



京都大学 生態学研究センター

Center for Ecological Research
Kyoto University

京都大学生態学研究センター
〒520-2113 滋賀県大津市平野2丁目509-3
センター長 高林純示

Center for Ecological Research, Kyoto University
2-509-3 Hirano, Otsu, Shiga, 520-2113, Japan
Home page : <http://www.ecology.kyoto-u.ac.jp>

— 目 次 —

オープンキャンパスの報告.....1	セミナー参加レポート.....9
京都大学生態学研究センター運営委員会 （第47回）議事要旨.....2	2006・2007年度協力研究員追加リスト.....12
京都大学生態学研究センター協議員会 （第58回）議事要旨.....2	生態研ライブラリーの紹介.....13
公募型共同利用事業 研究会の報告	センター員の研究紹介 五味剣二.....15
「陸域生態系構造変動の要因と評価～モデル変数・ パラメーターと測定指標の検討」.....3	高橋純一.....16
「湖沼における鉛直循環とその影響に関する研究会」4	センターを去るにあたって 清水 勇.....19
「表現型可塑性がもたらす間接相互作用—異なる 系の比較とその群集生態学的意義」.....6	永田 俊.....21
「遺伝解析と安定同位体分析の方法論融合が拓く 新たな生態学研究」.....8	淵側太郎.....22
	川瀬大樹.....23
	仲澤剛史.....23
	センター員の異動.....24
	編集後記.....24

Open Campus 2007

平成19年度生態学研究センター・オープンキャンパスの報告

大串隆之（京都大学生態学研究センター）

京都大学大学院理学研究科の協力講座である京都大学生態学研究センターは、生物科学専攻、生態科学Iおよび生態科学IIの2つの分科から大学院生を受け入れ、生態学の研究教育活動、人材育成に積極的に取り組んでいます。研究分野は、水域生態学・熱帯生態学・生物間相互作用・理論生態学・分子解析生態学・保全生態学です。昨年度に引き続き、京都大学大学院生（修士または博士課程）として、生態学研究センターにおいて生態学の研究の可能性を考慮している方を対象に、以下の日程でオープンキャンパスを開催しました。当日は、関東方面

や九州方面からの学生も含めて、計17名の学生が参加し、研究内容についての紹介と研究施設の見学会などを行いました。さらに詳しく知りたい方には、引き続き研究室を直接訪問して、教員・研究員・在学院生と話をする機会を提供しました。

平成19年12月8日（土）
各分野の研究内容説明会：9:00～11:10
研究施設巡回：11:30～12:30
屋外施設（圃場、林園、CERの森）

屋内施設（シンバイオトロン、安定同位体）
希望研究室への個別訪問：13：30～17：00

この企画は参加学生にとっておおむね好評だったよう
で、終了後に以下のコメントが寄せられました。

総評：

期待以上 ...4 人

まあまあ期待通り ...7 人

どちらでもない ...0 人、

少し期待外れ ...0 人、期待外れ ...0 人

個別のコメント：

- A. 野外を案内してもらい、設備の充実度を実感した。
- B. 時間を区切って細かく説明してもらい良かった。
- C. 先生や院生の話を聞いたことが良かった。院試の情報、

研究に対する考え方が参考になった。

- D. 今後の進路を考えるにあたり参考になった。
- E. ホームページではわからないことがたくさん聞けた。
研究室訪問では、最初に考えていた研究室にとどまら
ず、興味のある所をいろいろ回れて楽しかった。
- F. 研究室訪問で詳しく研究内容を知ることができてよ
かった。
- G. 色々な話を聞いて良かった。自由な時間を多くとつて
もらえるのはありがたい。
- H. 暖かい時期の方が周囲の実験場にいろいろな生物が見
られて、実験が進行している状況がわかって良いので
は？
- I. 説明の音が小さくて聞こえにくい。マイクを使って欲
しい。
- J. 昼休憩時に、院生とのコミュニケーションの場が欲し
い。先生には聞きにくいこともある。

京都大学生態学研究センター 運営委員会（第 47 回）議事要旨

日時：平成 19 年 10 月 12 日（金）

書類送付による運営委員会において、意見分布の結果、
下記議題について了承された。

1. 人事について
 - ・平成 20 年 3 月に定年となる清水勇教授の後任人事
に関する人事選考基準案
2. 名誉教授称号授与について
 - ・平成 19 年 6 月に総合地球環境学研究所へ異動した
山村則男教授の本学名誉教授への推薦
(文責：椿 宜高)

京都大学生態学研究センター 協議員会（第 58 回）議事要旨

日時：平成 19 年 10 月 16 日（火）

午後 1 時 30 分～午後 2 時

場所：吉田泉殿 1 階セミナー室

出席者：協議員 10 名、幹事 1 名

前回（第 57 回）議事録（案）の承認を得た。

議 題

1. 人事について
 - ・平成 20 年 3 月末に定年となる清水勇教授の後任人事
について
高林センター長より、「資料 1」に基づき、平成 20
年 3 月末に定年となる清水勇教授の後任人事の公募案
についての説明の後、協議員会に先立って開催された
メールによる運営委員会における意見分布の結果、全
員の承諾が得られことの報告並びに協議員会での審議
をお願いすることになった旨の説明があり、審議の結
果、意見を基に原案を訂正のうえ、公募を開始するこ
とについて承認された。
なお、次回の審議より、英文の公募案も併せて資料
とすることとなった。
2. 名誉教授称号授与について
 - ・平成 19 年 6 月 1 日付けで総合地球環境学研究所へ
異動した山村則男教授の本学名誉教授への推薦につい
て
高林センター長より、「資料 2」に基づき、6 月 1 日
付けで総合地球環境学研究所へ異動した山村教授の本
学名誉教授への推薦について説明並びに推薦理由が述
べられ、審議の結果、承認された。
(文責：椿 宜高)

動や、植生バイオマスの推定は今後衛星データから高精度で推定できる可能性もあることを示した。ただしこれらの解析精度の確保には時系列に沿った植生量（草本）、気象データ（日射量、気温、降水量 etc.）、植食者の位置と頭数などが必要であり、また衛星画像データから得られた各指標が変化する理由が複数ある場合はその吟味が必要である点を注意した。このような植生状態の推定は熱帯林のようなより異質性の空間スケールが小さい生態系でも用いるセンサーと解析法の工夫により検討の余地があるとの見解を示した。

（安定同位体分析研究の立場から）

高津は、土地被覆・地形特異的な植物の安定同位体比の特性について自身のモンゴル各地での各栄養段階の同位体分析結果から解説した。斜面の上下で水の動きに伴う脱窒効果の強弱に起因して植物の窒素動態比が異なることを示し、ある動物の同位体比の変化は必ずしもその食物網上の位置の変化だけでなく利用している一次生産者の生息地も反映しうることを、また一方、十分なサンプルと同位体効果のメカニズムとシグナル要因がわかれば、乾湿傾度、地形、人間活動影響などと関連させて、食物網のベースとなる植物の同位体地図を描ける可能性を指摘した。陀安は、兵藤らと共同で開発した炭素放射性同位体分析を用いた食物年齢推定法を紹介した。生物サンプル内の¹⁴C比から炭素の固定された年代を推定すれば食物網解析に時間軸を加えることができ、窒素同位体比とあわせることで食物網内の分解系の重要性や、生態系内の炭素の回転速度の評価ができる可能性を示した。これは草原、タイガ、熱帯林など植生ごとの物質循環特性を知る手がかりになり、石井らの地域植生変動モデルをスケールアップし広域炭素循環モデルと結合する際、非常に重要な指標となりうると考えられる。次にヒトの食性解析法として、サンプルの窒素炭素安定同位体分析の利用法を紹介した。サンプルの同位体比がその食性を反映していることから、異なる地域、時代のサンプルがあれば時空間的な食性の変化を抽出できる可能性が

あり、動物のものも合わせれば時空間的な食物網構造の変化の推定も理論的には可能性があるが、そのためにはC4植物やマメ科植物など、対象となる地域での各潜在的食物がもつ同位体マップ上での特性（シグナル）が明確である必要がある点を強調した。

（議論）

以上の知見の交換を元にこの2つの観測・分析手法から得られる実測データを詳細な地域スケールでの陸域生態系モデルの構造に組み込むことが全参加者により議論された。高分解能衛星画像解析から推定される土地被覆の状態を生物資源供給可能量の指標として、またそこに生息する動物の安定同位体比をそれらが実際に依存している生物資源の指標として位置づけられれば、対象地域生態系における物質循環の空間構造が、動植物の移動・分散特性によりどのように変化するかをモデルと観測の両面から議論することが可能になるのではないかと議論がでた。中丸は、人間側の制度・ルールにより持続的な生態系利用の可能性を探るという観点からも、生態系を生物資源の分布として評価することの重要性を指摘した。生態系モデルへの人間次元の導入を見据えると、これらの観測手法による土地利用形態やバイオマス推定と、実際に対象地域に暮らす人間の依存する生物資源の推定は、人間からみた生物資源分布のモデリングにも発展できるという展望も得られた。ただし、上記のように十分な質と量の衛星画像データと同位体サンプルを背景となる地上情報や同位体効果のメカニズムや指標要素の把握とともに得ることができかがその成否の鍵となることを和田と陀安は指摘し、さらに和田は、過去のサンプルは数が少ないため時間変化を知る際には人類学、社会学などの研究者と協働し質のよいサンプリングをおこなうことの重要性を説いた。これらの議論と情報交換を踏まえ実際にモデルと観測・測定手法を同一地域で試せる地域で今後具体的な議論をすすめていくことを参加者が確認し本研究会を終了した。

「湖沼における鉛直循環とその影響に関する研究会」

伴 修平（滋賀県立大学）

開催日時：2007年10月27日（土）9:00～17:00
開催場所：国際湖沼環境委員会会議室（草津市）
参加人数：34名

本研究会では、地球温暖化によると考えられる琵琶湖鉛直循環の衰退と、そのことが琵琶湖生態系に及ぼす影響について考えるために、これまでに琵琶湖について研

究してこられた方々や関連分野の研究者にお集まりいただき議論した。

昨年の暖冬および夏の猛暑など、地球温暖化は我々の身近な問題として顕在化しつつある。地球温暖化による平均気温の上昇は湖水の鉛直構造に大きな影響を与えるかもしれないと危惧される。気温の上昇は、湖水の成層構造を安定化させ、冬季の温暖化は深層に至る鉛直循環

を不完全なものとするかもしれない。これらのことは湖深層における貧酸素化を促進し、深層への酸素供給を経年的に低下させると懸念される。昨年の暖冬によって、琵琶湖の冬季循環は不完全なままであった。このようなことが毎年続くようであれば、成層期での深層域の貧酸素化が促進され、また貧酸素域が拡大するかもしれないと懸念される。我々は、実態を早急に把握し、温暖化影響がどのような形で顕在化してくるのか予測する必要がある。そこで、本研究会では、7題の講演と3つの話題提供を通して、今後予測される地球温暖化が、琵琶湖、あるいはもっと広く湖沼全般にもたらすであろう影響、そしてその予測と対応について議論した。研究会のプログラムは以下の通りである。

