

# 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<sup>-1</sup>yr<sup>-1</sup>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(400m<sup>2</sup>)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 $\alpha$ ・ $\beta$ 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 $\beta$ 多様性は単調減少し、正の相関があった。 $\alpha$ 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/m<sup>2</sup>、9 月に 123.6 g/m<sup>2</sup> 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)

食植性昆虫の多くは特定の植物に依存しており、食草の変更は食植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、100m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。発表者らは、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1.8haとし、この範囲内にシートトラップを15m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5m×5m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 ± 0.46mm (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 ± 0.42mm, 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パー内の植生変化

\* 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パー(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0.25m<sup>2</sup>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1m<sup>2</sup>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), 神崎謙(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は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( $\rho$ )を用いて考えた。 $\rho$ ( $>0$ )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 $\rho$ 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 $\rho$ 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。 $\rho$ 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成立し、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25m<sup>2</sup>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100m<sup>2</sup>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 =  $-1^{\circ}\text{C}$ 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 =  $-1^{\circ}\text{C}$ 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1m<sup>2</sup>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), 斉藤正一(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12km<sup>2</sup>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 m<sup>2</sup>だったものが、2009年には4148 m<sup>2</sup>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にした。

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.

## P2-086

## 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.

## P2-087

## 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。

## P2-088

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と植物と考えられる。

## 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 m<sup>2</sup>)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/m<sup>2</sup>(平均 ± 標準偏差; うち雌花および未熟堅果123.1 ± 86.1 個/m<sup>2</sup>)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する。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)

## P2-110

## 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。

## P2-111

## 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収部位の面積) 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

## P2-112

## 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)w T(/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)w T(/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)w T(/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・ミヤマヤナギ・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、ミヤマヤナギ・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、ミヤマヤナギ・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35.4m<sup>2</sup>/haおよび49.2m<sup>2</sup>/haであった。ナラ枯れによる枯死木のBAはそれぞれ約11.7m<sup>2</sup>/haおよび31.3m<sup>2</sup>/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<sup>1</sup>, 小林真<sup>2</sup>, 渋谷正人<sup>1</sup>, 小池孝良<sup>1</sup> (<sup>1</sup>北大院農, <sup>2</sup>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、年輪コアを用いて輪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/km<sup>2</sup>と最大で、2010年22.2頭/km<sup>2</sup>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<sup>-2</sup> yr<sup>-1</sup> 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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> フラックス (F<sub>c</sub>) と渦相関法計測高度以下の CO<sub>2</sub> 貯留変化量 (F<sub>s</sub>) の和から推定することが一般的である。その際、F<sub>s</sub> を算出するために必要な渦相関法計測高度以下の CO<sub>2</sub> 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<sub>s</sub> 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 CO<sub>2</sub> 貯留変化量 (F<sub>sc</sub>) で F<sub>s</sub> 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 CO<sub>2</sub> フラックス計測データを用いて、F<sub>s</sub> 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<sub>s</sub> の算出に必要な CO<sub>2</sub> 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<sub>s</sub> 無しで推定した場合、F<sub>s</sub> 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 CO<sub>2</sub> 濃度変化から得られる F<sub>sc</sub> 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<sub>sc</sub> 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<sub>s</sub> と F<sub>sc</sub> がよく一致するサイトであれば CO<sub>2</sub> 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与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嗜好性を変える

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CO<sub>2</sub>)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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>で高くなる傾向が認められ、外気温、CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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<sup>-1</sup>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O濃度計(LI-840.licor)を用い閉鎖循環式チャンバー法によりCO<sub>2</sub>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<sup>13</sup>C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<sup>-1</sup>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<sup>-1</sup>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アニ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<sup>-1</sup>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23.1kg/haから23.6kg/ha、2009年で25.8kg/haから39.4kg/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108.9kg/haから194.7kg/ha、2009年で103.1kg/haから141.0kg/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CO<sub>2</sub>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(Q<sub>10</sub>)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 μmolCO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>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Q<sub>10</sub>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CO<sub>2</sub>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NO<sub>3</sub><sup>-</sup>流出機構 - NO<sub>3</sub><sup>-</sup>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NO<sub>3</sub><sup>-</sup>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NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度・NO<sub>3</sub><sup>-</sup>安定同位体比を計測し、降雨流出時のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の流出機構について検討した。その結果、平水時の渓流水NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度(30~40 μeq/l)に対して、降雨流出時にはNO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度が50~60 μeq/lに増加した。さらにNO<sub>3</sub><sup>-</sup>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NO<sub>3</sub><sup>-</sup>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NO<sub>3</sub><sup>-</sup>であり、流量増加時でも降雨起源のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>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NO<sub>3</sub><sup>-</sup>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。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>安定同位体比を用いることにより、降雨流出時のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>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とも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. &amp; Tech.), Jaeyeob Jeong (Gyeongnam Nat. Univ. of Sci. &amp; 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 CO<sub>2</sub> 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  $-0.1 \pm 0.9$  °C under warming treatment vs.  $-1.1 \pm 0.4$  °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  $0.4 \pm 0.4$  °C under warming treatment vs.  $-1.4 \pm 0.5$  °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 CO<sub>2</sub> 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、大気降下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 ( $\text{NO}_3^-$ ) 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  $\text{NO}_3^-$  濃度は負荷量と対応関係を示し、流出水中の  $\text{NO}_3^-$  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  $\text{NO}_3^-$  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  $\text{NO}_3^-$  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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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、樹種間で明らかな違いはなかった。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、 $\text{CO}_2$  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,  $\text{d}^{15}\text{N}$  and  $\text{d}^{18}\text{O}$  of  $\text{NO}_3^-$  in soil water, groundwater and streamwater were monitored. Enrichment in  $\text{d}^{15}\text{N}$ - $\text{NO}_3^-$  was found in the perennial groundwater both in KEW and FEW, indicating active denitrification occurred. However, enrichment of  $\text{d}^{18}\text{O}$ - $\text{NO}_3^-$  of KEW was unclear, while that was clearly found in FEW, indicating the denitrification under a closed system without sufficient dissolved  $\text{O}_2$  and  $\text{NO}_3^-$  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<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 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 (<sup>13</sup>C)・放射性同位体 (<sup>137</sup>Cs と <sup>210</sup>Pb<sub>ex</sub>) 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 (C<sub>3</sub> 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 (C<sub>4</sub> 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、長期滞存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織毛虫を用いて、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  $3\text{km} \times 10\text{km}$  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2.3km<sup>2</sup>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)ところ(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業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帯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、水田地帯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帯において、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箇所の水田地帯(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から知られる。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 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CO<sub>2</sub>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、CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>ガスを放出し、CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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。CO<sub>2</sub>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小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/m<sup>2</sup>)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大き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, その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, 匍匐性のヒラドロム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みら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/m<sup>3</sup>の最大密度を記録し、その他の地点では、多くとも188個体/m<sup>3</sup>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ン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ンソウ(*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ン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。

オオハングン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ン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。オオハングンソウの生育規模は、調査区内を8ヶ所の方形区に分け、その各中心点1m×1m内のオオハングンソウの量を数え、8ヶ所の合計を各調査区内の生育規模とした。その結果、1m<sup>2</sup>辺り0本～19本の値を示した。植生調査はオオハングン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、オオハングン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、オオハングン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1m<sup>2</sup>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。

オオハングン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ン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A<sub>0</sub>層の発達が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。経験温度を自立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 (広大生物園), 白川北斗 (北大水産), 長澤和也 (広大生物園)

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かけ)

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 $\lambda_{max}$ 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。

キクピアオハムシ(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、キクピ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(F<sub>1</sub>)、さらにF<sub>2</sub>、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、F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、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F<sub>1</sub>が46個体、F<sub>2</sub>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F<sub>1</sub>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、F<sub>1</sub>やF<sub>2</sub>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<sub>A</sub>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の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種の競争的關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に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。

## P2-283

## ツルクモヒトデ目(棘皮動物門:クモヒトデ綱)の分子系統地理

\*岡西政典(東大・院・理), Tim O'Hara (MUS VICT), 藤田敏彦(国立科博)

クモヒトデ綱は、熱帯から寒帯、潮間帯から深海までのあらゆる海域に生息しており、現生では世界で2200種以上が知られている、棘皮動物の中では最も種多様性の高い動物群である。ツルクモヒトデ目は、現在4科48属に約190種を含み、多くが100-4000mの深海において、岩やソフトコーラルなどの他の動物の上で生活している。そのため標本が得にくく、系統分類学的な研究が後れている。系統地理学的な研究も少なく、Kroh (2004) や Harzhauser et al. (2007) が、ユウレイモヅル科の現生種の分布と化石記録を比較し、インド洋から西太平洋海域に広く分布する本科が、西テチス海の由来であることを示した研究が知られるのみである。

本研究では、西太平洋海域を中心とした海域から得られた、約70種のツルクモヒトデ目の核の18S rRNA領域とミトコンドリアの16S rRNAおよびCOI領域の配列を基にした分子系統解析を行った。得られた系統樹と体内骨片の形態観察の結果から、ユウレイモヅル科はタコクモヒトデ科の *Astrobrachion* 属を起源とする単系統群である事が支持された。*Astrobrachion* 属は現在、オーストラリア、ニュージーランドの周辺海域にのみ生息している。地史的にみると本海域と西テチス海の交流は薄かったと考えられ、また、現生のユウレイモヅル科の各属の分布をみると、本海域には全ての属が分布している。このことから、ユウレイモヅル科の由来はオーストラリア、ニュージーランド海域である事が示唆された。

## P2-285

## ツツザキヤマジノギクのメタ個体群における花形態変異: パッチ微環境との関係

\*中川さやか, 伊藤元己(東大・院・総合文化・広域)

花形態の変異は、種分化や多様化などに直接かかわる形態変異のひとつであり、野外集団の花形態変異がどのように創出され、維持されているのかを明らかにすることは、生物多様性を理解する上で重要である。キク科の「花」は、合弁の花(小花)が集合した花序(頭花)である。小花には舌状花と筒状花があり(この二型の違いには、*CYCLOIDEA* (*CYC*) 相同遺伝子が関与することが知られている)、通常、周辺部の小花は舌状花である。ツツザキヤマジノギク *Aster hispidus* var. *tubulosus* (以後、ツツザキ) は、ヤマジノギク *A. hispidus* var. *hispidus* の変種であり、長野県天竜川中流域にのみ分布する二年生草本である。ツツザキは、ヤマジノギクと異なり、周辺部の小花に舌状花から長い筒状花までの変異(ばらつき)があるという特徴をもつ。本研究では、ツツザキにおける集団内の極端な形態変異の創出・維持メカニズムを理解するための基礎として、自生地における各花形態タイプの出現頻度を調査した。その結果、ツツザキは河川敷にパッチ状に分布しメタ個体群を形成しており、各パッチで各花形態タイプの出現頻度が異なることが明らかとなった。発表では、各パッチの違いと各花形態タイプの出現頻度の違いの関係を考察し、集団内にみられる花形態のばらつきの存在について議論する。さらに、(*CYC*) 相同遺伝子を単離し、ツツザキにおける *CYC* 配列と表現型との対応関係についても報告する予定である。

## P2-284

## シコクオサムシにおける体サイズの高度変異に関する要因

\*土屋雄三(京大理), 奥崎穰(京大理), 高見泰興(神戸大人間発達環境), 曾田貞滋(京大理)

温度などの環境勾配上に分布する集団間では、局所適応にともなって生殖隔離に関係する形質が分化し、その結果種分化にいたる可能性がある。四国の固有種であるオオオサムシ亜属の1種、シコクオサムシは、生息地の標高に対応して集団毎に体サイズが大きく異なる。一部の中間的な標高域では大型の集団と小型の集団が近接して分布しており、体サイズ差によって集団間に機械的な生殖隔離が生じている可能性がある。

これまでの研究結果から、シコクオサムシは、標高1000m前後を境界として大型集団と小型集団の分布が分かれている事が分かっている。これは、生息地である四国の険しい地形的特徴により、地形的にとくに急峻な標高1000m前後には好適な生息地が少ないためだと考えられている。また、集団間の交雑実験によって、集団間の生殖隔離に雌雄の体長差の影響が認められた。このことから、シコクオサムシは体サイズ分化によって種が分化する可能性がある。

そこで、本研究では、集団間の体サイズ差を決定する要因を探究する事を目的とし、実験条件下での体サイズの可塑性と遺伝率について調べた。体サイズの可塑性は、温度を2条件に分けて、大型・小型各集団の幼虫の飼育実験を行う事で検証した。遺伝率は、大型・小型の集団内と集団間での交雑実験によってF<sub>1</sub>成虫を作成し、親子回帰によって推定した。結果、体長は発育温度の影響を受けるが、その変化は集団間の体長差を変化させる程には大きくない事が分かった。一方、体サイズの遺伝率は、体重で83.97%、体長で63.68%であった。つまり、体サイズは遺伝的要因に強く影響されていると考えられる。また、集団間の交雑では、雌雄の組み合わせ(交雑の方向)によって、F<sub>1</sub>のオスの体サイズが異なったが、メスの体サイズは交雑の方向で違わなかった。よって、雌雄で体サイズの遺伝の仕方が異なっている可能性がある。

## P2-286

## 表現型可塑性の進化がノイズへの応答に与える影響

\*小林哲, 嶋田正和(東大院・総合文化)

本研究は表現型可塑性が進化的適応に与える影響について、進化における変異のプロセスとそれを生み出す生物の「内的構造(遺伝子制御ネットワーク)」に注目した。Kirschner and Gerhart (2005) は進化発生学的な視点から促進的変異理論を提案し、少数のランダムな突然変異がいかんして生物の適応や新奇形質を生み出すのかについて言及した。促進的変異理論が挙げる生物の具体的な性質の中で、進化における表現型可塑性の役割を変異の視点から詳細に解析した理論研究は少ない。そこで本研究は、生物の内部構造を踏まえたモデルで、表現型可塑性が進化を促進するかについて、検証することを旨とした。

生物の内部構造と発生過程の一側面を表現する単純なモデルとして、遺伝子制御ネットワークモデルを用いた。ネットワークの制御構造を遺伝型、各遺伝子の発現のアトラクターを表現型として、ある特定の発現状態を達成出来るかについて進化させるシミュレーションを行った。本研究では特に外部環境からの入力に反応して可塑的にアトラクターを変化させるネットワークを構築した。これは世代内で環境の刺激に反応して表現型を変化させる、あるいは加齢と共に行動を切り替えるといった表現型可塑性ととらえることが出来る。これに環境変動を導入して、環境変動後に新奇環境へ適応する進化速度を測った。

結果は、大局的でなく、部分的な環境変動の場合に、環境変動前に表現型可塑性を進化させていたネットワークが、コントロールに比べて有意に速く進化的に適応した。このメカニズムを解明すべく、ある一回のシミュレーションを詳細に調べたところ、遺伝子制御の階層性の創発や、既存の回路の使い回しが観察され、これらの現象を通して、表現型可塑性が新奇環境への進化的適応に寄与したことが示唆された。

## P2-287

## 植物の対被食者防衛レベルにおける種内多型の進化に関する理論的研究

\* 伊藤公一, 山内淳 (京大・生態研)

