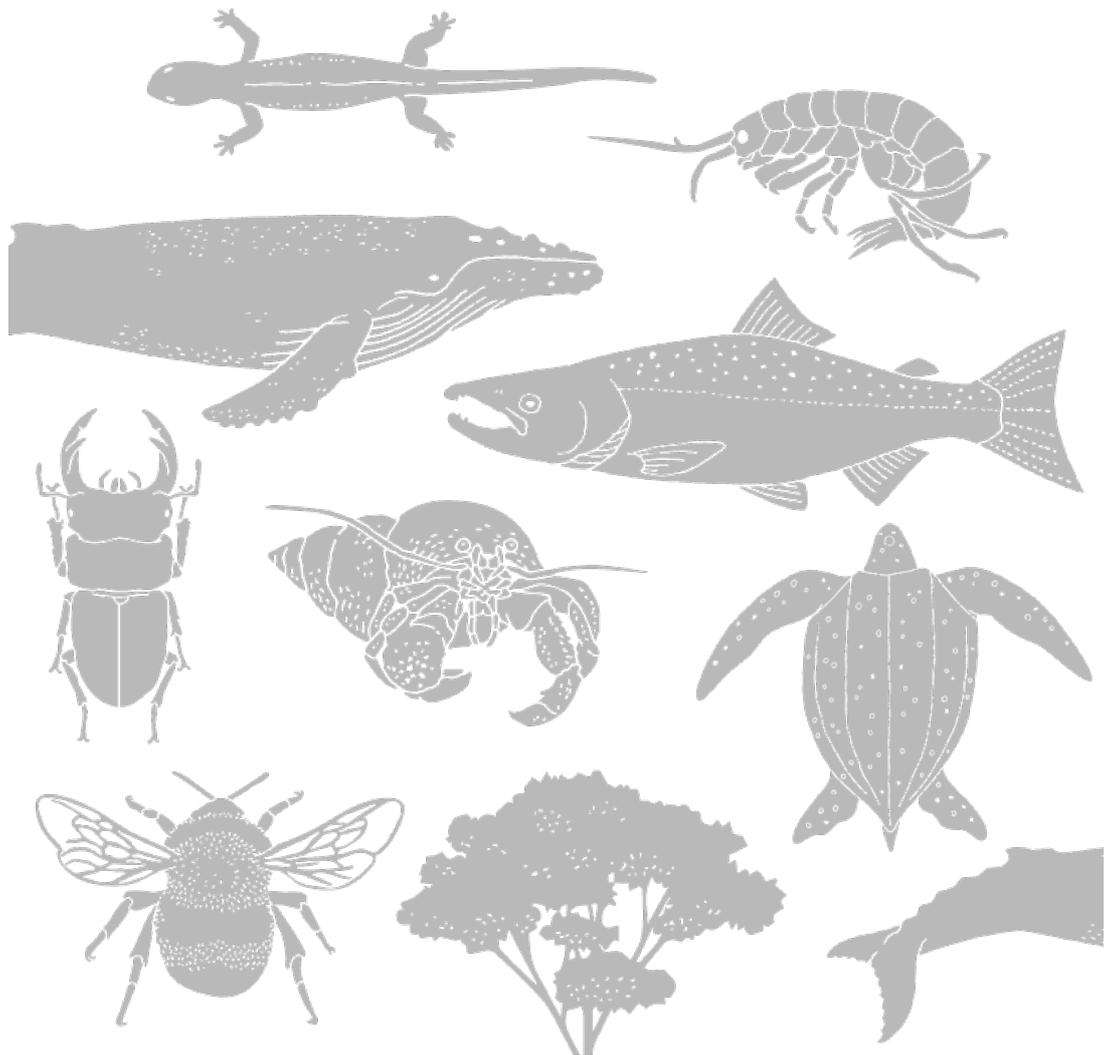


第 38 回（2018 年）

関東地区生態学関係修士論文発表会

38th Meeting in Kanto District for Ecology-Related Master Thesis Presentation



主催：日本生態学会関東地区会

会場：東京大学柏キャンパス 大気海洋研究所

とき：2018年3月3日（土）

日程（3月3日）

開場, 受付開始（10:00）

開会の挨拶（10:30～10:40）

No.	氏名	所属	タイトル
-----	----	----	------

発表セッション1（10:40～12:00）

1	神吉 隆行	東京大学	大槌湾潮下帯岩礁域におけるサンカクフジツボの個体群動態に関する研究
2	前田 瑞貴	横浜国立大学	山火事直後の土壌・植生回復過程における残存根の役割
3	橋詰 茜	日本大学	哺乳類の死がもたらすもの:多様な遺体利用者が織りなす複雑な相互作用
4	大竹 裕里恵	東京大学	長野県深見池における枝角類群集の形成過程及び長期動態と環境変動の関連

発表セッション2（13:30～14:50）

5	高木 勇輔	横浜国立大学	自然群集における多様性と多機能性の関係:気候変動の文脈を添えて
6	石川 みくり	東京大学	福井県三方湖におけるヒシ分布の時空間動態と塩分濃度の関係
7	横山 陽子	東京大学	里山二次林の夏鳥を減らし留鳥を増やす林床のアズマネザサ
8	野田 康太郎	宇都宮大学	PIT タグを用いたトウキョウダルマガエルの生活史の解明

