



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

共同利用委員会からのお知らせ	
共同利用事業公募要領..... 1	
協力研究員に関するお知らせとお願い..... 2	
京都大学生態学研究センター運営委員会	
(第42回) 議事要旨..... 3	
京都大学生態学研究センター協議員会	
(第52回) 議事要旨..... 3	
野外実習の報告	
「陸上生態系における陸生大型ミミズ類の野外調査 法および分類法の習得」..... 4	
「河川生態系の環境構造と生物群集に関する基礎 実習」..... 4	
「琵琶湖丸ごと陸水生態学実習」..... 9	
「安定同位体実習」..... 10	
研究会の報告	
「生物リズムの生態機能に関する研究の諸断面」..... 12	
	「生物学の『つぶあん』と『こしあん』」..... 15
	「CER セルの森の公開と湖南の森生き物フォーラム」の 報告..... 16
	シンポジウムの報告..... 17
	生態研セミナー参加レポート..... 18
	センターのプロジェクト紹介..... 21
	センター員の異動..... 22
	2004～05年度協力研究員追加リスト..... 22
	センター員の研究紹介
	酒井章子..... 23
	横川太一..... 24
	城所 碧..... 26
	センターを去るにあたって
	加藤元海..... 29
	加(槻木) 玲美..... 29
	源 利文..... 30
	編集後記..... 30

共同利用委員会からのお知らせ

2006年度(平成18年度)京都大学生態学研究センター
共同利用事業公募要項

京都大学生態学研究センターでは、2006年度の共同利
用事業の一部として以下の内容のものを公募します。

- | | |
|---|---|
| <p>1. 公募事項</p> <p>(1) 研究会: 生態学およびその関連分野での重要な研究
課題について、研究結果のまとめ・現状分析・将来の
研究計画の作成などを行い、当センターの共同研究の
推進に役立つ研究会の企画を募集します。</p> <p>(2) 集中講義&セミナーおよび野外実習: 学部学生・大
学院生を受講対象とし、全国に公開されるもので、生
態学およびその関連分野において重要だが教育の場が
限られる課題についての集中講義&セミナーおよび
野外実習の企画を募集します。</p> | <p>2. 開催期日
2006年5月1日から2007年2月28日までの期間に
開かれるものとします。</p> <p>3. 採択件数
研究会および集中講義&セミナー・野外実習、合わ
せて5件程度の採択を予定しています。</p> <p>4. 応募資格
大学その他の研究機関に所属する研究者、またはこれ
と同等の研究能力を有すると認められる方とします。
なお、企画には本センターの教員の参加があることが
条件となります。</p> |
|---|---|

5. 申請方法

研究会、集中講義 & セミナーおよび野外実習のそれぞれについて、下記の必要事項を記載した企画書を作成し、郵送、ファックスまたは e-mail にて直接当センターに提出してください。

必要記載事項：

- (1) 申込者氏名・所属先および職・所属先住所・電話・ファックス・e-mail
- (2) 研究会、集中講義 & セミナー、野外実習の別
- (3) 課題名
- (4) 開催予定日時
- (5) 開催予定場所
- (6) 開催目的および内容の概略(400字程度)
- (7) 参加予定者の一覧(氏名・所属)

なお、申請が採択された場合、所属機関(部局)の長を通して、正式の研究会等申請書を改めて提出していただきます。

6. 申込期限：2006年4月7日(金)必着。

7. 企画書送付先

〒520-2113 大津市平野2丁目509-3
 京都大学生態学研究センター 共同利用係
 TEL：(077) 549-8200 (代表)
 FAX：(077) 549-8201

e-mail：kumi@ecology.kyoto-u.ac.jp

郵送の場合は、封筒の表に「共同利用事業企画書在中」と朱書きして下さい。

8. 選考

当センターにおいて2006年4月中旬に行います。

9. 所要経費

研究会の出席者、集中講義 & セミナーの講師の旅費、場合によってはその他必要経費の全部または一部を、当センターにおいて支出します。1件について20万円以内を予定しています。

10. 報告書および論文の提出

(1) 共同利用事業終了後、1ヶ月以内に報告書を当センターに提出して下さい。なお、提出された報告書は、その全部または一部を当センターの業績目録に掲載します。

(2) 共同利用事業によって得られた成果を論文等により発表する場合には、京都大学生態学研究センター共同利用事業の援助を受けた旨を論文等に記していただくようお願いします。また、別刷り1部を当センター共同利用係宛に提出してください。

この公募内容につきまして、不明な点がございましたら、当センター共同利用係に御照会下さい。

協力研究員 (Guest Scientist) に関するお知らせとお願い

京都大学生態学研究センターでは、全国共同利用の一環として、学内外の研究者に協力研究員の委嘱を行い、その活動を推進しております。さて、2004年4月以降に発令された協力研究員の任期は、2006年3月末で満了となります。これまでのご協力に対して厚くお礼申し上げますとともに、引き続き協力研究員としてセンターの活動にご協力頂ける方は、誠にご面倒をおかけして恐縮ですが、同封の申込書をご送付ください。また、新規の協力研究員も広く募集しておりますので、周りの方々にも声をかけていただきます様、お願い申し上げます。なお、協力研究員になられた方には、センター長より委嘱状を送らせて頂きます。

協力研究員の方々には、センターの各種共同利用事業への積極的な参加とご協力をお願いするとともに、論文などの公表の際に、生態学研究センターの協力研究員であることや施設を利用したことを、謝辞などに記載していただくことを希望しています。次回の任期は、2006年4月から2008年3月までとなります。申し込みを希望される方は、同封の用紙に必要事項を記入の上、3月20日までに Fax または郵送でお送りください。なお、協力研究員の申し込みで e-mail は利用できませんのでご注意ください。

1. 京都大学生態学研究センター全国共同利用に関する申し合わせ

(1) 全国共同利用のセンターとして、生態学及びその関連分野に関し、次の項目について共同利用を実施する。

1) 共同研究

生態学の特別研究プロジェクト及び共同研究、個別共同研究

2) 共同利用実験施設等共同利用

野外研究施設・大型機器等を利用する実験、研究

3) 施設利用(ビジター・システム)

4) 研究会・野外実習・集中講義並びにセミナー

5) その他

(2) 上記の目的達成のため、必要に応じ招へい外国人学者を受入れ、協力研究員・その他を委嘱することができる。

2. 京大生態学研究センター協力研究員の委嘱についての申し合わせ

(1) 生態学研究センター（以下「センター」という）の研究活動を推進するため、学内外の研究者に協力研究員を委嘱することができる。

(2) 協力研究員は、教授会の議に基づき、センター長が委嘱する。

(3) 協力研究員の任期は原則として2年とする。

京都大学生態学研究センター
運営委員会（第四十二回）議事要旨

日時：平成17年10月6日（木）
午前10時30分～午前11時30分
場所：京都大学百周年時計台記念館2階 会議室Ⅲ
出席者：運営委員18名、幹事1名

報告事項：

1. 外部資金の受け入れについて
大申センター長より、外部資金4件を受け入れる旨の報告があり、承認された。
2. 平成17年度日本学術振興会特別研究員の受け入れについて
大申センター長より、外国人特別研究員1名を受け入れる旨の報告があり、承認された。
3. 協力研究員について
大申センター長より、協力研究員2名を新たに委嘱した旨の報告があり、承認された。その後、協力研究員のあり方・システム等の背景について説明があり、意見交換を行なった。
4. その他
大申センター長より、平成18年度外国人客員教授及び21COE外国人研究員の公募について説明、平成17年11月5日（土）に開催予定の学部学生、修士課程の院生を対象としたオープン・キャンパスについての案内があった。
清水教授より、平成17年8月12日に開園式を行なった「CERの森」の整備過程及び公開講演会等の実施報告があった。

議題：

1. 教員人事について
大申センター長より、教授1名の補充人事の背景及び候補者の選考過程の説明、教授会で選考された候補者1名の経歴等の紹介の後、人事選考委員会委員長の高林副センター長より選考基準に基づき順位をつけて推薦した2名の候補者の選考過程について報告があった。意見交換の後、投票が実施され、全員一致で教授会承認の候補者1名の採用が承認された。

（文責：高林純示）

京都大学生態学研究センター
協議員会（第五十二回）議事要旨

日時：平成17年10月6日（木）
午後1時30分～午後2時40分
場所：京都大学百周年時計台記念館2階 会議室Ⅳ
出席者：協議員9名、幹事1名

議題：

1. 教員人事について
大申センター長より、教授1名の補充人事の背景及び候補者の選考過程の説明、教授会で選考された候補者1名の経歴等の紹介の後、人事選考委員会委員長の高林副センター長より選考基準に基づき順位をつけて推薦した2名の候補者の選考過程について報告があった。意見交換の後、投票が実施され、全員一致で教授会承認の候補者1名の採用が承認された。

報告事項：

1. 外部資金の受け入れについて
大申センター長より、外部資金4件を受け入れる旨の報告があり、承認された。
2. 平成17年度日本学術振興会特別研究員の受け入れについて
大申センター長より、外国人特別研究員1名を受け入れる旨の報告があり、承認された。
3. 協力研究員について
大申センター長より、協力研究員2名を新たに委嘱した旨の報告があり、承認された。その後、協力研究員のあり方・システム等の背景について説明があり、意見交換を行なった。
4. その他
大申センター長より、平成18年度外国人客員教授及び21COE外国人研究員の公募について説明、平成17年11月5日（土）に開催予定の学部学生、修士課程の院生を対象としたオープン・キャンパスについての案内があった。
清水教授より、平成17年8月12日に開園式を行なった「CERの森」の整備過程及び公開講演会等の実施報告があった。

（文責：高林純示）

公募型共同利用事業 野外実習の報告

「陸上生態系における陸生大型ミミズ類の野外調査法および分類法の習得」

伊藤雅道（横浜国立大学・大学院環境情報研究院）

大型ミミズ類についての公開実習は京大学生態学研究センターの公募実習として実施したものがすでに今回を含め5回を数え、自主的に開催したものも含めると今回で8回目となる。毎年多くの新しい参加者を集めて行なわれているが、今回はこれまで開催されることがなかった関西地区での開催ということで、昨年多くの参加者を集めた東京地区での実習に匹敵する数の参加者を得ることが出来た。学生の正式参加者が16名、オブザーバ参加が8名、講師9名、参加学生の所属大学は、琉球大、高知大、愛媛大、鳥取大、鳥取環境大、滋賀県立大、近畿大、横浜国大などであった。会場は大阪市東住吉区の大阪市立自然史博物館。市中心部からそう遠くはない便利な場所にありながら長居公園というスタジアムなども有する広大な公園の中にあり、緑豊かな環境にある。山西館長をはじめとする同博物館には会場の提供をはじめさまざまなことで便宜をはかっていただき、大変お世話になった。ここにあらためて謝意を表したい。

本実習は大型ミミズ類を対象とした生態学または分類学的研究を実施しようとしている学部あるいは大学院の学生を対象として1)ミミズ類の基本的な分類体系を学び、2)会場近くの森林において野外採集法、生態調査法を体験し、3)実験室において固定・解剖・同定法の基礎を習得することを目的に行なわれた。期間は本年7月27日(水)～29日(金)であった。

3日間の会期のうち、第1日目はミミズ研究入門と題し、大型ミミズ類の研究入門、系統分類、生態系機能などについての講義、第2日目はミミズ採集から同定までというテーマで、ミミズ野外採集と室内での固定、解剖等についての講義・実習、第3日目はミミズ研究の最先端というテーマで、マイクロ形態学、同位体分析、天敵、オンライン検索などについての最新の話題を提供してもらった。とくに第2日目は講義会場である大阪市立自然史博物館の敷地内の雑木林や草場でミミズ類の野外採集をおこない、暑さとクマゼミの騒音と蚊に悩まされながらも、都市近郊に生息する代表種の見分け方や形態の特徴について実地で指導を行なうことができた。

講義・実習のタイトルと講師、内容は次の通りである。

7月27日(水)第1日 ミミズ研究入門

講義1「ミミズ学への招待」

(渡辺弘之 京大名誉教授)

ミミズ研究談話会、日本土壤動物学会の両会長を兼ねる講師が、ミミズ研究の基礎的な知識、研究法からミミズに関することわざ、俳句の季語、絵画の話、はて

はミミズ神社のことまで、ミミズについての多方面の知識を概説した。

講義2「環形動物の系統とミミズ分類の基礎」

(伊藤雅道 横浜国大・環境情報)

ミミズ類の属する環形動物についての概説。陸生ミミズ類の系統分類上の位置、大型ミミズ類の各科の形態、分布の特徴など基礎的で動物学的内容を概説した。

講義3「ミミズ類の生活史と生態系機能」

(金子信博 横浜国大・環境情報)

エコシステムエンジニアとして土壌生態系に大きな影響を与えるミミズ類の生活型や生活史の特徴、生態系機能を概説し、最新の研究法を紹介した。

7月28日(木)第2日 ミミズ採集から同定まで

実習1「ミミズ類の野外採集法」

(石塚小太郎 成蹊高校/山西良平 大阪市立自然史博/伊藤雅道/金子信博)

会場である大阪市立自然史博物館の敷地内の雑木林や草場でミミズ類の野外採集をおこない、野外における陸生大型ミミズ類の採集法、調査法などの実習をおこなった。

実習2「ミミズ類の固定法」

(石塚小太郎/伊藤雅道)

実習1において実際に野外で採集した個体を使って、室内での陸生大型ミミズ類の固定について実習した。

実習3「日本産陸生ミミズ類の固定、解剖、同定のテクニック」(石塚小太郎/伊藤雅道)

あらかじめ用意されたミミズ類の固定標本を用いて解剖、形態観察、種同定などの実習をおこなった。

7月29日(金)第3日 ミミズ研究の最先端

講義4「ミミズの構造色を探る」

(小作明則 獨協医大)

ミミズやその他の動物に見られる構造色のメカニズムについて紹介した。

講義5「安定同位体から見たミミズ」

(陀安一郎 京大生態研センター)

安定同位体分析の利点や手法の概説。これを利用した熱帯アフリカ地方などでのミミズやシロアリなどの土壌動物の解析などについての実例を紹介した。

講義6「ミミズの天敵、食虫類と寄生虫」

(横畑泰志 富山大・教育)

ミミズ類の天敵の概略、最も重要な天敵である食虫類の捕食行動、ミミズ類の寄生虫などについて概説した。

講義7「Presentation on computer keys to species」

(R. BLAKEMORE 横浜国大・環境情報)

アジア地域および日本における大型ミミズ類の生物多様性情報の現状とデータベース化、検索システム等について概説した。

なお、第2日目終了後には懇親会が開催され、参加者同士の交流や情報交換が活発に行なわれたほか、会場には期間中7題のミミズに関する研究紹介のポスターが掲示され、参加者や講師らの間で活発な議論がなされた。

また、実習終了後、翌日の7月30日(土)にはミミズ研究談話会の総会と記念講演会が開催され、当実習の講師でもあった小作明則氏による「虹色に光る動物～ミミズの輝きの秘密」、絵本作家田島征彦氏による「ミミズと一緒に絵本創り」の2講演がおこなわれ、多くの一般市民の参加者により盛会のうちに幕を閉じたが、実習の参加者の学生のうち引き続いて本講演を聴講する者も見られた。

本実習では講師の先生方に毎回テキスト原稿をお書きいただき、テキストを作成して参加者に配付している。今年は73頁のものが出来上がったが、多少残部があるので、都合により実習に参加できなかった方で欲しい方は横浜国大の伊藤雅道宛にご連絡いただきたい(itotg@ynu.ac.jp)。

「河川生態系の環境構造と生物群集に関する基礎実習」

奥田 昇(京大大学生態学研究センター)

実習期間：2005年7月30日(土)～8月6日(土)

開催地：京都大学理学部木曾生物学研究所(木曾福島町)

