

Center for Ecological Research Kyoto University



Center for Ecological Research

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

Tel.077-549-8200 Fax.077-549-8201



京都大学生態学研究センター

Policy

理念

地球温暖化、生物多様性の危機、水資源の汚濁と枯渇、気候変動による砂漠化などに代表される、地球上の様々な場所で起こっている危機的状況、すなわち地球環境問題は、人類が21世紀において解決しなければならない課題です。環境問題は時間・空間的に離れた事象が複雑に関連しており、その把握と解決のためには、包括的な視点で自然や社会にアプローチしなければなりません。そのために、生態系を生物のネットワークシステムと捉える生態学への社会的要請とその役割は、ますます大きなものになっています。

京都大学生態学研究センターは、京大の伝統ある学術潮流である生態学の総合的基礎研究を目指す研究機関として、「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」

を目的に、平成3年に全国共同利用施設として設置されました。この設立の背景には、社会的関心が大きくなりつつあった地球環境問題や生物多様性問題がありました。平成10年度には大津市瀬田のキャンパスに新研究棟が完成し、平成13年4月には、「生物多様性および生態系の機能解明と保全理論」を研究目標として掲げ、やはり全国共同利用施設として第2期の生態学研究センターが発足し、今日に至っています。

センターでは内外での共同研究を促進するために、これまでの部門制を廃して、大部門制(生態学研究部門)をとり、①野外観測によるパターン抽出、②理論モデルによる解析、③室内・野外操作実験による検証を行う基盤ができました。この間、国内外の研究者との連携のもと、水域と陸域の生態系における

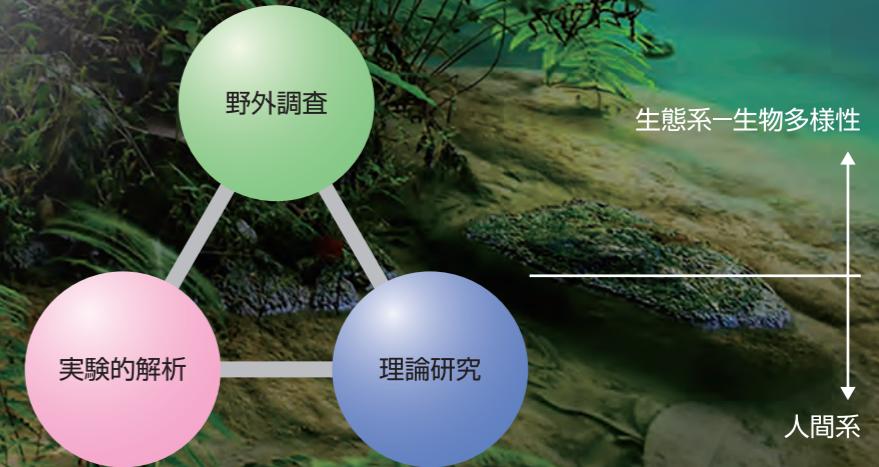
生物多様性とその相互作用に関する大型共同研究を推進し、平成14年からは21世紀COEプログラム「生物多様性研究の統合のための拠点形成」の一翼を担いました。

センターは、琵琶湖研究のための高速調査船やボルネオでの熱帯雨林研究のための野外ステーションなどを設置して、国内外で様々なフィールド研究を行なっています。またセンターの敷地にはシンバイオトロン、実験池、実験園圃、植栽林園、大型ガラス温室、CERの森を備え、これらの大型施設や大型実験設備が学内外の研究者の共同利用に供されています。平成22年4月からは、生態学・生物多様性科学の先端的共同利用・共同研究拠点として文部科学省に認定され、この活動を通じて国内外の研究者と活発な共同研究を進めています。

教育面では、理学研究科の協力講座として大学院生の研究指導を行い、多くの優秀な若手研究者を輩出しています。

京都大学はユニークな生態学の伝統を誇り、自然と人間の調和ある共存のために「環境憲章」を制定しています。本センターはこの伝統を受け継ぎながら、新たな学問領域である「生物多様性科学」の創出を通して、生物多様性と生態系を保全するための理論の構築を目指しています。私たちは、このような基礎研究こそが、生物多様性の意義を明らかにし、自然と人間との調和ある持続的な関係を達成するために最も大事であると確信しています。