発表セッション3（15:10～16:10）

9	庄司 一貴	首都大学東京	アリ類における相互作用ネットワーク
---	-------	--------	-------------------

10	神宮 彬彦	首都大学東京	ウスバカゲロウ類3種幼虫の捕食戦略:ピットホールトラップ対フェンストラップ
11	永田 広大	東京大学	溪流の落葉破碎食昆虫における密度-面積関係の形成機構

特別講演 (16:25~16:55)

佐藤克文教授 (東京大学大気海洋研究所)

生態学分野への逆問題型アプローチの導入

表彰式, 講評, 写真撮影 (17:05~17:25)

懇親会 (17:45~)

諸注意

参加者のみなさま

- ・発表会場の入り口で受付を済ませてから会場へお入りください。受付開始は 10:00 です。
- ・受付で名札をお配りしますので、発表会にご参加の間は名札をお付けください。
- ・発表会場の前には休憩室を設けてあります。飲み物や軽食なども用意しておりますので、ご自由にお使いください。
- ・昼休憩は 12:00～13:30 を予定しています。キャンパス内にあるプラザ憩い、カフェテリア、お魚倶楽部はま等で昼食をとることができます。また、キャンパス周辺にもいくつかの飲食店があります。
- ・発表者へのフィードバックシートをお配りします。コメント、メッセージなどがあれば積極的にご記入ください（氏名のご記入は任意です）。発表会終了後に発表者にお渡しします。

発表者の方々

- ・発表時間は 15 分、質疑応答は 4 分、交代は 1 分（計 20 分）です。発表開始後 12 分に一鈴、15 分に二鈴、19 分に三鈴を鳴らします。
- ・ご自身の発表の一つ前の発表が始まる前までに講壇の近くに移動してください。プログラムを円滑に進行できるようご協力をお願いいたします。
- ・会場の前方スクリーンにスライドを投影することができます。会場のプロジェクタには VGA 端子のみ接続することが可能です。必要に応じて変換器を持参してください。
- ・投影するスライドは事前に提出いただいておりますが、ご自身の発表の前にファイルの中身を再度確認するようお願いいたします。
- ・ご自身の発表の一つ後の発表では座長（進行役）を務めていただきます。発表終了後は座長席にお座りください。なお、タイムキーパーは運営委員が務めます。
- ・優秀な発表には賞を授与します。スライドの明瞭さ、ストーリーの理論展開、口頭説明のわかりやすさ、質疑応答の受け答えなどの観点から審査員が発表を評価します。

懇親会に参加する方々

- ・発表会終了後、懇親会を開催します。会場は発表会場（講堂）の前です。
- ・受付の際に懇親会費 2,000 円をお支払ください。
- ・事前にお申し込みいただいていない方も参加することができます。さまざまな分野の方々が集まる貴重な機会ですので、奮ってご参加ください。

発表要旨集

大槌湾潮下帯岩礁域におけるサンカクフジツボの個体群動態に関する研究

神吉 隆行（東京大学・生物資源再生分野）

緒言

天然の固着動物は、“懸濁物食性”によって食性の重複するホタテなどの養殖対象種と餌料競争を引き起こす可能性が指摘されているが、それらの種組成や生息密度、動態などの基本的な知見も不足している。特に、主要なハビタットである潮下帯岩礁域においてはほとんど定量的な研究例がない。本研究では、大槌湾赤浜の潮下帯岩礁域における固着動物の群集動態、特に優占種であったサンカクフジツボの個体群動態を明らかにし、基質の傾斜の大小に着目した比較を行った。

1. 固着動物群集の動態

大槌湾赤浜の潮下帯岩礁において、2016年7月から2017年10月まで原則毎月1回、潜水調査を実施した。基質表面の傾斜角によって水平面と鉛直面の2種類の傾斜環境を設定し、各傾斜環境において原則10枠以上の方形枠を設置して写真を撮影し、出現種を記録した。優占種は、2016年にはサンカクフジツボであったが、2017年にはカンザシゴカイ類やウズマキゴカイ類、コケムシ類に変化した。水平面よりも鉛直面において固着動物の種多様性が高い傾向がみられた。これは、水平面よりも鉛直面において光の照射量や流速環境、基質表面の凹凸などの物理環境の幅が多様であることによると考えられる。

2. 優占種サンカクフジツボの個体群動態

赤浜の潮下帯岩礁において、両傾斜環境で優占していたサンカクフジツボについても水平面と鉛直面での個体群動態を調べた。方形枠内を撮影した画像から、生存個体の輪郭を手動で読み取り、各個体の殻底面積および個体数を計測した。2016年7月の調査開始時の個体数密度は、約50~100個体/400cm²であった。夏季に新規加入が生じて個体数が急増した以降減少を続け、翌年1月以降には個体数は数個体/400cm²になった。この減少の要因は、調査年の冬季におけるクロロフィル量が前年に比べて半分程度であったことから、餌環境の悪さであったと考えられる。また、小型個体は水平面においてより急速に減少したが、これは調査地において水平面には基質表面の凹凸が浅く捕食圧が高いため、小型個体が速やかに捕食されたためと考えられる。

まとめと展望

固着動物群集の動態、優占種サンカクフジツボの個体群動態について、傾斜環境による差異がみられたが、これらは傾斜の違いにより生じる物理的環境や生物的環境の差異によるものであることが示唆された。

山火事後の土壌・植生回復過程における残存根の役割

前田 瑞貴 (横浜国立大学・森章研究室)

