLMM回帰分析により、各樹種の個体群動態に対する伐採強度の影響を検討した。

調査区全体の種数は期首と期末で差がなく、Simpsonの多様度指数は期首から期末にかけて僅かに増大した。種数-優占度曲線の勾配は期首より期末の方がやや緩く、優占度分布が僅かに均等化した。一方、GLMM分析の結果から、伐採強度に対する個体死亡率、直径成長速度および新規加入速度の反応は、樹種により異なることが示された。また、一部の樹種では期首から期末にかけて個体群構造が大きく変化した。

以上のように、本実験の施業方法は樹種多様性の維持に一定の効果をもつことが示された。ただし、施業に対する反応の樹種間差などのため、将来的に樹種構成の変化を招く可能性も示唆された。

P3-138

樹木の萌芽特性の種間差は何によって決まるのか？

* 柴田嶺 (東北大・生命), 柴田鏡江 (森林総研東北), 田中浩, 正木隆 (森林総研), 八田芙美香 (東北大・理), 黒川紘子, 中静透 (東北大・生命)

多くの樹木は、地上部が攪乱などにより失われた際に萌芽再生する能力を持っている。萌芽発生量や元株サイズとの関係などの萌芽特性は樹種ごとに異なっている。また、萌芽には地下資源への投資が必要とされており、様々な生活史特性とトレードオフがあると考えられる。この研究では、まずそれぞれの樹種の萌芽特性と株サイズの関係を明らかにし、その上で萌芽特性に影響を及ぼしている生活史特性を探った。

調査は北茨城市小川群落保護林周辺の秋から冬に伐採された二次林で、1年目の伐採跡地および林道沿いにて行った。萌芽調査は6月から8月上旬の間に行った。落葉高木17種、落葉低木7種を対象とし、株サイズの異なる切株を1種当たり10-38個体選び、切株断面の直径と萌芽枝すべての根元直径を測定した。また、各樹種の地下貯蔵資源量の調査を12月に行った。高さ2m以下の個体を各樹種5サンプルずつ掘り起こしてNSC(デンプン+糖)の濃度を測定した。その他の生活史特性として小川試験地の森林動態データおよび葉の形質データ(LMAなど)を用いた。

親株の断面積(S)と発生萌芽断面積の合計(P)との関係を $P=aS^b+cS$ (a,b,cは定数)という式を用いて回帰することで、ある株サイズで萌芽発生量のピークを持つ曲線を得ることができ、式から萌芽能力の高さ(定数a-定数c)や萌芽能力を失うサイズなど各樹種の萌芽特性を得た。そして、各樹種の萌芽特性を目的変数、生活史特性を説明変数としてGLM解析を行った。その結果、最大サイズの小さい樹種ほど萌芽能力が高く、さらに葉が柔らかく密度の低い樹種(光要求度が高い種)ほど萌芽能力が高かった。また、萌芽能力と地下貯蔵資源の関係についても考察する予定である。

P3-140

カラマツ人工林の潜在力を活かした落葉広葉樹林化に関する基礎的研究

* 秋葉行雄 (東京農工大・院・農), 福嶋司 (東京農工大・院・農)

荒廃した針葉樹人工林の広葉樹林化が全国で推進されているが、林種転換の技術はいまだ未確立であり、検討すべき点は多い。また、ブナ帯である高海拔地のカラマツ人工林を対象に、広葉樹林化について研究した報告は少ない。本研究では、高海拔地のブナ自然林とカラマツ人工林を比較し、カラマツ人工林の広葉樹林化に向けた情報を得ることを目的とした。

福島県会津地方の国有林において、ブナ自然林とカラマツ人工林に72のスタンドを設け、種組成と階層構造を記録し、高木性広葉樹の毎木調査を実施した。得られた植生調査資料を用いて表操作した結果、ブナ自然林とカラマツ人工林はほぼ共通した種群によって対応する3スタンド群に区分された。ブナ自然林、カラマツ人工林ともに、スタンド群のまともは標高と対応していた。対応するスタンド群ごとにブナ自然林とカラマツ人工林の種組成および階層構造を比較した結果、高標高域のカラマツ人工林で種組成が単純で階層の未発達なスタンド群がみられた。

ブナおよび他の高木性広葉樹の実生・稚樹・DBH \geq 5cmの個体は、低標高域のスタンド群で多くみられたが、その生育状況はスタンドのササの被覆率により異なっていた。ササの被覆率の高かった高標高域のスタンド群では、実生はほとんど無く、稚樹およびDBH \geq 5cmの個体がわずかにみられるのみだった。

以上の結果から、カラマツ人工林では植生タイプごとに高木性広葉樹の生育状況が様々ではないことがわかった。低標高域のササの被覆率の低い林分では生長した高木性広葉樹が多く、間伐による広葉樹林への誘導が容易と思われる。しかし、高標高域のササの繁茂した林分では、ササ刈りて実生の定着を図ることや、高木性広葉樹の植栽を行うなど、カラマツ人工林の潜在力に応じた施策計画を考案する必要があるだろう。

P3-139

土石流跡地における樹木の更新特性

* 川上祐佳 (新大・自然研), 榎田豊 (新大・農), 崎尾均 (新大・農)

新潟県佐渡島で1995年に発生した土石流の跡地において、優占樹種であったケヤマハンノキ、オノエヤナギ、カツラ、サワグルミを対象に調査した。調査地は凝灰岩質からなり、集中豪雨により上流部の山腹が崩壊・土石流化し、川岸にテラス地形が形成され、現在、若齢一斉林が成立している。そこにベルト状の調査区を設け、林分構造および立地環境(土壌・光)、種子散布量を調査した。

調査の結果、ケヤマハンノキとオノエヤナギ、サワグルミとカツラに共通の傾向が見られた。前者は明るい立地に圧倒的に優占、またまって分布していたが、稚樹はほとんど見られなかった。また、樹幹幹析より土石流直後に多くの個体が更新したと推測された。一方、後者は小径木が多く、やや暗い場所に分布していた。土石流直後に定着したと思われる個体はほとんどなく、多くは土石流の3~4年後から定着し始めたと思われる。また、この2種には大径の礫が現われる傾向がみられた。種子散布量については、種子サイズの大きいサワグルミは母樹付近にしか散布されなかったのに対し、種子サイズの小さいオノエヤナギ、ケヤマハンノキ、カツラは調査区一面にほぼまんべんなく散布されたと推測された。

以上のことから4種の分布様式の違いは、種子散布量の空間的な偏り、好適な光環境・基質、各樹種の持つ初期成長速度の違いとそれともなう競争に起因すると考えられる。

P3-141

照葉樹人工林の植栽初期における主要構成種の個体群動態

* 宮内大策 (横浜市立大学), 川原照彦 (西日本技術開発(株)), 藤原一繪 (横浜市立大学)

エコロジー緑化手法による緑地形成が1970年代以降行われてきた。このような緑地の特徴は、その土地の郷土種の幼猫を密植混植し早期にうっぺいを計ること、初期管理以降は放置管理とすることである。これまで一定の成果をあげつつも早期にうっぺいされることによって林層が単純化するなどの問題点も指摘されてきた。そこで、植栽手法の再検討を行うために、植栽木の主要構成種を対象に成長や生存・死亡などに影響を与える要因を明らかにすることを目的とした。

調査は宮崎県宮崎市田野町と東諸県郡綾町の2004年と2005年に植栽された植栽地で行った。2006年1月に10m \times 10mのプロットを5箇所設置し、植栽樹木を対象に毎木調査を行った。2006年11月に再調査を行い、その後2010年11月まで再調査を毎年行った。

プロット内に20本以上出現したタブノキ、アラカシ、シラカシ、シイ、シロダモ、イチイガシなど高木性のものを主要構成種として、各樹種の死亡率、樹冠や基部直径の成長率などを推定した。また初期サイズと周辺個体密度が主要構成種の生存や成長に与える影響を検討した。

ほぼ全ての樹種において、初期サイズが大きく周辺個体密度が低いと生存率が高く、樹冠成長量も大きかった。しかしシロダモの生存率には初期サイズよりも周辺個体密度の影響がみられた。またイスノキやヤブツバキは生存率が高いが成長率が低い、ホルトノキやクスノキでは生存率は低い成長率が高いといった種特性が稚樹段階から現れていたことから、種特性を考慮することで林層の単純化などの問題点への改善ができると考えられる。

P3-142

下層植生が衰退したヒノキ人工林における間伐後5年間の下層植生の種組成と植被率の変化

* 渡邊仁志 (岐阜県森林研), 横井秀一 (岐阜県森文ア), 井川原弘一 (岐阜県可茂土木)

ヒノキ人工林において、下層植生は表土流亡の抑止に有効とされているが、下層植生が一度衰退した林分では、間伐によってそれが回復しない事例が報告されている。本研究では、間伐(強度間伐、群状間伐)が、下層植生の発達に及ぼす影響を検証するために、岐阜県南部の4林分(6調査区)に各6~21箇所の小方形区(1m²)を設置し、間伐後5年間の下層植生の種組成と植被率の変化を調査した。

間伐後、林内の相対散乱光(DIF)は大きくなり、草本層(地上高0.6m以下)の平均植被率は増加した。間伐5年後の平均植被率は、断面積間伐率が50%を超える間伐(強度間伐)や群状間伐を実施した調査区で、特に大きかった。ただし、植生発達の状況は、同じ調査区の中でも箇所によって違いがあり、どの小方形区でも一様に植被率が高いわけではなかった。草本層植被率50%(表土流亡の抑止効果が特に高い)を目安とすると、部分的にはそれを超える箇所があるが、全体ではそれに及ばない調査区が多かった。

種組成は、間伐後の年数や調査区に関わらず、間伐後に出現した種(新規種)が多数を占めていた。一方、植被率は、間伐2年後には、すべての調査区で間伐前から存在した種(既存種)の占める割合が高かったが、間伐5年後には、既存種の割合が高い調査区と新規種の割合が高い調査区があった。これら既存種や新規種が占める割合の違いには、間伐時の下層植生や埋土種子の有無が影響していると考えられる。

下層植生が衰退したヒノキ人工林で、強度間伐や群状間伐を実施することにより、下層植生が発達することが確かめられた。しかし、間伐後5年が経過し、DIFは間伐直後より低下した。一時的に発達した先駆樹種(キイチゴ属)が衰退するなど、林内の光環境が悪化していることが推測される。今後、植生発達に対するこれらの間伐の効果の継続性を調査する必要がある。

P3-144

泥炭地湿原における人為攪乱後の植生回復パターンの特定: 地下水要因が与えるスケール依存的効果

* 西村愛子(中央農研), 露崎史朗(北大・環境科学)

ミズゴケ類が優占する泥炭湿原は、北半球に広く分布し、特異な生物相を有した貴重な生態系の一つである。しかし、その面積は、人為攪乱により大きく減少しており、近年、湿原生態系の復元が世界的に試みられつつある。攪乱前後の物理的・化学的環境の劇的な変化と、環境要因間の時間・空間スケールを介した相互作用のために、復元手法には多くの問題点が指摘されている。そこで本研究では、北海道サロベツ湿原泥炭採掘地において、クロノシークエンス法と永久調査区法を用い時間的変化と空間的变化を考慮しつつ植物群集回復パターンを調査した。合わせて、湿原環境において群集構造の規定要因となる地下水の群集発達への影響を明らかにすることを目的に調査を行った。

ミカヅキグサの侵入により採掘跡地の植物群集発達は始まるが、ミカヅキグサは採掘から25年程度で減少傾向となる。それと同時にヌマガヤ・ヨシの優占度が高いヌマガヤ・ヨシ群集へ推移することが多かった。しかし、泥炭採掘跡地上の多くの群集は、不安定であり、ミズゴケ群集へ向かう傾向は認められなかった。採掘地へのミズゴケ侵入は、地下水位の高い地域に限られ、一方、ヌマガヤ・ヨシ群集の発達は、平均地下水位よりも水位変動により強く規定されていた。未採掘地と採掘地における群集構造の相違は、第一にpHや窒素のような化学的要因に規定され、ついで水位が関与することが示された。これらのことは、採掘跡地へのミズゴケ侵入には、水位が直接的に関与するが、未採掘地にみられるようなミズゴケ群集を形成するには、化学的要因がより重要となることを示唆している。以上の結果から、局所スケールと地域スケールでの群集発達の規定要因が異なること、さらに、それらの規定要因間のスケール依存関係を示すことができた。

P3-143

北海道有珠山火口付近の植生遷移と微生物分解

* 大瀧みちる, 竹内史子, 露崎史朗(北大環境)

北海道における火山噴火後の遷移は、裸地に先駆種であるオオイトドリなどの草本が侵入し、ついでドロノキなどが優占する森林に移行することが多い。遷移機構には、地上部環境の変化ばかりでなく、地下部環境の変化も大きく関与している。特に、リター分解は、土壌形成の鍵となり、それに関与する微生物相の遷移に伴う変化を明らかにする必要がある。そこで本研究では、北海道有珠山において、噴火から10年、33年、100年経過した火口付近においてオオイトドリとドロノキのリターを採取し、リター付着微生物相とバイオマスの定量的な解析を行った。微生物定量にはリン脂質の脂肪酸(PLFA)解析を用いた。PLFA量は微生物バイオマスと相関があり、各群集のリターに付着するPLFA量を比較することで微生物分解の寄与率を見積もれる。さらに、菌類・グラム陰性菌・グラム陽性菌・放線菌という微生物群は、それぞれ特徴のあるPLFAを生産するため、微生物群ごとのリター分解への寄与度を定量できる。

植生は、噴火後10年は裸地、噴火後33年はオオイトドリ草地およびドロノキ林、噴火後100年はドロノキ林ではあるがオオイトドリに優占する林床とそうではない林床となっていた。PLFA解析の結果、噴火後の経過時間が長く遷移が進行した群集におけるリターほど付着微生物由来のPLFA総量が増加していた。さらに、遷移が進行するにしたがい、PLFAの種類も多様になり、多様な微生物群が分解に関与することが明らかとなった。これらの結果より、遷移が進むに従ってリターへの微生物分解が促進され、土壌資源量も増加することが示唆された。また、菌類が微生物分解の主要な役割を担っていることが、有珠山におけるリター分解の特徴であった。これらのことは、土壌水分やpH、リターの化学組成などがリター分解に大きく関与していることを示唆している。

P3-145

多様な植物種から形成されるワンドにおける物理的環境変化と植生動態

* 齊藤瑛璃香(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)

増水時の網状流路が本川から取り残されてできるワンドは、すり鉢状の起伏に富んだ地形で、伏流水の湧出や本川との連結により周期的に水分環境が変化する。演者らはこれまでに、ワンドの高い植物種多様性が、これら多様な水分環境に加え、細砂を多く含む表土によって保持されていることを示した。しかし、ワンドのような比高の低い場所では、不定期な河川攪乱により植生の流出や物理的な地形変化が生じやすい可能性がある。本研究では、大きな攪乱のなかった複数年ワンドとその周辺に成立する植生を調査し、ワンドとワンド以外の群落における植物種組成の変化を明らかにし、その要因について考察する。

調査は、2008年と2010年に新潟県五泉市早出川中流域で行った。本川の両岸にある4ヶ所のワンドと、それらの周辺に相観植生の異なる7サイトを選んだ。各サイトには1m×20mの植生調査ベルトを2~5本、計44本設置し、1ラインにつき1m×1mのコドラート20個を設けた。植生調査では、各コドラートに出現した維管束植物の種名を記録した。環境調査では各コドラートで表層土壌を採取し、粒径を3区分に分類した。また、各コドラートのレベル測量と高精度GPS標高測量を行った。さらに、ワンド内には水位計を設置し、定期的に水位を記録した。

同じコドラートにおける2年後の再調査で出現した植物種は、スキ群落で著しく減少したが、4ヶ所のワンドでは変化がなかった。ワンドに出現した植物では、有意に増加、または減少した種があったが、一貫した傾向は見られなかった。各サイトの物理環境と植物種の生活史特性から、河畔域で毎年発生する軽度の攪乱下での植生遷移について考察する。

P3-146

富士山亜高山帯針葉樹林内の裸地・パッチ植生下のカラマツ実生動態

* 荻野恭子, 沖津進 (千葉大院・園)

カラマツは亜高山帯の雪崩攪乱地や崩壊地において遷移の初期に出現する先駆樹種となっている。富士山の亜高山帯針葉樹林内(山梨県側北西斜面)には100年以上前に大規模な雪崩などの攪乱が起きた攪乱跡地があり、その中心には鳥状に遷移が進行しておらず開放地となっている場所がある。開放地ではパッチ状に植生が点在し、そのほかの場所は裸地となっている。遷移が滞っている場所には先駆樹種であるカラマツ実生の定着を阻害している要因があると考えられる。そこで今回の研究では、裸地やパッチ植生下、岩や倒木の有無などの周辺環境や微地形の異なる場所のカラマツの実生動態について調査し、カラマツ実生の定着阻害要因を明らかにすることを目的とした。

カラマツ実生は岩や倒木のない裸地区では少なく、パッチ植生や倒木、岩などがある場所で個体数が多く当年生以上の生存率も高かった。それぞれの場所で土壌断面を調査した結果、パッチ植生下では礫サイズが大きく裸地区では礫サイズが小さくなっていった。また、パッチ植生下では積雪が多く地表面の礫移動が少ない傾向がみられている。冬季の間積雪によって植物体が保護されていることや地表面が安定していることがカラマツ実生の分布に関連していると考えられる。また、パッチ植生内では樹木や地衣に覆われているためカラマツ実生の分布数は少ないが生存率が高くなることが推測される。裸地区では地形が凸地形になっている場所があり風衝地になっていると考えられ、冬の間の積雪量が少なくカラマツ実生にとって厳しい生育環境になっていると考えられる。以上の結果から、カラマツ実生の定着には積雪、微地形、礫サイズ、融雪時や土壤凍結などによる地表面の礫移動が関連していることが示唆された。

P3-148

ミズナラ同齢二次林の遷移中期における10年間の動態

佐野哲也(森林総研)、* 持田幸良(横国大・教)、土畑正和(建設環境研究所)、横山一朗(湘南学園)

ミズナラが優占する二次林は、人間干渉の程度が小さいと考えられている奥山地域を中心に分布していることもあって、放置しても自然度の高い林分へ移行するとされることが多いようである。しかし、この子測を裏付けるデータは乏しい。本研究では10年前にミズナラ二次林内に設置した永久調査プロットの追跡調査結果をもとにその動態を明らかにし、これを検証した。

調査プロット(約0.7ha)は八ヶ岳南東麓清里(標高1380m)の伐採後約55年経過した林分に設定したものである。調査地内の環境は均一ではなく、起伏の変化により表層土壌の乾湿が大きく異なっている。適潤性黒色土が覆う緩斜面と湿潤性黒色土に覆われた平坦地からなり、地下水位の高い場所では一部湿原となり泥炭層が見られる。2009、2010年の生育期間に個体の生残、生存個体と新規加入個体のDBHと樹高を測定した(樹高>1.3m)。

すべての立地環境下で全体のBAは増加したものの、個体密度は減少した。湿原を除く閉鎖林内ではアカマツやミヤマザクラ等の高木種やズミなど耐陰性の低い低木、亜高木種が多く枯死した一方で、ミズナラの生存率が高かったため、ミズナラの相対優占度が上昇した。新規加入個体(10年間で1.3m以上に達した個体)は全体的に少なく、湿地を除いた閉鎖林分ではほとんど見られなかった。小径木が多く枯死したため、DBH階級や樹高階は一山型の分布を示すようになり単調になった。以上のことより、調査した林分はまだ樹幹淘汰期(Stem exclusion stage)の後半段階にあると結論付けられた。耐陰性の低い林冠木の枯死が後継木の侵入や成長量増加につながり、林分構造の多様化が起こるのか、今後の動態を注視して行きたい。

P3-147

大峯山系弥山におけるシラビソ縞枯れの断絶と森林構造

* 松井淳, 山本浩大(奈教大・生物)、辻野亮(地球研)、高田研一(森林再生支援センター)

大峯山系の弥山や八経ヶ岳周辺には、本州南限のシラビソ林が分布し国の天然記念物に指定されている。このあたりでは1990年代に、ニホンジカの食害でオオヤマレンゲ個体群が著しく衰退し植生保護柵による対策がとられたが、シラビソ林でも枯死木が増加し、かつて見られた縞枯れ(矢頭1962)が不明瞭となってきた。

シラビソ林の現状を分析し更新の阻害要因を明らかにするため、2008年10月に弥山西尾根の南斜面に1haのプロットを設定した。これまでに成木(DBH \geq 5cm)および稚樹(H \geq 50cm)の種名、サイズ、位置、被食の有無を記録し、被度の高い優占種に基づき5mメッシュで林床タイプを分類した。また実生調査(H<50cm)とシカの糞塊調査を行った。

成木は、1haプロット内に生木が9種886本、枯死木が1624本出現した。シラビソが優占し生木の75%を占めた。枯死木が2倍多くそのほとんどは針葉樹であった。剥皮率は全体で35%でありシラビソが43%と最も高かった。小径木ほど高率で剥皮される傾向が見られた。

針葉樹生木はコケ林床に多く、イトスゲ、コバノイシカグマ林床には少なかった。一方枯死木はイトスゲ林床に多く、コケ、コバノイシカグマ林床には少なかった。これらからイトスゲ林床がシラビソ林崩壊の前駆段階ではないかと考えられた。

稚樹は1028本あり、うちシラビソが473本(46%)あった。しかし本来は更新適地であるべき枯死木帯にシラビソ稚樹はほとんど無かった。シラビソ実生は成木の近傍に発生はするが4年生以下、高さ10cm程度までの個体が大半であり稚樹段階に到るまでに定着が阻害されると考えられた。2009年のシカの推定密度は60頭/km²であった。

以上の結果を総合して縞枯れ更新の断絶に至る過程のシナリオを考察する。

P3-149

武器形質の進化に伴う性配分の変化

* 香月 雅子, 宮竹 貴久, 岡田 賢祐(岡山大・進化生態)

メスはオスの魅力に応じて子どもの性比を産み分ける(性配分sex allocation)。より強いオスや魅力的なオスとメスが交尾した場合、メスはオスを多く産むほうが自身の適応度が高くなることできる。なぜならば、自分の息子はより魅力的になるからである。逆に、あまり競争に強くないオスと交尾したメスでは、メスを多く産むほうが、競争に勝てないオスを産むよりも適応度が高くなるため、子どもの性比はメスに偏るだろう。オスの持つ魅力に応じて性配分が生じるということは実際にグッピーなどでよくみられる。しかし、メスも親からの魅力に関係した遺伝子を受け継いでいるが、メス自身の遺伝子型の効果は無視されている。

本研究で用いられたオオツノコクヌストモドキ *Gnatocerus cornutus* では、オスは大顎を持ち、この大顎はオス同士の闘争に使われる。大きな顎をもつオスは闘争に勝ちやすく、適応度が高くなる。我々は、大顎が大きなオスを選抜した系統(L系統)と小さなオスを選抜した系統(S系統)、コントロール系統(C系統)を確立しており、武器形質には遺伝的基盤が存在する。この系統を使って、メスの性配分について調べた。メス効果をコントロールしたときの各系統オスとの子どもの性比をみると、子どもの性比に有意な差はなかったが、オスの効果をコントロールしたときの各系統のメスとの子どもの性比は有意に異なった。オオツノコクヌストモドキでは、メスは交尾したオスによって戦略的に産み分けを行っているのではなく、メスの遺伝子型で、性配分が決まっていることが示唆される。

P3-150

CONTACT SWIM BEHAVIORS IN WILD BOTTLENOSE DOLPHINS

Chaturaphatranon Kanang*, Sakai Mai, Kohshima Shiro

Contact swimming behavior among the wild Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) of Mikura Island, Japan, was quantitatively analyzed. This behavior occurred between two individuals during pair swimming. One dolphin (toucher) used the front side of its pectoral fin to touch another dolphin (receiver) mainly on the lateral side (80.7 %). In most of all episodes, the distance between the two dolphins during contact swimming behavior was 1 body width, 0.25 body length and 0.5 to 1 body height. The toucher tended to swim behind the receiver in 92 % of all episodes. The duration of contact swimming episodes ranged from 1-48 s with an average (\pm SD) of 6.3 \pm 9.4 s. There were no cases of the toucher and the receiver switching roles during a contact swimming episode. The swimming partners in this behavior were mainly mother-calf and female-female pairs. Contact swimming behavior tended to be initiated and ended by the toucher. In most cases, the receiver was the one who first changed speed and direction during contact swimming. In some cases, it could be clearly seen that the stroke frequency of the receiver was higher than that of the toucher. The results suggest that contact swimming behavior was led by the receiver and likely benefits the toucher. Several possible functions of this behavior were discussed.

P3-152

防衛による巣への攻撃失敗が以降の攻撃に与える影響：フタモンアシナガバチにおける同種他巣の幼虫捕食

*古市生, 粕谷英一(九大・理・生態)

巣を作り子を養育する動物にとって、巣を攻撃して子を捕食する捕食者の行動は重要である。捕食者は一度の攻撃で巣にいる一部の子だけを捕食することも多い。そのような捕食の場合、捕食をうけた巣にはまだ子が残っていて、連続して同じ巣で捕食に成功する可能性がある。しかし捕食後、巣にいる子の親は捕食者の存在を察知し、さらなる捕食を防ぐために、巣の防衛に多くの時間を費やすようになる。それに対し、捕食者は何も変化しないのではなく、適応的な反応をしている可能性がある。本研究では、フタモンアシナガバチを用いて、巣への捕食後、同じ巣への攻撃はどのように行われているかを明らかにする。

フタモンアシナガバチのメスは、春から初夏にかけて1頭で巣を作り子を養育する。メスたちの間では、近くの巣への攻撃が起こる。近くで巣を作る同種のメスが、他の巣に飛来して、幼虫を巣から引き抜いて、自分の巣に持ち帰り自分の幼虫の餌とする、“巣間共食い”が見られる。他の巣へ攻撃したときに、巣の持ち主であるメスがそのとき巣にいと必ず撃退されてしまう。巣の防衛はメスが巣にいて十分であるが、メスは採餌など行う必要があり、ずっと巣にいるわけにはいかない。メスは、直接他巣のメスによる攻撃を経験しなくても、外出から戻ってきて、巣内の幼虫が減っていると、その後の外出時間を減らし、巣にとどまる時間を増加させる。

観察の結果、捕食に成功したメスは30分以内に再び同じ巣を攻撃した。捕食直後の再攻撃では、捕食に成功することはなかった。1~2回撃退されると、再攻撃までの時間は、捕食直後に比べ長くなり間隔があいた。今回の結果は、捕食者は巣に親が存在することを確認すると、再攻撃までの時間を延長し、しばらく攻撃をやめることを示している。捕食者は、巣の防衛強化に対して無駄な攻撃を避け時間の浪費を防ぐように反応している。

P3-151

衛星追跡によるサシバの渡り経路および経路選択様式の検討

*菅澤承子(東大・農), 山口典之(長崎大・環境科学), 樋口広芳(東大・農)

高い移動能力をもつ鳥類が「どこを渡るのか」という情報はこれまで入手困難であった。しかし近年の飛躍的な追跡技術の発達により、大型から中型の鳥類を中心に渡り経路の全容が明らかになってきており、渡り経路や渡り行動の適応性に迫ることが可能となりつつある。

鳥が「なぜその経路を渡るのか」は、所要時間やエネルギー、そこを通過する際のリスク等により決まっている。一般に、鳥類は飛翔して大気中を移動するため、渡りのコストに気象条件が大きく関わる。気象条件が渡りに与える影響を調べるには、個体が渡り途中で経験した気象条件を詳しく把握する必要があるが、日本周辺は世界の中で最も詳細な気象情報が入手可能な地域のひとつであり、この関連の研究を実施するのに適している。

本研究の対象種サシバは、中国北部、朝鮮半島、日本を繁殖地とし、琉球列島、台湾、フィリピンを越冬地とする。また、本種は近年、個体数の減少が指摘されているが、現状では主要な渡り経路や越冬地の詳細な分布など、保全に役立つ生態・生物地理的情報が不足している。

以上の背景を踏まえ、本研究では、日本で繁殖するサシバの渡り経路を記載し、経路選択に気象条件が与える影響を検討した。渡り経路の解明には衛星追跡結果や観察情報を利用し、経路選択の解析には、気象情報データベース・プログラムによる経路周辺の風向頻度や平均降雨域割合を利用した。

衛星追跡と観察情報の結果、2つの渡り経路の存在が示唆された。1つは琉球列島以北で越冬する個体の渡り経路で、繁殖地・越冬地間を、春・秋にほぼ同じ経路で往復するものである。2つめは琉球列島より南で越冬する個体の渡り経路で、秋に繁殖地から琉球列島を経由してフィリピンへ渡り、春に大陸方面へ向かうものである。これらの結果から気象情報の調査区域を設定し、気象条件の飛翔や経路選択への影響を考察する予定である。

P3-153

マダガスカル熱帯乾燥林におけるチャイロキツネザルの周日行性：なぜ昼も夜も活動するのか？

佐藤宏樹(京都大・アフリカ研)

哺乳類では昼も夜も活動する周日行性が普遍的にみられるが、霊長類ではほとんどの種が明瞭な昼行性か夜行性のいずれかを示す。その中で、マダガスカル産霊長類(キツネザル類)のうち、*Eulemur*属は周日行性を示す。先行研究によると、多くの地域個体群で雨季は昼行性を示す一方、乾季になると日中活動量が減り、夜間活動が増える傾向が確認されている。しかし、夜間活動の要因が主に議論され、日中活動を制限する要因の解明はほとんどされていない。そこで本研究は、雨季と乾季が明瞭なマダガスカル北西部の熱帯乾燥林に生息するチャイロキツネザル(*Eulemur fulvus*)の1つの群れを対象とし、日中活動の減少と夜間活動の増加に関する要因を検証した。

1年間の終日観察で得られた日中の活動量と、環境要因(気温、日射強度、降雨量、林冠葉量)の季節変動を調べたところ、降雨量と葉量の減少、日射強度の増加に伴い活動量が減少した。雨季は終日活発で、採食と移動を繰り返す一方、乾季は朝夕に活動が集中し、日射リズムに伴って昼間に長い休息がみられた。結果から、乾燥条件における日射熱ストレスが日中活動を制限する要因であると考えられる。乾季は終夜観察も行い、食性を調べた。日射強度が強く乾燥の厳しい乾季后半では、日中の果実採食の割合が減り、多肉質の葉の採食が増えた。夜間は、乾季前半より果実採食が長く、多肉質の葉は全く利用されなかった。

乾季の日中休息の利点として、日射熱による体温上昇の回避と気化冷却による水分損失の最小化が挙げられる。更に日中の葉食は、水分摂取のために必要だったと考えられる。行動性体温調節に関わる休息と葉食が日中の大部分を占めるため、エネルギー摂取不足を補う果実採食が夜間に行われたと考えられる。チャイロキツネザルの周日行性は、乾燥条件での熱ストレスに対する適応戦略である可能性が示唆される。

P3-154

乾田に適応したノシメトンボの連結打空産卵

*加藤賢太, 渡辺守 (筑波大・院・生命環境)

日本全国の水田で晩夏から初秋にみられるノシメトンボは、里山林に生じているギャップで生活し、水田へは産卵のためにしか訪れない。その飛来頻度は、約1週間に1回で、その時に体内でもっていた成熟卵を全て放出してしまう。本種は、飛翔しながら卵を放出する打空産卵を行なうが、この時期の水田はすでに水落としが完了した乾田である。すなわち、翌年の初夏まで、卵の孵化や幼虫の成長に必要な水が存在しないのである。それにもかかわらず、雌は乾田の上から産卵しており、雌は何らかの方法によって、乾田を産卵場所（あるいは卵や幼虫の生息場所としての水域）と認識していることになる。そこで、水田におけるノシメトンボの産卵飛翔高度を、水田における気温や湿度、照度などの垂直分布と比較した。測定は、8月下旬のノシメトンボの産卵季節前半の、晴天で微風時に、8時から16時まで行なった。垂直分布の測定は、稲の葉先を基準として、25cm刻みで稲の上空に2段階、下方に2段階の計5段階の高さにおいて行ない、自動記録計で温度と湿度を計測した。ノシメトンボの連結態は、9時頃から水田に飛来しはじめ、正午ごろに最も多く、14時を過ぎるとほとんどみられなくなった。産卵飛翔高度は、稲の葉先とほぼ同じ高さで、雌は、その高度で尾を振り下ろし、卵を放出していた。この高さは、温度と湿度から算出した水蒸気圧が急激に減少する境界であった。産卵は、水田全体で行なわれており、特定の場所が好まれることはなかった。稲の高さは均一であり、水蒸気圧の急激に減少する境界は水田全体で均一と予測される。これが結果的に擬似水面となって、ノシメトンボの産卵行動を引き起こしていると考えられた。本調査地では、オオアオイトトンボもこの擬似水面を利用した産卵行動を示している。

P3-156

クマゼミ雄の鳴き声～温度・体長・時間・他種の鳴きの効果

*入野野太郎 (九州大・シス生), 粕谷英一 (九州大・理)

気温の変化は生物の活動性を変化させ、交尾行動に影響を与える。それだけでなく、交尾シグナルにも影響することが知られており、単位時間当たりのシグナル発生回数などが気温によって変化する例が、様々な分類群・シグナルで発見されている。気温によりシグナルが変化すると、種内での信号としての機能に影響するかもしれない。鳴き声を用いてメスを誘引する昆虫では、鳴き声シグナルの音響的性質も気温の影響を受けて変化する。昆虫の中で体サイズに対してもっとも大きな声で鳴くと言われるセミでは、鳴き声の音響的性質として音圧・周波数パラメーター・時間パラメーターと気温の関係が調べられている。中でも、音圧や時間パラメーター（鳴き声におけるパルスの持続時間や単位時間当たりの発生回数）は気温の影響を受ける。セミの中には、時間パラメーターを用いて種内コミュニケーションを行っているものがあり、気温による時間パラメーターの変化は種内コミュニケーションに影響を与えることが考えられる。セミの鳴き始めから鳴き終わりまでのひと鳴きの時間も種内での信号としての機能を持つと予想されるが、ひと鳴きの時間の長さや気温との関係はまだ調べられていない。本研究では、従来の鳴き声の音響的性質とあわせて、ひと鳴きの時間と気温の関係に着目した。2010年8月に九州大学構内でクマゼミ *Cryptotympana facialis* の鳴き声を録音するとともに、そのときの気温を記録した。また、体サイズ・時刻なども記録し、クマゼミのひと鳴きの時間がどの要因によって変化するのか調査した。その結果、気温が高いほどひと鳴きの時間の長さは短くなる傾向にあった。また、6時から12時の間で時間が経つほどひと鳴きの時間は短くなる傾向があったが、これは6時から12時における気温の変化の影響であった。体サイズとひと鳴きの時間の間には有意な相関はなかった。

P3-155

卵寄生蜂はマーキングによって増加する子の捕食リスクをどう回避するのか？

*北野伸雄, 馬場成実, 上野高敏 (九大院・生防研)

一部の昆虫では、産卵基質にマーキング物質を施すことで産卵済みであることを示し、自身や同種/異種他個体による重複産卵を防ぐ。一方、このマーキング物質を天敵がカイロモンとして利用する結果、子の捕食リスクが増大する例も知られている。このようなトレードオフがあるために、ミバエの一種では、天敵の多い個体群ではマーキングをしない個体が多く、逆に天敵の少ない個体群ではマーキングをする個体が多いという、表現型に多型が見られることが報告されている。しかし、捕食リスクは同じ個体群内においても時空間的に常に変動するものであり、表現型多型だけでは子の生存に関わるトレードオフの解消について十分に説明できないだろう。むしろ個体レベルでの行動的可塑性を有する方が適応的ではなかろうか。

本研究ではチャバネアオカメムシの卵寄生蜂 *Trissolcus nigripedius* を用いて、(1) 実際にマーキング行動における上記のトレードオフが見られるか、(2) 子の捕食リスクの強度によってマーキング行動が変化するか、について調べた。その結果、まずマーキングによって自身および同種他個体による過寄生が回避されることが分かった。また、本種の高次寄生蜂である *Acroclisoides* sp. はマーキングされた既寄生卵へのみ産卵すること、およびカメムシ卵の捕食者であるクロオオアリがマーキングされた既寄生卵塊に強く誘引されることが分かった。さらに、両捕食者との対峙経験のある *T. nigripedius* はマーキングの頻度を減らすことが分かった。一般に、産卵場所を比較的任意な状態から選択できる動物では、捕食リスクの低い場所を選ぶことで子の捕食を回避する。一方、寄生蜂のような産卵可能な場所に強い制約のある動物は、子に関する情報を制御することによって捕食リスクの変化に適応していることが強く示唆された。

P3-157

水田の時空間的な異質性がアマサギの採食に与える影響

*伊東圭祐, 片山直樹 (東大・農), 天野達也 (農業環境技術研究所), 藤田剛, 樋口広芳 (東大・農)

近年、農地において、鳥類をはじめ多くの生物で種数や個体数の減少が報告されており、生物の種数や個体数を維持するために環境の時空間的異質性と保全・管理のあり方に注目が集まっている。環境の時空間的異質性は、環境要素間での時間的な餌生物量のずれを生じさせることにより、年間を通して得られる餌生物量を安定させるため、捕食者個体群を維持するうえで重要であることが、捕食者の利益を調べることで示されている。しかし、このような研究の多くは自然景観を対象としており、農地ではまだ限られている。

本研究では、(1) 農事暦による水田景観の季節変化は、アマサギの餌生物に影響を与えるか(2) アマサギの田面での主な餌生物であるオタマジャクシと畦での主な餌生物であるバッタの生物量は、異なる季節変化をするのか(3) その餌生物量の季節的なずれは、アマサギの採食行動を安定させているかを明らかにすることを目的とした。調査は、5月から9月にかけて、茨城県霞ヶ浦南岸の水田地帯（東西約10 km、南北約400 m）で行い、農事暦による変化として水田の注水量の季節変化、田面と畦の主な餌生物としてオタマジャクシとバッタの生物量の季節変化を調査した。そして、それらの変化がアマサギの採食に与える影響を明らかにするために、アマサギの採食速度と採食環境の調査をおこなった。

調査の結果から、田面のオタマジャクシの生物量と畦のバッタの生物量は、時間的に異なる変化をすることがわかった。そして、その変化に合わせて、アマサギは田面から畦へ採食環境を変化させることにより、採食速度を大きく低下させることなく、繁殖期間中に水田景観内で採食をおこなうことが可能になっていた。このことから、水田の時空間的な異質性は、アマサギの利用できる餌生物量を安定化させる働きをし、アマサギの採食個体数を維持するうえで重要であると考えられる。

P3-158

浮気された夫は子の世話を削減する!?～雌のつがい外交尾追求が雄の給餌に与える影響～

*菅原鮎実, 浅井亜耶, 松田亜希子, 櫻なご, 小島渉, 北村亘(東大・農), 山口典之(東大・農/長崎大・環境科学), 樋口広芳(東大・農)

社会的な一夫一妻の鳥類では、夫あるいは妻以外の相手と交尾し子を残すつがい外交尾行動がみられ、社会的父親の遺伝子を持たないつがい外子が巣内に混在する例が知られている。多くの鳥類は雌雄で子の世話をしますが、血縁でない子の世話をすることのコストは大きいため、巣内につがい外子が含まれる場合、雄は給餌を削減することが報告されている。ところが、鳥類の雄はつがい外子を見分けることができないと考えられている。したがって、雄は巣内のつがい外子の割合と相関のある何らかの外的要因をもとに給餌量を決定することが理論的に示されている。しかしながら、これまで具体的な外的要因を特定できた研究はほとんどない。近年、ツバメにおいて、雌が社会的夫の配偶者防衛を振り切り、夫の傍から飛び去る行動が、巣内のつがい外子の割合を増加させることが示された。本研究では、このような雌の不貞と関連する行動に着目し、それに応じて雄が給餌を削減する可能性を検討した。野外で繁殖期のツバメの行動を観察・記録し、雄の給餌頻度が、巣内のつがい外子の割合と、単位時間あたりに雌が夫の傍から積極的に飛び去った回数に受ける影響を調べた。その結果、雄の給餌頻度は、巣内のつがい外子の割合の増加および妻が自分のもとを積極的に離れる頻度の増加に応じて低下した。したがって、ツバメの雄は巣内のつがい外子の割合を妻のつがい外交尾追求の程度、すなわち、妻の不貞な行動をもとに評価し、それに応じて子の世話を削減していることが示された。本研究から、雄による子の世話に影響を与える外的要因として、雌の不貞な行動が有効な指標となる可能性が示唆された。

P3-160

ガビチョウにおけるさえずり構造の特性

*宮澤絵里, 鈴木惟司(首都大・理工・生命)

ガビチョウ *Garrulax canorus* は中国南部等を原産とするチメドリ科の鳥で、日本では関東地方西部など一部地域で移入・野生化している。大きな声で複雑にさえずるため、中国ではさえずり鑑賞用の飼い鳥として人気があるが、ガビチョウの音声コミュニケーションに関する詳しい研究は少ない。

そこで本研究では、ガビチョウの興味深い音声利用について、今後の研究のための基礎情報を提供するため、(1) さえずりおよび他の鳴き声が使われる状況の観察、および、(2) さえずりの音声構造の解析方法の検討、を行った。観察・録音は首都大学東京南大沢キャンパス(東京都八王子市)において行った。

(1) 定期ラインセンサスおよび自動録音調査により、春・夏に比べて頻度が低い傾向があるものの、冬期(12-2月)にもさえずり活動を行っていることが分かった。また、繁殖期のつがいの行動観察から、さえずりが捕食者に対する警戒声として使われている可能性が示唆された。

さえずり以外の鳴き声では、多様な場面で使われる「ギョ」という声、オスのさえずりと同時に聞かれ、メスのみが発している可能性がある「フィーフィー」という声、つがいや群れ個体に対する警戒の合図である可能性がある小声の「ヒヨヒヨヒヨ」という声、が記録された。警戒声にはさえずり以外に、激しい「キュルルキュルル」、「ピーピーピー」、「ピルルルル」、「ギョギョ」といった声が使われていた。

(2) ガビチョウのさえずりは非常に複雑で長く、様々な構造の音要素(ノート)が使われている。標識した1歳オスのさえずりの声紋解析を行い、この個体の持つノートの種類や、ノートの組み合わせ(シラブル)のパターン等を記載した。その上で、個体間や状況(前述の警戒声としてのさえずり等)による違いを比較するために適切な解析方法を検討する。

P3-159

Social networks in cooperatively breeding chestnut-crowned babbler

*Fumiaki Y. Nomano (Hokkaido Univ), Andrew F. Russell (Univ of Exeter, Macquarie Univ)

Studies of parental care typically assume that levels of investment in offspring are determined independently of others. However, this is unlikely to be the case. Cooperative breeding systems are useful for examining social effects on individual contributions to (allo) parental care because the efficient coordination of care among the multiple group members might require observing the behaviour of each other. Chestnut-crowned babbler (*Pomatostomus ruficeps*) are cooperatively breeding birds endemic to arid, south-eastern Australia, and breed in unusually large groups among birds (2-15). Individuals frequently encounter other individuals when they visit nests, and arrival time is often synchronous (< 1 min). We analysed the patterns of synchronicity in provisioning of this species as social networks. Sequences of arrival at the nest were asymmetric between pairs of individuals. Specifically, yearlings tended to follow adult birds and females tended to follow males. Heterogeneous patterns in synchrony at nest arrival might influence the individual investment and group productivity. The fine description of social networks will facilitate further analyses of cooperative provisioning at dyadic or higher levels.

