



a.



b.

巻頭言

- 2 | センター長巻頭言 中野 伸一

センターの活動予定

- 3 | 2021年度センターの活動予定

センター員の紹介

- 4 | 脂質化合物の組成と同位体比に記録される情報の理解に向けて 後藤 晶子
 5 | 高度な共生現象の徹底的な解明 西野 貴騎

センターを去るにあたって

- 6 | 皆に支えられた激動の4年間 宇野 裕美

2021年度共同利用・共同研究拠点

- 7 | 国際共同研究・共同研究 a・研究集会・ワークショップの採択申請決定について 木庭 啓介
 8 | ワークショップ・研究集会 開催予定概要

2020年度共同利用・共同研究事業の活動報告

- 10 | 研究集会「環境DNA・環境RNA研究の新たな挑戦」 山中 裕樹
 11 | 脱窒菌同位体比測定法ワークショップ2020 木庭 啓介
 12 | 異質倍数植物の遺伝子発現パターンと気象情報からの表現型モデリング 清水 (稲継) 理恵
 13 | 安定同位体トレーサーを用いたタケジェネット断片における資源分配 久本 洋子
 14 | 微量測定手法による脊椎骨の安定同位体比を用いたメコンオオナマズの食性解析 三田村 啓理
 15 | Adaptive significance of circadian gating Antony Dodd
 16 | 環境適応に対するエピジェネティック機構の役割の理解に向けて 荒木 希和子

- 17 | POR酸化-脱窒菌法による微量粒子態窒素安定同位体比測定法の開発 尾坂 兼一
 18 | クサトベラの種子散布に関わる果実二型の原因遺伝子のスクリーニング 榮村 奈緒子
 19 | 硝酸イオンの高精度同位体測定手法を用いた沿岸海域の生物生産・物質循環研究 石田 健大
富永 修

研究ハイライト

- 20 | 滑る花弁がアリの花への侵入を防ぐ 武田 和也
 21 | 植食性昆虫と土壌菌が樹木の多様性の維持と遷移のカギを握る—樹木の実生を用いた大規模な野外生態系実験で実証— 門脇 浩明
 22 | 侵略的外来アリの侵入成功のカギは食の多様性か—アルゼンチンアリの「種内差」から紐解く— 瀬古 祐吾

DIWPA だより

- 23 | インドネシアの三日月湖はすごい! 中野 伸一
宇野 裕美
Luki Subehi

その他のお知らせ

- 24 | 2020年度博士・修士学位取得者と論文タイトル
2020年度生態研セミナー開催報告
2020年度中学生、高校生等対象の研修・講習会の報告
25 | 運営委員会・共同利用運営委員会議事要旨
26 | 2021年度運営委員・共同利用運営委員名簿
27 | 2021年度協力研究員名簿
28 | 受賞のお知らせ
センターニュースオンライン化のお知らせ
表紙について 石田 厚
センター員の異動
新入生関連行事について
編集後記

なかの しんいち

中野 伸一

京都大学生態学研究センター・教授
専門は水域生態学

京都大学生態学研究センターは、今年で30周年を迎えることになりました。この間、皆様方から多大なる御理解と御支援を賜りましたこと、当センターを代表して、ここに深く感謝申し上げます。当センターは、これまでの実績と成果を基盤に、これらをさらに発展させ、新たな研究課題を次々に開拓することで、生態学・生物多様性科学の発展に寄与してまいります。

当センターは、平成3年度に「生態学の基礎研究の推進と生態学関連の国際共同研究の推進」を目的とする全国共同利用施設として10年時限付きで設置されました。その後、平成13年度には、「生物多様性および生態系の機能解明と保全理論」を設立目的として、第二期の10年時限の研究センターとして再出発しました。平成16年には、日本全国の国立大学が法人化され、時限後の改組・改廃は大学の判断に委ねられることになりました。平成22年には、文部科学省による新しい制度「共同利用・共同研究拠点（以下、拠点）」が施行され、当センターは我が国で唯一の生態学・生物多様性科学の拠点として認定を受けました。その後、文部科学省・科学技術・学術審議会学術分科会研究環境基盤部会が全国の国立大学の共同利用・共同研究拠点を対象に実施する拠点の評価において、平成25年度の中間評価、平成27年度の期末評価、平成30年度の中間評価の全てについて、当センターの拠点は高い評価「A」を獲得し続けています。また、当センターの拠点の評価が高いことに鑑み、平成28年3月末、当センターに課せられていた10年の時限が撤廃され、平成28年4月以降、当センターは我が国唯一の生態学に特化した恒久的な部局として京都大学に設置されています。

当センターは、欧米の生態学・生物多様性科学の大学附置研究所・センターと比較すると小規模ではありますが、質の高い研究成果を継続的に発表している点において国内外で高く評価されていま

す。特に、地球環境全体の保全にとって大変重要なアジア・グリーンベルトにおいて、当センターが生態系・生物多様性の研究でリーダーシップを取りながら国内外の若い研究者と共に研究を進め、生態学・生物多様性科学において国際的に大きなうねりを産み出す諸活動には定評があります。具体的には、当センター独自の組織である西太平洋・アジア生物多様性研究ネットワーク（DIWPA）に当センターの各教員が個人的に有する国際ネットワークの研究者を引き込むことにより、“Megabiodiversity”と称される西太平洋・アジア諸国の豊かな生態系・生物多様性研究に欧米を始めとする最新の研究情報・技術が融合され、国際的に独創性の高い研究テーマを創造しようとしています。

当センターは、生態学・生物多様性科学の学術基盤強化と発展、研究水準の向上、独創的な研究テーマの創出、研究者コミュニティの活性化を通じて、当該学問分野の素養を深く学び、国際的かつ学際的な視点から生物と環境の関係性を包括的に捉えることのできる人材を育成してきましたし、これからもそのような人材を多く輩出したいと考えております。また、人類と地球生態系の持続可能な関係性を探索する一助となるべく、生態学の普及と社会実装に務めてまいります。特にアジアを中心としたDIWPAがカバーする地域における生物多様性・生態系の統合的研究および次世代の育成を通じて、人と自然の持続的関係の構築に貢献すべく、当センター一丸となって日々研鑽を積むことを惜しみません。今後とも引き続き、当センターの活動に貴重なご支援を賜りますよう、何卒よろしく願いいたします。

（ 2021 センターの活動予定 ）

生態学研究センターにおける 2021 年度の活動予定は以下の通りです。センターニュース、セミナーなど、センターの最新情報は、ホームページ (<http://www.ecology.kyoto-u.ac.jp>) で公開しています。
なお、新型コロナウイルスの影響により本稿に掲載されている予定については変更の可能性があります。ご了承ください。

プロジェクト

JST 戦略的創造研究推進事業 (CREST) (1 件)・創発的研究支援事業 (FOREST) (1 件)、ムーンショット型研究開発事業 (NEDO) (1 件)、科学研究費助成事業による研究 (32 件)、民間財団寄附金による研究 (8 件) などが進められている。

協力研究員

協力研究員 (Affiliated Scientist) の申し込みは随時受け付けている。任期は 2021 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日までの 2 年間。詳細はセンターホームページに掲載する。

共同利用事業

2021 年度の共同利用・共同研究事業として、分野間の交流や若手研究者育成の観点などから、1 件の国際共同研究、6 件の共同研究 a、4 件のワークショップ、2 件の研究集会を採択した。研究集会とワークショップの開催日程などの詳細は、8・9 ページに掲載している。

生態研セミナー

毎月第三金曜日に、センター外の方々も自由に参加できるセミナーを開催している。本セミナーは京大大学生態学研究センターにて開催し、会場への直接参加による視聴（会場への道順はセンターのホームページ参照）と合わせて、講師の同意が得られる場合には Web 上でもセミナーのリアルタイム配信を行なっている。ただ、この間は COVID-19 の影響により会場で講演を行うことは中止し、Zoom を用いたオンラインセミナーとしてのみ開催している。これについても Web 配信に準じて扱い、講師の同意が得られる場合には外部に公開している。詳細についてはセンターホームページでご確認ください（なおオンラインでの視聴には事前申込が必要です）。

ニュースレターの発行

センターニュースは、印刷物として年に 2 回（7 月、1 月）発行する予定である。また、その内容は、センターのホームページでも公開する。センターの活動紹介の他、研究の自由な討議の場を提供していきたい。

オープンキャンパス・公開授業

京都大学では、遠隔地教育研究施設による公開講座等を集めて実施する京大ウィークスを毎年行っている。センターはその一環として、一般公開「学校で習わない生き物の不思議」の開催を予定している。また、大学院入試案内のためのオープンキャンパスも開催の予定。日程などはいずれもセンターホームページに掲載する。

共同利用施設

大型分析機器：DNA 関係では DNA 多型解析、遺伝子転写定量解析用機器など、安定同位体関係では、炭素・窒素同位体比オンライン自動分析装置（元素分析計）、酸素・水素同位体比オンライン自動分析装置（熱分解型元素分析計）、GC/C（ガスクロ燃焼装置付き前処理装置）、高速液体クロマトグラフ付き前処理装置を装備した安定同位体比質量分析計 delta V plus と、PreCon-GasBench II（自動濃縮装置付き気体導入インターフェイス）、元素分析計、GC/C を装備した安定同位体比質量分析計 delta V advantage の計 2 台が稼働している。

琵琶湖観測船：高速観測調査船「はす」、「エロディア」が稼働しており、観測調査、実習に利用される。これらの船舶は、旧センター所在地（下阪本）に係留されている。

シンバイオトロン：陸域モジュール、水域モジュールが利用可能である。

実験圃場林園：センター敷地内には、実験圃場、樹種植栽林園、林木群集実験植物園、CER の森、実験池があり、種々の野外実験に利用されている。

上記施設・設備の利用希望者は、事前に以下の担当者に連絡してください。

DNA シークエンサー等関係：工藤

安定同位体関係：木庭

観測船関係：合田

シンバイオトロン関係：高林

実験圃場林園関係：酒井

運営委員会・共同利用運営委員会

昨年度と同様、それぞれ数回開催される予定である。

脂質化合物の組成と同位体比に記録される情報の理解に向けて

ごとう あきこ
後藤 晶子京都大学生態学研究センター・研究員
専門は地球化学・地質学・分析化学

植物の生育する環境や気候、種類の違いなどの情報が、植物葉の *n*-アルカンや *n*-脂肪酸にどのように反映し、保存されているのかを、その化合物組成の違いや水素と炭素の同位体比を分析することで知りたいと考えています。将来的には、様々な生物において、各脂質化合物の分布、またその挙動や働きから、脂質化合物の存在意義や役割の解明へと展開できればと思います。



▲写真1：同じエリア内に様々な形や大きさのシダが見られます

と考えています。実際に植物を採取してみて、特にシダ植物では様々な形態が見られ、それぞれの好む生育環境も異なっているように思います。分析によって化学的に得られる情報と生態や形質、表現型などとの間で何らかの関係が見いだせることを

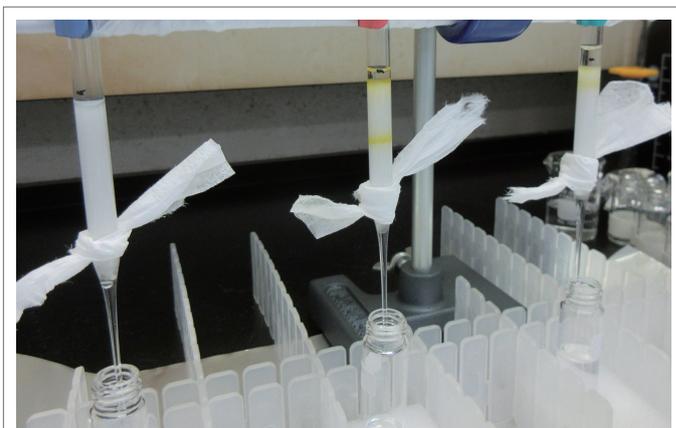
期待しています。また今後、シダ、裸子、被子植物、三者の情報が十分に揃うことになれば、植物の進化や陸上進出の際の脂質化合物の変化の有無や植物葉でのこれらの化合物の役割などについて言及できる可能性を感じています。

脂質化合物は、有機溶媒を使用することで生物から抽出することができます。脂質化合物には様々な種類がありますが、現在は、特に植物葉中の *n*-アルカンと *n*-脂肪酸をターゲットとして研究を進めており、植物内でこれらの化合物がどのように利用され、どのような役割を果たしているのか、また、各化合物にその履歴や痕跡の情報がどのように反映され、記録されるのかについて、化合物組成の変化や水素と炭素の分子レベル同位体比を分析することで知りたいと考えています。

分子レベルでの同位体比を測定するためには、抽出した脂質化合物の中から目的の化合物だけをきれいに分離することが必要です。この分離には化合物ごとに異なる化学的性質を利用するのですが、この技術を利用して、将来的には、脂質化合物の性質ごとでの挙動の違いや代謝での位置づけなどから、各化合物が生物の中で担っている働きや役割が明らかにできるのではと考えています。様々な形で生物中に存在する脂質化合物は、生物の生命活動を支えている生体物質の一つでもあります。植物だけではなく色々な生物において、脂質化合物の組成や水素や炭素の同位体比の変化をはじめ、化合物レベルでの情報を分析することを通して、生物体内での脂質化合物の存在意義や挙動、働きについて覗いてみたいと思っています。

少し話が逸れますが、植物由来の *n*-アルカンや *n*-脂肪酸は、堆積物や土壌、さらには地質学的時間を経た堆積岩やコア試料などからも得ることが可能です。分解や改変にも比較的強く、堆積当時の情報が保存されると考えられていることから、これらの化合物は地球化学では長期間変化することのない“fingerprint”として扱われ、議論に頻繁に利用されてきました。私の脂質化合物との出会いは、この“fingerprint”としての利用だったのですが、生育の環境や気候、植物の種類の違いが脂質化合物にどのように反映されるのか、植物が環境の変化へ対応した時の記録がどこまで脂質化合物に残されているのか、をより理解したいと考えたのがこの研究への入り口でした。

現在は、シダ植物と裸子植物の葉を季節ごとに採取し、そこに含まれる *n*-アルカンと *n*-脂肪酸を精製して、これらの組成と同位体比の情報を得る作業を進めています。被子植物では比較的研究が進み情報が蓄積されつつありますが、シダ植物と裸子植物についてはまだこの分野の研究は少なく、今後の情報が待たれるのが現状です。両者の情報の蓄積とともに、そこから季節や種類による違いが見えてくることを期待して研究を進めており、さらに発展させて、植物中でのこれらの化合物の働きや役割に関するヒントが見つければ



▲写真2：抽出した脂質化合物を分画する様子

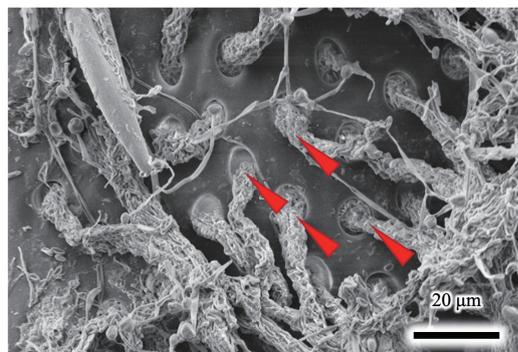
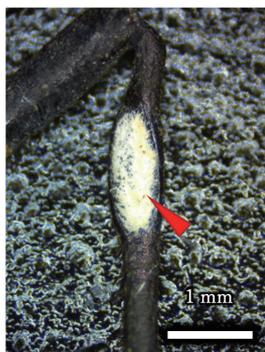
高度な共生現象の徹底的な解明

にし の たかのり
西野 貴騎京大大学生態学研究センター・研究員
専門は共生生物学

昆虫と微生物の間には、多様な共生現象が知られています。中でも、私は機能的・進化的に高度な共生系に強い関心があり、ノコギリカメムシと糸状菌の共生系について徹底的に解明することを目指してきました。



▲図1. ノコギリカメムシ成虫



▲図2. 成熟した雌成虫の後脚（左）とその表面構造（右）矢印が菌

昆虫と微生物の共生

人間に認識されている生物多様性の主たるものは昆虫類であり、私たちは至るところで彼らを目にする機会があります。一方で、微生物達は地球上に遍く存在し、真の生物多様性の宝庫であると言われていています。そのような昆虫と微生物達ですが、実は多様で高度な共生関係が数多く知られています (Buchner 1965)。本稿では、そうした高度な共生関係を新たに発見し、詳細な研究を試みた例を紹介したいと思います。

新奇な共生系の発見

ノコギリカメムシの雌成虫は、後脚に扁平な器官を持つことが知られており、その形態的な特徴から聴音器官であるとされてきました (Lis 2003; 図1)。一方、1972年の日本昆虫学会において、成熟したノコギリカメムシの雌で後脚扁平部が糸状の物質で覆われること、産卵時に雌が脚を器用に動かしてその物質を卵に塗り付ける行動を示すこと、そして卵表面も糸状の物質に覆われることが報告されました (図2、図3)。しかしながら、その後の研究は皆無で、糸状の物質の正体も謎に包まれたままでした。私と共同研究者は、ノコギリカメムシの採集・飼育・観察・培養試験を実施することにより、雌後脚の扁平な器官および卵に見られる物質が糸状菌(カビ)であることを確認しました (図2)。すなわち、これまで聴音器官とされてきた後脚扁平部は、実は糸状菌を保有する新奇な共生器官であることが示唆されたのです。

共生系の徹底解明を目指して

後脚扁平部および卵上で共生している糸状菌の種類を調べたところ、多くは昆虫寄生菌として知られる冬虫夏草に近縁な菌であることが判明しました。実際に一部の分離菌を使った昆虫への接種試験では、病原性が示唆されたものもあります。菌叢については、後脚と卵の間で類似していたことから、雌後脚の菌が卵表面に塗布されていることが確認され

ました。個体間・地域間・採集年の比較と飼育観察の結果から、菌は毎世代環境中から獲得されている可能性が高いと考えられました。

後脚で糸状菌が繁茂する機構にせまるため、後脚の表面構造と内部構造の観察を行ったところ、後脚扁平部には分泌組織とつながった多数の小孔が開口していて、そこからの分泌物で菌を制御していることが示されました。さらに卵表面でも糸状菌が繁茂する機構について洞察を得るため、表面構造と断面の観察を行った結果、卵内部に菌が侵入していないことや、卵表面は多糖類を豊富に含んだ物質に被覆されていて菌の栄養源になっている可能性が示されました。