講師：永田 俊・陀安一郎(京大大学生態学研究センター)、野崎健太郎(椋山女学園大学)、神松幸弘(総合地球環境学研究所)、宮坂 仁・加藤元海(愛媛大学沿岸環境科学研究センター)

受講者：狩野文浩・辻かおる・戸瀬浩仁(京大・理・3年)・石川陽子(京大・農・3年)・前田 玄(東京海洋大・水産・4年)・大槻真紀(横浜国大・環境情報・修士2年)・庄下将志(明治大・農・3年) 計7名

当センターの公募実習と京都大学理学部の陸水生態学実習の合同により、表記の実習を開催した。本実習の目的は、身近な自然である河川生態系の環境構造や生物群集について、体験を通じた学習を行い、生態学的な自然観を養うことにある。初日に陸水生態学に関する講義を行い、2日目に野外で生物採集と観察を行った。採集試料は研究所に持ち帰り、藻類の現存量推定や水生昆虫の同定などの実技講習に使用した。3日目から、受講者各自が設定した課題に沿って研究を進め、最終日に研究成果発表会を行った。

本実習は前任の遊磨・川端氏が担当していたものを今年度から引き継いだもので、私にとって何もかもが初めての体験であった。講師陣には各分野から選りすぐりの若手研究者を揃え、ほぼマンツーマンに近い体制で指導できたので、受講生にとっては大変恵まれた教育環境であったように思われる。今年度は、講師の永田氏が蛍光顕微鏡を導入したこともあり、これまでマクロ中心だった実習内容に細菌レベルのミクロな視点を取り入れることができたのも大きな収穫であった。この実習の特色は、受講生が自主的に研究課題を立案するというスタイルにあり、その伝統は旧大津臨湖実験所時代に開講して以来もう何十年と続いてい

る。毎年、同じ場所でも実習を行い続けて、新しいネタなどあるのだろうかというのが開講前の率直な疑問だった。しかし、ふたを開けてみれば、そんなことは杞憂に過ぎなかった。受講生の大半は学部の学生で、陸水生態学はもちろん研究活動自体あまり経験したことのないナイーブな集団である。それが、逆に、よかったのだろう。陸水学に対する凝り固まった観念を持つ私たち講師陣よりはるかに柔軟な発想で奇抜な研究を企画していた。時には、私たちがハッとさせられる興味深いアイデアも提案され、自由研究の枠にとどめておくのがもったいないものもあった。教える立場にありながら、色々と吸収すべきものが多い有意義な実習だった。

私の子供の頃は、よく川辺で魚捕りや生き物の観察に興じたものだ。おそらく、最近の学生でそのような体験をしたものはごく僅かしかいないだろう。親水公園のような人工的自然ではなく、本来の自然を体感できる場所というのは全国から次第に姿を消しつつある。幸い、実習を行った木曾川水系の黒川には、まだ数多くの自然が残されている。受講生たちが水中メガネで川の中を覗き込む姿は、団体こそ大きいが無邪気な子供そのものであった。残念ながら、今年は、昨夏の水害復旧の名の下に重機が川底を掘り起こしていた。川は濁り、藻類現存量は低下し、水生昆虫や魚の数も例年より少なかったようだ。この実習を通して、河川生態系の尊さを実感し、その仕組みを科学的に解明し、将来世代に引き継いでくれる学生が1人でも多く現れることを実習担当者として切に願っている。

今回、事故などのトラブルなく実習を無事終了できたのも、講師の方たちとお手伝いで参加してくれた小坂橋・小林氏、そして、研究所を管理されている山田さんのご助力・ご協力のおかげであることを最後に申し添える。



黒川にて水生昆虫を採集



実験室にて藻類クロロフィル量を測定

本実習の受講生の研究課題とレポートを以下に掲載する。

「水生昆虫の食性と消化管内の細菌数との関係」

狩野文浩（京大・理・3年）

とりあえず、水生昆虫の消化管内の細菌を見てみようということで、研究を始めました。最終的なタイトルは「水生昆虫の食性と消化管内の細菌数との関係」。わかったことは2つ。まず、水生昆虫の消化管内には川の水よりもはるかに多くの細菌がいること。また、主に肉食をする昆虫、ヘビトンボやクラカケカワゲラは、主に草食をする昆虫ヒラタカゲロウや、ろ過食者のトビケラよりも、消化管内に多くの細菌を持っていることがわかりました。水生昆虫の消化管内の細菌数はどのような要因によって左右されるのか、それを予想するにはあたりませんでした。そもそもわからないのは、消化管外の細菌がそのまま消化管内に反映されているのか、あるいは消化管内で細菌が増えるのか、もっといえば消化管内で細菌を飼っているのか、ということ。まず、消化管外の細菌がそのまま消化管内に反映されていると仮定して、川のさまざまな環境、消化管外の環境—落ち葉の溜まり場、藻の付着した石の表面、餌となる水生昆虫自体に含まれている細菌など—をもっと調べてみれば検討がつくかもしれません。消化管内の細菌を見るのには、蛍光顕微鏡を使いました。今年初めて研究所にもち込まれたとのことだったので、野次馬根性も手伝ってとにかく使ってみたくてしたのです。消化管は面白いことに水生昆虫の首根っこを引き抜くと、するすると取り出せます。それを絞ると、きれいに内容物が採集できるのです。

実習はまず十分に楽しませていただきました。温泉、盆踊りに、蕎麦屋、岩魚の手づかみなどのオプションはもちろん、研究もよい環境の中で楽しむことができました。指導をしてもらった先生方も十分な数ですし、丁寧に教えていただきました。料理もおいしく、実習で少し太った気がします。建物は小さいのは仕方ないとして、

快適でした。トイレがきれいなのがすばらしい。実習のフィールドは、もう少し広げてほしい。中心となるサイトを2箇所ぐらいにできないのでしょうか？

最後になりましたが、実習を支えていただいた奥田さん、細菌研究で終始ご指導くださった小林さん、永田さん、水生昆虫についてご指導くださった宮坂さん、元海さん、野崎さん、神松さん、まとめてアドバイスを下さった陀安さん、おいしい料理を作っていただいた研究所手伝いの方、そして実習の仲間たちにお礼を言いたいと思います。ありがとうございました。

「ブユが昼間どのようなことをしているか—行動観察—」

辻かおる（京大・理・3年）

黒川にて、生息しているブユの幼虫の行動観察を行った。今回の観察から、観察地点に生息するブユの幼虫はユスリカの幼虫、コカゲロウの幼虫などと共存しており、ブユの幼虫も含め共存しているものと接触した際、接触相手により反応を変えることが分かった。また、簡単な実験からこの反応変化は接触位置、接触されたときの衝撃の強さにより引き起こされているであろうことが示唆された。また、異なる流速下ではブユの行動も異なるであろうことも示唆された。

具体的には以下のような結果が得られた。接触されたときの反応は、ブユ、コカゲロウが相手なら流れを利用しての逃避行動は示さないが、ユスリカが相手だと流れを利用しての逃避行動を示すというものであった。今回の観察からはユスリカがブユの捕食者である直接的な証拠は得られなかったが、捕食者である可能性は大きいと考えられる。またユスリカとの接触に際し、流速の速いところでは、逃避行動をとる際、流れを利用した逃避行動をとる割合が減少し、他の逃避行動を取る割合が増加した。この行動変化は、逃避行動をとるに当たり、流れのゆるいところでは元の生息地よりわずかに離れたところまで流速を利用して移動するのがエネルギー効率から有利である一方、急流であれば、流れを利用すると、生息域から完全に流れ去り、再び定着できなくなる、長時間流されれば、魚などの捕食者による捕食圧が大きくなる

というコストが生じるため、行動に変化が生じるのではないかと考えられる。

今回の観察からは上記のような結果などが得られたが、一地点の観察結果であり、データ数が少ないものもあるため、さらに観察する必要性や、他の河川などでも観察する必要性が感じられた。また、流速による行動の変化を観察するに当たり、流速が流速計では測れないため、正確な流速を測定するためにも高速度ビデオなどで撮影することも有用ではないかと思われた。

今回の実習にあたり様々なご指導をした下さった先生方、色々とお世話になった実習生の方々、その他大勢の方々に感謝しております。思い出に残る楽しい実習になりました。本当にありがとうございました。

「陸生・水生タデの形態と機能」

戸瀬浩仁（京大・理・3年）

1. 研究内容の簡単な紹介

はじめに、調査対象とした長野県木曾福島町黒川において、タデ科イヌタデ属 *sp.* (*Polygonaceae Persicaria sp.*) が優占種であった（以下「タデ」と略す）。さらにこの種は陸上に根を張る（以下陸タデという）もの、及び水中に根を張るもの（以下水タデ）が存在する。この同種のタデが、本来陸上に棲息するはずが、水中にもその住処を移したのは必然、つまり、水中には陸上と比較して何かメリットがある、という理由、あるいは、単なる偶然かに興味を持ち、形態的、生理的双方の観点から検証した。

それによると、形態的な観察では、水タデにのみ気根が存在し、節が空洞になっていた。このため、茎部分が屈曲した構造をとっている。これより、呼吸との関係が示唆される。次に、水タデ周辺の石の付着藻類のクロロフィル密度を測定した。これによると、水中タデの生息していない場所の石と比較して、クロロフィル密度が小さいことがわかった。これより、水タデ周辺の環境は悪い可能性がある。さらに、根における呼吸量を測定すると、根の単位乾燥重量、単位呼吸時間当たりの呼吸量は、水タデのほうが多かった。これは、水タデのほうが陸タデよりも呼吸効率がよいことを示している。最後に、単位面積当たりのクロロフィル密度を計算すると、陸・水タデのそれは大差ないことがわかった。

これらのことから、環境が比較的悪い水中でも、水タデは環境に適応すべく機能や形態を変化したことが考えられる。これは、植物細胞が可塑性に富むことに深く関係していると考えられる。水タデが水中に住処を移したのは偶然ではない可能性はあるだろう。

これが研究の全容であるが、できるなら光合成や栄養塩吸収などの観点で、相違点を調べ、また、水タデ・陸タデの遺伝解析を行い、陸タデと水タデの形態・機能差をもたらす原因遺伝子があるか調べ、もしあればその遺伝子のコードしたタンパク質の機能解析を行う、などの

遺伝学的解析もやってみたいと思う。

2. 実習の感想

初めてここに来たとき、「すごいところに来た」という印象がありました。うれしさ反面、不安半面。しかし、実習を重ねるにつれ、先生方、そして、実習生同士の交流もあり、とても楽しく時間が過ぎていきました。研究発表についても、皆さんが適切な指摘をしてくださり、感謝しています。その後の飲み会は、某実習生と酔っ払って道を歩きながら、お互いのことについて語りました。その後は、実習生みんなで深夜まで語っていました。ここで学んだことは、きっとどこかで役に立つと思います。非常に個性的な先生方、そして、実習仲間と出会えたことは、大学生活の大切な思い出になると思います。最後に、私の研究に尽力して下さった、のぎやんこと野崎先生に心から感謝しています。別れ際に「いつか共同研究しよう」と言って下さったこと、本当にうれしく思いました。皆さん、ありがとうございました！忘れません！いつかまた、この場所に来たいと思います。

「黒川仔稚魚について」

石川陽子（京大・農・3年）

私が今回この実習で行ったのは、実習地黒川に住む、5 mm程度で胸鰭などが未発達の子魚から、2.5 cm程度の稚魚まで（おそらく全てアブラハヤ）の行動や能力についての実験です。具体的には、現場の流速の異なるいくつかの場所に設置したチャンバー内に魚を閉じ込めて彼らがどのくらいの流速でどのくらいの時間泳いでいられるのかを見る実験と直径5 cm水深40cmの水槽で魚を飼育して一日の鉛直移動の様子を観察する実験を行いました。

実験をしながら1番思ったのは、たった4日ほどの時間で行動実験をしようとしたのは無謀でしかなかった、ということでした。2、3回の実験で傾向を見ようとするのはかなり不確実でしたし、魚の遊泳能力は予想以上に高く、実験できる時間（実験地の上流で工事が行われていたので午後からは水が濁るため遊泳の実験ができなくなりました）の間には流れについていけない個体が出なかったためにちゃんとしたデータが出ませんでした。また実験途中で出現した新たな疑問を解決する時間ありませんでした。しかし、無謀な実験の中でも、流水に住む魚の場合、胸鰭のほとんどない仔魚（アブラハヤ）でもかなりの流速に耐えて泳ぐことができる（位置を保てる）ということがわかって、私はずいぶん嬉しかったです。

この実習は参加できる人数が少なかったため参加者の仲は親密だった様な気がします。また学部も興味も異なる他の参加者の研究の様子を見られたのは有難かったです。

「イワナ *Salvelinus pluvius* から見た河川環境」

前田 玄 (東京海洋大・水産・4年)

＜研究内容＞

イワナは、北海道、本州、四国の一部の河川源流域から上流域に生息しており、口に入るものは何でも食べると言われるほど、貪欲な食性を示す。イワナの胃内容物を分析することで、その河川周辺に出現する生物相がわかるのではないかと考えた。また、採集したイワナの肝臓重量比 (HSI)、コンディションファクター (K)、胃内容物から調査地がイワナの生息地として適しているかを調べた。木曾川水系の黒川、アカシオ沢、兎野沢で計 18 個体のイワナを採集し、肝臓重量比 (HSI)、コンディションファクター (K) を求め、胃内容物を分析した。黒川ではカゲロウ目 (成虫) を、アカシオ沢では鱗翅目 (幼虫) を、兎野沢では膜翅目を最も多く捕食していた。採集したイワナは陸上昆虫を多く捕食しており、それらはあまり消化されていなかったことから、イワナの胃内容物を分析することである程度その河川周辺の昆虫相を把握することができると考えられる。より正確に昆虫相を把握するには、ストマティックポンプを使用して同じ個体から何回も胃内容物を取り出し分析しなければならない。各河川で採集したイワナの肝臓重量比 (HSI)、コンディションファクター (K) の平均を求めたところ、肝臓重量比 (HSI) は兎野沢で採集したイワナが、コンディションファクター (K) はアカシオ沢で採集したイワナが最も高い値を示した。そのため、イワナが生息するにはどの河川がもっとも適しているかはよくわからなかった。肝臓重量比 (HSI) とコンディションファクター (K) とでは、イワナの栄養状態を表すにはどちらが適している値であるかを検証する必要がある。また、栄養状態だけでは、その河川がイワナの生息に適しているかはわからず、競合種との関係、水量や水温の季節変化、繁殖場の有無などさらに色々な条件を調べなければならない。

＜感想＞

私がこの実習でもっとも驚いたことは、講師陣の数の多さ、質の高さと、講師と受講生の距離の近さである。東京海洋大学の実習では、講師陣の多くは学部 4 年生や修士課程の TA で、教授達、研究者は 2～3 名程である。木曾実習のように一線で活躍されている研究者の先生方が多数参加する実習というものはまずない。そのため、実習参加者と講師陣の知識や経験にそれほど差が無く、正直、自分のためにならない実習も多い。木曾実習に参加されている講師の方々は、さすがとっては失礼だが、深い知識をもって適切なアドバイスをしてくださり、非常に勉強になった。また、実習では、講師陣と実習生の間には距離が生じるものだが、この実習では、講師の先生方から積極的に話しかけてくださりそのような距離を感じることも無かった。この実習に参加したことは、今後の私の人生に大いに役立つ貴重な経験となるだろう。

「黒川における水生昆虫の棲み場の違い～粒径の違いから～」

大槻真紀 (横浜国大・環境情報・修士 2 年)

