



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 大串 隆之

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 —

研究の「価格」と「価値」	大串隆之..... 1	セミナー参加レポート..... 10
2006・2007年度協力研究員追加リスト..... 2		センター員の研究紹介
公募型共同利用事業 野外実習の報告		山内 淳..... 14
「菌学若手の会の研究集会」..... 3		Arnt Telschow..... 15
「里山の生物多様性・人と里山との関わり」..... 5		センターを去るにあたって
「土壌ダニセミナー」..... 6		釘宮聡一 ..... 18
オープンキャンパス報告..... 8		長 泰行..... 19
生態研ライブラリーの紹介..... 9		センター員の異動 ..... 20
		編集後記..... 20



研究の「価格」と「価値」  
大串隆之（京都大学生態学研究センター長）



人類を、哲学、つまり、自然のさまざまな現象を結合している隠された関連を解明しようとする科学の、研究に駆り立てる第一原理は、その発見から得られる何らかの利益ではなく、驚異である。

アダム・スミス「天文学史」（1795）

国立大学が法人化されてはや3年が過ぎようとしている。中期目標期間の半ばを折り返し、来年度には早くも暫定評価の準備に取り掛からねばならない。法人化後のこの3年間を振り返ってみると、研究の「価値」に対する捉え方が変わりつつあることが気掛かりである。科学技術創造立国を目指すわが国の科学技術政策に基づいて、従来の科学研究費に加えて、科学技術振興調整費を始めとするさまざまな大型の競争的資金が誕生した。このような大型のプロジェクトは往々にして短期的な目に見える経済的効果、技術革新、イノベーションが期待されている。一方、国立大学法人の運営費交付金は毎年削

減が続く中、何はさておき、競争的資金の獲得の必要性が声高に叫ばれている。むろん研究資金は研究の基盤を支えるリソースであり、獲得の努力を惜しむものではない。このような背景に呼応するように、競争的資金の獲得が研究の活性度を測る一つの指標として導入され始めた。ここで指摘したいことは、「競争的資金の獲得」が本来の「研究の活性度」を反映するののかということである。

研究業績が「カネ」によって決まるとは誰しも思っていない。このため、競争的資金の額で表される研究の「価格」は、かならずしも研究の「価値」を表すものではない。また、「競争的」資金という言葉は、多額の研究資金を稼ぐ「競争」という誤解を与えかねない。これら大型の競争的資金を獲得するための申請書の作成には、しばしば膨大な時間が費やされる。このため、ようやく申請が採択された暁には、あたかも目的を達成してしまったような錯覚に陥ってしまう。ようやく我に返った時には、

次の申請書の作成が始まっている。学問の本来の目的は、未来可能性を保証するために多様かつ独創的な見方を数多く提供することである。研究者が評価されるのは、「どれだけ多額の競争的資金を稼いだか」という「研究の価格」によってではなく、「いかに素晴らしい研究を成し遂げたか」という「研究の価値」によってである。研究費の獲得競争に組み込まれてしまうと、その目標は最大限の資金を稼ぐことになる。稼げば稼ぐほど評価が高まるはずという強迫観念に捕われるからだ。大型の競争的資金を獲得することを生き甲斐としてはばからない研究者もいるという。また、それを良しとする風潮も一部にある。今の日本の社会に蔓延している「拝金主義」の考え方に驚くほど似ている。科学・技術の分野は、世間より遅れて「バブルの恩恵」を受けているが、過去そうだったように「拝金主義」の考え方に急速に染まりかねないという危惧がある。研究の中身を十分に問わない競争的資金のリストアップによる研究活性度の評価は、このような考え方を助長するものではないか。これでは、競争的資金の獲得実績ではなく、研究の内容を十分に評価し、その独創性を見抜く力のある「目利き」が育たない。

研究資金と研究資金あたりの研究業績(論文や著書の数)の関係を調べてみると、以下のようなパターンが顕著に見られる。(1)初期の研究資金が増えるとしばらくは研究業績の増加が見られるが、(2)そのうちに頭打ちになる。ここがコストパフォーマンスから見た最適投資額であり、(3)さらに資金を投資すると、研究資金あたりの研究活性度は低下してしまう。この最適投資額はどれも一律というわけではなく、研究分野によって異なるだろう。しかし、ここで指摘した研究資金と研究業績の関係は同じだ。この最適値を超えてしまうと、いくら資金をつぎ込んででも研究業績は上がらないばかりか、逆に、低下を招いてしまう。大事なことは、それぞれの研究分野における最適投資額の見極めだ。研究資金の獲得競争では、この最適値は意味を持たなくなる。研究資金を最大限に稼ごうとするからだ。これは税金の無駄遣いにほかならない。繰り返すが、問題点は、研究資金の獲得があたかも優れた研究業績であるかのような錯覚である。そのために厳格な評価があるのだという声が聞こえてくるが、その評価は必ずしも当てにならない。特に、大型

の競争的資金は重点分野の特定の課題に割り振られることが多いため、審査には即効的な経済的価値という「モノサシ」が幅を利かす。

京大では、湯川・朝永生誕100周年にあたり、昨年来さまざまな記念事業が企画されている。ノーベル賞の対象となった湯川博士の「新粒子」仮説に対して当時の学会の反応は冷たいものであった。これは何も湯川博士に限ったことではない。多くのノーベル賞受賞者の対象となった優れた研究は、当時の学会では相手にされなかったものが多い。これは至極当然で、独創的であるがゆえにその価値を正当に測るモノサシがなかったからだ。われわれの世界観を大きく変えうる独創的な研究は、今風の「競争的」資金を決して獲得できなかっただろう。大型の競争的資金の申請は、「やや古びたフツの考え方」によって審査されることが多い。知の地平を切り開く独創的な考え方は「フツの考え方」では評価できないのは当たり前である。多くの研究者が研究資金を獲得しやすい研究課題に殺到してしまうと、研究においてもっとも大切なものの見方の多様性が損なわれ、未来可能性を保証する独創的な研究の芽を摘んでしまいかねない。経済的価値を測ることを得意とする「価格」というモノサシにとって、独創的な考え方に根ざした学問の「価値」を測ることはもっとも不得手である。学問の多様性は、この世界を多面的に評価するためのさまざまな「モノサシ」を提供する根源である。多様なモノサシによって、われわれはこれまで知ることがなかった世界の新しい姿に目を見張るのである。

最近、研究成果の捏造がしばしば報道されている。科学に対する信頼を揺るがしかねない由々しき背信行為である。しかし、その背景には捏造してでも研究資金の獲得競争に勝ち残りたいという「あせり」があるのではないか。目先の利益に翻弄されて、研究の目的を見失ってしまった主体性なき研究者の姿が見える。優れた研究とは、「人を感動させる」研究のことだ。人を感動させるということは、「研究資金の多寡で研究を測る」という価値観さえも変えてしまう大きな力を持っている。様々な角度から未知の世界を測る多様な「モノサシ」を創り出すのが科学の使命である。研究の「価値」はこれにつきる。

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

氏名	所属	研究課題
石川俊之	滋賀県琵琶湖・環境科学研究センター	琵琶湖生態系の長期変化の解析
竹内一郎	愛媛大学農学部	浅海域生態系の環境保全に関する研究
小北智之	福井県立大学生物資源学部	魚類の局所適応に関する進化生態・進化遺伝学的研究
鏡味麻衣子	東邦大学理学部	琵琶湖の植物プランクトン及びそれに寄生するツボカビの動態解析

## 公募型共同利用事業 研究会の報告

## 「菌学若手の会の研究集会：2006年9月16日,17日」

西田貴明(京都大学生態学研究センター)

2006年9月16日、17日に筑波大学菅平高原実験センター(上田市)において、京都大学生態学研究センターの共同利用事業として、表記の研究集会が開催されました。今年度は、全国11の大学及び研究所から18名の大学院生・PDを中心とした若手研究者が参加しました。菌学若手の会は、これまで菌学分野の若手研究者の交流を目指し、講習会や実習を開催してきました。今回は、広く菌学に興味を抱く学生、PDの研究の交流を促すために、菌学及び菌学に関連する分野の研究についての研究集会を行いました。このため、今回の研究集会では、参加者の全員が自分の研究成果や計画を発表する時間をできる限り多くとりました。初日の午後から各自20分程度の研究紹介を行い、若手同士ということもあって遠慮のない非常に活発な議論がなされました。この議論は、発表終了後に行われた懇親会でも夜遅くまで続き、参加者にとっては非常に有意義な交流の場となったと思われます。発表された内容は、菌類の分類などの基礎的な研究から保全のような応用的研究まで非常に多岐にわたり、参加者は日々の研究とは異なった視点で菌学の奥深さを捉えることができました。また、開催地である筑波大学菅平高原実験センターは、およそ100年間の植物の遷移段階を目の当たりにできる貴重な実験林を保有されており、2日目の午後に開催地の実験施設の見学会も行われました。この実験林では季節がら様々なキノコが見られ、菌学に興味を持つ参加者にとって非常に楽しいものとなりました。また、今回の研究集会の開催にあたって、菅平高原実験センターの皆様をはじめ多くの方の協力を受けました。この場を借りて皆様に感謝の意を表したいと思います。

以下、研究発表の題目と参加者のレポートの一部を掲載します。

参加者のレポート(発表者の許可を受けて転載)

○私は火山性荒廃地に早期に定着した木本植物における外生菌根の形成状況、及び外生菌根菌相に関する研究を発表してきました。これまでに「菌学若手の会」主催の実習には2回参加させて頂いていたのですが、今回は先輩方から技術や知識を教わるのではなく、自分が進めている研究を、他大学の学生研究者、及び若手の研究者の前で発表し、意見交換をするというものでした。様々な方々から自分の研究に対するアドバイスを頂き、また逆に他の研究に対する疑問点や改善点を提案するという、