菌を生やすこと、卵に塗りつけることの機能については共同研究者が洞察を得ておりまして、卵を襲う寄生蜂から身を守ることができると推察されておりまして、他にも私達は後脚における遺伝子発現量解析や卵殻表面の物質の質量分析などもやっております、今後はその結果をもとに分子機構に迫るため、ノコギリカメムシに対する遺伝子発現量抑制実験を行う予定です。

終わりに一言

私は、高度な共生現象、特に真菌が関わるようなものを面白いと感じて研究しております。今後も「面白い」現象を「徹底的に」解明することに情熱を注いでいきたいです。面白い現象には面白い説明や原理があり、理解することで新たな可能性が開拓される。そう信じております。



▲図3. 菌に覆われたノコギリカメムシの卵

皆に支えられた激動の4年間

うのひろみ
宇野 裕美

日本学術振興会 特別研究員
(北海道大学 環境科学院)
専門は河川生態学・生物間相互作用



2021年3月をもって特定准教授としての4年間の任期を満了し、生態学研究センターを退職しました。大学院卒業直後のいきなりの教員職で、しかもアメリカから帰国していきなりでもあり、慣れないことばかり本当に激動の4年間でした。この4年を思い切り駆け抜けられたのは、生態研内外の本当に多くの皆さんの支えがあったからこそです。ありがとうございました。そして今後とも、よろしく願いいたします。



▲たくさんのメッセージの入った色紙、ありがとうございました。

長かったような短かったような、山あり谷あり本当に激動の4年間でした。6年間過ごしたアメリカから帰国しての着任だったので、日本のフィールドの開拓・日本の川を知るところから始まり、多くの先輩共同研究者に助けられながら学生たちと冒険的な研究をしてきました。初めての教授会もおっかなびっくりで教員としてのふるまいもわからず最初はとても緊張しましたが、生態研の教員の皆様に温かく(好奇の目で?)迎えていただいてすぐになじむことができました。ややこしい事情が分からないことをいいことに、言いたいことを言ってやりたいことをさせていただきました(笑)。事務室でも技官室でも常識はずれな奇想天外なお願いばかりをしていましたが、みなさん失笑しながらも対応してくださって、これまでなかったような調査やイベントも実現させていただきました。学生の皆さんはフットサルとかBBQとか、苦笑しながらも付き合ってくれましたね。いやあ、本当に楽しかったです。すべての皆さん、ありがとうございました。

おこがましいかもしれませんが、こんな嵐のような私の生態研での4年間の活動が、少しでも生態研にいい影響を与えられていたらいいなあと思っています。生態学研究センターには素晴らしい設備と人がそろっていて研究にはとても素晴らしい環境です。一方で、大学本学から街から離れていて、ちょっと刺激が少ないし寂しい。そんな中も生態研内での部屋の壁、研究室の壁、部局の壁、大学の壁なんて軽々と乗り越えて、ワイ

ワイガヤガヤと日々を楽しみたい。そんな思いで私は日々過ごしてきました。生態研内でのあいさつやフットサルにはじまり、マクロ生物学百花繚乱のシンポジウムは京都大学の様々な部局の皆さんと交流できる機会を作りたい一心で企画したものです。最終年度はコロナで対面での交流が難しくなりましたが、でも逆にあらゆるセミナーや学会がオンラインになって、地理的な距離を忘れて他大学や他国の研究者と簡単に交流できるようになりました。今後はこのようなツールもうまく使ってワイワイガヤガヤやっていてもらいたいと思います。

この4年間の私の仕事が生態研の皆さんにとってどうあったのか、それは見方によっていろいろかもしれません。うるさいな—と言われたことも、元気が良すぎて怒られたこともたくさんありました(笑)。しかし確実に胸を張って言えることは、この4年間私は私なりに一生懸命駆け抜けて、言いたいこと言ってやりたい事をやりきった。一点も悔いのない4年間でした。こんな4年間を過ごさせてくださった、支えてくださった理解ある生態研内外の皆さんに心から感謝します。

今後もドンドン生態研にはお世話になります。よろしく願いいたします。



▲今も継続している琵琶湖からの遡上魚が河川生態系に与える影響についての研究

国際共同研究・共同研究 a・研究集会・ワークショップの採択申請決定について

2021年度の共同利用・共同研究拠点事業の公募を、2020年11月2日より2020年12月24日までの間に行いました。この公募については、生態学研究センターのホームページ、ニュースレター、複数の学会のメーリングリストを通じて周知しました。なお、申請にあたっては実際の実施をスムーズに行うことなどのために、生態研の教員との密な事前打ち合わせが必要となっております。

申請状況は国際共同研究（旅費の補助有）が1件、共同研究 a（研究費の補助有）が6件、研究集会・ワークショップ（旅費等の必要経費の補助有）が6件でした。本事業に今回も多数の応募をいただいたことは、研究者コミュニティに定着してきたことの証だと思えます。皆様のご協力に心より感謝申し上げます。

審査の流れとしましては、2021年1月中旬、申請書類を共同利用専門委員会メンバー（生態研内部から3名、外部から3名、合計6名）に送付し、各委員独自の審査結果を委員長が取りまとめ、委員会での議論の上、共同利用専門委員会による2021年度事業採択案をまとめました。この共同利用専門委員会作成採択案は、さらにセンター内教員6名、京都大学内有識者6名、学外有識者12名で構成される共同利用運営委員会の審議にかけられ、最終的に表1のように2021年度国際共同研究・共同研究 a・研究集会・ワークショップの採択、および補助経費を決定いたしました。

今回採択させていただきました内容は、みな興味深く重要な、学問の発展に貢献しうるものでありました。COVID-19の影響で野外研究などが進めにくい状況にありますが、是非とも安全に事業を進めていただければと存じます。

本年度も引き続き、表1の公募事業を含め、COVID-19やご利用の皆様の個別の御事情にも対応しながら、きめ細かにかつ柔軟に拠点活動を行う所存です。本拠点事業公募につきましてご意見やご不便等あればどうぞ遠慮なくご連絡いただければと思います。

今後とも、当センターの拠点活動に御支援を賜りますよう、どうぞよろしくお願い申し上げます。

木庭 啓介

共同利用運営委員会委員長

申請者	所属	申込内容	研究課題
Antony Dodd	Dept. Cell & Developmental Biology, John Innes Centre, Norwich, UK	国際共同研究	Molecular mechanisms of circadian gating in plants across the seasons
清水（稲継）理恵	Department of Evolutionary Biology and Environmental Studies, University of Zurich	共同研究 a	異質倍数体植物の遺伝子発現パターンと気象情報からの表現型モデリング
鈴木 啓太	京都大学 フィールド科学教育研究センター（舞鶴水産実験所）	共同研究 a	冬春季の降水パターンが沿岸植物プランクトンに与える影響
荒木 希和子	立命館大学 生命科学部	共同研究 a	クローン性植物におけるエピジェネティック変異の継承とその適応的意義
三田村 啓理	京都大学 フィールド科学教育研究センター	共同研究 a	微量測定手法による脊椎骨の安定同位体比を用いたメコンオオナマズの食性解析
中谷 暢丈	酪農学園大学大学院 酪農学研究科	共同研究 a	洞爺湖内における食物網と水銀の生物蓄積課程におよぼす外来生物の影響解明
Antony Dodd	Dept. Cell & Developmental Biology, John Innes Centre, Norwich, UK	共同研究 a	Molecular mechanisms of circadian gating in plants across the seasons
中野 伸一	京都大学 生態学研究センター	ワークショップ	若手研究者のための夏季観測プログラム in 琵琶湖
木庭 啓介	京都大学 生態学研究センター	ワークショップ	脱窒菌同位体比測定法ワークショップ 2021
木庭 啓介	京都大学 生態学研究センター	ワークショップ	安定同位体生態学ワークショップ 2021
山内 淳	京都大学 生態学研究センター	ワークショップ	微生物を軸とした群集構造研究の統合とさらなる展開
門脇 浩明	京都大学 フィールド科学教育研究センター	研究集会	シカの脅威と次世代型森林再生のロードマップ研究集会 Ashiu Ecosystem Restoration (AER) Project
西野 麻知子	元・びわこ成蹊スポーツ大学	研究集会	アナンデルの極東旅行から 100 年 - 琵琶湖の生物多様性はどこまで明らかになったか -

▲表1. 2021年度 京都大学生態学研究センター 共同利用・共同研究拠点 公募事業採択申請一覧

脱窒菌同位体比測定法ワークショップ2021

開催予定日:2021年5月24日~5月27日(※終了しました)
 開催地:京都大学生態学研究センター
 問合せ先:木庭啓介
 E-mail:keikoba@ecology.kyoto-u.ac.jp

京都大学生態学研究センターにおける安定同位体生態学共同利用・共同研究の拡大を目指し、脱窒菌同位体比測定法ワークショップを2017年よりこれまで4回開催してきた。脱窒菌法とは微量の窒素化合物を N_2O に脱窒菌を用いて変換し N_2O の窒素酸素安定同位体比を測定する手法であり、現在世界中のラボで測定が行われているものの、実際の測定はかなり難しく、脱窒菌法を教えるワークショップは申請者の知る限りで世界唯一である。また、COVID-19の影響で、海外で利用可能な脱窒菌法の依頼分析がストップしてしまっている状況であり、現在、この手法を利用したい研究者が困っている状態にあり、そのような研究者が実際に自分たちで脱窒菌法を用いた研究を実施することを可能にするためにも、本ワークショップの実施を希望している。これまでのワークショップに参加した研究者の多くが、その後脱窒菌法を用いた研究に着手しており、ワークショップの開催によって共同利用の利用者を拡大することができていると考えている。

同位体研究にある程度のなじみがある中上級者(10名まで)を対象として、1)脱窒菌法による微量溶存窒素化合物同位体比測定の基礎的原理についての講義、2)実際の脱窒菌を用いたサンプル前処理、3)前処理を行ったサンプルを用いた、安定同位体比質量分析計による測定、4)得られる生データの補正法についての講義と実習、5)海水、低濃度試料といった特殊試料への対応法の解説、の5項目を4日間で習得してもらうプログラムを予定している。海外からの参加希望者がある場合は、マニュアル等資料並びに講義内容は日本語と英語両方を用いて行う予定である。実際に同位体比質量分析計を動かしてもらい、参加者の持ち込みサンプルを測定し、実際にえられたデータの補正までを講義する。このことで、参加者のサンプルを測定する際にとどのような点に留意するべきか具体的な議論を行い、ワークショップ後の実際の共同研究へとスムーズに移行できるように配慮する内容となっている。

研究集会

シカの脅威と次世代型森林再生のロードマップ研究集会
Ashiu Ecosystem Restoration (AER) Project

開催予定日:2021年7月29日~7月30日
 開催予定地:京都大学フィールド研会議室、
 およびオンライン(Zoom)も活用
 問合せ先:門脇浩明
 E-mail:kadowaki.komei.5x@kyoto-u.ac.jp

【研究集会の背景】

1990年代後半より国内外でシカなどの大型有蹄類による植生衰退、そしてそれに起因して生物多様性喪失・生態系改変が生じている。被害が長期化するにつれ、採食圧をなくしても生態系が回復しない事例が報告されるようになってきている。京都大学の芦生研究林においても、シカの過採食により豊かな森が失われてくるのを前に、2006年から防鹿柵を用いた保全と影響評価を行い、2017年以降は保全を加速すべく防鹿柵を増設した。しかし、新しく設置した柵内において植物の回復は順調とは言い難い。さらに柵外では森林崩壊の予兆ともいえる現象が見られる。こうした状況に、申請者らは従来型の保全再生学の限界を感じており、今後さらに脅威を増すシカの問題に立ち向かうためには、生態学のあらゆる最新の知見を総動員し、次世代の再生学に基づく森林再生のロードマップを構築しなければならないと考えている。

【学術的な特色・独創的な点】

森林再生を生態学の問題ととらえ、様々な専門家による視点から議論を行い、芦生研究林の生態系再生へのロードマップ作成に向けた具体的な作業部会の立ち上げでもあり、基礎研究と応用研究の双方の特徴を合わせ持つ点が特色である。また、独創的な点としては、生態系全体をとらえたうえで森林再生を目指すため、芦生研究林以外の場所にも適用できる一般性の高い枠組みが完成させることができる可能性が挙げられる。このように本研究集会はロードマップ作成の第一歩であるだけでなく、今後、同様にシカ害が猛威を振るっている日本・世界各地のサイトにおいても波及効果が期待できる。

【予想される結果と意義】

本研究集會を起点として、Ashiu Ecosystem Restoration (AER) Projectを立ち上げ、芦生研究林の森林再生のロードマップの方向性を定めることを目指すものである。芦生研究林はかつて植物学者の聖地といわれるほど生物多様性の宝庫であったことから、保全再生活動の必要性は非常に高い。また、京都大学の教育研究だけでなく一般向けの森林ツアーのサイトとして高頻度で利用されており、AERプロジェクトを市民を巻き込んだ自然再生プロジェクトに成長させるためにも本研究集會の開催は重要な第一歩となるだろう。

ワークショップ

若手研究者のための夏季観測プログラム in 琵琶湖

開催予定日:2021年8月15日~8月21日
 開催予定地:京都大学生態学研究センター、琵琶湖
 問合せ先:中野伸一
 E-mail:nakano@ecology.kyoto-u.ac.jp

このワークショップ(WS)は、地球温暖化、富栄養化、外来生物移入などの人為攪乱に伴う湖沼生態系の環境改変が在来生物群集に及ぼす影響を把握することを目的とした、長期生態系観測およびデータベース作成を行う若手研究者のためのWSである。世界有数の生物多様性を誇る・琵琶湖をフィールドとして、京都大学生態学研究センターが所有する調査船「はす」を活用した環境観測および生物採集調査を実施する。調査は、琵琶湖を特徴づける2つのハビタット(沖合と沿岸帯)にて行う。北湖・近江舞子沖の長期観測地点では、先端機器を用いる鉛直的環境測定、およびプランクトン群集(細菌などの微生物も含む)の定量採集を実施し、沿岸帯では底質環境の計測と魚類・ベントスなどの採集を実施する。WSの前半で湖沼生態学の基礎および標準的な湖沼調査法に関する講習を行い、野外調査、生物同定、標本作成、データ解析、データベース作成の一連の作業も習得させる。後半は、長期観測の結果を踏まえながら、少人数のグループ単位で研究結果をまとめ、成果発表および総合討論を実施する。さらに、本WSは、引き続き開催の安定同位体のWSと関連付けられており、琵琶湖で採集した生物試料を安定同位体WSで解析することにより、フィールド採集から室内機器分析、さらにはデータベース構築までの一連の研究手法について、参加者が主体的に習得できるシステムとなっている。これらを通じて、水域生態系の大規模長期研究プロジェクトを牽引する次世代のリーダーを育成する。

なお、受講生の状況により、あるいはDIWPA国際野外生物学コースとの連携の場合は、英語での開催も検討する。

アナンデールの極東旅行から100年 - 琵琶湖の生物多様性はどこまで明らかになったか -

開催予定日:2021年8月21日
開催予定地:オンライン開催(Zoom)
問合せ先:西野麻知子
E-mail:nishinomc@gmail.com

1915-1916年にかけて、インドのコルコタ博物館館長 Nelson Annandale は日本、中国、東南アジアで精力的に生物相調査を行った。琵琶湖では、京都帝国大学大津臨湖実験所の川村多實二らとともに生物相調査を行い、“The macroscopic fauna of Lake Biwa”を1922年に発表した。これは、琵琶湖の生物相の現状と来歴について考察した初めての科学論文であった。

Annandale の調査から100年以上が経過した現在、琵琶湖の地史や生物化石および生物相に関する知見は飛躍的に増大した。魚類や貝類では分子遺伝学的研究の進展が著しく、また、琵琶湖以外の水域とは遺伝的に異なる種や、琵琶湖が生物地理学的に重要な役割を果たす分類群も少なくない。

琵琶湖の生物多様性の由来や生物地理、固有種の起源、進化のメカニズムについては、いくつかの仮説が提示されているが、多様な分類群を包括した形での理解は進んでいない。そこで今回、Annandale 以前の研究史や琵琶湖の地史、琵琶湖固有種と近縁種間のDNA解析も含め、多様な動物群における現時点での知見を共有することで、これまでの仮説の検証とともに、今後、どのような研究を進めることが琵琶湖の生物多様性を包括的に理解するうえで必要になるかについて議論する。

これらの知見を広く社会で共有することが、琵琶湖保全再生法で国民的資産とされた琵琶湖の生物多様性保全へのより深い理解を促すため、研究集会を開催する。

ワークショップ

安定同位体生態学ワークショップ2021

開催予定日:2021年7月26日~9月15日
開催予定地:京大大学生態学研究センター
問合せ先:木庭啓介
E-mail:keikoba@ecology.kyoto-u.ac.jp

同位体分析は生態学における解析手段の一つとして広く用いられるようになってきたが、未だにその実際について学ぶ機会は乏しいのが現状である。本ワークショップではそのような状況を鑑み、安定同位体を用いた研究に興味がある研究者および学生に対し、炭素・窒素の安定同位体比分析・データ解析を通じ「安定同位体生態学」の研究手法について習得してもらうことを目的とするものである。本ワークショップは開催されれば今回で12回目となる。本ワークショップは毎年全国、そして国外からも多くの参加希望者があり、抽選や選抜を行って開催しており、受講者の中のかかりの人が、ワークショップ後に生態研の共同利用を利用した安定同位体生態学の研究を行っている。

ワークショップ内容には、機械の立ち上げ、サンプルの前処理、安定同位体比質量分析計を用いた実際の分析、データ解析、結果のプレゼンテーションおよび議論が含まれる。また期間中には同位体生態学の基本講義、および外部講師による実際の安定同位体を用いた研究に関する講義も行う。本年度は本ワークショップ直前に開催される京大理学部の「陸水学実習」で得られる湖沼または河川試料についての測定、また現在調整中であるが京大フィールド科学研究教育センターでの実習ともリンクさせる形での森林・海洋サンプルについての測定、そして参加者より提供される様々な試料の測定を実施し、それらについての解析結果を発表させることで、より具体的に同位体を用いた研究の実際を学ぶことができるようにしている。2020年度は考古学、天文学、植物生理学、水産学、環境科学など様々な分野の研究者が参加し、同位体利用について活発な議論が行われた。

2020年度はCOVID-19のため、講義、機械の立ち上げ、グループワーク、発表部分など大部分をオンラインとし、実測定はスタッフが実施した。オンラインでの開催は大変難しい点があったが、現在このオンラインワークショップを受講した研究者が実際に測定を実施できており、利用者への実作業に関するレクチャーという点ではオンラインでもかなりの部分で実施可能であることがわかっている。オンラインで提供できない情報をどうするかについては2020年度のアンケート結果を基に、主にオンラインコンテンツの改善を行う予定である。また、アンケート結果から、遠隔地からでも参加できたことがありがたい、というコメントもいただいております。2021年度は可能であればハイブリッドでの開催とすることでより多くの研究者に同位体利用を身近なものと感じてもらえるようにしたい。