黒川において、予備調査を川の瀬のみで行った結果、平らな石の場所には水生昆虫の種としてカゲロウ目やユスリカ目が優占していたが、くぼみを多くもつ石には平らな石の場所と比べ、水生昆虫相の多様性が高かった。また、瀬の真下にある石には小さな水生昆虫が棲める空間がみられるなど、ハビタットについて僅かながら知りえることが出来た。また、水生昆虫の振る舞いとしては、流れを受けやすい不安定な場所にもみられ、活発な動きを示すものもいれば、緩慢な動きを示すものもみられた。こうした観察から淵よりも瀬のほうが水生昆虫は棲みやすく、加えてくぼみや亀裂の多いことなどが棲みやすい条件として考えられるのではないかと思われた。そこで、仮説①「川石の面数が多く複雑な程、水生昆虫は多く存在する」、仮説②「川石のくぼみの数が多いほど水生昆虫は多く存在する」を検証するために、同じ地点でそれらの川石のサンプリングをランダムに 10 回行い、水生昆虫の在／不在回数を行った。加えて、仮説③「粒径の違いによって水生昆虫相に違いがあるのか」を確認するために石の大小で水生昆虫相の比較を行った。しかし、今回の観察結果からは、そのような結果を得ることは出来なかった。考えられる理由として、仮説①・②については、地点数が少なかったことが一つ考えられる。仮説③は上流から下流の粒径の大きさの基準を 18 cm と定めたため、それぞれの場所の違いが明らかにならなかったことが考えられる。

最後に仮説④「流速と水生昆虫相との関連はあるか」を調べるために、上流から中流、下流に着目して水生昆虫を見た結果、カゲロウ目は上流で最も多くみられ下流に近づくにつれて徐々に減少した。一方、ユスリカ目は上流で最も少なく、下流に近づくほど増加した。またそれぞれの地点からの平均流速と水生昆虫個体数の相関を見た結果、流速が緩やかなほど水生昆虫個体数は増加する傾向がみられた。さらに、瀬と淵でみたとき、瀬にはカワゲラ目が多くみられ、淵にはユスリカ目、カゲロウ目が多くみられた。そして流水と止水でみたとき、流水にはトビケラ目、カゲロウ目、カワゲラ目が多くみられたが、止水にはあまりみられなかった。流水、止水いずれにもみられた種としてユスリカ目があった。以上の結果から、流速と昆虫個体数との相関はみられたものの、川石の利用のしかたの違いを明らかにすることは出来なかった。

この実習で習いたかったことは、河川においてどのような研究がなされており、どのように水生昆虫を同定するのかといったことにあったが、それ以上に色々なことを教わることが出来た。例えば自分の対象になった水生昆虫が魚の餌となり、その魚を自分達が食べるということと食物網とはどんなことかを実感することも出来た。そしてデータの扱い方をもっと丁寧にみていくことの大事さを教わった。何よりもこの実習に来て感じたこ

とは、やはり研究は自分も自分の周りもいかに楽しみながら取り組んでいくことが大切なのかを感じさせられた。

「黒川におけるアブラハヤ *Phoxinus lagowski steindachneri* の稚魚の食性に関する研究」

庄下将志（明治大・農・3年）

私は、今回の実習で、広域に生息し一般によく知られているアブラハヤの食性・それから分かることについての研究を行った。成魚については過去に多く研究が行われているので、本研究では稚魚に限定して行った。

具体的内容は、まず本種の稚魚を流れ込みがあって緩やかな流速があるポイントと水流が全くないポイントの環境が異なる二地点から採集を行い、それぞれの地点の稚魚の胃内容物を別々に調べ、水生昆虫などを中心に目名まで（可能ならば種名まで）同定し、その個体数を計測した。すると胃内容物は二地点間で異なったため、その原因をしらべるために空腹状態にした個体にさまざまな餌を与えることによる飼育実験を行った。結果、目の前に来た餌には何にでも興味を示し、つつく行動をすることがわかった。そして硬いものや口のサイズに合わないものに関しては、吐き出したり、つつく行動を繰り返すことが明らかになった。また、つつく対象には、昆虫の生体だけではなく、ニオイや振動がないものもなり得ることが細い針を用いた実験でわかった。そこでもう一度採集地点に出向き、稚魚の摂餌行動を観察することにした。緩やかな流速のある地点では、水流によって流れてくる昆虫類に依存して生きていることが、水流の全くない地点では藻類の生えている底の土中や岩の表面をつつき、そこにいるユスリカなどの水生昆虫を摂食していることが確認できた。それにより、周囲の環境が違っていると摂餌行動が異なっていることが証明された。これは、

胃内容物を調べた最初の方法の結果にも反映されていた。

今回の研究では、実習が一週間と短く、対象種の個体サイズが小さかったため胃内容物を調べるのに時間がかかったことが難点であった。また、水流がない地点ではなぜ土中をつつくのか、疑問が残った。

<感想>

幼少時代から川によく行って魚を見てきたが、それらの性質をじっくり観察したり環境条件をみたり実験の結果をデータにとったことがなかったので、今回の実習での経験は今までと違った観点から魚を見ることができてよかったです。また、今回の調査地のような上流に向くことはめったになかったので、上流に生息する魚類・両生類・昆虫類を見ることが新鮮でした。特に、岩の下に多様な生き物がいることに驚かされた。そして先生方への確かなアドバイスを頂き、豊富な知識を楽しく得ることができたので、とても有意義な時間を過ごせたと思います。



今回の参加メンバー

「琵琶湖丸ごと陸水生態学実習 / 2005 DIWPA Field Biology Course in Lake Biwa - Part I 2005年8月17日～23日」

永田 俊（京都大学生態学研究センター）

2005年8月17日から23日まで表記実習が開催されました。本実習は、生態学研究センターの共同利用事業として全国の大学に公開する「公募実習」、21世紀COEとDIWPAの事業の一環である「国際フィールド生物学コース」、および、京都大学理学部学生向けの「陸水生態学実習」の3つを複合した「合同実習」として開催しました。このような形での実習の開催は、今年で3回目です。受講者の内訳は、学内2名、学外2名、海外（モンゴル）2名の合計6名でした。講義や実習は英語で行いました。

実習の狙いは、センターが運用する調査船「はす」の性能と設備をフルに生かして、琵琶湖の沖合と沿岸、また、北湖と南湖という、大きく異なる環境を実際に見て

回り、我が国最大の湖、琵琶湖ならではのスケールの大きな淡水生態系の調査方法を学ぼうというものです。また、沖島の民宿にスタッフと受講者が共に寝起きして、湖魚三昧の食事を堪能しつつ、合宿形式の実習を行うことで、琵琶湖と人との関わりを実感しよう、というのも大きなテーマのひとつでした。実習の実施内容の概要を以下にまとめます。

17日(水) ガイダンスおよび講義
「琵琶湖生態系の構造と機能」(永田)
「琵琶湖の生物多様性」(奥田)

18日(木)
北湖の沖合定点で、多項目水質プロファイラーを用

いた物理化学環境観測およびバンドン採水、プランクトン採集、ベントス採集を実施。
 昼から沖島に上陸し、クロロフィル分析用のろ過、ベントスのソーティング、プランクトンの顕微鏡観察。酸素法による光合成・呼吸量の測定。

19日(金)

午前：講義「水域生態系の数理生態学」(吉山)
 午後：スノーケリングによる魚類の行動観察および投網を用いた魚類捕獲など。
 夜は懇親会。

20日(土)

北湖の竹生島付近から南湖の天津市街付近までの琵琶湖全域を航走。
 昼に下阪本の船着き場で解散。

21日(日)

ベントスの同定と定量。魚類の消化管内容物を解析。

22日(月)

クロロフィル測定。溶存酸素測定。細菌数計数(蛍光顕微鏡法、平板法)。フローサイトメトリーによるピコ植物プランクトンの計数。

23日(火)

データのまとめと成果発表会

スタッフ

永田 俊、奥田 昇、陀安一郎、成田哲也、
 吉山浩平、小坂橋忠俊、宮野貴広



微生物から魚までと盛りだくさんの実習だったので、受講者の皆さんにとってはややフォローするのが大変だった面もあるかもしれませんが、生態系を総合的に理解するうえで役に立ったという感想も聞かれました。なお、本実習の実施にあたっては、多くの大学院生、研究員の皆様のご協力をいただきました。この場を借りて御礼いたします



今回の参加メンバー

「安定同位体実習 / 2005 DIWPA Field Biology Course
 in Lake Biwa - Part II 2005年8月29日～9月2日」

陀安一郎(京大大学生態学研究センター)

生態学研究センターの公募実習、DIWPA フィールド生物学コース、および京都大学理学部の安定同位体実習の合同で、表記の実習が開催されました。今年度は、公募実習枠から4名(北大1名、福井県立大1名、近畿大1名、京大人間環境学1名)、21世紀COEの支援をうけてモンゴルから本実習のために来日した2名の若手研究者、京大理学部から2名の合計8名の受講生を迎えました。本実習では、近年生態学の中で広く用いられるようになった安定同位体を用いた研究を自ら体験してもらうことを目的としました。昨年度に続き「琵琶湖丸ごと陸水生態学実習」と協力することで、水域食物網研究を実際のサンプリングから分析まで体験してもらうオプショ

ンも設定しました。両実習を通して受講した受講生は3名でしたが、現場を体験した受講生と一緒に参加することで、サンプル処理やデータ解析に実感が生まれたことと思います。もう一方のテーマとしては、京都工芸繊維大学の半場先生を講師に迎え、炭素同位体を用いた陸上植物の生理生態学研究を勉強しました。植物の光合成経路から水域の食物連鎖まで広い課題を、しかも大部分を英語で行なったために受講生は大変だったとは思いますが、安定同位体生態学に関する基礎知識を得て議論できる場となったことで当初の目的は達成されたものと思います。ご協力いただいたスタッフの皆さんに感謝します。(以降敬称略)

8月29日

午後、生態学研究センター講義室に集合しました。国際実習ですので、基本的に英語で進行了ました。各自英語で簡単に自己紹介をした後、安定同位体生態学の基礎の講義（陀安）を行いました。講義内容に関しては、適宜日本語で補いました。その後「琵琶湖丸ごと陸水生態学実習」に参加した受講生3名に、フィールド紹介と「琵琶湖の食物網研究」班（A班）として扱うサンプルに関して、自分たちで作ったパワーポイントを用いて英語で説明してもらいました。続いて、「陸上植物の生理生態学」班（B班）が扱うサンプルの説明を行いました（半場）。その後質量分析室に移動し、一連の分析に関してデモンストレーションを行いました。

8月30日～9月1日

受講生はテーマ別に2班に分かれ、乳鉢を使ったサンプルの粉碎、ボールミルを使った粉碎、脂質除去のためのクロロホルム・メタノール抽出、標準試薬とサンプルの分析、得られたデータの整理の仕方、ワーキングスタンダードを用いたデータの補正という一通りの過程を学びました。2班に分かれてはいますが、どちらの組もすべての作業を経験するよう心がけました。午後の時間を使い、「安定同位体自然存在比測定法による食物網構造解析と人為影響評価」（高津）、「植物の生理生態学と同位体比」（半場）、「魚類を中心とした沿岸食物網の動態解析」（奥田）の各講義を行いました。

9月2日

整理されたデータを検討し、グループディスカッションでプレゼンテーションを作成しました。グラフ作りからデータ解析、パワーポイントの作成まで、短時間ではありましたが、受講生間で英語・日本語を交えて議論が展開しました。感想にありますように、もっと時間があればよかったのですが、これは次回への課題です。午後からは両班の発表です。発表内容を分担し、全員が一通り発表することができました。A班は、琵琶湖沖帯のプランクトンや底生動物の食物網構造の解析、琵琶湖沿岸帯の食物網構造の解析、脱脂の効果に関する解析を行いました。B班は、植物の水ストレスの解析、日本におけるC3草本とC4草本の分布解析を行いました。英語での発表ということで緊張しながら始まりましたが、次第に受講生から英語での質問も出るようになりました。最終的にはパワーポイントを用いた発表を立派にこなし、会場からの質問にもしっかり答えていました。

スタッフ（敬称略）

陀安一郎、半場祐子、奥田 昇、高津文人、由水千景、堀 千里

実習生の感想（抜粋：受講生の許可を受け転載）

■今まで食物網解析についてのことを少し知っていただけだったので、実習を通して植物の安定同位体の動態機構等の様々な知識を得られたことが良かったです。また、英語を使っただけのプレゼンは、自分自身本当に英語が苦手なだけで始めはどうしようもなく嫌だと思っていたけど、終わってみたらもっと英語が出来たらと思う気持ちと同時に大変面白かったという気持ちになりました。実習を受ける前は中途半端な知識しかなく、あまり安定同位体分析に興味を持っていなかったのですが、実習を通して安定同位体で様々な研究にアプローチできることが分かり、もっと安定同位体について知りたいと思っています。

■C3植物とC4植物については名前すら聞いたこともなくて戸惑いましたが、半場先生が些細な質問にも快く答えてくれたので、よく理解することができました。水利用効率と炭素同位体比は全く関係なさそうなのに、その2つの間に相関関係があるのは驚きでした。僕はプレゼンで琵琶湖の食物連鎖のほうの脱脂効果について担当したのですが、脂肪を合成するとき同位体分別が起きていると聞いて、なるほどとすごく納得すると同時に、感動すら覚えました。やっぱり学問（科学）って面白いですね。さらに議論しても答えがでないこと（魚で脱脂するとδ¹⁵Nが増加する理由など）もあったし、実験の改善点（樹木の覆い、回収する付着藻類の種類など）も出てきて、これぞまさに研究といった一面もかいま見られて、とても楽しかったし、興味深い実習でした。

■昨年からの安定同位体の事については講義などで便利な道具だと聞いていたのですが、実際にどのようなものかよくわからなかったのが、今回実際にやってみる事でいろいろわかりました。使えるサンプルと使えないサンプル、必要な量についての具体的な感覚がつかめたのは大きな収穫でした。年変動や季節変化がもっと大きいと思っていたため、しっかりした値が出る事に驚きました。どんな試料でもたいてい測れそうで、使い方を工夫すれば本当に面白いことがまだまだたくさんありそうだと思います。

■前に一度同位体の測定をした時に機械の使い方などは人に教えてもらったのですが、前処理の仕方などは論文を読んだだけで、実際に教えてもらったことがなかったので、今回直に細かいことまで教えてもらえてとても勉強になりました。実習を受ける前までは、安定同位体を使って研究することはとても難しく、特別な人にしか研究できないというイメージがあったのですが、今回の実習で、安定同位体の測定がそこまで難しくなく、また現在色々な研究に使われているという事を知り、私でもできるかもと少しだけ思える事ができるまで、イメージが変わりました。

■ 安定同位体という言葉は知っていたが、それをどのように用いるかということは、ほとんど知らなかった。“食物網の解析方法”に安定同位体が用いられていると聞き、新鮮だった。今後参考にしたい。実習の雰囲気は、とても和やかで、特に堅苦しいところもなく、良いと言える。直接安定同位体の解析には関係ないかもしれないが、フィールドでの採取（センター近辺）があったほうが良いのではと思う。プレゼンの準備期間が丸一日ほしい。

■ 始めは講義がすべて英語ということもあり、戸惑う所もあったが、最後まで何とかついていくことができた。実習そのものに関しては、実際の同位体の分析方法に関して丁寧な説明、指導が為されており、畑違いの私でもおおむね理解することができた。また、毎日行われる講義に関しても非常に興味深く、同位体分析の研究の幅の広さを知ることができた。内容としては非常に充実したものであったと思う。安定同位体は考古学の世界では食性分析に主に用いられることから、受ける前までは生物が何を食べていたのかを分析するものという認識しかなかったが、この実習を受けてそれ以外にももっと応用範囲の広い研究であることが理解できた。

■ If all of the students who participated in Stable Isotope Ecology Course 2005 had participated previous course (Field Biology Course), they should learn more: for example, how to collect samples in the field. Also they should be more interested and can find many interesting questions. Before this course, I had just known some concepts about theory and had seen some graphs. Fortunately, I have collected samples, prepared and processed the data by myself with your help. I am very happy to have experienced many steps of stable isotope study.