双方向的な議論を交わすことができた有意義で刺激的な集会でした。これから研究を進めていく修士課程1年目や学部4年生の方々も多数参加しており、その研究に対する熱意や積極性に対しては心動かされるものがありました。研究発表後の懇親会では、自他の研究に対する自分の考え方、意見以外にも、それぞれの研究における苦労話など活発な意見交換ができました。今回発表されていた内容は、菌の分類や、菌と植物、動物間の相互作用、菌の伝播・分布様式、群集構造など内容は多岐に渡っており、また対象とする菌類も菌根菌から樹病菌など様々で興味深いものでした。中でも、昆虫の伝播を介した樹病の伝播のメカニズムを様々なスケールから捉えようとする研究や、菌根菌及び菌根菌を介した他植物とのネットワークを活用して希少植物の保護、育成を試みる研究など、生態系及び森林保全を進めていく上では必要性の高い研究が、造林学に携わっている私としては非常に興味深く感じました。また、菌の分類を、従来用いられてきた形態的な特徴にDNA情報を加え、より正確なものに近づけようと試みている研究も、生態学を取り扱った研究は全て分類学を土台としていることを考えると、非常に重要なものであるということに再認識しました。

○若手の会自体は菌学会の会員であるなしに関わらず参加できるので、菌学会では聞くことのできない発表も聞くことができ、大変興味深く感じました。研究発表は菌根菌に関する研究が最も多く、これに次いだのが分類に関する研究で、植物病原菌に関する研究発表は私が唯一の発表者でした。私にとっては異なる研究分野の発表でしたが、研究に対する様々なアプローチの仕方を知ることができたのは非常に刺激的でした。逆に私の発表が参加者の方々の刺激になれば私としても幸いでした。全員が若手研究者とあって、自分も含めて未熟なところも感じられましたが、それに対して素直に感じたとおりに質問を投げかけたり、指摘したりすることができるのは非常に魅力的であると思いました。

○そもそもこの会の経緯は、十数年前に菌学若手の有志で発足した学生の自由な会で、数年前までは活動が停滞していたが、近年有志により再起し若手の会主催で実習会などが企画され、今回呼びかけにより研究集会を開くに至った。そんなことから、今回の集会は参加者の全員が待ち望んでいたと思うし自身も勿論そうであった。

その期待通り、結果からいえばこの集会は成功であり非常に有意義だった。というのは、まず、若手の会らしい自由度である。ほとんどの参加者が同じ学生であるため、学会等とは違いそれほど緊張せず自分の言葉で発表することが出来た。何人かは研究計画を発表していたが、普段計画の段階から多くの方の意見を聞けることはあまり無いことから、このような所での意見は非常に貴重なものだったろう。また、もう一つの良い点は参加者全員が発表するところである。このようなことは人数の多い学会等では出来ない。参加者が研究内容の詳細を互いに知ることができ、誰もが有意義な意見交換が出来ただろう。私自身は多くの役立つ意見をいただくことが出来たし、話している中で同じ分野の研究仲間がいることを確認でき非常に心強く感じた。

○菅平での2日間は、私にとって非常に有意義な時間となりました。一番の収穫は、様々な「菌学」に触れ、その菌学を紡いでいらっしゃる人々に出会えたことです。自分がお世話になっている研究室とは違った切り口で取り組んでいらっしゃる方々の研究を紹介していただき、いつの間にか考えが凝り固まっていたことに驚くと共に、いろいろな参加者の皆様の新しい考え方のおもしろさに、「この方はこういう風に考えていらっしゃるのか。」と感動を覚え、よい刺激を受けました。

○最初に研究発表があった為、その後の懇談会で具体的な話を気軽に話すことができ、研究室内だけでは1手法にのみ偏りがちなDNAの抽出や、サンプルの採取、菌

株の保存などの手法に対するアドバイスや、自分の実験に対する新たな視点を得られたことで大変有意義な時間を過ごせました。今回の集会では、研究紹介の殆どが菌根や子実体に着目した紹介が多かったことが印象に残りました。菌根菌の研究は日本語の論文が少なく、学部生が菌根の研究を志すに際して窓口がせまくなってしまいうように感じてしまいます。よって、このような研究集会で幅広い研究の糸口を得られることは、その後によりユニークな研究計画を立てるのに大きな手助けとなるはずですし、実際前回の研究集会で得られた知識は私修士の研究計画に大変役立ちました。

○今回の研究集会は若手の会独特の雰囲気もよかったと思います。若手の会主催で行われたことで、参加者の多くが院生やポスドク、学部生の方というとても年齢層の若い集まりとなりました。そのため研究集会全体を通じて、研究者同士のつながりも学会とは違った若々しい雰囲気の中で行われました。その中で行われた発表や討議は、和気藹々とした中にも鋭い質問や、なるほどと思わされる意見が出され活発に行われました。あっという間の2日間でしたが、研究集会ではとても多くのことを得ることが出来ました。またこのような機会があれば参加させていただきたいと思います。

スタッフ(敬称略)

大串隆之、西田貴明(京都大学生態学研究センター)

白水 貴(筑波大学菅平高原実験センター)

---



---

**公募型共同利用事業 野外実習の報告**


---



---

「里山の生物多様性・人と里山との関わり・

2006年9月4日から9月8日

土屋和三 (龍谷大学文学部生物学研究室)

<開催場所>

龍谷大学瀬田学舎「龍谷の森」、  
 京大学生態学研究センター「CERの森」、  
 立命館大学びわこ・くさつキャンパス「BKC湿地」

<スタッフ>

講師：阪本寧男(京都大学名誉教授)、土屋和三・丸山徳次(龍谷大学文学部)、清水 勇・藤田 昇(京大学生態学研究センター)、横山和正(滋賀大学教育学部)、吉田 真(立命館大学理工学部)、谷垣岳人(龍谷大学法学部)、須川 恒(龍谷大学兼任講師)木村一也(金沢大学学振特別研究員)

研究補助員：山本哲史・雀部正毅(京大大学院理学研究科院生)

(以上敬称略)

<概要>

滋賀県大津市の瀬田丘陵は標高170m、東西5キロ・南北1キロ、古琵琶湖層群の地層からなる。北側は琵琶湖岸の人口急増地帯、南側は水田地帯を挟み田上山にいたる。旧東海道に近接し、7世紀後半の製鉄遺跡をはじめとし、燃料採取地やマツタケ山、江戸時代に築造された溜め池の水源地等の1500年余りにわたる人の関わりが重層している。伝統的な里山利用は1950年代まで行われていたが、放置されてから50年余り経過し、植生はアカマツ林が衰退しコナラ林が優占している。近畿地方の典型的な里山であり、孤立林、都市周辺の緑地の要素も含んでいる。

生物多様性調査実習は、1989年以降に瀬田丘陵に開設された教育研究機関が所有する下記の3か所で9課題について行った。「龍谷の森(38ha)」はオオタカの営巣が発端となり造成を取り止め、大学と地域住民との協働による里山づくりが発展し、2004年に開設された龍谷大学里山学・地域共生学オープンリサーチセンターの研究拠点である。「CERの森」は京大学生態学研究センターが2005年に開設した里山研究林である。「BKC湿地」は、1994年に開設された立命館大学キャンパス造成時に移植した湿地生の絶滅危惧植物のモニタリング研究がおこなわれている。今回の実習は、上記のフィールドで行われている研究の一端にふれることにした。

さらに、里山に関わる民族生物学・環境倫理学・保全生物学の講義は、人と自然との歴史的な関わりと、地域環境の新たな創成に必要な多角的な視座を示した。このような実習と講義との学際的な相互交流は、大きな教育効果をあげた。

受講者は8名。生物・環境科学系4名と社会・人文科学系4名(和歌山大学教育学部大学院、横浜国立大学大学院、佐賀大学農学部、龍谷大学理工学部各1名、龍谷大学法学部3名、同文学部1名)。その他にオブザーバー1名。

また、実習終了後も今回設置した種子採取トラップを使用した研究が参加学生により継続している。

研究者の学際的なネットワーク、理・農・工・環境・人文・社会系学部学生と院生、さらに地域社会・住民たちとの協働による連鎖の展開が、半自然生態系である里山の新たな研究者・地域の環境保全の担い手の育成につながると考える。今後も瀬田丘陵をフィールドとし、研究機関の連携による里山実習を継続したい。

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協力により、龍谷荘(龍谷大学学生宿舎)への宿泊、龍谷大学理工学部実習室の使用の便宜をえた事を深謝します。

<日程・開催場所・内容>

9月4日 京大学生態学研究センター・「CERの森」

午前 ガイダンス(土屋・清水・谷垣)

講義1「里山の民族生物学」(阪本)

午後 実習1「ニホンミツバチの生物学と行動観察」

(清水)

ニホンミツバチ、セイヨウミツバチの8の字ダンスの行動観察、蜂蜜採取実習

9月5日 京大学生態学研究センター・「CERの森」

午前 講義2「里山の環境倫理」(丸山)

講義3「里山保全の道具箱(鳥類からみた)」

(須川)

午後 実習2「コアサンプルによる里山林の齢組成」

(藤田)

アカマツ、コナラ(萌芽由来を含む)の高さ

50cm での年輪は、25 年～35 年が多く、最大 45 年

9月6日 「龍谷の森」・龍大理工学部・「BKC 湿地」  
 午前 実習3「キノコの観察と採集」(横山)  
 採集した菌根菌、腐朽菌 30 種についての分類・生態学の野外講義  
 午後 実習4「クモの観察と採集・同定」(吉田)  
 異なる採取法によるクモの種組成の検討、35 種を生態的特性により整理  
 実習5「湿地植物と移植実験地の観察」  
 (吉田・土屋・谷垣)  
 古琵琶湖層群の粘土層と植生、絶滅危惧植物の観察