P3-161

ヒナの生存率と親の浮気：捕食リスクが高いとつがい外父性は増えるか

*油田 照秋(北大・環境科学院), 小泉 逸郎(北大・創成)

DNA解析の発展にともない、一夫一妻性といわれる鳥類でも、その多くがパートナー以外の子供を残していることが明らかとなってきた。これは従来の鳥類の配偶システムの概念を覆すものであり、多くの研究者がその適応的意義を探るため多大な精力を費やしてきた。こういったつがい外父性(Extra-pair paternity, EPP)の頻度は、種間、種内で非常に高い変異があり、これまでに様々な仮説が提唱されてきた。EPPに影響する要因として、主に繁殖個体の特徴が考慮されてきたが(例えば、オス親の貢献度、優位性、繁殖時期など)、環境などの外部要因は、あまり検討されていない。特に、捕食圧は親の行動や雛の生存率を介してEPPに影響する可能性があるが、野外でコントロールするのが困難なため、これまで捕食圧とEPPを検討した例はない。

本研究では、「捕食により雛の巣立ち率が低い場合、オス親はbet-hedging戦略をとり、リスクを分散させるためにより多くのメスと交尾をする」と仮説をたてた。逆に「メスは捕食リスクの高い場所では、より早くヒナを巣立たせるために、オスの協力を得るべくパートナーのオスに忠実に振る舞う」と考えた。

この仮説を検証するため、北海道苫小牧のシジュウカラ(*Parus major*)を対象に、カラスによる捕食圧の異なる二地域のつがい外父性を比較した。両地域は約2.5kmしか離れておらず環境条件は似ているが、捕食圧(巣がカラスに襲われ少なくとも1羽が捕食された巣)は86.7%(26/30)と0%(0/25)と大きく異なる。本発表では、前述の仮説を検討し、EPPにおける捕食圧の重要性について議論する。

P3-162

マガンの日周行動における分布変化と小麦食害問題

*熊谷麻梨子(酪農学園大・環境), 佐藤舞子(酪農学園大院・酪農), 牛山克己(宮島沼水鳥・湿地センター), 赤坂猛(酪農学園大・環境)

北海道美瑛市にある宮島沼は、毎年春と秋にマガン (*Anser albifrons*) が飛来する渡りの中継地であり、宮島沼周辺の農地ではマガンによる春の小麦食害が深刻な問題となっている。食害の発生にはマガンの日周行動における採食地選択が深く関係している可能性があるが、日周行動に関連付けた先行研究はない。したがって本研究では、マガンによる小麦食害の発生パターンを日周行動(午前・午後)における採食地利用の観点から明らかにしたい。

2010年4月上旬～5月上旬に、宮島沼から半径8km圏内の農地にセンサスルートを設定し、車でルートを周った。その際に、マガンを発見次第、個体数、圃場の種類(田圃・小麦)を記録した。

季節的な採食地利用の変化として、まだ農地に雪が残る4月上旬は午前・午後ともに雪上と田圃に分布するマガンが多かったが、飛来数が増加する4月下旬から5月上旬にかけて小麦畑を利用するマガンが増加した。この原因として、飛来期の後半になるにつれ田圃の食物資源(落ち穂)が減少し、小麦を採食するマガンが増加するためだと考えられる。また、飛来期後半における午前と午後の採食地利用を比較すると、午後の方が小麦を採食するマガンが多いことが判明した。さらに、午前に比べ午後の方が広範囲の圃場で採食しており、時間帯によって採食地の空間分布にも変化があることがわかった。これらマガンの日周行動における採食地利用と小麦食害の発生パターンについて、マガンの採食生態の観点から考察し、小麦食害問題に対する提言を行う。

P3-164

ツキノワグマの1日の採餌行動パターンの区分

*有本勲(農工大院), 岡村寛(遠洋水研), 小坂井千夏(農工大院), 後藤優介(立山カルデラ砂防博物館), 小池伸介(農工大), 山崎晃司(茨城県博), 古林賢恒(元・農工大), 梶光一(農工大)

動物の採餌戦略についてはこれまで理論的研究(例えばLevy Flight)が多く、特に直接観察が困難なツキノワグマ(以下クマ)のような動物の実証的な研究は少ない。

動物の採餌パターンを評価するためには、移動軌跡から移動距離と滞在時間を定量的に推定する必要がある。近年、GPS首輪により高精度の位置情報が取得できるようになってきた。しかし多くの研究は長期間追跡するためにGPS測位間隔を長く設定していること、GPSの測位誤差が大きいことから、1日レベルの移動距離や滞在時間を定量的に評価することは困難であった。また、採餌戦略は食物資源の配置に対応して変化すると考えられることから採餌パターンを食物資源と対応させて理解することが重要である。

そこで本研究では、1日の移動距離と滞在時間を評価すること、それらの特徴に基づき採餌パターンを区分すること、その採餌パターンと利用した食物資源の関係から採餌戦略について考察すること、を目的とした。

調査は東京都奥多摩町で行った。クマ1個体(2歳オス)にGPS首輪を装着し2010年6～11月まで毎月1週間ずつ5分間隔で追跡した。状態空間モデルで移動軌跡を平滑化した後、移動軌跡を移動と滞在に区分し、さらにGPS首輪に内蔵されている活動量センサから活動と休息を区分した。各日の移動距離と休息を除く滞在時間を算出し、その2つを説明変数とするクラスター分析により、1日の採餌行動パターンを5つに区分した。

その結果、クマが食物資源の配置に適応するように採餌パターンを変化させていることが示唆された。本研究の1日スケールの移動や滞在の評価は、これまで困難であったクマの採餌戦略の定量的な推定につながり、保護のために役立つ情報となる。

P3-163

シングルプレイローダーおよびマルチプルプレイローダーのウミスズメ科鳥類における餌選択と採餌行動 — 自身のための餌 vs 雛のための餌 —

伊藤元裕, 高橋晃周, 國分互彦, Alexander Kitaysky, 綿貫豊

育雛中の親鳥は、種ごとに異なる繁殖上の制約のもとで雛への給餌速度を最大化しつつ、自身のエネルギー要求を満たさなくてはならない。我々は、雛への給餌方法が異なる2種類のウミスズメ科の海鳥の餌選択と採餌行動を比較した。ハシブトウミガラスは、雛の餌を1度に1つしか運ばないシングルプレイローダーであり、ウトウは、雛の餌を1度に複数くわえて運ぶことができるマルチプルプレイローダーである。本研究では、アラスカ・セントジョージ島に繁殖するハシブトウミガラスおよび、北海道・天売島に繁殖するウトウを対象に、雛の餌および親鳥自身の餌(種とサイズ)を、直接観察と胃内容物分析によって明らかにした。また、潜水行動を深度・温度記録型データロガーによって記録した。ハシブトウミガラスは、大きな餌(スケトウダラ; >100mmなど)を雛へ給餌した。一方、自身はより小さな餌(スケトウダラ; <80mmやオキアミなど)を利用していた。雛の餌をとるための潜水における潜水深度は、自身の餌をとるための潜水における潜水深度よりも深かった。対照的に、ウトウが雛に給餌した餌と自身が利用した餌に違いはなかった。ウトウの主要な餌は、イカナゴやホッケの0歳魚またはカタクチイワシであった。自身の餌を採るための潜水行動と雛の餌をとるため潜水行動の間にも違いは見られなかった。ハシブトウミガラスは、シングルプレイローダーであるため、給餌量は選択された餌サイズに強く依存する。そのため、潜水にコストをかけて深く潜っても大きな餌を雛の為に選択したのだと考えられる。一方、ウトウ等のマルチプルローダーである種は、大きい餌を少数捕獲する以外に、小さな餌を多数捕獲することでも、雛への給餌速度を安定させることができる。そのため、ウトウでは、自身の餌と雛の餌の選択において選好性の違いが見られなかったと考えられた。

P3-165

ツキノワグマの採食物と移動距離の関係

中島亜美*(東京農工大・連大), 小池伸介(東京農工大), 小坂井千夏(東京農工大・連大), 山崎晃司(茨城県博), 梶光一(東京農工大)

近年ツキノワグマの人里への出没が問題となっているが、原因の一つとして、食物資源量との関係が指摘されている。先行研究では食物資源の中でも特に秋のブナ科堅果類が注目されており、堅果類の豊凶と出没数に相関があることや堅果類の不作の年にクマの土地利用様式が変わることなどが明らかになっている。しかし、一般的に堅果類を採食すると考えられる時期よりも以前に出没が発生するなど、堅果類を採食する時期より前の食物資源もクマの出没を引き起こす行動に影響している可能性が考えられる。そこで、本研究では夏から秋にかけてのクマの採食行動と単位時間あたりの移動距離の関係調べた。

2008, 2009年の7月から11月にかけて、10日に一度の頻度で一定のルート(標高700~1600m, 総延長約7キロ)を踏査し、その両側10m以内にあるクマによる採食痕跡を記録した。採食痕跡としては、フン、クマ棚、爪痕などを記録した。また移動距離は、クマにGPS首輪を装着し2時間間隔で測位されたデータから、2時間あたりの移動距離を推定した(2008:n=4, 2009:n=7)。

2008年は晩夏にウワミズザクラ、初秋にミズナラ、晩秋にコナラ、2009年は初夏にカスミザクラ、晩夏に動物質、秋全期でミズナラの痕跡が多く発見され、これらが各時期のクマの主要な採食物であると考えられた。主要な採食物が移り変わる時期には採食品目数が増加した。2時間あたりの移動距離は、2008年は非線形の変動を示したが、2009年は異なったパターンを示した。このような季節的、経年的な移動パターンの違いは、利用する食物資源の分布様式や、一つのパッチの大きさが異なることから引き起こされている可能性が考えられる。

P3-166

寄生蜂の性フェロモントラップは可能? : アオムシヒラタヒメバチの性フェロモンと交尾時期

*板谷弘樹, 上野高敏(九大院・生防研)

40's後半から70's前半まで、害虫防除のために多量の農薬が散布され、環境汚染・害虫の抵抗性誘導などの問題を引き起こした。問題意識の高まりから、70's後半頃頃から解決策として化学的・物理的・耕種的、そして生物的防除を最適形で組み合わせて行う総合的害虫管理(Integrated Pest Management; IPM)が提案された。さらに近年、生物多様性の保全意識が高まり、農地が多くの生物の生息場所となっていることが注目され、IPMを発展させた総合的生物多様性管理(Integrated Biodiversity Management; IBM)が提案された。これは害虫を含む生息生物の多様性を保全しつつ防除を行うというものである。IPMやIBM意識が広まり、多くの圃場で環境保全型農薬が採られるようになったが、実際の圃場において天敵や中立的生物への農薬の影響評価が求められている。水田における農薬の試験天敵として有望なアオムシヒラタヒメバチ *Itoplectis naranyae* を実際の圃場においてモニタリングすれば天敵やその他の生息生物への農薬の影響の指標になるが、簡便な方法が必要である。そこで雌の性フェロモン(sex pheromones以下S.P.)によって雄を捕獲する性フェロモントラップ法の構築を目指した。そのためにS.P.の有無・雌がS.P.を分泌する日齢・雄がS.P.に反応する日齢を調べ、その結果、雌はS.P.を持つこと、雌がS.P.を分泌する日齢は羽化後数日に限られること、雄がS.P.に反応する時期は日齢の影響を受けないこと、が分かった。これらから、S.P.の同定に際してのS.P.の抽出は羽化後間もない雌から行い、人工合成したS.P.の生物検定にはある程度の幅の日齢の雄を用いることが可能であると分かった。加えて、性フェロモンの存在・雌の分泌日齢・雄の反応日齢の適応的意義について考察した。

P3-168

ツキノワグマの生息地選択に与える要因の検討

*杉浦里奈(名城大院・農)、島谷健一郎(統計数理研究所)、加藤真(名城大院・農)、内山幸紀、古賀桃子、鈴木敬章、日紫喜文(名城大・農)、浅野玄(岐阜大・応用生物)、加藤春喜(NPO法人白川郷自然フォーラム)、橋本啓史、新妻靖章(名城大・農)

ツキノワグマ(*Ursus thibetanus*)は餌資源の量や分布に応答し食性や行動を変える。特に秋期は、越冬・出産のために栄養価が高い堅果類を飽食し、堅果類の不作年は豊作年と比較してクマの行動圏が広がるといわれている。秋期のクマの行動特性は、管理計画を設定する知見も与えてくれる。そこではどのスケールの行動や植生のデータを扱うかを考慮する必要がある。例えばクマがパッチ状に広がる優占種でない餌資源を利用していると、スケールの荒い大雑把な情報から空間利用を正確に把握することは難しい。そこで本研究では、クマの環境利用を評価するスケールの検討を行った。岐阜県大野郡白川村において2009, 2010年にクマの痕跡による食性調査、GPS受信機付き首輪を用いた行動調査、GPSから得られた利用場所についての地形図並びに現地における植生調査を行い、スケールを変えて植生と行動を比較した。野上ら(2009)と調査中の観察から、2009年のブナ、ミズナラは共に豊作であった。GPS軌跡の得られた2頭のオス成獣は1カ月間で120kmを越す広い行動圏を持っていた。2009年秋期の食性の95%はミズナラ種子に依存していた。1/25000図で見ると滞在場所はブナ林が圧倒的に多かった。しかし毎木調査によるメートル単位の小スケールで見るとブナ林、ミズナラ林、針広混交林が識別でき、滞在場所は移動場所と比較してミズナラ林が多いという違いが検出された。つまり、堅果類豊作年において行動圏は予測に反して広がった。しかしメートル単位のスケールで見るとクマは広域に広がるミズナラ資源を求めて滞在していることが分かり、これは食性を反映していた。

P3-167

ツチバチの帰還習性：発見困難な地中の寄主に対する地上からの探索開始位置決定戦略

*谷聡一郎, 上野高敏(九大院・生防研)

寄生蜂における寄主探索行動には多くの研究があるが、その中でも、「地上と地中」という隔てられた環境間で探索を行う種についての研究は少ない。これらの種にとって、地中は、視覚的・化学的手がかりが利用しづらい事、移動に大きなコストがかかる事などから探索が困難であり、寄主探索には、地上からの探索開始地点決定が重要であると考えられる。しかし、地上から地中の寄主の居場所をどのように探索しているのかについては、ほとんど分かっていない。私たちは、非営業性であり、コガネムシ類を寄主とするツチバチを用いて、雌がどのようにして地中への探索開始地点を決定しているのかを調べた。野外において雌バチが同一地点に繰り返し飛来する、という予備的な観察から、寄主発見場所に対する学習実験とマークリキャプチャー調査を行ったところ、雌が寄主探索の際に一度寄主を発見した特定の場所を学習する事、そして、この特定の場所に強い固執性を持ち、離れた場所からでも繰り返しこの場所に帰還する事、が明らかになった。膜翅目における特定位置への帰還行動は、主に営業習性を持つ種で多く知られているが、今回、探索困難な寄主に対する採餌戦略としての利用が示唆された。非営業性の種における、特定位置への帰還行動を用いた採餌戦略は、現在までにあまり知られていない。この行動は、地上からの寄主情報獲得が困難である事、エネルギー補給のため、地上と地中を行き来しなければならない事、寄主のコガネムシ幼虫が集中分布している事、などの理由から進化したと考えられる。本発表では、この行動について紹介するとともに、これを考慮した応用的利用への展望について考察する。

P3-169

寄生蜂 *Heterospilus prosopidis* の宿主探索における学習と意志決定過程

*阿部真人, 堀部直人, 嶋田正和(東大・総合文化)

行動は動物に見られる特徴的な形質の一つで、採餌や危険回避、繁殖といった目的を達成するために身体を環境内で移動させる現象である。動物の行動は古くから多くの研究者に注目されてきた。1970年代から隆盛になった行動の研究の一分野である行動生態学では、主に行動の帰結とその適応度に焦点を当てて適応行動を明らかにする一方で、その帰結に至るまでの意志決定過程を無視してきた。しかし、意志決定過程には生理的な状態や情報処理といった内的な要素と、環境といった外的な要素の相互作用が反映されていると考えられるため、適応行動の背後にある意志決定過程を明らかにすることは意義がある。特に近年、動物の時刻tにおける位置データを取得し、歩行軌跡の観点から研究する Movement ecology という分野が盛んであり(PNAS 2008特集)、歩行軌跡には動物の意志決定過程が反映されていると考えられ、それを解析することで意志決定過程の一端とその適応的意義を知ることができる。

本研究ではアズキゾウムシ(*C.chinensis*)の幼虫・蛹を宿主として寄生するコマユバチの一種 *Heterospilus prosopidis* の宿主探索行動を自動追尾システムを用いて歩行軌跡データを取得し、その意志決定過程を解析した。解析方法として、(i) 確率過程のあてはめ、(ii) 自己組織化マップを用いた運動パターンの分類、(iii) 局所的探索と大域的探索の切り替え、の3つを適用した。それにより、確率過程として捉えた場合の適応的意義、環境からの情報を基にした運動パターン変化、学習を基にした探索方法の切り替えダイナミクスを知ることができた。それを基に、行動を形成するプロセスとしての、記憶・学習をベースにした意志決定過程について考察する。

P3-170

森林の視界環境がニホンザルの他個体モニタリング行動に与える影響

* 鈴木真理子(京大・野生動物), 杉浦秀樹(京大・野生動物)

集団を形成する動物は、仲間とはぐれないために、常に仲間の行動や位置を把握する必要がある。ニホンザルは、数十頭から成る大きな群れを形成し、群れとしてまとまって移動する。著者らは、ニホンザルにおいても周囲に個体が少なくなると音声のやりとりや、周囲を見回す行動「他個体モニタリング行動」が多くなることを明らかにした。一方、仲間の行動や位置の把握しやすさには、視界環境も影響していると考えられる。本研究では、森林の視界環境によってニホンザルの他個体モニタリング行動がどのように変化するかを調べた。

調査は2007年4月から9月の間、屋久島に生息するニホンザル2群を対象におこなった。個体追跡法を用いて、他個体モニタリング行動、近接個体数、GPSによる位置情報を記録した。また、視界環境は行動域内に50m×50mの格子状に測定場所を設定し、レーザー距離計を用いて可視範囲の半径を推定した。サルがいた場所からもっとも近い測定場所の値を視界環境の指標とし、他個体モニタリング行動との関連を検討した。

ニホンザルは周囲に他個体がいなるときに、視界環境の影響を受けることがわかった。視界環境が良いときよりも悪いときには、より高頻度で鳴き、周囲を見回した。一方、周囲に個体がいるときは、どちらの行動もあまり環境の影響を受けなかった。周囲を見回す行動は約15m以内のときによく起こり、発声は視界が約10m以内のときによく起こった。ニホンザルは、視界の悪化に伴わず周囲を見回すようになり、さらに視界が悪くなると音声を多用することが示唆された。ニホンザルは仲間からはぐれやすい状況を回避するために、生息地の視界環境に応じて他個体モニタリング行動を変化させていることが明らかになった。

P3-172

半野生馬における集団移動の意思決定

* 坪山佳織(総研大・葉山), 秋田優(申間市・教委), 長谷川真理子(総研大・葉山), 沓掛展之(総研大・葉山, JST さきがけ)

群れで生活する動物においては、集団の構成員全体で合意した意思決定(集団的意思決定)が行われなければ、その集団は移動に伴って分離する。集団内の個体それぞれが持つ社会的な背景と集団移動の意思決定、集団の安定性はどのように関わりあっているのだろうか。本研究ではウマ(*Equus caballus*)を対象として、安定性の異なる社会集団に着目し集団移動における意思決定の要因を探った。ウマは群れで生活する社会動物で、ハレムと呼ばれる比較的安定した繁殖集団と若雄群と呼ばれる流動的な独身雄集団の2種類の社会集団を形成する。移動における集団的意思決定の定められ方は、特定の個体が決める、多数決で決まる、個体それぞれの意思が最終的に一つにまとまる、のいずれかと考えられる。また構成員が流動的な集団の場合には、単に移動の意思を同一にする個体同士が一時的な集団を形成している可能性もある。過去の研究では、ハレムの移動開始は年長の雌や乳飲み仔を持つ雌によって行われる場合が多いことが報告されており、また追隨する個体がなかった場合最初に動いた個体は移動をやめて集団に戻ってくるという。移動前の個体に着目した時、どの個体が移動を開始した時に追隨を始めるかに偏りはあるか、また先に移動した個体からどれだけ遅れて移動を開始するかなどには、個体それぞれに異なる生理的・社会的背景が働いていると考えられる。宮崎県都井岬に生息する半野生馬のハレム群と若雄群を観察し、行動を記録した。得られたデータから、集団移動において移動開始個体に特定の傾向があるかを検証し、また残りの個体の追隨の有無や順序、遅れに対して、年齢や血縁個体の移動状況、所属する集団、集団全体の移動状況と移動前後の行動が与える影響を検証した。

P3-171

Amata 属の配偶行動の解析 ～カノコガとキハダカノコ～

近藤勇介(岐大院・昆虫生態), 中秀司(鳥取大・害虫制御), 土田浩治(岐大・昆虫生態)

カノコガ亜科に属するカノコガ(*Amata fortunei*)とキハダカノコ(*A. germana*)は同所的に生息する昼行性の蛾類である。カノコガは早朝(0500-0900)に配偶行動を行い、キハダカノコは夕方(1500-1800)に配偶行動を行っていることが観察されている。カノコガは腹部第一節と第五節に黄帯があり、キハダカノコは腹部第一節から第七節のすべてに黄帯がある。両種とも昼行性であることから、雄は探雌行動の際に視覚的な情報による配偶者認識を行っていると考えられる。

これまでの研究で、カノコガの雄は探雌行動の際に視覚情報を利用していることがわかった。雌に似せた模型を用いて、黄帯の面積を20-80%に増やした場合、カノコガの雄は面積比が大きくなると探雌行動を中断した。この反応は模型の15cm程度の距離で始まっていたことから、カノコガの雄は遠距離の段階では性フェロモンのみを利用しており、近距離(この場合15cm程度)では性フェロモンと視覚情報を併用していると考えられる。

一方で、近縁種であるキハダカノコはその配偶行動の詳細が明らかにされていない。キハダカノコもカノコガと同様に、配偶行動の際に、雌が性フェロモンを分泌している行動が観察されている。そこで、今回はキハダカノコの雄は探雌行動の際に視覚情報を利用しているかを検証した。さらに、どの視覚情報(翅色、黄帯の面積比など)を利用しているか、その詳細を検証した。これらの結果から、カノコガとキハダカノコの配偶行動における視覚による配偶者認識メカニズムの詳細を考察する。

P3-173

アカネズミのオニグルミ採食技術における社会的学習

武智玲奈

多様な餌資源を利用する動物にとって、採食行動が遺伝的に固定しているよりも学習による柔軟性を有している方が、新規な餌への対応という点で適応的である。学習には、試行錯誤による自己学習と、他個体から新たな行動様式を獲得する社会的学習がある。社会的学習には、他個体の行動の模倣、他個体の食べ痕に基づく学習、母子間伝達がある。試行錯誤では適切な行動を身につけるまでに時間がかかるため、一般的には社会的学習の方が学習効率は高い。本研究では、アカネズミによるオニグルミ種子の採食行動に関して、自己学習や社会的学習が採食技術の向上にどのような効果を持つのかを明らかにするために行動実験を行った。

独立生活する個体における自己学習と社会的学習の効果を調べるために、オニグルミ種子を食べたことがない個体に単独飼育下で種子を与える実験(自己学習のみ)、食痕付きの種子を与える実験(食痕に基づく社会的学習)、上手に食べる個体を隣接させてその行動を見せる実験(模倣による社会的学習)を行った。14日間連続して採食行動を観察した結果、自己学習の実験では、採食技術を向上させる個体が見られた。食痕および模倣による社会的学習では、自己学習の実験と同程度の行動変化しか認められず、自己学習を上回る学習効果は検出されなかった。さらに、母親と過ごす期間における社会的学習の効果を検証するために、育児中にオニグルミ種子を与え続ける実験(母子間伝達による社会的学習)を行った。子どもの自立後に30日間に渡って種子の採食行動を観察し、育児中に種子を与えられなかった子どもの採食行動と比較した結果、育児中に母親がオニグルミ種子を食べることでそれを上手に食べるようになる子の割合が増加し、採食技術が母から子へ伝達されることが示された。

P3-174

乗っ取りにより巣を獲得するニュウナイスズメの繁殖生態
椎名佳の美 (*), 東正剛, 北大・環境科学

既に他種が獲得した資源を盗み取るような搾取的な関係、盗み寄生 (Kleptoparasitism) は、鳥類では餌や巣材の横取りといった行動において知られる。樹洞を繁殖場所やねぐらに利用する樹洞営巣性鳥類においても、盗み寄生と考えられる営巣樹洞の乗っ取り行動が、欧米に生息するヨーロッパムクドリで知られる。森林性鳥類の大半は樹洞営巣性鳥類であるが、自ら樹洞を掘り利用出来る種は、キツツキに代表する極一部の種に限られている。そのため、自ら樹洞を掘り利用出来ない多くの種は、森林内に分布する自然樹洞やキツツキ類の古巣等の限られた樹洞資源に依存しなければならず、同類の樹洞を要する他種との間で常に競争を強いられている。このことから、競争を回避しより適した営巣樹洞を獲得するために、盗み寄生のような行動が生じる可能性がある。

ニュウナイスズメ *Passer rutilans* は、キツツキの営巣樹洞を乗っ取り繁殖に利用することが観察されている樹洞営巣性鳥類である。東アジア地域に分布し、北海道では4月下旬から8月頃にかけて森林や農村部に飛来し繁殖する。森林には、体サイズが似る小型鳥類が留鳥として生息することから、夏鳥である本種は最適な樹洞の獲得において厳しい競争下にあることが考えられる。そこで本発表では、ニュウナイスズメの樹洞獲得における乗っ取り行動は盗み寄生であると考え、乗っ取りが繁殖にどのような効果を持つのか推察することとした。調査は、2006年から2010年の繁殖期(4月-7月)にかけて、北海道札幌市羊が丘にある針広混交林において実施した。ラインセンサス及び個体追跡から、生息数と森林に分布する営巣樹洞を把握した。各営巣樹洞について雛の巣立ち迄の親鳥の繁殖行動を記録した。これらから、好まれた樹洞の種類や乗っ取りによる獲得の有無、他種との競争の有無、繁殖成否を明らかにする予定である。

P3-176

亀岡の水田に同所的に生息するカエル5種の食性調査

* 江口章子, 島田知彦, 今村彰生 (京都学園大 バイオ環境)

京都府亀岡市の水田地帯にはニホンアマガエル、ナゴヤダルマガエル、トノサマガエル、ツチガエル、ヌマガエルの5種が同所的に生息しているという、現在の日本の水田地帯としては希少な環境を擁している。冬眠明けから冬眠するまでの期間について、カエル群集の構造の変化、餌動物相の変化、食性の変化について、詳細に調査し、種内や種間の競争関係などの解明を目指した。

2010年4月から11月にかけて11回のカエルの捕獲調査を行い、36個体のニホンアマガエル、138個体のナゴヤダルマガエル、37個体のツチガエル、98個体のトノサマガエル、173個体のヌマガエルの計482個体のカエルの胃内容、胃内容の湿重量、頭胴長、口幅、体重、を調べた。胃内容からは約5000個体の餌動物が検出された。

捕獲されたカエルの体サイズ分布の計時変化をみたところ、7月下旬の水田の中干しの前後で、5種のいずれについても、成体サイズから幼体サイズへと変化していた。したがって、胃内容物の組成とその季節変化について、体サイズを組み込んだ解析が必要とされることが明らかになった。その上で、体積による重みづけと分類学的距離で重みづけをそれぞれおこない、それらの類似度について解析し、その結果を報告する。

P3-175

子への捕食寄生者密度の変化に対するアメンボの産卵場所選択

* 野林真麻 (九大・システム生命), 平山寛之 (九大・理), 粕谷英一 (九大・理)

動物は捕食リスクに対して対捕食者行動をとるが、対捕食者行動にはコストが伴う。動物が経験する捕食リスクの強さは様々であり、状況に応じて行動を調節する。行動を量的に調節できる場合、自分への捕食リスクの変化に対して、一般的にリスクが上昇すると反応は徐々に強くなるが頭打ちになる。

一方、子への捕食も適応度を下げる要因となる。よって、親は子の捕食を防ぐための対捕食者行動をとる。自分が捕食される場合、捕食により適応度は大きく減少するが、子への捕食の場合には親の適応度の減少は部分的でしかない。そのため、子の捕食リスクの上昇に対し、必ずしも親の反応が強くなるとは限らない。しかし、子の捕食を回避するための親の行動が捕食リスクの違いに対してどのように変化するかを調べた研究はほとんどない。

今回、ナミアメンボと卵の捕食寄生者である寄生蜂を用いて、子の捕食リスクの上昇に対する親の対捕食者行動の変化を調べた。アメンボは水草などにつかまって潜水し、卵を産みつける。潜水せずに水面付近に産卵することも可能である。深い位置に産まれた卵ほど寄生率は低くなるが、潜水は親にとって溺死などのコストを伴うと考えられる。

本研究では、産卵前に異なる密度の寄生蜂(0.6, 12頭)を経験したアメンボの産卵深度を比較した。その結果、寄生蜂を経験した場合(6, 12頭)に産卵位置が深くなったが、寄生蜂密度が6頭と12頭の場合の産卵深度に差はなく、深度の変化は頭打ちとなった。子の捕食リスクの上昇に対して親がとる対捕食者行動は頭打ちになるか、もしくは段階的にしか変化しないのかもしれない。また、羽化後の日数が経過したメスほど深い位置に産卵した。この結果は、子の捕食回避のために親がとる対捕食者行動の決定に親自身のコストや将来の繁殖可能性が影響する可能性を示している。

P3-177

コロニーからのカワウ出入りパターンの季節変化と餌変動の関係

* 熊田那央, 藤岡正博 (筑波大・農)

カワウによる河川での放流魚の採餌、特に集団のカワウによる採餌が問題となっている。カワウはしばしば集団で採餌するが、単独採餌個体も多いことから、環境条件や餌分布に応じて採餌行動を変化させていると考えられる。放流魚への集団採餌発生パターンを明らかにできれば、食害防除の助けとなるだろう。しかし、カワウは短時間の採餌と長時間の休息を繰り返すため、河川を踏査しても集団採餌の場所や頻度を定量化するのは困難である。カワウは集団繁殖しており、営巣地から同時に飛び立つ群れは同じ場所で採餌している可能性が高いので、飛び立ちの方向や羽数などの出入りパターンからおおまかな集団採餌する個体数や採餌場所を推測できる。本研究では、コロニー(集団繁殖地)からのカワウの出入りパターンと餌内容を同時に調べることで、集団採餌の発生パターンとアユ放流を含む餌資源の変動の関係を明らかにすることを目的とした。

調査は山梨県甲府盆地のコロニーで行なった。2010年4月から10月に月1回、飛び立ち方向と数を日の出前から日没後まで記録した。また、コロニー内でカワウが吐き出した未消化物の塊(ペリット)を収集し、中に含まれる耳石や咽頭骨から餌内容を調べた。

コロニーの個体数は4月から7月は300羽前後で推移した。8月は560羽、9月は760羽に増加し、10月にはまた320羽に減少した。コロニーからの出入りパターンは調査期間を通して変化した。アユ放流直後の4月には飛び立ち集団サイズは平均1.5羽と小さかった。その後8月まで集団サイズが大きくなり、9月と10月には再び小さくなった。8月の平均集団サイズは6.5羽で、200羽以上の大群での飛び立ちがみられた。調査期間は河川における魚の産卵・生長期であり、アユ放流・アユ釣り解禁などのイベントとも重なる。餌内容にも変化がみられたことから、餌分布の変動がカワウの集団採餌発生パターンに影響している可能性が示唆された。

P3-178

北海道屈斜路湖和琴半島におけるエゾリス *Sciurus vulgaris orientis* の生息状況と外来種アメリカミンク *Mustela vison* の分布

*南佳典(玉川大・農)、松野美都(玉川大・農)、田中優子(知床財団)、金井秀明(玉川大・農)

北海道東部では、特定外来生物に指定されているアメリカミンクによる在来種への影響が懸念されている。屈斜路湖畔の和琴半島では在来種であるエゾリスが生息しているが、数年前から減少し始め、それに対してアメリカミンクの見回りが増加している。本研究では、エゾリスの生息および行動に対するアメリカミンクの影響を把握することをこころみた。

調査は2007年と2010年の2回行った。調査地の和琴半島は、主な広葉樹としてミズナラ、サワシバなどが生育しており、エゾリスの好むオニグルミは半島の入り口にわずかに点在する。針葉樹はトドマツを主とし、イチイ、エゾマツが分布する。エゾリスの調査は、目視とともに、捕獲檻、センサーカメラを用いて行った。探勝路沿いに捕獲檻10カ所、カメラ8カ所を設置し、捕獲檻のエサには落花生や剥きクルミを用いた。捕獲檻の見回りは午前と午後の2回行った。捕獲した個体は個体サイズの測定、雌雄の判別、蛍光塗料で尾にマーキング後、放逐した。目視による調査では、エゾリスとともにアメリカミンクのフィールドサイン(食痕やフン)も探索した。

その結果、捕獲檻にはエゾリスが5回捕獲され、その他にアカネズミ、ヒメネズミおよびエゾヤチネズミが捕獲された。目視では、エゾリスの行動範囲内にアメリカミンクのフィールドサインが多数見られ、その他エゾクロテンやエゾタヌキのものも見られた。2007年に比べ、2010年ではエゾリスの捕獲数および目撃回数が激減した。主食となる堅果の生産量も影響していると考えられるが、アメリカミンクによる影響も否定しがたい。和琴半島周辺では2010年初めからアメリカミンクの駆除活動が開始されたが、本種は釧路湿原全域に分布拡大しているため再侵入するには多くの時間は必要ないだろう。今後も、エゾリスの行動をより的確に把握することを継続する必要があると考える。

P3-180

個体識別の必要ないカメラトラップによるシカ生息密度評価法

*姜兆文(WMO)、山根正伸(神奈川県自然環境保全センター)、今野建志郎(横浜国立大)、山田雄作(WMO)

カメラトラップ法:赤外線センサー自動撮影カメラを使用し、動物が通ると写真が撮られる仕組みであり、観察されるプロセスをモデルにすることで、探知確率による密度推定する方法である(Rowcliffeら2008)。

研究目的:大型動物であるニホンジカ個体数調査手法を確立。

調査地域:丹沢山地にある寄水源地下流部に位置し、面積約529haの扇形地域。

カメラ:Moultrie Game Spy I40、12台。

調査期間:2010年1月18日~2月10日。

モデル式: $D=(y/t)/(\pi/vr(2+\theta))$

[y/tはある時間内に撮影された写真の枚数、vはシカの移動速度(調査地域内でシカに装着したGPS発信器から得られたデータから推定)、rはカメラの探知距離、 θ はカメラの探知角度、平均集団サイズ(同地域撮影されたシカの平均頭数から推定)]

推定平均密度:21.9頭/km²(1.4~61.0)。

シミュレーション結果:カメラ設置日数を10日固定すると、再現性はカメラの数が20台程度で急激に改善された。カメラの数20台を固定し、設置日数を変化させた場合、再現性は10日間程度で急激に改善された。カメラ設置台日数の合計500台日を固定し、設置地点数を変化させた場合、再現性は、撮影率の分散に強く依存した。以上の結果より、カメラの設置地点は最低でも20箇所設置すべきであり、出来れば40箇所が好ましく、最低でも10日間は設置すべきである。

考察:本研究により推定された生息密度は、区画法と糞粒調査の密度と大きな差が無く、信頼性があると考えられる。今後、継続的に複数の生息密度推定法を同地域で実施することによって、比較的省労力、環境に対する攪乱も小さく、信頼性の高い密度推定法が確立できることを期待する。

P3-179

森と海のつながり:陸生ガニによる分解者機能の推定

*山北剛久、池田紘士、岡部貴美子(森林総研・昆虫)、宮島利宏(東大・大気海洋研)

異なる生態系間の相互作用が双方の生態系に与える効果の重要性が指摘されて久しい。森林と河川、河口と沿岸の関係を示す研究は少なく、サケ科魚類、堆積物流出や鳥類などに着目した一部の例にとどまる。これまでの研究で、大河川より小河川を経由して海と陸が接する地域でより相互作用が強いことが指摘され、島や半島が多い日本列島でこの重要性は高い。しかし、沿岸の多くが護岸や道路などの人為的利用で分断される中、開発の影響を直接受ける地表徘徊性生物に関する知見は少なく、生態学的な機能も不明である。

そこで、本研究では幼生期を海中で過ごした後に林内で成長する2種の陸生ガニに着目し以下の解析を行った。まず、過去の分布境界の記録を用い、海からの距離、土地利用、地形との関係を示した。次にエサの選好性と消費速度を飼育実験によって示した。最後に安定同位体比を計測し、同化されている餌を推定した。

その結果、アカテガニの分布限界域には海からの距離が最も影響し、標高や傾きの寄与もあった。ベンケイガニは植物・動物ともに消費したが、アカテガニは動物食の傾向が有意に強いこと、2種ともに照葉樹より落葉樹の消費のほうが多い傾向がありベンケイガニにおいて有意であった。CN安定同位体比の予備的解析結果からは2種共に土壤動物と植物を雑食した傾向が見られている。

海岸線の複雑性が潜在分布域を増加させること、2種は分解者あるいはその捕食者として異なる機能を果たすこと、照葉樹林内の植生の多様性がその機能に影響する可能性が示された。日本の暖温帯の海岸で普通に見られた陸生ガニが森林の分解者系におけるキーストーン種としての機能を果たす可能性は高い。

P3-181

ツキノワグマの大量出沒によって遺伝構造はどう変わるか?