みずから運動する能力を持たない植物にとって、植食者に対する被食防衛は適応度に大きな影響を与える重要な要因である。被食防衛にコストがかかる場合、最適化の観点から考えれば防衛レベルにはただ一つの最適値が存在し、植物はそれを実現するであろうと期待される。しかし実際には、同一の個体群内においても、被食防衛レベルに多型が存在する場合があることが報告されている (Agrawal et al. 2002; Gols et al. 2008)。これを理解する一つの捉え方として、防衛に関する植物個体間のゲーム論的な相互作用を考察することができる。植物個体上で増殖し分散するような植食者に対する防衛や、植食者の天敵を誘因する物質を放出することによる間接防衛では、ある個体の防衛レベルは周囲の植物個体の適応度に影響を及ぼすだろう。Sabelis & de Jong (1988) は、このような状況においては複数の防衛レベルの個体が共存しうること、個体群動態モデルを適用して理論的に示した。本研究ではこの考え方を発展させ、連続的な防衛レベルの空間の中で防衛レベルの分布がどのように進化するのかを、進化ダイナミクスと個体ベースモデルを用いて理論的に解析した。空間構造を無視したモデルでは、防衛のコストと被食圧、および防衛について相互作用する植物個体の数によって、防衛レベルが分岐し防衛する個体としない個体の二型が生じることが示された。さらに空間構造を考慮したモデルでは、種子の分散や防衛効果の広がりや防衛レベルの分布に影響を与えることが示されている。これらの解析結果に基づいて、本発表では対被食者防衛レベルの多型の進化をもたらす要因について幅広く議論する。

## P2-289

## 2種の外来種がギルド内捕食の関係をとるときの復元戦略: 中間捕食者の代替餌の重要性

\* 西嶋 翔太 (東大・農・生物多様性), 瀧本 岳 (東邦大・理・生物) 宮下直 (東大・農・生物多様性)

陸域と水域の両生態系において、2種の侵略的外来種がギルド内捕食の関係をとることがしばしばある。このとき、外来の上位捕食者の駆除が外来の中間捕食者の増加を招き、在来餌生物の減少を引き起こしうることが広く知られている。しかし一方で、上位捕食者の駆除が在来餌の減少を導かない場合も報告されており、どの状況で在来種の減少が起こるのか、体系的な理解は得られていない。これまでは外来上位捕食者、外来中間捕食者、在来餌の3者のみで議論されることがほとんどであったが、中間捕食者は代替餌(上位捕食者と共有してない餌)の影響を強く受けていることが徐々に示されつつある。そこで本発表では、中間捕食者を支えている代替餌に着目し、上位捕食者の駆除が在来餌の減少を引き起こすための条件を数理モデルにより明らかにし、在来餌個体群の復元戦略を提示する。

在来餌、外来中間捕食者、外来上位捕食者、中間捕食者の代替餌からなるモデルを構築し、解析したところ、上位捕食者の駆除が在来餌の減少を引き起こすかどうかは、(1) 中間捕食者と在来餌に対する上位捕食者の捕食率の比、(2) 在来餌と代替餌に対する中間捕食者の捕食率の比、(3) 中間捕食者に対する代替餌のボトムアップ効果の相対的な強さ、で決まることがわかった。次に、上位捕食者の駆除が在来餌の減少を導く場合において、中間捕食者とその代替餌の駆除の在来餌個体群の回復に対する効果を調べた。ここでは、中間捕食者と代替餌への駆除努力量配分にトレードオフを仮定している。その結果、代替餌の駆除効率が十分に高い場合は、外来中間捕食者に加えて、代替餌の除去も行うことで効果的に在来餌個体群を回復できることがわかった。これらの結果は、ギルド内捕食の関係にある2種の外来種を含む系を復元させるためには、外来中間捕食者の代替餌を考慮することの重要性を示している。

## P2-288

## 進化的に構築された食物網の崩壊と再生プロセス

\* 高橋大輔 (京大・生態研セ), Ake Brannstrom (IIASA), Rupert Mazzucco (IIASA), 山内淳 (京大・生態研セ), Ulf Dieckmann (IIASA)

複雑な食物網構造は進化生態学的な過程によって構築・維持されていると考えられる。生物多様性を理解するためにその過程は理論的に調べられており、これまでに提唱された理論モデルでは捕食者・被食者間の共進化が取り入れられている。しかし、それら理論モデルにおいて個体群動態と形質の連続的な進化をつなげたものは少ない。本研究では、個体ベースモデルによるシミュレーションを用いて、相互作用が各個体にもたらす淘汰圧と群集構造の変化を個体群動態と進化の両面から統一的にとらえた。各個体は捕食者形質と被食者形質の二つの形質をもち、それらは個体間の捕食被食及び資源をめぐる干渉型競争を決定する。これら捕食被食関係と干渉型競争から導かれる増殖率と死亡率に基づいて各個体の死亡または増殖が生じ、個体群動態が進む。繁殖においては無性生殖を仮定したが、低確率で突然変異が発生して子の形質がわずかに変化するとした。シミュレーションにおいて、生産者から二次消費者といった三層の栄養段階からなる構造の構成がみられた。しかし、それは非常に大きなタイムスケールにおいては不安定であり、生産者のみからなる群集への崩壊と再構築を繰り返した。これら崩壊過程と再構築過程は、非常に速いプロセスであるという点は共通しているものの個体数や種数の時間変化はそれぞれ大きく異なっていた。さらに、これら速いプロセスに注目した解析から、再構築は一次消費者からの捕食圧が生産者の種分化を促進するトップダウン的な作用によって進むのに対し、崩壊は生産者群集が被食を受けにくいものに置き換わることで消費者群集が崩壊するボトムアップ的な作用によってもたらされていた。

## P2-290

## 格子モデルを用いた森林のマスティングと種子食害昆虫の時空間ダイナミクス

\* 山崎崇広 (農工大・農), 酒井憲司 (農工大・農)

マスティングとは樹木の種子生産動態が大きな年変動を示し、かつ個体間で同調する現象である。日本の森林の主要な部分を占めるブナおよびコナラ属のマスティングは、天然下播更新施業による森林再生や野生動物の個体群管理など、生態系管理にとって重要な意味を持ち、マスティングの時空間動態の把握が求められている。

マスティングを樹木個体の資源動態から表す数理モデルとして、Isagi et al. (1997) が考案した Resource budget model (RBM) がある。RBM はマスティングの変動性、同調性は説明できるが、種子捕食者による成熟前の食害や受粉失敗による中途脱落は考慮されていない。食害や中絶によって成長途上の種子脱落は、資源動態の観点からマスティングに影響していると考えられる。そこで、RBM に不稔種子コスト・虫害種子コストの機能を加え、種子食害昆虫個体群密度依存性を考慮したモデルを作成し数値実験を行った。

数値実験の結果、不稔種子コストが増加するに従って樹木個体間の同調性が弱まり、花粉結合の機能低下が示された。また不稔種子コストおよび虫害種子コストによって種子生産量の年変動の大きさおよび豊作年の周期が変化した。

上述のマスティング-種子食害昆虫系を格子空間上に展開し、種子生産量・開花量・昆虫個体群密度の時空間動態について解析した。RBM の格子モデルへの拡張は Satake and Iwasa (2002a) によっても行われているが、本研究では不稔種子コストや昆虫の分散距離によって既往の知見とは異なる時空間動態が現れた。これらの結果により、森林の種子生産動態を理解するには種子食者による食害や種子の中途脱落などの要因を考慮する必要があることが明らかとなった。

## P2-291

## 送粉相互作用を介した同所的種分化の理論的可能性

\* 香川幸太郎 (東邦大・理), 瀧本岳 (東邦大・理)

香川幸太郎\*, 瀧本岳 (東邦大学・理・生物)

送粉相互作用が花の多様性の進化において中心的な役割を担う事が示唆されている。しかし、送粉系において花が多様化するメカニズムを理論的に詳しく解析した研究は少ない。そこで、本研究では送粉相互作用が花とポリネーターの同所的共種分化を促進するという仮説を立て、個体ベースモデルを用いたコンピューターシミュレーションによって、この仮説を検証した。また、花上で訪花するポリネーターを捕食する捕食者の存在が、送粉系における種分化に対して与える影響も解析した。

作成した個体ベースモデルでは、花と昆虫は個体ごとに特定の出現時期を持ち、出現時期が重なるもの同士だけが相互作用するとした。このモデルを用いて出現時期の共進化をシミュレーションし、出現時期の分化を通じた生殖隔離によって種分化が起きるかどうかを調べた。その結果、花と昆虫の出現期間が短い場合には、同所的共種分化が起き得る事が明らかになった。さらに、花上で訪花するポリネーターを捕食する捕食者を加えた共進化のモデルを作成し、捕食者の存在が種分化に対して与える影響を調べた。このモデルでは捕食者も個体ごとに特定の出現時期を持つとした。シミュレーションの結果、捕食者の存在が花と昆虫の多様化を促進することを示唆する結果が得られた。これは捕食者の存在が、頻度の高い形質を持つ花の適応度を下げ、頻度の低い形質を持つ花の共存を促進する作用を持つためだと考えられる。なぜなら捕食者は、個体数が多くポリネーターがよく訪花する花の上で最も増加し、同時にポリネーターを捕食することによって送粉を阻害するからである。

## P2-293

## 空間構造を取り入れたササ-斉開花枯死の進化モデル

\* 立木佑弥 (九大・シス生), 宮崎祐子 (北大・創成), 佐竹暁子 (北大, JST さきかけ)

ササ・タケ類は発芽後、数年から数十年以上にわたる栄養繁殖の後、一度だけ繁殖を行った後に枯死する。なぜこれほどまでに長い栄養繁殖期間を持つのかに関してはまだ完全に明らかになってはいない。

本発表では、一定期間の栄養繁殖期間をもち、種子繁殖後に枯死する仮想的な植物に関して、その栄養繁殖期間の進化モデルを提案したい。システムは、空間構造を考慮した個体ベースモデルを採用した。栄養繁殖期間には、隣接サイトが空いていた時に限り、そのサイトを確率的に占める事ができる。新たに定着した個体は、親のクローンで、生理的統合によってその年齢は親と等しいとした。種子繁殖では、種子は空間全体に均等に散布される。繁殖後、親個体は枯死し、空きサイトができる。空きサイトはまず栄養繁殖によって占められる。栄養繁殖によって占められなかったサイトは、種子によって確率的に占められる。もし、栄養繁殖でも種子繁殖でも占められなかった場合は、そのサイトは空いたまま翌年に持ち越されるとした。また、自然枯死によっても死亡する事があるとした。栄養繁殖、種子繁殖それぞれの効率はパラメータで与えられる。

結果として、栄養繁殖や種子繁殖の効率に応じて、栄養繁殖を全く行わない一年生植物に進化する場合、栄養繁殖期間がとても長くなる場合、その中間の数年や数十年間栄養繁殖をした後、繁殖枯死を行う場合に分けられた。極端に長い栄養繁殖期間を進化させる為には、栄養繁殖の効率が非常に高いか、もしくは、栄養繁殖の効率はある程度高く、種子繁殖の効率が悪い必要があることがわかった。

## P2-292

## 攪乱特性と生息地の空間構造が河川植物群集の多様性に与える影響 - 種間競争モデルと洲の植生データを用いた解析 -

\* 梅村界渡, 蛭名邦禎, 丑丸敦史 (神戸大・人間発達環境)

河川の植物群集における生物間の競争に焦点を当てて、生態系における種組成を決める要因とその安定性について、数理モデルと都市河川の野外調査データを用いて考察する。特に増水などによる個体数への攪乱が、周辺の種多様性にどのような影響を与えているかを考える。

## P2-294

## 3次元空間モーメントを通じた曲がったパターンの検出

\* 皆藤千穂 (総研大・葉山, IIASA), Ulf Dieckmann (IIASA), 佐々木 顕 (総研大・葉山, IIASA), 高須 夫悟 (奈良大・理)

個体間の空間的な局所的相互作用によって、様々な空間パターンが生じるということは、空間生態学において広く認識されている。特に植物生態学においては、各個体の位置情報(点パターン)データが累積されており、種子の分散や個体間競争といった局所相互作用が空間分布を決める過程を理解する試みに注目が集まっている。

2次元空間モーメントとしての、2個体間の距離に注目した2個体間相関を測ることで、空間中でそれぞれお互いの個体がどのくらい近く分布するかを知ることが可能になる。しかし、湾曲、縞、螺旋といった高次のオーダを要求される空間的構造を特徴量化するには不十分である。そこで特徴的な空間パターンがどのような条件下で出現、維持されるかを調べるため、3個体間からなるトリプレットのスケール(差し渡し)と角度等のトリプレットの形を表す量の分布に注目した解析を行った。結果、様々なテストパターンと個体の位置に相関のない完全な空間的ランダムパターン(CSR)との比較により、角度分布の2山型が、螺旋のように直線でも点でもない曲がった形を定量化する基準となることがわかった。次にCSRに対し、2個体の距離の密度分布が、テストパターンの2個体間の距離の密度分布のグラフに一致するまで1点ずつランダムに動かすのを自動的に繰り返すMetropolis Hastingsのアルゴリズムを作成したところ、初期分布が異なる2つの空間パターンを準備しても、2個体間の距離の密度分布のグラフは等しくなる場合があることがわかった。そこで本発表では、空間的に時折見られる特徴的なパターンを定量化するため、3個体間相関関係を考慮することの必要性を説明する。

## P2-295

## イワカガミの分類群をこえたハプロタイプ共有

\* 東広之(京大・人環), 池田啓(東大・理), 瀬戸口浩彰(京大・人環)

更新世の気候変動は、多くの生物に分布の拡大や縮小、生育適地を求めての移動を強いるものであった。特に氷期における気温低下などにより、多くの植物の分布が縮小したと考えられる。分布の縮小に伴うびん首効果は、レフュジア集団の遺伝的組成に大きな影響を与える。その際に、近縁な分類群の間で、浸透性交雑が起こる可能性も考えられる。イワカガミ属(イワウメ科)は、日本に広く分布している固有分類群である。イワカガミとヒメイワカガミの2種が知られ、これらの変種・品種を合わせて7つの分類群があり、列島内で多様化したと考えられる。本研究では、分布全域からイワカガミ属を採取し、葉緑体DNAのスペーサー3領域の塩基配列に基づきハプロタイプを決定した。その結果、34ハプロタイプが見つかり、多型に富むことが分かった。既知の分類群と無関係に、地域固有ハプロタイプによって、むしろ地理的な構造を示した(北日本、中部山岳地域、西日本)。また、日本海側の中部山岳地域では、非常に高いハプロタイプ多様度が見られた。以上の結果から、イワカガミのたどった歴史は次のように考えられる。まず、氷期・間氷期サイクルの影響で集団が拡大・縮小した際に、3つのグループに分かれた。それぞれのレフュジアで遺伝的浮動により、ハプロタイプ組成が独自のものへと収束した。この3グループが維持されたまま、後氷期に分布を拡大し、現在の系統地理構造が形成された。特に、中部山岳の日本海側は、極めて高いハプロタイプ多様度を示していることから、長期にわたり集団が維持されてきたと考えられる。ハプロタイプが既知の分類群を超えた地理的構造を示したことは、分布縮小に伴う二次的接触の結果、地域ごとにイワカガミ属の中で浸透性交雑を起こしたことを示唆している。

## P2-297

クワガタムシの性差発現における性決定遺伝子 *dsx* の役割

\* 後藤寛貴, 三浦徹(北大院・環境科学)

昆虫の中には発達した角や大顎、強靱な前脚など、資源を巡る闘争に使われる「武器」を持つものが存在し、古くから生物学者の興味を惹いてきた。このような武器形質は性選択により獲得されたと考えられ、多くの場合オスのみで発現する。武器形質の性的2型の進化・維持機構については、行動生態学的研究がなされてきたが、性差を生じる発現機構に関する先行研究はほとんどない。本研究では、性特異的な武器形質発達機構を明らかにすることを目的に、飼育・維持が容易で、武器形質である大顎の性的2型が顕著なクワガタムシを用い、様々な昆虫で性分化への関与が知られる性決定遺伝子 *doublesex* (*dsx*) に注目して、その発現・機能解析を行った。