- 9:00 開会
- 9:00～9:10 ILEC 局長挨拶
- 9:10～9:20 趣旨説明 伴 修平 (滋賀県立大学)
- 9:20～9:50 基調講演「気候変動予測の現状: IPCC 第4次報告書を中心に」
里村雄彦 (京都大学大学院理学研究科)
- 9:50～10:20 基調講演「地球温暖化と陸水環境」
新井 正 (立正大学名誉教授)
- 10:20～10:50 講演1「温暖化が鉛直循環に与える影響」
北澤大輔 (東京大学生産技術研究所)
- 10:50～11:30 討論・話題提供「国内湖沼の事例紹介」
高村典子 (国立環境研究所)
- 11:30～12:30 昼休み
- 12:30～13:00 講演2「湖底での物質循環への影響」
宮島利宏 (東京大学海洋研究所)
- 13:00～13:30 講演3「鉛直循環の変化が生物に与える影響」
石川俊之 (滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)
- 13:30～14:10 討論・話題提供「鉛直混合の意味」
山崎秀勝 (東京海洋大学)
- 14:10～14:30 コーヒーブレイク
- 14:30～15:00 講演4「湖沼における温暖化のリスク評価と対応策」
熊谷道夫 (滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)
- 15:00～15:30 講演5「研究プロジェクトの提案説明」
永田 俊 (京都大学生態学研究センター)
- 15:30～16:10 討論・話題提供「海洋沿岸での取組紹介」
中村由行 (国土交通省港湾技術研究所)
- 16:20～17:00 総合討論「学際的プロジェクトのあり方」
坂本 充 (滋賀県立大学名誉教授)

「研究会」に参加して

滋賀県立大学環境科学部 長谷川直子
今回の研究会が開かれるに至った経緯がある。それは、

昨年度末、琵琶湖が3月上旬になっても循環していなかったことに危機感を持った研究者たちが、「これは大変なことがおこるかもしれないから、みんなで協力して調査・研究しませんか?」と言ったところに端を発している。そして、4月以降、京都大学生態学研究センター、滋賀県立大、滋賀県琵琶湖・環境科学研究センターの有志の研究者による合同調査が始まった。今回のこの琵琶湖の全循環欠損の危機をきっかけに、それまで別々に研究をしていた人たちが一緒に協力して研究をするというベースを作ることが出来た。どのような研究でもそうだろうが、研究し始めると、いろいろ分からない現象が出てきて、「もっと詳しく調査しなければ・・・」となっていく。今後それを発展させ、琵琶湖の低酸素化のプロセスおよびそれに伴う湖への影響を解明していく必要がある。そのために、何を必要とするのか、それを考えるための勉強会・ディスカッションの場として研究会が催された。

そこで、この研究会では、琵琶湖の低酸素化に関するさまざまな分野の方をお招きし、話題を提供していただいた。そして、今後どのような調査・研究をしていけばよいかを皆で考えた。この研究会を通して、琵琶湖低酸素化に関する話題の全体像を見渡すことができたため、とても有意義であった。以下に、特に印象に残った部分を中心にまとめようと思う。

まず、全循環欠損および湖の成層強化の原因になる、気候の温暖化に関する話題が提供された。琵琶湖の将来の温度環境、及び深層の溶存酸素環境を精度良く予測するためには、将来の琵琶湖地域における気候がどうなるのかもまた高精度に予測する必要がある。そこで、気候モデルにおける、全球モデルや、それより扱う地域が小さい領域モデルでの地域スケールとその再現性および限界、さらに小さな地域となる、琵琶湖地域を対象にしたときにどれくらいの再現性が得られるのかといった話題を提供していただいた。

これに関連するが、琵琶湖の熱的動態・水の動きに関するモデルの計算結果の再現性に関する話題が提供された。モデルの計算結果は現実をよく再現していることが確認された。そこで、既に話題提供のあった将来の琵琶湖地域における気候状態をある程度厳密に予測できれば、その結果を用いて琵琶湖内の状態を予測することが出来るだろうという、ひとつの研究の可能性が示された。

次に、湖を含むさまざまな水資源と気候変動の関係についての話題提供があった。具体的には、氷河の減少、浅い湖の結氷頻度の低下、それらが ENSO と関係していること、また琵琶湖以外の湖の例として、池田湖やタホ湖での循環の特徴、河川水温・浅層水温の近年の上昇などに関する話題提供だった。そこで、琵琶湖の低酸素化についてよりよく知るためには、世界のほかの湖沼で何が起きているのかということについての情報や知識を蓄積し、琵琶湖に適用して考えるべきであるという、比較

湖沼学的なアプローチが重要であるという意見も出た。

また、将来低酸素化していったときに何が起こるのかを考えるという観点から、堆積物—湖水の相互作用に関する話題が提供された。これは、個人的にとっても興味深い内容だったので、詳しく記録にとどめたい。

深層が低酸素化に向かうことで起こる現象に関しては、以下の3つに大別できる

- 1) 底層水が無酸素化せずとも起こるもの
 - ・栄養塩 (NO_3^- , $\text{Si}(\text{OH})_2$) の蓄積があげられる
- 2) 底層水の無酸素化と同時に起こるもの
 - ・底生生物、好気性生物の死滅 (これはこの研究会の後、まさか今年度現実のこととなると、だれが予測できたのだろうか!?) → 新たな有機物供給
 - ・堆積物表層の硝化活性の消滅 (脱窒)、硝化細菌の死滅
 - ・堆積物表層の酸化物層の消滅とマンガン、鉄の溶出 (鉄は硫化水素と反応し、硫化鉄となる)
 - ・硫化水素とメタンの湖水中への溶出
 - ・堆積物中に固定されていたリン酸の湖水中への溶出
- 3) 底層水の無酸素化の履歴によるもの
 - ・底層水に蓄積したリン酸や硫化水素が、全循環に伴って湖内に拡散することへの影響
 - ・酸化物層が弱体化することへの影響 (酸素の備蓄として、酸化還元緩衝材の役割を果たしているものがなくなると、環境変化に敏感になる。ex. いきなり硫化水素発生、など)
 - ・底生動物群集の衰退の影響 → 脱窒、メタン・アンモニアの酸化、有機物の分解
 - ・酸化還元性微生物群集の衰退の影響

今年、1ppm を下回る低酸素状態並びに底生生物の大量死が起きたので、以上のような事柄に関する調査が緊急課題であるだろう。深層でどれくらいまで酸素が低下すると個体の活性が低下するのか、また死亡するのか、ということに関しても調査する必要があるだろうと提案された。

また、上記の「履歴」の話とも重なるが、深層が低酸素化したり循環が短くなるもしくはなくなったりすることは単に深層だけの問題ではなく、表層 (その水質や生態系) にも影響を及ぼす。成層が強化されれば栄養塩は深層に蓄積し、一次生産は低下し漁獲量も低下するかもしれないという話もあがった。

まとめると、琵琶湖の低酸素化に関して、今後進めていく研究は大きく以下のものが考えられる。

- ① 世界各地の湖沼で起きていることの把握
- ② 気候変動予測に基づいた琵琶湖の将来予測モデリング
- ③ 琵琶湖の物理的環境が変化したときに、生態系や水質などにどのような影響が生じるのか、実験および調査
- ④ やはり重要なのは観測データを蓄積し、琵琶湖で何が起きているのかを把握することであると考えられる。

とても大きな学際的な研究だが、以上のことに今すぐ取り組む必要がある。そしてこれらの研究によって得られた知見は、「将来起こりうる状況に、我々はどう対処していくのか」、ということを考えるための材料となるだろう。

「表現型可塑性がもたらす間接相互作用—異なる系の比較とその群集生態学的意義」

石原道博 (大阪府立大学大学院理学系研究科)

開催日時: 2007年11月10日(土)～11日(日)

開催場所: 大阪府立大学

企画者: 石原道博 (大阪府大)・大串隆之・山内 淳 (京大・生態研センター)

参加人数: 40名 (講演者・コメンテーター 14名含む)

表現型可塑性と間接相互作用はそれぞれ進化生態学と群集生態学における重要なトピックとして、近年、活発な研究が展開され、多くの新しい知見が得られている。しかし、両分野間の連携はきわめて不十分といわざるを得ない。ところが、最近の群集生態学では、表現型可塑性によってもたらされる形質介在型の間接相互作用の普遍性とその生態系機能としての重要性について、注目さ

れ始めた。このため、間接相互作用の研究においては、群集生態学的観点だけでなく、進化生態学的観点からの研究も要求されている。同時に、表現型可塑性の進化の理解にも、群集生態学的観点が必要である。そこで、形質介在型の間接相互作用をテーマに、群集生態学者と進化生態学者が一同に会し、話題提供と議論を行うことで、新たな発展の方向性を探るためにこの研究会が企画された。

話題提供者と講演タイトルは以下である (プログラム順)。

1日目

石原道博 (大阪府大・理)

趣旨説明と用語説明

吉田丈人（東大院・広域システム）

ダイナミックな生物間相互作用：可塑性・進化・学習による改変

道前洋文（北里大・薬）

表現型可塑性間のトレードオフ—エゾサンショウウオ幼生の捕食者誘導型形質と被食者誘導型形質—

岸田 治（京大・生態研センター）

表現型可塑性が相互作用を変える—エゾサンショウウオ幼生とエゾアカガエル幼生の捕食—被食関係—

難波利幸（大阪府大院・理）

被食者の捕食回避行動が食物連鎖の安定性に及ぼす影響

奥田 昇（京大・生態研センター）

魚類の栄養多型と生態系安定性—試論—

2日目

Craig, Timothy P.（ミネソタ大学）

Indirect plant-mediated effects can regulate the population dynamics of herbivorous insects

内海俊介（京大・生態研センター）

ヤナギの上の節足動物群集と植食性昆虫の進化：食害が誘導する植物の再生長が持つ基盤的機能

米谷衣代（京大・生態研センター）

植食者の寄主選好性と植物の直接及び間接防御の多様性比較

山内 淳（京大・生態研センター）

食害のタイミングが決まっている場合の最適誘導防御スケジュール

三木 健（京大・生態研センター）

群集レベルの形質変化：植物群集と土壤微生物群集のフィードバックモデル

工藤 洋（神戸大・理）

開花タイミングにおける表現型可塑性の分子生態学

総合討論

コメンテーター：大串隆之（京大・生態研センター）・増田直紀（東大院・情報理工）

まずは参加者に学部生もいることを考えて、最初に私から趣旨説明を交えながら表現型可塑性と間接相互作用についての基礎的な説明を行った。それから各講演者に話題提供をしていただいた。

1日目は主に水域における表現型可塑性がもたらす間接相互作用の話題である。吉田氏はプランクトンの捕食—被食関係の研究例から、難波氏は理論研究から、誘導防御反応などによる「形質変化」、およびそれによって生じる間接相互作用が個体群動態や食物連鎖の安定化をもたらすことを紹介した。道前氏は、エゾサンショウウオ幼生は被食者誘導型形態と捕食者誘導型形態を示す

が、捕食者であるヤゴと被食者であるエゾアカガエル幼生を同時に共存させると、被食者誘導型形態が不利になることから、形態間にトレードオフがあることを紹介した。岸田氏は、エゾサンショウウオ幼生が誘導したエゾアカガエル幼生の防御形態が、エゾサンショウウオ幼生間の共食いを強めること、また、サンショウウオ越冬個体が2種の表現型可塑性に影響し、それがサンショウウオ幼生の個体数に影響を及ぼすことを紹介した。奥田氏は、遺伝的な交配集団と考えられる魚類2種、すなわち大きな表現型可塑性を示すタモロコと表現型可塑性の程度が小さいホンモロコを用いて、魚類の栄養多型および可塑性が湖沼生態系の生物群集構造や機能の安定化に果たす役割を解明しようとする実証的な実験計画を紹介した。