研究集会

生物を軸とした群集構造研究の統合とさらなる展開

開催予定日:未定(9月または10月頃を予定)
開催予定地:京都大学理学研究科セミナーハウス
(オンラインの可能性もあり)
問合せ先:山内淳
E-mail:a-yama@ecology.kyoto-u.ac.jp

2020年11月に細田一史氏(大阪大学)と竹本和広氏(九州工業大学)を講師として、京大大学生態学研究センターの生態研セミナーがオンラインで開催された。そこでは、生物群集の理解を目指した、微生物を材料とした最近の取り組みが紹介された。そのセミナーで扱われたテーマをより発展させて生物多様性の理解へとつなげることを目指して、微生物群集の研究に焦点を当てたワークショップを開催する

昨今のメタゲノム解析手法の発展によって、多様な生物群集に関する基礎データが集積されるようになってきた。しかし、そうしたデータを活用して生物多様性の本質の理解へとつなげるためには、関連領域との連携が重要な役割を果たすと考えられる。

近年、特に微生物の群集構造およびその生態系機能に関する研究においては、メタゲノムだけでなく多様なアプローチが充実しつつある。そうした状況にある今こそ、それらを統合し生物多様性の一般理解に向けた取り組みをさらに発展させる、絶好のタイミングであると言える。

本ワークショップでは、微生物に注目した群集研究に焦点を当て、メタゲノム解析、パイオインフォマティクス、培養系実験、野外観察、時系列解析、理論研究などに関する最近の進展を報告していただき、それらの統合・連携の可能性を探るとともに、今後の生物多様性研究の方向性を探ることを目指す。この試みは、群集研究における多様なアプローチを有機的に結びつけ、今後の生態学の一つの方向性を提示することができると期待される。

※新型コロナウイルス感染症拡大の影響により開催予定日等は変更になる可能性があります。

研究集会「環境DNA・環境RNA研究の新たな挑戦」

ここ10年ほどの間に基礎技術の開発から社会実装まで急速に進展してきた、大型生物を対象とした環境DNA分析と、ごく最近研究例が出始めたばかりの環境RNA分析について最新の事例を紹介し、今後の展開や見通しについて議論しました。

やまなか ひろき

山中 裕樹

龍谷大学 先端理工学部 准教授
専門は水域生態学



開催日時

2020年12月15日(火)

開催形式等

オンラインでのzoomウェビナー形式

共同開催 環境研究総合推進費プロジェクト「環境DNAに基づく希少種・外来種の分布動態評価技術の開発と実践」

主催者 山中裕樹(龍谷大学)

参加者

参加者 大学・自治体・行政132名、民間・その他52名



近年、環境中のDNA情報を用いてマクロ生物の分布を推定する「環境DNA分析」が大きく発展してきました。環境DNAとは水や土などの環境媒体中にあるDNAの総称で、放出された糞や体表粘液などに由来すると考えられています。2008年の初めての論文報告から約10年の間にこの技術は大きく進展して、調査地点近傍に生息している生物の種を推定する技術としてすでに実際のモニタリングへの応用段階にあります。ただし、水や土といった媒体には、まだまだ更に取り出せる「生物情報」が埋もれており、技術の進展に伴ってさらに有用な情報を対象生物に非接触で取得できる可能性を秘めています。それは、例えば個体数ないしは生物量、そして繁殖や発病の手がかりとなるような、これまでの環境DNA分析では得られなかった情報を取り出すチャレンジがこれから始まることとしていることを意味します。本研究集会では次のような講演をラインナップして、環境DNAさらには環境RNA分析の最新の研究を紹介し、知見の普及を進め、さらに当該技術の今後の新発展に向けた総合討論を行いました。

荒木さん、内井さん、加さん、土居さんと山中は環境研究総合推進費プロジェクト「環境DNAに基づく希少種・外来種の分布動態評価技術の開発と実践」で令和2年度より共同研究を実施しています。このプロジェクトでは日本に生息する魚類の中でも希少種と外来種に着目し、環境DNA分析の技術的な更新をしつつ、希少種・外来種の生物量推定の精度検証や、種内の遺伝的多様性の評価への技術拡張を目指しています。荒木さんからは本プロジェクトの紹介を含めて、種の検出、遺伝的多様性の検出、そしてそれらの時間変化(履歴)を統合することで保全に資する有用な情報を得る技術へ環境DNA分析を進展させていく方向性が示されました。内井さんからはこのうち、ホンモロコを対象とした種内の遺伝的多様性解析(ハプロタイプ検出)の事例が紹介され、適切なデータのフィルタリングによって、産み付けられた卵を採取して分析した場合と整合的な結果が得られることが示された。加さんからは別府湾の海底コア試料に基づく過去300年の魚類情報の復元について紹介され、カタクチイワシやマアジで魚鱗数の分析や古文書における不漁・豊漁の情報と良く対応するという結果が示されました。

吉武さんは種内の遺伝的変異を環境DNA分析によって読み取り、それに基づいて個体数を推定する新たな技術を紹介され、ウナギ属のミトコンドリアD-loop領域を対象とした事例では、輸入された種苗のなかに混入しているわずかな個体数の同属他種を検出でき、形態に基づいた判別よりも精度よく個体数を決定できたという成果を示されました。源さんからは、環境DNA分析の結果から死体由来の偽陽性を取り除けるかや、繁殖活動のシグナルを検出できるかといったテーマについて研究事例の紹介がなされました。個体からの放出後の経過時間が短いとされる長鎖のDNA断片を検出対象とすることで偽陽性が低減できる可能性があること、環境DNAの濃度変化だけでは、シャープに繁殖活動をとらえることは

難しいことなどが説明されました。山中と土居さんからは現在進みつつある新たな方向性である環境RNA分析について、最新の試みが話題提供されました。基礎となる環境RNAの水中での分解速度やその水質依存性、種の検出(メタバーコーディング)への利用可能性、さらに水生生物が毒性物質に暴露された場合の影響を非接触で継続モニタリングするためのeRNA-seq(環境RNAシーケンシング)の試みなどが紹介されました。

本庄さんからは環境中のウイルスを対象とした研究の経験の中から、安定して回収できるRNAの候補としてmiRNAが示され、野生動植物の状態を知るバイオマーカーとしてmiRNA(マイクロRNA)を対象とした研究の可能性について話題提供されました。尾崎さんはバイオインフォマティクスとしての知識と経験から、主にマウスやヒトを対象として行われているscRNA-seq(シングルセルRNAシーケンシング)におけるデータ解析手法を広く紹介され、現在の環境DNAによるメタバーコーディングデータへの応用アイデアや、今後展開される可能性のある環境scRNA-seqへの展開時に必要と思われる各種の要確認事項について解説されました。遺伝子間関係の解析手法の種間関係検出への応用、新規のRNAシグナル検出手法の新種探索への応用可能性など、具体的にアイデアを示されました。

質疑応答はウェビナーのQ&A機能を用いて行われ、環境DNA試料の採取についての基礎的な質問に始まり、環境中のシングルセルをどう単離するかについてのアイデア提案まで、非常に幅広い58件の質問とコメントが寄せられ非常に盛り上がりました。「水や土は生物情報のメモリーである」という捉え方をすれば、環境DNA分析/環境RNA分析の発展には、「新たな掘り出し方」を提供してくれる「新たな掘り手」の参加が必須です。今回実感できたのは、分子生物学全体を見渡せば、すぐにでも環境DNA/環境RNA分析に応用可能なのでは?と期待できる技術が多く存在しているということです。本研究集会の開催は、環境DNA/環境RNA分析への新たな技術の導入を促し、情報交換と技術共有、さらには新たな共同研究の開始といった動きに向けて、多少でも貢献できたのではないかと思います。

いずれの発表も今後の環境DNA分析/環境RNA分析の発展を考えていくうえで非常に重要な知見やアイデアをご提示くださいました。環境DNA分析がスタートした当時の研究メンバーは主に野外研究を行っている研究者だったのですが、今後は様々な分野の専門家との交流をもっと意識的に進めていかねばならないと感じましたし、その融合の先にはさらに革命的な発展が待っていることを確信しました。参加者の皆さんも同様の感想をお持ちになったと思います。このような大変貴重な機会をお与えてくださいました京都大学生態学研究センターの皆様、特に今回ホストとしてご尽力いただきました工藤洋先生に、心より御礼申し上げます。ありがとうございました。

「脱窒菌同位体比測定法ワークショップ2020」

硝酸イオンの窒素、酸素の同位体比を測定する「脱窒菌法」を実践する脱窒菌同位体比測定法ワークショップ2020をオンラインと一部実働のハイブリッドで開催しました。

こば けいすけ
木庭 啓介

京都大学 生態学研究センター 教授
専門は同位体生態学・生態系生態学



開催日時

2021年1月8日（金）～1月14日（木）

開催場所

京都大学生態学研究センター

スタッフ

木庭 啓介、福島 慶太郎、大西 雄二、鄭 錦森、後藤 晶子、平澤 理世（京大生態研）合計6名

参加者

京都大学内からはフィールド研 助教1名、学外からは研究員1名（水産資源研究所）、助手1名（信州大学）、学部生3名（北海道大学、信州大学、京都府立大学）合計6名

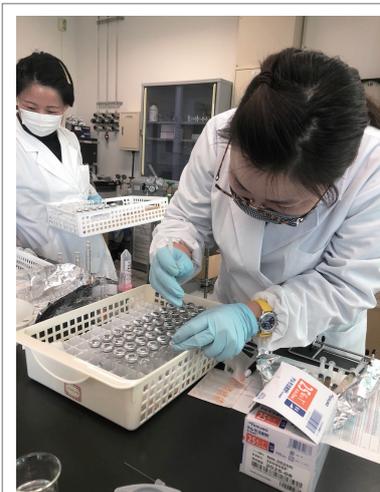


当初は全国からの参加者に来ていただき、5月に開催予定でしたが、COVID-19感染拡大防止のための緊急事態宣言の発令があり、開催時期を延期し、また、実際に来なくても参加できるようにオンライン開催といたしました。

硝酸イオンの窒素、そして酸素同位体比を測定することができる「脱窒菌法」が開発されてすでに約20年近く経っていますが、この方法は脱窒菌の取り扱い、硝酸イオンから一酸化二窒素(N_2O)ガスへ変換するサンプルの処理法、そして生データの補正など様々な点で一般的になるには難しい点があります。実際の測定は通常1週間で1サイクルですが、本ワークショップでは、1サイクルの中で最も重要な硝酸イオンの N_2O ガスへの変換に特化して行いました。同時に脱窒菌法の利用において散見される問題点についての講義を行いました。

8日（金）1日目は全員オンライン参加で、Web会議サービスのZoomを介して脱窒菌法の基礎講義、日常行う特別な脱窒菌の維持管理、翌週に行う実際の操作を事前に撮影・編集した映像を流し、質問を受け付けました。Zoomのチャット機能に加えて、Petari（付箋を使ったリモート会議ツール）等匿名でコメントできる機能を使用し、双方向の理解を試みました。また、その時に参加できない方のために、録画を行い、終了後に閲覧可能としました。

週を挟んで12日（火）および13日（水）は実際に生態学研究センターまで来所していただいた1名により、グルコース培地の作成、脱窒菌の濃縮、サンプル注入などを行いました。従来のワークショップでの1日目、2日目の作業にあたります。14日（木）は実働で水酸化ナトリウム水溶液を添加して反応を停止させて、測定できる状態にしました。その後、全員がZoomを用いたオンラインにて、実際のデータの扱い方（検量線、ブランク、量依存性など）、脱窒菌の応用について（ NO_3^- 以外の測定など）の講義と質疑応答を行いました。



▲サンプル注入を行う来所者

ワークショップ終了後、参加者からは様々な感想と改善点の指摘をいただきました。その一部を抜粋します。「基本的な内容から応用的な内容まで、脱窒菌同位体比測定法の全体像を把握することができた。オンラインのワークショップであったため、本務の合間に参加することができ幸運でした。」「実際の詳細な作業内容はオンラインだけではやはり限界があると感じました。一方で全体的な講義内容については現地に実際に行かなくてもアクセスできることに利点を感じるため、コロナ情勢が収まってからも一部オンライン開催にすると、より門戸が広がるのではないかなと思いました。」「参加者同士が気軽にコミュニケーションをとれるような工夫があると、さらに良いと思いました。」「Webセミナーでは質問がしにくい点について、匿名で気軽に質問できるようなシステムがあり、初参加の学生も気軽に質問ができました。作業内容も可能な限り動画で解説していただき、セミナー部分については通常開催よりももしかしたらわかりやすいのでは?」「ワークショップ終了後も、継続して分析をサポートいただく体制があり、本ワークショップが今後の研究を発展させる基礎になったと考えております。」

このワークショップは4回目の開催となります。初めてのオンライン開催でしたが、実際の作業動画を作業前にみってもらうなどは、今後対面開催となっても継続したいと思います。



▲脱窒菌の植え継ぎを見学する来所者

共同研究a 「異質倍数体植物の遺伝子発現パターンと気象情報からの表現型モデリング」

本共同研究では、イネ科とアブラナ科の倍数体植物を対象とし、気象データ、トランスクリプトームデータ、成長のフェノロジーデータの二段階モデルを作成し、気象データからトランスクリプトームを予測し、さらにそこからフェノロジーを予測できるようにするのが最終目的である。今回の稿ではフェノロジーデータを取得するための画像解析のステップで、我々が直面した問題点とその解決方法に焦点を当ててご紹介する。

しみず (いなつき) りえ
清水 (稲継) 理恵

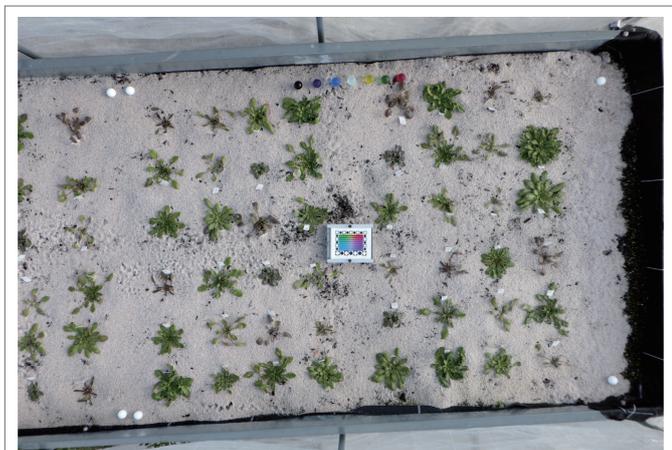
チューリッヒ大学 進化生物学・環境学科
グループリーダー
専門は植物生理学、進化生態ゲノミクス



研究組織

清水(稲継)理恵・清水健太郎・秋山玲子(チューリッヒ大学)
工藤洋・杉阪次郎(京大大学生態学研究センター)
為重才覚(横浜市立大学)
田中健太(筑波大学)
瀬々潤(株式会社ヒューマノーム研究所)

ここ数年以上、様々なカメラによる画像と機械学習を利用した研究が大流行している。我々のプロジェクトでの画像解析の目的は、画像から植物の投影面積の推移や色の変化といった成長の指標と、出穂や開花というライフサイクルの変化を抽出することだ。いろいろな分野の知識が必要とされるため、プロジェクト全体は大規模で、我々のチューリッヒ大、横浜市立大、京大、ヒューマノーム研究所(株)、エルピクセル(株)などから多くの人関わっている。生態研では2017年から共同研究aで毎年ご支援いただき、自動撮影カメラを設置して圃場で栽培するコムギ(異質六倍体)とミヤマハタザオ(異質四倍体)を撮影してきた。安価かつ設置が簡単な撮影装置の詳細については、2018年7月号に寄稿させていただいているので、そちらをご参照いただきたい。設置と撮影は順調に始まったものの、いざ解析という段階で噴出した問題点やその解決法を今回はいくつかご紹介したい。



▲図1 圃場のシロイヌナズナのプロット写真。少し斜めになっている、隣のプロットの植物(左側二列も写り込んでいる)など、自動解析を困難にする要因がいくつか見て取れる。

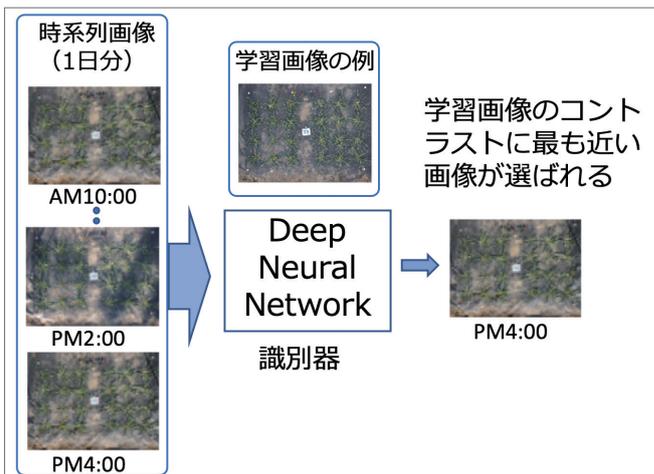
図1は実際にミヤマハタザオを撮影した写真で、縦6x横8個体の一ブロックが撮影されている。人間の目にはどこにどう植物が植わっているのか、各個体の位置と投影面積は一目瞭然だ。しかし今回の計画では合計で何万枚という数の画像があるため、機械学習により個体を検出する必要があった。カメラは固定してあるとはいえ、メンテナンスや画像の取り出し時にどうしても動いてしまうため、一律に位置を指定することはできない。そこでプロットの枠を指定するための目印として、形と色が植物体とははっきり異なる大きな白いビー玉を四隅に置くことにした。さらにロゼット葉を検出し投影

面積を計算するためにも一工夫必要だった。様々な遺伝型を混植しているため、大きくなった個体が隣と重なる事もあった。そのため、一つの個体に対して隣と重ならない円形の境界線を設定し、その中での面積をとることとした(図2)。



▲図2 まず葉の重なりが一番多い部分を目安として各植物個体の中心点を検出し、そこを中心とした円を検出の範囲と設定した。

このような位置合わせ的な問題の他に、写真の質の問題もあった。カメラの設定の都合で撮影は昼夜関係なく90分おきに行い、最初は南中時間に最も近い時刻の一枚を採用した。投影面積の推移を日毎にプロットすると不自然にガタガタになった。特に太陽光が強い季節の写真でコントラストが強すぎるために、葉の光沢で白く抜けた部分や影になる部分が拾いきれなかったのが原因だった。そこで、一日のうちで最もコントラストが適切な写真を選ぶことで、なめらかな成長曲線を得られるようになった。(図3)