まず、材料種であるメタリフェルホソアカクワガタ *Cyclommatus metallifer* から、365bpの *dsx* ホモログ配列を単離し、性差が大きい大顎と、性差が小さい小顎における前蛹期の発現動態解析を行った。雌雄ともに *dsx* の発現量は、小顎より大顎で高い傾向にあった。これより、大顎の性的2型制御への *dsx* の関与が示唆された。次に、RNAi法により *dsx* の機能阻害を行った。結果、*dsx* の機能阻害をした個体は、全身で雌雄両方の特徴をもつインターセックス個体になった。どちらの性の特徴がより強く発現するかは、処理個体の元の性別に依存していた。特に大顎サイズは機能阻害の影響を強く受け、*dsx* 阻害処理されたメスでは大顎の発達が見られ、*dsx* 阻害処理されたオスでは、大顎の発達が抑制された。これより、大顎の顕著な性的2型の発現機構への *dsx* の関与が明らかとなった。

本発表では、この結果を踏まえ、クワガタの武器形質の性的2型の進化について、既に知られている内分泌制御機構や他の分子発現機構などと併せて考察したい。

## P2-296

## 黄色ブドウ球菌由来 RImL の構造・機能解析

\* 喜多俊介(北大・院生命), 田中良和(北大・創成研究機構), 姚関(北大・院生命), 田中勲(北大・院生命)

## P2-298

北海道西部地域における *Propylea* 属テントウ 2種の住み分けと交雑

\* 須賀大夢, 片倉晴雄(北大院・理)

ヒメカメノコテントウ *Propylea japonica* とコカメノコテントウ *P. quatuordecimpunctata* は共に旧北区に広く分布する近縁な肉食性テントウである。日本国内では中部以北で分布域が重なっており、ヒメカメが平地、コカメが山地に分布する傾向がある。両種は実験条件下では妊性を持つ雑種を形成し、我々の行った野外集団の形態観察と予備的な遺伝子解析の結果も交雑が起こっている可能性が高いことを示唆している。しかし、両種の分布域の置き換わりや交雑帯形成については詳しく調べられていない。本研究では北海道西部における両種の分布と交雑の状況の調査を行った。2007から2010年の間に74地点から計834個体を採集し、その全個体について形態的特徴を点数化した。また48地点から得た560個体について核DNAのITS2領域(547bp)とミトコンドリアDNAのCOI領域(700bp)の配列を決定した。これらのデータを用いて雑種解析を行った所、形態的、遺伝的に明確に区別されるヒメカメ、コカメと判定される個体と、両種の雑種と判定される個体が存在していた。調査域内ではヒメカメとコカメの分布は広い範囲で重複しており、標高による明瞭なすみ分けは認められなかった。しかし、生息環境に違いがあり、ヒメカメが人家や畑周辺の開けた場所で多く採集されたのに対して、コカメは林縁で優占していた。また、雑種と判定された個体の中にはコカメ型の核DNAとヒメカメ型のmtDNAを保持する個体が多数含まれていたが、その逆の組み合わせを持つ個体はほとんど見られなかったため、ヒメカメからコカメへの一方的な遺伝子の浸透が示唆された。

## P2-300

道路に散布された融雪剤 (CaCl<sub>2</sub>) がサンショウウオに与える影響

\* 照井滋晴 (環境把握推進ネットワーク), 太田宏 (東北大・生命科学), 石川博規 (長大)

## P2-301

## 堆肥マクロシードペレットを利用したススキ草原の再生法

\* 下田勝久, 井出保行 (畜草研), 小倉振一郎 (東北大・農)

## P2-302

## エゾシカ密度の低下に伴う林床植生の変化～阿寒国立公園での事例～

\* 稲富佳洋 (道総研・環境研)・宇野裕之 (道総研・環境研)・高嶋八千代 (道教大・釧路)・鬼丸和幸 (美幌博物館)

北海道東部地域におけるエゾシカの生息密度は、メスジカ狩猟の規制緩和等によって1998年度以降に一旦減少したものの、2002年度頃から再び増加し、2009年度は過去最高の個体数に達したことが推定されている(北海道2010)。北海道東部地域の阿寒国立公園では、2004年度から(財)前田一歩園財団によるエゾシカの生体捕獲事業が実施されており、航空機調査(宇野 未発表)や糞粒調査の結果からは、2002年以降も個体数の増加傾向は見られていない。一方、阿寒国立公園では、エゾシカが植生に与える影響を評価するために、1995年に7か所の囲い区と隣接する非囲い区を設け、継続的に植生調査が行われてきた。

本発表では、阿寒国立公園におけるエゾシカの生息密度を高密度期(1995～1998年度)、密度減少期(1999～2004年度)、低密度維持期(2005～2010年度)の3期間に大きく区分し、非囲い区における3期間の林床植生を比較することによって、エゾシカ密度の低下に伴う林床植生がどのように変化したのかを評価する。

なお、本研究の一部は、三井物産環境基金研究助成「生態系管理のためのエゾシカによる自然植生の影響把握と評価手法の確立」により実施された。

## P2-303

## 釧路湿原におけるトンボ目群集の構成と生息地の環境条件(水質を中心に)

\* 生方秀紀(北教大・釧路), 山上佳祐(釧路北中学校), 野原精一(国立環境研)

釧路湿原では釧路川上流の農畜産業にともなう廃水などにより富栄養化が進行し、夏季に大規模なアオコが発生する事態が繰り返されている。富栄養化がトンボの生息状況に与える影響を探るために、塘路湖3調査区、シラルトロ沼3調査区、サルルン沼、ボン沼の各1調査区、キラコタン地区(池、湿地)5調査区で、トンボ目成虫のラインセンサス、幼虫の定量採集および水質調査(pH、DO、EC、BOD、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P、Chl-a、SS)を行った。調査区ごとのトンボ成虫群集および水質(DOのデータは除外し、pHおよびEC以外は対数変換)のデータを用いて正準対応分析(CCA)を行った。その結果、第一軸の右にECの高い調査区が、左にPO<sub>4</sub>-P、Chl-a、NH<sub>4</sub>-Nの高い調査区が散布され、第二軸の下にNO<sub>3</sub>-N、pHの高い調査区が、上にBOD、ECの高い調査区が散布された。第一軸左側の調査区で個体数・種数とも少なく、右側の調査区で多かった。幼虫定量採集のデータも同様の傾向を示した。トンボ成虫群集の種構成は、第一軸の右側の調査区でムツアカネ、ヨツボシトンボ、ルリボシヤンマ属、アオイトトンボ属の構成比が高く、左側の調査区でクロイトトンボ、ミヤマアカネが高かった。第二軸の上方ではカラカネトンボ、エゾトンボ、エゾイトトンボが、下方ではマユタテアカネの構成比が高かった。

このように、富栄養化によりトンボの種数・個体数が減少している傾向、中でも、ムツアカネ、ヨツボシトンボ、ルリボシヤンマ属、アオイトトンボ属など特定の種がその影響を強く受けていることが判明した。これは、釧路湿原東部の塘路湖やシラルトロ沼でルリボシヤンマ属、アオイトトンボ属の個体数が過去2・30年前よりも減少している主要な原因であると思われる。

## P2-304

住民の視点から見た地域生態系の変容と課題 - 北広島町  
生物多様性キャラバンの成果 -

白川勝信 (高原の自然館)

広島県北広島町は2010年3月に「北広島町生物多様性の保全に関する条例」を制定した。本条例では、「町長は、生物多様性の保全と地域振興のための活用を総合的かつ計画的に推進するための基本戦略(以下「生物多様性きたひろ戦略」という。)を定める」とされている。生物多様性きたひろ戦略策定に際し、広く町民の意見を反映させるために、北広島町では町内各地域および各団体においてワークショップを実施した。本報告では、一連のワークショップを通じて町民から得られた意見を整理し、本地域における生態系の変容が一般町民によってどのように認識されているのかを分析し、生物多様性保全の施策を進める上の課題を報告する。

ワークショップでは、はじめに生物多様性とその危機、及び町条例について説明し、続いてポストイットとワークシートを使って4つの質問に対する答えを参加者から集める方法で意見を集約した。4つの質問は次のとおりである「1.地域の自然で変化したと感ずることは何か?(生態系の変化)」「2.その原因は何だと思われるか?(変化の要因)」「3.自然を利用していることがあるか?(生態系サービス)」「4.今後、利用し続けるために必要なことは?(解決策)」。

住民から出された2732件の意見を生態系タイプごとに分けてみると、川(753件)、里地(891件)、里山(701件)で全体の約86%を占めた。これに対し、湿地(41)やブナ林(8)など原生的な自然に関する回答はわずか2%だった。また、変化の要因や解決策について比較すると、回答数が多かった川に関しては、原因や解決策として行政の施策を指摘する回答が多く、里地里山では、原因や解決策を住民自身の問題として捉えているものが多かった。

## P2-306

## 東マレーシアにおける焼畑拡大過程と、それが森林の減少に与える影響

広島大学大学院総合科学研究科 \* 木村公宣

マレーシアでは伝統的な焼き畑が古くから行われてきた。伝統的な焼き畑では、森林の再生がなされるだけの十分な休閑期が設けられていたため持続的な土地利用が可能であった(井上、1995)が、昨今では森林の再生が十分なされない短い休閑期しか設けられないようになってきた。さらに森林の再生をまたず焼き畑を繰り返したことによって収量の望めなくなった場所から、地力がまだ低下していない新たな森林において焼き畑が行われるようになった(たとえば、一次林や国立公園内)(都築、1998)。また、焼き畑からアブラヤシなどのプランテーションへの変化も目立ってきた。これらにより森林の分断化が起こっている。森林の連続性の低下は生物の生息地の分断や、ポリネーターとなる昆虫等の移動を制限するなど周囲の環境に深刻な変化をもたらしている(原科、1999)。残存林の存続可能性、森林から非森林への変化の要因を明らかにすることは森林減少・劣化の防止に非常に意味があると考えた。

そこで本研究では、マレーシアサバ州キナバル国立公園付近(90km<sup>2</sup>)を対象地とし、多時期の衛星画像を用い時空間的な土地利用パターンの変化を観察し、残存林がどのように推移したのかを図示する。そこから、示された森林の変化の原因と今後の変化の予測を考える。

まず、1991年と2006年のサバ州の土地利用図を作成した。この図では、森林と非森林を区分けした。その結果、サバ州においては、国立公園間にある残存林において、谷や道路付近において顕著に森林が減少していた。

ここから、森林の減少には道路、集落からの距離や、地形など地域に特有の傾向があることが示唆された。また、今後も森林として存続する可能性の高い森林を抽出することにも成功した。

## P2-305

南アルプス北岳亜高山帯の植生に対するニホンジカの影響  
長池卓男(山梨県森林研)

ニホンジカによる植生への摂食が近年顕著になりつつある南アルプス北岳亜高山帯において、その影響を定量化した。調査は、標高2200~2800mまでの通称右保および草すべりの登山道沿いでダケカンバ林および高茎草原を対象とした。登山道沿いの約30mおきに長さ20mの調査区を設定し(ダケカンバ林16調査区、高茎草原26調査区)、登山道の両側に5m間隔で1×1mの植生調査区を設置した(1調査区あたり10植生調査区。合計420植生調査区)。各植生調査区に出現した植生高2m以下の維管束植物種を記録し、ニホンジカによる摂食の有無も記録した。ダケカンバ林および高茎草原での種組成には有意な相違がみられたが、種多様度にはみられなかった。摂食率(各調査区的全出現種の出現頻度に占める摂食されていた種の出現頻度の割合)はダケカンバ林で有意に高かった。それは、Ivlev指数によって摂食の選好性が示された種の種数および出現頻度がダケカンバ林で有意に高かったことが影響していると思われる。種多様度と摂食率の関係は、ダケカンバ林では有意な負の相関が見られたが、高茎草原ではみられなかった。これは、摂食率の高いダケカンバ林では植生の均質化が生じていることが示唆された。Indicator Species Analysisによってダケカンバ林または高茎草原での出現頻度の偏りが示された種についての摂食は、多く出現していたハビタットで必ずしも高いわけではなかった。たとえば、ミヤマハナシノブ(国・山梨県ともに絶滅危惧II類[VU])は、出現頻度は高茎草原で高かったが、摂食はダケカンバ林で顕著であった。このように、出現頻度が少ないハビタットで摂食が顕著である種では、出現頻度が少ないハビタットでの消失が危惧され、摂食の初期段階ではこのことがハビタット間での植生の差異化を促進することが示唆された。

## P2-307

## 水田における有機・減農薬栽培が水生昆虫の生息に及ぼす影響

\* 浜崎健児, 田中幸一(農環研・生物多様性)

近年、安心・安全な作物の生産や環境への負荷軽減を目的として、環境保全型農業への転換が進められている。水田が持つ代替湿地としての生物保全機能は、栽培技術の近代化・効率化等により失われつつあるが、環境保全型農業への転換によってどのように変化するか注目される。本研究では、水田に生息する水生昆虫(コウチュウ目、カメシ目、トンボ目)に着目し、栽培管理や周辺環境の違いがこれらの生息に及ぼす影響を検討した。

栃木県から福島県南部の6地域に、有機・減農薬栽培水田と慣行栽培水田をそれぞれ2-3筆ずつ選定し、たも網を用いたすくい取り法により水生昆虫の種類・個体数を調査した。また、調査水田の周囲約5×5km内の土地利用面積割合を土地利用3次メッシュデータから算出するとともに、冬期も湛水状態にある池数を現地調査により計数し、種数・種組成との関係を解析した。

種数は慣行水田よりも有機・減農薬水田で多い傾向を示し、違いの程度は地域によって異なった。また、種構成データをクラスタ分析およびNMDS法により解析した結果、種数の多い地域では、栽培管理の異なる水田が異なるグループに分類されたのに対し、種数が少ない地域では、同じグループに分類された。NMDSの各軸と土地利用・池数との関係を解析した結果、種数が多い地域の水田は、周囲の池数が多く樹林地面積割合が高い傾向を示し、種数が少ない地域の水田は、居住地や畑、水田、荒地、河川・湖沼の面積割合が高い傾向を示した。また、池数は種数と正の相関を示したものの、変化の傾向は農法間で異なり、慣行水田よりも有機・減農薬水田で傾きが大きくなった。

以上の結果から、有機・減農薬栽培は水生昆虫の生息にプラスに働き、その効果は、落水期以降も生息可能な環境が周囲に存在し、種が豊富な地域で高いことが示された。

## P2-308

## 沖縄島北部やんばる地域の固有鳥類ノグチゲラ・ヤンバルクイナ・ホントウアカヒゲの分布決定要因

\*小高信彦(森林総研・九州), 高嶋敦史(琉大・農), 城間篤(辺土名高, 現沖縄県自然保護課), 大城勝吉(やんばる学びの森), 比嘉鶴見(東村博物館), 福田真(環境省・やんばる), 八木橋勉(森林総研・東北)

沖縄島北部やんばる地域に唯一の個体群を持つ固有鳥類3種ノグチゲラ、ヤンバルクイナ、ホントウアカヒゲ(以下アカヒゲ)の分布決定要因を明らかにするため、植生被覆と外来種侵入を説明変数とした樹形モデルを用いた解析を行った。2007年の繁殖期、環境省3次メッシュごとに調査地点を1地点配し、合計265地点においてプレイバック法による3種の分布調査を実施した。調査地点を中心とした円内の植生被覆面積を環境省自然環境情報GISより集成し計算した。外来種については、環境省と沖縄県の事業データから、調査地点のある3次メッシュ毎に集計したマングース、ネコ、クマネズミのCPUE(捕獲効率)の2006年度の値を用いた。また、調査地点の標高を説明変数の一つとして用いた。樹形モデルによる解析の結果、ノグチゲラとアカヒゲは、照葉樹林の被覆率が高く、森林の質が高いと考えられる高標高の地点で密度が高いと推定された。いっぽう、ヤンバルクイナでは、一定以上照葉樹林の被覆がある場合、草原や畑地面積が多い方が、生息密度が高まると推定された。外来種マングースは、固有鳥類3種すべての生息に影響を与えていると考えられ、その程度は、ヤンバルクイナが最も大きく、アカヒゲ、ノグチゲラと続き、マングースのCPUEの高い場所で生息密度が低下すると推定された。キツキ類であるノグチゲラにおいてもマングースの影響は大きいと推定され、森林面積などの生息条件が満たされている場合でも、マングースのCPUEが0.205を越えた地域では、生息密度が約70%低下する場合があると推定された。発表では2010年の調査結果をあわせて報告する。