1. はじめに

山火事は植物の遷移段階や土壌環境に変化をもたらす要因として知られている。山火事後、土壌に炭が供給されることは広く知られているが、一方で地下部には地上部の焼失、または火事が土壌に伝える熱により枯死根が残存すると言われている。山火事後に新規移入した植物が定着する際、土壌の物理化学特性が鍵となる。山火事後の土壌特性の変化要因として、熱の影響などの非生物的な要因や土壌微生物の働きといった生物学的な要因が挙げられる。土壌微生物は山火事の影響で減少するが、同時に活性が高まることが知られている。土壌中に残存した枯死根は、熱の影響により分解が進むことや、土壌微生物に利用される可能性が考えられることから、山火事後の土壌微生物や植生回復に影響を与えると考えられる。そこで本研究では山火事後の枯死根と植生、土壌微生物の関係性に着目した。

2. 方法

調査はアメリカのヨセミテ国立公園で行なった。本研究で着目した山火事は2014年7月に発生し、同年8月に鎮火した林冠火事である。調査は2015年6月に開始し2017年6月までの間に計5回の調査を行った。山火事の有無で対になるようにプロットを設け、植生被度、土壌環境値として地温、pH、土壌含水率、土壌炭素及び窒素量、無機態窒素、さらに土壌微生物バイオマスC(MBC)、枯死根量と現存量、根の生産性、分解を測定した。

3. 結果と考察

本研究で林冠火事のような強度の強い山火事後の土壌表層付近に、枯死根が残存していることが明らかとなった。山火事が発生した場所と無い場所の土壌環境を比較したところ、土壌環境に山火事の影響が残っていることが示唆された。また山火事があつたプロットではMBC、植物種数、被度が年々増加していた。さらに根の生産性は山火事の有無に関わらず変化しないことが示された。枯死根のMBC、植物被度と種数、根の生産性への影響を重回帰分析で検証したところ、MBC、植物被度と種数では説明変数として枯死根が選択され、これら応答変数は枯死根と正の相関関係を示した。先行研究より、火事の際に土壌に伝わる熱により土壌中の根の細胞が壊死し、窒素が滲出することが山火事直後の無機態窒素の増加要因として知られている。その為、枯死根が多く残っている空間ほど土壌微生物が利用可能な資源、または植物が利用可能な栄養塩が多く存在したと類推される。これら結果より、山火事後の土壌中の枯死根が、資源として直接的に土壌微生物に関与し、間接的に植生に関与していることが示唆された。

哺乳類の死がもたらすもの：多様な遺体利用者が織りなす複雑な相互作用

橋詰 茜（日本大学・森林動物学研究室）

1. はじめに

どんな動物にも寿命がある。死んだ動物、すなわち動物遺体は、捕食者に対して抵抗しないこと、窒素やリンが大量かつバランスよく含まれていることから、多くの生物にとって極めて貴重な資源である。近年の研究によれば、動物遺体の大半は食肉目などの脊椎動物によって利用される。高次捕食者による遺体利用は、通常の捕食-被食関係を緩和するため、群集の安定化に寄与することが理論的な研究によって確かめられている。しかし、（夏季のような）高温環境下では、微生物や昆虫の活動が活発になるため、遺体利用者間の競争が激しくなり、高次捕食者による遺体利用の頻度は下がると考えられる。そこで本研究では、北海道八雲町日本大学演習林に、有害駆除されたアライグマの遺体を一頭ずつ実験的に設置し、無脊椎動物（特に鞘翅目）・脊椎動物を含む遺体利用者とその時間変化、さらにそれらの生物間相互作用を明らかにすることにした。

2. 試料と方法

フィールド調査は、2017年8月16日から9月11日にかけて行った。まず、遺体を利用する無脊椎動物種（とくに鞘翅目）を明らかにするために、300m間隔で6地点にピットフォールトラップを設置した。トラップは一日ごとに回収し、設置からの経過日数ごとに、捕獲された種とその捕獲個体数を記録した。さらにここでは、遺体重量の時間変化をみるために、バネばかりで一日ごとに重量を測定した。次に、遺体を利用する脊椎動物種を明らかにするために、0.5-1km間隔で27地点に自動撮影カメラを設置した。設置からの経過日数ごとに、訪問及び採食行動の有無を記録し、訪問確率及び採食確率が時間とともにどう変化するかを調べた。

3. 結果と考察

遺体の主な利用者は、ヒロズキンバエ及びホホグロオビキンバエの幼虫（以下、ウジ）であった。ウジは、設置2日後に孵化し始めた。その後、6日から8日後には蛹になるために一斉に遺体の外へ分散した。分散と同時期に、遺体の重量は急激に減少し、9日後には30%以下となった。無脊椎動物の種構成は、分散のタイミングを境に大きく変化した。脊椎動物のうち、哺乳類はキツネ、タヌキ、齧歯目、鳥類はアカハラを含む8種が遺体を訪問し、どの種においてもウジの利用が確認された。このうち、遺体自体を利用したのは、キツネとタヌキのみであった。本研究の結果から、遺体のエネルギーや栄養は大分部がウジに摂り込まれていたことが分かった。さらに、ウジが様々な無脊椎動物・脊椎動物に捕食されていたことから、遺体のエネルギーや栄養はウジを通じて高次捕食者に流れ、群集の安定化に寄与しうることが分かった。