2日目はすべて陸上生態系における話題であった。生態研センターに滞在中であったCraig氏には、セイタカアワダチソウグンバイによって生じるセイタカアワダチソウの形質変化を介した間接相互作用の可能性について紹介していただいた。内海氏は、ヤナギの植食に対する補償作用としての再成長レベルの違いに注目し、そのレベルの違いが生物群集の構造に及ぼす影響と植食者であるヤナギリリハムシの新葉への選好性の進化に影響を及ぼしている可能性を紹介した。米谷氏は、化学生態学的な立場から、植物の匂いを介した天敵を利用した間接防御に注目し、ヤナギ各種においてヤナギリリハムシに対する直接防御レベルが高いほど天敵の誘引性が低いことを紹介した。山内氏と三木氏は理論的観点から、それぞれ、植物の食害のタイミングが決まっている場合の最適誘導防御スケジュールの決定と、植物や土壤微生物の種特異的な形質変化が植物の侵入と遷移および両者の共存を決定する機構について紹介した。工藤氏は、分子生態学的な観点から、植物の開花タイミングの可塑性をうみだす調節経路を明らかにする研究を紹介した。

最後の総合討論は大串氏と増田氏にコメントしていただき、私が議論を誘導したが、私の能力不足もありうまく議論を誘導できなかったように思う。この点は反省すべき点である。しかし、熱く盛んな議論は十分にできたと思う。様々な生物の系を扱う研究者が一同に会することは、植食者—捕食者相互作用と植物—植食者相互作用、あるいは水域と陸域といった異なる系の形質介在型の間接相互作用を比較する良い機会であった。それにより、形質介在型の間接相互作用がもつ機能の違いを十分に見いだすことができたのではないだろうか。やはりその違いは陸上植物の生物群集への影響の大きさによるものだろう。この研究集会がきっかけになって、形質介在型の間接相互作用の研究に、新たなブレークスルーが起これば幸いである。最後に、大変魅力的な講演をしていただいた講演者、参加していただいた方々、そして裏方で協力していただいた学生たちに感謝の意を表したい。

「遺伝解析と安定同位体分析の方法論融合が拓く新たな生態学研究」

吉田丈人（東京大学総合文化研究科）

開催日時：2007年12月6日（木）10:00～21:00

開催場所：京都大学生態学研究センター

参加人数：22名

実施内容：

生態学研究センターの（小さな）会議室が満杯になるほどの参加者を遠方近方から集めて、研究会は定刻どおりに、奥田氏の趣旨説明から始まった。それに続く一連の講演では、実にさまざまな手法をもちいた水域生態系の研究成果が発表された。どの講演も興味深いものばかりで、質疑応答が活発になされ、昼休みを返上して（弁当を食べながら）会を進行したほどであった。研究会は夜まで通して続いたが、ほとんどの参加者は疲れはてて居眠りしてしまうこともなく（参加者の平均年齢が若かったせいもあるが）、瞬間にすべての講演が終了した印象をもった。議論はその後の（お酒を囲んだ）ラウンドテーブルにも続き、参加者相互に高い密度で交流することができた。研究会の成果として、何か目に見えるような形で（例えばレビュー論文など）、議論の成果がすぐに産まれることはないかもしれない。しかし、この研究会を基礎にして、新しい共同研究が計画されつつあり、その中で、様々な手法を融合して利用することにより、これまで上手く捉えることのできなかつた現象を新たに発見できる可能性を感じた。その成果が目に見える形（論文）になるのはまだ数年先かもしれないが、その「種子」となるような機会として研究会を開催できたことをうれしく思うとともに、開催を支援してくれた生態学研究センターに感謝します。

以下に、研究会の概要と各講演を短く紹介する。

（概要）

生物の遺伝的解析や安定同位体の分析といった新しい方法論の開発は、近年の生態学を発展させる原動力となってきた。遺伝解析は、生物の機能や進化的な現象を解明するツールとして生態学者に利用され、安定同位体分析は、食物網の構造や物質動態を解明するツールとして利用されている。しかしながら、これらの研究手法はこれまで別々に利用されており、2つの方法論を組み合わせる試みはなされてこなかった。そこで本研究会では、生態学の中心課題である「生物多様性の生態的意義」を理解するために、特に、生物多様性の構造と機能を生態系レベルで評価するために、遺伝的解析と安定同位体分析を融合させることでどんな新しい発見が期待されるかについて、各方面の専門家と意見交換を行いたい。

（講演）

「開催にあたって」奥田 昇（京大・生態研）：

開催趣旨を説明するとともに、表現型変異が生態系の機能や安定性に与える波及効果を実証する階層横断的な研究プロジェクトの実行可能性について紹介した。

「生物の適応的行動と食物網構造の柔軟性、複雑性、安定性」近藤倫生（龍谷大・理工）：

1 ツールとしての数理モデルの有効性を紹介し、生物の適応的行動に由来する食物網構造の柔軟性について議論した。

「細菌群集動態の解析方法について」永田 俊（京大・生態研）：

新しい非培養法による細菌群集の解析手法を紹介した。

「琵琶湖表層における細菌群集構造の系統分類学的解析」西村洋子（京大・生態研）：

分子生物学的手法（FISH法）による細菌群集の解析方法を紹介し、琵琶湖における細菌群集の特徴を報告した。

「底生細菌群集構造の遺伝的解析手法」小林由紀（京大・生態研）：

河床の礫上に発達するバイオフィルムの細菌群集を、PCR-変性剤濃度勾配ゲル電気泳動法により調べた結果を紹介した。

「病原菌を考慮にいれた湖沼食物網動態の解析」鏡味麻衣子（東邦大・理）：

湖沼プランクトンに現れるツボカビの研究手法について紹介し、食物網の中にツボカビを考慮に入れる重要性を提案した。

「藻類の表現型可塑性とその個体群動態への影響」吉田丈人（東大・総合文化）：

表現型可塑性による藻類の対捕食者防衛を紹介し、表現型可塑性が個体群動態に与える影響についての研究の将来性について議論した。

「動物プランクトン群集の栄養段階の時空間動態」酒井陽一郎（京大・生態研）：

窒素安定同位体比を用いた動物プランクトンの栄養段階の推定方法を紹介し、琵琶湖における研究結果を報告

した。

「湖沼魚の摂餌形態における表現型変異の遺伝的メカニズムを探る：タモロコ属を用いて」小北智之（福井県大・生物資源）：

タモロコに見られる栄養多型とそれらの系統地理を報告し、進行中の研究や今後のエコゲノミクスの展開について紹介した。

「水棲動物の適応的な形態変化」岸田 治（京大・生態研）：

両生類の幼生を対象とした形態の表現型可塑性に関する研究成果を報告し、環境誘導型の形質変化についての研究方法を解説した。

「沿岸生態系における底生生産の役割の評価」福森香代子（愛媛大・CMES）：

これまで正確に測定することが難しかった砂泥域底棲藻類の安定同位体比を測定する手法について紹介し、沿岸域における底生生産の相対的重要性を評価した事例を報告した。

「安定同位体を用いた生態系メタボリズムの解析手法」陀安一郎（京大・生態研）：

溶存酸素の同位体比および溶存無機炭素の炭素同位体比を用いた、光合成と呼吸という生態系メタボリズムの解析手法について紹介し、新しい研究の方向性について議論した。

生態研セミナー参加レポート

開催場所：京大学生態学研究センター第二講義室

第 192 回

日時：2007 年 10 月 26 日（金） 14:00～17:00

- 「ナルデミミフシの化学防御壁」
林 珠乃（龍谷大学里山学・地域共生学オープンリサーチセンター）
- 「形を変えて身を守るーオタマジャクシの対捕食者戦略ー」
岸田 治（京大学生態学研究センター）

前期博士課程 2 年 幸田良介

今回の生態研セミナーでは、龍谷大学里山学・地域共生学オープンリサーチセンターの林珠乃さんと、京大学生態学研究センターの岸田治さんに講演していただきました。

まずセミナーの前半で、林さんに「ナルデミミフシの化学防御壁」というタイトルでお話していただきました。林さんは最初に、虫えいはえい形成者からの刺激によって植物の物理的・化学的な組成が変化したものであること、ナルデシロアブラムシによってナルデの複葉に形成されるナルデミミフシもそのひとつであり、加水分解性のタンニンを高濃度で含有するために古くから人々によって染料や薬剤として利用されてきたことを紹介してくださいました。ではこのナルデミミフシに見られるタンニン含有率の増加はどのような要因によって生じているの

か。林さんはまずその至近要因を調べるために、ナルデに形成される 4 種の虫えいのタンニン濃度、さらにナルデミミフシを形成するアブラムシの個体数が異なる場合のタンニン濃度をそれぞれ比較されました。その結果、アブラムシ特有の植物利用方式がタンニン濃度増加の要因であることが分かってきました。次に気になるのはタンニン含有率増加の究極要因ですが、虫えい形成の適応的意義としては、栄養仮説、微環境仮説、天敵排除仮説が唱えられています。林さんは、タンニンが他の植食者による虫えいへの加害を防ぎ物理構造を維持することに重要な役割を果たしているのではないかと考えられました。この仮説を検証するために虫えいに実験的に穴をあけ内部のアブラムシの個体数の変動をみたところ、虫えいの物理構造が破壊されることで天敵のヒラタアブが侵入することが可能になり、アブラムシへの捕食圧が増加

することがわかってきました。またヌルデミミフシに見られるような高濃度のタンニン、タンニン採食に特殊化したような植食者にさえその生存・成長を阻害することが明らかになりました。これらの結果から、タンニン濃度の増加は他の加害者を排除し、ヌルデミミフシの物理構造を保護することでヌルデシロアブラムシの生存に有利にはたらくことが示唆されました。非常に興味深いお話でしたが、タンニン濃度を増加させることがヌルデそのものにとっても適応的な意味があるのかどうかを調べることができれば、さらに面白い研究になるのではないかと感じました。質疑応答の時間にも取り上げられていましたが、タンニンを形成するのは植物であるヌルデであるので、ヌルデミミフシを物理的に破壊することでヌルデの葉やシュートが負の影響をうけるような現象が見られるのかどうかという点にも非常に興味を覚えました。

セミナーの後半では岸田さんに「形を変えて身を守る—オタマジャクシの対捕食者戦略—」というタイトルでお話していただきました。岸田さんは北海道でみられるオタマジャクシとサンショウウオの幼生が共存する環境下での自身の体験を交えながら、研究のきっかけやその進展を順に分かりやすく説明してくださいました。オタマジャクシとサンショウウオの幼生は被食者と捕食者の関係にあるのですが、両者が共存する環境下ではオタマジャクシが頭部が大きくなるように形態を変化させていることがわかりました。岸田さんはここを出発点として、さまざまな操作実験を行うことで、サンショウウオの幼

生に対するオタマジャクシの形態変化は捕食の回避に役立っていること、また一般的に言われているような水溶性の化学物質ではなく捕食者との接触で生じることを示されました。この特異的な形態変化をひきおこすための接触信号が利用されやすかったのは、そもそも両者の生息密度が高い環境であること、両者の体サイズが近いために捕食成功率が低いこと、の2点にあると考察されています。また岸田さんはサンショウウオの幼生もオタマジャクシの捕食に適した形態変化を起こしていることも示されました。ここまでは2者間の単純な実験的な系での現象でしたが、野外では両者を捕食するヤゴが存在するそうです。ヤゴの捕食方法はサンショウウオの幼生の捕食方法と異なるため、ヤゴに対しては、オタマジャクシもサンショウウオの幼生も尾ひれが高くなる形態変化を同様に示します。岸田さんはこの3者間での実験を行うことで実際に起こりうるような複雑な環境下での形質変化について理解を深めようとされました。その結果として、形質変化は捕食者の種構成や密度に対して柔軟に起こりうることなどを明らかにされました。また今後の展望として、誘導の生活史依存性や誘導形質間の機能的な関係性に注目する必要性を説明してくださいました。

今回の発表テーマはともに形態の変化に注目したものでした。形態の変化はヌルデミミフシが古くから利用されてきたことから分かるように目に付きやすいものですが、そのようなものを対象にしても、まだまだ分からないことや興味深い現象が隠されているのだということに改めて気づかされました。