## P2-310

## 絶滅危惧植物ゴヨウザンヨウラクの遺伝的多様性の評価

\*阿部晴恵(東北大・農), 牧雅之(東北大・生命), 堀江佐知子(東北大・生命), 陶山佳久(東北大・農)

本研究は、残存個体数が数百以下となった絶滅危惧植物を対象に、遺伝情報を用いた包括的モニタリングに基づく保全策を構築するプロジェクトの一環として実施した。対象種のゴヨウザンヨウラク(ツツジ科ヨウラクツツジ属)は高さ約1mの落葉低木で、岩手県の五葉山のみで生育する絶滅危惧IA類である(RDB2000年版)。現地調査として、2009-10年の6月から8月の開花・結実期に、すべての開花株を探索して位置情報を収集し、樹高・地際径・開花数の測定及びDNA抽出用サンプルの採取を行った。また、20花以上開花した28個体の各10枝以上を対象として開花・結実数をカウントし、結果率を算出した。採取したサンプルは、新規に開発した11座のマイクロサテライトマーカーを用いてジェネット識別、遺伝的多様性、空間的遺伝構造等の解析を行った。さらに、同所的に生育している近縁種コヨウラクツツジについても、8座を用いて同様の解析を行った。

ゴヨウザンヨウラクの開花株は241株確認され、DNA分析に基づくジェネット数は188であった。ヘテロ接合度の期待値は、ゴヨウザンヨウラクで0.636、コヨウラクツツジで0.837であった。個体ペア間の遺伝的な近さを空間的距離階級ごとに比較したところ、50m以下に強い近縁性がみられた。結果率は平均49%であった。

生育地において多数の種子生産および幼稚樹の更新が観察され、個体群が危機的な衰退過程にある状況は認められなかった。しかし、遺伝的多様性はコヨウラクツツジと比較して低い傾向があり、このことは既報においても指摘されている(Makiら2002)。今後は、種子や稚樹の分析および更新状況のモニタリングなどによって保全遺伝学的な将来予測等を行い、適切な保全策を検討する予定である。

## P2-309

## 三宅島における地域性システムを用いたバンカー工法緑化施工の植生変化

\*小林奈保子(筑波大・生), 上條隆志(筑波大・生), 伊藤祐太郎(筑波大・生)

三宅島は2000年7月~8月にかけて大噴火した。2000年の噴火活動により島は大きな被害を受けた。そのため降雨があると地表流によって地表面が浸食を受けるとともに、多量の地表流が一度に谷地形を呈する箇所集まりに堆積していた土砂を削り、多くの谷で泥流が発生した。そこで、土壌浸食の防止手段として効率的な緑化工法が求められている。一方、緑化によって外来種の植物を用いることは、自生種の生育地の消失やその遺伝子の攪乱を引き起こす可能性がある。離島という隔離された環境下にある三宅島の緑化にあたっては、三宅島の地域性システムの植物を使用する必要がある。そこで本研究では、三宅島で試験的に行われた地域性システムを用いた緑化地においてその植生変化を明らかにすることを目的とする。

火山灰を除去し地表面を露出させ播種・植栽を行なうバンカー工法は、2004年に2地域(伊ヶ谷・8牧区)で施工された。その後2007年と2010年に植生調査を行い、種名、植被率、最大高、優占度、群度を記録し、種組成を調査した。土壌は、三相分布、礫含量、pH等を測定した。

2010年の2地域における緑化地と対象地の平均植被率には、有意な差がみられ、緑化地の方が平均植被率が高いことが示された。一方、出現種数は伊ヶ谷では違いは見られず、8牧区では緑化地と対象地で有意な差が見られた。2007年と2010年の経年変化を見ると、2地点とも平均植被率は増加しているが、出現種数はあまり変化がなく(伊ヶ谷2~4種→2~5種、8牧区0~2種→0~3種)、主に出現する種は、ハチジョウススキ、ハチジョウイタドリである。

バンカー工法では、土壌浸食の防止手段として裸地となった地域を植物で覆う効果はあった。しかし、出現種数は植被率ほど増加していない。これからは元の植生に戻るよう木本植物を定着させることが必要不可欠である。

## P2-311

## 流速の増大が、オイカワによる水際の緩流域利用頻度及ぼす影響

\*小野田幸生, 佐川志朗, 上野公彦, 尾崎正樹, 久米学, 相川隆生, 森照貴, 萱場祐一(自然共生研究センター)

中央流速との関係に着目した水際の緩流域の重要性を検証するため、大規模実験水路で流速を段階的に増加させ、オイカワによる水際の緩流域の利用頻度が変化するかを調べた。

流速を弱める装置には、棧粗度(ほしご)状構造物、幅0.5mを用い、流路(幅1.5m)内の片側の岸の底面に設置した。流路横断面を上下左右方向に9等分(計9区画)、中央区画の流速を5段階(0, 10, 26, 42, 70cm/s)に変化させ、オイカワ(2体サイズ群: 体長約10cmと約5cm)の利用区画を記録した。

中央流速10cm/s以下の時には、両サイズ群とも中央区画を利用し、棧粗度が設置された水際を特に利用しなかった。一方、中央流速26cm/s以上の時には、小サイズ群は棧粗度の直上の区画を、大サイズ群は横断方向中央の垂直方向下段の区画を多く利用した。利用区画が変化した中央流速10cm/sと26cm/sとで流速分布を比べると、前者では全区画で流速10cm/s以下だったのに対し、後者では棧粗度の直上(3cm/s)以外の区画では17cm/s以上だった。

この利用場所の変化は、各体サイズ群の流速耐性を反映した結果と考えられる。魚類の流速耐性の目安は、体長の2-3倍の流速であるとされる。供試魚に適用すると流速耐性は小サイズ群で10-15cm/s、大サイズ群で20-30cm/sとなる。中央流速10cm/sの時は、どの区画も両体サイズ群の流速耐性以下であり、オイカワの生態特性を反映した場所利用になったのかもしれない。一方、中央流速26cm/sの時には、流速耐性を超える流速域も存在したため、流速の遅い場所に忌避したと考えられる。

本研究では、中央流速が26cm/sという比較的低い流速条件から緩流域が利用されており、緩流域を形成する水際域は野外でも広く重要であると考えられる。

## P2-312

## 人為由来の異なる開放地への鳥類、ハナバチ、植物の反応

\*山浦悠一(北大・農)、J. Andrew Royle(アメリカ地質調査所)、島田直明(岩手県大・総合政策)、浅沼晟吾(東北環境研)、佐藤保(森林総研・植生)、滝久智、牧野俊一(森林総研・昆虫)

近年、草地とそこに依存した生物(以降、遷移初期種)の減少に注目が集まっている。遷移初期種の減少の緩和策を検討するために、岩手県北上山地において、人為由来の草地4タイプ(放牧地、伝統的な採草地、カラマツ新植地、カラマツ伐採跡地)と森林2タイプ(カラマツ人工林、老齢天然林)で、鳥、ハナバチ、植物の調査をした。各タイプで5ヶ所、合計30ヶ所の調査地を設けた。

鳥の種数は、老齢天然林、カラマツ人工林の順で高く、草地では低かった。遷移段階の中期以降に主として出現する種(成熟林種)の種数も同様の傾向を示した。しかし、遷移初期種の種数は草地で高く、森林では低かった。

草地環境に主として生息するハナバチの種数は、草地では高く、森林では低かった。

植物の種数は、新植地、伐採跡地、採草地の順で高い値を示した。遷移初期種の種数は採草地で最も高く、新植地と伐採跡地がそれに続いた。成熟林種の種数は新植地と伐採跡地で高く、外来種の種数は放牧地で高かった。

3つの分類群を通して、遷移初期種の種数は新植地で高く保たれていた。林業活動によって造成される新植地は、遷移初期種の一定の保全機能があると考えられる。

## P2-314

## 樹林面積の減少によりエゾモモンガの行動圏は変化するのか?

\*浅利裕伸((株)長大)、山口裕司((株)FRSコーポレーション)、柳川久(帯畜大)

近年の道路建設や農地拡大は森林の分断化のほか、森林面積の減少をもたらすため、生息種への影響が懸念される。特に、完全な樹上性であるエゾモモンガにとっては森林環境の変化による影響が大きいと考えられる。そのため、北海道帯広市の樹林地において、森林面積の減少に対するエゾモモンガの行動圏変化について調査を行った。樹林面積減少前(1991年~1992年、面積4.5ha)と樹林面積減少後(2005年~2007年、3.1ha)において、計15個体に発信機を装着し、夜間の追跡を行なった。

樹林面積減少前の行動圏(±SD)は、雄が5.1ha(±1.4ha)、雌が2.1ha(±1.1ha)であり、樹林面積減少後では雄が2.1ha(±0.2ha)、雌が1.7ha(±0.4ha)であった。雌雄ともに樹林面積減少にともなって行動圏が小さくなったが、雄の行動圏が雌より大きい傾向に違いはみられなかった。また、樹林面積減少前の雌間の行動圏は重複しなかったが、面積減少後の行動圏は重複した。しかし、面積減少後の雌間のコアエリアについては重複がみられなかったことから、雌は樹林面積の減少によって集中利用域を変化させ、避けあいなわばりを維持していると考えられる。そのため、樹林もしくは利用資源の減少は、エゾモモンガの利用場所を制限し、行動圏を変化させていることが明らかになった。

## P2-313

## トキにとっての「食の豊かさ」とは? - 日本と中国の野外集団における採餌パターンの比較

越田智恵子(トキ野生復帰ステーション)

新潟県佐渡島では、2008年から日本におけるトキの野生復帰に向けた放鳥がおこなわれている。本研究では、放鳥個体がおかれた餌環境の充足性を評価するため、2008年から2010年にかけて、日本(佐渡)の放鳥個体と中国(陝西省)にすむ野生個体の採餌パターンを比較した。

その結果、日本では餌エネルギー獲得効率は高いが、季節による変動も大きいことがわかった。これは、どの個体も年間をつうじてもっぱら水田にすむドジョウを食べるためである。これにたいし中国では、餌エネルギー獲得効率は日本より低い、季節による変動は小さかった。これは、利用可能な餌場や餌生物の多様性が高く、個体や季節ごとに異なる餌場や餌生物が利用されるためである。また、中国の集団には成鳥だけでなく幼鳥もふくまれていたため、これらを分けて解析してみた。すると、成鳥が草地、水田、河川で年間をつうじ多様な餌生物を食べていたのに対し、幼鳥は河川で「つかまやすい」小型貝類ばかりを食べていた。これは、動きの早い生物をつかまえるには、採餌経験の蓄積や身体の十分な発達が必要とされるためかもしれない。

これらの結果から、日本の放鳥個体がおかれた餌環境は、エネルギー獲得効率という点では恵まれているものの、長期的にはいくつかの弱点をもつ可能性が見えてきた。まず、餌場や餌生物の多様性が低い、ドジョウの個体数の激減、あるいは大雪や干ばつによる水田の「機能麻痺」が起きた場合、トキが厳しい飢餓にさらされる危険がある。また、幼鳥が餌場に利用できる河川が少ないため、繁殖が成功しても巣立ち後の餌不足が生じる可能性がある。トキの野生復帰を実現させるには、こうした多様性という面における「食の豊かさ」も充足させる必要があるかもしれない。

## P2-315

## 大阪南部における雑種タンポポの遺伝的多様性

松山周平、森本美樹、名波哲、伊東明(大阪市大・理)

日本各地でのタンポポ調査の結果から、形態的には外来タンポポ(セイヨウタンポポ、アカミタンポポ)と思われるタンポポの多くが、実際には在来の2倍体タンポポと外来タンポポとの雑種であることが報告されている。また、雑種の倍数性には3倍体と4倍体が確認されており、4倍体が多いことが報告されている。一方、2倍体と3倍体のタンポポ混生集団を調べた海外の研究では、4倍体はわずかに生じるのみであることが報告されている。これらは、小集団と広域とでは雑種タンポポの構成に違いがある可能性を示している。日本でもこうした雑種構成の違いがあるのかどうかを明らかにするために、在来の2倍体タンポポと外来タンポポの両者が混生するタンポポ集団を対象に、雑種判定と遺伝子型の決定を行なった。

調査は大阪府堺市大泉緑地公園で行なった。公園内の歩道沿いに約20m間隔で2×2mの方形区を設置し(73地点)、区内の外来タンポポ、カンサイタンポポ、シロバナタンポポの個体数を数えた。外来タンポポについては初夏に瘦果を採取し、フローサイトメトリー法により倍数性を決定した。さらに、瘦果片を用いて8つのマイクロサテライトマーカー遺伝子座の遺伝子型を決定し、雑種タンポポの遺伝的多様性を調べた。

調査区では、外来タンポポ、カンサイタンポポ、シロバナタンポポはそれぞれ340個体、412個体、2個体であり、カンサイタンポポの割合が多くなっていた。外来タンポポの9割以上は雑種であり、そのうち約9割は3倍体の雑種であったことから、混生集団と広域では雑種タンポポの構成が異なることが明らかになった。雑種タンポポの遺伝子型は3倍体・4倍体の両方で多様性に富んでおり、雑種形成は少なからず起こっていたものと考えられた。

## P2-316

## 滋賀県南東部の水田地帯におけるハルリンドウの分布と生育地の環境条件

\*今西亜友美, 今西純一(京大・院・地環), 河瀬直幹(甲賀市・自然館), 夏原由博(名大・院・環境)

ハルリンドウ (*Gentiana thunbergii* (G. Don) Griseb.) は、小型の越年草で、同じリンドウ科で秋に開花するリンドウとは異なり、3～5月に青紫色の花をつける。滋賀県では比較的多くの場所で見られるが、近隣の大阪府では絶滅種、京都府では絶滅寸前種に指定されており、全国的に減少しつつある植物の一つである。本種の本来の生育地は湿地であるが、滋賀県南東部の湧水地域では水田の畔やため池の堤でも生育が確認され、これらの場所は代替地として機能していると考えられる。しかし、近年、この地域においても放棄水田が増加し、ハルリンドウ個体群の存続が危ぶまれている。本研究では、代替地である湧水地域の水田の畔やため池の堤において、ハルリンドウの生育に影響を及ぼす環境条件を明らかにすることを目的とした。

滋賀県南東部のハルリンドウが生育する水田の畔26ヶ所、ため池の堤2ヶ所の合計28ヶ所を調査対象地とした。2010年4月下旬から5月中旬にかけて、各調査対象地においてハルリンドウの個体数を記録し、生育地の斜面方位角と斜度、地表面の相対日射量、土壌の体積含水率、周囲の草丈を計測、記録した。

調査対象地の土壌の体積含水率は35.0～70.4%と比較的多湿であった。ハルリンドウの個体数(対数変換)は、地表面の相対日射量と中程度の有意な正の相関があったが、その他の環境条件とは有意な相関はなかった。また、相対日射量と周囲の草丈にはやや強い有意な負の相関があった。これらのことから、代替地である湧水地域の水田の畔やため池の堤では、土壌が比較的多湿であり、明るい環境が保たれていることがハルリンドウの生育を可能にしていると考えられ、ハルリンドウ個体群の存続には、水田耕作にともなう草刈りといった人為的な管理が必要であることが推察された。