■ I have learnt so many things and had good experience, for example, to take samples of phytoplankton, zooplankton, benthos and fishes, to prepare sample for stable isotope analysis, to measure stable isotopes ratio, and to treatment stable isotopes data. I feel much difference before and after taking the course. Isotope measurement requires very little sample and it is enough to describe food web.

公募型共同利用事業 研究会の報告

「生物リズムの生態機能に関する研究の諸断面」 大石 正（奈良女子大学共生科学研究センター）

本公募研究会は、9月17～18日に奈良女子大学大学院会議室において開催された。参加者は、講演者を含め20名であった。プログラムにあるように9名の演者による発表があった。バクテリア、植物及び動物の生物リズムの生態機能に関する発表が行われた。概日リズムの生態機能としては、季節適応としての光周性、時間的すみわけ (Allochronic isolation)、繁殖のタイミング合わせと生殖隔離、方向探知、代謝の最適化、捕食回避、採餌戦略、時間感覚等における生態学的、適応的意義が議論された。また、概日リズム以外のリズムとして、概潮汐リズム、概半月周リズム、月周リズムや月光や紫外線によるリズムの同調性とその生態機能についても議論がなされた。

総合討論においては、今後の活動方針について議論がなされ、次回を琉球大学瀬底臨海実験所で行うことを検討することとなった。また、生物リズムの生態機能についての研究者を広く結集し、その成果を本にまとめていくことが議論され、検討していくこととなった。

プログラム

平成 17 年 9 月 17 日 (土)

- 13:30 開会の挨拶 (大石)
- 13:32 研究会の趣旨説明 (清水)
- 13:40 溝口 剛

(筑波大学生命環境科学研究科遺伝子実験センター)

「Natural variation: 概日リズム機構を探る上での隠れた宝庫となりうるか?」

14:20 宮竹貴久 (岡山大学大学院環境学研究科)

「繁殖のタイミングと生殖隔離」

15:00 清水 勇 (京都大学生態学研究センター)

「社会性昆虫ミツバチのリズム生態学」

15:40 休憩

16:00 竹村明洋 (琉球大学熱帯生物圏研究センター)

「サンゴ礁魚類における産卵リズムの多様性とその生態学的意義」

16:40 保 智己 (奈良女子大学大学院人間文化研究科)

「ヤツメウナギと紫外光との関係」

17:20 総合討論

18:00 閉会

18:30 懇親会「カフェ・ルーチェ」

平成 17 年 9 月 18 日 (日)

09:00 新井哲夫 (山口県立大学生生活科学部)

「ヒメギス *Eobiana engelhardti subtropica* の孵化時刻決定と環境周期」

09:40 関野 樹

(総合地球環境学研究所研究推進センター)

「動物プランクトンの日周鉛直移動」

10:20 益田敦子 (奈良女子大学理学部)

「野生哺乳類の活動リズムの年周変化と概日時計」

11:00 総合討論

コメンテーター:

青木撰之 (名古屋大学大学院情報科学研究科)

12:00 閉会

以上

発表要旨

「Natural variation: 概日リズム機構を探る上での隠れた宝庫となりうるか?」

溝口 剛

(筑波大学生命環境科学研究科遺伝子実験センター)

LHY と CCA1 は myb 型転写因子で、植物の概日リズム維持に必須な因子である。植物の栄養成長から生殖成長への変換が「花成」であり、この過程は概日リズムにより制御される。*lhy cca1* 変異が短日条件下で植物のライフサイクルを極端に短縮し、恒明条件下では逆に延長することを明らかにした。概日時計によるライフサイクルの制御機構の理解は、植物の研究領域に止まらず、生物学全般に関わる重要な課題である。我々は上記の変異形質発現の分子メカニズムの理解を目指し、分子遺伝学のアプローチにより研究を行っている。

概日リズム機構に関する研究は、そのメカニズムを知るための生理生化学的な研究が主流であったが、最近では生態学的側面の研究も展開されている。概日リズムを生態学的視点から捉え、世界各地の異なる生態環境に生息する生物の概日リズム制御機構を比較・解析することは、生物の多様性の維持機構を考える上でも重要な課題である。本研究では、モデル植物シロイヌナズナの概日リズム研究に焦点をあて、1) 概日リズムの維持と光周性応答に必須の2つの因子 (LHY と CCA1) の機能解析、2) 概日リズム/光周性花成と Natural variation (自然多型) について、最近の話題を紹介する。なお、本研究は生研センター PROBRAIN によりサポートされている。

「繁殖のタイミングと生殖隔離」

宮竹貴久 (岡山大学大学院環境学研究科)

花の開花、珊瑚の放卵、昆虫の交尾など繁殖を行う時間帯が決まっている生物は多い。繁殖するタイミングが集団間でずれると生殖隔離が生じるだろう。繁殖など行動のタイミングは体内時計の支配を受けると考えられる。しかし体内時計の測時機構と生殖隔離の関係についてはほとんど研究されていない。本講演では繁殖のタイミングと生殖隔離に関する知見を簡単に紹介し、測時機構と生殖隔離研究のモデルケースとして演者が関わっているウリミバエとニカメイガの事例を主に紹介したい。ウリミバエは夕刻にのみ交尾する。発育期間に人為選抜をかけると概日周期長が変化し、その結果、交尾時刻の著しく異なる集団が生じた。これらの集団は互いに交尾できず生殖的に隔離される。mRNA 発現量の経時的計

測から、概日周期の違いと period が関わる測時機構との関連が指摘されている。一方、ニカメイガでは交尾時刻の著しく異なるホストレースが自然界に存在する。

「社会性昆虫ミツバチのリズム生態学」

清水 勇 (京大大学生態学研究センター)

ミツバチの示すリズム現象については歴史的に多くの観察がなされている (D. Moore, 2001 Review)。たとえば採餌バチは花蜜の分泌時間に同期して毎日の採餌リズムを見せる。この現象は砂糖水を用いたトレーニング実験でも再現可能で、一匹のハチで一日数回の時間付けが可能である。これには概日時計が関与していることが様々な実験で示唆されている。巧緻な情報伝達システムと概日的な体内時計の連動が、この社会性昆虫における時間生物学的な興味あるテーマの一つといえるが、これに関してはコロニー間での個体あるいは集団での移動実験によって、活動リズムや呼吸代謝活性のリズムの同期がおこることから、「Social Zeitgeber」の概念が提出されている。生態系でも、ミツバチは興味あるリズム現象を見せる。社会性昆虫の研究で有名なエドワード・ウィルソンは、その著『Diversity of Life』の1章で生物の時間的な分割が、種の多様性の維持に働いていると述べているが、ボルネオ島で同所的に共存する5種のミツバチ (*Apis* 属) の雄の婚姻飛翔の時間帯が、それぞれハッキリと分割されていることが、フランクフルト大学の Koeniger らによって報告されている。

「サンゴ礁魚類における産卵リズムの多様性とその生態学的意義」

竹村明洋 (琉球大学熱帯生物圏研究センター)

熱帯・亜熱帯沿岸海域に広がるサンゴ礁には多種多様の魚が共存しており、それぞれの種は独自の繁殖様式によって種の存続をはかっている。この海域に棲息する多くの魚は、月が地球に及ぼす環境変化を回避や産卵などの同調性発現のために巧みに取り入れ、日周産卵、半月周産卵もしくは月周産卵を繰り返す。月の直接的な影響 (潮汐など) を排除した水槽内でも自然と同じ産卵周期を示す種がいることから、概日リズムに加えて概潮汐、概半月、もしくは概月リズムが機能している可能性もある。サンゴ礁に棲息する魚たちは脊椎動物の概日リズムと月関連リズムの両面を研究するための格好の材料となりうる。今回の発表では、サンゴ礁魚類に見られる日周産卵リズム (ベラ類)、半月周産卵リズム (イシモチ類・スズメダイ類) 及び月周産卵リズム (アイゴ類) の例を紹介し、それぞれの産卵周期が示す意義を生態学的視点から紹介する。

「ヤツメウナギと紫外光との関係」

保 智己 (奈良女子大学大学院人間文化研究科)

哺乳類以外の脊椎動物において松果体は内分泌器官で

あるだけでなく、光受容器官でもあり、体内時計が存在する器官でもある。多くの脊椎動物では器官培養された松果体からのメラトニン分泌が概日リズムを示す。しかしながら、行動リズムに関しては松果体単独で制御している例は少ない。最も原始的な脊椎動物であるヤツメウナギでは、眼球除去では影響が見られないが、松果体除去によって、遊泳行動リズムが完全に消失する。これらのことから、ヤツメウナギでは松果体が遊泳行動リズムに大きく関与していることが示唆される。しかしながら、その制御機構に関しては全く不明である。そこで松果体からの出力が少なくとも遊泳行動に関与していることから、松果体と遊泳行動の関係を調べることにした。松果体からの出力としては液性出力と神経性出力が存在する。さらに、後者には明暗情報を伝達する非感色性応答と波長情報を伝える感色性応答が存在する。感色性応答とは中・長波長光では興奮性応答、紫外光照射では抑制性応答が見られる。最近、我々はこの紫外光受容に関して、外界の紫外光強度を安定して受容するのに適していると考えられる紫外光受容蛋白質の存在を明らかにした。そこで、水中に棲息するヤツメウナギと紫外光との関係に興味を持ち、現在実験を進めている。これまでの結果をもとに、ヤツメウナギと紫外光の関係について考察する。

「ヒメギス *Eobiana engelhardti subtropica* の孵化時刻決定と環境周期」

新井哲夫 (山口県立大学生生活科学部)

昆虫の孵化が一日の決まった時刻に見られ、時刻の決定に光や温度の信号が関与することは、キリギリス科、コオロギ科、ワタアカミムシ、カイコ、キジラミやサクサン等で知られており、多くの場合サーカディアンリズムが関与している (Saunders, 2002)。

ヒメギスの孵化は、自然条件下では夜明け前後に集中し、時刻の決定には L-on や L-off、温度上昇や降下の信号が関与している。それらの信号によって始動する測時機構の存在は明らかであるが、これまでの実験結果からはサーカディアンリズムの関与は認められない。L-on や温度上昇の信号が孵化時刻の決定に関与するほか、孵化行動も直接解発する。このような機能は、より安全に孵化するためには有効であろう。同様の現象は、ミカンコミバエの幼虫のとび出し行動にも見られており、適応的な意味は大きい。環境周期は、ヒメギスの孵化時刻の決定に関与するほか、孵化率 (死亡率) にも影響する。ヒメギスのほか、いろいろな環境条件下におけるキリギリス科やコオロギ科の孵化、他の昆虫の行動時刻に対する環境周期の関与についても論じる。

「動物プランクトンの日周鉛直移動」

関野 樹 (総合地球環境学研究所研究推進センター)
動物プランクトンの日周鉛直移動は、動物プランク

ンが 24 時間周期で上下運動を繰り返す現象で、湖沼・海洋を問わず広く見られる。多くの場合、日中底層に分布していた動物プランクトンが夜間浮上して表層に分布、朝になると再び沈降して底層に分布する行動を繰り返す。その移動の幅は数 m から 100m におよび、動物プランクトンの種類や環境条件によって異なる。

動物プランクトンがこのような行動を行う要因として様々な説が提唱されてきたが、現在は、「捕食者回避説」が広く支持されている。この説によると、動物プランクトンは、日中は明るい表層は避け、魚などの捕食者に発見されにくい暗い底層に分布する。そして、それらの捕食者に見つかりにくくなる夜間、餌となる植物プランクトンの多い表層に浮上し、摂食を行うと説明されている。研究会では、この日周鉛直移動について、餌資源の獲得と捕食者回避の間のトレードオフや、動物プランクトン自身の栄養状態が移動行動に及ぼす影響について報告を行う。

「野生哺乳類の活動リズムの年周変化と概日時計」

益田敦子、山田恭子、松岡美紀、森本智香子、大石 正
(奈良女子大学理学部生物科学科)

小型哺乳類の夜行性げっ歯類における歩行活動は、マウスやラット、ハムスターなどの実験動物において多くなされているが、野生げっ歯類においては、ほとんど研究がなされていない。概日時計の生態機能を明らかにするために、野生のアカネズミ、ハタネズミを捕獲し、準自然条件で活動を測定した。(1) アカネズミは、昼夜への同調性に 3 つのタイプがあることが明らかとなった。タイプ I: 日の出時刻に活動開始が相関する。タイプ II: 日の入り時刻に活動開始が相関する。タイプ III: 中間的なもの。これらのタイプは恒温実験室内においても観察された。概日周期 (τ) は、タイプ I がタイプ II より長い傾向を示した。(2) ハタネズミは、春から秋にかけて、夜行性を示し、活動開始時刻は日の入りと、活動終了時刻は日の出時刻と有意に相関していた。秋から冬にかけては、夜行性から昼夜兼行性へ、さらに昼行性へと移行する個体が現れた。日長と温度の関係が示唆された。また、寒冷地に生息するジャンガリアンハムスター、ハントウアカネズミは冬の短日・低温のもとで、体温が日中 20°C 以下に下がる日内休眠を示す。これらの歩行活動、体温リズムについて解析した結果を報告する。

「概日時計の適応的意義について—シアノバクテリアの場合—」

青木撰之 (名古屋大学大学院情報科学研究科)

シアノバクテリアは概日リズムが観察される生物のなかで最も原始的なものである。シアノバクテリアは分子生物学上の実験生物として優れており、時計機構の解明のうえでも高度に利用されてきている。その一方で、シアノバクテリアの研究により、概日時計の適応的な意味

についても重要な知見が幾つか得られている。まず、窒素固定を行う単細胞性シアノバクテリアにおいては、光合成による酸素発生と窒素固定を触媒する酵素ニトロゲナーゼの活性はそれぞれ概日リズムを示し、互いに逆相の時刻にピークを示す。酸素はニトロゲナーゼを不可逆的に阻害する事が知られる。従ってこの観察は、概日時計が、同時に同空間で起こると効率上都合の悪い複数の代謝反応を時間的に隔離している例のひとつとして解釈できる。より最近、時計の適応上の意義についてより直接的な実験が行われた。シアノバクテリアにおいては、化学的変異誘発により様々な概日周期を持つ細胞株が得られているが、異なる概日周期の細胞株を一緒に培養し競争条件に置くと、環境周期と同じ概日周期を持つ株が

より高い効率で増殖する。これは、概日時計が周期的な環境変化に対する適応機構として実際に機能している事を示している。この研究会では、これらの研究を中心にシアノバクテリアの概日時計の適応的意義に関する研究のレビューを行い、シアノバクテリアを生態学的観点での研究に活用する可能性について考察する。

文献：

Mitsui et al., (1986) Nature 323:720-722

Ouyang et al., (1998) Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 95(15):8660-8664

Woelfle et al., (2004) Curr. Biol. 14(16):1481-1486

『生物学の『つぶあん』と『こしあん』』 徳永幸彦（筑波大学）

日時：2005年09月22日～23日

場所：筑波大学総合研究A棟プレゼンルーム(A107)

参加者：およそ35名

生物学というと最近では、分子生物学をはじめとするマイクロ系の、生物をすりつぶしてなんぼの研究分野を指すことが多い。一方で、環境問題や保全の問題をはじめ、生物そのままを対象とするマクロ系の生物学の重要性が叫ばれている。そして、近年生物多様性に絡む問題の中で、分子系統樹解析や遺伝マーカーによる個体識別など、マクロ生物学へのマイクロ生物学の活用が盛んになって来ている。しかし、最前線の研究者から見るとマクロ生物学とマイクロ生物学の距離は遠く、お互いの顔はほとんど見えていないといつてよいだろう。

本研究集会では、マイクロ生物学とマクロ生物学の研究者が一同に会し、マクロ生物学の行動レベル、生態レベル、群集レベルにまたがる研究紹介に対して、マクロ生物学からのマイクロ生物学へのアイデア(つぶ案)の要望と、マイクロ生物学からのマクロ生物学へのアイデア(こし案)の提示を相互に行い、新たなマイクロ生物学とマクロ生物学の協同プロジェクトの提示を目指して開催された。

