

一般講演・ポスター発表

3月17日（水）10:00-17:15

動物と植物の相互関係

進化

種多様性

数理

動物群集

動物繁殖・社会生態

動物個体群

行動

P2-001

放牧に伴う植物の種多様性と飼料価値の変動 - シミュレーションによる推定 -

吉原佑*, 岡田美弥(東北大・農)

我が国の放牧畜産は、昭和30年以降、各地に放牧地が造成され、家畜・食糧生産の場所として利用されてきた。ところが近年では、畜産物生産形態の集約化や輸入作物の増加等に伴う放牧の衰退の結果、放牧地の荒廃の進行などの問題が起きている。草地には、多面的な機能が備わっていることが知られている。極相が森林である我が国は、放牧利用をされることで牧草地は草地として維持される。放牧により維持された牧草地は、生態系サービスの供給の場としても機能するものと考えられる。我が国の放牧草地の多くは、生産量の向上を目的とした人工(改良)草地である。野草地の生産力は人工草地には及ばないものの、各種資材やエネルギーの投入量が極めて低く、環境への負荷が小さいため、近年、生態系の持続的管理の観点から評価されている。これまで、草地の中で放牧草地は特に生産の場としての認識が強かったため、その多面的な機能の評価が十分に行われてこなかった。そこで本研究では、持続的で、かつ安定した生態系サービスを提供することのできる放牧技術の構築に向け、3つの放牧生態系(牧草区、野草区、牧草・野草混合区)で生産性と生態系サービスの供給性、持続性を評価を行う。本年度は放牧による植物の種多様性と飼料価値への影響の予測を行った。

ウシによる活動の中でも、グレイジングは特に植物の種構成を大きく変化させるものである。また、日本の草地のように地形の起伏が大きく、降雨量が多い地域ではウシの蹄等により裸地が発生しやすい。さらに、草地内にはウシの選択採食等により不食過繁地のように攪乱を受けていない場所も存在する。そのため、放牧草地を二次元空間として捉えた場合、グレイジングを受けたパッチ、裸地、攪乱を受けていないパッチに大別される。よって、これら3つの空間割合を変化させることで(空間ベースによるシミュレーション)、放牧による植物の種多様性への影響予測を行った。

P2-003

ミヤマガマズミとコバノガマズミにおける訪花昆虫の共有パターン

*宇都宮 大輔, 笠木 哲也, 中村 浩二(金沢大)

近縁なスイカズラ科植物であるミヤマガマズミとコバノガマズミは、北陸地方では落葉広葉樹林内で同所的に生育することが多い。ミヤマガマズミは4月下旬~5月上旬、コバノガマズミは5月上旬~中旬に開花し、両種の開花が重なる時期がある。金沢市郊外で、ミヤマガマズミとコバノガマズミの訪花昆虫相および訪花頻度を調べ、両種の開花時期と訪花昆虫をめぐる競合状況の関係を検討した。

ミヤマガマズミのみが開花する時期(4月下旬)を1stステージ、両種が開花する時期(5月上旬)を2ndステージ、コバノガマズミのみが開花する時期(5月中旬)を3rdステージとした。訪花昆虫の個体数はステージ後期ほど増加した。全個体数のうち約85%が甲虫目だった。甲虫目では23種中上位4種が約90%を占めた。このうち、ガマズミトビハムシは1stステージのミヤマガマズミのみを訪花した。他の3種(キバネホソコメツキ、クロフナガタハナノミ、キイロハナムグリハネカクシ)はガマズミ両種を訪花した。これら4種をまとめた訪花頻度は、ミヤマガマズミでは1stステージに比べて2ndステージで低下し、コバノガマズミではステージ間で有意差がなかった。2ndステージにおけるミヤマガマズミへの訪花頻度の低下は、ガマズミトビハムシの訪花がなくなったためだった。ガマズミトビハムシを除く3種の訪花昆虫について、2ndステージの両種の開花割合から期待される訪花個体数を実測値と比較した。キイロハナムグリハネカクシを除く2種は、期待値よりもコバノガマズミへの訪花個体数が多かった。

ミヤマガマズミとコバノガマズミは訪花をめぐる競合している可能性がある。また、ミヤマガマズミは早期に単独で開花してガマズミトビハムシの訪花を受けていた。両種の訪花昆虫をめぐる競合がミヤマガマズミの開花時期の早期化に関与している可能性が示唆された。

P2-002

アカネズミのミトコンドリアDNAハプロタイプの多様性が高い植生について

大塚裕貴, 白子智康, *南基泰, 上野薫(中部大・応用生物)

アカネズミ(*Apodemus speciosus*)の個体数及び遺伝的多様性に寄与する餌条件、カバー条件等は、生息地の植生に大きく左右されると考えられる。本研究では、植生ごとにアカネズミの個体数変動及びミトコンドリアDNA D-loop領域のDNA多型の検出を行い、捕獲個体数及び遺伝的多様性が高い植生を検討した。調査期間は2004年5月~2009年3月、調査地は中部大学研修センター(岐阜県恵那市武並町:北緯35度25分、東経137度21分、標高340m、総面積40万平方メートル)内の植生を代表する草地区、ヒノキ人工林区、落葉広葉樹二次林区とした。各区内には12×12mのコドラートを3面ずつ設置し、捕獲はシャーメントラップを用いて記号放逐法で毎月1回3連夜で行った。

全区で合計26ハプロタイプ(141個体)が確認され、調査期間中、全区でハプロタイプ数及び捕獲個体数共に増加傾向にあった。また、調査期間中の合計は、落葉広葉樹二次林区(20ハプロタイプ、71個体)、ヒノキ人工林区(17ハプロタイプ、38個体)、草地区(15ハプロタイプ、51個体)となり、捕獲個体数とハプロタイプ数の間には正の相関($r_s = 0.78$, $p < 0.05$)が認められた。このことから、捕獲個体数の多い植生ほどハプロタイプ数も高くなる傾向が示された。雌雄別にみると、2004年度を除く全ての調査期間を通して落葉広葉樹二次林区で雄の捕獲個体数及びハプロタイプ数が多かった。しかし、草地区、ヒノキ人工林区では、雌雄間で捕獲個体数及びハプロタイプ数共に差は認められなかった。また、ハプロタイプによる植生の嗜好性も認められなかった。以上より、捕獲個体数及び遺伝的多様性共に落葉広葉樹二次林区で多くなった。

P2-004

葉食性昆虫マイマイガの発育における緑化樹の餌としての適合性

*亀井幹夫(広島総研林技セ), 軸丸祥大(広島総研農技セ)

日本に生息するアジア型マイマイガの北米大陸への侵入を防ぐ措置としてアメリカ・カナダ両国政府は、2009年現在、広島を含む我が国の10港をハイリスク港に指定している。成虫発生時期にハイリスク港を経由した船舶が両国の港に入る場合、日本国内で不在証明書を取得しておくか、アメリカまたはカナダの当局機関による入港前の沖合検査を義務付けられており、貿易上の障害となっている。港湾周辺の本種の密度が閾値を越えるとハイリスク港に指定されるため、指定解除に向けては港湾周辺の本種密度を低下させる必要がある。マイマイガは広範囲の樹種を餌とすることから、港湾周辺に多く分布する緑化樹も餌として利用していることが考えられる。緑化と本種の発生抑制を両立させるためには、マイマイガ幼虫の餌として適しているかどうかに基づいて植栽樹種を選ぶことが求められる。そこで本研究では、広島県南部で採取した卵塊由来の幼虫に、広島港周辺に多く分布していた緑化樹を中心に選んだ15種の葉を与えて、生存率を比較した。1齢期間中に全幼虫が死亡した樹種は、クロマツ、ソメイヨシノ、キョウチクトウ、ナンキンハゼ、カイヅカイブキ、ヤマモモ(旧年葉のみ)、コジイ、センダンであった。一方、成虫まで達した樹種は、ニセアカシア、ヤマモモ(当年葉のみ)、ケヤキ、コナラ、ポプラであった。このことから、樹種により本種の餌としての適合性には大きな違いがあることが示された。また、ソメイヨシノは一般的には本種の餌として不適な樹種と考えられていないことから、本種の地域個体群間で各樹種の餌としての適合性に違いがあることが示唆された。

P2-005

東京都奥多摩において下層植生がなくなった森林にシカ
の食物資源は存在するか

* 及川真里亜, 梶光一 (農工大・連大), 中村健一, 田村哲生 (東京都農
林総合研究センター), 新井一司 (前 東京都農林総合研究センター)

下層植生がほとんど存在しなくなった森林においても多数のシカ
の生息が報告されている。このような地域ではシカの体サイズの小型
化や妊娠率・幼獣の生存率の低下が観察されているが、高密度を
維持する十分な食物量が存在していることが考えられる。本研究で
はシカが高密度で生息している東京都奥多摩において、下層の植物
および枯死体の現存量を測定し、食物量を推定することで、下層植
生がなくなった森林にシカの食物資源が存在するか明らかにした。
方法: 落葉広葉樹林、針葉樹林、防火帯、伐採跡地、常緑広葉樹林
から12地点を選定し、シカの採食を防ぐケージを1調査地に6箇所
ずつ設置し、設置30日後にケージ内の1.0m × 1.0mの範囲で植物種、
部位ごとに刈り取り、リターを採取して乾燥重量を測定し植物資源
量とした。それぞれN含量とNDF含量(繊維量の指標)を測定し、
シカが生存する上で最低限必要と考えられるN含量を基準に植物資
源量から食物量(利用可能量)を算出した。調査は夏季と冬季に行
った。また、枯死体を食物として利用できるのか、落葉及びそれに
近い繊維含量を持つチモシーを飼育個体に採食させ採食量を比較した。

結果とまとめ: 植生相によっては植物資源量と食物量が大きく異
なり、例えば6m²あたりの植物資源量は夏季の伐採跡地が965g、落
葉広葉樹林は170gであったが、食物量はそれぞれ175g、120gにな
った。食物中の枯死体の割合は夏季・冬季ともに落葉広葉樹林が特
に高くどちらも98%以上であった。また、シカの落葉の採食量はチ
モシーの61~97%になったことから、シカは落葉を食物として利用
できる可能性が示唆された。これらの結果から下層植生がほとんど
存在しないような森林では枯死体が重要な食物資源となっていると
考えられた。

P2-007

森林棲齧歯類3種におけるタンニン摂取量推定法の開発
—糞中プロリン含有率を指標として—

* 島田卓哉 (森林総研・東北), 西井絵里子 (北大・環境科学院), 齊藤隆
(北大・FSC)

【目的】堅果類は森林性齧歯類の重要な資源であるが、ある種の
堅果は被食防御物質タンニンを多量に含むことが知られている。演
者らは近年、アカネズミが唾液中のプロリンリッチプロテインとタ
ンナーゼ産生腸内細菌の働きを介した馴化作用によってタンニンの
有害な影響を克服していることを明らかにした。タンニンに対する
馴化の詳細な過程を明らかにするためには、野外でのタンニン摂取
量の推移を解明する必要がある。しかし、夜行性小型哺乳類の場合、
直接観察や胃内容物分析によってこの問題を解決することは難しい。
そこで、糞に含まれる化学成分を手がかりとして、小型哺乳類に適
したタンニン摂取量の評価手法の開発を行った。

【方法】飼育下でアカネズミ、ヒメネズミ、エゾヤチネズミにタ
ンニン含有率の異なる飼料を供給し、糞中のタンニン含有率(radial
diffusion法)、フェノール含有率(Price-Butler法)そしてアミノ酸
の1種であるプロリン含有率(塩酸加水分解法)を測定した。

【結果】アカネズミとヒメネズミに関しては、プロリン含有率がタ
ンニン摂取量と高い相関を持つことが明らかになったが($R^2 = 0.79$ -
 0.89)、他の成分は有意な相関を示さなかった。摂取したタンニンの大
半がプロリンリッチプロテインと結合し糞へと排泄されたため、こ
のような結果になったと考えられる。一方、エゾヤチネズミに関し
てはこのような関係は認められず、糞中プロリン含有率も他種に比
べて低い傾向があった。エゾヤチネズミにおいては、プロリンリッ
チプロテインが十分に分泌されていない可能性がある。

【結語】アカネズミとヒメネズミに関しては、糞中プロリン含有率
を用いて野外でのタンニン摂取量を定量的に評価することが可能と
なった。野外個体群への適用についても報告する予定である。

P2-006

アブラムシが誘導するダイズの母性効果が次世代の実生
上のアブラムシのコロニー成長に影響する

* 片山昇, Alessandro Oliveira Silva, 大串隆之 (京大・生態研セ)

ある種の植物では、植食者に食害された場合、生産する子(種子
or 実生)の質や防衛レベルを変化させることが知られている。この
ような母性効果は、世代を超えた表現型可塑性であり、次世代の植
物上での植食者の個体群動態に影響しうる。

アブラムシの食害は、植物体内のサリチル酸濃度の変化を引き起
こすことで、葉の窒素濃度やフェノール含有量の変化をもたらすこ
とが知られている。このようなアブラムシが誘導する反応は、種子
体内の化学成分の変化を介して、次世代の実生の質を変えるかもし
れない。前年にアブラムシ密度を三段階(0、低、高)に変化させ
て栽培したダイズから種子を回収し、それらを同一の環境下で発芽
させ、実生の葉の形質(トリコーム密度、CN比、およびフェノ
ール含有率)について調べた結果、葉のフェノール含有量(化学防衛
の指標)に実生間で違いはみられなかったが、母植物がアブラムシ
に食害された場合、子の実生では葉のトリコーム密度(物理防衛の
指標)や窒素含有率(葉の質の指標)が高かった。またこれらの実
生上にアブラムシを10個体ずつ放飼し、2週間後に実生上のアブラ
ムシの個体数を測定したところ、母植物がアブラムシに食害された
場合の実生で、アブラムシの個体数が多かった。アブラムシが誘導
するこれらの母性効果の生理的メカニズムや、その母性効果がダイ
ズにとって適応的かについて評価するためには、さらに解析する必
要があるが、今回の結果は、母植物の食害経験は、次世代の実生上
でのアブラムシのコロニー成長に正の効果をもたらすことを示唆し
ている。

P2-008

アリ-アリ植物オオバギ共生系に共生カイガラムシは必
要か?

* 半田千尋 (京大院・人環), 市岡孝朗 (京大院・人環)

アリ類に植物体の一部を巣場所として提供し、それらのアリ類と
密接な相利共生関係を結ぶ植物種は「アリ植物」と呼ばれる。熱帯
域では、このように特殊な進化を遂げたアリ植物が多く見られ、そ
れらは広い分類群にわたっている。東南アジア熱帯雨林を中心に分
布するオオバギ(*Macaranga*)属は、アリ植物を20種以上含み、ア
リ植物のオオバギは、それぞれの種と特異的な共生関係をもつアリ
種(主に*Crematogaster*属)に、巣場所となる中空の茎だけでなく、
餌となる栄養体を分泌して提供している。一方、共生アリはオオバ
ギ上のみで生活して植食者などからオオバギを防衛しており、アリ
-アリ植物オオバギの間には相利共生関係が成立している。さらに、
アリの巣であるオオバギ茎内部には半翅目昆虫であるカイガラムシ
(*Coccus*属)が共生している。アリ植物内にカイガラムシが共生す
る例は多くの分類群で知られており、カイガラムシはアリ植物とア
リの共生系において重要な役割を担っている可能性が考えられる。
しかし、茎内部に生息しているカイガラムシの生態解明は困難であ
り、カイガラムシの役割はこれまでにほとんど明らかにされてこな
かった。本研究では、オオバギの実生を用いてカイガラムシの有無
を操作する実験を行い、本共生系におけるカイガラムシの役割につ
いて検証した。その結果、カイガラムシを導入したオオバギ株内
ではオオバギの成長に伴いアリの個体数が増加したのに対し、カイ
ガラムシを導入せずにカイガラムシ不在状態を維持したオオバギ株
ではオオバギが成長してもアリの個体数は増加しなかった。このこ
とから、アリのコロニー成長にはカイガラムシが必要であり、共生
カイガラムシの存在はアリ-アリ植物オオバギ共生系の維持に不可欠
であると考えられる。

P2-009

植食性昆虫の糞が土壤栄養動態に与える影響

加賀田秀樹(京大・生態学研究センター)

土壤表面に落下した植食性昆虫の糞は、土壤の栄養動態に大きな影響を与えることが、森林生態系を対象とした研究によって明らかになってきた。本研究では、人為的に施肥がおこなわれる農業生態系におけるコマツナ・ヨトウガの関係を対象として、施肥によって変化するヨトウガの糞の化学特性が土壤の栄養動態にどのような影響を与えるのかを調査した。

施肥はコマツナ葉の窒素含量を増加させ、それを摂食したヨトウガの糞ではアンモニア態窒素含量が著しく増加した。このような施肥コマツナ由来の糞を散布した土壤を培養すると、アンモニア態窒素は高濃度に維持されたが、施肥を行わなかったコマツナ由来の糞を散布した土壤では、土壤のみを培養した区よりも、かえってアンモニア態窒素濃度が低下した。また、ポット植えのコマツナに施肥コマツナ由来の糞を散布すると、生長量が増加したが、施肥を行わなかったコマツナ由来の糞を散布すると、糞を散布しなかった区よりも生長量が減少した。これらのことから、土壤の栄養動態に対する植食性昆虫の糞の効果は、糞の化学特性によって大きく異なることが明らかになった。

P2-011

イヌヤマハッカ群(シソ科ヤマハッカ属)の花筒長変異と遺伝的分化

* 堂園いくみ(神戸大・人間発達環境), 鈴木和雄(徳島大学)

シソ科ヤマハッカ属のイヌヤマハッカ群は、花筒長の地理的変異が大きく、その変異は送粉者マルハナバチの口吻長と対応がみられる。送粉者である3種のマルハナバチは、口吻の長さとし息する標高が異なっており、マルハナバチ相の違いが、イヌヤマハッカ群の花筒長変異と遺伝的変異に影響していると予想される。本研究では、イヌヤマハッカ群15集団において、花筒の長さを測定し、アロザイム酵素多型解析を行った。

集団間で花筒の長さは有意な違いがみられた。マルハナバチ相に影響する要因(緯度・経度・標高差・花筒長差)を検討するため重回帰分析をおこなった結果、マルハナバチ相を決める要因は標高であった。また、標高は花筒長と強い相関がみられたことから、標高によるマルハナバチ相の違いが花筒長変異に影響を与えていると考えられる。

アロザイム酵素多型解析の結果、集団間の遺伝的分化は有意に高かった($G_{ST} = 0.36$)。遺伝的分化に影響する要因(集団間の距離、標高差、花冠長差)を検討するため、重回帰分析を行った結果、標高が影響している傾向はみられたが、統計的に十分な支持は得られなかった。イヌヤマハッカ群の形態的・遺伝的分化のメカニズムを明らかにするためには、複数の山地において標高経度に沿って集団を選び、マルハナバチ相・花筒長の変異・遺伝的解析を行う必要がある。

P2-010

植食者の違いがブタクサの分解過程に及ぼす影響

三浦和美, 大申隆之(京大生態研)

植物は植食性昆虫による加害を受けた後、葉の質が大きく変化する(Karban and Baldwin 1997)。このため、加害を受けた植物個体のリターの質の変化が、土中でのリターの分解速度や養分動態に間接的に影響することが明らかになりつつある(Hunter 2001, Chapman 2006, Crutsinger et al. 2008)。多くの植物では、複数種の植食性昆虫が加害する(Strong et al. 1984)。しかし、これまで、ゴール昆虫といった特定の昆虫による加害がリターの分解速度や養分動態に及ぼす影響が検討されてきたが(Crutsinger et al. 2008)、複数種の昆虫による加害が及ぼす影響を検討した例は少ない。北米原産の一年生草本のブタクサ、ブタクサを加害する北米から近年侵入した咀嚼性のブタクサハムシ、および吸汁性のアワダチソウグンバイを材料に、ブタクサハムシとアワダチソウグンバイの摂食様式の違いに注目して、これらの昆虫に加害されたブタクサの葉のリターの質の変化と土中での分解過程に及ぼす影響を調べた。特に、(1)加害した昆虫が異なるブタクサのリター間で分解速度を比較した。(2)養分動態として、窒素とリンのリター含有率の経時変化を把握した。(3)リターの分解速度や養分動態に影響する要因として、リターに含まれる総フェノール性化合物の含有率を計測した。これらの結果から、摂食様式が異なる植食性昆虫による加害がリターの分解速度と養分動態に及ぼす影響を検討する。

P2-012

藻食性巻貝バテイラが褐藻類カジメの生長に与える影響

* 吉見仁志(筑波大・下田臨海), 岩瀬嘉之(大日本塗料), 河津直行(河津建設), 土屋泰孝, 佐藤壽彦, 品川秀夫, 青木優和(筑波大・下田臨海)

カジメ *Ecklonia cava* はコンブ目に属する大型褐藻である。カジメの主要グレーザーのうち、ウニや藻食魚類の摂食圧はしばしば破壊的であることが知られている。一方で藻食性巻貝類がカジメに与える影響については実証的研究が少ない。カジメ葉上に類出するバテイラ *Omphalius pfeifferi pfeifferi* は水産資源としても重要な藻食性巻貝である。本研究では、密度制御したバテイラのカジメ摂食量を定量することによって、バテイラがカジメの現存量および生長に与える影響を調べる。

実験は次の2つを行った。1) 生簀実験: バテイラ1個体とカジメ片を入れた容器を水深約3mに垂下し、2週間ごとにバテイラの成長とカジメの湿重量を記録した。2) 野外囲い込み実験: 上面が1m×1m、高さ0.5mのコンクリートブロック(河津建設製)の天面を高さ15cm、厚さ5cmのコンクリート枠で囲い、枠の表面に銅塗料(大日本塗料製シーブルーキング)を塗布した。銅塗料はバテイラの移動を阻害する。これを海底に設置し各ブロックにはカジメを4本移植後にバテイラをそれぞれ0, 30, 60個体投入した。1週間毎にカジメの生長とバテイラの個体数を記録し、実験開始時と終了時にはカジメ藻体を計量した。また、実験終了時には区画内のクロロフィル定量も行った。

実験の結果から、バテイラの摂食圧がカジメの生長に与える影響は小さいことが示唆された。バテイラはカジメ葉上部表面を薄く削るように摂食しており、高密度区でも実験期間中にカジメの生長点部分を侵すことはなかった。一方で、ブロック上の付着珪藻がバテイラ区で大きく減っていたことから、珪藻類に対する摂食圧も考慮した解析を行っている。

P2-013

高CO₂と窒素付加環境で生育した落葉広葉樹個葉の被食
防衛物質の局在

*日向潔美(北大院・農), 渡邊陽子(北大・北方生物圏セ), 渡辺誠(北大院・農), 北岡哲・飛田博順・上村章・宇都木玄(森林総研・北海道支所), 小池孝良(北大院・農)

近年進行中の大気CO₂濃度の上昇や窒素沈着量の増加等の生育環境の変化により、樹木の被食防衛能は変化すると予想される。これにより樹木と植食者の相互関係が変化する可能性があり、環境変動による樹木の被食防衛能の変化について明らかにする必要がある。樹木の被食防衛能の1つに、葉内の被食防衛物質(フェノール類など)の生産がある。落葉広葉樹では、被食防衛物質の生産と成長は両者とも光合成産物を利用するためトレードオフの関係にあると考えられ、量的に限られる防御物質を葉内に均一に分布させるのではなく、重要な器官や組織などに局在させて効率よく防御していると考えられる。従来の研究では、化学分析による被食防衛物質の同定と定量を行ってきたが、葉内の被食防衛物質の局在については明らかにされていない。そこで本研究では、高CO₂と窒素付加環境で2年間生育させた落葉広葉樹3種(ブナ、ミズナラ、ホオノキ)の葉の被食防衛能について、被食防衛物質の局在の視点からの解明を目指した。その結果、ブナでは高CO₂処理により被食防衛物質質量が増加、窒素付加により減少し、ミズナラでは高CO₂処理により増加したが、両樹種とも環境変動に対応した被食防衛物質の局在部位の変化は見られなかった。ホオノキでは高CO₂や窒素処理による被食防衛物質の量や局在への影響は見られなかった。以上より、将来予測される高CO₂環境や窒素沈着量の増加により樹木の被食防衛能は変化しうることを、その応答は樹種により異なることが示唆されたが、局在パターンは種特有の応答が予想される。

P2-015

広葉樹二次林における堅果資源量から見たツキノワグマ
生息地評価

小野 晋((株)地域環境計画), 青井俊樹(岩手大・農)

P2-014

ツキノワグマによるクマ棚の形成

*高橋一秋(長野大・環境ツーリズム), 高橋香織(信州大・遺伝子), 柳貴洋(長野大・環境ツーリズム)

ツキノワグマは樹上の果実を食べるために樹木に登り、果実のついた枝を折り一箇所にたぐり寄せながら果実を採食する。その際に樹上にできる枝の塊は「クマ棚」と呼ばれている。クマ棚の形成は、時に林冠の一部を著しく破壊し、小規模のギャップを形成することがある。このことから、ギャップ形成に伴う光環境の改善が樹冠下の植物の生長・開花・結実に影響を与えるとの仮説が成り立つ。本研究では、この仮説を実証するための基礎研究として、クマ棚の分布(尾根・斜面・沢)とツキノワグマによる樹木の選好性を明らかにすることを目的とした。

調査は、2007、2008、2009年の10月～12月に長野県軽井沢町長倉山国有林で行った。約3km²の落葉広葉樹林を踏査し、クマ棚のある樹木の位置をGPSで測定した。また、それらの樹種・樹高・胸高直径、樹木1個体当たりのクマ棚の個数、林冠内のクマ棚の位置、折られた枝のサイズを計測した。2009年には、10m×50mの調査区を林内に36個設置し、胸高直径15cm以上の樹木を対象に毎木調査を行い、クマ棚の有無を記録した。これらの調査データから、クマ棚を形成する樹木に対する選好性を解析し、ツキノワグマが林冠部のギャップ形成に果たす役割について考察する。

P2-016

果実14種の結実量の時期・年次変化とツキノワグマ
の採食行動の関係

*中島亜美(東京農工大・農), 小池伸介(東京農工大), 正木隆(森林総研), 山崎晃司(茨城県博), 梶光一(東京農工大)

果実の利用可能量がツキノワグマ(*Ursus thibetanus*)の採食行動に与える影響を明らかにするために、栃木県日光足尾山地において果実13種の結実量およびクマの採食痕跡の時期・年次変化を調査した。調査は2008年および2009年の7月から11月に10日におきに行なった。標高650mから1600mに3つのルート(各2～2.5km)を設定し、標高100mおきに20m×20mのプロットを配置した。プロット内の調査木を対象に双眼鏡を用いて単位樹冠面積当たりの果実数を推定した。次いで、調査地における各樹種の平均樹冠面積と果実一個あたりのエネルギー量をかけ合わせ、カロリーベースでの結実量を推定した。同時にクマの採食痕跡をルート上で記録した。

夏は結実樹種数及び結実量が少ないため、クマはその時々結実している果実を利用した。一方、秋はミズナラ、コナラの堅果が結実量の大半を占め、ミズナラは結実量に関わらず主要な採食物として利用された。それらの利用開始時期はその果実の結実量の最大時ではなく、直前の採食物の結実量の減少に影響されていた。また、主要な採食物が移り変わる移行期には採食品目数が増加する傾向が見られた。これらことから、クマは、夏は少ない食物資源量に敏感に反応して採食物を選択する一方、秋は選択的にミズナラを利用することが示唆された。また、採食物を探索する過程で移動距離が増え、ランダムに行き当たる果実種を食べた結果、相対的に採食品目が増えた可能性が考えられた。さらに、2008年はより採食痕跡数が多く、標高が集中していたのに対し2009年は少なく広い標高域にばらついた。このような採食パターンの違いは結実量だけでなく結実時期・期間、特にミズナラ堅果が樹上で利用可能である期間が影響している可能性が考えられた。

P2-017

アカメガシワにおける人為被食処理とアリ随伴による花外蜜分泌の誘導

*山尾 僚 (鹿児島連大・農水圏), 鈴木信彦 (佐賀大学・農)

アカメガシワはトリコームによる物理的防御や腺点による化学的防御のほかに、花外蜜腺と Pearl body によりアリを誘引し、植食者を排除させる生物的防御を行う。これまでにアカメガシワは土壌環境や光環境に応じて各防御形質を可塑的に変化させていることを明らかにしてきた。しかし、アカメガシワが生物的条件に応じてどのように防御形質を発達させるのかは明らかになっていない。本研究では、人為的被食処理とアリ随伴が各防御形質の発達におよぼす影響を評価した。花外蜜を利用する生物を排除した温室にアカメガシワのポット苗 18 株を設置し、10 株のすべての葉の 50% を切葉した。すべての花外蜜を水で洗い流し、24 時間毎に 11 日間花外蜜の分泌量を測定した。さらに、60 株を野外に設置し、30 株に同様の被食処理を行い、後に形成された葉の防御形質を調べた。その結果、被食処理によって花外蜜の分泌は 7 日間誘導された。被食処理後に形成された 1 枚目と 2 枚目の葉の花外蜜腺数は対照株より多かったが、腺点密度やトリコーム密度は変化しなかった。オオズアリを除去した温室にアカメガシワのポット苗 10 株を設置し、5 株の対照株では 24 時間毎に 11 日間花外蜜分泌量を測定した。5 株の処理株ではアリを除去してから 5 日目にアリを 24 時間随伴させ、再びアリを除去し、その後 24 時間毎に 6 日間花外蜜分泌量を調べた。その結果、アリ随伴は花外蜜分泌を誘導したが、花外蜜分泌量は被食処理により誘導された花外蜜分泌量より有意に少なかった。人為被食とアリ随伴処理により誘導された花外蜜をオオズアリに与え、選好性を調べた結果、被食処理およびアリ随伴により誘導された花外蜜へのアリの選好性に違いはみられなかった。以上の結果から、被食とアリ随伴により花外蜜分泌が誘導され、アカメガシワは生物的条件に応じた効率のよい生物的防御を行っていることが示唆された。

P2-019

琉球列島におけるゲットウ(ショウガ科)の訪花動物相(予報)

*小林 峻, 伊澤雅子, 傳田哲郎 (琉球大・理)

動物と植物の相互関係については、花粉媒介に関する多くの研究が行なわれている。しかし、それ以外にもさまざまな目的で動物は花を利用していると考えられる。本研究ではゲットウ(ショウガ科)を対象として、その開花時期を通した訪花動物相を明らかにすることを目的とした。ゲットウは亜熱帯アジア原産の多年生植物で、花粉媒介者としてはハナバチ類が知られている。

調査1では、沖縄島、西表島、南大東島でゲットウの開花時期に月1回程度24時間観察を行い、訪花動物を採集した。調査2では、沖縄島で5-7月にほぼ週1回計13回、設定したルート沿いで花内の動物の種と個体数を午後、夜、朝に記録した。

全調査期間で、沖縄島では9日20科33種以上の昆虫が花の中で観察され、他にもマイマイ目やクモ目等4種以上が記録された。また、西表島では9日22科26種以上の昆虫が記録され、昆虫以外にも3種以上が記録された。南大東島では6日7科9種の昆虫のみが記録された。また、花の中ばかりでなくつばみなどに訪れる種も観察され、それらの種を合わせると3島で計81種以上となった。

ゲットウを訪れる動物相は、島、時間帯、時期、天候等により異なっていた。その中でも、ハナバチ類は昼のみに採蜜を行っており、島ごとに記録される種構成が異なっていた。他に昼に出現個体数が増加したのはアザミウマ類やゾウムシであり、繁殖行動や採餌を行っていた。逆に、夜に出現個体数が増加したのはショウジョウバエ、アリ類、ガ類であり、繁殖行動や採蜜が見られた。クモ類などでは待ち伏せらしき行動もみられた。また、湿度が90%以上になるとマイマイ目が急増した。

これらのことから、動物が花を訪れる目的は、採蜜、採餌、繁殖などがあり、それぞれの目的や条件によって花の利用の仕方が異なると考えられた。

P2-018

ヤクシカの採食が常緑低木ボチョウジの葉の動態に与える影響

*野邊麻梨子, 相場慎一郎 (鹿児島大・院・理工)

世界自然遺産に指定されている屋久島において、近年ヤクシカの爆発的増加による植生破壊が危惧されている。本研究は、ヤクシカの採食が下層樹木に与える影響を明らかにすることを目的とし、低地林の常緑低木ボチョウジを1年間観察して、採食圧の異なる枝の葉の動態を比較した。観察した枝131本におけるヤクシカによる被食葉数の割合は、年間の平均で各枝0~68%であった。これらの枝を、被食が全くない枝(被食葉数割合0%)、被食が低程度の枝(1%~13%)、被食が高程度の枝(14%~69%)の3つの集団に分け、それぞれの1年間の季節的動態を比較した。被食なし集団の枝あたり年平均葉数は9.6枚、低程度集団が12.4枚、高程度集団が8.8枚であった。被食葉数割合と葉数には有意な負の相関が見られず、被食程度の高さが葉数の減少を招くとはいえなかった。枝あたり年平均展葉速度は、被食なしが5%、低程度が6%、高程度が8%であった。被食葉数割合と展葉速度には有意な相関が見られた。枝あたり年平均落葉速度は、被食なしが4%、低程度が5%、高程度が9%であった。被食葉数割合と落葉速度にも有意な相関が見られた。展葉速度と落葉速度には有意な相関が見られ、落葉が盛んな枝は展葉も盛んに行っている可能性が考えられた。

3つの集団で共通していたのは、1)年間を通じて展葉と落葉を行う順次開葉型の動態を示した、2)展葉は6月と9月にピークがあり3月から4月にもっとも減少した、という2点であった。大きく異なっていたのは、1)中程度>低程度>被食なしの順に年平均展葉速度が高かった、2)被食なしと低程度の枝では落葉の季節的動態がほぼ同じだが、高程度の枝のみ盛んに落葉が起きた、という2点であった。

P2-020

コナガ幼虫食害植物に対する寄生蜂の誘引性：生得的反応と学習の効果

*米谷衣代 (ベルリン自由大), 上船雅義, 高林純示 (京大・生態研)

寄生蜂は、寄主である植食者を探す手がかりとして、植食者の食害を受けている植物が放出する植食者誘導性揮発性物質を利用する場合がある。コナガサムライコマユバチ (*Cotesia vestalis* 以下、コマユバチ) は、アブラナ科のスペシャリスト植食者であるコナガ (*Plutella xylostella*) の幼虫寄生蜂である。本研究では、コナガ幼虫が誘導した植物揮発性物質 (*P. x*-IPV) のコマユバチに対する誘引性に関して、アブラナ科のキャベツ、コマツナ、ダイコン3種を用いて調べた。特に各植物由来の *P. x*-IPV に対してコマユバチの反応性が、蛹化後にそれらを経験した場合としない場合でどのように変化するのかに注目した。まず、各植物の *P. x*-IPV を経験していないコマユバチは3種それぞれの健全株より食害株に選好性を示した。このとき、キャベツの食害株はコマツナやダイコンの食害株よりコマユバチに対して高い誘引性を示した。さらに、コマユバチはキャベツの *P. x*-IPV を経験すると、キャベツでは非常に高い割合で食害株を選んだが、コマツナとダイコンでは健全株と食害株を同じように選んだ。一方、コマツナの *P. x*-IPV を経験したコナガコマユバチはキャベツの食害株とコマツナの食害株で同等の選好性を示した。これらの誘引性の違いや学習の違いに関わる揮発性物質を見つけるために、植物3種それぞれの健全株と食害株の揮発性物質を分析した。今回の発表でこれらの解析結果を報告する。

P2-021

アリ植物の共生アリにおけるホストレースの発見とその分布の地理的モザイク性

*片岡陽介(信大・理・生物), 乾陽子(大阪教大・教), 市岡孝朗(京大院・人環), 上田昇平(信大・理・生物), S-Quek(Harvard Univ.), 市野隆雄(信大・理・生物)

東南アジア熱帯雨林に生育するアリ植物オオバギ属は、*Decacrema* 亜属のアリと絶対共生関係を結んでいる。これまでの研究から、このアリグループは mtDNA を用いた分子系統解析により 17 系統に分けられ、幹形質によってまとめられる 3 つのオオバギ種群に対し、それぞれのアリ系統が大まかな寄主特異性を示すことが明らかになっている。しかし、アリ系統は主要なパートナーであるオオバギ種群と関係を保ちながら、稀にその他のオオバギ種群とも関係を持っている。しかし、このような一見ジェネラルな共生関係もよく調べてみれば、広共生性アリの系統の中に狭共生性の亜系統(ホストレース)が存在するというかもしれない。しかし、このようなより細かな視点での検証はこれまでおこなわれていない。

本研究では、生息域が広く、かつ複数のオオバギ種群と関係を結んでいる 1 つのアリ系統に注目し、その系統内の mtDNA ハプロタイプと共生パートナーとの関係を詳細に見ることで、ホストレースの可能性を検証した。その結果、注目した系統には、他と区別できる mtDNA 亜系統が存在し、他とは異なる寄主特異性を示すことが分かった。また、異なるオオバギ種群に特異性を示す 2 つの亜系統が同所的に存在しており、2 つの亜系統間では、それぞれの寄主であるオオバギ上での行動(茎を登る能力)に有意な違いが認められた。この茎を登る能力の違いがそれぞれのオオバギ種群への特殊化と寄主特異化を促していると考えられる。これらの結果から、広共生性オオバギ共生アリ系統は、寄主特異性の異なる複数の亜系統から構成されていることが明らかになった。

P2-023

アワダチソウグンバイがセイタカアワダチソウのリターの初期分解に及ぼす影響

*鈴木智之, 安東義乃, 大串隆之(京大生態研)

リターの分解速度にその質が大きく影響していることは広く知られている。また、植物の質が昆虫の食害によって変化することも明らかにしてきた。近年、植物の遺伝型やクローンによってリターの質が異なるという報告も増えている。加えて、植物の遺伝子型によって誘導反応が異なる例も報告されている。しかし、植物の遺伝型やクローンの効果と、食害の効果、両者の交互作用を分離した研究は少ない。本研究では、 $<1>$ 植物のクローンと昆虫の食害がリターの質に及ぼす影響を分離して検討し、 $<2>$ リターの質が分解速度に及ぼす影響を検討した。

$<1>$ 地下茎で繁殖するセイタカアワダチソウ *Solidago altissima* と優占植食者アワダチソウグンバイ *Corythucha marmorata* を用いたケージ実験を行った。セイタカアワダチソウの 3 種のクローンに、アワダチソウグンバイの食害量を尺度に未食害・低食害・高食害の 3 つの処理を施し、処理前後の生葉の質(C・N含有率)と処理期間中に生産されたリターの質(C・N含有率、総フェノール量)を測定した。リターのN含有率について処理区間で有意差が見られ、未食害<食害という結果になった。クローンの効果はリター中の総フェノール量についてのみ見られた。クローンと食害の交互作用は見られなかった。

$<2>$ セイタカアワダチソウのクローン 9 種を自然条件下で育て、アワダチソウグンバイによる食害の程度を記録し、冬にリターを回収した。リターの質の測定(C・N含有率、全リン量、総フェノール量)とリターバッグ実験を行った。分解期間は 15 日、30 日とした。N含有率と総フェノール量の間に関連があり、測定項目の中ではN含有率が 30 日の重量損失について最も説明力を持っていた。

これらの結果より、この系では植物のクローンと昆虫の食害のどちらが、分解速度により大きな影響を及ぼしているかを議論する。

P2-022

エゴノキ属 2 種の果実の形質とそれがヤマガラの果実利用に及ぼす影響

*舟橋美帆, 長瀬ほなみ, 松下泰幸, 梶村恒(名大・生命農)

自ら動くことのできない植物にとって、動物による種子散布は分布を拡大して子孫を繁栄させていくための重要な戦略のひとつである。それゆえ、植物は種子散布を行う動物との相互作用を通して、果実の形質を様々な進化させてきた。本研究で扱ったエゴノキ属 2 種(エゴノキとコハクウンボク)は、ヤマガラという森林性の鳥類によって捕食されるものの、同時に貯食散布もされている。本研究では、両樹種における果実の形態的・化学的特性がヤマガラの果実利用におよぼす影響を明らかにすることを目的とした。

まず、果実の形態的特性として果皮厚、種子体積を、化学的特性として栄養成分、有毒成分(サポニン量、タンニン量)を調べた。次に、樹上の果実の減少過程とヤマガラが果実を利用する時期と量を調べた。最後に、果実と種子(果実から果皮を人為的に除去したもの)を様々な組み合わせでヤマガラに供試する操作実験を行った。

コハクウンボク(以下、コハク)はエゴノキ(以下、エゴ)よりも果皮が薄く、種子が大きいという形態的な違いがあった。種子の栄養成分は樹種間で差がなかった。有毒成分に着目すると、ヤマガラが摂食しない果皮において、エゴではサポニン、コハクではタンニンを含有しており、その濃度は季節的に一定であった。一方、ヤマガラ可食部の種子(胚)では、両樹種ともタンニンのみしか含まれておらず、その減少時期はヤマガラの果実利用時期と一致していた。また、樹上果実におけるヤマガラの利用量はエゴよりもコハクの方が多かった。操作実験の結果、両樹種を果実で比較すると、コハクの方が多く持ち去られた。これに対して、種子で比較すると、両樹種の持ち去り数に差はなかった。さらに、エゴの果実と種子で比較すると、種子の方が多く持ち去られた。このようにエゴよりコハクが好まれたのは、コハクは果皮が薄くサポニンという強い有毒成分を含まないためだと考えられる。

P2-024

樹木葉から分泌される防御物質の季節変化～シラカンバとウダイカンバの比較～

*土岐理佳, 松木佐和子(岩手大・共生環境), 小藤田久義(岩手大・森林)

植物は外敵から身を守るため、様々な物理的・化学的防御の形態を有するが、フィンランドのカバノキ属樹木では、この両方の機能を併せ持つ Glandular trichome(腺毛)という被食防御物質の存在が報告されている(Valkama 2004)。そこで、本研究では日本のカバノキ属樹木であるシラカンバとウダイカンバの葉の腺毛からの分泌物(化学的防御物質)に着目し、これらの分泌物の季節的な変化と樹木葉の成長との関係から、樹種による被食防御能力の違いを比較した。

サンプリングは、冬芽段階の 3 月から落葉する 10 月まで定期的に行った。葉のエタノール抽出・ヘキサン抽出後、高速液体クロマトグラフィーとガスクロマトグラフィーによる化学物質の定量分析を行った。その結果、シラカンバとウダイカンバに共通して、腺毛から分泌されていると思われる化学物質の分泌量は開葉初期で高く、その後落葉するまで徐々に減少していった。しかし 2 種の間で分泌量にかなりの違いが見られ、シラカンバはウダイカンバより分泌される化学物質量が非常に多かった。逆に葉の成長速度は、ウダイカンバがシラカンバを上回っていた。野外においてシラカンバとウダイカンバの食害量を比較したところ、シラカンバはほとんど食害ダメージがなかったのに対し、ウダイカンバは季節を通して食害ダメージが高かったことから、腺毛から分泌される化学物質の分泌量が食害ダメージの大きさを決める要因の一つと考えられる。以上より、同じカバノキ属樹木であってもコストを防御に投資するか、葉の成長に投資するかは種によって異なり、葉の防御と成長とのトレードオフ関係が葉表面の化学物質分泌量と開葉速度の間で見られることが示唆された。

P2-025

2つの階層スケールによる植生構造と鳥類との関係 ～階層線形モデル(HLM)による解析～

* 渡邊謙二(横浜国大・院・環境情報), 持田幸良(横浜国大・院・環境情報)

森林性鳥類と植生構造は、種多様性と葉層多様度という指標において強い正の相関が描かれる関係にあることが証明されている。しかしながらこの関係は、数十ヘクタール規模における、また、繁殖期に限った結果である。では、こうした関係は、小規模なスケールでも成り立つ関係なのだろうか？また、越冬期にも成り立つものなのだろうか？モデルにより比較検討した。

調査方法は、1調査地473プロットそれぞれにおいて、通年の観察記録から求めた種数(SR)と計測された葉群の階層数、林床層の葉群密度、相観(常緑樹・落葉樹)とを掛け合わせたモデル式を複数作成し、比較検討した。解析には、フリーソフトR上のnlme、multilevelを用いて算出した。

モデル0:ヌルモデル(傾きがゼロ)

モデル1:全数回帰

モデル2:夏鳥と冬鳥を分けた回帰

モデル3:プロットスケールと景観スケールのマルチレベルモデルそれぞれをAICおよびICC(1)により比較した結果、最も当て

はまりのよいモデルは、モデル2であり、比較して、マルチレベルを選択する妥当性は低いと判定された。それぞれのAICの結果は下記のとおりである。(AIC:モデル0:2515.882,モデル1:2510.123,モデル2:2305.803,モデル3:2454.426)。

P2-027

細根と根滲出物の分布パターンに対するトビムシの応答

* 藤井佐織, 山田明徳(京大院・農), 福島慶太郎(京大・フィールド研), 齋藤星耕, 北山兼弘(京大院・農), 武田博清(同志社大・理工)

土壌生物が利用する炭素源には、植物の根が放出する滲出物など易分解性のものと、枯死リターなど難分解性のものがある。これらの炭素源をもととする土壌中の食物連鎖は、易分解性炭素を利用する細菌を起点とする細菌経路と、難分解性炭素を利用する腐生菌を起点とするカビ経路と呼ばれる2つのエネルギー経路に分けて考えられてきた。土壌中の小型節足動物であるトビムシは、主にリターや腐生菌を摂食し、カビ経路に属すると考えられてきたが、最近のトレーサー実験などから易分解性炭素にも大きく依存していることが明らかになってきた。そこで本研究では、易分解性炭素である根滲出物を起点とする系に着目し、土壌中に不均一に分布する植物の根が、土壌中の炭素濃度の不均一性を作り出し、トビムシの分布に影響するかどうかを調べた。直径20cm、高さ18cmの鉢を6鉢用意し、土は砂と赤玉土を2:1の割合で混ぜたものを使用した。鉢の中央にヒノキの当年性苗木を1本植え、各鉢にオオフォルソムトビムシ(*Folsomia candida*)を投入した。4ヶ月後、ポット内の土を根とともに24個に分割し、各分割コアの溶存有機炭素濃度、細根重、トビムシ個体数を測定した。細根重と溶存有機炭素濃度の間には正の相関がみられたので、溶存有機炭素は根滲出物に由来するものと考えられる。発表では、細根によって作り出された炭素源の不均一な分布に対するトビムシの分布パターンを報告し、根とトビムシの関係について考察を行う。

P2-026

インドネシア・南スラウェシ州におけるマングローブ植林がカニ群集に与える影響

* 古川文美子(京大AA), Ir. Yushinta Fujaya, M.Si (UNHAS), 岩田明久(京大AA)

荒廃した生態系の修復のためにマングローブを植林する際、地域住民の生態資源利用を考えることも重要な視点である。本研究ではカニ群集を生物指標としてマングローブ植林地の環境評価を行うことで、生態系修復と生態資源利用の両立を模索することを目的とする。その初期段階として、野外調査データからマングローブ植林とその後の人為的活動がカニ群集にどのような影響を与えているのかを明らかにし、マングローブ植林地の生態系修復程度を評価する生物指標としてのカニ群集の有効性を議論したい。

インドネシア、南スラウェシ州の沿岸地域では養殖池を造成するためマングローブ域を破壊した事に起因される海岸浸食に悩まされ、約30年前から養殖池の沖合にマングローブ植林をおこなってきた。野外調査は、このような地域における砂浜・植林を行う以前の環境、植林地(保護):植林後25年間伐採が禁止されてきた植林地、植林地(伐採):植林後25年間伐採と植林が繰り返されてきた植林地、そして天然林の4地点で実施した。

その調査結果から1)砂浜から植林地(保護)・植林地(伐採)へのカニ類の種構成の変化、そして植林地(保護)と植林地(伐採)におけるカニ類の種構成の違いに注目することで、植林による環境変化、また植林後の伐採の有無が、生息するカニ群集の種構成および多様性にどのような影響を与えているのかを明らかにする。2)植林地(保護)・植林地(伐採)と天然林におけるカニ群集の種構成および多様性の違いに注目することで、植林後25年が経過した植林地(保護)と植林地(伐採)の生態系がどの程度修復されてきたのかを比較検討する。

P2-028

異なる時間スケールにおけるシカ採食圧が植食性昆虫への間接効果のプロセスに与える影響

* 高木 俊, 宮下 直(東大・農・生物多様性)

大型草食獣は、植物への直接的影響だけでなく、植物を利用する他の生物にも間接的影響をもたらす。植物を介した間接効果は、植物の量と質の変化を介するプロセスに大別できる。植物の量の減少は、主に採食に伴う植物個体や株の死亡により生じ、これは継続的な採食に対する反応である。一方、植物の質の変化は、採食後の補償生長や誘導防御によるものが多く、これは採食後比較的速やかに起こる。このように、それぞれのプロセスには長期・短期スケールの採食が関係すると予想され、今現在の採食圧と過去からの採食の履歴の両方が、間接効果の大きさと方向性を決定すると考えられる。本研究は、千葉県房総半島におけるニホンジカ・オオバウマノズクサ・ジャコウアゲハ系を対象に、シカ採食の時間スケールと間接効果のプロセスの関係を明らかにすることを目的とした。

1996年から2007年の糞粒密度を用いて、シカの短期・長期的密度を指標化し、9地点で得られたオオバウマノズクサの量・質との関係を一般化線形混合モデルで解析した。その結果、林床の小型の株の量は、長期的にシカが定着している地域で少なく、質の良い葉を再展葉している株の割合は、最近シカが高密度で生息する地域で大きい傾向が見られた。ルートセンサスで観察されたジャコウアゲハの個体数は林床の小型の株密度が高い地域で多く、シカの長期的な採食がオオバウマノズクサ密度の低下をもたらす、ジャコウアゲハの個体群サイズを縮小させる可能性が示唆された。飼育実験から餌の質の向上はジャコウアゲハの生存率の上昇、休眠率の低下をもたらすことが示唆されたが、広域パターンからは餌の質を介した影響は確認できなかった。

複数のプロセスが関わる間接効果において、複数の時間スケールに着目することは各プロセスの相対的重要性や最終的な影響を予測する上で有用と考えられる。

P2-029

種子-葉利用型植食昆虫の豊凶による季節消長の変化

* 藤田真梨子(前藤 薫(神戸大・農)), 松井 淳(奈教大・生物), 寺川眞理(京大・理), 駒井古実(大芸大・環), 湯本貴和(地球研)

捕食者飽食仮説が成り立つための前提として種子食昆虫が餌資源を種子に依存していることがあげられるが、ヤマモモ *Myrica rubra* の種子捕食者であるヤマモモキバガ *Thiotricha pancratiastis* は非果実期には新葉を利用して年多化の生活史をもつことがわかっている。このような「種子-葉利用型」植食昆虫の個体群動態には結実量と展葉パターンの両方が影響すると推察される。本研究では、ヤマモモキバガの季節消長と個体数の年変動に影響を及ぼす要因を明らかにするため、ヤマモモの豊作年と凶作年で結実量と展葉パターンおよびヤマモモキバガ終齢幼虫の落下密度を比較した。

ヤマモモは雌雄異株の常緑高木で液果を実らせる。2008年と2009年の2~12月に屋久島半山地域のヤマモモ樹冠下にリタートラップを設置し、落下果実と蛹化のために落下したヤマモモキバガの終齢幼虫を計数した。展葉パターンを調べるため、ヤマモモのシュート上の果実数と新葉数を2ヶ月に一度記録した。

2008年と2009年の落下果実数はそれぞれ856.7個/m²、1267.1個/m²であった。その年豊作であった個体では初夏の展葉が少なく、夏以降に再度少量の展葉を行うものが多かった。一方凶作であった個体と雄個体では初夏に一度に展葉する傾向がみられた。ヤマモモキバガの個体数は、凶作年の2008年では春に出現する1世代目の果実食幼虫が少なく、葉を利用する2世代目で個体数の回復がみられた。豊作年の2009年では果実食幼虫数は凶作年の約5倍に達し、2世代目以降の葉食幼虫は減少した。果実の供給量は年や季節により変動するが、それをうまく利用できた場合は個体数が急増するという利点があると考えられる。

P2-031

シロアリ卵に壊滅的被害を与える寄生菌の発見

* 矢代敏久, 松浦健二(岡大院・環境・昆虫生態)

P2-030

マレーシア・ボルネオ島の焼畑休閑林における排泄された種子と開空度との関係

* 嶋井環(愛媛大), Oswald Braken (Sarawak Forestry Corporation), 酒井章子(地球研)

鳥は種子散布者として、植生の回復に貢献する。遷移初期に移入する種子の多くが鳥散布種子であることがシードトラップを使用した研究で報告されている。しかし、植生遷移に影響を与えるような種子の移入がどの鳥によって引き起こされるのか、それが遷移段階によってどのように変化するかを調べた研究はない。また、鳥は果実以外にも昆虫や花蜜などの複数の餌資源を利用している。同じ種類の鳥の間でも、植生によって果実を利用するかどうか、種子を散布するかどうかは異なる可能性がある。そこで、異なる植生間において、実際に種子を散布する鳥の種類や大きさ、それらの鳥が散布した種子の特徴を詳細に調べる必要があると考えた。調査は2008年10月から12月に、マレーシア、ボルネオ島、ランビル国立公園内3プロットとその周辺の焼畑休閑林内に設置された9プロットで実施された。カスミ網を用いて、鳥を捕獲し、鳥の種類、体重(g)、嘴の大きさ等を記録した。捕獲した鳥の糞を採取し、その糞の内容物(種子・節足動物)、排泄された種子の種類、個数、乾燥重量(g)を記録した。調査プロットの遷移段階の指標として、開空度(%)を用いて解析した。以上の調査から、開空度(%)と(1)種子を排泄した鳥の個体数、(2)排泄された種子の量(個数・乾燥重量)の関係を示し、(3)排泄された種子量の変動がどの鳥の種類によってもたらされるのかについて明らかにし、植生遷移における種子散布者の役割について考察する。

P2-032

土壌栄養塩の総量と分布様式により変化するマメコガネ幼虫がホソムギの成長に及ぼす影響

* 角田智詞, 可知直毅, 鈴木準一郎(首都大・理工)

土壌資源が豊富な場所に可塑的に多くの根を伸ばす植物は、資源を巡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、地下部植食者による被害を受け易くなりうる。本研究では、この仮説を検討した。

1個体のホソムギを5号鉢に植え、栄養塩総量(富・貧)・栄養塩分布様式(均質・不均質)・マメコガネ幼虫(有・無)を3要因とする栽培実験を乱塊法に則り行った。実生を移植し、24日間栽培した後、半数の鉢には幼虫を一匹入れた。さらに24日間生育し、刈り取り、乾重量を秤量した。

不均質分布では、栄養塩を含む土壌パッチ(N+)に分布した根の乾重量が、栄養塩を含まない土壌パッチ(N-)より有意に大きかった。貧栄養条件と比べて、N+に分布した根の割合は、富栄養条件で有意に大きかった。この条件のみで、N+に分布した根の割合が、マメコガネ幼虫の存在下で有意に減少した。これらの結果は仮説を支持した。

また、富栄養条件では、ホソムギの地下部への分配が、貧栄養条件より有意に小さかった。貧栄養条件では、不均質分布でホソムギの地下部への分配が、均質分布より有意に小さかった。

土壌栄養塩の利用性が高い条件下では、根への分配が減少する応答を植物は示した。これは、光の獲得器官への分配が増加している可能性を示唆する。しかし、根が集中分布する植物や根の絶対量が少ない植物は、地下部植食者による被害の影響をより強く受ける。そのため、一般的に考えられてきたよりも、土壌資源に対する植物の可塑的応答の有利性は、野外では低い可能性がある。

P2-033

オオバギ属アリ植物上の植食者群集

*清水加耶(京大・人環), 市岡孝朗(京大・人環), 乾陽子(大教大・教養), 大久保忠浩(関大・高一)

アリに巣場所を提供し、共生アリから被食防衛効果を得る植物は、アリ植物と呼ばれる。アリ植物の対植食者戦略は、共生アリによるもの(アリ防衛)とそれ以外の化学的あるいは物理的な手段による非アリ防衛に分けられる。東南アジアの熱帯地域を中心に分布するトウダイグサ科オオバギ属(*Macaranga*)には、多くのアリ植物種が含まれる。非アリ植物種を含め、オオバギ属内にはアリとの共生関係のあり方に種間変異のあることが知られており、アリ防衛と非アリ防衛の強度は逆相関の関係にあることが明らかになっている(Nomura et al. 2000)。すなわち、アリ防衛への依存度が高いオオバギ種ほど、非アリ防衛が弱くなる傾向がある。このようにオオバギ属には対植食者戦略の異なる種が存在している。したがって、複数のオオバギ種が同所的に生育する場所では、植食性昆虫に対して多様なニッチが提供されていると考えられる。

本研究は、アリ・オオバギ共生系に見られる対植食者戦略の種間変異が植食者の寄主植物利用にもたらす影響を実証的に検証することを目的とした。マレーシア・サラワク州の熱帯低地林に生育するオオバギ5種について、植食者から被害を受けている割合を調べるとともに、植食性昆虫の採集を行った。その結果、食害率や、オオバギ上で昆虫が採集される頻度、出現する植食者の種構成は、オオバギの種によって異なることが明らかになった。食害が最も少なかったのは、アリ防衛に依存しているオオバギ種であった。次いで、アリ防衛より非アリ防衛が強く働いているオオバギ種でも食害が抑えられており、アリ防衛・非アリ防衛が中間的であるオオバギ種が、もっとも強い食害を受けていた。講演では、これらの結果をもとに、対植食者戦略の種間変異と植食者相の種間変異および食害度の違いの関係について考察する。

P2-035

食草・イヌガラシの形態に依存したモンシロチョウ属の産卵位置選択と産下卵の運命

* 恩田裕太, 渡辺守(筑波大・院・生命環境)

チョウ類の雌は、食草を周囲の植物から見分け、産卵に適した部位を選択している。モンシロチョウやスジグロシロチョウの場合、雌は卵を1個産下するごとに舞い上がって移動するので、そのたびに何度も産卵位置選択が行なわれることになる。このため、卵塊を産下する種に比べて産卵位置選択に伴うコストを小さくする必要性があると考えられた。両種の食草であるイヌガラシの生育期間は春から秋までで、その間、開花と種子生産が連続して行なわれるが、人里植物のためしばしば雑草として刈り取られて地上部を失ってしまう。そのような株は再び芽吹くため、様々な生育段階の株が常に存在することになる。本研究では、冷温帯の路傍や水田の脇に出現していたイヌガラシの株を、渡辺・山口(1993)にしたがって發育段階を6段階に分類した後、最も丈の高い花茎を1本だけ残して分枝した花茎をすべて除去し、自然高と最大、最小幅を測定した。株についていた葉も、形態によって5種類に分類し、大きさを測定して葉序を記録した。発見したモンシロチョウ属の産下卵は、葉上に印を施して日中に3~5時間間隔で毎日2回、約一週間観察を行なった。両種の卵は、株の大きさにかかわらず、蕾や開花した花を含む花序をもつ3~5の發育段階の株で多くみられ、ロゼット状の1の株や花序が果実のみとなった6の株では開花していた株に比べて少なかった。産下卵のうち、孵化まで至ったものは約半数で、死亡要因の多くはアリの捕食と思われた。また、クサカゲロウの幼虫による吸汁や卵寄生蜂によって死亡した個体もみられた。1齢幼虫は、卵の付着していた葉に留まって摂食を行なった個体と、1齢幼虫のうちに葉の基部に残った腋芽や花序に移動し、蕾や若い葉を摂食する個体が観察された。これらの結果から、両種の産卵位置に対する嗜好性と、食草の形態の関係について考察した。

P2-034

新潟市の海岸林に飛来する果実食鳥の食性

*金子尚樹(新潟大院・自然科学), 千野奈帆美, 南沙織(新潟大・農), 小松吉蔵, 千葉晃, 佐藤弘, 太刀川勝喜, 赤原清枝, 藤沢幹子, 市村靖子, 南雲照三, 沖野森生, 伊藤泰夫(にいがた野鳥の会), 中田誠(新潟大・自然科学系)

鳥種ごとに利用している植物種を把握することは鳥と植物の相互関係の評価にとって重要である。本研究では、海岸林に飛来する鳥類から直接採取した糞の内容物をもとに鳥類の果実利用について調べた。

調査地である新潟県新潟市の海岸林は、近年管理の遅れや温暖化によって植生遷移が進行し、クロマツ林から常緑広葉樹を多数含む混交林へと変化している。調査を行った「野鳥の森」では鳥類標識調査が行われており、多くの鳥が渡りの中継地として利用していることが明らかになっている。調査は2009年9月から11月に行い、鳥類をカスミ網によって捕獲し、布製の袋に約30分間入れて糞を採取した。

期間中に27種521個体の鳥から糞が採取された。果実食鳥とされる20種のうち、糞中に種子が見られたのは13種であった。ヒヨドリやマミチャジナイ、メジロの糞にはエノキ、アカメガシワが見られ、アカハラやシロハラの糞にはモチノキやゲッケイジュが見られた。今回の結果では、常緑広葉樹に比べて落葉広葉樹の利用が多く見られ、特に落葉広葉樹のエノキは最も多く利用されていた。エノキは林内に多数存在し、期間中にそのほとんどが熟していたが、常緑広葉樹であるモチノキには赤熟していない果実も見られた。渡りの中継地として飛来する時期にはより熟した果実が利用される傾向にあり、熟期の遅い常緑樹の利用が少なかった可能性が考えられる。このような果実は、この場所を越冬地として利用するヒヨドリなどに利用されているのではない。

P2-036

サンゴ群集の回復を小型海藻が妨げる可能性の検証

*玉井玲子(琉球大・院・理工), 酒井一彦(琉球大・熱生研)

サンゴ礁衰退の地域規模の要因の1つとして、藻食性魚類の乱獲や物質流入などの人為的な影響により、海藻の増加が促進されることが挙げられている。大型海藻が爆発的に増えることでサンゴ群集の回復が妨げられ、大型海藻優占の群集へと相変移が起こるという仮説が広く受け入れられつつある。

この仮説を検証するために発表者が西表島で行った野外実験で、大型海藻だけでなく小型海藻もサンゴの成長を妨げる可能性があることが示唆された。移植したサンゴ小片の周囲からケージによって藻食性動物を排除する野外実験を行ったところ、動物を排除したケージ内では、ケージ外と比べて海藻の現存量が増加し、海藻の存在によってサンゴの成長が制限されることが示された。しかしながらこの時ケージ内に出現したのは芝状藻類であったため、大型海藻の繁茂によって光が遮られるという既存の説明は当てはまらない。光よりも基盤を巡る競争によって、サンゴの成長が妨げられたと考えられる。沖縄のように大型海藻の繁茂が見られないサンゴ礁においては、小型海藻がサンゴ群集の回復を妨げている可能性がある。

そこで本研究は、これまで着目されなかった小型海藻と小型サンゴの基盤を巡る競争関係を明らかにすることを目的とした。サンゴに対して影を作らない小型の海藻でも、基盤を占有することや堆積物をトラップすることでサンゴの成長を妨げるという仮説の下、芝状の小型海藻が多く出現する瀬底島のサンゴ礁にて野外実験を行った。長さ約2cmに切ったサンゴの枝を礁池内に移植し、動物の影響を排除するためケージをかけた。ケージを2群に分け、サンゴの周囲から海藻を除去する処理区と対照区を設けた。

本発表では、競合する海藻の有無による接地面積の拡大の違いを比較する。また、接地面積の拡大と、サンゴの高さおよび枝数の関係を解析し、サンゴの基盤拡大が立体的な成長に及ぼす影響について議論する。

P2-037

スペシャリスト植食性昆虫の多様化は寄主植物の影響を受けるのか？

*加藤俊英(東大・院・総合文化), Arturo Bonet (Institute de Ecologia, Mexico), 神保宇嗣(東大・院・総合文化), 伊藤元己(東大・院・総合文化), 嶋田正和(東大・院・総合文化)

植食性昆虫は極めて種多様性が高く、しかもその70%以上は近縁な数種の植物のみを利用することが経験的に知られている。この二つの特徴は、Ehrlich and Raven (1964)が二次代謝産物を介した植物-昆虫間の相互の多様化について言及して以来、しばしば関連付けられて議論されてきた。しかしながら、特定の植食性昆虫系統群全体についての網羅的な実証研究はあまり多くない。

本研究では、多様性が高く、一般的に高い特異性を示すが、広範な植物を利用するジェネラリストも知られている新大陸産のマメゾウムシ Acanthoscelidini 族に着目し、植食性昆虫の多様化と寄主特異性の増大について分子系統解析に基づいた解析を行った。

8属53種の Acanthoscelidini 族マメゾウムシについて、16-12SrRNA の一部配列によって得られた分子系統に基づく PTP 検定によって、各マメゾウムシが利用する植物の分類群と、それら寄主植物の既知の二次代謝産物についての系統保存性を評価した。その結果、L-カナバニンなどの寄主植物の二次代謝産物に対する強い系統保存性が見られた。さらに Faith の Phylogenetic diversity index を用いてマメゾウムシ各種の寄主利用の広さを定量化し、各クレードにおける推定種数と寄主利用の広さに相関が見られるかを検証した。

得られた結果から、本族において多様化と寄主特異性の進化は共に寄主植物の二次代謝産物によって説明可能であり、寄主シフトとそれに続くスペシャリスト化によってマメゾウムシが多様化したことが示唆された。

P2-039

チャバネアオカメムシにおける必須腸内共生細菌の多型

*細川貴弘, 深津武馬(産総研・ゲノムファクトリー)

体内に共生微生物を保持し、共生微生物なしには生存・繁殖できない絶対的共生関係が進化している生物は多い。このような極端な依存関係は、長期間に渡る共生の歴史を経て宿主と共生微生物が高度に共進化・共適応した結果と考えられる。したがって、もし共生微生物がまったく別の微生物に置換されると、宿主と微生物の間の相互作用が相利的にはたらず、宿主の適応度が低下して集団中から排除されることが予想される。本研究はチャバネアオカメムシの絶対的共生細菌について野外調査をおこなったところ、予想に反して、置換された細菌が集団中に維持されており、共生細菌の集団間・集団内多型が存在することを発見した。

チャバネアオカメムシは中腸の管腔内に共生細菌を保持しており、メス親が卵の表面に共生細菌を塗布し、孵化幼虫がこれを摂取することで母系垂直伝播している。実験的に共生細菌を除去した幼虫はほとんど成長できずに死亡することから、共生細菌は宿主の成長に必須な栄養分を合成していると考えられている。日本全国で採集した186個体の成虫について共生細菌のタイピングをおこなったところ、共生細菌には個体間多型が存在することが明らかになり、起源の異なる4種類の共生細菌が確認された。九州の本土部分より北では1種の共生細菌しか見られなかったが、南西諸島の各島には残りの3種のいずれかを持つ個体が混在していた。ミトコンドリアの遺伝子配列を用いて宿主カメムシの系統解析をおこなったところ、分岐パターンは生息地の地理的位置のみを説明し、共生細菌のタイプとは無関係であった。これらの結果から南西諸島では置換による共生細菌の多型が各島で独立に生じ、維持されていると考えられる。絶対的共生関係における体内共生微生物の種内多型は他に例がなく、本研究が初めての報告である。置換のメカニズムと多型の維持機構について考察する。

P2-038

どんなお花が食べられる？ - キク科植物の繁殖器官の被食に影響する要因

*小黒 芳生, 酒井 聡樹(東北大学・院・生命)

繁殖器官(つぼみ・花・果実)への被食は様々な植物で見られるが、被食の受けやすさは種によって異なっている。では、植物のどのような特徴が、繁殖器官への被食の受けやすさに影響しているのだろうか？

これを明らかにするため、2008年の8月~12月、2009年の5月~12月、宮城県と岩手県でキク科植物32種(※)をサンプリングし、つぼみ期・開花期・果実期ごとに、頭花の被食率(被食された頭花数/全頭花数)を測定し、形態的特徴(頭花の数・頭花内の小花の数・開花期の頭花の直径・頭花の乾燥重量など)・生理的特徴(窒素濃度・炭素濃度など)・由来(在来種/外来種)などとの関係を解析した。

頭花が大きい花ほど、開花期に被食を受けやすいようだった。また、その関係は在来種と外来種で異なっていた。しかし、つぼみ期・果実期の被食は、頭花の大きさや在来・外来とは関係していないようだった。これらの結果から、繁殖器官と植物の性質の関係は、時期によって異なる可能性が示された。

※ノブキ・オオアワダチソウ・ブタナ・オオハンゴンソウ・ガンクビソウ・ヒメジョオン・ノボロギク・アキノノゲシ・シロヨメナ・ハキダメギク・ノコンギク・ヒヨドリバナ・ベニバナボロギク・セイヨウタンポポ・カントウタンポポ・シロバナタンポポ・ハハコグサ・ニガナ・フランスギク・サジガンクビソウ・ヒメガンクビソウ・コウゾリナ・ダンドボロギク・コバノセンダングサ・オクモミジハグマ・ヒメムカシヨモギ・アメリカセンダングサ・ヤクシソウ・キクイモ・アキノキリンソウ・セイタカアワダチソウ・キッコウハグマ

P2-040

アオモンイトトンボにおける頻度依存的な体サイズ差をもたらす幼虫期の要因

*澤田 浩司(福岡県立福岡高校), 粕谷 英一(九大・理・生物)