## P2-318

## 小櫃川河口盤洲干潟のハママツナ群落衰退原因に関する考察

\*湯谷賢太郎(木更津高専・環境都市), 藤本孝幸(同)  
(キャンセル)

## P2-317

## リュウキュウアユの河川内分布に影響を及ぼす環境要因の探索

\*安房田智司, 阿部信一郎, 鶴田哲也, 井口恵一朗(中央水研)

奄美大島産の固有亜種であるリュウキュウアユは、島内全体の生息数が数千個体に落ち込み、絶滅の危機に瀕している。両側回遊性の本種は、その生活史の大部分を河川の中流域で過ごし、河底の付着藻類を食べて成長する。近年の個体数減少の背景には、河川改修や森林荒廃に起因する流量減少や土砂流入、それに続く摂餌環境の荒廃が想定される。そこで本研究では、成長期の行動様式や摂餌空間を通して、本種の河川内分布に影響を及ぼす環境要因の探索を試みた。

調査は2010年8月、役勝川の上流、中流、下流部にそれぞれ設置したおよそ450mの流程区間で行った。流れに沿った環境変化を目安に調査区間を10-21区画に分け、潜水観察によって各区画内のリュウキュウアユの密度を測定した。あわせて、区画内の物理環境(水深、底質、日射条件など)ならびに餌の競合する可能性のあるボウズハゼとイシマキガイの密度を調べた。その結果、成長期のリュウキュウアユは上・中流部を主な生息場として利用するが、とりわけなわばり個体は、中流部において最も高い頻度で出現することがわかった。流程内の微小生息地に着目すると、上・中流部ともに高い藻類生産力が予想される日射条件の良い場所に分布が偏る傾向が認められた。さらに、相対的に日射条件の劣る上流部では、なわばり個体と群れ個体がそれぞれ、上空の開けた瀬と水深があり流れの緩い淵に分かれて生息する傾向が認められた。また、全体を通じて、競合種の存在がリュウキュウアユの生息場所利用に影響を与えるという証拠は得られなかった。

以上より、本種の河川内分布には物理的環境要因が大きく関与していることが明らかとなった。また、行動様式の採択には河川内の環境変異が影響を与えることも示された。

## P2-319

## 八甲田山田代平のシバ草地に侵入しているブタナの遺伝学的解析

\*十亀彰(北里大院・獣畜), 杉浦俊弘(北里大・獣), 小島達也, 森大祐, 横川輝, 馬場光久, 陶山佳久(東北大学)

十和田八幡平国立公園の一部となっている八甲田山田代平では、1930年代以前からの牛馬の放牧によってシバ草地が維持され、現在でも景観上重要な植生として位置づけられている。また、1960年代にシバ草地周辺に外来牧草を導入した人工草地が造成され肉牛が放牧された。しかし、その後放牧地としての利用が減少して草地植生の維持が困難になり、人工草地にブタナのような非意図的導入種の外来植物が繁茂するようになった。さらにブタナは、人工草地だけでなくシバ草地にも生育していることが確認され、ブタナによる生態系のかく乱が心配された。そこで本研究では、田代平の人工草地とシバ草地におけるブタナの分布状況、種子などによる拡散能力および遺伝子解析による伝播経路の解明により、これ以上の拡散を防ぐ方策を提言することを目的としている。

田代平の放牧されていない人工草地(無放牧草地)とシバ草地において、合計22種類の外来種が確認され、その中でもブタナとハルガヤの被度が特に大きかった(十亀ら 2010)。ブタナの頭花1つ当たりの種子数は $156.1 \pm 37.1$ 個であり、これとブタナの1株当たりの花茎数(十亀ら 2010)から求めた種子生産量は、人工草地では198個、シバ草地では390個となった。さらに、人工草地とシバ草地のブタナ集団を対象にしてマイクロサテライトマーカーを用いた集団遺伝学的解析を行った結果、Fst値はどの遺伝子座でも0.020から0.075までの小さい値であり、田代平のブタナ集団間における遺伝的分化の程度は低いことが示唆された。

以上より、田代平のブタナでは人工草地からシバ草地に十分な遺伝子流動があり、盛んな種子生産によって分布を拡大している可能性が高いと考えられたので、シバ草地の保全にはブタナの種子生産量を抑え、種子散布をさせないことが不可欠と考えた。

## P2-320

## 支川流入がダム下流のベントス種多様性および群集構成に与える影響

\*片野泉(土研・自然共生研セ, Univ. Oldenburg), 土居秀幸(Univ. Oldenburg), 根岸淳二郎, 皆川朋子, 豊場祐一(土研・自然共生研セ)

貯水ダムは、河川が本来もっている輸送機能などの連続性を絶つため、下流の河川環境にさまざまな影響を与え、底生動物などの生物相変化・河川の生態機能の変化を引き起こす。今日では、ダムが下流生態系に与える影響を軽減するため、土砂還元、フラッシュ放流など様々な方法が提案されている。しかし、自然に存在するダム下流で合流する支川に注目してみると、支川が合流することにより、ダムの影響をうけた河床環境が改善され、生物群集も再び変化すると示されている(Katano et al. 2009)。しかしこれまでのところ、支川流入によってどの生物が強く影響を受けるのかは分かっていない。本研究では、一般的なダム下流で合流する支川の影響を評価するため、様々な支川規模、支川合流位置を持つ近畿・中部地方の11ダム河川における底生動物群集とそれに関わる生息場所環境の調査を実施した。

底生動物の種数、多様性指数、群集類似度などの種多様性、群集構造の指標を目的変数、支川の合流距離、河床材料などの物理化学的環境データを説明変数とした一般化線形混合モデルを構築して、支川流入がダム下流の底生動物群集の種多様性および群集構成に与える影響を評価した。その結果から、貯水ダム下流における底生動物群集の構造と機能の保全に重要な要因を指摘し、支川の効果を考慮に入れた効果的かつ簡便な軽減案を提案する。

参考文献: Katano et al. (2009) Longitudinal macroinvertebrate organization over contrasting discontinuities: effects of a dam and tributary. JNABS 28: 331-351.

## P2-322

## 兵庫県における野生ニホンザル地域個体群モニタリング体制の確立

\*鈴木克哉(兵庫県立大/兵庫県森林動物研究センター), 遠藤美香(豊岡市コウノトリ共生課), 坂田宏志(兵庫県立大/兵庫県森林動物研究センター), 森光由樹(兵庫県立大/兵庫県森林動物研究センター), 室山泰之(兵庫県立大/兵庫県森林動物研究センター)

## P2-321

## ニホンカナヘビを用いた棚田畦畔草地の評価

\*土金慧子, 宮下直(東大・農)

農村景観は、空間的異質性が生物多様性を創出、維持してきたが、近年、耕作放棄等に伴う異質性の低下が問題となっている。なかでも草地面積の著しい減少は、様々な草地性生物の減少を招いている。水田畦畔では、現在も多くの草地が維持されている。とくに棚田は、広幅員の畦畔法面をもつため草地面積が大きい。また小規模な水田群が形成する複雑な畦畔構造や、森林との接点等に起因する空間的異質性も高い。従って、棚田は草地性生物にとって量的及び質的に好適な生息地と予測される。しかし、これまでの研究の多くは、植物の生育地としての重要性にのみ着目してきた。

本研究では、ニホンカナヘビを対象に棚田畦畔の生息地としての評価をおこなうことを目的とした。本種は食物網の中間捕食者として他の様々な生物と関係するほか、行動圏が狭いことなどから、生息地の質を反映しやすい種であると考えられる。そこで、1) カナヘビの生息密度は棚田畦畔で他の草地に比べて高く、それには、2) 餌生物の量(または質)と環境の異質性の高さ(畦構造の複雑性および林縁草地)が関係している、とする仮説を検証した。

調査の結果、カナヘビの生息密度及び餌生物(節足動物等)の現存量は、他の草地景観に比べ棚田で比較的高かった。また、安定同位体比分析によって、クモ類が、カナヘビの依存度が最も高い餌として推定された。カナヘビの生息密度はクモ類の現存量と正の相関が見られた。しかし餌生物全体の現存量とは有意な相関は見られなかった。また、棚田の物理環境では、カナヘビは周囲20mの畦構造の複雑性が高い環境を選好することが示唆された。

## P2-323

## 長野県の生物多様性の概況—地域戦略策定のための現状と課題の整理—

須賀 丈(長野県環境保全研)

長野県では現在、生物多様性地域戦略の策定を進めている。地域戦略の策定では、地域特性をふまえた生物多様性の現状と課題の整理がその前提として必要である。一方、地域戦略を実効性のあるものとするためには、関連する部局やセクターを横断的に巻き込むことにつながる情報の提示も必要である。しかしそうした必要に応じるための情報はさまざまな文献などに散在し、総合的な知見としては十分まとめられていない。

そこで長野県環境保全研究所では、既存の文献のレビューと希少種などの地理的分布情報の解析により、「長野県生物多様性概況報告書」(仮称)の作成をおこなっている。このなかでは、「長野県の絶滅危惧種の分布集中域はどこにあるか?」、「長野県で生物多様性の危機の要因別の事例にはどのようなものがあるか?」、「それらに対する解決策としてどのようなものがありうるか?」といった問いを立て、それらに対する回答をまとめている。

たとえば、長野県内で近年絶滅の危険度が高まっている植物種の多い場所は自然公園の指定区域の外にあること、「第2の危機」への対応策は財源をふくめ持続可能な地域づくりにかかわる幅広い社会領域をまきこむ必要があること、「第3の危機」では国内および県内由来の外来生物による地域固有性の攪乱の問題にも対処すべきことなどを示している。この報告書は、県の地域戦略策定委員会に中間報告済みであり、幅広い県民意見とともに具体的な行動計画づくりのため利用されることとなっている。

このように生物多様性地域戦略に向けた行政部門への情報提供では、情報の総合的な提示が求められる。そこでは地域の自然史的背景および社会的・経済的背景を幅広くとらえ、関連付けることが必要である。具体的な行動計画づくりにむけては、提案されている解決策を選択肢として示すことにより、体系的で幅広い議論を喚起することが可能になると考えられる。

## P2-324

## 河川改修が魚類群集に与える影響

田中哲夫\* (兵庫県立大学), 信本 励 (水棲堂)

兵庫県河川課は、武庫川上流で二分の一確率の治水目標を達成するため、河床や河岸の土砂掘削を主とした河川改修を2003年より開始した。本研究はこの河川改修による物理的インパクトが、生息する希少淡水魚に与える影響を長期モニタリングすることによって河川改修の影響を把握し、さらにその影響の軽減策を提示することを目的としている。掘削の始まる前2002年から試験掘削の行われた2003年以降2010年に至るまで、基準調査区間での水深・底質など物理的環境条件の推移と、この変化に魚類群集がどのように反応するのかの調査を継続して解析している。掘削により、河道幅・水深・流速分布が単調化し、特に局所的な深部が消失し、泥底の部分が縮小した。試験掘削後8年が経過した時点においてもこれらの生息場所要素は完全には復帰していない。これに対応して定置網で捕獲される魚類、特に絶滅を危惧されるシロヒレタビラやアブラボテは、2003・2004年に何故か一旦増加したが、続く2005年から2010年に至るまで減少を続けている。河川改修の目標設定時に、河床勾配がある区間では一定に設計するのが普通であり、流水環境と止水環境がモザイク状に出現するようにはもともと設計されていない。今回の河川改修では、計画高水水量を安全に流下させるのに必要な河道断面を確保できれば、河道内に障害物を設置する工夫も凝らされ、また蛇行点の淵も土地買収を伴って実施された。蛇行点また障害物を中心に局所的な深場やそれに付随するシェルターの復活や堆積環境の再生が期待されている。しかしながら河床勾配がある程度長い距離で一定にする河川改修法では、多様な水生生物を育てていたもとのハビタートモザイク状態は再創造されないのかもしれない。

## P2-326

## 河床粗度と流速による水生昆虫への着底効果 (I) - 水槽実験 -

\* 斎藤 裕美, 木村 仁美, 新谷 彬, 谷野 賢二 (東海大・生物理工)

河川の水の流れと粗度(河床基質)は、水生昆虫の移入率や分布を規定する重要な要因である。とくに、粗度背後に存在する滞留域は流れによって移動を行う水生昆虫にとって着底場を提供すると考えられる。しかし、この滞留域は河川の流速や粗度により、流れが複雑に変化するため、水生昆虫の着底の十分な研究は行われていない。本研究では、流速と粗度に伴う水の流れが与える水生昆虫の着底効果を明らかにするため、1) 数値シミュレーションと流動水槽実験より、基質構造と流速に伴う流況の特徴を調べ、2) 流動水槽にて底生動物を模倣した物体(比重0.99~1.00のプラスチック球、以後BB弾と呼ぶ)と水生昆虫を放流し、滞留域に入る確率を求め、その流跡を解析した。鉛直2次元の数値シミュレーションでは、粗度として高さ6cm、幅10cmの矩形(凸部)を設定し、凸部周辺の流況の解析を行なった。凸部を単体または3個並びで配置し、更に3個並びでは、間隙を3cm、6cm、12cmの3条件とした。上流側の接近流速は、5cm/s、20cm/s、40cm/sの3段階とし、水深は20cmとした。また、流動水槽実験では、凸部はシミュレーションと同じ規格のレンガを用い、レンガの本数、間隙 ならびに接近流速の条件をシミュレーションと同様にし、凸部の周辺流速を1cm(部分的に2cm)間隔の格子点上で測定した。確率実験は、凸部の間隙を3cm、6cm、12cmの3条件とし、流速を5cmから40cmまでの8条件として、すべての組み合わせについて行った。各実験ともBB弾と水生昆虫(ヒゲナガカワトビケラを使用)100個体を流し、間隙に入る確率を調べた。流跡分析では、BB弾と水生昆虫(遊泳能力の異なる3種類)の流れの様子をデジタルカメラとビデオカメラによって撮影した映像を用いた。本学会では、この研究の結果を発表する。

## P2-325

## 水辺の生き物の分布に関する指標：福井県の市民参加型調査データを用いた検討

\* 今井淳一(東大・農), 角谷拓(国環研), 水谷瑞希(福井県自然保護センター), 平山亜希子(福井県自然保護センター), 松村俊幸(福井県自然環境課), 鷺谷いづみ(東大・農)

農業を中心とした人間活動により多様な土地利用がモザイク状に維持される里地里山は、特定の環境にのみ依存する生物だけでなく複数タイプの環境を必要とする生物を含む多様な生物に好適な生息場所を与えてきた。特に両生類や水棲昆虫などの水辺の生物は、水田や灌漑用のため池や水路などの水域を利用する一方で、樹林地や草地など水域以外の環境を利用する種も多く、土地利用のモザイク性がその分布を規定する重要な要因の一つであると考えられる。

本研究では、福井県において実施された市民参加型調査の結果で得られたデータの中からカメ類、カエル類、淡水魚類、水生昆虫類に属する計21種の在不在情報を用い、里地里山における土地利用のモザイク性とこれら水辺の生物の分布との関係を分析した。土地利用のモザイク性は、複数の空間スケール(2km四方、6km四方、10km四方)の内部に含まれる土地利用の多様度を、シンプソンの多様度を用いて指数化した。その上で、個別の種の応答だけでなく対象分類群ごとの応答も把握するため、階層ベイズ法を用いて解析を行った。

解析の結果、土地利用のモザイク性は分析に供した多くの分類群の出現に対して、正の効果と及ぼしていた。空間スケールに関してモデル選択を行ったところ、指標を算出する単位としては6km四方が最適なスケールであることが分かった。

これらの結果により、数kmスケールでの土地利用のモザイク性は里地里山の水辺の生物の分布ポテンシャルの有効な指標となることが示唆された。また本研究で用いたモザイク性指数は、里地里山における生物の生息適地予測や土地利用変化が生物多様性に及ぼす影響の予測などに利用しうると考えられる。