この研究会では「お話御拝聴型」ではなく、相互に議論を絡ませるために、次のようなスタイルで発表をお願いした。

- ・一人持ち時間30分に加え、伸縮自在の議論の時間をもつ
 - ・話題提供の持ち時間は30分以内とし、30分よりもずっと短くてもかまわない
 - ・話題提供に使えるスライド枚数を5枚に限定するが、議論用のスライドは何枚用意してもよい
- 話題提供をしていただいたのは以下の方々である。

寺地 徹（京都産業大学工学部）

ダイコンの細胞質雄性不稔と稔性回復遺伝子

澤村 京一（筑波大学生命環境科学研究科）

種分化：進化遺伝学と進化生態学の接点

今藤 夏子（国立環境科学研究所）

昆虫の生殖を操る細菌の動態：宿主の体内と個体群から探る

真野 浩行（筑波大学生命環境科学研究科）

ヨツモンマメゾウムシの競争様式～生態学徒、壁にあたる～



発表の様子

寺地氏は遺伝子導入で新しい植物を創り出す植物育種の最先端を歩いておられる研究者である。工学的な観点から野生植物の不稔現象にアプローチしている自身の研究を紹介された。澤村氏はショウジョウバエを材料にマイクロの立場から種分化について研究されてきた。今回は議論のシードとしてマイクロな視点・発想から生まれた種分化モデルのアイデアを提示された。今藤氏は、マクロとマイクロにまたがる研究をされている数少ない研究者の1人である。ボルバキアの研究の進展と今後解決しなければならない方法論的問題点などを紹介された。最後の真野氏は、マメゾウムシの系統間の行動の変異について発表された。この変異の遺伝的メカニズムを明らかにするためにどのようなアプローチが可能であるか、どのよ

うな問題点があるのか議論された。

議論の中で、マイクロとマクロをつなげていく上での「壁」が浮き彫りになった。その一つは、マクロで浮かび上がった問題点をマイクロ的手法へのアプローチにもってくるまでの距離の長さである。現在マイクロ的手法を駆使したマクロ生物学の研究とよべるものは、マイクロから出てきた問題にマクロ的な意義付けを行ってきたものが多く、方向としては逆なのである。また、話の中で育種（農学、応用化学）と生態学（基礎科学）で同じ現象に対し違う言葉が使われてきたことを紹介され、はからずもそこでも分野間の距離を感じさせられた。

この研究会の目標は、研究会を通じてマイクロマクロ生物学研究者が共同研究を行うきっかけとしようというものであったが、さいわいなことにいくつか研究が始ま

りそうなテーマが見つかってきた。ちなみに、つぶあんのことを小倉あんともいうが、これは一説には小倉百人一首の中の藤原忠平の歌

をぐら山峰のもみぢ葉ころあはば
今ひとたびのみゆきまたなむ

に由来するという。マクロ生物学へのマイクロ生物学の「みゆき」が何時になるのか？あるいは、マイクロ生物学へのマクロ生物学の「みゆき」が何時になるのか？この研究会でおわりではなく、マイクロマクロの間の往き来が活発になるきっかけを少しでも提供できたなら企画者としてうれしく思う。

「CER セルの森の公開と湖南の森生き物フォーラムの報告」

清水 勇（京都大学生態学研究センター）

生態学研究センターでは、大津キャンパス内の最後のフロンティアである林床林縁区を「京都大学生態学研究センター森林区（CERの森）」として設定し、これを実験森林として再生させる事業に取り組んできました。入り口には案内板を設置し、枯れ木、倒木の伐採が行われ林内整備が進んで、擬木階段を設置した内部周回路から種名プレートの付けられた樹木や野草の観察が可能になっています（写真1）。また水棲生物の生態観察を目的としたビオトープ（池）も作られています。この森にはキツネ、タヌキ、テン、ノウサギなどの動物が生息し、野鳥、昆虫や植物などの種類も豊富です。ここでは野草園や野鳥観察設備、ミツバチ養蜂場、アカマツ林を利用したマツタケ栽培園等を設置し、多様な環境に富んだユニークな自然森林区を創出して、植物、昆虫、両生類、鳥の生態観察、菌根共生や生物間相互作用についての研究を行います。



1. CERの森入り口

センターではCERの森開園を記念して8月12日に約50名の市民・学生・研究者の参加の下、「湖南の森生き物フォーラム」を開催しました（写真2）。当日は、フォ

ーラムに先だって開園を記念する植樹式と、森の公開を行い、講演会では湖南でフィールド調査や里山活動などを活発に展開している研究者に、この地域の多様な生き物について、次のような話題を提供してもらいました（<http://www.ecology.kyoto-u.ac.jp/cooperate/forest/index.html>）。

「CERの森」の概要（清水 勇：生態学研究センター）

湖南の多様な里山植物（丑丸敦史：神戸大学）
木を伐って鳥や獣の危機・地球温暖化をやわらげる
（野間直彦：滋賀県立大）

湖南の両生類のゆくえ

（神松幸弘：総合地球環境学研究所）

クモ相からみた湖南の森の生物多様性

（吉田 真：立命館大学）

マツタケ十字軍は行く！

（吉村文彦：国際環境微生物応用研究機構）

「龍谷の森」の紹介（土屋和三：龍谷大学）



2. 市民参加の講演会の様子

「第4回ゴール形成節足動物に関する国際シンポジウム」の参加報告

片山 昇 (京大大学生態学研究センター)

2005年9月5日～8日に「第4回ゴール形成節足動物に関する国際シンポジウム」が京大会館(京都市)で行われた。本シンポジウムは京都大学21世紀COEプログラムのサポートを受けた国際シンポジウムであり、海外からPeter Price博士やHeikki Roininen博士などの著名な研究者が多数参加した。

ゴール(虫瘤)とは、アブラムシやハバチ、ダニなどによって誘導される植物組織のことで、通常は中が空洞となり、その中にゴール形成者が暮らしている。このシンポジウムでは、ゴール形成者の分類学的、生態学的、行動学的、生理学的研究を中心に、発表や議論がなされた。

まず大会事務局長である大串隆之博士が、「本大会が各研究者にとって新しいアイデアや研究成果の意見交換の良い場になるように」との開会挨拶を行い、その後、第一講演者としてPrice博士が、ゴール形成者の空間的・時間的な多様性パターンとゴール形成者の種分化のメカニズムについての講演を行った。この講演でPrice博士は、ゴール形成者と寄主植物の間では共種分化や共進化はみられず、ゴール形成者の寄主転換や種分化は、寄主植物が生態的なスケールで分布が重なった場合に生じうることを報告した。

さらに本大会から、ゴール形成者のみを対象とした研究だけでなく、それを取り巻く生物群集にまで対象を拡大し、活発な議論がなされた。例えば、中村誠宏博士は、ゴール形成者によって誘導される植物の再生長によって他の植食性昆虫に対し正の効果をもたらすことを報告し

た。また上田明良博士は、シカによるbrowsingがササの形態を変化させ、その上でみられるゴール形成者とその寄生者の関係が変化することを報告した。このような植食者もたらす植物の形質変化を介した間接効果は、今後ますます幅広い分野で注目されていくと考えられる。

本大会ではField excursionとして、京都市岩倉でゴール観察会が催された。当初このField excursionは9月7日午後に開催が予定されていたが、台風の影響で9月8日に順延された。幸いにも8日の天候は晴で、ゴール観察会を行うには最も適した気候だった。岩倉にはスギやヒノキなどの植林地と暖地性広葉樹を主とした二次林が混在し、林道の脇に数種の草本が繁茂していた。これらの植物には多くの種類のゴールが観察された(図1)。Field excursionには30名ほどが参加し、この林道を二時間ほどかけて散策した。誰かが新しくゴールを発見するたびに歓声が聞こえ、写真撮影を行っていた。著名な研究者の方々もこのときばかりは童心に返り、Field excursionを楽しんでいたと思う。

参加者の多くから、「非常に良いシンポジウムであった」との感想を頂いた本シンポジウムは、大会主催者である湯川淳一博士の挨拶で9月8日に閉会した。このシンポジウムで発表された内容は、「Ecology and Evolution of Galling Arthropods and Their Associates」というタイトルで、来年の3月にSpringer-Verlag Tokyo社から出版される予定である。



図1 ヌルデシロアブラムシ *Schlechtendalia chinensis* がヌルデ *Rhus javanica* に形成したゴール(ヌルデミミフシ)。このゴールの中には多くのアブラムシが見られた。

生態研セミナー／生態研セミナースペシャル参加レポート

開催場所：京大大学生態学研究センター第二講義室

日時：2005年6月17日（金）（第169回）

14:00～17:00

"Genetic architecture of polyphagy in a soil-dwelling predatory mite"

Maurice Sabelis (Professor, Section Population Biology, Institute for Biodiversity And Ecosystem Dynamics, University of Amsterdam, the Netherlands
京大大学生態学研究センター客員教授)

"Fine root dynamics in a cool-temperate deciduous forest using a minirhizotron method"

里村多香美 (京大大学生態学研究センター)

前期博士課程2年 米谷衣代

今回のセミナーは、生態学研究センター客員教授（アムステルダム大学教授）としてセンターに滞在されていたモーリス・サベリス教授と京大大学生態学研究センターでPDをされている里村多香美さんに講演していただきました。

モーリス・サベリス教授は「土壌に生息する捕食性ダニの雑食性に関する遺伝的な構造」という題名で捕食性ダニ (*Hypoaspis aculeifer*) の局所的な個体群に起きる遺伝変異を実験により証明する研究について講演されました。

節足動物の捕食者は多様なタイプの被食者を摂食しています。捕食者の個体群には極端にいうと、複数のスペシャリストからなる個体群と、ジェネラリストからなる個体群があります。その考えから、個体群内に多型が進化するかは、①ジェネラリストにとってさまざまな被食者へ順応するためのコスト、②多様な被食者の供給量変動の大小、③個体群内における交配がどの程度ランダムかのような様々な要因に依存しているだろうと考えられています。

モーリス・サベリス教授は具体的には視覚がほぼ使えない *Rhizoglyphus robini* と *Tyrophagus putrescentiae* 2種を被食者として用い、捕食性ダニ *H. aculeifer* を4世代に渡り選抜し、それぞれの被食者に対し選好性をもつ系統をつくられました。二つの系統を両方の方向に交雑するとハイブリッドのメスは中間の選好性を示し、さらに、F1 x parent の戻し交配で生まれたメスにみられた選好性は優性ではなく単一遺伝子による遺伝形質であると仮定するとうまく説明できることを明らかとしました。また、彼らはその遺伝的多型はヘテロ超優性が異類交配によって維持されることも明らかにしたとのことでした。

質疑応答の時間には、先生やPDの方々を中心に質問が出されました。多くのコメントや質問が出され、白熱した議論がなされていました。残念ながら学生からの質

問はありませんでしたが、多くの学生にとってセンターでは研究されていない分野の話聞く良い機会になったと思います。モーリス・サベリス教授は最後に「今後研究していく課題を今回の議論の中から見つけられたので、発表してよかった。」と述べておられました。質の高い発表と議論が繰り広げられた良いセミナーだったと思います。

前期博士課程1年 潮 雅之

今回の生態研セミナーの後半では、生態学研究センターの里村多香美さんが発表されました。題目は「冷温帯落葉広葉樹林の細根動態－ミニライゾトロンを用いた研究－」で、日本の高山（岐阜県）で行った細根動態の研究について話していただきました。

細根とは直径1.0 mm以下の非常に小さな根のことで、森林生態系の炭素動態に大きな影響を与えていると考えられるものです。しかし、その小ささや地下に存在しているという点から、観測が困難であり、特にアジア地域での研究例はほとんどありませんでした。今回の発表された研究では、ミニライゾトロンというスティックの先端にカメラがついた機器を用いて、土壌中の細根を破壊を起こすことなく観測し、その生成－枯死サイクル、細根の生長の解析を行っていました。その結果、森林生態系において細根生産による炭素消費が植物の地下部生産の50%近くを占めていることや、細根の動態が低木層植物の影響を受けていることなどが示されていました。しかしながら、森林生態系における細根の役割を理解するためには、さらに長期の観測が必要になってくるだろう、ということでした。

地下部という通常では見ることのできない場所での、細根という非常に小さなスケールのものが、森林生態系という大きなスケールのものに影響を与えているということが、とても興味深かったです。また、細根のような人間の感覚だけではとらえられない対象を、機器の力を借りて観測する際には、その結果表示されたものが一体どういう処理過程を経て、表示されたものであるかということをしっかり理解していなければならないということを感じました。

今回の生態研セミナーは発表が英語で行われました。聞いていてまだまだ理解度が低く、当然質問することもできませんでした。しかし、これからの生態研セミナーでも多くの英語の発表が行われるはずですので、異なった分野の方の発表でも眠らずに聞いて、理解度を上げて、できれば質問できるようになりたいと思います。今回行われた懇親会には参加できませんでしたが、積極的に参加することは重要ですので、次回はぜひ参加したいと思います。

日 時：2005年7月4日（月）（スペシャル）
15：00～17：00

"Evolutionary dynamics of altruism and cheating among social amoebas"
Ake Brannstrom (Postdoctoral Research Fellow, Nara Women's University)

日 時：2005年7月8日（金）（第170回）
14：00～17：00

"Climate and mineral controls on soil organic matter storage in tropical forest ecosystems"
和穎朗太（京大大学生態学研究センター COE 研究員）

"Climate and ecosystem functioning - does microbial diversity matter?"
Teresa C. Balsler (Assistant Professor, Dept. of Soil Science, University of Wisconsin-Madison / Visiting Researcher, 京大大学生態学研究センター客員研究員)

前期博士課程1年 潮 雅之

今回のセミナーの発表者は生態学研究センターの和穎さん、Teri さんでした。それぞれ、熱帯土壌に関する研究者ということで、和穎さんが土壌有機物と鉱物の関係について、Teri が気候と土壌微生物群集の構造について発表してくださいました。

和穎さんの発表では、マレーシアのキナバル山での異なる3つの標高で土壌を調査した結果が示されました。土壌を密度によって3つの画分に分け、サイトごと、画分ごとに土壌有機物がどのように変化していくか、また、土壌有機物と鉱物がどのように結びついているかといった話を聞くことができました。今まで、土壌有機物と鉱物はただ単に結合しているだけだと思っていた程度だったので、非常に新鮮な話でした。

Teri さんの行った実験は、アメリカのシエラネバダ付近の針葉樹林と草地の土壌をそっくり入れ替えて、2年間の後、土壌中の微生物群集にどのような変化が起こるかをみたものでした。BIOLOG という微生物の基質利用活性をみる実験では入れ替え実験の後、入れ替えた土壌は周りの環境に影響されてか、周りの土壌と同じような活性を持つに至っていました。しかし、PLFA という微生物群集の構造（特徴）をみる実験の結果は、2年間の入れ替え実験の後でも微生物群集の構造はほとんど変化していなかった、というものでした。これは微生物群集が気候などの環境要因だけに影響されているのではないということを示しています。微生物群集が一体どのように変化し、いつ、どうやって環境に影響を与えているのか、という疑問に対する一つのヒントになっていると思いました。

土壌というのは植物の土台となっていて、土壌を研究することは森林や草地などの植生を理解することだと思います。植物を理解することは、地球温暖化問題が深刻になっている現代社会では非常に重要なことである

し、学問的にも非常に興味深いことだと思います。

生態研セミナーは通常2人の発表者がいて、2つの題目について話がされます。普段の自分の研究とは異なった内容が聞ける機会が多くあるのは非常に刺激になることだと思います。しかし、内容が複雑になるとまだまだ理解できない部分が多く、修行が足りないということを実感せざるを得ませんが、積極的に参加していきたいです。

日 時：2005年7月26日（火）（スペシャル）
10：00～15：00

"On the 'inflationary' impact of temporal variation in sink environments"
Robert Holt (University of Florida)