第 193 回

日時：2007年11月15日（金） 14:00～17:00

- 「陸上植物の安定共存条件—構造仮説の解析—」
甲山隆司（北海道大学院地球環境科学研究院）

- 「The Global Wolbachia Pandemic」
John H. Werren (Department of Biology, University of Rochester)

前期博士課程 2年 石田千香子

「陸上植物の安定共存条件：構造仮説の解析」

今回の生態研セミナーの前半は、甲山隆司氏による陸上植物の安定共存条件に関する数理モデルについての発表だった。古典的な共存モデルでは、森林は閉鎖系で空間的に均一であり、ある個体が使えらる資源量は密度依存的に決まっていると仮定されていた。ここでは、実生から成木までの個体のサイズの分散は考慮されておらず、密度＝バイオマスと仮定する点において、実際の森林群

集を反映したものとはいえなかった。そこで、甲山氏は森林の3次元構造を考慮し、森林の垂直構造やその変動としての更新動態に着目して多種共存のメカニズムに関する研究を進めてこられた。

今回は主に、離散的な2階層からなる2種競争システムの解析結果をもとにした発表であった。その結果、一方向競争が共存をもたらすことが示された。一方向競争では、個体サイズの2階層を仮定した場合、光をめぐる競争は、上層から下層に対して負の影響をもたらす。一

方で、下層種が成長して上層へ推移することは、下層への新規個体の移入をもたらしやすくする。また、個体群内の空間の異質性については、ギャップと非ギャップをモデルに組み込んで解析したところ、攪乱頻度が高まるほど2種は共存しにくくなることが示された。このように、森林のサイズ構造、空間の異質性を考慮したモデルは、従来の古典的なモデルよりも実際の森林群集により近いものとして扱えると示された。

甲山氏は、冷温帯から熱帯にわたる様々な森林を長期にわたって研究対象とされており、数理モデルとフィールドデータの整合性を意識し、相互に立ち返ってみる姿勢を強調されていたのが印象的だった。フィールドデータをモデルのパラメータに組み込みやすいよう、また個体の成長率やDBHなど各地の調査プロットでのデータに汎用できるように工夫されていた。数理モデルと実証研究をいかに結びつけるか、発展的なフィードバックを考えていくことは生態学において重要な課題であると思うので、この講演は大変興味深かった。

「The Global Wolbaachia Pandemic」

後半は、John H. Werren氏により、ボルバキアについて最新の知見も交えながら幅広く話題提供をしていただ

いた。ボルバキアは、全昆虫種の約70%に感染しているとされている。感染によって引き起こされる宿主昆虫の雄殺しや細胞質不和合性などの生殖操作は、その分子機構や昆虫の進化に及ぼす影響など近年盛んに研究されているテーマの1つである。世界各地で、より幅広い昆虫分類群を網羅的に調べ尽くすという進行中の研究計画についてもお話しいただいた。

また、昆虫だけでなく南アフリカ *Opisthophthalmus* 属のサソリにもボルバキア感染がみられるという最新の研究結果も示していただいた。近縁のサソリの間で水平伝播したのかどうかなど感染経路はまだ明らかではないが、可能性の1つとして、サソリが摂食した昆虫からの感染が考えられるという。この属のサソリは地上性の昆虫や多足類を補食する。ボルバキアに感染した昆虫を共通して補食した結果、食性の似た *Opisthophthalmus* 属の近縁種で感染が広がったと考えられているようである。

発表後の質疑においては、種間での伝播の仕組みについて、またボルバキア感染種が、その種の属する群集の生態系にどのように影響するのか、感染する属とそうでない属を分ける要因は何なのか、などの質問について活発に議論がなされた。

第194回

日時：2007年12月21日（金） 14:00～17:00

- 「エゾスジグロシロチョウとスジグロシロチョウの棲み分けに及ぼす寄生者と種間関係の影響について」
佐藤芳文（京都医療科学大学）
- 「外来種ミツバチ導入による在来種ミツバチの繁殖構造の変化」
高橋純一（京都大学生態学研究センター）

「見えない生態学～チョウの種間関係とミツバチの繁殖構造について～」

前期博士課程1年 大石麻美子

今回のセミナーでは、京都医療科学大学の佐藤芳文先生と京都大学生態学研究センターの高橋純一さんにお話いただいた。

「エゾスジグロシロチョウとスジグロシロチョウの棲み分けに及ぼす寄生者と種間関係の影響について」では、佐藤先生の研究をご紹介いただいた。佐藤先生は、共同研究者の方との長年の研究で、モンシロチョウ属の食性変化に寄生者が大きく影響し、得られる栄養（植物の質）と寄生圧のトレードオフが成り立っていると考えられてきた。しかし、それに当てはまらないケースが観察されたとと言う。

北海道では、キレハイヌガラシが繁茂しているところでエゾスジグロシロチョウが見られたが、スジグロシロチョウはなかなか発見できず、最近になってコンロンソウ上で見つけることができた。このキレハイヌガラシはコンロンソウより植物の質は高く、寄生圧も低い。実際、コンロンソウ上での寄生率が高いことが観察された。すなわち、キレハイヌガラシの方がより好適性が高いと言える。ところが、キレハイヌガラシは帰化植物であり、キレハイヌガラシが侵入・定着し、これら2種の植物が共に生息する環境ではエゾスジグロシロチョウはキレハイヌガラシ、スジグロシロチョウはコンロンソウと棲み分けが見られているという。先の研究によれば、両種のチョウともに、栄養的にも優れ、寄生者からも回避できるキレハイヌガラシを利用するようになると考えら

れた。しかし、実際には、キレハイヌガラシを利用するようになったのはエゾスジグロシロチョウだけで、スジグロシロチョウはやはりコンロンソウを利用したのである。では、スジグロシロチョウは、好適性の高い種を選択することはないのだろうか。ここで、先生方は実験によって、その可能性を探られた。キレハイヌガラシが定着した環境に生息するスジグロシロチョウは、2種の植物が存在してもコンロンソウに卵を産みつけた。一方、キレハイヌガラシが進入せず、コンロンソウのみが定着している環境に生息するスジグロシロチョウは、2種の植物がどちらも存在すると、キレハイヌガラシにも卵を産むことが確認された。つまり、野外でキレハイヌガラシを経験していないスジグロシロチョウは、より好適性の高いキレハイヌガラシを選択する、ということであった。この結果から、キレハイヌガラシの侵入初期には、2種のチョウは共にキレハイヌガラシを選択したが、その2種間で競争が起こり、キレハイヌガラシ群集からスジグロシロチョウが排除されたことを示唆されていた。

最後に、モンシロチョウ属の食性変化がトレードオフによるものと考えられていた事例においても、種間競争が起こっているとすれば、優占種は食性変化に大きく影響を与えるパラメーターによって変わることも示唆されていた。非常に複雑な種間関係が生物間には限りなく存在する。それは観察だけでは全てを明らかにすることは出来ない。その一端を明らかにするうえで、佐藤先生の、観察や実験の結果から新たな疑問を投げかけ続ける、という姿勢がとても印象的であった。

「外来種ミツバチ導入による在来種ミツバチの繁殖構造の変化」では、高橋さんの研究をご紹介いただいた。日本に生息するミツバチは現在2種類で、そのうちの

セイヨウミツバチは外来種である。この2種は、交尾場所が異なることで生殖隔離が起こっているとされてきた。しかし、高橋さんが実際に調査された結果、2種の交尾場所にほとんど違いはなく、全体の17%が異種間交配をしていることが分かり、生殖隔離が起こっていないことが明らかにされた。

では、どのくらい異種間交配が起こっているのかをマイクロサテライトDNAを用いて調べられた。これまでミツバチのマイクロサテライトは作られていなかったため、高橋さん自ら、ミツバチのマイクロサテライトDNAを作られた。その結果、異種間交配は日本各地で起こり、異種の精子のみをもつ女王蜂も見つかった。また、人工授精によって異種間交配したミツバチでは、セイヨウミツバチの女王とニホンミツバチの雄が交配した場合に次世代の3/8が、ニホンミツバチの女王とセイヨウミツバチの雄が交配した場合に1/5が雑種であった。異種の精子を受精させると、女王蜂は単為生殖によって働き蜂を生み出す結果が得られたのである。異種間交配により、在来種ミツバチの繁殖構造は単為生殖クローンによる構造に変化したと考えられた。このことから、遺伝的多様性の減少も危惧される。実際に外来種ミツバチの多い場所の在来種ミツバチでは、遺伝的多様性が低いという結果が得られた。

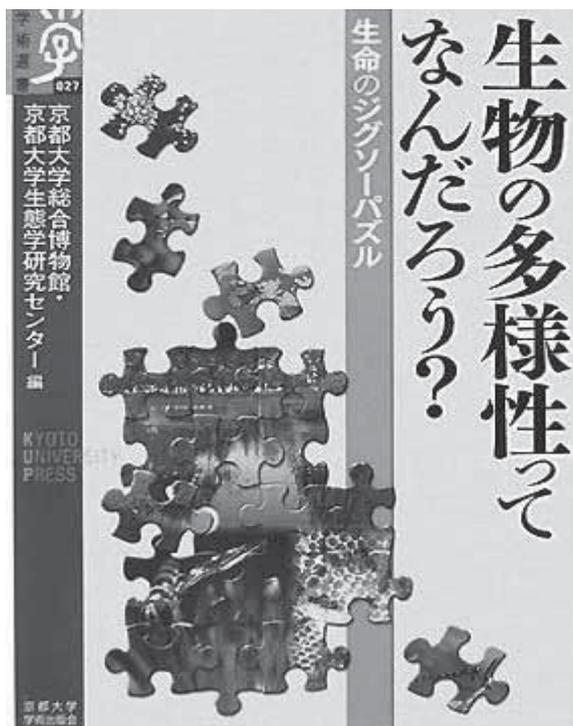
これまで問題視されてきた外来種の移入による在来種との交雑は、実際に在来種の遺伝的多様性に悪影響を及ぼしていた。分子という目には見えないレベルでの影響を明らかにすることは、これまで危惧されてきた移入種が在来種に与える影響を明確にするうえで非常に重要な方法であると感じた。

2006・2007年度京大生態学センター協力研究員 (Affiliated Scientist) 追加リスト

氏 名	所 属	研 究 課 題
坂本 充		地球温暖化が湖沼の栄養度と生態系に及ぼす影響

生態研ライブラリーの紹介(4)

高林 純示



生物の多様性ってなんだろう？

—生命のジグソーパズル—

京都大学総合博物館・京都大学生態学研究センター編

京都大学学術出版会

まずは、京都大学学術出版会に出した企画書を見ると、

+++++

刊行の目的及び意義

「生物多様性」という言葉は、近年とみに我々の周囲で、声高にあるいは冷静に語られているが、その文脈は多様である。実際、標準となる一義的な定義は存在しない。あたかも群盲撫象（多くの盲人が象を撫でて、それぞれ自分の手に触れた部分だけで巨大な象を評する）感がある。

中略

さらに、生物多様性に関する専門書は多いが、一般社会人、高校生が手にとって興味深く読めるような本はほとんど無い。

本書は「生物多様性って何だろう？」と問いかけはしているが、決してその定義を導こうというものではない。実例をもって緑の地球が如何に多様で不思議な惑星であるのかを示すことで、読者自身に生物多様性を身近なものとして意識してもらい、生物多様性を各人なりに考えるきっかけにしようというものであり、その啓蒙的意義は大きい。