長野県深見池における枝角類群集の形成過程及び長期動態と環境変動の関連

大竹 裕里恵（東京大学・吉田丈人研究室）

1. 緒言

環境変動や人間活動に対する生態系応答の解明は近年の変動環境下における課題の一つである。攪乱を受けやすい湖沼環境における主な変動に富栄養化がある。これは本来 Lake aging と呼ばれる自然過程で、湖沼は形成期から徐々に富栄養状態となる。1950 年頃から世界規模で活発化した人間活動はこれを急速に進行させてきた。これは人為的富栄養化として環境問題となっており、これに対する生態系の応答は解明されてきた。一方で、Lake aging が生態系に及ぼす影響は研究知見が不足している。これは湖沼形成期からの観察を行う困難さに起因する。本研究では、湖沼形成期からの堆積物とその内に残存する生物の遺骸を用い、湖沼環境と生物群集の変動を再現した。特に、キーストーン生物で環境変動感受性の高い枝角類に着目した。これにより、人間活動が活発化する前の富栄養化が生態系に与える影響の解明、その他に枝角類群集に影響を与えた要因の検討を行った。

2. 材料と方法

深見池（長野県、1662 年成立）において堆積物コアサンプルを 5 本採集し、これらを一定間隔で切断した。各層において、枝角類、ユスリカ幼虫、無脊椎捕食者フサカ幼虫の遺骸を計数し、年あたりの堆積量（フラックス：個体数/cm²/年）を個体数の指標とした。体サイズ・魚類捕食圧の指標とするため、大型枝角類 *Daphnia* が残す尾爪遺骸の長さを計測した。富栄養化過程を推定するため、各層で栄養塩である全リン濃度、植物プランクトンが共通して持つ光合成色素のクロロフィル a とその分解産物であるフェオフィチン a の濃度を測定し、フラックス（ $\mu\text{g/cm}^2/\text{年}$ ）を算出した。

3. 結果と考察

深見池では、2 回の急激な富栄養化が発生した。人間活動の活発化に伴う富栄養化の進行が生じた 1950 年代からに加え、1850 年からも大雨による影響と考えられる一時的な富栄養化が見られた。統計解析の結果、1 回目の富栄養化により、枝角類群集の優占種が底生性種から浮遊性種へ置き換わったことが示された。これは、先行研究で明らかにされている人為的富栄養化への応答と同様であった。一方で、2000 年代に定着した種には栄養塩と光合成色素両方が影響を示さず、これ以降の変動は富栄養化のみでは説明できないと示唆された。これについて、捕食者の変動による影響が考えられた。フサカ幼虫量と大型 *Daphnia* の尾爪長から、プランクトン食魚が 2000 年代に減少し、近年増加したと示された。統計解析から、前者が大型 *Daphnia* の定着を、後者が枝角類の小型化を引き起こした可能性が示唆された。深見池における魚類放流の記録はこの推測を支持した。以上の結果から、人間活動が活発化する前の富栄養化も人為的富栄養化と同様の変動を起こすと新たに実証した。また、枝角類群集に対し捕食者の変動も影響を及ぼし、これに魚類放流が関与したと考えられた。

自然群集における植物種数と多機能性の関係：気候変動の文脈を添えて

高木 勇輔（横浜国立大学・森 章 研究室）

1. はじめに

気候変動に起因する降雨規模・頻度の変化は、植物の生育や種の相互作用への影響を介して、生態系機能に変化をもたらすことが危惧されている。このような環境変動に対する生態系の頑健性を検証するため、草原生態系をモデルとして生物多様性と生態系機能の関係性が多くの操作群集で研究されてきた¹。近年の研究では複数の生態系機能を同時に考慮すると、複数の機能を考慮しない場合に比べて生物多様性の効果はより大きくなるという多様性と多機能性の関係が報告されている。本研究では、先行研究に乏しい自然草本群集において降水量操作を実施して、植物多様性が生態系の多機能性に影響するメカニズムを検証した。

2. 材料と方法

2015年7月に北海道北部に位置する北海道大学天塩研究林の草原に調査地を設定した。2016年以降は、レインアウトシェルターを用いて植物の成長期である5月から11月の降雨量を調整した。降水量を50%減らした干ばつ区、50%増やした増雨区、調整していない対照区を設定した。2015-2017年の8月に植物の種組成と、生態系機能の指標として、地上部バイオマス、リター堆積量、地下部バイオマス、初期分解速度 k 、炭素隔離潜在性 S 、土壤無機態窒素量、土壤炭素量、土壤呼吸速度を計測した。また環境要因として土壤含水率とpHを測定した。シミュレーションにより高機能種の存在を示唆する種の重要性効果を算出した²。群集全体で自然群集における環境の差異を考慮しつつ植物種数並びに種の重要性効果と多機能性の関係を解析した²。

3. 結果と考察

植物種数と種の重要性効果は有意な正の相関関係を示した。自然群集において植物種数の高い群集には高機能種が含まれている可能性が高いという先行研究の結果と一致している²。また、種の重要性効果と多機能性は有意な正の相関関係を示した。本研究は極端な気象現象下においても植物種数が種の重要性効果を介して生態系の多機能性を維持し得ることを示唆した。

4. 引用文献

- [1] F. Isbell et al., Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature* 526, 574-577 (2015).
- [2] A. S. Mori, Environmental controls on the causes and functional consequences of tree species diversity. *J. Ecol.* 106, 113-125 (2018).