▲図3 一日に撮影された画像のコントラスト情報を検出し、学習に利用した画像に最も近い写真をその日のデータとして採用した

室内なら撮影に最適化した環境を保つのは簡単だが、野外ではあらゆるものがコントロール外であるため、試行錯誤の解析となった。人間の目には簡単な画像解析でも、自動化し大量処理するには様々な課題をクリアする必要があるとわかる、いい経験となった。今回ご紹介した解析にはエルピクセル社の後藤隆男氏に多大なご尽力を頂いたので、この場を借りてお礼申し上げたい。

共同研究 a 「安定同位体トレーサーを用いたタケジェネット断片における資源分配」

ひさもと ようこ
久本 洋子



東京大学大学院 農学生命科学研究科
附属演習林千葉演習林 助教
専門は森林分子生態学

マダケのジェネット断片内の各稈の葉に対し¹⁵Nおよび¹³Cの安定同位体トレーサー解析を行った結果、¹⁵Nでトレーサーを与えた稈や近傍の稈に高い値が検出され、窒素の不均一な資源分配が示唆された。

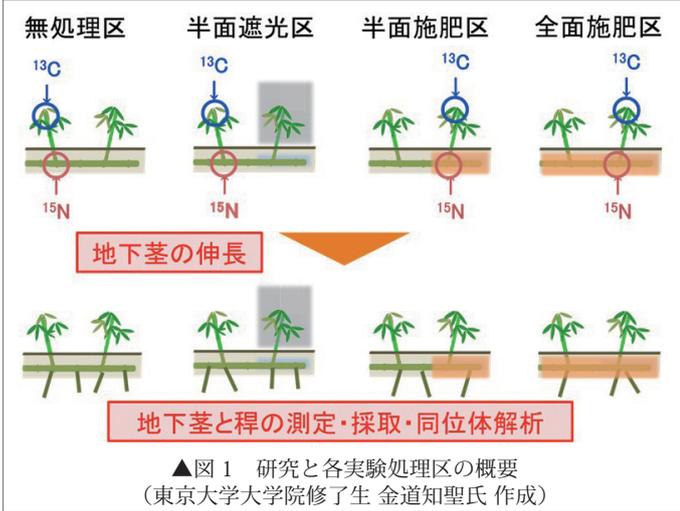
研究組織

久本洋子（東京大学）

木庭啓介（京大大学生態学研究センター）

研究の結果

分布調査の結果、稈は光環境が良い場所に選択的に発生し、稈が多く発生している場所から地下茎が多く発生していた。しかし、地下茎の伸長方向は無作為であり（図3a）、タケ類は条件の良い方に向かって選択的に地下茎を伸長させるわけではないことが示された。トレーサー解析の結果、葉のサンプルでは、トレーサーを与えた稈の葉に¹⁵Nの高い値が検出された一方、¹³Cは各稈の葉における偏りは見られなかった。また、処理区による明瞭な違いは認められなかった。地下茎のサンプルでは、処理区に関わらずトレーサーを投与した稈から近傍の地下茎に集中して¹⁵Nと¹³Cが分配されていることが明らかになった（図3b）。このことから、窒素は無作為に特定の地下茎に移動しているのに対し、地上部ではトレーサーを与えた稈および近傍の稈の葉に利用されていることが分かった。今後は異なる器官やより細かい部位に分けたサンプルのトレーサー解析を行って、詳細なタケ類の資源分配について調べたいと思っている。最後になりますが、本解析を実施していただきました福島慶太郎研究員をはじめ京大大学生態学研究センターの皆様にご心より御礼申し上げます。



研究の背景

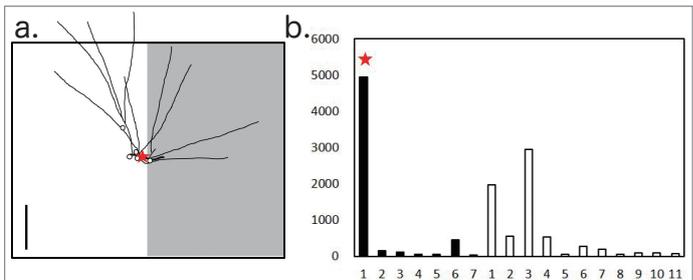
クローナル植物である温帯性タケ類は栄養繁殖により地下茎を水平方向へ長く伸長する。地下茎を通じて稈同士で養分のやり取りを行うことも知られている。それらの特徴により、放置された竹林の拡大が全国的に問題となっている。私たちは、タケ類が環境条件の良い方へ選択的に地下茎を伸長させ、各器官で資源をやり取りしているのではないかと考えた。そこで、光環境や養分条件に偏りを持たせた試験区にマダケを植栽し、発生場所や成長量を調べるとともに、安定同位体をトレーサーとして炭素と窒素がどこに分配されるのかを調べた。

研究の方法

東京大学千葉演習林の苗畑にて、半面を寒冷紗で遮光した半面遮光区、半面および全面に施肥を行った半面施肥区および全面施肥区、無処理区の区画を設置し、2017年に区画の中央にマダケの地下茎（約80cm）を植栽した（図1）。2017年春と秋および2018年春に出現した稈と地下茎の発生数、発生位置、成長量を調べた。

2018年春に出現した稈のうち1本について、同年8月に安定同位体¹³Cでラベリングした二酸化炭素を稈上部の葉に、¹⁵Nでラベリングした硫酸アンモニウムを稈の基部に投与した。投与から約50日経過後の同年10月に個体を掘り出した（図2a, b）。乾燥した地下茎と稈はそれぞれ1本ずつ切断し、地下茎は破砕機およびノコギリを用いて粉末状に破砕した。各稈の枝先から10本の葉を選んでピーズ破砕した（図2c）。安定同位体分析システムを用いて、これらのサンプルの炭素および窒素の濃度と安定同位体比を算出した。

なお本研究は、センターの共同利用機器として新たに立ち上げたトレーサーサンプル用のEA-IRMS (Isoprime+VarioMax) を用いて安定同位体比の測定を行った初めての事例である（図2d）。



共同研究 a 「微量測定手法による脊椎骨の安定同位体比を用いた メコンオオナマズの食性解析」

脊椎骨コラーゲンの炭素・窒素安定同位体比を測定し、ナマズ目魚類の生涯にわたる摂餌履歴を復元した。元素分析計に簡易な改造を施すことで、微量のコラーゲン試料の測定を実現した。メコンオオナマズの保全ならびに資源の維持・管理を目的とした本種の生態調査に活用したいと考えている。

み た む ら ひ ろ み ち
三田村 啓理

京都大学 フィールド科学教育研究センター 教授
専門は動物生態学



研究組織

三田村啓理・久米学 (京都大学フィールド科学教育研究センター)
木庭啓介 (京都大学生態学研究センター)
大手信人・目戸綾乃 (京都大学大学院情報学研究科)
光永靖 (近畿大学農学部)



▲図1. ダム湖で漁獲された全長 2m を超えるメコンオオナマズ

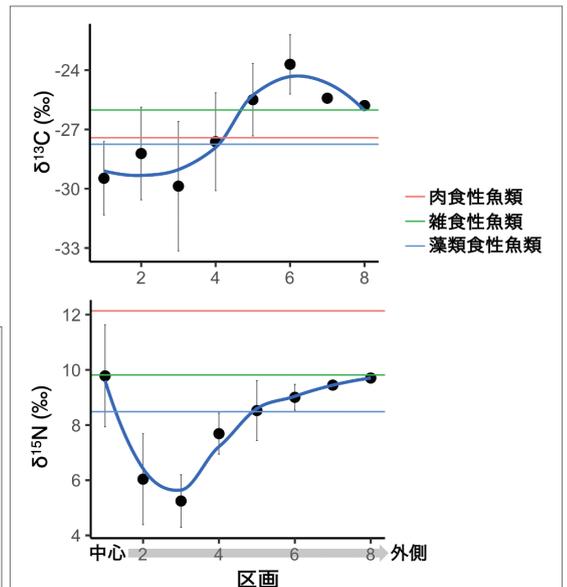
メコンオオナマズ (*Pangasianodon gigas*) は東南アジア・メコン川流域の固有種で、最大全長3mにも及ぶ巨大淡水魚である(図1)。本種は古くからメコン川流域住民のタンパク源として重宝されてきたが、乱獲や河川開発などにより野生個体は激減しており、IUCNレッドリストにおいて絶滅危惧IA類に指定されている。また、タイ国では、メコン川における漁業に加えて、湖沼における栽培漁業や養殖が盛んに行われてきた。しかしながら、本種の保全ならびに資源の維持・管理に必要な本種の生態はほとんど明らかになっていない。

私たちは、脊椎骨に含まれる炭素・窒素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$) を測定し、メコンオオナマズの生涯にわたる摂餌履歴の解明に挑戦している。脊椎骨は木の年輪のように同心円状に組織が形成されるため、脊椎骨に含まれる安定同位体比には、動物が過去に食べたものの情報が保存されている。すなわち、成魚から脊椎骨を採取し、年輪ごとに安定同位体比を測定すれば、生涯にわたる摂餌履歴を知ることができる。年輪ごとにコラーゲンを抽出した場合、得られる試料は微量になる。元素分析計に簡易な改造を施すことで、微量のコラーゲン試料の $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$

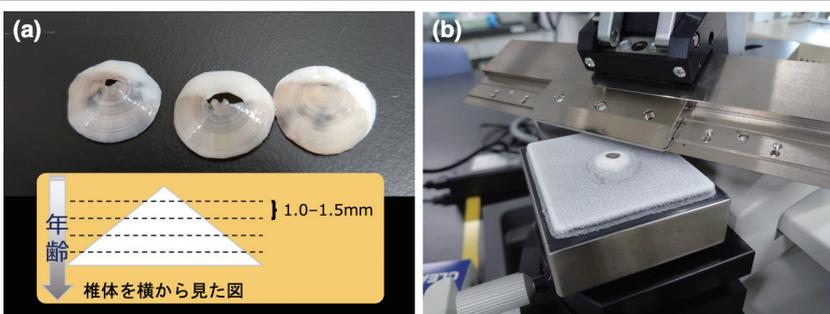
^{15}N 測定を実現した。なお、微量測定手法の詳細については、木庭ら (2021, *RADIOISOTOPES*) を参照いただきたい。

メコンオオナマズの摂餌履歴の復元に先駆けて、まずは近縁種・カイヤン (*Pangasianodon hypophthalmus*) 成魚の摂餌履歴の復元を試みた。タイ国の養殖場において全長約30cmまで飼育されて、その後は放流されたダム湖で全長79-106cmまで成長したカイヤン7個体を供試個体として用いた。脊椎骨から椎体と呼ばれる年齢形質を取り出し、脱脂および脱灰処理を施した。その後、マイクロトームを用いて、試料を中心から外側にかけて1.0-1.5mm間隔で切り分けた(図2)。各断片からコラーゲンを抽出し、うち0.1mgを測定に用いた。また、同じダム湖で漁獲された肉食性魚類、雑食性魚類、藻類食性魚類の筋肉に含まれる $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ を測定し、カイヤンの脊椎骨の測定値と比較した。

$\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ ともに、椎体を中心から外側にかけて値が増加した(図3)。第1区画は、養殖場で与えられていた餌の値を反映していると考えられる。第2-3区画の $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ は、藻類食性魚類よりも著しく低く、この成長段階での餌資源候補として細菌が想定される。第4区画以降の $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ は、藻類食性および雑食性魚類の値に近づいた。筋肉の $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ を測定した先行研究において、カイヤンは稚魚期(全長約40cm)に細菌を利用し、成魚(全長80cm以上)になるとプランクトン・藻類を利用することが示唆されており、脊椎骨の $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ から復元された食性の変遷と類似していると考えられた。すなわち、脊椎骨の年輪に含まれる $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ を測定することで、カイヤンの生涯にわたる食性の変遷を推定できることが示唆された。今後、この手法をメコンオオナマズにも適用し、長らく謎に包まれている本種の食性を明らかにしたいと考えている。



▲図3. カイヤンの脊椎骨・椎体の各区画に含まれる炭素・窒素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$)。黒点は平均値、エラーバーは標準偏差を表す。青線は各区画における平均値の平滑化ライン (loess) を表す。



▲図2. (a) カイヤンの脊椎骨から取り出した椎体 (b) ミクロトームを用いて椎体を切り分ける様子

共同研究 a 「Adaptive significance of circadian gating」

The Dodd lab (John Innes Centre, UK) is collaborating with the Kudoh lab (Center for Ecological Research, Kyoto University) to investigate the regulation of gene expression programs in plants over the cycles of day and night. We are combining expertise in circadian regulation and molecular phenology to gain new fundamental insights into the evolution and responses to future climates of natural plant populations.

Antony Dodd

John Innes Centre, Norwich, UK
Group Leader, Dept. Cell & Developmental Biology
専門は植物分子生物学



研究組織

Antony Dodd • Paige Panter • Pirta Paajanen • Luiza Lane de Barros Dantas • Calum Graham (John Innes Centre)
工藤洋 • 本庄三恵 • 村中智明 • 杉阪次郎 • 湯本原樹 (京大 大学生態学研究センター)

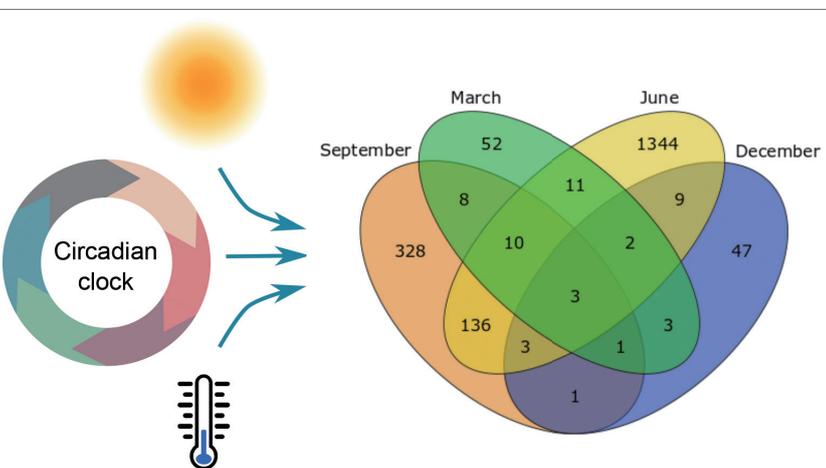
The cycles of day and night on the surface of the Earth are thought to have selected for the evolution of circadian rhythms. Circadian rhythms are biological cycles that have a period of about 24 h, and are thought to provide a biological measure of the time of day. Circadian rhythms are self-sustaining, which means that they persist with a period of about 24 h under constant environmental conditions. They are also relatively robust to fluctuations in the ambient temperature. Circadian regulation is widespread across life, occurring in animals, plants, fungi, cyanobacteria and some non-photosynthetic bacteria. Circadian rhythms contribute to plant growth rates and fitness, and are important for the photoperiodic regulation of flowering. Therefore, circadian regulation is likely to be important for both natural and cultivated plant populations.

A major challenge for the field of chronobiology is to understand the functions of circadian rhythms under naturally fluctuating conditions. Circadian regulation is normally studied under controlled conditions, which provide an opportunity to identify the cellular basis for circadian regulation. However, circadian clocks represent an adaptation to naturally occurring phenomena. It is within this context that the laboratory of Prof. Antony Dodd at the John Innes Centre has formed a collaboration with the laboratory of Prof. Hiroshi Kudoh at the Center for Ecological Research,

to investigate circadian-regulated processes in natural plant populations.

Plants integrate environmental cues through cell signalling pathways to regulate their physiology and development. Such signalling mechanisms can be regulated by the circadian clock, through a process that is known as “circadian gating”. By collaborating with the Kudoh laboratory, we are identifying daily rhythms of gating of responses to temperature cues, at a genome-wide scale, in a natural plant population (Fig. 1). We are investigating this across the seasons, to understand how seasonal cues are combined with circadian timing cues to allow plants to respond appropriately to their daily- and seasonally-fluctuating environments. Our experiments are taking advantage of natural populations of *Arabidopsis halleri*, which is a close relative of the laboratory model for circadian rhythms, *Arabidopsis thaliana* (Fig. 2). Unlike *A. thaliana*, *A. halleri* is an evergreen perennial so allows the study of seasonal regulation throughout the entire year. Because it propagates clonally as well as by seed, it produces large patches of genetically-similar plants that are excellent for time-series sampling under natural conditions.

We are honored to collaborate with the internationally leading Kudoh laboratory, and grateful for the support provided to this project by the Center for Ecological Research. This collaboration has opened new opportunities for both groups, including new scientific topics of investigation, the opportunity to address major unanswered questions in the field, and provided new experimental and scientific training opportunities for the laboratory members. We find this long-term collaboration to be rewarding and stimulating, and look forward to continuing to work with both the Kudoh group and other colleagues across the CER.



▲ Fig.1. We are identifying daily rhythms of the sensitivity of the *A. halleri* transcriptome to cold temperature treatments. Venn diagram shows numbers of genes that have a daily rhythm of cold-sensitivity during each sampling season.