アオモンイトトンボ(*Ischnura senegalensis*)には、動物全体でも珍しい特徴として、雌の体色に二型が存在する。一方は成熟すると褐色の胸部をもつ雌型雌、他方は雄と同じ青緑色の胸部をもつ雄型雌であり、常染色体上の1ないし少数の遺伝子座の限性遺伝によって決定される。福岡市近郊の個体群では、雌型雌と雄型雌の比が約3対1で安定する傾向にあり、雌二型は負の頻度依存淘汰によって維持されていると考えられる。過去の野外個体群での調査により、各個体群における雄型雌および雌型雌の平均後翅長の差には、雄型雌の頻度と負の相関があった。つまり、ある個体群における雄型雌の頻度が低い場合には、平均後翅長の差が大きい(雄型雌がより大きい)という傾向があった。また、雌の後翅長と平均産卵数との間には正の相関がある。したがって、平衡頻度より低い型の雌は、体長がより大きくなり産卵数も増加することによって有利になることが負の頻度依存淘汰のメカニズムとして考えられる。

成虫の体長は幼虫時の成長に大きく影響されると考えられるので、視野を広げて幼虫時についても調査する必要がある。幼虫を用いた環境選択実験(単独で飼育した終齢幼虫に、水槽内の水草の環境を選ばせる実験)を行った結果、雄型雌の幼虫と雌型雌の幼虫には環境の嗜好性に差があり、雌型雌の幼虫は水草の多い環境を選択した。さらに、終齢での飼育では、密度が低いと羽化後の雌の後翅長がより大きくなる傾向があった。これらの結果は、各タイプの幼虫の成長が頻度依存的に変化すること、たとえば、一方の環境を好するタイプの幼虫の頻度が低下した場合、その環境の餌を利用する個体が少なくなり、その型の幼虫の摂食速度が高まって成長に有利になる可能性を支持する。

P2-041

九州産ヒメオサムシの体サイズにおける形質置換パターンの検出

*奥崎 穰(京大・理), 曾田 貞滋(京大・理)

近縁な2種が異所的な地域よりも同所的な地域でより大きな形態差を示すことを形質置換あるいは形質解放と言う。この形態の地理的パターンは、資源競争あるいは繁殖干渉を減少させる進化的プロセスから生じると考えられてきた。しかし、形態の変化は、近縁種との相互作用だけでなく環境適応からも生じうる。そのため、形質置換パターンを検出する際には、環境の効果を除いたうえで形態を地域間で比較する必要がある。九州には2種のオオオサムシ亜属、ヒメオサムシとオオオサムシが分布しており、小型種であるヒメオサムシは本土と離島を含めた九州全域に、大型種のオオオサムシは九州本土の山間部と一部の離島に分布する。そして、ヒメオサムシは単独分布する離島や平野部で大型化することが知られており、形質解放が生じている可能性がある。しかし、本亜属の体サイズは年平均気温と相関するため、このパターンは局所適応の結果から生じている可能性もある。そこで、九州各地からオオオサムシ亜属を採集し、体サイズと年平均気温、ハビタット(本土、島)、近縁種の有無との関係を調べた。その結果、ヒメオサムシは温暖な地域または離島にて大型化する傾向が見られた。さらにこれらの環境要因とは独立して、オオオサムシがいない地域で大型化しており、本種は形質置換パターンを示すことが明らかとなった。本亜属においては、体サイズが資源利用に影響しないこと、また体サイズの似た種間で交雑が起こりやすいことが明らかとなっている。そのため、同所的な地域での2種間の体サイズ差は生殖隔離として維持されており、ヒメオサムシの単独分布域での大型化はオオオサムシとの繁殖干渉から解放された後の環境適応の結果、すなわち生殖的形質解放であると推測される。今後、体サイズがもたらす生殖隔離の効果、単独分布域で大型化するプロセス、体サイズ決定における遺伝的基盤について、さらなる調査が必要である。

P2-043

テトラヒメナと大腸菌の人工共生系における個体群動態

*末吉真人(大阪大・工), 松本佑介(大阪大・情), 森光太郎(大阪大・情), 柏木明子(弘前大・農生), 細田一史(大阪大・情), 四方哲也(大阪大・情)

自然界には様々な共生関係が存在するが、特に細胞内共生は真核細胞に見られるミトコンドリアや植物細胞に見られる葉緑体など、生物が飛躍的に進化するための重要な要素だと考えられている。これはもともと捕食被食関係や寄生関係にあったものが互いに必須の関係に至ったのではないかと考えられている。これまで遺伝子系統解析など様々な方法で、細胞内共生に至ったという過程が調べられている。しかしこの過程における、利害関係に基づいた個体群動態の変化や形態変化などは実際に観察しなければ調べることができない。そこで我が研究室では、細胞内共生の過程を観察するために、天然では共生関係に無い捕食性原生生物テトラヒメナと栄養要求性赤色蛍光大腸菌による人工共生系が構築した。ここではテトラヒメナと大腸菌は互いに栄養相補な相利共生の関係にあり、捕食によりテトラヒメナの細胞内部に入った大腸菌が消化されずに残り互いに栄養を供給し合っており、いずれは細胞内共生に至ることを期待している。

私は個々の細胞のサイズ、蛍光強度などを一度に多細胞測定することができるフローサイトメトリーを用いて、二者の混合直後における、個体群動態および大腸菌の形態の経時的な変化を調べた。これにより大腸菌が長く伸びるといったサイズ変化とそれに伴う個体群動態への影響を観察することができた。

今後はこの共培養の進化実験を行い、個体群動態や形態の変化を観察することで互いに関係が強まっているか、さらには細胞内共生に向かっているかなどを調べていきたい。

P2-042

飛翔筋2型を持つオオヒラタシテムシの系統地理パターン

*池田 紘士(京大・理), 曾田 貞滋(京大・理)

昆虫は、かつて飛翔能力を獲得したが、その後様々な分類群において退化が生じている。飛翔能力の退化が生じていても、退化の途中段階にある、もしくは飛翔能力に応じて環境に対する適応度が異なる場合には、現存種において、個体群間、及び個体群内で飛翔能力に種内多型が認められる。著者らのこれまでの研究により、シテムシ科のオオヒラタシテムシは飛翔筋2型であることが明らかにされている。本研究では、日本の幅広い地域からオオヒラタシテムシのサンプリングを行い、mtDNAのCOI、II領域842塩基を解読して、遺伝的な分化、及び系統地理パターンを調べた。また、GISによって日本での分布可能な環境と地域を予測した。これらを、飛翔筋を持つ近縁種及び持たない近縁種と比較し、飛翔筋2型種のマクロスケールでの分布変遷の特徴について検討した。その結果、地理的距離と遺伝的距離の間には有意な正の相関が認められ、飛翔筋を持つ種に比べて地理的に分化していたが、その傾きは飛翔筋を持たない種に比べて小さく、分化の程度は小さかった。また、近縁種と比べ、幅広い地域で分布確率が高いと推定された。一般に、飛翔能力を持つ種は、飛翔能力を持たない種に比べ、不安定な環境において有利であることが指摘されているが、オオヒラタシテムシは、河川敷のような攪乱が頻繁に生じるような不安定な環境から、森林のような比較的安定した環境まで、多様な環境に生息し、優占することも多い。飛翔筋2型であることは、多様な環境において比較的有利であり、進出しやすいのかもしれない。また、大半の地点において両方の型が認められ、飛翔筋を持つ個体と持たない個体の割合には明瞭な地理パターンは認められなかった。よりマイクロスケールでの環境条件に対応して飛翔能力を持つ個体と持たない個体の割合が異なる可能性があり、マイクロスケールでの分布については今後調べる必要がある。

P2-044

カエデ属ハナノキ節植物の比較系統地理： 隔離分布、気候変動、およびハビタットの違いが与えるインパクト

*佐伯 いく代(首都大・理), C.W. Dick, B.V. Barnes, (U. of Michigan), 村上 哲明(首都大・理)

ハナノキ節植物は、ハナノキ(*Acer pycnanthum*)、アメリカハナノキ(*A. rubrum*)、およびギンヨウカエデ(*A. saccharinum*)の3種からなる分類群で、ハナノキは日本に、アメリカハナノキとギンヨウカエデは北アメリカに隔離分布している。本節は、開花・結実の時期が早いこと、倍数性(4~8倍体)を持つことなどから、カエデ属の中でも特異なグループとして位置づけられている。本研究の目的は、葉緑体DNAの情報を用いてハナノキ節植物の遺伝的分化状況を把握し、かつ氷期の気候変動が各種に与えた影響を明らかにすることである。分布域を網羅するように741個体の葉のサンプルを採集し、葉緑体DNAの遺伝子間領域(約1600bp)を解析した。一塩基の繰り返し数の違いを除くと、ハナノキからは2種類のハプロタイプが検出され、他の2種と遺伝的に大きく分化していることが明らかにされた。アメリカハナノキとギンヨウカエデは分布域が大きく重複するにもかかわらず、対照的なパターンを示した。アメリカハナノキからは19のハプロタイプが検出され、強い地理的構造をもつことが明らかにされた。一方、ギンヨウカエデは、ハプロタイプの数が7と少なく、地理的構造も不明瞭であった。両種は近傍の集団を中心として、5種類のハプロタイプを共有しており、浸透交雑が起こっている可能性が示唆された。MaxEntを用いてアメリカハナノキの最終氷期の分布域を推定したところ、南部の系統群は、集団の縮小・移動ともなうボトルネックの影響が小さかったことが推察された。ギンヨウカエデは、最終氷期と現在の分布域が大きく異なり、かつハビタットが大河川の氾濫原に限られることから、最終氷期に非常に強いボトルネックを受けていたと考えられる。

P2-045

ヤスデ類交尾器における複雑な雌雄共進化パターン

* 田辺力 (熊本大・教育), 曾田貞滋 (京大院・理)

交尾器の雌雄共進化パターンは、交尾器の各部位の機能に応じて異なることが考えられる。ババヤスデ属では、雌は交尾時に生殖口(精子の受け口)を体内に引っ込め、細長い雄生殖肢(交尾器)はそれを追うように雌体内へと入る。この「雌が逃げ、雄が追う」様式は、性的な軍拡競走の現れと見ることが出来る。この様式は機械的な無理をもたらし、それが原因と思われる傷が雌雄交尾器に見られる。系統比較法を用いた解析の結果、雌雄交尾器の相対サイズ、構造的な変化等、「雌が逃げ、雄が追う」動的な機能に関連した形質進化については、軍拡競走の影響が顕著に見られるが、精子の授受に直接関わる部位(精子授受部位)については、様相が異なることが示唆された。精子授受部位は、形状がより多様化する部位であるが、軍拡競走による多様化促進は見られない。また、傷も少なく、この面でも軍拡競走の影響は少ない。さらに、この部位は雌雄交尾器が最もタイトにかみ合う箇所でもあり、形状多様化では触覚を通じた雌の選択の影響を受けている可能性がある。このように、軍拡競走が交尾器進化に強く関与する状況であっても、ダメージが適度低下に直結する精子授受部位においては、軍拡競走に代わり、雌の選択の影響が増すものと考えられる。

P2-048

発生システムの適応進化を可能にする遺伝的基盤の実証

* 宇津野宏樹 (信州大・理), 浅見崇比呂 (信州大・理)

多種多様な形態を示す動物群であっても、その内側で多くの保守的な発生パターンが見つかる。冠輪動物上門の共有派生形質である螺旋卵割には、卵割方向が互いに左右反転した右型と左型が存在するが、ほぼすべての種で右型しか見つからない。我々はこれまでに、モノアラガイでは、左型は野生型の右型より8細胞期の大割球と小割球がずれる角度(らせん度)の絶対値が小さいために生存率が低下し、左型が進化しないことを示した。しかし、線形動物と環形動物で少数ながら左型卵割が見つかることや、巻貝で左型に固定した種が繰り返し独立に進化したことは、左型が純化淘汰を乗り越える可能性を示唆している。本研究では、モノアラガイの左型のらせん度に大きな分散があることに着目し、親子回帰によってらせん度の狭義の遺伝率を推定した。その結果、左型のらせん度に有意な回帰が見つかったが、右型のらせん度には見つからなかった。これは、左型のらせん度に特有の相加遺伝分散を実証しており、巻貝のように螺旋卵割の左右極性が殻の巻方向を決定する場合には、左巻が有利な環境において正常な左型卵割が進化する可能性を示している。

P2-046

複数領域配列による分子系統樹推定と分子進化モデルの選択 - 単一・比例・分離モデルを比較する

田辺晶史 (筑波大・院・生命環境)

分子系統樹は生物間の系統関係や進化史が分かるだけでなく、生物の多様性を測る際にも役立つ重要なツールである。現在ではゲノム情報解読技術の飛躍的な向上によって、膨大なデータを用いて系統樹が推定されている。その際には複雑な分子進化モデルを仮定した最尤推定法やベイズ推定法が用いられているため、どのような分子進化モデルを当てはめるのかは重要な問題である。

今のところ、多数の遺伝子座の配列データを用いた解析では、単一モデル・比例モデル・分離モデルを我々は利用することができる。しかし、これまでの研究ではこれらのモデルの比較を行わずに研究者が任意に選択してきた。そこで今回、新たにこれらのモデルを情報量規準に基づいて比較するためのソフトウェアを開発し、既存のデータのいくつかに適用してどのようなモデルが選ばれるのかを検証した。その結果、タンパクコード塩基配列の場合は遺伝子座間比例コドン位置間比例モデルまたは遺伝子座間分離コドン位置間比例モデルが選ばれた。その他の場合はデータセットごと、情報量規準ごとに比例モデルか分離モデルが選択された。単一モデルが選択されるデータセットは今回用いた中には無かった。このことは、全てのデータセットで最適な万能モデルは存在せず、データセットごとに最適なモデルを選択する必要があることを示している。

P2-049

カタツムリ (*Euhadra peliomphala*) のヘビ擬態

* 葛西直子, 長谷川雅美 (東邦大・理), 黒住耐二 (千葉県立中央博), 関啓一 (信州大)

陸産貝類である *Euhadra* 属は、韓国、九州から北海道にかけて生息する。ミスジマイマイ (*Euhadra peliomphala*) は関東地方に分布し、このうち伊豆半島南端と伊豆諸島の大島、利島、式根島、神津島、新島に分布するものは亜種シモダマイマイ (*Euhadra peliomphala simodae*) とされている。ミトコンドリアの分子系統解析により、関東地方の *Euhadra peliomphala* はいくつかのクレードに分かれ、各ハプロタイプは地理的な分布と対応する。

Euhadra peliomphala は殻彩に多型を有している。シモダマイマイの殻彩には大別して3タイプの色彩型がみられ、伊豆半島南端と伊豆諸島では分布する色彩タイプが異なるだけでなく、島間で優占する色彩タイプが異なっている。さらに、本土から島嶼への移入に伴う遺伝的多様性の減少にもかかわらず、島嶼個体群の殻彩の多様性は増加している (Hayashi & Chiba, 2003)。伊豆諸島のシモダマイマイ個体群の殻彩多型の維持に関わるプロセスについての仮説を立て、検証を行っている。

現在の伊豆半島は、50-70万年前に伊豆・小笠原弧をのせたフィリピン海プレートの上昇によって古伊豆諸島の一部が本土に衝突して形成された。シモダマイマイが古伊豆諸島に元々分布していたとすれば、それがどこからどのように分散してきたのか、シモダマイマイの祖先種が本土に分布する *Euhadra* のどの種群にあたるかということについて明らかにする必要がある。

シモダマイマイが本土に生息する *Euhadra* 属のどの種群と最も近縁か、mtDNA を用いた系統解析によって明らかにし、その祖先種と分散過程について考察し、今回はその経過について発表する。

P2-050

マイクロサテライトマーカーによる北海道のエンドウヒゲナガアブラムシ集団の遺伝的多様性

* 永井正生, 神戸崇, 秋元信一 (北大・院・農)

世界中に広く分布する作物害虫として知られているエンドウヒゲナガアブラムシ *Acyrtosiphon pisum* には、マメ科に属する特定の寄主植物に対し異なる寄主嗜好性や適応度を示す特殊化した集団が同所的に存在する。これまでに幾つかの寄主植物集団において、寄主植物への特殊化を促進する生態学的、遺伝学的要因の解明が行われてきたものの、これらの寄主植物集団間の遺伝的分化が実際の程度生じているかについては未だ明らかではない。

本研究では複数の寄主植物集団の遺伝学的構造を明らかにするために、北海道札幌市周辺の5つの地域において、マメ科に属するアルファルファ、アカツメクサ、シナガワハギ、クサフジの4種の寄主植物からエンドウヒゲナガアブラムシの採集を行った。詳細な集団の遺伝的多様性を評価するために、高度な多型性を有する遺伝マーカーであるマイクロサテライトマーカーを用いて集団遺伝学的解析を行い、得られた結果からこれら4種の寄主植物集団間の遺伝的分化の程度について考察する。

P2-052

オオヤマレンゲ (*Magnolia sieboldii*) 亜種間に生じた浸透性交雑の可能性

* 菊地賢 (森林総合研究所)

オオヤマレンゲ (*Magnolia sieboldii* spp. *japonica*) は、日本では関東地方から屋久島にかけて分布し、1000~2000mの山地に稀に生育する落葉低木である。国外では、中国の中南部にも隔離分布が知られる。一方、朝鮮半島には亜種オオバオオヤマレンゲ (ssp. *sieboldii*) が分布し、標高300m以上の山地に普通に見られる。

本研究では、このような興味深い分布様式を示すオオヤマレンゲの系統地理を解明することを目的に、葉緑体遺伝子領域を用いた遺伝解析を行った。国内の27集団および韓国のオオバオオヤマレンゲ3集団から試料を採取し、葉緑体SSR6部位と2部位のPCR-RFLPマーカーを用いて各個体のハプロタイプを決定した結果、16個のハプロタイプが検出された。Haplotype networkの構築により、これらのハプロタイプは大きく3つのグループに分けることができた。グループ1は、5つのハプロタイプを含み、関東地方から紀伊半島にかけて分布した。グループ2は1ハプロタイプからなり、中国地方でしか見られなかった。グループ3は、10ハプロタイプからなり、他の2つのグループとは遺伝的に離れていた。韓国のオオバオオヤマレンゲ集団はすべてこのグループのハプロタイプによって占められたほか、九州・四国地方の集団のハプロタイプもこのグループに属した。

以上の結果から、日本国内のオオヤマレンゲ集団のうち九州・四国集団は母系的に他地域集団と異なり、亜種オオバオオヤマレンゲの系統に属することが示された。このことは、九州・四国地方において、両亜種間で浸透性交雑が生じた可能性を示唆している。本発表では、さらに核遺伝子を用いた解析により、浸透性交雑の可能性を検討する。

P2-051

はずれ値を考慮したペアワイズデータの解析法: Isolation-by-distance を例に

* 小泉逸郎 (北大・創成), 池田隆美 (Lincoln Univ.)

極端なデータ、つまり“外れ値”の存在は解析結果に大きな影響を与える。そのため散布図を描いて生データの分布を確かめたり、統計手法を使ったりと、外れ値を検出するために多くの努力が払われている。しかしながら、個体間の体サイズ差や地域間の群集類似度といったペアワイズデータの解析に対しては外れ値の検討がほとんどなされてこなかった。本講演ではペアワイズデータの相関を調べる際の(通常、マンテル検定を使用)、外れ値の検出法を紹介する。

一例として、個体群間の地理的距離と遺伝的距離の関係を調べる Isolation-by-distance (IBD) 解析を取り上げ、既にパブリッシュされた論文にも多くの外れ値が含まれており、それにより結論が変わる可能性さえあることを示す。ペアワイズデータではひとつの個体(群)が複数のデータポイントを持つため、外れ値の影響がひときわ大きく、その検出が非常に重要である。

本手法はマンテル検定を用いるような全ての相関分析に適用可能であり、IBD以外にも地域間の群集類似度の解析、個体群間の同調性解析などに利用できる。本公演は Koizumi et al. (2006) の手法を用いて既存の文献をレビューし再解析したものである。統計パッケージ R で解析プログラムコードを書いたので、多くの人達に本手法を用いて頂ければ幸いである。

Koizumi et al. (2006) Decomposed pairwise regression analysis of genetic and geographic distances reveals a metapopulation structure of stream-dwelling Dolly Varden charr. *Mol Ecol*, 15, 3175-3189.

P2-053

同系交配は個体群レベルで細胞質不和合性の影響を弱める

* 河崎祐樹 (名古屋大院・生命農), 伊藤浩史 (お茶の水大・アカブロ), 梶村恒 (名古屋大院・生命農)

細胞内共生細菌ボルバキアは宿主昆虫の繁殖を利己的に操作する。例えば、ボルバキアが引き起こす細胞質不和合性 CI によって、非感染のメスが感染オスと交配したとき、卵の孵化率が低下する。ボルバキアは卵を経由して次世代へと伝達されるため、非感染メスの適応度を低下させることは感染メスの適応度を相対的に上昇させ、ボルバキアにとって有利に働く。そして、いずれは個体群がボルバキア感染個体で満たされるだろう。しかしながら、現実にはさまざまな種で、ボルバキアの感染は固定されていない。これは1) CIが十分な強さで働いていないためと、2) ボルバキアの母親から子への伝達が完璧ではないためと考えられる。1)は、1a)CIは起こっているが、ある程度の卵の孵化が起こっている、1b)CIが起こる組み合わせでの交配が行われていない、の2通りが考えられる。特に1b)は、交配がランダムではなく、恒常的に同じ系統内の個体間で生じているときに想定される。ところが、ボルバキアの動態はランダム交配を前提として研究されてきた。そこで本研究では、従来のボルバキアによるCIの強さ(z)、垂直伝播率(μ)に同系交配の頻度(p)を加えた3要素とボルバキアの感染率(q)の関係を示すモデルを構築し、シミュレーションを行った。

その結果、 z と p は q に対して等しい影響があることが明らかとなった。さまざまな $\mu-p/z$ のときの100世代後の q を予測したところ、維持・上昇する領域と減少する領域が存在した。さらに、 μ や p/z が小さいほど、 q は高かった。今回提案したモデルにより、個体群レベルでボルバキア感染率を予測するとき、交配様式も重要であることが明らかとなった。

さらに、飼育が困難であるために z の実測値が得られないキクイムシのボルバキアにモデルを適用し、 z の推定を行う予定だ。

P2-054

宿主転換から生じるカースト進化：兵隊アブラムシの進化的起源に関する仮説の検証

* 植松圭吾 (東大・総合文化), 秋元信一 (北大農), 深津武馬 (産総研), 柴尾晴信, 嶋田正和 (東大・総合文化)

真社会性の進化は繁殖を行わない不妊カーストの存在によって特徴付けられる。不妊カーストが進化的に維持される要因については、血縁選択理論により一定の解決が為されているが、一方で形態・行動が大きく異なる不妊カーストがどのようにして生じたか、その発生学的起源については未解明な部分が多い。

Colophina 属の社会性アブラムシでは、春にケヤキの葉にゴールを形成し、成熟ゴールから脱出した有翅虫がクレマチス属の植物へと宿主転換を行い、コロニーを形成する。ケヤキ上の幼虫（以下ケヤキ幼虫）は攻撃行動を示すが、不妊ではなく繁殖を行う。一方、クレマチス上では、表現型可塑性により生じた不妊の兵隊カーストが外敵に対して攻撃を行う。ケヤキ幼虫とクレマチス上の兵隊は行動およびその外部形態において共通点が多く、「ケヤキ幼虫の表現型をもたらず遺伝子群がクレマチス上でも発現することで、兵隊カーストが進化した」という仮説が提唱されている。

今回我々は上記の仮説を検証するため、兵隊カーストの形態的分化の程度が異なる *Colophina* 属の4種を用いて、1.ケヤキ幼虫、2.クレマチス上の兵隊、3.クレマチス上の普通個体において外部形態を測定し、分子系統樹に基づいて種間比較を行った。その結果、ケヤキ幼虫とクレマチス兵隊の攻撃に関わる形質の間に正の相関が見られた。さらに、祖先的な状態に近いと考えられる種では、ケヤキ幼虫とクレマチス兵隊が形態的に酷似していることが明らかになった。これらの結果から、「祖先状態においては、兵隊カーストはケヤキ幼虫の表現型をもたらず遺伝子群がクレマチス上でそのまま異時的に発現することで生じ、その後発生プログラムが改変されることで、形態的により特化した兵隊カーストが進化した」という進化発生学的シナリオが示唆された。

P2-056

外来植物の、天敵に対する抵抗性の小進化的動態

* 深野祐也 (九大・理), 矢原徹一 (九大・理)

外来植物は原産地の天敵から逃れ、低い食害圧下にある場合が多い。この状況下では、資源を防御形質から成長や繁殖に再分配するように淘汰が働き、抵抗力の低下と競争力の強化がおきると予測される。この予測はEICA(Evolution of Increased Competitive Ability)仮説と呼ばれ、いくつかの研究で支持されている。

一方、原産地の天敵が宿主よりも遅れて侵入し、抵抗性が低下した外来植物を再び摂食すると、一度低下した抵抗性が回復すると予測される。しかし、この予測を検証した研究はまだない。本研究ではブタクサを材料に、この予測を検証した。

ブタクサは約100年前に北米から日本に侵入した外来植物で、日本には天敵がほとんどいなかった。最近では、十数年前に北米から侵入したブタクサハムシによって、本土のブタクサ個体群は激しく食害されている。しかしいくつかの離島にはまだブタクサハムシが侵入していない。われわれは北米東部、日本の本土、離島のブタクサ個体群を用いて、ブタクサの成長速度と、ブタクサを餌として与えたブタクサハムシの適応度成分を比較した。

日本のブタクサは北米のブタクサに比べ、非食害下で早く大きく成長した。日本の離島のブタクサをブタクサハムシに与えた場合、北米のブタクサを与えた場合に比べ、生存率・乾重量が増加し、蛹化までの日数が短くなった。日本本土のブタクサを与えると、離島のブタクサを与えた場合に比べ、生存率が低く、蛹化までの日数が長かった。これらの結果は、日本のブタクサでは、一度は抵抗性が低下しEICAが生じたが、遅れて侵入した天敵の食害によって抵抗性が回復したことを示している。

P2-055

2種類の大腸菌株による人工栄養共生系の実験進化

* 浅尾晃央 (大阪大・生命), 細田一史 (大阪大・情報), 森光太郎 (大阪大・生命), 柏木明子 (弘前大・農生), 山内義教 (大阪大・生命), 城口泰典 (大阪大・情報), 鈴木真吾 (大阪大・情報), 四方哲也 (大阪大・情報)

既存の共生系は、互いに相手が存在するという環境に相互適応した状態であろう。その起源や適応過程については、遺伝子系統解析等により理解が深められている。しかし起源や適応過程は過去におこったことから、両者の利害関係の変化や個体群動態を観察することが出来ない。

生物は自分の増殖に有益になり得る相手と初めて出会ったとき、どのような行動をとるのか？特に、原始的な生物である細菌類ではどうなのか？こうした問いに答えるため、私は実験室内で新規に単純な共生系を作り、この適応過程を観察するという研究を行った。具体的には、栄養要求性の異なる2種の大腸菌の栄養共生系について、継代培養をおこない、個体群動態の変化を観察する。

実験：2種の大腸菌の共培養は、ラグ期（増殖しない）、増殖期、飽和期（増殖がとまる）と分けて考えることが出来る。この飽和期に、培地を取り除いて菌体だけを希釈して、新しい培地をもつ試験管へと植え継いだ。

結果：両者を植え継ぐごとにラグ期が短くなり、それによって飽和期までの時間が短くなった。つまり、全体として増殖が速くなった。また長期共培養させた菌を一度クローン化（シングルコロニー化による）しても、再共培養させると個体群動態は増殖の速さを維持していた。

考察：ラグ期は、菌体のアミノ酸漏洩量が増加する表現型変化がおこるまでの期間であることが知られている。つまり、ラグ期が短くなっていったことから、表現型変化がより早く起こるようになったと考えられる。また、クローン化しても個体群動態が変化しなかったことから、共培養の履歴が保持されている事もわかった。この保持は遺伝情報によるものか否かは明らかでない。

P2-057

フユシャク蛾の種分化と多様化：冬の寒さが種分化を促す

* 山本哲史 (京大理院), A.E.Beljaev (IBS Russia), 曾田貞滋 (京大理院)

繁殖タイミングのずれによる時間的隔離は多くの分類群で見られる隔離要因であり、時間的隔離は近縁種間の生殖隔離だけでなく、種分化を引き起こしえる。また時間的隔離はそれだけで種分化を起こし得る。そのため、時間的隔離は空間的隔離と対比され、同所的種分化や同所的集団間の隔離の研究ではしばしば重要な隔離要因として議論されている。しかし、繁殖期のずれが種分化を起こすほど長い期間維持されるのは困難だという指摘もある。実際、時間的隔離による種分化の研究で分子データによって集団間の隔離をしっかりと示された分類群は同種内の集団間であり、種分化の初期段階についてしか時間的隔離の重要性は示されていない。

Inurois 属は成虫が冬に羽化・交尾・産卵を行うシャクガ科蛾類である。本属は冬季環境がきびしい寒冷地では真冬の厳冬環境を避けて初冬と晩冬に羽化するため、初冬型種と晩冬型種に分別することができる。これまでの研究から本属は初冬型と晩冬型の分化に伴う時間的隔離によって多様化してきた分類群である可能性がある。そこで *Inurois* 属の系統関係を明らかにすることで、種分化における時間的隔離の重要性を検討した。3つの核遺伝子を元に系統解析した結果、*Inurois* 属の系統樹では初冬型種と晩冬型種のペアが複数みつかった。このことから *Inurois* 属では時間的隔離による種分化が複数回繰り返してきたと考えられ、種分化における時間的隔離の重要性を支持する。一方、これらの初冬・晩冬ペアは、同時に地理的に隔離された日本産と大陸産の種のペアであることも明らかになった。これは種分化が時間的隔離だけでは完了しない可能性も示唆している。*Inurois* 属では種分化の初期には時間的隔離が重要だが、完了過程では地理的隔離が重要になるとことが示唆された。

P2-058

グッピー LWS 遺伝子から探る色覚の進化

*手塚あゆみ(東北大・院・生命科学), 笠木聡(東大・院・新領域), 河村正二(東大・院・新領域), Cock van Oosterhout (University of Hull), 松島野枝(東北大・院・生命科学), 河田雅圭(東北大・院・生命科学)

色覚は餌の探索や捕食者回避、また配偶者選択に関与し、適応度に大きく影響を与える形質である。色覚の進化は自然選択と性選択の両方に依存すると考えられ、進化生態学にとって重要なテーマである。本研究の対象であるグッピーには色覚の多様性がある。上記のような直接的な選択圧は、形質の多様性を減少させると考えられ、なぜ色覚の多様性が存在しているのかはわかっていない。また、オスのみが派手なカラーパターンを持ち、集団内・集団間で極めて多様である。環境の違いに応じて色覚を進化し、その色覚を配偶者選択にも用いてオスのカラーパターンを評価する『センサリドドライブ』という仮説がある。グッピーにおいても色覚が多様に進化した結果、メスの選好性が多様化し、カラーパターンも多様化している可能性が考えられる。色覚の多様化に寄与する候補遺伝子として LWS (長波長感受性) オプシン遺伝子がある。光感受性はオプシンの配列変異によって変わるため、LWS 遺伝子の多型は色覚感受性の違いを生じている可能性がある。LWS 遺伝子を用いる事で、色覚が多様に進化した結果、メスの選好性が多様化し、カラーパターンも多様化したかを検証できると考えられる。本研究ではグッピーの LWS 遺伝子の配列情報を用いて選択の検出を行った。その結果、LWS 遺伝子には多型があり、異なる光感受性のピークを持つ LWS-A アリルが集団間・集団内維持されていることも明らかになった。LWS の多型には平衡選択と多様化選択が働いている可能性が示唆された。この結果は、色覚は環境の異なる集団間、同一の集団内の両方において多様性が維持されるメカニズムが存在することを示唆している。

P2-060

大腸菌と細胞性粘菌による人工必須共生系の個体群動態

*久保勲生(大阪大・情報), 細田一史(大阪大・情報), 木原久美子(理研・ASI), 森光太郎(大阪大・生命), 四方哲也(大阪大・情報)

P2-059

林床性のエイザンスミレと草原性のヒゴスミレにおける雑種集団解析

遠山弘法(九大・理・生物), 矢原徹一(九大・理・生物)

雑種集団は、種の境界を決定づける環境と遺伝子間の相互作用を研究するための理想的な材料だと考えられている。近年、生態的に分化した2種の雑種集団における研究が盛んに行われており、大きく2つの結果が得られている。まず1つ目は、雑種集団におけるF1の優占である。これは、親種の中間的な環境下で中間的な遺伝子型を持つF1以外の子孫が、発芽後の生育地を介した選択によって除かれることで生じる。一方で、F1が少なく他の様々な交配型が観察される雑種集団も存在する。これは、雑種集団内の微環境の違いに対応して様々な遺伝子型を持つ個体が定着することによって生じる。本研究では、光環境で分化したと予測されるエイザンスミレとヒゴスミレの雑種集団を用いて、雑種集団がどのような遺伝子型、及び表現型で構成されているのかという疑問に取り組んだ。形質測定は、種間で多様化選択が働いており種内で均一化選択が働いていることが示唆された、春葉重/面積を測定した。雑種の遺伝子型の推定は AFLP を用いて行った。発表では、この結果について議論する。

P2-061

マイクロチャンバーを用いたテトラヒメナ培養技術の構築と観察

*松本佑介(大阪大・情), 一ノ瀬純也(JST-ERATO), 森光太郎(大阪大・生), 鈴木弘明(大阪大・情), 四方哲也(大阪大・情)

[目的] 細胞内共生は、元々は捕食被食や寄生の関係だったと言われている。しかしその過程を観察し続けたことはない。そのため当研究室では天然で共生関係にない捕食者(テトラヒメナ)と被食者(大腸菌)を実験室内で飼い、その進化の過程を観察し続けようとしている。ここで、原生動物には運動性を持つものも多く、また例え持たないとしても、長期間顕微鏡の同一視野下で飼うことは困難である。よって我々は運動性原生生物である *Tetrahymena thermophila* の新たな観察培養技術の開発を目的とした。観察するシステムには Polydimethylsiloxane (PDMS) で形成したマイクロチャンバーを使用し、まずどの程度増殖できるのか、そして世代時間の1細胞計測を行い、最後に人工共生系の様子を観察した。

[方法] 前培養した *T. thermophila* を、マイクロチャンバー内の顕微鏡1視野に収まるウェルに1細胞が入るようにセットし、倒立型顕微鏡下で培養観察を行った。

[結果と考察] 単独培養時はウェル内での増殖速度がフラスコ内と同等の増殖速度を示すことを確認できた。世代時間は 149 ± 35 min であり、親子の世代時間の相関と姉妹の世代時間の相関を比較すると大きく異なっていることが分かった。共培養した大腸菌は伸び始め、それに伴ってテトラヒメナ内部にも明らかに食胞のサイズよりも伸びた大腸菌が観察された。取り込まれた大腸菌は数時間内に消化されてしまうが、共培養を長期間行うことで消化までの時間が延びたり、細胞質内に移動したりなど他の共生種と同じような変化(垂直伝搬など)が見られると考えられる。

P2-062

藻類の適応トレードオフにみられる遺伝的変異

* 笠田 実¹, 吉田丈人^{1,2} (1 東大院・広域システム 2 科学技術振興機構 さきがけ)

進化生物学の重要な概念である適応進化とは生物の生存や繁殖の向上をもたらすものであり、個体群動態とは切り離せないものである。また、個体群生態学においても、個体群内の遺伝的多様性を考えずに個体群動態の理解を深めるには限界がある。なぜなら、種内の遺伝的多様性をもたらす進化動態が個体群動態全体の振る舞いに影響を与える可能性があるからである (Yoshida et al.2003, Hairston et al. 2005)。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慮することが重要となってくる。

Meyer et al.(2006)は、2タイプの藻類の株組成変化を観察する方法として、対立遺伝子特異的定量PCR[Allele-specific Quantitative PCR(AsQ-PCR)]の開発に成功している。彼らはワムシと藻類の捕食-被食系において、UTEX265とUTEX396と呼ばれる藻類株の組み合わせが、系全体の個体群動態に影響を与えることをAsQ-PCRを用いて実証してみた。Meyerらの藻類株の組み合わせの場合、藻類の遺伝的組成と系全体の個体群動態はともに安定平衡に収束する。しかし、Yoshida et al.(2007)の理論予測は、適応形質の違う他の様々な藻類株の組み合わせも、系全体のダイナミクスに興味深い影響を及ぼす可能性を示唆している。これを受けて本研究では、AsQ-PCRによって株組成頻度のわかる藻類の組み合わせにおいて、Meyerらを使用した以外の藻類株が遺伝的に異なるどのような適応形質をもっているのかを明らかにする。さらに今後の展開として、これらの藻類の組み合わせが系全体の個体群動態にどのような影響を与えるのかを観察していきたい。

P2-064

ヤマアカガエル集団間集団内での免疫関連遺伝子の多様性

* 高柳真世, 金成安慶, 松島野枝, 牟田達史, 河田雅圭 (東北大・院・生命科学)

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力を維持することが重要である。カエルの皮膚上には、感染抵抗力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、特にアカガエル科ではその多様性の高さが特徴的である。AMP 遺伝子産物において、細胞内での輸送などに関わる部分のアミノ酸配列は保存性が高いのに対し、AMP 本体として働く成熟ペプチド部分の配列は種間種内で非常に多様である。この多様性は何らかの選択圧によって生じたと考えられ、同種の集団間でも遺伝的な違いが生じている可能性がある。集団間の AMP 遺伝子の配列や頻度を比較し、多様性がどのような要因で維持されているかを調べることは、自然免疫関連遺伝子の多様性と病原体に対する抵抗力の関係を明らかにする上で重要だと考えられる。

ヤマアカガエルにおいて、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種類見つかり、また個体によって異なる種類の Temporin1 の発現が観察されている (Ohnuma et al., 2007)。しかし、それら異なる AMP のゲノム上の遺伝子座やアレル関係についてはわかっていない。そこで本研究では、複数集団から採集したヤマアカガエル個体について Temporin1 遺伝子のゲノム DNA クローニングを行い、遺伝子座やアレル関係の一部を明らかにしたので、現在までの結果を報告する。

P2-063

隠れた変異の蓄積と顕在化に与える環境変動の影響：遺伝子制御ネットワークの個体ベースモデル

* 岩崎航, 津田真樹, 河田雅圭 (東北大・生命)

ある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ていない「隠れた変異」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。本研究では、集団内の隠れた変異の蓄積と顕在化に対して遺伝子制御ネットワークと環境の相互作用が与える影響について、個体ベースモデルを用いて調べた。

集団を異なる安定化選択圧の下で進化させた場合、強い選択圧にさらされている集団ほど通常環境における表現型分散が小さくなったが、新規環境にさらしたときに現れる表現型分散にはそれらの集団間で違いが無かった。また、個体が世代内で異なる環境を経験するような状況を想定し、経験させる環境の数を変化させ、その結果進化する集団について調べた。経験させた環境の数は通常環境における表現型分散には影響しなかったが、経験させた環境の数が多いほど集団内の遺伝的多様性と隠れた変異は減少した。

次に、新規環境において集団内の表現型変化をもたらす要因、すなわち隠れた変異の所在を調べるため、遺伝子制御ネットワーク内部の構造の違いとシグナル受容部位の違いが個体間の表現型の差に与える影響を調べた。その結果、シグナル受容部位の変異とネットワーク構造の違いの両者が個体間で表現型の違いに寄与していた。

これらのことから、表現型に対する選択が集団内の遺伝的構造の進化を制約し、隠れた変異の大きさに影響することが示唆された。

P2-065

無融合生殖種の遺伝的多様性獲得メカニズム：ニガナ地域集団内の遺伝構造から

中川さやか*, 伊藤元己 (東大院・総合文化・広域システム)

無融合生殖とは無性生殖の1つで、被子植物では胚珠の中の非減数の細胞が胚を形成し胚珠は種子へと成長するという、受精を必要としない生殖様式である。無融合生殖で生じた種子は遺伝的に母親と同じであり、集団内には有性生殖に比べて遺伝的多様性が低いと予測されるが、実際には様々な分類群で遺伝的多様性があることが明らかになっている。しかし、遺伝的多様性獲得のメカニズムは明らかになっていない。キク科タンポポ連に属するニガナ *Ixeridium dentatum* ssp. *dentatum* は3倍体の無融合生殖種にもかかわらず、1集団において遺伝的多様性があることが酵素多型により明らかになっている (落合・伊藤 未発表データ)。そこで、本研究では、無融合生殖種の遺伝的多様性獲得のメカニズムを明らかにするために、ニガナの複数の地域集団において遺伝的多様性があるのか、そして、地域集団間で遺伝的多様性に違いがあるのかを SSR マーカーを用いて解析した。その結果、ニガナ 15 地域集団において計 96 の遺伝型が示され、すべての地域集団が複数の遺伝型から構成されること、多くの遺伝型が地域集団間で非共有であること、そして、集団内の遺伝的多様性は集団により大きく異なることが確認された。さらに、各個体の遺伝的関係を解析した結果、集団内の遺伝的多様性の違いは、遺伝的多様性獲得のメカニズムなどの違いによるものであると考えられた。メカニズムとして突然変異と有性生殖の可能性が考えられ、さらに、起源の異なる遺伝型の同所的分布の可能性も考えられた。今後、遺伝的多様性の違いはどのような条件によって実現されるのかについて、ニガナの起源・起源の段階でどの程度の多様性があったかを明らかにし、さらに有効集団サイズ、突然変異率、移出入率、交配確率を考慮する必要がある。

P2-066

タモロコ属魚類における栄養多型の地理的変異：系統と生息環境の効果

* 中島哲郎 (京大生態研), 熊田裕喜, 小北智之 (福井県立大), 奥田昇 (京大生態研)

湖沼性魚類の幾つかの種では、集団内に沿岸-沖合環境勾配に沿った餌資源利用パターンと関連した摂餌形態の多型現象(栄養多型)が一般的に知られている。琵琶湖水系にはタモロコ属魚類近縁2種が生息する。本湖固有種ホンモロコは沖合に生息し、プランクトン食性を示す一方、タモロコは沿岸や流入河川に生息し、ベントス食性を示す。これらは各々沖合及び底生環境に適した形態の特徴をもつ。他水系においてタモロコは様々な生息地を利用し、湖沼集団では沖合プランクトン食性を示す個体が出現することが知られている。最近のmtDNAによる分子系統解析によると、タモロコの地域集団は側系統関係にあり、琵琶湖水系のタモロコはホンモロコと近縁で、伊勢湾周辺のタモロコとは異なる系統群に属することが分かってきた。しかし、タモロコ属の系統群間・内での形態変異や生息環境の及ぼす影響については未解明な点が多い。本研究では、2008年10～11月、2009年6～11月に琵琶湖と本水系の流入河川、用水路、溜池、福井県三方湖、伊勢湾周辺の溜池からタモロコ属魚類を採集し、それらの外部形態を系統群間・内の局所集団間で比較した。また、湖沼集団内の摂餌形態の個体間変異と餌資源利用パターンの関係を検討するため、炭素・窒素安定同位体分析を導入した。幾何学的形態測定の結果、溜池、河川(用水路含む)、大型湖沼の3種類の生息環境に応じて明瞭な形態的差異を検出できた。従って、タモロコ属魚類の外部形態の集団間変異はそれらの生息環境の違いを強く反映するものと示唆された。また同一系統群内の溜池集団間にも顕著な形態的差異が認められ、地史年代の浅い池沼ではボトルネック効果のような要因も形態変異に影響すると示唆された。

P2-068

ショウジョウバエ産卵行動における Baldwin 効果のモデル解析

* 小林哲, 嶋田正和 (東大・院総合文化)

生物は環境に対して進化的に適応するだけでなく、一世代の中でも生理的、形態的可塑性や、学習による行動の変化で迅速な適応を示す。現在、表現型可塑性やゆらぎが生物の進化に影響を与えることが大きな注目を浴び、理論、実験共に多数の研究がなされている。それに対して行動的可塑性としての学習は、進化との関係について調べた研究はあまりない。これは学習行動に関わる神経系や分子メカニズムの複雑さに起因する。しかし近年の神経行動学やシステムバイオロジーの発展は、少しずつ行動、学習メカニズムを明らかにしつつある。今後、学習の進化研究は、これらの学問から得られた知見を統合して考える視点が必要となるだろう。

学習による表現型の変化が遺伝的に固定し、進化に影響しうるとは Baldwin 効果として知られている。私たちはこれまでに、簡単な連合学習を組み込んだショウジョウバエのモデルを構築し、産卵培地の選好性を選抜するシミュレーションを行った。学習率や生来の選好性の条件によっては、学習が進化を促進しうることを示した。本研究では昆虫の学習について、より機構的なモデルを構築する。神経系への選択を通じ、学習行動が遺伝的に固定されていく過程(Baldwin 効果)を解析する。

P2-067

メダカにおける実効性比の季節変化について

* 牧田拓, 山平寿智 (新潟大・理)

多くの生物で実効性比はオスに偏り、その偏りの程度は性淘汰の強さを決める。繁殖可能なメスの出現数が時間的に集中し実効性比の偏りが小さくなると、特定のオスによるメスの独占が制約され性淘汰が弱まること、理論的にも実証的にも示されている。温帯に分布する生物の多くは明瞭な繁殖期を有し、一年のある期間に繁殖可能メスの出現が集中する。一方、繁殖可能オスの出現がメスほど季節的に集中しないならば、実効性比は季節的に変化すると予想される。本研究では、メダカ *Oryzias latipes* をモデルにその検証を行った。新潟市のある地域集団を対象に、野外から採集された個体の繁殖可能性を室内交配実験により調べたところ、繁殖可能なメス(=室内で産卵に至ったメス)の割合は4月から徐々に増加していき、6月には100パーセントのメスが繁殖可能となった。その後、繁殖可能メスの割合は徐々に減少し、9月にゼロとなるといった単峰型の季節変化パターンを示した。一方、繁殖可能なオス(=室内で成熟したメスに受精させることのできたオス)の割合は、4月から9月まではほぼ一定の値を示した。以上の結果は、繁殖期の始まりと終わりに実効性比はオスに偏るが、繁殖盛期にはその偏りが小さくなることを示している。これは、同じ集団の1繁殖期間中でも、繁殖盛期ほど性淘汰圧が弱くなることを示唆している。こうした性淘汰圧の季節変化パターンは、温帯に分布する生物にとって一般的な現象かもしれない。

P2-069

海のダニ(ウシオダニ類)の分子系統推定

* 目黒紘子 (日大・院・生物), 五箇公一 (国立環境研), 安倍弘 (日大・生物)

ダニは昆虫類に次ぐ多様な生物集団であり、地球上の様々な環境に分布している。これまでに約400科4000種が知られており、その起源は古く約4億年前のシルル紀には現存する主要な目の大部分が出現していたとされている。一方、ダニ類の生物学的研究は他の動物分類群と比較して遅れており、分類および系統進化に関しても不明な点が多い。本研究ではそうしたダニ類の中でも特に研究例が少なく、未知の部分が多い、海に生息するウシオダニ類に注目した。

ウシオダニ類とは節足動物門蛛形綱ダニ目ケダニ亜目ウシオダニ科に含まれる、体長0.5mm程度の小型のダニ類である。生息範囲は非常に広く水深5,000m以上の深海から高山帯の泉に至るまで世界中のありとあらゆる水圏に生息しているが、そのほとんどは潮間帯及び亜潮間帯に分布が集中していると考えられる。また、潮間帯のウシオダニの生息密度はかなり高く、西ドイツの河口では1m²に200,000個体を記録している。これらのことからウシオダニ類は重要な生物多様性の構成要素であると同時に重要な生態系機能を担っていると予測される。しかし、この生物群は、生物多様性の基本情報を整備する上での分類が非常に遅れており、さらに生態学的な情報も乏しく、ウシオダニ科における系統および多様性情報はほとんど不明なままとされている。そこで本研究では、極めて微小な動物であるウシオダニ類の形態形質を保存しながら、DNA抽出を可能とする方法を検討し、この方法により得られたDNA情報に基づいてウシオダニ類の系統関係の推定および沿岸生物としての多様性の把握を試みた。

P2-070

メダカ属魚類の生殖隔離に対する地理的分布域と遺伝距離の影響

*中田翼(新潟大院・自然科学), 山平寿智(新潟大・理), 佐藤正祐(東山動物園・世界のメダカ館), 藤谷理映子(東山動物園・世界のメダカ館)

地理的に隔離された集団は独立に進化し、互いに分化していく。ゆえに、遺伝的分化が進んだ集団間ほど、交配前生殖隔離(=同類交配)も交配後生殖隔離(=雑種個体の適応度の減少)も強いとされる。また、長期間地理的に隔離されていた集団が二次的に接触した場合、雑種が生じないよう、交配前生殖隔離が急速に進化するとされる(強化)。この集団遺伝学的理論に従うと、近縁種間の交配前および交配後隔離の程度は両者の分岐年代が古いほど強いが、分岐年代が同程度の場合は異所的近縁種間より同所的近縁種間の方が交配前隔離が強いと予測される。本研究では、系統関係が既知で、異所的/同所的に分布するメダカ属(*Oryzias*)近縁3種を用いて、その検証を行った。交配実験の結果、系統関係は最も近いが異所的に分布するメダカ *O. latipes* とハイナンメダカ *O. curvinotus* とは、自由に交配を行い雑種個体も形成されることがわかった。また、系統関係が遠く異所的に分布するメダカとペクトラリスメダカ *O. pectoralis* とは、雑種は生じない(=受精率がゼロである)が部分的に交配を行うことがわかった。しかし、系統関係は遠いが同所的に分布するハイナンメダカとペクトラリスメダカとは、交配をほとんど全く行わなかった。これらの結果は、上記の予測に一致する。ハイナンメダカとペクトラリスメダカとの間の強い交配前隔離は、オスの求愛行動や体色に基づくメスの配偶者選択によって成立すると考えられるが、その検証は今後の課題である。

P2-072

四国産オオオサムシ亜属の体サイズ分化による生殖隔離

土屋雄三*(京大・理), 曾田貞滋(京大・理)

集団に複数の適応ピークを生じるような自然選択を、多様化選択と呼ぶが、これは種分化の原因となることがある。この際に、地理的障壁は必ずしも必要ではなく、同所的、または側所的に分布する集団においても、多様化選択によって種分化が起こりうると考えられている。多様化選択を引き起こす要因として、温度などの環境勾配が挙げられる。

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。

そこで、本研究では体サイズ分化による種分化の可能性を探求するために、生息地標高と体長との関係、実験条件下での温度依存的な発育速度・体サイズ、体サイズが異なる集団間の生殖隔離について調べた。

シコクオサムシは大型集団と小型集団からなり、標高1000m前後を境界として分布が分かれている事が分かった。温度を2条件に分けて行った幼虫の飼育実験により、成虫の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。つまり、体長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。シコクオサムシの生息地が剣山、石鎚山などの険しい山系に存在しているため、標高上の分布境界には好適な生息地が少ない。また、標高の変化が急激であるため、体サイズが異なる集団は、一定の境界を超えて相互に生息地を拡大できない可能性があると考えられる。すなわち、シコクオサムシは一定の標高を境界として体サイズの違う集団の分布域が分断されており、集団間の体サイズの変化は生殖隔離に影響する事、体サイズの集団間の差は遺伝的要因によって決定している事が示唆された。

P2-071

キスゲとハマカンゾウにおける花色の違いの遺伝的背景

*新田梢(九大・院理・生物), 坂口祐美(九大・院・生物資源環境科学), 三島美佐子(九大・博), 小関良宏(農工大・工・生命工), 安元暁子(京大/チューリッヒ大), 矢原徹一(九大・院理・生物)

花色は送粉者に対するシグナル機能があり、新たな送粉者との関係を進化させると言われている。キスゲ属のハマカンゾウは赤色を帯びたオレンジ色、キスゲは薄いレモン色である。ハマカンゾウはアゲハチョウ媒花であり、キスゲはスズメガ媒花である。よって、昼咲きの祖先種からキスゲへの進化の過程で、アゲハチョウ媒からスズメガ媒への送粉適応に伴って、赤色のアントシアニン色素の欠失とオレンジ色のカロテノイド色素の組成変化が起こったと予想される。そこで、2種における花色の違いの遺伝的背景を明らかにするため、アントシアニン色素とカロテノイド色素に注目し、雑種の表現型の分離解析と色素生合成系遺伝子の発現解析を行った。

アントシアニン色素については、雑種F1は、無か微量であった。雑種F2では、無:有=61:63であったが、量の変異があり、無:微量:淡赤:濃赤=61:33:20:10であった。よって、酵素遺伝子と調節遺伝子の2遺伝子座支配による可能性が考えられる。カロテノイド色素については、雑種F1は中間色であった。雑種F2では、オレンジ色・中間色・レモン色に分離し、中間色が多かった。よって、主要な遺伝子座の関与が示唆され、ヘテロ接合で色素の合成量が減り、中間色になったと考えられる。以上から、アントシアニン色素とカロテノイド色素の合成の抑制は、主要な遺伝子座によることが示唆された。

また、アントシアニン色素とカロテノイド色素の合成系の酵素遺伝子について、RT-PCRで花卉における発現を比較した。その結果、キスゲではいくつかの酵素遺伝子の発現量が減少していた。

P2-073

砂浜と磯に隔たりはあるのか? ~同所的な海岸生アオスゲ類の多様化~

*大西亘(九大・理), 矢原徹一(九大・理)

海岸近くに生育する植物は、潮風や強い日差しに耐えうるような、内陸性の植物とは異なる形質を獲得しており、海岸生植物として認識されている。また、海岸近くの環境は均一でなく、岩場に直接植物が生育しているような磯や海岸風衝地、砂の上に植生が発達する砂浜、海岸生の樹木が優占する沿海林、河口部に発達する干潟など、様々な生育環境が隣接して存在する。こうした海岸近くの異なる環境では各環境の特性が顕著に異なっており、複数の環境にわたって分布する種はほぼ見られない。一方、海岸近くの各環境下の植物は、隣接する別の環境に近縁な種がないものがほとんどであり、このために環境間の障壁を越え、複数の環境にわたって分布するような種が存在しないのかもしれない。顕著な環境特性のために独立していると考えられる海岸付近の植物の生育環境が、非常に近縁な種間であれば環境間の障壁を越えられるのか、について隣接する磯と砂浜に近縁種が生育するカヤツリグサ科スゲ属の一群、アオスゲ類を用いて、磯に生育する種と砂浜に生育する種間の遺伝的交流の有無を調査した結果をもとに検証する。

P2-074

可塑的防衛行動はいつも適応的か? : 野外観察と室内実験によるフサカ日周鉛直移動の検証

* 永野真理子 (東大・総合文化), 八木明彦 (愛工大), 吉田丈人 (東大・総合文化)

日周鉛直移動 (diel vertical migration, DVM) は、海洋や淡水域のプランクトンが昼夜で分布深度を変える行動である。これは餌生物が、捕食者の放出するカイロモンを感知すると、昼間は暗い湖の深層にとどまり、夜間は採餌のために表層に浮上する、可塑的な防衛行動と解釈されている。よって、捕食者がいない水域では DVM はみられない。

調査をおこなった長野県の深見池 (最大水深 7.75m) のフサカ (双翅目) 幼虫は、夏期において、ブラックバスなどの視覚捕食者を避けるために、典型的な DVM を示した。一方冬期においては、魚類の捕食活動は低水温のために抑えられているにもかかわらず、フサカは底泥中から水深 5m へ鉛直移動をみせることがわかった。

室内実験では、水温が 22℃ のときは、魚カイロモンなし区でも魚カイロモンあり区でも、明期は底層に暗期は表層に分布する DVM を示した。同様に水温が 5℃ のときも、両方の区で DVM が認められた。また水温間で DVM の平均移動距離を比較すると、5℃ より 22℃ のときに、より大きな鉛直移動をすることがわかった。さらに、実験前後での体重変化をみると、22℃ の方が 5℃ より著しい減少をみせたが、カイロモンの有無では差異がみられなかった。

以上のことから、フサカは捕食者である魚が不活発な低温期にも DVM をすることがわかった。フサカの DVM を誘導する要因として、光強度と捕食者カイロモンが知られているが、カイロモンがなくても光強度の変化だけで防衛行動が誘導されることが明らかになった。季節的に捕食者の密度が変化する湖において、捕食者が高密度のときにみられる餌生物の DVM は適応的である。しかし、捕食者がいない場合の DVM は、捕食を介して得られる利益よりも鉛直移動に伴うエネルギーコストがかかるために、不適応になっているかもしれない。

P2-076

スミレ種間雑種 (ナガバノアケボノスミレ) 形成集団における交雑現象の解析

* 長野祐介 (信大・理), 平尾章 (信大・山岳研), 市野隆雄 (信大・理)

日本の内陸部に分布するアケボノスミレと太平洋側に分布するナガバノスミレサイシンには種間雑種ナガバノアケボノスミレが存在する。両親種の分布重複域は関東から九州まで広く存在すると思われるが、雑種の生育が知られているのは東京都西部から山梨県東部にかけての狭い範囲のみである。雑種はほとんど稔性を持たない (浜 2002) とされているが、自然状態で F2・戻し交雑個体の生育の有無は詳しく調べられてはいない。本研究では雑種形成集団の分布や集団構造、集団間の比較などを通して交雑集団の実態やその維持機構を探ることを目的としている。調査は 3ヶ所 (山梨県扇山、東京都高尾山・高水山) で行い、それぞれで分布状況を確認するとともに、DNA 抽出・形態測定用に葉を一枚ずつ採集した。雑種生育地はいずれも山頂付近、尾根沿いであった。これは親種それぞれに適応的な環境 (アケボノ: 明るくやや乾燥した環境、ナガバノ: 陰地やや湿った環境) の移行地となっているためと考えられる。また、扇山においては両親種の開花期が低標高地でずれていたのに対し、尾根沿いでは重複していた。これらのことから雑種が形成されるには、両親種の分布が近接できる環境の存在と、両親種の花期の一致という条件が重なることが必要と推測された。抽出した DNA からは AFLP 法によるフラグメント解析をもとに主成分分析、NewHybrids によるベイズ推定を用いて雑種の識別を行なった。その結果、雑種はほとんどが F1 ということが示唆され、両親種の中間的なクラスターを形成した。また、雑種の形態的、遺伝的形質の特定のため、採集した葉から形態形質値として葉の全長・全幅を計測し葉形指数を算出したところ、DNA 解析結果の比較では、雑種と判定された個体は両親種の中間的形質を示すことが明らかになった。

P2-075

真社会性アブラムシの兵隊サイズにおける可塑性の検証とクローン間変異

* 幅 拓哉, 服部 充, 市野 隆雄 (信州大・理・生物)

表現型可塑性は「ある遺伝子型をもつ個体が、異なる環境に対して発生的にそれぞれ異なる表現型を示す現象」と定義される。ツノアブラムシ族には、捕食者からのコロニー防衛を専門に行う不妊の兵隊を産出するもの (真社会性アブラムシ) もいる。兵隊は生殖個体に比べて発達した前脚と一對の角をもち、これらを用いて捕食者からコロニーを防衛する。

不妊の兵隊を産出することは、コロニーの成長率を下げるというコストがある。このため母虫は捕食リスクの経時的な変化に応じて兵隊の数を可塑的に調節していると予想できる。さらに兵隊の産出数を変えるだけでなく兵隊 1 個体あたりの強さを変えることによって防衛強度の調節を行っている可能性がある。実際にツノアブラムシ族のササコナフキツノアブラムシの兵隊サイズは、野外における経時的な捕食リスクの変化と正の相関をもつことがわかっている (服部, 私信)。また、母虫が可塑的に兵隊のサイズを調節することも明らかになっている。これらの表現型の可塑性が、捕食者に対する適応によって生じたかどうかを論じるためには、まず防衛形態形質の表現型可塑性に遺伝的な変異があることを示す必要がある。そこで本研究では、異なる集団由来のアブラムシクローンを同一環境下で飼育し、それぞれのクローンが産出する兵隊の防衛形態形質サイズを比較した。その結果、防衛形態形質の可塑性を示す反応のノルムに遺伝的変異があることが明らかになった。

P2-077

非対称な食物網は進化的にも安定か?