福井県三方湖におけるヒシ分布の時空間動態と塩分濃度の関係

石川 みくり（東京大学大学院・広域科学専攻・吉田丈人研究室）

【序論】

福井県にある三方湖は、日本海に近い三方五湖の一つである水深の浅い湖である。三方五湖で唯一の淡水湖だが、時に隣接する水月湖（汽水湖）から汽水が流入する。三方湖では、2008年以降にそれまで局所的に生育していたヒシ（*Trapa japonica*）の分布範囲が著しく拡大した。ヒシの繁茂はさまざまな生態学および社会経済的な影響をもたらすため、正負の両側面の影響を考慮した効果的な管理手法が急務となっている。このような管理計画の立案のためには、ヒシ分布の事前予測が有効であると考えた。そこで本研究では、航空写真および衛星画像から三方湖におけるヒシ分布の時空間動態を記述するとともに、ヒシ分布を左右する環境要因を評価することを目的とした。

【方法】

最初に、夏季に三方湖上空から撮影された航空写真や衛星画像を用い、ヒシ分布の地図（2009–2017年）を、画像判別と地理情報システム（GIS）を用いて作成した。そして、湖面に対するヒシ群落の占有面積率を算出し、ヒシ分布の空間動態を可視化した。次に、三方湖底における埋土種子の密度調査、ヒシ種子の発芽能を比較するための野外発芽実験と湖水塩分濃度の測定を行った。

【結果と考察】

各年のヒシ分布を比較した結果、2010年や2017年は占有面積率が非常に高く、湖の北西部と南東部を除く、ほぼ全ての湖面がヒシで覆われていた。一方、2016年は、近年で占有面積率が最も低く、湖の西側から湖心部にかけてヒシが顕著に消失した。このように、湖の西部や湖心部ではヒシの消失や新規分布を特に繰り返していたことが分かった。また、三方湖の東側や北側の湾状部には2009年～2017年において毎年ヒシが分布していたが、北西部や南東部でのヒシ分布は極めて稀だった。

2016年春季における埋土種子密度の調査結果より、ヒシ分布が稀である湖の北西部と南東部では埋土種子が皆無であったが、ヒシが前年に多く分布した湖の南部や湖心部には埋土種子が多く存在していた。2016年4～6月に野外発芽実験を実施した結果、湖水塩分濃度が高いと発芽種子数は減少し、休眠種子数は増加することが分かり、湖水塩分によるヒシの初期成長抑制が原因だと考えられた。また、三方湖の各領域における湖水塩分濃度を左右する環境要因を統計解析にて検証したところ、湖水塩分濃度に対して日本海潮位、流入河川水位、水月湖口からの距離が有意に影響することが示された。さらに、ヒシ分布が拡大した2008年以降において、ヒシの占有面積率に対して湖心部における湖水塩分濃度（統計解析の結果より予測値を算出、4–6月平均）が有意に負の影響を与えることが示された。したがって、ヒシの初期成長時期にて湖水塩分濃度が高ければ、ヒシは成長阻害を受けて当年夏季のヒシ分布範囲が縮小すると考えられる。

里山二次林の夏鳥を減らし留鳥を増やす林床のアズマネザサ

横山 陽子（東京大学・生物多様性科学研究室）

日本の里山は生物多様性が高い二次的自然であるが、近年管理放棄などによる環境の変化が懸念されており、早急な実態解明が求められている。鳥類は広く使用されている生物指標であり、里山景観にも多様な種が生息している。これまでに農地と鳥類の関係に着目した研究は多くみられるが、里山林での研究は少なく、その環境が鳥類にどのような影響を与えているかはよく分かっていない。

里山林では、管理放棄の進行によるアズマネザサの繁茂が問題となっている。一般に下層植生の増加は森林性鳥類の多様性を増加させるとされているが、ササが同様であるとは限らない。特に里山林に棲む夏鳥の一部は空中で昆虫を捕るため、ササのような丈の高い植物が密生する状況は不適である可能性がある。そこで本研究では、アズマネザサの増加が夏鳥と留鳥で異なる影響を与えるという仮説をたて、里山林の環境要因と鳥類群集の多様性の関係を明らかにすることを目的とした。

調査は東京都八王子市北部で2016年4月から2017年3月まで、25箇所の各調査地につき月1回(10, 12, 2月を除く)、ポイントカウント法を用いて鳥類センサスを行った。また、周辺的环境要因についても調査やGISなどによってデータを得た。

解析は一般化線形モデル(誤差分布はポアソン分布または負の二項分布)と冗長性分析を用いて行った。応答変数としては、鳥類のデータを繁殖期(4~8月)と越冬期(9~3月)に分け、①各期の種数、②代表的な種の個体数を用いた。説明変数としては、①落葉広葉樹林率、②胸高断面積合計、③下層植生の主成分軸(ササに負、ササ以外に正の軸)、④小渓流の干上がり度、⑤集水域面積を用いた。さらに共分散構造分析を用いて、鳥類に影響する直接的な環境要因とそれに影響する間接的な環境要因を統合した因果関係を推定し、 χ^2 検定やRMSEAの値などの適合度指標によりモデル選択を行った。

結果から、林床のアズマネザサが夏鳥に対しては負、留鳥に対しては正の影響を与えることが分かった。夏鳥は採餌を行うのに森林の中間層に適度な空間が必要であるため、丈が高く密生する性質があるササが優占する環境は生息に不適であったと考えられる。一方、留鳥の中で特にササの優占により増加した種は、ウグイスとガビチョウ(外来種)である。この2種は主にササ藪などに営巣するため、営巣場所の増加がこれらの種の増加に関わっている可能性が高い。