## P2-327

## 人里に大量出没したツキノワグマの年齢、栄養および繁殖の特徴から出没要因を探る

\* 横山真弓(兵庫県立大学), 斎田栄里奈, 中村幸子(森林動物研究センター), 森光由樹(兵庫県立大学), 片山敦司, 加藤洋(野生動物管理事務所)

近畿圏におけるツキノワグマは1990年代に個体数が減少し、絶滅リスクが増大した。そのため、狩猟を禁止し、絶滅を回避しながら被害を低減させるための対策が各都道府県で始まった。兵庫県では、2003年に策定された特定計画を実行するため、保護管理体制を構築し、人為的捕殺を避ける対策を行ってきた。その結果2009年までに個体数は回復傾向を示した。しかし、2010年の大量出没ではこれまでの出没に対する考え方では対応できない場面も発生した。結果的に兵庫県内だけで12月までにのべ101頭の有害捕獲が発生し、そのうち忌避条件付け放獣は30頭に達したが、70頭は殺処分となった。またイノシシによる錯誤捕獲は110件発生し、原則的には放獣された。これまでの大量出没年の4倍にのぼる数字となった。

本研究では、2010年の捕獲個体に関する情報から、2010年の大量出没の要因を抽出することを目的とした。有害捕獲とイノシシによる錯誤捕獲では、平均年齢に有意差は見られなかったが、年齢構成と性別に違いがみられた。錯誤捕獲では、7割をオスが占めたが、有害捕獲では性別は同じであった。0歳を除いた年齢構成は、有害個体で5-9歳までが41%、次いで10歳-14歳が28%であり、1-4歳までの若齢は17%と低かった。錯誤捕獲では、5-9歳までが49%と最も多く、次いで1-4歳が22%であった。有害個体は5歳以上の割合が8割を超えていたことから、餌資源の配置などをすでに学習している経験値の高い成獣が、資源不足の際に直ちに人里近くにあるカキ等の資源を利用する行動をとったことが考えられた。

## P2-328

## 絶滅危惧植物はどこにいる？ 1: 分布推定手法の検討

\* 石濱史子, 赤坂宗光 (国環研)

保護区等の検討のために生物の分布を把握する際に有効な手段として、統計的な分布推定モデルが広く活用されている。気候・地形・土地利用等の環境情報に基づいた分布推定モデルを用いることで、潜在的なハビタットを推定し、踏査で見逃された生息地を補完することが出来る。また、現在の分布情報に基づいてパラメータ推定したモデルを、将来の土地利用変化・気候変動等による分布変化の予測に応用することも可能である。

近年、分布推定手法は目覚ましい発展を遂げ、Maxent, randomForest等の新しい手法が、高い推定精度を持つと評価されている。しかし、広域スケールの生物分布データの多くは博物館の標本等の在情報のみで不在情報がない場合が大半である。在のみ情報からは野外での在/不在の比率がわからないため、高い調査努力量をかけて調査が行われることが多い希少種では、存在確率を高めに推定してしまう可能性がある。また、不在情報がない場合には、在情報がない地点を background や pseudo-absence としてモデリングを行うが、調査範囲に偏りがある、生息可能性が高い環境条件であるにも関わらず見逃された範囲を background として用いてしまうと、高精度とされる最新のモデルでも、推定に大きな偏りが生じることが最近明らかにされた。

本発表では、日本国内で最も充実した生物分布情報の1つである、維管束植物レッドリストの基本データを用い(非公開を前提に日本植物分類学会絶滅危惧種問題専門委員会の許可の下で使用)、特に以下の2点に着目して絶滅危惧植物の分布推定に適した手法の検討を行う。1. 幅広い気候帯にまたがり、地形も変化に富んだ日本列島において、Maxent等の手法がどれくらい有効であるか。2.backgroundの選択によって推定がどれくらい影響を受けるか、主要四島全体とした場合と調査員人数に基づく重み付けをする場合などで比較を行う。

## P2-330

## 全個体ジェノタイプングによる絶滅危惧植物ガシャモクの遺伝的多様性解析

\* 兼子伸吾 (京大・農), 西川恵子 (奈教大・生物), 横川昌史 (京大・農), 真鍋 徹 (北九州自・歴博), 浜端悦治 (滋賀県大・環境), Ariunsuren Purevee (MSUA), 井中卓生 (市丸小学校), 松井淳 (奈教大・生物), 井鷲裕司 (京大・農)

ガシャモク *Potamogeton dentatus* Hagstr. は、ヒルムシロ科の沈水性の多年生植物で、絶滅危惧 IA 類に指定されている絶滅危惧植物である。利根川水系の霞ヶ浦(茨城県)、印旛沼、手賀沼(千葉県)、多々良沼(群馬県)、および琵琶湖内湖(滋賀県)などに生育記録があり、千葉県の湖沼などでは緑肥に利用されるほど多産していた。しかし、水質汚濁などにより、ほとんどの既知生育地では絶滅あるいは野生絶滅し、現在、北九州市におけるガシャモク生育池が野生状態での国内唯一の生育地と考えられている。そこで本研究では、最後に残された生育地において全個体ジェノタイプングに基づく遺伝的多様性の評価を行うことを目的とし、現存する野生個体、栽培個体や過去に採取された標本などについて遺伝解析を行った。

ガシャモクで開発したマイクロサテライトマーカーを用いて、ガシャモク生育池に生育する15個体、ガシャモク生育池の埋土種子からの再生個体、手賀沼周辺で採取された栽培個体や標本について遺伝子型を決定した。その結果、ガシャモク生育池に生育する15個体は同一の遺伝子型を示し、1クローンであることが明らかとなった。また、埋土種子に由来する個体は、現存するクローンは異なる遺伝子型を示したものの、独自の対立遺伝子を持たないことから、現存するクローンの自殖に由来するものと考えられた。その一方で、手賀沼周辺で採取された標本や栽培個体は、野生集団からは検出されなかった多様な対立遺伝子が検出され、過去に手賀沼周辺に生育していた個体にはある程度の遺伝的多様性が存在したことが示された。

## P2-329

## 絶滅危惧植物はどこにいる？ 2: 現状の保全対象は妥当なのか？

赤坂宗光 (国環研), 石濱史子 (国環研), 藤田卓 (日本自然保護協会), 竹中明夫 (国環研)

絶滅が危惧される生物を保全する上で、自然公園を含む保護区域は、重要な役割を果たす。しかし、保護区域は生物多様性だけでなく、景観の美しさや文化的な価値の保護を目的としても設置される。このため保護区域は必ずしも生物の生育地を保全する上で効果的に配置されているとは限らない。従って、生物多様性のための将来的な保護地域のデザインを検討するには、まず現状の保護区域の範囲が妥当かの評価を行う必要がある。本発表では、日本の主要四島を対象域とし、全国版レッドリストに掲載されている維管束植物(1550種)のうち、分布域が国設の自然公園(国立公園・国定公園)に全く含まれていない種の数と、十分な面積が含まれていない種の数を明らかにした。自然公園に含まれる分布域の面積が十分かの判断は、global gap projectの基準(潜在的な分布域の面積が1000km<sup>2</sup>以下の種はその分布域の全て; 潜在的な分布域が25 × 10<sup>4</sup>km<sup>2</sup>以上の種はその10%; 分布域の面積が2つの閾値の間の種は面積に応じて内挿した比率が含まれるべき)に従った。そして種の生育地タイプにより、自然公園に分布域が含まれにくい傾向があるか検討した。各種の分布情報はレッドリストの基本データに基づいたが、これらは非公開を前提に日本植物分類学会絶滅危惧種問題専門委員会の承認を得た上で用いた。また、既設の自然公園の立地環境(標高、土地利用など)の特徴を、それらと既設の自然公園と同等面積の範囲を、出現種数、固有性、相補性などの基準でそれぞれ選択した場合の立地環境と比較することで把握した。その結果、既設の自然公園は、絶滅危惧植物の生息地を保全する上では必ずしも効率的に設定されていないことが明らかになった。さらに詳細な解析ふまえ、新たに保護区域を選定する場合に優先度が高い生息地タイプや立地環境について議論する。

## P2-331

## 広島県太田川流域に生息するキシツツジの保全と河川護岸の自然再生

\* 山崎 互 (広島大学大学院), 中越信和 (広島大学大学院)

キシツツジ (*Rhododendron ripense*) は、岡山県旭川から広島県、島根県、山口県、四国全域に大分県山国川までを生息範囲とする日本固有の植物であり、河川や溪流の岩場上に生息している。

近年、河川護岸の整備などによって岩場など自然護岸が激減し、河川の岩場などを生息地とするキシツツジは、河川からその姿が激減する状況となっている。レッドデータブック植物編では、岡山県(2010年)は絶滅危惧II類、広島県(2004年)と鳥取県(2002年)は準絶滅危惧種、福岡県(2002年)は絶滅危惧I類、大分県(2002年)は絶滅危惧I B類に指定されるなど個体減少の激しさを物語っている。キシツツジは、土壌のほとんどない河川護岸に生息し、河川植生が持つ得意な生息域を獲得しているが、その生息方法は他の植物と同じように共生微生物の菌根菌(mycorrhizal fungus)と共生することによって特殊な条件下での生息を勝ち取っている。

演者らは、キシツツジを採取後約一年間育てた苗木と6カ月間育てた苗木、3カ月間育てた苗木を植穴による植付けと一年前に採取した種子を和紙に貼付けて土壌に密着させる方法で土壌硬度15-31mm程度の土壌に植栽と張付けによる生存試験を行い、定着方法と自然護岸生息の可能性について検討した。その結果、種子によるキシツツジの発芽率は、64%であるが植穴や繊維入り特殊土壌張付けによる苗木の試験後68日目の定着率は、86%、和紙による種子の発芽率は、64%といずれの方法によっても非常に高い定着率と発芽率を示し、自然護岸への定着に大きな可能性が有ることを示唆された。

## P2-332

## 再導入後のトキ ～ 営巣場所の選好性について

\*上野裕介, 金子洋平, 中津弘, 永田尚志, 山岸哲 (新潟大・朱鷺自然再生学)

ニッポニア・ニッポンという学名を持つ鳥・トキは、かつて日本全国に分布していたが、野生絶滅してしまった。このトキの野生復帰を目指した放鳥が、2008年から新潟県佐渡島で始まっている。野生復帰を成功させるためには、トキが好む餌場と繁殖場所の特徴を把握し、生息環境を整備することが必要である。佐渡島でのトキの餌場整備は、科学的な知見の蓄積と、佐渡市と農家による水田の生き物に配慮した取り組みによって、徐々に成果を上げつつある。他方、営巣環境については、過去の知見に乏しく、整備も進んでいない。このためトキが好む営巣場所についての知見を集め、営巣環境の整備と創出につなげることが不可欠である。

佐渡島に再導入されたトキは、2010年春に初めて繁殖ペアを作り、島内で計7つの巣が確認された。そこで本研究では、トキが営巣木としてどのような特徴を持った樹木を好むのかを明らかにすることを目的とした。まず営巣が確認された7巣について、営巣木の立地環境(位置、標高、斜面方位、傾斜)を記録した。次に営巣木および周辺の立木の樹種と胸高直径、樹高を測定し、両者を比較することで営巣木に共通する特徴を明らかにした。

その結果、トキは明確な樹種選好性を示さず、傾斜地のギャップあるいは林縁部近くにある大径木に営巣していることが明らかとなった。これは、大径木に架架しやすいことと、親鳥の巣への出入りのしやすさが関係していると考えられる。しかし現在の佐渡では、戦中から戦後にかけての過度の伐採や、マツ枯れ病、近年のナラ枯れにより、大径木が非常に少なくなっている。このためトキの営巣環境を保全し、創出するために、今後は佐渡島全域での営巣環境(ポテンシャル)の把握とその対策が必要である。

## P2-334

## 日本庭園のコケ植物多様性はなぜ高い?

\*大石善隆(信州大・農), 大窪久美子(信州大・農)

日本庭園ではコケ植物が重要な地被植物として使われており、一部ではその高い多様性も報告されている。そこで本研究では、日本庭園が有するコケ植物多様性保全効果について考察した。調査地は、金沢市内の日本庭園(兼六園)と隣接する都市緑地(公園、二次林、芝地)とし、各調査地においてコケ植物種数と環境要因(木本・草本被度、水域面積、土地起伏、生育基物多様性、立ち入り制限区域の面積、管理形式)を記録した。

まず一般化線形モデルを用いてコケ植物種数と環境要因の関係を考察したところ、コケ植物種数に正の影響を与える環境要因として、水域面積、岩場、立ち入り制限区域、綿密な管理が抽出され、その一方、草本被度は負の影響を与えることが示唆された。変水性生物であるコケ植物は維管束が発達せず、コケ植物の多様性は水分状態に大きく左右される。さらに、コケ植物はシュート全体から直接水分を吸収するため、土壌が発達しない岩上にも生育することができる。これらの生態を考慮すれば、水域や岩場の存在はコケ植物の生育環境多様性の向上につながり、種多様性を高めていると推察された。

次に、各調査地の環境を比較した結果、日本庭園ではコケ植物種多様性と正の相関がみられた環境要因の値が高いことが明らかになった。庭園デザイン手法の一つに植物や岩、池によって自然の風景を模倣した景観を庭園内に作り出すもの(縮景)があり、このデザインが庭園の高い水域や岩場の面積に関連していると考えられた。さらにこれらの景観を維持するための除草や落ち葉掻きなどの管理や立ち入り制限区域の設置も草本による被覆や踏圧に弱いコケ植物多様性の維持に貢献していると推察された。

以上の結果より、日本庭園の高いコケ植物多様性は、庭園デザインや管理によって維持されていると考えられた。今後、日本庭園を活かしたコケ植物多様性保全計画の提案が期待される。

## P2-333

## 外国産ヨモギの遺伝的攪乱リスク: 葉緑体 DNA による評価

\*下野嘉子(農環研), 黒川俊二(中央農研), 西田智子(元農環研), 池田浩明(農環研), 二神紀彦(環境省)

国立公園など生物多様性保全の重要性が高い地域では、外来植物による生態系への影響が懸念されている。これを受けて、工事跡の法面緑化には、これまで使われてきた外来種に代わって、ヤマハギ、ヨモギ、ススキなどの在来種の利用が推奨されている。しかし、緑化に使用される在来種の99%は、人件費の安い外国で採集されているため、国内の地域個体群に対する遺伝的な攪乱を生じることが懸念されている。本研究では、緑化植物としての流通量が多い在来種ヨモギを対象に、日本国内に分布する自然集団の遺伝構造を明らかにし、緑化に使用されている中国産種子の遺伝子型と比較することを目的に、葉緑体 DNA のハプロタイプ解析を行った。

全国の国立公園28箇所より採集された604個体と緑化用中国産種子由来の40個体のヨモギからDNAを抽出し、葉緑体DNA3領域(計2400bp)の塩基配列を調べた結果、31ハプロタイプが見つかった。ハプロタイプ間の系統関係から、それらを大きく5つのグループ(A、B、C、DおよびE)と「それ以外」に分類した。グループAの1ハプロタイプは全国に広く分布していた。またグループAに近縁なグループBのハプロタイプが東北地方に分布していた。九州地方には「それ以外」のハプロタイプが優占していた。それらとは系統的に大きく異なるグループDおよびEのハプロタイプが、北海道、関東および近畿の集団で局所的に見つかった。中国産個体の多くは日本と共通のハプロタイプ(グループAおよびB)を持っていたが、日本には分布しないハプロタイプ(グループD、E、「それ以外」)を持つ個体も少数見つけた。国内の集団において、系統的に離れたハプロタイプが局所的に見いだされた点について、外部から持ち込まれた個体が定着している可能性を検証する必要がある。