9月7日 「龍谷の森」・龍大理工学部  
 午前 実習6「里山の植物相調査」(土屋)  
 尾根・谷・斜面、不透水層を形成する粘土層と植物分布との観察  
 午後 実習7「昆虫類の分類実習」(谷垣)  
 林冠層と林床部で採集した事前準備資料を使用(前日の雨により、ライトトラップを順延したため)  
 18時から21時まで  
 実習8「ライトトラップによる昆虫調査」  
 (谷垣・山本・雀部)  
 夜間飛翔性昆虫の目視による同定と野外講義

9月8日 「龍谷の森」・龍大理工学部  
 午前 実習9「森の種子散布—動物に運ばれた種子を調べる—」(木村)  
 種子採取トラップの設置と「種子の識別実習(金

沢大学調査区の資料)」

午後 京大生態学研究センター  
 分担者による各実習のまとめ発表・総合討論  
 各実習のレポート分担者の決定・総括レポートのうちあわせ

実習生からの感想の抜粋(受講生の許可をえて転載)

1. 野外実習だけでなく民族生物学や哲学の講義もあり、農学部所属の僕にとっては新鮮でした。ライトトラップ実習をはじめとした今回の経験をいかしたい。
2. 一口に里山と言っても地域性が非常にありました。里山の成立した環境を比較するために、様々な地域の人を集めた実習・同様な実習を継続してデータを蓄積することを提案する。講義では里山について様々な視点から学ぶことができました。
3. 種子散布調査用のトラップを設置したことは貴重な体験。
4. 歩いていける距離の里山であっても、多様な生物がくらしていることが分かった。周りの環境も含めて瀬田丘陵の里山が保全され、今回の講座などの様々な活動が行える環境が維持される事を望み、これからも里山と関わっていききたい。
5. 名前(学名)がついていないキノコが多いことに驚いた。
6. 小面積でも採集法を変えるだけで多種類のクモが採集できることに驚いた。
7. 蜂蜜や里山の植物の様々な恵みに驚き楽しんだ。
8. 実習・講義の数を減らし、時間に余裕をもってより詳しく行うことが望ましい。
9. 龍谷荘に宿泊しデータ整理や交流ができたことが貴重な体験だった。

## 「土壌ダニセミナー～陸上生態系における土壌ダニ類の野外調査法

### および分類法の習得～(野外実習)」

土壌ダニセミナー・ワーキンググループ・実行責任者  
 島野智之(宮城教育大学・環境教育実践研究センター)

本セミナーは2006年9月18日(月・祝)～9月22日(金)の5日間、京大生態学研究センターの共同利用事業(野外実習)の一環として行なわれました。

基本的には学部や大学院の学生が受講対象となりますが、一般の方のオブザーバー参加も許可することといた

しました。学生は12名、一般参加8名、講師8名(青木淳一(横浜国立大学名誉教授);金子信博(横浜国立大学);芝実(松山東雲短期大学);高久元(北海道教育大学);陀安一郎(京都大学);長谷川元洋(森林総合研究所);伊藤雅道(横浜国立大学)の各先生(五十音順)

そして、島野智之(宮城教育大学)となりました。

ープログラムー

- 9/18 第1日(午後)土壌ダニ研究入門  
土壌ダニ概説と、一般的な土壌採取・標本の作り方
- 9/19 第2日  
ケダニ亜目・安定同位体および放射性同位体を用いた土壌生態学研究
- 9/20 第3日  
トゲダニ亜目
- 9/21 第4日  
ササラダニ亜目
- 9/22 第5日(午前)土壌ダニの生態について・検鏡  
(午後)オプション・群集解析ソフトの使用方法について

開催地は横浜国立大学(会場担当 横浜国立大学大学院環境情報研究院 伊藤雅道先生)であり、宿泊費や旅費は参加者のかなりの負担になることを危惧しましたが、反面、参加者からは十分に実習効果はあがったとのアンケート結果をいただき、安心をいたしました。また、講師の先生方にはご多忙のため全員が揃う日がないというハードスケジュールの中、入れ替わり立ち替わりご講義いただきました。特にケダニ亜目の芝 実先生、トゲダニ亜目の高久 元先生、ササラダニ亜目の青木淳一先生には、それぞれ1日というお時間を講義と検鏡を織り交ぜながら進めていただきました。第1日は、土壌ダニの概説について青木・芝・長谷川の各先生からご講義いただき、午後7時過ぎまでとなりました。正直、受講者がかつても疲れたのはこの時間帯で、通常の実習等ではこのような時間になることはなく、また、次の日の朝8時30分開始を告げたときの受講者の疲労の顔は忘れることができません。しかし、第2日の芝先生のケダニ亜目から、受講者の姿勢は一変し、講義と準備されたプレパ

ラートを片端から観察し自分のものにしようという勢いで、途中、陀安先生の「安定同位体および放射性同位体を用いた土壌生態学研究」の講義を挟んで、午後7時の終了まで、2時間に10分程度の休憩以外は、顕微鏡にかじりついているという真剣さでした。この積極性は、次の第3日目の高久先生のトゲダニ亜目の実習開始の朝8時30分の時点でも落ちることはなく、さらに第4日目の青木先生のササラダニ亜目の実習では、疲れも忘れて、ますます真剣になっていく表情が続きました。心配していた責任者の私も、この予想以上の受講者の姿勢には驚きました。最終日の金子・長谷川両先生の生態の講義の時間には、セミナーを終了するのが、名残惜しいという皆さんの姿勢を感じ、本当にこのセミナーをやって良かったと思うようになりました。毎日、講義の最後にはアンケート(授業への質問)をとり、次の日の朝には、このアンケートに答えていく形式も良かったように思います。これによって、実習の進め方も日増しに受講者がテンポアップしていくことも実感できました。

最終日のアンケートには、それぞれのダニ亜目について、1週間ずつやってほしいという意見も、大げさではなく見受けることができ、「大変だけれど来て良かった」という実感のともなった感想ばかりであったことに、責任者としては喜びを感じ、また、講師の先生方に心からの感謝をいたしたいと思います。特筆すべきは、受講者の経済的な負担が大きかったにもかかわらず、もっと長期間にわたって受講したかったというアンケート結果には正直、大変に驚きました。講師の先生方も、ご準備は大変だったと思いますが、皆様口々に「楽しかったので、全く疲れなかった」とおっしゃっていただいたことにも大変に安堵をいたしました。

受講者と講師が一体となり、お互いに力を尽くした、文字通り真剣勝負の、また、皆さんが心から楽しいと感じていただいたセミナーができましたことを、もう一度ここに参加された皆様に感謝させていただきご報告といたしたいと思います。

## 平成 18 年度・生態学研究センター・オープンキャンパス報告

山村則男（京大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大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、17 名の学生が参加し、研究内容についての紹介、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、研究室を直接訪問して頂き、教員、研究員スタッフや在學生と直接お話してもらいました。



平成 18 年 11 月 11 日（土）

各分野の研究内容説明会：10:00～11:20

屋外の研究施設巡回：11:20～12:00

（実験池、屋外ガラス室、圃場、CER の森）

屋内の研究施設巡回：13:05～14:30

（アクアトロン、シンバイオトロン、安定同位体、DNA、計算機実験室）

希望研究室への個別訪問：14:30～17:00

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。

- A. 様々な設備を見学させてもらえて、大変興味深く勉強になった。ぜひ研究してみたい。
- B. 来てみてよかった。施設、機器が充実していてこの様な所で研究してみたいという意欲が沸いてきた。説明も丁寧に集中して聞いた。
- C. 生態学の分野にこんなに多くの種類があることに驚いた。すべての分野が繋がっていて、情報を交換しあっているのは、うちの大学では見られないのでおもしろいと思った。設備が充実していて環境もよく、研究がしやすいそうだ。
- D. 先生方に丁寧に説明していただき、大変勉強になった。体力的、時間的に余裕がなかったのが残念。（遠方から来たので）
- E. 今回何もわからず参加したが、詳しく丁寧な説明をしていただいて大変勉強になった。私は大学 2 年なので今回の説明を参考にいろいろ考えていきたい。

F. いろんな施設を一つ一つ丁寧に教えてもらい、とてもわかりやすかった。ある仮説を実証するためにスケールを徐々に広げていったり環境を整えたりする苦勞がよくわかった。生態学の研究について理解を深めることができた。

G. アクアトロン、バイオトロン、屋外ガラス室など、今まで見たことのない施設が見られておもしろかった。他大学進学希望者としては、研究所全体の雰囲気や施設を見学する機会がほとんどない上に、研究室も行きづらいところが多少あるので、こういった機会を設けてくれるのはとてもありがたい。

H. センター内の様々な研究機械を見ることができ、その設備の充実さがわかりとても参考になった。また、それぞれの分野の詳細な研究内容を知ることができ、より具体的に内容を把握できたことに感謝している。今日の体験をもとに、大学院選択をもう一度考えてみようと思う。

I. いろいろな先生と話ができて、よかった。自分で図るときに時間が一番有意義だったと思う。欲を言えばもっと多くの先生と話をしたかった。残念だ。もう一度遊びに行きたい。

J. 本当に色々な生態学の分野を研究しているんだなということがよくわかった。分野間の交流があることにとても惹かれた。オープンキャンパス全体としてはとても良い時間配分だったと思う。午後からの時間を好きに行動できるというのはとても良い。ただ、どうせなら、昼食もみんなで食べられたらもっと交流できたのに、というのが少し残念だ。全体的にはとても良かった。