香川幸太郎*, 瀧本岳 (東邦大・理・生物)

どのような生態系が存続できるのだろうか? Rooney ら (2006) は、「非対称な食物網構造」が生態系を安定化する可能性を指摘した。非対称な食物網構造とは、(1) エネルギーの流動速度が異なる二つの食物連鎖があり、(2) 両方から捕食する捕食者がそれらを連結する、というものである。Rooney らが用いた数理モデルは生物の進化は考慮していない。しかし近年進化プロセスが生態ダイナミクスに与える影響の重要性が指摘されている。そこで本研究では、非対称な食物網構造が進化に対して安定なのかをシミュレーションモデルを用いて検証する。

Rooney らのモデルに進化を組み込んだシミュレーションの結果、進化が起きると一方の食物連鎖の中間捕食者が絶滅した。従って、非対称な食物網は進化に対しては不安定であることが分かった。このとき進化した種自身が絶滅する「進化的自滅 (evolutionary suicide)」が起こっていた。つまり、進化を考慮すると Rooney らが示した野外食物網の非対称性を説明できない。

そこで、モデル群集の空間構造を閉じた単一群集からメタ群集へと拡張し、非対称な食物網が進化に対して安定となるのか調べた。メタ群集とは生物の移動分散によって接続された複数の局所群集の集まりである。

メタ群集モデルでは進化が起こっても非対称な食物網が安定となる条件があることが分かった。局所群集内では進化的自滅へ向かう選択圧が働いていた。しかし、局所個体群に対する自然選択がその進化を止める事が示唆された。また、メタ群集上での進化がもたらした食物網構造は、Rooney らのモデルとは少し異なる非対称性を持っていた。

以上の結果からメタ群集上で非対称な食物網構造が進化し、安定となり得る事が分かった。Rooney らが示した野外食物網の非対称性はメタ群集上での進化から生じた可能性がある。

P2-078

既発表データによる、日本の生物の地理的変異パターンのメタ解析

* 飯田晋也 (横国大・環情), 小池文人 (横国大・環情), 平塚和之 (横国大・環情)

P2-079

日本の海岸と内陸性山地におけるアサツキ分類群の分布と系統

川瀬大樹 地球研, 林一彦 大阪学院, 佐藤謙 北海学園, 堀井雄治郎 秋田県, 湯本貴和 地球研

ネギ属には多くの種が知られており、特にタマネギやネギなどは人間に食用として最もよく利用されている植物のひとつである。そのなかでアサツキ (*Allium schoenoprasum* var. *foliosum*) は、主に北海道から本州にかけて分布する植物であり、栄養価の高い植物として栽培もされている。アサツキが自然分布する生育地は、主に高山や海岸の岩礫地であり、特に乾燥しやすい土壤に生育し、生育環境に応じて様々な変種が知られている。例えば、アサツキは蛇紋岩といわれる特殊な岩石土壤にも分布しており、北海道の橄欖岩地域であるアポイ岳では矮小型変種のヒメエゾネギ、本州の蛇紋岩地域である至仏山では、矮小型変種のシブツアサツキが分布している。また北海道の海岸部には花のサイズが大きいタイプとしてエゾネギが分布し、高山地域ではシロウマアサツキが分布している。アサツキの分類形質の中で、観察して識別できる点は、花卉に対するおしべの長さである。しかし必ずしも生育環境とアサツキの形態形質は一致しておらず、アサツキ種内分類群の系統地理的な分布を把握した上でアサツキの分類を整理していくことが必要である。本研究では、アサツキの種内分類群の遺伝的関係を明らかにするために、様々な生育地におけるアサツキ集団を対象に遺伝学的解析を行った。遺伝解析に用いた遺伝子は、核 DNA 領域 (ITS) と葉緑体 DNA の遺伝子間領域であり、それぞれダイレクトシーケンシング法によって塩基配列を解析した。その結果、山地に分布する集団には、複数の ITS タイプが検出され、海岸の多くの集団には同じ ITS タイプが検出され、海岸部と内陸における分布の広がった過程が異なっている可能性が考えられた。

P2-080

管理履歴の異なる二次草原における植物相の比較

佐久間智子 (西中国山地自然史研究会)

人為の働きかけによって維持されてきた草原は、農業の近代化や化学肥料の普及により、利用が放棄され、現在では遷移が進行している。草原に依存する種の多くは、遷移の進行に伴って減少し、絶滅の危機に瀕しているものも少なくない。このような状況において、各地で草原保全の活動が行われている。保全活動を進めていく上で、草原の状態を把握することが必要となるため、指標となる種を示すことは重要である。本研究では、管理履歴の異なる草原における植物相を把握し、それらを比較することにより管理履歴と生育種の関係を明らかにすることを目的とした。

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

調査は2007年4月から2009年10月にかけて行い、調査地域の全域を踏査し、すべての維管束植物について出現種を記録した。調査の結果、総出現種数は雲月山、千町原、深入山の順で多かった。すべての草原に共通して出現した草原生の種は、オミナエシ、シバ、センブリ、ツシママコナ等であった。また、火入れ草地である深入山と雲月山で共通して出現した草原生の種は、キキョウ、オトコヨモギ、シオガマギク、スズサイコ、マツムシソウ等であった。これらの結果から、管理履歴の違いによって生育する草原生の種が異なることが明らかになった。

P2-081

都心水辺緑地に生息する淡水魚の由来 - 遺伝的解析と保全への示唆 -

高村健二 (国立環境研)

皇居外苑濠は都心に残る貴重な池沼生態系であり、これまでに外来魚駆除とあわせて魚類相調査がなされてきたが、種内系統の遺伝的分析はなされていなかった。そのために外来種の由来や在来種の地域固有性の判別ができず、外来を防ぐためにはどのような対策をとればよいか、濠管理上でどの魚種を保全すべきかの検討がなされていなかった。そこで、代表的な国外外来魚オオクチバスおよび国内在来魚モツゴについてミトコンドリア遺伝子による遺伝子解析を行い、由来推定を行った。

まず、環境省皇居外苑管理事務所による魚類相調査が2008年度に実施されたので、その採集物からオオクチバス・モツゴ標本を入手した。オオクチバスについては、ミトコンドリア調節領域遺伝子約300塩基対の塩基配列を決定し、既報の塩基配列ハプロタイプと合わせて近隣結合法により系統樹を作成した。その結果、標本はすべて一つのハプロタイプに判別された。モツゴについては、ミトコンドリア16S rRNA 遺伝子約1230塩基対の塩基配列を決定し、既報の塩基配列ハプロタイプと合わせて近隣結合法により系統樹を作成した。その結果、標本は大きく2群の系統に判別された。

得られた結果から、以下のように考察した。オオクチバスで見つかった系統は、1925年にカリフォルニアから移植された魚に由来する可能性があり、国内に広く分布している。これまでの調査では放流機会の多い水域から複数の系統が同時に見つかることから考えて、外苑濠への移植機会は限られていると推測された。在来魚モツゴには、国内在来とアジア大陸由来の系統が見つかった。出現頻度から見て、国内在来系統が多数を占めたが、アジア大陸産系統も少ないながら定着しており、他魚種随伴などにより外来したものと推測された。

P2-082

クワガタムシ共生生物の多様性 -クワガタにまつわる
エトセトラ-

岡部貴美子*, 神崎菜摘, 升屋勇人(森林総研)

樹液は様々な昆虫が集まる場として、子供から大人まで、アマチュアから研究者まで誰からもよく知られている。しかしここに集まる昆虫の体表面～体内から見つかる共生生物は、ほとんど知られていない。私たちは日本各地の様々な樹種の主に樹液からクワガタムシ成虫を採集し、体表面や体内の寄生、便乗生物相を調べた。その結果、便乗ダニおよび共生ダニ(クワガタナカセ) 9種を採集した。クワガタナカセは成虫の体表面にのみで繁殖可能なダニといわれるが、ミヤマクワガタやノコギリクワガタ成虫からは全く発見されなかった。またオオクワガタ、ヒラタクワガタ、コクワガタの体表面のクワガタナカセは同種と考えられた。それぞれのクワガタナカセ体表には、低頻度ながらもラブルベニア類の1種 *Dimeromyces japonicus* Kishida が寄生していた。調査したすべてのクワガタ個体は何らかの線虫を保持していたが、培養株を確立し、同定できた線虫は合計7種であった。さらに MOTU として3種が確認できた。これらはいずれも便乗線虫であり、寄生性や病原性は有していないと考えられた。いくつかの種は、耐久型幼虫の状態で交尾器、産卵管、腹部背面などから検出されていること、検出頻度が高いことから、恒常的にクワガタムシ類を利用するものと考えられたが、媒介昆虫の種特異性は認められなかった。クワガタムシおよびその他の樹液に集まる昆虫の調査結果から、樹液浸出部で共生生物の移動が起きている可能性が示唆された。

P2-084

里山林縁部の草本植生と物理環境の関係

*小原亮平, 丑丸敦史, 植松裕太(神戸大, 発達)

里地里山では生物多様性保全の観点から二次林や畦畔草地の植生について多くの研究がなされてきたが、林縁の植生に関する研究は少ない。林縁は森林生態系と農地生態系との環境移行帯にあたり、光量や土壌水分などの物理環境が大きく変化する場所である。そのため、林縁は草本種に対して森林や農地とは異なった独自の生育環境を与えうる。日本の里地里山では、林縁はササユリやなど希少な草本種の重要なハビタットとなっており保全上重要な環境でもあると考えられる。

そのため里地里山において林縁の物理環境の特異性を定量的に測定し、その環境に成立する群集の特異性を示すことは、里山における生物多様性保全にとって必要であると考えられる。

この研究では、里山において森林から里草地にかけての物理環境(光・水)と植生の変化を調査し、林縁環境の特異性を評価することを目的とした。

調査は2009年の秋に、兵庫県宝塚市西谷地区の里地里山における約2.5×6kmの範囲で行った。調査地内で二次林・植林から里草地にわたる48～64mのトランセクトを13本引き、各トランセクト上に1×1mコドラートを11～12個、計151個設置した。全てのコドラートで開空度と土壌水分を測定した。また各コドラートにおいて高さ1m以下に出現する全ての種をリストし、それぞれの出現頻度を記録した。解析では各トランセクトにおいてコドラート間の環境と植生の類似度を算出し、その類似度をもとに林縁に特異性を定量的に示すことを目指した。その結果、林縁では環境と植生ともに特異性がみられることが示唆された。この結果を基に、林縁特有の草本群集がどのような環境下で形成されるのかについて考察した。

P2-083

ボルネオ熱帯雨林の実生群集動態—ハビタットと同種密度効果の交互作用—

*伊東明, 名波哲, 山倉拓夫(大阪市大・院・理), 大久保達弘(宇都宮大・農), Sylvester Tan (Sarawak Forestry Corporation)

熱帯雨林樹木群集の種多様性を維持する重要なメカニズムに、(1)ハビタット分割、(2)同種密度依存性の2つがある。(1)では、更新に適した立地の微環境が樹種ごとに異なるために多種が共存できるとされる。(2)では、同種個体の局所密度が高くなると死亡率が高まり特定の種の優占を抑制することで多種が共存できると考える。従来、これら2つのメカニズムは独立に研究されてきたが、我々は、マレーシア、サラワク州の熱帯雨林の直径1cm以上の樹木の10年間の動態データを用いて2つのメカニズムを同時に解析し、両者の間に相互作用が働いている可能性を指摘してきた。今回は、直径1cm未満の稚樹(実生)について同様の解析を行った。

大面積調査区(52ha)内の20m格子点に2m四方の稚樹プロットを1300個設置し、高さ20cm以上で胸高直径1cm未満の全個体を2000年と2008年の2回調査した。種の判別ができた710種17,787個体の死亡率をロジスチック回帰で解析した結果、樹高は死亡率に負の、同種個体密度は正の効果があった。また、谷部では斜面中腹や尾根部よりも死亡率が有意に高く、同じ地形では谷部に多く見られる種ほど死亡率が高かった。さらに、各地形条件下での同種密度の影響は、その地形を好適ハビタットとしている種で小さく、ハビタット効果と同種密度効果には相互作用があった。これらの結果は直径1cm以上の個体で得られたものと良く似ていた。2つのメカニズムの相互作用は実生から1cm以上の個体まで長期に渡って作用していると思われる。

P2-085

多様性よりも優占種の独自性が植物群集の安定性を規定する

*佐々木雄大(東北大・院・生命), William Lauenroth (ワイオミング大)

群集における多様性と時間的安定性の関係を検証した一連の研究によれば、多様性の増加に伴って安定性が増すことが示唆されている。一方、多様性自体よりも優占種の独自性が安定性を支えているという見解も存在する。しかしながら、群集の安定性における多様性と優占種の独自性の相対的重要性を検証した実証的研究は非常に少なく、あまり明瞭な結果は得られていない。

本研究では、アメリカ・コロラド州の短草草原における優占種(*Bouteloua gracilis*, イネ科多年生C4草本)除去後10年にわたるデータを用いて、多様性と優占種の独自性のどちらが降水量変動下の群集の時間的安定性を規定しているかを検証した。さらに、これらの要素が安定性を規定するメカニズムについても検証した。

結果、種数、レア種の数、およびレア種の相対優占度と安定性の間には有意な負の関係が見られた。一方、優占種の相対優占度と安定性の間には有意な正の関係が見られた。群集内の種の総分散と総共分散は、種数の増加とともに有意に増加し、優占種の相対優占度の増加とともに有意に減少した。

本研究は、群集の時間的安定性は10年スケールでは多様性よりも優占種の独自性に大きく左右されることを示唆している。とくに優占種となる種が、群集内の他種に比べて、降水量変動等の不確実性の高い系において安定性に寄与する独自性を持つような場合、多様性と安定性の関係の一般性は優占種の動態によって制限されるのかもしれない。群集における優占度の階層性とその変化も、生態系機能維持を考える上で注目すべき要素の一つであると考えられる。

P2-086

大スケールでの生物多様性の変化を2つの測定項目で明らかにする

*小川みふゆ, 山浦悠一, 阿部真(森林総研), 新山馨, 杉田久志(森林総研東北), 田内裕之(森林総研), 飯田滋生(森林総研北海道), 勝木俊雄, 齋藤哲, 酒井武(森林総研), 星崎和彦(秋田県立大), 星野大介(森林総研東北), 滝久智, 岡部貴美子(森林総研)

これまで全球や大陸といった大スケールでの個体群・生物多様性の変化は、個体数の増減といった1つの測定項目から評価されてきた。しかし、樹木や動物の一部では個体数とバイオマスに負の相関関係があることが指摘されている。これらの生物群では、個体数が減少するとき2つの状況が考えられる。一つは密度効果で個体数が減少し、バイオマスが増加する状況、もう一つは自然および人為的な攪乱により個体数もバイオマスも減少する状況である。両状況が混在する中で個体群や生物多様性の動態を評価する場合、個体数の増減だけでは結果を誤って評価する恐れがある。

そこで、日本の成熟した天然林(11林分)を対象に、種ごとの幹本数(≒個体数)と胸高断面積合計(≒バイオマス)を用いて個体群の変化を評価した。各林分では1990年代と2000年代にDBH5cm以上の樹木の毎木調査が行われている。これらのデータを用い、幹本数と胸高断面積合計の変化率の幾何平均を、全国レベル、植生帯レベル、および林分レベルにおいて計算した。その結果、全国レベルでは幹本数が減少する一方で、胸高断面積合計には変化がなかった。しかし、植生帯レベルや林分レベルの間にはばらつきが認められ、胸高断面積合計が増加している植生帯や林分もあった。以上のことから、日本の成熟した天然林は衰退しているとは言えず、植生帯レベルではむしろ成長している可能性も示唆された。また、これらのことは2つ以上の測定項目を用いることにより、個体群・生物多様性の変化をより正確に評価できることを示した。

P2-088

高山湖沼の微生物群集の地理的変動に影響を及ぼす要因

*平尾聡秀, 藤井正典, 小島久弥, 福井学(北大・低温研)

微生物は物質循環を担う主要な分類群であり、その生態系機能を解明するには、微生物群集の地理的分布とその制限要因を明らかにする必要がある。微生物地理学に関するこれまでの研究は、自由生活性の微生物の地理的分布に規則性が存在することを示しており、微生物群集の地理的パターンを形成する要因として、環境フィルターの重要性を指摘している。しかし、分類群の在・不在データだけでは、環境フィルターとして作用する要因を特定することは難しい。そこで、本研究では、微生物群集の系統情報を利用することによって、微生物群集の地理的分布とその制限要因の解明に取り組んだ。

2005年・2006年の夏季、中部・東北・北海道地方の高山・亜高山帯に存在する46湖沼から湖沼表層水を採取し、物理化学的特性を測定した。初めに、16S rRNA 遺伝子を対象にPCR-DGGEによって細菌群集の多様性を評価した。これらのデータから *Betaproteobacteria* 群集の地理的分布を解析した結果、多様性の緯度勾配や種数面積関係はみられなかったが、入れ子分布(小さい群集が大きい群集の部分集合になること)が検出され、湖沼間の群集構成の類似性が距離とともに減衰するパターンがみられた。群集の多様性は水温・溶存有機炭素量と相関があり、これらの要因が環境フィルターとして地理的パターンの形成に寄与していることが示唆された。次に、貧栄養湖について、*Betaproteobacteria* に特異的なプライマーを用いて湖沼ごとにクローンライブラリーを作成し、各湖沼の群集の系統的近縁度・系統的多様性、湖沼間の群集構成の系統的類似性を評価した。これらの系統構造と環境要因の関係を解析することによって、群集の地理的変動に対して環境フィルターとして作用する環境要因を検討した。本講演では、これらの結果について議論する。

P2-087

琉球諸島をモデルシステムとした蝶類群集の生態ニッチモデリング

*久保田康裕(琉球大理), 村上正志(千葉大理), 平尾聡秀(北大低温研)

生物群集の集合機構には分散とニッチが関与しており、これらをパラメータとして群集の種多様性を予測するモデリング手法が必要とされている。私達は、琉球諸島と九州および台湾に分布する蝶と植物に関するデータを整理した。台湾から九州の73島嶼では迷蝶を含め約570種の蝶が分布し、各島レベルの蝶の種多様性は、台湾をソースとした分散と各島の環境条件(ニッチ)の組み合わせで決定されていることが予想された。そこで本研究では、各島の台湾からの距離と植物種数を説明変数とし、島の蝶の在・不在を予測する統計モデルを開発した。蝶の分布モデルのパラメータは、各種の属する科・属で階層的に事前分布を設定し、MCMC法によって推定した。なお、植物種についても、台湾からの距離と島面積を説明変数とする分布モデルを開発した。蝶と植物の分布モデルから得られた種毎の分布確率を総和して島毎の蝶種数と植物種数の事後分布を推定した。また島間の種毎の分布確率の偏差を総和した値をベータ多様性と定義し、その事後分布も推定した。島の蝶種数は、植物種数が多いほど増加し、かつ台湾からの距離傾度に応じて減衰した。モデルの予測値を用いて蝶種数-島面積関係を再現すると、台湾に近い八重山島嶼で上限種数は大きく、北琉球の島嶼では小さく、観測データとよく一致していた。なお、島の植物種数は、台湾からの距離にはあまり依存せず、植物種数-島面積関係の種数の上限値は島嶼間でほぼ一致していた。蝶種のベータ多様性は、台湾に近い島間(八重山島嶼)ほど大きかった。これらの結果から、琉球諸島における蝶類群集の種多様性は、局所的には植物種数と関連したニッチに、広域的には台湾をソースとした分散制限に規定されている可能性が示唆された。

P2-089

Beautiful name: 生物多様性の文化的サービスをGoogleで評価する

細野貴(東北大・院・生命科学), 田辺晶史(筑波大・院・生命環境科学)

人類が生態系から享受している恩恵を総称して生態系サービスと呼ぶ。その内訳は概念的に、すべての生命現象のおおもととなる基盤サービスと、食料などの供給サービス、洪水制御などの調整サービス、そして文化的サービスの4つに大別されている。人間活動が現状のまま続くなれば、生物多様性のより一層の劣化とそれに伴う生態系サービスの低下を避けることができないと、広く信じられている。しかし、生態系サービスと生物多様性の関係についてはまだ十分に理解されていない。中でも文化的サービスは、生物多様性保全に市場が資金を拠出する動機付けとして極めて重要な位置を占めているにも関わらず、議論の俎上に載ることさえ稀である。なぜなら、文化的サービスを量的に評価することが極めて困難だからである。そこで本研究では、各生物種に対する一般市民にとっての関心の高さが生物多様性の文化的サービスを量る上でよい指標となると考え、それを量的に評価するために生物名のインターネット上での出現頻度を算出し、解析をおこなった。データ収集はコンピュータプログラムによって自動化し、Google, Google Scholar, Google Imageの3つの検索エンジンを用いた。検索対象には、日本に生息する両生類以上の脊椎動物の和名と学名を用いた。本発表では、得られたデータセットの解析結果について議論をおこなうとともに、今回用いたアプローチのさまざまな可能性について紹介する。

P2-090

熱帯樹木の葉の機能的性質とその系統的制約

*黒川紘子, 片瀨正紀(東北大学・生命科学), 永益英敏(京大・博物館), 饗庭正寛(北大・フィールド科学), 中静透(東北大・生命科学)

植物の生活史戦略にはトレードオフが存在する。例えば成長の速い植物の葉は、高い光合成速度に関連する高い窒素濃度や低いLMA(葉重量/葉面積)を持ち、寿命が短い傾向にある。また、寿命の短い葉に対して多くの防衛投資を行う必要がないため、一般に葉のフェノール性物質(防衛物質の一種)濃度が低い。一方、成長の遅い植物の葉は逆の性質をもつ。このような種間における機能的性質のトレードオフは、系統関係に影響されるのだろうか? また、低窒素、高LMA、高フェノール性物質は被食者や分解者に利用されにくい性質であるが、これらはある生物・非生物的環境に対して同じように進化してきたのだろうか? これらの問いに答えるため、マレーシア・サラワク州の熱帯雨林におけるいくつかの地点でランダムにサンプルした約250樹種を用い、葉の性質(フェノール性物質として総フェノール・縮合タンニン・リグニン;炭素;窒素;LMA)間の関係と、各性質の進化のしやすさを検討した。

各性質は種間で大きくばらついていた。主成分分析の結果、主成分1は総フェノール濃度、LMAと正の関係、主成分2は窒素濃度と負の関係、主成分3はリグニン濃度と正の関係にあり、性質のばらつきをそれぞれ38.3%、19.1%、17.2%説明した。系統関係を考慮して同解析を行っても結果は殆ど変わらなかった。つまり、これらの性質間の関係は系統関係に影響を受けにくいと考えられた。次に、各性質が種の多様化の過程でどの程度変化しやすいかを計算した結果、総フェノール、炭素、窒素濃度は比較的形質が変化しにくい(保守的)と示唆された。これらの結果から、フェノール性物質の進化について考察する。

P2-092

琵琶湖産魚類の比較人口学解析

*田畑諒一(京大・理), 柿岡諒, 富永浩史, 小宮竹史, 渡辺勝敏(京大院・理)

日本産淡水魚類は、生活史の大部分を淡水で過ごす、もしくはは淡水域で産卵する魚類と定義すると約140種・亜種ほどになる。琵琶湖とその周辺にはそのうち61種が生息しており、その多様性は日本国内では他に類を見ない。琵琶湖は長い歴史を持つ古代湖でもあり、琵琶湖の環境に適応進化した固有種・亜種が11種・亜種いる。しかしこれら以外の大部分の種は琵琶湖以外にも生息する。これはタンガニイカ湖など他の古代湖の魚類相の構成種の多くが固有種で、魚類相形成において適応放散が大きな役割を果たしたケースとは、異なっている。この多様な種を含む琵琶湖の魚類相の形成過程を明らかにする上で、現生の集団の遺伝的構造や人口学的歴史を明らかにすることは重要である。本研究では琵琶湖とその周辺に生息する在来淡水魚33種約1600個体について、ミトコンドリアDNAのcytb領域の部分塩基配列データを用いて人口学的解析および遺伝的多様性の検討を行った。魚種ごとに推定されたハプロタイプ多様度や最近の集団拡大の有無と、その種の生息場所や食性などとの関連性を調べた。その結果、ハプロタイプ多様度は0~0.972の範囲を示し、大型の肉食性の種と、産卵時に沿岸で基質を使う種で低くなる傾向がみられた。また琵琶湖の集団にはボトルネック後に集団拡大している種、ボトルネック後で集団拡大がまだ起こっていない種、分断された別の集団からの二次的な接触を受けた種の3つのパターンがみられた。それらには琵琶湖内に生息する種はボトルネック後の集団拡大を経験している種が多く、周辺河川のみが生息する種はそのような傾向にないという生息場所の違いが関連していることが示唆された。生活史の違いが遺伝的多様性に影響を及ぼし、琵琶湖とその周辺域の歴史的な環境の違いが各魚種の人口学的歴史に影響を及ぼしている可能性がある。

P2-091

日本のミジンコ属(Daphnia)の分子系統: 外来種と複数の隠蔽種

*石田聖二(東北大・国際高等研機構), Derek J. Taylor(ニューヨーク州立大・生物), Katie S. Constanzo(ニューヨーク州立大・生物), 牧野渡(東北大・生命)

約250万年前から現在に至るまで、10万年周期で長い氷期と短い間氷期が交互に切り替わる氷河期サイクルが続いている。最終氷期の氷床は北米やヨーロッパの北部に広がった一方、東アジアでは発達しなかった。黒潮の暖流が押し寄せる日本列島では、氷期および間氷期を通じて氷河や永久凍土に覆われることなく、比較的温暖な気候が維持されてきたと考えられる。このことから『日本列島が氷期の退避地として温帯域の湖沼生物の多様性を維持してきた』とする仮説が考えられる。この退避地仮説は、日本列島の湖沼が氷河期サイクルを通じて存続し続けたために、限られた面積でありながら多様な古い遺伝系統を維持していることを予想する。実際に北半球冷帯~温帯域に広がるミジンコ属2種(*Daphnia galeata*, *Daphnia rosea* sensu lato)での系統地理の研究では、日本列島で古い遺伝系統が維持されやすい傾向が示された。非常に古い種系統である新種*Daphnia tanakai* Ishida et al. 2006が飛騨山中の沼から発見されている。本研究では、ミジンコ属(Daphnia)で退避地仮説を検証するために、日本に分布する*Daphnia*のミトコンドリア遺伝子での系統関係を網羅的に解析した。この結果、日本には*D. tanakai*以外にも4つの隠蔽種系統が存在することが明らかになり、日本列島の湖沼のもつ氷河期の退避地としての重要性が強く示唆された。一方で、日本に分布する*D. ambigua*は、北アメリカ西部および中部の個体群のクレードに含まれてハプロタイプも共有していることが分かり、近年に北アメリカから移入してきた系統(外来種)であることが示された。

P2-093

小笠原におけるダム湖湖底のユスリカ相の変化について

上野隆平, 佐竹潔, 野原精一(国立環境研)

小笠原諸島のユスリカ相については、生きた幼虫・成虫の採集データから、確認されたユスリカのほぼ半数の種が固有種であること、今のところダム湖に特異的に出現するハイロユスリカ(*Glyptotendipes tokunagai*)は移入種の可能性があることなどが分かっていた。ただ、活動中の幼虫・成虫を採集する方法では、特定の時期に短期間しか出現しない種や、植物に穿孔するハムグリユスリカ属(*Stenochironomus*)のような特殊な生活様式の種を見落としている可能性があった。そこで、本研究では、父島のダム湖の湖底堆積物中に永年集積されたユスリカ遺骸の解析を行い、未記録のユスリカが検出されないか確認することと、ユスリカ相の長期間の消長を知ることを目的とした。

ダム湖内の流入河川からの距離や水深が異なる数地点から、佐竹式コアサンプラーを用いて各3本の柱状サンプルを採り、堆積物を表層から5cmごとに切り分け、それぞれの切片の一部を0.25mmの篩の上で静かに洗浄し、残ったユスリカ頭殻を×15の実体顕微鏡下でソーティングし同定した。

その結果、採集されたユスリカの中で、植物に穿孔するハイロユスリカの個体数が最も多かった。また、他のユスリカは、表層と深層で密度に顕著な差が見られなかったが、ハイロユスリカは表層に高密度に見られたことから、新参のユスリカであろうと思われる。ハムグリユスリカ属など未記録の属は見つからなかった。生きたユスリカは深い地点に見られないなど不均一に分布していたが、遺骸は湖内にほぼ均一に分布しており、生息場所を反映しているとは思われなかった。

P2-094

タマアジサイの葉の形態変異—箱根、房総、伊豆諸島において—

* 中村未来 (明治大・院・農), 倉本宣 (明治大・農)

一般的に伊豆諸島に生育する固有・準固有植物の中には葉の大型化が見られる種があることが知られている。伊豆諸島準固有種であるラセイタタマアジサイ *Hydrangea involucrate* var. *idzuensis* hayashi はタマアジサイ *Hydrangea involucrate* の変種であり、葉の大型化が顕著にみられる種である。本研究では、本州に生育するタマアジサイと伊豆諸島に生育するラセイタタマアジサイの葉の形態比較を行った。

10月から11月にかけて、伊豆諸島三宅島(1地点)、八丈島(3地点)、本州の箱根(1地点)、房総半島(1地点)において、20個体から3枚ずつ葉を採取し、葉の厚さ、葉身長、葉幅、葉面積の計測を行った。

厚さにおいて、それぞれの平均値が三宅島 0.260mm、八丈島 0.243mm、房総半島 0.184mm、箱根 0.140mm であった。また、伊豆諸島では 0.247mm、本州 0.162mm であり、伊豆諸島の方が葉の厚さが厚い結果となった。それぞれの地点ごとに比較したところ、房総半島と八丈島三原山 A 地点 (以下 A 地点とする) 以外の本州と伊豆諸島の各地点において有意な差がみられた ($p < 0.05$)。

房総半島と A 地点において、有意差が見られなかったのは A 地点において 0.200mm 未満の個体が少数存在したことが関係していると考えられる。

また、本州内で比較したところ、房総半島と箱根の間にも有意な差がみられ ($p < 0.05$)、箱根よりも房総半島の方が葉の厚さが厚かった。

今発表では、葉の厚さ、葉身長、葉幅、葉身長/葉幅、葉面積についての解析の結果を発表する。

P2-096

共進化するメタ群集において移動分散が食物網構造に与える影響

* 山口和香子 (東北大・生命科学), 大野ゆかり (東北大・生命科学), 近藤倫生 (龍谷大・理工), 河田雅佳 (東北大・生命科学)

多種の共存を可能にしている食物網構造や生物の性質の解明は、生態学における重要なテーマである。これまでに、捕食—被食相互作用のリンクのパターンや強さの変化が、群集の動態、共存種数に影響を与えることが理論的に示されてきた。従来の理論研究では、捕食者の餌利用形質や被食者の防御形質あるいは両者が適応的に変化することによるリンクの変化を仮定したものが多く、明確な進化プロセスを仮定したモデルでは、捕食者による相互作用の進化的変化しか扱われていない。しかし、現実の生態系においては、捕食者—被食者間ではしばしば共進化が起こっている。また、これまでの共進化研究では 1 種対 1 種の関係に着目したものが多く、複数種間で起こる拡散共進化を扱った理論研究はほとんどない。そこで本研究では、捕食者—被食者間の gene-for-gene 共進化モデルを多種系に拡張し、個体ベースモデルによるシミュレーションを行なった。これにより、明確な進化プロセスを考慮した場合の、捕食—被食相互作用の共進化が群集の共存種数や構造に与える影響について報告する。

さらに、本研究では、上記の食物網モデルを、さらにメタ群集モデルへ拡張した。自然生態系では、しばしば局所群集間では移動分散が起こっており、局所群集への種や個体の供給、局所群集間の種構成・動態のちがいが消失させるなどの重要な効果をもつ。また局所群集内ではしばしば局所適応が起こっているが、局所群集間の移動分散にともなう遺伝子流動は、局所群集へ適応的あるいは不適応な遺伝的変異を供給したり、メタ群集全体の遺伝的変異を減少させたりすることで、局所適応に影響を与えると考えられる。このメタ個体群における進化プロセスを考慮した食物網モデルを用いて、移動分散が局所群集の共存種数や構造、局所適応に与える影響について調べる。

P2-095

森林性ワラジムシ類 *Burmoniscus* 属の分子系統地理

* 唐沢重考 (福岡教育大学), 本多正尚 (筑波大学)

琉球列島および西日本の太平洋側の森林には *Anchiphiloscia* 属 (以下 Anc 属)・*Burmoniscus* 属 (以下 Bur 属) のワラジムシ類が広く分布しており、しばしばワラジムシ群集の優占種となる。日本には Anc 属は 3 種、Bur 属は 12 種が分布しているが、それらの分布は日本に制限されており、日本の固有種と考えられている。一方、Kwon and Jeon (1993) は日本産 Anc 属および Bur 属のタイプ標本を再検討した結果、Anc 属の 3 種は *B. ocellatus*、Bur 属の 8 種は *B. okinawaensis* にまとめるのが妥当であるとした。前者は東アジア一体、また、後者は汎世界的に分布しており、海洋島であるハワイ諸島にも分布が確認されており外来種 (or 広汎種) である可能性を示唆している。すなわち、現在、日本の亜熱帯林および暖温帯林におけるワラジムシ類の優占種については、「多様な固有種」もしくは「2 種の外来種 (or 広汎種)」という正反対の知見が共存しているのである。

これらを踏まえ、演者らは和歌山〜与那国島から Anc 属・Bur 属のワラジムシ類を採取し、ミトコンドリア DNA (COI, 12S, 16S) の塩基配列に基づく分子系統樹を作成した。その結果、宮古島〜和歌山から得られた *B. okinawaensis* にはほとんど遺伝的変異が認められなかった一方、八重山諸島から得られた *B. ocellatus* は島間で大きな遺伝的分化が見られた。これらの結果は、*B. okinawaensis* は近年に急速に分布を広げたことを示唆する一方、*B. ocellatus* は古くから八重山諸島に生息していたことを示唆している。また、これまでに報告のない 2 種が沖縄島、奄美大島、および、九州から見つかり、それらは地域間で遺伝的分化が大きいことから、これらの種が沖縄島以北の在来種であることが示唆された。

P2-097

阿蘇地域の草原におけるハエ相

* 鈴木浩史 (東海大・院), 村田浩平 (東海大・農), 村田達郎 (東海大・農), 岩田眞木郎 (東海大・阿蘇教養)

西南暖地最大の草原地帯が広がる九重・阿蘇地域の草原は、わが国有数の放牧地でもあるが、近年、放牧地の利用形態が変化し、一部の優良な放牧地に放牧牛が集中する傾向がみられている。放牧地に放置された牛フンから発生するハエ類の問題が顕在化しており、ハエ類の発生抑制策の検討は、放牧地周辺環境における保健衛生上の重要な問題の 1 つとなっている。また、これらハエ類の中には放牧牛に寄生し、摂食活動を阻害あるいは病気を伝播させる吸血性のサシバエ科のミナミサシバエのように畜産上の害虫となる種も少なくない。本研究は、牛の野外放牧が行われている阿蘇地域の草原において、ハエ類の季節消長を明らかにするとともに、牛フンから羽化するハエ類を解明することを目的として、年間を通じた定期的な調査を実施した。調査地は、同地域の植生が異なる放牧地、採草地、自然草地の 3 か所とした。ハエ目を中心とした草原に生息する昆虫相の調査には、粘着トラップを用いた。さらに、羽化トラップ法により、放牧地の牛フンを用い、定期的なハエ類の羽化数調査を実施した。その結果、粘着トラップを用いた調査では、全個体数の 8 割以上をハエ目が占め、そのうち、衛生害虫としてのハエ目はノイエバエなどのイエバエ科が最も多く、畜産上の害虫となるハエ目はサシバエ科のサシバエが最も多いことが明らかになった。ハエ目の最優占種はツヤホソバエ科のヒトテンツヤホソバエであった。一方、羽化数調査では、イエバエ科は得られたものの、サシバエ科は得られなかった。ハエ目の季節消長、羽化数調査の結果から、同地域におけるハエ目の発生のピークは梅雨期であることが明らかになった。

P2-098

四国におけるヤミサラグモ類の交尾器の多様性と分化プロセスの解明

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

ヤミサラグモ類は体長2-3mmの林床に生息する微小なクモであり、その移動能力の低さを反映して、交尾器形態に著しい地理的分化がみられる。この仲間はメスが体に対して不釣り合いに大きな交尾器をもち、オスの交尾器の形もメスの形に合わせて協調的に変異するという興味深い特徴をもつ。すなわちオスの交尾器はメスの交尾器をはさむ構造になっており、接触部位の形状が雌雄で一致するという「錠と鍵」の関係が成り立つ。そのため、交尾器形態が異なる集団間では生殖隔離が生じると考えられる。この交尾器進化をもたらす仕組みとして、性選択を介した雌雄間の共進化プロセスが関わると考えられるが、交尾器形態の分化プロセスは分かっておらず、その進化的背景は不明である。そこで本研究は、種構成の解明が進んでいる四国のヤミサラグモ類を対象に、野外調査と系統解析により交尾器形態の分化プロセスの解明を試みた。四国には少なくとも交尾器形態の異なる15種のヤミサラグモが知られており、それらは交尾器形態の類似性から3つの種群とそれ以外の種に分けられる。本研究では、まず野外調査により各種の地理的分布と交尾器の形態的特徴を明らかにし、次にmtDNA CO1の部分配列を用いた系統解析により種間の系統関係を明らかにした。その結果、地理的分布については交尾器形態が類似した種同士では排他的な分布を示すが、形態が大きく異なる種同士では分布域が重複する傾向がみられた。系統関係については、同じ種群に属する種同士で系統的にまとまる傾向がみられたが、種間で分岐が浅かったり、逆に種内の異所的集団間で著しい遺伝的な分化がみられるなど、形態と系統の分化の度合いは必ずしも一致しないことが分かった。これらの結果を基に、交尾器形態の分化プロセスについて考察する。

P2-100

整備済み水田帯と未整備水田帯の水生昆虫相の比較

* 富山暢平, 富川光, 鳥越兼治(広島大・院・教育)

現在の水田帯には、水田圃場整備や水路のコンクリート化などにより、乾田や湿田、コンクリート水路や土水路などの多様な環境が混在している。そのような状況の中で、乾田化や水路のコンクリート化などは水生生物に与える影響が大きいことが指摘されている。そこで本研究では、多様な水田環境を水生昆虫がどのように利用しているのかを明らかにするため、隣接する整備済み水田帯と未整備水田帯に生息する水生昆虫の生息状況と季節変化を調査した。

調査地は、広島県東広島市八本松町吉川の隣接する整備済み水田帯と未整備水田帯とした。調査は、2008年10月から2009年10月にかけて、約3週間に1回、計18回行った。採集地点は、整備済み水田帯の水路2地点と水田2地点、未整備水田帯の水路2地点と水田2地点の計8地点を設定し、たも網を用いたスーピング法で定量採集を行なった。調査の結果、蜻蛉目4科9種、半翅目3科3種、鞘翅目3科6種、蜉蝣目4種、毛翅目2種、カワゲラ目1種の計25種、1947個体の水生昆虫が採捕された。生息場所の顕著な偏りがみられたシオカラトンボ、オオシオカラトンボは恒久的な水域となっている未整備水路を利用していたのに対し、ナツアカネは整備水田帯を利用していた。シオカラトンボとオオシオカラトンボは幼虫で越冬するため、未整備水路のような恒久的な水域が必要であると考えられる。一方、ナツアカネは水のない場所に打空産卵を行い、卵で越冬するため、一時的な水域である整備水田帯を利用できることが示唆された。タイコウチやホタルトビケラは未整備水田帯のみに出現した。タイコウチは陸上に産卵し、ホタルトビケラは産卵や夏眠、蛹化を陸上で行う。そのため、未整備水田帯において土水路と畦畔とが連続していることが、これらの種の生存を可能にしていることが示唆された。

P2-099

植生管理のあり方が都市域コナラ二次林の種多様性に与える影響

* 吉田葵, 持田幸良(横国大・教育人間科学)

里山は生物多様性保全への貢献が評価されるが、植生管理が放棄され、種多様性の低下が問題となっている。里山は環境要因の組み合わせと人手による植生管理が加わって形成されている。そのため、植生管理と環境要因の双方の視点からの種多様性に対する影響の検討が必要である。一方、里山における植生管理と種多様性の研究の多くが α 多様性のみに着目し、立地環境の差異は考慮していない。そこで本研究では立地環境の差異を考慮し(1)下草刈りが林床の α 、 β 、 γ 多様性に与える影響(2)各環境要因と種多様性の関係を明らかにすることを目的とした。その上で種多様性維持・向上のための植生管理のあり方を検討した。

横浜市のコナラ二次林が優占する里山で、下草刈りからの経過時間を指標として調査区を設定し、ポイント法による林床の植生調査を行った。立地環境として光環境(相対光子束密度)、土壌の窒素・有機物・水分含有量、リター層の厚さ・重量、遷移段階を調査した。

解析の結果、(1)下草刈りによる植生管理は α ・ β 多様性の双方を高めており、 γ 多様性も高めていた。(2)種多様性に強い影響を与える環境要因は、常緑樹の繁茂によって影響される林床の光環境とアズマネザサのバイオマス、リター重量であると明らかになった。つまり、光環境の改善とアズマネザサのバイオマス、リター除去の植生管理が α 、 β 多様性の双方の向上に有効である。また常緑樹の繁茂は遷移の進行を現すので、光環境に影響しているのは遷移段階と理解される。以上の結果から、より種多様性を高める植生管理のあり方は、立地環境が異なる場合、アズマネザサの繁茂や常緑樹の割合という遷移段階に適合した管理をする必要がある。すなわち、下草だけでなく常緑低木類を含めた管理による光環境の改善とアズマネザサのバイオマスとリター除去のための頻度の高い落葉かき効果が効果的である。

P2-101

サラシナショウマにおける送粉エコタイプとDNA系統の対応関係

* 楠目晴花, 長野祐介, 市野隆雄(信州大・理)

日本中の低地から高地にかけて広く分布しているサラシナショウマは送粉エコタイプの観点から Pellmyr(1986)より3タイプに区別された。それによると EcotypeI は高標高地の林床に生育しポリネーターとしてマルハナバチ類を利用するタイプであり、中標高地の林縁に分布する EcotypII は芳香を放つことでチョウ類を呼び寄せポリネーターとしている。EcotypeIII は中低標高地の林床に生育し他のタイプより遅れて開花するとされている。異なるタイプの個体が側所的に生育する地点が存在することはこれらが種分化後、二次接触している可能性を示唆している。一方、Yamaji et al.(2005)は核DNAのITS領域における変異をもとにサラシナショウマを複数のリボタイプにわけた。サラシナショウマの送粉エコタイプが初期の種分化を反映しているのであれば、送粉エコタイプに対応した明確な遺伝的な変異が存在するはずである。これらの送粉エコタイプとリボタイプの対応関係の検証はこれまで行われていない。そこで本研究ではサラシナショウマにおける送粉エコタイプとリボタイプの対応関係を明らかにすることを目的として、長野県内の6カ所から全エコタイプを含むサンプルを採集し、リボタイプの判別を行った。

核DNAのITS領域を解析した結果、Yamaji et al. (2005)が見いだしたリボタイプのうち、少なくとも Ribotype2、Ribotype3、および Ribotype1 + 3 の3タイプが存在していた。送粉エコタイプとリボタイプを対応させたところ、少なくとも EcotypeI には Ribotype3 が、EcotypeII には Ribotype2 が、EcotypeIII には Ribotype1 + 3 がそれぞれ対応しており、送粉エコタイプに対応した遺伝的な変異が存在することが明らかになった。

P2-102

生育地の改変と人の好み地域植物相へ与える影響

帯広畜産大学・畜産生命* 夕崎 正揮

人間活動の卓越する地域の植物相の成り立ちを知るには、生育地の改変や人の好みによる様々な行為(刈り払い、移植など)に伴って生じる植物種数の量的増減、及び増減する植物種を知る必要がある。そのためには、まず地域内にどこにどのくらいの植物が存在しているかを知らなければならない。そこで農村景観に二本の調査ライン(幅1m×長さ5141m)を設け、土地利用と相観によって主要な景観ユニットに分類し、それぞれについて生育する植物種名を記録した。調査区は1m×5mでライン上にほぼ連続して設けた。分析では各景観ユニットでの出現種数だけでなく、各景観ユニットが地域の植物種数を保持する上で、どの程度貢献しているかを示す貢献度種数も求めた。貢献度種数は*i*箇所の景観ユニットに重複してでてくる種の種を1/*i*種として、ある景観ユニットの種数とするものである(従って5つの景観ユニットに出てくる種は1/5種として計算)。ライン上をひとつの景観としたとき、それを16の景観ユニットに分類することができ、貢献度種数は湿性林、河畔林、畔の景観ユニットの順に高い値を示した。この結果から農耕地景観において現在、植物種数の保持に重要な役割を担っているのは、これらの景観ユニット(hot spot)であることがわかった。さらに、本研究では貢献度種数の結果より生育地の改変や人の好みが生じた時に起こる地域植物相への影響を考察した。ここでの生育地の改変とは、本来存在していた生育地が、人間活動によって創出される、新しい生育地(畑地、居住地など)へと改変されることを指している。このような生育地の改変や人の好みが生じたときの植物種数の量的増減が、それぞれの景観ユニットの貢献度種数にどのように影響するかが問題になる。

P2-104

里地地域間の土地利用履歴の違いが草地の種多様性に及ぼす影響

*河野円樹(自然環境研究センター)、河野耕三(綾町企画財政課)、大澤雅彦(日本自然保護協会)

里地山の一構成要素である草地環境の面積は、高度経済成長期以降の土地利用形態の変化に伴い全国的に減少し続けており、多くの草地生植物の絶滅や種多様性の低下が危惧されている。しかし、草地保全に向けて地域スケールで草地環境の種多様性の変化をとらえた事例研究は少ない。そこで本研究では、伝統的農村景観の残る宮崎県の里地地域4地区において、過去の土地利用履歴が草地の種多様性に重要な影響を及ぼしていることを、草地植物相および絶滅危惧種(以下RDB種)の個体数レベルでの比較によって明らかにし、草地の種多様性が維持されるためのパターンを解明することを目的とした。

はじめに、土地利用図から調査地周辺の草地面積の変遷および4地区内の植生変遷を明らかにした。さらに、6タイプの草地環境において草地植物相の多様性や種組成を比較し、管理形態に応じた種多様性の違いを明らかにした。また、草地環境の多様性の指標として4地区に共通する草地生RDB種の開花個体数から草地生植物種の分布特性を評価した。最後に、土地利用変遷の中での草地の植物相パターンを解明し、今後の草地生種の多様性保全へ向けた管理方法の提言を行った。

調査した4地区の土地利用変遷のパターンは異なるものの、草地植物相を比較すると、種組成や総出現種数には大きな違いは見られなかった。4地区ともに、現在も伝統的な水田耕作地環境が維持されているため、耕作地周辺の草地環境に未だ多くの種が残存していたと考えられる。また、草地生種にとつての主要な生育地である火入れ管理草地の面積が大きく減少した2地区においては、草地生RDB種の開花個体数が非常に少なかった。地区単位での草地面積の減少が、RDB種をはじめ多くの草地生植物種の個体数の減少を引き起こしている可能性がある。

P2-103

水稲用箱施用農薬ベンフラカルブ施用水田と無施用水田における止水性水生昆虫の種多様性比較

渡部晃平(愛媛大・農)

水稲用箱施用農薬ベンフラカルブ施用水田と無施用水田における止水性水生昆虫の種多様性比較

渡部晃平(愛媛大学大学院連合農学研究科)

かつて日本各地で普通に見られた止水性水生昆虫類は、溜め池や田んぼを生活・繁殖場所としており、とても人間と馴染み深い昆虫であった。しかし近年の減少は著しく、今現在普通種とされている種類も、今後減少の危機に追いやられることは明白である。その中でも、比較的注目を浴びている溜め池の大型水生昆虫類に比べ、水田に生息している小型水生昆虫類の研究例は少なく、実圃場で行われた農薬による実験例や知見も極めて少ない。本研究では、水田の形状の違い・農薬の有無が、水田を生活・繁殖場所として利用する小型-中型水生昆虫類の種構成および種多様性に対して、どのような影響を与えるかを比較検討した。農薬には、現在と比べて水生昆虫類が豊かであった10年程前に、日本各地で水田害虫用に普及していたオリゼメートグランドオンコル粒剤(殺虫成分ベンフラカルブ8%)を用い、上記の比較に加えて、現在の農薬との代替の可能性も検討した。

採集された水生昆虫類の種類と1mの掬い採り一回あたりの平均個体数を用いて、Detrended Correspondence Analysis(DCA)による序列化、3つの多様性指数(Simpson指数1/D、Shannon-Wiener指数H'、Pielouの一様性指数J')の算出を行った結果、明渠の有無、上記農薬の有無により、水田における止水性水生昆虫類の種構成、種多様性は異なるという結果が認められた。結果より、種への直接的な影響と、農薬の有無によるヤゴの密度差からの間接的な影響が示唆されたが、全国的な希少種として知られるマダラコガシラミズムシが農薬施用圃場で多産したことから、近年の水生昆虫類の減少要因は農薬の影響だけでは説明できないことも分かった。

P2-105

種多様性と攪乱間に見られる単峰形パターンは何によってもたらされるのか?

*森照貴(北大・環境科学)、齊藤隆(北大・FSC)

洪水などの攪乱は多様性に影響を及ぼす重要な要因とされてきたが、攪乱と多様性の関係性は様々であり、主に単峰形と負のパターンが報告されてきた。本研究では、群集レベルでの密度依存的な競争を考慮することにより、攪乱と多様性の関係における単峰形と負のパターンを統一的に説明できることを提示した。強い攪乱下では群集密度が低いため、多様性も低くなる。一方、弱い攪乱下では、競争があれば多様性は低下するため単峰形のパターンとなるが、競争がなければ多様性は低下しないため負のパターンになると考えられる。

北海道沿岸域を流れる30の山地小河川で採取された藻類食者・腐植食者ギルドにおいて多様性と攪乱の関係性を分析した。その結果、藻類食者は単峰形を示し、腐植食者は負のパターンを示した。いずれのギルドも群集密度は攪乱が弱くなるほど上昇していた。一方、弱い攪乱下における高い群集密度レベルで藻類食者群集の多様性は低下していたが、腐植食者群集では低下していなかった。競争の存在を示すC-score分析の結果、藻類食者でのみ競争が検出され、競争は弱い攪乱下での高い群集密度で顕在化することが明らかになった。これらの結果から、群集レベルの密度依存的な競争によって攪乱と多様性のパターンの変異を説明できると考えられた。

P2-106

スケールの階層性を考慮した局所草本群落の種多様性評価

相澤章仁

種多様性には局所での多様性である α 多様性、局所間の種組成の違いである β 多様性、全体の多様性である γ 多様性という空間スケールに依存した3つの概念があり、それらの間には $\alpha + \beta = \gamma$ という関係性が存在する。ある緑地や地域の保全策を考慮する際には、希少種や指標種の分布による評価だけではなく、このような種多様性の階層性を考慮して評価を行っていくことが、生態系全体を保全していくという理想的な形の保全策を考える際に有効であると考えられる。そこで本研究では、都市内に残存する孤立した約1haの湿原の植物群落を対象地とし、スケールの階層性を考慮した調査法を用いて種多様性の評価を行うことを目的とした。

対象地である根木内歴史公園(千葉県松戸市)の湿地部を5m×5mのメッシュ222個で区切り、各メッシュの中心部に置かれた1m×1mの方形区内に生育する総ての維管束植物の名前と被度(方形区を16分割したときの占有度)を記録した。方形区内の種多様性を α_1 と定義し、種数・シンプソンの多様性指数を算出した。また環境条件や管理条件を考慮して湿地部を14の区域に分け、その区域ごとの種多様性を α_2 とし、各区域区内での方形区間の種組成の違いを β_1 、区域ごとの種組成の違いを β_2 とした。

湿地全体の多様性(γ)に α_1 、 β_1 、 β_2 がどれだけ寄与しているかを計算すると、種数においては β_2 が最も大きく寄与しており、続いて β_1 、 α_1 の順であった。シンプソンの多様性指数では、 α_1 が最も大きく寄与しており、 β_2 、 β_1 と続いた。

今後この湿地の種多様性を保っていくためには、区域間での環境条件の違いを大切にすることが必要であると考えられるが、各種の均等度を考慮したシンプソンの多様性指数が α_1 への寄与度が高いことを考慮すると、極小さなスケールで他種を排除するような種を対象に草刈をするなどの管理も必要となると考えられる。

P2-108

コイ科カマツカ隠蔽種群の二次的接触域における分布および交雑パターンモデリング

* 富永浩史, 渡辺勝敏(京大院・理)

種分化は生物多様性を創出する中心メカニズムである。異所的に種分化した近縁な生物種が二次的に接触したあと、生殖隔離が成立して共存するか、もしくは交雑により融合するかは、種分化の後期過程として重要である。私たちは、日本産淡水魚を代表する広域分布種であるコイ科カマツカ(*Pseudogobio esocinus*)に、遺伝的に大きく分化した3つの系統が含まれていることを明らかにした。そのうち2系統は西日本で分布域が重複しており、同所的に現れる水系や地点が存在する(Tominaga et al. 2009)。この2系統は、異所的に分化した後、二次的に接触したものと推察される。ミトコンドリアDNA(mtDNA)と核DNAの3領域を用いた予備的な解析では、mtDNAと核DNAの系統は基本的に一致し、両者は遺伝子流動に制限がある同所的な隠蔽種であることが示唆された。さらに、両者の間には形態的差異が認められるばかりでなく、同所的に分布する水系において流れ分布やマイクロハビタットを違えていることが示唆されている(片方は上流寄りの流れの早い環境、もう片方は下流寄りの流れの緩い環境によく出現する)。一方で、交雑由来と考えられる個体も出現し、その出現頻度は地点によって異なっていた。私たちは、これは両者の環境嗜好性が異なり、各地点の環境条件の違いによって、共存する、片方のみが生息する、もしくは交雑するかが決定されているためではないかと考えた。そこで、仮説検証の第一段階として、カマツカ隠蔽種群の二次的接触域内の複数の河川で、両者の分布および交雑について調査を行なった。そして、河川勾配や河川規模、標高などの環境パラメータとして生息地モデリングを行なうことで、両者の環境嗜好性の違いについて、および分布・交雑パターンにどのような環境条件が関連するのかについて検討した。

P2-107

樹種多様性の標高・緯度勾配に差異をもたらす種子分散

* 塩野貴之, 小出大, 持田幸良

高緯度に向かい種多様性が減少する理由として、エネルギーの少ない環境ほど種多様性が低いとするエネルギー仮説が支持される一方で、多くの植物種は最終水期後の分布拡大途上にあるため、高緯度ほど種多様性が低いと主張されている。植物は種子の分散制限により標高に沿った種の分布拡大は距離が近いために早く、緯度に沿った拡大は距離が遠いために遅いことで、標高方向の方が同じエネルギー量でも種多様性は高いと予測された。そこで標高方向と緯度方向の樹種多様性を比較すること、各々の種の標高上限と緯度北限のエネルギー差を解析することで、分散制限が種多様性に与える影響を明らかにした。

調査区(0.05ha)を、標高方向は静岡市内の標高70~2700mに26ヶ所設置し、緯度方向は静岡市から北海道北部まで25ヶ所設置し毎月調査を行った。また樹種の標高上限は目視で記録し、緯度北限は文献に依った。なおエネルギー量の指標として年平均気温、暖かさの指数(WI)を用いた。

その結果、標高方向の方が同じ年平均気温、WIでも種多様性が高かった。北緯40°付近の夏緑樹林では、標高方向の同じエネルギー量の樹林と比して2/3程度の種数だった。さらに各々の種の上限と北限のエネルギー量の差は、年平均気温で平均1.8℃、WIで17℃・月、上限の方が低く、標高方向の方がエネルギーの少ない標高まで種が分布していた。また風散布種は、重力散布種や鳥散布種と比して上限と北限のエネルギー量の差が大きかった。これは散布距離の短い重力散布種は上昇北上ともに時間がかかること、散布距離の長い鳥散布種は分布上限と北限にほぼ達していることで差が小さいが、散布距離が中程度の風散布種は上限までほぼ達しているが、北限には達していないため差が大きいと考えられた。以上より分散制限が種多様性の緯度勾配に影響しており、その影響程度は種子散布型により異なることを明らかにした。

P2-109

キノコ食ショウジョウバエの寄生蜂：多様性と宿主選択

* 粕谷菜月(首都大・理工), 三井偉由, 木村正人(北大院・地球環境), 青塚正志(首都大院・理工)

多くの昆虫は野外において捕食寄生を受けている。この宿主一捕食寄生者系について、寄生者は最も個体数の多い昆虫を宿主として利用するように進化する、という仮説が提出されている(Lapchin 2002)。本研究ではこの仮説を検証することを目的に系統・分類、生態、遺伝学で多くの知見が蓄積されているショウジョウバエを対象に、東京近郊の2地点において、キノコ食ショウジョウバエを利用する寄生蜂の宿主選択を調べた。

調査には市販のキノコ(エノキタケ、ツクリタケ、マイタケ、シイタケ、ブナシメジ)を用いた。これらキノコを容器に入れ野外に放置し、1週間後実験室に持ち帰り、キノコ内のショウジョウバエ幼虫を蛹化させた。得られた蛹は種を同定し、その後ハエもしくはハチが羽化すれば種を同定した。調査は南大沢で9回、高尾で4回行った。その結果ショウジョウバエが10種、寄生蜂が9種羽化した。寄生蜂のうち1種は蛹寄生者であった。幼虫寄生者8種のうち6種はショウジョウバエの最優占種である*Drosophila bizonata*に寄生しており、仮説が予測するように最優占種をよく利用する傾向が認められた。残りの2種のうち1種は*Scaptodrosophila coracina*に、もう1種は本来果実食である*D.lutescens*に寄生していた。寄生蜂*Asobara japonica*は極めて多種のショウジョウバエを宿主として利用していたが、その理由は不明であった。

本結果を北海道・苫小牧における調査結果(Yorozuya 2006)と比較すると、ショウジョウバエでは、*Hirtodrosophila*属の新鮮なキノコに適応した種が東京近郊では極めて少ない。それにも関わらず、寄生蜂種、特にFigitidaeに属する種が苫小牧では1種に比べ、東京近郊では6種と多かった。

P2-110

体表炭化水素プロファイルと DNA によるクサアリ亜属の系統関係の検証

* 遠藤真太郎 (信州大院・総工・山岳), 市野隆雄 (信州大・理)

クサアリ亜属は旧北区に広く分布し、日本では現在5種が記載されている。ワーカーによる形態分類が非常に難しく、どの種にも同定できない個体や、中間の形態を持つ個体がまれに見つかる。特にクロクサアリ *L.fuji* については、ヨーロッパ産の *L.fuliginosus* のシノニムであるとする説や、日本国内に隠蔽種が存在するという説があり、分類が混乱している。

体表炭化水素 (CHC) は昆虫の体表にある一連の炭化水素の混合物で、アリではこれを巣仲間認識物質として利用している。CHC の組成は種特異的であることから、分類形質の一つとして利用されている。

本研究では、長野県松本市近郊の約30コロニーからアリのワーカーを採集し、mtDNA、CHCの情報を形態同定結果と比較することでクサアリ亜属の系統関係を検証した。また、mtDNAの解析では、Maruyama (2008) のケアリ属各種のデータも加えて解析を行った。

COI 領域 871塩基に基づく mtDNA 系統樹では、クロクサアリ以外の4種では形態同定結果と mtDNA 系統が一致した。一方、クロクサアリは2つの系統 (A,B) に分かれ、このうちB系統は *L.fuliginosus* (ヨーロッパ種) と単系統になった。

GC-MS による CHC の解析では、5種のアリからそれぞれ異なる組成の CHC が検出され、形態同定結果と一致した。さらに、CHC の組成と組成比を含めたクラスター解析を行った結果、クロクサアリは2つのクラスター (a,b) に分類され、それぞれのクラスターは mtDNA 系統樹における A,B 系統とそれぞれ一致した。

これらの結果から、クロクサアリ *L.fuji* には2つの系統が含まれ、片方はヨーロッパ産 *L.fuliginosus* と近縁な系統であることが明らかになった。CHC の組成と組成比を用いることで、クサアリ亜属の6つの種と系統を識別することができた。

P2-112

海藻藻場における小型無脊椎動物群集の機能的冗長性：種多様性と機能群多様性の関係

山田勝雅, 堀 正和 (水研セ・瀬戸内海区), 仲岡雅裕 (北大・FSC), 浜口昌巳 (水研セ・瀬戸内海区)

機能的冗長とは、ひとつの機能を群集内の複数の種が担っている状態を指す。これまでの研究では、室内実験で種間の機能的冗長が確認されている一方、野外群集では検出されないことが多く、その一般性は議論の最中にある。

海洋における小型無脊椎動物 (端脚類、等脚類、アミ類等) の種は、潜在的に多くの機能を有す場合が多く、さらに状況依存的に機能を変化させることができる。例えば、端脚類の1種は濾過食とグレイザーの双方の摂餌方法を有し、状況依存的に摂餌様式を変化させることができる。このような特徴を有する種で構成される群集では、群集内に局所的な種の絶滅が生じて機能の損失が起こったとしても、失った機能はこれまで異なる機能を果たしていた種内個体群の一部によって速やかに補填されるだろう。群集内には高い機能的冗長が生じているため、機能の変動に対して種数の減少の影響が少なく、機能多様性が維持されると考えられる。逆に、機能的冗長が生じていなければ、例え種が潜在的に多くの機能を担えたとしても、何らかの要因によって個々の種が異なる特定の機能のみを担うため、種の絶滅は機能の損失を伴うと考えられる。

本研究では、海藻藻場に生息する潜在的に多くの機能を有す小型無脊椎動物を対象に機能的冗長性に関する解析を行い、その有無を検証した。機能的冗長性の有無は、各種の機能的特性に基づいた種間の非類似度から算出した機能的多様性と種数の関係を数種類のモデルを用いて比較することで検討した。その結果、対象とした群集に機能的冗長性は検出されず、群集内では個々の種が異なる機能を担っていることが示唆された。講演では小型無脊椎動物群集の機能的多様性が決定されるプロセスについて、いくつかの仮説を提示する。

P2-111

系統と形質の分散から熱帯雨林の群集形成を理解する

* 片淵正紀, 黒川紘子 (東北大・生命), Sylvester Tan (FRC, Malaysia), 中静透 (東北大・生命)

近年、遺伝情報が容易に得られるようになったことで、系統解析による生物群集の形成過程の解析が盛んに行われるようになった。それらの研究は系統の類似性から機能形質の類似性を推測し、群集構造を決定する要因を明らかにしようとしている。多くの先行研究で近縁種は類似した形質をもつという仮定があるが、系統関係と機能形質に相関がない例も少なくない。したがって実際の形質情報にもとづいた解析が必要である。系統構造と実際の機能形質を同時に評価することの利点としては、群集形成における形質進化の相対的重要性の理解が進むことがあげられる。

本研究はマレーシア・ランピル国立公園 (LHNP) の52haプロットに生育する1100種以上の樹木の分布から観察された系統と形質の分散を中立なモデルから得られた値と比較することで、群集形成における形質の役割とその形質がどのように生じたのかを明らかにすることを目的とした。またフタバガキ科といった特定のクレードに着目することで、より詳細に樹種の出現パターンと形質の関係を解析した。

その結果、LHNPの系統の分散は中立なモデルから予想される値と変わらなかったが、相対成長速度と最大樹高の分散は小さかった。これらの系統と形質の分散の不一致は、類似した形質を持つ種が類似した環境に分布するという環境フィルタリングの存在と形質進化が群集形成において比較的大きな役割を担っていることを示唆している。フタバガキ科に着目した場合、葉の物理強度、相対成長速度などに環境フィルタリング、最大樹高や個葉面積などいくつかの形質で過分散が検出された。以上の結果をもとに、(1)熱帯樹木の群集形成における形質進化の相対的重要性、(2)フタバガキ科におけるニッチ分化、について議論する。

P2-113

植物形質の種内および種間変異からみた林床群集構造

* 小嶋智巳, 彦坂幸毅 (東北大・生命)

ある場所に生育する植物集団の平均的な形質値は、その環境条件によって変化する。例えば乾燥した環境ほど葉の厚い植物が多い。これには、同一種内個体間での環境に応じた可塑性な形質変化と、環境に対して分布する種が入れ替わることの両方が寄与している。多くの形質では、種内個体間でみられる環境傾度に沿った変化の方向は、種や機能群によらず同じで、また、種間でみられる変化の方向とも一致すると考えられている。しかし、葉の戦略を表す代表的な形質であるLMA形質 (葉の単位面積当たりの重量) に関しては、落葉植物と常緑植物で、光環境に応じた変化の方向が異なることを示唆する報告がある。

本研究では、落葉植物と常緑植物が共存する林床植物集団について、生育光環境に対するLMA形質の種内変異と種間変異の両方を同時に調査した。その結果、落葉種では、種内個体間、種間ともに光環境が良いほど高いLMA値を示した。いっぽう常緑種では、種内個体間では多くの種で光環境がよいほどLMAが高かったが、種間では逆の傾向を示した。つまり、常緑が落葉かによって種間変異の方向が異なり、また常緑種では、種内個体変異の方向と種間変異の方向が異なる場合があることが分かった。

P2-114

中山間地の耕作放棄棚田における林床植生の特徴と土壌水分・光環境との関係

* 石塚俊也, 中田誠 (新潟大・自), 金子洋平 (新潟大・超研), 本間航介 (新潟大・農)

新潟県佐渡島の中山間地にある耕作放棄後約40年が経過した棚田地帯において、林床植生と土壌水分、光環境との関係を調査した。本調査では、ヨシ群落や低木林からなるA区(20m×80m)に0.5m×5mのコドラートを33個、コナラやクリを主とした高木林からなるB区(20m×100m)に同様のコドラートを24個設置し、林床植生を調べた。

本調査地の植生分布には土壌水分が最も重要であり、木本植物、つる植物は含水率が高くなると種数が有意に減少した。草本植物はA区では含水率が高い場所でも種数は減少しなかったが、B区では減少傾向が見られた。含水率に影響を及ぼす要因は斜面位置のほか、棚田面、畦、法面といった棚田の微地形が強く関わっていた。法面は傾斜があるため水はけが良く、畦は棚田面より高い位置にあるために地下水位の影響を緩和できる。棚田は微地形の違いが土壌水分に影響し、狭小な範囲に複雑な水分環境を形成していた。A区では含水率の上昇に伴ってH'多様度が緩やかに低下したのに対し、B区では含水率が50%を超えるると急激にH'多様度が低下し、含水率の高い場所でH'多様度の違いが顕著に現れた。それぞれの種の出現頻度に対して、含水率と光環境(SOC)が共に正の相関を示した種はA区で11種、B区では0種だった。一般に湿生植物は陽生ものが多い。A区では過湿条件下でも光環境が良好なため湿生植物が生育可能で、B区では林床が暗く、湿生植物の生育を制限したためH'多様度が低下したと考えられる。

本調査地では土壌水分や光に関して、多様な環境条件がモザイク状に配列されており、これにより高い植物種多様性が維持されていることが示唆された。

P2-116

異なる食草への適応は遺伝的分化を促進するか? – AFLPを用いたキクビアオハムシの集団遺伝解析

* 甲山哲生 (北大・環境), 松本和馬 (森林・昆虫), 片倉晴雄 (北大・理)

自然選択下にある遺伝子を特定することは、種がどのようにして生態的に異なる環境へ適応し、種分化に至るかの理解につながると考えられる。種分化の初期においては、適応に関連して自然選択を受けている遺伝座(およびそれに連鎖した遺伝子領域)は、選択的に中立な遺伝子領域に比べて顕著な分化を示すことが予想される。AFLPゲノムスキャンを用いた集団遺伝学的解析は、適応に関連した遺伝子の分化を検出する上で非常に有効なアプローチである。

キクビアオハムシ(ハムシ科)には種内に食草としてマタタビ科のサルナシを利用する集団(以下、サルナシ集団)とエゴノキ科のオオバアサガラを利用する集団(オオバアサガラ集団)が存在する。両集団は関東以西で同所的に分布するが食草の利用能力に関して差異が見られる。飼育実験およびmtDNAを用いた集団遺伝学的解析の結果から、キクビアオハムシにおける食草の異なる2集団は近年のサルナシからオオバアサガラへの食草の拡大を伴ったホストレース形成の初期段階にある可能性が示唆されている。

本研究では、同所的な1地点を含む7地点から採集した、サルナシ集団とオオバアサガラ集団を用いてAFLPゲノム解析を行い、食草への適応に関連した遺伝的分化の検出を試みた。AFLP法によって得られた合計402の分子マーカーのそれぞれについて、集団間のFstを計算し、中立仮説から大きく逸脱した"outlier loci"の検出を行った。その結果、全体で115のoutlier lociが検出され、このうち、食草が異なるもしくは同じ複数集団間の比較から、7つのoutlier lociが食草の異なる集団間で特異的に出現したのに対し、食草の同じ集団間で特異的に出現するoutlier lociは検出されなかった。

P2-115

mtDNAと体表面炭化水素からみたシワクシケアリおよびその近縁群の分化パターン

* 松月哲哉, 野沢泰斗, 市野隆雄 (信州大・理)

従来の研究で、シワクシケアリ *Myrmica kotokui* のmtDNA系統樹において遺伝距離が大きく離れた複数の隠ぺい系統が存在することがわかっている(島本・関, 私信)。さらにこのmtDNA系統と体表面炭化水素(CHC)のタイプとの対応関係についても予備的な研究が行われ、両者が完全には一致しないことがわかった(関, 私信)。なお、CHCはアリの巣仲間認識に用いられ、その組成は種特異的であることが知られており、分類形質としての信頼性が確かめられている(Seifert, 2009)。

本研究では、以上の研究をより詳細に検討した。まず、CHCの分析条件を統一し、さらに、mtDNAとCHC両方の解析を行うサンプル数を増やしたうえで、mtDNA系統ごとにCHC組成が特異的であるかを調査した。長野県内45地点から97コロニーを採集し、mtDNAのCOI領域473bpの塩基配列の決定とGC-MSによるCHCの解析を行った。

mtDNAの解析の結果、これまでの4系統(Mk-1~4)に加え、1つの新たな系統(Mk-5)が発見された。旧北区に分布するクシケアリ属のmtDNA配列データ(Jansen, 2009)を追加した系統樹では、Mk-1は *M. rubra* と近縁になり、Mk-2は *M. ruginodis* と近縁になった。Mk-3~5はどのクシケアリ種とも近縁ではなかった。

CHCを分析しクラスター解析を行った結果、大きく3つのクラスター(A,B,C)にまとまった。AにはMk-1とMk-2が含まれ、Bにも同様にMk-1とMk-2が含まれた。Cの大部分はMk-3だったが、Mk-5の2コロニーも含まれた。以上の結果より、mtDNA系統とCHC組成のタイプは一致しなかった。発表では、mtDNAとCHCそれぞれの分化パターンと、それらの不一致の原因について考察する。

P2-117

家庭で変わる! 子の育て方: 遺伝的性決定が親の投資戦略に与える影響

川津一隆 (京大院・農・昆虫生態)

最適投資理論によると、子の適応度曲線に性差がある場合にはコストの高い方の性により多くの投資を行った親が有利となり(Frank 1990)。そのときには頻度依存選択が働くため、安価な性に偏った一次性价が適応的な性配分戦略となる(均等投資の原理)。しかしながら、遺伝的に性が決定する生物では子の性を産み分けることができないため一次性价の操作は難しく、その上、子の性が確率的に決まるため性比にばらつきが生まれることになる。したがって、親は様々な性比に応じて子への投資を調節する必要があると考えられ、最適投資理論の文脈からは性比のばらつきが親の投資戦略に影響を与えていることが予想される。一方で性配分理論においては、集団中の性配分が平衡状態にある限り個々の性比のばらつきは個体の適応度に影響を与えないという主張がなされており(Kolman 1960)。最適投資理論と性配分理論の間には"性比のばらつき"に対して予測のズレが存在している。

これまでの最適投資・性配分理論において、性比のばらつきと適応度の関係を調べる場合に親の投資戦略の進化を明示的に取り扱った研究は存在しない。そこで本発表では、以上のことを考慮したESSモデルとそれに基づくシミュレーションモデルを作成し、性比のばらつきが最適投資量に与える影響を調べた。またモデルでは、投資様式の違いを表現するため投資イベントを、1)一次性价の推定、2)投資時の性の判別、の2つにわけ、それぞれが可能・不可能な4種類の場合の比較も行った。その結果、'ある'条件下では一次性价のばらつきが子への投資量に影響を与えており、また、その効果はそれぞれの投資様式によって異なっていた。以上の結果は、性比のばらつきが親の投資戦略に影響を与えていることを示している。さらに発表では、これらの結果に基づき様々な分類群における性配分パターンと性比のばらつきとの関係についても考察する。

P2-118

生態系の融合時に起こる現象の非対称性について

* 吉田勝彦 (国立環境研・生物), 時田恵一郎 (大阪大・サイバー)

大陸移動などの影響で地理的な障壁が消滅し、独立に進化した生態系が融合するイベントが過去の地球の歴史の中で何度も起こってきたが、その際、多様性の変化や生物の移動方向などに非対称性が見られる場合がある。海洋生態系では、一方向に流れる海流の影響が考えられているが、それ以外の場合、なぜ非対称性が生じるのかははっきりしていない。これまで、融合する二つの生態系間での環境の違い、被った環境変動の規模の違い、他の生態系から隔離されていた期間の違いなどが要因として挙げられているが、果たしてそれらが非対称性の原因になりうるのか、また、それぞれの要因がどのように影響するのかについてははっきりしていない。そこで本研究では、特に入射エネルギー量の違いに注目し、入射エネルギー量が大きい条件で進化した生態系と小さい条件で進化した生態系を融合させるコンピュータシミュレーションを行い、融合時に起きる現象を解析した。

入射エネルギー量が小さい条件で進化した生態系は、動物の種数が少なく、食物連鎖長が短く、相互作用が緊密でないという特徴を持っていた。このような生態系を入射エネルギー量が大きい条件で進化した生態系と融合させると、入射エネルギー量の差が小さい場合はそれぞれの生態系での絶滅率にほとんど違いはなかったが、入射エネルギー量の差が倍以上になると、入射エネルギー量が大きい生態系の方が絶滅率が高くなった。

融合時の植物種の移動方向は入射エネルギー量の差に敏感に反応し、その差が1割程度であっても、入射エネルギー量が大きい方から小さい方への移動が卓越した。動物種については、入射エネルギー量の差が倍以上になると移動方向に非対称性が生じるが、この場合の移動方向は、植物種とは逆に、小さい方から大きい方への移動が卓越することが明らかとなった。

P2-120

首都圏交通ネットワーク上における感染症流行過程の解析

* 八島健太 (総研大 葉山), 佐々木顕 (総研大 葉山, JST さきがけ)

宿主集団の有する空間構造が、感染動態に大きな影響を与えることが知られている。このため現実の感染症流行予測や防疫政策立案を行うためには、交通流等の社会的空間的ネットワークを考慮した感染症数理モデルを構築することが重要となる。そこで本研究においては、大都市圏に新型インフルエンザ等の感染症が上陸した際に、通勤・通学等の交通流動ネットワークに乗って伝染していく過程を数理モデルを作成することにより解析を行う。

大都市圏内における人口動態を定量的に把握するために、国土交通省が5年毎に行っている大都市交通センサス・データを用いた。これは、首都圏、中京圏、近畿圏の三大都市圏における鉄道・バスの利用状況を、利用者へのアンケート、公共交通機関の定期券・乗車券発券データを基に調べたものである。この内、鉄道輸送データを基に大都市圏内の通勤・通学人員の流れを推測した。

感染動態は各駅間利用人員を感受性状態(S)、感染状態(I)、回復状態(R)の3状態に分けたSIRモデルにより記述した。各人員は居住地と勤務・就学地間の交通ネットワーク上を通勤・通学に伴い往復するものとした。感受性個体は感染個体と出会うことにより感染確率 β で感染個体へと遷移し、感染個体は回復率 γ にて回復個体へと遷移する。これらの時間変化を常微分方程式により記述し、数値計算を行うことにより、感染症が侵入してきた際の交通ネットワークを介した流行過程を理論的に再現することが出来た。さらに今後は、個体ベースモデルを用いた感染動態の解析を行う予定である。これらのモデルを用いて、感染症の侵入条件、交通ネットワーク上の侵入位置による感染動態の違い、防疫政策(抗インフルエンザ薬、ワクチン)の効果等について議論したい。

P2-119

最尤推定法に基づく進化動態の計算手法

* 伊藤洋 (無所属)

集団の方向進化における決定論的性質を解析するためには、Lande's equation (Lande 1979) や canonical equation (Dieckmann and Law 1996) などが有効である。その一方で、集団の進化的分岐(種分化など)の決定論的性質を記述する数学的手法は確立されていない。すなわち、1集団が2集団へと分裂する動態を、一続きの過程として扱うことができない。そのため、複数の形質が同時に進化する場合に、進化的分岐の解析は困難である。そこで本研究は、「平均進化経路」を与える canonical equation の手法を改良し、最尤推定法に基づく「最尤進化経路」を考案した。この最尤進化経路ならば、進化的分岐を一続きの過程として記述可能である。さらに、1集団の方向進化においては、Lande's equation や canonical equation と同じ進化経路を与え得る。本発表では、最尤進化経路の適用例として、最尤進化経路を用いることにより、集団が形質 y において方向進化しながら別の形質 x において進化的分岐する条件について報告する。

P2-121

環境依存の共生の進化

* 福井眞, 山内淳 (京大・生態研センター)

自然界では生物間の共生は普遍的な現象であり、競争や被食捕食といった相互作用と同様に生態系を理解する上で重要な種間相互作用である。共生関係は宿主にとってネガティブに影響する寄生からポジティブに働く相利共生までさまざまな関係性があるが、その進化的な起源は寄生にあり、次第に相利関係へ至るといったシナリオがある。一方で、生物間相互作用はどのような環境下におかれているかに依存して変化する。そのため、アブラムシの二次共生菌やアリによる植物の防衛などのように、相互作用している他種の除去などによって関係性が負から正、正から負へと変わりうる。共生関係の進化においても、この環境依存の変化が進化動態に及ぼす可能性が高い。