▲ Fig.2. Study species *Arabidopsis halleri*, and monitoring *A. halleri* populations in Hyogo prefecture

共同研究 a 「環境適応に対するエピジェネティック機構の役割の理解に向けて」

エピジェネティック修飾はクロマチン構造の変化を介した遺伝子制御機構であり、様々な生命現象に関わる。しかし、環境変動の大きさや時間スケールにともなうエピジェネティック制御の作用、特に野外環境での応答や長期的な環境変化に対する安定性については知見が限定的である。本研究では、遺伝的組成が同一のクローン株を用いて、DNAとヒストンの修飾変化を調べ、環境適応に関わるエピジェネティック機構の役割を明らかにすることを目指している。

あら き き わ こ
荒木 希和子

立命館大学 生命科学部 講師
専門は植物生態学、環境科学



研究組織

荒木希和子・大西朗子（立命館大学）
工藤洋（京大大学生態学研究センター）
伊藤佑（John Innes Centre）・西尾治幾（滋賀大学）

研究の背景

DNAやヒストンの化学修飾をはじめとしたエピジェネティック機構は、塩基配列の変化を伴わないゲノム構造の変化をもたらす。この変化は成長過程や環境変動に応じて個体内（細胞間）でも生じる一方、修飾状態が長期間にわたって維持され、繁殖を介して次世代へも継承される。エピジェネティック変異は表現型にも影響を及ぼすが、適応・進化的な時間スケールにおける変化の程度や役割についてまだ議論の余地がある。

本研究ではクローン繁殖を行うクローナル植物を用いて、異なる環境下で生育させたクローン株とその子孫株（いずれも遺伝的組成が同一）のエピジェネティック修飾と遺伝子発現の変化を調べ、その変化率や修飾領域から環境適応メカニズムとその繁殖戦略に対する役割を理解することを目的としている。材料は開花後に茎頂からクローン株を形成させる *Arabidopsis halleri*（ハクサンハタザオ）、地下匍匐枝と地上茎からそれぞれクローン株を分化させる *Cardamine amara* と *Cardamine flexuosa* である。

野外の光環境に対する変化



▲図1. 光環境に対する圃場実験と生育植物の様子。(a) 被陰・非被陰区画の配置、(b) 区画内での株の配置、(c) *Arabidopsis halleri* のクローン株

自然集団より採取した *A. halleri* の6個体（遺伝子型）より各12クローン株を3区画の非被陰（明条件）、3区画の被陰（暗条件）で生育させた（図1）。被陰されない環境では、葉柄が短く矮性化し、花と複葉数が多くなる傾向があり、遺伝

子型による違いも認められた。クローン子孫株および種子株は、いずれも生育環境に応答した形態を示した。

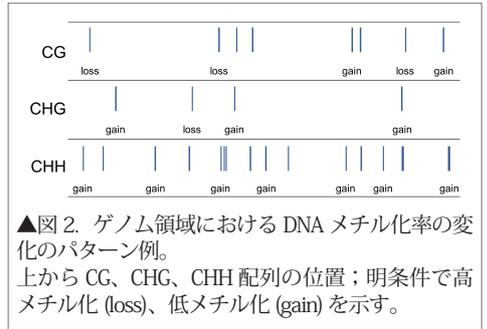
2つの光環境下で生育させたクローン株について、エピジェネティック機構の一つであるDNAのメチル化修飾を調べた。DNA中のメチル化されたシトシンをウラシルに変換するバイサルファイト処理を行い、全ゲノムバイサルファイトシーケンス (WGBS) により、ゲノムワイドにDNAメチル化解析を行った。ゲノム全体でのメチル化率はCG、CHG、CHHのそれぞれ37-38%、14%、4%程度であった。クローン株間でメチル化率に有意な違いの見られた領域は、3,270 (CG)、1,683 (CHG)、1,4502 (CHH) で、いずれの配列でも被陰環境の株でメチル化率が高かった（図2）。これらの領域のメチル化率には平均10-20%で最大70%の違いがあった。しか

し、多くの領域では株間の差異が見られず、野外の光環境において一世代のクローン株間では、DNAメチル化状態は安定的に維持されることが考えられる。変異の見られた領域の機能について検証するとともに、クローン株と種子株での変化についても解析を進めている。

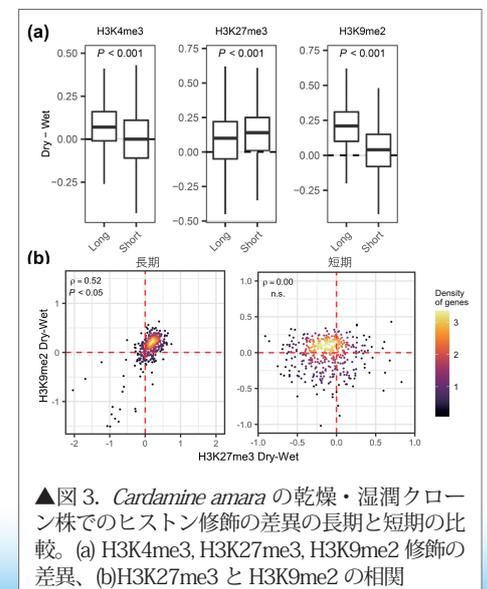
水環境に対する変化

Cardamine amara と *C. flexuosa* の単一株からクローン断片を採取し、乾燥および湿潤環境でクローン株を生育させた。いずれの種でも条件間で葉の含水率、複葉の大きさや数、葉柄の長さなどに違いが見られる。各条件でクローン断片により長期間（12-13世代、約2年）継代させた株、およびその断片を湿潤から湿潤と乾燥条件に移して短期間（1世代、7日目）経過後の子孫株について、遺伝子発現とエピジェネティック機構の一つであるヒストン修飾を調べるため、トランスクリプトーム (BrAD-seq) 解析とクロマチン免疫沈降-シーケンシング (ChIP-seq) 解析を行った。

Cardamine amara では、乾燥条件での遺伝子発現量の上昇は活性化型ヒストン修飾のH3K4me3に正、抑制型のH3K27me3に負に相関した。長期栽培では乾燥株の修飾量が高く、抑制型H3K9me2で顕著であった（図3a）。また長期の乾燥と湿潤株では、抑制型修飾のH3K27me3とH3K9me2の修飾量の差に相関が見られた（図3b）。乾燥条件では光合成関連遺伝子、湿潤条件では防御関連遺伝子の活性化型のヒストン修飾レベルと遺伝子発現量が高かった。特に長期でより多くの光合成関連遺伝子に差が見られた。このことから、長期間一定の環境を経験することで、ゲノム構造が変化し、特定の環境に応答しやすく変化することが示唆される。異質倍数体種である *C. flexuosa* については、トランスクリプトームおよびエピゲノムの環境変化について、両親種 *Cardamine hirsuta* と *C. amara* との比較解析を進めている。



▲図2. ゲノム領域におけるDNAメチル化率の変化のパターン例。上からCG、CHG、CHH配列の位置；明条件で高メチル化 (loss)、低メチル化 (gain) を示す。



▲図3. *Cardamine amara* の乾燥・湿潤クローン株でのヒストン修飾の差異の長期と短期の比較。(a) H3K4me3, H3K27me3, H3K9me2 修飾の差異、(b) H3K27me3 と H3K9me2 の相関

共同研究 a 「POR 酸化-脱窒菌法による微量粒子態窒素安定同位体比測定法の開発」

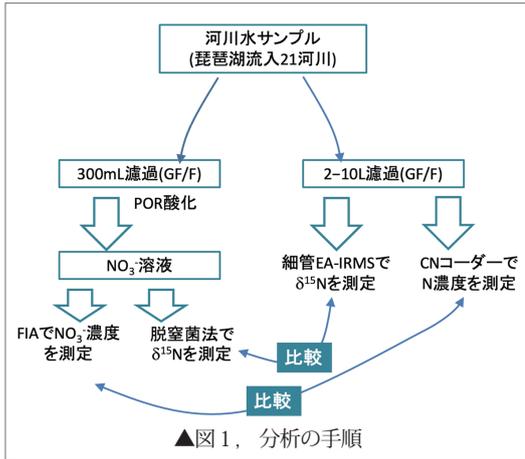
琵琶湖流入河川懸濁物の $\delta^{15}\text{N}$ を EA-IRMS 法、脱窒菌法で測定し比較した結果、脱窒菌法で測定した値の方が大きくなる場合が多かった。脱窒菌法における懸濁物における酸化剤からホウ素を抜いたところ、脱窒菌法と EA-IRMS 法での測定値が同程度になったが、分析サンプル数が少ないため今後追加の確認分析が必要である。

おさか けんいち
尾坂 兼一
滋賀県立大学 環境科学部 講師
専門は森林水文学

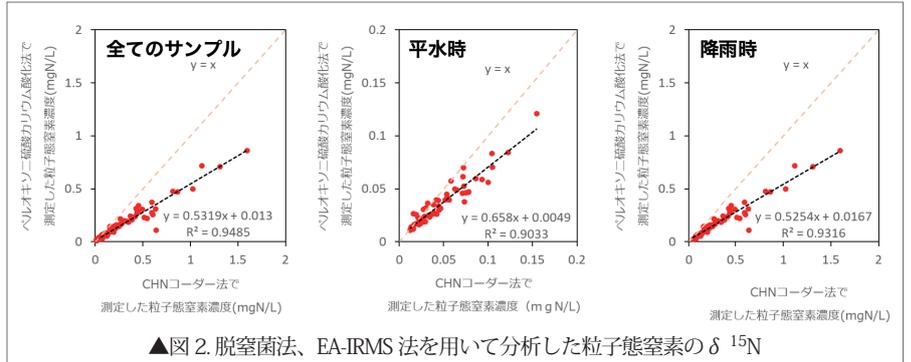


研究組織

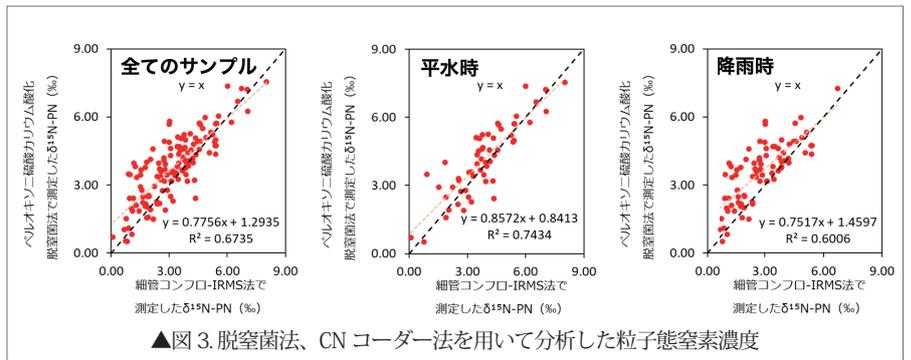
尾坂兼一・石橋孝晃・田邊晴人・川西翔輝・
菊池隆史・横山黎（滋賀県立大学）
木庭啓介（京大大学生態学研究センター）



▲図1、分析の手順



▲図2. 脱窒菌法、EA-IRMS法を用いて分析した粒子態窒素の $\delta^{15}\text{N}$



▲図3. 脱窒菌法、CN コーダー法を用いて分析した粒子態窒素濃度

脱窒菌を用いた粒子態窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 分析

本研究の目的は脱窒菌法を用いて粒子態窒素の微量分析法を確立することである。河川や湖沼における浮流砂や植物プランクトンなどの粒子態物質の窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$) は、集水域から流出する粒子態窒素の起源解析や水域生態系の食物網構造解析に用いられるが、環境水中での粒子態窒素は存在量が少なく、 $\delta^{15}\text{N}$ の測定が困難であることが少なくない。脱窒菌法を用いた $\delta^{15}\text{N}$ 分析は従来の EA-IRMS を用いた $\delta^{15}\text{N}$ 分析の 1/1000 程度の N 量で $\delta^{15}\text{N}$ を測定できるため、微量の窒素量で粒子態窒素を分析できる可能性がある。そこで粒子態窒素をペルオキソ二硫酸カリウム (POR) で NO_3^- に酸化し、脱窒菌法で $\delta^{15}\text{N}$ を測定する手法の検討を行なった (図1)。

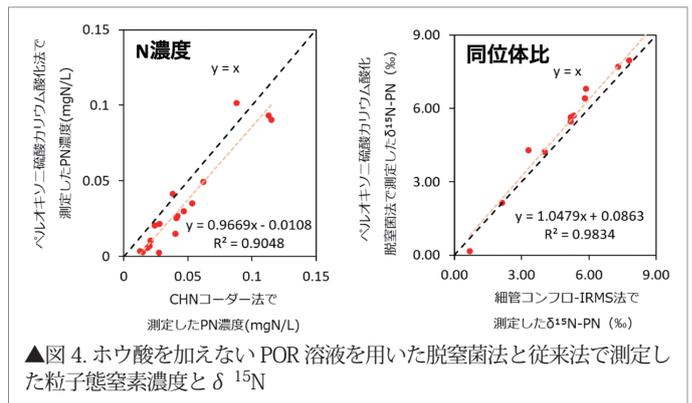
脱窒菌法と既存法の比較

琵琶湖流入河川懸濁物 (160 サンプル) の $\delta^{15}\text{N}$ を細管コンフロ法、脱窒菌法で測定し比較した結果、多くの場合において脱窒菌法で測定した $\delta^{15}\text{N}$ 値の方が EA-IRMS で測定した $\delta^{15}\text{N}$ 値よりも大きくなった (図2)。特に降雨時に採取した河川水において、平水時 (晴天時) に採取した河川水よりも同位体比のズレは顕著であった。また従来の粒子態窒素濃度測定法である CN コーダー法と、POR 酸化を用いた FIA 法を比較すると関係性は高いものの、サンプルを採取した水文環境、時期にかかわらずほぼ全てのサンプルにおいて、POR 酸化を用いて測定した窒素濃度の方が低くなった (図3)。

これらのことは POR 酸化では河川水中の粒子態窒素を十分に NO_3^- に酸化できていない可能性を示している。

粒子態窒素酸化剤の変更

そこで粒子態窒素の POR 酸化時に pH 緩衝剤として用いているホウ素を除いた試薬を用いたところ、脱窒菌法と EA-IRMS 法で測定した粒子態窒素の $\delta^{15}\text{N}$ が同程度となった。また、POR 酸化を用いて測定した窒素濃度と CN コーダーで測定した窒素濃度との差異も小さくなった。このことは POR 酸化溶液に pH 緩衝剤を加えないことにより、窒素粒子酸化時の pH が上がり、より酸化力が強くなった可能性があることを示している。ただし pH 緩衝剤を加えない POR 酸化溶液による分析はサンプル数が少ない。そのため、今後より高濃度のサンプルや、幅広い同位体比のレンジを持ったサンプルの分析を行い、分析精度を確認する必要がある。



▲図4. ホウ素を加えない POR 溶液を用いた脱窒菌法と従来法で測定した粒子態窒素濃度と $\delta^{15}\text{N}$

共同研究a「クサトベラの種子散布に関わる果実二型の原因 遺伝子のスクリーニング」

えいむら なおこ

榮村 奈緒子

鹿児島大学 農学部 助教
専門は 生態学、森林保護学



海岸植物クサトベラのコルク型と果肉型の果実の形態分化をもたらす分子基盤の解明を目指しています。

研究組織

榮村奈緒子・村中智明（鹿児島大学農学部）
本庄三恵・工藤洋（京大大学生態学研究センター）
伊藤武彦（東京工業大学）
豊田敦（国立遺伝学研究所）
吉永新（京都大学大学院・農学研究科）
高部圭司（京都大学・名誉教授）
梶田忠・内貴章世（琉球大学熱帯生物圏研究センター）

果実形態の進化

種子植物の果実形態は多様であるが、この原因の一つとして、果実が種子散布の器官であり、特定の散布媒体に特定の環境へ散布されるために形態が進化した結果であると考えられている。また、本来の散布媒体不在の新たな環境に侵入した場合、代わりに新たな散布媒体に適応した果実形態の獲得とともに種分化したと考えられるハビタットシフトの例が、広い分類群で観察されている。

クサトベラの果実二型

海岸植物のクサトベラには、果実の中果皮がコルク層で水に浮く「コルク型」と果肉層が鳥の食物となる「果肉型」の個体が存在する（図1）。どちらの型も外果皮は果肉層のため、コルク型は海流+鳥、果肉型は鳥に種子が散布される能力をもつ¹⁾。波による攪乱の大きい砂浜ではコルク型、攪乱の小さい海崖では果肉型の個体の出現頻度が高い。本種は太平洋の亜熱帯・熱帯地域の海岸域に広く分布するが、姉妹種はニューカレドニアなどの太平洋の各島で、固有種として内陸に分布する。これらの姉妹種の果実は海流散布能力を持たないが、果肉を持つため、鳥に散布される能力をもつ²⁾。これらのことから、クサトベラの二型の分子レベルの違いを理解することで、海岸から内陸へのハビタットシフト

トにともなう果実形態の進化の初期段階の分子メカニズムが理解できるのではないかと考えている。

進めている研究内容

我々はまず、クサトベラの二型の果実がどの成熟段階で遺伝子発現パターンと形態に違いが生じるのかを明らかにするために、異なる成熟段階の果実についてRNA-seqによるde novoトランスクリプトーム解析と目視や光学顕微鏡などを用いた形態観察を行った。組織の採取は、西表島北部の海岸に自生する各型3個体を用いた。de novoトランスクリプトーム解析の結果、開花後15日頃の果実において、木化形成関連の遺伝子群でコルク型が果肉型よりも発現量が高いなどの違いがみられた。果実の形態分化は、開花後25日頃に中果皮の木化の有無によって生じ（図2）、それ以前の果実では目視や光学顕微鏡レベルの観察では二型間に違いが確認できなかった。これらの結果から、我々は開花後15日頃かそれ以前に二型の分化に関与する遺伝子が存在するかもしれないと考え、開花後5、10、15日目の果実の中果皮（成熟するとコルク型はコルク層、果肉型は果肉層になる部位）と外果皮を分けて、同様にトランスクリプトーム解析を行った。その結果、中果皮で二型間の発現量が大きく異なる遺伝子は、細胞伸長に関わる遺伝子など10個程度が検出された。現在、我々は先進ゲノム支援の助成を受けて、クサトベラの新規ゲノム解読と二型間のQTL-seqの解析から原因遺伝子のスクリーニングを進めており、今回の結果との整合性も確認する予定である。

<参考文献>

Emura N. et al. (2014) Ecol. Res. 29: 733-740.
Howarth DG et al. (2003) Am. J. Bot. 90: 915-923.