K. この施設の研究環境をはじめ、研究の現場、その先

の展望力と幅広い情報が得られ、進路を決める上で大きな参考になった。特に研究者の方々との交流が様々な意見を聞けて良かった。

L. オープンキャンパスの日を長期休暇中にしてほしい。  
M. 他大学を訪問するチャンスができ、良かった。設備もとても充実していると感じた。施設見学は楽しかった。

N. 独立した施設として、西の最高学府にふさわしく充実したものだと感じた。文系大学出身で10年余り仕事をした後、教育系大学院修士課程に進学したので理学系博士課程に進学できるかは疑問符がつくところだが、チャレンジすることを前提に考えたい。

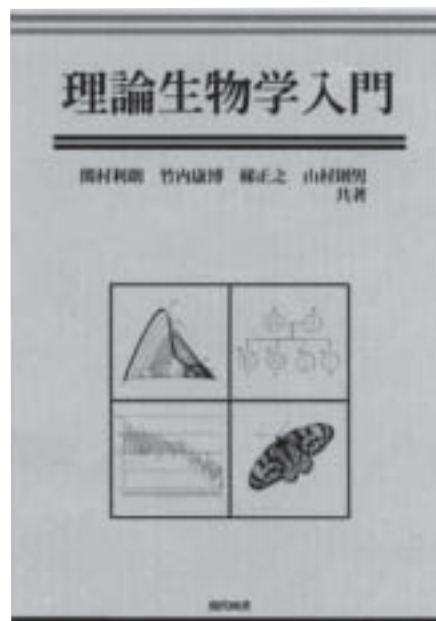
## 生態研ライブラリーの紹介 (2)

山村則男

### 理論生物学入門 (現代図書)

関村俊郎・竹内康博・梯 正之・山村則男 共著

2007年2月下旬発売 (2500円)



### 「目次」 .....

1. 生物個体数変動論
  2. 生化学反応論
  3. 生物の形態とパターン形成
  4. 遺伝の数理
  5. 適応戦略の数理
  6. 医学領域の数理モデル
- .....

遺伝子から生態系にいたる幅広い分野での諸々の生物現象を、数理モデル・理論モデルを使って解析する分野を紹介している(各章末に練習問題付き)。生物系(実験および理論専攻)をはじめ、今後生物分野に参入を検討している数理情報系・物理系・工学系・医学系、また文化系など幅広い専門分野の学生・研究者に最適な入門書である。生態学における数理的手法も多くの章の中で紹介されていて、数理生態学を始めようとする人、生態学者で数理的手法の全般を知識としてカバーしておきたい人にとっても最適な入門書である。

## 生態研セミナー参加レポート

開催場所：京大大学生態学研究センター第二講義室

第 182 回

日時：2006 年 10 月 20 日（金） 14:00～17:00

「血縁選択説を通して見るアシナガバチ類社会の進化」

土田浩治（岐阜大学応用生物科学部）

「カワトンボの精子競争と多回交尾」

椿 宜高（京大大学生態学研究センター）

## 前期博士課程 2 年 犬塚直寛

19 世紀のダーウィンの自然淘汰理論では、利他行動の進化と性の進化を説明することが困難でした。今回の生態研セミナーでは、岐阜大学応用生物科学部の土田浩治先生と、当センターの椿 宜高先生を演者として招き、それらの進化についての近年の理論的および実証研究の紹介をまじえて講演していただきました。私たち生態学研究センターのメンバーは進化生物学に対してあまり馴染みのない人が多いと思われ、特に、私は基本的な知識も乏しいです。しかし、総合学問的な要素の強い生態学の分野では進化の視点は切っても切り離せない部分があります。

セミナー前半では、土田先生が「血縁選択説を通して見るアシナガバチ類社会の進化」というテーマでお話していただきました。ある個体が他個体に対して援助をし、繁殖を助けるという利他行動の進化がどのようにして起こったかについては進化生物学の分野において大きなテーマの一つです。アリ・ハチ類（膜翅目）には高度な社会性が見られるグループが多く存在しますが、その社会性の進化を血縁度によって説明する、「血縁淘汰説」が 1964 年にハミルトンによって提唱されました。簡単に説明するならば、膜翅目などに見られる半倍数性の生物では、自分の子供より姉妹の方が自分と血縁度が高いので、子供を生むより姉妹を育てる方向に進化したということです。土田先生は、血縁淘汰説に基づく近年の理論的研究を紹介され、それに基づいたご自身のアシナガバチを用いた実証研究を紹介していただきました。ハミルトンの血縁淘汰説からは、雌雄の性比が 3:1 になるなど、性比に偏りが生じることが予測されます。土田先生は、性比をどのようにコントロールす

るか、そのメカニズムについて、女王もしくはワーカーによるコントロール方法 (worker policing など) を説明されました。血縁淘汰説をフィールドでの実証研究によって示すことは非常に難しいのですが、土田先生のアシナガバチを用いた研究は、主にフィールドで昆虫の研究をしている私にとって非常に魅力的なものでした。

セミナーの後半では、椿先生が「カワトンボの精子競争と多回交尾」というテーマで講演をしてくださいました。カワトンボでは、オスが交尾の際にメスの貯蔵器官に貯められた他のオスの精子を掻き出す行動が見られ、それが精子競争として知られています。椿先生はこれまでの性淘汰理論の考え方を紹介された上で、今まで多回交尾をするという事実が見逃されていたことについて指摘されました。講演の終盤ではメスの産卵の頻度がどのように決定されるかについて、交尾においてメスにコストがあるために起こる、産卵回数をめぐるメスとオスのコンフリクトを説明していただきました。今後はこのコンフリクトをフィールドで実証していきたいとのことでしたが、交尾のコストを実際に測定することが難しいことと、産卵行動自体にも捕食等のコストがあることを考えると非常に困難かつ興味深い問題であると思いました。

今回のセミナーは進化を題材に扱ったものでした。私は自分の研究において外来昆虫を扱っていますが、比較的進化生態学の問題を扱った研究の多い外来種分野を今後研究していくには、進化的な視点は避けて通れないのかなと思っています。その点で今回のセミナーは私にとって、とてもよい刺激となりました。

第 183 回

日時：2006 年 11 月 17 日（金） 14:00～17:00

「国際的基準指標に基づく持続的森林生態系管理」  
岡部貴美子（独立行政法人 森林総合研究所）「生物多様性指標と持続的熱帯林生態系管理—サバ  
州デラマコットにおける取り組み—」  
北山兼弘（京大大学生態学研究センター）

## 前期博士課程 2 年 潮 雅之

今回の生態研セミナーの発表者は森林総合研究所の岡部貴美子先生と生態学研究センターの北山兼弘先生でした。岡部先生は「国際的基準指標に基づく持続的森林生

態系管理」、北山先生は「生物多様性と熱帯林生態系の持続的管理—デラマコットの事例—」という題目でそれぞれ話していただきました。

岡部先生は森林総合研究所で森林管理のための国際的な基準作りに関わる仕事をしておられます。1992年に開かれた環境サミットにおいて、森林原則声明、アジェンダ21が採択され、それ以降、世界的に森林の持続的管理に対する取り組みが特に活発になされるようになりました。様々なプロセスができ、持続的森林管理のための基準、指標が定められ、それを用いた森林のモニタリングが始まっています。しかし、それらのプロセスにおいて定められた森林のモニタリングのための基準、指標は実際に測定することが可能で、森林の状態を示すのに有効なのでしょうか？ 森林を持続的に管理していくために、森林生態系の生物多様性を保全しなければなりません。モニトリオールプロセスでは生物多様性の指標として、生態系の多様性、種の多様性を考えています。簡便に測定可能な項目でそれらを示すことができれば森林のモニタリングを効率的に行うことができます。岡部先生は茨城県の小川、北海道の定山溪を調査地としてこの問題に取り組みされました。森林の生物多様性の指標として林齢が良い指標になるのではないかと考え、林齢とその森林に生息する生物の種数を調べられました。しかし、樹木やきのこに棲むダニの種数と林齢には比例関係が見られたものの、さまざまな昆虫の種と林齢には比例関係は見られませんでした。どうやら林齢と森林全体の生物多様性は単純な比例関係にはないようでした。森林生態系の多様性維持のためにはさまざまな林齢の森林が存在していることが望ましいのではないかと結論されました。

北山先生はマレーシアのデラマコットでの低インパクト伐採と森林認証に関する取り組みを紹介されました。デラマコットでは従来型の破壊的な森林伐採ではなく、できるだけ森林へのインパクトを少なくした低インパクト伐採(RIL)が行われています。RILは人間が森林から利益を得ながら、森林を保全していくための取り組みですが、どうしても従来型の伐採よりもコストがかかります。そのコストを埋めるための方策が森林認証という制度です。RILを行っている森林では従来型伐採を行っている森林よりも生物多様性が高く、そのことに付加価値を見出し、RILによって算出された木材をより高値で市場に送ることができるようにするものです。現在はまだこのRILと森林認証は発展途上の制度で十分な広がりを見せていません。しかし、この森林認証という制度は持続的な森林管理をする上で一つの可能性を示していると感じました。

お二人とも純粋学問としての生態学ではなく、生態学と地球環境、人間生活の関わりを社会的な視点から話してくださいました。生物多様性という定量化することが困難な概念を持続的な森林管理に生かすことは非常に難