本研究では、このように環境依存で関係性が変化しうる状況で、寄生から相利関係へと進化する条件をシミュレーションによって探った。進化ゲームの解析により寄生のネガティブな度合いが下がる進化動態は非常に良く解析されてきた。Yamamura et al. (2004) は2種の生物個体をそれぞれの格子の上に置き、両者が同じスケールで進化する動態を追跡し、空間的な分散制約が相利共生の進化を可能にすることを示した。この二重格子モデルを用い、本研究では2種の一方を宿主、他方を寄生という非対称な相互作用、さらに環境依存で相互作用の強さが変わると仮定した。空間構造がなければ、先行研究と同様、相利的な振る舞いをする寄生種は、環境に依存せず、寄生するのみの集団には侵入できないが、空間構造を導入すると侵入可能となる。さらに宿主の生息環境が変化した場合、寄生がどの程度のコスト/ベネフィットバランスであれば共生関係がより維持されやすくなるのかをシミュレーションで探った。この結果から生息環境が相利共生の進化に及ぼす影響を考察する。

P2-122

多次元尺度法と個体ベースモデルによるインフルエンザ抗原進化の予測

佐々木顕 (総研大・葉山, JST さきがけ)

インフルエンザ A 香港型ヘマグルチニンの抗原決定座位 (エピトープ) は、アミノ酸の変わりえる可変サイトと、アミノ酸が変わると機能を失活する非可変サイトに分けられ、しかも可変サイトの場所も時間的に変化することが実験的に知られている。これに基づく抗原エピトープ配列進化モデルを、講演者がこれまで開発してきた宿主免疫系とウイルスの共進化動態に乗せて、次年度の抗原型を予測するモデルの構築を行う。

ヘマグルチニンの抗原決定アミノ酸座位数は 50 ~ 100 にものぼるため、エピトープの可変サイトに限定しても、進化可能なアミノ酸配列は膨大な数にのぼり、これがインフルエンザウイルスの進化予測を著しく困難にする。これに対して、多変量解析における多次元尺度法を利用して、ウイルス抗原進化のトレンドを低次元空間上の軌道の進路予測の形式に落とし、翌年の流行型を高い確率で予測しようとする試みが始まっている。本講演では、このバイオインフォマティクス分野で始まった野心的な研究動向を進化生物学の共進化理論・集団遺伝学理論からサポートする研究成果を紹介する。

過去 30 年間の A 香港型ヘマグルチニンの配列進化データと、講演者らが開発したウイルス抗原進化の個体ベースモデルのシミュレーションデータを用いて、多次元尺度法による進化予測モデルを検討する。ここまでで得られた結果によると、ウイルスエピトープと宿主免疫系の共進化動態は、その抗原配列空間と宿主免疫状態の極めて高い次元性にも関わらず、5 ~ 10 年までの部分的な進化トレンドを 2 ~ 3 次元の主座標空間で抽出することが可能である。しかし一方で、それ以上の期間の予想や、進化軌道の「転回点」付近の挙動を予測するのは難しく、実際のヘマグルチニンの配列進化の低次元性を再現できない。最後に可変サイトの位置の時間的変動が低次元性に貢献する可能性について述べる。

P2-124

コンタクトプロセスを用いたクローナル植物における病原菌伝播モデル

* 酒井佑禎 (北大・環境), 高田壮則 (北大・環境)

コンタクト・プロセスは、伝染病の伝播を表す簡単なモデルとして Harris (1974) によって導入され、接触過程や接触感染過程とも呼ばれる。数学的には配置空間に値をとる連続時間上のマルコフ過程に属している。グラフの各頂点に人がいると考えると、健康な人はグラフ上で隣にいる病人の数に比例した感染率で病気に感染すると考える。

クローナル植物は、種子だけではなく、根・茎・葉などの栄養器官から植物を繁殖させる方法で、親株と遺伝的に同じ個体をふやすことが出来る。しかし、親と同じ形質を引き継ぐことで、親株が病気にかかっている場合、子供も病気に感染しやすくなることが考えられる。よって、クローナル植物では、植物の一部が病気に感染すると、病気が植物全体に広がり、その個体群全体が絶滅する可能性が高くなると考えられる。

本研究では、クローナル植物個体群が二次元格子における格子点に存在すると仮定して、クローナル植物の繁殖過程、病原体の伝播過程をコンタクト・プロセスで表現する。植物は、繁殖率 p で隣接する個体 (格子点) に繁殖し、死亡率 d で死亡するとする。また、植物が空間を占めた後、病原体が空間中に侵入し、病原体の伝播力 (感染率) λ で伝播する。さらに、感染した植物は死亡率 v で死亡するこれらの経過に関して数値シミュレーションにより解析を行う。

シミュレーションの結果から、病原体の伝播速度 (タイムステップ / 伝播距離)、生存個体の割合 (生存個体 / 初期個体) を求めることで、個体数の変子を時系列で表す。また、病原体による死亡率 (毒性) によって決められる分布パターンと植物の繁殖率で変化する病気の伝播力の関係を示したい。

P2-123

被食者-捕食者系における個体間の形質のばらつきの進化

中道康文 (九州大・理)

昆虫など多くの動物の発育日数は、同種個体間である程度のばらつきが存在する。被食-捕食の関係にある生物群集においては、このようなばらつきは被食者と捕食者の遭遇のタイミングに影響を与えるため、被食者間で生存率の違いを生じさせる。被食者-捕食者系においては、地理的な多様性など捕食からの生存率の違いを生み出す何らかの構造が安定性に影響をもたらすことが指摘されてきた。当然、発育日数の個体間でのばらつきも被食者-捕食者系の安定性に影響を与えると考えられるが、最近までこのような個体間での形質のばらつきの影響はあまり考えられてこなかった。近年、被食者の発育日数のばらつきが個体群内で大きいほど、被食者-捕食者系の持続性が促進されることが個体ベースモデルを用いて明らかにされた。しかし実際の生物個体群では、ばらつきが限りなく大きくなることはなく、ある程度のばらつきに保たれている。被食者-捕食者系の持続をもたらすような個体間の形質のばらつきが、進化的にどのように変化するかは大きな謎である。

本研究では、生物群集の持続性をもたらす個体間の形質のばらつきの大きさが進化的にどう変化するかを数理モデルで検証する。

P2-125

生息地制限とマルチレベル選択下でのグループ形成の進化

* 西澤裕文, 高田壮則

生息地制限とマルチレベル選択下でのグループ形成の進化

a1 西澤裕文, a 高田壮則 a 北大院・地環

要旨

グループに所属する個体は、集団で生活することによって、捕食者に対する防御、繁殖機会の増加、採餌効率の増加、といった協力関係による利益を得ている。しかしグループを形成することによって、利用できる資源が制限されるという不利益を被ることがある。また同性個体間では、繁殖機会をめぐる競争関係にある。これらの間の緊張状態が、さまざまな生物で見られる多様なグループ形成の形式に影響をあたえているのかもしれない。

本研究は、グループを構成する個体間における繁殖機会をめぐる競争関係から生じうる他個体の追放、加えてグループ外からの新たな個体の侵入という事象に着目し、それらがグループ形成の様式に与える影響について調べることを目的とした。

本研究では世代時間の長さ、繁殖可能バッチ数、個体間能力差の関係性をパラメータとした数理個体ベースモデルを模索した。このモデルではグループ構成個体間での優位劣位関係の存在を想定した。優位個体は劣位個体の繁殖を許容 / 抑制するかの決定権を持つ。劣位個体は優位個体の提示した条件に対してグループに残留するか、グループから出て行くかを選択できるものとした。このような状況におけるそれぞれの立場での他個体への振る舞いを戦略とした。

コンピュータシミュレーションを行うことによって、パラメータとそこから生じるグループ形成のパターンとの関連性について調べた結果を報告する。

P2-126

寄生者が改変する森林-河川生態系(予報)

*佐藤拓哉(奈良女・共生セ)、徳地直子(京大・フィールドセンター)、鎌内宏光(北大・フィールドセンター)、渡辺勝敏(京大院・理)、堀井裕一(近大院・環境)、長谷川孝、上西久哉、平井岳志、細見純嗣、中川智之、松葉輝信(京大・フィールドセンター)

寄生者は自然界に普遍的に存在するため、それらを含む群集構造や動態、生態系機能の理解は生態学の重要な課題だと指摘されている。演者らは、成熟したハリガネムシ類(類線形虫類)に寄生・行動操作されたカマドウマ・キリギリス類が、晩夏から秋にかけて山地河川に大量に飛び込み、河川の高次捕食者であるサケ科魚類の重要な餌資源になっていることを発見した。ハリガネムシ類が駆動するこのエネルギー補償は、少なくとも紀伊半島の山地河川に普遍的に生じており、イワナ個体群の年間の総摂取エネルギー量のおよそ60%を占めている場合もあった。そのような膨大なエネルギー補償は、魚類のみならず、魚類のトップダウン効果の改変を通して、河川の生物群集や生態系機能にも影響する可能性がある。

そこで演者らは、ハリガネムシ類による宿主の行動操作が河川の生物群集と生態系機能に与える間接的な効果を検証するために、河川に供給される陸生昆虫類をハリガネムシ類の宿主と非宿主に分けて、それぞれの供給量を操作する野外実験を開始した。その結果、宿主と非宿主の供給量の抑制に応じて、アマゴ(サケ科魚類)の成長量の低下、底生生物の群集構造の変化、および河川の生態系機能の変化(藻類現存量の増大・落葉分解速度の低下)が起こることが示唆された。これらの結果をもとに、ハリガネムシ類が森林-河川生態系において果たす役割について考察する。

P2-128

フクロウ類の巣に共生する鱗翅目昆虫相

*上田恵介(立教大学・理)、那須義次(大阪府病害虫防除所)、村濱史郎(株式会社野生生物保全研究所)、松室裕之、高木昌興(大阪市立大学大学院理学研究科)、広渡俊哉(大阪府立大学生命環境科学研究科)、吉安裕(京都府立大学生命環境科学研究科)

欧米では古くから鳥類の巣に生息する鱗翅目昆虫の研究がなされ、マルハキバガ科、ヒロズコガ科、メイガ科など、これまでに13科55種以上の生息が報告されている。しかし、我が国において鳥類の巣に生息する鱗翅目の報告は、これまでにスズメ、ツバメなど5種の鳥類の巣が散発的に調査され、2科6種の蛾についての記録が得られているだけであった。今回我々は、日本列島に生息するフクロウ類(シマフクロウ、フクロウ、アオバズク、リュウキュウコノハズク、オオコノハズク)5種の巣に共生する鱗翅目昆虫相についての調査を行った。琉球諸島の沖縄島においてリュウキュウオオコノハズク、南大東島においてダイトウコノハズク、北海道のシマフクロウ、本州~九州のフクロウ、アオバズクの巣の調査を行った。その結果、リュウキュウオオコノハズクの巣からは3種のヒロズコガ類、南大東島のダイトウコノハズクの巣からは2種のヒロズコガ類と1種のメイガが、シマフクロウ、フクロウ、アオバズクの巣内からも多数の鱗翅目昆虫が発見された。これらの多くの種は日本未記録種もしくは新種である可能性が高く、このグループの蛾類の多様性を改めて証明するものになった。調べたフクロウ類の巣内は、動物性タンパク質が多量に堆積しているにもかかわらず、腐敗臭もなく、巣内のヒナの生息にとって清潔な環境に保たれていることがわかった。このことから、ヒロズコガ類・メイガ類をはじめとする巣内共生鱗翅目昆虫が、巣内の清掃者として、フクロウに相利共生的な利益をもたらす重要な役割を演じている可能性が高いことが推察された。

P2-127

摂食者群集のかく乱による栄養段階間転換効率の変化

*真野浩行(環境研・環境リスク)、田中嘉成(環境研・環境リスク)

湖沼の生物群集に対する人為的な攪乱はその生物群集が関係する湖沼の生態系機能を低下させる可能性がある。人為的な攪乱による湖沼の生態系機能の影響を評価するために、生物群集の攪乱による生態系機能の変化量に影響する要因を明らかにすることが必要とされる。

殺虫剤などの化学物質により生態系機能に関係する群集が攪乱される場合、群集を構成する生物種の化学物質に対する感受性は機能反応形質として生態系機能の変化に関係することが考えられる。群集が感受性の高い生物種で構成されている場合、種数や個体数の大きな減少が引き起こり、結果として生態系機能が大きく減少することが考えられる。一方で群集が感受性の低い種で構成されている場合、種数や個体数はあまり減少せず、生態系機能の変化は少ないかもしれない。そこで、構成種の感受性と殺虫剤による生態系機能の変化量の関係を調べるために、ミジンコとメダカを用いて室内実験系を構築し、実験を行った。本研究では、生態系機能として摂食者であるミジンコから捕食者であるメダカへの栄養段階間転換効率に着目した。殺虫剤に対して感受性の異なるミジンコを用いて、感受性の低いミジンコ種で構成された群集、感受性の高いミジンコ種で構成された群集、感受性の低いミジンコ種と感受性の高いミジンコ種で構成された群集を作成し、それぞれについて殺虫剤による栄養段階間転換効率の変化量を調査した。栄養段階間転換率はメダカのバイオマス増加とミジンコの2次生産量から推定された。現在得られた実験結果から、ミジンコの殺虫剤に対する感受性と栄養段階間転換効率の関係を考察する。

P2-129

四万十川流域における過去20年間の陸生鳥類群集とその生息環境の変化

佐藤重穂(森林総研四国)

近年、国内に生息する森林性や草原性の鳥類(以下、陸生鳥類と呼ぶ)の一部の種が著しく減少していることが指摘されている。こうした種の減少の原因が、個々の調査地の生息環境の変化によるものか、あるいは夏鳥の越冬地の環境変化や温暖化の影響といった要因によるものかを明らかにするには、個別の調査地の環境の変化の有無について検討する必要がある。しかし、鳥類相とその生息環境について長期にわたって記録されている地域はあまりない。

四国南西部の四万十川流域では、1980年代半ばに数十地点で鳥類生息調査が実施されている。この調査地点のうち環境の大半が森林で占められていた10箇所を抽出して、2003年から2004年に繁殖期の鳥類調査を実施して、年代間で比較することにより、陸生鳥類群集の変化について検討した。また、1980年代と2000年代の二つの時期に撮影された航空写真を用いて、調査地の環境の変化を検証した。鳥類調査は3kmのラインセンサスを繁殖期に実施した。1980年代と2000年代との間で一箇所当たりの出現種数、合計個体数、鳥類の種ごとの出現箇所数および一箇所当たりの個体数を比較した。

その結果、鳥類の種数は1980年代と2000年代で大差はなく、合計個体数は2000年代の方が多かった。森林性の夏鳥のうち、1980年代に比べて減少した種はサシバ、ホトトギス、サンショウクイ、サンコウチョウなどであり、逆に増加した種としてオオルリ、ヤブサメがあげられた。留鳥ではキジ、モズといった里山生息種が減少し、アオゲラ、ヒヨドリ、ヤマガラ、メジロといった森林性の種が増加していた。これらは繁殖期における森林環境が成熟した一方、中山間地の里山環境が減少したことを反映しているものと考えられた。

P2-130

北海道千歳川支流ママチ川における魚類相と環境要因の関係

*山崎登勢(北大・環境科学院), 長谷川功(さけますセンター), 齊藤隆(北大・北方生物圏フィールド科学センター)

生物の分布様式を決定する主な要因として環境要因が挙げられる。本研究では、河川棲魚類の分布様式を明らかにするため河川全域の各魚種の個体数と環境要因との関係性を把握することを目的とし野外調査を行なった。調査は2009年の夏季に北海道千歳川支流ママチ川で行なった。調査区は河川の本支流に計48箇所設置した。各調査区では、魚種別に個体数推定と環境計測(面積、流速、水深、底質、カバー、たまり、淵、勾配)を行い、そして各魚種の個体数と環境要因との関係を調べた。解析の結果からサクラマス、サクラマス当歳魚、ブラウントラウト、ブラウントラウト当歳魚、カジカ、アメマスの個体数はカバーから正の影響を受けていた。これはカバーが種内・種間競争を緩和したことで個体数に影響を与えたためと考えられる。また、ブラウントラウトとその当歳魚、カジカ、アメマスの個体数は調査区面積との関係性が見られなかった。これは面積の効果よりもカバーの効果のほうが個体数に影響を及ぼしているためと考えられる。以上のことから、カバーは河川棲魚類の分布様式に大きな影響を与えていることが示唆された。

P2-132

里山林を伴った大学キャンパスにおける生態系(7)野鳥類の環境別群集構造

*桜谷保之, 鳥居憲親, 桑原崇, 鈴木賀与, 寺田早百合, 杉田麻衣, 平野綾香, 錦一郎(近畿大・農・環境管理)

近畿大学奈良キャンパスは奈良市郊外の矢田丘陵にあり、面積は120haで、里山林、湿地、沢、農耕地、溜池、グラウンド、校舎等、多様な環境から構成されている。当キャンパス内には95種のレッドリスト動植物が生息・生育するなど、かなり生物多様性に富んでいる。野鳥はこれまでに104種記録されており、季節的、年次的変動は第55回の本大会で報告した。今回はこうした環境毎の野鳥群集についての調査結果を報告し、里山管理や保全をめざすことを目的とした。

調査は2008年6月から2009年5月の1年間、原則として月2回、ルートセンサス法で行なった。キャンパス内の環境を里山林内、溜池(2か所)、農耕地、グラウンド(2か所)、校舎(2か所)に分類して、重複を避けて種ごとに個体数を記録した。

今回の調査では62種、5,958個体の野鳥が記録された。種多様度指数は里山林内が最も高く、続いて溜池Aで、グラウンドや校舎は低い値を示した。また、レッドリスト種が多かったのは溜池Aや農耕地であった。各環境において優占種もかなり異なり、群集の重複度は里山林内やグラウンドでは他の環境とは比較的低い傾向を示した。キャンパス内でも環境により、鳥類群集構造がかなり異なることが示唆された。さらに、レッドリスト種は1つの環境にしか出現しない傾向を示した。しかし、普通種でもスズメやムクドリは里山林内では全く記録されない等、かなり環境を選んで生息することも示唆された。

野鳥類は飛翔によってかなり自由に移動できる動物であるが、環境を選んで生息する種も少なくなく、こうした環境の選択性は、繁殖場所、採餌場所等によって決定されることが推察された。従って、里山管理や保全には、野鳥の生息面からは、校舎も含めたこうした多様な環境の維持管理が不可欠と思われた。

P2-131

水田における栽培管理の違いが昆虫類・クモ類の生息に及ぼす影響

*浜崎健児, 田中幸一, 中谷至伸, 吉武啓, 田端純(農環研)

近年、安心・安全な農産物に対する関心の高まりを受け、有機農業の推進に関する法律の制定や農地・水・環境保全向上対策の導入など、農薬や化成肥料等の化学資材のみに依存しない栽培への取り組みが進められている。これらは、安心・安全な作物の生産や、環境への負荷軽減を主な目的としているが、農耕地に生息する生物群集に対しても様々な影響を及ぼすと予測される。そこで、環境に配慮した栽培管理が水田に生息する昆虫類・クモ類に及ぼす影響を評価するため、栃木県内の有機水田と慣行水田で調査を行った。

栃木県内4地域(野木町、上三川町、塩谷町、大田原市)に、有機水田と慣行水田をそれぞれ2~3筆ずつ調査地として設定した。昆虫類・クモ類は、栽培期間中(5~9月)、約2週間ごとに、スウィーピング法、見取り法、払い落とし法、タモ網を用いた水中すくい取り法によって採集し、種類および個体数を調べた。

害虫や天敵を含む昆虫類は、地域と農法のいずれにおいても種数や個体数に大きな違いが認められなかった。一方、クモ類は、地域間で程度は異なるものの、慣行水田よりも有機水田で種数、個体数ともに多い傾向を示した。また、水生昆虫類は、野木町を除いた地域の有機水田で慣行水田よりも種数、個体数が多く、種数の多い地域では農法間の違いが大きくなる傾向を示した。

以上の結果から、有機栽培はクモ類・水生昆虫類の生息にプラスに働き、その効果は地域や分類群によって異なることが示唆された。水田に生息するクモ類や水生昆虫類の多くは、生活史の一部を水田に依存している。生活史を完結するためには、稲が栽培されていない時期に、生息場所や越冬場所として利用できる他の環境が必要となる。クモ類と水生昆虫類では必要とする環境の条件が異なることから、調査水田周辺の景観構造の違いがクモ類・水生昆虫類の種構成に影響を及ぼしていると考えられた。

P2-133

Plant genotypic effects on community structure of insect herbivores on tall goldenrods in the introduced habitat and original habitat.

Y.Ando(生態研), S.Utsumi(生態研), J.Itami(ミネソタ大), T.P.Craig(ミネソタ大), T.Ohgushi(生態研)

Recently, importance of plant genotype in structuring arthropod communities has been widely recognized. Several studies demonstrated that genetically based variation in plant phenotypes has important consequences for the preference and performance of individual herbivore species.

Herbivorous community on exotic tall goldenrods growing in Japan differed from that on plants in their original habitat North America, even when these plants grew in a same habitat. We hypothesized that one of the factors contributing to the difference in herbivorous communities on tall goldenrods between both habitats was the genotypic composition of the plants. To examine the hypothesis, we investigated herbivorous communities on 10 genotypes of tall goldenrods which were planted at a common garden in each habitat. Plant genotypes affected herbivorous communities on the plants in both habitats. Abundances of the aphid and lacebug on plants differed in response to difference in genetically based plant phenotypes. These insects greatly contributed to the difference in herbivorous community structure on tall goldenrods in both habitats. Difference in susceptibility of plants to these insects may affect difference in herbivorous communities on tall goldenrods between their introduced and original habitats.

P2-134

水田生態系における陸生節足動物の遮断効果

* 鶴田哲也, 山口元吉 (中央水研), 竹田直樹 (東海大), 安房田智司, 井口恵一朗 (中央水研)

水田水域の生物群集構造や物質循環には、水域内部の生態的相互作用だけでなく、ユスリカ類やゲンゴロウ類のように陸域から侵入する生物も重要な役割を果たすと考えられている。しかしながら、陸域から供給される生物の水田水域への影響を実験的に検証した例は少なく、解明の余地が残されている。本研究では、陸域に由来する生物が水田生態系に与える影響を評価するために、稲田養魚実験水田を用いて、防虫網を張り巡らして動物の侵入を制御しながら、イネの栽培を行った。4 × 9.9mの水田4筆を直列に配した試験池4面を用いて、防虫網による被覆の有無および捕食者となるフナ類添加の有無の組み合わせにより、4通りの実験区を設定した。肥料と農薬の投与は最小限に留め、配合餌料等によるフナ類への給餌は行わなかった。

ユスリカ類幼虫と貧毛類の個体数およびウキクサ類の被度は、被覆田において有意に低い値を示した。また、水田水中の栄養塩類の濃度および収穫した玄米中のタンパク含量も、被覆田において有意に低い値を示した。被覆田における貧毛類の低い個体数密度は、ウキクサ類や陸生節足動物といった潜在的餌料の供給量不足によって説明することができる。また、被覆田では、分解者の役割を務めるユスリカ類幼虫や貧毛類が十分に存在しないため、有機物の無機化が不活発な状態に置かれ、栄養塩類の蓄積が滞ったと考えられる。被覆田では、ウキクサ類の被度や玄米中のタンパク含量が低い値を示したが、これには肥料成分欠乏の影響が推察される。また、養魚田では、栄養塩類の濃度が有意に高くなる傾向が認められたことから、フナ類は物質循環を促進する役割を果たしていると考えられた。本研究により、陸域に由来する動物の供給は、水田水域の物質循環や生物群集の維持にとって重要であることが示された。

P2-136

冷温帯のスギ人工林における地表徘徊性昆虫の種組成

* 高橋弘明, 渡辺守 (筑波大・生物)

森林の林床には地表徘徊性昆虫からなる群集が形成され、食物連鎖上の同一の栄養段階に属し、共通の資源をめぐる競争関係にある種が多い。冷温帯のスギ人工林の林床に生息する地表徘徊性昆虫の種組成を明らかにするため、2009年7月下旬と8月下旬の各10日間、長野県白馬村神城地区にある4ヶ所のスギ人工林の林床でピットフォール・トラップ調査を行った。トラップは縦横12個ずつ合計144個を2m間隔でしかけ、設置から24時間後にトラップを巡回し、捕獲した昆虫を同定するとともに雌雄を判別し、体長と前胸背板幅を測定し、標識を施した後に放逐した。各月でそれぞれ4回の再捕獲を行ない、7月はのべ11種1018個体(10日間)を捕獲したが、8月はそのうちの9種1532個体(10日間)が出現した。そのうち大型の種はマルバネオサムシとクロナガオサムシ、マイマイカブリ、アキタクロナガオサムシの4種で、ゴミムシ類はPterostichus属・Synuchus属に含まれる種であった。このうちオオキンナガゴミムシは7月と8月の両方で捕獲されたが、最捕獲はされなかった。日当たり再捕獲率は、オサムシ類は約0%~10%となりゴミムシ類では約0%~15%だった。スギ林の下層植生の現存量と日あたり再捕獲率に負の相関をもつ種(3種)と正の相関をもつ種(2種)のあることがわかった。クロツヤヒラタゴミムシとオオクロツヤヒラタゴミムシは、調査地間で密度の差が小さく、ニセクロナガゴミムシとクロナガオサムシ、マルバネオサムシは密度に大きな違いが生じていた。クロツヤヒラタゴミムシとニセクロナガゴミムシ、マルバネオサムシとクロナガオサムシの間には、出現個体数に負の相関の傾向がみられ、排他的な生活をしてきた可能性がある。これらの結果より、冷温帯スギ林に生息する地表徘徊性昆虫の種間の相互作用について考察する。

P2-135

イヌガラシにやって来た昆虫類の種組成

* 堀翔 (筑波大・生物), 渡辺守 (筑波大・生物)

イヌガラシは春から秋に成長を続ける人里植物で、路傍や田畑の畦に多く、強い刈り取り圧を受けている。そのため、地上部を刈り取られても、直ちに芽吹いて抽台し、開花する傾向が強く、春から秋まで、常に様々な成長段階の地上部をもった株、すなわち、ロゼット状の株から抽台、開花、結実の株まで存在している。これらの株の現存量や葉質は異なり、それに対応して昆虫類が訪問していると考えられてきた。本研究では、イヌガラシの株の高さと幅を測定し、花序数や花序の成熟度合いから、株の成長段階を6段階に分類した。次に、各株の葉について、葉位と長さ、幅、形態から5種類に分類した。株あたりの葉の枚数や花序数、花序ごとの蕾や花、莢の数を計測した後、各種類の葉や花序で発見した昆虫類を捕獲した。イヌガラシを訪問していた昆虫類は合計10目で、そのうち吸汁性昆虫類が3目、葉食性昆虫類が5目、肉食性昆虫類が4目にわたっていた。株の最も下方にあるロゼット状の葉は、株の成長段階の進行と共に硬くなり、最終的には枯れていった。最も若い株の場合、この葉にはアブラムシ類が最も多く、株の成長段階が進むにつれて減少していった。ロゼット葉の後に展開した2種類の葉も、株の成長段階の進行と共に硬くなり、最も若い株で4目発見された葉食性昆虫類の種数は減少し、最も成熟した株では1目になった。株の上部に位置する2種類の若い葉は現存量が小さいためか、出現した昆虫類の個体数は少なかった。大型の葉食性昆虫類であるシロチョウ類の幼虫やセグロカブラハバチの幼虫、ダイコンハムシは、若い株では大きな葉に多かったものの、莢を多く有し、花や莢の多い成熟した株では花序に多く見られた。肉食性昆虫類の個体数は少なかった。これらの結果から、各昆虫類のイヌガラシ上での生活史を考察した。

P2-137

食性指標としてのアミノ酸窒素安定同位体比の利用：土壌食物網研究への適用にむけて

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

土壌動物群集は多様性・生息密度ともに高いことや、陸上分解系の一員であることなどから様々な研究が行われてきた。たとえば、多様性維持機構や生態系機能に観点から土壌動物の食性に関して多くの研究があるが、古典的な餌選択実験や消化管内容調査のみでは、実際の野外での食性を推測するのは難しい。これに対し近年一般的になった安定同位体比による食性推定は、代謝時間を反映したより長期的情報であるとともに餌の依存割合をも反映したものであるため、既存の手法の欠陥を補うものとして有効である。しかし土壌動物においては、デトリタス食者の窒素安定同位体比は分解がより進んだ餌を食べる者ほど高い値を示すという連続的な上昇パターンがみられてきており、値を解釈するうえで栄養段階に伴った窒素同位体比の上昇との区別を困難にしている。

そこで本研究では新指標としてアミノ酸窒素安定同位体比を用いる可能性を探る。近年の研究により、アミノ酸の種類ごとに栄養段階に応じた同位体比の特異的な上昇パターンが存在することが明らかになってきている。特にフェニルアラニンの窒素同位体比は栄養段階を経てもほぼ変化しない一方、グルタミン酸の窒素同位体比は栄養段階に伴った上昇がみられることから、対象とする動物でこれらの値の差がどの程度拡大しているかをみることで、従来の同位体手法より正確な栄養段階を算出できると示唆されている。これらの知見は主に生食連鎖系で得られてきたものだが、土壌食物網においては分解者である微生物群集がアミノ酸合成能力に優れていることからデトリタス食者に特徴的なパターンがあることも予想される。本研究では以上のような考えのもと、中型土壌動物に関するデータを提示し、その解釈について検討する。

P2-138

鳥類のラインセンサスにおける調査回数と種数について

玉田克巳(道環境研)

釧路地方の森林と草原に2kmの調査コースをそれぞれ1ヶ所設定し、繁殖期にラインセンサスを繰り返し22回行った。この調査結果を使って、各調査回数に応じてすべての組合せを作成し調査回数と確認できる種数の関係を調べた。また主要な種について、調査時期による確認個体数に差があるかを検討した。確認できた種数は森林、草原ともに38種であった。組合せ実験の結果、森林、草原ともに、調査回数が増えれば、確認できる種数は増加し、種数確認曲線は平衡状態になることはなかった。5回の調査確認できる種は森林で平均51% (範囲34-71%)、草原で平均51% (範囲32-71%) で、90%以上の鳥類を確認するためには森林で13回、草原で17回の調査が必要であった。しかし、確認できた種のうち、ルート沿いで繁殖ノウハウを形成していた主要な種だけに注目すると、2回の調査で、森林では平均89% (57-100%)、草原では平均87% (56-100%) が確認でき、両コースともに5回で平均99%が確認できることが明らかになった。確認個体数は、森林ではハシブトガラ、ヒガラ、シジュウカラ、アオジの4種、草原ではノゴマ、ノビタキ、アオジ、オオジュリンの4種で有意な差が認められ (G検定, $p < 0.05$)、季節によって異なることが明らかになった。これらのことから、ラインセンサスは、主要な種については2回の調査でほぼ確認することができるが、主要な種以外も含めると、調査回数が多いほど、確認できる種数が増えることが明らかになった。また確認個体数は季節によって異なることが明らかになった。出現率などを考慮すると5回以上の調査が望ましく、個体数の季節変化を把握するためには、繁殖期を等間隔に分割して、異なる時期に調査することが良いと思われる。

P2-140

捕食者による被食者群集多様性への影響：メタ解析による生態系タイプ間比較

*片野泉, Helmut Hillebrand, 土居秀幸 (University Oldenburg)

昨今、保全生態学の立場から、生物の地域的な絶滅が問題となっている。この生物が捕食者であった場合、その捕食者だけでなく、その摂食対象である被食者群集の多様性も減少する恐れがある。なぜなら、捕食者は選択的摂食などを通して、被食者群集の多様性に強く影響していると考えられるからである。本発表では、捕食者の有無による被食者の群集多様性の変化パターンについて、文献データを用いてメタ解析を試みた。メタ解析にはエンクロージャー実験など捕食者の現存量、在不在をコントロールした室内・野外実験データを収集した。そのデータから捕食者の被食者多様性への影響度合い (effect size) を log response ratio として算出した。その結果、生態系別 (海洋、陸上、陸水など) に捕食者の被食者多様性への effect size を比較した結果、陸水では他の生態系タイプよりも有意に効果が大きく、捕食者によって被食者多様性が減少させられることが明らかとなった。しかし、陸上生態系では捕食者の被食者多様性への効果はほとんど認められなかった。また、捕食者の種数が増加するに伴って、被食者多様性への effect size が小さくなることも明らかとなった。この結果は捕食者の多様性を維持することで被食者多様性の劇的な変動を緩和することが出来ることを示唆している。捕食者による被食者多様性への影響の大きさは、Hillebrand et al. (2007) で示された植食者が生産者多様性に与える効果よりも大きかった。このことから、捕食者による被食者群集への効果は、食物網の各段階の中でも特に重要であることが示唆された。

P2-139

干潟の底生生物群集における多様性の広域パターン：モニタリングサイト1000沿岸域調査

*熊谷直喜(日本国際湿地保全連合), 脇山成二(環境省・生物多様性セ), 木村妙子(三重大・生物資源), 古賀庸憲(和歌山大・教育), 浜口昌巳(瀬戸内水研), 逸見泰久(熊本大・沿岸域セ), 風呂田利夫(東邦大・理), 鈴木孝男(東北大院・生命科学)

社会的要請として、生物多様性の減少や生態系サービスの劣化などの生態系の異変について対策を講じることが急務である。これらの問題に取り組むためには、まず広域かつ長期にわたる様々な野外生態系の調査を行い、それらの現状と異変の原因を的確に把握する必要がある。環境省によるモニタリングサイト1000の沿岸域調査では、2008年度から磯、干潟、アマモ場、藻場の各生態系に設置した調査サイトにおいて年1回の調査を行っている。本研究では2008年度に干潟で得られたデータを解析した。本研究の目的は、干潟生態系の年変動を検出するための基礎情報として、底生生物の分布パターンの特性を明らかにすること、またその分布パターンを決定する要因を推定することである。

底生生物を調査対象として、北海道から南西諸島にかけての太平洋岸に沿って8調査サイトを設定した。それぞれのサイトに1-3カ所の調査帯、各調査帯につき鉛直方向に2-3段階の調査ポイントを選定し、各ポイント内で5つの方形枠(50 x 50 cm)を用い、表在・埋生生物相を調査した。埋生生物はコアサンプラーを用いて直径15 cm、深さ20 cm内の底土ごと採集した。また底土の粒度および有機物量も分析した。

全サイトで総計369種、方形枠あたり159.2個体/m²の底生生物が記録された。底生生物の種数、密度については、表在・埋生生物ともに中程度の緯度で最大となるパターンが得られた。本発表では、さらに一般化線形モデルを用いたモデル選択による、干潟底生生物の種数、個体数、多様性指数等のパターンを説明する要因についての解析結果を紹介する。

P2-141

長伐期施業が甲虫多様性に与える影響

大澤正嗣(山梨森研)

長伐期施業が甲虫多様性に与える影響をカラマツ人工林にて調査した。調査林分として、長伐期施業林(カラマツ高齢林)7林分、壮齡林8林分を選定した。甲虫は各調査林分において5月~9月に釣り下げ式マレーズトラップ(aerial Malaise trap)を用いて捕獲した。捕獲甲虫の中から、カミキリムシ科、ゾウムシ科、コメツキムシ科、ハムシ科、キクイムシ科、ナガクチキムシ科、ベニボタル科の7科を調査対象として選別、同定した。これらの科について種数と種構成を長伐期施業林と壮齡林の間で比較した。その結果、長伐期施業による種数は、増加が認められる科もあったが、7科全体としては顕著ではなかった。頭数も複数の科で増加したが、全体として大きな差は認められなかった。種構成については違いが認められた。これらから長伐期施業により甲虫多様性が変化することが示された。

P2-142

異なる農法の水田における中干し後の水生動物群集

向井康夫(京大・地環)

水田の水生昆虫群集に影響する要因を明らかにするために、滋賀県琵琶湖周辺の高島市マキノ町、大津市仰木、大津市田上、多賀町、彦根市の5地域23筆の水田(慣行農法4、減農薬農法10、無農薬農法9筆)で、中干しから落水までの期間に野外調査を行った。調査は0.2×1mの掬い取り2回を1セットとして、これを各水田で原則として20回繰り返す方法で行った。

結果、23水田で合計9綱、120分類群、26544個体の水生動物(脊椎・無脊椎を含む)が確認された。そのうち水生昆虫は8目88分類群16566個体であった。調査地全体での水生昆虫の優占5分類群はユスリカ科、フタバカゲロウ属、コムズムシ属、チビゲンゴロウ、シオカラトンボであった。水生昆虫の総分類群数、個体数、多様度指数を異なる農法の水田間で比較した結果、無農薬×減農薬×慣行、無農薬×減農薬・慣行、無農薬・減農薬×慣行のいずれの組み合わせでも有意差は見られなかった。

水生昆虫の種構成を基にTwinspanにより調査水田の分類を行った結果、同様の農法を取る水田がグループ化されるのではなく、概ね湖北、湖南、湖東それぞれの地域の水田が同一グループにまとまる傾向が認められた。そこで、水生昆虫分類群数、個体数を3地域間で比較した結果、多様度には地域間での差は見られなかったものの、水生昆虫の総分類群数は湖東が湖北に比べ有意に少なかった。また、確認された分類群数の多かったトンボ目、カメムシ目、コウチュウ目、ハエ目の4目で比較すると、分類群数はハエ目を除く3目で3地域間に有意差が認められた。これらのことより、本研究を行った地域では、水田中干し後の水生昆虫の群集構造は水田の農法ではなく、その地域に生息する水生昆虫相を反映していると考えられた。

P2-144

支流域における魚類の群集集合

*大平充(明治大・農)、西田一也(東京農工大・連農)、満尾世志人(東京農工大・連農)、角裕裕志(東京農工大・連農)、土井真樹絵(東京農工大・農)、千賀裕太郎(東京農工大・農)

近年、同一分類群やギルドに属する群集(生態群集)の形成プロセスに関する研究が進んでいる。連続的なハビタットである河川では、対象とする流程において下流ほど種数が増加するというパターンが広く認められている。その要因としてハビタットの大きさの増加、環境異質性の増加、種の供給の多さなどが挙げられているが、それらの要因の相対的重要性およびプロセスはあまり明らかになっていない。とくに空間スケールに関して、淵のようなパッチや流域のような広大な地域スケールの研究は報告されているが、その間をつなぐ研究は少ない。

そこで、本研究では局所群集としての支流域における魚類の群集集合に影響を与える要因を検討した。

調査は河川中流域に位置する支流の流程3km程度の範囲を対象に行った。今回対象としたスケールは1世代に個体の移動が可能であると考えられるスケールを考慮して選定し、対象範囲内に26の調査地点を設定した。

分析は、各調査地点(パッチ)における種の在-不在データを用いた出現パターン、構成種の体サイズ重複について帰無モデル分析を行った。また、ハビタットの大きさ、環境の複雑さ、種供給源からの距離の種数に対する説明力の大きさを評価した。

以上より局所スケールにおける魚類群集の形成に影響を与える要因およびその形成プロセスについて議論する。

P2-143

河床礫の岩種と表面粗さに着目した水生昆虫の生息場環境

*矢島良紀, 小林草平, 赤松史一, 三輪準二(土木研)

我が国の地質構造は複雑であるため、多くの河川は複数の地質体を集水域とし、各地質体より供給される土砂を下流へ運搬している。そのため河川の下流には多様な岩質の礫が存在していることが多い。

河床に存在する砂や礫は水生生物の生息場として重要であることはよく知られており、上流に設置されたダム等により土砂の移動がなくなると、ダム下流で河床のアーマ化が生じることにより水生生態系に悪影響を与えることが指摘されている。そのため一部のダムにおいては、置き土をするなど人工的な土砂供給をおこなっているが、そこで供給される土砂(礫)の性状に関しては、粒径に関しては一定の配慮がなされているものの、礫の表面粗さを規定する岩質についての考慮は不十分なことが多く、そもそも岩質の違いが水生昆虫に与える影響についてもあまり議論がなされていないのが現状である。

著者らは、河床礫の岩種と表面の粗さの違いによって生息する水生昆虫の構成に変化が生じると推測し、これを解明するために、2009年5月に、流域に多様な地質を有する河川である愛知県の豊川の下流2地点において、瀬の環境にある河床礫と各礫に生息している水生昆虫の調査を実施した。礫のサンプリング数は33個である。河床礫は大きさを測定し、岩種を判定した上で、表面粗さをレーザー変位計測定によって定量化した。水生昆虫は同定をおこなった上で、個体毎の重量を測定し、河床礫毎の水生昆虫バイオマスを求めた。これらの分析結果を用いて両者の関係について検討をおこなった。

その結果、大きな礫ほど水生昆虫の種類やバイオマスが高いという一般的な傾向に加え、種類毎、体サイズ毎に、大きな礫に多い・小さな礫に多い・礫の大きさは無関係、粗い礫に多い・滑らかな礫に多い・礫の粗さは無関係、といった礫と水生昆虫の関係についていくつかの特徴を見いだすことができた。

P2-145

農法の違いが水田節足動物群集に及ぼす影響 3. 二毛作と一毛作の比較

*森本信生, 西城 洋(農研機構・中央農研)

冬季にムギを作付けする水田二毛作は、土地の有効利用、冬季の土壌流出防止ばかりではなく、多くの生物に越冬場所を提供するなどの機能を有する環境保全型の農業形態である。またムギの作付けのため、冬季に湛水は行われず、田植えも二毛作地帯は一毛作地帯に比べて1ヶ月以上遅い6月中下旬に行われるという特徴を有する。この二毛作において、ムギ収穫後、ムギわらを水田にすき込むことは、有機物の有効利用や土壌の地力維持に貢献することができ、さらに農地の環境保全機能を一層高めているであろう。このようなムギわらのすき込みは、未熟な有機物を土壌に供給することで、ユスリカなどの腐植性植物を餌とする昆虫を増殖させ、それがクモなどの捕食性節足動物の餌となる。さらに、これらの天敵が害虫の防除効果を発揮している可能性がある。このように一毛作と二毛作の作付け体系の違いは、水田における動物群集相に大きな影響を及ぼしていると考えられる。しかし、その実態はほとんど明らかになっていない。

そこで、埼玉県行田市の米麦2毛作地帯において、冬季にムギを栽培しムギわらを水田にすき込む二毛作水田(殺虫剤散布区と無散布区2条件)とムギの作付けを行わずイネのみを栽培する一毛作水田において、主要害虫、クモ等の捕食者、ユスリカ等捕食者の代替餌となりうる種の発生調査を2008-09年実施した。7月下旬の調査の結果では、二毛作水田では、アシナガクモやユスリカ類がいずれの年も多発していたが、殺虫剤の散布の有無による違いは明瞭ではなかった。このように、麦藁のような未分解の有機物を田植えの直前に土壌にすき込むことは、水田における節足動物群集相に大きな影響があることが示唆された。

P2-146

農法の違いが水田節足動物群集に及ぼす影響 4. 環境保全型と慣行型の比較

* 西城洋 (農研機構・中央農研), 森本信生

近年、農業の持つ物質循環機能を活かし、生産性との調和などに留意しつつ、土づくり等を通じて化学肥料や農薬の使用による環境負荷の軽減に配慮した持続的な農業技術(環境保全型農業技術)の開発や普及が進められている。また、食料・農業・農村基本法においても、農業生産活動を国土・環境保全に役立てるために環境保全型農業を確立することが目標とされている。しかし、この環境保全型農業が野生生物に及ぼす影響等の知見は不足しており、生物多様性の保全や向上の観点から、環境保全型農業が野生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、同本庄市、栃木県小山市および群馬県邑楽郡千代田町の4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、粘着板を使用した払い落とし法および見採り法などを併用し、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。

一部の地域では、アシナガダモ属やコマユバチ科の1種など、環境保全型水田で有意に多く採集された種が認められた。しかし、多くの種は農法の違いよりも地域の違いにより採集数が異なる結果となった。

P2-148

西表島に生息する小型ゲンゴロウ類 ー各種の湿地環境別における生息状況ー

* 唐真盛人 (東海大院・人間環境), 水谷晃, 崎原健 (東海大・沖セ), 北野忠 (東海大・教養), 河野裕美 (東海大・沖セ)

演者らは2007年3月より、八重山諸島西表島におけるゲンゴロウ類の生息環境および人間活動との関わりを明らかにすることを目的とし、各種の生息状況を調べている。今回は、水田・水田や耕作地に付随する溜め池・牧場内の水溜まり・山間部の池や染み出し水・ポットホールなど計26地点でゲンゴロウ類を採集し、湿地環境別における種組成をまとめたので報告する。(以下、種名の"ゲンゴロウ"を省略)

これまで西表島では、南西諸島の各島の中でも最多の40種のゲンゴロウ類が確認されている。本調査において、既知のうち7種は未確認であったが、西表島初記録となるアマミマルケシ、ナガチビ、チャイロチビ、チビコツブゲンゴロウ属の一種を含めた計37種が確認された。このうち、中・大型種を除く6mm以下の計29種について紹介すると、一年中水が張っている水田およびその周辺の湿地においては9~18種と多く確認された。一方で、非耕作期に水を抜く水田、農業用溜め池や砂防池などでは1~8種と少なかった。また、山間部の池や染み出し水など、自然的な湿地においても1~4種と少なかった。しかし、これらの自然水域では、ウエノチビケシ、リュウキュウセスジ、ヤエヤマセスジ、チビセスジ、アトホシヒラタマメ、チビコツブゲンゴロウ属の一種のように人工的湿地では確認されない種がみられた。

これらより、多くのゲンゴロウ類の生息環境は、主に農耕による人間活動によって維持されていることが明らかとなった。また、農法の違いや、異なる人工的湿地ごとで生息可能な種が異なることが示唆された。一方で、生息する種類数は少ないものの、自然水域のみに出現する種もみられることから、西表島においてゲンゴロウ類が豊富な要因として、「農耕による湿地環境の維持」と「亜熱帯の原生林が存在していること」が考えられた。

P2-147

河川下流部における瀬淵と底生動物生息環境の空間分布

* 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瀬と淵は異なる生物群集と物質循環機能を持つ場として捉えられているが、特に中下流部では淵での調査が困難である場合が多く、瀬と淵の生物群集と物質循環機能が十分に理解されているわけではない。演者らは愛知県東部に位置する豊川において上・中・下流という流れスケールでの河道特性や底生動物食物網の変化を分析し、下流部における淵の面積的な増加が底生動物の食物起源の流程変化に影響している可能性をこれまで示した。本研究では、豊川の礫河床の下流部一區間、連続した複数の瀬淵において冬・春・夏に調査を行い、瀬淵における位置と底生動物群集・食物起源の関係について分析を行った。

全底生動物生息量は冬と春に大きく、夏に小さかった。いずれの季節も瀬では流心・岸際の両方で生息量は大きかったが、淵は河床に礫が優占する一部の岸際を除き生息量が小さかった。淵において河床に砂が優占した岸際や水草(オオカナダモ)が繁茂する流心では特に生息量が低い点があった。瀬の流心では付着物食者のヒラタドROMシと濾過食者のシマトビケラが優占し、また淵や岸際でもヒラタドROMシやニンギョウトビケラが優占する場が多く、モンカゲロウやカワカゲロウに代表される堆積物食者が優占する場合は淵の岸際の一部に限られていた。これら瀬淵における底生動物生息量の空間分布と群集構造には、流速とともに水草・礫・砂の空間分布が関わっていること、また礫河川ゆえの特徴を持つことが考えられた。本発表では、底生動物群集の空間分布パターンとともに、底生動物と餌資源の炭素安定同位体比分析の結果をもとに、瀬淵の位置と底生動物の食物起源の関係について議論する。

P2-149

西表島近世網取集落跡におけるオカヤドカリ類の宿貝利用と分布特性

* 丹尾岳斗 (東海大・水産), 小菅丈治 (国際マングローブ生態系協会), 河野裕美 (東海大・沖セ)

オカヤドカリ類は、幼生期をゾエア幼生として約1カ月海中で過ごし、陸上生活に移行する。その後は、成長に伴い大きな宿貝へと交換していかねばならず、様々なサイズの貝殻群が必要である。本研究の調査地である西表島網取集落跡地は、17世紀初頭から1971年に廃村となるまで約350年間続いた海岸集落の一つであった。この間は水稲栽培を行いながら狩猟・漁労採集生活が営まれ、廃村後約40年経過した現在も集落跡地内にはその痕跡が残る。そこで、ここに生息しているオカヤドカリ類の分布と宿貝特性から人との関係を明らかにすることを目的とした。調査は、2009年4月25日~11月7日まで集落跡地と周辺海岸でオカヤドカリ類の分布と宿貝、及び集落内に散在する貝殻組成の調査を行った。出現したオカヤドカリ類(n=1739)は、オオナキオカヤドカリ67.0%、ナキオカヤドカリ29.7%、オカヤドカリ3.3%の3種であり、各々は、主に集落内、海岸、後背山裾に分布した。大型のオオナキオカヤドカリの宿貝(19科56種)は、他の小型オカヤドカリ2種の宿貝(11科39種)と異なり、チョウセンサザエ31.3%、サラサバテイ11.0%を利用していった。これらの貝類は、主にサンゴ礁原に生息し、海岸に打ち上がることは稀である。旧住民への聞き取り調査では、この2種も主要な食用貝類に含まれ、集落内に投棄していたという証言が得られた。集落内の貝殻調査では39科73種(n=1541)が確認され、実際にこの2種も含まれていた。つまり、網取集落ではかつてオオナキオカヤドカリの宿貝となる豊富な貝殻群の供給があった。このことから、集落内のオオナキオカヤドカリは安定して宿貝を得て、大きな個体群を形成することが可能であったと示唆された。

P2-150

異地性腐食連鎖と自生性生食連鎖が形成する樹上食物網

 $\Delta^{14}\text{C}$ によるクモの機能群間の利用エサ資源比較

*原口 岳(京大・生態研), 内田 昌男(国環研), 柴田 康行(国環研), 陀安 一郎(京大・生態研)

古典的な食物網理論では、生食連鎖と腐食連鎖は別個に理解されてきた。しかし近年、二つの食物連鎖は高次消費者を介して連結されており、この連結が群集やエネルギーの動態を理解する上で重要な要因である事が明らかになっている。このような連結性が変化する要因を解明する事は、より一般的な食物網理論を構築する上で有用である。我々は二つの食物連鎖は地上部と地下部という空間分割を伴う事に着目し、地下部由来の双翅目昆虫の捕食を通じて地上部と地下部を連結している樹上クモ類を研究対象とした。樹上クモ類は、生態系の空間構造を大きく変化させる森林植生の遷移に伴って腐食連鎖の依存度を高めるという仮説の下、食物網構造の指標として安定同位体、有機物の生産年代指標として $\Delta^{14}\text{C}$ を用いて遷移段階ごとの樹上食物網を調べた。

茨城県北茨城市に位置する老齢林と、周辺に点在する伐採後の経過年の異なる森林でエサ及びクモを採取し、各種同位体を分析した結果を報告する。

双翅目は樹上から採集されたエサと比べて古い炭素起源(高い $\Delta^{14}\text{C}$)を示し、この事と先行研究から双翅目は腐食連鎖、樹上昆虫は生食連鎖上に位置づけられると判断された。安定同位体比から各エサの寄与率を求めると、クモの種によって樹上エサと地下部由来エサを異なる比率で利用しており、調査地の林齢による傾向はなかった。また、双翅目の寄与率が高いほどクモの炭素起源は高く、双翅目を介して腐食連鎖由来のエサ流入が起きている事も確かめられた。以上より、樹上の生食連鎖への腐植生資源の流入は二次遷移過程を通じて一般的に見られる一方、一部の捕食者は老齢林でも生食連鎖に強く依存している事が明らかになった。樹上における腐食連鎖の寄与の全体像を明らかにするには、個々の捕食者の機能特性と植生遷移に伴う群集変化に着目して研究を進める必要がある。

P2-152

水田で採食するチュウサギの機能反応を介した食物種間の相互作用

*片山直樹(東大・農), 天野達也(農環研), 宮下直(東大・農)

捕食者-餌個体群の相互作用の理解には、二つのプロセスが重要である。一つは捕食者の意思決定である。多くの捕食者は、採食効率(機能反応)に基づいてパッチ滞在時間を決める。もう一つは餌種間の相互作用である。直接の相互作用がない場合でも、捕食者を介した間接の相互作用が生じ得る。しかし、捕食者によるパッチ利用が餌種間にどのような相互作用をもたらすか、野外で明らかにした研究は少ない。

本研究は、水田の高次捕食者であるチュウサギが、餌種間に見かけの相互作用を生じさせるかどうかを検証した。サギは餌獲得経験と移動経路を直接観察できる。また湛水期の主な餌はオタマジャクシとドジョウであり、水田1枚相当のスケールでパッチ構造を持つことが分かっている。

2009年5月25-6日、茨城県豊ヶ浦南岸で48圃場の餌種密度を調べた。調査後1週間以内に、各圃場で採食するチュウサギを観察した。その結果、サギの餌量割合は識別できたうちオタマジャクシが94.8%を占め、ドジョウは4.2%だった。非線形回帰を用いて機能反応を調べた結果、サギの採食効率はオタマジャクシに対してのみ密度とともに増加した(タイプ2)。また一般化線形モデル(GLM)の結果、パッチ滞在時間には採食効率が影響し、種ごとではオタマジャクシの効率のみが影響していた。そして、パッチ滞在時間が長いほどオタマジャクシ及びドジョウの被食数は増加していた。

これらの結果は、チュウサギは餌の大部分を占めるオタマジャクシの豊富さに基づいてパッチ滞在時間を決め、そのためオタマジャクシはドジョウに対して間接的に負の影響を与える可能性があることを示している。

P2-151

魚にとって堰ってなに!?

今井千博(京都学園大・バイオ)

本研究の目的は、河川が堰によって分断されることで魚類の分布にどのような影響があるのかを明らかにする事である。

調査を行った曾我谷川は、京都府亀岡市を流れる延長8.189km・流域面積19.7平方kmの河川である。本河川において渓流部を除く29ヵ所ある堰のうち24ヶ所について、堰と堰との間を1区間とし計23区間(総区間距離6.43km)の魚類分布を調査した。堰の間隔は短い区間で68m、長い区間では506mであった。また、すべての堰において魚道はみられなかった。魚類相についてはタモ網(目合1mm)を用いて、1区間を4回ずつ計92回の魚類採集調査を行った。採集した魚類については、種名、個体数、全長を記録した。

調査の結果、23区画において5科16種、5306個体の魚類が採集された。このうち100個体以上採集された魚種は、カワムツ、ヌマムツ、オイカワ、ムギツク、ドンコ、カワヨシノボリであり、上位3種は(n=5306)、カワムツ44.0%、カワヨシノボリ20.4%、ヌマムツ18.9%であった。各区間での採集個体数、種数の中央値は、採集個体数が227個体(52~478個体)、種数が9種(5~11種)であった。堰間の距離と出現した採集個体数、魚種数を比較したが、相関は認められなかった。各区間の採集魚種の上位3種を示すとカワムツ、ヌマムツ、オイカワ、ムギツク、ドンコ、カワヨシノボリの6種であった。このうち、カワムツ、ヌマムツ、カワヨシノボリに関しては、全ての堰間で確認された。オイカワ、タカハヤ、ムギツク、モツゴの4種については、上流の区間にのみタカハヤ、モツゴが見られ、下流の区間にのみオイカワ、ムギツクが見られた。

本発表では、さらに魚種の分布の偏りや稚魚の出現の有無などについて検討する。

P2-153

森林生態系からの窒素溶脱量増加および光環境の変化に伴う河川底生生物群集の応答 ~大規模野外実験による検証~

太田民久* 北大苫小牧研究林

隣接する生態系はその境界域を行き来する物質の移動により、互いに結びついており、このような物質の流動は受容する側の生態系機能に強く影響を与え、食物網や群集構造を維持する上で重要な役割を果たすことが知られている。ハビタット改変等の人為的攪乱はこのような系外物質の性質や動向によって引き起こされる可能性を有している。近年、森林生態系から河川生態系への移入物質である窒素化合物の移入量が東アジア地域の発展により増加傾向にあることが知られている。大気から降下した窒素の供給量が森林生態系の受容量を超えると、余剰の窒素は生態系外に溶脱して河川等に流入する。窒素流入量の増加が河川環境に与える影響として代表的なものに食物網の改変がある。窒素流入量が増加することで河川の食物連鎖の底辺に位置する藻類の生産や落葉の分解が活発になる。そして、それらを摂食する一次消費者である底生生物のハビタットを改変する可能性がある。しかし、窒素流入量の増加に伴う藻類や落葉の反応は光環境の違いによっても制御されることが分かっていた。つまり、窒素流入量の増加が餌資源環境の変化を通して一次消費者である底生生物に与える影響も光環境の違いにより異なることが予想される。本研究では藻類や落葉を消費する河川底生生物が、窒素流入量の増加および光条件の差異によりどの様に応答するかを検証する為操作実験を行った。

P2-154

農業用水路におけるタナゴ類の移動：在来種と外来種の種間比較

諸澤崇裕 (筑波大・生命環境)

生物は環境の時空間的な変化に反応し、好適な場所へ移動する。種間で環境変化への反応が異なると、移動にも違いが見られ、その結果分布や個体数にも影響すると考えられる。複数種が同所的に生息することが多いタナゴ類において、産卵に用いる二枚貝の個体数や種構成がタナゴ類の分布や個体数の種間の違いに影響することが報告されているが、移動についての研究例はほとんどない。本研究においては、在来種としてアカヒレタビラとタナゴ、外来種としてタイリクバラタナゴの3種の移動を標識再捕獲により調べ、種間で比較した。

標識再捕獲は霞ヶ浦南部に位置する全長約5.5km、幅約5mの農業用水路で行った。皮下染色したタイリクバラタナゴ992個体、アカヒレタビラ336個体、タナゴ50個体を2009年5月下旬から6月上旬に水路中央付近で放流した。その後、6月下旬から11月下旬にかけて2週間に1回捕獲をした。捕獲にはビンドウを用い、水路全域を100m間隔で調査した。

標識個体は、タイリクバラタナゴが140回、アカヒレタビラが21回、タナゴが12回捕獲された。移動距離の中央値は、タイリクバラタナゴが600m、アカヒレタビラが2400m、タナゴが2100mであった。移動距離の範囲は、タイリクバラタナゴが0~3200m、アカヒレタビラが1200~2800m、タナゴが300~3300mであった。タイリクバラタナゴでは92%、アカヒレタビラでは86%、タナゴでは92%が上流方向への移動であり、移動方向については3種とも同様の傾向を示した。タイリクバラタナゴは低溶存酸素耐性が在来種よりも強いことが明らかとなっていることから、環境の変化に対してあまり移動しないと考えられた。

P2-156

乗鞍岳におけるハネカクシ科昆虫群集の標高傾度に沿った種構成の変化と季節的発生消長

* 浅木宏寛 (信大・院・地球生物圏科学), 市野隆雄 (信大・理・生物)

ハネカクシ科は世界で最も巨大な甲虫群であり、海中と砂漠を除くどんな環境にも分布し、肉食、腐食、菌食など多様な食性を持った種が存在している。その多様な生態とは逆に、詳細な生態的情報は乏しく、定量的な群集組成の報告もほとんどない。本研究では、日本の森林生態系におけるハネカクシ科の垂直分布と季節消長を食性グループごとに明らかにすることで、今後のこの昆虫群の生態的研究のための基礎情報を提供するを旨とした。

本研究では、北アルプス南部に位置する乗鞍岳(標高3026m)の標高800mから2400m(標高800~1600mまでは山地帯落葉広葉樹林、標高1700~2400mまでは亜高山帯針葉樹林)まで標高100mごとの17地点にトラップを設置し、ハネカクシ科昆虫の垂直分布を6月~9月にかけてそれぞれの標高で2回ずつ調査した。それと同時に標高800mと1500mの2地点(いずれも落葉広葉樹林帯)において、5月~10月までの6ヶ月間、ハネカクシの季節消長を1カ月あたり2回ずつ定期調査した。垂直分布、季節消長のいずれにおいても1標高あたり20基のM式Fitを設置し、それを約3日後に回収した。M式Fitとは飛翔性の小昆虫を捕獲するためのトラップでプラスチックフィルム(縦420mm×横597mm)を地表面に立て、そこに飛行中の小昆虫が衝突すると下にあるアルコール溶液中に落下するようになっている。これにより採集された昆虫の5~7割はハネカクシ科昆虫であった。

結果として、垂直分布調査では約15,000個体の、季節消長調査では約10,000個体のハネカクシ科昆虫がそれぞれ採集された。発表ではハネカクシ亜科を中心とした垂直分布の実態とその制限要因、そして季節的発生消長の特徴を明らかにし、また先行研究と比較しながら標高や植生帯と関連付けた考察を行う。

P2-155

シカ食害が溪流内環境および水生節足動物群集に与える影響

* 境優, 夏原由博, 今西亜友美 (京都大・地球環境)

近年、シカ類の劇的な増加が過採食による下層植生の衰退を引き起こし、世界各地で問題となっている。我が国においても様々な地域でニホンジカ(*Cervus nippon*)が増加しており、植物だけでなく、直接的、間接的に食植性昆虫や糞虫、訪花昆虫などにも影響が及んでいる。また、シカによる下層植生の過採食は、土壌浸透能の低下、土壌浸食の活発化を引き起こし、溪流への雨水および土砂流入を促進させることが考えられる。このような流入プロセスの改変は、降雨時の攪乱規模を拡大させることや、河床に土砂を堆積させることで底質を改変し、河床を棲み家とする底生動物群集へ影響を及ぼすと思われる。特に水生昆虫に代表される水生節足動物は、溪流の分解者、一次消費者、被食者として河川生態系機能を担っており、これらへの負の影響は、河川生態系全体の劣化につながる可能性が考えられる。そこで、本研究ではシカの採食が山地源流域における水生昆虫相にどのような影響を与えるのかを明らかにすることを目的とした。

京都大学芦生研究林内の冷温帯天然林でシカ排除区、対照区の小流域4つずつを対象地とし、25*25cm サーバーネットを用いて2008年11月~2009年8月に4回水生生物の採集を行った。

シカを排除した流域では、いずれも対照区に比べて水生節足動物の多様度が高かった。対照区では、細粒な堆積物が河床を高い割合で覆っており、上述のような陸域におけるシカの過採食が斜面水文プロセスの改変に関わり、土砂流出の活発化を通じて水生生物にとっての微生物息地を単一化させ、節足動物群集の多様度の低下を引き起こしていると推察された。豊かな下層植生は、水生動物にとってもその多様度の維持に重要な役割を果たしていると思われる。

P2-157

海溝周辺域におけるソコムジンコ類群集の空間変異

* 北橋倫 (熊本大・院), 嶋永元裕 (熊本大・沿岸域セ)

海溝は海洋地殻が大陸の下に沈み込む地域に生じ、水深6000~11000mにまで及ぶ。海溝は周辺から孤立しており、生息する大型底生生物種の約60%、属の10~25%が海溝に固有である。一方、メイオファウナでも、チャレンジャー海淵には原始的な有孔虫が優占していることが報告されている。しかし、メイオファウナは個体数・バイオマス共に大型底生生物を凌駕し、深海生態系の重要な構成要素であるにも関わらず、海溝域メイオファウナの群集構造は、ほとんど分かっていないのが現状である。そこで本研究では、沖縄本島沖の南西諸島海溝周辺域と、北海道釧路沖の千島海溝周辺域において、メイオファウナの優占グループの1つであるソコムジンコ類(甲殻類:カイアシ下綱)の属レベルでの群集構造の空間変異を解析した。

南西諸島海溝周辺域、及び千島海溝周辺域におけるサンプリングは、それぞれ2005年5月、2001年9月にマルチプルコアラーを用いて行った。調査測点は海溝を横断するように設定し、それぞれ12測点(水深1290~7146m)、8測点(水深556~7088m)から堆積物サンプルを得た。得られた堆積物サンプルからソコムジンコ類を抽出し、成体を属レベルまで同定した。

両海域とも大陸斜面・海溝・大洋底の測点間の非類似度が70~90%と高く、地形によりソコムジンコ類の群集構造が異なることが示された。しかし、海溝で出現した属のほとんどが既知のものであり、未知の属の割合はどの地形でも低いことから、海溝に固有な属が存在するという訳ではなく、属の相対密度が異なるために群集構造が異なっていると考えられた。

P2-158

湿原ユスリカ群集の年変動は空間スケールによって変化する

* 富樫博幸, 鈴木孝男, 占部城太郎 (東北大・生命科学)

宮城県蔵王山系に位置する山岳湿原、芝草平には大小様々な池塘が多数点在し、これら池塘内にはユスリカ幼虫が数多く生息している。ユスリカは水中に産卵し、幼虫時代を水中で過ごした後、羽化し上陸する。従って、ある池塘のユスリカ幼虫群集は産卵や羽化を介して他の池塘と潜在的な繋がりを持っており、各池塘のユスリカ幼虫群集を局所群集とすれば、湿原全体のユスリカ幼虫群集は地域群集を形成していると言える。これまでの調査によれば、ユスリカ幼虫の局所群集構造は、底質や捕食者など生息場所の環境要因や池塘の位置や立地などの空間要因では十分説明出来ず、産卵による移入などの偶発的なイベントにより決定されていることが示唆されている。もし、局所群集がこのような偶発的な要因により決定するのであれば、同じ局所群集でも年によって構造が大きく異なると考えられる。本研究ではこの可能性を検証するため、芝草平の2つの湿原から計40池塘を選び、2004年から2006年までの3年間、春・夏・秋の3回、ユスリカ幼虫の定量採集を行った。

その結果、湿原全体ではユスリカ幼虫の群集構造には、毎年決まって見られる季節性があることが分かった。しかし、池塘ごとに見た場合、ユスリカ幼虫の群集構造には明瞭な季節性は見られず、同じ池塘でも群集構造は季節によって、また年によって大きく異なっていた。これら結果は、ユスリカの親個体群がどの池塘で産卵するかというような偶発的な要因が、各池塘における幼虫の群集構造の決定に重要であることを示している。

P2-160

スギ人工林におけるクモ相

* 小栗大樹 名大院生命農 肘井直樹 名大院生命農

森林生態系の樹冠層において、クモ類は全節足動物に対して常に10 - 30%の現存量を占めており、節足動物群集の重要な捕食者と考えられている。しかし、森林のクモ群集に関する情報は乏しく、実際の森林の中で、クモ類がどのような餌をどのくらい食べているのかは明らかになっていない。そこで、本研究では、森林生態系におけるクモ類の群集構造を明らかにするため、スギ人工林の樹冠層と林床においてクモ相を調査した。

調査は2008年7 - 12月と、2009年の5 - 6月に、愛知県北東部の39年生スギ人工林で、月に一度行った。樹冠層における調査には、樹高約23m、胸高直径約24cmのスギを5本用いた。樹冠層ではビーティング法、林床ではビットフォールトラップによりクモ類を採集した。樹冠層における採集は、ほぼ生葉からなる上層と、枯枝葉が優占する下層にわけて行った。採集したクモ類は科まで同定を行い、重複度指数 $C\pi$ を用いて、樹冠層と林床のクモ相の共通性・異質性、季節変化を解析した。

樹冠層では、上層で15科1006頭、下層で11科661頭のクモ類が採集された。また、樹冠層の両層とも、個体数は8月から10月にかけてピークがみられた。樹冠層の上層と下層のクモ相は類似する傾向がみられたが、完全には一致しなかった。林床では、8科94個体のクモ類が採集されたが、クモ相は樹冠層とは大きく異なっていた。また、調査期間を通じて、クモ類の個体数に大きな変化はみられなかった。樹冠層、林床のいずれにおいても、調査期間を通じてそれぞれに共通の科が優占する傾向がみられたが、特定の月にのみ優占する科も存在した。

以上のことから、スギ人工林のクモ相は、空間的にも季節的にも異なることが示唆された。このようなクモ相の違いは、生息場所ごとの餌となる節足動物相やその密度、微気象などの違いを反映したものと考えられる。

P2-159

潮間帯岩礁域における藻類食魚の水平分布

* 村瀬敦宣, 須之部友基 (海洋大・館山S)

亜熱帯域に位置する屋久島の潮間帯岩礁域には、藻類食のイソギンポ科魚類が優占して出現する。これらのイソギンポ科魚類の多くは、藻類が多く、水温が高くなるタイドプール表層に偏って分布することが明らかとなっている。しかしながら同じ潮間帯で複数種の藻類食魚が共存できる機構については不明な点が多い。本研究では、屋久島の潮間帯岩礁域で特に優占する3種の藻類食イソギンポ科魚類(クモギンポ・タマギンポ・ロウソクギンポ)の汀線からの距離を基準とした水平的な分布パターンを明らかにする目的で、平均水深23cm未満の平らなタイドプール20ヶ所においてそれらの魚類と3種類の底質(藻類・岩盤・堆積物)の密度について調査を行った。コドラートを用いた調査の結果、クモギンポと堆積物は汀線から離れるにつれて密度が増える傾向にあり、逆にロウソクギンポと藻類は汀線に近付くにつれて密度が増加する傾向にあることが明らかとなった。しかし、タマギンポと岩盤については、汀線からの距離に関連した傾向がみられなかった。さらに、タイドプールの体積と藻類食魚3種の関係に注目すると、タマギンポのみプールのサイズと正の相関関係がみられた。以上の結果から、穴の中で営巣するクモギンポとロウソクギンポの2種は水平的に棲み分けを行っており、岩の間隙などに生息するタマギンポは、先の2種の分布に関係なく、広いタイドプールを選んでいると考えられた。また、クモギンポおよびロウソクギンポの密度がそれぞれ堆積物および藻類の密度と正の相関関係にあったことから、両者が餌資源として利用する藻類の種が異なっていることが予想される。