## P2-335

## オオタカ雄成鳥の行動圏内の環境選択 - 山地部森林地帯の場合 -

\*堀江玲子(オオタカ保護基金・宇大・農), 遠藤孝一, 野中純(オオタカ保護基金), 山浦悠一(北大・農), 松浦俊也, 尾崎研一(森林総研)

オオタカの環境選択に関する研究は、国内では主に平野部の森林と農耕地が混在する地域で行なわれ、林縁部を選択することがわかっている。一方山地部森林地帯に生息するオオタカの研究は国内では少ない。今後オオタカの保全を考える上で、山地部での環境選択を明らかにすることは重要である。

そこで2006年の繁殖期と非繁殖期に、栃木西部の山地部で繁殖中のオオタカ雄成鳥3個体を捕獲し、発信機を装着してラジオテレメトリー調査を行なった。ラジオテレメトリー調査で得られた観察点(オオタカがいた位置)から繁殖期と非繁殖期の固定カーネル法95%行動圏を推定し、行動圏内にランダムに位置する1,000地点をランダム点とした。行動圏内の大部分を占める森林に位置する点を解析対象とし、観察点を1、ランダム点を0とコード化したものを応答変数としたロジスティック回帰分析により環境選択を解析した。説明変数は森林タイプ(植林以外の森林と植林)、林縁までの距離、斜面の位置(観察点またはランダム点が斜面のどの部分に位置したか)とした。また、巣からの距離による影響を考慮するため、巣からの距離の1次項と2次項も説明変数に加えた。

AICcに基づいた複数モデル推測を用いて各変数の重要性を検討した結果、山地では平野部とは異なり林縁部の重要度が低いことが明らかになった。また一部の個体では斜面下部を選択的に利用していた。斜面下部では樹木の生育がよく、さらに林道や沢が通っていることが多いことから、オオタカが飛翔しやすく狩りに適した環境である可能性があり、オオタカはそのような場所の近くを選択したと考えられる。今回は3個体のみと少なく個体差も大きかったため、今後さらにサンプル数を増やすと共に、林分構造や餌動物の分布や季節変化についても調べていく必要があるだろう。

## P2-336

## 多摩川堤防通路利用者のカワラノギク保全活動に対する意識

\*倉本宣, 明治大学農学部, 芦澤和也, 明治大学大学院農学研究所, 岡田久子, 明治大学農学部

礫河原固有の絶滅危惧植物カワラノギクの保全活動(多摩川カワラノギクプロジェクト)に演者らは2002年の開始時から参画しているものの参加者が増加しないことから、河川敷利用者の意識調査を行った。カワラノギクの大規模復元地(永田地区A工区および派生したC、D工区)の対岸の通路利用者のカワラノギクの保全に対する意識を2010年10月に聞き取り調査した。調査対象者は160名で、男性が63%、女性が37%であった。利用頻度は、ほぼ毎日が20%、週1回以上が70%、それ未満が10%であった。

カワラノギクに対する認識は、「見たことがある」が23%、「名前を知っている」が12%で、「聞いたこともない」が65%であった。保全に対する意識は、「生育し続けてほしい」が82%、「絶滅しても構わない」が12%であった。保全対策における負担については、「自分も何かしてもよい」が34%、「税金を使ってもよい」が47%、「負担があるのは困る」が14%であった。

保全意識については、聞き取りという形式を考慮すると、「絶滅しても構わない」とする利用者が12%存在したことは潜在的にはさらに多くの同じ意見の利用者が存在する可能性があり、絶滅の深刻さが理解されていないことを示している。負担については、税金を使って解決してもよいと考える利用者が多く、現実の国土交通省の施策も対応している。「自分も何かしてもよい」が34%存在することは、この人たちが実際に保全活動に参加すれば、カワラノギクプロジェクトの参加者不足もほぼ解消するものと考えられる。

そのためには、地域のカワラノギクに対する認識を改善し、自分も活動に参加したいと思う市民を増やすための戦略が必要である。本発表では、そのために検討している戦略を紹介したい。

## P2-338

## 多摩川支流三沢川におけるカワモズクの分布に農場建設に伴う環境変化が与えた影響

\*野呂恵子, 岡田久子, 倉本宣(明大・農)

多摩川支流三沢川は、多摩丘陵の北東部に位置する川崎市麻生区黒川上地区に源流部を有する。黒川上地区は周囲を都市に囲まれた農業振興地域であり、多様な生きものが生息できる環境を有する貴重な里山である。

明治大学は三沢川源流部に隣接する斜面に土地を取得し、2010年4月から農場を建設中である。2010年5月、農場の接道延長の確保のため三沢川の改修工事が行われた。三沢川には絶滅危惧種であるカワモズクが生育しており、工事によって本種の生育に悪影響が及ぶことが懸念された。演者らは、カワモズクの保全のため、「水を切らさない」、「有毒物を流さない」、「濁水を流さない」ように提案した。この提案に対し、施工者はさらに「水温を上げない」ことも考慮し、可能な限りカワモズクの保全に配慮した工事を行った。当初は別の用水路に水流を完全に迂回させる計画だったものを、工事箇所にもコレット管を通し、河川の勾配を利用して水流を流下させる措置をとった。これによって工事区間の下流は通常に近い流量を保った。こうしてカワモズクは守られたはずであった。

しかしその後の造成工事の進捗につれ、2010年7月末頃から、三沢川では濁りや土砂の堆積もみられるようになり、これらの影響によってカワモズクが生育できなくなる可能性が考えられた。カワモズクは初冬から春季にかけて繁茂し、目視で確認しやすくなる。そこで本研究では、2010年12月から2011年2月にかけての三沢川における本種の分布状況を調査し、今後の保全につなげることを目的とした。

2011年1月現在、三沢川源流部では本種の生育を確認しており、順調な生長をみせている。しかし、昨年生育していた工事現場の下流においては、まだ生育が確認できていない。今後、カワモズクは出現し生育できるのか。分布域と河床の状態を比較して検討する。

## P2-337

## 淀川水系における大型鯿脚類の分布とその要求環境 - 市民参加型調査の結果から

\*石田 悠, 淀川水系調査グループプロジェクトYカプトエビ班(大阪市立自然史博)

原始的な甲殻類である鯿脚類は、耐久卵を産み、乾出後に浸水して急速に孵化・成長し一生を終える。この生活史特性から、水田は鯿脚類にとって格好の生息場所であり、多様性も高い。従って、里山の自然環境を把握するうえで鯿脚類のファウナは有効な情報となる可能性がある。そこで、発見・採集・同定が容易な大型種を対象として、一定範囲の水田における分布調査を市民参加により行った。

淀川水系調査プロジェクトに登録した市民に対し、2007~10年の5~7月に水系内の水田で大型鯿脚類(ハウネンエビ、カイエビ類、カプトエビ類)の採集を依頼した。採集時に水田の水深、栽培種(水稲またはハス)、稲作の段階(5段階)、畔の護岸度(25%刻み)、導水方法(自然落水またはバルブ導管)を記録してもらった。水深、栽培種、稲作の段階はほとんど変異がなかったため、護岸度、導水方法、標高を説明変数、各種の出現の有無を応答変数としたGLM解析を行い、要求環境の推定を試みた。

その結果、ハウネンエビは標高(係数:負)、トゲカイエビは標高(負)と導水方法(自然落水が正)、ヒメカイエビ属は標高(負)、カイエビは標高(正)と護岸度(負)、タマカイエビは護岸度(負)、アジアカプトエビは標高(負)と導水方法(自然落水が正)、アメリカカプトエビは標高(負)が生息の説明モデルとして選択された。

標高と相関する気温(水温)は、各種に共通する要求環境の可能性が高い。一部の種は護岸度や導水方法が影響しており、圃場整備は生息に負の効果を与えるかもしれない。ただし、モデルに含めていない輪作の有無や休耕期間、拡散経路等も影響している可能性があり、これらの検討は今後の課題である。

## P2-339

## Several Small な人工水路と干潟多様性保全—東京湾岸ベントス群集調査の結果から—

\*柚原剛(東邦大院・理), 多留聖典(東邦大・東京湾生態系研究セ), 風呂田利夫(東邦大・理)

東京湾では埋め立てにより干潟面積が減少し、特に消失が著しい塩性湿地に生息するベントス種の多くで、絶滅および絶滅が危惧されている。ほとんどの干潟ベントス種は、プランクトン幼生分散を通じたメタ個体群を形成しているとされ、湾内の幼生着底場が増加すれば安定的な個体群維持が期待される。旧海岸線と埋立地の境界部に造成された人工水路は小規模だが塩性湿地が非意図的に形成されており、その着底場として期待される。演者らは本大会等で人工水路に希少ベントス種が豊富に存在したことを報告した。今回は人工水路に加え、東京湾岸の塩性湿地干潟のベントス群集構造を調べた。その結果から希少干潟ベントス種の保全のために、東京湾内での最適な生息場の配置を検討した。

2008~2010年に東京湾の湾口部から湾奥部にかけて、塩性湿地を伴う干潟や人工水路15カ所を調査した。希少種の確認に重点を絞り、目視・掘り返し調査を行い、ベントス各種の在・不在データを得た。また人工水路以外の干潟は、東邦大学主催の市民参加型干潟調査結果を使用した。ベントス群集構造把握のため、得られたデータより類似度を求め、多変量解析を行った。

多変量解析の結果から、主として「大規模河口干潟と湾奥部干潟の群集型」と「湾東岸の人工水路群の群集型」の群集型が形成された。この違いに寄与したベントス種がウミニナ、ヒメアシハラガニ、アリアケモドキであった。いずれも東京湾の希少種で、人工水路群で確認された。また湾西岸横浜の小規模な人工的な塩性湿地でも、ヨシダカワザンショウやウモレベンケイガニが確認された。このことから人工水路内の小規模な塩性湿地が、ベントス各種のメタ個体群維持に貢献していると示唆された。塩性湿地が極めて少ない千葉市、川崎市、横浜市沿岸に小規模でも数多く配置することで、希少性の高いベントス種の安定的な個体群維持が期待される。

## P2-340

## 草刈りと杭の設置によるサンバの狩場創出実験

\* 河村詞朗 (岩手大院・農), 東淳樹 (岩手大・農)

サンバは里山生態系を代表する猛禽類であり、繁殖のために日本に渡来する渡り鳥である。近年、開発や耕作放棄の影響により、その個体数が減少しており保全上の対策が急がれている。既往の研究から本種の生息地においては採食環境の重要性が示唆されている(例えば東 2004, 植田ら 2004)。岩手大学保全生物学研究室ではこれまで本種の繁殖地における生態研究を行ってきた。その成果から本種の採食環境の特徴として止まり木が存在していること、止まり木の周辺に草丈の低い環境が存在していることが明らかとなっている(河村 2010)。そこで、本研究では本種の採食環境を創出することを目的に、前述のような環境を人為的に整備し、その効果を検証した。調査地は岩手県花巻市東和町における本種の繁殖地 SN とした。本調査地では 2007 年から本種の行動観察を実施しており、調査地周辺における本種の利用状況が把握されている。調査地において、本種の採食行動が確認されていなかった範囲に杭の設置による止まり木の創出と草刈りによる草丈の管理を実施し、採食環境として好適な環境の創出を試みた。なお、実施区域は調査地内に 2 か所設置した。その後本種の行動観察を行ない、保全手法実施前と後における空間利用の変化を検証した。その結果、一方の保全手法実施区域において採食行動が頻繁に確認されたが、もう一方の区域においては採食行動が確認されなかった。利用が確認されなかった区域は本種の営巣木から 500m 以上離れた位置に設定されていたとともに、その近辺でノスリの営巣が確認された。この結果から、本研究における保全手法は本種の採食環境創出において一定の効果があると考えられたものの、実施区域の選定には営巣木との距離や他種との競合関係を考慮する必要があることが判明した。

## P2-342

## 越境汚染物質の影響評価にむけた照葉樹林の長期動態指標の比較解析

\* 齊藤哲, 新山馨, 野宮治人 (森林総研)

大陸における産業活動の活発化に伴い越境汚染物質が増加し、森林への悪影響が近年指摘されている。森林が長期間汚染条件下にさらされることによって徐々に悪影響が表面化すると考えられ、樹木が枯死する場合もある。汚染物質に対する感受性も種によって異なり、保全のうえでも汚染物質の影響を受けやすい種の把握は重要である。しかし、台風攪乱のような物理的な枯損と異なり、樹木が少しずつ衰弱し枯死に至る場合、様々な要因が複合的に作用し、汚染物質による影響かどうかの判断は困難である。そのため、汚染物質の影響を受けやすい種に関して十分な情報が得られていない。本研究では、森林の長期間のモニタリングデータを基に個体群動態の解析により、越境汚染物質の影響を受けて個体群が減少している可能性のある種の抽出を試みた。大陸に近く越境汚染の影響を受けやすい西南日本の 2 か所(綾、屋久島)の照葉樹林を解析対象とした。胸高直径 5cm 以上の高木種・亜高木種を対象とした個体群センサスを数年おきに、綾では 1989 年から 8 回、屋久島では 1996 年から 4 回実施してきた。ふたつの照葉樹林を構成する主要樹種について綾 18 年間、屋久島 11 年間の幹の枯死率、幹数変化率を算出した。群落全体の期間枯死率は綾、屋久島ともに 1% 強程度で、日本の他の森林群落と大きな違いはみられなかった。種ごとにみると、枯死率が高く個体数が大きく減少していたものは、綾でクロバイ、ミズキ、アカガシ、タブノキなど、また屋久島ではハマセンダン、ヤクシマオナガカエデ、クロバイ、ヒメユズリハなどであった。ふたつの照葉樹林ともギャップ依存の更新様式をもつ陽性樹種の一部が個体数を大きく減らしており、実際汚染物質の影響が出ているとすれば、これらの種が被害を受けやすい可能性があると考えられた。

## P2-341

## 長良川河口堰の稼働による魚類群集の変化

\* 向井貴彦 (岐阜大・地域), 古屋康則 (岐阜大・教育)

長良川は伊勢湾に注ぐ流程 166km の河川であり、下流部は海拔の低い濃尾平野を流れるため、河口から約 35km 上流までが感潮域であったとされている。しかし、1995 年に河口堰の運用が開始されたことで感潮域は河口から 5km までの範囲に減少した。そこで、河口堰による長良川下流域の魚類群集の変化について明らかにするため、長良川と平行して流れる揖斐川の感潮域と長良川の堰湛水域の魚類群集について比較した。調査は河口から約 7km の長良川河口堰上流の湛水域と、河口からの距離がほぼ同じ揖斐川の感潮域を定点として 2006 年 4 月から 11 月までの間、月に 1 回から 2 回、合計 10 回おこなった。調査期間中の塩分には両地点で違いが見られ、長良川河口堰上流では一貫して 0% であったのに対して、揖斐川では、それぞれ 0-6% (平均 1.5%) の間で変化した。河口堰上流では 16 種 1504 個体、揖斐川では 22 種 3010 個体の魚類が採集され、河口堰上流ではオイカワが個体数の 88%、揖斐川ではシラウオが 74% を占めた。調査日ごとの採集種数は、河口堰上流が 0-8 種 (平均 3.9 種)、揖斐川では 4-11 種 (平均 6.9 種) であり、毎回の Shannon-Weaver の多様度指数は河口堰上流が 0-2.07 (平均 0.77)、揖斐川が 0.26-2.67 (平均 1.48) と、揖斐川の多様度が有意に高かった。また、河口堰上流ではシラウオ・スズキ・マハゼ・ビリンゴ・アシシロハゼ等の汽水域に多い魚類がほとんど確認されなかった。シラウオやアシシロハゼは淡水での陸封が可能な魚種であり、揖斐川で確認された魚種の多くは淡水での生息も可能なことが知られている。したがって、長良川河口堰湛水域の魚類群集の変化は単に塩分の低下によるものではなく、河道の単純化と抽水植物帯やベントスの減少によるものと考えられる。