*大西尚樹(森林総研・東北)、湯浅卓(WMO)、森光由樹(兵庫県大/森林動物研究セ)、大井徹(森林総研)

ツキノワグマが大量出沒した年に遺伝構造がどのように変わるのかをマイクロサテライトDNA解析により明らかにした。

調査は2004年から2008年にかけて富山県で行った。ヘアトラップで回収した体毛および通常年に狩猟により捕獲された個体を通常個体として扱った。04年と06年に大量出沒年とし、秋に有害駆除により捕獲された個体を出沒個体として扱った。両者のマイクロサテライトDNA6遺伝子座の遺伝子型を決定し、個体間の遺伝的関係と地理的距離について解析を行った。

通常個体群では雌雄ともに距離による隔離の効果が見られるのに対し、大量出沒年の出沒個体では遺伝構造は見られなかった。大量出沒の翌年には遺伝構造が回復していることから、大量出沒時の遺伝構造は一時的なものであり、次世代への遺伝構造には影響しないことが示唆された。

P3-182

北アルプスに生息するニホンザルの生元素安定同位体比と生息地利用

*中下留美子(森林総研), 鈴木彌生子(食総研), 楊宗興(農工大・農), 高嶋千尋, 泉山茂之(信大・農)

北アルプスは山麓から高山域まで標高1000 - 3100mもの高度差をもち、植物の垂直分布帯がはっきりしている。ニホンザルはこの環境をうまく利用して、非積雪期に亜高山帯・高山帯の高山域を広く利用する群れ(alpine群)、山地帯の落葉広葉樹林に生息する群れ(mountain群)、山麓部で猿害を引き起こしている群れ(rural群)が多数隣接して生息している。本研究ではこれら多数の群れのニホンザルから採取した体毛の炭素・窒素安定同位体比を測定し、群れの生息地利用と同位体比の違いについて検討した。

炭素同位体比はrural群で最も高く、alpine群とmountain群では変わらなかった。rural群の高い値は里のトウモロコシの猿害と一致する。一方、窒素同位体比はrural, mountain, alpine群の順に低くなり、試料採取地点の標高と負の相関を示した。つまり、標高の低い地域に分布している群れの個体ほど高い窒素同位体比を示した。生息場所の標高の違いにより動物タンパク質を得る機会が異なるという証拠はなく、標高が低いほど植物(農作物は除く)の窒素同位体比が高いという結果も得られていない。そこで、北アルプスにおいて他の植物よりやや高い窒素同位体比をもつマメ科植物に着目した。mountain群の生息域は人家や畑はなくとも林道が多数存在し、林道沿いの法面にはマメ科植物が多く生育しており、サルもよく利用しているところが観察される。一方、alpine群の生息域は、ほとんど林道がなく、マメ科植物を利用する機会が少ない。群れの行動圏内の道路総延長と窒素同位体比を比較したところ正の相関を示したことから、林縁部におけるマメ科植物の利用が窒素同位体比に反映されていると考えられた。

P3-184

サケ科魚類の密度依存型競争に河川環境が与える影響の解明を目指して

*長谷川功(さけますセンター), 山崎千登勢(北大環境科学院), 大熊一正(さけますセンター)

河川棲サケ科魚類において、密度依存型競争は個体の成長や個体群調節を考える際に重要である。この密度依存型競争を理解するポイントとなるのが2つの競争様式: 採餌空間を巡って他個体と争う干渉型競争と、個体間の干渉を伴わずに餌資源を全個体が利用する場合に生じる消費型競争である。どちらの競争が生じるかについては、密度の影響が指摘されている。低密度下では、採餌空間を巡って競争することなく各個体が採餌するので、消費型競争の影響が強くなる。一方、密度が増加すると、利用できる空間が限られてくるので、採餌空間を巡る干渉型競争が強くなる。密度には当然ながら、環境要因が強く影響する。さらに、演者による実験条件下での先行研究によって、環境要因(視覚的障害物の有無・流速条件)が競争様式に直接影響することも明らかになった。本研究では、環境要因・密度・競争様式を統合的に考慮して密度依存型競争を理解することを目指す。その第一段階として、サクラマス(ヤマメ)当歳魚を対象として、野外調査を行った。

調査は、北海道千歳市を流れるママチ川で行った。2009年、2010年の6月にのべ28調査区で、サクラマス当歳魚の密度推定、体サイズ測定を行い、干渉型競争の激しさの簡便な指標となる体サイズのばらつき度合いを変動係数(CV)で評価した。また、サケ科魚類のハビタット利用を評価するうえで一般的に考慮される環境要因(川幅・淵の割合・平均流速・平均水深・倒流木などの障害物の量)を計測した。

その結果、密度と体サイズの間には、密度依存型競争を示す負の指数曲線が描けた。また、河川規模が大きくなると密度は低下した。したがって、河川規模が大きい場所ほど、消費型競争が強くなる可能性が考えられた。体サイズのCVと環境要因の間には明瞭な関係はみられず、環境要因の競争様式への直接的な影響は現段階では検出できていない。

P3-183

北陸地方におけるニホンイノシシの遺伝的集団構造

*山崎裕治, 安達文成, 萩原麻美(富山大・院理工)

昨年、日本各地でニホンイノシシ *Sus scrofa leucomystax* の生息範囲の拡大および人里への出現頻度の増加が報告されている。これに伴って農作物への被害が拡大しており、加えて生態系への影響も懸念されている。日本列島ほぼ中央部の日本海側に面する北陸地方においても、同様の傾向が認められている。特に、ここ数年間におけるニホンイノシシの出現個体数の増加は著しい。このような個体数増加は、北陸地方における繁殖機会の増加だけではなく、周辺地域からの移入に起因していると考えられる。そこで本研究では、ニホンイノシシの北陸地方、特に富山県への移入ルートおよび県内における分散パターンを推定するために、富山県および周辺県の個体を対象とした集団遺伝学的解析を行った。ミトコンドリアDNA調節領域の部分塩基配列を決定した結果、対象地域において2007年から2010年にかけて捕獲・提供された個体から既報の4つのハプロタイプ(J01, J03, J08, J09)および新規の3つのハプロタイプ(JX1-3)が検出された。このうち富山県においては、J03およびJ09を有する個体が高頻度に出現した。これら2つのハプロタイプの富山県内における出現パターンの経年変化、および周辺県における出現パターンを比較した。その結果、J09を有する個体は富山県中央部および西部に進入し、その後は両地域で個体数を増加させると共に、その個体の一部は富山県東部へ分散していることが推察された。一方、J03を有する個体については、富山県東部への移入が生じており、その後富山県内の中央部へ分散していることが推察された。これらの結果から、今後も富山県内および北陸地方におけるニホンイノシシの個体数増加および生息範囲の拡大が懸念される。

P3-185

シミュレーションモデルを用いた太平洋クロマグロ管理の評価手法の検討

*市野川 桃子, 竹内 幸夫(遠洋水研)

水産資源の評価・管理は、個体群動態・水産資源学の理論を応用した学際的な応用科学である。一般的な水産資源の評価・管理は、1) 漁業データの収集・解析、2) 資源評価モデルによる個体群の数やトレンドの推定、3) 推定された資源状態を基に、管理目標達成のための管理方策の策定、という流れで行われる。さらに、管理を行ったあとには、管理の効果を検証するための評価作業が必要である。普通、定期的に行われる資源評価によって、管理の効果の実証が試みられる。

しかし、一般に、野外資源の個体数の絶対値を正確に推定することは困難であることから、資源評価結果に推定誤差が含まれていることを想定して管理方策を策定する必要がある。そのため、現実を模した個体群と漁業の動態をシミュレーションで再現し、そこに管理方策を適用することで、管理方策の評価を行う方法(オペレーティングモデル)が提案されている。

太平洋クロマグロの資源評価・管理においても、個体数の絶対値の推定値が、自然死亡率や漁業の選択率の仮定に大きく左右されることが問題となっており、それらの不確実性に対して頑健な管理目標・方策を探索することが求められている。本研究では、オペレーティングモデルを用いて太平洋クロマグロに適用可能で頑健な管理方策を選択するための手法を検討する。

P3-186

冬季沖縄における亜種ヒヨドリの動態

山口恭弘(中央農研・鳥獣害研)

ヒヨドリは日本全国に分布し、鳥類目録第6版によると8亜種に分類され、北海道から九州に生息するものを亜種ヒヨドリ、沖縄諸島に生息するものを亜種リュウキュウヒヨドリとしている。亜種ヒヨドリは全国各地で秋と春に渡りをし、冬季には沖縄諸島で越冬する個体もある。しかし、亜種ヒヨドリが、毎冬、沖縄まで移動しているのか、割合はどれくらいなのか等分かっていないことは多い。

調査は2006, 2008, 2009, 2010年の4年間は2月に1回、2007年は1月終わりとして2月初めの2回、それぞれ3-4日、沖縄本島やんばる地域において亜種ヒヨドリの割合調査と密度把握のためのセンサス調査を行った。割合調査は調査地全体を里：集落とその周辺、果樹園：たんかん園、山：集落から1km以上山側に入った地域の3エリアに分け、車、徒歩で移動しながらヒヨドリの確認に努め、どちらの亜種であるか識別し亜種ヒヨドリの割合を算出した。センサス調査は果樹園を含む里と山の林道にそれぞれ距離2kmのルートを設け、観察半径25m、時速2kmで各年に少なくとも1往復の調査を行った。

割合調査は5年間で21日行い、亜種リュウキュウヒヨドリは1,856羽、亜種ヒヨドリは48羽確認された。亜種ヒヨドリは、2007, 2008, 2009年に確認され、2006, 2010年には確認されなかった。割合調査では、2007年2.7%、2008年0.3%、2009年8.3%となり、年により来ない年もあり、来ててもその割合が異なることが分かった。また、亜種ヒヨドリが確認された3年間における里、果樹園、山における割合はそれぞれ、5.8、4.4、0.3%であった。

センサス調査は5年間で、里で7往復、山で8往復調査を行い、里で836羽、山で365羽のヒヨドリを確認した。亜種ヒヨドリが確認された年は確認されなかった年に比べ数が多い傾向が見られた。

P3-188

ニホンジカ伊豆地域個体群の遺伝構造と行動の解析 I - GPS 首輪によるメスジカの行動と生息環境利用の把握 -

*大場孝裕, 山田晋也, 大竹正剛, 大橋正孝(静岡県・森林研セ)

伊豆地域ではニホンジカが増加し、農林産物被害や自然植生衰退を生じさせているため、静岡県は特定鳥獣保護管理計画を策定して対策に取り組んでいる。個体数削減が当面の課題であり、1日当たりのメスの捕獲頭数制限の解除等、狩猟規制の緩和に加えて、有害鳥獣捕獲や管理捕獲を実施している。推定分布面積約800km²において、平成21年度は約5,000頭(うちメス約2,400頭)を捕獲しているが、推定2万頭強生息するニホンジカの削減には至っていない。メスよりもオスが多く捕獲され、個体群の性比(推定メス約65%)と隔たりのある捕獲割合が続いていることが、個体数削減の阻害要因にもなっている。県では、狩猟者、猟友会に対してメスの捕獲を促しているものの、状況は改善していない。

子を産むメスの捕獲割合を高めるため、メスの行動特性や環境選好性を把握し、メスが長く生息する場所で捕獲を進めるなど、メスの捕獲効率を改善する必要がある。そこで、麻酔銃でメスを生体捕獲し、GPS首輪(Followit社製 Tellus Basic 5H1D)を装着して、行動追跡調査を実施した。

2008年11月から2010年3月まで、17頭を追跡した。得られたデータには、マルチパス等による誤差の大きな測位点が含まれているため、GPS首輪で記録された標高と水平座標からGISを用いて求めた実際の標高の差が30m以下、かつHDOP(水平精度低下率)が4.0以下の測位点のみを使用して解析を行った。

1ヶ月以上追跡できた15頭のカーネル法による95%行動圏は45.6 ± 30.9ha、50%行動圏は7.2 ± 4.3haであった。行動圏の季節的な変化は明確には生じなかった。伐採跡地やササ草原、ゴルフ場、牧草地といった開放的な環境を選択的に利用している個体が多い反面、針葉樹人工林だけ、落葉広葉樹二次林だけを利用している個体もいた。

P3-187

アフリカ熱帯林における哺乳類糞のDNAによる種同定

*井上英治(京大・理), Etienne Akomo Okoue (IRET, Gabon), 井上-村山美穂(京大・野生研)

ガボン共和国には、熱帯雨林が多く残存しており、哺乳類の種数も多い。中大型の地上性哺乳類の多くは、糞の採取が比較的容易である。そこで、本研究では、ガボン南西部に位置するムカラバドゥ国立公園において、中大型哺乳類の生息状況や分布を調べるために、できるだけ多くの糞を採取し、DNA分析を行ない、種同定を行なった。哺乳類において、配列情報が豊富なミトコンドリア、シトクロムb領域の配列を決定した。ただし中型の偶蹄類については、種同定に適しているとの報告があるコントロール領域の配列を決定した。糞の外見からも種同定が比較的容易な、アフリカゾウ、ウォーターバック、アフリカスイギュウ、ゴリラ、チンパンジーは、それぞれ登録配列と99%以上で一致した。アカカワイノシシは、登録配列が少なく、95%の一致であった。食肉目の糞には、ハナナガマングース、タテガミジュネット、アフリカジャコウネコの登録配列と99%以上で一致する試料があった。また、登録配列情報の乏しいアフリカゴールデンキャットは、系統樹の解析から、種同定を行なった。中型の偶蹄類では、イエローバックダイカー、ブルダイカー、ベイダイカー、ミズマメジカが生息することがわかった。オジルビーダイカーとピーターズダイカーは、コントロール領域でも種同定できないため、この両種もしくはどちらかの種がいることがわかった。げっ歯類の糞も1つ採取できたが、これはフサオヤマアラシの糞であると推定できた。このように、糞を用いたDNA解析から、多くの地上性哺乳類の種を同定できた。動物群によっては、種ごとの登録配列情報が十分ではなく細かい由来地域の情報が乏しいため、今後、様々な地域で動物のDNA配列情報が報告されれば、各地域の動物の遺伝的特性がわかり、DNA解析からどの地域由来か推定できる可能性もある。

P3-189

ニホンジカ伊豆地域個体群の遺伝構造と行動の解析 II - ミトコンドリア DNA シークエンスによる遺伝構造解析 -

*山田晋也(静岡県・森林研セ), 湯浅卓(㈱野生動物保護管理事務所), 大場孝裕, 大竹正剛, 大橋正孝(静岡県・森林研セ)

孤立度の高いニホンジカ地域個体群に見られる遺伝的多様性や遺伝構造から過去の狩猟圧による影響や生息地分断の影響を解析することは、今後の管理がニホンジカ地域個体群の遺伝的多様性や遺伝構造にもたらす影響を予測する上で重要な意味を持つ。静岡県の伊豆地域は、県内他地域に比べ広葉樹林の割合が多く、針葉樹林と入り混じって多様な自然環境を形成していること、また、冬季の積雪もほとんどなく、温暖な気候下にあることから、ニホンジカの生息環境として適しているため、県内の他の地域個体群と比較して個体数の増加が顕著な地域である。

伊豆地域のニホンジカは、ミトコンドリアDNA(以下mtDNA)のD-loop領域の解析によりIとHの2種類のハプロタイプ(以下Ht)を有し、HtIは伊豆地域中心部に、HtHは伊豆地域北西部及び富士山麓東部に分布することが明らかにされている(Yuasa et al. 2007)。Yuasaらのサンプリングより約10年が過ぎたが、特定保護鳥獣管理計画によれば伊豆地域のニホンジカの推定生息頭数は増加傾向にあること、分布も拡大傾向にあることから、現在のHtの地理的分布を言及することは難しい。そこで、伊豆地域におけるニホンジカの分布を網羅するように215頭のHtを分析することとした。供試個体から組織片を採取してDNAを抽出し、mtDNAのD-loop部分配列(463bp)の塩基配列を決定して分析を行ったところ、全215頭から4つのHt(I, NIと1塩基異なる、H、O:Hと1塩基異なる)が認められた。I(161頭)は伊豆地域全域、H(48頭)は伊豆地域北西部、N(5頭)は伊豆地域北東部、O(1頭)は伊豆地域北西部に分布していることが分かった。これまでの結果と合わせて伊豆地域個体群の遺伝構造について考察する。

P3-190

屋久島におけるニホンザル行動域の長期的な移動

杉浦秀樹 (京都大学 野生動物研究センター)

屋久島の西部海岸地域は、約100頭/km²の高密度でニホンザルが生息している。この地域の約4km²に住む、約10群の長期調査の結果から、ほとんどの群れが、長期に渡って徐々に北に移動し続けていることが明らかになった。この移動を定量的に記述すると共に、その原因について考察する。

このような移動の起こる前提条件として、ニホンザルの群れが高密度でぎっしりと分布し、群れ同士の関係が、敵対的であることが挙げられる。隣接群からの圧力を受けて、行動域が移動すると考えられる。

南から北への移動は、南の地域でより個体数が増大していることが考えられるが、出産や個体数変動のデータからこの可能性を検討する。また、北部と南部の生息環境の違いについても検討する。

P3-191

個体のばらつきと進化と個体群の持続性

中道康文 (九州大・理)

(キャンセル)

P3-192

北海道真駒内公園におけるヒラタシテムシとオオヒラタシテムシの種間競争

住友宏幸*, 廣田忠雄 (山形大理工学研究科)

シテムシ科ヒラタシテムシ亜科のヒラタシテムシ *Silpha perforata* とオオヒラタシテムシ *Eusilpha japonica* は地表徘徊性種であり、前者は飛翔能力を持たず、後者は飛翔することができるがほとんど飛ばないことが分かっている。先行研究において、両種の生息場所の重複度が低いことが報告されており、本研究でもまた同様に、両種が棲み分けている傾向が観察された。ヒラタシテムシとオオヒラタシテムシはミミズなどの土壤無脊椎動物を餌としているため、餌資源をめぐる消費型の競争は生じにくいと考えられる。そこで、本研究では、干渉型の競争が両種の棲み分けを形成している可能性を検証した。

同種の雌雄ペアを3対・6対を一緒に飼育した場合とヒラタ3対とオオヒラ3対を混合飼育した場合に産卵された卵から孵化した幼虫数を比較した。また、季節消長、日周活動性、卵巣発達度から繁殖時期が重複しているかどうかを調べた。

その結果、両種とも同種他個体密度が増えると孵化幼虫数が減少した。しかしながら、他種他個体の影響はヒラタシテムシにおいてのみ見られた。ヒラタはオオヒラタの存在によって孵化幼虫数が同種他個体と飼育したときよりもさらに減少したが、オオヒラタはヒラタの存在に全く影響されなかった。これはヒラタシテムシにとって、同種他個体による負の影響よりも他種他個体による負の影響のほうが大きいと予想される。また、季節消長と日周活動性におおきなずれはなく、繁殖時期も重複していた。つまり、干渉型の競争による孵化幼虫数の減少と活動時期・時間・繁殖時期の重複により、両種の棲み分けが起きている可能性が示唆された。

P3-193

北海道屈斜路湖和琴半島に侵入した外来種アメリカミンク *Mustela vison* の生息状況と在来種に対する生態的インパクト

* 谷本 亮 (玉川大・農), 高橋勇治 (玉川大・農), 筒井勇介 (玉川大・農), 金井秀明 (玉川大・農)

アメリカミンク (*Mustela vison*) は、毛皮生産目的で1950年頃、主に北海道を中心として導入されたが、飼育場から逃走した個体、廃業になり捨てられた個体などが野生化し、現地の自然環境に定着、増殖して北海道に帰化した。本種は完全肉食動物とされており、魚やカエル、野ネズミ、ノウサギ、水鳥、甲殻類などを捕食する。在来種のエゾクロテンやイイズナなどよりも体が大きく、その強い捕食圧のために同じ地域に生息するイタチ科などの在来種の棲息地や餌資源を奪い、現地の自然生態系に影響を及ぼすことが懸念されている。本種が急激にその個体数を増やした最大の原因は道内に同種の天敵が存在しないことであり、近年、道内各地において本種の分布が確実に拡大していることが目撃情報の増加や、研究機関による報告例から明らかである。環境庁による2003年の調査では、北海道のほぼ全域での分布が明らかで、道東地域における増殖状況は、釧路湿原・釧路川での2008年の調査以来、今まで報告例の無かった屈斜路湖和琴半島(北緯43度、東経144度)でも、住民や観光客らにより同種の存在が確認されるに至った。そこで、本調査では、屈斜路湖および釧路川上水流域の生態系を保護することを目的とし、和琴半島において採集した糞から捕食対象の特定と季節変動による餌資源の変化、さらにトラップによる捕獲と目視による観察から調査地における本種の生息密度の特定を試みた。その結果、年間を通し、水域周辺に生息するエゾヤチネズミなどの哺乳類の他、魚類、鳥類、両生類、甲殻類などを広く捕食していることが明らかで、夏季には同じく外来種のウチダザリガニを特徴的に多く摂取していることが判明した。

P3-194

ショウジョウバエ翅形態の安定性に対する人為選抜実験

*辻野昌広, 高橋一男(岡山大・RCIS)

生物はその発生過程で受けるさまざまな攪乱に対して、それらを緩衝し形態形質を安定化する機構を持つと考えられる。この機構は遺伝的多様性の維持および物理的な環境変動への適応において重要である。発生過程の安定性を定量化する際には、fluctuating asymmetry(形態の左右差; 以下FA)がしばしば用いられる。これは、生物体の左右の対応する部位は遺伝的、物理的環境を共有しているため、FAが発生過程のランダムな攪乱を反映すると考えられているからである。

ショウジョウバエの翅は、そのFAが飛翔や求愛歌に影響する可能性も示唆されており、FAの適応的意義と研究のしやすさから、多くの研究がなされてきた。しかし、翅形態のFAに影響することが示唆されている遺伝子はごく少数であり、推定されている遺伝率も非常に小さい。一方で、翅の部位により、独立な形態形成機構が働いている事が分かっており、部分形態特異的なFAの制御機構が存在する可能性がある。

本研究では、野生キイロショウジョウバエ系統を材料として、翅の部分形態特異的なFA制御機構の存在を明らかにすることを目的として研究を行った。EHIME-FLYより入手した、日本列島各地で採集された野生キイロショウジョウバエ20系統を対象に、4つの翅形態形質のFAの系統間分化と遺伝率を評価した。また、FAに対して人為選抜実験を行い、FA制御機構の進化的応答を検証した。

その結果、一部の部分形態のFAにおいて、有意な系統間分化や、有意な遺伝率が検出された。これらの結果は、FAの制御機構は体の部位ごとに異なることを示唆している。実際に、有意な系統間分化の見られなかった部分形態のFAについては、7世代の人為選抜への、FAの進化的応答は検出されなかった。今後、別の部分形態を対象とした人為選抜を含め、さらなる研究が必要である。

P3-196

絶滅危惧I類クロシジミの遺伝構造

*竹内剛(京大・生態研), 清拓哉(京大・生態研), 高橋純一(京産大・総合生命), 椿宜高(京大・生態研)

クロシジミは、幼虫前期にはアブラムシ類の甘露を舐め、幼虫後期にはクロオオアリの巣の中で餌を与えられて育つ。このような種は共生のために複雑な生息条件が必要になるためか、本種は日本各地で激減し、環境省のレッドリストでは絶滅危惧I類に挙げられている。このような共生関係を持つ生物種を対象に行う保全は、関係する他の多くの生物種の保全にもつながるため、生物多様性の保全に貢献すると期待して、クロシジミの保全を目的とした研究を始めた。

日本各地に残されたクロシジミの生息地を訪れて生息環境を見たところ、本種は山地の崖や人里近くの荒地など、半裸地的環境に生息することが分かった。これは共生するクロオオアリの生息環境によるものと考えられる。裸地の多くは遷移が進むと失われる。山地の崖などの一次環境は比較的安定だが、人里近くの荒地などはすぐに遷移が進むだろう。したがって、前者がソースポピュレーション、後者がシンクポピュレーションになるのではないかと考えて、地域個体群の遺伝構造を調べた。mtDNAでは日本各地の産地間の差異をある程度検出できたが、地域個体群間の遺伝構造を解析するには不十分だったので、これからマイクロサテライトを開発する予定である。

P3-195

都市近郊に生息するノウサギの遺伝的多様性

*松木吏弓, 小林聡, 竹内亨(電中研・生物)

ノウサギは国内に広く分布する代表的な植物食動物で、森林の林縁や草地などの比較的明るい環境を好んで生息する。我々は、開発が進む千葉県北西部におけるノウサギの生息状況を把握することを目的に、82ヶ所の公園緑地を対象として2009年冬季にノウサギの糞センサスを実施した。ノウサギの生息は利根川流域および北総台地など主に北東部で確認したが、西部や湾岸など市街地に囲まれた地域では生息痕跡は確認できなかった。生息を確認した地点のうち都心に最も近く、生息域の周縁にあたると思われる船橋市の調査地について、さらに詳細なノウサギ糞サンプリングを実施した。約13km²の範囲において、公園緑地のほかに点在する森林、耕作地、草地においてノウサギ糞を探索し、141サンプルを採取した。採取した糞サンプルよりDNAを抽出し、mtDNA調節領域およびマイクロサテライトDNAの解析から個体識別したところ、62個体を確認した。この地域は市街地に加え、鉄道や国道、水路によって周囲と分断されている可能性があり、周辺地域のサンプルの解析から個体の移動や遺伝的交流について検討していく予定である。

P3-197

ブッポウソウの繁殖期における雌雄の役割分担

*水野聖子(岡大院・自然), 木村祐一(日本鳥類標識協会), 峯光一((株)南西環境研究所), 松島康(岡大・理), 三枝誠行(岡大・理)

ブッポウソウ(*Eurystomus orientalis*)は、渡り鳥で環境省によって絶滅危惧種IBに分類されている。調査地である岡山県加賀郡吉備中央町には5月初旬に飛来する。この地域は、日本野鳥の会岡山県支部が中心となって多くの巣箱を設置した結果、個体数の増加が見られるようになった。2010年現在、町内には174個の巣箱が設置されており、巣箱利用率は76.4%である。本種は、成鳥を標識によって個体識別した行動調査がほとんど行われていない。そこで、個体レベルでの調査の第一歩として、成鳥を捕獲し、繁殖期に雌雄でどのような役割分担がなされているかを明らかにすることを目的に野外調査を始めた。

5月中旬から下旬の本種が巣箱を選定する時期に、巣箱トラップを使用してつがいの片方を捕獲し、個体識別を行った。性判定は、野外での交尾や求愛給餌の行動観察より行った。次に繁殖を確認できた4箇所を巣箱に小型CCDカメラを入り口近くに設置した。雛の巣立ちまで連続的に毎日4時から20時まで、親鳥の出入り等をデジタルビデオレコーダーに記録した。雛の巣立ち後に、記録した映像を目視で解析した。

現在のビデオ解析の結果より以下のとおりである。

1. 産卵期は、雄から雌への求愛給餌が見られた。
2. 抱卵は、雌雄共に行う。昼間はほぼ同じ割合で抱卵し、夜間は雌のみ。給餌は見られない。
3. 抱雛は、雌のみが行う。雄は孵化と同時に雛への給餌を始める。
4. 雛への給餌は、雌雄共に行う。
5. 1羽の巣立ち後、雄がまだ巣立ちしない雛の世話をを行う。

P3-198

サンカクハゼの繁殖生態と砂かけ行動パターン

*坪井美由紀, 坂井陽一, 橋本博明(広島大・院・生物圏)

ハゼ科魚類は一般的に体サイズが小さく、遊泳能力が低いいため、魚食性魚類に捕食される危険性が高い。また、多くのハゼ科魚類は、オスが孵化まで単独で卵保護を行う。そのため、ハゼ科魚類の産卵場所は、岩の隙間や石の下、サンゴの隙間等の目立たない場所であることが多い。ただし、産卵に最適とされる場所は限られており、同種間のみならず異種間でも産卵場所を巡る競争が頻発していると考えられる。

しかしながら、ハゼ科サンカクハゼは、砂地の砂を払って岩を露出させ、そこで堂々と産卵・卵保護を行うことが明らかとなった。本種の産卵場所は、他種との競争は回避できるものの、産卵・卵保護時の捕食リスクが高くなると考えられる。本研究では、本種がこのような目立つ場所で、どのように産卵・卵保護を行っているのかを調査した。

本種の繁殖システムは、複数のメスがオスの産卵床を訪れて産卵する、なわばり訪問型複婚であった。メスは産卵前日の夕方に産卵床を訪問してオスからの求愛を受け、翌日の日の出前から産卵を開始した。この産卵前訪問は、捕食リスクの低い時間帯から速やかに産卵を開始できるよう、事前にメスがオスの状態を確認しているものと示唆された。

また、繁殖期間中、オスは尾鰭を激しく振るわせて砂を巻き上げる「砂かけ行動」を頻繁に行っていた。この砂かけ行動は、①産卵床、②他種、③本種メスに対して行われていた。卵保護期における砂かけ行動は、①卵を砂で覆い隠す、②卵捕食者に砂をかける目的があると示唆された。また、非卵保護期における砂かけ行動は、①産卵床となる岩を露出させる、②侵入者に砂をかける、③メスを誘引する目的があると示唆された。つまり、この砂かけ行動には、卵防衛、排斥、営巣、求愛の4パターンがあることが明らかとなった。本種はこの砂かけ行動を駆使することによって、目立つ場所でも卵保護を行うことが可能となっていると考えられる。

P3-200

東京湾奥部人口湿地におけるクロベンケイガニの放生生態

*阿部絢香, 風呂田利夫(東邦大 理)

クロベンケイガニは河川感潮域から淡水域に生息する陸生のガニである。系統的にも近縁であるアカテガニやベンケイガニは幼生放出行動に半月周期リズムとの同調性を見ることが知られているが、クロベンケイガニに関しては明らかではない。本研究では抱卵と幼生放出の2つの点からクロベンケイガニの幼生放出行動の半月周期リズムとの同調性を検討した。

千葉県市川市行徳鳥獣保護区内で2010年5月31日から10月1日まで毎日、淡水水路3地点と満潮時に海水の影響を受ける感潮上部1地点で放出されたゾエア幼生を採集した。調査地4地点の水路にそれぞれトラップを仕掛け、およそ24時間放置したのちにトラップ内の水を回収しゾエア幼生がいるかどうかを確認した。また雌の抱卵状況の調査を週1回行った。観察された卵は卵色と眼点の出現から4段階に分けて記録した。野外で採集されたゾエア幼生の種同定を行うために飼育下でクロベンケイガニの幼生を放出させ、ゾエア幼生の飼育を行った。

幼生放出調査では4地点すべての水路でクロベンケイガニのゾエア幼生が確認された。確認されたゾエア幼生はすべて1令期幼生もしくはプリアゾエアであった。また幼生が採集された日の潮汐との同調性はみられなかった。抱卵調査においてはのべ868個体のメスを捕獲し、抱卵個体は73個体であった。抱卵個体出現のピークは6月21日と8月16日でそれぞれ20%であり、抱卵個体の出現は9月9日の調査が最後であった。抱卵雌の卵の発生段階に時期的同調性は見られなかった。

幼生が海水の影響を受けない淡水水路すべてで採集されたことから親ガニは生息場所近くの淡水中で幼生放出を行うことが明らかにされた。また抱卵雌の卵の発生段階に同調性が見られなかったこととゾエア幼生が潮汐リズムに関係なく確認されたことから、東京湾に生息するクロベンケイガニはその幼生放出行動に半月周期リズムとの同調性を持っていない可能性が高い。

P3-199

陸産貝類における交尾時の粘液注入が交配相手の生殖器構造に与える影響

*木村一貴, 千葉聡(東北大・生命科学), Joris M Koene (Vrije Univ.)

一部の陸産貝類では、交尾の際にdartと呼ばれる槍状構造物で交尾相手を突き刺す行動(dart shooting:DS)が知られている。この類の陸産貝類は同時性雌雄同体であり、1回の交尾において相互にDSを行い、精包を渡しあう。DSには自身の精子をより多く貯精・受精に利用させる効果があることが明らかにされているが、精包の受け手個体の繁殖成功率にどのように影響するかは不明である。

dartにはある粘液が塗布されていることが判っており、その粘液が交尾相手の生殖器構造を変化させることが示唆されている。しかし先行研究ではこの変化が、受け手個体にとってどのような効果があるのかは議論の余地がある。これは先行研究に用いられた陸産貝類種の生殖器が複雑なものであったことが一つの理由である。そのため本研究では比較的単純な生殖器構造をもつ種を用いた。粘液が受け手の生殖器構造に与える影響から、DSの進化と性選択・性的対立の関係を考察する。

P3-201

抱きつけなくてもかまわない? -日本産ヒキガエルにおける繁殖池のスニーカー雄-

*長谷和子, 嶋田正和(東大院・総合文化)

体外受精のカエル類では、同一母親由来の卵(卵塊)に1個体以上の雄由来の精子による受精(polyandry現象)が起こりやすいと考えられる。このような現象は、実効性比が雄に偏るために起こる強い雄間競争に由来する。また、カエル類の配偶行動では、雄間競争において、新規的な代替戦略(スニーカー雄)が観察されることも知られている。これら代替戦略は、polyandry現象と密接に関わっているケースも充分に考えられるだろう。

本研究では、東京圏に分布する日本産ヒキガエル*Bufo japonicus* 局所個体群内において、雄の代替戦略としてのスニーカー行動を、polyandry現象の分子マーカーによる検知という裏付けから、実証することを試みた。2月下旬から3月上旬の冬眠明け直後、一斉に繁殖池に集まり、数日~1週間程度という短い間に繁殖行動をとる爆発的繁殖行動者である*B. japonicus*では、その実効性比が雄に偏ることが知られている。これまで、ヒキガエルの繁殖行動では、雄による雌への抱接が受精において非常に重要で、雌に抱接できなかった雄が、子孫の残せるかどうかについては、実証的に検証されたことがなかった。今回、東京都調布の繁殖池における2010年2月の繁殖行動において、抱接ペアとその卵塊、その近辺(池の中)にいたが抱接には参加していない雄2匹のDNAサンプルについてマイクロサテライトマーカーを用いて調べたところ、受精卵の遺伝子型のかなかに、抱接ペア以外のものが多く含まれていることを検知した。

本発表では、*B. japonicus*における初のpolyandry現象の報告と、生息域の分断により孤立化している局所的個体群において、“抱きつけなくてもかまわない”という新規的な雄の代替戦略が見られるのかもしれないという仮説について、報告する。

P3-202

栄養卵が進化する理由と、普遍的でない理由

* 鈴木紀之, 川津一隆 (京大院・昆虫生態), 大澤直哉 (京大院・森林生態)

母親から子への栄養卵の供給は、昆虫、陸貝、両生類などさまざまな分類群にみられる投資戦略である。ただし、栄養卵を採用している種はごく限られているので、動物において普遍的な戦略とはいえない。本研究では、環境の異質性、環境の信頼性、栄養卵のコストに着目して、栄養卵が進化する条件を理論的に調べた。その結果から、なぜ栄養卵が普遍的な戦略にならないのかを考察する。

卵サイズを可塑的に調整できない状況において、「大卵少産」戦略と「小卵+栄養卵」戦略を採用する母親の適応度を比較した。まず、子の生存にとっての環境に異質性があるとき、栄養卵戦略のほうが適応的であることが示された。「大卵少産」戦略では環境の異質性に柔軟に対応できず、投資に無駄が出てしまうと考えられる。次に、母親が少しでも環境の質を評価し投資戦略に反映させることができれば、栄養卵戦略が進化することが示された。しかし、栄養卵のコスト(栄養卵へ投資された資源量のうちの何割かが子に消費されないこと)に対しては、栄養卵戦略は脆弱であることも示された。

実際に栄養卵を採用している種では、環境の質が時空間的に変動し、母親はそれをさまざまなキューを用いて評価し栄養卵の供給量に反映させている。したがって、本研究の理論的な予測は、野外でみられる栄養卵戦略の状況とよく一致していると考えられる。その一方で、栄養卵では卵殻が消費されなかったり、兄弟間で消費量のばらつきが生じるなど、必然的な無駄がつきまとう。これらのコストが、栄養卵が多様な分類群で進化したにもかかわらず、普遍的な戦略とはならない理由であると予想される。

P3-204

ウミネコの繁殖前の食性が繁殖投資量におよぼす影響

* 風間健太郎 (名城大・農), 鈴木優也 (北大・水産), 富田直樹 (名城大・農), 伊藤元裕 (北大・水産), 新妻靖章 (名城大・農), 綿貫豊 (北大・水産)

海鳥の繁殖時期や繁殖投資量は気象条件や餌資源量などの外部環境要因の影響を受けて年ごとに大きく変化する。北海道の島嶼で繁殖するウミネコの産卵時期や産卵数は大きな年変動を示す。この年変動には、繁殖前の親鳥の餌が影響していると考えられているが、洋上で多くの時間を過ごす海鳥の繁殖前の食性を直接観察することは困難である。本研究では、産卵直前の親鳥の血漿安定同位体比分析を用いて本種の繁殖前の食性を明らかにし、それと産卵時期、産卵数、および卵体積との関係を5年間にわたり調べた。一腹卵数と卵体積は、血漿窒素同位対比が低いほど、すなわち親鳥が栄養段階の低い餌を利用した年ほど大きくなった。一腹卵数や卵体積が最も大きかった年の血漿窒素同位対比から濃縮率を差し引くと、繁殖地周辺で採集されたオキアミの窒素同位対比に近い値になったことから、ウミネコはオキアミを多く摂餌した年ほど卵への投資を増やすと考えられた。オキアミは魚類に比べて栄養価の点でやや劣るが、春先に海表面で集群するため、獲得効率が高い餌だと考えられる。一方で、この5年間のデータからは、産卵時期は繁殖前の食性と関連している証拠は得られなかった。より長期のデータを利用した先行研究では、ウミネコはオキアミにとって好適な海水温の年には早く繁殖する傾向が見られており、他の環境要因の効果が大きく、繁殖時期は餌タイプ自体の影響は何らかの理由で受けづらいのかもしれない。

P3-203

格付けされる夫たち、この夫の子供は産みたくない!?
～雄の複数形質と雌のつがい外交尾追求～

* 浅井亜耶, 菅原鮎実, 松田亜希子 (東大・農), 長谷川克, 渡辺守 (筑波大・生命環境), 中村雅彦 (上越教育大・生物), 北村巨 (東大・農), 山口典之 (東大・農/長崎大・環境科学), 樋口広芳 (東大・農)

雄が持つ様々な二次性徴形質には、コンディション依存形質と遺伝的形質がある。従来、雌のつがい外交尾の目的として、遺伝的利益が広く議論されており、雄の遺伝的形質が雌のつがい外交尾行動に影響を与えると考えられてきた。しかし、コンディション依存形質にも雌のつがい外交尾に影響を与えることを示唆する研究もある。これには先行研究において、単につがい外子の数やつがい内父性の保持率と雄の形質計測値を比較し、雌のつがい外交尾追求の強度を推測している点に問題があり、実際の雌の行動に注目した研究例はほとんどない。それには、これまでに野外調査における雌のつがい外交尾追求の指標となるものが確立されていなかった点にある。最近、ツバメで、雌が雄のもとから飛び去る回数と巢内のつがい外子の出現頻度に関係がみられ、雌の飛び立ち回数をつがい外交尾追求の強度として扱えることが示唆された。本研究では、まずツバメにおける社会的つがい形成時の雄の形質に対する雌の選好性を明らかにし、次に雌がつがい外交尾追求の際に社会的夫のどの形質を評価してつがい外交尾行動を行うかを検証した。その結果、雌がつがい相手を選択する際にはコンディション依存形質と遺伝的形質の両方に選好性を示すが、つがい外交尾追求の判断に際して、相手雄の遺伝的形質のみを評価しており、遺伝的に質が低い社会的夫とつがった場合に、つがい外交尾追求が高まることが分かった。以上により、雌は社会的夫を選択する際にコンディション依存形質と遺伝的形質の両形質を利用し、複数の形質から雄の質を総合的に判断していることが示唆され、つがい外交尾の追求に雌は遺伝的利益を追求することが実証された。

P3-205

堅果類の豊凶はニホンイノシシ (*Sus scrofa leucomystax*) の成長と繁殖に影響を及ぼすか?

* 辻知香 (岐阜大学大学院連合獣医学研究科), 横山真弓 (兵庫県立大学/兵庫県森林動物研究センター), 藤木大介 (兵庫県立大学/兵庫県森林動物研究センター), 浅野玄 (岐阜大学応用生物科学部), 鈴木正嗣 (岐阜大学応用生物科学部)

ニホンイノシシ (*Sus scrofa leucomystax*) は、他の大型有蹄類に比べて、生後1年間の初期成長が極めて著しい。また雌雄ともに1歳で性成熟を完了して、その年の晩秋から冬に交尾をし、メスは翌年の春に産卵する。しかし例外として0歳での妊娠や秋の出産が、各地で散見されている。その原因は、単に個体差なのか、何らかの環境の変化が関係するのか詳細は明らかではない。雑食性の本種は、秋に堅果類を好んで食べる。栄養価の高い堅果類は、成長過程にある若齢個体には重要な食物であることが伺える。そのため一定周期で繰り返される豊凶の影響を大きく受けることが予測される。そこで本研究では、堅果類の豊凶が成長や性成熟の進行に影響を与えるという仮説を立て、若齢個体において豊作時を経験した個体と凶作時を経験した個体間での違いの有無を検証した。

本研究では、2005-2010年に兵庫県で狩猟および有害捕獲で捕獲された0-2歳までのオス78頭、メス54頭を用いた。まず毎年9月の豊凶調査にて算出された豊凶指数を用い、各個体を捕獲地点の豊凶指数ごとにグループ分けした。次に歯の萌出交換による齢ステージ別に体長をプロットした。また精巣と卵巣の組織所見より、オスでは精子の出現率、メスでは各成熟段階の卵胞数と黄体数の割合を季節別に算出した。体長のばらつき、精子出現率や卵胞・黄体数の割合の季節変化の違いを豊凶グループ間で検討することで、堅果類が本種の成長や性成熟にどの程度どのように影響するのかを考察する。

P3-206

カシノナガキクイムシの穿孔部位による繁殖成功度のばらつき

*小田崇, 山崎理正(京大院・農), 伊東康人(兵庫農技総セ)

近年主要な森林害虫となっているカシノナガキクイムシは、寄主木への集中的な穿孔(マサタック)という繁殖戦略を有している。この戦略はマサタックによって寄主木を枯死させることに適応的意義があると推測されているが、その結果樹幹表面上に形成される高密度な穿孔が繁殖成功度にどのような影響を与えるのかは明らかでない。そこで本研究は、穿孔部位特性と穿孔密度が繁殖成功度に与える影響を調査し、カシノナガキクイムシの生息地選択の意義を明らかにすることを目的とした。

調査はミズナラとクリが優占する京都府東部の二次林内でおこなった。カシノナガキクイムシのマサタックをうけ2009年に枯死したミズナラ3本を調査木とし、地際から1.5m以内にある穿孔すべてに羽化トラップを仕掛け、2010年に羽化脱出してきた成虫数をカウントした。羽化脱出成虫の総数を穿孔ごとの繁殖成功度とし、それを穿孔部位特性(地上高、樹幹表面の凹凸指数、樹幹表面の傾斜角)と穿孔密度で説明する hurdle モデルにより、穿孔部位特性と穿孔密度が繁殖成功度に与える影響を評価した。

その結果、1208個の穿孔から15540匹の羽化脱出が確認されたが、樹幹上で地上高が低く凹んだ部位ほど一匹以上の成虫が脱出する確率は高かった。また繁殖成功度には密度依存的なばらつきがあり、穿孔密度が低い段階では密度の増加とともに繁殖成功度は増加したが、穿孔密度が高くなると密度の増加とともに繁殖成功度は減少した。

これらの結果はアリー効果を含んだ理想自由分布の一例だといえるが、これは穿孔の周辺10cmという密度スケールで観察された。このことから、カシノナガキクイムシは寄主木選択だけでなく、穿孔部位選択においても、生息地を密集させることによる正の効果(生息環境の最適化)と負の効果(生息地間競争)をかんがみながら生息地決定をしていることが示唆された。

P3-208

クワヒョウタンゾウムシの倍数性変化 - 低温処理の影響 -

*多田泰紘, 西田千鶴子, 片倉晴雄(北大院・理)

ゾウムシ類には単為生殖が高頻度に見られ、一部の種は種内に両性生殖個体(以下、両性型と略)と単為生殖個体(単為型)を含む。これらの単為型は、様々なレベルの倍数性を示すことがある。竹内(1986)は、両性型と単為型を含むハイイロヒョウタンゾウムシ *Catapionus gracilicornis* において、産卵前後に低温(0-7℃)にさらすと、卵の倍数性が変化する事、および2倍体の両性型が倍数性の異なる単為型を産出することを発見し、ゾウムシ類の倍数性と繁殖様式の変化が冷涼な地域において現在でも生じている可能性を指摘した。本研究では、2倍体の両性型と2.5倍体の単為型が知られているクワヒョウタンゾウムシ *Scepticus insularis* (以下クワヒョウタン)を用いて、同様の低温処理が倍数性および繁殖様式に及ぼす影響を調べた。なお、竹内は本種の単為型においても低温処理によって倍数性が変化する事を報告している。今回の実験では、2倍体両性型は低温処理の影響を受けず、2倍体の両性型を産出した。一方、単為型を低温処理した場合には竹内の予備実験と同様に倍数性が変化した。しかし、単為型の卵の倍数性は恒温条件(23℃)下でも変化する場合があった。以上の結果は、クワヒョウタンにおいては繁殖様式の変化にも倍数性の変化にも低温条件はそれほど大きな役割を果たしていないことを示唆している。分子系統解析の結果は本州と北海道に広く分布するクワヒョウタンの単為型が単一起源であることを示しており、本種においては両性型から単為型への移行は稀にしか生じないと思われる。またハイイロヒョウタンとクワヒョウタンで異なった結果が得られたことから、単為生殖ゾウムシには倍数性変化の要因や単為生殖の進化プロセスが複数存在する可能性がある。

P3-207

腐肉食性オオヒラタシデムシの産卵戦略：給餌間隔と産下卵数

*滝若菜・渡辺守(筑波大・院・生命環境)

腐肉食性のオオヒラタシデムシは、小型脊椎動物や無脊椎動物の死骸を主とする腐肉を、成虫と幼虫の餌資源として利用している。この出現は、時間的・空間的に予測不可能で、1回あたりの腐肉の量も少ないため、餌として利用できる期間は短い。したがって、本種のメスは資源の量と出現頻度に依存した産卵戦略をとっているはずである。野外において、産卵季節(6月~8月)以前に捕獲したメスは、体内で卵を発育させていなかった。これらのメスに、鳥のひき肉を毎日1g与えて2週間飼育したところ、体内で卵の発育が認められた。そこで、その後、ひき肉を与える間隔を毎日と4日おき、7日おきに設定して1ヶ月間飼育し、産下卵数を記録した。飼育実験終了後、全てのメスを解剖し、体内に保有していた成熟卵数と未成熟卵数を数え、脂肪体重を4段階に分けて記録した。実験期間中、毎日餌を与えた個体で30%、4日おきの個体で71%、7日おきの個体で50%が土の中に潜ったまま産卵しなかった。これらのメスの脂肪体重は給餌間隔にかかわらず一定であり、これを産卵したメスと比べると、毎日餌を与えた個体では差がなかったが、4日おきと7日おきに餌を与えた個体では、産卵メスの脂肪体重が有意に減少していた。産卵メスの総産下卵数は、毎日餌を与えた個体で22.6 ± 8.0 (n = 9) 個、4日おきの個体で41.5 ± 6.3 (n = 2) 個、7日おきの個体で16.0 ± 5.0 (n = 2) 個であった。これらの結果より、餌への遭遇頻度と産卵頻度との関係について考察する。

P3-209

オオシロアリの腹板腺におけるカースト間差異の解析

*淀井智也, 宮川一志, 石川由希(北大院・環境科学), 北條賢(筑大・農), 三浦徹(北大院・環境科学)

集団で生活をする社会性昆虫にとって、フェロモンを介した個体間のコミュニケーションやカースト分化に代表される分業システムは、複雑な社会を制御する上で必要不可欠なものである。コミュニケーションに関わる化学物質であるフェロモンは、主に外分泌腺から分泌されており、社会性昆虫は単独生活の昆虫と比べると多様な外分泌腺を発達させている。しかし、シロアリ目における外分泌腺やフェロモンに関する知見は膜翅目昆虫と比べると乏しく、カースト分化に伴う外分泌腺、フェロモンの分化を調べた例は少ない。

異なるカーストはそれぞれ異なる社会機能を果たしているため、他個体とのコミュニケーションに使われる外分泌腺の形態や機能がカースト分化の際に変化すると予想される。

我々の予備観察では、オオシロアリ *Hodotermopsis sjostedti* のソルジャーでは、腹板腺上皮が著しく肥厚していた。腹板腺は道しるべフェロモンを分泌する器官として知られているが、ソルジャーにおける機能は調べられていない。しかし、形態学的な違いから分泌される物質、ひいては分泌腺の機能が分化していることが示唆された。