P2-161

水田における水生昆虫群集の動態と動物プランクトン群集との関係

* 中西康介, 田和康太, 村上大介, 虎谷尚紀, 沢田裕一 (滋賀県大・環境科学)

水田は一時的な水域であり、魚類などの大型捕食者が少ないことに加え、プランクトンなどが豊富であることから、トンボ類をはじめとした様々な水生昆虫の繁殖場所として適していると考えられている。本研究では、水田に生息する水生昆虫と餌生物との関係を明らかにするために、水生昆虫群集と動物プランクトン群集の動態を調べた。

調査地として、滋賀県高島市今津町の山間部に位置する水田地帯から4種類の農法の水田を各1筆選んだ。各水田の農法は慣行、減農薬、無農薬、冬期湛水である。これらの水田において、2009年5月から8月まで、水生昆虫の調査を週1回、動物プランクトンの調査を2週間に1回の頻度で行なった。水生昆虫の採集については、たも網を用いたすくい取りを、1筆につき20回行なった。動物プランクトンについては、各水田において毎回1000mlの採水を行なった。現地で試水を40 μ mのふるいでろ過した後、ふるい上の残渣をホルマリンで固定したものを研究室に持ち帰り、生物顕微鏡を用いて分類群ごとに個体数を計数した。

調査の結果、合計でトンボ目12種、カメムシ目5種、コウチュウ目14種が採集された。その他の水生昆虫で個体数が多かったのは、ユスリカ類、カゲロウ類、カ類であった。水生昆虫の種数、個体数ともにもっとも多かったのは冬期湛水水田であった。一方、採集された動物プランクトンはワムシ類、ミジンコ類、カイアシ類、カイムシ類に分類された。各水田ともワムシ類の個体数をもっとも多く、カイムシ類がもっとも少なかった。慣行田と無農薬田では、田植えから1箇月程で動物プランクトンの個体数がピークに達した。このような動物プランクトンの動態と水生昆虫の動態との関係を考察した。

P2-162

河川中上流域の魚類の空間ニッチ重複パターン

* 中川 光, 渡辺勝敏 (京大院・理)

環境勾配に沿った種間の空間的な分布やニッチ重複パターンの違いを明らかにすることは、群集における多種共存機構を理解する上で重要なステップである。河川環境は、上流-下流方向の連続的な変化とより小さなパッチ状の変化(マイクロハビタット)という2つの空間スケールの環境変異をもつ。河川に生息する魚類は、こうした2つの空間スケールの環境変異に関連してニッチを分割している可能性がある。温帯河川群集には多数の魚種が共存するが、複数の空間スケールを考慮した多種間のニッチ重複パターンは十分に検討されていない。そこで、私たちは、上流-下流とマイクロハビタットスケール双方の種間のニッチ重複パターンを明らかにするため、京都府由良川の最上流部から約40km下流までの河川中・上流区間において、魚類の分布と複数の環境要因の詳細な調査を実施した。まず、観察個体数の多かった16魚種について各魚種の分布と各環境要因との関連を調べた結果、上流-下流スケールの環境変異とマイクロハビタットスケールの環境変異(水深、流速等)はいずれも各魚種の分布と有意に関連していた。次に、各魚種の分布データを目的変数に、他魚種の分布データを説明変数として、全魚種間の組み合わせについて、上流-下流とマイクロハビタットスケールそれぞれでGLMによる回帰を行い、各魚種間の分布の重複・分割傾向を検討した。その結果、上流-下流またはマイクロハビタットにおける明瞭なニッチの分割傾向は、調査区間の上流-中流部を中心に生息する種を含む組み合わせで多く見られた。一方、下流部の流れの緩やかなマイクロハビタットを中心に生息する種間では、いずれの空間スケールにおいても似たような分布傾向を示す種の組み合わせが多かった。以上より、魚類の多種共存における空間ニッチ分割の重要性は、河川の上流-下流に沿って連続的に変化している可能性が示唆された。

P2-164

花崗岩溪流における底生動物群集の特性

* 山中信彦, 加賀谷隆 (東大院・農学生命科学)

流域地質が河川生物に与える影響についての実証的な研究はほとんどない。演者らは、流域地質の多くを花崗岩が占める花崗岩溪流の、河床における砂の多さに着目し、花崗岩溪流における瀬の底生動物群集の特性について、以下の仮説を立てた。(1)花崗岩溪流では、出水時に河床表面を移動する掃流砂量が多いため、石面付着物に対する研磨攪乱のインパクトが他の溪流よりも大きく、その影響は急流域に比べ石面付着物の発達しやすい緩流域の方が顕著である。そのため、付着物食のグレイザーは、緩流域を好む種ほど生息密度は低い。(2)花崗岩溪流では、礫に占めるはまり石の割合が大きく、出水時に動く礫の割合が小さいため、流下有機物食のフィルタラーのうち、固着性のシマトビケラ科は生息密度が高い。それに対し、シマトビケラ科よりも移動性は高いが競争に弱いブユ科は生息密度が低い。演者らは、これらの仮説を検証する研究を実施中であるが、今回は、2009年春に、花崗岩溪流とそれ以外の溪流の計10地点において、瀬の大礫に定着していた底生動物の採集調査を行った結果を報告する。花崗岩溪流では、グレイザーは、ヒラタカゲロウ科、コカゲロウ科とも、比較的緩流域を好む種の生息密度が低かった(その他の溪流に対し、ミヤマタニガワカゲロウ属0.3倍、シロハラコカゲロウ0.4倍)。花崗岩溪流とその他の溪流における密度差は、急流域を好む種ほど小さかった。花崗岩溪流におけるシマトビケラ科の平均生息密度は、花崗岩以外の溪流のその2.7倍であった。ただし、ブユ科の生息密度には、花崗岩溪流とそれ以外の溪流で差は認められなかった。以上のように、花崗岩溪流における瀬の底生動物群集の特性について、ほぼ仮説を支持する結果が得られた。大会では、得られたパターンを生じうる砂やはまり石以外の要因についても検討する。

P2-163

エネルギー輸送を考慮した食物網モデルの構築

* 長田 穰, 宮下直 (東大・農・生物多様性)

これまでの研究から、孤立した森林では、面積や形状、山地からの距離といった地理的要因が、林内に生息する生物種数や生息密度に影響を与えることが知られている。一方、森林内の利用可能な食物資源といった生息地内の質的要因も、生物種の生息に影響することが知られる。そのため、都市近郊林の保全や管理手法を考える上で、双方の要因が生物種の生息に与える影響を明らかにすることは、重要な課題である。そこで本研究では、地理的要因・食物資源要因が、森林に生息する生物群集の生息状況に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

調査地は東京都多摩地域の都市近郊林に位置する20ヶ所の森林(1.1ha~122ha)で、調査対象には蝶類を用いた。地理的要因には面積・形状・山地からの距離・周囲環境の4つを、食物資源要因には、成虫期の食物資源として着花植物量(草本・木本)・樹液量、さらに幼虫期の食物資源量(草本・木本)の5つの要因を設定した。

調査・解析の結果、蝶類は53種確認された。地理的要因は蝶類の生息種数に影響を与え、面積は正、山地からの距離は負の影響を与えた。面積は多様性指数にも正の影響を与えた。また、成虫期の食物資源要因のうち、蝶類の種数・多様性指数に影響を与えた要因は草本の着花植物量だけであった。特に、林縁での草本の着花植物の被度は、種数・多様性指数に正の影響を与えた。一方、幼虫期の食物資源量が与える影響は種により大きく異なった。さらに、地理的要因・食物資源要因が各蝶類種の生息密度に与える影響を解析し、都市近郊林に生息する蝶類の再分類を行った結果、分類群ごとに、各環境要因に対して異なる反応を示した。

P2-165

都市近郊林の蝶類に林分レベルの要因が及ぼす影響

* 曾我昌史 (東京農工大), 小池伸介 (東京農工大)

P2-166

ニホンジカの高密度化に伴う植生の改変が鳥類群集に与える影響

* 奥田圭 (宇都宮大・院・農), 小金澤正昭 (宇都宮大・演習林)

1980年代後半から全国各地でニホンジカ (*Cervus nippon*) が高密度化し、森林植生に様々な影響を与えるようになった。森林性鳥類は、植生と密接な関係があることから、シカの高密度化に伴う植生の改変は、森林性鳥類群集に影響を及ぼすことが予想される。そこで本研究では、シカの高密度化に伴う植生の改変が鳥類群集に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

調査は、栃木県奥日光のミズナラ林のシカ密度の異なる3地域、計12地点において鳥類調査と植生調査を行った。鳥類調査によって得られたデータは、TWINSPANにより分析し、出現傾向が類似の種および種組成の似通った調査地点を明らかにした。類似の調査地点をグループとした上で、このグルーピングを被説明変数、各調査地点の植生に関するパラメータを説明変数として正準判別分析を行い、鳥類の種組成と関連の強い環境要因を検討した。

その結果、高木層および亜高木層、低木層の立木密度、草本層の植被率および植生高が鳥類群集の種組成の変化に強く関わっていることが明らかとなった。これらの植生パラメータは、いずれもシカの高密度域で減少する傾向がみられたことから、シカの高密度化に伴う植生の改変は、鳥類群集の種組成の変化に強く関わっていることが示唆された。

P2-168

アンコウとその被食者の間に見られる左右性の影響

* 八杉公基, 堀道雄 (京大院・理)

左右性は種内二型の一つであり、個体群中に右体側が発達する右利き個体とその逆の左利き個体が存在する。そしていくつかの魚類では、捕食者は自分と同じ利きの被食者を捕らえる(並行捕食)場合よりも、逆の利きの被食者を捕らえる(交差捕食)場合の方が多いことが知られている。これまでに発表者らは、捕食者の接近行動と被食者の回避開始距離に見られる左右方向性がこの偏りを生むことを行動観察から明らかにした。そして、捕食者が被食者の背後から襲う捕食被食関係では交差捕食が卓越し、逆に両者が向かい合う関係では並行捕食が卓越することを予想した。しかし左右性の視点から捕食に取り組んだ研究は少なく、特に後者を検討した例は無かった。

これを明らかにするため、発表者らはアンコウ *Lophiomus setigerus* に着目した。アンコウは底生性で疑似餌を用いた誘因型の捕食生態を持ち、底付近を浮遊する底性遊泳魚 (benthopelagic) もしくは底に接して生活する底性魚 (benthic) を多く捕食する。そして先行研究および飼育観察から、このような誘因型の捕食者は底生遊泳魚とは向かい合う形で遭遇することが分かっている。そこでアンコウと、その胃内容物で得られた底生遊泳性の被食者について、利きの対応関係を比較した。その結果、ホタルジャコなど6種との間で予想通り並行捕食が卓越していた。しかし逆に、クラカケトラギスなど底性魚6種の間では交差捕食が卓越していた。以上のことは、魚類の捕食被食関係にはその左右性と生態型が密接に絡み合っていることを示すものの、これまでの研究結果ではアンコウと底性魚の関係を説明できない。両者の遭遇様式は不明だが、遊泳能力の低いアンコウが餌の背後に忍び寄るとは考えにくい。被食者の回避方向の偏りなど、未知の行動の左右方向性の影響が予想される。

P2-167

アリー効果とケンミジンコの定着成功率：実験による解析

* 石井恵一郎, 牧野渡, 占部城太郎 (東北大・生命)

動物プランクトンであるケンミジンコでは、環境の良く似た近接する湖沼間でも生息種が異なることは稀ではない。このような現象の原因として、少数個体の侵入では雌雄の遭遇確率が低く繁殖機会が限られるため新しいハビタットへ容易に定着できない、あるいは多数派である先住種の繁殖干渉などにより定着が阻害されるなどの可能性が考えられる。そこで、新しいハビタットへの侵入定着に際して、このような正の密度依存性(アリー効果)がケンミジンコ種にも作用するかをメソコスム実験により調べた。

実験は、日本に広く分布する *Acanthodiptomus pacificus* を対象に、近隣のため池の植物プランクトンを接種した90Lの水槽32器を屋外に設置して行った。実験にあたっては、*A. pacificus* 成熟雌雄のペア数(2, 4, 6, 9, 12ペア)と先住種の有無、すなわち近似種である *Sinodiptomus valkanovi* がいる場合(100個体/水槽)といない場合を処理区とした5x2通りの組み合わせで行い、ケンミジンコの繁殖期間としては十分な12日後のノープリウス幼生数と卵数から雌1個体あたりの産仔数を求めた。この実験の結果から、ケンミジンコ種の新しいハビタットへの侵入定着や分布パターンに果たすアリー効果や先住種の役割について議論する。

P2-169

プランクトン遺骸で復元する溜め池の近過去生物群集：山形県畑谷大沼の例

* 粟野将, 槻木(加)玲美, 牧野渡, 石田聖二, 松島野枝, 河田雅圭 (東北大・生命), 小田寛貴 (名大・年代測定センター), 占部城太郎 (東北大・生命)

湖沼は、集水域の環境変化や魚の放流など様々な人間活動の影響を受けやすい生態系の1つである。しかし、このような影響を評価するための長期的な観測は一部の大型の湖沼でしか行われておらず、山間部の湖沼やため池などの生物群集が人為的な影響でどのように変化してきたのかはよくわかっていない。私達は、ため池などの小湖沼でのプランクトン群集と環境変化との関係を明らかにするため、山形県の白鷹湖沼群にあるため池、畑谷大沼を対象に、古陸水学的手法によって過去80年にわたる動植物プランクトン群集の変動を復元してきた。前回の発表では、*Daphnia* 休眠卵のDNA解析から複数の *Daphnia* 種がいること、このうち *Daphnia pulex* が1980年頃より侵入し定着した種であることを報告した。今回は、*Daphnia pulex* が侵入し始めた時期に、他の動植物プランクトン群集はどのように変化したのかについて報告するとともに、プランクトン群集の変動から推定される生物間相互作用の変化とその変化を引き起こした環境要因について議論する。

P2-170

ため池群における魚類群集の入れ子分布とその促進要因

* 満尾世志人, 角田裕志 (農工大・農), 土井真樹絵, 大平充 (農工大院・農), 千賀裕太郎 (農工大・農)

群集構造の形成要因に対する理解は、生態学における主要なテーマの一つである。また群集構造のパターンに関する知見は、生物多様性保全の観点からも重要な示唆を含むと考えられる。種数・面積関係と並び、多くの分類群や空間スケールにおいて広く見出されている群集構造として入れ子構造が挙げられる。近年になり定量的な評価指標が考案されつつあることもあり、入れ子構造に注目した群集構造のパターンとその形成要因に関する研究が活発化しており、これまで群集の入れ子構造を促進させる主要な要因として移入と絶滅が指摘されている。本研究ではため池に生息する魚類に関して、貧酸素条件に対する耐性の有無に着目し、生態的特性の違いが群集構造の形成要因に与える影響について考察することを目的とした。

調査は岩手県南部に点在する31のため池において実施した。入れ子構造の判定にはBINMATNESTを用いた。その結果、ため池の魚類群集はランダムとは有意に異なる入れ子構造を示し、特に非耐性グループにおいて、耐性グループに比べ高い信頼性の入れ子構造を示した。また、非耐性グループの入れ子構造はため池の規模(絶滅に関連)と孤立要因(移入に関連)の両者と関連が見出されたのに対し、耐性グループでは孤立要因とのみ関連が認められた。以上の結果から、種の生態的特性により群集構造の形成に対する各要因の働きは異なっており、ため池の魚類群集では貧酸素条件に対する耐性の有無が群集構造の決定に対して重要な働きを示唆された。

P2-172

里山の竹林における蚊の多種共存機構

宮代尚法 (金沢大・自然科学), 都野展子 (金沢大・自然科学)

時間・空間的に離散したパッチ環境は、生息場所や餌などを共有し近いニッチを占めると考えられる種の出会う頻度が低く、種間競争よりも種内競争が強く働くため競争排除が働きにくく多種共存を可能にすると考えられている。そのようなパッチ環境として、里山に多くみられる竹林内の切株に出来る小さな水溜りが挙げられる。

日本の竹林では、ヒトスジシマカ、ヤマトヤブカ、キンバラナガハシカその他数種類の蚊科幼虫が、しばしば同所的に発生している。この中でヒトスジシマカとヤマトヤブカには実験により競争が起こることが確認されており (J.S.Armistead 2008)、ヒトスジシマカが競争的に優位であった。また、ヒトスジシマカとキンバラナガハシカも実験室では競争が確認されており、(Sunahara and Mogi 1997)、この実験では短期および長期的な競争のステージ前半ではヒトスジシマカが優位であったが、長期的な競争のステージ後半になると、キンバラナガハシカが有意になることが報告されている。

これらの操作実験は2種が出会った場合競争が働くかどうかの検証であり、自然界でどのくらいの頻度で他種と遭遇するかという空間的特性が考慮されていない。またこれまでの野外観察では、それぞれのパッチの生産性の評価が不十分であった。

私たちは、金沢大学角間キャンパスの竹林に合計60個の産卵トラップを設置し、定期的にトラップの中身を回収し、幼虫の種、個体数、発生ステージなどを記録した。また、トラップから発生する蛹を毎日回収し、羽化後に種と翅の長さを計測し、各パッチの生産性を記録した。これらのデータから、竹林における蚊群集が平衡(競争が働く状況に群集があるのか)か非平衡か、竹の切株の持つ空間分布特性が群集にどのような影響をあたえているのかを考察する。

P2-171

微小陸貝における特異な分散様式の可能性 ~鳥による捕食からの生還~

* 和田慎一郎 (東北大・生命科学), 川上和人 (森林総研), 千葉聡 (東北大・生命科学)

微小陸貝はどのようにして分布を広げているのだろうか?

近年、小笠原諸島母島の鳥の糞からノミガイ (*Tornatellides boeningi*) などの小型陸貝の殻が極めて損傷の少ない状態で発見された。そこで我々は、野外で糞から陸貝が見つかったメジロとヒヨドリにノミガイを与え、実際に生きて排泄されるかを実験的に検証した。排泄された個体の生存率を調べたところ、およそ15%が生還することが示された。また、小笠原諸島父島および母島におけるノミガイのmtDNAを用いて、AMOVAによる集団構造の解析、Mantel testによるIsolation by distanceの検証を行った。その結果、父島集団ではIsolation by distanceの効果が検出されたのに対し、母島集団では遺伝子流動が頻繁に起きており、長距離分散が起きている可能性が示唆された。自力による移動力の著しく低い微小陸貝が能動的に長距離分散を行っているとは考えにくい。しかし、鳥の捕食による受動的な分散の可能性があること、さらに父島ではこれまで鳥の糞から陸貝が見つかっていないことからこれらの結果を説明できる。

以上の結果から、鳥の捕食による分散というあたかも植物の種子のような微小陸貝の分散様式のひとつが明らかになった。

P2-173

同所的に出現するミジンコ2種のクローン動態

* 阿部周, 石田聖二, 松島野枝, 牧野渡, 河田雅圭, 占部城太郎 (東北大・生命)

ミジンコ属 (*Daphnia*) は通常単為生殖で増殖するため、個体群が遺伝的に均一な集団であると想定して個体群動態の研究が行われてきた。しかし近年の分子生物学的手法の発展により、*Daphnia* 個体群は遺伝的に異なる複数のクローンから構成されていることが明らかにされている。単為生殖で増殖する *Daphnia* 個体群内に複数のクローンが存在しているということは、それらのクローンが全く中立であるか、または異なるニッチを占有していることを示唆している。しかし具体的なクローン間の関係や共存の有無など複数のクローンが個体群に存在するメカニズムは全くわかっていない。

そこで本研究では、山形県白鷹湖沼群の畑谷大沼に出現する *Daphnia* (*dentifera* - *galeata* complex) 個体群を対象に、マイクロサテライト座位およびミトコンドリアDNAによりクローン識別を行い、各クローンの季節的変動および環境要因との関連を調べた。*Daphnia* は2008年5月下旬から12月中旬まで約週1回の頻度で採集し、サンプル毎に約50個体の *Daphnia* についてクローン識別した。またサンプリング時には栄養塩、クロロフィル、水温などの環境条件を測定した。調査の結果、この沼では常に複数のクローンが存在していること、しかし、それぞれのクローンの出現頻度や密度には季節性があることがわかった。これら結果をもとに、畑谷大沼の *Daphnia* 個体群に複数のクローンが存在するメカニズムについて議論する。

P2-174

河川水を用いたオオミジンコの繁殖影響に関する研究

*多田満(国環研・生物)、小神野豊(国環研・リスク)、酒井学(横浜市環境研)、石母田誠(信州大・工)、宮原裕一(信州大・山岳科学)

河川には、住居、事業所、工場、農地や家畜飼育場などから雑多な排水が流入し、そこに含まれる化学物質(有機・無機汚濁)により生態系に多様な悪影響(総合毒性)がもたらされているものの、原因物質が多岐にわたるため主因の特定が難しい。このような総合毒性を評価するには、まず全体的な毒性を計測する手法の開発とその観測を実施するとともに、毒性の主因となる物質の特定事例を集積して、多発しやすい毒性物質の絞り込みと相乗効果などの複合影響の検出に務めることが必要であると考えられる。本研究では、標準試験生物であるオオミジンコ(*Daphnia magna*)を用いて都市部と農村部の河川水の毒性試験(21日間繁殖試験)を行なうとともに、農薬分析などにより主たる毒性物質の同定を進めて、総合毒性の発現パターンを環境の違う河川を比較しながら把握し、繁殖における総合毒性発現プロセスの解明に迫ることを目的とする。そこで、河川水は、平地農耕地河川(霞ヶ浦に流入する利根川水系の4地点)、平地都市河川(鶴見川水系の3地点)、さらに盆地農耕地河川(諏訪湖水系の2地点)から採取した。このうち、農耕地河川は農業排水による汚染、都市河川は農業排水と生活排水による汚染が生じていると想定し、所内雨水調整池は目立った汚染がない対照として設定した。試験の結果、各地点の汚染(殺虫剤フェニトロチオンなどの農薬が主因)による繁殖影響(産仔数の減少)の季節変動が明らかになるとともに、繁殖影響には、親個体の試験途中の死亡によるものと成長阻害によるものの2つのパターンがあることが明らかとなった。

P2-176

カナヘビ属(トカゲ亜目)の生殖の地理的変異(種を区別せずに分析する)

竹中踐(東海大・生物理工)

トカゲ類の雌の繁殖に関するデータは、主として標本の分析と飼育下で産卵させることによって得られる。しかしながら、生息数が減少しているトカゲ類が多くなり、多数の標本の採集は避けるべき状況となっている。また、短期間の調査で得られる少数の標本を有効に生かすことも望まれる。

本研究ではカナヘビ属について、これまで得られた標本のデータを、種や地域集団を区別せずに分析して、繁殖に関する傾向を検出して、少数の標本のデータの繁殖特性を判断することができないかを検討した。

カナヘビ属は、どの種も、卵の世話などの特別な繁殖習性をもたず、年複数回産卵であり、形態は細長い体形であるといった共通の性質をもつ。また、体サイズの極端な種間差もない。分布域も東アジアに限られる。これまでに得られた標本の繁殖雌の頭胴長は46~78ミリメートルであり、クラッチサイズは1~8卵の範囲となっていて、緯度との散布プロットに種間境界は見いだせない。それらから、クラッチデータを、種を区別せずに混合して分析することが可能と考えた。

トカゲ類の一般的な性質として、カナヘビ属も、個体が成長しながら繁殖するので、クラッチデータは頭胴長との回帰の残差を用いて分析した。一腹卵数は、高緯度ほど増加する有意な相関と中緯度で高くなる二次曲線回帰の傾向が得られた。卵サイズについては、高緯度ほど増加する有意な相関と中緯度で低くなる二次曲線回帰の傾向が得られた。また、緯度・経度・体長・既産卵数(白体数)等を用いた重回帰分析でも同様の緯度との相関を検出した。それらの回帰を標準として、少数標本のデータについて、一腹卵数や卵サイズの相対的な高低を評価して、その意義を検討した。

P2-175

コイ科魚類オイカワにおける雄の性的形質と雄性ホルモンの関係

*高橋大輔(長野大・環ソー)、三浦さおり(OIST)

有性生殖を行う生物ではしばしば雌雄の外部形態に差異(すなわち性的二形)がみられ、雄において性的形質が顕著に発達する場合が多い。一般的には、このような雄の性的形質の発現や維持は、雄性ホルモンの一種であるテストステロンによってコントロールされていると考えられている。雄の性的形質の発現の内分泌メカニズムを明らかにすることは、性的二形の進化を理解する上で重要ではあるが、いくつかのモデル生物を除き、内分泌メカニズムと性的形質との関連が調べられた分類群は未だ少ない。オイカワ *Zacco platypus* は東アジアの河川に分布するコイ科魚類である。本種では性的二形がみられ、繁殖期である5月から8月にかけて、雄は赤や青緑色の鮮やかな婚姻色を示すと同時に、尻鰭が著しく伸長し、また頭部や体側に追星(瘤状小突起物)を生じる。今回、野外で採集されたオイカワの雄において、テストステロン(以下T)ならびに魚類特有の雄性ホルモンである11-ケトテストステロン(11-KT)の血中濃度を酵素免疫測定法により測定し、性的形質[尻鰭サイズ(尻鰭長/全長)、頭部追星数、婚姻色(赤色)の色相・彩度・明度、婚姻色(青緑色)の色相・彩度・明度]との関係性について検討した。雄の血中T濃度ならびに11-KT濃度は繁殖期において上昇し、非繁殖期において低下する傾向がみられた。繁殖期の雄において、性的形質の発現の程度と血中T濃度ならびに11-KT濃度との関連を調べたところ、T濃度と尻鰭サイズならびに頭部追星数との間に正の相関関係がみられた。一方、11-KT濃度は婚姻色(青緑色)の彩度と正の相関を示した。以上の結果から、オイカワの雄の性的形質の発現あるいは維持にこれらの雄性ホルモンが関与しており、また、Tと11-KTとでは性的形質への作用機序が異なる可能性が示唆された。

P2-177

GISを利用したタンチョウの営巣環境解析

*正富欣之(北大院・農)、正富宏之(タン保研)

北海道東部に生息するタンチョウ *Grus japonensis* は、1900年代初頭に絶滅の危機に瀕したが、給餌等の保護活動により2009年1月には1,300羽を超えるまで個体数が回復した。これまでの個体群存続性分析では、環境収容力の推定基準にもよるが、シミュレーションにより10-20年後に収容力の上限に達する可能性の高いことが示された。したがって、現在の営巣環境から繁殖適地を明らかにし、繁殖可能な地域の保全を行うことが将来の個体群増加につながると考えられる。また、より確実な環境収容力を推定するためにも詳細な営巣環境の解析が必要である。

本研究では、繁殖状況調査により得られた2007年の営巣地点データ(タンチョウ保護研究グループ)および植生図(環境省・第5回自然環境保全基礎調査)や土地利用図(国土交通省国土計画局国土数値情報)等のGISデータを用い、営巣地点とその周辺環境の環境解析を試みた。

2007年には再営巣を除く331巢の位置が確認されたが、その地被植生の分類割合は、ヨシクラス(46.2%)、ハンノキ群落(25.7%)、牧草地(8.5%)、開放水域(3.0%)、エゾイタヤシノキ群落(3.0%)、その他(13.6%)となった。タンチョウの主な営巣環境はヨシの生えた低層湿地であるが、植生図上では小湿地の区分精度が粗いため、実際と乖離の生じたところがある。また、巢の8.8%は100m以内に道路があり、27.5%は100m以内に牧草地・畑地等の農地が存在した。繁殖なわばりが2.4km²と推定されているので、営巣環境は人の活動域と重なりと考えられる。さらに、年変化や地域的差異についても考慮し、検討を行う。

P2-178

ヨツボシモンシデムシの給餌行動

* 岸田竜, 鈴木信彦, 佐賀大 農学部

多くの亜社会性昆虫では片親だけが子の世話をするが、両親で子の世話をする昆虫はモンシデムシ類、クロツヤムシ類、ナガキクイムシ類、フンチュウ類などで知られているだけで、非常に限られた昆虫にしかみられない現象である。モンシデムシ属では、両親が小型脊椎動物の死体を子供の餌として利用し、捕食者や他の腐食者から子供や資源を防衛する。また親は防衛以外にも、死体に消化液を塗り付けて処理し、その後餌の吐き戻しによって孵化してきた幼虫に給餌することが知られている。しかし、雄の給餌量は雌よりもはるかに少なく、孵化幼虫到着後に雄を取り除いても雌の給餌量は変化しないことが報告されている。したがって、雄が給餌に参加する意義は不明な点が多い。そこで本研究では、モンシデムシ属のヨツボシモンシデムシ *Nicrophorus quadripunctatus* を材料として、繁殖資源が少ない場合と多い場合で雌雄の給餌期の行動を定量的に測定し、雄が給餌に参加する意義を検討した。飼育容器に繁殖資源として鶏肉を設置し(10g および 25g)、ヨツボシモンシデムシの雌雄ペアを放し繁殖させた。孵化幼虫に給餌を開始してから幼虫が蛹化のために分散するまで、ビデオカメラで毎日1時間給餌行動を撮影した。その結果、資源量が少ない場合は雄が給餌に参加しない場合が多く(69%)、資源量が多い場合は雌雄が給餌に参加した。資源量が少ない場合の雌の給餌時間は、雄が給餌に参加した場合の方が、雄が給餌に参加しなかった場合に比べ短い傾向がみられた。給餌に参加した雄の給餌時間は雌の給餌時間より短かった。資源量が多い場合は雌雄の給餌時間の差が小さくなる傾向がみられ、ヨツボシモンシデムシでは他のモンシデムシ類より雄の給餌量が多いことが判明した。これらの結果から雄が給餌に参加する意義を考察した。

P2-180

Quercus laurifolia, *Q. robur* において繁殖したカシノナガキクイムシの性比

* 山崎理正, 飯塚弘明(京大院・農), 伊東康人(兵庫農技総セ)

病原菌 *Raffaella quercivora* を媒介することでブナ科樹木の集団枯死(ナラ枯れ)を引き起こしているカシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus* は、その性比がやや雄に偏っていることが報告されている。羽化脱出時期によって性比が異なることも知られているが、穿孔孔による性比のばらつきやその要因については不明である。この点を明らかにするために、カシノナガキクイムシの穿孔孔により枯死した *Quercus laurifolia* と *Q. robur* について、穿孔孔に個別に羽化トラップを設置し、翌年羽化脱出してきた次世代成虫を1週間ごとに回収して、各穿孔孔について脱出頭数を雌雄別に計数した。

脱出成虫に占める雌の割合(以下、性比)の季節変化を一般化加法モデルで非線形回帰したところ、両樹種とも脱出開始1週目の性比は0.2前後と推定され、その後性比は増加し、脱出開始後5~6週目からはほとんど変化が認められなかった。本種は雄が先に寄主木を見つけて穿孔するので、脱出初期に雌が少ないことは繁殖を確実にするための戦略と考えられた。

全脱出期間を総計した性比を穿孔孔別にみると、*Q. laurifolia* では0~1、*Q. robur* では0~0.8とばらついていた。樹種を説明変数として一般化線形モデルで回帰すると、*Q. laurifolia* における性比は0.28、*Q. robur* における性比は0.41と推定された。脱出頭数が少ないときにばらつきが大きく、脱出頭数が多くなるに従ってばらつきが小さくなるパターンは、雌が生まれる確率をそれぞれ0.28、0.41に設定してシミュレーションすることで再現できた。

P2-179

日本に自生しないブナ科2種(*Quercus laurifolia*, *Q. robur*)におけるカシノナガキクイムシの繁殖成功率

* 伊東康人(兵庫農技総セ), 飯塚弘明, 山崎理正(京大院・農)

カシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus* は、病原菌 *Raffaella quercivora* を運搬しブナ科樹木の集団枯死(ナラ枯れ)を引き起こす昆虫である。京都市の京都大学敷地内において、2006年に *Quercus laurifolia* が、2008年に *Q. robur* がカシノナガキクイムシに穿孔され枯死した。これら日本に自生しないブナ科樹種については過去に被害報告がなく、両樹種の寄主としての好適性を評価するために、*Q. laurifolia* の玉切り丸太及び *Q. robur* の切り株の穿孔孔に羽化トラップを仕掛け、翌年脱出した次世代成虫を一週間ごとに回収して頭数及び性別を記録した。

穿孔密度は、両樹種とも地上高が増すにつれて減少する傾向がみられた。穿孔孔あたりの脱出頭数は、*Q. laurifolia* が0.41頭、*Q. robur* が0.947頭で、1頭以上成虫が脱出(以下、繁殖成功)した穿孔孔の割合は、*Q. laurifolia* が18.5%、*Q. robur* が28%だった。*Q. laurifolia* で脱出頭数を応答変数とし、地上高、穿孔密度を説明変数とする Hurdle model を構築したところ、繁殖成功に対して地上高が負の影響を及ぼしていた。また *Q. robur* で脱出頭数を応答変数とし、穿孔孔の位置(北からの偏差角、地上高)、辺材長、穿孔密度、樹幹表面の凹凸指数を説明変数とする Zero-inflated model を構築したところ、脱出頭数に対して地上高、穿孔密度、凹凸指数が負の影響を及ぼしており、穿孔密度が低い地際の凹部で繁殖成功率が高くなっていることが示唆された。

P2-181

ネズミ螺旋線虫の成体性比

* 向坂幸雄, 岩村幸雄(茨城県立医療大)

寄生物はその隔離した分布様式から偏った性比をとりうるということが知られている。本研究は哺乳動物の体内寄生虫の成体性比を調べ、性比の偏りが見られるのかを検証した。対象であるネズミ螺旋線虫(*Heligmosomoides polygyrus*)は、げっ歯類の腸管に寄生する体内寄生虫である。ネズミの糞便と共に排出された卵は湿った環境下で孵化し、自由生活を送る感染幼虫は飲み水と共にネズミの体内に取り込まれ、腸管内で繁殖する。消化管寄生虫については、人の免疫応答との関連性を調べるために、感染個体数などを調べた例はあるが、雌雄を区別した感染個体数に関する報告はほとんどみられない。これまで、成虫性比はメスにバイアスしていると思われてきたが、本寄生虫は螺旋状に体を巻く構造をとっており、密集していると複数個体が絡み合うため正確な数が分かりにくい。また交接中の雌雄ペアは一見すると1個体と数え間違いやすい。正確な個体数を知るためには、入念に顕微鏡下で数える必要がある。本研究では学生実習用に動物実験施設で継代飼育しているネズミ螺旋線虫を使い、マウスに経口感染させ、1~9ヶ月後に腸管内に寄生しているネズミ螺旋線虫の数を雌雄別に数えた。性比はおおむね1:1であったが、寄生数が少ない場合には極端に偏った性比が見られた。

P2-182

寄生バチ *Melittobia* における雌の交尾回数とクラッチサイズ

* 安部 淳 (静岡大・農), 上村佳孝 (慶応大・生物)

雄の適応度は、交尾回数が増えるに従い、直線的に増加する。一方、雌にとっては、1回の交尾ですべての卵を受精させるのに必要な数の精子を得られるのであれば、交尾は1回で十分である。ここでは、極端な雌偏向性比を示す寄生バチ *Melittobia* の雌において、多回交尾が進化した要因について、特に交尾回数とクラッチサイズの関係から検討する。*Melittobia* の雄は分散せず、交尾は羽化した寄主上でのみ行われる。本属の性比は、母親の産卵状況によらずいつも雄率1.5%を示し、さらに殺し合いの雄間競争によって、雄成虫の割合はさらに減少する。そこで、今回は特に、雌が必要な数の精子を得るために、複数回交尾を行う可能性について検討する。

頻繁に交尾を経験した雄は、1回の交尾で雌に渡す精子数が減少すると考えられる。このため、頻繁に交尾した雄と交尾未経験の雄のいずれかと処女雌を交尾させ、それぞれの雄と交尾した雌が、2回目の交尾を行う確率について比較する。また、2回目の交尾を拒否した雌と、2回目の交尾を行わなかった雌(2回目の交尾を行わなかった場合、交尾する雌としない雌が含まれる)に産卵させ、娘の数をカウントすることにより、それぞれの雌が所有していた精子数を比較する。さらに、雌の交尾回数を制限させず、自然環境に近い状態で交尾を行い、寄主から分散してきた雌を産卵させ、所有していた精子数を推定することにより、通常状態での雌の交尾回数を推定する。以上の結果より、雄と雌にとっての1回の交尾で授受する最適な精子数について検討し、雌の多数回交尾との関係を考察する。

P2-184

最小イカ：ヒメイカの世界では小さいオスが”密かに”もてる ～精子排除による Cryptic Female Choice～

* 佐藤成祥 (北大院・環境), 春日井隆 (名古屋港水族館), 宗原弘幸 (北大・FSC)

頭足類はオスがメスに精子の詰まったカプセル(精夾)を渡す交尾と呼ばれる繁殖様式を行う。交尾時に精夾から精子塊が飛び出てメスの体に付着するのだが、ヒメイカではメスが交尾後に口を伸ばして精子塊をついばみ、排除していることが確認されている。交尾が終わった後にメスが受精に使用する精子を選択することを“メスによる密かな性選択(Cryptic Female Choice: CFC)”と呼ぶが、ヒメイカはこの行動によってCFCを行っているかもしれない。そこで本研究では、CFC検証の足がかりとして、メスがどのような時にいついばみ行動を行っているか明らかにすることを目的とした。

オス、メスそれぞれ1個体を同じ水槽に入れ、交尾させ、その後1時間メスの行動をビデオで記録した。録画した映像から、交尾時間、付着精子塊数、ついばみ行動に費やす時間(ついばみ時間)、ついばみによって排除された精子塊数を計測し記録した。

ついばみ時間と精子塊排除数には正の相関がみられた。このため、ついばみ時間はメスによるオスの拒否を反映するものと見なすことができる。そこで次に、ついばみ時間がどのような要因によって説明できるかを調べるためにオス、メスそれぞれの体サイズ、オスとメスの体サイズ比、交尾時間、付着された精子塊の数を説明変数としてフルモデルに組み込み、AICによるモデル選択を行った。その結果、ついばみ時間の長さはオスの体サイズと交尾時間によって最もよく説明され、大きいオスと交尾した時、そして交尾時間が長かった時ほどついばみ時間が長くなるということが明らかとなった。以上の結果から、体の小さいオスは早い成熟によって生じる長期の繁殖参加や隠遁能力の高さを反映し、交尾時間の短いオスは捕食者に見つかりにくい形質と考えられ、ついばみ行動は適応度の高いオスの配偶者選択に機能していることが示唆された。

P2-183

飼い慣らされたアリモドキウムシにメス殺しが現れた? —超高密度環境で生じた致死的な操作形質—

* 城本啓子, 熊野了州, 栗和田隆 (琉球産経), 原口大 (沖縄防技セ)

天敵の生産や不妊虫放飼法において昆虫の大量増殖は必要な技術である。しかし、大量増殖は室内で長期間・高密度下での累代飼育になるため、野外とは全く違った選択圧がかかることが予想される。

沖縄県病害虫防除技術センターでは、不妊虫放飼に用いるアリモドキゾウムシ *Cylas formicarius* の累代大量飼育を現在約10年(約70世代)行っている。本種の雌は1度交尾をするとフェロモン分泌を停止するため、野外では再交尾の機会ほぼ無いとされる。一方、増殖虫は雌雄が大量に狭い空間にいるため、野外とは違い雌は複数回交尾する機会が多いと考えられ、何らかの形質の変化が起こっている可能性が高い。強い交尾競争環境である増殖虫では雄による雌の再交尾の遅延・抑制などの性的対立が生じると考えられる。当センターで飼育されたアリモドキゾウムシ増殖虫と野生虫の間には10年以上遺伝的交流はほぼなく、系統独自の雌雄間の軍拡競走が起こっていると考えられる。

そこで本研究では、増殖虫と野生虫を用いて系統間で交尾をさせた。増殖虫雄と2週間ペアにした両系統の雌ともに死亡率は高くなり、増殖虫雄は雌の寿命になんらかの影響がある事が示された。そこで、雌を殺す雄がいるのかを調べるため、4日間増殖虫雌雄を同居させ、翌日新しい未交尾の増殖虫雌に入れ替え再び4日間同居させた。その結果、1回目の同居雌が死亡したペアの雄は、2回目同居した雌の死亡率も高くする事が分かった。これらの結果より増殖虫では性的対立が大きく、雄では雌を短期間に殺してしまうという特殊な操作形質が一部に現れていると考えられた。一方、予想に反して増殖虫雌ではその雄に対する対抗適応が低いという事が示された。

P2-185

北欧産ヨウジウオ科魚類2種の卵巣構造と卵生産様式：配偶パターンおよび性役割との関係について

* 曾我部篤 (広島大・院・生物圏), Ingrid Ahnesjö (Uppsala Univ.)

ヨウジウオ科魚類の卵巣は、生殖隆起を起点に発生段階の順に並んだ卵母細胞のシートがロール状になった特異な構造をしている。卵巣構造には種間変異があり、複婚的に配偶する *Syngnathus scovelli* では生殖隆起が1列であるのに対し、一夫一妻の *Hippocampus erectus* や *Corythoichthys haematopterus* では生殖隆起が2列存在する。また前者の卵生産様式は非同調型、後者は群同調型と異なることから、本科魚類において卵巣構造・卵生産様式が配偶パターンを決める重大な制約となっていると示唆されている。本研究ではヨーロッパ沿岸に生息するヨウジウオ科魚類2種 *Nerophis ophidion* と *Syngnathus typhle* について、卵巣組織切片の観察から卵巣構造を明らかにし、また産卵後経過日数に応じた卵巣内卵サイズ分布の変化から卵生産様式を推定した。一妻多夫である *N. ophidion* の卵巣は2列の生殖隆起からなり、一夫一妻の種と同様の構造をしていた。卵生産様式も一夫一妻の種と同じ群同調型であったが、本種では排卵後も新たな卵成熟が進行する点で一夫一妻の種とは異なる。一方、多夫多妻である *S. typhle* の卵巣は生殖隆起が1列であり、同じく多夫多妻の *S. scovelli* の卵巣構造と一致した。卵生産様式は不明確ではあるが、産卵直後の雌の卵巣内に成熟卵が存在すること、様々な成熟段階の卵母細胞が同時に存在することから非同調型と推定された。本研究からこれら2種のヨウジウオ科魚類においても卵巣構造と卵生産様式に対応関係があることが示された。本結果はヨウジウオ科魚類において、卵生産様式が雌の産卵周期の長さに影響することで、実現可能な配偶パターンの幅を規定すると共に、性役割を決定する主要因となることを強く示唆している。

P2-186

「大卵少産」ではなく「小卵+栄養卵」が進化した要因

* 鈴木紀之, 川津一隆, 西田隆義 (京大院・昆虫生態), 大澤直哉 (京大院・森林生態)

【序論】栄養卵の進化は多くの分類群で見られ、その機能は「親による子への追加的な投資」であると考えられている。しかし、「小さい子に栄養卵を投資する」戦略と「初めから大きい子を産む」戦略とでは、子1匹あたりの投資量は同じである。これまで、母親が大きい子をきつて産めないこと(形態的制約)が栄養卵の進化した要因として考えられてきた。しかし、形態的制約があるかどうかは実際には調べられていない。本研究では、種間比較により母親にかかる形態的制約を評価した上で、数理モデルにより環境の質の変動が「大卵少産」戦略と「小卵+栄養卵」戦略のどちらに有利にはたらくかを調べた。

【種間比較】まず、栄養卵が観察されるナミテントウと近縁種のクリサキテントウを用いて、母親の体サイズと卵サイズを比較した。その結果、体サイズに差はない一方で、卵サイズはナミで小さく、クリサキで大きいことが分かった。これは、少なくともナミにとっては、形態的制約がなかったことを示している。

【モデル】次に、環境の質の変動を仮定したときに、最適卵サイズとクラッチ内の栄養卵の最適な割合がどのように決まるかを数理モデルにより予測した。その結果、環境の質が変動する場合は、「小卵+栄養卵」戦略が親にとって適応的であることが分かった。「大卵少産」戦略をとる親は、質のわるい環境には対応できるが、質のよい環境において子1匹あたりに対し最適値よりも過剰に投資してしまうと考えられる。また、環境の質を評価する親の能力が不完全であっても、栄養卵の進化が促進されることが分かった。

【結論】本研究は、栄養卵を産む動物において初めて形態的制約の重要性を否定し、栄養卵が環境の異質性への適応によって進化することを示した初めての理論的枠組みである。

P2-188

希少淡水魚ゼニタナゴの繁殖生態と生活史

* 松井亜希子 (宇都宮大院教育), 北村淳一 (東邦大理), 上田高嘉 (宇都宮大院教育)

ゼニタナゴ *Acheilognathus typus* は、コイ科タナゴ亜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。本研究では、秋田県のため池において、本種の繁殖生態、生活史、産卵母貝利用について2009年6月から11月にかけて調査を行った。本種は、秋に産卵し貝内で幼魚の状態越冬して翌春に貝から泳出するという生活史を持ち、長い産卵管、大きな卵、ウジ虫の様な行動をする幼魚など貝内を利用するための様々な適応形質をもっていた。

具体的には、本種は年級群が3つ確認され、寿命は最大3歳と推定された。3つの年級群は6月に平均体長は各1 cm, 3 cm, 4 cmで、1 cmの2008年秋生まれの年級群は、貝から泳出した直後で、水面で群れていた。その後、9月までに3 cmとなり成熟し、産卵管を約3 cm体外に伸長させて小さいドブガイ属貝類に10月まで産卵していた。完熟卵は長径約3 mm, 短径約1.3 mmで他のコイ科魚類よりも大きめで、体サイズに依存するが平均46個(最大102個)持っていた。卵は産卵後約3-5日で孵化し、孵化した幼魚はウジ虫の様な行動をしていた。大きな卵と幼魚のウジ虫の様な行動は貝から吐き出されないための適応と推測された。

成魚は産卵期の進行と共に雌の捕獲割合が減少し、雌は産卵後死亡しやすいと推定された。成魚は産卵期中(9-10月)成長せず、生残個体はそのまま越冬し、春から秋の産卵期までにいずれの年級群も約1 cm(9月に各平均体長4 cmと5 cm)成長した。

まとめると、本種は、秋(9-10月)に産卵し、約9ヶ月間という長い貝内でも過ごし、春(6月)に貝から泳出する。その後、急速に成長し秋に成熟して産卵し、産卵後死亡または生残して春に再び成長し翌秋に産卵するという生活史を持っていた。

P2-187

Laying of surplus eggs in the great tit (*Parus major*) and its ecological significance

* 油田照秋 (北大・環境科学院), 齊藤隆 (北大FSC)

Great tits often lay clutches larger than they rear to independence. Although there are extensive studies on brood reduction in large obligate brood reductionists such as raptors and wading birds, knowledge on the ecological significance of brood reduction for most facultative brood reductionists is lacking. In this study, we investigated a population of the great tit in Tomakomai, Hokkaido to explore the ecological functions of facultative brood reduction. 300 nestboxes were set up and checked periodically to determine the number of eggs and nestlings in the breeding season of 2009. Out of 36 nests, brood reduction was observed in 14 (38.9 %) nests, and it was observed more among lighter (less-conditioned) parents than heavier (better-conditioned) ones. When males and females are analyzed separately, only females' weights were significantly related to the number of nestlings. Body weight of nestlings was significantly heavier for those reared in the nests without brood reduction than those with brood reduction. The results suggest that the rate of brood reduction in this population of great tits varies among pairs, and surplus eggs seem to serve as optimistic size adjustment of brood size, expecting a suitable condition for nestling rearing.

P2-189

同所的なカワトンボ属近縁種におけるメスの産卵場所選択: 日照環境か? 同種オスの存在か?

* 鮫島由佳, 椿宜高 (京大・生態学研究センター)

体温を外部環境に依存する外温動物にとって、気温と日照からなる熱環境はハビタット選択の際の重要な要因になりうる。ハビタット内に存在する局所的な熱環境の違いを近縁種が棲み分けるメカニズムの研究は、トカゲを中心とした爬虫類で多く行われている。しかし、昆虫は爬虫類よりも小さいために局所的な熱環境の影響をより受けやすく、特に分散力の低い昆虫のハビタット選択には、マイクロハビタットレベルでの熱環境の異質性が我々の想像以上に重要な役割を果たしているかもしれない。発表者らはこれまでに、同一河川に生息するカワトンボ属の近縁種間で、なわばりの熱環境が異なること、それぞれの熱環境で2種のオスの繁殖成功が高いことを明らかにした。本研究では、なぜそれぞれの熱環境でオスの繁殖成功が高くなるのか明らかにするため、オスの最低飛行体温とメスの産卵場所選好性について野外調査および室内実験を行った。

まず、野外でのなわばりオスの体温測定および室内でのオスの最低飛行体温測定を行った。また、メスの産卵場所の選好性を調べるため、河川内に設置した人工産卵基質から幼虫を孵化させ、核ITS1領域の変異で種判別を行った。各産卵基質の設置場所は全天写真で開空度を算出し、熱環境の指標とした。

M. costalis は *M. pruinosa* よりも最低飛行体温が高かった。これは体サイズの差に起因すると考えられる。また、なわばりオスの体温はなわばりの熱環境に依存していた。メスの産卵数は産卵場所の熱環境とは有意な関係がなく、同種オスの存在のみに影響されていた。これらの結果から、同所的なカワトンボ属の近縁種においてなわばりの熱環境が異なるのは、メスの選好性ではなく、オスのわずかな体サイズ差によってあるレベルの活動性を維持できる温度帯が違うためであることが示唆された。

P2-190

基質産卵魚のハゼ科魚類、イサザには最適保護卵数が存在するか？

*Myint Omar, 幸田正典 (大阪市立大学理院)

P2-191

千葉県館山湾におけるベラ科魚類の群れ産卵—潮汐周期との関連性の有無—

渡井幹雄*・須之部友基 (海洋大・館山ス)

沿岸域では潮の干満が12.4時間周期でみられ、さらに大潮・小潮の繰り返し約半月(14.8日)周期でおこる。潮汐周期性は沿岸魚類の産卵周期や時間帯を決定する重要な要素であると考えられる。本研究では、同時期に同じ空間でおこなわれるベラ類の産卵から、繁殖リズムと潮汐周期等の関連を考察した。

千葉県館山湾では、夏期に数十個体から1000個体以上のベラ科魚類が特定の岩礁に集まり産卵をおこなう群れ産卵 group spawning が観察される。産卵場となるポイントは水深7~8mの岸から沖に延びた岩礁の先端部で周囲の岩盤よりやや高く盛り上がっている。

館山湾では小潮から大潮にかけて満潮時刻が朝方から夕方へと推移し、大潮から小潮にかけては、満潮時刻が日没後となる。ホンベラ *Halichoeres tenuispinis* では小潮時には満潮時刻付近で産卵し、大潮になるにつれて満潮時刻よりも2時間ほど早く産卵していた。満潮時刻が日没後になると、日中の広い範囲の時間帯(9:00~15:00)に産卵していた。カミナリベラ *Stethojulis interrupta* も小潮から大潮にかけて産卵時刻が遅れていく傾向がみられた。オハグロベラ *Pteragogus aurigarius* は日没30分から120分前の一定時間に産卵し、ニシキベラ *Thalassoma cupido* は主に午前中(9:00~12:00)、キュウセン *H. poecilopterus* は朝方(8:50~9:50)に産卵していた。5種類のベラ類には潮汐周期性あるいは日照時間に同調した日周期性が関係したそれぞれの繁殖リズムが存在した。

P2-192

ベニハゼの双方向性転換と生活史

*澤田紘太(総研大・葉山), 中嶋康裕(日大・経済)

性転換には雄性先熟(雄から雌)と雌性先熟(雌から雄)の2つの方向があるが、近年の研究によって、この両方を行う、つまり双方向の性転換が可能な魚種が次々と見つかってきている。しかし、双方向性転換についての研究のほとんどは飼育下または野外における実験操作によって性転換を誘導したものであり、自然条件において双方向性転換を引き起こす要因はほとんどわかっていない。また、多くの研究は性転換能力の存在を報告するに留まっているため、双方向性転換がどのような生態的条件のもとで進化するのかについては不明な点が多い。とくにベニハゼ属 *Trimma* は多くの種で双方向性転換が確認されているうえ、どちらの方向の性転換も1週間程度の短期間で完了するという興味深い特徴を持つが、このような性質の適応的意義は明らかになっていない。この点についてより研究を進めるには、自然条件で双方向性転換を確認し、その条件を詳しく調査するとともに、双方向性転換能力を持つ種の生態的特徴を調べる必要がある。そこで本研究では、ベニハゼ属の一種ベニハゼ *T. caesiura* を対象とし、自然条件で性転換の起こる条件を調査するとともに、この種の個体数変動や生活史に関する基礎的なデータを収集している。具体的には、沖縄県瀬底島において、設定した調査区内に生息する個体を可能な限りすべて採集し、計測、性判定、標識を行った後に放流するという作業を繰り返すことで、個体数、性比、性転換、移動、社会条件、成長に関するデータを得ている。これまでにほぼ2年間にわたって継続的な調査を行い、数例の性転換を確認したほか、大きな個体数および性比の変動などの興味深い知見も得られている。本発表では、性転換の起こった状況と、ベニハゼの生態に関する知見を総合し、ベニハゼ属に見られる非常に可塑性な性表現の究極要因について議論する。

P2-193

Non Timber Forest Product Utilization by Local People in The National Park Gunung Gede Pangrango, West Java, Indonesia

Rizki Amelgia (IDEC, Hiroshima University), Toshiaki Kondo (IDEC, Hiroshima University), Nobukazu NAKAGOSHI (IDEC, Hiroshima University)

The idea that the poverty is an agent of forest degradation and victims of forest loss is not new. People clear forests and the land converted to other uses, such as agriculture or infrastructure. Forest provides wood, food, gum, fruits, medical plants, and other goods and services to local people. This research was talking about forest product utilization by local people in transition zone Gunung Gede Pangrango National Park, West Java. The data was collected by interviewing 210 households in six villages. According to the survey, local people were collecting forest products such as; for fuel wood, fruits, gum, bamboo, medicine, food and forestland as agriculture. The result said that 84 percent from the respondents are using forest product as a fuel and 28 percent using forestland for agriculture. In the end of the result, we can conclude that household dependency on forest product and forestland in TNGP is low level.

P2-194

クマノミ類はなぜ一夫一妻で雄性先熟なのか？ シェルター空間の制約と体長差の原理

* 服部昭尚 (滋賀大・教育・理数情報)

単体の宿主イソギンチャクをシェルターとするクマノミ類では、繁殖はグループ内の最優位2個体に限定され (reproductive skew)、雌の消失後に雄が性転換する。これまで、「浮遊仔魚のシェルターへのランダムな定着」と「その後の移動の困難さ」が「体長に関してランダムなペア形成」をもたらすため、雄性先熟が進化したと考えられてきた。しかし、実際には、クマノミ類の移動力は想定外に高く、先住者はグループへの新規加入個体の受入/排除を選択でき、結果的に仔魚はランダムには定着しない。また、劣位個体は自らの成長を抑制することによって優位個体との闘争を回避し、グループ内に留まって繁殖行列 (reproductive queue) を形成している。このため、ランダムなペア形成は言い難い。彼らがなぜ一夫一妻で雄性先熟なのか十分な説明はない。

本研究では、まず、グループ構成員の体長和がシェルターサイズと相関する点に注目した。シェルターサイズがグループ構成員の体長和を決めると仮定し、順位間の体長差を固定して最適化 (Microsoft Excel ソルバー) を行った。計算結果から、体長差が大きいと、最優位個体が大型化してグループサイズが減少することが示された。次に、体長に比例して産卵数が決まると仮定し、様々な体長差を用いて最適化を行うと：1) シェルターサイズが小さく、体長差が大きければ、一夫一妻が有利となる、2) その場合、繁殖可能な個体数は3のこともある、3) 体長差が小さいと、一夫多妻が有利であることがわかった。シェルターが不足する環境下において、劣位個体は優位個体と共存するために体長差を増大させたのであろう。その結果として、一夫一妻制と雄性先熟が進化したのではないか。カクレクマノミ *Amphiprion ocellaris* を対象に野外調査を行い、さらに文献データを用いた検証を試みる。

P2-196

シロアリ卵の揮発性フェロモン Part 2 - 卵がワーカーを呼び寄せる -

* 横井智之, 日室千尋, 松浦健二 (岡大院・環境・昆虫生態)

社会性昆虫では、卵の保護と運搬が基本的な社会行動の一つである。シロアリにおいては、女王によって生産される卵は、ワーカーが巣内の複数個所に運搬して、卵塊を形成して世話をを行う。ヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus* は光の届かない閉所に生息するために、ワーカーの眼は退化しており、視覚情報を用いることができない。そのため、卵を知覚する際は、卵の物理的特性を認識する以外に、表面の化学物質であるリゾチームと β -グルコシダーゼを卵認識フェロモンとして利用していることが知られていたが、最近これに加えて、シロアリ卵の揮発性フェロモンの存在が明らかになった。この発見により、ワーカーが卵を発見する過程において、認識と定位行動に利用されるフェロモン物質がそれぞれ異なっていることが示された。実際に、巣内を再現した状況ではこの揮発性フェロモンがワーカーの運搬行動を誘発させることが示された。

通常、シロアリのワーカーによる卵の保護と運搬は巣内で行われる行動であり、巣外に卵が放置されている状況は、ほとんど起こり得ない。しかしながら、この揮発性フェロモンが巣外からでもワーカーを卵のある場所へと呼び寄せることができる物質であるならば、卵認識フェロモンと揮発性フェロモンを塗布した擬似卵を巣外に設置した場合でも、ワーカーによる運搬行動が強く示されると考えられる。さらに、この実験から実用的なシロアリ駆除技術としても応用できることが期待される。そのため、本研究では野外の状況を人工的に再現して、シロアリの卵認識フェロモンと揮発性フェロモンでコーティングした擬似卵を用い、ワーカーによる巣外から巣内への運搬率を検証することで、その可能性を探る。

P2-195

マルハナバチ類の野生巣における繁殖スケジュールと性比

* 井上真紀 (環境研), 横山潤 (山形大・理), 土田浩治 (岐阜大・応用生物)

外来種セイヨウオオマルハナバチは、温室栽培トマトの授粉昆虫として1991年に導入されたが、北海道で野生化が進行しており、侵入地では在来マルハナバチ類の減少が報告されている。本種の防除対策のためには、野外における繁殖生態に関する情報が必要である。マルハナバチは野生巣の発見が困難であるため、これまで室内飼育巣を用いて研究が行われてきた。しかし、室内実験が必ずしも野外の実態を反映するとは限らない。初期の研究では、マルハナバチ類の室内飼育巣においては protandry かつ高いオスバイアスの性比であるとされていが、近年の研究では、マルハナバチ類においても split sex ratio であることが報告されている。一方、外来種の定着には、propagule pressure が重要な役割を果たす。もし、セイヨウオオマルハナバチの野生巣がオスバイアスであれば、propagule pressure が弱いことが予測される。そこで本研究では、セイヨウオオマルハナバチの野生巣における繁殖スケジュールと性比を明らかにするとともに、同地域に生息する在来種ニセハイロマルハナバチの野生巣についても性比を調べた。セイヨウオオマルハナバチでは、protandrous 巣はオス生産に、protogynous 巣はメス生産に偏っており、sex split ratio であることが示された。個体群性比は1.40 (メス/オス) であり、個体群レベルではメスバイアスであった。成熟巣は、繭数平均376.5、うちメス繭数90.2 (22.1%) を生産していた。一方、ニセハイロマルハナバチも sex split ratio を示したが、個体群性比は0.34でありオスバイアスであった。セイヨウオオマルハナバチは在来種に比べ高いメス生産率を示したが、商品化の過程で人為的選択を受けた結果であると考えられる。

P2-197

雌雄の遺伝的交流を伴わないウメマツアリ *Vollenhovia emeryi* の繁殖様式—女王生産における有性・無性生殖について—

* 岡本美里, 大河原恭祐 (金沢大・自然研)

アリでは多くの種で、繁殖戦略に依存した女王の多型が報告されている。一般に資源が一樣に分布した環境下では、交尾飛行・単独創設が、資源がパッチ状に分布した環境下では、巣内交尾・短距離分散を行う傾向があり、後者の場合に女王の飛翔筋の退化や無翅化、体サイズの減少が報告されている。多女王制のウメマツアリ (*Vollenhovia emeryi*) でも女王の翅多型が観察されており、巣外交尾を行う長翅型女王と、巣内交尾を行い、飛翔能力を持たない短翅型女王を生産する個体群がそれぞれ存在する。系統解析の結果から、短翅型と長翅型女王を生産するコロニー間には遺伝的交流はほとんど無いことが分かっている。しかし、短翅型女王を生産するコロニーからは、まれに長翅型の女王が生産されていることが観察されている。一方でウメマツアリは、通常の膜翅目昆虫とは異なり、女王は単為生殖・ワーカーは有性生殖・雄は父親の核ゲノムのみを受け継ぐ特殊な繁殖様式をもち、カーストごとに生産様式が異なることが分かっている。本研究では、短翅型女王を生産するコロニーから低頻度で生産される長翅型女王の生産意義を調べるため、女王の翅多型と生産様式との関係を調べた。

P2-198

シロアリ類におけるコロニーの発達に伴う給餌システムの変化と繁殖上の分業

* 嶋田敬介, 前川清人 (富山大院・理工)

真社会性を持つシロアリ類には、明確な繁殖上の分業が見られる。その社会は一夫一妻の家族を基本とし、繁殖を行う生殖虫と不妊のワーカーやソルジャー等で構成される。しかし、コロニー創設期はワーカーがおらず、生殖虫は卵や幼虫の世話をする必要があるので、繁殖に専念する事ができない。木材は多量に存在するが餌資源としては利用しにくいので、シロアリ類にとって親の育児への投資は多量である。従って、コロニーの発達に伴いワーカーが出現する事で、生殖虫は子の世話から解放され、自身の繁殖に専念できるようになると考えられる。シロアリ類の真社会性の進化には、この給餌システムの変化が重要だったとされるが (trophic shift モデル)、これを支持する実験的な証拠は皆無である。

本研究では、コロニーの発達に伴う給餌システムの変化の重要性を明らかにする事を目的とし、創設から約30日、50日、100日と400日後のコロニーにおけるヤマトシロアリの女王と王、及び野外の補充生殖虫を用いて、繁殖形質 (卵巣小管数と王の精巣サイズ) と木材の摂食能力 (内源性セルラーゼ遺伝子の発現量) の変化を調べた。その結果、ワーカー数が多い発達したコロニーの生殖虫は、繁殖形質を大きく発達させていたが、他の時期の生殖虫と比べて木材の摂食能力が低い事がわかった。生殖虫は、ワーカーが増加する事で幼虫の世話をを行う必要がなくなり、またワーカーから給餌を受け効率的に栄養を得て繁殖に専念できていると考えられる。以上の結果は trophic shift モデルの概念と一致し、給餌の担い手が生殖虫からワーカーへ変化する事が、コロニー内における繁殖上の分業に大きく関わっている事を示唆する。木材消化に関わる共生原生動物の体内量の変化に関する解析結果も踏まえ、シロアリ類のコロニーにおける給餌システムの変化の重要性を総合的に考察する。

P2-200

社会性昆虫シロアリの概日行動リズム

* 淵側太郎 1, 松原健太 2, 松浦健二 2, 宮竹貴久 1 (1 岡山大院・環境・進化生態, 2 岡山大院・環境・昆虫生態)

社会性昆虫は複雑な社会のなかで協調的作業を行っており、コロニー内において、各個体の生物リズムは適切に調節されていると考えられる。代表的社会性昆虫であるシロアリは、アリやハチとは全く異なる分類群に属しながら、これについての概日リズムの研究はあまり無く、日照下へ出かけるシロアリ種のみについて行われている。シロアリ目では、腐朽した木材に営巣し、かつ、その木材を採餌するという生活スタイル、すなわち、光環境変化に乏しい状況で暮らす種群が少なくない。そういったシロアリにおいては、社会から受ける環境刺激の程度が、他の種に比べ大きいと考えられる。

本研究では暗下で社会生活をするヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus* のリズムを明らかにするために、まず、その個体における歩行活動リズムの多様性と、そのリズムの基本的特性を調べた。有翅虫 (巣外で活動するカースト) ではリズムが見られたのに対し、巣内で活動するカースト (職蟻、兵蟻) ではリズムが見られなかった。職蟻について、環境因子に対する直接的な反応があるのかどうか検証するため、光や温度サイクルが職蟻の活動性にどう影響を与えるのかどうか調べた。その結果、明暗サイクル下・温度サイクル (25-20℃) 下の両方で周期性は見られなかった。他の昆虫では、通常、これらの光や温度サイクルに活動リズムが同期することが報告されているが、少なくともヤマトシロアリの職蟻は、これらの条件では同期しないことが分かった。今後、野外においても光や温度サイクルに同期しないのか検討する必要がある。本講演では、予備的に計測した野外のコロニーの活動リズムについても報告する。

P2-199

シダクロスズメバチの CHC 組成による巣仲間認識

* 佐賀達矢, 土田浩治 (岐阜大院・応用生物・昆虫)

社会性昆虫の体表炭化水素 (CHC) 組成比を指標とした巣仲間認識は、社会性を維持するための基礎だと考えられている。しかし一部の多女王制の種では巣仲間認識が厳密に機能していないことが報告されている。それは、巣内にワーカーの母系、父系が複数存在する多女王制の種では先天的、後天的もしくはその両方に由来する CHC 組成比が多様化するためだと考えられている。本研究では、単女王制・多回交尾種であり、巣内のワーカーの父系が複数存在するシダクロスズメバチにおける巣仲間認識について調査した。自巣に異巣のワーカーを導入した結果、87%の個体が拒否され、本種には巣仲間認識が機能していることが示された。

本種の巣仲間認識に用いられる CHC 組成比が先天的なものか後天的なものかを明らかにするために室内実験と化学分析を行った。ワーカーを羽化後すぐに母巣から隔離し、CHC 組成比への後天的な影響を排除した。この隔離ワーカーを1日齢から3日齢まで用意した。実験装置内に巣盤を設置し、同巣のワーカー30個体を定位させ、これを反応ワーカーとした。そこへ、反応ワーカーと同巣もしくは異巣の隔離ワーカーを導入して反応ワーカーの行動を観察した。その結果、導入した隔離ワーカーが反応ワーカーと同巣の個体であっても、異巣の個体を導入した場合と同様に反応ワーカーに拒否された。

反応ワーカーと隔離ワーカーの CHC 組成比についてガスクロマトグラフィーを用いて化学分析を行った。その結果、反応ワーカーと、同巣の隔離ワーカーの CHC 組成比に差がみられた。この差は CHC 組成比への後天的な影響によるものであると考えられた。以上の結果から、本種においては、先天的な CHC 組成比だけでは巣仲間と認識されず、認識されるためには CHC 組成比への後天的な影響が必要であると考えられた。

P2-201

社会性寄生蜂におけるカースト構成の量的遺伝学的解析

* 渡辺賢太, 西出雄大, 岩淵喜久男 (東京農工大・農)

不妊カーストを有する生物にとって、カースト比の調節は非常に重要である。なぜなら不妊カーストは繁殖虫を助け、コロニーの防衛を行うという点では有利であるが、過剰な不妊カーストの生産はコストとなるためである。

キンウワバトビコバチ *Copidosoma floridanum* は多胚性の卵・幼虫寄生蜂であり、1つの卵から2000匹ほどの個体が生じる。1つの卵から発生する個体は遺伝的にクローンであり、前期に分化する個体は不妊のソルジャー幼虫に、後期に発生する個体は生殖虫になるというカースト制を有する。本種のソルジャー幼虫は、寄主体内の同・他種の寄生蜂に対して排他的行動を行うことが知られている。また雌ソルジャーは攻撃性が高く、共寄生 (他種との競争) が起きた場合はソルジャー幼虫の増員を行う。一方、雄ソルジャーの攻撃性は低く、共寄生が起きてもソルジャー幼虫の増員は起こらない。さらに雄ソルジャー幼虫の数や出現時期は日本とアメリカで異なる可能性が考えられている。このように *C. floridanum* のカースト構成は他の社会性生物にはない特徴を有しているが、どのような進化的背景があるのかは不明である。

そこで、本種のカースト構成にはどの程度遺伝的変異が存在するのかを明らかにするために共通環境実験を行い、地理的変異および家系間変異を観察した。さらに full-sib 解析による遺伝率の推定を行うことで、カースト構成は遺伝的に決定されているのかを明らかにした。以上から、*C. floridanum* におけるカースト構成の進化過程を考察する。

P2-202

ヤマトシロアリ属の王位と女王位の継承システム

* 中野裕子 (岡大・院環境・昆虫生態), 松浦健二 (岡大・院環境・昆虫生態)