著者は「生物多様性とその保全理論の解明」を標榜している生態学研究センターの構成員であり、それぞれの立場からの「生物多様性って何だろう？」を披露する。

なお、本企画は京都大学博物館の2007年秋期展示においておこなう生態研の企画展示と連携したものである。

+++++

などと、えらそうなことを書いています。

思い起こせば去年の今頃、この本の原稿の締め切りが過ぎていることを各教員にやんわりと周知したり（かく言う私もいま締め切りを大幅に過ぎてこの文章を書いているのだけれど）、来た原稿を読んで体裁を整えたり、京大出版会の担当の高垣さんとメールやら電話やらで相談したり、出版会に出向いていったりと慌ただしくまとめている様な気がします。本書は、そもそもは京大総合博物館で生態学研究センターが企画展「生態学が語る不思議な世界 —生物の多様性って何だろう—」のガイドブックとして企画されたものです。企画展のほうは平成19年8月1日から12月2日まで5ヶ月間というわりと長期に行い、幸いにも16,925人という多くの方にお越し頂きました。で、本書も16,925冊売れたかというのと、何故かはわかりませんが、現実には厳しかったようです。

さて、本書の中身ですが、私がこの本のために書いた2つの文章を抜き書きすることで、紹介の代わりにしたいと思います。

その後、博物館での企画展示の出口付近に「おわりにかえて」なる文章を書きましたが、企画文とハートは同じです。

+++++++

本企画展示の内容を一冊の本にしました。「生物の多様性ってなんだろう？—生命のジグソーパズル—」（京都大学学術出版会）です。つかみ所のない生物の多様性を生命のジグソーパズルと表現してみました。このパズルは売っているパズルのように、箱に印刷してある出来上りの美しい絵や写真は設定されていません。多様な生き物たちが「みんなちがうけれど、みんなでいっしょに」生活してゆくための無限のパズルです。

「無限のパズルの一部を解いたって、いったいなんになるのさ？」

と思われるかもしれませんが、しかしこのパズルでは、ある一部分を組み上げるたびに、生物の多様性の思いもよらない姿が浮かび上がります。小さな部分を少しずつ増やしていくこと、それらを並び替えてみることで、まだ得られていないピースや部分を探すことが生物の多様性の謎に一步步近づく道のりなのです。この本の中の著者

の一人は同じような観点を、

「今、私たちは生物が織りなす豊かなネットワークの世界に確かな一歩を踏み出した。これからどのような衣装を身にまとった自然が姿を現してくるのか、地図を持たない旅人のように、未知の世界に分け入る不安と期待が交錯する。」

と述べています。また一方で、

「農村はいつまでも自然と遊べる場所であってほしい。里山という呼び方にはそんな願いが込められているように思われる。」（同書 人間活動の章）

という眼差しも、生命のジグソーパズルの一部分を組み上げる時にとっても大事になると思います。毎日の私たちの生活、その視線の先にもジグソーパズルのピースは見つかるはず。この本を片手に皆さんの身近なところにある生命のジグソーパズルの一部分を発見して組んでみてください。

+++++++

最後になりましたが、本書をすでにお読みいただいた方は、内容についてのご意見を頂戴できたら幸いです。また、近い将来「生物の多様性って何だろう？生命のジグソーパズル バージョンアップ版」を世に問うことが出来れば、と思っています。



センター員の研究紹介

セジロウンカ加害によってイネに誘導される非選択的誘導抵抗性機構の研究

五味剣二 (COE 研究員)

「夏ウンカは肥やしになる」という諺が、ある地方の稲作農家の間で言い伝えられてきました。夏ウンカとは、イネを吸汁加害するセジロウンカ(図1)のことを指し、夏に田んぼに飛来(中国大陸から飛来)して秋になる前にどこかに飛んでいっていなくなってしまうことからこのような名前がついています。



図1 セジロウンカ

セジロウンカは東南アジアの稲作における主要な害虫の一種で、他のウンカであるトビロウンカなどと一緒に中国やベトナムで特に大きな被害を与えています。日本では、東南アジアで栽培されているインディカ品種と違い、栽培されているイネの品種が産み付けられた卵を殺してしまう作用を持つこともあり、セジロウンカの増殖が抑えられるのでそれほど重要な害虫となっていません。しかしながら、日本でもセジロウンカとイネとの関係を考えて、それほど被害を与えないといっても決して「良い関係」とは言えないと思われる。それなのに何故日本の農家は「肥やしになる」というような、「良い虫扱い(益虫)」と解釈できる表現を諺に残しているのでしょうか。その答えの一端を、2002年に九州沖縄農業研究センターに当時在職していた菅野紘男(害虫管理システム研究室長)が明らかにしました。それは次のようなものです。

「九州地方においてセジロウンカが発生する時期は、日本の稲作において最も深刻な病気であるいもち病の発生時期と重なるが、このセジロウンカの発生面積といもち病の発生面積を年次ごとに比較したところ、セジロウンカの発生面積が多い年にはいもち病の発生が少ない傾向がある。」

これはつまり、セジロウンカに加害されたイネは、いもち病に対する抵抗性が強くなっている可能性があるということを示しています。この現象はすぐさま実験室レベルで検証され、確かにセジロウンカの加害を受けたイネはいもち病に強くなるということが証明されました。この発見がきっかけとなり、私は九州沖縄農業研究

センターの研究員の方々と共同で、「イネにおける間接防衛の誘導機構」の詳しい解析を推し進めることになりました。これまで行ってきた、分子レベル、圃場レベルでの解析結果を簡単に述べたいと思います。

セジロウンカの加害を受けたイネは白葉枯病に対しても強くなる

まず私達はセジロウンカの加害によってイネに付与される抵抗性がいもち病だけに効果があるのかどうかを検証しました。いもち病菌はカビですので、それとは感染様式が大きく異なる病原体として、白葉枯病を引き起こす細菌を用いました。白葉枯病は日本ではそれほど重要な病害ではありませんが、東南アジアなどでは最も深刻な病害のひとつになっています。イネにセジロウンカを24時間加害させてその後セジロウンカを取り除き、そこに白葉枯病菌を接種するとセジロウンカを加害させなかったイネに比べて有意に病気の進行が抑えられることが明らかとなりました。このことから、セジロウンカの加害によって誘導される抵抗性は、カビ病のみならず細菌病においても効果があることが明らかとなり、ある特定の病原体に限定された抵抗性ではなく幅広く様々な病原体に対して効果を発揮する抵抗性であることが示唆されます。次に圃場レベルでの検証をしました。実験圃場にセジロウンカを放した区域と放さない区域を設け、それぞれの区域に対する白葉枯病の進行の度合いを測定したところ、セジロウンカを放した区域の方が有意に病気の進行が抑えられました。圃場レベルでも効果が実証されたことは、今後の応用面を視野に入れた研究に対して非常に重要であると考えています。

イネはセジロウンカを認識して間接抵抗性を誘導する

イネはセジロウンカの加害の何を認識して抵抗性が誘導されるのでしょうか?セジロウンカはイネに針のような口を突き刺し栄養分を吸う、吸汁性昆虫です。そのため、加害されたイネには「傷」がつけます。この吸汁行動による物理的な傷が原因で抵抗性が誘導されるのでしょうか?それを検証するため、私達は極細の針を用いて、イネにプスプスと何回も刺して人為的に傷をつけたときの白葉枯病抵抗性を検証しました。その結果、傷をつけない健全イネと全く同じような病気の進行度合いを見せたことから、物理的な傷害がこの抵抗性を引き起こ

す要因ではないことが明らかとなりました。さらに、もう少し凝った実験を行いました。セジロウカ加害領域をイネの根元付近に集中して、白葉枯病菌の接種は上部の葉に行います。こうすることによってセジロウカの加害された領域と白葉枯病菌の病気が起こる領域を完全に分離しました。そうすると興味深いことに、このような場合でも有意に抵抗性が誘導されました。このことは、イネはセジロウカの加害を「シグナル」に変換し、それを全身に伝達していることを示しており、イネに「誘導抵抗性シグナル伝達機構」が存在するというを示しています。

これらの結果を受けて、生物間の相互作用が重要だとわかりました。ではこの間接抵抗性はセジロウカとイネだけの組み合わせで誘導されるのでしょうか？同じような吸汁様式を示すイネを加害するウカは他にも存在します。他のウカ類とイネの組み合わせのときでもこの抵抗性が誘導されてもおかしくありません。そこで、私達は他のウカとしてトビイロウカを用いて同じような実験を行いました。そうすると大変興味深いことに、トビイロウカを同じ時間、同じ頭数加害させてもイネは白葉枯病に対する抵抗性がほとんど強くなりませんでした。このことは、イネはセジロウカとトビイロウカを違う生物として「認識」していることを示しており、また、各ウカに対するイネ体内の反応が違うということを示しています。

分子レベルでの研究

このように、様々な現象を検証することによって、セジロウカ加害によってイネが「変化」していることが明らかとなりました。では何が変化しているのでしょうか？私達はセジロウカ加害を受けたイネと、トビイロウカ加害を受けたイネに起こっている遺伝子発現の網羅的な比較を試みました。その結果、セジロウカ加害でのみ強く発現する遺伝子を多数発見しました。

これらの遺伝子の中には、様々な植物と病原体の相互作用研究においてすでに明らかとなっている病害抵抗性関連遺伝子が多数含まれていました。現在、それら遺伝子の一つ一つを解析し、白葉枯抵抗性に直接関与する遺伝子を探索中ですが、概ね良好な結果が得られています。この解析がさらに進むと、いもち病や白葉枯病に対する共通の抵抗性メカニズムの解明が出来るため、今後の応用面を考える上でも非常に重要であると考えられます。

さらに私達は、セジロウカ加害の「何」がイネに抵抗性を誘導させているのかという観点からも研究を進めています。最も考えられる可能性のひとつとして、吸汁時に口からイネ体内に放出される唾液成分がイネに抵抗性を誘導させているということが考えられます。

この仮説に基づき、私達は実際にセジロウカとトビイロウカの唾液腺内で発現している遺伝子を解析しました。その結果、セジロウカに存在しトビイロウカに存在しない遺伝子が多数確認できました。まだこれら遺伝子の産物（タンパク質）が実際にイネ体内に放出されるかどうか等の確認が出来ていませんが、今回単離されてきた遺伝子群が、イネに間接防衛機構を発動させるシグナル物質である可能性は高いと考えられます。また、セジロウカの防除という観点（二者間相互作用研究）からも今回得られた結果は重要であると考えられ、これら遺伝子の解析が害虫防除に役立つことが期待できます。

ここに述べた研究は、これまで別々に研究が進んできた「植物—病原体相互作用」と「植物—食性昆虫相互作用」を「植物—昆虫—病原体」の三者間の相互作用として捉えなおす必要性を我々に提示するものであり、植物病理学研究の新たな研究領域となりつつあります。また、三者間相互作用時に関与するメカニズムを詳細に解析することは、かかる相互作用の生態的な意義を解明するために非常に重要であると考えられます。

スズメバチにおける社会性進化の研究

高橋純一（COE 研究員）

スズメバチと言う名前を聞くと多くの方はおそらく凶暴で刺されたら命にかかわるというイメージがまずは思い浮かぶかもしれない。確かにスズメバチの攻撃性は際立って高く、毎年秋になると新聞やTVのニュースなどで多くの刺傷被害や死亡事故（多くはアナフィラキシー・ショックが原因である）が取りあげられている。私も調査中によく刺されるが、その毒性の強さからそのうち2度ほど意識を失くしかけた経験をしている。このような

危険性があるため衛生害虫としての部分が目立っているスズメバチも、ミツバチやアリなどと同じように昆虫の中では高度に発達した社会性を獲得しているグループの一つである。このスズメバチの多様な生態や行動については既に多くの著書などで紹介されている（松浦・山根 1984；松浦 1995；小野 1997）。私は大学院生のときからスズメバチを対象とした社会性進化に興味を持ち研究を行っているが、今回はその一部を紹介したいと思います。