本研究ではこのオオシロアリの腹板腺に着目し、カースト間での腹板腺の分子的な差異を検出するため、ソルジャーとワーカーの腹板腺においてカースト特異的に発現しているタンパク質を二次元電気泳動法により解析することを試みた。その結果、ソルジャーの腹板腺において特異的に発現量が上昇しているタンパク質が複数存在することが明らかになった。LC-MS/MSを用いてこれらのタンパク質の同定を行い、機能推定をすることで腹板腺におけるカースト間での機能分化の可能性や、シロアリの生態に与えている影響について考察した。

P3-210

大きいことは良いことか—ニホンザルにおける体サイズと消化率の関係—

* 澤田晶子 (京都大・霊長研), 坂口英 (岡山大・農), 半谷吾郎 (京都大・霊長研)

一般的に、草食動物では体重と摂取した食物が排泄されるまでの時間(食物通過時間)には正の相関がみられると言われている。また、食物通過時間が長くなるということは食物が消化管内で消化作用を受ける時間も長くなることを意味し、結果として体の大きな動物ほど高い消化能力を持つと考えられる。しかし、霊長類では体重と食物通過時間および消化能力の関連性はほとんどみられず、これは霊長類の食性が非常に多様性に富んでいることが関係していると考えられる。霊長類の食性は、昆虫食、果実食、葉食の3つに大きく分けられ、それぞれ異なる消化システムを有する。食性や消化システムの違いが食物通過時間や消化能力に影響を及ぼすかどうかは容易に推測でき、たとえ種間で差がみられてもそれが本当に体重の違いによるものなのかどうか不明確である。そこで本研究では、体重以外の要因を排除するため、飼育下のニホンザル (*Macaca fuscata*; N=14; 体重 2.6 - 16.6kg) を対象に種内比較を行った。結果、(1) 体重の大きい個体ほど食物通過時間が長くなること、(2) 体重や食物通過時間に関係なく消化能力はほぼ一定であることがわかった。これは、霊長類において、消化能力は体重よりも食性や消化システムといった他の要因の影響を強く受ける可能性を示唆するものである。さらに、「体の大きな動物ほど粗食に耐え得る」という考えの根拠のひとつとして、体の大きな動物は消化能力が高いという点が挙げられてきたが、本研究の結果は、大きな個体は必ずしも小さな個体よりも消化能力が高いわけではないことを示唆するものであった。

P3-212

日本産トゲオオハリアリにおけるコロニーサイズ依存的な社会的強制力

下地 博之 (1 鹿児島大・連合農学, 2 琉球大・農) *, 菊地 友則, 大西 一志, 辻 和希 (琉球大・農)

ミツバチやアリ等の真社会性ハチ目昆虫では、女王は産卵を行いワーカーは子供の世話や採餌などを行う繁殖分業によって、調和の取れた社会を形成している。繁殖分業はワーカーの利他行動によって成立しているが、多くの種でワーカーも卵巣を保持しており、交尾は出来ないが将来オスになる未受精卵を産卵できる。このためワーカーの利他行動は、ある種の社会的強制力(ワーカーポリシング)によって維持されていると考えられている。これまでワーカーポリシング研究は、主にコロニー内のワーカー間の血縁度に着目して行われてきた。初期のポリシング理論では、単女王性・女王一回交尾種においてワーカーポリシングは進化しにくいとされているが、実際にはこのような種でもワーカーポリシングが起こるため、近年では血縁度以外の要因がワーカーポリシングの進化に関係している可能性が示唆されている。繁殖スケジュール仮説(Ohtsuki & Tsuji 2009)はワーカーポリシングの進化を説明する新規の数理モデルであり、ワーカーポリシングの進化的要因はワーカー繁殖に伴うコロニーレベルのコストであると主張している。具体的には、ワーカーポリシングの強度はコロニーのサイズ(ワーカーの数)によって変化し、コロニーサイズが小さい時は強力なポリシングが起こり、コロニーサイズが大きくなるとポリシングが緩和され、ワーカー繁殖が起こると予測している。本研究では、単女王性・女王一回交尾の日本産トゲオオハリアリ(*Diacamma sp. from Japan*)を用いて繁殖スケジュール仮説の経験的テストを行い、予測を強く支持する結果を得た。これによって、ワーカーポリシングの進化的要因は血縁度よりもむしろワーカー繁殖に伴うコロニー全体のコストである事が示唆された。

P3-211

トゲワレカラの子の保護方法は水が動くと変化する

* 原田彩知子, 安田千晶, 竹下文雄 (北大・院・水産), 田中萌 (岡山大・院・環境学), 和田哲 (北大・院・水産)

ワレカラは海藻上で生活する小型甲殻類であり、一部の種で母親が子を保護する。ワレカラの保護様式は、子を母親の身体につかまらせる「つかませ型」と、母親の周囲に密集させる「はべらせ型」の2型がある。トゲワレカラ *Caprella scaura* は前者の保護をされるとされていたが、私達の調査地(北海道大学白尻水産実験所の前浜)では、本種は両様式の保護行動を示していた。そこで、本研究はトゲワレカラを対象種として、以下の3点を解明することを目的とする: (1) 野外での各保護様式の出現頻度の定量的評価、(2) 子が生まれた後の経過時間と保護様式の関係の記述、(3) 捕食者と水流条件が保護様式に及ぼす影響の検証。

2010年5、7、9、11月に実施した野外調査の結果、36例の親子あるいは子集団が採集された。このうち、14例がつかませ型、18例がはべらせ型(親が特定できなかった14例を含む)であり、残る4例では一部の子が母親につかまり、残りが母親の周囲に密集していた。また室内で止水下飼育し、出産後の保護様式を1時間ごとに133時間観察した結果、一部の子が出産直後に母親につかまっていたが、数時間以内に全ての子が基質に降りた。2009年11月に、親子に1又は3個体のオスを遭わせて30分間行動を観察する遭遇実験と、親子を入れた容器を1分間攪拌し、その後の親子の行動を30分間観察する攪拌実験を行った。実験前の保護様式は、ほとんどがはべらせ型だった。遭遇実験の結果、母親はオスに対して攻撃行動を示したが、保護様式は変化しなかった。攪拌実験で母親につかまる子の個体数が有意に増加した。なお、出産後経過日数は増加個体数に影響を及ぼしていなかった。トゲワレカラは、野外でも環境条件(水流)に応じて可塑的に子の保護様式を変えていると考えられる。

P3-213

ニホンザルの雄はなぜ群れを離れるのか; 採食、繁殖戦略の観点から

* 大谷洋介, 澤田晶子, 半谷吾郎

複雄複雌群を形成する霊長類種では、集団に属する個体の採食、繁殖戦略は集団内での観察からのみ議論されてきた。一方で母系の複雄複雌群を形成するニホンザルでは、雄個体が一時的に集団から離脱する可能性が示唆されている。集団から離れることによって採食競合の回避や他集団の個体との交尾といったメリットが生じることが予想されるため、一時離脱行動が雄個体にとって重要な意味を持つ可能性がある。

本研究ではGPSを携帯した2人の調査者が雌雄を同時に追跡し、個体の位置と行動を記録した。その結果、雄個体の集団からの一時離脱が確認された。非交尾期において、被攻撃頻度が高く採食競合上不利な低順位個体がより高い頻度で離脱していた。加えて集団外では採食頻度が高いことから、一時離脱によって採食競合が回避されている可能性が示唆された。また交尾期において、集団内の発情雌の頭数と雄の離脱頻度に負の相関が見られ、離脱時に他集団の雌との交尾が確認された。このことから一時離脱によって繁殖成功率が上昇している可能性が示唆された。

P3-214

マアジ稚魚における観察学習能力の個体発生

*高橋宏司, 益田玲爾, 山下洋

動物は、進化的な制約を受けつつも、その生活環境に適した学習能力を多少なりとも備えることが予想される。近年、数種の高齢魚において、学習能力が発育段階に応じて変化することが報告されており、こうした学習能力の変化は、生活史における生活環境の変化に対応すると考えられている。発表者はこれまでに、海産魚マアジ *Trachurus japonicus* の学習能力が生活環境の移行期に急激に向上することを示した。本種は稚魚期の初期に群れを形成してから、生涯群れ行動に依存した生活を送る。本種の稚魚は他個体の行動を観察することにより学習効率が向上することもすでに示した。本研究では、群れ行動が発達する時期のマアジ稚魚を用いて、観察学習能力の個体発生過程を検討した。

実験魚は4尾を一群とし、体長15mmおよび35mmの稚魚各8群を用いた。学習課題として、エアレーションの停止と餌とを条件付ける報酬訓練を施し、観察群および非観察群の学習速度をサイズ間で比較した。観察群には、訓練開始前に学習達成個体の学習行動を5試行観察させた。訓練は1日に10試行とし、エアレーション停止前後での餌場に集まる個体数の増加を指標として学習能力を評価した。また、両サイズの稚魚における群れ行動を定量的に測るため、個体間距離および頭位交角を求めた。

その結果、15mmの稚魚においては、観察群と非観察群で餌場に集まる個体数に差はなく、観察による学習効率の向上は見られなかった。一方、35mmの稚魚では、非観察群に比べて観察群では餌場に集まる個体が有意に多く、観察学習の効果が示された。群れ行動に関しては、15mmに比べて35mmの稚魚は群れ形成の傾向が強かった。本種の生活史戦略として、群れ行動の発達と同調して観察学習能力が発現する可能性が示唆された。

P3-216

ヤエヤマシロアリ野外コロニーの生殖虫組成の違いと、カスト比・性比・遺伝構造

*星 真大 (茨城大学・院・理工), 北出 理 (茨城大学・理)

シロアリのコロニーは、ワーカー、ソルジャー、ニンフ、生殖虫(一次生殖虫・ニンフ型生殖虫・ワーカー型生殖虫)など、異なるカスト(階級)の血縁個体が構成される。これまで、カストの組成には季節的な要因やコロニーの発達段階等の環境要因が影響を与えるとされてきた。一方で、最近ヤマトシロアリ属4種で、親生殖虫のカスト(一次・ニンフ型・ワーカー型)が子のカスト(ワーカー・ニンフ)分化に強く影響し、これがX染色体上の遺伝子座の遺伝子型によるものであることが実験条件下で示された。これは野外でも生殖虫組成が性比やカスト比に影響を与える可能性を示唆する。

本研究では、自然条件下で生殖虫組成がカスト構成、性比、遺伝構造に影響を及ぼすかどうかを明らかにするため、遺伝的カスト決定機構が確認されたヤエヤマシロアリの野外コロニーの調査を西表島で行なった。34の営巣材を2008年、2009年、2010年の3月に採集し、(1)総個体数、(2)生殖虫組成、(3)カスト構成、(4)ワーカー、ソルジャー、ニンフの性比、(5)遺伝構造を調査した。

巣内にみられた個体数は、約1000~5500と幅があった。生殖虫組成は、一次生殖虫ペア、一次生殖虫ペアとワーカー型生殖虫、雄一次生殖虫とニンフ型生殖虫とワーカー型生殖虫、ニンフ型生殖虫とワーカー型生殖虫、ワーカー型生殖虫のみの5型がみられ、腹部が肥大したワーカー型・ニンフ型生殖虫も確認された。ワーカーとソルジャーは全てのコロニーで得られたが、ニンフ、幼虫は一部のコロニーでは得られなかった。多くのコロニーで、ワーカー、ソルジャー、ニンフの性比はほぼ1:1であったが、いくつかのコロニーでは極端に偏った性比が確認された。8コロニーに対しては、マイクロサテライトマーカーを用いて遺伝構造を調べた。

これらの結果に基づいて、生殖虫組成とカスト構成、性比、遺伝構造の関係について考察する。

P3-215

ネバダオオシロアリの生殖虫は栄養交換によってソルジャー分化を調節する

*中村早寿, 前川清人 (富山大院・理工)

カスト分化と分業は社会性昆虫の特徴であり、タスクに特化した各カストが協働することで巣全体の生産性を高めている。高度な社会性を維持する上では、巣内のカスト比を一定に調節することが重要である。シロアリのほぼ全種で、防衛を担うソルジャーが存在するが、分化の調節機構は未だ不明である。雌雄の生殖虫による創設直後の初期巣は、各巣ではほぼ同時期にソルジャーが1~数匹分化するため、ソルジャー分化への生殖虫の影響の観察に適している。そこで本研究は、実験室内でネバダオオシロアリの初期巣を作製し、以下の実験を行った。

まず、マーキングによる個体識別で、どの幼虫がソルジャーに分化するのかを調べた(n=22)。その結果、全巣で最初に3齢に脱皮した幼虫だけが、 7.3 ± 0.8 日(平均 \pm SD)でプレソルジャー(ソルジャーの前段階)へ分化した。また、最初の3齢幼虫を脱皮直後に除去すると、多くの巣において、後に3齢に脱皮した幼虫が、 9.3 ± 1.3 日でプレソルジャーに分化した(n=9/11)。次に、生殖虫の影響を調べるため、最初の3齢幼虫の出現後に生殖虫を除去した(n \geq 7)。その結果、3齢幼虫がプレソルジャーになるまでの期間が約1日延びた。最後に、ソルジャー分化に影響する生殖虫の行動を明らかにするため、3齢幼虫の出現からプレソルジャー分化まで、生殖虫と幼虫間の行動を観察した(n=8, 120分/日)。その結果、最初の3齢幼虫は、後に出現した3齢幼虫(プレソルジャーには分化しない)より生殖虫の肛門からの栄養交換を顕著に多く受けていた。以上より、初期巣の生殖虫は、栄養交換行動を介し、3齢幼虫からのソルジャー分化を調節することが強く示唆される。生殖虫の腸内内容物より詳細に分析した結果も報告する予定である。

P3-217

沖縄産ハダカアリ属の生態~環境に応じた巣づくり~

*吉澤樹理 (岐阜大院・昆虫生態), 山内克典 (岐阜大学名誉教授), 土田浩治 (岐大・応用生物)

日本に5種生息しているハダカアリ *Cardiocondyla* 属のうち沖縄本島には4種が生息している (Japanese Ant Image Database, 2008)。営巣場所は大きく2パターンに分けられ、キイロハダカアリとウスキイロハダカアリは茎・枝中に営巣し、ハダカアリとヒメハダカアリは草地や裸地の土中に営巣することが知られている。しかし、野外における詳細な生態調査はされておらず不明な点が多い。2004年~2010年夏季にかけて沖縄県北部(本部半島)を中心に土中に生息するハダカアリ *C. kagutsuchi* とヒメハダカアリ *C. minutior* の営巣場所や巣室数などを詳しく調査した結果、以下のことが明らかになった。

1) 52地点を調査した結果、2種の営巣場所は、砂利・草地・赤土の3パターンに分けられた。2) ハダカアリの巣室数は、砂利で 2.8 ± 1.3 個、草地で 3.3 ± 0.5 個、赤土で 1.2 ± 0.4 個、ヒメハダカアリでは、砂利で 2 ± 1 個、草地で 3.5 ± 0.5 個、赤土で 1.1 ± 0.5 個であった。3) ハダカアリの最小巣間距離は、砂利で 139.4 ± 50.1 cm、草地で 203.3 ± 30.5 cm、赤土で 33.5 ± 33.5 cm、ヒメハダカアリでは、砂利で 130.3 ± 21.5 cm、草地で 126.5 ± 34.7 cm、赤土で 49.7 ± 30.8 cmであった。4) コロニーサイズは、両種ともに草地>砂利>赤土であった。

沖縄県北部の夏季は短時間に激しい降雨があり、赤土に営巣するハダカアリやヒメハダカアリの巣は破壊されるなど草地や砂利に比べると生息環境は安定しない。沖縄産ハダカアリとヒメハダカアリの巣室数や巣間距離は、営巣場所の環境に影響を受けることが示唆された。

P3-218

ヤマトシロアリの2雌による創設コロニーでの女王数とカースト分化との関係

* 吉村美穂, 齊木亮太, 前川清人

真社会性昆虫であるシロアリは、ふつう一夫一妻で創巣するが、ヤマトシロアリは単為生殖能を持ち、2匹の雌の有翅虫が協力して創巣することができる。また、ニンフ（有翅虫への分化途中の個体）とワーカー（翅芽を持たない個体）への分化には、遺伝子および環境による影響があることが確かめられており、単為生殖卵は全てニンフに発生するが、生殖虫の存在下では、一部の個体がワーカーに分化することが知られている。その詳細な機構は未だ不明であるが、2女王の単為生殖に由来するコロニーを用いれば、遺伝的なカースト決定に対する環境の効果を観察できると考えられる。そこで本研究は、同巣と異巣の有翅虫ペアによる単為生殖コロニーを用いて、子のカースト運命に与える女王の影響を明らかにすることを目的として、以下の実験を行った。

まず、経時的にコロニー組成を調査した。その結果、同巣・異巣ペア共に創巣後6ヶ月目から、一方の女王が死亡したコロニーが見られた。15ヶ月目には、そのようなコロニーの割合が増し、一部のコロニーでは、ニンフ型二次生殖虫も出現していた。次に、マイクロサテライト遺伝子座を用いて、女王と子の遺伝子型を解析した。その結果、創巣後15ヶ月目に、各女王と同じ遺伝子型を持つニンフの個体数に有意差 (X^2 検定, $P < 0.05$) があるコロニーが存在した (同巣ペア 7/10 コロニー、異巣ペア 1/9 コロニー)。しかし、ニンフの個体数に有意差が見られた全てのコロニーで、ワーカーの個体数には有意差がなかった。以上の結果から、創巣後15ヶ月頃までに、同巣の2女王に由来するコロニーでは、ニンフの生産数に偏りが生じることが示された。同巣の2女王は、二次生殖虫に分化しようとするニンフ生産を協力的に行っていることが示唆される。

P3-220

ヤマトシロアリ創設メスの母巢の違いがニンフ生産に与える影響

* 滋田友恒, 北出理 (茨城大・理)

ヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus* は、1-2 齢の幼虫期間を経た後、3 齢でニンフかワーカーのいずれかのカーストに分化する。ニンフは有翅虫への分化能を持つ。Hayashi *et al.* (2007) は、本種のニンフ・ワーカーの決定に、X 染色体上の1 遺伝子座が強い効果を及ぼすことを明らかにした。本種は、単為生殖能を持つが、単為生殖で生まれた子は、この遺伝子座が、「ニンフ遺伝子型」であり、生殖虫から隔離して飼育すると、全個体が雌ニンフに分化する。

「ニンフ遺伝子型」の子を生殖虫と共に飼育した場合、一部の子はワーカーに分化するが、ワーカーに分化する子の割合は、母巢（親を得た野外コロニー）によって異なる。これは、生殖虫由来の外的要因（おそらくフェロモン）がワーカー分化を誘導し、このワーカー分化誘導に対する子の感受性が、副次的な遺伝子の影響を受けるためと考えられる。

本研究は、ワーカー分化誘導に対する遺伝的影響を調べるために、多数の野外コロニーから雌有翅虫を取り出し、同じコロニー由来の雌有翅虫2個体に、初期コロニーを創設させ、単為生殖で子を生産させた。創設から120日後、各カーストの個体数をコロニーごとに調べた。各初期コロニーを、分化したニンフの有無で区分したところ、ニンフが分化したコロニーの割合（ニンフが分化したコロニー数/総コロニー数）は、生殖虫の母巢により有意に異なった。一方、子の個体数は、分化したニンフの有無に、有意な影響を与えなかった。これは、遺伝的要因が各コロニーのニンフの有無に影響したことを示唆する。また、ニンフが分化したコロニーの頻度と母巢の有翅生殖虫の性比（メス率）には、正の相関が見られた。

P3-219

ヤマトシロアリにおける個体間相互作用による兵隊分化を調節する因子の伝達

* 渡邊大, 前川清人 (富山大院・理工)

社会性昆虫に見られる行動多型を伴う表現型多型はカーストと呼ばれ、適切なカースト比の調節は社会性の維持に重要である。シロアリは巣の防衛を担う兵隊（ソルジャー）カーストを持ち、ソルジャーはワーカーの幼若ホルモン（JH）量が上昇することで生じる。巣内のソルジャー比は多くの種で低く、個体間相互作用による分化調節因子の授受が示唆されてきたが、これがワーカーとソルジャー間のどのような相互作用の結果起こるのかは不明である。ヤマトシロアリでは、ソルジャー存在下でワーカーにJHを投与すると、約9日経過後にプレソルジャー分化が起こるが、少なくとも5日後までにソルジャーの影響がワーカーに伝わり、ワーカーのJH量が低下することがわかっている。そこで本研究では、ソルジャーの効果の伝達をより詳細に明らかにするため、本種のJHを用いたプレソルジャーの分化誘導系を用いて以下の解析を行った。

まずJH投与及びソルジャー同居の有無によるソルジャー及びワーカーの行動を、JH投与前から投与後5日目までビデオ観察した ($n=3$, 各200分)。その結果、ソルジャーの存在は、特にJH処理区においてワーカー間の接触行動を増加させた。次に有機溶媒によるソルジャーの頭部及び胸腹部の抽出物と体表の洗浄物を用意し、JHと共にワーカーへ投与してプレソルジャーの分化誘導率を調べた ($n=5$)。その結果、頭部抽出物と胸腹部抽出物を与えた実験区において、誘導率が減少する傾向があった。以上より、ソルジャー分化調節の候補因子の産生はソルジャー体内で起こり、ワーカー間の接触行動の増加によって集団内に拡散する可能性が示唆された。これにより、巨大な巣で圧倒的に個体数の少ないソルジャーの影響が、効率よくワーカーに伝達されるのではないかと考えられる。

P3-221

コアシナガバチのコロニー内における巣材の略奪行動

* 山崎和久, 土田浩治 (岐阜大院・昆虫生態)

社会性昆虫では一般的に女王のみが繁殖を行い、ワーカーとの間に繁殖分業が見られる。多くの種でワーカーは潜在的に繁殖能力を持つが、女王存在下では女王由来の化学物質や個体間の優劣行動によりワーカー繁殖が抑制されている。比較的原始的な社会構造を持つアシナガバチ類では、特に優劣行動が多く観察されている。女王は噛み付きや腹部を振るなどの優位行動によってワーカーの内分泌に生理的な影響を与え、その卵巣発達や産卵行動を抑制して繁殖を独占すると考えられている。

演者らはコアシナガバチにおいて優劣行動を含めた各個体の行動を解析し、噛み付き行動に2つの型があることを明らかにした。本種では、(1) 巣上で静止または歩き回る劣位個体に対する噛み付き行動と(2) 巣材を持って帰巣した個体に対する噛み付きが確認された。(2)の噛み付きは行動様式やその後に巣材の略奪が行われるという点で、(1)の噛み付き行動と異なっていた。一方で、どちらの型の噛み付き行動においても、噛み付かれた個体が劣位行動をとるという点において共通していた。

女王による噛み付きの78.3%は巣材を持ち帰ったワーカーに対する(2)の型であった。この型の噛み付きや巣材の略奪は女王存在下のコロニーでは女王に限られ、人為的に女王を除去した孤児コロニーでは優位の産卵ワーカーにも稀に見られた。女王は巣内で育房作りの内役を行ったが、そのための巣材を自らの外役により得ることは少なく、89.6%はワーカーからの略奪により得られた。また、女王は巣材を育房の新設に使う頻度がワーカーより有意に高く、既存の育房の拡張に使う頻度は低かった。

以上の結果から、本種の女王の噛み付き行動は巣材を略奪するために行われると考えられた。女王は巣材をワーカーからの略奪に頼ることで外敵に襲われる危険を回避し、育房の新設を専門的に行うことで産卵を独占していると考えられた。

P3-222

ワレカラ属における第二咬脚の種間比較：メスは子を守るために武器を手にする？

* 竹下文雄, 和田哲 (北大院・水産)

武器形質は多くの動物で配偶者や資源をめぐる競争に用いられるが、多くの研究はオスの形質に着目したものであり、メスに着目した研究は少ない。海産甲殻類ワレカラ属のオスでは、配偶相手をめぐる競争に第2咬脚を使用する。この第2咬脚にはpoison tooth(以下、毒歯)と呼ばれる突起があり、その先端には孔が見られ、毒を用いた闘争が示唆されている。発表者がこの第2咬脚を詳細に調べた結果、いくつかの種で第2咬脚の指節先端においても毒歯と同じような孔の構造が存在することを発見した。さらにこれらの構造はメスにおいても観察される場合があった。ワレカラ属では、メスが子を保護する種が報告されており、保護をおこなうメスは同種他個体やヨコエビ等の子の捕食者が近づくと激しい攻撃行動を示す。そこで発表者はワレカラ属のメスが第2咬脚を子の捕食者に対する武器として用い、子を保護する種ではより発達した武器を持つと考え、メスの第2咬脚の構造および子の保護の有無について比較をおこなった。またキタワレカラ、イバラワレカラ、トゲワレカラの3種について毒歯および指節先端の孔の数を測定した。

観察の結果、11種中4種で毒歯に孔があった。また7種で指節先端に孔があった。キタワレカラの毒歯の孔は体サイズの増加とともに増加した。しかし、他2種では体サイズと孔の数に明確な関係は見られなかった。子の保護の有無が報告・観察されている8種で孔の有無を比較した結果、保護をおこなう6種全てで毒歯もしくは指節の先端に孔があり、保護をおこなわない2種ではいずれの場所にも孔の構造は観察されなかった。

これらの結果から、ワレカラ属のメスの第2咬脚は、子の保護をおこなう種で発達していることが示唆される。発表ではオスの第2咬脚の観察結果についても言及し、雌の武器の発達について考察をおこなう。

P3-224

ヤマトシロアリにおける有翅虫性比の地理的な変異

* 諸岡史哉, 北出生

ヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus* はミゾガシラシロアリ科に属する真社会性昆虫である。日本に分布する *Reticulitermes* 属の他種と比較して、分布域は北海道南部から屋久島・種子島まで広範囲に及ぶ。本種については繁殖構造やコロニー構造について調査が行われている。また、個体群の有翅虫性比が雌に偏ること、茨城県内では個体群内におけるコロニー間の有翅虫性比に大きなばらつきがあることが報告されている。しかしながら、有翅虫性比やワーカー性比について、ヤマトシロアリの分布域を包括的に調査した事例はこれまでに無く、有翅虫及びワーカーの性比のばらつきに地理的な変異が存在するかどうかは不明であった。本研究では、広範囲にわたるヤマトシロアリの分布域内において宮崎県から岩手県にいたる10地点で調査を行い有翅虫性比ならびにワーカー性比を明らかにした。その結果、本種では、ワーカーの性比は地点ごとでばらつきが見られず、ほぼ雌雄比が1:1であった。これに対して、有翅虫性比はコロニー間でのばらつきが非常に大きい地点と雌雄比がほぼ1:1である地点が存在することが示された。特に性比が偏る地点では、雌を専門的に生産するコロニーや雄を多く生産するコロニーの両方が確認された。このような性比の偏りは、遺伝的な要因やコロニーの存在する地点ごとの環境要因の違いによってもたらされるものと考えられる。本発表では有翅虫性比と気温や降水量などの関連性を中心に考察する。

P3-223

トゲオオハリアリ *Diacamma* sp. における触角形態の顕著な性差をもたらす発生学的基盤

* 笹千舟 (北大・環境), 宮崎智史 (北大・獣), 東正剛, 三浦徹 (北大・環境)

社会性膜翅目では生活史において雌雄の示す役割が大きく異なり、そのため顕著な性的二型が進化したと考えられる。中でも触角は、極めて顕著な性差を示す。触角は、一般的に、聴覚や嗅覚、触覚など、環境情報を得るために重要な感覚器官である。特に社会性昆虫では、触角による化学コミュニケーションを介して個体間の情報伝達が行われ、社会生活が維持されている。しかし、伝達される情報やその様式は雌雄で大きく異なると考えられる。雌は触角を他個体の体表に接触させることにより、その個体についての多様な情報(カースト、性、繁殖能力、巣仲間/非巣仲間など)を受容し、社会的な機能を発揮する。一方、繁殖期にのみ出現する雄は交尾を主な目的とすることから、触角は揮発性の性フェロモンの受容に特殊化していると考えられる。

本研究では膜翅目の中でも顕著な性的二型を示すことが知られるトゲオオハリアリ (*Diacamma* sp.) を用いて、触角性差をもたらす発生学的基盤を探ることを目的とした。トゲオオハリアリの雌は12節から構成される「く」の字型の触角を、一方雄は13節から構成される数珠状の触角を有する。まずは形態計測によって成虫触角の形態における性差を明らかにし、走査型電子顕微鏡を用いた外部形態観察及び組織切片による内部形態観察に基づいて、終齢幼虫から前蛹にかけての触角形成過程での性差を詳細に解析した。成虫では、雌の触角は第1節が2.45mmと他の節より極端に長く、雄は第1節(0.25mm)と第2節(0.097mm)が他の節より短いことが明らかとなった。さらに、前蛹初期の伸張した antennal bud でも既に雌の第1節は極端に長く、顕著な性差がみられたため、それ以前に性差が現れることが示唆された。これらの結果を基に、本発表では触角性差の至近要因と触角形成機構について考察する。

P3-225

外来昆虫ブタクサハムシの移入地環境への適応：地域による光周性の違い

* 田中幸一 (農環研), 村田浩平, 松浦朝奈 (東海大・農)

外来生物が移入地に定着し分布を拡大するためには、移入地の環境に適応しなければならない。移入地の環境は原産地とは異なるため、適応の過程で特性が変化することがある。北米原産の外来昆虫であるブタクサハムシ *Ophraella communa* は、1996年に千葉県で発見されたが、その後急速に分布を拡大し、現在までに沖縄県を除く全都道府県で発見された(初宿・守屋 2005; 守屋 私信)。このように急速に分布を拡大したため、本虫の移入時の生活史特性は各地域の気候や寄主植物のフェノロジーに適しているとはかぎらず、移入後に生活史特性が変化する可能性がある。

演者らは2009年の大会で、茨城県つくば市における本虫の生殖休眠に関する光周性が、わずか数年間で変化したことを示した。この変化は、同地の環境に適応した結果であると考えられる。この仮説が正しいとすれば、他の地域に分布を拡大した個体群においても、それぞれの地域の環境に適応して、光周性が変化しているに違いない。このことを確認するために、気候や寄主植物のフェノロジーが大きく異なる青森県弘前市と熊本県合志市で本虫を採集し、光周性の実験を行った。つくば系統において休眠を誘起する臨界に近い日長(13L:11D)で飼育し、休眠率(休眠個体の割合)を調べた。その結果、休眠率は弘前系統では87%、合志系統では7%と大きな違いがあった。この結果は、各地に分布を拡大した本虫の光周性は、各地の環境に適応して変化していることを示唆している。

P3-226

インターネット上の外来生物情報の世界的傾向とその効率的共有への展望

* 岡本 卓, 五箇公一 (国立環境研)

外来生物問題は、原因・影響・対策とも多岐にわたる一方で世界共通の問題であり、同時に多くの日常的な人間活動と密接に関わっている。従って、根本的な解決のためには地域間・国家間での現状認識の共有と、一般への広報・啓発が必要となる。そのための手段の一つとして、ウェブサイトによる情報発信が、世界各地の関連機関によって行われている。また、外来種専門の国際組織 GISIN により、一定の標準に従うデータ提供を募るという方式での分散データベースの構築も進められつつある。

演者らは、外来生物の情報を扱っている約 180 のウェブサイトについて、掲載されている情報の種類・量などを比較した。その結果、以下のような傾向が明らかになった：対象となる地域は欧米やオーストラリアに偏っている；フォーマットや用語法が不統一である；緯度・経度レベルの地点情報を持つサイトは少数である；対象分類群は陸上植物に著しく偏っている；影響に関する情報は比較的豊富な一方で、導入経路に関する情報がやや少ない傾向にある；検索機能を持つ場合、名前・高次分類群名のみが検索対象である。

以上の状況から、内容に偏りがありつつも大量の情報が潜在的にはアクセス可能だが、フォーマットの不統一により、どこにどのような情報があるのかを探するのは非常に困難といえる。また、GISIN の分散データベースは、統合的な情報共有のプラットフォームとなりうるものだが、分布以外のデータベースが未稼働であるうえに、分布データの集積もあまり進んでいないため、実用的とは言えない状態である。そこで、現存する情報を有効活用するための方法として、ポータルとなるウェブサイトを介し、フォーマットの不統一を許容しつつ、必要な情報へのアクセス性を確保するための方策を考察する。

P3-228

外来樹木ハリエンジュが渡良瀬川河川敷の在来植物相に及ぼす諸影響

* 石川真一 (群馬大・社会情報), ペレンゲル・ハシフー (群馬大・社会情報)

日本各地のダムを建設した河川の上・中流域で近年、外来樹木ハリエンジュが樹林化して、河道封鎖・堤防破壊や生物多様性減少などが危惧されている。植物相調査の結果、群馬県渡良瀬川上流に約 30 年前に建設された草木ダム周辺においては、ダム建設後も本来の生育立地が各地に残存し、山地性植物種が多く生存している一方で、山地性でない草本植物種および外来植物種も少なからず生育が確認された。また群馬県桐生市内の渡良瀬川河川敷における国土交通省との共同実験により、ハリエンジュを伐採することによって、植物種の多様性を回復できる可能性があるが、抜根まで行うと別の外来植物の繁茂を誘発する危険性があることが示唆された。

渡良瀬川上中流域における分布調査により、最上流の足尾町で植林したハリエンジュ由来の個体が、全体で 57 か所において合計 110,080 本生育していると推定された。

ハリエンジュの根・茎・葉の各器官抽出液が、河川敷に生育する外来種 3 種 (ナガバギシギシ、コセンダングサ、ショカツサイ) および在来種 3 種 (チヂミザサ、ミゾコウジュ、メハジキ) の種子発芽に与える影響を発芽実験により検証した結果、茎および根の抽出液は、いずれの植物の種子の最終発芽率も大きく低下させた。またこの低下の度合いは、全体として外来種 3 種よりも在来種 3 種でより大きくなった。ハリエンジュの葉の抽出液にも同様の抑制効果があることが検出されたが、その効果は茎と根の抽出液よりも弱く、また時間が経つとさらに弱くなる可能性があると考えられる。いずれにしても、これらの在来植物の種子発芽に対する抑制効果は、野外調査で明らかになった、ハリエンジュ林およびその駆除後に外来種が特異的に多くなるという現象の一因になっていると推察される。

P3-227

外来不害害虫ヤンバルトサカヤスデの生態特性

神谷貴文, 飯田奈都子 (静岡県環境衛生科学研)

ヤンバルトサカヤスデ *Chamberlinius hualienensis* Wang, 1956 は、落葉等が堆積するなど有機質に富んだ湿り気のある場所を好む多足類である。11～12月に体長 3cm 前後の成体となり、生殖活動を行うため地表面に姿を現して群遊し、家屋に侵入するなど人々に不快被害を引き起こす。原産地は台湾で、1983年に沖縄島で本種の生息が確認された後、南西諸島や鹿児島本土、八丈島に分布を広げ、近年では本州や四国でも局所的に確認されている。静岡県では、2002年頃から静岡市内で毎年異常発生がみられ、最近伊豆半島や浜松市で生息が確認されるなど、本州における一大生息地となっている。本研究では、静岡市内に生息する個体群について、現地調査や飼育試験により生活史や低温耐性、餌の嗜好性を把握し、移入地における本種の生態特性を評価した。

ヤンバルトサカヤスデは一年一代型の生活史を持ち、孵化後 7 回の脱皮を経て成体になる。本調査地では一年を通して成体が出現しており、成体の群遊の時期も 4 月及び 10 月以降の 2 期に分散するなど、既往の報告にはない生活環を示した。飼育試験では、成体や卵塊が 5～10℃の低温に曝された場合、生存率や繁殖能力、孵化率は低下するものの、その後の温度の上昇によってある程度回復することが示唆された。また餌としてみかんや茶の落葉を好む傾向にあり、本種の静岡市における分布状況と一致していたが、成体はスギや広葉樹も摂食し、嗜好に幅があることが確認された。以上のことから静岡県内では海沿いの広範囲でヤンバルトサカヤスデが生息可能であることが示唆された。なお、本研究では侵入起源の解明に向けて mtDNA の塩基配列変異に基づいた解析を実施しており、その経過に関しても報告する。

P3-229

火山荒原上の土壌節足動物群集とリター分解過程に対する外来針葉樹の影響

* 斎藤達也 (北大院・環境), 露崎史朗 (北大院・地球環境)

攪乱地への外来植物種の侵入は、在来植物とは異なる質のリターの供給や、土壌動物群集及び非生物環境の改変を介して、リター分解過程に影響を与える。北海道渡島駒ヶ岳の火山荒原上では、外来針葉樹のカラマツと在来広葉樹のカンパ類 (ダケカンバ、シラカンバ) が優占している。本研究は、火山荒原上のリター分解に対するカラマツの影響を評価することを目的に行った。カラマツ樹冠下とカンパ樹冠下のカラマツとカンパの葉リターの分解はリターバッグ法により調べた。リター分解への土壌節足動物の寄与を評価するために、リターバッグの半数には 10 個の 6 mm 穴を設けた。両種樹冠下の相対光子密度、リター層の含水率、大型土壌節足動物の個体数 (ピットフォール法) も調査した。

両種の樹冠下において、カラマツリターはカンパリターよりも分解は遅かった。カンパリターはカラマツ下でカンパ下よりも速く分解した。リターバッグへの穴あけ処理の結果から、土壌節足動物はカンパリターの分解には寄与するが、カラマツリターの分解への影響は弱いことが示唆された。カンパ下と比べて、カラマツ下は暗く、湿潤で厚いリター層と、豊富な大型土壌節足動物により特徴づけられた。また、デトリタス食の等脚類はカラマツ下で、捕食者であるクモ類や甲虫類はカンパ類下で多く確認された。よって、カラマツの定着は、火山荒原上の水分や大型土壌節足動物の分布を変えているが、これらの環境改変はカラマツリターの分解には強くは影響しないと考えられた。カラマツは、難分解性リター供給により、火山荒原上のリター分解や養分循環を遅延させる可能性があると考えられる。

P3-230

福島県郡山市内の河川におけるアメリカミンクの生息密度推定

伊原禎雄(奥羽大)

毛皮の取引のために北米から輸出されたアメリカミンクは、現在では世界各地で野生化し、在来生態系に深刻な影響を与える存在となっている。日本では北海道、長野、新潟、福島での定着が知られており、2006年からは環境省によって特定外来生物に指定され、積極的な個体管理が求められるようになった。そこで個体管理への基礎情報の一つとして、福島県郡山市内を流れる阿武隈川の支流の藤田川と谷田川で個体密度の推定を試みた。藤田川では中下流の2区域、それぞれ住宅が少ない1.8kmおよび1.5kmの範囲の区域で2009年および2010年の10月から11月にかけて全頭捕獲を試み、また谷田川では中下流域6.5kmの範囲で2010年の8月24日から9月3日までの内の7晩に、ワナ(ライプトラップ)20器を用い捕獲を試み、除去法にて個体密度を推定した。結果、藤田川上流区では2009年、2010年ともに5個体、下流区では2009年には2個体、2010年には7個体を捕獲した。ただし2009年の下流区では捕獲された個体以外2頭のミンクにワナを壊され逃げられてしまった。推定にはこの逃げられた個体も加えた。谷田川ではこの捕獲調査によってミンク28個体を捕獲した。この結果、藤田川上流区の1kmあたりの生息密度は2.78個体で、下流区の2009年は、2.67個体となり、2010年には4.67個体と推定された。また、谷田川の1kmあたりの個体密度は4.00 - 4.62頭と推定された。これらの結果から、この両河川の調査区域でのミンクの個体密度は他地域と比べてみても極めて濃密であることが示唆される。水田環境からの豊富な餌の供給がこうした濃密な個体密度の背景にあるようである。

P3-232

外来種が入った食物連鎖のタイプ分けとそれらの特性

桜谷保之(近畿大・農・環境生態)

近年、外来種が世界的に大きな問題となっており、特に生物多様性や在来生態系に及ぼす影響が深刻化している。これら外来種の侵入後の定着と分布拡大には、種や環境条件等により、いくつかのパターンが考えられる。生産者、1次消費者、2次消費者という3段階からなる食物連鎖を考えた場合、すべて在来種から構成される連鎖では、在来生産者→在来1次消費者→在来2次消費者という1つのタイプしか存在しない。しかし、こうした3段階の食物連鎖の少なくともどれか1つの段階に外来種が入ると、連鎖のパターンは8種に増加する。これまでに、生産者、1次消費者、2次消費者ともすべて外来種からなる食物連鎖の例もいくつか知られている。例えば、南西諸島において、ギンネム(生産者)、ギンネムキジラミ(1次消費者)、ハイロテントウ(2次消費者)という食物連鎖は、すべて外来種から構成されている。また、外来種の2次消費者フタモンテントウは在来のアブラムシも外来のアブラムシも捕食して分布を拡大している。外来種の1次消費者マツヨイグサアブラムシは数種在来テントウムシに捕食されている。

本研究では、少なくともどれか1つの段階に外来種が入った7種の食物連鎖のタイプについて、生産者(植物)、1次消費者としてアブラムシ、キジラミ、カイガラムシ、2次消費者としてテントウムシ類を中心いくつかの例を挙げながら紹介し、その特性や生物多様性や生態系等に対する影響について考察する。

P3-231

新しい輸送システムは外来種を南極に持ち込みやすい?