しいですが、そういったことが生態学の社会的役割であると感じました。

## 第184回

日時：2006年12月15日（金） 14:00～17:00

「物質収支に基づくマस्टィングの理解と同調要因としての送受粉の実測」  
井鷲裕司（京都大学大学院農学研究科）

「送粉共生、種間交雑、形質置換：種間相互作用が促したチャルメルソウ類の多様化」  
奥山雄大（京都大学大学院人間・環境学研究科）

前期博士課程1年 石田千香子

12/15の生態研セミナーでは、京大農学研究科の井鷲裕司さんと京大人間環境学研究科の奥山雄大さんに発表していただいた。

井鷲さんの発表では、マस्टィング現象について、物質収支と送受粉過程を考慮したモデルによる解析を紹介していただいた。植物の大量開花結実現象は温帯、熱帯など広範囲で見られる現象でその究極要因として、種子捕食者飽食仮説や風媒仮説、至近要因としては、乾燥や低温などの気象条件が提唱されている。未解明の疑問としては、なぜ同調の程度が年ごとに異なるのか？ マस्टィングがみられる多くの植物が風媒であるのはなぜか？ 年変動と送受粉特性に関わりはあるのか？ などがあげられる。井鷲さんが提示された“Resource budget model”では、資源の貯蓄量がある一定量を超えた場合、その分を開花～結実の繁殖過程に充てることが出来ると仮定され、種ごとに花と実にかかる資源量のコストの比の値が異なる。このモデルをもとにシミュレーションを行った結果、コスト比の値が大きくなると、種子生産の間隔や生産量に年変動が生じていた。また物質収支のモデルからでは上手く説明できない変動がある場合は、花粉授受プロセスを考慮すると説明できると示された。マस्टィングという群集レベルの現象が、個体レベルの挙動に基づくモデルで説明される点が興味深かった。また、ホオノキを材料とした遺伝マーカーを用いた親子解析の結果、広範囲で花粉の授受がおこっており、開花同調することの意義を示す事例の一つであると示された。ポリネーターの移動は観察できても、実際に花粉親を特定し、植物個体の親子関係を明らかにすることは、近年まで不可能で、植物の繁殖や送粉者との相互作用に関する理解の足かせの一つとなっていた。植物の繁殖戦略を理解する手段として、または遺伝的な交流のある範囲を示し保全の観点から提言する手段として、遺伝マーカーは有効であり発展と応用が期待される魅力的な道具であると感じた。

奥山さんは、チャルメルソウ類の多様化がもたらされた要因を、送粉共生系・種間交雑・生殖隔離という複数の異なる視点から議論された。日本に自生するチャルメルソウ類は主にキノコバエによって送粉されるが、花形態の異なる種間では送粉者相が異なっており、花形質の多様化に送粉者とのパートナーシップが影響していること、また北米の種を含めた19種の分子系統解析から送粉様式の変化が複数回生じ、花の多様化が生まれた事が示された。また、チャルメルソウの多様化プロセスとしては以下のような流れを示された。まず、地理的隔離により種分化がおこり、結果として花形態や送粉者に違いが生じ、それが多様化に繋がるものがある。また、異所的に種分化したものが二次的に接触した場合、生殖隔離のための適応、または種間交雑による雑種形成によって多様化がもたらされるとされた。多様化に対して「異なるメカニズムが異なるスケールで複合的に働いている」複雑なパターンをひも解くことにより、多様性の謎に挑戦されている点にとっても魅力を感じた。

前半・後半ともに野外観察データ、室内実験、モデル、分子系統解析など複数の手法を用いた膨大なデータを基にした発表内容であり、お二人のように明確なテーマを持って、あらゆる手法を駆使して研究に取り組む姿勢を見習わねばと奮起させられた。

## 第185回

日時：2007年1月19日（金） 14:00～17:00

「土壌分解系における土壌動物群集の機能と構造」  
武田博清（京都大学大学院農学研究科）

「植物と植食性昆虫の相互作用を生み出す菌根共生」  
西田貴明（京都大学生態学研究センター）

### 前期博士課程1年 幸田良介

今回の生態研セミナーでは、京都大学大学院農学研究科の武田博清先生と、京都大学生態学研究センターの西田貴明さんに講演していただきました。

まずセミナーの前半で、武田先生に「土壌分解系における土壌動物群集の機能と構造」というタイトルでお話していただきました。ほとんど全ての生物は元をたどれば植物の行う光合成にエネルギーを依存していると言えます。しかし陸上生態系においては、植物の生産した有機物の大半はリグニンやセルロースなどから構成されているため、分解に非常に時間がかかります。そのため陸上植物の生産物は生きたままでは利用されにくく、その多くは遺体となって分解系へと入ります。その結果、森林生態系では土壌にも多量のすみ場所や食物となる有機物が蓄積していることになり、それを利用する土壌動

物と植物との間の分解系を介した相互作用というものが見えてきます。武田先生はこの相互作用を、寒帯や温帯林、熱帯林といった緯度系列での森林生態系の機能と構造の変化を調べることでみていかれました。土壌分解系に供給される有機物の量や質を緯度系列で調べると、熱帯林の土壌にはあまり有機物がないことがわかりました。このことは熱帯林では土壌動物のすみ場所や食物が少なく、腐食連鎖によるリサイクルがあまり行われていないことを示します。また落葉の質は緯度系列ではなく、針葉樹、広葉樹、パイオニア種という樹木の性質ごとに差があることがわかりました。これらの組成の差が緯度系列によって生じることで、結果として緯度系列で森林土壌分解系に供給される有機物に差が生じることが考えられます。このように土壌分解系に供給される有機物が異なることが、各地域での土壌動物の種分化に関連していることが予想されます。その例として武田先生は、熱帯林には腐食性のトビムシがあまり生息しておらず一方で菌類を食べるトビムシが多い、といった話をしてくださいました。

セミナーの後半では西田さんに「植物と植食性昆虫の相互作用を生み出す菌根共生」というタイトルでお話していただきました。植物は昆虫によって採食されてもただちに死ぬのではなく形質を変化させることが知られており、この形質変化が他の昆虫に伝播する間接効果の意義についてはさまざまなことが明らかになってきています。しかしながら、この間接効果に必須である植物の形質変化がどのように維持、促進されるのかについては明らかになっていません。形質変化の維持や促進には物質の供給が必要であることは明らかであることから、西田さんは、ほとんどの植物と何らかの共生関係を持ち植物に栄養塩類を供給している菌根菌に注目され、菌根共生が植食者間の間接効果に及ぼす影響についてさまざまな実験が行われました。その結果菌根共生は間接効果を強化すること、また菌根菌の種類によって食害に対する反応は大きく異なることが明らかになりました。しかし食害によって植物と菌根菌との共生関係が高まることで植物の生産量が減ってしまうことから、抵抗性の発現は強まるが菌根共生が防御にまで役立っていると言えるか、ということについては疑問が残ります。そこで菌根菌によって反応が異なることから、多様な菌根菌との共生関係が可塑的に変化し食害応答を支えるのではないかと、いう考えを示されました。菌根菌の多様性が、種の機能の補完によって間接効果を支える、という可能性が考えられるということです。

今回の発表テーマはどちらも土壌内での生物のはたらきと地上部の生態系との相互作用についてのものでした。土壌内での生物のはたらきは普通にしていると目には見えないものです。そういった人間の目には普段見えていない部分が、地上部で見えている生態系に大きく関わっている、ということに非常に興味深いものを感じま

した。

#### 前期博士課程 1 年 直江将司

今回の生態研セミナーでは京都大学大学院農学研究科の武田博清教授と当研究センターの西田貴明さんに講演していただきました。

セミナーの前半では武田先生に「土壌分解系における土壌動物群集の構造と機能」というテーマでお話していただきました。まず、食物資源に対して動物は飽和しているかどうかを問題提起され、森林の 1 次生産量は多くても 3 割ほどしか生食連鎖には向かわず、ほとんどが腐食連鎖に流入していることを話されました。この結果は水界と大きく異なっているのですが、原因としては植物体が利用しやすい糖類ではなくセルロース・リグニンからなっていることや食物資源が拡散していることが挙げられます。また温度に依存して有機物の分解速度が大きく異なるために緯度系列に沿って、熱帯から寒帯にかけて植物-分解系に変化が生じています。温帯・熱帯では有機物の組成(質)は類似しており有機物供給量は熱帯が温帯の 2 倍になるにもかかわらず、分解速度の違いによりリター量は温帯の 4 分の 1 になっています。リターが土壌動物の住処になっているために熱帯で腐食性動物の個体数は少なくなっており、トビムシでは熱帯と温帯での群集構造が大きく異なっていました。また、温帯の土壌分解系ではリグニンが消費されにくく低い CN 比になってしまいますが、熱帯ではセルロース・リグニンとも消費されることで比較的高い CN 比になっています。結果として、緯度系列によってそれぞれの森林生態系で物質循環の違いが生じていることが示されました。植物

がセルロース・リグニンという難分解性の物質を自身の構造体として選択したために資源の食べ残しが起こり、物質循環の違いを産み出していることに非常に関心を覚えました。

セミナーの後半では西田さんに「植物と植食性昆虫の相互作用を生み出す菌根共生」というテーマでお話していただきました。植物の形質変化は植食性昆虫の多種共存に大きく貢献していることが分かっています。西田さんは植物の形質変化に物質供給を通して影響を及ぼしている菌根菌(特にアーバスキュラー菌根菌)に注目され、植物の形質変化ひいては間接効果に与える影響について研究されています。菌根共生はプラス・マイナスいずれの間接効果の働く系においても、その効果を強化することが確かめられました。しかしながら食害によって共生の程度が高まった一方で、食害下では菌根菌を維持するコストがベネフィットを上回っていることも確かめられました。また、菌根菌は種によって機能が異なっており、さらに一種の植物には 10 種くらいの菌根菌がついていることがわかっています。そのため菌根共生は多様な植物-植食者の相互作用をもたらすと考えられます。さらに、複数の菌根菌を用いて実験したところ、菌根菌の多様性の増加は植物の生長量を促進しており、植物の成長段階によって優先する菌根菌群集が変化し植物の栄養要求の違いに合わせて補完的に機能していることが示唆されました。植物と複数の菌根菌という 1 対多の関係が地下部であり、その関係が地上部での植物と昆虫のそれだけでも複雑な関係と影響を及ぼしあっている、ということに相互作用の奥深さを強く感じました。