近年、社会性昆虫において、次世代への遺伝的寄与を巡る雌雄の性的対立に対する関心が高まっている。アリやシロアリのいくつかの種において、女王が産雌単為生殖を行い、自身の適応度を高め、雄が対抗適応を行っていることなどが知られている。我々の研究により、ヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus* において、創設女王はほぼすべての二次女王(巢内で創設女王の生殖を引き継ぐ)を単為生殖で生産していることが明らかになった (Matsuura et al. 2009, Science)。さらに、創設王は長命であり、創設女王の死後も、多数の二次女王と繁殖を行っていることが明らかになった。我々の調査で見つかった *R. speratus* のコロニーの平均二次女王数は、 51.2 ± 99.2 (SD) 頭であり、最も多いコロニーでは、1頭の創設王と676頭の二次女王によって率構成されていた。このように膨大な数の二次女王は果たしてどのくらいの割合で、単為生殖で作られているのか? 本研究では、676頭の二次女王を有するコロニーにおいて、5つのマイクロサテライトマーカーを用い、創設王とワーカー、全ての二次女王の分析を網羅的に行った。その結果、676頭全ての二次女王が単為生殖で生産されていたことが明らかになった。これは、創設女王が、次世代への遺伝的寄与を自らの死後も、そのまま維持するための戦略であると考えられる。

また、*R. speratus* においては、特定の遺伝子座がホモ接合の個体が女王位を継承するということが松浦らの研究で示唆されている。一方で単為生殖能力を持たないシロアリ *R. flavipes* は、創設王、創設女王共にコロニーの早期に二次王、二次女王に繁殖を引き継ぐことが知られており、この単為生殖能力を持たない *R. flavipes* においても、同様の分析を行った。

P2-204

ヤマトシロアリにおける幼若ホルモンを介した兵隊カースト分化の調節

* 渡邊 大 (富山大院・理工), 後藤寛貴 (北大院・地球環境), 三浦 徹 (北大院・地球環境), 前川清人 (富山大院・理工)

シロアリは分業を伴う形態多型(カースト)を有し、最適なカースト比の維持がコロニーの適応度に寄与する。特に防衛に特化した兵隊の割合は厳密に調節されていると考えられ、多くの先行研究があるが、至近的機構は未だ不明である。ヤマトシロアリでは、兵隊の存在によって、幼若ホルモン(JHIII)投与による職蟻からの兵隊分化率の低下と形態形成の抑制が起こる。このことは、兵隊によるJH量の調節を介した生理機構の存在を示唆する。そこで本研究は、職蟻のJH量及びJH関連遺伝子の発現量を解析することで、兵隊が分化過程の職蟻に与える影響を明らかにすることを目的とした。

0, 20, 40 μ g のJHIIIを浸透させた55mm径の濾紙と職蟻をシャーレに設置し、兵隊分化を誘導した。各JH処理区に兵隊同居区及び非同居区を設け、実験開始から0, 5, 10, 15日目の職蟻を回収し、JH量を測定した。その結果、5日目にかけて職蟻のJH量が処理JH濃度依存的に上昇した。また5日目において、兵隊と同居した職蟻のJH量は非同居区の職蟻よりも有意に減少することが示された。同じサンプル系列を用い、兵隊分化に重要だとされるJH量調節因子の遺伝子発現を解析したところ、兵隊の有無による差が5日目でも顕著だった。JH処理後の兵隊との接触期間を変えると、2日間兵隊と同居した職蟻でも兵隊分化が抑制される傾向にあり、4日以上同居の効果に差はなく、非同居の場合と比較して有意に兵隊分化が抑制された。以上より、兵隊の存在は即時に職蟻へと伝わり、JH量の減少と生理環境の改変をもたらす、兵隊分化や形態形成を抑制すると考察される。兵隊は変化するコロニー状況に即座に応答し、厳密に職蟻のJH量を調節して兵隊比を維持するのだと考えられる。

P2-203

シロアリ卵の揮発性フェロモン Part 1 一卵への定位と認識のメカニズム

* 日室千尋, 横井智之, 松浦健二 (岡大院・環境・昆虫生態)

社会性昆虫にとって自分たちの子を識別し保護する行動は、最も基本的な社会行動の一つである。例えば、シロアリの職蟻は女王が様々な場所で産んだ卵を認識し、育室に運搬して世話をする習性をもつ。そのため、シロアリの職蟻にとって、どれが卵でどこにあるのかを知ることは、卵保護行動において非常に重要である。朽ち木内や土中などに生息し、発達した眼を持たないシロアリの種では、視覚的情報を利用できない。そのため、職蟻は、卵の形態などの物理的情報、卵表面の化学的情報(卵認識フェロモン)に基づいて、それが卵であると認識していることが明らかとなっている。特に、卵認識フェロモンとしてリゾチーム(Matsuura et al. 2007)や β -グルコシダーゼ(Matsuura et al. 2009)が知られているが、これらの物質は揮発性で、触れることではじめて認識される。では、職蟻はどのような情報を基に卵への定位を行っているのだろうか? ヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus* の職蟻が物理的に接触できないように金網で囲んだ卵を知覚できるという実験結果から、卵から揮発性フェロモンが出ており、職蟻はそれをcueとして卵への定位を行っているという仮説を立てた。HS-GC/MSを用いて、卵を分析したところ2種類の揮発性成分が検出された。それらの揮発性成分が職蟻による卵運搬行動にどのような効果を持つのかを調べた結果、揮発性成分とともに卵認識フェロモンを塗布した疑似卵は、卵認識フェロモンのみを塗布したものより疑似卵運搬率が有意に高かったが、揮発性成分のみを塗布したものでは何も塗布しなかったものと比べて有意な差が無かった。したがって、シロアリの職蟻は揮発性フェロモンによって卵を定位し、卵表面の化学的情報によって卵を認識していることが明らかになった。

P2-205

シロアリの女王フェロモンの特定

* 山本結花, 日室千尋, 横井智之, 松浦健二 (岡大院・環境・昆虫生態)

真社会性昆虫は、繁殖の分業によって特徴付けられる。つまり、行動様式の異なる個体が一つの集団内で分業し、協力し合うことにより、社会が維持されている。それ故に、ワーカー繁殖のような反乱は許されず、それを抑制する機構が存在している。その機構の一つが、女王フェロモンであり、女王は女王フェロモンを出すことにより、ワーカー繁殖を抑えている。これまで、アリやハチなどの膜翅目の社会性昆虫では、女王フェロモンが同定されてきた。さらに、近年では、女王フェロモンの研究において女王・ワーカー間コミュニケーションに関するトピックが脚光を浴びつつある。*Camponotus floridanus* というアリに存在する卵による新女王分化抑制メカニズムがその代表的な例である。一方、シロアリ目においては、女王フェロモンの存在自体は古くから示唆されてきているものの、未だ同定すらされていない。現在まで、50年間に渡って、シロアリにおける女王フェロモンの存在を示唆する研究は数多くなされてきた。しかし、標品物質で新女王の分化を抑制できた例はなく、シロアリにおける女王フェロモンの正体は、いまだ謎のままである。

そこで本研究では、化学分析と生物検定によりシロアリの女王フェロモンの特定に取り組んだ。さらに、膜翅目で報告されているような、卵を介した女王・ワーカー間コミュニケーションについても検証した。その結果、シロアリの女王と卵からは2種類の同じ揮発性物質が出ていることを特定し、その物質の標品によって新女王の分化を抑制することに成功した。この結果から、女王フェロモンによるシロアリ社会の維持機構についての全体像を考察する。

P2-206

シロアリの卵認識における下唇鬚と触角の役割

* 内藤龍太, 松浦健二 (岡大院・環境・昆虫生態)

社会性昆虫において、次代を担うブルード(卵・幼虫)の世話是非常に重要な行動である。例えば、シロアリでは、ワーカーが卵を育室に集め、卵塊を形成する事で効率的に世話をを行っている。その際、卵表面に存在する不揮発性物質である抗菌物質のリゾチム(Matsuura et al. 2007, PLoS ONE)とセルロース分解酵素の β -グルコシダーゼ(Matsuura et al. 2009, Current Biology)を用いて、卵認識を行っている事が既に解明されている。また、最近の我々の研究によって、卵から揮発性物質も放出されており、それが卵に定位する際のシグナルとして機能している事が明らかになっている(Matsuura et al. submitted)。ワーカーは卵から分泌されている揮発性・不揮発性物質を受容する事で、卵に定位し、認識している。本研究では、その定位と認識のプロセスにおける各感覚器官の役割について分析を行った。

昆虫の一般的な感覚器官として下唇鬚と触覚が知られているため、シロアリのワーカーもそれらを用いて、卵から分泌されている揮発性・不揮発性物質を受容し、卵を知覚していると考えられる。そこで本研究では、ヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus* を用い、下唇鬚と触覚のどちらが揮発性・不揮発性物質を認識しているかを明らかにするため、それらの器官を切除し、卵運搬行動への影響を調べた。その結果、下唇鬚が揮発性物質、触角が揮発性物質を認識している事が明らかになった。それを踏まえ、シロアリは、卵への定位・卵認識・卵塊への定位という異なる3つのステップによって卵塊を形成し、効率的に世話をしている事が示唆された。

P2-208

シロアリ生殖虫のワーカー誘導に対する有性・単為生殖で生まれた個体の感受性

* 滋田友恒, 北出理 (茨城大・理)

シロアリ社会は、ワーカー、ソルジャー、ニンフ、生殖虫等のカストにより構成される。ヤマトシロアリの場合、卵から孵化した幼虫は3齢で、将来有翅虫になるニンフか、無翅のワーカーのどちらかに分化する。一次生殖虫(王や女王)がいない場合、ニンフはニンフ型幼形生殖虫に、ワーカーはワーカー型生殖虫に分化する。

Hayashi et al. 2007 は、交配実験で生まれた卵を生殖虫と隔離して飼育した場合、両親のタイプ(ワーカー型・ニンフ型)が子のカスト比と性比を決定することを示した。この仕組みは、X染色体上にある1遺伝子座のメンデル遺伝モデルで記述できる。また、本種は単為生殖能を持ち、単為生殖で生まれた子は全遺伝子座でホモ接合になり(Hayashi et al. 2003)、上の実験で、モデルが予測する通りに、全てメスニンフに分化する。

ただし、生まれた卵を生殖虫と共に飼育すると、生殖虫によるワーカー誘導の影響で、「ニンフ遺伝子型」の子の一部がワーカーに分化する。

本研究では、単為生殖と有性生殖で生まれた「ニンフ遺伝子型」個体間での、生殖虫によるワーカー誘導の感受性の差を調べた。生殖虫の影響がない場合に、娘がすべてニンフになる交配(ニンフ型生殖虫メス×ワーカー型生殖虫オス)と子が全てメスニンフになる単為生殖を行わせ、生まれた卵を一次生殖虫ペアと共に飼育し、娘のカスト比(ニンフ・ワーカー)を調べた。その結果、単為生殖ではワーカー化した個体の割合は、親生殖虫の違いによって、大きく異なった。有性生殖(内交配・外交配)では、ワーカーに分化した個体の割合は中程度であった。ワーカー誘導に対する子の感受性は、おそらく遺伝的影響を受けていると考えられる。

P2-207

オオシロアリの触角におけるカースト特異的発現遺伝子

北大・環境

社会性昆虫のコロニーでは、異なる役割を果たすカーストが存在し、巧妙に組織化された労働効率の高い集団行動(分業)が行なわれているため、コロニーレベルの適応度が高められている。その組織化に不可欠であるのが、カースト間または同一カースト個体間でのコミュニケーションであり、そのコミュニケーションでは様々な化学物質(フェロモン)が重要な役割を果たしている。これまで、社会性昆虫の分業システムにおいて、どのような化学コミュニケーションによってどのようなカースト間・個体間相互作用ネットワークが形成されているかは明らかになっていない。これを解明するためには、フェロモン物質の同定とともに、カーストごとのフェロモン受容能に違いがあるかを明らかにする必要がある。しかし、これまでフェロモン受容に関する研究は社会性昆虫においてはほとんど行われていない。

シロアリは社会性昆虫のなかでも特に複雑な社会を形成する。また、それらは木材の中、つまり暗闇の中で生活しているため、視覚が関わるコミュニケーションや行動制御はほとんどない。そのためシロアリの分業においては、フェロモンなどから得る嗅覚情報が特に重要であると考えられる。そこで本研究ではオオシロアリの材料とし、カースト間で化学物質受容能に関する違いがあるか調べたことを目的とした。ワーカーとソルジャーについて、重要な嗅覚器官である触角からRNAを抽出し、ランダムプライマーを用いたディフェレンシャル・ディスプレイ法により、発現遺伝子を比較した。その結果、カースト特異的発現遺伝子の候補として、46の塩基配列を同定した。これらの遺伝子断片について、定量PCRによりカーストごとの遺伝子発現量の比較と、遺伝子全長の塩基配列の解析と相同性検索による遺伝子機能の推定の結果を報告する。

P2-209

カラフトマスの周期的な個体数変動

* 森田健太郎・森田晶子・福若雅章・永沢亨(水総研)

サケ科魚類のカラフトマスは一回繁殖で成熟年齢は2年である。地域によっては、カラフトマスの個体数は二年周期で大きな変動を示し、奇数年と偶数年で豊漁不漁が長期間にわたり継続することが知られている。しかし、2年周期が長期間にわたり継続する理由について十分な理解はなされていない。本研究では、1973年以降ベーリング海で実施されているサケ科魚類のモニタリングデータ分析し、カラフトマスの個体数変動におよぼす要因について分析した。ベーリング海のカラフトマスは調査期間を通して奇数年が豊漁年にあたり、偶数年との密度指数の差は約10倍であった。カラフトマスの体サイズは豊漁年である奇数年の方が大きく、カラフトマスの個体群増加率はカラフトマスの平均体重と正の相関が見られた。なお、カラフトマスを含む多くの魚類の産卵数は、体重とア Islesometry の関係にある。カラフトマスの体重は同所的に分布するサケ未成熟魚の密度指数と負の相関が認められ、サケの未成熟魚は偶数年で密度指数が高かった。サケはカラフトマスと同様に一回繁殖であるが成熟年齢は2~7歳と幅があり、サケの成熟率および年間成長量は前年のカラフトマスの密度指数と負の相関が認められた。偶数年のサケは成熟率が低く、海洋に残留する未成熟魚の密度指数が高かった。また、北太平洋東岸の41地域間で比較を行った結果、豊漁不漁の差が大きい地域ほど、豊漁年の体サイズが大きい傾向にあった。決して単純ではないが、サケとの種間相互作用に起因する体成長の2年周期が(豊漁年の方が大きい)、カラフトマスの豊漁不漁を維持する一要因であると考えられた。

P2-210

糞 DNA から個体識別したタヌキ・アナグマの生息分布

* 松木吏弓, 竹内亨, 阿部聖哉, 梨本真 (電中研・生物)

タヌキおよびアナグマは日本の里山に生息する雑食性の中型哺乳類である。本研究では、タヌキおよびアナグマが同所的に生息する地域において、糞 DNA から個体識別法を用いて調査地を利用している個体と分布の特定を行った。

鹿児島県薩摩川内市において、海岸沿いの低地から山地までの165haの範囲を調査地として設定し、2006年11月に網羅的踏査によるフィールドサイン調査を実施した。発見した糞のうち、新鮮な糞のみを採取し、DNAを抽出した。個体識別の結果、タヌキでは19ヶの糞で個体識別に成功し、10個体の生息が確認された。アナグマでは68ヶの糞から30個体を確認し、この調査地ではタヌキよりアナグマのほうが多く生息していることが明らかになった。確認された個体の分布から、タヌキは比較的低位に多く生息しているのに対し、アナグマは山地に多く生息していることが示唆された。この調査地で並行して実施したアナグマの巣穴や餌資源の好適性評価においても、常緑広葉樹の多い山地が高い評価であり、山地における個体数密度の高さはアナグマにとって好適な生息環境を反映していると考えられた。

P2-212

農地景観におけるマルハナバチの個体群動態：トラップ調査と DNA 分析から推定したコロニーの密度と成長

筑波沙彩, 後北実美, 紺野康夫 (帯広畜産大), * 永光輝義 (森林総研)

マルハナバチは、外来種管理や希少種保全の対象となっている。そのために、野外で個体群の密度を推定することが求められている。その推定の方法として、トラップによる捕獲・訪花個体の採集・訪花個体の遺伝子型によるコロニー判定を比較する。帯広郊外の農業地域に設定した2 x 3 kmの調査区で2008年に、エゾトラマルハナバチ(トラマル)とエゾオオマルハナバチ(オオマル)を材料として、それらの方法を比べた。5月29日から10月30日にかけて調査区内の3つの林内に設置した12個のトラップによって捕獲されたワーカー数はトラマル15およびオオマル96だった。6月27日から9月13日にかけて調査区内で採集された訪花ワーカー数はトラマル184およびオオマル179だった。それらの訪花ワーカーの遺伝子型によって判定されたコロニー数はトラマル68およびオオマル124で、それらを負の二項分布に当てはめて推定したコロニー数はトラマル108およびオオマル400だった。よって、トラップによる捕獲と訪花個体の採集から得られた両種の個体数は、調査対象とした場所や訪花植物への選好性やコロニーサイズなどの種間差などによって推定コロニー数から偏ることが示唆された。

P2-211

apparent competition を利用した天敵の維持と害虫の個体数制御

* 今藤夏子 (国環研・生物), 伊藤洋 (東大・総合文化)

農業害虫や外来生物といった生物の個体数を制御する方法の一つに、天敵を利用した生物的防除がある。持続的な天敵利用を成功させるためには、天敵が絶滅しないように維持し続ける必要があるが、実際には天敵効果(捕食圧)の維持が難しい。なぜなら、標的生物の減少により、天敵の餌不足が起こることが予想されるからである。従って、天敵の餌を安定供給できれば、天敵の個体数を維持できると考えられる。しかし、そのような餌生物を維持し管理することは容易でない場合が多い。そこで本研究では、(i) 天敵だけが出入り可能な「餌場」において標的生物そのものを餌として飼育し、さらに(ii) 餌場内に天敵も侵入できない「避難所」を設けることを考案した。これら(i)と(ii)により、(iii) 天敵と標的生物(餌場内)の両方を維持し、(iv) 餌場の外の標的生物を減少させ低密度に抑えることを試みるものである。この手法は、餌場内の標的生物と餌場外の標的生物との間に、天敵を介した apparent competition を生じさせ、餌場外の標的生物の個体数制御を試みるものである。

モデル系としては、アズキゾウムシ(標的生物)と、その天敵である寄生蜂ゾウムシシコガネコバチを想定した。餌場内のアズキゾウムシに与えるアズキ量と、餌場外でアズキゾウムシに食害されるアズキ量の総和を最小にすることが目的となる。

数理モデルによる解析を行った結果、想定しているシナリオ(i)、(ii)により(iii)(iv)が実現可能であることが示された。すなわち、アズキゾウムシと寄生蜂(別の害虫・天敵の系でも可)の相互作用や生活史のパラメーターが条件を満たす場合には、実際の系においても、餌場外のアズキゾウムシの効果的な防除が可能であると考えられた。

P2-213

イネシンガレセンチュウ個体群の年次変動

* 星野 滋 (広島総研農技セ), 富樫一巳 (東京大学・農)

イネシンガレセンチュウ個体群の年次変動

星野 滋 (広総研農技セ), 富樫一巳 (東大院・農)

イネシンガレセンチュウ(*Aphelenchoides besseyi*) (以下、線虫)はイネの外部寄生者であり、線虫は種子間で集中分布を示す。この線虫はほたるいもち病を引き起こす。新規購入イネ種子を育苗・移植した場合、線虫は殆ど発生しないが、その収穫物で栽培を繰り返すと2~3年後に大発生が起こりやすい。そこで、線虫の個体群動態を解明するため、2003年に線虫に感染した種子を使って、育苗・移植・収穫を行い、翌年から収穫された種子の一部を使って2009年まで毎年同一水田で栽培を繰り返した。3段階抽出法により種子を抽出し、星野・富樫法(1999)で線虫数を調査した。その結果、2004年と2008年にピークを持つ減衰振動を示した。7年間にわたる線虫密度と分布の関係をみると、種子内線虫数が多くなると、線虫のいる種子の割合が高まり、分布集中度は低下した。一方、種子内線虫数と死亡率の逆密度依存関係はピーク年以外で見られ、分布集中度の増加とそれに伴う種子内線虫数の減少によると示唆された。線虫の種子内密度とほたるいもち平均発生率の間に正の相関があったが、有意ではなかった。連続する2年間の線虫密度の間の関係をみると、密度1.7以上では回帰直線の傾きが約29.4°となり、そのためピーク時から密度は徐々に減少したと考えられた。この変動様式の解明のため、イネ苗を植えたポット内の水に密度を変えて線虫を放した結果では、ある初期密度以上でないと出穂中の花芽内への線虫の侵入は難しかった。開花中の花に線虫を接種した結果、接種の1週間後に線虫数は増加していたが、その後減少した。また、花への接種密度の増加とともに線虫の増殖率は減少した。これらより、花~種子内での線虫密度の変化が減衰振動に寄与することが示唆された。

P2-214

隠蔽種の共存・非共存と繁殖干渉

牧野渡 (東北大・生命)

日本列島に広く分布する動物プランクトンのなかには、日本列島の形成過程を反映した集団の分断化の結果、互いに「隠蔽種」であると認識されるほど遺伝的に分化したものが存在する。これらの「隠蔽種」の分集団のなかには、日本列島の現在の地形が完成した後に分布を拡大し、他の分集団と二次的に接触している場合も見受けられる。しかし、二次的接触がみられる地域において、分集団同士が側所的に分布しているかという点、必ずしもそうではない。例えば、ヒゲナガケンミジンコの一つ *Acanthodiptomus pacificus* の「北方系統」と「南方系統」は仙台市・山形市付近で明瞭な側所的分布パターンを示し、両系統は同所的に出現しない(ひとつの沼に両系統が出現することは、ない)。他方、ケンミジンコの一つ *Cyclops kikuchii* では、「北方系統」と「南方系統」の分布境界が極めて曖昧で、かつ両系統がしばしば同所的に出現する。この *C. kikuchii* のケースは、動物プランクトンの個体群遺伝構造を論じる際によく言及される、先住効果に基づく「Monopolization Hypothesis」の論理展開とも一致しない。その理由について、本研究では、「Monopolization Hypothesis」をもう一度詳細に検討することと、*A. pacificus* と *C. kikuchii* の繁殖様式の違いを考慮することを通して、考察する。

P2-216

植生指標を用いたエゾシカ生息密度の評価手法

*宇野裕之, 釣賀一二三, 石田千晶(道環境研) 宮木雅美(酪農学園大・環境)

ニホンジカは、1978年から2003年にかけて分布域が1.7倍に拡大し(環境省自然環境局2004)、新たな地域で農林業被害や交通事故、自然植生への影響が顕在化している。これまでエゾシカ個体群の動向把握には、ライトセンサスや狩猟統計の目撃効率を用いた相対密度が有効であることが判っている(Uno et al. 2006)。しかし、狩猟未実施地域では狩猟統計が得られず、低密度地域では指標の感度が低いという課題がある。効果的な個体群管理を行うためには、低密度で感度の高い指標の開発が必要である。

そこで本研究では、低密度地域で有効な相対密度指標及び森林植生に及ぼす影響把握手法の確立を目的として、植生指標の調査を行った。調査は、2008年及び2009年6月に北海道の胆振地域(n=10)及び渡島地域(n=10)の落葉広葉樹林内に帯状区(4×50m)を設置し、毎木及び稚樹調査を行い、枝葉(地上高2m以下)及び稚樹の採食痕を記録した。また、各帯状区内に1×1mの方形区を20個設置し、林床植物の被度等を調査した。小径木密度、稚樹密度、ササ現存量、枝葉及び稚樹食痕率とライトセンサスによる密度指標との比較を行った。ライトセンサス指標には、2006～2008年の3年間の10km走行当りの目撃数の平均値を用いた。その結果、枝葉食痕率及び稚樹食痕率とライトセンサス指標の間に有意な関係があること、これらの植生指標が低密度地域で感度の高い指標であることが明らかとなった。

P2-215

自らの卵捕食がカワバタモロコ個体群動態に及ぼす影響

田中哲夫*(人と自然博)、藤田茂宏(北摂オーデイオ)、谷本卓弥(伊丹北高)、山科ゆみ子(ホトケドジョウを守る会)、三浦康弘(藤井寺工高)

驚異的な初期増加に続く個体群の縮小:

干上がった池に雄雌各10個体の絶滅危惧種カワバタモロコを新たに導入しその後の数を追跡した。A池では一年後に5,318個体・二年後に5,703個体に、B池ではそれぞれ4,243個体・10,119個体に、C池ではそれぞれ1,210個体・1,984個体に増加し、新たに放流された池で、カワバタモロコは驚異的な増殖速度を示すことが明らかになっている。ところが、次々年度には、何れの池においても上記のようにその増殖速度は急激に低下し、やがて密度は減少する。

卵捕食自滅・カニバリズム説の検証:

この個体群の縮小要因として、スジエビやメダカなどカワバタモロコの想定卵捕食者の影響、酸欠による卵および仔魚の窒息死など、もろもろの減少要因を検討した。産卵期のカワバタモロコは、極めて高い頻度で多量の自身の卵を捕食していることから、もっとも有力な個体群の減少要因は、他の捕食者ではなくカワバタモロコ自身の卵捕食であることが明らかになりつつある。

自滅を防ぐ構造としての水陸移行帯:

カワバタモロコをはじめとしたコイ科魚類の産卵場所や仔稚魚の生息場所として、湖や池の水陸移行帯が重要視されてきた。この空間は、他の捕食者からの避難場所としての効果を発揮していると信じられてきた。だが主には自身の卵を食い尽くすことが困難な構造を水生植物が提供し、自滅のスピードを遅くしているのではあるまいか。モツゴと共存するケースでの卵捕食の実態、水生植物の種やスジエビなど他の捕食者との絡みの中での卵捕食について検証する。

P2-217

クロヒカゲとヒカゲチョウの棲み分け機構: 配偶縄張での繁殖干渉に注目して

井出純哉(京大・理)

動物の棲み分けを引き起こす機構の一つに直接的干渉による競争排除がある。他種への干渉の強さと干渉された際の耐性が競争している二種間で異なっている場合に、一方の種が排除されると考えられる。従って、干渉が棲み分けの原因かどうかを明らかにするためには、干渉の強さと干渉への耐性が種間で非対称なのか調べる必要がある。

クロヒカゲとヒカゲチョウは近縁の蝶だが、生息場所が微妙に異なっている。これまでの研究から、両種の雄の配偶縄張での種間の直接的干渉によって、ヒカゲチョウが排除されているらしいことが分かって来た。そこで、両種の縄張行動を観察し、防衛行動の激しさ(すなわち干渉の強さ)が種間で異なっているか検討した。

この二種は雑木林の林縁部の木の梢に雄が縄張を構え、近づく物体があれば追飛する。飛び立ってからとまるまでの追飛の時間を測定した所、クロヒカゲ同士の追飛はヒカゲチョウ同士の約7倍もの時間続いており、クロヒカゲの方が激しく縄張防衛を行なっていることが明らかになった。クロヒカゲの縄張にヒカゲチョウが侵入した時の追飛はクロヒカゲ同士の追飛よりずっと短かったが、ヒカゲチョウ同士の追飛と同程度の長さだった。従って、ヒカゲチョウにとってクロヒカゲは別種にも拘らず同種と同じ程度に追飛をして来る存在であり、干渉から受ける影響も大きいと推測された。ヒカゲチョウの縄張にクロヒカゲが侵入した場合の観察はできなかった。しかし、ヒカゲチョウが同種に対するのと同じように追飛したとしてもクロヒカゲにとっては非常に弱い干渉であり、影響は小さいと予想される。以上の結果は縄張での干渉によってヒカゲチョウが排除されている、という予測を支持するものと言える。

P2-218

海岸クロマツ林-山地照葉樹林におけるアナグマの生息環境

* 竹内亨, 松木吏弓, 阿部聖哉, 梨本真 (電中研・生物)

ニホンアナグマの知見は、主に落葉広葉樹林や針葉樹植林を主体とした地域での研究成果に絞られている。ユーロッパにおけるアナグマでは、地域によって食性や生息環境等が大きく異なる事例が知られており、ニホンアナグマにおいても、クロマツ林や常緑広葉樹林における環境利用を明らかにすることは重要である。

本研究では、鹿児島県の海岸沿いのクロマツ林から山地の常緑広葉樹林及び植林地の景観に生息するアナグマを対象とし、その生息環境の選択性を明らかにすることを目的とした。研究対象範囲は、薩摩川内市の北西部、約15km²の広さとし、植生タイプとして最も広い面積を持つ森林(82%)として、海岸沿いにクロマツ植林、内陸部の山地には、自然度の高いスタジイ群落等を含む常緑広葉樹林やスギ・ヒノキ等の針葉樹植林が広がっている。集落や農地、人工地、裸地などの非森林域は主に北西部から南西部の一部に存在している。

秋季(2006年11月)、春季(2007年5月)、夏季(2007年7-8月)の3時期に、対象範囲内に設置した10個の調査区内において、網羅的にフィールドサイン調査を実施し、糞場及び巣穴場を探索した。糞場から回収した糞をDNA分析することにより、タヌキ等からの確実な種の識別を行った。これらの結果、225個の巣穴と510個の糞場を確認することができた。

生息環境の選択性を解析するための環境変数として、森林タイプ、傾斜、斜面方位、水場や道路からの距離等を現存植生図およびIKONOS画像から抽出し、アナグマによって選択された環境の選考性解析を行った結果、クロマツ植林、常緑広葉樹林、スギ・ヒノキ植林での環境利用に大きな違いが生じていた。ポスター発表では、本解析結果と餌利用状況も併せた考察を報告する。

P2-220

多型頻度の緯度クライン：夏への適応と隠蔽度

* 鶴井 香織 (京大院・農・昆虫生態), 本間 淳 (京大院・理・動物行動), 西田 隆義 (京大院・農・昆虫生態)

ハラヒシバツタの黒い斑紋は輪郭の検出を妨げる「分断色」として隠蔽度を高める。隠蔽の観点からは全てのバツタが分断紋を持つことが予測される。しかし、メスは全ての個体が分断型だが、京都市岩倉のオスは約7割が無紋型である。このように相対的に隠蔽度の低い無紋型が高い頻度で維持される現象は、隠蔽の観点からだけでは説明できない。分断オス-無紋オスの平衡頻度はどのように決まっているのだろうか？

変温動物の体色は隠蔽だけでなく体温調節にも関与し、黒っぽい体色ほど体温上昇を促進する。ハラヒシバツタのオスは開けた環境で配偶者探索を行う。そのため、オスでは開けた環境に長くとどまることができるかが重要である。繁殖期の5~10月には生息地はしばしば高温になるため、オスではオーバーヒートがコストになりうる。分断紋は黒いことから、オスにおける分断紋のコストはオーバーヒートによるメス探索時間の減少であり、分断紋の有無は隠蔽と体温調節のトレードオフで決まっていると予測された。さらに、この予測が正しければ、涼しい気候の個体群ほど分断オス頻度が高くなることが予測された。

実験室においてバツタが輻射熱ランプ照射下に滞在する時間を比較した結果、分断オスの方が無紋オスよりも滞在時間が短かった。このことから分断紋にはオーバーヒートしやすいというコストがあることが示唆された。さらに、青森~高知における分断オス頻度調査の結果、高緯度地方ほど分断オス頻度が上昇するという緯度クラインが観察された。また、京都の比叡山においても標高が高い個体群ほど分断オス頻度が高くなった。これらの結果から、ハラヒシバツタオスにおける分断型頻度の緯度クラインは「隠蔽の利益」と「夏の繁殖行動における体温調節のコスト」のトレードオフの平衡点が異なることにより形成されると考えられた。

P2-219

侵入タイミングが定着の成否を決める

* 山道真人 (総研大・生命共生体進化学), 吉田丈人 (東大・総合文化, JST さきがけ), 佐々木顕 (総研大・生命共生体進化学, JST さきがけ)

新しい種がある群集に侵入し定着するためには、その種の生態的特徴・在来群集の構造だけでなく、侵入するタイミングが重要である。例えばNamba & Takahashi (1993) は、季節変動などの外生的(exogenous)な要因で強制振動しているLotka - Volterraの競争モデルにおいて、侵入タイミングが定着の成否を決めることを示した。

本発表では、強制振動によらず、内生的(endogenous)な要因でリミットサイクルを示す捕食者-被食者系において、同様の現象が観察されたことを報告する。モデルはケモスタット内で培養されるプランクトン群集(ワムシ-クロレラ系)にもとづいて構築し、過去の実験から得られたデータをもとにパラメータを決定した。被食者には、捕食者に食べられやすいが増殖の速い増殖型と、捕食者への防御を持つが増殖の遅い防御型の2タイプがあるとした。

本研究では、捕食者と増殖型被食者からなる在来群集に、防御型被食者が侵入してくるという状況を考える。シミュレーションの結果、防御型が侵入するタイミングによって定着の成否が決まるということが明らかになった。捕食者が多い時に侵入した場合には、防御型が有利になり、3者が共存しながらリミットサイクルを示すアトラクターに移行する。一方、捕食者が少ない時に侵入した場合、防御型は不利なので減少し、捕食者と増殖型のみが共存するアトラクターに留まることになる。

以上の結果は、2つのリミットサイクルが双安定であるために起こる。更にパラメータを変化させて系の双安定性を詳細に調べたところ、上記の他にもさまざまな双安定性が発見されたので、加えて報告する。

P2-221

ため池間におけるカワバタモロコの遺伝的背景と形態変異

鈴木規慈*, 畠山絵美 (三重大院・生資), 渡辺勝敏, 柿岡 諒 (京大院・理), 原田泰志 (三重大院・生資), 前畑政善 (琵琶博)

異なる生息環境下に生息する個体群間で、外部形態や生活史特性等に変異が認められることが多くの種で知られている。特に、広域に生息する種の場合には、生息地間における遺伝的な差異が形態変異と関係している場合が知られている。カワバタモロコ*Hemigrammocypripis rasborella* (コイ科)は西日本に分布する小型淡水魚で、現在主に隔離された山間地域のため池に生息しており、絶滅が危惧されている。本種は生息地間で生活史特性に変異が認められ、東海地方では生息地間で外部形態の変異も認められている(赤田・淀 2006)。しかしながら、それらの変異の遺伝的背景や生息環境との関係については明らかではない。そこで本研究では、滋賀県東部の10箇所のため池に生息する本種の遺伝的、形態的変異を明らかにし、生息環境との関係を検討した。標本の採集は2008年6月に行い、採集個体(雌雄各20個体前後)の左体側面の写真画像により外部形態の測定をおこなった。採集個体の一部について、ミトコンドリアDNA部分塩基配列により、遺伝的多様性と集団構造の解析を行った。本発表では、集団遺伝的な特徴を踏まえ、外部形態の生息環境との対応、そして環境に対する適応の結果としての形態変異の可能性についても議論する。

P2-222

モデル生態系における体サイズを考慮した個体群動態：
捕食における空間の効果

* 中桐齊之 (兵庫県立大・環境人間)

地球上には数多くの生物種が存在するが、その体のサイズは様々である。したがって、その捕食においてもその空間サイズが影響を及ぼすと考えられる。近年、格子モデルを用いた個体群動態の研究において、空間効果を取り扱うことが容易になってきた。しかし、個体の捕食する空間領域を考慮したモデルは、今まで取り扱われてこなかった。そこで、捕食の領域の変化を考慮したモデルを構築し、個体の捕食領域がどのように個体群動態へ影響を及ぼしているのかについてシミュレーション解析を行った。

モデル生態系として、二次元の格子系を生息地と仮定し、この上で、被食者-捕食者の関係にある2種の生物が、増殖、捕食、死亡のプロセスを繰り返すとする。ここで、捕食のプロセスに関して、捕食者の個体の大きさに応じて、捕食が変化すると仮定し、シミュレーション実験を行った。

捕食者の領域が被食者に与える影響を調べるため、捕食者と被食者の個体群動態を調べた。この際、被食者の体サイズを1に固定し、捕食者の体サイズを変化させていくと、捕食者の体サイズが増大するにつれて、捕食者と被食者の両方の密度が減少することがわかった。また、これは、捕食における空間の効果に影響を受けることがわかった。

さらに、このモデルを変更した、増殖と捕食プロセスの際に空間の位置に依存しないモデルを構築しシミュレーションを行って比較を行った。その結果、捕食者の密度だけが増大していくことがわかった。これは、捕食者の空間サイズが影響していることを示唆している。

捕食による影響を考える際は、死亡率や増殖率だけでなく、捕食者の体サイズも考慮する必要があることを示唆している。

P2-224

可塑性か、遺伝か？イタチハギマメゾウムシにおける体
サイズの緯度クライン

* 定清 奨, 石原 道博 (大阪府大・院・理)

ある形質が緯度とともに連続的に変化する現象は緯度クラインとして知られている。体サイズの緯度クラインは様々な生物に見られる現象であり、多くは遺伝的な違いに由来する。しかしながら、可塑性が緯度クラインの形成に重要な役割を果たす場合もある。寄生性の昆虫の場合、ホストのサイズは体サイズを決定する重要な要因となりうる。もしホストサイズに緯度クラインが存在するならば、体サイズも緯度クラインを示すかかもしれない。そこで本研究では北米原産の外来種であるイタチハギマメゾウムシを用いて、(1) 体サイズとそのホストであるイタチハギの種子サイズの緯度クラインの有無、(2) 遺伝と可塑性のどちらが重要な役割を果たしているのかを調べた。外来種である本種が緯度クラインを示すかどうかは、外来種の定着や進化のプロセスを考える上でも重要である。

イタチハギマメゾウムシの体サイズは緯度とともに増加した。またイタチハギマメゾウムシがいる集団では、イタチハギの種子サイズも同様の緯度クラインを示したが、いない集団では示さなかった。この結果は、高緯度地域では利用する種子サイズが大きくないと定着できないことを示唆している。次に体サイズに遺伝的な違いがあるかを調べるため、緯度の異なる3つの集団を大きい種子だけを用いて、22°C, L16: D8の恒温条件下で飼育したところ、体サイズに有意な違いはなかった。しかし、幼虫を様々な種子サイズで飼育した実験では、ホストサイズと体サイズに正の相関が見られた。このことから、体サイズの緯度クラインは遺伝的な違いによって生じているのではなく、利用するホストのサイズによって可塑的に生じている事が明らかになった。

P2-223

農業用ため池における在来淡水魚類の空間分布

* 宮崎佑介 (東大院・農), 角谷 拓 (国環研), 鷲谷いづみ (東大院・農)

水田を中心とする淡水生態系ネットワークは、多様な水生生物が利用する複合環境である。その重要な構成要素であるため池は、比較的安定した止水域として、多くの淡水魚類に利用される。

本研究では、岩手県南部に残存する良好な里地里山地域のため池に生息する絶滅危惧魚類の分布に対する局所環境要因および他の生息場所との連結性の影響を検討した。

当該地域の3河川および73のため池において、2007年9月～2009年9月に調査を行い、魚類の種ごとの在・不在、局所環境要因として、ため池の面積、水草の被度、コイの在・不在を、並びにランドスケープ要因として、ため池と水路の連結性、水路と河川の連結性および水路と河川の合流点の河川次数(河川の連結性)を記録した。絶滅危惧魚類は、ため池からのみ記録された種を「ため池タイプ(シナイモツゴ・メダカ)」、ため池と河川の両方で記録された種を「河川-ため池タイプ(キンブナ・ギバチ)」に分類し、これらグループの在・不在、あるいは在来種数と諸要因との関係を、流域をランダム効果とした一般化線形混合モデルを用いて分析した。

分析の結果、在来種数はため池と水路の連結性と水草の被度によって有意な正の影響を受けていた。「河川-ため池タイプ」に対しては、水路と河川の連結性が有意に正の影響を示し、面積も正の傾向を示した。一方で、「ため池タイプ」は、ため池と水路の連結性と水草の被度が有意な正の影響を示し、水路と河川の連結性は負の傾向を示した。間接効果として検討した、水路と河川の連結性はコイに影響を与えていなかったが、コイは水草の被度に有意な負の影響を与えていた。

本研究では在来淡水魚類にとって水系連結と、局所環境要因である面積や水草の被度の重要性が示された。また、コイの導入が水草の減少を介して在来淡水魚類に負の影響を与えることも示唆された。

P2-225

ナゴヤダルマガエルの生態

* 内藤梨沙, 夏原由博, 森本幸裕 (京大・地球環)

ナゴヤダルマガエル(*Rana porosa brevipoda*)は、環境省レッドデータブック絶滅危惧IB類にあげられている、主に広い水田地帯に分布する種である。本種の減少の理由として、農業の近代化に伴う水田における水管理の変化、圃場整備による生息環境の変化などが指摘されている。また遺伝子レベルでも近似種であるトノサマガエルとの交雑が報告されている。しかし、未だ減少の理由は不明な点が多く、分散、行動範囲の季節変動などを含んだ、コミュニティーレベルの生態の研究はほとんど行われていない。本研究では、保全対策の急がれる本種の生態を、水田観察、ラジオテレメトリー法、再捕獲法、ICレコーダー等を用いて、季節消長、生活史の各ステージにおける分散等に注目し、2009年3月から11月に滋賀県高島市安曇川において調査を行った。調査地は琵琶湖湖畔に位置する、休耕地をビオトープとして利用するため整備された、隣接した2つの池である。

調査対象地において、繁殖期、非繁殖期、周辺水田の収穫後の時期にラジオテレメトリー法を用い、ナゴヤダルマガエルの行動範囲を調査した。全ての期間において、全ての調査対象個体が池の中に留まった。再捕獲法を用いた調査においても、1年を通して隣接した2つの池の間で個体の移動はほとんど確認されなかった。周辺の水田観察では、水田で中干しが行われている時期に、側溝、排水路に落下した幼体が多く確認された。また、9月下旬には落下した成体が確認された。以上の結果より、本種は1年を通じ水辺を離れず、繁殖、採餌を行い、分散は幼体の時期に行われ、季節間の移動は越冬地と繁殖、採餌を行う水辺の間で行うことが示唆された。今後は本種の個体群の構成や個体群間の交流の分析を遺伝子解析により行い、分布様式を更に詳細に調査する。また水田地帯における本種の保全の手段として休耕地のビオトープ利用を提案する。

P2-226

真社会性アブラムシにおける兵隊の「質」- 防衛形態形質サイズと攻撃性 -

* 服部充 (信大・理・生), 岸田治 (北大・フィールド科学センター), 市野隆雄 (信大・理・生)

表現型可塑性は、生物が生物的、非生物的な環境に依存して異なる表現型を示す現象である。アブラムシの中には、表現型可塑性により防衛を専門に行い不妊の兵隊と呼ばれる個体を産出するという社会性を持つものがある。この兵隊は、捕食者からコロニーを防衛することでコロニーを構成する他の個体の適応度に貢献する。その一方で、兵隊は不妊であるため、その産出は母虫にとって大きなコストとなる。したがって、捕食リスクが時・空間的に変異する場合、アブラムシの母虫は、兵隊の数が最適になるよう可塑的にコントロールしていることが期待される。しかし、このような兵隊の「量」ではなく、兵隊の「質」、すなわち兵隊の捕食者を攻撃する際に用いる防衛形態や、捕食者に対する攻撃性も母虫はコントロールしている可能性がある。実際に、不妊の兵隊を産出するササコナフキツノアブラムシの野生集団では、兵隊の体全体のサイズや、他の形態形質のサイズに対する防衛時に用いる角や前脚の相対的な長さや捕食リスクに正の相関関係があることがわかっている。そこで、本発表では、ササコナフキツノアブラムシを用いて、兵隊の体全体のサイズの変異が表現型可塑性で生じていることを同じ遺伝的背景を持つ複数のコロニーを用いて検証した。その結果、兵隊の体全体のサイズ変異が表現型可塑性によって生じていることが明らかになった。さらに、同じ遺伝的背景を持つ兵隊に刺激を与え、刺激に対する行動を観察した。その結果、同じ遺伝的背景を持つにもかかわらず兵隊の攻撃性に変異が存在することがわかった。さらに、この防衛行動の変異は、兵隊の角や前脚の他の形態形質のサイズに対する相対的な長さや正の相関関係があった。このことから、アブラムシの母虫は兵隊の防衛形態である角や前脚だけでなく、攻撃性も同時に強化していることが示唆された。

P2-228

アメンボ類の個体数変動と環境利用

* 杉尾 文明, 桜谷 保之 (近畿・農・院)

アメンボ類では飛翔力を持つ有翅成虫・飛翔力を持たない無翅成虫両方が出現する種と、有翅成虫のみが出現する種があり、両者では利用する環境や空間的なスケールが異なる可能性がある。そこで本研究ではアメンボ類各種の活動期の個体数変動・移動距離、越冬期の利用環境について調査を行った。

奈良県北西部に位置する奈良市のため池や小水域計13ヶ所においてアメンボ類の個体数変動を調査した。その結果、6種類中4種類のアメンボで生息地により発生ピークのズレや発生期間の違いが認められた。これは各生息場所の環境の変化などにより個体群が変動したか、個体が移動した結果と推察された。アメンボ類の生息地間の移動を確かめるためマーキング調査を行ったところ、3種で移動個体が確認された。移動距離は、有翅・無翅成虫両方が出現するナミアメンボが最も長距離を移動していた。すべての成虫が有翅であるヒメアメンボとヤスマツアメンボでは、一時的な水域を主に利用する前者の方が、林内の小水域やため池に生息する後者よりも移動距離が長かった。アメンボ類の移動距離は翅型の違いに加えて生息する水域の安定性が影響していると考えられた。また、ため池において水際周辺の植物群落で越冬しているアメンボ類の成虫個体数をカウントした。その結果、植物群落の根元部分においてハネナシアメンボ無翅成虫の越冬を確認できたが、ハネナシアメンボ有翅成虫、ナミアメンボ、ヒメアメンボは確認できなかった。飛翔力を持つ個体では越冬時に大きく水際を離れ、春季に異なった生息地への分散が行われると考えられる。

以上のことよりアメンボ類は生息地により発生消長が異なり、その一因として水域間を移動している可能性が推察された。また、飛翔力の有無によって越冬期に利用する環境が異なることが示唆された。

P2-227

有性、無性の実験個体群の動態：フナ類の有性、無性の共存研究 III

箱山 洋 (中央水研), * 児玉紗希江 (中央水研), 岡本千晶 (中央水研), 原田祐子 (中央水研), 小関右介 (長野水試), 松本光正 (中央水研)

無性型のフナは全メスの雌性発生であり、有性型のオスとの配偶行動なしには増殖することができない。一方、クローンのメスだけを生む無性型は潜在的には2倍の増殖率を持つため有性型を駆逐する可能性がある。このことから、フナ類において有性型と無性型が同所的に共存しているのは一つのパラドックスである。同所的共存のためには、(1)無性型の2倍の増殖率を補完する増殖上の有利さを有性型が持つこと(無性型の低い出生率、無性型の高い死亡率など)、(2)少数派になったほうの増殖率が高くなるような頻度依存淘汰が必要である。実験個体群の長期的な動態を観察し、出生死亡率やその原因を調べることで、上記二つの要素を特定することができれば、共存問題の理解に大きく貢献すると考えられる。そこで、半野外および室内の実験個体群を設立し、その観察を4年間行った。半野外実験個体群では、河川水が流入する約17トンの池を8つ用意した。池底は泥質で水生植物が生えている。池には、餌の落下昆虫や捕食者の鳥等は自由に入ってくるが、魚など水生生物は目の細かい網で侵入できないようにした。この池に、有性型と無性型の稚魚180尾を1:4(4池)もしくは4:1(4池)の割合で導入した。実験は無給餌で行った。室内実験個体群では、通常よりも短時間で世代交代を観察できるように日長・水温を制御した。約2トンの池を7つ設定し、有性型6個体・無性型6個体を初期個体としてそれぞれ導入した。毎日、給餌を行い、人工水草の付着卵をチェックした。半野外・室内ともに、年に一回魚を取り上げて、個体数の推定・測定を行い、有性無性型の比率、体長・体重を測定した。得られたデータから、有性・無性型の間で増加率の違いを比較し、少数者有利の頻度依存性があるかを検証した。

P2-229

表流水が枯渇する河川におけるヒナイシドジョウの個体群維持機構：避難場所としての河床間隙域の重要性

* 川西亮太, 井上幹生, 三宅洋 (愛媛大・院・理工)

攪乱時における避難場所 (refugia) の存在は、生物種が個体群を維持するために重要な役割を果たす。河川では、表流水の枯渇や洪水などの攪乱時における水生動物の避難場所として河床間隙域が注目されているが (hyporheic refugia)、これが魚類の避難場所として有効に機能することを示す例はこれまでのところ報告されていない。ヒナイシドジョウは小型の河川性魚類で、愛媛県重信川中流域では表流水が頻繁に枯渇する区間 (間欠流区間) でも恒常的に生息が確認されている。本研究では、この区間における本種個体群の維持に hyporheic refugia が重要な役割を持つのではないかと考え、本種が河床間隙域に避難することで表流水の枯渇を回避しているかどうか検討した。

間欠流区間 (約2.2km) に14~17の調査地点を設定し、表流水の枯渇と回復が繰り返される夏季に本種生息密度の時空間的变化を調査した。枯渇地点において、表流水の回復後、すぐに本種の出現が確認された。しかし、回復後の時空間的な出現パターンから考えると、これらが表流水の枯渇しない永続流区間からの再移入によるものとは考えにくかった。そこで、本種が表流水の回復直後に高密度で出現した淵に、イラストマークで標識した個体を放流した。この淵が完全に枯渇し、その後、再び表流水が回復した時に標識個体が得られるかを調査した結果、1匹の標識個体を得られた。また、完全に表流水が枯渇した時に、河床内部の間隙から採水サンプリングを行ったところ、2匹のヒナイシドジョウが得られた。以上の結果は、表流水の枯渇時に河床間隙域が避難場所として有効に機能していることを示すものであり、間欠流区間における本種個体群の維持に hyporheic refugia が重要な役割を果たしていることを強く示唆している。

P2-230

絶滅危惧種ヒヌマイトトンボ個体群の年変動：既存生息地と創出地

* 寺本悠子, 渡辺 守 (筑波大・院・生命環境)

汽水域のヨシ群落で一生を完結するヒヌマイトトンボは、近年の護岸工事等による生息地の減少に伴い、絶滅危惧Ⅰ類に指定されている。本種の地域個体群の一つが、三重県伊勢市の下水処理施設建設予定地内の小さなヨシ群落（既存生息地）で発見された。この個体群の保全を目的として新たな生息地を創出するため、既存生息地で環境調査を行なった結果、本種が生活する既存生息地のヨシ群落は葉や茎が密生した現存量の多い閉鎖的な空間であることが明らかとなった。本種にとって捕食者や競合者となるアオモンイトトンボは直線的な飛翔を行なうため、閉鎖的なヨシ群落は侵入しにくい場所であり、ヒヌマイトトンボにとって好適な空間となっているといえる。したがって、新たな生息地で捕食者を排除してヒヌマイトトンボの個体群サイズを増加させ、既存生息地と同等の密度とするためには、ヨシ群落を常に閉鎖的に保つことが重要であると考えられる。2003年、隣接する放棄水田にヨシの地下茎を密に植えて、新たな生息地（創出地）を創出した。創出当初のヨシ群落は植え傷みのために現存量が低く開放的であったが、年々生長して既存生息地と同様の現存量を示し閉鎖的となった。この創出地のヨシの現存量と次年度のアオモンイトトンボの幼虫個体数に負の相関が見られたことから、生息地の空間が閉塞的になることで創出当初存在していたアオモンイトトンボが徐々に排除されたことが示された。アオモンイトトンボの幼虫個体数とヒヌマイトトンボの個体群サイズにも負の相関が見られたことから、アオモンイトトンボが排除されることにより創出地の本種の個体群サイズが増加するといえる。2003年以降、創出地で本種の個体群サイズは増加を続け、現在では既存生息地と同等の密度となっている。したがって、生息地の物理的な構造が本種の個体群サイズに影響する可能性が示唆された。

P2-232

首都圏に分布する日本産ヒキガエルの遺伝的多様性

* 長谷和子 (東大院・総合文化), 二河成男 (放大・教養), 嶋田正和 (東大院・総合文化)

定住性であり跳躍しないヒキガエルは、移動分散能力も低く、大部分の個体が毎回同じ池（自分の生まれた池）で繁殖するといわれている。このような生態に相まって、首都圏のヒキガエル個体群では、個体数の減少に伴う近交弱勢が個体群の絶滅へと拍車を掛けていることが懸念される。一方で、東日本に位置する首都圏は、本来、東北日本亜種であるアズマヒキガエル (*Bufo j. formosus*) の分布域であるにもかかわらず、近年、西南日本亜種であるニホンヒキガエル (*Bufo j. japonicus*) の人為的移入が示唆されてきた。本研究では、首都圏、特に東京都内に注目して、日本産ヒキガエルについて、個体群内の遺伝的多様性を量る目的で、ミトコンドリア DNA と核 DNA のマイクロサテライトという2種類の分子マーカーを併用して、解析を行っている。

これまで、首都圏8か所でサンプリングを行い、ミトコンドリア DNA の cytb 領域を用いて、分子系統解析を行った結果、首都圏には7系統（母系）が存在し、そのうち3系統は、本来西日本に自然分布するニホンヒキガエル (*Bufo j. japonicus*) に属すハプロタイプであった。同じ繁殖池由来のサンプルから複数の母系が検出されるなど、首都圏内では個体群内の遺伝的多様性が非常に高く、移入した西系統を取り除いた東系統だけで考慮しても地方における個体群間のそれより高い、という結果が得られた。また、これまでのマイクロサテライト7種の遺伝子座を用いた解析結果からは、近交弱勢の指標となる、個体群ごとのハーディ-ワインバーク平衡からのずれにおいては、有意な結果は示されなかった。加えて、西系統と東系統で特有の対立遺伝子がみられる遺伝子座の解析結果から、2亜種間での交雑も浮かび上がってきた。

P2-231

アカネズミ個体群内のハプロタイプ組成は季節的に変化するのか？

* 高野雄太, 井上みずき, 星崎和彦 (秋田県立大 生物資源)

アカネズミは、堅果類の豊凶によって個体数が変動することが知られている。個体数の変動は繁殖や移出入などにより変化するというが、遺伝的構造もそれに伴って変化するはずである。本研究では、mtDNA チトクロム b 領域を用いて、オスとメスそれぞれのハプロタイプ組成が個体群動態にもなるとどのように変化するか、近隣のハプロタイプ組成と比較して調べた。

調査地は、焼石岳南麓に位置するカスマ沢および、その東部に隣接する大荒沢とした。2地域は少なくとも1km離れている。調査は、カスマ沢では2009年の6月～11月まで、大荒沢では同年10、11月にそれぞれ3日3晩行った。捕獲には生け捕りワナを用いた。ワナは、カスマ沢では約1haに80個、大荒沢では右岸と左岸それぞれ約0.3haに45個ずつ設置した。捕獲個体は、性別・繁殖状態・齢区分・捕獲地点を記録し、組織片を採取後、その場で放逐した。また、採取した組織片のDNAから、mtDNA チトクロム b の塩基配列 (388bp) を決定した。

捕獲された122個体のうち111個体を解析し、27のハプロタイプが確認された。最も多いハプロタイプは、いずれの地域でも優占して分布していたが、各地域のみで分布が確認されたハプロタイプもあった。優占したハプロタイプは一年を通じて変化しなかったが、遺伝的多様性はメスよりもオスで高く、春から秋にかけて徐々に高くなった。一方、個体数は、春から秋にかけて減少し、秋の幼体出現時期に増加した。これらのことから、遺伝的多様性はアカネズミの繁殖や移動を反映して、季節的に変化することが示唆された。また、オスとメスの遺伝的多様性の違いは、オスがよく分散した結果であると考えられる。ただし、アカネズミの個体数は堅果類の豊凶とともに変動するため、年ごとに異なる結果が観察されるかもしれない。

P2-233

局所スケールと地域スケールにおけるエゾヤチネズミ *Myodes rufocanus* 個体群の空間的遺伝構造の違い

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

エゾヤチネズミは、大陸から渡ってきたという地史的背景や移動分散能力が低いことから、様々な空間スケールにおいて異なる時間スケールが反映された空間的遺伝構造が存在すると予測される。本研究では、ミトコンドリア DNA コントロール領域の多型情報に基づき、北海道のエゾヤチネズミ個体群 (N = 559) の空間的遺伝構造を異なる時空間スケールを設定して分析した。

まず、地史の影響を明らかにするために、分子系統樹を作成した。その結果、系統関係と地理的分布に関連性は見られなかった。また、深い分岐は見られず、全171ハプロタイプが1つにまとめられた。次に、より近年の生態学的要因による影響を明らかにするために、集団間の地理的距離と遺伝的距離の関係を2つの空間スケールで調べた。遺伝的距離の指標には、突然変異に基づくハプロタイプ間の塩基置換数を考慮した Φ_{st} とハプロタイプ頻度のみを考慮した F_{st} の2つを用いた。その結果、地域スケール（北海道全域）では、19地域個体群間の地理的距離と Φ_{st} の間に正の相関関係が見られたが、地理的距離と F_{st} の間には関係性が見られなかった。一方、個体の移動分散の影響がより強く反映される局所スケール（2 km 以下）では、8調査区間の地理的距離と Φ_{st} の間には関係性が見られなかったが、地理的距離と F_{st} の間には正の相関関係が見られた。

北海道のエゾヤチネズミ個体群は、同じ地史的背景をもった集団であると考えられる。そして、地域スケールにおいては、突然変異が加味できる時間スケールで距離による隔離パターンが成立し、局所スケールにおいては、ごく短い時間スケールで距離による隔離パターンが成立すると考えられる。

P2-234

冷温帯林の異なる林分における野ネズミ 3種の個体群変動

* 松本幸二 (新潟大学 自然科学研究科), 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とそのパターンに違いがあることが報告されている。2008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、ヤチネズミが特有の林分を好んで利用する傾向がみられた。しかし、野ネズミには大きな個体群の年変動があるため、林分利用状況を把握するには単年の調査では十分といえない。そこで、本報告では異なる林分における3種の野ネズミ個体群の2年間の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3.5m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7月11日、2009年6月11日に行った。

各林分におけるヒメネズミ、アカネズミ、ヤチネズミそれぞれの2年間延べ捕獲数は、ブナ林68, 46, 1個体、ヤチダモ林43, 111, 13個体、サワグルミ林65, 85, 21個体、ドロノキ林89, 64, 14個体および矮性低木林45, 83, 7個体であった。ヒメネズミおよびアカネズミの捕獲数に林分間で有意な差が見られ (Kruskal-Wallis 検定 $p < 0.05$)、ヒメネズミはドロノキ林分、アカネズミはヤチダモ林分をそれぞれ好んで利用していると考えられた。また、2年間の個体群変動は林分ごとで大きく異なる傾向を示した。

P2-236

動物プランクトンの対捕食戦略: 誘導防御と消化耐性

* 坂本正樹 (国環研・リスクC), 永田貴丸, 花里幸幸 (信州大・山総研), 田中嘉成 (国環研・リスクC)

織毛虫やワムシ類、枝角類では、特定の捕食者の存在下で形態や行動などを変化させるものが知られている。これらの防御を誘導する要因として、捕食者から放出されるカイロモン (受容者側が利益を得る情報化学物質) が一般的に知られ、様々な生物種間でその存在が確かめられてきた。さらに近年、捕食者によって引き起こされる水の攪拌や攻撃などによる「物理的刺激」も至近要因として複合的に働くことが明らかになってきた。カイロモンを含む化学刺激は、被食者が捕食者との遭遇前にその存在を感知して対策をとる際に利用される。また、物理刺激により誘導される防御戦略は、捕食者と出会った時の死亡リスクが高くない場合に有効となる。例えばゾウミジンコ (枝角類) の場合、捕食者カイロモンに曝された個体では付属肢の長さが変化し、捕食者との物理的接触がある条件では付属肢の形が変化した。このようにプランクトンは物理・化学的刺激を個別に識別し、被食のリスクに応じて異なる防御対策をとる事がわかってきた。ワムシ類も同様に捕食者誘因性の形態防御を獲得しているが、今回行った実験から、捕食者に食われた場合でも大部分の卵は消化されずに排出されることがわかった。ワムシの卵は水中で1日以内に孵化するため、消化されずに残ったものはそのまま個体群動態に影響を及ぼすことが示唆される。

湖沼生態系における捕食-被食関係の多くは体サイズ依存的で、形態防御のほとんどは体を大きくして食われにくくなるようにする戦略である。しかし、体の小さなワムシ類ではこの他に、消化耐性という別の対捕食戦略を獲得してきたことが明らかになった。本発表では、体サイズと被食者の防御戦略について議論する。

P2-235

カワウとサギと釣り人の分布変化〜アユをねらう三者の相互作用〜

* 熊田那央, 有馬智子, 藤岡正博 (筑波大・生命環境), 本山裕樹 (NPO 法人バードリサーチ)

河川においてカワウによる放流魚の採食が問題とされている。山梨県甲府盆地内を流れる河川ではアユの天然遡上はほとんどなく、カワウの採食場所はアユ放流や釣りの解禁といったイベント前後で変化することがわかっている。一方で、放流アユを利用するのはカワウだけではない。同様に魚を食べるサギ類や釣り人も共通の資源を利用する。このような種間では競争という負の作用と、お互いの存在を利用することで資源の発見確率や採食効率を高めるなどの正の作用の両方が働く。カワウの採食分布にはこのような種間相互作用も影響していると考えられる。本研究ではこれらの種の分布パターンに種間相互作用が存在するかどうか、あるとすればカワウの分布にどのように影響しているのかを明らかにすることを目的とした。

調査は山梨県甲府盆地にある唯一のカワウのコロニーから半径20km以内の河川で行なった。調査範囲の主要な河川を車や自転車で踏査し、カワウやサギ類 (アオサギ、ダイサギ、コサギ)、釣り人の位置や行動を記録した。調査は2009年4月から12月にかけて19回行なった。

1回の調査でカワウを 107 ± 65 SD羽、アオサギを 36 ± 20 羽、ダイサギを 36 ± 24 羽、コサギを 31 ± 34 羽、釣り人を 19 ± 18 人発見した。調査開始からアユ釣りが終了する9月頃までは個体数に大きな変化はなかったが、それ以降、釣り人はいなくなり、カワウやサギ類の個体数は増加した。また、調査範囲をスケールの異なる複数のメッシュに区切り、各メッシュに含まれるカワウと他種の個体数の関係をみると、調査前半 (4月〜6月) のカワウの分布とダイサギ、アオサギの分布が幅広いスケールで一致する一方で、釣り人の分布とカワウの分布は一致しないなど、放流アユを共通の資源とする三者には種間相互作用がみられた。

P2-237

競争と協力のコンフリクトが決める生物の空間分布パターン〜トビケラの採餌分布を例として

* 加藤聡史, 近藤倫生 (龍谷大学), 土居秀幸, 片野泉 (オルデンブルク大学)

野外での生物の分布には様々なパターンが存在する。そのなかでも『群れ』の形成による生物の空間的な集中パターンは広く観察され、その形成メカニズムとともに多くの研究がなされてきた。生物が群れをつくる理由には採餌や繁殖、防衛など様々な要因があるが、Higashi and Yamamura (1993) は、こうした要因をグループの個体同士の協力による利益と競争に伴うコストとの間のコンフリクトとして包括的に取り扱い、グループの最適サイズを説明するモデルを提案した。このモデルでは単一の群れの最適サイズを説明しているが、実際の生物の個体群ではハビタット内にさまざまなサイズの複数のグループをつくって分布していることも多い。

その一例として、本研究ではトビケラ幼虫に着目した。トビケラ幼虫は川床の石表面の付着藻類を餌とするが、付着藻類の厚さによって分布様式が異なることが観察されている。彼らは藻類マットが厚いときには単独での採餌が困難で集合して採餌をする必要があるが、同時に個体密度が増加すると一匹の獲得餌量が減少してしまう。我々は、こうした餌資源の『利用しやすさ』にともなう協力と競争のコンフリクトについてのシナリオの違いが、トビケラ幼虫の空間的な分布パターンを決めているのではないかと考えた。

そこで本講演では、上述のモデルを個体ベースモデルと格子モデルによって空間構造と複数の群れでのダイナミクスを扱うように拡張し、ハビタットに分布している各個体が周囲の情報に基づいて自身にとって最適な個体密度となる場所へ移動するようなモデルを提案する。このモデルを用いて、トビケラの行動に当てはめた条件のもとで計算機シミュレーションを行った。その結果、トビケラの空間的な分布パターンは、彼らの認識範囲と餌の固さによって決まる最適なグループサイズの違いで説明できることが明らかとなった。

P2-238

栃木県におけるイノシシの分布拡大

1) 橋本 友里恵*, 2) 小金沢 正昭 1) 宇都宮大院農, 2) 宇都宮大

イノシシによる農作地への被害増加が全国的に問題となっている。栃木県も例外ではなく、30年ほど前は西部地域、茨城県にもまたがる個体群が確認されているが、当時はそれほど大きな被害は報告されていないなかった。しかし近年、南東部の群馬県寄りから別の群が分布を広げており、それに伴う農業被害等も多発している。有害駆除等のデータより10年前に比べ10倍以上に分布を拡大し、捕獲数も比例して増加している。現在も分布を広げているイノシシのこれまでの分布拡大の経緯を探ることは、これからさらに分布拡大していく可能性の高い地域を予測し、被害防除のための施策を行う上で重要である。これまでの研究によりイノシシは標高、積雪などが行動を阻害するとされている。逆にイノシシは里山的環境を好むとされている。

本研究では栃木県で行われている有害獣駆除の結果と植生及び標高、積雪などを考慮し、イノシシがなぜその場所に分布を広げたのかということを検討した。

方法は1998年から2007年に栃木県が行った有害獣駆除で捕獲されたイノシシ数のデータを使用し、2.5km×2.5kmのメッシュデータを使用した。10年分のデータとその周辺環境を調べることで分布を広げた要因と逆に分布を阻害した要因について検討した。

P2-240

植生データを用いた森林棲コウモリ類の生息適地予測～栃木・茨城における試み～

* 渡邊真澄(東京農工大・農), 津山幾太郎(森林総合研究所), 安井さち子(つくば市並木), 上條隆志, 吉倉智子(筑波大学・院・生命環境), 松井哲哉(森総研・北海道), 丹羽忠邦(茨城県), 梶光一(東京農工大・農)

人工林の増加や自然林の減少などの景観変化は、森林棲コウモリ個体群の減少の主な要因になると考えられる。そこで本研究では、栃木県・茨城県内を対象とし、森林棲であるヒメホオヒゲコウモリおよびコテングコウモリを中心に、種ごとの分布と主に現存植生との関係を一般化加法モデル(GAM)を用いて解析し、生息適地の予測を行った。

GAMの説明変数には、人工林、二次林、自然林または自然林に近い森林(以下、自然林)、暖かさの指数(WI)を用いた。植生データは、捕獲地点を中心とした直径1.35km円バッファ内の植生区分の割合を算出して用いた。目的変数には、両種の夜間捕獲記録の有無データを使用した。その際、有データはそのまま使用し、無データについてはブートストラップ法によって、基データと同数の100セットのデータを抽出した。これらのデータを用い、モデル構築は種ごとに100回行い、各試行ごとにステップワイズ法による変数選択を行い、変数ごとの選択頻度を記録した。

ヒメホオヒゲコウモリのモデル構築において選択頻度が高かった主な要因は、1km円内の自然林率、1km円内の人工林率、WIであった。一方、コテングコウモリにおいては、主な要因はWIのみであった。得られた潜在生息適地マップを元に、2県内における生息適地の面積を算出したところ、ヒメホオヒゲコウモリの生息適地は2県全域の4.1%を占め、コテングコウモリの7.5%に比べ地域が限定されていた。これは、ヒメホオヒゲコウモリが立ち枯れ木や大径木などの、人工林や二次林には比較的少ない資源をめぐらんとすることと関係していると考えられる。

P2-239

mtDNA解析を用いた北海道東部におけるヒグマの遺伝的構造

* 伊藤哲治(日大・生物資源・森林動物), 中山秀次(日大・生物資源・森林動物), 小林喬子(東農工大・院・連合農), 佐藤喜和(日大・生物資源・森林動物), 間野勉(北海道環境研)

北海道のヒグマ(*Ursus arctos*)は、mtDNAのコントロール領域の解析により、17種類のハプロタイプ(Ht)を有することが明らかとされており、3つの分子系統グループに、地理的に別れて分布していることが報告されている。これらの分布パターンはmtDNAが母系遺伝であり母方のmtDNAのみ受け継ぐこと、メスは出生地付近に行動圏を形成し、オスに比べて長距離の移動分散をしない行動の特徴を現しているものと考えられる。北海道東部阿寒白糠地域は、メスのHtから、白糠丘陵の西部と北東部で2系統(クラスターA: HB02, クラスターB: HB13)のHtの地理的分布が確認され、両クラスターの分布境界線に位置することが明らかとなった。しかし、HB2について、メスは道央に、オスは道央・道東に広く分布しており、詳細なHtの分布を言及することは難しい。そこで、mtDNAコントロール領域5'側の一部にチミンの反復数に多型が確認されており、道央・道東に広く分布しているHtにおいても、メスが異所的であれば個体群の分布および移動オスの出生地を明確に判別することが可能であると考えられる。そこで、阿寒白糠地域およびその北部と東部にて有害駆除および学術捕獲されたヒグマの組織(1996-2008年: 約300個体)を用いて、チミン反復数を考慮したmtDNA多型解析をおこない、その分布を調査した。その結果、阿寒白糠地域の白糠丘陵の西部と北東部では、メスのHtの分布に異所的な分布が明確に確認されたが、その北部と東部では、メスのHtの分布に明確な異所的分布は認められなかった。

P2-241

移入マツの結実量に影響されるアカゲラの繁殖個体群動態

* 森 さやか(東大・農・生物多様性/日本野鳥の会), 北村 亘, 樋口 広芳(東大・農・生物多様性)