*辻本恵(総研大・極域)、伊村智(極地研)

外来生物がある地域の生態系にもたらす影響は、今世紀の生態学者が直面している最も重要な課題のひとつである。南極半島や亜南極の島々においては、近年の年間訪問者数の急激な増加に伴う数々の外来生物が報告されており、今後、昭和基地を含む高緯度地域においても拡大すると予想される外来生物の移入に関して、早急な対策が必要であると考えられている。そんななか、日本の南極観測事業においては2009年の国立極地研究所の移転と新「しらせ」の就航に伴い、日本から南極・昭和基地へ運ぶ物資の輸送システムが大幅に変更された。そこで本研究では、南極観測事業における外来生物の「移入プロセス」に着目し、新・旧システムにおける輸送物資の付着物調査を行い、輸送システムの相違による外来種持ち込みの危険性の違いを明らかにした。

調査では、輸送物資からブラシで付着物を採取し、含まれる繁殖体(種子、昆虫、ダニ、コケなど)の種類・総数を調べた。旧システムについては2007年10月に、移転前の東京都板橋区施設内で第49次日本南極地域観測隊の輸送物資のうち25梱を対象に行った。新システムについては2009年10月に、移転後の東京都立川市施設内で第51次観測隊の輸送物資のうち28梱を対象に行った。計53梱から検出された繁殖体について、梱包形態や保管場所等の観点から議論を行った。野外に保管されている12ftの大型コンテナからは最も多く、次にスチールコンテナ(野外・屋外共に)から多くの繁殖体が検出された。屋内に保管されている段ボールからはほとんど繁殖体が検出されなかった。旧システムでは、小型輸送物資の7割以上を段ボールで梱包していたが、新システムでは、小型物資の多くは主に12ft大型コンテナやスチールコンテナで輸送されている。本結果から、現在運営している新輸送システムにおいて、南極への外来種持ち込みの危険性が高まっていることが示唆された。

P3-233

アルゼンチンアリのスーパーコロニー間における敵対行動の季節変化と遺伝子流動

*井上真紀, 五箇公一(環境研), 伊藤文紀(香川大・農)

アルゼンチンアリは、世界各地で定着し、侵入地において生態系や農業への甚大な被害を引き起こしている。日本では、1993年に広島県で定着が確認され、現在では関東以西11都府県で報告されている。本種は、複数の巣の融合体であるスーパーコロニーを形成し、女王やワーカーが自由に行き来し、同一スーパーコロニー内では敵対行動を示さない。種内競争コストがかからないため、スーパーコロニー形成によって生態的優位性を獲得したと考えられている。しかし、なぜこのような社会構造が進化し維持されているかは、社会性進化における大きな謎とされてきた。先行研究では、同じ遺伝子型を持つ1つの非敵対性スーパーコロニーが世界中に広く侵入している一方、小規模な敵対性スーパーコロニーが局所的に分布していることが明らかになった。そこで本研究では、4つのスーパーコロニーが側所分布している兵庫県神戸市において行動学的・分子遺伝学的手法を用いて、神戸市に分布するスーパーコロニー間における遺伝子流動の有無とコロニー融合の可能性について検証している。これまでの結果から、スーパーコロニー間でワーカーのオスに対する敵対レベルは低く、オスを介した遺伝子流動の可能性が示唆された。遺伝構造はスーパーコロニー間で有意に異なっているものの、低頻度で遺伝子移入が起きていることが明らかになった。また、ワーカー間の敵対レベルには季節変動があり、特に冬期では低く、コロニー融合が起きる可能性が示唆された。さらに1つのスーパーコロニーが他のスーパーコロニーの敵対性レベルの変動と同調していた。

P3-234

カワシンジュガイ幼生の宿主適合性：外来マス類の再検討

* 北野聡(長野環保研), 小林収(長野西高), 山本祥一郎(中央水研)

カワシンジュガイは幼生時代にサケ科魚類の鰓に寄生することで知られる淡水産二枚貝であるが、近年の生息環境の悪化により各地で個体数が減少し絶滅が危惧されている。さらに最近では外国産のサケ科魚類が放流され、カワシンジュガイ幼生の本来の宿主であるサケ科魚類が減少するという事態が同時進行している水域も少なくない。そこで我々は2009年度から2シーズンにわたって外国産マス類(ニジマス, ブラウントラウト, カワマス)の宿主ポテンシャルを解明するための飼育実験を行ってきた。今回は前回サンプル数が不十分だった実験群のデータ補強を主な目的として再実験を行った。

なお、ニジマスについては前回の実験で宿主不適合という明瞭な結果が得られたので、今回は宿主魚種としてブラウントラウト(中禅寺流入河川産:全長10-20cm)およびカワマス(中央水産研究所飼育魚:全長10-20cm)の2魚種, グロキディウム幼生としてカワシンジュガイ(大町市農具川産:ヤマメ類が本来の宿主)とコガタカワシンジュガイ(長野市戸隠逆さ川産:イワナが本来の宿主)の2種を使用した。実験では強制的にグロキディウム幼生を寄生させた後、水量の安定した水路で飼育を継続し鰓への寄生数や貝の成長を経過観察した。

その結果、大町産カワシンジュガイについては、ブラウントラウト、カワマスのいずれもが宿主ポテンシャルを示さなかった。また、戸隠産コガタカワシンジュガイについては、カワマスが本来魚種並み、ブラウントラウトがやや劣るが宿主ポテンシャルを持つことが明らかとなった。また、外来マスから脱落した稚貝サイズは本来魚種のもの比べて小さくはなかった。一連の実験結果から、外来魚の侵入が単純にカワシンジュガイの再生産を阻害するとは結論づけられないもの、侵入魚-二枚貝の組み合わせによっては深刻な帰結をもたらすと考えられた。

P3-236

特定外来植物オオハングソウの種子散布特性

* 西尾 孝佳, 永塚末貴(宇都宮大・雑草セ)

北米原産のオオハングソウ(*Rudbeckia laciniata* L.)は草丈が2m以上にも及ぶキク科多年生草本である。その特徴的な頭状花が好まれることから園芸種として流通し、日本には明治中期以降に導入された。しかし昭和30年代以降、北海道、本州北部を中心に、オオハングソウの雑草化が進行した。この雑草化は、日光など国立公園園域において著しく、在来の生態系及び生物相への影響が危惧されたため、いわゆる「外来生物法」において、オオハングソウは特定外来生物に指定された。法制化後、各地で蔓延防止の具体的な施策が講じられ、現在も行政やボランティアによる防除が行われている。しかし、オオハングソウは既に広い範囲に拡大しているために、全個体群に対して同時に効果的な処理を行うことは、物理的にも経済的にも難しく、効果的な対策を実施しつつも、その優先順位を決める必要がある。

そこで本研究では、分布域の拡大に直接寄与する種子散布特性を解析し、分布拡大リスク評価及び防除対象の優先順位評価の一助とすることを目的とした。調査はオオハングソウが侵入する福島県白河市山間部で行った。オオハングソウが雑草化する小水域において、可能な限り全ての個体群の地理的パターンを現地踏査により把握し、そのうち耕作放棄水田、路傍空き地に侵入した複数の個体群内外に種子トラップを設置した。種子トラップで捕捉された種子などは定期的に回収し、それぞれの数を測定した。その結果、(1)一次散布による飛散は2mまで確認されたがその量は限定的である、(2)耕作放棄水田では個体群の中心部と水路側境界で散布量が多く道路側境界では少ない、(3)路傍空き地の個体群は散布量が少ない、などが示唆された。

P3-235

ニセアカシア林の食物網特性の解明：クモ類への間接効果の推定

* 宮下直, 田中明郎, 高木俊(東大・農・生物多様性), 津田大輝, 加賀谷隆(東大・農・森林動物), 畠瀬頼子(自然環境研究センター)

外来植物は在来の植物を駆逐し、生態系の構造や機能を大きく変えることが知られている。そのプロセスは栄養的・非栄養的關係や土壌系と地上系の相互作用の改変など、非常に多岐にわたると考えられている。本研究では、我が国で最も普遍的に見られる侵略的外来植物であるニセアカシアに注目し、それが地上の代表的な捕食者であるクモ類に及ぼす影響を、住み場所構造の改変と餌資源量の改変の観点から明らかにすることを目的とした。

調査地は埼玉県熊谷市荒川河川敷に存在する森林で行った。ニセアカシアが優占するパッチと存在しないパッチの組み合わせを5つ選び、それぞれでクモ類の密度、飛翔昆虫類のバイオマス、下層植生の構造、リター層の物理化学性を測定した。クモの造網足場として重要な下層植生の被度は、ニセアカシア区で減少したが、餌となる飛翔昆虫のバイオマスは季節間で傾向が変化した。造網性クモの個体数は、夏はニセアカシア区で少なかったが、季節を通じた明瞭な傾向はみられなかった。個体数が比較的多かった5種については、ニセアカシア区で少ない傾向を示した。クモの種ごとの個体数に足場と餌が与える影響を調べたところ、共通して足場量と正の関係が見られた。餌バイオマスとの関係は、正に効いた種(ウズグモ幼体)と、負に効いた種(ウズグモ成体・クサグモ)があり、共通した傾向は見られなかった。寄生性のイソウロウグモ類は、主な宿主であるクサグモの個体数と正の関係を示した。以上、造網性クモの個体数は主に足場に制限されており、ニセアカシアは足場となる植生を減少させたが、飛翔昆虫との関係は、トップダウン・ボトムアップの両方が考えられ、クモの応答は一定でなかった。一方、地表徘徊性のコモリグモ類では、ニセアカシアパッチで増加する傾向が認められたが、その理由については現在検討中である。

P3-237

鎌倉市における外来中型食肉目3種と在来種タヌキの競合

* 岩下明生, 安藤元一, 小川博

本研究では鎌倉市におけるアライグマ、ハクビシン、ネコ及びタヌキについて活動場所、日周期活動、相対密度から種間に競合が存在するか検証した。主要な調査は神奈川県鎌倉市で行い、比較対象としてアライグマの侵入状況が異なる神奈川県内の19カ所の緑地でも調査を行なった。鎌倉市内では住宅地と緑地が混在する地域73地点(6,269CN)で、その他の緑地では1カ所の緑地につき3~23地点(246~2,343CN)でそれぞれ自動撮影調査を行った。撮影頻度からみるとタヌキが多い場所ではどの種も多く撮影される正の相関がみられた。ネコとハクビシンでも同様な正の相関がみられた。しかし、アライグマとハクビシン、アライグマとネコでは相関がみられなかった。日周期活動についてみると、タヌキ、アライグマ及びハクビシンは類似した夜行性の活動パターンを示した。ネコには明確な活動パターンはみられず、他の3種とは異なる日周期活動を示した。これらの動物同士が実際に野外で出会う可能性を探るために1地点の有効撮影面積を9m²と仮定して30分以内の同所で撮影された回数から算出すると、1km²あたりタヌキとアライグマでは1日に4.4回、タヌキとハクビシンでは3.2回、タヌキとネコでは1.5回のニアミスをしていると推定された。緑地タイプ別にみると、タヌキはどの緑地タイプも選好していたが、アライグマは孤立度が低い緑地を、ハクビシンは孤立度が高い緑地をそれぞれ選好していた。ネコは緑地と住宅地の両方を選好していた。自動撮影調査による撮影頻度、行政における死体収容頭数及び救護頭数からタヌキの相対密度をみると、鎌倉市は他の緑地や市町村と比較しても平均的な密度であった。すなわち、鎌倉市においてタヌキは他の外来中型食肉目3種から影響を受けていなかった。

P3-238

外来種? 在来種? 東京湾に大発生した二枚貝に寄生する
小型節足動物: カイヤドリウミグモ

* 山田勝雅, 小林 豊, 深山義文 (千葉県水研セ・東京湾漁研), 張 成年, 山本敏博, 柴田玲奈 (水総研セ・中央水研), 宮崎勝己 (京大・瀬戸臨海), 山北剛久 (森林総研), 鳥羽光晴 (千葉県水研セ・東京湾漁研)

侵略的外来種は群集の生物間相互作用様式や生息環境を改変し、生物相に劇的な変化をもたらす。このような場合、その存在が早い段階で顕在化するため対応策を早期に講ずる事ができる。一方で、特に人目が届きにくく(例えば水中)実態が捉え難い種(例えば固有種と形態が類似している種)が侵入した場合、社会・産業活動に何らかの影響が出るまで、その存在が顕在化しないことがある。この傾向は特に海洋の生物に多い。この場合、対策はおろか、侵入種の定着・分布拡大プロセスの解明さえも、侵入後のデータから推測しなければならない。このような状況に対してどのような研究アプローチをとるべきか、その手法の構築は生物学的侵入を明らかにするための新たな命題といえる。

東京湾は外来海洋生物の「ホットスポット」ともいわれ、我が国で最も多くの海洋性外来種が定着した湾である。近年、既に侵入した多くの外来種(多くは国外外来種)に加え、産業上の生物の移動に伴って予期せずに侵入する外来種、「非意図的移入種」(多くは国内外外来種)の増加も報告されており、これらの種が産業活動(水産)に影響を与える事でその存在が顕在化する例がいくつか報告されている。2007年、千葉県の盤洲干潟に生息するアサリをはじめとする二枚貝を宿主として突如大量発生した寄生生物カイヤドリウミグモ(皆脚類)も、その例の一つである可能性がある。

本研究は、演者らがこれまで得てきたカイヤドリウミグモの生態的形質を総論すると共に、盤洲干潟での分布拡大・縮小のパターンを示し、得られた結果からそのプロセスについて検討する。特に、大量発生が生じた要因について外来種・在来種の2つのシナリオに注目し、それぞれの視点から議論を加える。

P3-240

北米に移入したエビヤドリムシ *Orthione griffenis* における日米個体群の比較

伊谷行*, 三好由佳莉(高知大・教), 久米洋(愛媛・水セ), John Chapman (HMSC, Oregon State Univ.)

Orthione griffenis Markham, 2004 は太平洋東岸に分布するアナジャコ類 *Upogebia pugettensis* の鰓室に寄生する個体に基づいて記載された。本種は、米国の干潟で高い寄生率で宿主に付着するため、*U. pugettensis* 個体群が崩壊しつつある。太平洋東岸では古くより動物相の調査が行われてきたが、アナジャコ類に寄生するエビヤドリムシ類は、腹部寄生者のみが知られており、鰓室寄生者は分布していなかった。つまり、*O. griffenis* は外来種である可能性が高い。日本産のエビヤドリムシ類の標本を精査したところ、Itani (2004) によって *Pseudioninae* sp. 1 とされていたエビヤドリムシ類が *O. griffenis* であることが判明した。本研究では、日本における *O. griffenis* の分布と寄生状況を報告し、米国産個体群と比較する。

Orthione griffenis は、瀬戸内海、太平洋、東シナ海の計7地点より3種のアナジャコ類に寄生する標本が得られた。瀬戸内海燧灘でナルトアナジャコ *Austinogebia narutensis* を2007~2009年に月1~2度の定期採集した結果、全8291個体中 *O. griffenis* の寄生率は0.1%であった。一方、日本で普通種のマドカアナジャコヤドリムシ *Gyge ovalis* の寄生率は12.1%であった。米国では大型の宿主個体で *O. griffenis* の寄生率は50%を越えており、また小型個体が大型の宿主を利用する例が多かったが、日本産の個体群では、小型個体が大型の宿主に寄生する例は見られなかった。米国の *U. pugettensis* が進化的に鰓室寄生性のエビヤドリムシを排除する戦略を持たなかった可能性がある。

P3-239

ハイパースペクトルリモートセンシングを用いた侵略的外来種セイタカアワダチソウの密度推定

* 石井潤, 鷺谷いづみ (京大・農)

関東平野の北部に位置する渡良瀬遊水地は、本州以南で最大の面積(約3,300ha)を持つ湿地帯である。ヨシとオギが優占する高茎草本植生には、全国的に絶滅が危惧される植物が60種生育するが、近年ではセイタカアワダチソウの分布拡大が目立つ。現在、その東部に位置する第二調節地(約500ha)で湿地再生事業が計画されており、2006年度から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により、ヨシ・オギ原に生育する絶滅危惧植物の保全を目的として、絶滅危惧種と侵略的外来種の大規模な分布調査(10m×10m方形区を単位として、出現種の個体数を0-8の9段階の順位データとして記録)が行われており、2009年度までに11514方形区(115.14ha)の調査が終了した。

本研究では、この実分布データをグランドトゥールースデータとして用いて、航空機搭載型ハイパースペクトルリモートセンシングによるセイタカアワダチソウの広域モニタリングの可能性を検討する。解析では、一般化線形モデルを用いて、目的変数をセイタカアワダチソウの個体数の順位データ、説明変数をハイパースペクトルデータ7バンド(青~近赤外色の範囲)の反射値として、AICに基づくモデル選択を行う。11514方形区のうち半分は検証用データとして推定精度の評価に用いる。筆者らは、昨年度第58回大会では、より小規模な現地調査データ(92カ所の5m×5m方形区において、セイタカアワダチソウの被度を記録)を用いて、ハイパーリモートセンシングを利用したセイタカアワダチソウの在・不在(被度10%以上を在、10%未満を不在とする)の分布図の作成手法を報告した。この結果と比較しながら、本手法の有効性を検討する。

P3-241

砂浜生態系に侵入したセアカゴケグモによるオオヒョウタンゴミムシの捕食

* 高木俊, 土岐和多瑠, 吉岡明良 (東大・農)

人為的な環境改変は、在来生物にとっての生息地の質の低下だけでなく、しばしば外来生物の侵入機会の増加につながる。このような環境では外来生物から在来生物への負の影響が生じやすくなる。砂浜生態系は固有の生物相が成立していると同時に、防災やレジャー利用などの目的から人為的な改変も受けやすい。本研究では、海岸砂丘上部の防潮堤に侵入した特定外来生物セアカゴケグモによる環境省RDB準絶滅危惧種オオヒョウタンゴミムシの捕食を報告する。

2010年8月に愛知県の海岸砂丘上部の防潮堤において、造網しているクモの種組成、およびセアカゴケグモの網に残された節足動物の調査を行った。造網種の95%は外来種であり、64%がセアカゴケグモ、32%がクロガケグモであった。特に多くの餌がかかっていたセアカゴケグモの網における、節足動物のバイオマス組成は、海浜性地表徘徊甲虫が約95%を占め、約50%が30mmを超える日本最大級のゴミムシであるオオヒョウタンゴミムシであった。何らかの残存物がみられたセアカゴケグモの網のうち、約50%の網でオオヒョウタンゴミムシの捕獲が認められた。他のクモの網ではオオヒョウタンゴミムシは確認されなかった。

網の残存物の全てが捕食されたとは言いつても、セアカゴケグモは比較的高頻度でオオヒョウタンゴミムシを捕獲していた。日本ではセアカゴケグモによる在来生態系への影響に関する知見は乏しい。しかし、砂浜生態系においては、人為改変に伴う防潮堤のような造網環境の創出がセアカゴケグモの侵入を促し、在来生物への負の影響をもたらす可能性がある。

P3-242

外来植物の出現抑制のための休耕田の湛水管理

*高野瀬洋一郎(新潟大・超域研究機構), 石田真也(新潟大院・自然科学), 紙谷智彦(新潟大院・自然科学)

(キャンセル)

P3-243

琵琶湖における外来貝類の分布の現状

*木村妙子, 谷口千恵, 木村昭一(三重大院・生物資源)

琵琶湖ではオオクチバスやブルーギルなどの外来魚類が, 生態系や漁業に大きな影響を与えており, 基礎的な生態研究やそれを元にした施策が数多く行われている。一方, 滋賀県において生態系に悪影響を及ぼすと考えられている外来淡水貝類として7種が挙げられているが, 琵琶湖における詳しい分布状況は明らかではない。本研究は, 環境省により特定外来生物と指定されているカワヒバリガイと, 要注意外来生物とされているタイワンシジミ種群について, 琵琶湖における分布を明らかにし, 定量的な評価をすることを目的とした。

調査は2008年から2011年にかけて行われた。カワヒバリガイを中心とした分布調査として, 琵琶湖岸と付属湖, 島の4地点の53地点を設定し, 時間あたりの努力量による定量調査を行った。調査の結果, 全調査地点の約半分の28地点で全域的にカワヒバリガイの分布が確認され, 富栄養化した付属湖の余呉湖と南湖東岸の調査地点では高密度の生息が確認された。この調査で10地点において, タイワンシジミの生息が確認された。

この調査を元にして, 北湖で5地点, 南湖で1地点において, タイワンシジミを中心とした定量調査を行った。調査は岸から手網により, 一定面積を定量する方法で行った。その結果, すべての地点で形態的にタイワンシジミと判断される個体が確認され, 特に南湖の調査地点で高密度分布が確認された。さらにセタシジミ漁場である北湖の東岸の調査地点では, 船を使った水深別の調査を行った。調査は貝曳網である目合い1cmのマンガワを低速で2分間, 水深別に11地点曳網した。調査の結果, 水深5m以深にセタシジミが優占し, 特に水深5mから7.5mの調査地点では高密度に分布していた。一方, 沿岸の調査地点ではタイワンシジミが優占していた。これら2種の分布中心の水深は異なっているが, 混在も確認され, 種間の競合や遺伝子浸透が懸念される。

P3-244

手賀沼水系大堀川における特定外来生物 カワヒバリガイの分布拡大要因について

*高橋 佑太郎(江戸川大学)・吉田正人(筑波大学)

P3-245

植物群集の開花フェノロジーとハナバチ相の関係に対する外来植物の影響

*笠木哲也, 宇都宮大輔, 木村一也(金沢大), 湯本貴和(地球研), 中村浩二(金沢大)

植物群集においては植物が種間で時期をずらしながら連続的に開花することによってポリネーターとなる昆虫相が維持される。外来植物の開花は植物群集内の開花フェノロジー構造を変化させ, 在来植物と訪花昆虫の関係に影響を及ぼし得る。外来植物の開花が訪花昆虫の在来植物への訪花行動に及ぼす影響を明らかにするため, 本研究ではハナバチ類に着目し, 石川県能登半島の低地から山間部にかけての5ヶ所のサイトでハナバチ類を定期採集して種構成を調べるとともに, 植物の開花フェノロジー及び開花量, 訪花頻度を調査した。

在来植物の開花フェノロジーは全てのサイトで種間の連続性を示したが, 外来植物はその連続性から外れて長い開花期間を示す種が多かった。在来植物の開花量は山間部の方が多く, 低地サイトでは相対的に外来植物の開花割合が高かった。外来植物は刈り取り等の人為の影響に対する再生力が高く, 開花量の変動が大きかった。山間部では外来種の多い場所と少ない場所にサイトを設定したが, 外来種の少ないサイトでは在来植物とハナバチ類の種間対応関係が見られた。一方, 外来種の多いサイトではハナバチ類の訪花が外来種に偏り, 在来植物への訪花頻度が低くなる傾向があった。しかし在来植物へのハナバチ類の訪花頻度は人為的要因による外来種の開花量の増減に伴って変化した。在来植物が種数, 開花量ともに少ない低地サイトではハナバチ類の種数と個体数も山間部に比べて少なく, 相対的に外来植物への訪花頻度が高くなった。

外来植物はハナバチ類と在来植物の相互関係を阻害する可能性が示された。開花量の変動が大きい外来種はハナバチ類の在来植物への訪花頻度を不安定にした。また, ハナバチ類の餌資源となる在来植物が少ない条件では外来植物は重要な餌資源になる可能性があるが, 在来植物への訪花を助長しないとともにハナバチ相の維持にも貢献しないことが示唆された。

P3-246

外来植物ミチタネツケバナにおける繁殖形質の地理的変異と国内遺伝構造の関係

* 松橋彩衣子 (東北大・生命), 工藤洋 (京大・生態研), Miltos Tsiantis (オクスフォード大), 牧雅之, 酒井聡樹 (東北大・生命)

外来生物は、本来の生息地から離れた新しい環境へ侵入・定着する際に、急速な進化を伴いやすいと考えられている。アブラナ科ミチタネツケバナはヨーロッパ原産の外来植物で、近年日本に侵入し急速に分布を拡大している。このような侵入後間もない種においては現在進行している進化をとらえることが期待できる。そこで、ミチタネツケバナの花形質に関し国内集団間で変異があるかを調べたところ、雄蕊数の安定性、胚珠数、フェノロジーに変異があることが明らかになった。特に雄蕊数には大きな違いがみられ、多型(4本型、5本型、6本型)が観察できる集団と、4本型が大部分を占める集団が存在した。これらの変異が、国内侵入後の進化によるものなのかを明らかにするためには、多型集団・4本型集団の分布パターンと集団分化の過程を解析し、多型集団から4本型集団、あるいはその逆の分化が生じていたかを明らかにする必要がある。そこで、国内51地点から花サンプルを採集し、各集団における雄蕊数型の構成比を調べた。その結果、多型を生じやすい集団は北陸・関西に分布が偏っていることがわかった。これらの偏りがどのような集団分化の結果生じたのかについて、SSRマーカーを用いた遺伝構造解析により明らかにしていく。

P3-248

生物多様性の高いため池群の水生生物に対する侵略的外来種ウシガエルの影響

* 西原昇吾 (東大・農学生命科学), 須田真一 (東大・農学生命科学), 鷲谷いづみ (東大・農学生命科学)

侵略的外来種の侵入は淡水生態系の生物多様性を低下させる複合的な要因の1つである。淡水生態系の生物多様性を保全するためには、操作可能な個別の要因の排除が必要であり、侵略的外来種の及ぼす影響を明らかにした上で、生物間相互作用を考慮した計画的な排除が有効と考えられる。しかし、生物多様性の高い地域への侵入の初期において、侵略的外来種が水生生物に及ぼす影響を評価した研究は少ない。

本研究では、生物多様性の高いため池群に侵入したウシガエル(世界の侵略的外来生物ワースト100)が水生生物に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

岩手県南部の丘陵地に位置する久保川流域には、生物多様性の高い約1000のため池が残存するが、2005年頃からウシガエルが侵入し、急速な分布の拡大を続けている。ウシガエルの侵入の有無による水生生物相の違いを明らかにするために、ウシガエルの侵入していない30ヶ所の池ならびに、侵入して数年以内の33ヶ所の池を流域全体から任意に選び、水生生物群集の調査を2010年に行った。その結果、コウチュウ目の種数は、ウシガエルの侵入していない池の平均4.6種に比べ、侵入した池では3.4種と有意に少なかった。また、この地域では、2009年に設立された久保川イーハトーブ自然再生協議会による自然再生事業が進められており、ため池群におけるウシガエルの排除が2010年より本格的に開始されている。ウシガエルの侵入した生物多様性の高いため池では、アナゴゴなどをを用いた排除が実施されており、その際に捕獲されたウシガエルの胃内容物を分析した結果、陸上のゴミムシやクモ類に加え、ゲンゴロウやガムシなどの水生生物が確認された。

以上により、ウシガエルは直接の捕食によって、生物多様性の高いため池の水生生物群集に影響を与えていることが示唆された。

P3-247

小笠原諸島の外来種アカギ除去後の再加入リスク評価

* 山下直子 (森林総研・関西), 河原孝行 (森林総研・北海道)

アカギはトウダイグサ科の常緑・半常緑高木で、1900年代のはじめより小笠原諸島に用材・薪炭材生産目的で導入されたが、戦後特に利用されることもなく放置されてきた。種子が鳥により散布され、近年父島・母島・弟島では天然更新を行なっている。現在、上木を対象として除草剤を用いた枯殺処理がおこなわれているが、埋土種子や鳥散布により更新しているアカギが目立ち、そのまま放置すれば元のアカギ林が再生する危険性が高い。本研究では、アカギの再加入リスクを定量化し、上木根絶後の森林管理手法を提案することを目的としておこなった。アカギ実生の発生は、上木枯殺後2年経過するとかなり低くなることから、少なくとも2年間は下層で発生したアカギを駆除する必要がある。在来樹種の実生発生率は、アカギや他の外来種に比べて極端に少なく、その要因の1つとしてクマネズミによる種子食害が考えられた。アカギ上木枯殺区において、種子トラップ内に鳥散布によるアカギ種子の落下が確認された。アカギ種子の再加入率は、最も近い結実木から70m以内で高かったがそれ以上離れると低くなり、最長散布距離は144mであった。したがって、今後根絶区への再加入リスクを考えた場合、非根絶区から70m以内はハイリスクであり、おおよそ150m程度離れるとリスクはかなり低いと思われる。アカギを除去するだけでは、在来種の発生や定着を促進する効果が低く、むしろそれまで被圧されていた他の外来種の成長を促進し、繁殖量を増殖させてしまうことが明らかとなった。在来種の森林を再生させるためには、アカギ駆除と同時に、他の外来樹種の駆除と、種子を食害しているクマネズミの駆除が不可欠である。現在、西島など小面積の無人島でクマネズミ駆除が行われているが、今後、父島のような大きな島においても、在来種を育成する地域においては、クマネズミの侵入を防ぐための技術確立が必要がある。

P3-249

モンゴル国オルホン河(Orkhon River)流域の植生遷移と土地利用

* 松原奈央 (酪農学園大院・環境), 星野弘方 (酪農学園大・環境), ガンゾリグ・スミヤ (酪農学園大・環境)

P3-250

時空間 NDMI データを用いたモンゴル草原植生の降水応答

* プレブスレン・ツェデンダンバ (酪農学園大院・環境)、星野弘方 (酪農学園大・環境)、ガンゾリグ・スミヤ (酪農学園大・環境)

P3-251

灰塚ウェットランドにおける人工湿地の生態系サービスに関する研究

* 小川真莉子 (広島大・総科)、中越信和 (広島大・院・国際協力)、田中一彦 (広島大・院・国際協力)、浜田健一 (国土交通省中国地方整備局三次河川国道事務所灰塚ダム管理支所)

全国 2892 箇所 (建設中含む) のダムの中で広面積の人工「ウェットランド」を有するものは、灰塚ダム (広島県三次市・庄原市) だけである。本研究は、その人工湿地である灰塚知和ウェットランドの植生と水質の調査結果である、現在まで蓄積された資料も将来の植生予測を行い、将来の植物及び水質管理・維持方法を検討することを第一義的研究目標とした。

研究内容は、植生調査、植物生息水深調査、植物体中の栄養塩分析、水質調査である。その結果、植物体のリン含有量は、地上部の植物体 1g 当たりのリン量はクロモが 3.6mg で多く、地下部では同量はクロモが 5.3mg で多かった。植物体全体ではマコモの 81.3mg が最も多く、個体あたりではクサヨシ、イ、マコモ、オギが 25mg 前後でマコモに続いた。

また、地上部の窒素濃度・個体あたりの窒素量はオギで最も多くそれぞれ 2.94%・518.4mg であった。地下部の窒素濃度はイ・マコモ・サクラタデの約 1.25mg であった。個体あたりではマコモが 379.8mg で最も多いことを認めた。リンと窒素の含有量を植生図の面積に反映させたところ、リン・窒素ともに地上部・地下部でオギがウェットランド全体の 4 分の 3 程度の栄養塩を保持していることが明らかになった。これにより、ウェットランドの栄養塩を取り除く方法として、現在優占種であるオギの刈り取り管理が有効であること、マコモはリンや窒素ともに個体での含有量は多いが現在のウェットランド内に占める割合が少ないため全体で見ると刈り取りによる除去には有効な植物ではないことなどが判明した。しかし、今後マコモが増える環境整備をすることで、ウェットランドの水質浄化機能を高めることができる可能性もあることを示唆したい。

P3-252

採草地を対象とした航空機リモートセンシング

* 中坪 あゆみ、田中 勝千、杉浦 俊弘、皆川秀夫

リモートセンシングを用いて収量、品質、および草種構成などの空間分布を把握することができれば、草地の維持管理するうえで有用な情報になりうる。本研究では、飼料作物栽培におけるハイパースペクトルセンサの利活用を目的に、採草地のハイパースペクトルデータ (HSD) と植生情報との関係について検討した。試験地は青森県十和田市で、試験圃場は 2000 年春に北側半分が更新され、寒冷地型牧草が混播された。2000 年に更新されなかった南側半分は、更新後 10 年以上が経過している。2006 年 8 月 25 日にセスナ機搭載の AISA Eagle で HSD 画像を観測した (波長域: 400-1000nm, 68 バンド)。その結果、近赤外域の主成分画像に特徴が見られていたため、主成分画像からスペクトル特性が異なる 4 グループにわけ、各グループ 10 点、計 40 点の収量と含有成分を調査した。各グループの特徴は、近赤外域の放射輝度値が最も高い値を示す地点を A、最も低い値を示す地点を D とし、B は A よりも低い地点、C は D よりも高い地点とした。A では、エゾノギンギシの繁茂が顕著に見られた。B では 7 地点が更新 10 年以上経過している試験圃場の南側に位置し、草種構成は全てイネ科牧草であった。C と D には、特徴が見られなかったが、主としてイネ科牧草であった。収量は、B が最も高く、次いで A > C > D の順となった。また、近赤外域の放射輝度値が最も高かった A の収量は他と比較してばらつきが大きかった。含有成分は、TDN (%) は、D で最も高く、次いで C > B > A の順となった。CP (%) については、D ≥ A > C ≥ B となった。無機成分 3 種 (P, Mg, K) については A が他の試験区と比較して高かった。以上から、近赤外域の放射輝度値を主成分分析することで、エゾノギンギシの空間分布を把握できる可能性が示された。

P3-253

ゾーニングと管理者の交互作用が里山の林床植生を変える

* 土屋一彬、大黒俊哉、武内和彦 (東大院・農)

都市近郊に残存する樹林地の多くは、農村景観の構成要素であった里山を起源としており、生物相保全やレクリエーション利用の観点から植生管理の継続が求められている。本研究では、林床植生に影響すると考えられる社会経済条件のうち、これまで明確でなかった、行政の施策展開に関わる、ゾーニング、管理者、保全政策の影響を把握するため、多摩丘陵北部地域を対象とし、アズマネザサの稈高を下刈り状況の指標とした上で、その規定要因を分析した。

規定要因を分析するため、稈高を目的変数とし、ゾーニング、管理者、保全政策、傾斜度、斜面方位、斜面上の位置、行政単位を説明変数とした回帰木を実施した。また、ゾーニング、管理者、保全政策の組み合わせによる稈高への影響を比較した。さらに、保全政策のもとでの管理の規定と運用について行政への聞き取りを行った。

回帰木の結果、一回目で行政と市民団体が土地所有者より、二回目で市民団体が行政より、三回目で行政のうち市街化区域が調整区域より低い稈高と分枝された。稈高を比較した結果、市街化区域では行政や市民団体が管理する場所の稈高が土地所有者に比べ低かった。調整区域では、市民団体が管理する部分は市街化区域と同様土地所有者に比べ稈高が低い一方、行政が管理する部分は土地所有者と同水準の稈高であった。聞き取りの結果、行政は一部箇所を除き積極的に管理を行っておらず、市民団体や土地所有者の管理が規定されている場合でも管理状況の確認や指導を行っていなかった。

行政が調整区域で管理する場所の稈高が高いのは、施策に管理内容が明確に規定されていないことなどが要因と考えられた。市民団体が管理する場所が低い稈高なのは、同一箇所を下刈りを継続してきたためと考えられた。以上から、都市近郊ではゾーニングと管理者の組み合わせが里山の林床植生を規定していると結論づけられた。

P3-254

樹皮剥ぎを用いた樹液食甲虫の誘引～昆虫採集に向けた森づくりの手法開発～

*美齊津裕太, 山本貴紀, 上野徹, 島田尚樹, 小林紀博, 天田圭助, 高橋一秋 (長野大, 環境ツーリズム)

森林の多様な生態系サービスの中でも、カブトムシやクワガタムシ等の大型甲虫を対象とした昆虫採集は特に子供からの関心が高く、地域社会にとって重要な文化的サービスの一つとなる。本研究では昆虫採集が楽しめる森林の管理手法として「樹皮剥ぎ」(意図的な樹液のしみ出し手法)を提案するとともに、①樹液量と甲虫の個体数・種数との関係、②樹木の特徴と樹液量との関係、③幹を削る高さが樹液量と甲虫の種組成に与える影響、④甲虫が出現する時間帯と種組成を明らかにすることを目的とした。

2010年7月、長野大学の所有林に30m×40mの調査プロットを設置し、その中のクヌギ成木40個体を対象に樹皮剥ぎ(縦1cm×横10cm×深さ2cm)を地上から0.9m, 2.7mの2箇所へ施し、形成層の表層を寸断した。その後、8月にかけて樹皮剥ぎ部に誘引された甲虫の個体数・種数を記録し、しみ出す樹液をペーパータオルを用いて計測した。同年12月に調査木のDBH、樹高、樹冠面積、形状比、樹冠長比を計測し、樹液量、甲虫の個体数・種数との相関を解析した。

甲虫の個体数・種数と樹液量の間には高い相関が認められた($r=0.79$, $p < 0.0001$)。重回帰分析の結果、樹液量は樹冠長比と弱い相関を示した($\beta = 0.36$, $p < 0.05$)。樹液量は幹の低い場所では有意に高かったが、甲虫の個体数・種数は高さによる影響は見られなかった。甲虫の種組成は高さによって異なり、カブトムシは高所、クワガタムシは低所でのみ観察された。甲虫の個体数・種数は朝・昼・晩の時間帯によって異なり、カナブン・ハナムグリは朝・昼に、カブトムシ・クワガタムシは夜に集中して出現した。

昆虫採集を目的とした管理手法には樹冠長比の高いクヌギ成木の樹皮剥ぎが効果的であることが示唆された。また、種の選好性の結果を基に、個々の採集プランが設計できる。

P3-256

絶滅危惧維管束植物を指標とした里地里山ホットスポット解析

*渡邊絵里子 (横浜国立大学・環), 林直樹 (横浜国立大学), 松田裕之 (横浜国立大学)

P3-255

イノシシによる水稻被害のレベルに影響を与える景観要因及び被害レベルが決まる空間スケールの特定

*久保達也, 高田まゆら (帯畜大), 鈴木 牧 (東大演習林), 落合啓二 (千葉県博), 浅田正彦 (生物多様性センター), 宮下直 (東大院農)

千葉県房総半島では、イノシシによる農作物被害の深刻化が問題となっている。その一方で、狩猟者の減少・高齢化により野生動物捕獲の担い手が不足していることから、効率的な被害管理法の確立が急務であると考えられる。野生動物の農業被害の程度は農地周辺の景観構造から影響を受けることが知られていることから、被害が生じやすい景観構造の特徴を明らかにすることで、対象地域の景観情報から優先的に管理すべき場所を特定することが可能になると考えられる。そこで本研究では、千葉県房総半島のイノシシによる水稻被害が生じやすい景観の特徴と被害レベルの予測に適した空間スケールを明らかにすることを目的とした。

調査は2006年4月下旬から6月上旬にイノシシの生息が確認されている地域内の稲作農家宅約600件を訪問し、水田の位置や被害レベルなどを尋ねた。またGISを用いて、調査水田を中心に様々なサイズのバッファを発生させ、各バッファ内に含まれる森林率、竹林率、人工建造物率をそれぞれ算出した。統計解析には、被害レベルを目的変数とした一般化線形モデルを用いて、AICを基準としたモデル選択を行った。各バッファサイズにおいて同様のモデル選択を行い、バッファ間でベストモデルのAICを比較した。

バッファ間でAICを比較した結果、半径500mの空間スケールが被害レベルを最もよく説明することが明らかとなった。この空間スケールは、テレメトリー調査から示されているイノシシの行動圏と大きく異ならなかった。ベストモデルに含まれた説明変数の回帰係数から被害レベルは、森林率及び竹林率が高いほど増加し、人工建造物率が高いほど減少することが示された。被害は好適な餌場があることで増加し、人間活動が多いであろう人工建造物周辺では減少する傾向がみられた。

P3-257

Potential Influence of Aquatic Earthworm *Branchiura sowerbyi* on Mitigation of Methane Emission From Paddy Soil

*Mitra, P (YNU), Kaneko, N (YNU), Yachi, S (YNU)

Paddy field is one of the major sources of methane to atmosphere. Bioturbation by aquatic earthworms can change soil surface environment in paddy field, thus it is expected to influence methane emission from paddy field soil. This research was conducted to determine the role of earthworms on methane flux from paddy field soil and to know the effects of farming practices on earthworm density in paddy field. In a laboratory study paddy field soil was incubated at 20°C for 28 days with and without inoculation of *Branchiura sowerbyi*. In laboratory condition methane emission flux was increased by 72% on day-28 in comparison to day-7 with no inoculation of earthworms. Meanwhile opposite trend was observed with earthworm inoculation, where methane emission flux was decreased by 54% with the same time span. Cumulative methane flux was decreased by half in earthworm inoculated paddy field soil in comparison with no earthworm-inoculated soil. Tillage (conventional vs. no-tillage) and fertilizer (chemical vs. organic) were the factors in the field experiment. Both tillage and fertilizer practices had no significant effect on earthworm abundance in the paddy field soil during the field experiment. Activity of aquatic earthworms needs to be considered for mitigation of methane emission from paddy soils.