## 生物多様性への理論的アプローチ

山内 淳 (助教授)

生態研センターの理論グループは、数式やコンピュータを駆使して、理論的側面から生物多様性の創出・維持機構を解明することを目指している。そこで扱う現象は多岐にわたっている。筆者が近年扱った問題にも、例えば、ミトコンドリアゲノムから核ゲノムへの遺伝子の移行プロセスの研究、植物の倍数体化に関する研究、植食が植物のパフォーマンスを高めるメカニズムの研究、社会性膜翅目昆虫における symmetric social hybridogenesis の存続条件の解析などがあり、それらは対象とする生物の分類群に関してもそのサイズスケールにしても多様である。ここでは、そうした研究の中から2つのトピックを簡単に紹介しよう。

被食者の対被食者防衛の進化と捕食者の最適摂餌が1捕食者-2被食者系のダイナミクスに与える影響の研究(山内と山村の共同研究、Ecology 2005)

近年、多様な生物種が安定的に共存する上で、生物の性質の柔軟な変化が重要な役割を果たすということが理論および実証研究から明らかにされつつある(Kondoh, 2003; Yoshida et al., 2003)。そこで、捕食者と被食者の性質が両者の相互作用の中で変化することによりシステムの挙動がどのように変化するのかについて、1捕食者-2被食者系を想定して理論的な研究を行なった。実際の被食者となる生物を見てみると様々な対被食者防衛を発達させており、また捕食者では餌となる生物を適宜選択して最適摂餌を実現していると考えられる。そこで、被食者による対捕食者防衛の進化と捕食者における2種類の被食者に対する最適摂餌をモデルに組み入れることで、共存の程度やシステムの変動の大きさがどのように変わるのかを調べた。

この解析のための数理モデルは3つの階層からなっている。一つ目は個体数の変化を記述する Lotka-Volterra 方程式に基づく個体群変動モデル、二つ目は被食者での対被食者防衛の進化を記述する量的遺伝モデル、そして三つ目は捕食者の最適摂餌を記述する最適メニューモデルである。これらの3つの理論モデルをカップリングさせて、システムの挙動を主にコンピュータ・シミュレーションによって解析した。

コンピュータ・シミュレーションの結果の一例を図1に示す。このシミュレーションでは、2種の被食者の間で捕食者に発見される率のみが異なっている。この例の場合、被食者の防衛の進化も捕食者の好みの変化も存在しない状況では、個体群密度の大きな変動を伴いながら

2種が共存できただけである(図1a)。しかし、そこに防衛の進化を組み込むと変動が抑制され(図1b)、さらに好みの変化を組み込むことで3種の共存が可能となる(図1c)。これらの結果から、被食者における捕食者に対する防衛能力の進化や、捕食者における被食者に対する好

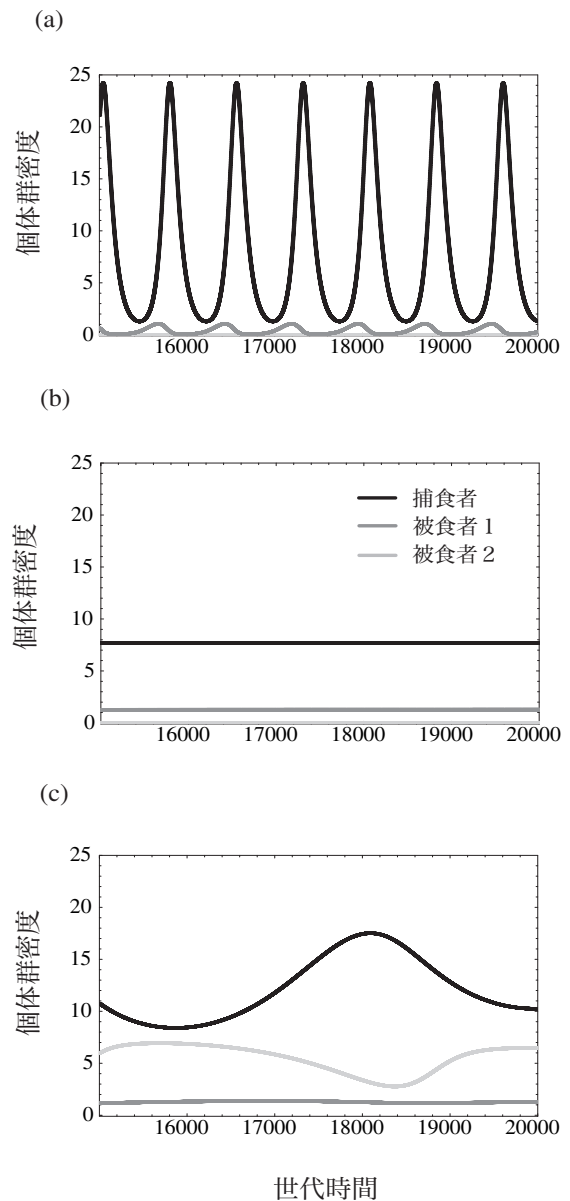


図1 1捕食者-2被食者の個体群動態の例。(a) 個体群動態のみ、(b) 個体群動態+被食者の防衛の進化、(c) 個体群動態+被食者の防衛の進化+捕食者の最適摂餌。

みの変化は、システムの変動を抑える効果や共存できる種の数を増やす効果があることが判った。

#### 変動環境におけるニッチ利用の柔軟性と共存種数の関係に関する研究 (山内と三木の共同研究、投稿準備中)

ニッチ空間上にどれだけの種が共存できるのかという問題は、MacArthurの「ニッチ詰め込み理論」および「ニッチの限界類似理論」以来の、生態学における重要な問題である。これらの理論は、今日まで様々な方向に向かって拡張されており、現在でも生物多様性に関連して新しい問題を提起し続けている。そうした流れの中で近年提起されている問題には、ニッチ空間に対する適応度の関数形と種の分布パターンとの関係 (Sasaki and Ellner, 1995)、ニッチ利用の柔軟性と共存種数の関係 (Vellend, 2006) などがある。また一方で、環境変動が群集の種組成に与える影響なども研究が進んでいる (Tilman, 2004)。そこで我々は、近年重要性が指摘されているこれらの要因を統合した理論モデルを構築し、ニッチ空間上の多種共存の一般的なパターンを解明することを試みた。

資源が一様に分布するニッチ空間を想定し、そこに様々なニッチを利用する種が入る状況を考えて。ただし、各種が利用できるニッチには幅があり、それぞれのニッチを利用する局所個体群のサイズはダイナミックに変化する (すなわちニッチ利用に一定の柔軟性がある) と仮定した。また、各ニッチを利用する個体群の間には競争関係があり、近いニッチを利用する個体群間ではより強い競争が生じるとした。このニッチ間の距離と競争関係の強さを表す関数を競争カーネルと呼ぶことにして、このカーネルの関数形を様々に変えて解析を行なった。さらに、各ニッチ上での増殖率が環境変動に伴って変化すると考え、その変動に関しても様々なパターンを仮定した。

コンピュータ・シミュレーションによる解析の結果、環境が変動せず一定な場合には、ニッチの幅が増加して

もニッチ空間上で共存できる種数はあまり変化しなかった。しかしながら、変動環境下ではニッチの幅の増加によって共存できる種数が増加する傾向があった。特に、ニッチ全体で同調して生じる変動と各ニッチで個別に生じる変動が同時に存在し、さらに後者の変動が隣接するニッチ間で相関する傾向がある場合に、広い範囲のニッチ幅に対して顕著な共存種数の増加が見られた (図2)。これらのことは、変動環境下では各種のニッチ利用に一定の柔軟性があることによって種多様性が高められること意味している。また、その傾向は環境変動のパターンによって変わってくる。生物の多様性を理解するためには、生物の遺伝的な多様性と環境変動のパターンに同時に注目する必要があることが示唆される。

このように、数式やコンピュータを利用した理論的なアプローチによって、さまざまな生態学的な現象についてその本質的なメカニズムを解明することに取り組んでいる。

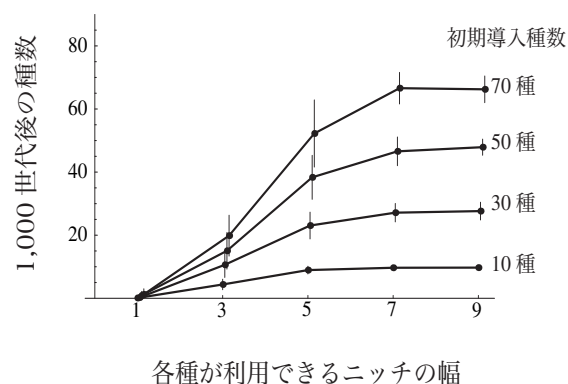


図2 ニッチ利用の柔軟性と共存種数の関係。各点は50回のシミュレーションの平均値、縦線は標準偏差。

## Wolbachia and Speciation

Arndt Telschow

According to the biological species concept, species are groups of actually or potentially interbreeding natural populations that are reproductively isolated from other such groups (see Coyne and Orr for a review). Usually a distinction is made between pre- and postzygotic reproductive isolation. In prezygotic isolation the formation of the zygote is prevented; for example, by female mate preferences. Populations are postzygotically isolated if hybrids have a lower fitness. Dobzhansky first

noticed that postzygotic isolation between populations should induce a selection pressure for prezygotic isolation and thus *reinforce* isolation between incipient species. In this so-called reinforcement speciation scenario it is traditionally assumed that postzygotic isolation is caused by incompatibilities of nuclear genes that lead to lower hybrid fitness. Empirically, it has long been known that postzygotic incompatibilities can also be caused by cytoplasmic factors like bacteria

of the genus *Wolbachia*. However, whereas nuclear incompatibilities have received much theoretical attention, there were only verbal descriptions of how cytoplasmic incompatibilities could reinforce premating isolation between incipient species. In collaboration with Norio Yamamura from Center for Ecological Research (Kyoto University), John Werren from the University of Rochester (USA), and Peter Hammerstein from Humboldt University Berlin (Germany), I investigated theoretically the question whether *Wolbachia*-induced cytoplasmic incompatibility could favor the evolution of female mating preferences and so promote speciation in their hosts.