"How does willow compensatory regrowth affect leaf beetle density and arthropod community structure?"
Shunsuke Utsumi (CER, Kyoto University)

"Adaptive breeding migration stabilizes population dynamics"
Takefumi Nakazawa (CER, Kyoto University)

"The ant-mediated indirect interactions between plants with extrafloral nectaries and ant-tended aphids"
Noboru Katayama (CER, Kyoto University)

"Intraguild predation reduces bacterial species richness and loosens the viral loop in aquatic systems: 'kill the killer of the winner' hypothesis"
Takeshi Miki (CER, Kyoto University)

"Is growth of a intraguild predator limited by prey nitrogen?"
Hideki Kagata (CER, Kyoto University)

日 時：2005年9月9日（金）（第171回）
14：00～17：00

「ドロバチとヤドリコナダニの共生関係の進化－腐食者から寄生者へ」
岡部貴美子（森林総合研究所）

「単独性ハナバチ、キオビツヤハナバチ (*Ceratina flavipes*) の生活史と交尾行動」
城所 碧（京大大学生態学研究センター）

『セミナーから自分の研究へのトップダウン効果』

前期博士課程1年 犬塚直寛

9月9日に、第171回生態研セミナーが行われました。講演者は、森林総合研究所昆虫生態研究室長の岡部貴美子博士と、生態学研究センターの城所碧博士で、共に「ハチ」に関する講演をしていただきました。

岡部博士はハチとダニの共生関係のお話で、それまで自分はダニに関してあまりよく知らなかったのですが、ダニの分類や生態から生活環、昆虫との共生関係まで詳しく説明されたので、とても分かりやすいお話でした。

昆虫との相互作用を進化させるに伴って、ダニは腐食者から寄生者へとその特性を変化させ、一方、ハチはダニによって形態を変化させるということでした。中でも、最後に話された「アカリナリウム」の進化についてはとても興味深いものでした。アカリナリウム (acarinarium: ダニ室) とは、ハチの体表面に作られた顕著なくぼみ又は空洞のことで、寄生するダニがその中に入るような構造のものです。岡部博士自身も、なぜアカリナリウムが発達したのか不明とのことでしたので、講演後にはセミナー参加者がそれぞれ仮説を考えて活発に議論をしていました。私も研究材料として昆虫を使っていますが、昆虫がダニと密接な共生関係を進化させたというお話を聞いて、昆虫の生活史や個体群動態などを調べる上でもダニの存在が重要であるかもしれないと気づかされ、非常に有意義なお話でした。

城所博士はハチの生活史についてのお話でした。博士は、一般的にオスの寿命が短いハナバチ類の中で、キオビツヤハナバチのオスの寿命が長いことに注目し、その交尾期間の長さを特定しました。そして、その交尾期間の長さがハチにとってどのような生態的意義があるのかを、交尾相手との近交係数を調査することによって明らかにされました。この研究は、キオビツヤハナバチのオスが長寿命であるという、よく観察していなければ分からないような1つの手がかりから、その生活史や生態的意義を解明しており、興味深いものでした。私も研究で野外調査を行っていますが、決められたデータを取るだけでなく、詳しく観察をすることで気づくような現象が、研究を発展させる可能性があることに気づかされました。

私はまだ修士課程1年であるため、研究に関しては独りよがりにはならず先輩や先生方に研究についてのアドバイスを積極的にもらうようにしたり、他の研究者の研究を理解し、幅広い知識を身につけることが自分にとって最も必要なことだと思っています。その点に関して、生態研セミナーで様々な研究者の発表を聞くことは、今回のような私と同じ昆虫を題材とした研究だけではなく、別の分野の研究の発表も含めて非常に良い体験になると思います。今後もセミナーには積極的に参加していきたいと思っています。

日 時：2005年9月14日(水) (スペシャル)

15:30 ~ 17:30

"Evolution of host association and wing patterns in the endemic Hawaiian tephritid flies"

Jonathan M. Brown (Biology Department, Grinnell College, USA)

"The guilds of sawfly galls on eurasian willow (*Salix* spp.) species"

Heikki Roininen (Department of Biology, University of Joensuu, Finland)

前期博士課程1年 犬塚直寛

9月14日にアメリカのGrinnell大学よりJonathan M. Brown博士と、フィンランドのJoensuu大学よりHeikki Roininen博士を講演者として招き、生態研セミナースペシャルが開催された。会場の第二講義室には20名弱の来聴者があった。

Brown博士は、ハワイ諸島でのミバエの適応放散についての研究を講演された。ハワイ諸島は種分化を調査するには好都合な場所である。それは、ハワイ諸島が大陸からとても離れた場所にあり、大陸の生物の侵入から隔離されていること、そして、多様な環境があることで、ある系統の生物が様々に適応放散することを促進しているからである。Brown博士はミバエの適応放散を促した進化の過程を明らかにするために、その種の寄主との関係や地理的分布を調査し、ミトコンドリアDNA配列や翅の着色のパターンを解析してミバエと寄主植物の系統的な関係を調べた。その結果、ハワイ諸島に広く分布したミバエは個体群どうしが遺伝的に隔たりがあることが示された。Brown博士は講演の際には英語が理解しやすいように、ゆっくりと話してくださり、とても分かり易い内容であった。

Roininen博士はユーラシア大陸におけるヤナギ上のゴール(虫えい)についての研究を紹介された。ヤナギ類はユーラシア大陸に136種あり、遺伝的にも多様性が高い。ヤナギにつくゴールにも茎、芽、葉など様々な部位に多様な形態のものがある。Roininen博士はゴールの種数とヤナギの種との関係を調査し、キーストーン種のヤナギの方がレア種よりもゴールの種数が多く、ヤナギとゴールの関係は系統的な要素だけでなく生態的な要素も重要であることを指摘されていた。各博士の講演の後にはセミナー参加者より積極的な質問があり、研究手法や仮説について活発に議論が行われた。

セミナー終了後には、瀬田駅近くの居酒屋にて懇親会が催された。懇親会での話題は、研究についてやメニューとして出された日本食の話、日本の野球の話など様々であった。特にRoininen博士は日本食のわさびに興味をもたれたらしく、わさびの作り方などを質問されていた。

今回のセミナーに参加した院生や若手研究者は有意義な時間を過ごすことができ、自分たちの研究に対しても良い刺激になったと思われる。特に、今回のように外国の方を招いての講演は、研究内容について学ぶだけでなく、講演者との議論を通じて英語力を養うことにもつながる。また、国際学会に参加するなどしないと交流する機会のない、世界の研究者と交流をもつこともできる。私は今後も生態研セミナースペシャルへの参加を通じて、自分の研究を充実させていきたいと思う。

日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 A
 「食物連鎖理論の新展開：生物多様性を促進するフィードバック・ループ」

研究代表者 大串隆之（教授）

期間：平成 15 年度—平成 17 年度

本プロジェクトの目的

食物連鎖は生態学の基本概念である。陸上生態系の食物連鎖は、(1) 捕食者と植食者の食う食われる関係（捕食）と (2) 植食者と植物の食う食われる関係（植食）からなり立っている。これまで生態学は主に捕食に焦点をあて、栄養段階間の相互作用の理論を築いてきた。ところが、同じ食う食われる関係であっても、植食は捕食とは全く異なる。植物は植食者に食べられても死ぬことはないが、誘導防御や補償作用により質や形態が変化する。言い換えれば、「植物が食べられるということは、死ぬことではなく、変化することである。」一方、捕食者に食べられると死亡する植食者には、このような形質の変化は生じない。この植物の形質の変化による間接効果が、植食者間に新たな相互作用を生み出す基盤であり、陸上生態系で最も普遍的な植食の意義なのである。これは、陸上生態系の食物連鎖には、植物からのフィードバック・ループが存在することを強く示唆する。つまり、フィードバック・ループとは、「植食者によって誘導される植物からの食物連鎖を通じたボトムアップ効果」である。従来の考え方では捕食と植食の違いを明らかにできず、フィードバック・ループと上位の栄養段階に対するその効果を見過してきた。植物と昆虫の関係においては、フィードバック・ループは、(1) 植食性昆虫間に植物の形質の変化を介した間接相互作用を生み出し、(2) 昆虫にとっての食物および棲み場所資源である植物の異質性を増加させることにより、相互作用の多様性を促進し、生物群集の種多様性に重大な影響を与えている。これを「フィードバック・ループ仮説」として提唱する。

本プロジェクトの目的は、陸上生態系においてフィードバック・ループ仮説を検証することである。特に、(1) 植食性昆虫の作用による植物形質の変化、(2) 形質の変化が他の昆虫の生存と繁殖、さらに天敵の作用に与える影響、(3) それによる昆虫群集（特に種と相互作用の多様性）の変化、を野外観察と操作実験および室内実験を組み合わせることで明らかにする。得られた結果を総合してフィードバック・ループを組み込んだ新しいタイプの群集動態の数理モデルを作成する。このモデルの予測に対応した野外での検証を行う。以上のプロセスにより、フィードバック・ループを組み込んだ陸上生態系の食物連鎖構造の新理論を構築する。

研究経過と成果

植物—植食性昆虫—捕食者からなる多栄養段階のシス

テムを対象にして、フィードバック・ループの生成メカニズムとしての植物—植食者相互作用の重要性を実証し、その高次栄養段階に与える影響とメカニズムの生態学的・化学的・分子生物学的基盤を明らかにした。さらに、植食者の被食に対する植物の防衛戦略とその結果生じる間接効果についての理論も発展させた。これらを統合して、「間接相互作用網」の概念化を進めた。

本プロジェクトの成果は、すでに 41 編の論文として国際誌に公表されている (Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematic 1 編, Ecology 1 編, Journal of Animal Ecology 2 編, American Naturalist 2 編, Oecologia 3 編, Oikos 1 編, Functional Ecology 1 編, Journal of Theoretical Biology 3 編, Journal of Chemical Ecology 3 編, Ecological Entomology 4 編, Genetics 1 編, Annals of Entomological Society of America 1 編, Biochemical Systematics and Ecology 1 編, Population Ecology 1 編, Journal of Insect Behavior 2 編, Ecological Research 4 編, Entomological Science 1 編, Applied Entomology and Zoology 6 編, Plant Cell and Physiology 1 編, Plant Physiology 1 編, Planta 1 編)。さらに、「間接相互作用網」についての先駆的な単行本の編集を行った (Ohgushi, T., Craig, T. & Price, P.W. 2006. Indirect Interaction Webs, Cambridge Univ. Press)。これに加えて、現在 10–15 編の原著論文を作成中である。このように、本プロジェクトは陸域生態系の栄養段階を通じたフィードバック・ループの実態解明に大きな貢献を成し遂げた。

主たる研究成果

- Ohgushi, T., Craig, T. P. & Price, P. W. (In press) Ecological Communities : Plant Mediation in Indirect Interaction Webs, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Nakamura, M., Kagata, H. & Ohgushi, T. (In press) Trunk cutting initiates bottom-up cascades in a tri-trophic system: sprouting increases biodiversity of herbivorous and predaceous arthropods on willows. Oikos.
- Kagata, H. & Ohgushi, T. (In press) Nitrogen homeostasis in a willow leaf beetle, *Plagiodera versicolora*, independence of host plant quality. Entomologia Experimentalis et Applicata.
- Choh, Y., Kugimiya, S. & Takabayashi, J. (In press) Induced production of extrafloral nectar in intact lima bean plants in response to volatiles from spider mite-infested conspecific plants as a possible indirect defense against

spider mites. *Oecologia*.

Shiojiri, K. & Takabayashi, J. (In press) Effects of oil secreted by *Pieris* caterpillars against generalist and specialist carnivores. *Ecological Research*.

Ohgushi, T. (2005) Indirect interaction webs: herbivore-induced effects through trait change in plants. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 36, 81-105.

Nakamura, M., Utumi, S. Miki, T. & Ohgushi, T. (2005) Flood initiates bottom-up cascades in a tri-trophic system: host plant regrowth increases densities of a leaf beetle and its predators. *Journal of Animal Ecology*, 74, 683-691.

Kagata, H., Nakamura, M. & Ohgushi, T. (2005) Bottom-up cascade in a tri-trophic system: different impacts of host-plant regeneration on performance of a willow leaf beetle and its natural enemy. *Ecological Entomology*, 30, 58-62.

Yamauchi, A. & Yamamura, N. (2005) Effects of defense evolution and optimal diet choice on population dynamics in a one-predator-two-prey system. *Ecology*, 86, 2513-2524.

Yamauchi, A. & Yamamura, N. (2004) Herbivory promotes plant production and reproduction in nutrient-poor conditions: effects of plant adaptive phenology. *The American Naturalist*, 163,138-153.

Nakamura, M. & Ohgushi, T. (2003) Positive and negative effects of leaf shelters on herbivorous insects: linking multiple herbivore species on a willow. *Oecologia*, 136, 445-449.

Nakamura, M., Miyamoto, Y. & Ohgushi, T. (2003) Gall initiation enhances the availability of food resources for herbivorous insects. *Functional Ecology*, 17, 851-857.



センター員の異動

・2005年度外国人研究員の Teresa C. Balsler 氏（客員研究員）は7月31日で任期を終え、帰国されました。

2004年度・2005年度京大生態学研究センター協力研究員（Guest Scientist）追加リスト

（任期は2006年3月31日まで、五十音順）

氏 名 所 属

研 究 課 題

石井伸昌 放射線医学総合研究所

放射性元素テクネチウム-99の環境挙動に関する研究

中山三照 大阪市立大学大学院創造都市研究科
修士課程（社会人院生）

地域生態学の視点から考察するコミュニティ形成と持続的な民間地域システム構築に関する研究

母は子を選ぶのか？

酒井章子（助教授）

今年の夏、一度挫折したことのある遺伝解析に再挑戦をすることを決めた。

この発端は広島大学の井鷲さんらが花粉1つから遺伝子を抽出しマイクロサテライトの遺伝子型を決定する方法を開発したと聞いたことだった。近年植物で親木や種、幼植物の遺伝型から親子関係を推定し、植物の遺伝子が花粉や種子としてどのくらいの広がりをもって動き回っているのか、また、その動きはどのような要因に左右されているのか、という研究がさかんに行われている。人でも血液型や髪の色といった「マーカー」で親子である可能性を推測できるが、マイクロサテライトとは、親子判定をするには血液型などよりもずっと切れ味のいいマーカーである。このマーカーを使えば、母樹についての種の父親がどの木なのか、推測することができる。それはすなわち、どの木の花粉がここまで運ばれてきたのか、ということである。種子の遺伝子型を決定すれば種子の父親が、幼植物の遺伝子型を決定すれば種子の父親と母親が（父母の区別はまた問題なのだが）決定できることになる。

わたしが興味をもっていたのは、雌しべまで運ばれたのに種子を作る（父親となる）ことのできなかった花粉と種子を作ることができた花粉の組成は違うのか、同じなのか、ということである。たとえば、成熟した種子の中で発芽し成長できるものは、できなかったものにくらべ遺伝的に異なっていることがある。近親個体の交配によってできた種子は遺伝的に弱い（近交弱勢）、という理由によることが多い。同じように、運ばれてきたたくさん花粉の中で種子を实らせることができたのは、何か遺伝的な特性をもっているのではないかとわたしは考えてきた。特に、母親が子供を選ぶ、子供の遺伝的性質をコントロールする、ということがあるのではないかと考えている。この疑問は10年まえから抱えていたのだが、それを明らかにするためには発生初期の種子から遺伝子を抽出しなくてはならず、技術的に困難であった。

この問題を解決したのが井鷲さんである。井鷲さんは発生初期の種子といわず、なんと花粉1粒の遺伝子型を決定する方法を開発したのだ。花に訪れる昆虫の体の上の花粉をとってこの方法で分析すれば、雌しべに運ばれる花粉の遺伝的な内容を調べることができる。種子の父親と花粉の父親を比べてやれば、母親の上で何らかの遺伝的選抜が起きているのか推定することができる。遺伝子のつまったカプセルである花粉がどのように運ばれ種子となり、次世代の植物個体群となるのか、結実した種子という結果しかみることのできなかった送粉生態学に