コルク型
海流+鳥散布

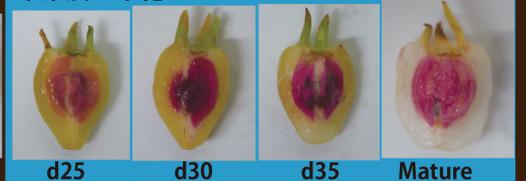
果肉型
鳥散布

▲図1. クサトベラの果実二型

コルク型



中果皮の木化



果肉型



▲図2. 生果実断面のリグニン染色
コルク型の中果皮は開花後25日頃にリグニンが沈着（木化）

共同研究 a 「硝酸イオンの高精度同位体測定手法を用いた沿岸海域の生物生産・物質循環研究」

本研究は一次生産者の海藻類に記録された環境水シグナルを安定同位体比から検出することで栄養塩供給源の寄与を数値化し、その効果を評価することを目的としている。安定同位体比が変化する条件を検証するため栄養塩と光それぞれの環境を段階的に変化させて培養実験を行った結果、光環境を変化させることで窒素安定同位体比の顕著な変化が確認された。

いしだ たけひろ
石田 健大

福井県立大学大学院 生物資源学研究所
博士後期課程 3年
専門は生産生態学



とみなが おさむ
富永 修

福井県立大学 海洋生物資源学部
教授
専門は生産生態学、水産資源生物学



研究組織

富永修・杉本亮・石田健大・中島壽視・
八木亮磨・坂口晃将 (福井県立大学)
木庭啓介 (京大大学生態学研究センター)

炭素安定同位体比を利用した寄与率推定

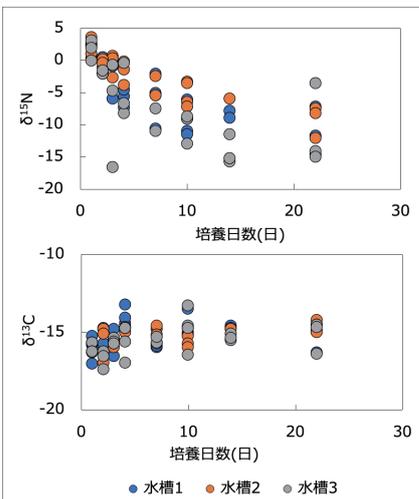
沿岸域の水産資源の豊かさは河川や地下水からもたらされる豊富な栄養塩の寄与によって支えられている (Moore, 1999)。しかし、動植物から地下水シグナルを検出する手法がないため、生物生産に対する海底湧水の直接的な寄与を科学的に検証した例はない。我々は地下水シグナルの代替指標として、水文トレーサーとして利用されている軽元素安定同位体比を用いた陸域地下水の寄与率の定量化を試みている。現状の課題は炭素安定同位体比は採取された地点ごとの個体差が大きいことで、自生個体から寄与率を定量化するのは困難である。

条件を均一化しての培養実験

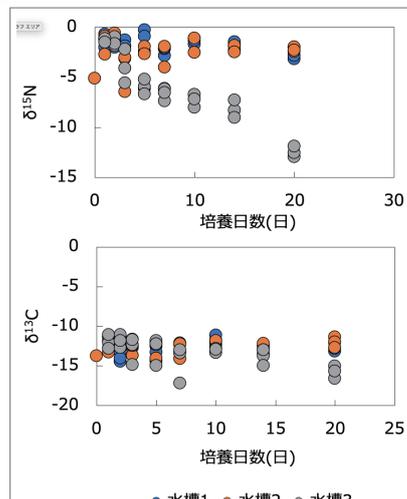
炭素安定同位体比の変動要因は、光や水温などの微細な空間スケールでの環境変化と推察される。我々は2018年から2019年の専用容器を用いた屋外水槽及び野外での培養実験によって炭素安定同位体比の変動を抑えることに成功した(表1)。

	平均値	標準偏差	変動係数
自生アオサ			
釜磯高湧出	-14.6	1.9	-12.7
釜磯低湧出	-12.8	2.1	-16.7
女鹿	-10.4	2.5	-24.2
鳥崎	-14.8	1.2	-8.0
滝之浦	-16.0	1.2	-7.4
西浜	-15.8	1.6	-9.9
培養アオサ			
西津	-18.2	1.3	-7.0
甲ヶ崎	-19.3	0.5	-2.5
仏谷	-22.0	0.4	-1.8
双子島	-21.9	0.3	-1.5
若狭	-18.0	0.2	-1.1
堅海	-18.2	0.1	-0.6

▲表1. 自生個体と培養個体の同位体比の変動



▲図1. 一度目の実験で回収したアナアオサの同位体比の変化



▲図2. 二度目の実験で回収したアナアオサの同位体比の変化

環境条件の変化による同位体比の推移

2020年の11月から12月にかけて、福井県立大学臨海研究センター屋外水槽でアナアオサの培養実験を二度実施した。無性生殖のアナアオサを一辺2cmの正方形に切断し、透明な容器に入れて1水槽につき24個設置した。水槽に添加する栄養塩や光量は3段階に調整し、一度目の実験では水槽1が最大の栄養塩添加量になるように、二度目の実験では水槽1が最小の光量になるようにした。水槽から定期的に3個体ずつアナアオサを回収し、葉体全体の $\delta^{15}\text{N}$ ・ $\delta^{13}\text{C}$ 値を測定した。

栄養塩条件を変化させた培養実験終了時のアナアオサの $\delta^{15}\text{N}$ 値は栄養塩添加量が少ない水槽3では低下する傾向がみられた。 $\delta^{13}\text{C}$ 値は水槽間で大きな差はなかった(図1)。

光条件を変化させた培養実験終了時のアナアオサの $\delta^{15}\text{N}$ 値は光量が多い水槽3では低下する傾向がみられた。 $\delta^{13}\text{C}$ 値は水槽間で大きな差はなかった(図2)。

栄養塩条件を変化させた水槽では添加した過リン酸石灰によって水槽内が懸濁しやすい傾向にあり、添加量が少ない水槽3では最も盛んに光合成が行われたと考えられる。逆に光欠乏環境だった水槽1と2では光合成速度が低下し、栄養塩の取り込みが阻害されたと考えられる。実験期間は冬季で海水温が低く海藻の成長に適さなかったため、より海水温の高い時期に液体培地を用いた検証を実施する予定である。

滑る花卉がアリの花への侵入を防ぐ

Takeda K, Kadokawa T, Kawakita A (2021) Slippery flowers as a mechanism of defence against nectar-thieving ants. *Annals of Botany* 127(2): 231-239.

たけだ かずや
武田 和也

京都大学 生態学研究センター(理学研究科)
博士後期課程3年
専門は植物生態学、生物間相互作用



植物の花には多様な動物がやってきますが、花粉を媒介して植物の繁殖に貢献する動物がいる一方で、中には植物の繁殖に悪影響を与える動物も存在します。植物は花粉を媒介してくれる動物を誘引する一方で、繁殖に悪影響を与える動物を排除することが、効率よく繁殖を行うために重要だと考えられます。

しかしながら、植物がどのように花粉媒介者を誘引するかについては古くから研究が盛んに行われてきた一方で、どのように来てほしくない動物を排除するかについては理解が進んでおらず、特に防衛機構の効果を実験的に示した研究はほとんどありません。

私達はツルニンジン(キキョウ科)、コシノコバイモ(ユリ科)という2種の植物の花びら(花卉または花被片、以下、花卉で統一)の上では、アリが滑って歩くことができないことを発見しました。花を訪れるアリは花粉媒介をせずに蜜を盗んでしまうだけでなく、花を訪れる花粉媒介者の昆虫を攻撃してしまうため、植物の繁殖に悪影響をもつことが知られています。そこで、滑る花卉がアリを花から排除するための機構であると仮説を立て、実験的に検証しました。

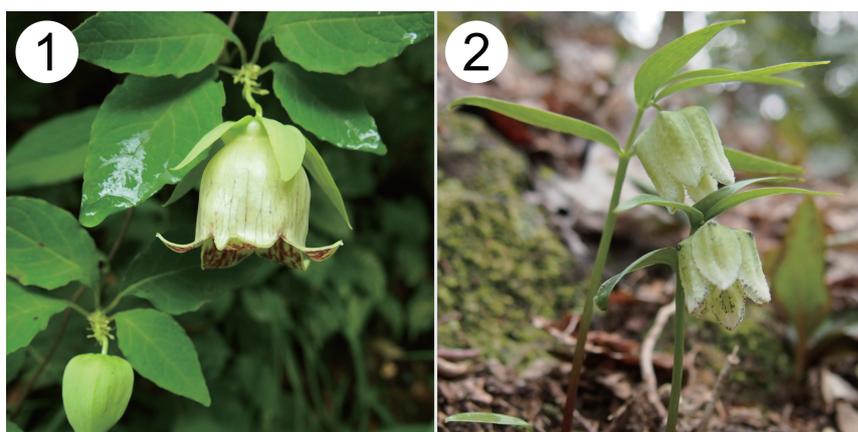
電子顕微鏡を用いて花卉表面の微細構造を観察したところ、2種の花卉の滑る領域上には微細なワックス結晶が確認されました。また、アリに花卉の上を歩かせて滑りやすさを調べる行動実験を行ったところ、表面のワックスを除去した花卉上ではアリが滑らなくなることが明らかになりました。これらの結果は表面のワックス結晶が花卉を滑りやすくしていることを示唆しています。

2種の花卉上にマスキングテープ等でアリが歩ける「橋」を設置する処理を行ったところ、橋渡しをした花ではより高頻度でアリが侵入しました。このことは、野外で実際に滑る花卉がアリの侵入を阻んでいたことを示唆しています。

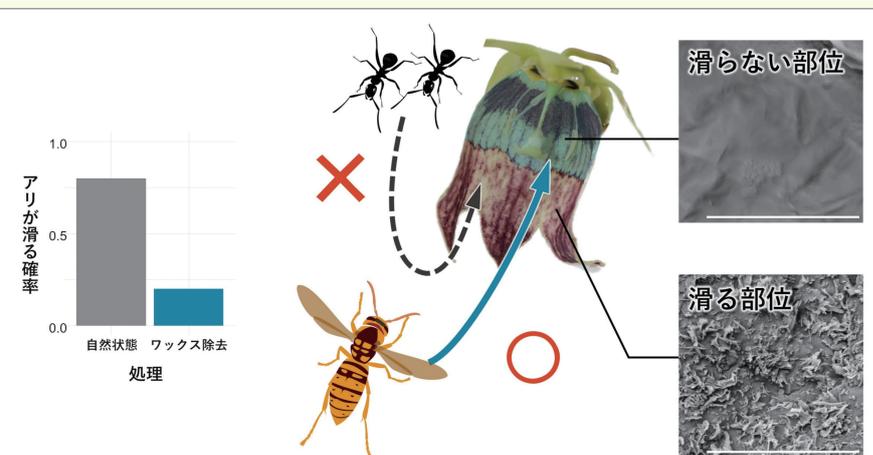
一連の結果は、ツルニンジン、コシノコバイモという系統的に離れた2種の植物において、滑る花卉がアリを排除す

る効果を持つことを示しています。興味深いことに、ツルニンジンの花内部には、ワックス結晶が無く滑らない領域が存在します。滑る領域と滑らない領域を花卉の中に持ち合わせることで、花粉媒介者を受け入れる一方で、アリを排除するということが可能になっていると考えられます。

動物媒花では訪れた動物が捕まりやすいような形質が有利なのではないかと考えられてきました。例えば、重要な花粉媒介者であるマルハナバチは、捕まりやすい花を好んで訪れることが行動実験から報告されています。滑る花卉はアリの排除には有効な一方で、花粉媒介者を誘引する上では足かせになるかもしれません。滑る花卉が花粉媒介者の誘引にどのような影響を与えるのか、また、どのような背景で滑る花卉が進化してきたのかは興味深い課題です。



▲図1 研究対象種。1がツルニンジン(キキョウ科)、2がコシノコバイモ(ユリ科)。



▲図2 研究の概要。花卉表面のワックス結晶が存在する部位では、アリは滑って歩くことができません。滑る領域があることでアリの侵入は妨げられますが、花粉媒介者は内部にあるワックス結晶を持たない部位に足をかけることで花に侵入することができます。

植食性昆虫と土壌菌が樹木の多様性の維持と遷移のカギを握る — 樹木の実生を用いた大規模な野外生態系実験で実証 —

Kadowaki K, Yamamoto S, Sato H, Tanabe AS, Toju H (2021) Aboveground herbivores drive stronger plant species-specific feedback than belowground fungi to regulate tree community assembly. *Oecologia*. 195,773-784.

かどわき こうめい
門脇 浩明

京都大学 白眉センター(連携:農学研究科)
特定准教授
専門は群集生態学



樹木の実生は、スケールの大きな森林からすると小さな存在です。しかし、実生の時期を生き抜いた個体のみが次世代の森林を担うメンバーとなるため、どの実生がどこで生き残り、十分な成長を見せるのかを知ることは、森林の構造や組成などの大きな現象を理解する手がかりとなります。先行研究により、樹木がその定着場所の環境や生物相(植食性昆虫や土壌微生物)を変化させ、更なる変化が今後、周囲に定着する実生の成長や生存にまで影響することが示唆されていました。このように、植物が環境に与える影響が植物に跳ね返ってくることをフィードバックと呼びます。しかし、森林は巨大で複雑なシステムであるため、実際に植食性昆虫や土壌微生物がどのようにフィードバックを生み出し、樹木群集の多様性を形作っているのかは謎のままです。

温帯林では「アーバスキュラー菌根性 (AM)」と「外生菌根性 (EcM)」という異なる菌根タイプの樹種が代表的な存在となっています。EcM 樹種は AM 樹種よりも優占する傾向がありますが、同一森林内で共存していることが知られています。これらの共存・優占のパターンには土壌微生物や植食性昆虫が引き起こすフィードバックが関与していることが予想されます。今回の研究ではこれら二つの菌根タイプを研究対象に設定し、温帯林の樹木群集の決定要因として植食性昆虫と土壌菌が生み出すフィードバックの役割を検証することを目的としました (図1)。

実験では、AM と EcM のそれぞれを代表するイロハモミジ・クスノキ・ヤブツバキ・ヤマザクラの AM4 種と、アカシデ・アカマツ・コジイ・コナラの EcM4 種を実験対象としました。続いて、樹木を植える場所となるメソコズムを野外に設置し、低温殺菌した実験用土を加え、根に土壌菌を保有している樹木の苗木を植えました。菌根タイプごとに別のメソコズムに植えることで、樹種の効果と菌根タイプの効果を同時に評価できる設計です。そこに、ガラ

ス室で土壌菌や植食性昆虫がつかないように別途栽培しておいた実生を、苗木の直下に植えて育てました。2度の成長期を経た1年半後、実生を一個体ずつ丁寧に根から掘り起こし、植食性昆虫や土壌菌の影響を反映する様々な成長形質を測定しました。

結果、AM 樹種であるヤブツバキの実生は、同種の樹木の下で育つ場合、異種の AM 樹種の下で育つ場合と比べて、植食性昆虫に葉が食べられにくくなっていました。しかし、EcM 樹種のコナラの実生では、異種の樹木よりも同種の樹木の下で育つ場合に葉が食べられやすくなる傾向が見られました (図2)。

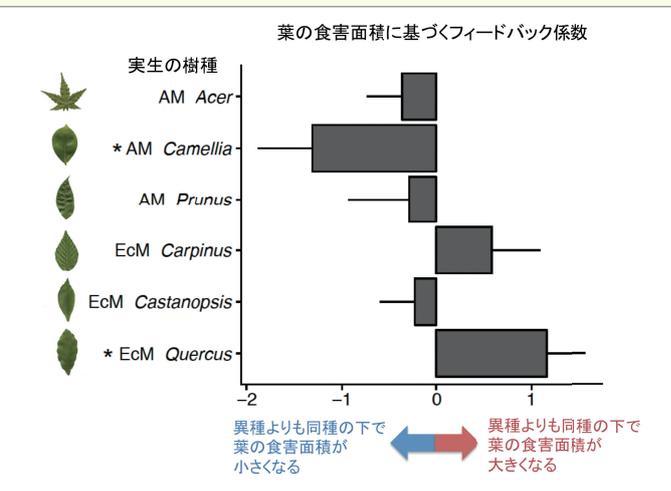
一方、土壌菌が実生の成長に与える効果を調べると、ヤブツバキとコナラを除く多くの樹種において、同じ菌根タイプの樹種の下で育つ場合、異なる菌根タイプの樹木の下で育つ場合と比べ成長が良くなる傾向がありました。つまり、AM の実生は EcM 樹木よりも AM 樹木の下で育つ場合に成長がより良好となり、EcM の実生は AM 樹木よりも EcM 樹木の下で育つ場合に成長がより良好となる傾向が明らかとなりました。

以上から、植食性昆虫が引き起こすフィードバックは、樹種が同種か異種かという種レベルで生じるのに対し、土壌菌では樹種よりも大きなグループである菌根タイプが同じかどうかというスケールで生じる傾向が判明しました。植食性昆虫のフィードバック効果が強くみられる種ほど土壌菌のフィードバック効果は見られなくなるという興味深い傾向も明らかになりました。

この研究成果は、地上と地下での植物と様々な生物とのネットワークがどのように実生の定着や成長に影響するのかを生態系レベルで実験的に示した貴重な成果です。今後は、なぜ樹種によってこうした傾向が異なるのかに光を当て、森林における多様な生物どうしのネットワークが果たす知られざる役割を解明していきたいです。



▲図1 野外実験において観察された真菌類のきのこ(カレエダタケの仲間)と節足動物(植食性昆虫や捕食者)



▲図2 実生の葉の食害面積をもとに算出した植食性昆虫によるフィードバックの方向性と強度(*は統計的に有意な項目 (P < 0.05) を示す。)

侵略的外来アリの侵入成功のカギは食の多様性か

—アルゼンチンアリの「種内差」から紐解く—

Seko Y, Hashimoto K, Koba K, Hayasaka D, Sawahata T (2021) Intraspecific differences in the invasion success of the Argentine ant *Linepithema humile* Mayr are associated with diet breadth. *Scientific Reports* 11(1): 2874

せこ ゆうご
瀬古 祐吾

近畿大学大学院 農学研究科
博士後期課程3年
専門は行動生態学



生物が新たな環境に侵入した際、すべての生物種が侵入後の定着に成功する（侵入成功）わけではなく、その種が侵入を成功させるために必要な性質をもつか否かが重要なカギとなります。その際、侵入成功の程度が種、すなわち遺伝的な基盤の違いによって異なるのであれば、ある生物の種内においても同様に、侵入成功の違いが生じるはずですが。しかしこれまでの研究では、侵入成功の程度が異なる近縁種間の生態学的な比較が一般とされ、それを種内で比較するという試みは見過ごされてきました。