*Wolbachia* is a widespread group of intracellular bacteria. According to conservative estimates at least 20% of all insect species are infected, and these bacteria are also common among isopods, mites, and nematodes (see Bourtzis & Miller for reviews). *Wolbachia* are well known for altering the reproduction system of their hosts in different ways. Most commonly *Wolbachia* induce a mating incompatibility, called cytoplasmic incompatibility (CI) (see fig. 1). Other observed alterations are the induction of parthenogenesis, feminization of genetic males, and a phenomenon called male-killing.

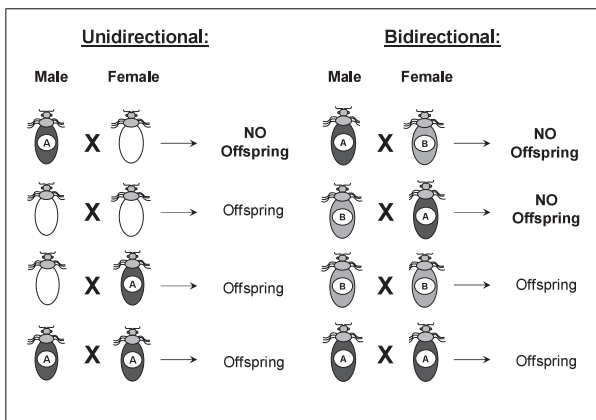


Figure 1: Cytoplasmic incompatibility induced by *Wolbachia*. Unidirectional CI is illustrated on the left side. When a male infected with *Wolbachia* (A) mates with an uninfected female, fewer offspring are produced compared to all other matings. Bidirectional CI (right side) involves two different *Wolbachia* strains. When a male infected with *Wolbachia* A mates with a female infected with *Wolbachia* B (or the reciprocal), fewer offspring are produced compared to pairings of males and females infected with the same *Wolbachia* strain.

### Bidirectional CI

We investigated theoretically whether *Wolbachia*-induced bidirectional CI selects for premating isolation and therefore reinforces genetic divergence between parapatric host populations (Telschow et al. 2005a, 2005b). To achieve this we combined models for *Wolbachia* dynamics with a well-studied reinforcement model. This new model allowed us to compare the effect of bidirectional CI on the evolution of female mating preferences with a situation in which postzygotic isolation is caused by nuclear genetic incompatibilities (NI). We distinguished between nuclear incompatibilities caused by two loci with epistatic interactions, and a single locus with incompatibility among heterozygotes in the diploid phase. Our main findings are: (1) bidirectional CI and single-locus NI select for premating isolation with a higher speed and for a wider parameter range than does epistatic NI; (2) bidirectional CI and single locus NI can stably persist up to migration rates that are two times higher than seen for epistatic NI. The latter finding is important because the speed with which mutants at the preference locus spread increases exponentially with the migration rate.

These findings generally support the view that bidirectional CI could promote speciation in *Wolbachia*-infected hosts via reinforcement of premating isolation. The role of *Wolbachia* would be to maintain genetic divergence of genes for locally adaptive traits and to select for divergence in mating preference. Our results show that CI is equally effective as single-locus NI and much more effective than epistatic NI in selecting for divergence in mate preference. Since nuclear incompatibilities tend to be recessive and epistatic early in the speciation process (Coyne and Orr 2004), the results suggest that, all other things being equal, CI is more likely than NI to select for premating isolation in the crucial early stages of speciation.

### Unidirectional CI

It is generally believed that unidirectional CI cannot promote speciation in hosts because infection differences between populations will be unstable and gene flow will eliminate differences between diverging populations. In a recent study we investigated the role of *Wolbachia*-induced unidirectional CI on genetic divergence and reinforcement using a mainland-island model (Telschow et al., under review). We demonstrated

analytically that unidirectional CI is a stable postzygotic isolation mechanism between an infected mainland and an uninfected island if migration is below a critical migration rate, and showed that this postzygotic isolation causes a gene flow reduction between the populations and selects in the island for both local adaptations and premating isolation. Interestingly, premating isolation is most likely to evolve if levels of incompatibility are intermediate, if the infection causes fecundity reductions or *Wolbachia* transmission is incomplete. This is because under these circumstances an infection pattern with an infected mainland and an uninfected island can persist in the face of comparably high migration.

These findings generally support the view that *Wolbachia*-induced unidirectional CI could be a factor in host speciation, but only under certain conditions. The role of *Wolbachia* would be to reduce gene flow between populations, allowing genetic divergence for locally adaptive traits, and to select for premating isolation. Our results suggest that peripheral populations that have lost their *Wolbachia* infection are able to maintain local adaptation in the face of migration better than peripheral populations that maintain their infection. This means that if recurrent peripheral populations occur, it is the ones that lose their *Wolbachia* that are more likely to diverge into new species. This could be considered a form of population selection, where populations that lose their infections are better able to “resist” gene flow and therefore locally adapt and evolve into new species. The scenario is not simply hypothetical. North

American populations of the fireant *Solenopsis invicta*, which were established by presumably small founding populations due to human transport, are devoid of *Wolbachia*, whereas South American source populations show infection polymorphisms. In the wasp *Nasonia longicornis*, western populations are infected with two *Wolbachia* strains, whereas rare eastern isolates are uninfected. Thus, the scenarios envisioned here could occur in nature.

In summary, our results show that *Wolbachia* favors the evolution of female mating preference under a broad variety of conditions. The findings suggest that bidirectional CI might play a crucial role in some speciation events, whereas unidirectional CI is likely to promote speciation in concert with other genetic factors. We therefore argue that uni- and bidirectional CI should be added to the list of mechanisms that might favor speciation.

#### Literature

- Bourtzis K, Miller T (Eds.)(2003) *Insect Symbiosis*, CRC 538 Press, Boca Raton.
- Coyne JA, Orr HA (2004) *Speciation*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Telschow A, Yamamura N, Werren JH (2005a) *J Theor Biol* 235:265-274
- Telschow A, Hammerstein P, Werren JH (2005b) *Evolution* 59:1607-1619

## 生態研のこと、雑記。

釘宮聡一

まだ学生だった頃、週末になると図書館に行ってはよく生物学関係の本を借りて帰った。特に動物行動学や行動生態学が面白いと感じるようになり、ニコ・ティンバーゲンやコンラート・ローレンツ、リチャード・ドーキンス、日高敏隆などの著書を読み漁っていたように思う。一方で同じ頃、「評伝今西錦司」(本田靖春)や本人と門下生らによる著作を読むうちに、京大理学部生態にはこんなに大胆かつオモロイ先生方がゾロゾロおららしいということを知った。そして周囲の多くの生態学者がそうであったように、自分もいつか京大に入って動物の行動や生態の研究をしたいと思うようになった。その願いが叶ってめでたく京大理学部合格し、夢と希望に満ち溢れた青年は一心不乱に研究に励んだのであった・・・と普通ならばそう続けたいところだが、現実はその甘くない。生来が自堕落な上に移り気で意志薄弱の僕は、霞を喰うような学術を志すことに対して堅実を旨とする両親からの大反対にも会い、農学部の農林生物学科でもなく農芸化学科に入学した。様々な見方があるが、ひとつに農芸化学とは「バイオテクノロジー」が散々に持て囃される時代にあって製薬や食品など様々の企業との関りも深く、いわばそれらの技術者養成学校のような存在であり、問題を解決する技術者意識=職人気質を誇る実学重視の学問分野である。下世話に言えば喰いっ逸れが無く、しかしとても堅実で真っ当な学問に見えて、両親も一安心したことだろう。だが、青年はそんな農芸化学科の一角に「化学生態学」なる妖しげな研究室があることを密かに眼の片隅に捉えていたのである。果たして、青年は大学院に進学して化学生態学を学ぶことにし、遂にはその学位までまんまと取得した。折りしも生態学研究センターに異動された高林先生がポストクを探しているとの情報を聞き、打診をほとんどふたつ返事で引き受けた。他ならともかく、断る理由が見つからない。あの憧れの京大理学部生態の一端に漸く辿り着いたのだ。人生は巡り巡る。

前置きが長くなった。センターに来ての最初の印象は、長く憧れていた初恋の相手とやっと付き合えたときの気分、そんな恋愛の経験は実際には無いのだが多分そんな感じだろう。こちらの思い入れが強すぎたせいもあってか、どうもぎこちなくギクシャクするのである。アタシの想い続けたシトはこんなのだったのかしらん?と戸惑うことの方が多かった。無論、問題は自分の側にもある。何せ憧れていた頃に入力された情報が既に古すぎた。当時でも今西一門の先生方はほとんど退官されていたし、