P3-258

都市近郊里山におけるイノシシの耕作放棄田利用状況

* 平井菜美 (東邦大学・理), 浅田正彦 (千葉県生物多様性センター)

近年イノシシ (*Sus scrofa*) による農作物被害が深刻さを増している。イノシシによる農作物被害拡大の原因の一つとして、耕作放棄地の増加が挙げられているが、イノシシの選好性の高い耕作放棄地の特性や環境要因についての研究はほとんど行われていない。そこで本調査では、千葉県印西市にある谷津田内の耕作放棄水田において痕跡調査を行い、イノシシの好み遮蔽度、土壌表面の水分条件を明らかにすることを目的とした。

2010年7月～10月に毎月49調査区において、掘り起こし跡、ヌタ場、ネヤの位置と数、同時に遮蔽度と土壌表面の水分条件を調査した。遮蔽度は各調査区8地点で畦から田中央に向かって10mのところまで赤い布を用いて測定し、水分条件は土壌表面を乾燥、泥、水面の3段階に分け、それぞれの占める割合を目視で10段階評価した。

痕跡数は季節によって変動しており、夏期(7・8月)にはヌタ場が、秋期(9・10月)には掘り起こし跡が多く、イノシシの行動には季節変化があることが示された。ヌタ場は夏期に土壌水分が多い湿潤な調査区で多く、遮蔽度には影響を受けていなかった。掘り起こし跡は秋期に土壌水分が多く遮蔽度が中程度の調査区で多く確認された。ネヤは秋期に初めて確認された。ネヤは遮蔽度の高い調査区でのみ確認し、ネヤの周囲の遮蔽度は平均 $95.6\% \pm 1.98SD$ と高い値であった。そして調査期間を通して、遮蔽度の低い調査区、冠水しているような過湿な調査区では利用が少なかった。

これらの結果から、イノシシに利用されにくい耕作放棄水田にするためには湛水状態で管理するのが望ましいと考える。湛水状態ではイノシシの餌となる土壌生物相を変化させることができるだけでなく、植物の遷移スピードが遅いため、遮蔽度を抑えることもできる。

P3-260

土壌環境制御による植生管理法の開発 第2報：土壌酸性化処理後1年間の植生モニタリング

森田沙綾香 1・小柳知代 1・藤間 充 2・太田陽子 3・楠本良延 1・平舘俊太郎 1 1 農環研, 2 山口大学農学部附属農場, 3 緑と水の連絡会議

【はじめに】多くの外来植物は、改良農耕地など土壌pHが中性域に矯正され比較的富栄養な土壌環境に有利に生育できるのに対し、多くの在来植物は、酸性土壌域かつ貧栄養な土壌環境で有利に生育すると考えられる。本研究では、外来植物が蔓延している場所に酸性化資材を処理し、その後1年間の植生推移を報告する。

【方法】試験地は、セイタカアワダチソウが優占する山口大学農学部附属農場内の放棄果樹園地であり、土壌酸性化資材の投入量は、置換酸度が5となる土層の厚さが5cmの半量区と10cmの全量区、および無処理区を各5試験区(2m×2m)、合計15区設定した。試験地は、2009年夏に一旦刈取り、植物体を持ち出した後、土壌酸性化資材を投入した。また、刈取り前に1回、刈取り後に5回植生調査を行った。

【結果と考察】半量区および全量区では、処理166日後まで無処理区と比較して被度が低かった。しかし、処理166日以降から植生は徐々に回復し、半量区では処理310日後に、全量区でも処理406日後に無処理区とほぼ同程度の被度まで回復した。無処理区の優占種は、処理406日後も刈取前と同じセイタカアワダチソウであった。一方、全量区におけるセイタカアワダチソウの被度は406日後でも2%以下に抑制されていた。また、全量区では処理前より在来種の割合が高く、他の区と比較して出現種数も増加していることから多様性が高く、より望ましい植生になったと考えられた。したがって、本土壌環境制御法は、セイタカアワダチソウなど外来種が蔓延している場所を在来植生に置き換え復元するのに有効な手法と考えられる。

P3-259

自然公園利用者のヒグマ遭遇に対するリスク認識の違い

* 久保雄広 (北大・農), 庄子康 (北大・農)

リスク認識は人の行動や態度に影響を与えることが多くの研究で示されている。クマと人との軋轢、特に自然公園におけるクマとの遭遇事故は人側の行動や態度に大きく起因することから、利用者がクマとの遭遇事故に対してどのようなリスク認識をもっているのか、調べる必要が生じている。

本研究ではヒグマとの遭遇リスクに対する利用者のリスク認識を聴取し、選択型実験(潜在クラスモデル)にその結果を組み込み分析することで、自然公園における利用者の意思決定を明らかにすることを目的とする。

調査は2009年9月に大雪山国立公園沼巡りコースで実施した。登山者1,536名にアンケート票を配布し、後日郵送によって970名から返答を得た。ヒグマとの遭遇に対するリスク認識の結果を選択型実験に適用することで、利用者は2つのグループに分けることができた。一方のグループはヒグマ遭遇リスクを深刻なものであると認識しており、できる限りヒグマに遭いたくないとするグループA、もう一方のグループはヒグマとの遭遇は回避可能であり、状況によってはヒグマに遭っても構わないというグループBであった。登山行動として、Aはヒグマの出没の可能性を考慮し、コース途中での引き返しを望んでいたが、Bはできる限りコース一周を望んでいた。また両グループは、実弾を持ったハンターの巡視には反対であったが、Bは追い払い用のゴム弾を持ったハンターの巡視には賛成であった。このことから、Aはヒグマに遭いそうならば登山を取りやめる傾向にあり、Bは何とか登山を果たしたいという行動選択の違いが伺える。

このように、リスク認識の違いは、ヒグマとの遭遇リスクが存在する自然公園での利用者の意思決定にも影響を与えることが明らかになった。そのため、管理者は一律な対応ではなく、利用者のリスク認識を考慮した情報提供やゾーニングといった管理を考える必要があることが示唆された。

P3-261

水田の土着天敵コモリグモはレンゲによって増加する

* 山口 翔, 水元駿輔, 山下雅幸, 澤田 均 (静岡大・農), 松野和夫, 稲垣栄洋, 市原 実, 済木千恵子 (静岡農林研)

水田徘徊性のコモリグモ類 (Lycosidae) は高い捕食能をもち、水稲害虫の主要な土着天敵となりうる。そこで、コモリグモ類の保全を促すような圃場管理法を開発することが、水田の害虫防除サービスの強化につながる。コモリグモ類は水田内で越冬するため、田植え前の植生管理が発生個体数に大きく影響すると考えられる。これまでに、田植え前にレンゲを栽培した水田で春季(3月)の増加が観察されている。そこで本研究では、田植え前のレンゲ植生と耕起体系が水田栽培期間中のコモリグモ類の動態に及ぼす影響を調査した。

2010年に静岡県藤枝市と浜松市で調査を行った。藤枝市ではレンゲ不耕起区、不耕起区、耕起区の3処理区、浜松市ではレンゲ耕起区、冬不耕起区、耕起区の3処理区をそれぞれ2反復設置した。各処理区の水田内と畦畔において昆虫相(コモリグモ類とウナカ類)を6月から9月にかけて毎月1回、叩き落とす法とコドラート法により調査した。水田内のコモリグモ類個体数は、田植え前のレンゲ植生管理によって増加した。一方、耕起の有無による差はなかった。コモリグモ類の保全には、田植え前のレンゲ植生管理のように生息地を提供することが重要だと考えられた。他方、畦畔のコモリグモ類個体数は、6月(水稲生育初期)にレンゲ区で多い傾向にあった。畦畔はコモリグモ類にとって、田植え作業に伴う攪乱からの避難場所となるだろう。水稲害虫であるウナカ類個体数は、全処理区で発生程度が少なかった。以上の結果より、土着天敵コモリグモ類はレンゲによって増加することが強く示唆された。

P3-262

景観スケールにおける希少樹木種の生活史特性と森林管理シナリオとの関連性

* 石田敏(東北大・生命), 正木隆, 田中浩(森林総研), 中静透(東北大)

人間による土地利用によって森林は様々な影響を受けている。日本の森林では薪炭林の利用、針葉樹林の植林、放牧地など様々な利用が為されてきたが、近年では放置され始めている。このような土地利用の変化に応じて森林内の種組成は刻々と変化している。ある地域における低頻度種の保全を考えると、どのような土地利用、管理シナリオがその種に影響を与えるかを考慮する必要がある。しかし景観全体の中での低頻度樹木種の動態を捉えるためには多くのデータが必要であり、さらに低頻度ゆへの観察数の少なさから、多くの樹木種動態の中での変化を捉えることは難しい。

そこで容易に得られたデータを用いて、景観内の土地利用の変化(土地利用変化マトリクス)と土地利用が変化した森林群集内の林冠木の種組成変化(林冠交代マトリクス)をそれぞれのマトリクスで表し、両者を組み合わせて景観全体での森林動態の予測を行った。また、林冠交代マトリクスにばらつきを持たせて1万回のシミュレーションを行い、その結果から景観内に林冠木が一本もない地域絶滅の確率も求めた。これらの景観全体の種組成と地域絶滅確率が3つの森林管理シナリオによってどのように変わってくるかを計算し、どのような森林利用がどんな種特性を持つ低頻度種の地域絶滅を回避させて、生物多様性の維持に貢献するかを考察した。

今研究では以前のマトリクスモデルの調査データに加えて、低頻度種を対象に探索したデータを用いて樹木発見数の少なさによるばらつきを抑えた。森林管理シナリオでは「里山管理」「原生林保護」に加えて二次林を放置して保護林とする「自然回復」についても考えた。結果では里山管理シナリオによる現優占種の優占度増加、原生林保護シナリオによるL型樹木種の地域絶滅回避や自然回復シナリオによるP型樹木種の地域絶滅回避が見られ、樹木種特性と森林管理するシナリオとの関連性が確認できた。

P3-264

カヤネズミ *Micromys minutus* の生息する半自然草原の管理

* 岩本 菜々子(明治大・農), 荏司 たか志(全国カヤネズミ・ネットワーク), 倉本 宣(明治大・農)

人間の管理の下で成立する半自然草原は、草地性生物の重要な生息地であるが、管理放棄や開発などにより面積が減少している。カヤネズミ (*Micromys minutus*) は日本で数少ない草地性哺乳類である。現在草地の減少により、27都府県のレッドデータブックに記載されており、生息地の保全が必要である。カヤネズミの営巣は草地管理の影響を受けることが明らかにされているが、研究事例は十分ではない。本研究ではカヤネズミの営巣に与える影響が小さい、半自然草原の管理方法を明らかにするため、草刈り回数と営巣の関係性を調査した。また半自然草原保全の現状と課題を把握するため、モニタリングサイト1000カヤネズミ調査の参加サイト対象にアンケートとヒアリングによる調査を行った。

(調査1) 多摩丘陵(東京都、神奈川県)の谷戸に存在する半自然草原を調査対象地とした。草刈り回数が年0~3回の調査区を設定し営巣調査を行った結果、年1回草刈りを行った調査区での営巣数が多かった。群落高90cm以下の調査区では営巣が確認されなかったことから、年2回以上草刈りを行った調査区では、群落高が高くなる期間が短かったため営巣数が少なくなったと考えられる。

(調査2) モニタリングサイト1000カヤネズミ調査の参加サイトを対象とし、アンケートとヒアリングを行った結果、各サイトにおけるカヤネズミ生息草地管理の課題として、1) 草地保全計画の未整備、2) 調査者と管理者の連携不足、3) 管理者のカヤネズミ生息草地保全意識の低さ、4) 管理者の目的とする草地とカヤネズミ生息草地の対立、5) 管理者の不足などがあげられた。

P3-263

除去法を用いたニホンジカの個体数推定

* 田中幹展, 瀧本岳(東邦大・理)

野生動物の個体群管理を行う上で、その個体数を正確に推定することは重要である。個体数推定法の1つである除去法は、野生動物の捕獲数をもとに個体数を推定する。除去法は、推定対象となる個体群が閉鎖系であることを仮定する。この仮定により、開放系に対する除去法の適用は制限される。その一方、閉鎖系の仮定を必要としない開放個体群モデルを用いた個体数推定も行われている。

伊豆諸島の新島では現在、ニホンジカの罠捕獲による個体群管理が行われている。そこで本研究では、開放個体群モデルを用い、新島に生息するニホンジカ個体数の推定を行った。新島のニホンジカ生息可能域(19.6 km²)には、罠が設置されている地域と設置されていない地域がある。そこで、推定に際しては、ニホンジカ生息可能域を罠有効範囲(15.5 km²)と罠無効範囲(4.1 km²)の2地域に分けた。この2地域の生息密度分布を把握するため、糞粒を密度指標として用いた生息密度分布調査を行った。推定に用いた個体群モデルは、捕獲期間中の個体の死亡や、罠有効範囲と罠無効範囲の2地域間の移出入を考慮している。罠捕獲数のデータは、2009年6月から2010年5月までのものを使用した。これらのモデルとデータから、2010年5月時点の島全体のニホンジカ個体数、罠有効範囲と罠無効範囲の間の移動率、捕獲率の3つのパラメータを推定した。

推定の結果、2010年5月のニホンジカ全個体数は288頭、移動率は0.217/月、捕獲率は0.104/月だと推定された。本研究で用いた方法では、狩猟や罠捕獲といった、通常の個体群管理活動から得られるデータに基づき個体数の推定が可能である。そのため、個体群管理のための個体数推定法として、その有用性は高いと期待できる。また、開放個体群モデルの利用により、除去法を開放系に適用することも可能であることが分かった。

P3-265

シカ密度増加と人による森林利用は林床植生にどのように影響するのか~屋久島全島広域比較による解明~

* 幸田良介(京大・生態研), 辻野亮(地球研), 揚妻直樹(北大・FSC), 揚妻・柳原芳美(フリー研究員), 藤田昇(地球研)

シカが森林植生に与える影響について多くの研究がなされてきたが、そのほとんどはシカ排除柵を用いて柵内外の両極端のみを比較したものであるため、シカ増加過程における影響の変遷については未だ不明な点が多い。また人による森林利用も森林植生の多様性や種組成を改変するため、シカによる影響を考える際に森林利用の影響を合わせて考慮する必要があるが、森林利用形態の違いがシカ-植生関係に与える影響はほとんど議論されていない。屋久島には、無撓乱の自然林から人工林まで様々な利用形態をもつ森林が各地に広がっており、また島内に生息するシカの密度が地域によって大きく異なっているため、利用形態の異なる各森林で、シカ密度増加過程における植生への影響を把握し比較することが可能である。そこで屋久島各地の低地林で調査を行い、シカ密度増加が林床植生の種数、被度、種組成に与える影響を調べるとともに、森林タイプ(自然林、二次林、人工林)による違いを調査した。

自然林において植物種数は単純に減少するのではなく、約20頭/km²のシカ密度で最大となっていた。各植物種の優占度の変動パターンは嗜好性や各植物種の特性によって異なっており、種ごとに異なる優占度の変化の総和として中程度のシカ密度において植物種数が最大となったのだと考えられた。一方で二次林や人工林では植物種数は単純減少していた。二次林では全体的に被度が低く、また人工林では被度が高いもののその大半は特定のシダ植物によるものであった。そのため人による森林管理によっても植物種の出現が負の影響を受けており、結果的に本来の種数のピークが出現しなかったのだと考えられた。以上のようにシカ密度増加が森林植生に与える影響は単純な負の効果のみではなく、またその効果は人による森林利用の形態によって変化しうると考えられた。

P3-266

天然生針広混交林の択伐施業地における炭素貯留量の長期変化

*南雲未智, 井上太樹(北大・環境科学), 吉田俊也, 柴田英昭(北大・北方生物圏FSC)

京都議定書において、日本は炭素排出量の削減目標のうち、3.9%を森林の吸収量に期待しており、地域ごとの生態系の特性を考慮した炭素量の推定と将来予測が求められている。一方、近年、森林管理においては、収穫(伐採)と生態系の保全を両立させるため、非皆伐の施業方法が注目されている。そこで、本研究では天然生針広混交林の択伐施業地を対象として、生態系全体の炭素貯留量の過去30年間の長期的な変動を定量化することを目的とした。まず、炭素貯留量の空間分布が、上層木の状態(閉鎖林冠・ギャップ、樹種、樹高)と地形によって決まると仮定し、面積6.7haの調査地(北大中川研究林)内を14の状態カテゴリー(20m×20mスケール)に分類した。測定対象の項目は、上層木(胸高直径 ≥ 125 mm)、下層木(胸高直径 < 125 mm)、枯死木(直径 ≥ 5 mm)、下層植生、リター、根系(直径 ≥ 0.5 mm)、土壌(深さ0.3mまで)である。上層木および下層木に関しては、胸高直径の計測値から既知のアロメトリー関係をもとに、その他の項目については、14の状態カテゴリーに分類された地点それぞれ3箇所で行なったサンプリングの分析結果をもとに炭素量を推定した。また、過去の毎木調査データ(1974年から約10年ごと)、および空中写真、航空機ライダー測量から推定した林冠高データを用いて、過去の生態系全体の炭素貯留量を推定した。今回の発表では、上層木の炭素貯留量を中心に、これまでに得られた結果を報告する。

P3-268

群馬県赤谷地域における治山ダムの設置・撤去が溪畔植生に与える影響

*林雄太, 吉川正人(東京農工大・院・農), 藤田卓(日本自然保護協会)

群馬県みなかみ町の赤谷川上流域で進められているAKAYAプロジェクトの一環として、2009年10月に支流の茂倉沢において生物多様性復元を目標とした治山ダムの中央部撤去が実施された。本研究では、ダム撤去後の溪畔植生の変化をモニタリングするための基礎的情報として、ダム設置が地形と植生に及ぼしている影響を明らかにするとともに、破損ダムが連続する区間の地形と植生の状態を把握することでダム撤去が植生に与える影響について考察した。

茂倉沢を含めた標高・流域面積の近似する4つの沢において、ダム設置区間、ダム非設置区間、ダム破損区間(茂倉沢のみ)ごとに、河床勾配の計測、溪畔地形の分布調査、植物社会学的植生調査を行い群落区分した。

その結果、植物群落は25群落(高木6, 低木8, 草本11)に分類された。設置区間では非設置区間に比べて河床勾配が緩く、堆砂によって流路からの比高の低い砂礫堆・低位段丘面が形成され、先駆的な性質を持つケヤマハンノキ群落や向陽地を好む高茎草本群落であるクロバナヒキオコシ群落、林冠の閉じた砂礫堆に成立するウリハダカエド稚樹群落などが特徴的に確認された。谷幅の広い沢では谷壁や谷底の露岩環境が激減しており、流水辺の岩隙に成立するナルコスゲ群落や湿性の露岩谷壁に成立するウバミソウ群落が消失したと考えられる。

破損区間では、河床勾配と地形の比高はダム設置前の値に近いもの、植物群落の大部分は設置区間と共通するものであった。谷底は砂礫堆(裸地)と低位段丘面が高い割合を占め、谷壁には露岩が目立った。土砂流失した面と堆積した面が砂礫堆(裸地)となっており、これらの比高は低く、その面積は他の区間より多いため土砂流出により大きな攪乱を受けていると考えられる。撤去においては谷底の植生を大きく攪乱する土砂流出の対処が課題である。

P3-267

30年生アカエゾマツ人工林に混交した広葉樹の成長過程

*加藤聡美, 竹内史郎(北大・環境科学院), 吉田俊也(北大・北方生物圏FSC)

日本の人工林の林冠層はほとんどの場合単一種で構成されている。このような森林は一般に、生態学的安定性や資源利用効率、生物多様性が低いとされていることから、近年、混交林化への関心が高まっている。混交した他の樹種を長期にわたって維持していくためには、樹種間の競争関係を緩和することが必要であるが、これまでの間伐指針は単一種の森林に対してしか開発されていない。そこで、本研究では、広葉樹が混交した34年生アカエゾマツ人工林を対象として、隣接個体との距離や相対的なサイズ、種構成が競争関係に及ぼす影響を明らかにし、間伐指針を示すことを目的とした。北海道大学雨龍研究林の34年生人工林(面積2.65ha)において、侵入した広葉樹(胸高直径10cm以上)のうち優先種4種(ミズナラ、ダケカンバ、キハダ、ハリギリ)について、全240本の対象木から成長錐により表層の年輪コアを採取した。年輪計測値から算出した過去5年間の断面積成長量を、対象木の「成長」を表す指標、また、当該対象木から半径5m以内にある胸高直径10cm以上のすべての立木の胸高断面積合計を、対象木に対する「被圧の強さ」を表す指標とした。これらの実測値をもとに、成長モデルを用いて、アカエゾマツ-広葉樹間の競争関係を解析した。結果をもとに、侵入した広葉樹の樹種に応じて、どの程度アカエゾマツを間伐するべきかを議論する。

P3-269

シカ過採食圧の放置と排除は埋土種子相にどのように影響するのか - 土の中から探る植生回復可能性の評価 -

*本田美里(京大・農), 阪口翔太, 山崎理正, 高柳敦(京大院・農)

近年世界的にシカ類の密度増加による森林生態系の劣化が進んでおり、日本国内でも同様の報告がされている。シカ類による過度の採食が長期間続くと自然回復が困難になるほど植生が衰退し得るといふ指摘もある。京都府北東部に位置する京都大学芦生研究林(以下研究林)では、1990年代後半からニホンジカ(*Cervus nippon*)の採食による植生の構成の変化と衰退が進んでいる。研究林では2006年6月から1つの集水域(13ha)の周囲に防鹿柵が設置され、設置から4年を経て柵内では柵外に比べ顕著に植生が回復している。本研究では研究林の中でも希少な草本植物の多く生育する天然生溪畔植生を対象に、防鹿柵によりニホンジカを排除した状態とニホンジカの過採食圧地域を放置した状態を比較することで、埋土種子相がどのような影響を受けるかを評価することを目的とした。

2010年4月上旬に研究林上谷流域内の防鹿柵で囲まれた集水域を含む4つ集水域の各25地点からそれぞれ100ccずつ土壌を採取し、温室にて播き出し試験を行った。その後4月から8月までは週に1回、9月から12月までは2週間に1回程度、発芽状況の観察と発芽実生の種同定を行った。また、同年の9月上旬から10月下旬にかけて土壌採取地点で植生調査と開空度の測定を行った。植生調査では土壌採取地点を中心とした半径50cm、1m、2m、3mの円形プロットを設置し、4段階のスケールに分けて出現種とその被度を記録した。

播き出し試験の結果、採取土壌からは34科55種の種子植物が発芽した。植生調査では62科166種の種子植物と11科30種のシダ植物の出現が記録された。播き出し試験の結果と空間スケール別に評価した植生調査の結果を用いて、埋土種子相と現存地上部植生の関係について議論する。

P3-270

佐渡島の水田における両生類の個体数決定要因：農法と景観構造からの評価

* 宇留間悠香, 小林頼太, 宮下直 (東大・農)

P3-271

分散パターン解明を目的としたスカシバガ類の生体内微量元素分析

* 工藤誠也 (弘前大院・農生), 渡邊泉 (東京農工大・農), 東信行 (弘前大・農生)

スカシバガ類 (Sesiidae) はハチに擬態したガの仲間であり、幼虫は枝・莖に穿孔してその内部で育つ。穿孔性ゆえに散布農業は利き難く、食害によって植物体を極端に衰弱させるため、一部のスカシバガ類は深刻な農業害虫とされている。また、2005年に北海道で初めて発見された外来種スグリコスカシバ (*Synanthedon tipuliformis*) はスグリ類の世界的農業害虫であり、近年本州でも分布を広げているため、対策が急がれている。現在、スカシバガ類各種に合成性フェロモンを利用した防除方策が試みられているが、コスカシバ (*Synanthedon hector*) などの一部の種を除き十分な成果は得られていない。スカシバガ類の飛翔分散能力の高さがその一因になっているものと考えられる。

本研究は、スカシバガ類の飛翔分散パターンやその分散程度を調査するための足掛かりとして行った。スカシバガ類3種 (クビアカスカシバ *Toleria romanovi*、キタスカシバ *Sesia yezoensis*、スグリコスカシバ) を対象に、個体全身 (クビアカスカシバ・キタスカシバでは翅・脚・触角を除外) を酸分解し、誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) にて個体毎の体内元素濃度を定量した。そして得られたデータを利用し、産地分類を試みた。

検出された15元素 (スグリコスカシバでは10元素) の体内元素濃度データを用いて正準判別分析を行った結果、3種いずれもこの手法によって産地分類できることが分かった。3kmほどしか離れていない地点間でも判別できており、畑など小区画レベルでの違いが示唆された。

P3-272

風倒木処理がエゾシカの採食選択に与える影響

* 森谷佳晃, 森本淳子, 中村太士 (北大院農)

本研究では、風倒木処理がエゾシカの採食に与える影響と、採食による植生回復への影響 (植被率、群落高、カテゴリごとの出現種数 (高木類、低木類、草本、その他)) を明らかにすることを目的とした。大規模な風倒が発生したトドマツ人工林において、倒木を放置した「放置区」、倒木を除去した「除去区」、倒木除去に伴い発生したCWD (枝や根株など) を集めた「CWD区」の三つの処理間で、エゾシカの採食圧を比較した。すべての処理区で出現していたエゾイチゴを対象に、食痕数と植物量を調べ、植物量あたりの食痕数を採食圧とした。また、それぞれの処理についてシカ排除フェンスを作成し、採食による植生への影響を調べた。植生調査は2009年と2010年の二回行い、一年間の変化をフェンス内外で比較した。エゾシカの採食圧は放置区で最も低く、次いでCWD区、除去区の順であり、エゾシカが倒木のある場所を避けることが確かめられた。また、倒木の置き方が採食に影響することが示唆された。採食による植生への影響は、除去区の草本種数に正の影響、CWD区の群落高と草本種数に負の影響がみられた。除去区のフェンス外で草本種数の増加が大きかった理由としては、繁茂していたエゾイチゴが採食され、地表付近の光が増加したことによる間接的な影響と、フンや体毛による種子散布が考えられた。CWD区のフェンス外で群落高の増加が少なかったのは、CWD区にはノリウツギやタラノキなどエゾシカの好む低木類が多く、それらがフェンス外で採食を受けたためだと考えられた。CWD区のフェンス外で草本種数の増加が少ない理由はわからなかった。結論としては、倒木を広く残すことによりエゾシカの採食が減少することが確かめられた一方、採食による植生への影響は、倒木だけでなく植生の構造や構成が関係することが示された。

P3-273

移動している野生動物検出のための隣接画像間の対応点取得アルゴリズム

* 大石優 (筑波大), 松永恒雄 (国環研)

ヒトと野生動物の共生には、野生動物の個体数管理などが不可欠である。そのため、個体数を統計的に推定する各種手法の研究が行われてきた。しかし推定法には各種誤差が含まれるので、いくつかの手法を併用せざるを得ない。またこれらの多くは調査に人手と時間がかかるので、広域調査が困難である。そのため広域情報が得られ、尚かつ既存の手法と併用できる新たな調査手法の開発が求められている。

一方、航空機リモートセンシングでは、地上観測に比べて広域の、衛星に比べて高解像度の情報が得られる (使用した画像は20平方キロメートルの範囲を9分間で撮影、画素サイズ8cm)。

そこで我々は、航空機デジタル画像中の歩いている野生動物を自動抽出するアルゴリズムを開発した。本アルゴリズムでは、まず隣接画像間の重ね合わせが必要であるが、現在、目視で対応点を見つけて行っているので多くの工数がかかることが問題となっている。また多くの樹木を含む領域では、画像に写った木は「倒れ込み」により、隣接画像に写った木とは、位置や形が異なって写る。そのため既存の画像マッチング手法では、誤った対応点をとってしまう。そこで我々は木の根元に注目した。木の根元は「倒れ込み」の影響を受けないので、対応点として使用できる。

本研究では、多くの樹木を含む領域で適用可能な画像マッチング手法の開発を行った。木の根元を抽出するためには木そのものを抽出する必要があるため、まず単木抽出を行った。次に抽出した線のうち最も画像中心に近い点を木の根元と仮定し、対応点候補とした。そして隣接画像間で対応点候補を比較することで対応点を決定し、幾何変換を行うことで画像マッチングを行った。

P3-274

蒙古草原における農薬の生態リスク管理

*ソリゴガ, 松田裕之

P3-275

様々な管理手法による竹林の環境経済的評価～兵庫県淡路地域のケーススタディ～

*池野優子(阪大・工), 松井孝典(阪大・工), 町村尚(阪大・工), 加藤悟(阪大・工)

現在、放置された竹林が社会問題となっている。放置された竹林は時間と共に分布を拡大し、木材生産の妨げになったり、竹の単純植生となって生物多様性の低下をもたらしたりする。しかし竹の成長は早く、バイオマス資源として有用な面もある。よって地域住民が竹林をどうするか(竹林管理アプローチ。今回は駆逐、持続利用、放置)を決めるためには、竹資源の隠れた環境・経済的価値を明確にする必要がある。そこで本研究では地域の竹林管理計画を支援するため、竹林管理の環境・経済的評価ツールの開発を行った。このツールは竹林管理アプローチとそれに対応した竹林管理手法(皆伐、輪伐、択伐、筍栽培)、各利用可能竹資源量の推計、竹資源利用オプションの環境・経済の多次元評価で構成される。ここで、竹林には主に、食料、燃料、繊維、木材資源の供給サービスがあるが、本研究では建材、筍栽培、パルプ、ペレット飼料、竹粉(肥料)、炭(肥料・小物)、バイオエタノールを利用オプションとして扱い、①生物多様性影響、②低炭素効果、③経済性、④自給可能性の視点から評価した。低炭素効果は炭素貯留効果とLC-CO₂、経済性は粗収入、自給可能性は需給バランスとし、様々な情報源からデータを収集し、ツールを構築した。ツールを用いて竹林単位面積あたりの分析を行った結果、低炭素効果ではバイオエタノール、次いで建材に優位性が、経済性では建材、竹炭に優位性があることが明らかとなった。このツールを用いて兵庫県淡路地域でケーススタディを行い、ツールの実用性を検討すると共に、ヒアリングによって計算過程の検証と結果の妥当性評価、有効性の評価を行った。以上より、どのアプローチ・利用オプションを選択するべきかは一長一短あり、導かれる結果は地域特性にも大きく左右されるが、このツールを活用して竹林管理計画を支援できるということができた。

P3-276

微量元素分析を用いたオオクチバスの生息地推定

*井上博元(弘前大・農), 野田香織(弘前大・理工), 渡邊泉(農工大・農), 東信行(弘前大・農)

青森県津軽半島には多くの溜池と農業用水路があり、そこに様々な魚類が生態系を形成している。農業用水路は網目のように広がる複雑な水系ネットワークである。近年、青森県においても、多くの溜池にオオクチバスが移入された。オオクチバスは幅広い食性を持ち、特に肉食性が強い。移入された水系の他魚類に対して強い影響を与える影響が、溜池の構造などによってその度合いが異なるため、魚類を中心とした食物網・物質循環にも違いが出てくるのが考えられる。一方、溜池は季節管理によって池から水路への放水が行われ、その放水と共に溜池の生物が水路へ放たれるということが起こる。水路にはヤリタナゴや希少種も生息しており、水路においても影響をあたえることが懸念される。水路におけるオオクチバスのソースは溜池であることが多く、その由来を判定できれば総合的な対策が可能になる。

今回は規模に近い三つの溜池のオオクチバスで、微量元素分析と炭素・窒素安定同位体比分析を行った。オオクチバスと在来種が同時に存在しているオオクチバスの影響が相対的に小さかったと考えられる溜池(狄ヶ館溜池)、オオクチバスのみになってしまったオオクチバスの影響が強く現れた溜池(館岡大溜池)、2009年までは多数のワカサギなどの他魚種が採捕されていたが2010年では他魚種が激減してしまった溜池(平滝沼)、とそれぞれ魚種組成が異なっている。また、館岡大溜池と平滝沼は水路で繋がっており、平滝沼から館岡大溜池へ水が流入する。分析の結果、安定同位体比、Sr濃度とCa濃度、Rb濃度とCs濃度という元素の組み合わせで判別が可能だった。また、安定同位体比だけでは判別ができない個体であっても、Sr濃度とCa濃度を使い判別が可能だった。このことから、微量元素分析と炭素・窒素安定同位体比分析からオオクチバスの生息地推定が可能であると示唆された。

P3-277

市街地の法面における植物群落の遷移と外来種・園芸種の侵入に関する研究

前川恵美子, 武田義明(神戸大・人間発達)

高度経済成長期、神戸市は「山、海へ行く」のスローガンのもと、六甲山を削った土砂を用いて湾岸地域を埋め立て、土砂の採取跡地に大規模な法面をもつ宅地を造成した。造成から約50年たった現在、それらの法面の一部は木本種が侵入し森林群落が成立している。しかし他の都市域孤立林と同様に、外来種や園芸種が多く侵入し、もとの六甲山の植生に戻っているとは言えない。本研究の目的は神戸市における市街地法面の植物群落の遷移および外来種・園芸種の侵入の現状を明らかにすることである。

神戸市灘区・鶴甲団地と神戸市東灘区・渦森台団地の2つの団地において、長大法面に成立した森林群落の植生調査を27地点で行った。同時に造成工事の影響を受けなかった周辺林分についても植生調査を10地点で行った。法面には造成時、外来牧草およびオオバヤシャブシの播種がなされている。植生調査の結果をもとに群落区分を行い、植生単位ごとに外来種率、園芸種率、各種子散布型の割合を求め、階層構造の違いを比較した。

群落区分の結果、市街地法面においてムクノキ、エノキ、トウネズミモチ、ナンテン、ノイバラなどを識別種とするムクノキ・トウネズミモチ群落が区分され、オオバヤシャブシ、マサキなどを識別種とするオオバヤシャブシ下位単位とニセアカシア、シャリンバイなどを識別種とするニセアカシア下位単位に分けられた。周辺林分はコナラ・アベマキ群集と同定した。ムクノキ・トウネズミモチ群落ではトウネズミモチ、ニセアカシアなどの外来種とオオバヤシャブシ、シャリンバイなどの園芸種が多く出現した。また鳥被食散布型の種が周辺林分よりも多く出現した。ムクノキ・トウネズミモチ群落は外来種・園芸種を多く含み、周辺林分の優占種であるコナラ属の木本種や夏緑低木を欠くため周辺林分と同じ群落に遷移する可能性は低いと考えられる。

P3-278

都市域のランドスケープ構造がチョウ類の分布に与える影響

*前角達彦, 須田真一(東大院・農), 角谷拓(国環研), 鷲谷いづみ(東大院・農)

都市化は、生息地の改変や分断化によって生物相に影響を及ぼし、外来種の優占やその単純化をもたらす。最近では、自然との触れ合いの機会の確保という点から、人口の集中する都市の生物多様性の保全の重要性が認識されるようになった。チョウ類は公園緑地や人家の庭を生息場所として利用するため、都市においても多くの種が観察される。しかし、都市のランドスケープ構造がチョウ類の生息に及ぼす影響は十分には解明されていない。本研究では、東京都世田谷区、杉並区、練馬区の3区において、2001年以降に市民科学者により採集・目撃されたチョウ類の記録を用い、チョウ類の生息環境と関連する土地利用パターンが種ごとの分布状況に与える影響を評価した。

解析では、対象地を3次メッシュによるグリッドに分け、各グリッドにおける5タイプの土地利用(樹林、畑地、水域、公園緑地、樹木に囲まれた居住地)の面積率を求めた。さらに、 $1 \times 1.3 \times 3.5 \times 5$ グリッドの3段階のスケールにおいてMaximum Entropy Modeling(Maxentモデル)を用い、種ごとの出現確率と各土地利用の面積率との対応を評価した。

対象地において10グリッド以上で目撃された34種について解析を行った結果、ジャコウアゲハなど草本食の種で水域面積の増加に伴い分布確率が上昇する傾向が認められた。これは、水域では河畔などに湿性の草本群落を伴うためと考えられる。また、都市的土地利用である公園緑地と樹木に囲まれた居住地は、解析するスケールの拡大に伴って、分布確率の対応が正から負に変化した。局所レベルでは、これらの土地利用が生息場所を提供する種もあるのに対して、より広範なスケールでは、これらの占める面積が大きいことは周囲の市街地の面積が大きく、樹林や畑地、水域面積の割合が小さいことを表し、市街地の負の効果が他の土地利用の効果を上回ると解釈される。

P3-280

ヨコエビに研究者の“アイ”を～同定ガイドブックの作成事例～

*小川洋, 風呂田利夫(東邦大・理)

ヨコエビは、端脚目に属する甲殻類であり、日本を含め世界中に広く分布する。その生息場は、深海から干潟、砂浜、湖沼、河川、湿地、畑まで実に多様であり、それぞれの生態系において分解者や餌資源として重要な役割を果たしている。特に浅海域においては、密度・種類数ともに主要なベントスであるにも関わらず、同定の難しさからこれまで「ヨコエビ類」として十把一絡げに扱われることが多かった。

こうした実態を踏まえ、底生生物を扱う研究者を含めより多くの人がヨコエビに目(eye)を向けるきっかけを作ることを目的として、一般向けの冊子「東京湾のヨコエビガイドブック」を作成した。必要なデータや画像は、卒業研究として東京湾のヨコエビ相を調査する過程で得られたものを主に用いた。「パワーポイント2007」によって作成しPDFファイルとして保存することで、動作する環境を選ばないよう配慮した。利用対象は高校生以上とし、市民団体や教育機関などが干潟浅海域で生物の観察・調査を行う際に使用できることを想定した。「はじめに」の章では、生物学的な特徴を分類や生態などの視点から多角的に述べた。メインとなる「種類の解説」では、マトリクス式の検索表を掲載し、比較的観察しやすい形質を用いて科までの同定を行えるよう配慮した。また、1種(群)につき1ページを割り、属や種の形態的特徴をピックアップするとともに、生息環境や名前の由来などを掲載した。他にも、調査地の概要とそこで得られたヨコエビを紹介する章や、研究方法を提案する章を設け、巻末に同定資料の一覧を載せるなど、ヨコエビを材料に研究を行う際に参考となるように工夫した。今回のポスター発表では、実際のガイドブックを展示するとともに、工夫点などを紹介する予定である。

ガイドブックの入手に関しては未定だが、東邦大学理学部東京湾生態系研究センターを窓口とすることを検討している。

P3-279

都会で暮らせる人、暮らせない人：都市化傾度と哺乳類の生態的特性

*斎藤昌幸, 小池文人(横浜国大・環境情報)

都市環境でも、そこに生息している哺乳類たちがいる。例えば、都心のタヌキは有名な事例である。一方で、都市にはアライグマなどの外来哺乳類も生息している。どのような特性を持った哺乳類が都市環境に適応しているのか明らかにすることは、基礎科学として重要であると同時に、在来哺乳類の保全・管理や外来哺乳類のリスクマネジメントの面からも重要である。本研究では、哺乳類が都市環境に適応するために重要な生態的特性を明らかにすることを目的とした。

調査は多摩丘陵と房総半島でおこなった。多摩丘陵の東西と房総半島の南北を都市化傾度と考え、その傾度の中でそれぞれ4個、6個のグリッド(約5km²)を設置し、センサーカメラ調査をおこなった。調査期間は2009年9月から2010年10月までとした。この調査の結果、ネズミ類を除く13種の哺乳類を確認した。都市化傾度を定量化するために、調査地点周辺の土地利用割合を算出し、主成分分析を用いて都市化傾度に関する軸を抽出した。この値を使って調査グリッドの中から、「都市グリッド」を選択し、これを解析対象グリッドとした。各都市グリッドに種が出現したかどうかを目的変数、体重や食性、繁殖特性(産仔数)、行動特性(樹上および巣穴の利用)を説明変数としたロジスティック回帰をおこない、都市環境に生息するために重要な生態的特性を解析した。

その結果、哺乳類が都市環境に生息するためには、産仔数が多く、雑食性であることが重要であった。また、体サイズが小さいことや、樹上を利用できることも重要な要因である可能性が示唆された。

P3-281

ヘイケボタルを対象とした市民参加型手法の検討

*柿本恵里那(東邦大院・理・生物), 長谷川雅美(東邦大・理・生物)

身近な自然環境が失われるにつれて、地域の生物や自然環境への関心が高まり、自ら保護・保全対象生物の生息状況をモニタリングし、その結果を生かした保全活動に取り組む市民団体が増えている。しかし、従来の手法では、市民が思い思いの時間・場所で任意に調査していたため、定量的・客観的な情報としての価値が正当に評価されていなかった。この問題を解決するためには、調査場所の指定や研修会の開催、対象種の絞り込みが重要である。そこで、本研究では里山生態系の象徴種であるヘイケボタルを対象とし、ボタルを通じた里山保全への関心を喚起しつつ、ヘイケボタルの生息状況をモニタリングする手法を提案し、市民参加による同時広域調査を行い、その結果を評価した。

成虫の発生期間内であれば、調査時期の違いによるデータのばらつきは小さく、ボタルの生息密度の年変化や、地域による違いを検出できると考え2010年7月31日と8月7日の午後7時半～9時にかけて千葉県北西部の12箇所、広域同時の分布調査を行った。また、7月27・30日、8月1・3・4・8～13日に37箇所補足調査を行った。

その結果、調査地点49地点中34地点でヘイケボタルの生息を確認した。今回の調査によって新たに17箇所での生息を確認した。同一調査地で7月31日と8月7日に行われた調査の結果を比較したところ、調査日による生息密度の変動は小さく、成虫の発生期間中であれば、調査日を特定しなくても地域間で生息密度の比較を行うことができることが分かった。このことから、夜間調査への参加に際し、参加者各自にとって都合のよい日程を自由に選びつつ、持続的なモニタリングを目指すことが可能となる。さらに、各調査地で市民団体がこれまで独自に行ってきた調査結果をもとに生息密度の長期的変動を把握できる可能性が高まった。

P3-282

アイスブレイキング型環境教育プログラム～楽しみながら森の生態系サービスを学ぶ～

*柳貴洋(長野大・環境ツーリズム), 三上光一(農環研・生物多様), 高橋一秋(長野大・環境ツーリズム), 佐藤哲(長野大・環境ツーリズム)

荒廃しつつある日本の里山を再生し、多様な生態系サービスが活用される地域社会を築いていくうえで、里山の再生や活用を学ぶ環境教育は重要である。また興味や関心が異なる多様な参加者を対象とするプログラムが求められている。本研究では、活動で初めて出会う参加者同士が楽しみながら学び、活動に参加できる事前準備・学習として、アイスブレイキング型環境教育プログラムを提案するとともに、プログラムの実施と参加者へのアンケート調査からプログラムの有用性を検証することを目的とした。

プログラムは、「アイスブレイキング」(心身の緊張をほぐす、協力し合える環境作り、新しい関係作り)と「環境教育」(参加者の関心・知識・態度・参加を促す)の効果を組み合わせたカードゲームであり、「AUN 長野大学恵みの森」で行われる地域公開イベント「植樹祭」「堆肥作り」を対象に開発を試みた。「環境教育」の内容については両者で変化させ、前者は「野生果樹の生態と利用方法の理解」、後者は「堆肥場を利用する動物、人を含む動物同士の関わり方の理解」とした。

プログラムとアンケート調査は2010年開催の「植樹祭」と「堆肥作り」で実施した。アンケート項目は「アイスブレイキング」「環境教育」に関する全30項目とし、各回答を点数化(1~4)した値を用いて各項目間の比較と相関分析を行った。

二つのプログラムはともに8割を超える項目で評価点が高く(>基準点2.5)、特に「カードゲームの楽しさ」「野生果樹の名前の記憶」「活動への積極的な参加」「活動の目的的理解」で高い評価点を得た。相関分析から、「積極的に環境教育に関心を持っている人」はプログラムへの評価が高いことが示された。以上の結果から、開発したプログラムは里山活動の事前準備・学習として有効であることが示唆された。

P3-284

インフルエンザウイルスの抗原タイプの流行予測

*水野晃子(総研大), 中林潤(総研大), 佐々木顕(総研大)

インフルエンザウイルスの感染性は、その膜タンパク質ヘマグルチニンの抗原決定座位のアミノ酸配列によって決定される。インフルエンザは、アミノ酸の急速な置換によって宿主免疫応答から逃れるため、毎年異なる流行株が現れることとなり、その流行予測は社会的要求が非常に高い。しかし、ヘマグルチニンの抗原決定座位数は50~100と非常に多く、インフルエンザウイルスの進化予測は非常に難しいとされている。

近年、高次元の量を低次元に簡略化する多次元尺度法を適用することで、高次元となる配列間比較を低次元化した上で、アミノ酸配列間の距離を比較し、変異の予測性を高める研究が行われている。我々が行った研究によれば、この多次元尺度法による過去40年間のA香港型ヘマグルチニンHA1領域の配列進化の軌道を解析したところ、ヘマグルチニンの系統樹上で主要なクレードが分岐する時期に、多次元尺度法による進化軌道の方向が大きく変わるということが分かっている。この軌道方向変化の時期にインフルエンザウイルスの進化に何が起きているのだろうか? また、軌道方向変化とクレードの分岐は、何故対応しているのだろうか?