社会性昆虫とはハチやアリのように集団で生活し、繁殖をする個体と繁殖をしない個体という生殖的分業を示す昆虫をさしています。進化生物学では社会性をその発展段階から集団性、亜社会性、側社会性、真社会性の4つに分けていますが、真社会性とは子の世話における協同、コロニー内における複数の成虫世代の完全な重複があつて親世代が繁殖個体を形成し、娘世代の一部が不妊の個体となっている場合をさします(齋藤1996)。スズメバチの仲間はミツバチやアリやシロアリと同じようにすべて種類が真社会性を獲得していて、女王とワーカーからコロニーが構成されています。ワーカーが見せる利他性の顕著な形質に自らの子を持たずに女王の子を育てるという不妊があります。この自らを犠牲にして他個体を助けるという性質は、われわれヒトから見れば一見するとうるわしく倫理的な美德を感じるかもしれませんが、進化生物学上ではこのような利他的行動がどのように進化した維持されてきたのかが非常に大きな問題となっています。この問題は、ダーウィンによる自然淘汰説の提唱からおおよそ100年後にハミルトンが遺伝子を共有する確率に注目することではじめて定式化による説明を可能にしました。ハミルトンの血縁選択の考え方は、なぜ膜翅目で社会性が何度も進化したのか、なぜワーカーはメスなのかという問題について説明することが可能であったため、社会性進化の主要な説として考えられるようになりました。実際、分子生物学的手法が発展するようになりアリやアシナガバチなどでDNAマーカーを用いて実際に血縁構造が調べられるようになると多くの種類で単女王制、1回交尾により働きバチ間の高い血縁度が維持されていることが明らかになりました。これは不妊の個体であってもハミルトンが予測したように自ら繁殖するよりも高い包括適応度が得られるかもしれないことを示唆する結果でした。そこで私はスズメバチの1種からマイクロサテライトDNAマーカーを開発して日本産種のスズメバチの血縁構造を明らかにしました。基本的に単女王制、1回交尾、ワーカー産卵なしの種がほとんどでしたが、キロスズメバチでは複数回交尾を行う頻度が高く、またツマグロスズメバチでは女王蜂存在下のコロニーでワーカー産卵によるオス生産が確認されました(表1)。ただし血縁淘汰説は、コロニーの血縁構造を明らかにするだけでは実証したことにはならない

種名	コロニー数	平均交尾回数	ワーカー間血縁度	女王存在下でのワーカー産卵
モンズズメバチ	14	1.1	0.73	なし
ヒメスズメバチ	20	1	0.75	なし
コガタスズメバチ	20	1.1	0.74	なし
オオスズメバチ	20	1.1	0.74	なし
ケブカスズメバチ	20	2.1	0.66	なし
ツマグロスズメバチ	20	1.1	0.73	あり
チャイロスズメバチ	15	1.1	0.73	なし

表1 日本産スズメバチ7種のコロニー血縁構造

ので、性比理論によりこの問題の実証研究を行いました。その方法とは1頭のオスと交尾した女王による単女王制のコロニーでは、女王蜂から見ると娘と息子の血縁度は0.5であるが、ワーカーから見ると妹のほうが弟よりも3倍血縁度が高くなるので妹により多く投資した方が包括適応度は高くなるので集団全体の投資比がメス:オス=3:1のときにワーカーにとって進化的に安定な戦略となると考えられています。一方、女王蜂にとって適応度が最大化していればメス:オス=1:1となりここに親子間の対立が生じるわけです。集団の性投資比をみて3:1になっていればワーカーに血縁選択が作用しているのかわかることを指摘し、この検証をスズメバチで行ってみました。スズメバチは一年生のため、コロニーの投資はすべて繁殖個体の生産へと振り分けられるのでアリなどよりもはっきりとした性投資比が得られると思われま。そこでヒメスズメバチを用いた結果を示しました(図1)。本種は、単女王制、一回交尾、ワーカー産卵はないのも働きバチの包括適応度が最大化されていれば、性比は3:1となるはずですが、3年間調査した結果からは、年ごとの集団の性比は安定していて2.9:1となりほぼ3:1とみなすことができました。これはスズメバチの社会性の維持においても血縁選択が作用していることを示していると思われる結果です。

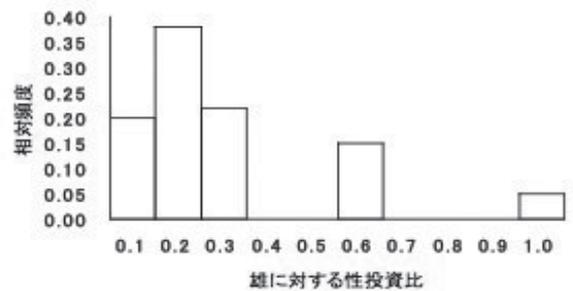


図1 ヒメスズメバチにおける3年間(1998~2000年)の個体群性投資比

膜翅目では、真社会性がより発達したグループほど血縁度が低い傾向があります。このような低い血縁度集団で構成されているコロニーであっても利他性が維持されている問題についてはポリシング理論によって説明が可能です。この理論は低い血縁度集団内では利己的行動を行う裏切り者が出現しやすく、利他行動を行う個体たちは自らの包括適応度を高くするためには裏切り者を妨害するように進化した、結果として低い血縁度集団で逆に利他性が安定しているという理論です。スズメバチのワーカーは、女王蜂がなんらかの理由で不在になると女王蜂に代わって卵巣を発達させ未受精卵を産みオスの生産を行うことが知られています。ワーカーポリシング理論を拡張すると、女王蜂が不在になったスズメバチのコロ

ニーでは、オス生産をめぐるワーカー間で利害対立が起こることが予測されます。例えば、単女王制の多回交尾女王のコロニーでは、通常のコロニーではワーカーポリシングによりワーカー産卵が抑制されていますが、いったん女王蜂が何らかの理由でいなくなると低い血縁度で協力していた異父姉妹間のワーカー同士が今度はオス生産をめぐる対立関係になることが予測されます。女王蜂存在下では中間の血縁度であった女王蜂の息子を育てていましたが、それができなくなると同じ父親である正姉妹と父親が異なる異父姉妹関係にあるワーカーが産んだオスのどちらを育てるのかをめぐる異父姉妹のワーカー間で対立が生じることが予測されます。そこで実際にキイロスズメバチのコロニーで女王蜂を除去して人為的に女王蜂不在コロニーを作り、産卵ワーカーの出現を誘導したところ、多回交尾女王のコロニーでは女王蜂が不在になると複数の父親の異なるワーカーが産卵をするが、1回交尾女王蜂のコロニーでは女王蜂不在下での産卵ワーカーは1頭のみでした。1回交尾である他種のスズメバチでも、女王不在下での産卵ワーカーは常に1頭のみでした。この結果は、ワーカーポリシング理論を強く支持する証拠の一つであると考えられました。

熱帯に生息しているツマグロスズメバチは複数の女王が協同で営巣する多女王制が知られています（松浦1995）。本種はスズメバチで数少ない女王蜂存在下でのワーカー産卵が確認されている種でもあり、産卵ワーカーは繁殖期になると母親にあたる女王蜂を殺したり、排除したりする行動が観察されました（図2）。マレーシアなどの東南アジア集団では単女王と多女王のコロニーが存在しているため、この集団のコロニー血縁構造についてDNAマーカーを使って調べたところ女王蜂はすべて1回交尾でした。ワーカーポリシング理論から推測すると、多女王制コロニー（3頭以上）では、ワーカー間

の血縁度が低くなり他のワーカーが産んだオスよりも女王蜂の産んだオスの血縁度が高くなるのでワーカーの産卵は相互監視により抑制されていることが推測されました。そこで実際にこれらのコロニーのオスを解析したところ、ワーカー産卵が起きていたコロニーは単女王制のコロニーのみでした。この結果は、現在のところワーカーポリシング理論を最も強く支持する結果であると思われる。

スズメバチも他の社会性昆虫と同じように一見すると非常によくまとまった集団のように見えますが、実際には女王蜂とワーカー間で、あるいはワーカー間で利他行動を行う上での協力と対立の構図があることがわかります。ワーカーはいつでも産卵が可能で実際には自らの包括適応度を高めるために利己的行動を抑制していることが血縁淘汰説をもとにした性比理論やワーカーポリシング理論によって説明されています。そして、スズメバチを対象とした研究によりこれらの説を実証することができました。スズメバチでは、ミツバチやアリと違って一年生の生活史であり系統関係が明らかになっていることから進化生物学の比較研究を行う上で適したグループであると思われます。そのため今後もスズメバチを対象とした進化生物学研究から重要な社会性進化に関する諸問題が明らかになると考えられます。

参考文献

- 小野正人（1997）スズメバチの科学，海游舎
 齋藤 祐（1996）親子関係の進化生態学，北海道大学出版会
 松浦 誠・山根正気（1984）スズメバチ類の比較行動学，北海道大学出版会
 松浦 誠（1995）図説社会性カリバチの生態と進化，北海道大学出版会

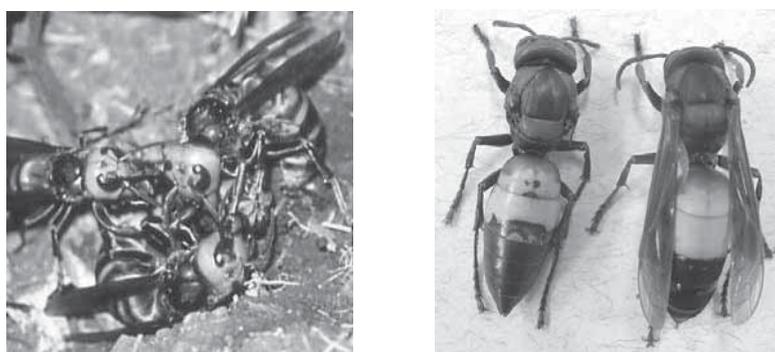


図2 スズメバチの協力および対立行動。左：オオスズメバチの働きバチが産卵働きバチを監視行動により攻撃している。右：ツマグロスズメバチの創設女王。左の個体は産卵働きバチの攻撃で翅やふ節や触角の一部が欠損している。右は働きバチ産卵がないコロニーの女王。

センターを去るにあたって

「思いつくままに」

清水 勇 (教授)

生態学研究センターに就任して以来、いつの間にか18年が経過してしまい、本年3月末に定年退職ということになりました。私はセンターでの前半は京都大学理学部植物園内の旧分室で過ごし、後半は瀬田キャンパスで過ごした。分室は吉田キャンパスでも森の中の一等地であったので、瀬田の上田上に赴任した当初は、「えらい田舎に来たものだ」と溜め息が出た。しかし、「住めば都」とはよく言ったもので、いまでは部屋の窓から眺める田上の連山が、何とも愛おしく思える。センターでは、様々な出会いや出来事がありましたが、何とか勤め上げられたのも、皆様のおかげと思い、心から御礼申し上げます。センターニュースの担当者から、最後に何か書くように依頼がありましたので、以下、思いつくままに点綴させていただきました。

研究者は、そのキャラクターにしたがって、それぞれ「土農工商」に分類できるということを、誰かに聞いたことがある。「土農工商」がバランス良く共存している研究組織は、きっと雰囲気もよく生産的なものであろう。私は器械や器具を扱ったり、作ったり、それを使って分析することが、無性に楽しい性分であるので、「工人」に属すると思う。天は二物を与えずで、商才は乏しいので大きい研究費を獲得するなど得意でなかったが、他の方からの支援で、いろいろ「物作り」を楽しませてもらった。

シンバイオトロン施設のズートロンもその一つである。これは、2000年にセンターに設置された高機能人工気象装置であるが、既製品をポンと導入したのではなく、設計的にはまったくオリジナルなものである。ただ、英国インペリアルカレッジ (NERC) のエコトロン (Ecotron) を見学しにあって、その機能を一部取り入れている。建設当時、担当メーカーの設計技術者に、「人工気象器の零戦を作るのだ」と言ってハッパをかけた記憶がある。