## P2-343

## 開設年数の異なる林道での植生へのエッジ効果の比較

\* 榎木勉 (九州大農), 五十嵐秀一 (愛媛大院農), 楠本間太郎 (九州大院生資), 辻和希 (琉球大農)

沖縄島北部の常緑広葉樹林に開設された林道による植生への影響を明らかにするために、開設年数の異なる林道にベルトトランセクトを設置し、林冠高、立木密度、胸高断面積合計や下層植生の出現確率などの林縁からの距離による違いを比較した。

開設後 3 年未満、約 10 年、約 20 年が経過した林道にそれぞれ 10 本のベルトトランセクトを林道から垂直に延びるように設置した。トランセクトの長さは 20 m、幅 5 m とした。森林構造を表す因子や種の出現確率を目的変数とし、開設後の経過年、林縁からの距離、各トランセクトを説明変数とするモデルを検討した。

開空率は林縁で大きくなるが、この増加は開設後 3 年未満のトランセクトで最も大きかった。林冠高は開設後 3 年未満では、林縁と林内との差がないが、開設後 10 年では林縁で低くなった。この減少は開設後 20 年では少し小さくなった。立木密度は開設後の年数が経過するほど林縁で増加した。胸高断面積合計は、開設後 10 年で増加し、20 年で減少したが、明瞭なエッジ効果はみられなかった。最大胸高直径はいずれの経過年数でも林縁で小さかった。胸高直径の中央値は開設後 3 年以内と 20 年では林縁で増加し、10 年では逆に林縁で減少した。

林冠構成木の種数の変化に明瞭な傾向は見られなかったが、下層植生の種構成は林縁からの距離により大きく変化した。特に草本植物は林縁部のみ出現し、緑肥や飼料として導入された種などが含まれた。木本植物もリュウキュウマツ、ハゼノキなど先駆的な種は林縁部で多く見られたが、森林内ではあまり出現しなかった。林縁での下層植生の出現確率の増加は、開設後の時間が経過するほど小さくなった。

以上の森林構造と種組成の時間的な変化は、林道開設直後に生じる側方からの光や風の侵入に対し、林縁木の形態の変化及びそれに伴う環境の変化に対応していると考えられた。

## P2-344

## 東シベリアにおける野生トナカイの動態：衛星測位による移動ルートの解明と保全上の課題

\* 立澤史郎 (北大・文), I. M. Okhlopov, E. V. Kirillin, A. P. Isaev (ロシア科学アカデミー・寒地生物研), A. A. Krivosheina (ヤクーツク大・理)

北極圏および亜北極圏に広域分布し、大規模な季節移動で知られるトナカイ *Rangifer tarandus* は、近年では、脆弱な極北の陸上生態系における主要な生態系エンジニアとして、さらには北方先住民の多くが生業活動(狩猟・畜産など)を頼る資源動物として、その動態が注目されている。しかし、分布がほぼアジア側に限定されるユーラシアの野生個体群については、気候変動に伴う急激な密度変化が断片的に報告されているものの、特に分布域の大半を占める東シベリアでの生息実態はほとんどわかっていない。そこで著者は、近年急激な密度増加を示すサハ共和国のアナバル川水系(オレニョク地方)において、2010年8月から衛星測位システム(Argos-Argosシステム)による野生トナカイの移動追跡調査を行っている。

衛星発信機を装着した15頭(オス7、メス8; 2010年12月時点でオス5、メス8)の情報では、従来報告されているような一方(春に北極海側へ、秋に内陸へ)の移動でなく、ほぼ正反対の2方向(北東側と南側)にわかれた移動ルートを示し、しかも現地での目視観察情報をあわせると、集合せず前後約100kmにわたって分散しながら移動していた。今回確認された移動のルートおよび様式は、いずれもこれまで報告されていないものだが、本地方が東西を変動的激しい2大個体群(西: タイミール個体群、東: レナ個体群)に挟まれていること、若齢個体の比率が低いことなどから、2つの隣接個体群が流入して同地域で越冬している可能性が高い。2個体群の越冬エリアが同時に変化した原因は今後検証すべき課題だが、夏の高温、東西地域での食物資源の低質化、解氷時期の変化による移動可能域の変化、などが考えられる。

## P2-346

## ニホンジカによる被害の現状と認識(イネとダイズを対象にして)

\* 星屋明孝(岐阜大・応), 村瀬豊(岐阜大・農), 中村大輔(岐阜大・連農), 松本康夫(岐阜大・応), 八代田千鶴(森林総研), 鈴木正嗣(岐阜大・応)

ニホンジカによる農作物被害は中山間地域において深刻な問題である。農作物被害の研究は被害が深刻な地域でおこなわれてきたが、被害発生の初期段階における対策が重要であると考えられる。本研究はシカ被害の初期段階である地域において、生息状況、被害および住民の意識に関する調査を実施し、現状と意識との関係を検討した。

調査は岐阜県加茂郡白川町の5集落を対象とした。生息状況調査は2つの方法で実施した。(1)糞塊法を2009年9月から2010年11月(猟期除く)に2回の頻度でおこない、併せて(2)スポットライトカウントを2009年11月、2010年5月、同年10月の3回、各5日間実施した。両結果から生息密度を推定した。被害について、イネ・ダイズを対象として2010年6月から10月まで、2回の頻度で侵入された農地を調べた。侵入された農地を従属変数として、林縁、河川、宅地、未利用草地との距離関係、斜面や地形の曲率、柵との関係について一般化線型モデルにより、最適モデルを探索した。集落住民の被害意識についてアンケート調査を実施した。

生息状況調査の結果、対象地はシカが低密度であることが示された。被害調査の結果、「シカ用柵のある農地」が最も侵入されやすく、宅地から離れ、未利用草地や林縁、河川に近く、地形の曲率が高い農地で侵入されやすいことが示された。一方、アンケート調査において「電気柵の効果が高い」、「山際での被害が多い」という意識が強く、被害の現状と意識の間に相違がみられる結果となった。全国的にも、被害が深刻化する要因のひとつとして、初期段階における住民の認識が不十分であることが示唆される。

## P2-345

## 四国山地剣山系稜線部におけるニホンジカの影響によるササ草原の衰退とヤマヌカボ群落の拡大

\* 石川慎吾, 中嶋宏心, 森本梓紗(高知大・理), 坂本彰(三嶺の森をまもるみんなの会)

四国山地の稜線部には広くササ原が成立している。三嶺山城を含む剣山系にはミヤマクマザサ群落の発達著しいが、数年前からニホンジカの過剰な採食圧によって稜線部のササ原が広い面積にわたって枯死しはじめ、その面積は急激に拡大している。ササ群落が大面積にわたって枯死した場所では土壌侵食が進行し、山腹の崩壊を誘発する危険性が高いので、土壌侵食の防止と生物多様性の保全を目的として30カ所以上に防鹿柵が設置された。柵内の植生は順調に回復している一方で、ミヤマクマザサは群落が完全に枯死して1年後に設置した柵内では復活したものの、2年後に設置した柵内では新生した程はほとんど確認されなかった。ミヤマクマザサ群落の回復を目指すのであれば、稗が生き残っているか、遅くとも枯死後1年以内に柵を設置する必要があるといえる。ミヤマクマザサ群落が消失した場所では土壌の侵食が進行する一方で、ヤマヌカボの優占する群落は急速に拡大していた。ヤマヌカボの種子は特別な散布器官を持たず表層土壌と一緒に流されるので、傾斜の緩やかな場所で群落の発達が良好であったが、急傾斜地でも藜苔類の植被率が高いなど、種子の流されにくい場所では実生の定着率が高かった。ヤマヌカボの種子には一次休眠性がなく、低温域が20℃以下になれば高い発芽率を示した。種子は7月上旬から8月にかけて散布されるが、高温で発芽しにくいために現地(標高約1700m)では8月下旬から9月にかけて発芽するものが多く、これは発芽実験の結果と一致していた。分蘖速度がはやく、定着1年後にはマット状の群落を形成し、土壌流失を防ぐ効果が高かった。今後、ササ枯死後の土壌侵食を未然に防止するために、ヤマヌカボを用いた早期緑化の具体的方策を検討する必要がある。

## P2-347

## 河床粗度と流速による水生昆虫への着底効果(Ⅱ) - 野外実験 -

\* 新谷 彬, 森田 英夫, 宗村 一樹, 谷野 賢二, 斎藤 裕美(東海大・生物理工)

河川の流力は流体的な力ならびに河床の形状を規定することで、水生昆虫の群集構造に影響を与えている。その中でも水生昆虫は、流れに乗って下流の生息場所へ移動し、河床へ着底する際、礫などの河床粗度の背後に形成される滞留域の循環流にて、着底率が規定されると考えられている。そこで本研究では、小河川にて3種類の粗度を設定した人工水路を用いて、河床粗度による水生昆虫の着底効果について実験を行った。本実験は、北海道札幌市南区の砥石山を水源とする中の沢川の上流(水源から約3.5km地点)において2010年6月から11月までおこなった。実験区間は約30m、川幅約1.5m、水深約15cmである。人工水路は、合板にて外枠(高さ25cm×幅21cm×奥行62cm)を構成し、河床粗度として水路底にレンガ(高さ6cm×幅20cm×奥行10cm)2個を、間隔3cm、6cm、12cmの3条件で配置した。各条件の人工水路を8個ずつ作成し、実験区間の河床に攪乱がおきないようにゆっくりと置いた。河床粗度の効果は、レンガ間隙内に設置したプラスチックケース内の水生昆虫数によって評価した。採集時は、プラスチックケースを、水生昆虫が逃げないように川から取り出し、ケース内の水生昆虫を70%アルコール水溶液にて固定した後、ラミジップケースにて保管した。本実験の結果、各レンガの間隙における水生昆虫群集の種数は有意差がなかったが、個体数には有意差がみられ、間隙の大きいレンガに高い値を示した。単位面積当たりの種数ならびに個体数はレンガの間隙により有意に異なり、狭い間隙に高い値がみられた。シンプソンの多様度については、レンガの間隙に有意差はみられなかった。本研究より、粗度により着底する水生昆虫の種に違いはみられないものの、水生昆虫の着底効果は変わると考えられる。

## P2-348

## 冬季間ノウサギに有効な餌場となりうる森林 ～冬季食性からの評価～

\* 佐藤遼太 (岩手大・農), 松木佐和子 (岩手大・農)

## P2-349

## 人為的環境に依存するアカガエルの集団構造：アカガエル2種の比較

\* 松島野枝, 高柳真世, 牧野能士, 河田雅圭 (東北大・生命科学)

日本に生息するカエル類の多くは水田を生息環境としている。しかし、水田は人工的環境であり、水田地域およびその周辺の環境は人間の営みによって大きく変わり得る。このような環境変化は、水田に依存するカエル類の生息状況に大きく影響すると考えられている。しかし、日本産両生類において、生息地の面積や周辺環境の変化が、集団サイズや集団内の遺伝的多様性にどのような影響を与えるのかは十分に明らかにされていない。

本研究では、宮城県内の水田地域で普通に見られるカエルのうち、ニホンアカガエルとヤマアカガエルを対象として、多型のある複数の核遺伝子のDNA配列を調べることで集団構造を明らかにすることを目的とした。これら2種は、宮城県内に広く分布し、水田を産卵場所として利用している。2種は生息地がかなり重なっており、同じ場所に産卵することもあるが、ヤマアカガエルの方が山地寄りに生息している。そのため、おもに平地に生息するニホンアカガエルの方が、水田の消失や開発等の人間の活動の影響を受けやすいと予想される。

里山環境の残る水田地域や周辺を住宅に囲まれた地域、島嶼等を含む各種6集団からサンプリングを行った。このうちの4集団は両種ともほぼ同じ場所から採集した。各集団のDNA配列の多型を調べ、有効集団サイズや遺伝的交流の程度、遺伝的多型を比較した。

本研究で調べた核遺伝子は両種に対して同じものを用いた。このような方法は、種特異的になり過ぎるマイクロサテライトマーカーに比べ他の種でも同様に使える可能性があり、コアレセント理論を用いた解析に利用できるという利点がある。

## P2-350

## Distribution Patterns of Vegetation and Soil Physico-chemical Properties Under Different Grazing Intensities

\*Li Min, Kenji Tamura (Grad. Sch. Life. Environ. Sci., Univ. Tsukuba, Japan), Wuyunna (Colg. Life Sci., Dalian Nation. Univ. China) Teruo Higashi (Grad. Sch. Life. Environ. Sci., Univ. Tsukuba, Japan)

In Inner Mongolia, over-grazing and over-cultivation affect the grassland ecosystem, finally lead to the desertification. The objective of this study is to describe the distribution patterns of vegetation and clarify the soil physico-chemical properties in different intensity grazing lands.

For analyzing the organic carbon (OC) and TN, 0.5mm soil samples about 150mg were taken and analyzed by NC-900. Took a  $2 \times 2 \text{ m}^2$  in sampling sites, divided the square to  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  squares, and recorded the coordinates of dominant species in each square. Then described the distribution patterns by Surfer 8.

The contents of OC in soil samples were 1.78 % -2.00 % (H), 0.87-1.17(M), and 2.04 % -2.44 % (L); the contents of TN are 0.15 % -0.23 % (H), 0.10% -0.13% (M), and 0.21% -0.34% (L). In L, the OC and TN are lower than the other two sampling sites, because of few grazing activity. The value of pH are 6.02-7.05(H), 6.15-6.50(M), and 6.42-7.09(L). The species number in sampling sites are 9(H), 14(M), and 13(L), under moderate grazing intensity, the species, the contents of OC and TN is the most. According to the Intermediate Disturbance Hypothesis, it's reasonable, and the biodiversity will keep balance.

## P2-351

## 亀岡市の水田の石組畦と盛土畦における植物群集の季節変化

\* 岡本奈保子 (京都学園大学バイオ環境学部), 今村彰生 (京都学園大学バイオ環境学部)

大規模な農地基盤整備を経験していない、伝統的畦畔が残存する京都府亀岡市曾我部町において、植物群集を調査した。季節変化や、畦畔の構造ごとの違いや微環境による違いを検証した。同時に、亀岡市千歳町の基盤整備後の水田畦畔とも比較した。

本調査では、岡本 & 今村 (2009) の調査に引き続いて、曾我部町の伝統的畦畔の特徴である、石組畦と盛土畦について、それぞれの畦の部位 (前畦、平坦面、畦畔草地、小溝、中畦) ごとに植物群集の在不在データを集めた。曾我部町で2010年4月から2010年10月にかけて、畦12地点について植生調査を行った。また、2ヶ月ごとに調査して季節変化についても検証した。基盤整備後の千歳町については、畦5地点について2010年6月から7月にかけて各地点1回の植生調査を行った。

畦全17地点で50科189種を記録した。伝統的畦畔では49科170種、基盤整備後の水田畦畔では27科87種であった。農地基盤整備前後の部位別に在、不在データをもとに分類学的な重みづけを用いてクラスター解析をした。結果、農地基盤整備後の畦を3つの部位ごとに見たとき、畦畔草地に生育する植物の種組成は、前畦に生育する植物群集と共通性が高かった。また、伝統的畦畔を季節ごと、畦組成、畦部位別に見たとき、畦の構造より季節ごとに植物群集の共通性が高かった。特に、田植え前の4月に記録した植物群集は、田植え後の6月から稲刈り後10月に記録した植物群集と共通性が低かった。植物群集を生活型ごとに分け、季節ごとに見たとき越年草は、4月にもっとも出現し、その後は少数種のみ出現している。これら、畦畔植物群集の季節変化と生活型、さらに畦の管理時期との関係についても今後の課題としたい。