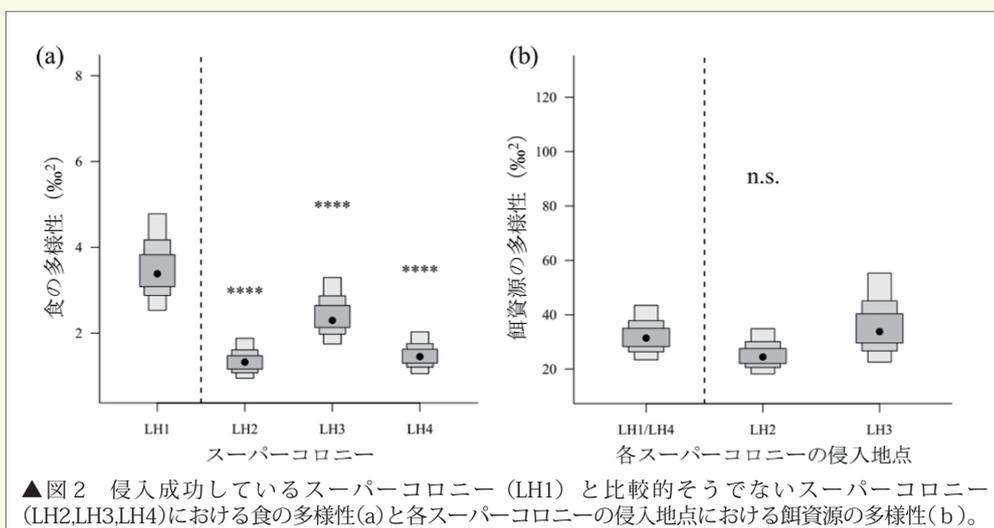
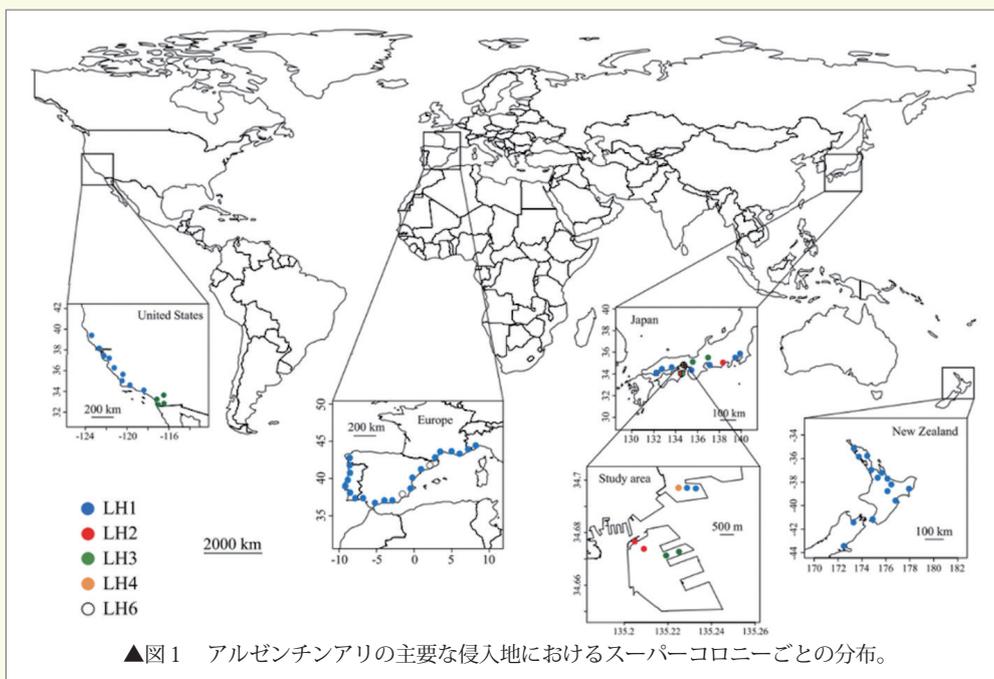
そこで私は、侵入成功の程度が異なるアルゼンチンアリのスーパーコロニー（ハプロタイプを共有する個体で

構成される大規模なコロニー）に焦点を当てました。アルゼンチンアリは世界各地に侵入を成功させる侵略的外来種である一方、その大半がLH1と名付けられたスーパーコロニーから構成されるため（図1）、種内で明確に「侵入成功しているスーパーコロニー」と「比較的侵入成功していないスーパーコロニー」が区別できると考えたからです。本研究ではこれらアルゼンチンアリのスーパーコロニーを対象に、生物の侵入成功を促進すると考えられる性質の一つ「食の多様性（ $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ から推定）」に着目して種内比較を行いました。

その結果、LH1は他のスーパーコロニーよりも明らかに食が多様であることが判明しました（図2a）。次に、各スーパーコロニーの侵入地点における「餌資源の多様性」も同様に調査した結果、その多様性は各スーパーコロニーの侵入地点でほとんど変わりません

でした（図2b）。これはすなわち、餌資源の多様性が変わらない環境下においても、LH1は他のスーパーコロニーに比べ、より高い食の多様性を維持することができることを示しています。したがって、これらの結果は、「食の多様性」が外来種の侵入成功と関連する重要な性質であることを示唆するものであると考えられます。

一方で、本研究では「食の多様性」と「侵入成功の程度」の因果関係までは明らかにすることができていません。今後、これらの因果関係を明らかにすることで、外来生物が侵入を成功させる要因の理解に貢献したいと考えています。



インドネシアの三日月湖はすごい！

2020年1月から2月までの1か月間、宇野とインドネシア科学院 (LIPI)の陸水学・土壌と水科学研究センターの研究者 (2人:Luki Subehi 博士および Imroatusshoolikhah, M.Scim) と、Betung Kerihun Danau Sentarum 国立公園 (TNBKDS)の数人の研究者が合同で、インドネシア、西カリマンタンのカプアス流域にある、カプアス川とダナウセントアルム国立公園に沿った三日月湖の水生物学的調査を行いました。なお、この調査は、京都大学研究連携基盤のサポートにより行われました。そこで、宇野とインドネシア側が今回の共同調査についてZOOMを使って2,3回の打ち合わせを行った後、2021年5月18日には中野を含めてインドネシア側とオンラインで議論しました。中野が加わった理由は、今回の調査はカプアス川の一部としての湖沼や湿地の調査であり、収集されたデータは陸水学的で中野の興味をそそったのと、インドネシア側リーダーのLukiと中野は長年の交流があるからです。ちなみに、インドネシア側からの参加者は、Lukiを含む11名でした。

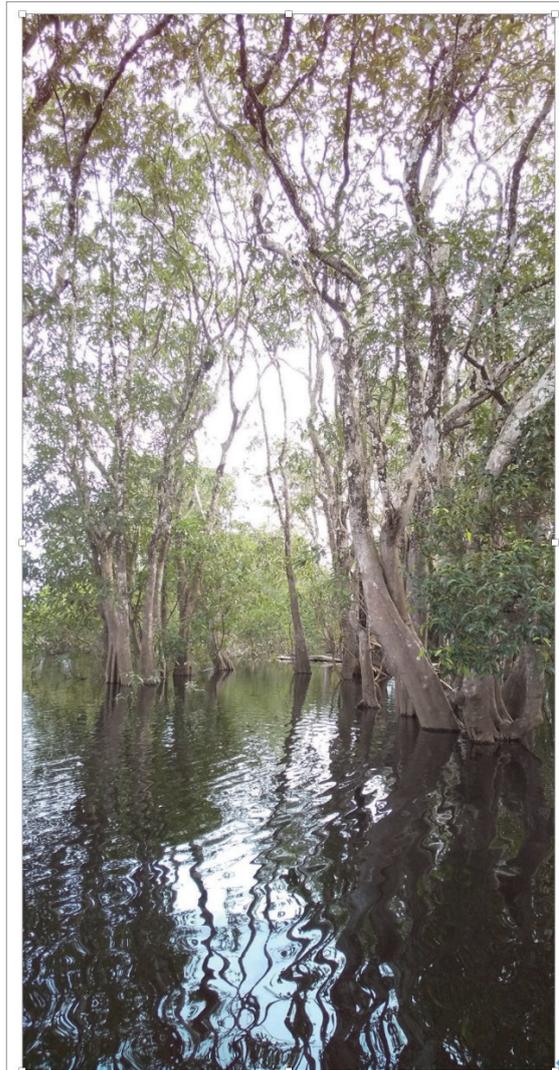
5月18日の会議では、まず調査時に収集したデータが紹介されました。測定項目は水深、水温、透明度、pH、溶存酸素濃度、クロロフィル濃度、全窒素・リン濃度、濁度・懸濁粒子濃度、植物プランクトン組成・現存量、動物プランクトン組成・現存量です。大変多くの湖沼を巡らねばならないことから、測定は主にセンサーを用いて行っていました。今回議論の対象となった湖沼は、これまで誰も学術的な調査を行ったことが無いばかりか、そもそも平素は人間が立ち入らない湖沼が多くありました。三日月湖は、河川の蛇行が進行して河川水が横溢した結果、河道が切断され、元の蛇行区間が河川本体から切り離された状態となった湖沼のことです。このため、三日月湖によっては元の河川と地下で水路がつながっているケースもみられ、そのことが溶存酸素濃度や濁度の鉛直的な分布に表れていました。つまり、それらの三日月湖は湖沼本体だけで閉じている系ではなく、近くの河川と水の行き来のある開放的な系なのです。これは大変興味深いのですが、その反面、内外の水の動きの情報も考慮に入れなければならず、データの解釈には注意が必要です。

しかし今回、改めて感じたことは、開発途上国の湖沼にはまだ我々人間が立ち入ったことの無い未知の世界が広がっており、そこには未記載の生物種や我々の想像を超える生物間相互作用が存在するかもしれません。まさに、研究の秘境です。目的の湖沼にたどり着くだけでも、すぐ近くの都市や町から丸一日かかる場合もあるようで、調査・

研究は多大な労力と時間を要しますが、とても夢を感じました。

一方で、インドネシアは人口2億6千万人を超える世界第4位の大きな国です。その経済発展は極めて著しく、科学技術の進歩にも目を見張るものがあります。でも人間活動が増大する結果、今回ご紹介差し上げたボルネオ島の三日月湖のような未開の地域に人間活動がおよび、貴重な何か失われることがあるかもしれません。実際、今回の研究対象地域でも、すぐ近くで金の採掘が行われているそうです。

ともあれ、DIWPAを通じて動き出した共同研究です。確実に、焦らず、しっかりと、育てていきたいと思えます。



▲写真1：調査を行った1-2月は現地の雨季にあたり、Danau Sentarum では多くの水没林が出現していた。

なかの しんいち
中野 伸一
京都大学
生態学研究センター
教授



うの ひろみ
宇野 裕美
旧・京都大学 生態学研究センター
特定准教授
現・日本学術振興会 特別研究員
(北海道大学 環境科学院)



Luki Subehi
インドネシア科学院
陸水学研究センター
主任研究員



2020年度 博士・修士学位取得者と論文タイトル

博士	古川 紗央里	絶対送粉共生系において植物の種子生産に影響を及ぼす要因の解明
	池本 美都	Within- and across-year legacy effects of herbivores on plant-associated arthropods and reproductive success in a perennial heab (植食者の年内と越年の遺産効果が植物利用者と多年生草本の繁殖成功に与える影響)
	蔡 吉	Ecology and diversity of freshwater picocyanobacteria in Japanese lakes (日本湖沼に生息する淡水性ピコシアノバクテリアの生態と多様性)
修士	中村 友美	異常気象とマスティングの同時発生は小笠原諸島のシマイスノキの被害を拡大する (The simultaneous events of extreme climate and masting increase the damage of <i>Distylium lepidotum</i> trees in the Ogasawara Islands)
	皆木 寛司	小笠原低木林 20樹種における極端な夏の乾燥下での通水欠損障害と糖欠乏 (Hydraulic failure and carbon starvation in 20 drought-tolerance woody plants under extreme summer-drought in the Ogasawara islands.)
	木下 桂	安定同位体手法を用いた琵琶湖水系における寄生物の栄養段階の推定 (Estimation of the trophic levels of the parasites in Lake Biwa basin by the stable isotope technique)
	武田 結花	豊かな土壌栄養循環は作物の生育を促進するか？ 環境保全型農業の数理的検討 (Does rich soil nutrient cycling promote crop growth? Mathematical analysis of Conservation Agriculture)
	堀 淑恵	共生者間の組み合わせが宿主に及ぼす相加的・非相加的効果 (Additive and Non-additive Effects of Multiple Fungal Symbionts on Host Plant Performance)
	横井 瑞士	融雪期の氾濫原における多様な水域生物群集の形成メカニズム (Development of various aquatic communities in a floodplain over the snowmelt period)

2020年度 生態研セミナー開催報告

●毎月第3金曜日(3月・8月は除く)に、センター外の方々も自由に参加できるセミナーを開催しています。本セミナーは生態学研究センターにて開催し、会場への直接参加による視聴と合わせて、講師の同意が得られる場合にはWeb上でもセミナーのリアルタイム配信を行っています。2020年度は COVID-19 の影響により会場で講演を行うことは中止し、Zoom を用いたオンラインセミナーとしてのみ計9回開催しました。これについても Web 配信に準じて扱い、講師の同意が得られた場合には外部に公開しました。

	開催日	タイトル	講演者	所属
第315回	5月15日	琵琶湖深水域に発達するちょっと変わった微生物ループの生態	中野 伸一	京大生態学研究センター
		超学際研究における生態学の役割：流域ガバナンスを事例として	奥田 昇	京大生態学研究センター
第316回	6月19日	タバコ属植物の接木能力の研究から見えた接木・傷・寄生の共通原理	野田口 理孝	名古屋大学生物機能開発利用研究センター
		こうして私は <i>Vigna</i> に惚れた～耐塩性進化の多様性と可能性～	内藤 健	農研機構遺伝資源センター
第317回	7月17日	植物土壌フィードバックと温帯林樹木群集のダイナミクス	門脇 浩明	京都大学フィールド科学教育研究センター
		物が放出する緑葉揮発性成分2-ヘキセナールの生理機能の解明ー植物のコミュニケーションツールとしてのみどりの香りー	山内 靖雄	神戸大学大学院農学研究科
第318回	9月18日	戦略的な外来植物管理-小笠原における研究と実践	大澤 剛士	東京都立大学大学院都市環境科学研究科
		海洋島における外来哺乳動物の攪乱と駆除に伴う生態系の変化	畑 憲治	日本大学商学部
第319回	10月16日	人口減少時代における気候変動適応としての生態系を活用した防災減災 (Eco-DRR) の評価と社会実装	吉田 丈人	総合地球環境学研究所・東京大学大学院総合文化研究科
		流域治水への転換に見る国土の再生への期待	島谷 幸弘	九州大学大学院工学研究院
第320回	11月20日	1万を超える人工生態系により生態系と生命の謎に迫る	細田 一史	大阪大学国際共創大学院学位プログラム推進機構
		微生物群集構造の推定：共起ネットワーク分析と代謝ネットワーク解析	竹本 和広	九州工業大学大学院情報工学研究院
第321回	12月18日	土壌微生物活性の季節性が降水時における森林集水域からの窒素流出量に与える影響について	尾坂 兼一	滋賀県立大学環境科学部
		同位体組成からみた無脊椎動物の食性の特徴	兵藤 不二夫	岡山大学異分野融合先端研究コア
第322回	1月15日	植物の形質多様性のパターンとそのメカニズム	小野田 雄介	京都大学大学院農学研究科
		RNA-seqで明らかにする長期継続感染における植物-ウイルス相互作用	本庄 三恵	京大生態学研究センター
第323回	2月26日	ピシウム菌の分類と生態	東條 元昭	大阪府立大学大学院生命環境科学研究科
		植物-微生物相互作用を時空間的側面から考える	別役 重之	龍谷大学農学部植物生命科学科

2020年度 中学生、高校生等対象の研修・講習会の報告

日付	学校名	内容	担当・講演者	開催場所
8月20日	滋賀県立彦根東高校	ハダニの観察とハダニの色光に対する嗜好性について、観察と課題研究の相談、施設見学	小澤	生態学研究センター
10月2日	滋賀県立膳所高校	化学生態学への招待 - 植物の香り どのような役割を持っているか -	高林	滋賀県立膳所高校

京大大学生態学研究センター 運営委員会（第73回）議事要旨

日時： 令和3年3月11日（木）13:30～14:25
場所： zoomによるオンライン
出席者： 運営委員22名

（議事前）

- 東日本大震災が発生した日の開催となったため、全員で黙祷をした。
- 定足数について、22名の出席により委員の過半数を超えており、委員会は成立している旨、報告があった。
- 前回（第72回（令和2年3月24日開催））運営委員会メール審議議事要旨について、確認された。
- 資料1の現在の運営委員について、令和3年3月で任期が終わる3名の委員について、すでに再委嘱を依頼し承認されていること、本日欠席の関西学院大学の巖佐先生が関学を退職されるが、九州大学名誉教授として引き続き運営委員であることが報告された。

（議題）

1. 副センター長の指名について

中野センター長から、副センター長に関する申合せにより、副センター長はセンター長が指名し、協議委員会と運営委員会で承認を得るとされており、4月からは木庭啓介教授を指名したいとの説明があり、審議の結果承認された。

（報告事項）

1. 次期センター長について

中野センター長から、3月で任期を迎えるが、昨年度末の外部評価時に任期が長すぎるとの意見があり教員で議論をした上で、今年1月15日の協議委員会において投票を実施し、再選されたと報告があった。

2. センター外部評価について

中野センター長から、令和2年3月30日開催の外部評価委員会で、北海道大学齊藤先生、東北大学占部先生、横浜国立大学鏡味先生、本学の沼田英治先生、松浦健二先生に過去7年間の評価をしていただいた。その中で、センターの分野の分け方の見直しに向けた、ミッション・ビジョンの明確化の意見があり、資料2の通りまとめたことの報告があった。他のご意見については、今後対応すると補足説明があった。

3. 令和4年度概算要求申請について

資料3に基づき、現在鉛直的な琵琶湖の調査を継続しているものを、もう少し面的な測定を実施するものとして拠点の機能も高めていくことを目指し、計画・申請したことの報告があった。

4. センター一般公開について

資料4に基づき、本学隔地のセンター・附置研究所が一般市民向けに公開する京大ウイークスの一環として、令和2年10月17日にコロナ禍を考慮して32人に限定して実施され、好評だったことが報告された。

5. 公開講演会について

中野センター長から、資料5に基づき、毎年開催しているシリーズ公開講演会を、会場を借りて行う形ではなくzoomを用い「もっと知りたい琵琶湖の深呼吸」と題して2月20日に実施したと報告があった。

6. 部局間交流協定について

資料6に基づきインドネシア陸水学センターと、令和2年6月12日に部局間交流協定を締結したと報告があった。

7. 令和2年度 外部資金の受入れについて

中野センター長から資料7に基づき、科学研究費以外に受入れた外部資金について報告があった。

8. 令和2年度 職員の兼業について

中野センター長から資料8に基づき、今年度承認された兼業について報告があった。

9. 令和2年度 協力研究員受入れについて

資料9に基づき今年度採択された協力研究員について、報告があった。

10. 令和2年～令和3年度の研究生受入れについて

資料10に基づき、今年度から来年度受入れている研究生について報告があった。

11. 令和3年度招へい研究員について

資料11に基づき、次年度の招へい研究員について報告があった。今年度招へい予定で来日できず次年度に延期となった方がありと説明がなされ、これに対し可知委員より、京都大学では現地雇用できないかとの質問があり、来日しないと雇用できないと回答があった。東京都立大学は、海外にいまままオンラインでの授業を行う非常勤講師を、雇用できることになったとの情報だったが、本学も現地雇用の制度ができたが、対象者は限定した条件に合致する必要があり招へい研究員は対象ではないと事務から説明があった。