本装置は、プレハブ型環境制御室4室、制御盤及び調光盤からなり、温度は+5～40°Cの間で制御できる。温度制御範囲は±1°C以下となっている。湿度の設定範囲は40-80%Rhである。ここでは光、温度、湿度などの条件を、プログラム制御により、自然条件をシミュレートして調節運転できるようにしてあり、4室のチェンバーを個別制御し、さらに各チェンバーの隔壁パネルを取り外して、実験空間をある範囲で自由に変えることができる。これにより光熱費を節約でき、効率的に運転するようにしてある。光源はハロゲンランプ、メタルハライドランプ、蛍光灯ランプの3種類からなり、この組み合わせで、朝焼けから夕焼けまでの自然光スペクトルを再現でき、照度は最大20,000luxまで上げることができる。また、これでプログラムすることにより、毎日変化する日の出、日の入りの時刻に連動した天体時計での設定も可能となっている。タッチパネルの制御盤で、温度湿度



センターから眺めた湖南アルプスと田上の朝霧

調節計、センサー、過昇温防止装置、暗室用タイマー、作業用ランプスイッチ、チャート式記録計が容易に操作できる。また9項目について異常警報装置が付けられている。

これを用いて大学院生の淵側太郎君が、ミツバチの行動生態についてユニークな研究を行い、その行動特性を調べた研究成果がある。ミツバチの巣箱をチェンバーに入れて実験を行うのだが、明暗サイクルにおいて、自然状態のように薄明薄暮の状態、すなわち光り照度が次第に変化するプログラムをかけないと、ミツバチは正常な行動を示さないことが分かった（詳細についてはセンターHPの「共同利用施設:シンバイオトロン」の項目などを御覧ください）。ズートロンは現在、センターの他のグループにも利用されているが、今後も共同利用を含めた活用をお願いします。

センターは大部門制を取っているが、便宜的にいくつかの研究分野に分かれている。その中に研究手法の開発を主眼とする分子解析生態学分野があり、遺伝子解析と安定同位体解析（陀安准教授担当）の二つのグループがある。私は遺伝子解析グループの責任者として、遺伝子分析システムの構築・維持に携わった。構成機器としてはPCR、DNAシーケンサー、遺伝子発現解析装置（LightCycler）、タンパク質分析装置、プロテインシーケンサー、アミノ酸アナライザー、凍結マイクロームなどがある。これは物（遺伝子）の分析のためのシステム作りで、センター内外の当該分野の研究者の利用に供するためである。十数年前に旧分室にDNAシーケンサーが設置された当時は、生態関係の研究室では、まだめづらしかったので、多くの共同利用者があった。

これを用いて筆者の研究グループでは、魚類の分子系統解析（源、ルバ・スハノハ）、昆虫の集団遺伝学的研究（高見、高橋）、ミツバチの体内時計遺伝子の構造と機能に関する研究（淵側、青木）、視物質オプシン遺伝子の適応進化に関する研究（源、坂本）、昆虫の季節適応機構の分子的基盤（山川）、シロアリのリゾチーム遺伝子の構造と分子進化に関する研究（藤田）などを展開した。これ以外にも、このシステムを利用して他グループの院生や研究員が多くの有意義な研究業績をあげた。

野外施設としては、センターの林床林縁区を利用して「CERの森」（実験里山林）の構築と整備を行った。入り口には案内板を設置し、枯れ木、倒木の伐採を行い林内整備を進め、擬木階段を設置した内部周回路から種名プレートが付けられた樹木や野草の観察が可能にした。また水棲生物の生態観察を目的としたビオトープ（実験池）も作り、モリアオガエルなどの放飼実験を行った。ここで設置した養蜂場を利用して、ポケゼミ「ミツバチ科学」実習やセンターの公募実習なども行なった。さらに赤外線検知カメラでもってCERの森の鳥獣をモニターする「生物多様性アーカイブ」は、この森に意外と多くの獣

（タヌキ、キツネ、テン、シカ、アライグマ、アカネズミ、野生ネコなど）や鳥が棲息することを、映像で見事に示している（撮影は院生の幸田君と直江君による）。センター周辺部の乱開発によって、その辺の鳥獣が逃げ込んできている様相である。「CERの森」事業は、外にも多数のメンバーの協力のお陰であるが、特に小島技術専門職員（当時）と松本技術職員の献身的な労働なくしては、決して成立しなかったであろう。今後も、これが有効に利用されることを望む。

このように、センターでは自在にやらせていただいたが、センター在任中の最も衝撃的な出来事は、1997年から2000年の間に起こった数々の事故についてである。この間に6名（教官4名、院生2名）もの掛け替えのない人命を失い、天地も割れよと慟哭する悲しい出来事として、当時の人々の記憶に残っている。これは学界、いや日本国における大損失であったと言えよう。センターが出来て生み出したものも多かったが、失ったものも大きすぎた。

センターでは、その後、フィールドでの事故防止のために、数々の方策を取って来てはいるが、大事なことは、日常での絶えざる事故予防に対する注意と気配りであろうと思う。これは屋内での実験研究にも当てはまるだろう。その後も、センターでは、野外調査にからんで軽微な交通事故が複数回、起こった。これらは、幸い大事に至らなかったが、こういった事故の細かな現場検証的な原因追及だけでなく、その背景にある構造的なものを冷静に掘りおこし、改善していかなければならない。センターにおける野外研究における基本的な姿勢や教育のあり方や、教員のグループでの指導体制、慣れによる慢心や油断といったことも定期的に点検・自省する必要がある。事故には現場での不可抗力的な要因の他に、それに至る背景要因が必ずあって、それをできるだけ取り除くことによって、避けることができると考えられる。センターの当時のメンバーも替わり、過去の記憶も風化しつつあるが、細かな気配りを日頃、心がけていただいて、二度と事故を起こさないようにしたい。

センターの評価については、いろいろ言われることもあるが、この少人数で、しかも上で述べたようなアクシデントに潰乱もせず果敢に耐え、その使命を精一杯に果たして来たのではないかと、私は考えている。今後のセンターの方向性については、今やあれこれ言う立場ではないが、地球温暖化問題（真偽論争を含めて）、生物多様性危機、迫り来るパンデミックなど、生態学の社会的な必要性がますます大きくなっている昨今の状況からすると、時代に応じた何らかの改組・改編が、要求されていると考えるのが妥当であろう。空疎なプロバガンダの標榜に終わるのでなく、十分な議論を積み上げ、確固とした理念と使命を旗印とした研究組織の新生を期待しています。

「転出にあたって」

永田 俊（教授）

センターに在職した8年間、自由に楽しく研究をさせていただきました。これについては、まず、センター長、諸先輩方、同僚、事務・技術職員の皆様、また、理学研究科の関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。一方、恵まれた境遇にありながら、とても十分とはいいがたい成果しか挙げられなかった力不足については、誠に忸怩たる思いであります。もし、かろうじて、常勤教員として禄を食むものの面目を保ちえたとすれば、それは、ひとえに、私の研究室に在籍した学生諸君や研究員の皆さんが、魅力的で斬新な研究テーマを見つけ出し、それに挑戦して、新境地を切り開いてくれたためだと思います。

横川太一君（平成16年博士学位取得）は、顕微鏡画像解析を駆使した微生物群集の動態の解明で先駆的な成果を挙げたのち、海洋における「超」広域微生物分布を明らかにして、世界の度肝を抜きました。西村洋子さん（平成18年博士学位取得）は、琵琶湖の微生物群集が極めてユニークな亜集団構造を示すというとても興味深い現象を発見しました。キム・チョルグー君（平成18年博士学位取得）は、琵琶湖の深層の炭素や窒素の無機化において、溶存有機物の分解がどの程度寄与しているのかを、膨大なデータに基づいて立証しましたが、これは、大型湖沼の研究例としては文句なしに「世界初」です。この研究を引き継いだ槇洗君（平成19年修士学位取得、現博士後期課程）は、溶存有機炭素の安定同位体比を調べることで、琵琶湖の溶存有機物の起源に関する重要な新知見を得ました。この成果は、湖水中の難分解性有機物の蓄積メカニズムの研究の中で大きな注目を集めています。

ウィルスの生態学という新しい研究分野に挑戦したのは、茂手木千晶さん（平成20年博士学位取得）、ヤン・ヤンヒュイさん（JSPS 外国人研究員）、プラディーブ・ラム君（JSPS 外国人研究員）です。茂手木さんが日仏の国際共同研究において明らかにした、「ウィルス分流通効果」は、海洋炭素循環の研究に新しい視軸を提供する成果といえましょう。ヤンさんは、その驚異的な粘りと注意深さで、フローサイトメトリーによるウィルスの高感度解析を実現しました。また、プラディーブ君は、電子顕微鏡を使ったウィルス感染率の測定方法の技術的な改良を達成しました。

一方、河川の生態学では、小林由紀さん（平成17年

修士学位取得、現博士後期課程）が、河床の石面に発達する付着細菌群集（バイオフィーム）の組成とその空間分布に関する研究で成果を挙げました。これは、リッチ・シャイブリー君（COE 外国人研究員）との共同研究に結実し、細菌群集の多様性と河川の栄養循環（栄養スパイラル）の関係の解明にむけて研究が深まりつつあります。

理論面では、流体モデルの吉山浩平君（平成13年修士学位取得）、レジームシフト・モデルの加藤元海君（COE 研究員）、メタコミュニティ理論の三木健君（JSPS 研究員）が、研究室の知恵袋として活躍してくれました。これは理論研究と実証研究の密接な連携を重んじる、センターの理論研究グループの優れた伝統に負うところ大であります。

各種安定同位体を用いた新しい流域環境診断手法の開発をテーマとしたJST-CRESTプロジェクトでは、高津文人君（JST 研究員）と由水千景さん（JST 技術員）が、観測のコーディネーションや、膨大な数のサンプルの分析を含め、大型共同研究の推進を献身的に支えてくれました。なお、プロジェクト研究の推進は、原真澄さん、生駒優佳さん、伊東亜美さんの事務面あるいは技術面で、のすばらしいサポート無しにはとうてい成し得なかったでしょう。

最後に、パリ第6大学ヴィルフランシュ海洋研究所のフェレイドン・ラソウルザデガン教授は、客員教授として、研究室のレベルアップに大きく貢献してくださいました。このような個性豊かな様々な人たちといっしょに悩んだり喜んだりしながら、多くのことを学ぶことができたことは、私にとってなによりも幸運なことでした。

さて、平成20年4月からは、東京大学海洋研究所海洋化学部門生元素動態分野に勤務することになりました。職場は変わりますが、これからも、共同利用や共同研究などを通して、センターの皆様にはいろいろとお世話になると思います。何卒よろしく願いいたします。昨今、社会と大学との関係が鋭く問われる中、大学の組織についても見直しや再編成が急速に進んでいます。センターにおかれましては、国内外の多様な研究者や学生がどこからともなく集い、ワイワイいいながら新しい学問を創っていくような、そんな開かれた楽しい研究の場として、今後とも益々発展していただきたいと切に願っております。

「ふるさとで」

淵側太郎

私は4年前にセンターにやってきました。心のうちでは、やってきた、というより、戻ってきた、という気分だったのですが、それは、私が、生まれてから高校を卒業するまで、このセンターのそばで育った地元民だからでした。

そんな私が縁あって、この地でニホンミツバチを飼育しつつ、リズムの研究に携わることができたのは本当に幸せなことでした。それまで京都大学のことはもちろん知っており、自分の生家の近くに京都大学の施設があるのは知っていましたが、その施設は生態学研究センターであるというのは、自分がセンターへの進学を考えた25歳になるまで知りませんでした。地元の友人に聞くと、センターのことは、場所は「あ〜あそこに京大があるね」というふうな感じには知っていますが、あそこはどんなことしてるの?とたいてい聞かれ、何をしているかは全く知られていません。世の中の研究所なんてそんなもんでしょ。