共分散構造分析の結果では、ササに対しては林縁からの距離が、ササ以外の下層植生に対してはササの被度と胸高断面積合計が負の影響を及ぼしていた。仮説ではササに対しても胸高断面積合計が影響を与えると考えていたが、そのような結果は得られなかった。このことから、ササの優占には、侵入した先の環境よりも侵入のしやすさが重要であることが分かった。一方でササ以外の下層植生の発達には、ササを取り除くと同時に樹木の間伐などの管理も必要であることが分かった。

本研究から、ササの優占は従来から指摘されてきた下層植物の多様性の減少だけでなく、全国的に減少傾向にある夏鳥の減少にも関与している可能性が示された。アズマネザサの管理は、里山二次林の生物多様性保全の鍵となるといえるだろう。

PIT タグを用いたトウキョウダルマガエルの生活史の解明

野田 康太郎（宇都宮大学・農村生態工学研究室）

はじめに かつては身近な動物であったカエル類は、近年では減少傾向にあるとして各地のレッドデータブックに記載されるようになり、その保全は喫緊の課題である。保全に寄与するためには基礎的な生活史のデータの集積が必須である。越冬期に土中に潜伏するカエル類については、調査が難しいことから生活史の知見が不足している。そのため、越冬場所を効率的に調査できる手法が求められる。標識再捕獲に有用な PIT タグは土中内も非接触で探知ができる他、電池が不要なため長期の調査が可能という利点がある。本研究では関東地区の水田水域に生息するトウキョウダルマガエル (*Pelophylax porosus porosus*) を対象とした。本種においては、越冬場所を詳細に調べた研究が無いことに加え、繁殖期に関する研究も限られている。そこで、PIT タグを用いて繁殖期から越冬期を通じた周年での生活史を解明することを研究目的とした。

方法 対象地は栃木県内の圃場とした。PIT タグの挿入および追跡調査は 2016 年 6 月～2017 年 7 月にかけて 1 週間に 1 回の頻度で夜間に行った。水田の畦畔から素手および網を用いて本種の成体を捕獲し、PIT タグを個体の背中皮下に挿入し、その場で放逐した。また、本種の分布の規定要因を把握するため、追跡調査と同じ日に、ラインセンサス調査を行った。越冬場所の探索は 2016 年 11 月から 2017 年 3 月にかけて行った。地表から PIT タグを探知する専用のリーダーを用いて、対象地内を網羅的に歩き探知した。探知地点を掘削し越冬個体を確認した後、越冬地点およびその周辺の環境を測定した。

結果・考察 成体は、繁殖期において湛水深が深い水田に分布が集中する傾向が見られた。また、雌雄別では、オスに比べメスは水田周辺の水路の法面や畦畔等に広がって分布する傾向が見られた。本種において、水田の水深が深いことは、繁殖場所として重要であることが示唆された。2016 年に標識した 157 個体のうち 30 個体の越冬を確認した。30 個体のうち 28 個体は水田に隣接した畑地に移動して越冬していた。また、冬期湛水を実施した水田では生存個体を確認できず、脱落した PIT タグのみを確認した。冬期湛水の実施が本種の越冬に対して負の影響を与えている可能性が考えられた。個体の多くは田面から 15cm 以上の土中にて確認された。深い場所で越冬することで、耕起などの農作業による攪乱の影響が小さく、生存できたことが示唆された。さらに 3 月までに越冬を確認した 30 個体のうち 8 個体は、2017 年 6 月中旬には越冬場所の畑地から水田への移動を確認した。

おわりに PIT タグは本種の越冬場所を効率的に把握する標識として有用であることが確認できた。また、同一個体を 1 年以上追跡できたことで、周年での個体の移動を観察することが出来た。本種は、繁殖期後には水が無い場所においても生息可能であった。本研究では、PIT タグの影響を考慮し、比較的大きめの個体を対象としたが、PIT タグのサイズを変えることで、小型の個体も追跡可能である。今後は、亜成体等を含め、様々な水田群にて調査を行い、農法や圃場構造の違いが本種の生活史に与える影響を考察する必要がある。

アリ類における相互作用ネットワーク (英文)

庄司 一貴 (首都大学・動物系統分類学研究室)

Complex biological systems resemble a ‘black box’ as it is unclear how interactions among individual workers affect collective behavioral performance. Network analysis is a suitable method to shed light on these black boxes in social insect such as ants. In this study, I develop an AR tracking system, recording equipment and the others experimental techniques to obtain individual interaction big data from individual positional data. Network analysis was conducted to reveal individual interaction structure and its patterns. The positional data can be also utilized for individual behavioral analysis such as individual spatial distribution and detection of behavioral motif analysis to 1) detect individual class from position data and 2) detecting behavioral motif and develop a method to analyze genetic function on collective behavior or maintaining ants society.

A successful tracking mechanism was developed and, though this still has some limitations, the usefulness and effectiveness were shown in preliminary behavioral analyses in this study. Network analysis results show that the network structure was dis-assortative, which has interesting features in network science which may influence to collective behavioral performance. Individuals in the colony usually have their own personality or task allocation to sustain the society. So individual-level data also may be an important-factor for network structure.