おいて、花粉の移動というプロセスを見ることを可能にした大きなブレイクスルーといえる。

ただし、この方法をすぐに実際の植物に適用するには問題がある。多くの植物は両生花といって雌しべと雄しべが同じ花の中にある。花粉を木から木へ運ぶ昆虫も同じ木の中を動き回ることの方が別の木へ移動することよりもずっと多い。したがって、昆虫の体についている花粉を分析しても、そのうちの多くは昆虫を採集した木の花粉であることになる。このとき優れた研究材料となるのが、雌雄異株といって雌と雄が別の個体に分かれている植物や、雄期と雌期が時間的に分かれている植物である。ハリギリは後者で、1本の木で雄の時期と雌の時期がある。雌ステージの花で昆虫を採集すれば、体の上についているのは、ほかの木の花粉ばかりである。この特殊な開花様式については生態学研究センターの卒業生である藤森直美さんが詳細に調査をした。ハリギリは花が開いたときには花粉を出す雄のステージである。このときには雌しべは成熟していないので、花粉を受け取ることができない。雄ステージが数日続いたあと、雄しべと花弁は花から脱落してしまう。残ったのは丸い円盤の上の1本の雌しべだけ。雌しべは雄期がおわって2日たつと成熟して先端が2つにわれる。花弁もないので雌期の花はもう咲き終わった花だと思ってしまうほど飾り気がない。1本のハリギリの木は雄ステージー休みー雌ステージー休みーのサイクルを2回繰り返す。

今年の調査でさらにおもしろいことがわかった。雄ステージの花と雌ステージの花で1日の蜜を分泌する時間が違うのである。雄ステージにある木は早朝に咲き始め訪花昆虫を集め、8時から10時ごろにそのピークに達する。一方、雌ステージにある木は昼11時か12時頃突然蜜を分泌し始める。この蜜分泌のパターンに素直に従うと、始め雄花にいていた昆虫が、昼雌の花に移動するから、雄ステージの花から雌ステージの花に花粉を移動させるのに非常に都合のよいスケジュールで蜜を分泌しているといえる。

今年の8月は、このハリギリにくる訪花昆虫をできるだけたくさん集めることを目標としてフィールドに張り付いていた。花がいつ咲くか正確に予測するのは難しいから、毎日出かけては、今日は咲いているか、どの木が咲いているか、毎日見回らなくてはならない。最初は花がさく時間もわからなかったから、朝5時から木に登って待機していた。雌ステージも数日で終わってしまうし、雨が降ると昆虫はまったく採集できなくなってしまうので、チャンスを無駄にすることはできない。花の状態を

木の下から見るとは難しく、高さ 30 メートルにも達する木にザイルをかけて登攀し、咲いていないことを確かめて終わりということも多かった。

今年の、ほぼ 1 ヶ月の調査の間に、3 日間の絶好の訪花昆虫採集のチャンスがあり、なんとか 3 本の木から分析に耐える数のサンプル(訪花昆虫)を採集することができた。冬から来年にかけて分析を開始する予定である。じつは私は修士の院生であったころ、DNA の解析に挑戦したことがあった。たぶん注意を欠く大ざっぱな実験の手際であったため、きれいな結果がでず、結局共同研究者に丸投げをすることになった。どうも目に見えないものを相手に神経を使う実験室仕事は性に合わない、とそれっきりになっていた。ハリギリは 2 ~ 数年に一度しか花をつけない。今年咲いたことを考えると来年はほとんど花がつかないから野外での調査はできないので、分析に集中するしかない。今回はなんとか分析法をマスターし、データを得るところまでこぎつけなければ、と思っている。



図 1. ハリギリの花を訪れたトマルハナバチ。羽が花粉をかぶって白くなっているのがわかる。

水域における従属栄養性細菌群集の生態

横川太一 (COE 研究員)

従属栄養性細菌とは、私たちがテレビや新聞の記事でよく目にする乳酸菌や大腸菌などを含んだ細菌の総称で、有機物を基質として取り込み無機化する原核生物です。細胞サイズは 0.2-2.0 μ m、細胞分裂を繰り返し増殖します。この細菌群集は青く透き通ったさんご礁の広がる海にも、光の届かない水深 5000m を超える海の底にも、私たちの身近にある湖、川やため池などあらゆる水域に遍在しています。海、川、湖どこでもコップ一杯の水 (200mL) の中に約 1 億個体も存在しています。しかし、細菌が沢山いるからといって海や川が汚れているわけではありません。細菌は水域生態系において欠かせない生物なのです。水域生態系には大きく分けると 2 つのシステムが存在します。ひとつは植物プランクトンから高次栄養段階へとつながる生食食物連鎖であり、もう一つは有機物と細菌群集の相互作用を基盤とした連鎖の微生物食物網です (図 1)。この微生物食物網において、従属栄養性細菌は溶存態有機物を利用できる唯一の生物群であり、有機物の分解者として水域生態系を支えています。

私は、どこにでも沢山いるけれど肉眼では見ることのできないこの小さな生き物に魅せられて研究の世界へ足を踏み入れました。昨年 11 月に理学研究科 (生態学研究センター) で学位を取得し、今年 4 月からは COE 非常勤研究員として当センターで研究活動を行っています。ここでは私が研究対象としている水域の従属栄養性細菌群集に関する研究の背景と私の研究について紹介します。

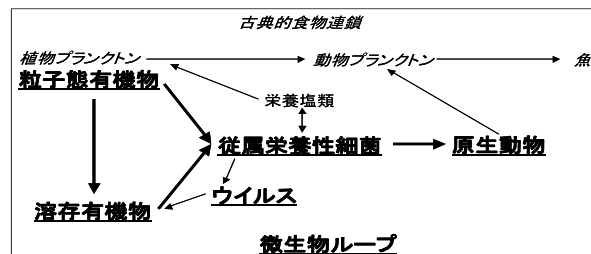


図 1: 水域における微生物食物網と古典的食物連鎖

研究背景

従属栄養性細菌群集は水域生態系における主要な有機物分解者として重要な役割を果たしているが、群集の中身 (分類群組成) については不明な点が多く残されています。1990 年以降、分子生物学的手法の導入によって、水域の従属栄養性細菌群集の解析は驚くべき速さで進歩を遂げ、その多様性が明らかになってきました。たとえば Venter らはメタコミュニティ解析の結果、サルガッソ海表層の 1 回の調査で 1800 種を超える細菌種の存在を確認しています。また綱や目に相当する上位分類群 (クラスター) に注目して従属栄養性細菌群集の組成を調べると、記載されている全 18 クラスターのうち、水域に頻繁に出現するのはわずか 2 クラスター、すなわち、プロテオバクテリアとサイトファーガ・フラボバクテリウム (CF) のみであり、しかも、それぞれの出現パターンには規則性があるらしいという事実も明らかになってきています。たとえば、貧栄養環境ではプロテオバクテリアが優占し、湧昇域や有機粒子表面のような富栄養環境

ではCFが多数みられるといった研究報告もされています。またクラスターによって基質として利用できる有機物の質が異なることも分かってきました。さらに、海洋においては、プロテオバクテリアのうち、 α サブクラスター(α プロテオバクテリア)に属するものが常に優占するが、陸水では、 β サブクラスター(β プロテオバクテリア)に属する細菌が常に優占するという、顕著な広域分布パターンも見いだされています。実際、河川水が海洋に流入する汽水域では、上流(淡水域)から下流(海水域)にむけて、 β プロテオバクテリアが優占する群集から α プロテオバクテリアが優占する群集へと連続的な遷移が明瞭に起こるといふ事例も報告されています(図2)。しかし、これまでの研究の多くは、「出現細菌のリスト」を作る段階にとどまっています。つまり、なぜそのような従属栄養性細菌群集組成が形成されるかについては説明されていません。細菌群集構造の決定機構、すなわち、分類群毎の活性とその変動要因を明らかにしていくことは「分類群」-「機能群」のつながりを探る上で欠かすことのできない情報です。つまり、これまで巨視的に捉えてきた細菌群集の性質を個別の分類群あるいはさらに個々の細菌と対応させることは、細菌群集の機能の理解に必要であると考えています。そこで私は、異なる生態学的特性を持つ上位分類群に着目し、2つの仮説を立て細菌群集組成の決定機構に関する検証を行いました。(仮説)ある環境において細菌グループAが細菌グループBよりも定常的に優占している場合の可能性として1)AはBよりも早く増殖している(ボトムアップ仮説)。2)Aの死滅率がBのそれよりも低い(トップダウン仮説)。

汽水域における系統分類群の増殖速度・ボトムアップ仮説の検証

上流から河口への群集組成の遷移が明らかにされているアメリカ・デラウェア湾において(図2)、ボトムアップ仮説の検証を行った。上流および河口域の主要クラスター(α プロテオバクテリア、 β プロテオバクテリア、 γ プロテオバクテリア、CF)の増殖速度を6、8、12月に測定した。その結果、クラスターごとの増殖速度は地点と季節によって大きく変動することが明らかになった。個々の分類群が示す増殖速度の変動幅は細菌群集全体が示すそれよりも大きかった。つまり、細菌群集内には様々な活性状態の系統分類群が存在することを明らかにした。 α プロテオバクテリアおよび γ プロテオバクテリアは河口部および上流部において高い増殖速度を示していた。一方、 β プロテオバクテリアは上流部においてのみ高い増殖速度を示した。この増殖速度の結果は上流部における β プロテオバクテリアの優占を説明できると思われる。しかし、ボトムアップ的な要因のみでは、細菌群集構造の変動を説明することが出来なかった。各クラスターの増殖速度および生産速度の関係から、河口部

における細菌群集組成は、基質供給などのボトムアップ的な要因よりも、捕食やウイルスによる感染などの死亡要因であるトップダウン的な要因に強く影響を受けていることが推察された。一方、上流部における細菌群集組成は増殖速度で説明できるようなボトムアップ的な要因に強く支配されていることが示唆された。以上の結果は、環境によって細菌系統分類群集組成を決定する要因が異なることを意味している(Yokokawa et al. 2004)。

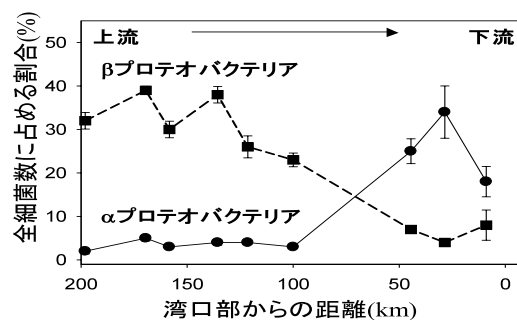


図2: アメリカデラウェア湾における α プロテオバクテリアおよび β プロテオバクテリアの全細菌数に占める割合(Cottrell and Kirchman 2003)。

沿岸海洋域における細菌主要系統分類群の増殖と捕食による死亡・ボトムアップ仮説およびトップダウン仮説の同時検証

主要クラスターの生物量および増殖速度と、クロロフィルa濃度(基礎生産量の指標)および水温が示す環境勾配との関係から増殖速度の変動要因を検討した。さらに、群集組成の変動が各クラスターの増殖速度および捕食による死亡速度の変動でどの程度説明できるかを評価した。調査は細菌群集組成解析データの空白海域である北西部太平洋沿岸域および黒潮域内の13点において行われた。その結果、各クラスターの増殖速度は異なる環境要因によって支配されていることが明らかとなった。このことは、異なった要因によって各クラスターの活性が制限されていることを示唆している。また本実験の結果から優占群である α プロテオバクテリアは必ずしも速くは増殖していないということが示された。むしろ全菌数に対する寄与の小さな γ プロテオバクテリアやCFの方が速く増殖する傾向がみられた。この関係から、現場環境での優占度は増殖速度では説明できないことが明らかになった。そこで細菌群集組成に影響を与えると考えられる捕食について検証した。その結果、主要クラスターにかかる捕食圧には殆ど差がないことが明らかになった。つまり各クラスターの増殖速度と捕食による死亡速度だけでは主要クラスター組成を全て説明することは出来なかった(Yokokawa and Nagata. 2005)。本実験で得られたような、増殖速度が比較的遅い α プロテオバクテリアが優占する理由として、ウイルス感染のような増殖速度依存性の細菌致死要因の存在が予想される。

この二つの研究結果である各クラスターの優占度と増殖速度の関係から、沿岸海洋域に存在する主要クラスターは1) 早い増殖速度を示すが、現存量の少ないクラスター、2) 比較的遅い増殖速度を示すが、優占するクラスター、3) 増殖速度が遅く、現存量も最も少ないクラスターの3つのグループに分類できることを示した。

このように生態学的特性(現存量、増殖速度)の違いをもつ各クラスターの群集動態を把握することは、水域において従属栄養性細菌が関与する生物地球科学的過程を理解する上で非常に有用であると考えています。

単独性ハナバチ *Ceratina flavipes* の交尾行動および生活史の解明 城所 碧 (教務補佐員)

河川、原生林、草原、山地、それぞれの生息地に様々な動物があり、どれをとっても同じ生活パターンを送っているものはありません。動物の中でも特に昆虫類はその圧倒的な種数で他の追随を許しません。種数もさることながら、多様性も非常に大きく、多くの昆虫でその生活史、行動パターンが明らかになっていない種が多いです。これは膜翅目にも当てはまります。単独性ハナバチにおいては、学名が記載されているだけでも2万種いると言われているのに詳細な生活史を明記された種は十数種にしかなりません。私はCERでは相互作用に関わる研究に携わっていますが、学位を取得した、北海道大学・環境科学院(旧地球環境科学研究科)では、特定の単独性ハナバチをひたすら眺め、採集し、観察を行いました。そこから発見をし、仮説を作り、検証し、考察を行いました。この一連の行動が可能となったのは、多分に自由が許される環境と、ある程度の運の良さ、助言をいただける協力者の存在があったからだと思います。完結していない研究で恐縮ですが、紹介させていただきます。

越冬期を持つ地域に生息する単独性ハナバチは、数種の報告から以下のような生活史を送ると考えられています。越冬後に交尾期(越冬後交尾)をもちます。交尾期が過ぎると雄は死亡し(短命な雄)、雌は単独で営巣、採餌、産卵を行い、次の越冬期前に多くの個体が死亡します。卵は母バチが用意した花粉団子を食べ、成長し、越冬前もしくは越冬後に羽化します。本研究対象主である単独性ハナバチ、キオビツヤハナバチ(*Ceratina flavipes*)の生活史上記のように認識されていました。本種の生息地は幸い近くにありました。北海道大学から、車で数分走ると石狩浜に着きます。この石狩浜では砂丘に豊富な海浜植生帯が広がり、多種のハナバチの生息地になっており、本種はその優占種でした。本種の発消長を測るべく、北海道石狩浜において、1年を通したサンプリング、解剖を行っていました。越冬期に採集した雌個体を解剖すると、すでに交尾していた事が判明

参考文献

- Yokokawa, T., T. Nagata, M. T. Cottrell, D. L. Kirchman. (2004). Growth rate of the major phylogenetic bacterial groups in the Delaware estuary. *Limnology and Oceanography*, 49:1620-1629
- Yokokawa, T., T. Nagata. (2005). Growth and grazing mortality rates of phylogenetic groups of bacterioplankton in coastal marine environments. *Applied and Environmental Microbiology*, 71:6799-6807.