今回の研究では、我々は、この大きな軌道方向の変化とクレードの分岐がヘマグルチニンの立体構造の大きな変化に対応しているのではないかと考えた。ヘマグルチニンの立体構造に対応して変異可能なアミノ酸部位に制限があると考え、軌道方向が大きく変化することやクレードの分岐が説明出来る可能性がある。そこで、ヘマグルチニンアミノ酸配列の進化を考慮した個体ベースモデルを作成し、低次元尺度法を用いた進化軌道と系統樹について比較検討を行った。もしこの立体構造の変化がクレードの分岐と進化軌道の方向の変化に対応しているとするならば、実際のインフルエンザウイルスの流行株予測に対して、その重要性を示す研究となると期待している。

P3-283

5本目の指の謎ーオットンガエルの拇指の意義とは?ー

*岩井紀子(森林総研・鳥獣)

一般にカエルの前肢の指は4本であるが、なかには拇指と呼ばれる指状の形態を持つ種が存在する。通常拇指はオスがもつとされるが、奄美諸島に生息するオットンガエルは、雌雄ともに拇指があることが知られている。オットンガエルの拇指の意義については諸説あり、オス間闘争、抱接、捕食者対策、といった使用方法が考えられてきたが、詳しい検証はされておらず、拇指を使用した行動の観察もなされていなかった。ここでは、オットンガエルにおける拇指の進化的意義を明らかにするため、拇指形態や機能を雌雄間で比較した。奄美大島において、捕獲した本種の体サイズ、前腕、拇指サイズを測定し、また、捕獲時の反応や野外繁殖地における行動観察を行った。野外の行動観察では、オスが拇指をメスの脇腹に刺す形で抱接している状況や、メスや産卵用の巣をめぐって、拇指を使ったオス間闘争を行なう行動が観察された。雌雄ともに捕獲された個体のうち4割に傷が見られたが、オスは全身に広がる切創が多く、メスは脇腹の刺創が多かった。拇指サイズは明らかな性的二型が見られ、オスの拇指は同じ体サイズのメスの拇指よりも大きかった。捕獲した際に本種の胸を刺激すると、一部の個体では、腕を内側にひきつけ、腕の中に入った対象物に拇指を刺す反応を見せた。この反応はメスよりもオスに高頻度に見られ、オス間闘争や抱接行動に因る反射反応と考えられた。雌雄とも、腕の外の捕獲者に対して拇指を使用した攻撃を行なうことはなかった。以上より、オットンガエルの拇指は、主にオスによって使用され、オス間闘争や抱接を通じて繁殖成功を高めることに寄与していると考えられた。

P3-285

オーストラリア全土に分布拡大したヒノキ科樹木 *Callitris columellaris* の遺伝的分化

*阪口翔太(京大院・農), 津村義彦, 伊原徳子, 内山憲太郎(森林総研), D. Bowman, L. Prior(タスマニア大), M. Crisp(オーストラリア国立大学), 井鷲裕司(京大院・農)

ヒノキ科 *Callitris* 属はオセアニア地域で多様性を遂げた針葉樹群である。その中には、ニューカレドニアやオーストラリア東岸に分布する湿潤熱帯性種から、オーストラリア大陸の内陸部にまで分布する耐乾性種が含まれ、本属の多様化の中で劇的なバイオーム間シフトが起こったことを予想させる。しかしながら、本属の分子系統情報が不足しているために、こうしたシフトがどのような時代背景に呼応して起きたのかは明らかでない。一方で、*Callitris columellaris* はオーストラリア全土への分布拡大に成功した種である。この種内には、地理的に分断化された北部集団(湿潤熱帯)と南部集団(乾燥温帯)が含まれ、気候変数に対する生態的応答パターンが異なる。第四紀後期に起きた氷期-間氷期サイクルはオーストラリア大陸の植生分布に大きく影響し、氷期には内陸の砂漠が沿岸部近くまで拡大したことが知られている。こうした気候変動はこれらの地域集団のうち、湿潤熱帯気候を好む北部集団の分布により大きな影響を与えた可能性がある。本研究では2つの時空間的スケールにおいて、*Callitris* 属の多様化プロセスを明らかにすることを目的とした。*Callitris* 属内の多様化を再現するために、属内全種と現生ヒノキ科の全属を含むサンプルに基づいて複数の葉緑体遺伝子座を解析した。また、*C. columellaris* の遺伝構造をSSR遺伝子座を解析することにより評価した。加えて、北部・南部集団それぞれに生態ニッチモデルを構築し、第四紀後期の気候変動に応じた分布適地の変遷を再現した。これらの情報に基づき、*C. columellaris* の遺伝構造がどのように形成されてきたのかを議論する。

P3-286

養菌性キクイムシの性決定 / 交配様式がボルバキア感染を決める

* 河崎祐樹, 梶村 恒 (名古屋大院・生命農)

生物の雌雄が決定される様式として代表的なものは、性染色体がホモ接合するかヘテロ接合するかによって決まる「倍数性」である。ところが、昆虫などの一部では、卵が受精するかどうかによって雌雄が決定する「単数倍数性」の種も存在する。この性決定様式は、産卵時に受精をコントロールすることで雌雄の産み分けができるため、同系交配で局所的配偶競争が強い場合に有利となる。単数倍数性が進化する要因の一つとして、細胞内共生細菌による繁殖操作の影響が挙げられている。

細胞内共生細菌ボルバキアは、オス殺しや細胞質不適合性などを引き起こすため、宿主昆虫の性がメスに偏ったり、卵の孵化率が低下したりする。このような繁殖操作が宿主の性決定様式を進化させるきっかけとなる一方、逆方向の作用も生じる可能性がある。すなわち、性決定様式や交配様式が異なれば、その影響が変化するかもしれない。

キクイムシ亜科(甲虫目:ゾウムシ科)は、倍数性/ランダム交配の種も単数倍数性/同系交配の種も含む森林性昆虫である。単数倍数性の進化は一度、起こったと考えられている。もし、キクイムシにおいて単数倍数性が進化したきっかけがボルバキアであるなら、共種分化が見られるだろう。そこで本研究では、養菌性のキクイムシ亜科 14 種を用いて、性決定様式/交配様式とボルバキア感染の関係を明らかにすることを目的とした。

ボルバキアに感染している種の多くは単数倍数性であった。分子系統解析によって、3 系統のボルバキアを確認できた。キクイムシの分子系統解析も行ったところ、単数倍数性の起源は 1 回であった。しかし、キクイムシとボルバキアの系統関係に対応は見られず、共種分化した証拠はなかった。すなわち、キクイムシの単数倍数性はボルバキアの感染によるものではなく、それぞれのキクイムシはボルバキアを水平的に獲得したことが示唆された。

P3-288

ホタル発光パターンと *nos* 遺伝子との関係

* 大槻朝 (東北大・生命科学), 横山潤 (山形大・理), 大場信義 (大場堂研究所), 近江谷克裕 (北大・医), 河田雅圭 (東北大・生命科学)

生物発光は多くの生物がもつ進化・生態学的に重要な形質であり、ホタルでは個体間コミュニケーションや警告シグナルなどに利用されると考えられている。ホタルの種間や種内で発光パターンは異なり、その違いは交配前隔離に働くことが示されている。異なる発光パターンを生む要因の研究はホタルの進化を考える上で重要である。ホタル体内における明滅制御の仕組みの一つとして一酸化窒素(NO)が発光時の酸素供給に関わり光の明滅が起きるとい説が提唱されている。NOが関連するのならNO合成酵素(NOS)の機能や量の違いが種間や種内での発光の違いをもたらす可能性がある。そこでホタル発光器の *nos* 遺伝子発現を調べNOによる明滅制御の説を検証する研究を行った。夜行性でよく明滅するゲンジボタルとヘイケボタルで *nos* の発現を調べると、発光器および体の各部に *nos* 発現があることが確認された。この *nos* が明滅の違いをもたらすのかを確かめるため、明滅周期に種内変異があるゲンジボタルで *nos* 発現量を測定した。ゲンジボタル成虫の発光器での *nos* 発現量は異なる発光周期に対応したものでなく、活発に明滅を行う時間でも特に増減は見られなかった。このことから発光周期の違いは *nos* 発現量の違いではなく引き起こされないと考えられる。同じゲンジボタルでも明滅でなく連続的な弱い光を発する幼虫で測定すると、成虫とは逆に体の各部より発光器での発現量が非常に大きいことがわかった。また、ごく弱い発光の昼行性のオバボタルでも *nos* 発現は確認された。したがって *nos* 発現量が大きいことが周期的な明滅を生み出すとはいえず、むしろ発現が大きいことは連続的な発光につながる可能性があると考えられる。さらにこれまでに配列決定を行った数種の異なる発光のホタル *nos* 遺伝子についても報告する予定である。

P3-287

捕食者は弱い?

* 細田一史 (阪大・情), 末吉真人 (阪大・情), 熊野いつか (阪大・工), 松本佑介 (阪大・情), 富田憲司 (阪大・情), 森光太郎 (阪大・生), 柏木明子 (弘大・農), 四方哲也 (阪大・情)

出会ったことの無い捕食者と被食者を一緒に飼うとどうなるのか? 原生動物テトラヒメナ(捕食者)と大腸菌(被食者)を用いて様々な条件で試したところ、捕食者が絶滅する条件はあったが、被食者が絶滅することは無かった。なぜそうなったのか? 他の系への拡張性はあるか?などを議論されたい。

捕食・被食の系は食物連鎖を構成する重要な系である。現在観察される系は、捕食者と被食者が出会った後の相互作用による個体群動態や、生物の適応変化などの面において、安定であるといえるだろう。では逆に、出会った直後から不安定である、つまり少なくとも一方が絶滅するのはどのような場合だろうか? 私達は、出会ったことの無い捕食者と被食者を一緒に飼ってみることで、これに対する一つの答えを見てみることにした。実験室内の系(マイクロコズム)を用いることで、天然では残らない不安定な系を容易に再現でき、またその系全体を明快に把握することができる。さらに単純な理論モデルからのズレをみることで、新しく注目すべき点を浮き彫りにできる。

具体的には、テトラヒメナと大腸菌を、捕食者と被食者のモデル生物とし、以下の4つの条件で一緒に飼ってみた。①ともに独立増殖可、②被食者のみ独立増殖可、③捕食者のみ独立増殖可、④双方が独立増殖不可。結果、捕食者は①②のときに絶滅し、被食者が絶滅することは無かった。つまり、被食者にとって捕食者が必要なきのみ、捕食者は生存した。また、両者絶滅が稀であることも注目に値するだろう。発表では、これらの結果を元に、捕食・被食の系の特徴について議論されたい。

P3-289

アジアイトトンボにおける交尾器の形態と神経刺激による精子置換

* 田島裕介, 渡辺 守 (筑波大・院・生命環境)

アジアイトトンボの雌には交尾囊と受精囊という2つの精子貯蔵器官があり、これらは細長い受精囊管によってつながっている。一方、雄は、副生殖器官の先端に精子を掻き出すためと思われる鉤状の付属器をもっているが、その長さは受精囊管より短い。したがって、副生殖器官を交尾囊に挿入してその中の精子を除去することはできても、受精囊内の精子を直接除去することはできない。しかし、雄は交尾中、副生殖器官の先端部で、雌の内部生殖器官に存在する感覚子を刺激して、精子を置換していることが明らかになった。この感覚子は産卵板の表面に存在し、産卵時、通過する卵の刺激を受け取ると、受精囊の筋肉を収縮させる役割をもっている。これにより、貯蔵されていた精子は放出され、受精が行なわれるのである。交尾中には、雄の副生殖器官の先端部が産卵板付近に挿入されることになるため、雄の腹部の運動が感覚子に卵の通過と同様の刺激を与え、受精囊内の精子の放出を促していると考えられてきた。したがって、副生殖器官の先端部の幅が広く、感覚子に強い刺激を与えることのできる雄ほど、交尾中に受精囊内の精子を多く放出させる可能性が高いといえる。雄の副生殖器官の幅は体サイズ(後翅長)と正の相関があったので、大きな雄は精子置換能力の高い雄と考えられる。もし、個体群中の雄の精子置換能力が高ければ、それに対抗して雌の内部生殖器官の感覚子の数に変化が見られるかもしれない。そこで、平均体サイズの異なる地域個体群を用いて、雌を解剖して感覚子の数を比較したところ、大きな雄のいる個体群の雌は、小さな雄のいる個体群の雌よりも感覚子の数が少なかった。このことから、雄の精子置換能力の高低と、雌の感覚子の数の多少との間に共進化が起こっている可能性が考えられた。

P3-290

最尤系統樹の信頼性指標に対するバイアスの定量化

* 田辺晶史, 稲垣祐司, 橋本哲男 (筑波大・院・生命環境科学), 辻美和子 (筑波大・計算科学), 佐藤三久 (筑波大・院・システム情報工学)

我々は通常、ブートストラップリサンプリングによって作成したデータを使って分子系統樹推定を繰り返し、得られた系統樹群から各分岐の出現確率を算出することで、分子系統樹推定の信頼性・不確実性を評価している。しかし、このときの各反復では網羅的探索や多数回の発見的探索は行わずにただ一度の発見的探索を行っていることが多いため、得られる信頼性指数にはかなりのバイアスが働いているはずである。そこで我々は、各反復における初期樹形が元データの最尤樹形から遠いときには最尤系統樹の信頼性は過小評価され、元データの最尤樹形を初期樹形にすれば逆に過大評価されると予想し、スーパーコンピュータ上でのシミュレーションデータ解析によってこの仮説の検証といくつかの典型的な条件におけるバイアスの定量化を行った。その結果、前述の仮説を支持する結果が得られた。

P3-292

周伊勢湾地域における湿地性希少植物の地理的変異パターンのメタ解析

* 佐伯いく代 (横浜国大・環境), 小池文人, 村上哲明 (首都大・理)

伊勢湾をとり囲む丘陵地帯(以下周伊勢湾地域)には、低湿地と呼ばれる特異な湿地が分布する。低湿地は、湧水によって涵養され、ごく貧栄養であり、泥炭の堆積がみられない。これらは百万年を超える長い期間、本地域に高い密度で形成され続け、そのことが多くの固有種を呼び込み、特異なフロラの形成をもたらしたといわれている。本研究は、低湿地に生育する希少植物群の遺伝的変異を葉緑体DNAの情報を用いて比較し、共通の地理的パターンの有無を検証することを目的とした。静岡県、長野県、岐阜県、愛知県、三重県に分布する40箇所の低湿地において、12種の湿地性希少植物(ミカワバイケイソウ、ヒトツバタゴ、シラタマホシクサ、ヘビノボラズ、トウカイコモウセンゴケ、ミズギボウシ、ヤクシマヒメアリドオシラン、カザグルマ、サギソウ、ムラサキミミカキグサ、ミミカキグサ、ホザキノミミカキグサ)の葉片を、1種につき17-127個体採集し、葉緑体DNAの遺伝子間領域を解析した。その結果、10種から変異が検出された。比較的多くのハプロタイプが見出されたのはミズギボウシ(13)とミカワバイケイソウ(10)であった。一方、ハプロタイプの数が少ないものはカザグルマ(3)とサギソウ(2)であった。変異が見出された種はハプロタイプの分布に地理的まとまりがみられ、いくつかの種では共通のパターンが示された。三重県北部と愛知県渥美半島の間では、伊勢湾による隔離にも関わらず、3種において共通のハプロタイプが出現した。また、恵那山脈によって隔離される長野県南部と岐阜県東濃地域間でも、複数の種において共通のハプロタイプが分布していた。周伊勢湾地域の湿地性希少植物の中には、葉緑体DNAの変異において共通の地理的パターンを持つものがあり、またそのパターンは必ずしも地形的障壁と相関があるものではないことが明らかにされた。

P3-291

Evolution of Reproductive Isolation with Adaptive Radiation in a Phytophagous Ladybird Beetle

* 松林圭 (北大・院環境), Sih Kahono (LIPI), 片倉晴雄 (北大・院理)

適応放散は、生態適応に関連した形質がリネージ内で急速に多様化する現象であり、生物が多様性を急速に増大させるホットスポットとして、古くから注目されてきた。適応放散が生じる際には、生態適応に関与する様々な形質の分化が認められ、それが生殖隔離と関連することによって種分化を促進していると言われている。しかし、適応放散には複数の形質が複雑に関係していることが一般的であるため、どの生態適応形質がどのように作用して連続的な種分化を引き起こしたかについては、ほとんどわかっていない。今回我々は、食性植物 *Henosepilachna diekei* を用いて、適応放散の際にどのような隔離要因が進化しているか調査した。このテントウムシは、インドネシアのジャワ島およびスラウェシ島でシソ科とキク科を利用するホストレースにそれぞれ分化している。分子系統解析の結果これら二つの島における食性の分化は、それぞれのレースの祖先集団が島間で地理的に分断された後に、独立に生じたことがわかってきた。我々は食性試験・飼育交配実験・網室を用いた観察によって複数の隔離要因の測定を行い、適応放散初期の集団間にどのような隔離が進化し、それがどれくらい集団を分化させるかを調査した。適応放散と隔離の関係について、現在までに得られている結果を紹介する。

P3-293

ヤスデ類の交尾器進化における構造的イノベーション・体サイズ効果・性差

* 田辺力 (熊本大・教), 曾田貞滋 (京大院・理)

細長い雄交尾器(生殖肢)はそれを追うように雌体内へと入る。この「雌が引っ込み、雄が追う」様式は、性的な軍拡競走の現れと見ることができる。この様式では、交尾の際に雌雄の交尾器相互作用に起因する傷を生じやすい。この軍拡競走と交尾器形態の関係を明らかにするために、系統的補正を組み込んだ一般化推定方程式によるモデル選択や形質祖先状態などにより集団を単位とした解析を行った。形質としては、体サイズと各種交尾器形質(コストである相対サイズと傷、突起の有無などのメジャーな構造、主成分で表される形状など)を用いた。その結果、次のことが示唆された。(1) コストである交尾器相対サイズと傷量は雌雄間で相関し、かつ雌雄相対サイズと相対サイズ雌雄相関度は共に姉妹クレードより有意に大きく、本属が性的な軍拡競走状態にあることが支持される。(2) 軍拡競走は「雌が引っ込み、雄が追う」機能を持つと思われる構造形質の出現をきっかけに雌有利として始まり、その後、雌雄間での拮抗的な構造変化に伴い雌雄平衡、そして雄有利へと進んでいる。(3) 軍拡競走に関わる形質は、雌雄交尾器の相対サイズと構造、雄交尾器相対長、雌交尾器の形状と相対サイズ進化量、及び体サイズである。これらのうち雌交尾器形状以外は「雌が引っ込み、雄が追う」機能に関わると考えられる。(4) 交尾器の形状と相対サイズ進化量については雌のみにおいて軍拡競走との関係が検出されており、軍拡競走の開始も雌交尾器の構造的イノベーションが重要であることを併せて考えると、軍拡競走への関わりは雄よりも雌の方が強い。(5) 雄交尾器形状は主に交尾時に雌交尾器と最もタイトにかみ合う部位において集団間で変異し、触覚を通じた雌の選択など他の要因の影響を受けている。

P3-294

交雑による体表模様パターンの変化と種分化

*宮澤清太, 近藤滋(阪大・生命機能), 岡本康寿(豊平川さけ科学館)

動物の体表に見られる多彩な模様パターンは生物多様性の象徴と言える。体表模様によって交配相手や同種が識別される例は多く知られており、模様の違いが生殖的隔離や種分化の要因となる場合も少なくないと考えられる。同類の模様に対する選好性が強い場合、集団中に他の個体とはまったく異なる新奇な体表パターンをもつ個体群が現れれば、種分化に至る可能性は大きいはずである。そのような例の1つとして、種間交雑による模様パターンの変化を考える。反応拡散モデルを用いたシミュレーションにより、交雑による模様パターンの変化について以下のような知見を得た。

- (1) 模様パターンは交雑によって「混ぜる」ことができる。
- (2) 模様を「混ぜる」と、まったく別の複雑な模様になる。

例として、シンプルな斑点模様をもつ動物を考えよう。たとえば、黒地に白い斑点【○】をもつ動物と、白地に黒い斑点【●】をもつ動物がいるとする。両者が交雑可能だとすると、交雑個体はどのような模様パターンをもつだろうか？シミュレーションの予測によれば、交雑個体には必ず(親種のような斑点ではなく)擬態的な迷路状のパターンが現れるのである。模様を「混ぜる」ことで生じるこの迷路パターンは、親種のシンプルな斑点模様と比較して中間的・かつ超越的な性質をもつことを示す。また、実際の交雑個体に生じる模様パターンとの比較をサケ科魚類を例として紹介し、模様パターンの混合が交雑による種形成を引き起こす可能性について議論する。

P3-296

カタツムリに寄生するダニの宿主特異性

*佐川文夏(信州大・理), 奥村直之(信州大・理), 浅見崇比呂(信州大・理)

赤の女王仮説によれば、寄生者と宿主は、相互に影響して進化し、寄生者は宿主特異性を示すと予測される。カタツムリは、移動能力が低いため、地理的に分化して放散進化した。カタツムリには吸血性のダニが寄生する。しかし、このダニの研究は少なく、局所的に分化しやすい宿主との相互作用や進化史はほとんどわかっていない。カタツムリダニの宿主特異性に関する先行研究は全くない。本研究は、国内で分布を広げつつあるコハクオナジマイマイに寄生するダニの宿主特異性を検証することを目的として行った。ダニの移植実験により宿主以外のカタツムリの種では、ダニはほとんど増殖できなかった。さらに、ダニの増殖は、宿主の生存率を下げることもわかった。本研究により、カタツムリダニが宿主に生存上のコストをもたらす、宿主特異性をもつことが初めてわかった。しかし、このダニは、西ヨーロッパに分布する他のカタツムリ種から採集され分類記載されている。したがって、カタツムリダニは、宿主との共種分化をせずに宿主特異性を進化させていることが予測される。宿主が近年移入したと考えられる本調査地では、ダニに寄生された個体の割合は45%に達する。コハクオナジマイマイの成員は秋に死滅し、孵化直後の幼貝が越冬する。宿主の生活史に対応して、寄生ダニがどのように宿主と共存し、系統進化しているのかを知ることは今後の課題である。

P3-295

ブタクサハムシの侵入はブタクサの開花フェノロジーを進化させるのか？

*深野 祐也 九大理, 田中 幸一 農環研, 矢原 徹一 九大理

開花フェノロジーは植物の適応度に影響する重要な生活史形質である。近年、地球温暖化など物理的環境の人為的攪乱によって開花フェノロジーが急速に進化していることが報告されている。しかし外来種の侵入など、生物的攪乱に対する開花フェノロジーの急速な進化を検証した例はまだない。本研究では、侵入昆虫ブタクサハムシの食害がブタクサの開花フェノロジーに対して、どのような進化的影響を与えているかを、過去に採集したブタクサ種子を用いて検証した。

ブタクサは北米原産の一年草で、7月に開花し始め10～11月に大量の種子を生産する。日本に侵入して以降天敵がほとんどいなかったが、最近では1996年に北米から侵入したブタクサハムシによって激しく食害されている。われわれは、つくば市の農業環境技術研究所圃場にて1998, 2000, 2002, 2006, 2009年に採集されたブタクサ種子を発芽させ、同圃場にて栽培した。全株のうち、半数を食害区、残りの半数を薬剤処理した非食害区として、ブタクサハムシの食害がブタクサの開花フェノロジーへ与える選択圧と、1998年以降の開花フェノロジーの進化を調べた。

ブタクサハムシの食害はブタクサの開花後期に激しくなり、花芽形成が遅い個体ほど結実できずに枯死した。また結実できた個体でも、花芽形成が遅い個体ほど最終的な種子の生産量が少なかった。これは開花の遅い株に淘汰が働いていることを示唆する。しかし、非食害区における過去のブタクサの開花フェノロジーを比較したところ、開花が早期化するような進化は観察できなかった。早い開花への選択があるにもかかわらず、開花の早期化が起こっていない理由としては、選択圧の空間的・時間的な不均一性、埋土種子の効果などが考えられる。

P3-297

歴史は繰り返す？：アミメアリにおける裏切り表現型の系統解析

*土畑重人(琉球大・農)・森英章(自然環境研究センター)・長谷川英祐(北大・農)・佐々木智基(フマキラー)・嶋田正和(東大・総合文化)・辻和希(琉大・農)

アミメアリ *Pristomyrmex punctatus* は、コロニー内の全個体が単為生殖による繁殖と労働の双方を担う協力社会を形成しているが、演者らは遺伝的に分化した裏切り系統(大型で発達した卵巣を持ち労働を行わない)がコロニー内に混在する集団があることを明らかにしてきた。アミメアリの社会構造は、上述のような裏切りの侵入に対して非常に脆弱である。また、裏切り系統の持つ表現型は、祖先種における(職型)女王のそれと一致しており、突然変異によって裏切り表現型が生じる発生学的基盤はアミメアリのすべての集団が潜在的に保持していることが期待される。すなわち、同様の表現型を持つ裏切り系統が、複数の集団で独立に起源している可能性がある。事実、裏切り系統と同じ表現型を持つ個体は日本各地から知られているが、この表現型が遺伝的に固定されたものなのか、祖先種の女王発生経路を可塑的に発現した結果なのか(一般に社会性昆虫のカーズト決定は可塑的に制御されている)を明らかにする必要がある。本発表では、日本各地の集団から得られた「裏切り表現型」個体と通常個体とを、マイクロサテライトマーカーおよびミトコンドリア遺伝子配列を用いて集団遺伝学的に解析し、「裏切り表現型」を持つ個体が同所的な通常個体と遺伝的に独立しているのか、そして異なる集団の「裏切り表現型」は平行進化によって生じたのかを検証した結果を報告する。

P3-298

キンボウゲ科における花粉異形性の有無

古川桂子 (信州大・理)

顕花植物において、花粉形態は植物分類群によって異なっており、多くの場合属レベルまで分類でき(高原 2007)、花粉化石の同定や系統分類の指標として用いられている。一方で、その形態形質である表面構造や、わずかな大きさの変化が、環境応答やポリネーションに関わる場合も知られており、顕花植物の進化のプロセスを探る上での情報源となっている。これまで、属レベルでの花粉形態に関する先行研究が多く存在する。しかし、属内において、花粉形態の異型性が報告された例は稀である。キンボウゲ科植物は、属内で花粉形態の異型性が報告されている分類群であり(幾瀬ら 1956)、さらに同種内で、通常の花粉の他に、不稔と考えられる異形の花粉をもつ種が存在した。このように、属または種レベルで、花粉形態に異型が存在することについての研究はされていない。本研究では、キンボウゲ科の花粉に、異型性が存在することが、どのように適応しているのか検証する。

信州大学標本庫 (SHIN) に保存されている標本から採集したカラマツソウ属 9 種、センニンソウ属 6 種、イチリンソウ属 4 種、オウレン属 4 種、キンバイソウ属 2 種、シロカネソウ属 3 種リュウキンカ属 2 種の花粉をグリセリンゼリー法によりプレパラートに封入し、光学顕微鏡を用い、(何を) 観察した。

センニンソウ属、イチリンソウ属、シロカネソウ属の花粉は、属内レベルでの異型性が確認できた。カラマツソウ属、キンバイソウ属では、種内レベルで顕著な異型性が示された。これらカラマツソウ属、キンバイソウ属について、花粉直径を測定し、種ごとに花粉異形性の有無を確認した。また、カラマツソウ属において、染色体数、ポリネーション、開花時期、分布をのしめた先行研究と、花粉の異型性の有無が、互いに関連しているかどうかを調査した。その結果、カラマツソウ属では、染色体数が少ないほど異形性を示しやすいことを確認した。

P3-300

年推移変化行列導出法の性質

*長谷川成明 (北大・低温研), 高田壯則 (北大・院・地球環境)

土地利用の変遷などの調査において、異なる時期に撮影された航空写真等をそれぞれグリッドに分割し、これらのグリッドの土地利用が一定期間に変化する確率から推移変化行列を求めて解析する手法が用いられている。この手法は異なる場所での土地利用の変遷を比較する際にも有効であると考えられるが、推移変化行列をもとめた期間が異なる場合は、単純な比較はできない。

Takada et al. (2010) は行列の累乗根を求めて単年度の推移変化行列 (以下、年推移変化行列と呼ぶ) を算出する方法を提案し、期間の異なる推移変化行列の比較を可能にした。しかしながら、行列の累乗根の解には負の要素あるいは虚数の要素を持つ行列が含まれるため、土地利用の解析に用いることのできる、すべての要素が実数かつ正の行列 (以下、正の行列と呼ぶ) あるいは実数だが一部に小さな負の要素をもつ行列 (以下、小負の行列と呼ぶ) が必ず含まれるとは限らない。どの程度の確率でこれら土地利用の解析が可能な年推移変化行列を得ることができるかを明らかにするために、本研究ではランダムに作成した行列を用いてモンテカルロ法による解析を行った。

完全にランダムな行列について年推移変化行列を求めた結果、正の行列を得られる確率はほぼ 10%以下で、行列サイズが大きくなり、期間が大きくなるほど小さくなった。小負の行列を得られる確率もほとんどの行列サイズ、期間について 20%以下であった。しかしながら、行列が一般の土地利用などでみられる、対角要素が相対的に大きい行列の場合は、小負の行列を得られる確率は 90%程度と高いことが明らかになった。

P3-299

チャネルの異なる雑食とギルド内捕食を含む群集の構造と安定性

* 森田由香里 (大阪府立大院・理), 難波利幸 (大阪府立大院・理)

複数の栄養段階から資源を得る雑食を、Coll & Guershon (2002) は、同じ食物連鎖の中で複数の資源を利用するものと、異なる連鎖に属する複数の資源を利用するものとに分類した。同じチャネル内の雑食であるギルド内捕食 (IntraGuild Predation) 系では、IG 被食者が IG 捕食者の資源利用効率を上回ることが共存の必要条件であることが知られている (Holt & Polis 1997)。本研究では、3 種食物連鎖と 3 種 IGP 系に、捕食者が食うチャネルの異なる植物 (以下、代替資源) を加えることが、群集構造と安定性に及ぼす影響を調べた。

生産性が低く捕食者存続が難しい環境では、代替資源が捕食者の存続を助けることがある。しかし、植物 (基底資源) - 植食者 - 捕食者からなる食物連鎖と代替資源では、植食者と代替資源の間には見かけの競争が生じる。また、代替資源は捕食者を増やして植物に正の効果を与える栄養カスケードを強めるのに対し、植物は捕食者を増やして代替資源への植食圧を高めるので、植物が代替資源を「食う」見かけの捕食が生じる。したがって、この系では、代替資源または植食者の絶滅が起こることが多い。IGP 系では、植物と代替資源の関係に、見かけの競争の要素も加わる。捕食者の基底資源消費率が大きくなるにともない、植食者と捕食者との消費型競争、代替資源と植物の見かけの競争が強まり、植食者と代替資源は存続しにくくなる。その結果、同じチャネル内の雑食であるギルド内捕食と、異なるチャネルの雑食が併存する場合は稀となる。

また、捕食者の基底資源利用効率が極端に低い場合、3 種 IGP 系は不安定になり振動が起こるが、チャネルの異なる資源を加えても安定性は変わらない。したがって、チャネルの異なる雑食は、捕食者を助け、間接効果によって群集構造を変えるが、安定性への影響は小さいかもしれない。

P3-301

種子流通網を考慮したイネいもち病菌のメタ個体群モデル

* 鈴木清樹, 佐々木顕

イネいもち病は国内における稲作の主要病害であり、その作付けシーズン間での感染経路は不明な点が多い。一方、宿主の個体群動態については種苗組合を中心とした種子流通網が確立されており、人為的に制御可能な以下の点が挙げられる。一つに、種籾を介した原種圃場から採種圃場、そして一般圃場までの一方向の種子流通によって、年度毎に種子更新が行われている点。二つ目は、各年度にイネいもち病に対する抵抗性についての品種交替を行うことが可能である点である。種子更新は種子流通が上流から下流への一方向性が保たれている限り、下流での種子汚染から免れる効果があり、品種交替は現行のイネいもち菌のレースに対して抵抗性を持つ品種に切替えることで病害防除を期待するものである。

そこで種子更新と品種交替の効果を理解するための最も基本的なモデルとして、宿主集団に採種圃場と一般圃場の二つの階層性のあるパッチを想定した。各パッチ内の疫学動態は、未感染イネ (S)、感染イネ (I)、除去イネ (R)、そして自由生活のいもち病菌 (X) の 4 状態 (SIR-X モデル) によるものであり、年度間にはいもち病菌の採種圃場における種籾越冬率と、一般圃場における圃場越冬率を考慮した。パッチ間においても隣接一般圃場からの採種圃場への水平伝搬、および圃場の各階層間での次世代への垂直伝搬を介した遺伝子流動を組込んだ。

その結果、高度防除 (高濃度の殺菌剤の散布等) が行われる採種圃場からの種子更新が完全に行われた場合には、次年度への垂直伝播はほぼ抑えられるが、一般圃場での圃場越冬率が高いと病害の発生は年度毎に増加する、現実即した結果が得られた。本発表では、各パラメータ領域での種子更新の効果の推定と、品種交替に踏み切る効果的なタイミングについての中間報告を行う。

P3-302

いじめのゲームで考える魚のサイズ成長

上原隆司(総研大・先導研)

水槽の中で生育する観賞魚など複数個体が生活空間を共にする生物ではその生活空間内の限られた資源をめぐる競争が生じ、その結果として空間を共有する個体の間に特定のサイズ構造が存在することが知られている。たとえばクマノミやシクリッドの一種では、空間を共有する各個体のサイズ差が一定に保たれるということが報告されている。

これらのサイズ構造は同所的に生息する個体間での繁殖機会をめぐる競争の結果、小さな個体が自ら成長を抑制することによって現れるという説もあるが、餌をめぐる競争からそのようなサイズ構造が生まれると考えることもできる。ここでは餌の取り分を増やすためにコストを払って他個体にいやがらせをするかどうかというゲームと、その結果得られる餌量と払ったコストの差のエネルギー収支によって決まるサイズ成長モデルとを組み合わせた3個体の成長シミュレーションモデルを用いて、どのようなサイズ構造が現れるかを調べた。

モデルは3種類の変数のダイナミクスから構成される。各個体は他の2個体それぞれをいじめるかどうかを各タイムステップで選択し、いじめられた個体の摂餌モチベーションは減少する。ある個体が別の個体をいじめるかどうかは、その行動をとった時のこれまでのエネルギー収支から学習され決定される。また各個体は各タイムステップのエネルギー収支に従って成長し、いじめる相手との体重差がいじめのコストに影響するとする。

これらを組み合わせたシミュレーションを行うと(a)いじめがほとんど起こらない、あるいは互いにちょっかいを出し合うことによって成長が揃う、(b)一個体だけ大きくなって他が抑圧される、(c)個体間のサイズ差が一定に保たれる、などいくつかのパターンが見られることが分かった。いじめのパターンにも、上位個体がより下位の個体をいじめる(狭義でのいじめ)だけでなく、いくつかパターンが見られた。

P3-304

個体ベースモデルを用いた空間個体群動態

* 織田奈津季, 高須夫悟(奈良女子大・理)

個体群動態の理解は学術的な興味のみにとどまらず、病害虫や感染症の拡大抑制、稀少生物種の保全といった身近な社会問題の解決に有効である。しかし、個体群動態の数値モデルの多くは、数理的に解析がしやすい仮定に基づく集団レベルの定性的記述モデルにとどまっていることが多い。例えば、1個体当たりの出生率が集団サイズに比例して減少すると仮定したロジスティック写像や、これを指数の肩にのせて得られるRickerロジスティックモデルは、生物学的にどのような意味を持つかは不明である。個体群動態を生物学的に理解するためには、このような定性的な仮定ではなく定量的かつ機械論的な仮定に基づくモデルが必要であると考えられる。本研究では、集団レベルの記述モデルを個体レベルの出生・死亡の総体として機械論的に導くことを試みる。まず最初に、個体の出生・死亡を機械論的に記述する個体ベースモデルを構築し、集団サイズならびに個体分布のダイナミクスを実現する。連続空間上に点として個体を表現することで、個体の空間分布は点パターンとして記述される。また各個体は一定のなわばりを確保し、なわばり内の餌資源を消費して繁殖する。このなわばりが他個体と重なるルールに従って重複資源を分割する。このような他個体との相互作用から出生・死亡を繰り返すアルゴリズムを個体ベースで記述する。次に、点パターンとしての個体ベースモデルのダイナミクスを集団サイズならびにペア相関関数の観点から数理的に記述することを試みる。各個体の出生・死亡の機械論的相互作用から集団レベルの現象を理解することが本研究の目的である。本研究で取り組む個体ベースの視点に基づくアプローチでは、各個体が持つ属性の進化を容易に実装することが可能である。個体群動態ならびに進化動態をよりよく理解するための個体ベースのアプローチについて議論する。

P3-303

大都市圏における通勤・通学ネットワーク上の感染症流行過程の解析

* 八島健太(総研大 先導研), 佐々木顕(総研大 先導研, JST さきがけ)

大都市圏に新型インフルエンザ等の感染症が出現した際の、通勤・通学ネットワーク上における感染症流行過程を数理モデルに基づいて解析した。大都市交通センサス・データ(国土交通省)の鉄道駅間輸送データを用いて東京大都市圏における通勤・通学時の人員移動データを取得し、現実の都市圏における交通流動を個体ベースモデルにより再現した。感染動態として集団を感受性状態、感染状態、回復状態に分けたSIRモデルを用いて感染症流行の数値シミュレーションを行った。

感染症が初期絶滅せずに広範囲に拡大したものを感染症流行と定義し、この感染症流行が生じたものに関して解析を行った。感染動態を表す指標として、特に各駅毎の”感染症到着時刻”および”感染症最終規模”に着目した。結果、次のことが分かった。(1)初期感染者利用駅の規模が大きく病原体の感染力が強い程、感染症流行が起きる割合が高くなる。この際、初期感染者利用駅のネットワーク上の位置に依らず同程度の規模であれば同様の割合となる。(2)ある駅における感染症最終規模は、初期感染者利用駅の規模や位置にはよらず、その駅の利用者数が多く感染力が強い程大きくなる。(3)ある駅への感染症到着時刻は、その駅の利用者数が多いほど早くなり、また、初期感染者利用駅の規模が大きく感染力が強い程早くなる。この際、各駅への感染症到着時刻はその駅の利用者数に対してべき則に従う形で分布する。(4)駅間利用者数の規模分布を同じにして位置情報を捨象したモデルを用いて解析をしたところ、個体ベースモデルの結果を定性的に再現できた。このことから、感染症流行過程は個々の駅の通勤・通学ネットワーク上の位置に依らずに駅間利用者数の規模により決まることが示唆される。

P3-305

個体間競争から考察する種間競争の動態

穴澤正宏(東北工大・工)

離散時間の個体群動態モデルは、種間相互作用を含んだモデルの場合も含めて、季節的な繁殖を行う生物の個体群動態をモデル化するのによく利用される。様々な離散時間モデルが使われるが、通常、これらは現象論的なモデルとして導入されることが多い。このような現象論的なモデルの背景にはどのような個体レベルの過程が潜んでいるのか、また、様々な現象論的なモデルの間の違いは、個体レベルの過程のどのような違いに起因しているのか。これらを理解するためには、個体群動態モデルを個体レベルの過程に基づきボトムアップ的に導出してみることが有効である。著者の最近の研究では、1個体群中の個体間での資源をめぐる競争を具体的に考察することで、離散時間の個体群動態モデルをボトムアップ的に導出した。それにより、スクランブル型、コンテスト型および両者の中間的な競争型に対応する様々な個体群モデルの関係を統一的に理解することができた。

今回の研究では、上の研究を発展させ、2種の個体群間の競争モデルをボトムアップ的に導出した。すなわち、2種の個体が同じ資源をめぐる競争している状況を仮定し、個体間での資源をめぐる競争と個体の空間分布についての考察から、種間競争モデルの導出を行った。各生物種はスクランブル型、コンテスト型、中間型のいずれかの競争型をとると仮定し、2生物種の競争型の様々な組み合わせに対して、様々な種間競争モデルが導出された。また、導出された種間競争モデルのいくつかに対して2種の共存や競争排除について調べたところ、個体の空間分布の種類に違いにより、2種の共存のし易さは大きく異なることが分かった。

P3-306

環境変動下における TSD 生物の自然選択

* 山田翔一, 高田壯則 (北大・環境)

性染色体によって最終的な性決定が行われず、受精卵が分化する過程でさらされる温度によって性が決まる性決定様式を温度依存性決定 (TSD: temperature-dependent sex-determination) と呼ぶ。TSD は爬虫類、両生類、魚類の一部で見られる。TSD の適応的意義についてはいくつか仮説があり、その中の一つが「雌雄の適応度に温度依存性があれば、TSD が適応的になる可能性がある」というものである。

そこで、その仮説を検証するために、本研究では以下のようなモデルを構築し、オスの生残率 a_m を一定にし、メスの生残率 $a_f(T) = a_1T + a_0$ ($a_1 \geq 0$) とおき高温で産まれたメスの生残率が高くなるように仮定した。その仮定の下で、自然選択によって収束する閾値温度がパラメーターによってどのように影響されるかについて解析した。ここで、閾値温度とは産まれた子供がオスになるあるいはメスになる境界の温度であり、集団中にはさまざまな閾値温度の個体がいると仮定した。

$$\frac{\partial x_m(t,v)}{\partial t} = ba_m \int f(T)dT \int x_m(t,k)x(t,2v-k)dk / (X_m(t) + X(t)) - M_m x_m(t,v)$$

$$\frac{\partial x_f(t,v)}{\partial t} = b \int a_f(T) f(T)dT \int x_m(t,k)x(t,2v-k)dk / (X_m(t) + X(t)) - M_f x_f(t,v)$$

$$X_m(t) = \int x_m(t,v)dv, X(t) = \int x(t,v)dv, f(T) = N(T_0, \sigma)$$

式中で、 $x_m(t,v)$, $x_f(t,v)$ は時刻 t における閾値温度 v を持つオス、メスの個体数密度、 $X_m(t)$, $X(t)$ は時刻 t におけるオス、メスの全個体数、 $f(T)$ は生息域の温度分布 (平均 T_0 、標準偏差 σ の正規分布である)、 b は 1 メスあたりの産卵数、 M_m , M_f は単位時間当たりの死亡速度を表している。産まれる子供の閾値温度は両親の閾値温度の平均であるとした。

P3-308

連続空間におけるタカハトゲームの個体群動態と進化動態モデル

宮西あすさ, * 高須夫悟 (奈良女子大学理学部)

進化ゲーム理論は進化生態学を数理的に取り扱う枠組みとして確固たる地位を築き、近年では様々な空間構造を考慮した進化ゲーム理論の研究が進みつつある。しかし、従来の進化ゲームのモデルの多くは、各戦略の頻度に注目する頻度動態のモデルであり、個体群動態が暗に無視され、空間構造を考慮した進化ゲームの多くは、空間を格子上に区切った離散空間が仮定されている。

動物個体間の 1 対 1 の対戦を想定する古典的ゲームの 1 つにタカ・ハトゲームがある。タカ・ハトゲームとは、資源を巡って闘争を激化させるタカ戦略と闘争を回避するハト戦略を想定し、資源の価値 V と闘争のコスト C の比 $b=V/C$ に依存してタカとハトの平衡頻度が決まるゲームである。古典的タカ・ハトゲームでの資源 V やコスト C といった利得は概念的な値に過ぎず、実証的に検証することは極めて困難である。本研究は、これらの利得を生物学的に検証可能な値として実質化し、タカ・ハトゲームを個体の視点に基づく個体ベースゲームとして再構築することを試みる。本ゲームでは、連続空間上に位置する各個体はある大きさの縄張りを構え、縄張りから得られる再生可能な資源を利用して繁殖し、各個体は縄張りの重複に応じたゲームを展開する。個体間のゲームの帰結としての利得を機械論的に記述することで、タカ個体とハト個体の個体ベースとしての個体群動態の再現が可能となる。さらに、縄張りの大きさ、個体の移動分散距離といった、様々な適応的形質の進化を考慮した進化動態の再現も可能となる。またシミュレーション結果を数理的に記述する力学系モデルの導出を試みる。

本研究は個体レベルの機械論的相互作用から集団レベルの振る舞いを理解する試みの 1 つである。現実的な個体の視点に基づくアプローチにより、実証的に検証可能なゲーム理論の展開が可能になると考え、生態学における個体視点のモデリングの重要性について議論する。

P3-307

最小存続可能個体数と絶滅：格子モデルによる解析

中桐斉之 (兵庫県立大・環境人間)

環境の変化などが起こって生物が減少する際、個体数が存続可能個体数以下となると絶滅を引き起こすとされるが、これが、空間パターンの影響を受けるかという観点から、格子モデルを用いて解析を行った。モデルの生物には雌雄の区別のないものとし、二次元の格子モデルを用いて、個体群がどのような空間パターンにあるとき、その後、存続し続けるもしくは絶滅を示すのかを計算機シミュレーションによって解析を行った。本講演では 1 種系であるコンタクトプロセスの出生プロセスを発展させた 1 種系局所相互作用モデルを用いた。具体的には 1 つの 2 次元の格子を用意し、一定の初期密度で生物を配置し、死亡と出生のプロセスを繰り返した。死亡のプロセスではランダムに 1 点を選び、その点に生物が存在するならば一定の確率でその生物が死亡して空き地にする。出生プロセスでは、選んだ 1 点が空き地の場合、その点に隣接する 4 点の生物の数に応じて一定の確率で生物が増殖する。この際、4 点に存在する生物の数に比例して増殖率を決定することとした。また、これに対して、空間の位置関係に依存せずに増殖が可能な大域相互作用モデルを導入して比較を行った。増殖と死亡のプロセスを繰り返し、シミュレーションを行った結果、両方のモデルにおいて最小生存可能個体密度以下で絶滅するというアリー効果がみられ、その最小存続可能個体密度を求めることができた。しかし、局所相互作用モデルでは、大域相互作用モデルと比べるとより高い密度でも絶滅が起こることがわかった。これは、最小存続可能個体数が空間パターンの影響を受けることを示している。また本モデルでは、局所的には密度が高い状態でも絶滅が起こるといふ、従来のコンタクトプロセスには見られない新しい結果が得られた。

P3-309

遺伝的コミュニケーションと文化的コミュニケーション

* 田村光平 (東大・院理), 井原泰雄 (東大・院理)

シグナルの伝達を用いたコミュニケーションは、自然界に広く見られる現象であり、様々な相互作用の基礎となっている。コミュニケーションの進化には、シグナルの送信者と受信者の利害関係が大きく影響すると考えられる。そこで、まず、動物のコミュニケーションを送信者と受信者のどちらが利益を得るかによって相利的・利他的・搾取的の 3 つのクラスに分類する。