アカゲラは、分断化された森林地域で主要な樹洞生産者として重要視されているキツツキの一種である。先行研究において、北海道十勝地方でアカゲラの標識個体群のモニタリングを計8年間実施した。その結果、冬期の食物資源量と気温が成鳥生存率と加入個体数に大きな影響を及ぼし、それが個体群サイズ変動の主要因であることが明らかになった。この食物資源が移入マツであるチョウセンゴヨウの種子であり、その結実には同調性があることが知られている。成鳥生存率はチョウセンゴヨウの豊作年に60%以上、凶作年には30%前後と大きく変動し、加入個体数はチョウセンゴヨウが凶作かつ気温が低い冬の翌年に著しく少なかった。

本研究では、移入マツの減少が個体群持続性に与える影響を予測するため、先行研究で得られた人口学的パラメータとその変動パターンを組み込み、閉鎖系を仮定して個体群動態のシミュレーションを作成した。初期個体数400、環境収容力500で100年間、10,000回試行したシミュレーションの結果では、個体群持続可能性は現状で97%以上だったが、チョウセンゴヨウが8.4%以上減少すると95%以下になった。また、チョウセンゴヨウが43%減少すると、個体群持続可能性は50%以下になった。

十勝地方では、かつて常緑樹としてチョウセンゴヨウが好まれて植栽され、その出荷ピークは約50年前である。農耕地帯では主に、点在する民家の周囲に数本から十数本という小単位で植栽されているので、1本が総数に占める割合は大きい。結実量は成長に伴い増加するが、成長すると伐採されてしまうことも少なくない。十勝地方の分断化された森林地域で、アカゲラの個体群維持、ひいてはその樹洞を利用する生物の多様性の保全を図るためには、移入種であるチョウセンゴヨウの維持管理にも注意を払う必要があるだろう。

P2-242

キロショウジョウバエにおける発育期間に関する選抜実験とゲノムワイドスクリーニング

* 寺村皓平 (岡山大・院環境), 岡田泰和 (岡山大・異分野融合コア), 高橋一男 (岡山大・異分野融合コア), 宮竹貴久 (岡山大・院環境)

成虫前期間として定義される発育期間は、幼虫期の栄養条件や、代謝速度だけでなく、概日リズムにも影響されることが示唆されてきた。実際には、キロショウジョウバエにおいて、時計遺伝子の一つである、*period* が発育期間に関与することや、ウリミバエにおいて、発育期間と概日リズムの間に遺伝相関があることが報告されてきた。これは、発育期間に掛る自然選択が、概日リズムの変化を介して交尾行動を行う時刻にも違いが生じ、生殖隔離が起こる可能性を示唆しており、同所的種分化の理解において重要である。しかし他の時計遺伝子が、発育期間に与える影響や、既知の時計遺伝子以外の遺伝子が、発育期間と概日リズムの両方に多面発現的効果を持つ例は、ほとんど知られていない。ゲノムが解読されており、様々な遺伝学的ツールが利用可能なキロショウジョウバエは、このような問題に取り組むうえで、最適な研究材料である。

本研究では、発育期間と概日リズムの遺伝相関の解明を目的に、キロショウジョウバエを用いて、人為選抜実験とゲノムワイドスクリーニングを行った。選抜実験では、発育期間に対して、長期化と短期化の方向へ分断化選択を行った。ゲノムワイドスクリーニングでは、約450のDrosDel系統(欠失塩基配列領域を同定した欠失染色体をもつ系統)の発育期間を測定し、対照系統と発育期間が有意に異なる系統を選別した。また、選抜実験により確立された系統と、スクリーニングにより選別された系統について、アクトグラフを用いて、歩行活動周期を測定しており、その進歩状況についても報告したい。

P2-244

小規模分断林におけるエゾリス (*Sciurus vulgaris orientis*) の分布：生息地の面積が重要か質が重要か？

館絢花 (北大・環境), 齊藤隆 (北大・環境)

多くの野生生物が生息地の消失や分断の影響を受けている。個体群の長期存続にとって、生息地の面積と質どちらが重要なのかという問題は、生息地管理にとって重要である。分断化に敏感だとされるキタリス (*Sciurus vulgaris*) の分断林での分布を予測するモデルが作られてきたが、面積が10 ha以下の分断林ではモデルの予測精度が低かった。そこで本研究では、面積10 ha以下の分断林におけるエゾリス (*S. v. orientis*) の分布の決定要因を調べることによって、生息地の量と質の相対的な重要性を評価した。生息地の量として分断林の面積、生息地の質として秋冬の餌資源として重要なオニグルミとチョウセンゴヨウに着目した。エゾリスの分布は目視と自動撮影カメラを用いて、エゾリスが主にオニグルミを食べる9月と主にチョウセンゴヨウを食べる10月の計2回調査した。ロジスティック回帰分析とAICによるモデル選択の結果、エゾリスの分布を説明する要因としてオニグルミ、チョウセンゴヨウ、面積がこの順で重要であった。オニグルミは単独でも9月、10月、両月のエゾリスの分布すべてを十分に説明することができ、チョウセンゴヨウは単独だと10月のエゾリスの分布しか説明できなかった。面積は、単独でエゾリスの分布を説明することができなかったものの、チョウセンゴヨウと一緒にモデルに入れると分布を説明することができた。また、最適モデルとして選ばれたのはオニグルミとチョウセンゴヨウを説明変数としたモデルだったが、面積を説明変数として含んだ複数のモデルのAICも最適モデルと同程度に小さかったため、相対的な重要度は低いが、面積もエゾリスの分布を説明するのに貢献していることがわかった。以上より、面積10 ha以下の小規模分断林におけるエゾリスの分布には、生息地の質が生息地の量よりも重要であると結論できた。

P2-243

エゾシカの個体数増加とヒグマによるエゾシカ新生子の捕食

* 小林喬子 (東京農工大・連合農), 佐藤喜和 (日大・生物資源), 梶 光一 (東京農工大・農)

北海道東部を中心に、1990年代にエゾシカ (*Cervus nippon*) の個体数が急増し、それに伴いヒグマ (*Ursus arctos*) によるシカ利用が増加したことが報告されている。その原因として、シカの駆除や狩猟で生じた残滓の増加が関係していると考えられている。しかし、近年シカの個体数および駆除数は減少または横ばいであるのにも関わらず、ヒグマによるシカ利用は減少していない。海外の研究で、有蹄類の個体数増加に伴いクマ類による有蹄類の新生子捕食が増加したことが示されていることから、北海道においてもヒグマがシカの残滓だけでなく新生子を捕食するようになったことが予想される。

シカの個体数変動とヒグマの新生子捕食の関係を明らかにするため、ヒグマによる新生子利用のモニタリング方法の確立、およびシカ分娩期に北海道東部でシカ個体数の多かった時期(1999-2000年)と減少した時期(2006-2008年)に回収されたヒグマの糞に占める新生子の年次変化の算出、を行った。

シカ1歳子および新生子の被毛を採取し観察した結果、被毛幅から新生子を識別することが可能であった。これより、ヒグマの糞から出現したシカの被毛幅を基にヒグマによる新生子利用をモニタリングすることとした。

上記で得られた識別基準を用いてヒグマの糞に占める新生子の割合を算出した。その結果、ヒグマによる新生子の利用は1999-2000年と比較して2006-2008年は増加していることが示された。

以上のことより、ヒグマはシカの個体数増加により新生子を捕食するようになったこと、そしてヒグマの採餌行動には学習の影響が大きいことから、資源量が減少したにも関わらず捕獲が容易である新生子の利用が近年増加していることが考えられた。

P2-245

冷温帯のスギ人工林におけるオオヒラタシテムシの個体群動態

* 滝 若菜, 渡辺 守 (筑波大・院・生命環境)

鳥類や小型哺乳類の死骸が地表に出現するのは偶発的であり、冷温帯地域においてはほとんどが脊椎動物によって利用されてしまうため、その消失も早い。このような時間的・空間的に不安定で短期間出現の資源を利用する無脊椎動物は、その資源を長くても1世代しか利用できないといわれている。

腐肉食性のオオヒラタシテムシは、成虫も幼虫も同じ地表という2次元空間を共有し、腐肉を餌資源として生活している。本研究では、一様な環境であるスギ人工林を調査地とし、本種の幼虫出現時期の7月、8月にそれぞれ7日間ずつ標識再捕獲を行なった。鳥のひき肉を1g入れたベイトトラップを2m間隔で計144個仕掛けて、設置から24時間後にトラップを巡回した。空間分布の解析結果より、成虫は独立して生活し、幼虫は同齢で集合する傾向のあることがわかった。また、Jolly-Seber法により個体群パラメータを算出したところ、本個体群は定住性が高いことが示唆された。実験室内では、野外で捕獲した成虫に、毎日鳥のひき肉1gを与えて飼育し、雌と雄、ペア、幼虫の齢別日当たり摂食量を測定したところ、雌は雄の約2倍近く摂食した。3齢幼虫は1齢幼虫や2齢幼虫の2倍摂食しており、これは雄の摂食量とほぼ同じであった。雌が産卵するにはペアで日あたり最低0.1g以上の肉を摂食する必要があった。これらの結果から、野外における餌密度を推定するとともに、本種の餌資源利用様式に伴う個体群動態について考察する。

P2-246

近接水系に生息するカワネズミ *Chimarrocale platycephala* の mtDNA Cytb 領域からみた遺伝的多様性

* 藤本竜輔, 岡孝夫, 天野卓, 小川博, 安藤元一 (東農大)

半水生であるカワネズミ *Chimarrocale platycephala* の生息環境は溪流沿いに限定されているため、一般的な陸生小哺乳類と比べて個体群の孤立性が強い可能性がある。そこで本研究は、生物地理学的な観点から近接水系に生息する個体群の mtDNA Cytb 領域の塩基配列を分析し、本種の遺伝的構造を解析することを目的とした。調査地は神奈川県丹沢山地を流れる相模川水系、酒匂川水系および奥多摩山地を流れる多摩川水系の渓流域である。丹沢山地の両河川は水系としては独立しているが、源流部は最小 1.5km しか離れていない。多摩川水系についても水系として独立しており、丹沢山地の調査地とは 30km 以上離れている。供試個体として、相模川水系の上流域 (面積 約 90 km², 河川延長 約 100km) で捕獲した 17 頭、酒匂川水系の上流域 (面積 約 10 km², 河川延長 約 6km) で捕獲した 2 頭、多摩川水系の上流域 (面積 約 10km², 河川延長 約 5km) で捕獲した 1 頭を使用した。供試個体から組織片を採取して DNA を抽出し、mtDNA Cytb 領域部分配列 (1080bp) の塩基配列を決定して多型解析をおこなったところ、全 20 頭から 4 つの多型 (Hap-1, Hap-2, Hap-3, Hap-4) が認められた。相模川水系からは Hap-1 (16 頭) および Hap-2 (1 頭) が検出された。酒匂川水系からは Hap-3 (1 頭) および Hap-4 (1 頭) が検出された。多摩川水系からは Hap-1 (1 頭) が検出された。以上のことから、同一水系に生息するカワネズミ個体群には、完全に単一でないものの主要な 1 つのグループが存在することが明らかになった。この結果について、他の陸生小哺乳類や魚類などの事例と比較検討する。

P2-248

セックス アンド ザ シャーレ：マメゾウムシの種間競争と繁殖干渉

* 京極大助, 西田隆義 (京大・農・昆虫生態)

近縁種間の競争を扱った研究は膨大に存在するが、それらは主に資源競争を前提としたものであった。しかし近年、種間競争を考える上での異種間の性的な干渉 (繁殖干渉) の重要性が注目されている。アズキノウムシとヨツモンマメゾウムシの系においても、競争結果が主に繁殖干渉によって決まることを Kishi et al.(2009) が示した。しかし、成虫間にはたらく未知の資源競争が影響を与えている可能性はいまだに残されている。

我々は先行研究データ (Yoshida 1966) の再解析により、アズキノウムシ、ヨツモンマメゾウムシ単独ではそれぞれの種で 1 ♀あたり次世代虫数-密度曲線は単調減少であるものの、別種が存在することによりこの曲線が極大値をもつように変化する、すなわち密度増加により 1 ♀あたり次世代虫数が増加することを示した。この現象は資源競争では説明できず、また繁殖干渉によって合理的に説明可能であり、個体群動態を決定するうえでの繁殖干渉の重要性を強く示唆するものである。

P2-247

エゾシカ個体群の分布拡大に伴う最近 15 年間での遺伝的構成の変化

* 竹川聡美 (北大・環境科学院), 永田純子 (森林総合研究所), 増田隆一 (北大・理学研究院), 宇野裕之 (道環境科学研究センター), 齊藤隆 (北大 FSC)

北海道のエゾシカは、明治期に豪雪や高い捕獲圧により絶滅に瀕したが、針葉樹林の山系で数個体群が生き延びたと考えられている。その後、エゾシカは分布域を拡大しながら爆発的に増加した。現在北海道では、北海道を 3 地域に区分し、エゾシカの個体群管理を行っている。しかし、この区分は主にエゾシカの個体数と行政の利便性を考え設けられたもので、この区分が生物学的特徴に沿ったものであるか、改めて評価する必要がある。その為には、エゾシカ個体群の遺伝的構成と、分布域拡大に伴うその変化の把握が不可欠である。本研究では、分布の拡大過程にある 1991 ~ 1996 年と生息適地への分布拡大がほぼ終了した 2008 ~ 2009 年の、2 つの時代のエゾシカ個体群の遺伝的構成を比較した。mtDNA の D-loop 領域 (602bp) と msDNA (5 遺伝子座) の 2 つの指標を用い、1991 ~ 96 年と 2008 ~ 09 年のエゾシカそれぞれ約 200 個体を分析した。各地域個体群の mtDNA の Haplotype の比率からクラスター分析し、得られた個体群間の Fst 値の有意差 ($P < 0.05$) を基に、2 つの時代で北海道は 4 地域に区分された。この 4 つのエゾシカ個体群の msDNA の遺伝子頻度に、1991 ~ 96 年より 2008 ~ 09 年の方がより多くの地域間で有意差 ($P < 0.05$) があり、2008 ~ 09 年で 2 地域に区分された。遺伝情報を基にした地域区分と保護管理に用いられている地域区分は一致せず、保護管理の区分は生物学的特徴に沿ったものとはいえなかった。また、最近 15 年間のエゾシカの分布域拡大に伴い個体の分散が抑制され、地域間で遺伝的分化が進んだと考えられる。

P2-249

オオヒラタシテムシの飛翔筋 2 型：隣接した局所個体群間における大きな種内変異

* 白石恭輔, 廣田忠雄 (山形大・院・理工)

P2-250

ツキノワグマによる春期樹皮剥ぎ発生要因の解明

* 中山直紀 (宇都宮大・院・農), 小金澤正昭 (宇都宮大・演習林)

ツキノワグマによる造林木への樹皮剥ぎ被害は、近年ではその生息地全体にまで広がりを見せ、重要な林業問題となっている。これまで様々な防除方法が開発され試験が行われているが(2000 斎藤など)、どの造林木を守るべきかわからずに悩まれている林業家も多い。ツキノワグマによる樹皮剥ぎに関する研究は多く行われ、広葉樹林に隣接した造林地や尾根(2006 窪田など)、食物資源となる下層植生がない土地などで多く被害が発生するとの報告がある(2001 吉田ら)。また樹皮剥ぎは好んでの採食行動であり(1996 北原ら)、春期に糖度含有量の上がる造林木から狙う(2003 西ら)などの報告がされている。それでも十分に樹皮剥ぎ発生要因が解明されたわけではなく、さらなる研究が必要となっている。

そこで本研究では被害木の空間分布に着目し、被害木分布と周辺の環境条件の関係を解明することを目的とする。そして樹皮剥ぎの被害予測に繋げることを目指す。

調査は宇都宮大学付属船生演習林、第7~9林班内の被害造林地で行う。ここは栃木県高野山山系のクマ個体群の生息範囲であるが、被害の程度は軽度と思われる、樹皮剥ぎ被害発生初期としての研究に適していると考えられる。

演習林の林班内に4ha(200m×200m)の方形区を設定し、0.25ha(50m×50m)の方形区に分割するし、内部の被害木の毎木調査を行った。また、すべての0.25haの方形区内に100m²の方形区を設け、内部のすべての立木の毎木調査と被害の有無を記録した。

現在までの調査で1つの4ha方形区内で581本の被害木の位置データを得た。また4ha内には約9920本の立木が存在し、被害率は6%となり軽度被害地である。

本発表では、4ha内の被害木をGISに取り込み、植生などの環境データとの関係を考察していく。

P2-252

コバネナガカメムシの個体群間にみられる形質変異と地理的な遺伝構造の違いとの関連

* 嘉田修平 (京大院・農・昆虫生態), 兼子伸吾 (京大院・農・森林生物), 井鷲裕司 (京大院・農・森林生物), 藤崎憲治 (京大院・農・昆虫生態)

河川を生息地として利用する生物では、分布が限られてくる。その結果、河川にそった遺伝構造のつながりを示す種が、水棲の無脊椎動物で知られている。本研究で材料としたコバネナガカメムシは、翅多型性昆虫であり、野外で発見される個体はその多くが短翅型(定住型)で、非常に分散能力は低いと考えられる。寄主植物は、主に河川に生えるツルヨシと湖沼に生えるヨシであり、それぞれの植物群落上で本種は大きな個体群を形成する。また、本種のヨシ個体群とツルヨシ個体群の間では、体サイズや分散型出現性、遺伝的基礎をもつ形質の差がみられることがこれまでの研究で分かっている。つまり、ツルヨシ個体群とヨシ個体群の間で、遺伝的分化が進んでいる可能性が示唆される。本研究では各個体群の16SrRNA領域の遺伝子配列を調べることで遺伝構造を明らかにし、形質の差をもたらす遺伝的バックグラウンドを検証することを、目的とした。

遺伝構造を調べた個体群は、滋賀県の琵琶湖沿岸のヨシ群落における本種個体群と、琵琶湖の流入河川沿いのツルヨシ群落上の個体群を選んだ。流入河川では各3~5個体群、琵琶湖沿岸では10個体群程度において採集を行い、全個体の16SrRNA領域の塩基配列に基づく系統解析を行った。その結果、異なる個体群から採取された個体が同一の塩基配列を有しているなど、個体の分布と系統関係に対応は認められなかった。また、淀川流域内の猪名川個体群や三重県の河川個体群のように琵琶湖から離れた地域に分布する個体からも琵琶湖沿岸で採取された個体と同一の塩基配列を有する個体もあり、本種が比較的頻りに長距離を移動していることが示唆された。それらの結果をもとに、形質の差がみられるのに、rRNAの遺伝子型構造について差がみられない理由を考察する。

P2-251

栃木県茂木町の水田と畑地におけるイノシシ被害地点と周辺環境特性

* 野元加奈 (宇都宮大・院・農), 高橋俊守 (宇都宮大・農・里山科学センター)

近年、イノシシによる農作物被害が増大し、深刻な社会問題となっている。特に、中山間地域においては、イノシシによる農作物被害が原因で離農する例もあり、農業経営の大きな阻害要因となっている。これまでの研究では、イノシシ被害の発生要因は解明されてきているが、被害発生地点の周辺環境特性の解明は十分なされていない。さらに、現在行われているイノシシの被害対策では、農地を一律に扱っているが、土地利用を考慮して分析している例は少ない。そこで本研究では、被害地点の農地を水田と畑地に大別し、それぞれの被害地点の周辺環境特性を明らかにすることを目的とした。

分析には、栃木県茂木町が実施した2007年度イノシシ被害調査による494件のGISデータを使用した。土地利用を水田と畑地に大別し、被害地点と同数のランダムデータを発生させ、林縁や河川からの距離、被害地点後背の森林面積等、被害地点の環境特性を示す変数を説明変数とした多重ロジスティック回帰分析を行った。

この結果、水田における被害地点は林縁からの距離と自然河川からの距離、その一方で畑地における被害地点は耕作放棄地からの距離と建物からの距離、後背森林面積がそれぞれ主要な環境要因として選択された。本研究により、被害地点の環境特性は水田と畑地によって異なることが示唆され、イノシシによる被害対策には土地利用と周辺環境を同時に考慮した対策を見出す必要があることが示された。

P2-253

愛知県弥勒山における *Apodemus* 属 2 種のミトコンドリアハプロタイプの多様性について

* 白子智康, 大塚裕貴, 南基泰, 上野薫 (中部大・応用生物)

アカネズミ (*Apodemus speciosus*) とヒメネズミ (*A.argenteus*) は森林帯の多くの場所において同所的に生息しているため、生息環境の嗜好性や生息状況については多数報告されてきた。しかし、両種の遺伝的多様性と生息環境、特に林相との関係については報告されていない。本研究では両種が同所的に生息する愛知県弥勒山において、異なる林相間で両種の個体数及び遺伝的多様性について比較し、それらに寄与する植生要因について検討した。

春日井市東部丘陵に位置する弥勒山(北緯35度18分、東経137度3分、標高281-331m)に、照葉樹林区、落葉広葉樹林区、ヒノキ人工林区の3区(各区に3コドラート12×12m)設置した。捕獲調査は、2008年6~12月の間、毎月一回三連夜、記号放逐法で行った。遺伝的多様性は、ミトコンドリアDNAのD-loop遺伝子領域のDNA多型を指標とした。

アカネズミは全区で合計21ハプロタイプ、36個体が確認され、落葉広葉樹林区(12ハプロタイプ、15個体)、人工林区(9ハプロタイプ、11個体)、照葉樹林区(6ハプロタイプ、10個体)の順に高くなった。ヒメネズミは全区で合計7ハプロタイプ、34個体が確認され、人工林区(7ハプロタイプ、14個体)、落葉広葉樹林区(4ハプロタイプ、14個体)、照葉樹林区(2ハプロタイプ、6個体)の順に高くなった。また、両種ともに全体及び林相別に比較しても、捕獲個体数及びハプロタイプ数に、雌雄の差は認められなかった。

落葉広葉樹林区でアカネズミの捕獲個体数、ハプロタイプ数共に高くなった理由としては、堅果樹種本数が最も多く餌条件がよいためだと考えられる。また、反対に人工林ではヒメネズミの捕獲個体数、ハプロタイプ数共に高くなった。

P2-254

ミナミアオカケムシの飛翔能力が分布拡大に与える影響

* 守屋伸生, 藤崎憲治 (京大院・農・昆虫生態)

近年近畿圏において、ミナミアオカケムシ *Nezara viridula* (以下ミナミアオ) は、同属近縁種であるアオクサカケムシ *N. antennata* (以下アオクサ) を駆逐しながら、その分布を北方へと拡大している。これまでの研究から、その要因として、気候温暖化によるミナミアオの越冬生存率の上昇、ミナミアオの高い増殖率、両種の種間交尾などが考えられてきた。しかし、分布の拡大及び置き換わりにおいて重要であると考えられる両種の移動分散能力については、これまでほとんど明らかになっていない。そこで、本研究では飛翔能力に着目し、両種の移動分散能力の比較を試みた。

2009年7~9月に近畿地方の様々な地域において採集した個体を、スピードガンによって飛翔速度を計測した後、フライトミルを用いて飛翔能力を23時間計測した。計測が終了した個体は解剖し、雌については、交尾の有無及び成熟卵の有無、雄については、付属腺発達の有無を確認した。これらから、飛翔個体割合、推定飛翔距離、生殖状態別の推定飛翔距離について、両種で比較を行った。その結果、ミナミアオはアオクサよりも飛翔個体割合が少なく、またアオクサ雄が最も飛翔能力が高かった。また、生殖状態によって、両種の推定飛翔距離に傾向の違いが見られた。以上のことから、ミナミアオはアオクサと比較すると、飛び立ちにくく、かつ飛翔能力が低いということが示された。

これらのことから、両種の移動分散能力の違いがミナミアオの分布拡大とアオクサとの置き換わりにどのような影響を及ぼすのかについて考察する。

P2-256

野生生物の最小存続可能個体数と絶滅：クマを参考にした個体群モデル

* 由田太一, 中桐齊之, 田中裕美 (兵庫県立大・環境人間), 向坂幸雄 (茨城県医療大)

最小存続可能個体数とはその数以下になると絶滅が危惧される最低限の数であり、従来から希少種についての最小存続可能個体数の推定がなされていた。ツキノワグマについても同様に最小存続可能個体数が推定されていたが、空間スケールを考慮した分析は考えられていなかった。そこで今回は格子モデル上にツキノワグマを参考にしたモデル生物を配置して、空間スケールを考慮した最小存続可能個体数の推定を行った。

P2-255

ウシガエルのメタ個体群構造を介した外来種へのトップダウン効果

* 武田勇人, 宮下直 (東大・農・生物多様性)

分断化された生息地にすむ生物は、メタ個体群構造をとっていることが多く、生息地の連結性が個体群の存続にとって重要であることが広く知られている。しかし、外来種がこのような生息地に侵入した場合、外来種の影響を介して在来種にとって連結性が逆に負に影響する可能性がある。以前から外来種や病原菌の拡散による連結性の負の影響が指摘されてきたが、これまで実証研究はほとんどなく、保全の現場においても考慮されてこなかった。そのため、連結性が外来種のインパクトにどのように影響するかを明らかにすることは、外来種の影響を適切に評価し、外来種管理による在来種の保全策を考える上で重要であると考えられる。

本研究では、外来種のウシガエルの胃内容物分析と、ウシガエルおよび在来種のツチガエルの野外における分布調査により、以下の仮説を検証することで、ツチガエルに対する、ウシガエルのメタ個体群構造を介した連結性の負の影響を明らかにすることを目的とした。(1) ウシガエルはカエルを多く捕食している。(2) ウシガエルの分布に生息地の連結性が重要となっている。(3) ウシガエルおよび生息地の連結性がツチガエルに負に影響している。調査は、岩手県一関市の206個の溜池群を対象とした。重回帰分析のモデル選択の結果、連結性はウシガエルの分布に正に効き、ツチガエルの分布にはウシガエルと連結性が負に影響していることが推測された。このことから、種間相互作用を介して、生息地の連結性が負の影響を及ぼすことが示唆された。

P2-257

シカ密度と農業被害程度の関係の経年変化とその要因

* 岸本康誉 (兵庫県森林動物研究セ), 藤木大介, 坂田宏志 (兵庫県立大)

全国各地で、ニホンジカによる農業被害の問題が深刻化している。農業被害の軽減を目的にニホンジカの個体数を調整するためには、ニホンジカの生息密度と農業被害の程度との関係性を解明する必要がある。また、その関係性は集落周辺の環境変化に応じて経年変化する可能性があることから、被害軽減のためのより効果的な密度調整と被害防除を行うには、関係性の経年変化とそれらの関係性に影響する要因を解明することが重要である。

本研究では、2004年から2008年までの5年分の狩猟者による1日あたりの平均シカ目撃数である目撃効率データと、農業集落(4195集落)を単位として集落の世話人である農会長へのアンケートからえた農業被害程度データを用いて、シカ密度と農業被害程度との関係性の経年変化を解析した。また、目撃効率に加え、各集落における金網柵の設置率などの被害防除の程度や各集落における林縁長や集落周辺の堅果類の豊凶などの環境要因データを加えることにより、農業の被害程度に影響する要因について、階層ベイズモデルにより解析した。各パラメータの事後分布は、マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いて、多数のランダムサンプリングを得ることにより推定した。

解析の結果、シカ密度と農業被害程度との間には、正の相関関係が認められ、その相関は2004年以降、経年的に弱くなった。これは、柵の設置が進むことにより被害程度が徐々に減少したためであると考えられる。また、集落における金網柵の設置率と農業被害程度との間には、負の相関関係が認められ、2006年から2008年にかけて、その相関は弱くなった。これらの結果は、防護柵の劣化により、防除の機能が低下しているためであると考えられる。

P2-258

北海道マイマイガのミトコンドリア DNA ハプロタイプとその混成状況及び性表現

*倉沢美穂, 山口博史, 塚越英晴, 時下進一, 東浦康友(東京薬大・生命)

マイマイガ *Lymantria dispar* は約10年に1度大発生して様々な樹木の葉を食べる森林害虫である。北海道の混成地帯では子孫が雌のみになる現象がみられる。混成地帯とはミトコンドリアDNA(mtDNA)のハプロタイプが異なる2系統が混ざり合っている石狩低地帯の辺りを指しており、そこより西には本州型、東には北海道型が生息するが、すべて北海道亜種である。この性比異常にはmtDNAの系統ごとに性決定因子の強さが異なることが関連するため、混成地帯の個体ごとの性決定因子の組み合わせとその頻度を調査した。

まず混成地帯を含む北海道の3地域から卵を採集して卵塊ごとのmtDNAハプロタイプを調べた。それらを飼育したのと同じハプロタイプの系統を考慮して交配を行い、翌年の成虫の性比を観察した。mtDNAの解析により混成地帯からは本州型と北海道型が共に検出され、道南からは本州型、旭川からは北海道型のみが検出された。交雑の結果、翌年の成虫は雌雄両方、雌のみ、雄のみというパターンが卵塊ごとに見られた。

性決定因子はその量的関係や強さのバランスによって性決定に関わっていると考えられ、細胞質中の雌決定因子と、Z染色体上の雄決定因子がある。性決定因子の強さは地域によって異なり、受け継ぐ因子のバランスが崩れると間性や致死となる。北海道型は最弱のため本州型との交配により片方の性が致死となる。mtDNAハプロタイプの結果が同じ本州型でも系統間交雑により例えば強い雌決定因子と弱い雄決定因子を1つずつ持つ雌が生まれ、生存、生殖が可能である。混成地帯から採集した同じ卵塊由来の交雑実験から異なるパターンの性比が観察されたため、混成地帯には系統間交配により強さの異なる性決定因子の組み合わせを持つ個体が繁殖していることを示している。

P2-260

石川県白山地域におけるニホンザル群れの長距離季節移動の3年

*上馬康生, 山田孝樹, 増田美咲(石川県白山自然保護センター)

ニホンザルの群れのなかには、季節に応じた食物を求めて季節移動を行なうものが知られている。その季節移動をラジオテレメトリー法で明らかにした例は幾つかあるが、報告されているのは調査期間が一年以内など短いのが一般的である。2006年9月から2009年12月までの間、石川県白山地域で発信機装着個体(成獣雌4頭)を継続追跡し、また適時現地に入って目視調査を行なうことで群れの行動を調べたところ、低地から高山帯までの長距離におよぶ季節移動を毎年繰り返していることが明らかとなった。

秋に高標高地から低標高地に移動してきて翌秋に再び戻ってくるまでを1年とすると、秋から翌春の高標高地への移動前までの冬期生息域、春の移動期、6月から秋の低標高地への移動前までの夏期生息域、秋の移動期に分けることができた。春の移動開始時期は3年間で大きな違いはなかったが、秋の移動開始時期は年による違いが大きく、その原因については追跡した群れの夏期生息域での秋の主要な食物であるブナの実の作柄と関係していると考えられた。すなわち凶作年は豊作年と比べると1か月以上早く移動を開始しており、大凶作年は更に早く大豊作年は更に遅くなっている可能性が高かった。春と秋の移動ルートはそれぞれの時期の主要な食物のある場所を通っていると考えられ、春と秋ではルートが異なっていたが、年ごとの変化はみられなかった。夏期生息域はブナ帯上部から亜高山帯で一部高山帯までの範囲にわたっていた。冬期生息域は集落周辺の落葉広葉樹林を中心とするところであり夏期生息域に比べると面積は狭かった。

追跡した群れの周辺には発信機により識別された別の群れがいるが、それらの群れとの年ごとの位置関係の変化からもこの群れの動きについて考察した。

P2-259

オスの配偶者選択における種内・種間変異: ホンヤドカリ属3種を対象に

*和田 哲, 竹下文雄, 安良城侑生(北大院・水産)

テナガホンヤドカリ、ヨモギホンヤドカリ、イクビホンヤドカリでは、オスが交尾・産卵間近な成熟メスに出会うと、そのメスを掴んで持ち歩く交尾前ガード行動を示す。これらの種ではメスの繁殖形質(産卵期、成熟サイズ、年間産卵回数、個体群内における産卵の同調性など)に種間変異があり、全ての種で、オスは配偶者をめぐる競争と配偶者選択の両方をおこなう。3種間ではメス1個体のクラッチサイズや、その個体間変異の幅、実効性比の時間変動パターンなどが異なるため、オスの配偶者選択の選択基準も異なることが期待される。さらに、同一種でも配偶者をめぐる競争で優位の大型オスと劣位の小型オスでは配偶者の選択基準が異なるかもしれない。そこで、本研究では3種のオスを対象として室内で配偶者選択実験をおこない、大型オスと小型オスの選択基準を比較した。

実験では、野外で採集したガードペアを雌雄別々に用いて、1個体のオスと2個体のメスのランダムな組み合わせを作り、それら3個体を水槽に入れて、5分後にガードしていたメスを記録した。その後、野外のペアごとに飼育して、産卵までの日数および全個体のサイズを記録した。その結果、配偶者選択の選択基準に種内・種間変異が認められた。3種ともに、大型オスはメスの体長に基づく配偶者選択をおこなっていたが、産卵までの日数は選択基準になっていなかった。いっぽう、テナガの小型オスはメスの体長と産卵までの日数の両方を選択基準としていたが、ヨモギの小型オスでは、どちらも選択基準になっていなかった。発表では、これらの種内・種間変異の理由を考察する。

P2-261

闘魚の形態的左右非対称性に対応した威嚇誇示

*竹内勇一(京大・理), 堀道雄(京大・理), Omar Myint(大阪市大・理), 幸田正典(大阪市大・理)

様々な動物で、威嚇行動が起こりやすい左右の視野(威嚇行動の左右性)についての報告があり、それは脳の構造や機能分化との関係が推察されている。その方向性は、高等脊椎動物では種ごとに概ね決定しているが、魚を含む下等脊椎動物では個体ごとに異なる場合が多い。近年、様々な魚類が個体ごとに左右に偏った頭部形態をもち、それが捕食行動の左右性と対応することが明らかとなってきたが、威嚇行動との関係性は調べられていない。

今回、私たちは闘魚(*Betta splendens*)の威嚇誇示行動時における偏った目の使用と形態的左右非対称性の関係について報告する。闘魚のオスは、同性個体や鏡に映った自身の像に、激しい威嚇行動を起こす。水槽の周りを鏡で囲った装置内で、どちらの体側を「相手」に見せつけるか(目の使用する方向)を10分間記録した。25匹のうち、5匹は鏡に映った像に対して、主に左体側で威嚇誇示(左目を使用)を、一方で8匹は主に右体側で威嚇誇示(右目を使用)を行った。実験後、捕食行動の左右性と対応が報告されている「頭骨-頸椎骨の角度」、および相手への威嚇に重要な意味をもつと考えられる「鰓蓋の面積の左右差」を計測し、その頻度分布を解析した。その結果、前者は「分断的非対称性」、後者は「対称性のゆらぎ」と定義できた。また、威嚇誇示で使用する目の方向性は、頭骨-頸椎骨の角度との有意な対応があったが、鰓蓋の面積の左右差とは関係性が見られなかった。すなわち、形態の左利き(体が左に曲がった個体)は威嚇行動で主に左目を、形態の右利き(右に曲がった個体)は主に右目を使用していた。これらの結果は、頭部形態の左右差の計測が、脳の機能分化の個体差を調べるのに役に立つこと、またそのような形態的非対称性は、様々な行動の左右性と対応することを示唆している。

P2-262

ヨモギホンヤドカリにおける右鋏脚の性的二型と武器としての機能

*安田千晶, 鈴木祐太郎, 和田哲(北大・水産)

ホンヤドカリ属は雌雄共に発達した右鋏脚をもつ。本属では、左鋏脚を摂餌行動に用い、右鋏脚を貝殻をめぐる闘争に使用することが知られている。本属の多くの種で体サイズの性的二型が認められ、さらにオス間闘争において相対的に大型のオスが有利であることが報告されている種もあるが、右鋏脚長の性的二型や、右鋏脚長がオス間闘争の勝率に及ぼす影響を検証した例はない。しかし、オスは左鋏脚でメスの貝殻を掴んで交尾前ガードをおこない、明らかに右鋏脚を用いてオス間闘争をおこなっている。そこで本研究では、ヨモギホンヤドカリ *Pagurus nigrofascia* における右鋏脚長の性的二型を記載し、野外調査と室内実験によって右鋏脚長がオス間闘争の結果へ及ぼす影響を検証した。

メスをガードするオスとほぼ同サイズの単独オスによるオス間闘争実験の結果、ガードオスでは右鋏脚が長いほど勝率が高かった。対戦する2個体のオスのうち、片方のオスの右鋏脚を切除した実験では、切除オスの勝率が低かった。これらの結果から、本種の右鋏脚がオス間闘争時に武器として機能し、右鋏脚の長さや有無がその結果に強く影響することが示唆される。また、形態測定の結果、未成熟個体の右鋏脚長に性差はなく、成熟個体ではオスの右鋏脚が相対的にメスより長かった。このことは、オスの右鋏脚に性淘汰が作用していることを示唆する。そして、野外でガードオスとして採集された個体は、単独オスよりも大きな右鋏脚をもっていたが、両者の差は体サイズの大きな個体ほど小さかった。この理由について、本発表では右鋏脚に対するエネルギー投資の可塑的変異という観点から考察する。

P2-264

協同繁殖社会における経済学：ミーアキャットの毛づくろいは社会関係を反映する

沓掛展之(総研大・葉山, JST さきかげ)

安定した社会構造を持つ動物において、毛づくろい行動は、衛生的機能のみならず社会的機能をもつことが知られている。本研究では、協同繁殖をする哺乳類ミーアキャットにおいて、優位個体が関与する毛づくろい行動の分析から、その社会的機能を検証した。以下の4つの結果より、毛づくろい行動の分布には、本種に見られる専制社会的特徴がみられ、個体間の社会関係の「価値」が反映されていることが分かった。(1) 安定した繁殖パートナーである優位個体間は、劣位個体との間よりも、高頻度で毛づくろい行動を行っていた。(2) 劣位個体から優位個体への毛づくろい行動は、優位個体から劣位個体への毛づくろい行動よりも高頻度に行われるという非対称性が見られた。この結果は、劣位個体は毛づくろい行動によって優位個体の攻撃性を緩和している可能性を示している。(3) 優位オスは、群れ外オスから群れを防御する劣位オスに対して長時間毛づくろいを行っていた。一方、優位メスによる毛づくろいは、繁殖をめぐる対立の相手である年長の劣位メスに対して、もっとも低頻度で行われていた。(4) 優位オスから劣位個体への毛づくろい行動頻度は、群れサイズと負の関係を示しており、群れサイズが大きくなるにつれて、群れ内社会関係が希薄になっていることを示している。その一方、劣位個体が優位オスを毛づくろいする時間は、群れサイズが大きいほど長かった。この結果は、群れサイズが大きいほど、劣位個体一頭あたりの社会的価値が小さくなるために、劣位個体はより多くのサービスを行う必要があるという Biological market 理論の予測と一致する。これらの結果から、ミーアキャットにおける毛づくろい行動は個体間の社会関係を構築・維持に用いられていると考えられる(Kutsukake and Clutton-Brock 2006, 2010, *Animal Behaviour*)。

P2-263

ヨモギホンヤドカリではメスの産卵までの日数がオス間闘争に影響を与える

*鈴木祐太郎(北大・水産), 竹下文雄, 和田哲(北大院・水産)

メスをめぐるオス間闘争は普遍的な個体間相互作用のひとつであり、資源保持能力(RHP)や、資源の価値(RV)などが、その結果に影響を及ぼす。ホンヤドカリ属のオスは、繁殖期になると成熟メスの貝殻を掴んで交尾までの数日間交尾前ガード行動を示し、ガード中のメスをめぐるオス間で闘争する。また、本属ではメスの体サイズと産卵数に相関がみられる。したがって、本属のオスにとっては、メスのサイズと交尾までの時間がRVの指標として挙げられる。本研究ではヨモギホンヤドカリ *Pagurus nigrofascia* を対象種とし、まず、オスがこれらの指標を基準として配偶者選択している可能性を検討するため、配偶者選択実験をおこなった。次にオス間闘争実験をおこない、これらのRV指標とオスのRHPに影響を及ぼす2つの要因(体長とオーナーシップ)が闘争結果に及ぼす影響を検証した。闘争実験では、野外でガード中のオスをランダムに、メスをガードした状態の“オーナー”と、メスをガードしていない“チャレンジャー”の二群に分け、それぞれを遭遇させた。

その結果、オスは交尾直前脱皮までの日数のみを配偶者選択の基準としていて、日数の短いメスを選択した。オス間闘争実験でも、体長とオーナーシップに加えて、脱皮までの日数が闘争に影響を及ぼしていた。これより、本種のオスはメスのサイズではなく成熟度をRVとして評価し、配偶行動時の意思決定に利用していることが示唆される。また、メスの脱皮までの日数の効果は“オーナー”で相対的に強かった。このことから、オスがメスのRVについての情報を得るためにはメスに触れてガード行動をする必要があると考えられる。一方で、“チャレンジャー”がガードしていたメスの脱皮までの日数もまた闘争結果に影響していた。このことから、RVが過去の経験として闘争に影響する可能性が示唆される。

P2-265

交尾栓のサイズをめぐる性的対立

高見泰興(神戸大・人間発達環境)

雌が複数の雄と交尾する動物では、雄は精子競争を勝ち抜くためにさまざまな行動を進化させる。雌交尾器をふさいでライバル雄の交尾を妨げる「交尾栓」もその一つである。クロナガオサムシの雄は精巣の付属腺からタンパク質を分泌し、交尾栓を形成する。交尾栓が大きいほど雌の再交尾率は低いので、大きな交尾栓は雄の受精成功を高めるうえで役立つと考えられる。しかし、大きな交尾栓が雌の繁殖成功に与える影響はまだよくわかっていない。

クロナガオサムシの雌は交尾栓を自ら排出することがあり、後にこれを摂食することによって栄養的利益を得る可能性がある。そこで、雌の餌条件を変えて交尾栓の排出頻度を実験的に比較した。交尾栓が雌にとって栄養であるならば、餌条件の悪い雌ほど交尾栓を排出しやすいと期待されたが、そのような傾向はみられなかった。また、雌の交尾栓摂食行動も観察されなかった。

次に、雌の交尾栓排出行動と関連する要因を統計的に探索したところ、雌の餌条件、体サイズ、卵巣重量とは関係がなかったが、交尾栓自体が大きい時ほど速やかに排出されることが明らかとなった。これは、大きな交尾栓は産卵を妨げ、雌にとってコストとなりうるため、より積極的に排除されているためかもしれない。

以上の結果は、大きな交尾栓は精子競争での雄の受精成功を高めうるが、同時に雌によってその効果が減せられやすいことを示している。つまり、クロナガオサムシの交尾栓のサイズをめぐる、雌雄のinterestは対立していることを示唆する。

P2-266

遺伝子座内性的対立は誇張形質の性的二型だけでは解消しない

* 原野智広 (九大院・理・生態科学), 岡田賢祐 (University of Exeter, 岡山大院・環境・進化生態), 中山慧, 宮竹貴久 (岡山大院・環境・進化生態)

オスとメスの相同形質の大部分は共通の遺伝子によって支配されている。しかし、相同形質の最適値はしばしば性によって異なる。その代表例は、メスを引きつける性的装飾やオス同士の闘争における武器として用いられる誇張形質である。これらの誇張形質はオスにおいては適度上の利益をもたらすが、メスにおいてはそうではない。このような形質に働く選択は性間で拮抗的であり、各性の最適な形質が進化するのを妨げる。この状況は遺伝子座内性的対立と呼ばれる。

遺伝子座内性的対立は、性によって異なる表現型が発現すれば解消されると考えられる。多くの生物では、誇張形質はオスのみで発達するという性的二型を示す。このことから、誇張形質に働く選択が引き起こす遺伝子座内性的対立の大部分は、進化の過程で解消済みであると認識されている。しかし、オスの誇張形質に働く選択に対して、雌雄共有の他形質における相関反応が生じる可能性がある。その場合、他形質の相関反応がメスにとって非適応的であるために、遺伝子座内性的対立が生じるかもしれない。甲虫の1種であるオオツノコクヌストモドキにおいて、この形の遺伝子座内性的対立を実証した。本種では、オス間闘争に用いられる大顎がオスのみで発達する。オスの大顎を大きくするように人為選択を行うと、体の後部が小さくなるという相関反応が両性に現れた。このメスの体形における変化は産卵数の減少を引き起こした。これらの結果は、オスの大顎に働く選択が、雌雄共通の遺伝子に支配されている体形における変化を介して、メスの最適な形質の進化を妨げることを示している。したがって、誇張形質の性的二型の進化だけでは、遺伝子座内性的対立を完全に解消することはできないであろう。

P2-268

アジアイトトンボにおける雄の副生殖器の精子置換能力：卵擬態

* 田島裕介, 渡辺守 (筑波大・院・生命環境)

アジアイトトンボの雌には交尾囊と受精囊と呼ばれる2つの精子貯蔵器官があり、受精囊は細長い受精管によって交尾囊とつながっている。一方、雄は、他の蜻蛉目と同様に、副生殖器の先端に鉤状の付属器をもっているが、付属器が受精囊管より短いため、付属器は受精囊内に届かず、精子を直接掻き出すことはできない。ところが、交尾を中断して雌を解剖すると、受精囊内の精子は減少していたので、掻き出し以外の精子除去機構の存在が推測されるようになった。このような精子除去機構を説明する最も有力な仮説は、神経刺激による精子の放出である。雌の内部生殖器の両側にある産卵板と呼ばれる板状の構造の表面には物理刺激を受け取る感覚子があり、精子貯蔵器官周辺の筋肉の動きを制御している。すなわち、産卵時に卵が卵管から産卵管に向かって動いてきた刺激を感覚子が受け取ると、その刺激は神経を経由して伝達され、受精囊の周りの筋肉が収縮し、精子は放出され、受精が行なわれるのである。交尾中、雄の副生殖器の先端部は産卵板付近に挿入されているため、雄の腹部の運動は、卵の動きに擬態する刺激となり、受精囊内の精子の放出を促している可能性がある。もしそうなら、副生殖器の先端部の幅が広く、感覚子に強い刺激を与えることのできる雄ほど、受精囊内の精子を多く除去できるだろう。副生殖器の幅の広さと精子除去数に関係が見られるに違いない。そこで、交尾中断実験を行ない、雌体内の残存精子数と副生殖器の幅との関係を調べると、副生殖器の幅が広い雄ほど、受精囊内の精子を有意に多く除去しており、受精囊内の精子が神経刺激による精子の放出によって除去されている可能性の高いことが示唆された。実際の卵の幅と比較すると、副生殖器の幅はかなり広いので、雌は産卵時よりもかなり強い刺激を受け取っているのかもしれない。

P2-267

死にまねの生態学的意義と生体アミンの役割

* 宮竹貴久 (岡山大院環境), 佐々木謙 (金沢工大), 西 優輔 (岡山県農総セ)

多くの分類群の生物で、外部からの刺激を受けると動かなくなる「不動」行動が知られている。この行動は、一般に、「擬死」、「死んだふり」とか「死にまね」と呼ばれる。本発表では、まず擬死をした個体にとって、この行動が生存の上でどのように役立つのかについて過去に解釈された研究報告をレビューし、擬死の生態学的意義について考える。次に、コクヌストモドキにおいて、1) 20世代以上の人選抜実験によって死にまね時間を遺伝的に長く固定した系統(L系統)と、遺伝的に短く固定した系統(S系統)の成虫に対して、それぞれ神経伝達物質として働く生体アミンであるオクトパミン、セロトニン、チラミン、ドーパミンを腹部よりインジェクションして擬死時間のアッセイを行った実験、2) 両系統にドーパミンの働きを強める作用を持つカフェインを経口投与、およびインジェクションして擬死行動アッセイを行った実験、そして3) 両系統の脳内に存在する生体アミン類の量を比較した解析の結果から、コクヌストモドキの死にまね持続時間を支配している主な物質が神経伝達物質であるドーパミンであることを示し、昆虫の不動行動における生体アミンの役割について考察する。

P2-269

目立つべきか？不味くあるべきか？局所的捕食圧が促進する警告色の多様性機構

* 持田浩治 (京大・理・動物)・北田稔 (長大院・生産)・池田光幸 (長大院・生産)・高谷智裕 (長大・水産)・荒川修 (長大・水産)

警告色とは、不味さと関連した目立つ色彩のことを言う。この警告色に関する研究の多くは、歴史的・伝統的に、警告色の目立ち易さがその個体の不味さの程度を表す正直なシグナル(Honest signal)であることを前提としてきた。一方で、野生動物の警告色の目立ち易さと不味さとの関係を調べた実証研究は、両者の間に正の相関(Honest signal)だけでなく、負の相関(Dis-Honest signal)や非相関(Dis-Honest signal)が見られることを報告している。またこれらの現象を説明するために、様々な理論モデルが構築されてきた。本発表では、アカハライモリを対象に、警告色の目立ち易さと毒性の関係について解析した結果を報告する。それらを簡単にまとめると、野生個体の警告色と毒性の間には、表現型レベルでは相関関係が検出されなかった。しかし卵から室内飼育した個体の警告色と毒を獲得する能力の間には、負の相関関係が検出された。これらの結果は、共に、イモリの警告色の目立ち易さが、その個体の不味さの程度を表す正直なシグナル(Honest)でないことを示唆するものであった。最後に、本現象を生息環境の毒資源供給の不安定性と局所的な捕食圧の違いから説明する。

P2-270

アミメアリの物件選び

斎藤昌志・*廣田忠雄(山形大・理・生物)

生息環境は、時間とともに変化する。巣場所の選択には、現在だけでなく、将来も良好に利用できる環境を確保することが重要である。その際に、過去の経験を生かすことは有用である。アミメアリ(*Pristomyrmex punctatus*)は、永続的な巣を作らず、様々な環境を転々と移動する。加えて膜翅目昆虫は学習能力が高い。そのため、巣場所選択に対する学習の影響の調査に適している。

本種は、乾燥した微少気候を嫌い、遮光性と保湿性の高い物体を一時的な巣として利用する。この性質を利用し、以下の4つ実験を行った。

【実験1】巣があるケージを中心に、左右に餌場となるケージを配置し、各々1mのホースで繋いだ。巣ケージと一方の餌ケージの土壌は人為的に保湿するが、他方の餌ケージは自然に乾燥させた状態で、1ヶ月アリを自由に行動させた(学習期間)。その後、中心のケージから巣を取り除き、双方の餌ケージの土壌を湿らせた上で新たな巣を1つずつ設置して、行動を観察した。その結果、採餌時に湿っていたケージを巣場所として利用するのが分かった。

【実験2】学習後にホースを交換する処理を加えて実験を繰り返しても、同様の結果が得られた。そのため、残存した道標フェロモンの影響は低いと推定された。

【実験3】学習期間にランドマークを湿った餌場所のみに設置し、学習後にランドマークを逆の餌場所に移動した。その結果、実験1・2と同じ結果を得、ランドマークの影響は見られなかった。

【実験4】実験3と同様のデザインだが、学習後ケージ・土壌・ホース・ランドマークを新品に交換して観察した。その結果、実験3とは異なり、ランドマークがあるケージに移動した。

このように、アミメアリは採餌時に湿潤であることを経験した環境を、餌場所として選ぶことが分かった。また、自身が分泌した指標や、環境中のランドマークなどを手掛かりにしていることも示唆された。

P2-272

飛ぶ鳥が飛び立つ時—角度解析

*鳥谷健一郎(統数研)、依田憲(名古屋大)、佐藤克文、塩見こすえ(東大海洋研)、清水邦夫(慶応大)

水鳥が海面から飛び立つとき、どういう方向で助走を始めるのだろうか。ひとつの俗説では、鳥は風上に向かって飛び立つ。しかし、GPSロガーによる1秒以下のスケールで得た岩手県三貫島で繁殖するオオミズナギドリ(オオミズナギドリ)の移動軌跡などを見る限り、これは必ずしも正しくない。だからといって、「いろいろな場合がある」で済ませられないくらいの確かな傾向も伺える。当たり前のことではあるが、風上に向かって飛び立つ時、行きたい方向に飛び立つ時、水面で流された方向のままに飛び立つ時、等がある。こうしたあいまいな場合、何らかの統計的手法による定量的分析が有効である。ここでは角度に関する確率分布を用いた飛び立つ方向に関する初等的分析で得た発見を報告する。

P2-271

クモの造網行動における、複雑な行動のコストと対捕食者防御

*中田兼介(東京経済大)、輪湖千春、森貴久(帝京科学大・アニマルサイエンス)

動物が環境の複雑性に対応するための一つの方法が、行動の複雑性を増すことだと考えられる。一方で、観察される行動は必ずしも常に複雑なものとは限らない。このことは、複雑な行動にコストが存在することを意味していると考えられる。本研究では、クモの造網を対象に行動の複雑性と時間コストの関係を明らかにすることを目的とする。

ギンメッキゴミグモ *Cyclosa argenteoalba* の垂直円網は、上半分の半径が下半分より大きいという上下非対称性を示し、その程度には変異が見られる。非対称な網を造るには、造網時に自分の位置を常に把握し、上半分と下半分で横糸の間隔を違えるか、どちらかでUターンしながら横糸を張ることで本数を違える必要がある。これは、非対称な網を造るためには情報処理に負荷のかかる複雑な行動が必要であることを意味している。

そこで、ギンメッキゴミグモの造網行動を実験室下でビデオ撮影し、網の非対称性と造網時間の関係を解析した。その結果、単位長さあたりの横糸を張るのにかかる時間と網の非対称性とに間に正の相関が示された。このことは、行動が複雑になるとその遂行にかかる時間コストが増大することを示していると考えられる。また、捕食者の超音波を模した音叉刺激に曝したクモの張る網は、そうでないクモと比べて、対称性が強かった。このことは、捕食リスクを認識したクモが、襲撃される危険の高い造網にかかる時間を短縮するため、網の複雑性を下げているものと解釈できる。このことは、複雑な行動のコストという観点から、捕食者-被食者関係といった生態学的現象を解釈する上でも重要であることを示唆している。

P2-273

イモゾウムシの交尾行動に関する至近要因

*熊野了州、栗和田隆、城本啓子(琉球産経(株) / 沖縄病虫防技セ)、小濱継夫(沖縄農研セ)、原口大、安田慶次(沖縄病虫防技セ)

一般に動物の交尾行動は雌雄双方の意思決定のもとに成立する。雄が雌に求愛する場合、求愛の強さはライバルの存在、潜在的な交尾相手の質やその出会い頻度など、様々な要因に基づき決定することが多くの研究で示されている。イモゾウムシ(*Euscepes postfasciatus*)はサツマイモの重要害虫で、熱帯~亜熱帯に分布し、日本では南西諸島に分布している。本種は交尾の前後に雄のマウント行動が見られ、この行動は数分から数時間とばらつきが大きい。マウント時に雄は何らかの方法で雌を刺激し、雌が腹部を持ち上げることで交尾が成立するが、雌に受入れられないままマウントを解除する例も少なくなく、時間的なコストにもなる交尾努力と考えられる。現在、雄のマウント行動を解発する化学物質が、雌成虫の体表に存在することが明らかになっているが、交尾行動における本物質の機能は明らかではない。本研究では、マウント行動解発物質を含む雌抽出物を塗布したガラス玉(モデル)を使用することで、交尾相手に関する要因のコントロールを行い、雄の交尾経験や、モデルの経験を操作し、その後の求愛努力(モデルへの反応時間)と求愛成功を調査した。その結果、羽化後雌の存在を全く経験しない雄や交尾を経験した雄に比べ、モデルを経験した雄は、求愛努力が減少した。一方で、モデルを経験した雄はそうでない雄と比べ交尾成功が高かった。これらの結果から、化学的刺激による雌の存在の認知が雄の交尾成功を高めるが、求愛努力と見られるモデルへの反応時間を延長が関与しているのではないことが明らかになった。本種では、未交尾雄の雌認知により、配偶者に関する評価時間の変化や求愛努力の質的变化の可能性がある。

P2-274

ヒナに擬態して雌をさそうツバメの雄

*長谷川 克 (筑波大・生命環境), 渡辺 守 (筑波大・生命環境), 中村雅彦 (上教大・生物)

メスは生産する子の数があらかじめ決まっているため、自身の適応度を増やすには、なるべく質の高いオスと配偶した方がよいと考えられる。したがって、これまでメスの配偶者選択には適応的な意味合いがあると一般に考えられてきた。しかし近年、メスはオスにだまされ、オスを選ばれている場合があることが報告された。これは情報搾取仮説と呼ばれ、オスはメスの元々の性質（たとえば餌の好み、対捕食者行動など）を利用してメスにアピールすることで、自身に有利な（メスには有利でない）形質を進化させるという。これらの報告は主として無脊椎動物や魚などにおいて得られているが、行動生態学のモデル生物である鳥類においての報告はほとんどなく、したがって、情報搾取仮説が生物の進化においてどれほど一般的なのかはまだよく分かっていない。しかしながら、鳥類においては、昔からオスの求愛行動が雛の行動と酷似することがしばしば報告されている。もしオスが雛の行動を真似することでメス进行操作しているのならば、情報搾取仮説は現在知られている以上に一般的であるといえるだろう。ただし、残念なことに、オスの雛様行動は多くの場合、羽の震わせ等の行動的要素を伴うために、実験的検証が難しく、実証研究はまだない。ツバメは一夫一妻の鳥類であり、求愛行動中に雛様行動を行う。本種オスの行う雛様行動は羽の震わせではなく、ジージーという雛様の声である。この声はさえずりとは全く異なる、遙かに単純な声である。本種の雛様行動は音声のみであり、また行動はメスから見えない巣内で行われることから、あらかじめ録音した音声を使って、実験的な検証が可能である。これによって、本種において情報搾取仮説を検証する。

P2-276

タガメの雌は卵塊を保護する雄を選択するか？

門司麻衣子 (京大・理)

タガメ *Kirkaldyia deyrolli* (Heteroptera Belostomatidae) は日本の本州以南に分布する水生昆虫であり、卵塊を雄親が単独で保護することが知られている。動物における子の保護は一般的に雌親によって行われるが、タガメは性的役割が逆転している。このように雌雄で性的役割が逆転している種において、繁殖様式のマカニズムを詳しく知ることは種における性的役割が進化の過程でどのように決定されてきたのかを考察する上で重要である。本研究は雌個体の行動に着目し、繁殖相手として単独雄と保護を行っている雄を比較した場合、雌が保護を行っている雄に対して選好性を示すかを検証した。雌の選好性の有無を検証するため、卵塊の有無で条件に差を付けた2体の雄の乾燥標本を雌に提示し選択実験を行なった。結果、実験個体数が少ないため統計的な差は出なかったが、特定の雌個体が卵塊の周囲で長時間定位することが観察された。また、未交尾の雄に対して卵塊を提示した所、卵塊に対して保護行動をとる個体が観察された。これらの結果と観察から、本研究では雌の選好性の存在は明らかにならなかった。しかしタガメの雌には卵塊に対する行動に大きな個体差が見られ、特定の雌個体に対しては卵塊の有無が滞在時間に影響する可能性が予想される。また、未交尾雄が卵塊を保護する行動は、雌の選好性に対応する行動とも考えられる。雌の選好性の存在を確かめるにはより厳密な実験系と個体数が必要である。

P2-275

トゲワレカラの親子関係：子供が母親に乗っているのはどんな時？

*原田彩知子, 田中萌, 竹下文雄, 和田哲

ワレカラは海藻上で生活する小型甲殻類であり、一部の種で子供の保護をすることが知られている。子供の保護をするワレカラには子供を母親の身体につかまらせる「つかませ型」の種と、母親の周囲に密集させる「はべらせ型」の種に大別される。トゲワレカラ *Caprella scaura* はこれまで前者の保護型が報告されていたが、私達の調査地では、本種は普段はべらせ型をとり、稀につかませ型の保護行動を示すことがわかった。このことから、本種では状況に応じて保護形態が変わる可能性がある。本研究では、つかませ型は、母親が子供の捕食を回避する場合や、波浪等により海藻が揺れて子供が流される危険が高い場合におこなわれるのではないかと仮説を立て、室内実験による検証を試みた。

私達は2009年11月に北海道南部、白尻の岩礁潮間帯でトゲワレカラを採集し、止水条件下で個別に飼育した。子供が産まれた後、1個体もしくは3個体のオスを、親子を入れた容器に投入し、親子の行動を30分間観察した（遭遇実験）。オスは他の実験により子供の捕食者として確認されている。また、親子を入れた容器を1分間攪拌し、その後の親子の行動を30分間観察した（攪拌実験）。実験前の保護形態は、ほとんどがはべらせ型だった。遭遇実験の結果、母親はオスに対して攻撃行動を示したが、保護形態に変化はなかった。攪拌実験では、子供が母親によじ登る行動が観察された。よじ登った子供の個体数は母親のサイズや子供の総個体数、出産後経過日数とは関係がなかった。また、母親が子供を拾い上げて自分の身体に乗せる行動は観察されなかった。発表ではこれらの結果に加えて、野外調査の結果を紹介し、他の要因の影響についても議論する。

P2-277

疑ベイツ擬態はどのようなときに生じるのか？鳥類捕食者を使った検証

*本間 淳 (京大・理・動物行動), Johanna Mappes (University of Jyväskylä)

擬態を研究する際に捕食者による学習・忘却過程を考慮することの重要性が指摘されて久しいが、心理学において得られた動物の学習・忘却の過程に関する知見を取り入れた擬態理論 (Speed 1993) は、本来ミューラー型擬態になると予測される条件下、寄生的な関係が生じる（疑ベイツ quasi-Batesian）との予測を導くため、新たな論争を引き起こしている。発表者らは、以前の研究においてこの「心理学モデル」に最適採餌を導入したシミュレーションモデルを作成した。その結果、a) 代替餌の存在を無視していたこと、そして b) 「捕食圧一定」を暗黙の内に仮定していたこと、の2つがミミックがモデル種の被食リスクを増大させる効果を過大評価する原因となっていることが明らかとなった。そして、この2つの要因を取り除くと、ミューラー型擬態は常に相対的であり疑ベイツは生じないと予測された。

今回発表者は、ヒヨコをモデル捕食者として用いてこの予測の検証を行った。被食者は人工餌を処理することにより作成した。モデル、ミミック、代替餌は4%、1%クロロキニーネ溶液と蒸留水にそれぞれ1時間浸して乾燥させた後、モデルとミミックは赤色の、代替餌は緑色の食用色素で染色した。

代替餌の影響に関する実験では、代替餌が十分にある場合とかなり少ない場合に、モデルの被食リスクが、ミミックがない場合（コントロール）にくらべてどのように変化するかを調べた。「捕食圧一定」処理の影響に関する実験では、(1) ミミックを増やした分だけモデルを減らす（捕食圧一定）処理、(2) モデルの数は減らさずにミミックを同数加える処理、(3) モデルは(1)と同数に減らし、残ったモデルと同数のミミックを加える処理、においてモデルの被食リスクをコントロールと比較した。

P2-278

リュウキュウアユのなわばりの安定性に対する評価

*安房田智司, 鶴田哲也, 阿部信一郎, 玉置泰司, 井口恵一郎 (中央水研)

両側回遊魚であるアユは、成長期を河川の中流域で生活し、水底の付着藻類を食べる。アユは摂餌なわばりを構えるといった独特の生態を持つ。しかし、なわばり維持のコストが利益よりも上回るような小型個体は、群れ摂餌を行うことも知られている。アユの亜種リュウキュウアユは、亜熱帯域に生息し、形態的にも遺伝的にも本州産のアユと異なる。リュウキュウアユの生息する河川は本州よりも藻類の生産性が低く、生物群集も異なることから、アユの摂餌生態は亜熱帯域に適応している可能性が高い。しかし、本種の摂餌生態に関する知見は乏しい。本研究では、鹿児島県奄美大島におけるリュウキュウアユの摂餌生態を明らかにすることを目的とした。

役勝川の中流域約200mの区間で個体群構造を調査した結果、なわばりを持つ個体だけでなく、群れ摂餌や単独放浪摂餌する個体も多く見られた。なわばり個体は群れ個体よりも大型であり、成長には有利な摂餌戦略と考えられた。群れ個体は水底の付着藻類だけでなく、流下浮遊物を多く摂食していた。なわばり個体の詳細な観察から、なわばりの広さは1.5m²で本州のアユのなわばり(約1m²)よりも広がった。大型個体はより広いなわばりを維持したが、周囲のアユ密度が高い場所ではなわばりが狭くなっていた。小型個体はなわばりを失う率が高く、乗っ取った個体は常に元のなわばり所有者より大きかった。

これまでリュウキュウアユのなわばりは本州のものより不安定であると報告されていたが、なわばり戦略は本州のアユと同様に機能していることが明らかになった。しかし、摂餌戦略が多様であること、広いなわばりを維持することなどは、亜熱帯環境に適応したリュウキュウアユの特徴であると考えられた。

P2-280

トキの餌探索パターンとハビタット利用の季節変化

*遠藤千尋 (新潟大・自然), 永田尚志 (新潟大・超域)

佐渡島で試験放鳥されたトキが野生復帰可能かどうかを判定するには、トキの利用している環境中の餌生物量を把握すると同時に、各環境で何をどれだけ食べているかという情報が必要となる。さらに、潜在的な餌量の評価をするためには、個体(あるいは群れ)の採餌場所選択や餌選択を説明するモデルをつくる必要がある。トキは、主にくちばしの接触による餌の探索を行い、ドジョウ、カエル、昆虫類、ミミズなどを採餌しているが、詳しい採餌生態についてはほとんど情報が無い。採餌に利用するハビタットは、水田、あぜ、草地、休耕田などである。このうち、水田は、イネが生育した夏期には利用できなくなるため、生息域内で利用可能なハビタットの潜在面積は季節的に変動する。そこで、利用するハビタットと餌生物の種類を季節変化を解析し、季節ごとにハビタット選択や餌選択が異なるかを検討する。次に、それぞれのハビタットや餌生物によって、餌の探索方法がどのように異なるかを把握するために、採餌ハビタット、餌の種類、探索時間、歩行速度、餌の飲み込み回数から、採餌行動を探索パターンによって細かく分類した。さらに、この探索パターンの出現頻度と時間帯、満腹度(採餌バウトの経過時間)との間に何らかの相関がみられるかどうか、また、どのような時に探索パターン(利用するハビタットや餌の種類)を切り替えているのかを解析した。

P2-279

群れと群れの間での闘争の非対称消耗戦ゲーム：誰が立ち上がるべきか？

上原隆司, *加藤直子, 瀧川裕貴 (総研大・葉山), 佐々木顕 (総研大・葉山/JST さきがけ)

社会行動を営む動物において、あるグループが保有する資源をめぐって侵入者とグループ内の個体間または協力する複数の個体との間で闘争が起こることが知られている。一般に、侵入者の行動の種類や反応には、対峙する個体または個体群の強さが大きく関係すると考えられている。それに対して、グループ内のどの個体がどの時点で侵入者との闘争に参加するかについては、個々の個体の意思決定によるものであり、その要因は複雑である。

この研究では、互いに力の異なる2個体(A,B)からなるグループが、ある資源を分け合っている状況を仮定した上で、この資源をめぐって侵入者(I)が現れた時、ペアのどちらがいつ闘争に参加するかという問題を進化ゲーム理論で定式化し、シミュレーションを行った。

結果として、グループ内の個体A,Bそれぞれの力が侵入者と大きく異なる場合、侵入者より強い個体は戦い、弱い個体は逃げる行動が一貫して見られた。また、侵入者の力とAとBを足した力が同じくらいの場合、ペアの行動は侵入者とペアそれぞれにとっての資源の価値の大きさとコストとの関係において変化することが分かった。さらに、ペア間で力が大きく異なり、かつ強い個体が侵入者と同程度あるいはそれ以上強い場合には、強い個体が戦いにまず参戦し、弱い個体は時間をおいて参戦するといった「ようすを見る」行動がみられることが分かった。グループ内の個体の行動が、同じ強さを仮定してもペアの片方の強さによって変化することが重要である。

P2-281

イヌビワコバチにおける産卵した花のうからの脱出

木下智章 (佐賀大・農)

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

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

P2-282

トゲゴミグモの網構造と採餌効率の関係

* 近藤昇平 (琉球大・農), 辻和希 (琉球大・農), 立田晴記 (琉球大・農)

円網種と呼ばれるクモのグループでは、空腹状態や周囲の餌量、風の強さなどに応じて網の構造を変化させることが知られている。本研究では沖縄本島に広く生息するトゲゴミグモ *Cyclosa mulmeinensis* において、本種の特徴である網角度の多様性、ゴミから成る隠れ帯形成に伴う切れ網構造に焦点を当て、網構造の特徴を詳細に解析すると共に、網構造の相違が採餌効率に与える影響を調査した。

野外にて、トゲゴミグモのメス成体の網構造と餌メニューを調査したところ、地面に対する網の角度は0~30度と60~90度に分布が集中する二山分布を示した。そこで0~30度の網を水平網、60~90度の網を垂直網とし、さらに切れ網構造の有無により、水平通常網、水平切れ網、垂直通常網、垂直切れ網の4つの網タイプに分類した。これらの構造を詳細に調査したところ、水平、垂直の切れ網はそれぞれの通常網よりも網上部の半径、横糸の本数ともに有意に小さく、網下部の面積が相対的に大きくなっていった。また、垂直通常網は水平通常網より有意に網面積が大きく、切れ網は通常網よりも網目が細かった。次に餌がトラップされている網数を数えたところ、全調査数に対する餌がトラップされている網数の割合が網タイプ間で有意に異なり、垂直通常網で餌がトラップされている割合が最も多かった。