し(Kidokoro *et al.* 2003)、また1年を通して雄が存在しており、これまでの(越冬後交尾)、(短命な雄)という特性から外れてしまいました。

この従来の認識と異なる特性について研究を行うにあたり、まず確かめなければならないのが、越冬中にすでに交尾済みという特性が、種としての特性か、地域個体群としての特性か?という事でした。なぜならば、過去に岩手県においてツヤハナバチ属のハチの飼育観察が行われており、その結果をふまえて、これまでツヤハナバチ属は越冬後交尾とされている為でした(Sakagami & Maeta 1987)。確認をするため、越冬期中の雌個体を日本各地でひたすらサンプリングと解剖を行い、交尾率を調べる事になりました。安直に、地域個体群の特性に違いないと決め付けた為、北海道と岩手県のどこかで、越冬期に交尾をしていない雌個体を発見し、そこでサンプリングを終えると予想してしまいました。この予想は見事に裏切られ、種としての特性であり、結局、北海道と本州の17箇所ですべてサンプリングすることになりました。その時のサンプリングサイトを図1に示しました。本種は温帯から亜寒帯まで、日本に広く分布しており、サンプリングは鳥根県まで及びました。①を出発したのが11月上旬、⑱に到着したのは12月の下旬。道中、大学や農業試験場の一角を借り、雌個体の解剖を行いながらの2ヶ月間の放浪生活は中々楽しかったです。このサンプリングの結果、越冬期中の交尾雌の存在は種の特性だと断言できるようになりました。よって、本種は越冬前にも交尾をしていると考えられます。

次に雄の長寿が以下2つの点によって引き起こされていると仮定しました。

- ・本種の雌は越冬後交尾のほかに交尾期を持ち、多回交尾をするため、越冬前に交尾を済ませていても、越冬後交尾のために雄は生存している。
- ・雄は交尾回数が多いほど適応度が上がる為、可能な限

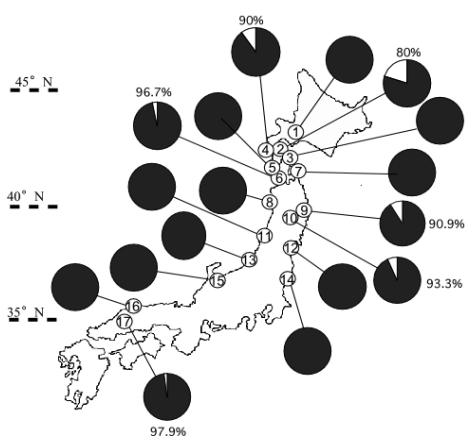


図1. 越冬期におけるサンプリングサイトと越冬雌の交尾率 (円グラフの黒色部)

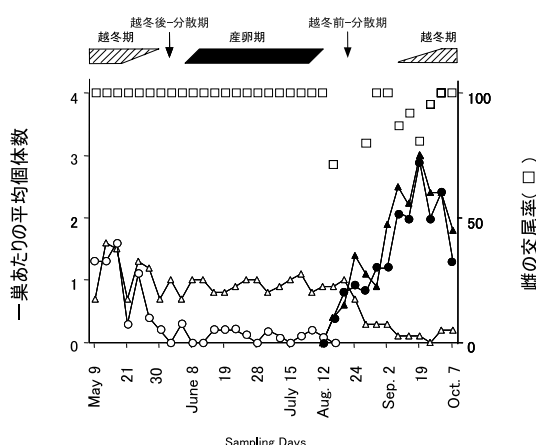


図2. 北海道石狩浜におけるサンプリング時期と巣内平均個体数、また、巣内にいた雌の交尾率。雌はハネの縁にある切れ込み数を指標として、越冬個体の雌と新成虫の雌の区別を行った。○: 越冬雄、△: 越冬雌、●: 当年個体雄、▲: 当年個体雌をそれぞれ示す。

	2002 August 25	November 1	2003 June 5	June 28
平均近交係数 ± S.E.	0.80 ± 0.061	0.60 ± 0.131	0.31 ± 0.082	0.38 ± 0.105
(range)	(0.49-0.95)	(0.07-0.96)	(0.03- 0.67)	(0.03-0.75)
	N = 10	N = 8	N = 8	N = 8
Bonferroni Dunn test	P = 0.339	P = 0.0235	P = 0.9632	

表1. 近交係数変動

り生存している。
この2つを検証するに当たり、まず、交尾がいつ起こっているのか、明らかにする必要があります。越冬期にすでに交尾していた。という情報だけでは、不十分です。そこで北海道に戻り、石狩浜での巣内における発生消長と交尾率を調べました(図2)。これより、交尾はおそらく越冬前一分散期の前で行われていると考えられました。この時期には同じ母親から生まれた雌雄が成虫に羽化し、同巣内にいることから、inbreeding が強く疑われます。ここまでは観察と解剖から判断できたのですが、inbreeding の有無を確認するにあたり DNA を用いる事になりました。

DNA 用のサンプリングは図2の越冬前一分散期、越冬期、越冬後一分散期、産卵期間中の4つの時期において、それぞれ8~10個体の雌を採集しました。雌の交尾相手のDNAは雌の持っている精子のDNAと同じです。マイクロサテライトDNAは共同研究者に頼んで開発してもらいました。マイクロサテライトDNA解析結果から近交係数を求めたところ、越冬前一分散期0.80(最小-最大:0.49-0.95)、越冬期0.60(0.07-0.96)、越冬後一分散期0.31(0.03-0.67)、産卵期0.38(0.03-0.75)(表1)であり、越冬前一分散期と越冬期の間と、越冬後一分散期と産卵期の間には有意な差が見られなかったが、越冬期と越冬後一分散期の間には有意な差が見られました。以上の事から越冬前交尾の多くがinbreedingである

こと、本州で観察されているように越冬後にも交尾が起こっていること、その越冬後交尾の多くはoutbreedingであることが示唆されました。

本種の雌は越冬後交尾のほかに交尾期を持ち、多回交尾をすることが明らかにされました。また近交係数が大きく変動した越冬後のDNA解析の結果を見ると、精子から取れたDNAのほとんど全てが1種類でした。近交係数が大きく変動したという事は、多くの雌がそこで複数回交尾を行っているという意味をもちます。それにもかかわらず雄由来のDNAがほぼ1種類(雄の核型がnのため)という結果から精子置換が行われていると考えられました。これより、越冬前に交尾を済ませていても、越冬後交尾のために雄は生存している。という仮定も支持されました。次に、雄は交尾回数が多いほど適応度が上がる為、可能な限り生存している。この項目に取り掛かりました。ここで最初に調べるべき事は雄が多回交尾可能なのか、という事です。そこで、野外から採取した卵を個別に成虫まで飼育し、未交尾の雌と未交尾の雄を用意しました。雄1匹に対して雌の数を1~3匹のペアをそれぞれ15セット用意し、5日間飼育しました。その後、雌の解剖を行い、交尾率を求め、また、雄の貯精嚢内の精子数をカウントしました。その結果、少なくとも3匹の雌を一時に交尾させる事が可能であると判りました。また、精子を生産していると示唆されました。(表2)。

雌数	交尾雌数			
	0♀	1♀	2♀	3♀
1♀	6	14		
2♀	1	3	19	
3♀	0	2	4	19
Total	7	19	23	19
(平均精子数±S.D.) 5 × 10 ²	4.7 ± 0.72	11.4 ± 6.09	9.1 ± 9.11	14.9 ± 1.92

表 2. 交尾実験後の精子数と交尾回数。雄の持つ精子量に有意な差は見られなかった (Bonferroni-Dunn test, P > 0.54)。

近交係数の変化が有意でないからといって、産卵期に交尾が行われていないと、断定できませんが、野外で産卵期に交尾している姿も観察例がなく、たまたま産卵期中、雄と雌を同じケースに入れた際、雌による雄の殺害も観察されました。このことより、産卵期中では雌が雄を受け付けなくなると考えられました。雄は交尾回数が多いほど適応度が上がる為、可能な限り生存している。という仮定は棄却されてしまいました。可能な限り生存している生態学的理由が分からなくなりました。

本種からこれ以上の情報を望むことが難しくなりました。そこで、アリ・ハチ類は熱帯が起源とされていることから、亜熱帯、熱帯に生息する同属の生活史に理由を探す事にし、沖縄県(亜熱帯: N26°)に生息するオキナワツヤハナバチ (*Ceratina okinawana*) の生活史を調べてみた所(図3)、一年のうち、2ヶ月弱の休眠期を持っていることがわかりました。またオキナワツヤハナバチは3化生なため、未成虫の出現ピークが3つに現れております。つまり雄は未交尾の雌と3回会う機会を持っている事が分かります。これに比べ、キオビツヤハナバチは未交尾雌と出会うのは当年個体同士以外難しいです。図2からも分かるように、新しく羽化した雌と、越冬した雄の生存期間の重複は非常に短いです。さらに熱帯でのサンプリングを行ったところ(あいにく図表を提示できませんが)、こちらでは一年を通して未交尾雌の供給がコンスタントに行われているらしいという結果になりました。また、ツヤハナバチ属はクマバチ亜科(Xylocopinae)に属しており、この亜科の雄は比較的長寿であると知られています。よって長寿という亜科の形質をふまえた上、ツヤハナバチ属の雄は未交尾雌を求め、長く生存するようになったと考えられました。

以上がこれまでの研究内容の紹介です。主に1種を対象にしつこく生活史を追いかけてきました。危険性のある、または、商業用の蜂種以外で、これほど生活史が明らかになったハチの種はまだ少ないです。生活史の明らかになった種数が増加すれば、系統や社会性といっ

たパラメーターと生活史の推移について関係を見ることが出来るかもしれません。生活史の観察は、仮説検証型の研究にはなりにくい点もありますし、完全な博物学であり、社会に反映されにくい、などなど厳しい面があるのに、それにしては時間と労力が要求されます。このため研究を仕事として行う身分になると、生活史に重点を置くのは難しく、学生という身分のうちに、このような研究が出来て幸運だったと思います。

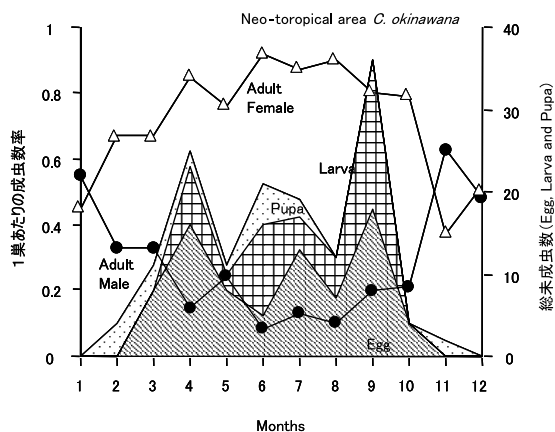


図3. 亜熱帯地域におけるオキナワツヤハナバチの発生消長。

参考文献

S. F. Sakagami and Y. Maeta (1987) Sociality, induced and/or natural, in the basically solitary small carpenter bees (*Ceratina*) (Japan Scientific Societies Press, Tokyo), 274 pp.
 M. Kidokoro, T. Kikuchi AND M. Hirata, (2003) Prehibernal insemination and short dispersal of *Ceratina flavipes* (Hymenoptera: Anthophidae) in northernmost Japan. Ecological Research Vol:18 (1) p: 99

ハラショーな松山での生活

加藤元海（愛媛大学沿岸環境科学研究センター）

ついこの前のセンターニュースに「センター員の研究紹介」として書いたばかりで、それがちょうど生態研を去る間際だったので、センターを去るにあたっての内容もかねていっていると思っていました。しかし、できればそれとは別にセンターを去るにあたっての記事を執筆してほしいとの編集委員長の御達しがあったので、少しだけ書きます。研究の話は、前回の研究紹介でしたので特に書くことはありません。その代わりに、ここ四国・愛媛のことを紹介します。

現在、愛媛大学には昔生態研に所属していた多くの人がいます。すごく古いところでは中野仲間ちゃんからはじまって、宮坂さん、三宅よっちゃん、加さん（10月付けで佐賀大に移りましたが）、他には事務にいた小玉さんまでいます。また、現在生態研の助教授である奥田さんもいました。京都出身の全員がお酒好きで、愛媛の誇る旨い海の幸とともに誰かがどこからか旨い酒を仕入れて極上の飲み会をよく開いています。

愛媛は海がすぐ近くにあることから海の幸が豊富であるのですが、それに加えて、研究室からすぐのところ、校門の裏口を出て歩いて30秒のところにハラショー（ロシア語で「素晴らしい」の意）な魚屋さんがいます。そこでは、季節によって、そして日によって入荷している魚が異なります（つまり新鮮）。昼にはそこに行き、その日のお勧めの魚を目の前で刺身にしてもらいます。これまでいろいろな刺身を食べました。鰹のタタキや鯛といった定番から、ヨコワ（本マグロの子供）、イサキ、

ヒラマサ、太刀魚、サンマ、イワシ、タコ、イカなど挙げたらきりがありません。ハモの刺身やふぐの薄造り、聞いたことのない鯛のお造りなんてときもありました。どの場合も一人あたり150円から300円くらいで買えます。刺身とともに朝多めに炊いたご飯をもって行って食べているので、だいたい平均すると200円くらいで新鮮な刺身の昼ご飯を食べていることになります。ちなみに今日のお昼は、シマアジのお造りでした。

たまたま見つけたハラショーな魚屋のおかげで海の幸は最高なのですが、欲をいえば伊予の日本酒はいまいちです。松山は京都ほど大きな街ではないので、全国の地酒が揃っている酒屋もありません。出張の際に手に入れたり、蔵元から直接送ってもらったりして、海の幸とともに楽しんでいるのが現状です。

研究室への通学には、自転車を使えば10分ほどなのですが、毎日歩いて通っています。片道45分ほどかかります。松山に来てから、体脂肪率や基礎代謝量なども測れる体重計を買い、毎日測定して記録をつけ、LTER研究（長期的生体研究）を新たに着手しました。他にも愛媛に来て新たに開始した研究として、瀬戸内海沿岸域の藻類が行なう一次生産を測る仕事も始めています。この海域は、極上のチリメンや煮干用鯛がとれるところで、まさに日本の海の幸を支える生態系の研究です。

現在、以上のような体験をしながら、生態系の重要性を学んでおります。

センターを去るにあたって

加（槻木）玲美（佐賀大学有明海プロジェクト）

私が生態学研究センターに在籍していたのは博士課程の4年間です。センターでの最初の飲み会で、ある教官から（君は）唯一の主婦院生だよ、と仰って頂いたのが懐かしく思い起こされます。ふりかえってみると、足を止める間もなく、瞬く間に過ぎ去ってしまいました。4年間のうち、前半の2年は、顕微鏡室で動植物プランクトンの計測・培養室での動物プランクトンの休眠卵実験で過ぎ去ってしまい、後半の2年間は自身の出産・子育てと学位論文の作成で終わってしまいました。センターを離れるにあたり、非常に心残りのことは、センターで盛んに行われていたスポーツや飲み会にほとんど参加せずじまいで日々が経過してしまっただけです。センターに在籍する醍醐味を半分ぐらい味わえなかったかもしれません。今後は、そのような楽しい時間を確保する研究スタイルにして、より充実した研究生活を過ごしていきたいと思います。

足早に過ぎたセンターでの生活ですが、この4年間の

間に言葉では言い尽くせない多くのことを教えて頂きました。特に、機能的で生産的な研究スタイルを維持されている教官を始め、ポストドク・院生の方々からは研究に対する真摯な姿勢や、研究に没頭して集中する時間と、そうでない時間のメリハリの利いた時間の過ごし方の大切さ、面白さを教えて頂きました。また子育てで身動きが取れない時期は、事務・仲間の院生の方々の手助けや何気ない励まし的一声が、私の研究生活を支えて下さったことは間違いなく、改めて周囲の方々の暖かさに気付きました。この場をお借りして、お世話になった方々に心より、感謝申し上げます。本当にありがとうございます。

4月から愛媛大学、沿岸環境科学研究センターに日本学術振興会の特別研究員として在籍しておりましたが、10月からは佐賀大学、有明海プロジェクトのポストドクターとして再び移動することになりました。これまでセンターでは琵琶湖の湖底に堆積している“泥”を用い