本研究では、これら 3 つのクラスのコミュニケーションを統一的に扱うためのフレームワークを提示するとともに、シグナルが生得的なものなのか、それとも後天的に学習されるものなのかをコミュニケーションが進化するための条件に及ぼす影響を調べた。

P3-310

日本列島に隔離分布する周北極植物チョウノスケソウの遺伝的多様性

*平尾章(筑波大・管セ), 渡邊幹男(愛知教育大・生物), 内田雅己, 神田啓史(極地研), 下野綾子(筑波大・遺伝子実験セ), 増沢武弘(静岡大・理), 大原雅(北大・院・環境科学), 劉琪璟(北京林業大), 李雪峰, 韓士杰(中科院・応生研), 和田直也(富山大・極東地域研)

寒帯から亜寒帯にかけて周北極的に分布するチョウノスケソウ(*Dryas octopetala* L. sensu lato)は、分布南限地の1つである日本では高山帯に飛び石状に隔離分布する。日本のような中緯度地域の高山帯に分布する氷河期遺存種では、最終氷期以降の温暖化によって分布域が高山帯へ押し上げられる過程で、集団サイズの縮小や分断化を受けたと考えられるため、集団内の遺伝的多様性の喪失や集団間の遺伝的分化が生じやすいと予想される。本研究では、日本の高山帯および高緯度地域に分布する集団の遺伝的多様性を比較することで、氷河期遺存種における集団の遺伝的脆弱性を評価しようと試みた。

日本列島の5つの山岳地域および国外の6地域の集団を対象に、マイクロサテライト9遺伝子座の多型性に基づいて、集団の遺伝子多様度、集団間の遺伝的分化度の推定を行った。その結果、高緯度地域と比較すると日本の高山帯に隔離分布する集団では、集団間の遺伝的分化の程度が大きく、遺伝的多様性が大きく喪失していることが明らかになった。日本列島の中でも、本州中部地域、とくに南アルプスにおける遺伝変異の喪失が顕著であり、遺伝的脆弱性に関するリスクが高いと考えられる。遺伝的多様性が低いレベルの集団では近交係数が高く、小集団化に起因する近親交配によって遺伝的多様性が喪失したと考えられる。一方で、北海道では遺伝的多様性は比較的保持されていた。最も遺伝的多様性レベルの高かったのはアラスカ集団であり、ベーリンジア・レフュージア仮説を支持する結果が得られた。

P3-312

岩手を中心としたニホンイヌワシの遺伝的多様性

*村山美穂, 早野あづさ, 阿部秀明, 坂井寛子(京大・野生動物), 前田琢(岩手県環境センター)

【目的】ニホンイヌワシ(*Aquila chrysaetos japonica*)は、推定生息数約650個体(環境省報告、2004年)で、絶滅の危機に瀕している。岩手県内では、全国で最も多い32ペアの生息が確認されているが、近年(2006~10年)の繁殖成功率は平均12%と低い状態にあり、巢の補修や餌場の確保など、個体群の存続に向けた様々な取り組みが行われている。本研究では、DNA多型マーカーを用いて遺伝的多様性を解析した。

【方法】繁殖後の巢内より採取した羽根、卵殻、ペレット、または剥製の羽根や爪から、カラム法(DNeasy Blood and Tissue Kit, QIAGEN)を用いてDNAを抽出した。岩手県由来の47試料、東北から関東の6県由来の11試料、および動物園生まれの16個体、計74試料を用いて、近縁種で報告されているマイクロサテライトマーカー、ミトコンドリアのD-loop領域およびCOI領域を解析した。

【結果と考察】マイクロサテライト12マーカーで、3から7のアレルが見いだされ、平均ヘテロ接合率は0.492であった。ミトコンドリアのD-loop領域では3ハプロタイプが、COI領域では2ハプロタイプが見いだされた。羽根だけでなくペレットや糞といった比較的採取しやすい試料からも型判定が可能であった。また、燻蒸保存された剥製の爪部分からも解析でき、過去の標本を利用して遺伝的多様性の推移の調査が可能となった。遺伝子型にもとづいて系統樹を作成し、親子兄弟など血縁の判明している動物園試料の解析結果との比較から、野生試料の血縁関係の推定を試みた。

今後はさらに試料数をふやして、国内個体群全体の遺伝的多様性を把握し、保全に活用したいと考えている。

P3-311

宿主・媒介昆虫間の移動に伴うトリパノソーマ原虫 *Trypanosoma brucei* の表現型分化における分子制御機構

宮崎智史*, 櫻井達也, 片倉賢(北大・獣)

哺乳類の血液に寄生する原虫種 *Trypanosoma brucei* は、ツェツェバエ *Glossina* spp. によつてのみ媒介される。その過程で *T. brucei* は大きな環境の変化に曝されるが、血液型から昆虫型へと表現型を分化させることでそれに適応する。この現象は古くから注目され、温度等の環境要因が昆虫型分化を引き起こすと考えられてきた。しかしこれではツェツェバエによつてのみ媒介されるという媒介昆虫の特異性を説明することができない。近年、*G. fuscipes* の中腸に由来するプロテアーゼ Gpl (*Glossina proteolytic lectin*) が、*T. brucei* の昆虫型分化を *in vitro* で促進すると報告された。そこで、このプロテアーゼの塩基配列における種間変異が昆虫型分化の制御能及び媒介昆虫の特異性に影響するという仮説がたてられる。本研究ではこの仮説を検証するため、以下の解析を行った。

Gpl の相同遺伝子である *Gsp1* (*Glossina serine protease 1*) を *G. morsitans* から、一方、それに近縁な吸血性種のサシバエ (*Stomoxys calcitrans*) から *SspX* (*Stomoxys serine protease X*) を新たに単離した。*SspX* は既知の *Ssp* 遺伝子群と比べ、*Gsp1* との予想アミノ酸配列の類似度が最も高いことから、*SspX* は *Gpl* の相同遺伝子と考えられた。続いて *Gsp1* と *SspX* について *in silico* での特性解析を行い、酵素活性部位におけるアミノ酸配列が保存されていることを示した。現在、大腸菌発現系を用いてそれらの組換えタンパク質を作製し、*in vitro* における *T. brucei* 昆虫型分化の誘導能の差異を調べている。それらの結果をもとに、*T. brucei* の昆虫型分化の制御機構や媒介昆虫の特異性におけるプロテアーゼの役割を考察する。

P3-313

日本に生育するカバノキ属2樹種、シラカンバとダケカンバの比較系統地理学的研究

*平岡宏一, 大谷雅人, 宮本尚子, 岩泉正和(森林総研林育セ), 那須仁弥(森林総研林育セ北海道), 高橋誠(森林総研林育セ)

シラカンバ (*Betula platyphylla* var. *japonica*) とダケカンバ (*B. ermanii*) は、日本に生育するカバノキ属の落葉高木である。シラカンバは、本州の亜高山帯下部や北海道の落葉広葉樹林帯に分布し、植生遷移の初期に現れる先駆樹種であり、山火事などの攪乱跡地などに優占し純林を形成することが知られている。一方、ダケカンバはシラカンバと類似した立地に出現するほか、亜高山帯の森林限界直下などの寒冷な環境下でしばしば純林を形成する。日本の亜高山帯林で重要な生態的地位を占めるこれら2種では、植栽木による遺伝子攪乱の対策に資するのに十分な遺伝構造は得られていない。そこで本研究では、シラカンバおよびダケカンバの日本列島における分布域全域から試料を採取し、パネル集団を用いて葉緑体DNAの多数の領域の塩基配列を決定し、変異の探索を行った。

分析の結果、シラカンバでは25領域のべ約23kbpの塩基配列中、塩基置換や挿入・欠失などの多型は全く認められなかった。一方、ダケカンバは10領域のべ約7.5kbp中、1つの塩基置換と6つの挿入・欠失の変異が認められた。シラカンバは単型で、ダケカンバはいくつかの多型を示すという傾向は、PCR-RFLPによる先行研究の結果(Tsuda and Ide 2009)と一致する。この先行研究ではシラカンバは一部のダケカンバと同一のハプロタイプを共有し、2種は明確に区別されないとされていたが、今回の解析では、シラカンバとダケカンバを区別する、それぞれの種に固有な変異が検出された。今後さらに分析領域と供試集団数を増やして、さらに葉緑体DNA変異を探索し、2種の比較系統地理学的研究を進めていく予定である。

P3-314

込み合い環境下のオオミジンコにおける再生産およびストレス応答遺伝子の発現解析

* 伴 修平, 市井涼子, 更井紀一 (滋賀県大), 細井公富 (福井県大), 田辺 (細井) 祥子 (神戸大), 森司 (日本大)

オオミジンコは込み合い環境下で成長を抑制し若齢で大型の仔虫を産出するが、高齢での生残率は低下することが知られている。また、サブトラクティブ・ハイブリダイゼーション法によって、込み合い環境下では産卵に関する遺伝子発現が促進される一方で、ストレス応答遺伝子の発現は抑制されることが明らかとなった。そこで本研究では、込み合い飼育下でのこれら遺伝子の発現量を Real-time RT-PCR により定量した。オオミジンコは 50ml の培養フラスコに生後 12 時間以内の仔虫 1 個体 (対照区) と 20 個体 (込み合い区) を入れ、クラミドモナスを餌として、フロースルー装置を用いて餌不足と代謝産物の蓄積が生じないようにして飼育した。実験には第 3 クラッチから生まれた仔虫を用い、それぞれ 3 連で行った。この実験を繰り返し、4 令から 7 令までの標本試料を採取した。これら試料より抽出した mRNA から cDNA を合成し、Real-time RT-PCR にて、ピテロジェニン (VTG) 遺伝子、ユビキチン (Ubiquitin) 遺伝子、およびヒートショック蛋白質 (HSP70 および HSP40) 遺伝子の発現量を定量した。その結果 VTG 遺伝子の発現は 5 令と 6 令で込み合い区の方が有意に高かった。一方、Ubiquitin 遺伝子の発現は 6 令と 7 令で込み合い区の方が有意に低下した。HSP40 と HSP70 遺伝子の発現量は共に込み合い区で若干低い傾向にあった。これらはすでに知られている生理学的研究の結果とサブトラクティブ・ハイブリダイゼーション法の結果を良く支持するものであった。オオミジンコは、込み合いにตอบสนองして VTG 遺伝子の発現を促進して大型の卵を産むが、同時に Ubiquitin 遺伝子や HSP 遺伝子の発現が抑制されることによって高齢での生残率の低下を招いているようである。

P3-316

オオヤマレンゲ (*Magnolia sieboldii*) の系統地理～亜種間で浸透性交雑はあったのか？

* 菊地賢 (森林総研)

オオヤマレンゲ (*Magnolia sieboldii* ssp. *japonica*) は、標高 1000 m 以上の山地に生育する、モクレン科の落葉低木である。日本では関東地方から屋久島にかけて分布し、中国中南部にも隔離分布する。一方、亜種オオバオオヤマレンゲ (ssp. *sieboldii*) が朝鮮半島に分布している。

葉緑体遺伝子間領域を解析した先行研究では、四国・九州地方のオオヤマレンゲ集団のハプロタイプが他の地域とは遺伝的に明確に異なり、オオバオオヤマレンゲと共通、あるいは近縁なハプロタイプを持つことが明らかになった。

そのため、過去に陸橋の形成により、分布の二次的接触による亜種間の交雑が生じ、細胞質捕獲によりオオバオオヤマレンゲの葉緑体遺伝子が四国・九州集団に浸透したことが強く示唆されたが、これらの地域は花形態などに見られる形態的な変異がやや大きく、亜種間交雑による核遺伝子の遺伝子浸透が生じている可能性も示唆された。

本研究では、これらの仮説を検証し、オオヤマレンゲの系統地理を解明するため、LEAFY gene (LFY)、Phytochrome A gene (PHYA) および Agt1 gene の核遺伝子 3 領域において、イントロン領域の塩基配列解析をおこなった。国内の分布域全域および韓国のオオバオオヤマレンゲ 3 集団、さらに外群として *M. wilsonii*、*M. sinensis* から採取したサンプルを用い系統解析をおこなった結果、Agt1 ではオオバオオヤマレンゲが固有の遺伝子型を示し、LFY では日本のオオヤマレンゲ集団が単系統性を示すなど、遺伝子座によって結果は違ったが、いずれの座でも日本のオオヤマレンゲ集団と朝鮮半島のオオバオオヤマレンゲ集団とは系統を異にし、遺伝子型を共有しなかった。

これらのことから、オオヤマレンゲ・オオヤマレンゲ亜種間の交雑により核遺伝子の浸透性交雑が生じた可能性は支持されなかった。

P3-315

オーストラリア大陸中央部のオアシスに局所分布するヤシ科植物 *Livistona mariae* の起源

* 近藤俊明 (広大・国際), 兼子伸吾 (京大・農), Crisp D (オーストラリア大), Bowman D.M.J.S (タスマニア大), Cook L.G (クイーンズランド大), 井鷲裕司 (京大・農)

Livistona mariae はオーストラリア大陸中央部のオアシスに局所分布するヤシ科植物で、大陸北部の Nicholson 川および Roper 川の 2 つの河川に断断分布する近縁種 *L. rigida* とは約 800 ~ 1000km 離れて生育する。そのため、*L. mariae* は大陸の乾燥により祖先集団が大陸北部に後退した結果生じた遺存種であると考えられてきたが、核および葉緑体塩基配列解析では約 4000bp に渡り 2 種間で変異がないことも報告されており、*L. mariae* の起源は今も解明されていない。

本研究では、*L. mariae* および *L. rigida* を含む *Livistona* 属 5 種 22 集団を対象とし、マイクロサテライト遺伝子座 9 座を用いた集団遺伝学的解析から、*L. mariae* の起源と分布域形成過程の解明を試みた。

集団の系統解析および STRUCTURE を用いた遺伝構造解析の結果、*L. mariae* および *L. rigida* は種の違いを反映しない 2 つの遺伝的グループからなる単系統群を形成し、*L. mariae* は約 1000km 離れた Roper 川の *L. rigida* 集団と近い系統関係を示した。すなわち、*L. mariae* および *L. rigida* は単一種であると考えられた。さらに、Isolation with migration model を用いた分岐年代推定の結果、*L. rigida* の断断分布が氷河期に大陸北部のカーペンタリア湾に存在した古水系に沿った分布拡大と海面上昇に伴う古水系の消失により形成されたこと、その後、Roper 川の *L. rigida* 集団からの偶発的な移住によって大陸中央部にのみ局所的に *L. mariae* 集団が形成されたことが明らかとなった。

P3-317

ヨーロッパナラの冬芽における遺伝子発現の変化

* 上野真義 (森林総研), Gregoire Le Provost, Christophe Klopp, Celine Noiro, Antoine Kremer, Christophe Plomion (INRA)

冬芽の休眠が解除され新芽が展葉するタイミング (展葉フェノロジー) は個体の適応度に影響を与える重要な形質である。展葉が早過ぎると晩霜の被害を受けるリスクがある一方、展葉が遅過ぎる場合は生育期間が短くなり生長に不利となるためである。休眠には生育に好適な条件を与えても休眠を続ける自発休眠と、生育に適当な条件になると生育を開始できる他発休眠とがある。秋に形成された冬芽は自発休眠の状態にあるが、春先に他発休眠に移行することで環境条件に応じて展葉できるようになる。本研究ではヨーロッパに生育するナラ (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) を対象として、自発休眠から他発休眠への移行に対応して、どのような遺伝子の発現量が上昇するのかを明らかにした。材料はフランス北部の 2 つの自然集団から種子を収集し発芽した実生を用いた。自発休眠と他発休眠の状態にある実生の頂芽から mRNA を抽出し超高速シーケンサーによって配列決定を行ない、各遺伝子に対応する配列の本数を発現量として解析した。総計で約 35 万本の配列を解析した結果、約 4 万個の遺伝子 (コンティグ) が検出された。これらの遺伝子の中から 37 個と 36 個の遺伝子が自発休眠と他発休眠とで発現量に違いがあると考えられた。既知のタンパク質との相同性検索の結果、他発休眠において発現量の増大する遺伝子の主なものはデハイドリン、ヒートショック蛋白質、ジベレリン受容体の配列に類似していることが明らかになった。これらの遺伝子群の特徴としては環境への応答、ストレス応答および内因性の刺激にตอบสนองするものであった。

P3-318

分子からみた河川性魚類の分布域形成とデモグラフィ

*横山良太(北大・FSC), 西城学, 白川北斗, 浦西茉耶(北大・院水), 後藤晃(北大・FSC)

北日本の冷水性淡水魚類の分布域形成過程を考えるために、北海道において分布が重複する河川性魚類2種フクドジョウおよびハナカジカを対象に、分子マーカーによる系統地理解析を行い、それぞれの種の分布域形成史を推定するとともに、両種の生息地予測モデルを構築して現在の分布を規定している要因を推定した。系統地理解析から、フクドジョウでは6つ、ハナカジカでは3つの地域グループが見出された。それら地域グループ間の分化は、フクドジョウでは最大で約40万年であるのに対し、ハナカジカでは最大で約120万年であった。両種とも、各地域グループにおいて個体群サイズの急速な拡大は検出されなかった。各地域グループ内の個体群間の遺伝子流動量は一部を除き基本的に低い水準であり、各地域グループ内部は遺伝的構造を有していた。両種に見られたグループ内における個体群構造の存在が、地域グループ全体の個体群サイズの維持に関係していると推察された。このような分布域形成史と個体群構造は河川で一生を過ごす両種の生態を反映するものと考えられた。次に、現在の分布を規定している要因を推定するために両種の分布データと様々な環境・気候レイヤーを用いて生息地予測モデルを構築した。フクドジョウの分布に強い影響を与えているのは気候と地形要素であったのに対して、ハナカジカでは主に気候要素であると推定され、景観の特徴や気候的要因の影響は種間で異なっていると考えられた。今後、構築された生息地予測モデルを用いて、個体群間の遺伝子流動量や個体群内の遺伝的多様性に対して景観の特徴が与える影響を種ごとに推定し、両種の分布域形成と個体群構造に対する歴史的要因と現在の景観が与える影響をそれぞれ明らかにする予定である。

高校生ポスター発表

3月11日（金）10:00-17:15

P3-HS01

カワニナの研究

山口博志, 小瀬本孟, 伏屋孝祐, 白木伶奈, 奥村芽依 (岐阜県立岐山高等学校)

岐阜市の長良川水系に生息するカワニナの、雌雄比の調査、倍数体の調査、移動行動の調査、そして遺伝的関係と地理的関係を明らかにすることを試みた。

雌雄比に関しては、季節変化を主に調査している。春は雄が少なく、秋には雌雄比が1:1に近づく傾向が見られることが分かった。

通常カワニナは殻高2.5~3.0cmであるに対し岐阜市日野のカワニナは3.5~5.0cmと非常に大きかった。そこで私たちはこの個体を倍数体と考え核型の調査をしている。

移動行動の調査では、カワニナが河川の端に多く生息することに疑問を感じ、現地での追跡調査とともに、水槽内の環境の変化によりどのように移動するのかを調査している。

最後に岐阜市内のカワニナの遺伝子の関係と地理的関係を明らかにするため、ミトコンドリアDNAのCOI領域の塩基配列を解析した。

また、採集地点で琵琶湖固有種の貝殻を見つけたため、地元の自治会の方たちから聞き取り調査をし、岐阜市内の17地点で琵琶湖産のカワニナを大量に放流していることが分かった。いずれもホテルを守る活動の一環として行われているようである。2地点について自治会の方たちと交流し、今後の活動について話し合いをしている。

P3-HS03

富良野地方のプラナリア類

南川勇大, 吉田基紀, 鈴木健二, 久米隆広, 青木拓也, 中野渡進, 山田航平 (北海道富良野高等学校)

北海道に分布するプラナリア類(ウズムシ類)は13種(まだ未確認の種も数種ある)である。富良野地方でどのような種のプラナリア類が分布しているのか明らかになっていない。今年度より富良野地方にプラナリア類はどこに、どのような種が生息しているのか調べることにした。

富良野地方は東部に十勝岳連峰があり、噴火による溶結凝灰岩が分布している。富良野盆地の基盤岩にもなっている。南部は芦別岳・夕張岳に代表される日高山脈の一部となっていて蛇紋岩など超塩基性岩も分布している。

本研究は富良野地方のプラナリア類の分布を明らかにするとともに、基盤となっている地質構造の違いがプラナリア類の分布に影響を及ぼしているのか明らかにすることを目指している。しかし、今年度始めた研究であり、まだ、十分なデータとなっていない。しかし、現在までに7種のプラナリア類を採取することができた。

鳥沼公園・・・ミヤマウズムシ、キタシロカズメウズムシ、エゾコガタウズムシ、エゾウズムシ、キタシロウズムシ

芦別岳山麓ユウフレ川支流・・・キタシロカズメウズムシ、カズメウズムシ、ヒダカホソウズムシ

鳥沼公園は溶結凝灰岩からの湧水付近で多くのプラナリア類を採取した。キタシロウズムシは湧水付近ではみられず、公園内の湿地内で採取された。種により生息に適する水温が異なることがわかる。

ユウフレ川支流は夕張山系に属し溶結凝灰岩はみられない。ここでは流水中に3種のプラナリア類を採取したが、鳥沼公園と共通する種は1種のみであり、プラナリア類の分布と地質構との関連がある可能性もでてきた。

P3-HS02

富良野地方のコウモリ類について

山内美代, 中村一輝, 山崎果菜子, 高橋優斗, 高橋康憲, 杉山晶基, 江川祥平, 水間渉五, 阿曾萌里 (北海道富良野高等学校)

富良野高等学校科学部でコウモリの研究を始めてから8年目になる。主な調査地点は鳥沼公園、山部太陽の里、東京大学北海道演習林、富良野市街地などで調査をおこなってきている。北海道で確認されているコウモリは19種。富良野地方では8種(モモジロコウモリ、ウサギコウモリ、ヒメホオヒゲコウモリ、ヒナコウモリ、チチブコウモリ、コテングコウモリ、テングコウモリ、コキクガシラコウモリ)を確認している。

モモジロコウモリは鳥沼公園、富良野市街地、東京大学北海道演習林など多くの地点で捕獲されているコウモリである。一昨年、鳥沼公園で標識をつけた個体が富良野市街地で捕獲された。このことからモモジロコウモリが鳥沼公園と富良野市街地で共通のねぐらをもっているのではないかと考え、調査をおこなった。かすみ網と捕虫網で捕獲し、標識をつけ放逐し、再捕獲を試みた。しかし、標識をつけた個体の再捕獲はできず鳥沼公園と富良野市街地を結びつけることはできなかった。

そのため市街地に生息するモモジロコウモリの行動調査をおこなった。モモジロコウモリは市街地の雨水排水用のコンクリート製トンネル(高さ0.8m~1.2m)をねぐらとしている。そこから飛び出したコウモリが排水路を飛翔していくため、排水路沿いに飛翔経路を調べた。その結果、トンネルを飛び出したコウモリは排水路沿いに飛翔し、鳥沼公園とは反対方向の空知川へ飛翔していていることが確認された。このことから鳥沼公園と富良野市街地に生息するモモジロコウモリは夏季には異なる採餌場所を利用していることがあきらかになった。

今後は冬季のねぐらを探し、モモジロコウモリの生態を明らかにしていきたい。

P3-HS04

富良野地方における珪藻の分布について

朴田瑞季, 稲葉允建, 谷本賢耶, 大友星矢, 菅末紗音 (北海道富良野高等学校)

珪藻は植物プランクトンの1種であり、河川から海洋まで多様な場所で生息している。本校裏手を流れる空知川でどのような珪藻類が生息しているのか興味を持ち調査をおこなった。

調査は毎月1度のサンプリングにより珪藻を採取し、パイプユニッシュ法でSiO₂の殻のみにしてスライドガラスを作り検鏡し、種の同定をおこなった。珪藻の種数は10万種ともいわれており、種レベルの同定は難しく属レベルの同定に終わった。空知川本流だけでなく、支流についても比較調査をおこなった。

その結果、季節や河川により主となる珪藻の種類は変化していた。

その他に空知川支流に置いても珪藻の生息調査をおこなったところ、十勝岳温泉直下のヌッカクシフラスイ川では好酸性の*Eunotia*属を確認するなど、生息する種と河川環境が密接に結びついていることが明らかになった。

また、植物プランクトンは生態系の中で生産者の役割を果たしている。そのことを確かめるために水生昆虫の胃内要物も調査した。その結果、マダラカゲロウは珪藻を摂食していることがわかった。しかし、胃内要物に含まれる珪藻の種構成と河床から採取された珪藻の種構成はことになっており、特定の珪藻を選択して採餌している可能性もある。

現在までに撮影した顕微鏡写真も発表する。

P3-HS05

オオクワガタの幼虫発育と温度との関係

阿部敏明(東北学院中学校・高等学校)

本研究は、オオクワガタの幼虫発育について、25℃と20℃の温度条件下で飼育することにより、個体間でみられる発育の差を調査することが目的である。さらには、20℃で飼育する期間を1カ月間に限定し、その期間を段階的に変化させることによって、幼虫に与える影響も合わせて調査することにした。幼虫は、人工飼育(菌床飼育)を行い、市販の菌糸ビンを使用し、一定の湿度条件下で飼育された。幼虫の発育状況については、菌糸ビン重量の比較、食痕の有無、菌糸の色の変化などから判断することにした。幼虫の重量測定は、できるだけ幼虫にストレスを与えないようにするため、菌糸ビン交換のタイミングに限定しておこなった。飼育を開始してから約2カ月が経過した現時点において、25℃と20℃では幼虫発育に顕著な差がみられ、特に25℃で飼育した幼虫は、雌雄判別が可能な段階にまで大きく成長しているものが多かった。今後も、主に菌糸ビンの外観に基づく経過観察を続けることで、温度変化が幼虫発育あるいは蛹化や羽化にどのような影響を及ぼすのか調査していく予定である。

P3-HS07

町のダニたち ～都市で生き抜くしづとい奴ら～

山川芳樹, 北井優也, 伏見英雄, 堀裕貴(北海道旭川農業高等学校)

都市では本来生息していた生物が減少や全滅している一方で、都市環境に適応し、定着している生物がいる。本研究の目的は、これらの都市に適応した生物の性質と環境との関連について明らかにすることである。今回の発表では校舎屋上を疑似都市環境と考え、そこに着生するコケに生息するササラダニ類についての調査結果を報告する。屋上は人による生物の移出入がない。また土壌がないためササラダニの天敵であるアリ等がない。さらに、ササラダニは主に腐食性で餌動物の有無に影響されない。これらの条件から屋上のコケに生息するササラダニ類は環境要因との関連を調べ易いと考えた。

調査ではコケの面積、含水率や屋上における位置とササラダニ類の種及び個体密度との関係、さらにダニの体長と出現頻度の関連について調べた。全調査を通して9種のササラダニ類が得られ、環境への適応幅の広い種と都市域で増加傾向のある種が優占していた。面積や含水率と個体密度には一定の関係を見いだせなかった。しかし、屋上における位置が壁裾のコケにササラダニは生息するが、床面のコケには生息していなかった。またササラダニ類の体長と出現頻度には統計的に有意な相関はなかった。

P3-HS06

トンボ相の多様性から水辺の自然環境を診断

内田葉子, 岩田夏実(北海道札幌旭丘高等学校)

P3-HS08

札幌白石高校理科愛好会の活動について

奥山彩夏, 柿沼由莉(北海道札幌白石高等学校)

2004年(平成16年度)から2010年(平成22年度)までの活動を報告します。白石高校の生物愛好会は身近な環境について考えようと集まった生物好きな生徒の集まりです。活動の目的は自然に親しみ、自然の様子を観察・理解することです。身近なところから活動を開始しています。活動内容 1. 農園作業 校地内に畑をつくり、農作物を収穫する。土作り、ミミズの飼育、水やりを通し、農業への関心を深めるとともに収穫の喜びを味わう。2. 身近な環境を知る。近くの月寒川へ行き、川の中にすむ生物の観察。河畔の植物観察。学校近隣の河川水をパックテストを用いpH、COD、NO₂、PO₄を調査。3. 札幌市内の理科関連施設の見学・紹介 北大総合博物館、白石清掃工場、下水道科学館など。4. 大会などへの参加・環境学習フォーラム北海道・日本植物生理学会第49回年会 高校生物研究発表会など。これからも白石高校を拠点に身近な自然観察・畑作りを中心に活動していきたいと思えます。

P3-HS09

地球温暖化防止における森林の役割（さまざまな森林による二酸化炭素吸収量の推定）

石田紗樹, 光畑美希, 松本愛, 小原らな, 高木成美, 脇坂芽依, 渡辺真奈, 池上裕莉香, 大橋慶子（ノートルダム清心学園 清心女子高等学校）

CO₂の増加による地球温暖化や人間活動による生物多様性の危機が問題となっている。このような地球環境問題に対して森林の役割を明らかにすることを目指した。方法は、人工林および遷移段階が異なる森林で、樹高・直径・樹齢を5年間調査し、そのデータから樹木による1年当たりのCO₂吸収量を求め、さらに樹木の種多様性や森林の構造との関係を解析した。

結果は、CO₂吸収量は、1年間で人工林では100m²あたり140kg、天然林では100m²あたり260kgになった。天然林は人工林と比べて、樹種の多様性が高く、樹高の高低に大きく差がある複雑な階層構造を示した。その結果、光合成を効率よく行ってCO₂吸収量が多くなったと考えられる。また、アカマツは他の樹木と比べてCO₂吸収量が高いことがわかった。これは、直径や樹高の成長量が大きいためCO₂吸収量も多くなったと考えられる。

結論として、天然林は人工林に比べてCO₂吸収量が多いことがわかった。日本人1人が1年で家庭で排出するCO₂は約2.0tなので、人工林100m²で処理できるのは約0.07人分、天然林でも約0.13人分しかならない。CO₂の急激な増加が環境問題になっているが、その解決には、自然度の高い森林生態系を守っていくとともに、私たち自らがCO₂の排出を抑制する生活に変えていく必要がある。

P3-HS11

希少種ヒナシドジョウとイシドジョウが好む生息環境

山田裕貴, 道内真輝, 川中寅生, 石丸真也, 近藤昌弘, 日野直人, 西原佑亮, 弓立湧也（愛媛大学付属高等学校）

ヒナシドジョウは2006年に新種として記載されたばかりの、河川にすむ小型のドジョウである。本種が最近まで発見されなかったのは、川の礫底の隙間に住み、驚くとすぐに隙間に隠れ、秋から春までは隙間で冬眠するという特殊な生態によるところが大きい。絶滅が危惧されている本種とイシドジョウの保全のためにも、彼らが好む生息環境について解明することが急務である。

ヒナシドジョウの生息に適した環境と、その特異性を知るために、ドジョウ、シマドジョウ、イシドジョウ、ヒナシドジョウを材料に、外部形態の比較と、水槽実験（底質選択・水温選択・流速選択）を行った。その結果、ヒナシドジョウとイシドジョウはよく似た外部形態、行動特性を持っており、頭や各ひれが小さく、尾が太く、直径20mmの砂利のすき間に潜ることを好むこと等が明らかになった。これに対して、同属であり、同所で同時に採取されたシマドジョウは頭や各ひれが大きく、水流の早い砂の上に定位することを好むことや、ドジョウは速い水流を避けるために潜っていること等が明らかになった。本発表では、水流と水温に関する実験結果を中心に報告する。

P3-HS10

コンクリート化された水田地域のクサガメとミシシippアカミミガメの行動

原悠歌, 井上智香子（ノートルダム清心学園 清心女子高等学校）

外国から移入されたカメの生態系への影響が心配されている。近年、カミツキガメやワニガメなどがヒトに危害を与える可能性があるということで、特定動物に指定されているが、カメの仲間で生態系への影響を最も懸念されているのはミシシippアカミミガメである。その理由は、「ミドリガメ」という名で、ペットとして多い時は年間100万匹以上が日本に輸入され、把握できないほど多くの個体が全国各地に生息している状況に陥っているからである。

この状況を踏まえて、その行動を解析し、ミシシippアカミミガメの在来種のクサガメへの影響を調べることを目指した。方法は、(1)標識再捕法（捕獲個体を標識し、再捕獲できた場所を記録）と(2)テレメトリー法（小型発信器取り付け付いた個体を受信機で追跡）を使った。調査データから①行動範囲、②移動パターンを解析した。

今回の調査で分かったことは、①現在の両種の生息数の比は約1:1の比にまで至っており、ミシシippアカミミガメがクサガメを駆逐している状況にある。②ミシシippアカミミガメの方が行動範囲が広い、③両種ともコンクリート化された水路より、コンクリート化されていない水路を好む傾向があること等が判った。

P3-HS12

DNAによるシロサケの近縁関係の調査

松村茉莉子, 島田侑果（富山県立砺波高等学校）

富山県は日本海側でシロサケ（*Oncorhynchus keta*）が大規模遡上するほぼ南限であり、本校理数科では平成19年より、各河川に遡上するシロサケをそれぞれの個体群として捉え、それらの近縁関係を調査している。近縁関係はマイクロサテライト解析により調査したが、当初は大洋を回遊するシロサケの調査にマイクロサテライト解析が有効であるか検証することから始めた。

シロサケの3つのマイクロサテライトマーカーを解析したところ、アレルが非常に多く、個体群内の遺伝子多様性は大きかったが、有意差を判別することができた。これはサケの母川回帰を裏付けているとも言える。

また昨年度からは河川の地理的な距離に注目して調査を行った。その結果、富山県小矢部川個体群と北海道千歳川個体群が、富山県内他河川個体群よりも比較的近い近縁関係があるなど、河川の地理的な距離と近縁関係に相関が見られない場合もあった。聞き取り調査によると、これにはかつて漁業資源確保の為の商業的移入が行われたことが分かり、その遺伝子が小矢部川個体群内に定着しているとの結論を得た。

近年、遺伝子地域固有性の保護が唱えられている。しかし漁業従事者にとってサケの漁獲量の確保は死活問題である。そこで私たちはそれらの立場の両面から考えた環境保護を提唱していきたい。

P3-HS13

篠路福移湿原における埋め立ての影響による環境の変化

澤田森生, 田崎由梨, 高山京, 中村拓 (北海道札幌拓北高等学校)

篠路福移湿原は、北海道札幌市の北東部にある面積約5haの小さな湿原である。札幌市内に唯一残された泥炭地の湿原で、道内でも数少ないミズゴケ湿原である。絶滅危惧種を含む様々な生物が生息しているが、近年業者が不法な埋め立てを続けており、湿原の乾燥化などの悪影響を及ぼしている。札幌拓北高校理科研究部では、以前から湿原で植生調査、水質調査、水位調査などを行っており、その結果から埋め立てによる湿原の環境の変化、特に周辺部のヨシの草丈が急激に高くなった事について考察を行った。

P3-HS15

浅間山麓のコナラ林とアカマツ林における土壌呼吸の空間分布

高橋佳歩 (晃華学園), 小島瑠璃 (公文国際学園高等部), 岩上匠 (区立九段中等教育学校)

地球温暖化により、炭素循環に関する研究が注目を集めている。これまで、森林の土壌呼吸量の測定を行った研究は多くあり、その値は空間的に不均一であることが明らかになっている。そこで本研究では、土壌呼吸の空間分布を決める環境要因を明らかにすることを目的とした。本研究は、2010年10月に浅間山麓のコナラ林とアカマツ林に30m四方の方形区を設置した。縦横3m間隔(121点)で土壌呼吸速度、地温、土壌含水率、有機物層と鉱質土層の深さを測定した。その結果、土壌呼吸速度はコナラ林では377~1516(平均631) $\text{mgCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 、アカマツ林では278~1267(平均621) $\text{mgCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ の範囲で、同一林分内でも、その値は大きく異なっていた。土壌呼吸速度はアカマツ林では有機物層の深さとの間に正の相関がみられた ($P < 0.05$) が、コナラ林では有意な相関はみられなかった ($p = 0.07$)。一方、コナラ林では土壌呼吸速度と土壌含水率の間に正の相関がみられた ($P < 0.05$)。しかし、両林分ともその他の要因との間に有意な相関はみられなかった。今後は、樹木の分布状況などの要因についても調査を続けていく。

P3-HS14

森を測る ―森林構造と光合成―

池田智代子, 星野萌絵 (早稲田実業学校高等部)

私達のこれまでの調査で浅間山麓の落葉樹林には、上層にコナラ、中層にヤマウルシ、下層にコナラとヤマウルシの稚樹があり、中層にはコナラがないことがわかった。この理由をヤマウルシ等の中層木が繁茂した森林内ではコナラの稚樹が育ちにくいのではないかと考え、現在の状況下でコナラの稚樹は成長できるかを光環境と生産量の面から調べ、この森林がどう推移していくか考察することを目的とした。調査では、上層のコナラ、中層のヤマウルシ、下層のコナラ・ヤマウルシの稚樹の個葉の光合成・呼吸速度を計測し、光合成曲線を作成した。また、各層に到達する光子密度も測定し、夏季4日間の純生産量を推定した。推定した純生産量 ($\text{mmolCO}_2 \text{ m}^{-2}$) はコナラ上層(830) >> ヤマウルシ中層(38) > ヤマウルシ下層(27) > コナラ下層(17)となった。コナラ下層の純生産量が低いのは、弱い光と高い呼吸量によるものであった。従って、今後はヤマウルシが生い茂る暗い林床においてコナラの成長は遅くなり、そのかわりに光要求量が少ない樹種が侵入してくると考えられる。今後は他種の光合成の測定、成長の様子等を調べ、森林の変化について研究を進める。

P3-HS16

尾瀬のニホンジカとミツガシワの調査 ～ライトセンサス・フィールドサイン調査と採食植物の継続観察～

谷島由季乃, 都丸祐樹 (群馬県立尾瀬高等学校)

2000年頃から、尾瀬の植物がニホンジカによる食害を受けている。本校では、2003年からライトセンサス調査を6月~10月にかけて行い、2006年からはフィールドサイン調査を追加した。また食害が深刻な植物の代表であるミツガシワの分布等を継続的に調査するために、2004年と2010年に尾瀬ヶ原の山ノ鼻地区~見晴地区間のミツガシワの分布調査を、2008年からは竜宮地区で約40枚の木道の写真撮影を毎月実施した。

ニホンジカは雪解け直後は尾瀬ヶ原で、その後は周囲の森林で行動し、秋になると、尾瀬ヶ原の南東から越冬地へ移動していると考えられる。そして120種以上の植物を採食し、時期に応じて特定の種を多く採食する傾向がある。

ミツガシワは、木道周辺では増加している。これは、新しく設置された木道が水を溜め、ミツガシワに適した環境を作るからと考える。また、小さい株も多く確認できた。これは、根まで被害を受けているためと考える。竜宮地区での写真撮影では、調査範囲の20~30%程度が回復できないほどの食害にあっていること、植物の芽が出る時期が遅ければ食害から免れることが分かった。

P3-HS17

尾瀬ヶ原龍宮付近における植生調査 ～湿原にできる縞模様を探る～

都丸美保, 星野祐太 (群馬県立尾瀬高等学校)

尾瀬ヶ原の植生図をつくることを目的に、2008年から植生調査を続けてきた。調査の中で湿原に縞模様が見えることに気づいた。これは植物が環境に合わせて生育するためと考え、それを確認・追求するために縞模様がある場所を詳しく調査(植生調査とスケッチ)した。

その結果、龍宮付近では、主に10の植物群落で植生が構成されており、それが縞模様を形成していることが分かった。そして、これらの植物群落がその環境に合わせて生育していることも分かった。この地点は、尾瀬ヶ原が形成される時に河川の氾濫などにより、その周辺の土壌や地形が変化し、多様な植物の生育環境ができたことが分かった。

しかし、今回、群落総合常在度表とスケッチの2つの視点から群落を分けたが、同じように群落区分されなかった。これはヌマガヤやヤチヤナギなどが調査範囲全体に多く分布しているため植生調査では区分されなかったことや、同一種でも生育状況が大きく異なるとスケッチでは別のものに区分されたからである。

また、今回の調査対象地はベルト状の縞模様に見えたが、詳しく調査すると植物群落がモザイク状になっていることが確認できた。

P3-HS19

円山川の水質と動物園の森再生への協力活動について

佐藤彩香, 宍戸峻太, 森下浩充, 山形健二, 坂爪悟 (市立札幌大通高校)

円山動物園では円山川の流域に位置する「動物園の森」を再生するプロジェクトを行っている。本研究の目的の一つとして、「子どもたちが安全に遊び学べる川」にすることを目標に、定期的に水質調査を行って実態を調べた。二つ目として「昔ながらの里山」と呼べる植物環境にするために帰化植物の除去を行った。

調査地は動物園の上流域から下流域までアクセスしやすい7か所を選び、バックテスト、気温、水温、pH、臭い、色について行った。また、糞便性大腸菌の検出を行い、住宅地を流れる際の汚染の状況を調べた。

その結果、アンモニウム態窒素、COD、大腸菌の調査結果から円山川がし尿によって汚染されていることが示された。この原因として野生動物やペットの糞の他に、近隣住居からの生活排水の影響も否定できない。ガーリックマスタード、オオハンゴウソウなどの外来植物の草抜きは、植物の生息範囲が広いためボランティア団体と協力して作業の継続を行う。

今後の活動として、地域の人への呼びかけやNPOや市民団体との連携、円山動物園や市役所などの公的機関との連携も含め、長期的な視野で考えていく予定である。

P3-HS18

積雪深とササの背丈の関係を探る ～ブナ林における調査～

永山陽子, 佐藤奈央 (群馬県立尾瀬高等学校)

私たちは群馬県北部に位置する武尊山の標高1500m～1750mに広がる群馬県企業局「水源の森」にて、1999年から動植物を中心とした自然環境調査を年間を通して行っている。

調査活動を行っている中で、ササの背丈が場所によって差があり、それは積雪深と関係があることを知った。

そこで、積雪深とササの背丈にどんな関係があるのかを明らかにすることを目的とし、積雪深とササの背丈を計測した。またササの生態を文献等で調べ、ササの背丈に差が出る原因を考えた。

これまでの研究の成果として、雪が深いところではササの背丈が高く、逆に雪が浅いところではササの背丈が低いという正比例の関係であることがわかった。このことは、ここに多く分布しているチシマザサとクマイザサは、雪に埋もれることで寒さや乾燥から身を守り越冬するという生態に関係しており、それは越冬芽の位置に関する考え、現在はこの越冬芽に注目し、研究を進めている。

P3-HS20

オジギソウの生育における密度効果について

大西美緒, 半田早記 (北海道恵庭北高等学校)

マメ科のオジギソウ *Mimosa pudica* は、明暗の影響あるいは接触や震動などの刺激によって葉が閉じ、垂れ下がるがよく知られた多年生草本である。この就眠運動や接触傾性の生理学的機構については近年明らかになってきたが、生態学的な意味については、まだ明確ではない。本報告は、オジギソウにおけるこの運動の生態学的意義を明らかにすることを目的として始めた実験観察の第一報である。

まず、播種間隔を変えた場合の(1cm,2cm,5cm,10cm,20cm)初期成長における密度の効果を調べた。結果として、①隣りの個体と葉が重なる距離でも静かな室内では接触傾性は見られない。②1cm間隔、2cm間隔に播種した場合、葉が重なり生育が妨げられる。また、成体の形態観察から③成体における葉の間隔は比較的広く、葉が重なることによる光合成の減衰を避けていることが考えられた。

自然状態で接触傾性により葉が閉じることは光合成機能を損ない成長におけるデメリットであることが予想されるが、この性質がなぜ獲得されたのか。研究はまだ手探り状態である。本生態学会大会においてその解明方法についてアドバイスをいただければと思う。