私が小学生か中学生だった20年ほど前は、センターを出て瀬田駅へ向かうときに最初に出会う、信号のあるT字交差点は飛鳥西ゲートと呼ばれ(今でもバス停の名前にはその名が残っている)工事用車両しか通れないゲートが立ちはだかかっていて、そのゲートよりセンター側へ至る部分は道すらなかった?ように思います。今では、センターの前の道は秋の訪れを鮮やかに教えてくれる街路樹が並び、きれいに舗装されて、田舎らしく、車もバイクも日常的に高速でぶっ飛ばす道になりました。センターには「CERの森」という二次林があり、センターに隣接する住宅地と、立命館大学びわこくさつキャンパスに囲まれた牟礼山(むれやま)という山の森と一体化していましたが、この2月に開通する新名神のためそれらは分断されました。小学生のころ、その牟礼山はいい遊び場で、まだ建築途中の家から、木の板などを拾ってきて、森の中に基地を作ってよく遊びました。夕暮れするとき、森の中は暗くなるのが早く、森の奥の方を見ては怖いとよく思いました。また、小学校の行事でその牟礼山にいる鳥たちのために自分で巣箱を作って設置したこともあります。いま、CERの森に訪れている鳥たちの中には、その巣箱で育ったものがあるのではという思いにふけることがあります。牟礼山の山頂へは、住宅地内に入り口のあるりょうぶの道から辿り着くことができ、頂上は少し木が邪魔ですが、琵琶湖の南湖はだいたい見渡せ気分がいいんです。山頂の案内碑には北湖の方まで見渡せるような図がありますが、本当に見えるのか疑わしいと以前から思っています。

ミツバチの飼育のため、センターの圃場にいると、季節ごとの空の色、聞こえる虫や蛙の声、雨の前の匂い、

雨が降ったあとの匂い、それらが、子供のころ感じたものとまったくおなじで、懐かしさに浸ることができ、研究の合間、しばし幸せでした。

ミツバチ飼育そのものについては、そもそも安定な飼育に向かないニホンミツバチという在来種を、天敵のスズメバチがまだまだ健在で、冬もしっかりと冷え込むこの地域で、飼い続けたことは、苦労もあつたけど、振り返れば面白い経験になったと思います。

あと、センターにいる、または、これから来られる、みなさまに申しあげたいことは、滋賀県に来られたなら是非湖上スポーツを経験していただきたいということです。滋賀県の6分の1は琵琶湖なんですから、琵琶湖のへりを車などで移動するだけでなく、ボートやカヌーに乗って、琵琶湖の上に進出してください。調査船に乗られる方もセンターには多いのでご存知だとは思いますが、湖上から大津や草津の街を見ると、また、違った見え方がします。街がすぐそこにあるのに、喧騒から少し距離を置いた気分を味わえます。ボートやカヌーといった動力を持たない船だと、より一層静けさを感じられます。カヌーなら酒井陽一郎くん(現修士2年)、ボートならNPO法人瀬田漕艇倶楽部、に連絡してください。市民向けの練習会、試合も開催されているので、滋賀をさらに深く知るきっかけとしてご利用いただきたいです。

城所碧さん(現神戸大)とはじめて「センター温泉部」は、行き当たりばつたりの旅行ばかりでしたが、非常に面白く、思い出に残ってます。偏ったメンバーで内輪ネタも多いですが、みなさんもお覧になってくださると嬉しいです(<http://d.hatena.ne.jp/onsenclub/>)。

あとひとつ、センターから、ほど近い田園地帯の中に「鉄平」(077-549-1979)という個性あふれるレストランがあります。センターの中にも一部、この風変わりなレストランの愛好者がいますが、ぜひぜひこのレストランの存在を語り継いで、時折り、食べにいつて、ここのおばちゃんとの縁を絶やさないようにしていつてほしいものです。

最後に、大学と修士課程進学で6年間実家を離れていましたが、再び博士課程で家族と暮らせてよかったです(センターに入り浸りでしたが)。これからは、研究員生活で津々浦々を転々とすることになると思うのでなおさらよかったと思います。

4月からは、岡山大学の進化生態学研究室(宮竹貴久先生のところ)に研究員として所属します。研究テーマは時間生物学を続けますが、実験材料はハチからミバエになります。センターでの4年間は本当に楽しかったです。どうもありがとうございました。

川瀬大樹

滋賀の山々に囲まれたたずむ研究施設、生態学研究センターに入学したのはちょうど5年前の春でした。センターには、行く前々からたくさんの大学院生が離れ小島のような場所に収容されている荒んだ雰囲気を感じ、内心びくびくしていました。しかし、現在に至るまでセンターは実に暖かい雰囲気に包まれた素敵な場所だったと感じています。時に、突然襲ってきたぎっくり腰によって玄関先で苦しみのた打ち回っている私を介抱して下さった多くの方々には感謝の言葉もありません。

センターではフィールドに長期にわたって滞在しながら対象にせまっている研究者や個性的で独創的なアイデアにあふれた研究者、実験棟にこもって実験ばかりしている研究者をみるにつけ、多くの真摯な研究スタイルを教えていただきました。あたりは真っ暗なのに、いつまでたっても消えることのなさそうな電気系統は、節約こそ正しき道と昨今説かれまったくその通りであります。それ以上になさねばならぬ執念と情熱を感じました。また真っ暗な帳がおりるただ中で、院生の憩いの場であるリフレッシュコーナーから、けたたましく鳴り響く笑い声は集中する張り詰めた弓のような空気を緩和してくれました。隣の席にそびえたっていた本と植物とアクアリウムで構築された今はなきバベルの塔に、恐れおのきながらお泊まりセンターを幾度か経験させていただきました。

この生態学研究センターで過ごした時間の中にはゆっくりと確実に変化がありました。まわりの山は工事によって変容し、貯水タンクができました。住宅街が発達しはじめ、クリスマスに定例の電色飾りは地上の星のような光景を繰り広げ、目もくらむばかりでした。気がつけばいつの間にか高速道路が開通しようとしており、京都から名古屋まで1時間となろうとしています。道路は拡張し交通の便がよくなりつつあります。やがて生態学研究センターのまわりにも自動販売機が立ち並ぶ日がくるのでしょうか。そしていずれ街中に溶け込んだ一風景となってしまうのでしょうか。

夏のBBQ、花火、炭火などの行事、スポーツ大会、その度に教官、先輩、同僚、後輩、事務の方々と共に共有した時間は研究を行う励みとなりました。生態学研究センターでは、とても自由に研究をすることができ、そのことに感謝するのみです。自由な環境はしばしばどうしていいのか多いに迷うことにもなりましたが、私にとって、隔離分布するセンターの環境の中は、その大きな自由空間と開放感にあふれ、とても魅力的でした。最後に研究を行う上で同僚には多くの面で励ましてもらい、そして異なる分野の研究室を超えて貴重な意見を貰いました。また先輩や教官の方々には多くの点で面倒をみてもらいました。この場をかりてお礼申し上げます。ありがとうございました。お元気で。

仲澤剛史

学部生時代、簡単に単位を取れそうな講義はどれだろうと考えながら、センターの教員による一般教養向けのリレー講義を受けました。そこでは、何人かの先生方が自身の研究などを週代わりで紹介されていましたが、中でも私を一番惹きつけたのは、山村先生による数理生態学の講義でした。今思い出せば、古典的なロトカ・ボルテラ方程式を使って、周期的な捕食サイクルや競争種の共存条件を説明しただけの簡単な内容です。それでも、数式を使って自然界を表現する手法に強い衝撃を受けましたし、そのときの感動は今でも忘れることができません。

私がここに来たのは、センターでの研究生活と数理生態学と山村先生に憧れたためです。正直に言えば、数理生態学を学んで何を研究したいのか、具体的なテーマがあったわけではありません。研究対象にしたい好きな生き物がいたわけでもなく、ましてコンビニまでの距離とかは想定外でした。それでも、センターで過ごす時間が長くなればなるほど、ここがとても居心地のいい場所

であると感じるようになりました。とくに、自分の好きなことを好きなように研究できる自由さ（自由すぎて途方に暮れたこともあります）と、研究室の垣根を越えた活発な交流（キャバ以上の仕事に押し潰されそうになったこともあります）に触れては、生態学研究の面白さを実感することができました。ここで研究人生の第一歩を踏み出すことができたことに本当に満足しています。

山村先生が地球研に異動されてからは、大串研に居候させていただきました。最初に大串先生の面接を受けて「君の philosophy は？ 仲澤生態学は何をやるのか？」と聞かれて、「これが例のあれか」と戸惑いましたが、快く指導を引き受けて下さったことを感謝しています。また、水域セミナー（むしろ炭火倶楽部）にも参加させていただきました。奥田先生と陀安先生には安定同位体分析を教えてください、そこから現在の研究テーマを始められました。今は山内先生率いる数理グループを始め、APIセミナーや水域セミナーに参加されていた皆さまには、数多くのご指導をいただいたことを感謝し

ています。

そして何より、過去にセンターに在籍されていた方を含めて、先生方や技官さん、事務員さん、研究員・学生の皆さまの暖かいご支援のおかげで、センターでの5年間を楽しく過ごすことができました。皆さまとの交流がなかったら、いくら研究環境が整っていても、センターでの生活を充実したものにはできなかったはずです。心よ

り感謝しています。

4月からは台湾大学海洋研究所で働いている予定です。生態学のコミュニティーは狭いので、センターの皆さまには今後もお世話になると思います。近いうちにセンターに戻ってくるかもしれません。引き続き、どうぞよろしくお願ひします。

センター員の異動

- ・清水 勇教授が、2008年3月31日付けで定年退職されます。
- ・永田 俊教授が、2008年4月1日付けで東京大学海洋研究所へ異動されます。
- ・山内 淳准教授が、2007年12月1日付けで教授に昇任されました。
- ・2007年度日本学術振興会外国人特別研究員の Arndt Telschow 氏が2007年11月28日で任期を終え、帰国されました。
- ・2007年度外国人研究員の Mouringh Willem Sabelis 氏（客員教授）が2008年1月31日で任期を終え、帰国されました。
- ・2008年度外国人研究員（客員教授）として、フンボルト大学理論生物学研究所研究員（ドイツ）の Arndt Telschow 氏が2008年4月1日から6月30日まで滞在予定です。
- ・2008年度日本学術振興会外国人招聘研究者（短期）として、シェフィールド大学教授（イギリス）の Michael Trevor Siva-Jothy 氏が2008年5月7日から5月28日まで滞在予定です。
- ・研究員の和穎朗太氏が3月31日で任期を終え、国立環境研究所へ異動されます。
- ・非常勤研究員の五味剣二氏が3月31日で任期を終え、香川大学農学部へ異動されます。

編集後記

- ・2001年10月のセンター赴任以来、6年あまりセンターニュースおよび業績集の編集を担当してきましたが、未確定ではありますがどうやら4月より担当を交代することになりそうです。皆様、長い間ありがとうございました。ここまで放り出さずに編集を続けて来れたのも、実務的な編集作業を担ってくださった歴代の有能な編集事務の方々がおられればこそでした。感謝しております。
- ・もしも4月から引き続き私が編集担当を継続することになったら、笑って今回の編集後記は忘れて下さい。

(山内 淳)

京都大学

生態学研究センターニュースの問い合わせ先

京都大学生態学研究センターニュース編集係

〒520-2113 滋賀県大津市平野2丁目509-3

Tel : (077) 549-8200

Fax : (077) 549-8201

E-mail : cernews@ecology.kyoto-u.ac.jp