「ホーリズム」(スマッツ)を知る人なんて稀有だ。禅問答のような今西進化論は既に京大の中でも黙殺されており、新今西学派なる連中には関りたくも無い。また、京大理学部生態といっても広い。センターはその一部門にすぎず滋賀にあつて雰囲気も異なつて当然だ。そんなこと以上に、科学の技術は格段に進歩し、学術研究の世界でも経済効率が重視されるなか、身体ひとつで手探りのところから何か大きなテーマを探り当てることよりも、次々に課題を見出し新技術を駆使して成果を生産することの方が評価されやすい時代がやつて来て、センターもその影響を受けつあつた。生物学の大学教授が西田哲学に傾倒している場合ではない。世の流れに即応的な農芸化学で訓練を受けた僕も知らぬ間にそんな感化を受けていたらしい。人は変わる。しかし、これを変節とはいふまい。むしろ、訓練がそれほどまで徹底していたか、そもそも変節するほど腰の座つた主義なんぞ若者は持ち合わせていなかったのだから。成果主義の世にあつて目前の功に焦れば、シャア・アズナブルでなくとも「認めたくないものだな、自分自身の若さ故の過ちというもの」(「機動戦士ガンダム」富野由悠季)と言いたくもなる。もうさほど若くもないのに。脱線。京大理学部では先生方に呼びかける際、「〇〇先生」ではなく「〇〇さん」と言う。この風習があることは既に知つていたことだが、センターに来て実際にその光景を目にしたときは往時の名残が変わらずにあるらしいことを感じて少し嬉しく思つた。自分ではさすがに遠慮と気恥ずかしさがあつて、同世代の間で「〇〇さんは」と話すことはあつても、当人の面前では最後まで「〇〇先生」と言うようにしてつた。

センターでの思い出。喉に刺さつてなかなか取れない小骨のように忸忸とする記憶がある。とあるセミナーの席での遣り取り的一幕。発表を終えた若手学生がその勢いのまま「いまや、生態学も分子生物学の手法を使わなければならない。何故センターの人々はこれをもつと学ぼうとしないのか?」と日頃の熱い気持ちをぶつめた。周囲の無関心(決してそうでは無かつたと思うのだが)に対するこれも若さゆえの憤りの発露。所詮、技術は技術だから、使う使わないは自由だ。向き不向きもあるから何でもかんでも分子でつというものでもなかつた。見当違いかもしれないが数学でつえばきつと、微分方程式で解くか行列式で解くかその両方かはたまた全く違つた方法かぐらひのものか。兎に角うまくやれるものを使えば良い。センターにも分子の手法を使う研究者がいるのを

知っていたし、当人もそこまで言うつもりは無かったかもしれない。また、“Ecogenomics”なる新しい言葉には僕も含め多少踊らされていた観もある。一方、ある先輩学生の反論。「他に記述の方法が無い微生物生態学ならともかく、生態学の主題であるコスト-ベネフィットを分子の方法で測ることができるのか？ それで進化を解き明かせるのか？」決して意識的なものではないと思うが、こちらは何やら教条的な原理主義の匂いがするのだ。確かに何十年以上も横たわる重要な命題であれば解き明かしてみたいものだし、それこそ生態学をやるひとつの醍醐味でもある。でも、何十年もかけてきてさらにこの先も同じことを皆でやり続ける必要もあるのだろうか？ それだけが生態学なのか？ いずれにせよ、狭い目的や方法に縛られているようでは生態学は生態学の中に終始するし、生態学は生態学でしかない。意外性の無い場所にパラダイム展開は無く、新しい学問は創出されないだろう。やってみたら何かオモロイことが見つかるかもしれない、をやってしまう、そんなパイオニア・ワークこそ多くが憧れる京大生態学の十八番であり、学問の枠に囚われずに境界横断的に活躍してきた所以ではなかったか？ しかし、その場ではうまく切り出せなかった。ややシラケ気味のムードでそんな格好の良いことを言う度胸は持ち合わせていなかったし、言ったところで実現できぬ身には大して格好良くも無い。正直なところ、その頃の自分には精神的余裕のようなものも無かったように思う。そして、今もってまだ己の納得がゆく解答は無い。実証研究者であるならば自身の研究結果を伴って具体的にこれを示さなければならぬだろう。「わからない言葉ふりまわして何が革命よ、何が社会変革よ！…じゃあ私、革命なんて信じないわ。私は愛情しか信じないわ」「ピース」と僕はいった。「ピース」と緑も言った。（「ノルウェーの森」村上春樹）これが小骨。いや、相当に大きな骨かもしれない。取り外せたらスッキリする程度のモノでは無さそう。その時が来るのかどうかすら怪しい。こう書いてくると、お前のセンターでの思い出は辛いことばかりかと言われてしまいそうだが、決してそうではない。学生たちやポストク、先生や事務の方々も交えてスポーツに興じたり、酒を呑んだりして心身をリフレッシュするひと時もあった。あまり多くは参加しなかったが、元来が大勢との人付き合いが苦手に加減の

判らなくなる傾向のある僕にとっては、それ位でちょうど良い。度が過ぎてセンターで醜態を晒すことが無くて本当に良かった。びーす。逆に、他人が酔う姿をよく見かける側だったが、センターの酔っ払い達は絡み方も全く上品であった。びーす。

センターでは、高林純示教授の下でプロジェクト研究員として、また特別研究員として、植物の昆虫に対する誘導防衛に関する研究に従事した。室内での昆虫行動試験や植物化学成分分析、植物応答反応の分子生物学的手法による検出などの基礎研究から、実際の圃場で天敵行動制御による害虫管理を目指す応用研究まで、材料や手法も異なり多岐にわたる経験をさせて頂いた。特にプロジェクト研究では、様々に背景の異なる産学官の研究者達と交流を持てたことがこれまでの短い研究人生において貴重な財産となった。また、一介の未熟なポストクに過ぎなかった僕に、なかなか成果が挙がらないにも関わらず、ここまで自由に研究できる機会を与えて頂いたことは感謝に絶えない。大学以上に独法化に翻弄されているように見える旧国研機関に来て、尚更そのことの有難さに強く気付かされる次第である。暗い側面を書き綴りもしたが、それでも基本的に大学は大学で良いのだと思っている。この先の苦楽は分からないがそれを別にして、たとえ何の実益と関りがなくても個人が夢を持って大らかに学べる場所がどこかにあっても良いのではなかろうか。それに、完全に野放しの自由だって結構辛いものだ。そうと知りつつ、そんな場所で研究を続けられるものなら続けてみたい。これまでの展開が予想不能であったように、いずれそんな日が思い掛けずやって来るやも知れぬ。ならば、その日のために備えておこう。今はただ霞む浦の畔で、これから頻出す現の雑事に対処しつつ如何に何とか霞を喰う学術をせんと模索する日々である。

最後になりましたが、高林先生と伊東さん以下、研究室の皆様方には公私にわたり助けていただき感謝しております。また、センターの教官の方々、ポストク、学生、補助員さん、技官さん、司書さん、そして特に事務の方々には、当人の気付かぬところでもいろいろとお世話になっていたことと思います。どうもありがとうございました。それでは、センターの皆様のご健勝・ご活躍と、今後の研究の益々のご発展をお祈り致しております。

## センターを去るにあたって

長 泰行

私が生態学研究センターでの研究生活を始めたのは博士課程からで、京都での自転車でも何でも揃う生活から、買い物に行くだけで一苦労という環境の変化に最初はと

まどいました。しかし、過ごしてみるとあっという間に4年と8ヶ月という期間が過ぎ、コンビニは未だにないけれど、センター周辺の見晴らしも劇的に変化しつつあり

少し寂しい気もします。センターは他の研究室とは違って、異なる研究室のメンバーとも気軽に研究の話が出来、いろんな考え方を吸収することが出来るよい環境だと思います。また、学生や事務のみなさんも親切でフレンドリーなので、日々の生活も快適に過ごすことが出来ました。ただ、学生の机がある院生部屋とポストクの部屋の雰囲気がかなり異なっていたため(よく言えば真面目で研究に打ち込める環境、悪く言えば会話がなく暗い環境)、学位を授与した後も院生部屋に居座ってしまいましたが、個人的にはポストクと学生も混ざった環境になれば、また少し違った環境になるのではないかと無責

任なことも思ったりも……。現在、私が在籍しているアムステルダム大学の研究所もセンターのように近くにはお店がなく(なんと学食も自販機もある(∧o∧v)、周りには運河があり水鳥がいたりして、ちょっとセンターと似ているかも、と思ったりしています。現在は遠く離れていますが、遠く離れていてもお世話になった皆様方に私の事が分かるように頑張っていきたいと思います。短い期間でしたが大変お世話になり、有り難うございました。また日本に戻ってセンターにお邪魔する機会もあるかと思いますが、それまで皆様お元気で。

### センター員の異動

- ・学振特別研究員の釘宮聡一氏が、任期付研究職員として(独)農業環境技術研究所へ異動されました。
- ・京大産学連携職員の長 泰行氏が、研究員としてアムステルダム大学へ異動されました。
- ・研修員の林 珠乃氏が、派遣職員として(財)自然環境研究センターへ異動されました。
- ・2006年度外国人研究員の楊 燕輝氏(COE研究員)が、3月31日で任期を終え帰国されます。
- ・2006年度外国人研究員の謝 志豪氏(客員研究員)が、3月31日で任期を終え帰国されます。
- ・2006年度日本学術振興会外国人特別研究員の Pradeep Ram Angia Sriram 氏が、10月31日で任期を終え帰国されました。
- ・2006年度日本学術振興会外国人特別研究員の金 喆九氏が、韓国の国立環境科学院に就職のため2月13日に帰国されました。
- ・2007年度外国人研究員として4月1日から6月30日までミネソタ大学ダールズ校(アメリカ合衆国)より Timothy Paul Craig 氏(客員教授)が滞在予定です。
- ・COE研究員の片山 昇氏、和穎朗太氏、横川太一氏は、2007年3月31日で任期を終えられます。

### 編集後記

- ・この冬は様々な記録を更新する暖冬でした。近年の異常気象に慣れつつある体でも、驚くほどの気候です。しかもそれは世界中で同傾向だということで、まさに温暖化の影響がまさに大きな波となって寄せてきているのかもしれない。
- ・今年の冬の異常気象は、温暖化の影響を研究対象にしている人にとってもそうでない人にとっても、様々な面からその研究に大きな影響を及ぼすでしょう。そこから何が見えてくるのでしょうか…。

(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

京大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