To obtain individual-level data such as personality and task allocation, individual behavior was assessed. Individual spatial distribution analysis shows only basic behavioral parameters such as speed, distance or heading angle may describe the individual spatial distribution pattern within the nest site. This individual classification based on individual behavioral data allows us to automatically find individual task allocation, which may be utilized as one of the node parameters on the network structure. Individual personality can be used for nodes parameters in the network. To detect individual personality from the obtained position data, trajectory pattern can be used. To analyze the trajectory pattern, behavioral motif detection may useful. The behavioral motif is the minimum unit of the entire trajectory. Preliminary results show the possibility of the workflow. The detection of behavioral motifs may contribute to studying genetic background which may contribute to the collective behavior or maintenance of the society.

In this study, I develop automatic tracking systems to quantify individual interactions in complex systems and use this to characterize interaction networks within ant colonies of various size and in different environmental contexts. I compare network structural indexes among different colonies. The results show that 1) reciprocity in ants network was higher than in random networks and 2) degree assortativity in ant networks was a negative value and lower than in random networks. It remains unclear how network diffusion speed and structural robustness relate to the performance of collective behaviors.

ウスバカゲロウ類 3 種幼虫の捕食戦略 :

ピットホールトラップ対フェンストラップ

神宮 彬彦 (首都大・動物生態学研究室)

ウスバカゲロウ類の幼虫には、砂にすり鉢状の巣を作って待ち伏せし、落ちてきた獲物を捕らえる種(営巣性)と、巣穴を作らずに砂の中に潜り、通りがかる獲物を待ち伏せする種(非営巣性)がある。前者については、幼虫の巣が目立つため採集が容易であり、捕食行動に関する研究が多くなされているが、後者は、野外で幼虫を見つけることが難しく、捕食行動についての研究はほとんどなされていない。一般的に、捕食効率は営巣性種の方が高いと予想される。本研究では、営巣性の種であるウスバカゲロウ (*Baliga micans*) とクロコウスバカゲロウ (*Myrmeleon bore*)、非営巣性の種であるコカスリウスバカゲロウ (*Distoleon contubernalis*) の計 3 種を用いて、それぞれの幼虫の捕食行動の比較を行うとともに、野外における待ち伏せ場所の位置と餌条件についての調査も行った。

2016 年と 2017 年の春と秋にウスバカゲロウは東京都狭山丘陵の山林、クロコウスバカゲロウは東京都あきる野市多摩川の河川敷、コカスリウスバカゲロウは神奈川県三浦市の海岸でそれぞれ 88、54、62 個体の幼虫を採集し、 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ (14 時間明 : 10 時間暗) で個別飼育を行った。幼虫の齢 (1~3 齢) は頭幅と大顎長の長さから判別した。

まず、捕食行動の観察は、幼虫を 1 個体ずつ直径 150 mm の円形容器内に 1 日入れておいた後、暗期になる直前に餌として生きたフタホシコオロギの若齢幼虫を 3 個体入れ、そこから 13 時間ビデオ撮影することによって行った。撮影後、画像から、捕食されたコオロギの数、コオロギ 1 個体ごとの摂食時間、待ち伏せ場所の位置、待ち伏せ場所を変えた回数を記録した。その結果、種間で捕食数および摂食時間に差は認められなかった。しかし、営巣性の 2 種の幼虫は容器内の中央部に巣穴を形成し、一例を除いて巣穴の位置を変えることはなかったが、非営巣性種であるコカスリウスバカゲロウの幼虫は容器の壁面近くで定位することが多く、平均 1.4 回 (0~12 回) その位置を変えた。

次に、野外での待ち伏せ場所の位置を測定した結果、営巣性の 2 種では、木の根や岩などの障害物となるものから 30 mm 以内の個体は両種とも全体の 20%以下であり、多くの個体が開けた場所にいたのに対し、コカスリウスバカゲロウでは全体の 38%が自然の障害物から 30 mm 以内に位置していた。

野外での餌条件の測定は、営巣性 2 種については、直径の異なる落とし穴トラップを設置して行った。その結果、直径の大きいトラップほど多くの餌動物が利用可能であることが明らかとなった。一方、非営巣性種では、人工のフェンス (板) を設置し、そこからの距離を変えて同じ大きさの落とし穴トラップを設置した。その結果、フェンス下では多くの餌動物が捕獲されるのに対し、フェンスから離れるにつれて捕獲数は減少した。

以上より、営巣性の種は、大きな巣をピットホールトラップのように活用して獲物を効率よく捕らえるのに対し、非営巣性の種は物陰近くに定位して岩や木の根などの障害物をフェンストラップとして利用することによって捕食効率を上げている。そのため、捕食方法が異なるにもかかわらず、同一条件ではどちらも同じようにうまく餌を捕食することができたと考えられる。

溪流の落葉破碎食昆虫における密度-面積関係の形成機構

永田広大（東京大学・森林動物学研究室）

はじめに

動物種の生息場パッチにおける密度とパッチ面積との関係（密度 - 面積関係、DAR）は、出生、死亡、移出入を介した様々な機構により形成されうる。異なる環境における動物種の DAR を予測するためには、その形成機構を理解することが不可欠である。溪流の落葉破碎食昆虫は、落葉枝が堆積した大小様々なリターパッチに生息する。本研究は、落葉破碎食昆虫のうち、野外溪流において負の DAR を示したヤマガタトビロトビケラの幼虫（以下ヤマガタ）と、正の DAR を示したコカクツツトビケラ種群の若齢幼虫、終齢幼虫（以下コカクツツ若齢、終齢）のそれぞれについて、DAR 形成機構を明らかにすることを目的とする。