12. 令和3年度 日本学術振興会特別研究員の受入れについて

資料12に基づき、次年度に受入れる学振特別研究員について、報告があった。

13. その他

当センターの運営について、ご意見をいただいた。

- ・占部委員から、共同利用拠点の利用者、特に長期滞在者のため、宿泊施設の割引や案内ができないかと提案があり、宿泊施設を作ることは難しいため、安価なホテルや、通えるエリアのウィークリーマンション等の情報を案内していると回答があった。
- ・塩谷委員から、構成員に助教がいいため、若手研究者を育成する、世代の循環をさせるようなプロモーションがあるかと質問があり、生態フィールド学系において、次年度から若手重点戦略定員が配置されたので、当センターでも使うことになるが、1人目はフィールド研で助教を雇用し、テニユア・トラック後の2人目に生態研で助教を雇用する予定であること、機関としてポスドクを毎年2名程度2年以内で雇用することを継続している。また総合地球環境研究所のプロジェクトによるクロスアポイントメントができれば、その枠を利用して若手を雇用したいと説明があった。
- ・村山委員から、企業連携について取り組みがあれば、教えて欲しいと質問があり、昨年度まで2年間、琵琶湖のアオコについて民間企業と共同研究をしていたことと、東樹委員が役員を務める、研究成果活用企業と共同研究を実施している実績があると回答があった。

京大大学生態学研究センター 共同利用運営委員会（第29回）議事要旨

日時： 令和3年3月11日（木）14:40～15:25
場所： zoomによるオンライン
出席者： 共同利用運営委員18名、陪席1名

○出席者は18名であり、過半数の13名を超えており、会議成立が報告された。

○中野センター長が陪席することについて諮り、了承された。

○共同利用運営委員会（第27回）メール審議議事要旨、令和2年3月24日開催及び、共同利用運営委員会（第28回）メール会議議事要旨（案）令和2年10月28日について、確認があり、承認された。

（議題）

1. 令和3年度共同研究・研究会・ワークショップの採択について

次年度の京大大学生態学研究センター全国共同利用共同拠点における共同研究・研究会・ワークショップの公募に対し、国際共同研究に1件、共同研究a6件、研究会に2件・ワークショップ4件の申請があり、専門委員会で審査した結果について説明があり、予算配分を含めた採択案について、審議の結果、承認された。審査された陀安委員から継続申請について前年度の研究内容がわかる形にしてあるが、何年続いているかがわかるように申請することを検討してほしいと意見があり、次年度の様式に反映させると回答された。また、今年度はコロナ禍のため、実施が困難な研究があったが可能な範囲で実施してもらったことが説明され、塩尻委員から、大津にある生態研と、京都大学の新型コロナウイルス対策の基準に差があった場合に、どう対応したか質問があり、立地場所の滋賀県の意向を優先に対応したことが説明された。

（報告）

1. 共同利用・共同研究拠点第3期期末評価用調書について

平成28年度から今年度12月まで5年間の活動をまとめた期末評価用調書を、第4期の拠点申請書とともに、提出したことの報告があった。

2. その他

拠点の運営について、ご意見や質問は以下の通り

- ・半場委員から、陀安委員がおられる地球研と生態研とで、同位体関係の研究を実施できるが、地球研では12月～1月に予約が取れない状態にある。その時期に生態研で同位体関係の実験ができるかと質問があった。年間の調査・研究においてデータがでてくる12月頃に利用が集中することとなり、陀安委員からも、トレーサーなど状況によって使わせてもらい、連携していると回答があった。木庭委員長から、地球研には宿泊施設もあるため、遠方からの方の対応ができることを、案内することがあると説明があった。
- ・速水委員から、新たに設けた国際共同研究という枠は、過去からもあったのではないかと質問があった。文科省に対して報告する中で、研究機関が国際的なものを国際共同研究とカウントしていたが、新たな枠組みとして1件を海外との旅費だけをサポートするものとして位置づけ、限られた予算で有効な取り組みができ、PIが来るときに若手研究者を連れてくるなど、留学せずに国際的な人脈を作る利点があると回答された。
- ・陪席の中野センター長から、文科省において昨年度は高等教育局で現況調査があり、まもなくその結果が出て、各部署の各大学における評価が示される。高等教育局と研究振興局は相互に連絡を取り合っており、現況調査の結果が良くないと研究振興局側は、拠点の評価も厳しくすると言われている。新たな拠点の申請に関してネットワーク型が多くでていると聞いており、単独拠点で申請をしている当センターは厳しい状況になっているため、第4期にかけて、引き続きご協力をいただきたいと情報提供があった。

2021年度 運営委員・共同利用運営委員名簿

運営委員

氏名	所属	任期
議長		
中野 伸一	生態学研究センター長	2020.4.1～2022.3.31
第1号委員		
木庭 啓介	生態学研究センター・教授	2020.4.1～2022.3.31
山内 淳	〃	〃
高林 純示	〃	〃
工藤 洋	〃	〃
石田 厚	〃	〃
酒井 章子	〃	〃
谷内 茂雄	生態学研究センター・准教授	〃
東樹 宏和	〃	〃
本庄 三恵	〃	〃
第2号委員		
國府 寛司	京都大学大学院理学研究科長	2021.4.1～2023.3.31
澤山 茂樹	京都大学大学院農学研究科長	2021.4.1～2022.3.31
小島 泰雄	京都大学大学院人間・環境学研究科長	2020.4.1～2022.3.31
塩谷 雅人	京都大学生存圏研究所長	〃
速水 洋子	京都大学東南アジア地域研究研究所長	〃
村山 美穂	京都大学野生動物研究センター長	〃
第3号委員		
内海 俊介	北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・准教授	2020.4.1～2022.3.31
占部 城太郎	東北大学大学院生命科学研究所・教授	〃
永田 俊	東京大学大気海洋研究所・教授	〃
可知 直毅	東京都立大学・特任教授	2021.4.1～2023.3.31
鏡味 麻衣子	横浜国立大学大学院環境情報研究院・教授	2020.4.1～2022.3.31
村岡 裕由	岐阜大学流域圏科学研究センター・教授	〃
陀安 一郎	総合地球環境学研究所・教授	〃
半場 祐子	京都工芸繊維大学応用生物学系・教授	〃
塩尻 かおり	龍谷大学農学部・准教授	〃
巖佐 庸	九州大学・名誉教授	〃
佐竹 暁子	九州大学大学院理学研究院・教授	〃
辻 瑞樹	琉球大学農学部・教授	〃

共同利用運営委員

氏名	所属	任期
第1号委員		
木庭 啓介(☆)	生態学研究センター・教授	2020.4.1～2022.3.31
山内 淳	〃	〃
高林 純示	〃	〃
工藤 洋	〃	〃
石田 厚	〃	〃
酒井 章子	〃	〃
第2号委員		
國府 寛司	京都大学大学院理学研究科長	2021.4.1～2023.3.31
澤山 茂樹	京都大学大学院農学研究科長	2021.4.1～2022.3.31
小島 泰雄	京都大学大学院人間・環境学研究科長	2020.4.1～2022.3.31
塩谷 雅人	京都大学生存圏研究所長	〃
速水 洋子	京都大学東南アジア地域研究研究所長	〃
村山 美穂	京都大学野生動物研究センター長	〃
第3号委員		
内海 俊介	北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・准教授	2020.4.1～2022.3.31
占部 城太郎	東北大学大学院生命科学研究所・教授	〃
永田 俊	東京大学大気海洋研究所・教授	〃
可知 直毅	東京都立大学・特任教授	2021.4.1～2023.3.31
鏡味 麻衣子	横浜国立大学大学院環境情報研究院・教授	2020.4.1～2022.3.31
村岡 裕由	岐阜大学流域圏科学研究センター・教授	〃
陀安 一郎	総合地球環境学研究所・教授	〃
半場 祐子	京都工芸繊維大学応用生物学系・教授	〃
塩尻 かおり	龍谷大学農学部・准教授	〃
巖佐 庸	九州大学・名誉教授	〃
佐竹 暁子	九州大学大学院理学研究院・教授	〃
辻 瑞樹	琉球大学農学部・教授	〃
☆議長		

2021年度 協力研究員名簿

氏名	所属等	課題名
陀安 一郎	総合地球環境学研究所 研究基盤国際センター・教授	各種安定同位体比を用いた生態系解析
崎尾 均	新潟大学 佐渡自然共生科学センター・センター長	水辺川の生態と更新・再生
坂田 ゆず	秋田県立大学 生物資源科学部・助教	外来植物 - 在来植物の相互作用における物理的環境と生物的環境の役割
源 利文	神戸大学大学院 人間発達環境学研究所・准教授	環境 DNA を用いた淡水域における生物相モニタリング法の開発とその応用
荒木 希和子	立命館大学 生命科学部・講師	クローン性植物における分子生態学的研究
野崎 健太郎	椋山女学園大学 教育学部・准教授	1. 接合藻アオミドロ属 (<i>Spirogyra</i> 属) の自然史研究 2. 無機酸性河川の陸水学 3. 災害時における避難所での環境水 (自然水) の利用可能性 4. 自然体験型学習の効果測定
原口 昭	北九州市立大学 国際環境工学部・教授	泥炭地生態系の一次生産と分解機能の解析
由水 千景	総合地球環境学研究所 研究基盤国際センター・研究員	安定同位体比を用いた水域の物質循環研究
森 豊彦	人と自然の共生ネット・会長	生態学的手法による地域活性化
今井 一郎	滋賀県立琵琶湖博物館・特別研究員 / 北海道大学・名誉教授	植物プランクトンの生理・生態・生活環 有害有毒赤潮の発生機構・発生予知・発生予防と駆除 アオコの微生物学的防除および発生予防
亀田 佳代子	滋賀県立琵琶湖博物館・専門学芸員	生態系における鳥類の機能の解明
高野 (竹中) 宏平	長野県環境保全研究所・研究員	サトイモ科植物の送粉生態及び希少植物の保全
村中 智明	鹿児島大学・日本学術振興会 特別研究員 (PD)	ハクサンハタザオおよびアオウキクサ属植物を用いた概日時計機構の分子進化生態学
岡崎 友輔	京都大学 化学研究所 化学生命科学研究領域・助教	環境ゲノム解析を活用した琵琶湖微生物生態系の研究
伊藤 公一	日本学術振興会 海外特別研究員 (派遣先: Department of Zoology, University of British Columbia)(派遣先での身分: Postdoctoral Research Fellow)	競争と協力がもたらす個体間の複雑な相互作用
辻 かおる	Stanford University・研究員	花の雌雄差と花を利用する昆虫や微生物群集の関係
神谷 麻梨	京都大学 iPS 細胞研究財団 品質部 ゲノム解析チーム・サブチームリーダー	野外のウイルス感染植物におけるリカバリー現象の解析
小沢 晴司	宮城大学 事業構想学群 教授	地域景観の魅力再発見と災害からの再生
三木 健	龍谷大学 先端理工学部・教授	琵琶湖の微生物群集に関する生物多様性および生態系機能の時空間動態の解明
奥田 昇	神戸大学 内海域環境教育研究センター・教授	琵琶湖流域の生物多様性と生態系機能に関する研究
宇野 裕美	北海道大学環境科学院・日本学術振興会 特別研究員 (PD)	琵琶湖からの遡上魚が流入河川生態系に与える影響評価
大串 隆之	京都大学・名誉教授	間接効果概念の考究と啓発

2021-2022 年度の協力研究員を募集しています

生態学研究センターでは全国共同利用研究施設として、開かれた研究活動を活発化するために、協力研究員制度を設けています。協力研究員は、担当教員と相談のうえ、施設の一部をセンター員に準じて利用することができます。共同利用施設の利用にあたっては、共同利用研究申請書を提出し、所定の手続きをしてください。協力研究員は、本センターの協議委員会の議に基づきセンター長が委嘱します。なお、協力研究員は生態学研究センターの研究活動の協力者であり、生態学研究センターに在籍する身分として認められるものではありません。

任期：2021年4月1日～2023年3月31日までの2年間

- ・申請は随時受け付けています。
- ・申込書を生態学研究センターのホームページ (<http://www.ecology.kyoto-u.ac.jp/fellow.html>) からダウンロードいただき、下記の共同利用担当までメール添付にてお申込み下さい。

【申請・問い合わせ先】

〒520-2113 滋賀県大津市平野 2 丁目 509 - 3

京大大学生態学研究センター・共同利用担当

電子メール：kyodo-riyo[at]ecology.kyoto-u.ac.jp ([at] は @ に変えてください)

電話：077 - 549 - 8200

◆潮雅之特定准教授(白眉センター)が、令和3年度科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞しました。

「野外生態系動態の制御機構に関する研究」

【受賞内容】

生物の個体数変動がどう生じ、生態系規模の現象がどうやって起こるのかを理解することは生態学の目標の一つです。しかし、生態系は多くの要因が相互作用する大規模複雑系であり、実証データに基づく解析は困難でした。今回受賞対象となった一連の研究では、野外調査・室内実験・データ解析を高度に融合させ、常に新たな手法を開発しながら、野外生態系研究における技術的・概念的な困難を克服してきました。その結果、一連の研究により、生物群集の種組成・個体数の決定機構の理解や変動の予測が可能であることを示しました。例えば、日本海の長期魚類群集観測データと新規に開発した時系列解析手法により生物の個体数変動に種間の相互作用が重要であることを世界で初めて実証しました。一連の成果は複雑な系の動態の将来予測や制御に寄与するものであり、農業生態系や人の健康に関わる微生物群集の制御の技術的・理論的基盤にもなりうるかと期待されています。

【受賞コメント】

膨大な要因が絡み合う複雑な生態系動態を理解するために多種多様な解析を統合してきました。結果として複雑になってしまった一連の研究成果を評価していただきありがとうございます。



◆博士後期課程2年鈴木紗也華が、第68回日本生態学会 最優秀ポスター賞(※1)、第65回日本応用動物昆虫学会 ポスター賞(※2)を受賞しました。

「節足動物群集のDNAメタバーコーディングから被食-捕食ネットワークの季節動態へ」(※1)

「DNAメタバーコーディングを用いた草原性クモ群集の被食-捕食ネットワークの季節動態と種特異性の評価」(※2)

【受賞内容】

陸上生態系における食物網の季節動態をテーマとして、修士研究で得られた成果をもとに、さらに解析を進めた結果を今回2つの学会で発表させていただきました。陸上生態系において中間捕食者とされるクモ群集に着目し、食物網構造が季節的にどのように変化するか、またクモ種ごとの餌生物の特異性について解析を行いました。その結果、秋にかけて食物網構造が大幅に変化すること、クモ種ごとに餌生物の特異性が高い種と、特異性が見られない種(ジェネラリスト種)が存在することが明らかになりました。今回は約2300個体のクモ群集の餌生物をDNAメタバーコーディングで解析したことで、節足動物群集の食物網構造を網羅的に明らかにすることが可能になりました。

【受賞コメント】

今回はオンラインでの発表ということで、レイアウトや文字の大きさを工夫してポスター作成に取り組みました。多くの方からコメントをいただき、今後の研究の展開について様々なフィードバックをいただきました。今後とも研究に精進していきたいと思っております。



センターニュース オンライン化のお知らせ

生態学研究センターニュースはこれまで年2回冊子体を印刷し、発行してまいりましたが、社会における情報伝達の形態が変化する中、今まで以上に幅広く研究者コミュニティおよび社会全体に情報発信させていただける出版形態への移行を準備しております。つきましては、1年後の2022年7月号より、オンライン版主体の発行形態に移行させていただく予定であります※(2022年1月号はこれまで通りお届けいたします)。発行のお知らせをいたしまして、これまでの読者の方々へメール配信させていただきますとともに、各種メーリングリスト等でもご通知させていただく予定であります。

メール配信の新規登録、配信先の変更、配信停止等をご希望の場合は、インターネット上の以下のフォームより必要事項のご入力をご希望いたします。

<https://ws.formzu.net/fgen/S75832635/>

オンライン化に伴い、より多角的で迅速な情報発信を目指してまいります。

今後とも当センターの研究活動にご協力を賜りますよう、お願い申し上げます。

※図書室を運営される公的機関等へは、これまで通り冊子体版もお届けいたします。



表紙について

タイの乾季落葉樹林(落葉フタバガキ林)で、乾季に生じた山火事の様子(a)と鎮火後の様子(b)。乾季落葉樹林では、乾季に毎年もしくは数年に1度山火事が入ります。そのような林では、山火事に耐性を持つ樹木しか生き残っていません。今後の温暖化の進行により、乾燥の頻度の増加やそれに伴う山火事の増加も予測されています。このような温暖化等による極端な気象や高まる人為影響による森林生態系への影響評価は、今後ますます重要になってきます。しかし私もCOVID-19の蔓延により、調査地であるタイへ去年からずっと行っていません。気象測定機器など野外に設置していた機材も、使い物にならなくなっているのではと思われれます。みなさまもCOVID-19により野外調査に様々な支障が出てきているものと思います。1日でも早いCOVID-19の収束と、みなさまの健康維持をお祈りいたします(石田厚)。

センター員の異動

- 特定准教授の宇野裕美が3月31日付で退職しました。
- 特定研究員の西尾治幾が3月31日付で退職しました。
- 学振外国人特別研究員のZHENG, Jinsenが3月31日で退職しました。
- 伊藤公一・風間健宏・蔡吉・柴田あかり・清水華子・西野貴騎が4月1日付で研究員として採用されました。
- 研究員の蔡吉が5月31日付で退職しました。

新入生関連行事について

生態学や生態学研究センターの研究を紹介するイベントとして、オープンキャンパス2021を4月2日、ビデオ会議システムを使用したネット配信で開催した。また、理学研究科生物科学専攻と共同で生物系合同入試説明会を4月24日に開催した。

編集後記

生態学研究センターには、今年度も大学院新入生や研究員のみなさんがたくさん加入され、新型コロナウィルスに気をつけながらも、和気あいあいと研究しています。今できることを着々と進めつつ、来年度はワクチン接種も終わって思い切り野外調査ができる世界になっていることを楽しみにしています(東樹宏和)。

生態学研究センターニュース No.148

Center for Ecological Research News ~2021 July~

発行日:2021年7月31日

発行所:京大生態学研究センター

〒520-2113 滋賀県大津市平野2丁目509-3

電話:077-549-8200(代表) FAX:077-549-8201

URL:<http://www.ecology.kyoto-u.ac.jp>

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

(センターニュース編集係)

ニュースレター編集委員:東樹宏和・谷内茂雄・石田厚・酒井草子
編集事務:佐伯あゆみ

◆当紙面内容は、バックナンバーも含めセンターホームページに掲載されています。