切れ網構造で網目が細かく、網下部の面積が大きい理由として、切れ網による採餌効率の低下を、網密度を高めることで補っている可能性が考えられる。垂直通常網が最も餌トラップしやすかった点については網面積が大きいことに加え、隠れ帯がないことによる網の発見率の低下が考えられる。ゴミでできた隠れ帯には捕食回避の効果があると考えられており、隠れ帯があることによって採餌効率が低下するとしても、個体の生存率を上昇させることで長期的利益を獲得している可能性がある。

P2-284

GPS首輪を用いたニホンツキノワグマの食性解析ークマの捕食による行動変事例

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

これまで富山県において複数頭のツキノワグマにGPS首輪(Lotek社GPS3300s)を装着し、得られたデータをもとに現地踏査を行うことで個体ごとの食性を解明する調査を進めてきた。そのなかで2006年8月に捕獲した1頭において、秋期に2頭のクマを連続して捕食した個体があり、その行動の詳細について分析を行った。

当該個体は富山県南東部の有峰湖周辺(標高約1100m)において捕獲された体重100kgの雄の成獣である。activity sensor付きGPS首輪を装着し、測位間隔は20分とした。追跡期間は2006年8月19日から2006年10月15日(約55日間)である。首輪の回収後、得られた測位データより一日毎の活動コアおよび休息コアを抽出し、現地踏査を行った。その結果、このクマの行動は亜高山帯の利用、直線距離で約65kmの長距離移動、ミズナラ林への滞在、クマ肉への依存と推移していたことが分かった。また、ミズナラ堅果を利用した期間には明瞭な昼行性を示したのに対し、クマ捕食時には一日の中での活動量が著しく低下し、数日に渡り死体の傍からほとんど離れないという行動の変化が見られた。このことから高栄養のエサ資源には執着的に利用する習性が伺えた。また被食されたクマ2個体は齢査定の結果3歳および11歳であった。積極的に襲って食べたのか、餓死等で死んだ個体を利用したものかは不明であるが、アメリカクマにおいて極度の食料不足に陥った際に共食により死亡率が上がるということが指摘されており、富山においても2006年は堅果類の大凶作年であったことはこの結果を支持している。観察が困難なことからニホンツキノワグマの個体関係について議論されることは少ないが、亜成獣・成獣個体が捕食された事例により、今後ツキノワグマの生態研究において社会性を考慮することの重要性が示唆された。

P2-283

活動量と擬死行動の遺伝相関

* 中山慧, 宮竹貴久 (岡山大・環境学)

擬死行動は対捕食者戦略である(Miyatake et al. 2004)が、これまでの研究で遺伝的に擬死行動を行う傾向が強い個体ほど歩行活動量が低いことが示されている(Miyatake et al. 2008; Nakayama & Miyatake in press)。この事実は室内で長い間飼育されてきたコクヌストモドキ *Tribolium castaneum* において擬死継続時間の長い方向と短い方向に人為分断選抜を行い確立された擬死をする傾向が高い(擬死頻度が高く継続時間が長い) L系統と傾向が低い(擬死頻度が低く継続時間が短い) S系統の歩行活動量を比較し明らかとなったのだが、このような、一方の形質のみ直接選抜を行い他方の形質の相関反応を調べるというやり方だけでは注目している両形質間に遺伝相関が存在すると言い切ることはできない。そこで本講演では、歩行活動量に直接選抜を行った際の擬死時間や頻度における相関反応について調べた結果を報告する。また、*T. castaneum* の個体群を数個採集し、個体群間で擬死時間と活動量を比較することでこの両形質間の相関が実験室内での飼育系統のみで見られた特殊な現象でなく、本種内で普遍的に存在しているのかということについても議論する。

P2-285

Levy walk における最適なパラメーター

* 堀部直人, 池上高志, 嶋田正和

動物の餌探索行動において、Levy flight とよばれるフラクタル性を有する確率過程に従って移動することは、餌がランダムかつ少量存在する場合の最適採餌戦略であるとされる。Levy flight には Levy index と呼ばれるパラメーター(μ)が存在しており、最適なパラメーター値についてさかんに議論がされている。例えば、Viswanathan(1999)らによる解析的な計算では、その値は2とされる。一方Sims(2008)らは、餌の分布に応じて最適なパラメーター値が異なってくるというシミュレーション結果を示している。つまり、Levy flight は最適な餌探索戦略ではあるのだが、最適なパラメーター値に関しては未だ議論が分かれているのである。

我々はこの混乱は餌探索方法をどう実装するかに起因していると考えている。例えば、移動と探索を分けて考えているか、餌は発見後消滅するのか、探索範囲は有限か無限か、採餌効率の評価はコストあたりのベネフィットか、ベネフィット・コストという絶対値であるか、などである。本研究の目的は、これら条件と最適なパラメーター値の関係を明らかにし、最適なパラメーター値に関する議論を整理することである。そのために我々は、限定された条件下での解析的な計算、ならびに遺伝的アルゴリズムを用いた進化シミュレーションを行っている。現在までに、Levy index が小さいほど探索効率が向上するような探索条件が存在することなど、先行研究では見られないパターンを含めたいくつかの関係が明らかとなった。さらに、mean squared displacement という統計量により軌跡を特徴づけることで、random walk や correlated random walk といった他の確率過程とも効率の比較が可能になると期待しており、その展望を紹介する。

P2-286

くさい蛙の真相～ツチガエルの分泌物はシマヘビからの捕食回避に効果的～

* 吉村友里 (九大・理・生態), 粕谷英一 (九大・理・生態)

ツチガエルは通称イボガエルとも呼ばれ、捕まえるといやな臭いを出す「くさい蛙」である。カエルの多くはヘビや鳥など様々な捕食者の餌となるが、野外のツチガエルはこうした餌としての報告例がほとんどない。またシマヘビの幼蛇を用いた室内実験からも、本種がニホンアマガエルと比較して食べられにくいことが示されている。その原因として、これまで本種のおいが注目されてきたが、実際において物質の正体や効果を調べた研究例は無い。その中で我々はツチガエルの体表から出る分泌物に着目し、この分泌物が本種において捕食回避の原因であると予想した。そこで、本種が遭遇しやすいと捕食者であるシマヘビを用いた室内実験を行った。

我々はガラス水槽の中にシマヘビ1匹を入れ、そこに対象のカエルを1匹入れてビデオ撮影によって観察した。シマヘビ34個体に、それぞれツチガエルと本種と色や形が非常に類似する(においは無い)ヌマガエルを1匹ずつ与えた場合、全てのヘビはすべてのツチガエル(n=34)を食べることができず、ヌマガエルの場合には71%が食べた。次に、本種の分泌物を、ヘビが通常餌としているニホンアカガエル塗布したもの(処理個体)と、ツチガエルと非常に似た形態を持つヌマガエルの分泌物でコーティングしたもの(コントロール)を、同様に1匹ずつヘビに与えて観察した。撮影映像から、ヘビが個体に噛みついてから飲み込みを開始するまでの時間に処理とコントロールとの間で有意な差があった。中には処理個体を放してしまうも個体も見られ、これはヘビが実際のツチガエルに噛みついたときに瞬時に放してしまう現象と一致した。したがって、ツチガエルはその体表から出る分泌物に捕食回避の作用があり、これが「くさい蛙」と言われるにの理由であった。

P2-288

可携巣トビケラの巣材選好性の“地質的”変異

* 岡野淳一 (東北大・東北ア研), 菊地永祐 (東北大・東北ア研)

多くの可携巣トビケラの幼虫は、川底質の砂から適切な巣材を選び、それらを綴り合せて筒巣をつくる。一般的な種は、体との摩擦を軽減するために巣内壁に分泌物で内張りをするが、フトヒゲトビケラ科(Odontoceridae)は例外的に内張りを行わず、代わりに表面が滑らかな砂(石英などの結晶砂)を選り分けて巣材として使っている。我々の先行研究では、本科は滑らかな砂巣材への高い選好性があることが分かった。しかし、滑らかな砂(良質な資源)が乏しい(無い)環境ではこれらの資源に特化できない(最適採餌理論)と考えられることから、資源環境が異なる場所間で選好性に違いがあることが予想された。

そこで、砂資源の質(表面粗さ)の環境が異なる6河川で採取した本科に、表面粗さが異なる2種の人工砂(粗い、滑らか)を同数ずつ混ぜた底質で、巣を選択させる実験を行った。また、野外における各地点の底質と、巣に使われている砂の表面粗さを共焦点レーザー顕微鏡で測定し、実験で見積もられた選好度と比較した。

その結果、滑らかな巣材が少ない場所にすむ集団ほど自然巣の砂表面は粗く、実験においても滑らかな人工砂への選好性が低いことが分かった。また、野外での底質砂の表面粗さの質(頻度分布)は、その場所の地質(深成岩・堆積岩など)に規定されていた。石英や長石の結晶砂は比較的滑らかな表面をもち、それらを多く含む花崗岩由来の底質は、砂・泥岩の砂が主構成となる堆積層由来の底質よりも滑らかな砂が多い環境であることが分かった。

この結果からフトヒゲトビケラは底質の地質起源によって選好度が異なっていることが示唆された。滑らかな砂が乏しい環境では、選択する(探す)コストが大きくなるために、巣の機能のベネフィットとの比が最適化されるように選好度が規定されることが考えられた。

P2-287

メダカナガカメムシの交尾行動

* 洲崎雄, 宮竹貴久 (岡大院・環境・進化)

メダカナガカメムシ *Chauliops fallax* Scott (Heteroptera: Malcidae) は、他のカメムシとは異なる交尾行動を示す。すなわち、本種は他のカメムシのように長時間にわたる交尾器の接合は行わず、オスがメスにマウントし続け、その間に交尾器の挿入を繰り返すという特殊な交尾行動を行う。また、本種の交尾器挿入には持続時間が異なる2つのタイプがあり、オスは短時間の挿入を1~3回行った後で精子の移送を伴う長時間の挿入を行うことがわかっているが、詳しい交尾行動のシーケンスは明らかにされていない。

一般に、メスが複数のオスと交尾するとき、異なるオスの精子間で卵の受精をめぐる競争、すなわち精子間競争が発生する。精子間競争が発生する可能性があるとき、そのリスクを減少させるためにオスは様々な手段を使う。受精に必要な時間よりも長く交尾を続ける行動は、多くの昆虫、特にカメムシ類で多く観察されている現象で、オスがメスのライバルオスとの再交尾を防いでいると考えられている。

そこで、我々はビデオカメラで本種の交尾行動を撮影し、交尾行動のシーケンスと交尾対持続時間、交尾器の挿入回数を調べた。その結果、本種のオスはメスにマウントし、短時間の交尾器挿入を数回行った後、主に長時間の交尾器挿入を繰り返し、交尾の最後に短時間の交尾器挿入を行うことがわかった。また、交尾対の持続時間と交尾器挿入回数の平均値は、それぞれ約 284 ± 48 分と 8.7 ± 1.0 回だった。

さらに、短時間のみ・長時間のみ・短長両方の交尾器挿入を経験させたメスを別のオスと再交尾させたところ、長時間の交尾器挿入を経験したメスは再交尾に対して抵抗を示すようになった。

以上の結果から、本種の長時間交尾の意義と短時間・長時間の交尾器挿入の機能について考察する。

P2-289

水田周辺の環境が鳥類の出現に及ぼす影響

* 高橋藍子, (京都学園大・バイオ環境)

水田は、人間が稲作を行う耕作地であるとともに、鳥類を含む多くの生き物の生息場所として重要な役割を果たしている。本研究では、京都府内最大の農地を有する亀岡市の水田において、鳥類の出現傾向と水田周辺の環境が及ぼす影響について検討した。調査は、2009年10月から12月にかけて、京都府亀岡市において、今なお大規模な圃場整備が行われていない水田地帯3カ所(以後、調査地A)と、近年大規模な圃場整備が行われた水田地帯3カ所(以後、調査地B)について、各4回、約2kmのルートセンサスを行った。

全調査で21科39種を記録した。出現個体数が100以上の種は、セキレイ類を除き、群れで活動する種であった。また各調査地の出現個体数上位3種(n=2470)は、スズメ(37.2%)、ホオジロ(8.6%)、カワラヒワ(8.1%)と群れで活動する種で占められた。

調査地Aと調査地Bの出現種数と出現個体数を中央値で比較すると、調査地Aでは12種、58.5個体、調査地Bは15種、104.5個体と、調査地Aに比べ調査地Bの方が出現種数、個体数ともに多いことが認められた。これは、調査地Bには川幅の大きな河川があり、水鳥が多く出現したこと(サギ類調査地A=3個体、調査地B=67個体)、カラスが時に利用する竹林が付近にあることが影響すると考えられる(調査地A=31個体、調査地B=212個体)。

また、A内3カ所、B内3カ所で各上位3種をみると、A1-A3ではスズメ、カワラヒワが、B1-B3では、スズメ、ヒバリが共通する上位種であったが、それ以外の種は異なるものであった。このことから、A内の3カ所、B内の3カ所でも、鳥類の出現傾向は差異があると考えられる。

以上のことを踏まえ、圃場整備の有無だけでなく、各調査地の水田及びその周辺の環境に着目し、それらが鳥類の出現に及ぼす影響について議論する。

P2-290

卵寄生リスクに応じた産卵場所の決定は子の生存率を高めるか？

* 平山寛之, 粕谷英一 (九大・理・生態)

親が産後に子の世話を行わない動物では、卵を産みつける場所が子(卵)の生存・成長に影響する。様々な要因が親の産卵場所の選択に影響するが、中でも捕食リスクの影響は一般的であり、親は捕食リスクが高い場所での産卵を避ける。これまで捕食リスクが記憶され、後の産卵場所の選択に影響することは考慮されてこなかった。しかし、アメンボにおいて卵寄生蜂を事前に経験(密閉容器内で24時間同居)させることで、産卵時に卵寄生蜂が存在せずとも寄生を受けにくい水深の深い位置に産卵することが示された。つまり、卵寄生リスクが記憶され、その後の選択に影響することが示された。だが、この先行研究では卵寄生蜂の経験を1度しか与えていない。野外ではアメンボは卵寄生蜂に繰り返し遭遇すると考えられる。そこで、卵寄生蜂を繰り返し経験したアメンボの産卵深度がどのように変化するかを調査した。室内でアメンボを3つのグループ(卵寄生蜂を毎日経験させる、初日のみ経験させる、全く経験させない)にわけ、10日間産卵深度を計測した。1日目と2日目は毎日経験したものと初日のみ経験したものが経験のないものに比べ深い位置に産卵した。3日目以降は毎日経験したものと、初日のみ経験したもののいずれも1,2日目に比べ産卵位置が浅くなったが、毎日経験したものは初日のみに比べ深い位置に産卵していた。これらの結果から、同じ卵寄生リスクを繰り返し経験した場合、初めは卵寄生を受けにくい深い位置に産卵するが、その後は深い位置を利用しなくなることが明らかになった。この原因は明らかではないが、老化による潜水能力の低下などが可能性として考えられる。また、各グループのアメンボが産んだ卵を卵寄生蜂存在下におき、得られた寄生率のデータから、繰り返し卵寄生リスクを経験したアメンボとそうでないものの卵寄生回避率について議論する。

P2-292

オンブバッタのフンけり行動：フンが排泄者や同種他個体、捕食者に与える影響

* 田中陽介(九大・システム生命), 粕谷英一(九大・理)

排泄行動は動物の生存に必須であるにもかかわらず、これまでほとんど注目されてこなかった。しかし排泄物自体は、病原体への感染や同種他個体への作用、捕食-被食者間相互作用などに関与している。そのため排泄物をどのようにして排泄するかは、動物にとって重要な問題であると考えられる。オンブバッタ *Atractomorpha lata* は、フンを排泄中に、後脚でそのフンをけり飛ばす行動(以下「フンけり行動」と呼ぶ)をとる。オスメスとも、平均すると体長の約10倍の距離までフンを飛ばす(田中、未発表)ことから、フンけり行動には何らかの適応的意義があると予想される。本研究では、フンけり行動の適応的意義の解明を目指して、以下の3つの実験を行った。

まず、フンに病原体や有害な物質が含まれること等により、フンが直接排泄者に影響を与えているか明らかにするため、飼育実験を行った。飼育容器内のフンを取り除く頻度を変えて孵化幼虫を飼育し、生存率や成虫までの日数、成虫時の体サイズなどを比較した。2つ目に、フンが同種他個体の行動に影響しているか明らかにするため、成虫または1齢幼虫が、同種他個体のフンに近づくとまたは遠ざかるかを室内実験により調べた。3つ目に、捕食者がオンブバッタを探索する際に、フンを手がかりとしているか明らかにするため、捕食者であるカマキリとアリを用いて、オンブバッタのフンのある場所への滞在時間が長くなるか等を調べた。上記3つの実験の結果、排泄者や同種他個体、捕食者に対するフンの効果は、いずれも有意ではなかった。このことから、フンけり行動には他の適応的意義がある可能性や、実験条件の問題によりフンの効果が検出されなかった可能性が考えられる。

P2-291

アズキゾウムシのメスの再交尾変異とオス由来成分に対する感受性の変化

* 山根隆史(中央農研・北陸研究センター), 宮竹貴久(岡山大学・環境学研究科)

メスの多数回交尾はよく知られた現象で昆虫を含めたいくつかの生物において見られる。複数のオスと交尾をすることでメスは適応度において直接・間接的な利益となることがあるが、そのような適応度における利益がなく、さらにはコストとなる場合でも再交尾を行うことがある。

いくつかの昆虫ではオスが内部生殖器にメスの再交尾を抑制する成分を有しており、交尾の際に精子と共にメスに送り込まれる。このような精液成分などによるオスによってもたらされる成分による交尾抑制がメスの再交尾行動の変異の要因となることを示唆する研究がハエ目昆虫でいくつかの報告がある。

近年、メスの再交尾の頻度に種内で変異が明らかになっており、アズキゾウムシにおいては異なる地域集団に由来する飼育系統間で著しいメスの再交尾率の変異が明らかになっている。我々は以前にある系統においてメスの再交尾率を低下させるオス由来成分の作用を明らかにした。今回の研究では2系統間のオスの抽出物が与える効果とそれに対するメスの感受性の変異の違いを検証し、さらに、その2系統を含めた複数の系統のメスに対する抽出物作用とメスの再交尾率との関連性を調べた。

P2-293

雄も雌を選ぶ：アオモンイトトンボの色彩の個体内変異と個体間変異

* 高橋佑磨, 渡辺 守(筑波大・院・生命環境)

従来の異性間選択の理論では、雌が配偶者の選り好みを行なう性であると仮定し、雌の配偶者選択の観点から雄の形質の進化が研究されてきた。しかし近年、雄の配偶者選択が雌の形質の進化を促進していることが明らかになりつつある。本研究では、雌に遺伝性の2型(オス型とメス型)を生じるアオモンイトトンボにおいて、雄の配偶者選択の指標となる形質を調べるとともに、配偶者選択の可塑性を明らかにすることを目的とした。画像解析により成虫の胸部の色相を定量化したところ、成熟した雄やオス型雌、メス型雌の色相はそれぞれ有意に異なることが示された。雄とオス型雌では、前繁殖期と繁殖期の個体の色相に違いが認められなかったが、メス型雌では前繁殖期と繁殖期の個体で色相が有意に異なっていた。そこで、性や型、成熟段階の異なる個体を様々な組み合わせで雄に呈示する「二者択一実験」を行なったところ、羽化後から雌と隔離して飼育した交尾未経験雌は、どの個体に対しても等しい割合で交尾を試み、性や型、成熟段階を区別しないことがわかった。一方、本種の交尾活動時間帯である午前中に、成熟した雌と一度だけ交尾を経験させた雄は、交尾後数時間、同じ型の成熟雌を他の性や型、成熟段階の個体よりも好んで選んだ。雄は、交尾した成熟雌の色相を学習し、選択的に交尾を試みたといえよう。この行動は、雄が交尾相手として不適な同性個体や前繁殖期の雌への交尾試行が回避できるという点で、結果的に交尾成功率を高めることになる。ただし、色彩変化のほとんど認められないオス型の未成熟雌と成熟雌に対しては、その型の成熟雌と交尾を経験した雄であっても、区別せずに等しく交尾を試みていたので、交尾経験雄による配偶者選択は相手の体色を指標に行なわれていた可能性が高い。これらの結果をもとに、雌における色彩の種内変異の適応的意義についても考察する。

P2-294

東南アジア熱帯雨林における *Hospitalitermes umbrinus* の採餌行動

* 三巻和晃, 竹松葉子 (山口大・農)

シロアリには直接野外へ採餌に向かう特徴的な採餌行動から「コウゲンシロアリ」と呼ばれるシロアリがいる。彼らは地衣類を主な餌としており、餌場で food ball と呼ばれる餌の塊を作り、巣へと持ち帰る。コウゲンシロアリは、採餌個体数の多さおよび移動距離の長さから、森林内の物質循環に大きく寄与していると考えられている。森林内におけるコウゲンシロアリ全体の物質循環への寄与を明らかにするためには、森林内に生息する全てのコウゲンシロアリの分布や密度および種毎の採餌生態の違いを調べる必要がある。

調査地マレーシア、ランビルヒルズ国立公園には4種のコウゲンシロアリが生息している。これら4種の巣および採餌場の分布調査が行われ、生息地内で棲み分けており、この中の *H. umbrinus* が、完全樹上性であることが明らかになってきた。そこで、初めにこの特徴的な樹上性の種に注目し、採餌行列の詳細な経時変化の観察を行った。観察では、ビデオカメラで採餌行列の開始から終了までを記録し、10分ごとに解析することで、採餌行動の経時変化を明らかにした。また、解析結果から採餌従事個体および運搬 food ball 重量を算出した。

その結果、解析から得られた各カーストの個体数に基づいて、採餌行列を4つの段階に分けることができ、採餌行列の段階的な経時変化を他種と比較した。本種の一度の採餌行列に従事する個体数はおおよそ100,000個体、運搬 food ball 重量は約10gで、地表を生息域とする種より少ないことが分かった。

P2-296

ニホンツキノワグマの採食・移動・休憩時間の評価手法

* 有本勲 (農工大・連合農学), 後藤優介 (立山カルデラ砂防博物館), 永井知佳, 古林賢恒 (ライチョウ保護研究会), 梶光一 (農工大)

動物が採食, 移動, 社会行動, 休憩など様々な行動に割り振る時間 (Time budget) は, 彼らの生存や繁殖に大きく影響する. 例えば霊長類では直接観察により Time budget は, 利用する食物や年齢・性によって異なることが報告されている. しかし, ツキノワグマは森林性であり直接観察が困難であることから情報が乏しい. 近年, 活動量センサ付きの GPS 首輪が普及し, クマの位置情報と活動状態についてのより詳細なデータが取得可能になってきた. そこで, GPS 首輪を用いてクマの採食・移動・休憩時間の評価を試みた.

富山県の立山カルデラ周辺地域にて2頭のツキノワグマに活動量センサ付き GPS 首輪 (Lotek3300) を装着した. GPS 測位間隔は最短の5分間に設定し, 2004年10月16日~10月31日 (メス) および2005年9月16日~9月21日 (オス) のデータを取得した. 活動量センサは5分間に首輪が揺れた回数 (以下 act 値) を記録する. Time budget の区分は, まず act 値からクマの活動と休憩を区分する基準 (Kozakai et al. 2008) に則り, act 値 ≤ 13 の GPS 測位点を "休憩" とした. クマの秋の主な食物は木本性果実であり, それらを採食するためにクマ棚を形成することから, 採食の際には1地点に長時間滞在すると考えられる. そこで活動 (act 値 ≥ 14) をクマの移動距離と移動角度の変化から "採食" (活動中の滞在) と "移動" に区分した. 以上から, 採食・移動・休憩の割合を求めた. また, GPS の測位間隔が Time budget の評価に与える影響を検討するために, 5分間隔の GPS データをもとに測位間隔を擬似的に長くした場合の変化を調べた.

P2-295

クロヒカゲの縄張り争いには体サイズと飛翔筋の発達が重要である

竹内剛 (広大・生物圏科学)

チョウの雄は配偶縄張りを巡って争う。彼らの闘争は、相手を物理的に攻撃する一般的な動物の闘争と違って、2頭がお互いの周りを飛び回ったり (回転飛翔)、直線的に追い掛け合ったり (追飛) するだけなので、どのようなメカニズムで闘争が決着するのかが分かりにくい。これまでに行われた研究でも、体サイズが闘争結果に効いている種と効いていない種があってその包括的な理解が難しく、動物の闘争行動の進化を理解する上での難題となっている。

演者は、ジャノメチョウ科クロヒカゲの縄張り闘争に身体形質が影響するかどうかを調べるために、調査地で縄張り保持者と非保持者を採集し形質を比較した。その結果、縄張り保持者は非保持者に比べて体サイズが大きく、飛翔筋がより発達していた。

本種の闘争に身体形質が効いている理由として、本種の闘争が追飛型であることが考えられる。直線追飛は回転飛翔に比べて飛翔速度が大きくなり、闘争中に傷つくコストも増大する。したがって、追飛を行う種では、回転飛翔を行う種に比べて、体サイズや飛翔能力に関する形質が闘争結果に大きく影響するのではないかと考えている。

P2-297

種内コミュニケーションに音声を利用しないマダスカルのトカゲ類2種による鳥類警戒声の盗聴

* 伊藤亮 (京大・動物行動), 森哲 (京大・動物行動)

動物の中には、他種の警戒声を盗み聞きして、自分の防衛に利用する種が存在する。他種の警戒声を盗用する動物の研究は、種内で音声コミュニケーションを頻繁に用いる哺乳類や鳥類を中心に行われている。一般に、トカゲ類は種内コミュニケーションのほとんどを視覚や嗅覚に依存しているにも関わらず、聴覚が発達していることが多い。そこで、種内で音声コミュニケーションを全く行わないイグアナ科に属するキュビエプキオトカゲが、共通の捕食者を持つ鳥の警戒声を聞き分けているか否かを検証した。実験では、プキオトカゲに対し、録音したマダガスカルサンコウチョウの「さえざり」及び、猛禽類に対する「警戒声」を再生し、プキオトカゲの各音に対する反応を比較した。その結果、プキオトカゲは、「さえざり」より「警戒声」に対して、より警戒行動をとることが示された。プキオトカゲが他種警戒声盗聴を行い、実際に遭遇する前に捕食者を認知することで、被食の危険性を下げている可能性が示された。更に、カタトカゲ科に属するヒラオオビトカゲの鳥類警戒声への反応を調べた。実験では、オビトカゲに餌を与え、採餌中のオビトカゲに対して、プキオトカゲと同様にサンコウチョウの「さえざり」と「警戒声」を再生し、採餌を中断する時間を比較した。その結果、オビトカゲは、「さえざり」よりも「警戒声」に対して、より長い時間採餌を中断することが示された。オビトカゲも、採餌を中断して鳥類警戒声を盗聴することで、被食の危険性を下げている可能性が示された。これらの結果から、種内で音声コミュニケーションを行わないにも関わらず、盗聴はトカゲ類に広く見られる行動であることが示唆される。

P2-298

雌の多回交尾に対抗したナミアゲハの雄の精子注入戦略

* 佐々木那由太・渡辺守(筑波大・院・生命環境)

近年、雄が交尾時に雌へ注入する物質の生産にはコストがかかるので、自らの繁殖成功度を最大にするために、雄は注入物質量を交尾毎に調節していると考えられるようになってきた。チョウ類の場合、雄は交尾時に精包と無核精子、有核精子束を雌へ注入しており、精包の大きさや無核精子の注入数は雌の再交尾不応期間の長さに関与し、有核精子は受精を担っている。これらの物質の生産量と注入量を雌の形質と関係して明らかにするため、雌が多回交尾制のナミアゲハにおいて、雄を様々な雌と交尾させた。すなわち、羽化直後の未交尾雄と羽化翌日に交尾させた雄それぞれに、4~5日間の休息を与えてから、体サイズやエイジ、交尾歴の異なる様々な雌と交尾させ、注入した精包の重量と各精子の数を計測した。また、交尾終了直後の雄の貯精嚢内に残存していた有核精子束数と無核精子数も計測し、交尾直前までに生産した精子の数も求めている。未交尾雄の場合、注入した精包の重量は雌の形質や雄の体重と無関係だったが、有核精子は体サイズの大きな雌に対して、無核精子は既交尾雌に対して注入数が多かった。雄は交尾相手の形質に対応して、精子の注入数を調節していたといえる。既交尾雌に対して注入した無核精子の数が多かったことから、無核精子が再交尾の抑制だけでなく、受精嚢にすでに存在していた前に交尾した雄の精子を押し込む役割を果たす可能性も考えられた。一方、精包の注入量は、雄の内部生殖器の構造的制約により調節できないことがわかった。既交尾雄の場合、未交尾雄と同様に、精包重量は雌の形質や雄の体重から影響を受けなかったが、無核精子や有核精子束の注入数も雌の形質の影響を受けず、直前までの生産数に依存していた。本種の雄は、自らの交尾歴を今後期待される交尾の可能性の指標とし、それが低いときには注入精子数を増加させていると考えられる。

P2-300

ベイトトラップを用いたヒメボタル幼虫の移動分散距離の推定

* 梯公平(東大・農・生圏システム)、倉西良一(千葉中央博物館)、鎌田直人(東大・農・演習林)

陸生ホタルの一種であるヒメボタル(*Luciola parvula*)は分布が局所的で、また生息地内でも個体数の減少が報告されているが、保全のために必要な生態に関する情報が不足している。本研究ではベイトトラップを用いた標識再捕獲法により、ヒメボタル幼虫の移動分散距離の推定を行った。実験は千葉県鴨川市の杉林で行った。コニカルチューブの蓋に5mm径の穴を三カ所開けたものをトラップとして使用した。本種幼虫は陸産貝類などを捕食しているものと推定されているため、ベイトとしてイカの切り身を入れた。30cm間隔の格子状に縦10×横10の合計100個のトラップを配置し、トラップの蓋が地表面と同じ高さになるように地面に埋めた。標識は、幼虫の背面全体に油性ペン(ゼブラ社製:マッキー赤細)でマークした。270cm四方の格子枠の中心点から標識した幼虫を103個体放逐し、各トラップの捕獲数を、放逐日の翌日から9日間毎日調査した。再捕獲率は53%(55個体)だった。拡散方程式に基づく自然平均分散距離(±SE)は、114(±58)cmと推定された。調査期間中降雨日があり、降雨翌日とその翌々日で全捕獲数の78%を占めた。この結果から、幼虫の活動には降雨または土壌水分が影響している可能性が示唆された。実験に使用した幼虫の飼育中に、本種幼虫は水没によっても簡単に死亡しないが、乾燥すると容易に死亡することが、観察されている。したがって、野外調査でみられたように本種幼虫がおもに降雨後に移動分散することは、乾燥に弱い性質に関係した適応的な行動と考えられた。本種の分布は、地域的にも、また地域内でも局所的であることが知られているが、水分条件が本種の分布を制限する要因として働いている可能性もある。

P2-299

塩分に対応する幼生(両生類)の孵化行動可塑性

原村隆司, 京大・理・動物行動

両生類(特にその卵)は一般に塩分に弱い。海岸環境を繁殖場所として利用する種は少ない。そういった両生類の中で、リュウキュウカジカガエル(*Buergeria japonica*)は海岸環境でも繁殖している興味深い種である。本種が海岸環境で繁殖できる理由の一つとして、私はこれまで母親の産卵場所選択が重要であることを述べてきた。この母親の産卵場所選択によって、卵は高塩分による死亡を避けることができる。しかし、海岸環境は、強い海風などによって、母親が選んだ産卵場所でも急激に塩分濃度が上がる可能性がある。本研究では、そのような事態(塩分濃度の急激な上昇)に対応して、卵の中の幼生は孵化するタイミングを変えているのかを検証した。抱接ペアを採集し、得られた卵を36時間淡水で飼育した。その後異なる塩分濃度(0%、1%、2%、5%、10%、20%、30%)の水域に卵を移し替え、幼生の孵化までの時間を測定した。その結果、塩分を加えた幼生は早く孵化し、特に5%以上の塩分濃度では、幼生はすぐに孵化した。この結果から、卵の中の幼生は周りの塩分濃度を認識でき、それに応じて孵化するタイミングを変えていることが分かった。この幼生の孵化行動は、高塩分による卵の中の死亡を避けるためであると考えられるが、この行動がリュウキュウカジカガエル特有のものなのか、他の種のカエルも持つ一般的な行動なのかは今後の課題である。

P2-301

スナクダヤドムシの造巣行動における巣材選好性

* 阿久津崇, 青木優和(筑波大・下田臨海)

ヨコエビ類は沿岸魚類の主要な餌生物であり、恒常的な捕食圧を受けて生活している。これを回避するために、石の下や海藻など既存の構造体の表面または内部に隠棲する種と巣の構築を行う種とがある。造巣性種の多くは固定巣を形成するが、表在性種の一部には移動性の巣を形成するものがある。これらは特に強度の捕食圧に曝される環境で生活しているため、その生活戦略は興味深い。しかし、これらの生態については、未だにほとんど研究が行われていない。

スナクダヤドムシ *Shiphonocetes tanabensis* はこれら砂底表在性で移動性の巣を構築するヨコエビの1種で、砂粒や貝殻、貝殻片を接着して管状の巣をつくる。移動時には巣から体の前半分を出して第2触角で基底面を打ち、後方へと跳ねる。夏季に個体密度が増して多数の個体が海底で動き回る様子は、さながら『動く砂』である。本種は巣を背負いながら移動するという点ではヤドカリ類と似ている。しかし、自身で巣を作ることができる点および成長に応じて巣を拡張できる点は、ヤドカリと異なっている。高い魚類捕食圧下でスナクダヤドムシがどのように捕食回避を行っているか、特に体を保護するための巣の構築に関わるメカニズムについては興味深い。

本研究では、主に巣のサイズや重量、巣材となる砂粒の粒径などに着目して、巣を利用する個体との関係を探った。調査地は静岡県下田市大浦湾内水深約10mの砂質底である。2009年4月からの定期採集サンプルの解析を行うとともに、砂粒サイズ選好性についての室内実験と調査地点に高密度で生息するサビハゼ *Sagamia geneionema* の捕食圧についての室内実験から、巣の構築メカニズムと捕食回避の関係およびそれに関連した要因についての検証を行った。

P2-302

ツバメの繁殖場所選択とその繁殖成功への影響評価

* 内山康彦 (東大・農), 藤田剛 (東大・農), 北村巨 (東大・農), 樋口広芳 (東大・農)

P2-304

フタモンアシナガバチにおける居候一他巣に移動するワーカーの特徴一

* 山下大輔 (九大・理), 粕谷英一 (九大・理)

原始的な真社会性狩りバチであるアシナガバチのワーカー(働きバチ)は、通常は羽化後母巣に留まり、自らの繁殖の機会を未成熟個体の養育や巣の維持に費やす。ワーカーはこれら利他的な行動を通じて血縁個体の繁殖を助けることで、自身の包括適応度を上昇させていると考えられる。

しかし、ワーカーの中には、母巣から他巣に移動し、非血縁と思われる他巣個体との相互作用を行っている個体が存在する。このようなアシナガバチワーカーの巣間移動の適応的意義についてはほとんどわかっていない。

本研究では、2007年と2008年の5月から7月にかけて、野外でのフタモンアシナガバチの個体群を観察し、ワーカーの巣間移動について調査した。

ワーカーのうち、個体群中3.6%~14.8%のワーカーが巣間移動を行っていた。移動したワーカーは採餌・巣材集めなどの巣外での活動や巣の防衛などの利他的な行動、他ワーカーとの触覚による接触や噛み付きなどの順位行動を行い、順位の高い場合は移動先の巣でワーカー産卵を行うことなどが観察された。本発表ではこれら巣間移動したワーカーの行動や体サイズ、齢などの特徴を検討する。

P2-303

雄のメートガード努力の諸事情 ~恋も浮気もお天気次第?~

* 松田亜希子, 北村巨, 山口典之, 樋口広芳 (東大・農・生物多様性科学)

社会的な一夫一妻性の動物では、夫や妻とは別の相手と交尾して子孫を残す繁殖戦略が知られている。雄は、妻以外の子を多く残すことによって適応度が高まるため、浮気を積極的に求めると予想される一方で、妻のメートガードを怠ると、妻に浮気をされて逆に父性を失う適応のコストも予想される。また、集団繁殖する動物の場合、繁殖戦略はつがい間の都合だけでは決まらず、繁殖集団に属する他個体の影響も受ける事が想定されるため、雄のガード/浮気戦略は「自身・妻・集団」の三者間の複雑な関係を考慮する必要がある。

近年、野生動物集団の父性鑑定が盛んに行われるようになったが、集団間で浮気率(集団が生産した全子に対するつがい外子の割合)が異なることや、浮気率に年変動が生じるという報告がされている。今回我々は、これらの変異は天候や気温といった気象要因に起因するのではないかと考えた。実際、集団のつがい外父性が雨量や気温によって変動するということがいくつかの鳥種で報告されているが、気象条件が行動面にいかなる影響を与えるかについては具体的に示されていない。本研究では、集団繁殖するツバメを対象に、気象要因が三者の行動に与える影響と、最終的に雄の戦略に与える影響を調査した。

その結果、雨や低気温による気象条件の悪化に伴い、雄はコロニーの滞在時間を増やし、妻に対するさえずりなどのアピールを活発化させた。同時に、他雄がガード圏内へ侵入する頻度も増え、雄のガード努力に影響を及ぼしていることがわかった。つまり、天候が荒れると雄のメートガードの活動内容が大きく変わった。これらの結果は、先行研究で得られた気象条件とつがい外父性の間の相関関係が表れるメカニズムを説明するものであると同時に、雄のガード/浮気の努力配分の決定に、気象条件が重大な影響を与えることを示すものである。

P2-305

捕食者種によるスクミリンゴガイの逃避行動の違い

* 上島慧里子, 遊佐陽一, 奈良女大・理

スクミリンゴガイ *Pomacea canaliculata* は新生腹足類に属する淡水巻貝で、南米原産ではあるが食料として導入されて野生化し、現在では日本を含むアジアにおいて稲を食害する有害動物として大きな問題となっている。

本種は同種他個体が捕食などにより傷ついた際に出される体液(以降、貝汁)や捕食者の匂いに対して逃避行動を行うことが知られている。捕食者種の違いにより逃避行動を変化させる例が淡水巻貝で従来知られているが、新生腹足類では明確な結果は示されていない。また、複数の捕食者と単一の捕食者の匂いに対する逃避行動を比較する研究例は、淡水巻貝で非常に少ない。そこで今回、本種の有力な捕食者と目されるコイとクサガメそれぞれの匂い、および両種の匂いが共存した場合におけるスクミリンゴガイの逃避行動の差異について調べた。

貝汁や各捕食者の匂いからなる単一の刺激因、貝汁と同時処理した単一の捕食者の匂い、および貝汁と同時処理した単一または複数の捕食者の匂いという3つの実験シリーズにおいて、貝の逃避行動の比較を行った。その結果、本種は捕食者の匂いのみよりは貝汁に対して高い逃避率を示した。また、貝汁と同時処理したクサガメの匂いに対して潜水行動を、コイの匂いに対して水上回避を行う傾向がそれぞれ高かった。このことから、本種は捕食者に応じた逃避行動を示すことが示唆された。さらに、複数の捕食者の匂いが存在すると、単一の捕食者の場合よりも逃避率が高い傾向が示された。つまり、本種は捕食リスクに応じて逃避行動を変化させると考えられる。

P2-306

キビタキの渡来における理想専制分布

*岡久 雄二 (農工大), 森本 元 (立教大), 高木 憲太郎 (パードリサーチ), 大久 保香苗 (東農大)

理想専制分布理論 (ideal despotic distribution) とは縄張り性の生物において個体が生息場所を自由に行き来できず、他の個体の存在により行動が制約されるために劣位な個体が不適な生息場所へ追いやられるというものである (Fretwell & Lucas 1970)。この理論の元では、渡り鳥はより早く渡来した個体から順により良い環境を獲得し、遅く渡来した個体は質の悪い生息地となるために適応度がより低くなるということが予測される。

本研究では山梨県の富士山原始林において、夏鳥として渡来し繁殖するキビタキを対象に、縄張り形成の早さに影響する環境要因と繁殖成績に影響する環境要因とを比較することで、キビタキの縄張り分布における理想専制分布の検証を試みた。

調査は本種の繁殖期である 2009 年の 4 月～8 月に行った。キビタキの行動追跡を行い、行動圏を記録した。環境調査は植生を基準に調査区内の環境を 11 タイプに分類し、タイプ毎にコドラートを作成し毎木調査を行った。またキビタキの巣のモニタリングにより各巢の推定巣立ち雛数を得た。

キビタキの推定巣立ち雛数は、縄張りの高木の多様度が高い環境ほど多かった。キビタキの渡来日は個体の齢によって異なる傾向が検出された。成鳥は、より早く渡来した個体ほど広葉樹の割合が高くかつ、高木の多様度の高い縄張りを獲得していたが、若鳥は同様の傾向が見られず、渡来の早さと縄張りの環境に関係は検出できなかった。

P2-308

フタモンアシナガバチ創設メスにおける他巢のメスに対する巣防衛：幼虫消失の認識

古市生 (九大・理)

巣をつくる動物において、子育ての時期は、巣を離れなければならない採餌と巣やその付近に滞在していなければならない巣の防衛という相反する要求があり、どちらにどれだけ時間を費やすかという問題にさらされている。採餌と巣防衛の時間配分は一定よりも、子の捕食リスクなどの条件に応じて変えた方が有利だろう。そこで、親が様々な手がかりを用いて子の捕食リスクの上昇を察知し、巣防衛の時間配分を増加することは繁殖成功を高くすると考えられる。子の捕食は親の外出中に起こることが多い。そこで、親は実際に捕食者の姿を見ていなくても、子が捕食された痕跡を刺激として利用し、巣防衛時間を増加させる意思決定を行った方が有利だと考えられる。

フタモンアシナガバチは創設メスが1頭で巣を作り、子を育てる。メスは巣の成長に必要な資源を採集するために巣を離れる必要がある。一方、メスは他巢の幼虫を引き抜き自巣に持ち帰ることがあり、巣を離れると近くの巣の同種のメスに幼虫を捕食される危険性が高くなる。他巢のメスの攻撃を受けたとき、巣の持ち主のメスが在巣していれば、他巢のメスを追い返すことができる。

子の消失を捕食リスク上昇の手がかりとしていれば、外出中に他巢のメスによる幼虫の捕食が起きた場合、帰巣後メスは幼虫の消失を認識し、外出頻度の低下、外出時間の短縮を行うと予測される。そこで、メスの外出中に人為的に幼虫1個体を引き抜き、その後のメスの巣上での行動、外出時間、外出頻度の変化に着目し、外出中の幼虫消失が巣防衛への時間配分を増やす意思決定の刺激となるか検証した。実験の結果、幼虫の消失後、メスは1回の外出時間を短縮させ、巣滞在時間は増加させた。以上のことから、メスは幼虫消失を手がかりとして利用し、巣防衛時間を増加する意思決定を行ったと考えられる。

P2-307

日本の寒冷地のタヌキは冬のエネルギー消費をどう抑えているか？

* 關義和 (農工大・連合農学), 小金澤正昭 (宇大・演習林)

タヌキは、フィンランドなどの寒冷地では冬ごもりをすることでエネルギー消費を抑えていることが報告されている。しかし、日本においては冬期に活動度は低下するものの冬ごもりは確認されていない。本研究では、日本の寒冷地においてタヌキがどのようにエネルギー消費を抑えているかについて明らかにするためにラジオテレメトリー法による調査を行った。

栃木県奥日光地域において、2006年10月から2007年7月までに延べ6頭の成獣タヌキ(オスメス3頭ずつ)の追跡を行った。調査期間中に1時間間隔の24時間連続追跡を延べ35回実施し、1日の移動距離と日中の移動距離の割合(6時～17時に移動した距離/1日の移動距離)を算出した。そして、積雪期(1-3月)の各環境要因(気温と積雪量)と上記移動距離のタヌキ個体内での変動を多重回帰により検討した。気温は、追跡時間帯の平均気温を日光測候所のデータから算出し、積雪量は調査地で測定した。また、24時間追跡データから1時間ごとのタヌキの移動割合を算出し、これを活動度とした。そして、日中(6:00-17:59)と夜間(18:00-5:59)のタヌキの活動度を積雪期と無雪期(4-7月と10-12月)で比較した。

積雪期におけるタヌキの1日の移動距離は、気温の低下および積雪量の増加により有意に減少した。また、積雪期には無雪期に比べて日中に移動する割合が多くなった。さらに、積雪期には、1日の平均気温が低い日ほど日中の移動距離の割合が増加した。以上のことから、本地域のタヌキは、冬期(積雪期)には気温の低下や積雪量の増加により移動は制限されるものの、暖かい時間帯により多く活動することでエネルギー消費を最小限に抑えていると考えられる。

P2-309

寄生蜂 *H. prosopidis* における宿主探索行動の解析

*阿部真人, 嶋田正和 (東大院・広域システム)

動物の行動は古くから多くの研究者を魅了してきた。特に哺乳類や鳥類など大脳を持つ脊椎動物だけでなく、無脊椎動物である昆虫でも記憶・学習による複雑な行動を示し、効率良く迅速に環境に適応することができるという点は興味深い。我々はこのような昆虫の行動に注目し、記憶・学習が適応度へ与える影響と、記憶・学習による意思決定が行動にどのように現れるかを考えたい。

先行研究としてコマユバチの一種である *Heterospilus prosopidis* が、アズキ内の宿主アズキゾウムシ (*C. chinensis*) とヨツモンマメゾウムシ (*C. maculatus*) の幼虫を探索する際、寄生した経験のある方の宿主種に対して選好性を強めるという強化学習をし、limited attention(一方に集中して探索すると他方はおろそかになる注視のトレードオフ)を示すか否かを実験により解明した。その結果、宿主発見が容易な状況においては limited attention を示さなかったが、宿主の密度を低下させ、発育段階を蛹にした宿主発見が困難な状況においては limited attention を示すということが示唆された。

これをふまえた上で、本発表では *H. prosopidis* が宿主探索の際にどのような行動パターンを示すかを調べるために1. 宿主のない状況、2. 宿主はあるが発見が容易な状況(豆内に4齢後期の宿主が1匹)、3. 宿主はあるが発見が困難な状況(豆内に蛹の宿主が1匹)に置いたときの行動を、それぞれビデオカメラを用いて動画として録画し、統計ソフト R を用いてその歩行軌跡を解析した。それにより *H. prosopidis* の宿主探索時に観察される行動パターンの適応的意義と、記憶・学習が行動に与える影響について考察する。

P2-310

カメフジツボの付着パターンはウミガメ類の回遊行動の差を反映するか？

* 林 亮太 (千葉大・自然科学), 山口 幸 (海洋開発研究機構)

カメフジツボ *Chelonibia testudinaria* はアカウミガメにもアオウミガメにも付着することが知られている。雑食性のアカウミガメは秋～冬季の沿岸域での観察例が少なく、繁殖期のみ沿岸に来遊し、繁殖期を終えると外洋に出て行くことが知られている。一方、アオウミガメは草食性であるため周年沿岸域で観察されている。Hayashi & Tsuji (2008) は沖縄本島沿岸で捕獲されるアオウミガメに付着するカメフジツボが集中分布していることを報告し、付着生物からウミガメ類の回遊行動を知る手がかりになると指摘した。しかし、カメフジツボ付着数の決定要因が回遊行動によるものであるかどうか、まだ検証はされていない。

本報告では鹿児島県屋久島で捕獲したアカウミガメ 48 頭、東京都小笠原原島で捕獲したアオウミガメ 47 頭について、カメフジツボ付着数を調査し、ウミガメ 2 種におけるカメフジツボ付着数の頻度分布を作成した。その結果、ウミガメの種によって頻度分布のパターンが異なることが明らかになった。この分布の違いを説明するために、カメフジツボ付着個体数決定要因として考えられる、1) カメフジツボが出す集合フェロモン、2) ウミガメの回遊経路という二つの要因それぞれに着目した数理モデルを作成した。その結果、アカウミガメにおける頻度分布は 2) ウミガメの回遊経路モデルで説明でき、アカウミガメが外洋性であることを反映していると考えられた。一方、アオウミガメの場合は、1) 集合フェロモンモデルで説明でき、ウミガメが沿岸域に留まるために、カメフジツボが出す集合フェロモンの影響が強くなったことが示唆された。

P2-312

Amata 属の配偶行動の解析 ～視覚刺激の重要性～

* 近藤勇介 (岐阜大・昆虫生態学研), 中秀司 (鳥取大・害虫制御学研), 土田浩治 (岐阜大・昆虫生態学研)

カノコガ亜科に属するカノコガ (*Amata fortunei*) とキハダカノコ (*A. germana*) は同所的に生息している昼行性の蛾類である。カノコガは早朝 (0500-0900) に配偶行動を行い、キハダカノコは夕方 (1500-1800) に配偶行動を行っていることが観察されている。カノコガは腹部第一節と第五節に黄色い縞があり、キハダカノコは腹部第一節から第七節のすべてに黄色い縞がある。配偶行動時、雌は腹端から性フェロモンを放出し、雄を誘引することが確認されている。また、両種とも昼行性であることから、雄の探雌行動には性フェロモン以外に視覚的な情報による配偶者認識機構が存在すると思われる。

これまでの研究で、カノコガの雄は雌標本の黄色い縞を加筆あるいは消去したものに対して、到達時間が長くなり、到達率も減少する傾向が見られた。この結果から、カノコガの雄は長距離では性フェロモンを利用し、至近距離 (少なくとも 15 cm 以内) では嗅覚と視覚の両方を利用して雌に定位することが示唆された。

そこで、今回はカノコガの雄が黄色い縞の本数と面積のどちらを配偶者認識に用いているのかを検証するために黄色い縞の面積を一定にし、本数を増減させた模型”と”本数を一定にして面積を増減させた模型”を用いて風洞内において行動観察を行った。このとき誘引源としてカノコガ雌の腹部末端節のヘキサノ抽出物を用いた。また、キハダカノコでも同様の実験を行い、両種の配偶行動における視覚による配偶者認識メカニズムの詳細を考察する。

P2-311

GPS 首輪を用いたニホンジカの行動解析

* 竹田千尋 (農工大・農), 梶光一 (農工大・農), 田村哲生 (東京農総研), 伊吾田宏正 (酪大・環境), 吉田剛司 (酪大・環境), 高橋裕史 (森林総研), 土屋誠一郎 (酪大・酪農)

ニホンジカ (以下、シカ) による強度な採食圧が長期間継続している森林において、その嗜好性植物が消失したにも関わらず、シカの高密度状態は維持されている。そこで筆者らはこのように高密度が維持されているメカニズムを解明するため、過去に個体数が爆発的に増加し、嗜好性植物が消失したにも関わらずシカの高密度状態が保たれている洞爺湖中島において、採餌場所の特定をすることを目的に、シカにアクティビティセンサー (以下、センサー) 付きの GPS 首輪を装着し、行動追跡調査をおこなっている。

同センサーは、首輪が縦、横方向に振れた回数を記録するものであり、先行研究においてセンサーのデータは様々な動物の活動量の指標として利用されている。シカは活動時間の多くを採餌に費やしていると考えられるため、GPS の各測定地点におけるシカの活動量が明らかになれば、採餌場所の特定につながるであろう。洞爺湖の調査では Tellus 社製の GPS 首輪 (モデル:5H1D) を使用しているが、同モデルの首輪を用いてセンサーと活動量の検証をおこなった研究はないため、シカの実際の行動と照らし合わせ、検証する必要がある。野生個体は警戒心が強く直接観察が困難であるため、本研究では飼育下にあり人慣れたシカを用いて検証した。検証にあたり GPS 首輪は 15 分ごとに活動量の記録をおこなうように設定した。センサーのデータの取得と直接観察は、メス 1 頭を用いて 9 月上旬の日中 (9 時～16 時) に 4 日間連続で、10 月中旬に別のメス 1 頭を用いて同時時間帯に 3 日間連続でおこなった。行動の記録にはビデオカメラを用いた。本発表ではこれらの記録から、センサーと活動量の検証をおこなう。

P2-313

貝に卵をあずける魚、ヒガイ類における超高速の産卵行動

* 小宮竹史 (京都市大・院理・動物生態), 森阪匡通 (京都市大・野生動物)

コイ科ヒガイ類は、生きた淡水二枚貝に卵を産みつけるという特異な繁殖様式をもつ。卵を抱えさせられた貝は、一方で卵を外敵から守るシェルターとして、他方で水流の供給によって卵の発生を補助するペビーシッターとして機能する。さて、ヒガイの雌は産卵管を貝の入水管に挿入して産卵するとされている (同時にオスの放精も起こるペア産卵を行う)。ところが、入水管には異物の侵入を感知する物理センサーがついており、異常を感じると、ふつう貝は速やかに殻を閉じてしまう。したがってヒガイは、貝のセンサーに感知されない、あるいは感知されても閉殻前に卵を産み終えるような産卵様式を備えていると推測されるが、明らかにされていない。今回、われわれは後者を支持する結果を得た。

本研究では、水槽実験によって、ヒガイの産卵行動をビデオカメラと水中マイクを用いて観察・記録した。ヒガイの産卵行動シーケンスは、以下のようであった。まず、雌雄が貝の正面に並んで定位する。定位の間、雌雄間で発音が続く。その後、雌雄が揃って貝の入水管に向かって突進し、産卵管の挿入 (0.05-0.10 秒間) と放精が同時に起こる。このとき、雌は貝に激しく衝突するため、ほとんどの場合で貝は殻を閉じる。

30 回以上の産卵行動のうち、貝の閉殻によってヒガイの産卵管が挟まれるケースは観察されなかった。したがって、ヒガイの産卵行動は貝の感知-閉殻反応より速い。この速さは、動きの速さだけでなく、産卵行動あたりの卵数の少なさともおそらく関係している。というのは、実験を行った各日について、産卵行動の回数と貝内から回収された卵の数はほぼ一致していた。つまり 1 回の産卵行動でわずか 1 つの卵しか産まない可能性がある。一方で、このような高速産卵の成否は、雌雄の“同調性”に依存するだろう。定位時の発音は、雌雄間の同調における鍵刺激なのかもしれない。

P2-314

ヨツボシモンシデムシに見られる幼虫の非同調な孵化とブルードの年齢構成

*高田守(農工大院・農), 佐藤俊幸(農工大・獣), 普後一(農工大院・農)

行動生態学及び進化生態学で解明されていない生態の一つに、非同調な孵化(asynchronous hatching)がある。非同調な孵化とは、親が子を養育する生き物において、孵化のタイミングに時間差が見られる孵化の様式のことをいう。非同調な孵化の適応的意義について、近年非同調な孵化が一般的に見られる晩成鳥類を用いて仮説の実証研究が盛んに行われてきたが、未だに一般化された仮説はない。これは適応的な孵化のパターンに関する仮説と非同調な孵化を鳥類特有の生理的制約に付随して見られる副次的形質であるとする仮説とを分けて検証することが困難なためである。

このような現状を打開する一つの方法として、非同調な孵化が見られる鳥類以外の生物を用いて、その適応的意義を解明することが挙げられる。鳥類とは異なる生態を持つ生物を用いて研究を行うことにより、非同調な孵化の適応的意義について新たな知見が得られるものと期待される。

自然選択は非同調な孵化の結果形成される孵化時間の異なる子から成るブルードの生存率や繁殖成功といった適応度を、最大化するような孵化のパターンを選択するものと考えられる。従って、非同調な孵化が生理的な制約により起きている現象ではなく、適応的意義を持つ形質なのであれば、その意義を反映した年齢構成のブルードが形成されるものと推測される。本研究では、非同調な孵化の適応的意義について調べるため、親が継続的に給餌しながら子を育てるという点において鳥類と似た生態を持つヨツボシモンシデムシ(*Nicrophorus quadripunctatus*)を用い、孵化のパターンとブルードの年齢構成との関係、及び、ブルードの年齢構成が適応度の指標である幼虫の成長や生存に及ぼす影響について検証した。

P2-316

風の流れとオオミズナギドリの移動

*山口まどか(名大院・環境), 綿貫豊(北大院・水産), 山本麻希(長岡技大・生物), 依田憲(名大院・環境)

ミズナギドリ目海鳥類は繁殖中に、繁殖地から遠く離れた海域を採餌場所として利用することがある。日本で繁殖するオオミズナギドリは、育雛中に、繁殖地周辺の海域で採食するとともに、時として700kmも離れた海域まで移動しそこで採食することが知られている。採食海域までの距離の違いによって、餌生物、餌探索行動やエネルギー配分に差があることが報告されている。しかしながら、移動途中の行動についてはよくわかっていない。本研究では、採餌海域までの距離の違いによって、移動・飛翔行動がどのように違うのかを明らかにするために、新潟県粟島で繁殖するオオミズナギドリにGPSデータロガーを装着した。その結果、2008年と2009年の8月19日から9月14日(育雛初期から中期にあたる)にかけて、オス12個体、メス7個体から計53トリップ(それぞれ1~7日間)について取得した。採餌場所は粟島近海、秋田県近海、北海道近海の3箇所であった。オスはこれら3海域で採餌したが、メスは粟島近海と秋田県近海の2海域でのみ採食した。海上を移動する際、風の流れが強い影響をもたらすと考えられるため、風の流れとオオミズナギドリの移動の経路にどのような関係があるのかを考察する。

P2-315

屋久島の照葉樹林における鳥類の排泄物の遺伝解析を用いた食性解析

*寺川眞理(京大・理), 梶田学(無所属), 阿形清和(京大・理)

食性解析は、野生動物の生態を研究する上で最も基礎的な課題のひとつである。鳥類の場合、連続的な直接観察や食痕探索は難しく、排泄物の分析では消化により形状が変化したものは特定が困難であった。近年、哺乳類や鳥類、昆虫類などの糞を対象にDNAバーコーディングにより食性解明する手法が確立されてきた(Valentini et al. 2009; 松木ら 2008)。そこで、著者らは、鹿児島県熊毛郡屋久島町西部林道周辺の照葉樹林に生息する鳥類を対象に rbcL 領域の DNA バーコーディングを用いて食性の解析を行った。本解析に用いた糞サンプルは、京都大学グローバル COE プログラム「生物の多様性と進化研究のための拠点形成—ゲノムから生態系まで」の屋久島実習にて、2009年9月7日から10日にカスミ網による鳥類の捕獲調査で著者らと学生らによって採集されたものである。糞の解析対象は、キビタキ、コゲラ、ヒヨドリ、メジロ、ヤマガラである。キビタキからは、ヒメユズリハ、ヤマモモ、イチジク属、ブナ科、カキノキ属が、コゲラからはイチジク属とブナ科が、ヒヨドリからはイチジク属とハイノキ属が、メジロからはハマビワ、ヤクシマオナガカエデ、ブナ科が、ヤマガラからはエゴノキ、モッコク、ヒメユズリハ、イチジク属、ブナ科が検出された。果実食鳥類の複数個体の糞から堅果であるブナ科が検出されただけでなく、キビタキからは6月に結実するヤマモモが同一個体の複数の糞から検出された。これらの種が堅果やヤマモモの葉を採食するとは考えにくく、これらの植物種の植食性昆虫を採食し、その昆虫内の植物 DNA が検出された可能性がある。

P2-317

振動を介したカブトムシ幼虫の集合性

*小島渉(東大・農学生命), 高梨琢磨(森林総研), 中野亮(理研 BSI), 石川幸男(東大・農学生命)

カブトムシ幼虫は、腐葉土や堆肥置き場などから狭い範囲で多数の個体が見られることがある。これは、メス成虫が同一のパッチに多数の卵を産むことが一因と考えられる。野外におけるパッチ内での幼虫の分布を調べたところ、実際に集中分布をしていることがわかった。幼虫の移動分散能力を考慮すると、この集中分布には、メスの産卵習性だけでなく、幼虫個体間の集合性が関わっている可能性がある。そこで、幼虫の定位行動について選択試験をおこなった。ここでは、移動の制限された幼虫(定位源)を腐葉土の入った直方体の容器の左右一方に設置し、容器中央に置いた幼虫の定位行動を観察した。その結果、幼虫は定位源となる個体に対し、有意に誘引されることがわかった。さらに、定位源である幼虫の数を増やすことで、この誘引性は強まった。以上より、野外で観察される集中分布には、幼虫の個体間相互に作用する集合性の関与が示唆された。現在、誘引に関わる要因(cue)として振動等を想定し、解析を行っている。それらの予備的結果もあわせて報告する。

P2-318

泊まり場を変え単独で眠るテングザル:洪水期になにが?

* 松田一希(京大霊長研), Augustine Tuuga (Sabah Wildlife Dept.), 東正剛(北大院・地環研)

霊長類を含む哺乳類にとって、捕食圧はその行動・社会の進化を考える上で重要である。樹上生活をする霊長類であるテングザルの主要な捕食者はウンピョウであり、夜間におけるウンピョウの襲撃に備えて、本種は夕刻になると必ず川岸の木で眠ると考えられてきた。なぜなら川岸は見渡しがよく、危険が迫れば対岸へと容易に川を渡ることによって捕食者を回避するのに有利だからである。しかし、これを検証した研究例は未だない。本研究では、陸上性捕食者であるウンピョウの林内での移動が制限される洪水期に観察された、テングザルの泊まり場の劇的な変化の要因を検討した。2005年5月から2006年の5月にかけて、マレーシア・サバ州でテングザルの観察を行った。2006年1月から3月にかけて起こった洪水時には、それまで必ず川沿いで泊まっていたテングザルが、突然林内で泊まり始めた。テングザルの群れが森の中で眠る頻度と水位には正相関が認められた。一方で、洪水期と非洪水期の食物利用可能量及びテングザルの採食行動には大きな変化が見られなかったことから、泊まり場の劇的な変化は、餌資源量などの影響ではなく、水位が上がったことによる林内での捕食圧の軽減が、テングザルに森の中でも眠るという選択肢を与えたと考えられる。また、非洪水期には、テングザルの群同士は、川沿いにおいて近接して泊まることが多かったが、洪水期になると群は、林内に単独で泊まった。群がいくつか集まって泊まることは、捕食者回避には有利である。洪水期にテングザルの群が単独で泊まる機会が増えたということは、この時期に捕食圧が軽減したという可能性を示唆している(Matsuda et al., in press, Ecological Research)。

P2-320

さぎ食堂:誰が為に親は吐く

* 益子美由希, 徳永幸彦(筑波大・生命共存)

P2-319

バイオリギング手法による潜水性海鳥の摂餌生態

* 小暮潔史(東京大学海洋研究所), 佐藤克文(東京大学海洋研究所)

海洋を生活の場とする動物の行動を追跡、観察するのは困難である。そのために近年盛んになってきているのが、動物に記録装置を装着し、行動データなどを記録するバイオリギング手法である。中型の沿岸性海鳥であるヨーロッパヒメウは、育雛期に1日数回の採餌トリップを行うが、その際、親鳥が行うトリップの長さや、獲得餌量にばらつきがあることがこれまでに知られている。本研究は、こうしたばらつきがどのような原因によってもたらされるのかを明らかにするために行った。

2008,2009年にスコットランド、メイ島において、繁殖育雛中のヨーロッパヒメウにGPSロガーと加速度ロガーを装着し、1秒毎の緯度経度、温度、深度、そして1秒間に64データの高頻度での背腹方向と頭尾方向の2軸の加速度を記録した。得られた1日分の行動データから移動経路と餌場の位置を求めるとともに、加速度で記録した羽ばたき周波数の変化からトリップ毎の獲得餌量を推定した。

得られたデータにより、ヒメウは繁殖地のメイ島周辺の餌場から、15キロ程度遠方の餌場までを利用しており、採餌域と営巣地との間を直線的に移動していることが判った。又、トリップ毎に推定された獲得餌量は約30~300グラムと変動し、遠方の採餌域を利用する場合ほど多くの餌を獲得し、営巣地周辺で行われたトリップでは少量の餌獲得で帰巢する傾向が見られた。

P2-321

精子置換による配偶者選択への影響

* 住友宏幸(山形大・院・理工), 廣田忠雄(山形大・院・理工)

メスが多回交尾する場合、オスが出会うメスはすでに交尾を経験している可能性が高く、精子競争が起こりやすい。精子競争が激しい場合、多量の精子を送る、交尾栓、前のオスの精子をかきだす、精液中タンパクでメスの産卵速度を高める、婚礼贈呈、生殖器で物理的にメスを抑えるなどの戦術を進化させている。

精子競争の強さは、個体群密度や性比によって常に変化するため、オスの精子競争に対する対策も変化するだろう。*Plodia interpunctella*では、羽化後のライバルオスの多さを幼虫期の高密度によって認識し、精巣サイズを大きくする。*Poecilia mexicana*では、通常一貫性のあるオスの雌に対する好みがあるが、他のオスの存在により変化することが知られている。

そこで、オオヒラタシデムシ *Eusilpha japonica* を用いて、オスの精子競争に対する対策の可塑性を調べた。*E. japonica* はオスがメスの触角を噛み、挿入後も長くマウントし続け交尾後ガードを行う。*E. japonica* が交尾しているかどうかは触覚を噛む行動で容易に判断でき、オスの精子競争に対する可塑的な行動を調べるのに適している。本研究では、オス1匹、3匹、10匹をそれぞれメス3匹といっしょにして人工的に性比を変化させることで、オスが周りのライバルオスの多さを認識し、マウント時間を変化させるのではないかと検証した。また、オスバイアスではなく全体の密度が影響している可能性もあるので、オス3×メス10とオス10×メス3の比較も行った。

結果、潜在的なライバルオスが多いほど挿入の有無に関係なくマウント時間が長かった。この結果は、*E. japonica* のオスが、周囲の潜在的なライバルオスを認識して交尾後ガードを効果的にを行い、限られたメス資源を有効利用していることが示唆される。*演題変更「OSRに応じたマウント時間の調節」

P2-322

アミメアリにおける複数クローンコロニーの誕生の要因? 限られた巣場所がコロニー融合を促進するのか

* 佐藤 翔 山形大院・理工・生物, 佐藤俊幸・東京農工大・農・動物行動, 廣田 忠雄・山形大・理・生物

日本に生息するアミメアリ *Pristomyrmex punctatus* には、女王アリが存在せず、若齢ワーカーが、単為生殖により繁殖する。全てのコロニー個体が単一クローンの個体で構成されるコロニーもある。そのようなコロニーは血縁選択説により、高い包括適応度が得られると考えられる。しかしながら、複数のクローン系統を含んでいる個体群もある。このような複数のクローン系統によるコロニーが形成される原因として、コロニーの融合が考えられる。コロニー融合はコロニー内の血縁度の低下により、直接的利益を減少させてしまう。しかしながら、越冬に適した巣場所が少ない場合、コロニー融合は、越冬を成功させるための戦略の1つとなる。低温条件下では、コロニー融合が生じることが示唆されている。そこで、越冬時に生じる他の要因のひとつとして、生活できる巣場所が他に存在せず、行き場がない状況が考えられる。そこで、異なる地域由来の2つのコロニーを、低密度(500対500個体)または高密度(5000対5000個体)で利用可能な巣場所を1つに限定した実験ケースに入れ、(1)コロニー同士が出会った時の反応が、時間経過によりどう変化するか、また、限られた巣場所を共有するようになるかどうか調べた。(2)利用可能な巣場所を2つに増やした場合に、それぞれのコロニーの移動先の巣場所が、コロニーごとに分かれるのか、両コロニーの個体が混在したまま移動するのかにより、コロニーが融合したのかどうかを調べた。(3)元々所属していたコロニー個体、相手の所属していたコロニー個体、全く別地域のコロニー個体に対する闘争性が、実験前に出会わせた場合と比べて変化があるかについて調べた。これらの実験により、なぜアミメアリに複数クローンのコロニーが存在するのかについて考察する。

P2-323

アミメアリの闘争行動

* 齊藤真志(山大院・理工), 廣田忠雄(山大院・理工)

闘争行動は、エネルギーの消費、時間の浪費、傷ついたり殺される、などのコストが大きい。そのため、個体は競争相手と遭遇した場合に、状況依存的に戦うか戦わないかを選択していると考えられる。アミメアリ *Pristomyrmex punctatus* は、他巣の個体に対して激しく敵対し、威嚇したり噛みついたりする事が知られている。しかし、実際に闘争実験を行うと、同じコロニー内でも闘争性にばらつきがあり、よく闘争する個体やあまり闘争しない個体などが観察された。そこで、このような差が生まれる要因について調べた。まず、個体を集団処理と単離処理に分けた。そして、24時間後に集団処理個体どうし、単離処理個体どうしを用いて闘争実験を行った。その結果、単離処理した個体は、集団処理した個体よりも、闘争性が有意に低下した。では、単離処理によって、個体にどのような変化が起きたのだろうか?ここで、脳内神経物質である生体アミンの一つ、オクトパミンという物質に注目した。コオロギやショウジョウバエの研究で、闘争性とオクトパミンの関連性が示唆されていることから、アミメアリは孤独な状態になると脳内のオクトパミン量が低下し、その結果闘争性も低下すると予測した。そこで、オクトパミンを加えた餌を与えて単離処理した個体と、普通に単離処理した個体を準備し、それぞれ闘争実験を行った。その結果、オクトパミンを加えた餌を与えて単離処理した個体は、闘争性が有意に高くなった。