方法と結果

DAR を形成しうる複数の機構を検討した。①同一溪流のリターパッチ 32 個から落葉をそれぞれ複数枚採取した。パッチに堆積した落葉の栄養価（C:N 比）は、パッチ面積と正や負の関係を示さなかった。②同一溪流のリターパッチ 12 個から肉食昆虫を採集した。大面積パッチほど肉食性のムラサキトビケラの潜在的捕食圧は高いと認められた。ムラサキトビケラ導入パッチと未導入パッチ間で破碎食昆虫の選択性を調べる室内実験を行った。いずれの破碎食昆虫も、ムラサキトビケラに対し捕食または回避による負の密度応答を示すことが認められた。③三次元構造をもつ人工パッチにおいて、コカクツツの鉛直分布を調べる室内実験を行った。コカクツツ若齢はパッチ底層を集中利用したのに対し、終齢はパッチを遍く利用したことから、大面積パッチほど利用可能な部位の量が多いといえる。④二次元構造をもつ人工パッチにおいて、コカクツツのパッチ内移動様式を調べる室内実験を行った。コカクツツ若齢は、終齢よりもパッチ内での拡散速度が低いことが示された。コカクツツ若齢は、モデル解析によりパッチ内の移動様式のみで野外のパッチ面積範囲において正の DAR を形成しうると推定された。

考察と結論

以上より、ヤマガタではムラサキトビケラによる捕食リスクが、コカクツツ若齢ではパッチ内の移動様式が、コカクツツ終齢では利用可能な部位の量が、それぞれ正または負の DAR 形成に貢献しうるといえる。ヤマガタでは、ムラサキトビケラの在不在に応じて生息地により DAR が異なりうるのに対し、種固有の特性が DAR 形成に貢献すると考えられるコカクツツでは、生息地、出現季節、発育段階に関わらず正の DAR が形成されやすいと予測される。

- 特別講演 -
生態学分野への逆問題型アプローチの導入

佐藤克文（東京大学・大気海洋研究所）

オランダの著名な動物行動学者であるニコ・ティンバーゲンは、今から半世紀以上前に有名な実験を行った。水槽の中で巣を作った雄のイトヨに対し、精巧に作られた魚の模型を示しても何の反応も示さない。ところが、魚とは似ても似つかぬ物体の下半分を赤く塗った模型を示すと、雄のイトヨはあたかもライバルの雄を追い払うかの如く、模型に向かって攻撃をしかけた。特定の視覚刺激が鍵刺激となって、固有の行動が解発されるよう遺伝的にプログラミングされていることを示した功績で、ティンバーゲンは1973年にノーベル生理学・医学賞を受賞した。生物学では候補となる要因をいくつか入力し、調べたい事象がどの要因によって引き起こされたのかを明らかにするというやり方が主流を占めている。しかし、そもそも明らかにしたい事象が室内で再現できない場合、研究者はどのようにアプローチしたら良いのだろうか。

例えば、「夜空にきらめく星の色が異なるのはなぜだろう」と天文学者が疑問に思った場合、彼はどのようにしてその謎を解くのだろうか。地球上で行われる物理実験により、物体の温度によって発せられる色が異なることがわかり、物理学者は温度と色の関係を示す物理式を導いた。これを使えば、天文学者は観察される天体の色からその星の温度を計算できる。これは、逆問題型アプローチといって、物理学・数学・工学の分野では当たり前のように用いられている。

私はこれまで一貫してバイオロギングという小型記録計を動物に取り付けるやり方で海洋動物の行動生態を調べてきた。体の大きなウミガメの体温が、水温変化に影響されずに高く一定に保たれることや、300メートルの深さから浮上するペンギンが、深度60メートルで羽ばたくのをやめて滑空する鳥のように浮上するといったことを発見してきた。研究者としては、当然「なぜ why?」あるいは「いかに how?」といった疑問に答えたいところだが、観察出来ない外洋の深いところで起こる上記の事象に対して、候補となる要因を次々に入力して結果を比較するといった順問題型アプローチは使えない。そんなときは逆問題型アプローチが有効である。物体の熱伝導方程式やボイルの法則に従う気体が生み出す浮力と抗力の運動方程式を解くことで、上記の事象をもたらした要因に迫る事ができるのだ。正直に言うと、初めから逆問題型アプローチを意識していたわけではない。しかし、このアプローチが行動生態学分野に有効であることを提案したい。

Free space

(メモ用に使ってください)

Free space

(メモ用に使ってください)

会場, アクセス

発表会会場

東京大学柏キャンパス 大気海洋研究所 講堂

発表会会場へのアクセス

徒歩

柏の葉キャンパス駅あるいは江戸川台駅から徒歩 30 分程度です。

バス

柏の葉キャンパス駅, 江戸川台駅, 流山おおたかの森駅, 柏駅からバスが出ています。大気海洋研究所の最寄りのバス停は「東大西」あるいは「東大西門前」となります。柏の葉キャンパス駅および江戸川台駅からは 10~15 分程度, 流山おおたかの森駅からは 20 分程度, 柏駅からは 30 分程度です。

車

常磐自動車道柏 IC 千葉方面出口から国道 16 号へ。
500m 先「十余二工業団地」交差点を左折。
1km 先右手が東京大学柏キャンパスです。
キャンパス南側の正門（「東大前」バス停付近）よりお入りください。
正門にて守衛から駐車許可証を発行してください。

会場周辺地図