私たちの研究が、一人でも多くの方々に感動を与えるものであることを願っています。



Profile

沿革・地図

- 1914年（大正3年）9月25日 京都帝国大学医科大学附属臨湖実験所創立。
- 1922年（大正11年）4月1日 京都帝国大学理学部附属大津臨湖実験所となる。
- 1964年（昭和39年）4月1日 京都大学理学部附属植物生態研究施設設置。
- 1991年（平成3年）4月12日 上記2施設を母体として生態学研究センター設立。
5研究部門で発足。その後、平成10年までに3部門が増設。
- 1998年（平成10年）8月1日 滋賀県大津市上田上平野町に新実験棟を竣工。
- 2001年（平成13年）4月1日 第二期生態学研究センター設立。大部門制（生態学研究部門）で発足。
- 2001年（平成13年）4月1日 総合地球環境学研究所流動連携研究機関となる。
- 2004年（平成16年）4月1日 国立大学法人化にともない、国立大学法人京都大学となる。
- 2010年（平成22年）4月1日 文部科学省により、生態学・生物多様性科学の先端的共同利用・共同研究拠点として認定される。



京都大学生態学研究センター案内図 ▶
 〒520-2113
 滋賀県大津市平野2丁目509-3
 Tel 077-549-8200 Fax 077-549-8201
<http://www.ecology.kyoto-u.ac.jp>



Activities

活動

協力研究員

外部研究者との連携をはかり、共同研究を促進するために、学内外の研究者に協力研究員を委嘱しています。現在約60名の協力研究員が、研究活動に参加しています。

生態学・生物多様性科学の先端的共同利用・共同研究拠点の活動

〈共同利用施設〉

生態学研究センターは、琵琶湖の観測船「はす」を中心とし、センターの敷地内に整備された、実験圃場・林園やシンバイオトロン、また、CERの森を全国共同利用に供しています。このほか、質量分析システムやDNA解析システムなどの大型機器の共同利用も実施しています。



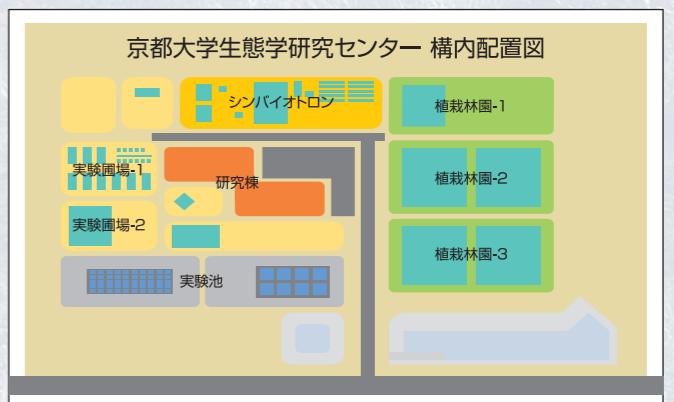
〈共同研究や研究集会／ワークショップへの支援〉

生態学および関連学問分野の更なる発展のために、生態学関連の共同研究の推進・支援や、生態学に関連した研究集会（セミナーなど）およびワークショップ（参加者が自発的に作業や発言を行う）への支援を行っています。



教育

センターは京都大学大学院理学研究科・生物科学専攻の協力講座として大学院生の教育を担当しています。また、理学部の講義・実習や全学共通科目の講義も担当しています。さらに地球環境学堂の大学院教育にも一部協力しています。



Joint Projects

プロジェクト・共同研究

DIWPA（西太平洋・アジア地域の生物多様性ネットワーク）

京都大学生態学研究センターは、国際的な生物多様性研究の動きに先駆け、西太平洋・アジア地域の多様性研究者に呼びかけ、ネットワークを結成しました（1995年）。現在44の国あるいは地域から、500人以上の研究者や政策決定者がネットワークに加わっています。DIWPAは、この地域の生物多様性研究を発展・活性化させることを目標とする非政府組織です。事務局は、京都大学生態学研究センターに置かれ、この事務局の維持を積極的に支援することで、生物多様性研究の実行に国際的に取り組んでいます。国際野外生物学コースとして、アジア周辺諸国の学部生や大学院生を対象とし、西太平洋アジア地域の豊かな自然をフィールドとした野外実習も行なっています。講師陣には、実際に現地調査を行なっている研究者も招いています。これまでに、サラワク熱帯林、バイカル湖、屋久島、小笠原、インドネシア、キナバル山などで実習を行なっていません。国際プロジェクトも積極的に推進し、2001年から2002年にかけては、DIWPAが提唱した国際生物多様性観測年（IBOY）に関わる観測が西太平洋アジアの各地で行なわれました。情報交換の場としての英語版ニュースレターを定期的に発行し、ウェブサイトを維持しています。

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



図2：2012年に木曽福島（長野県）で開催された、国際野外生物学コースの様子



図1：44か国に及ぶDIWPAメンバーに発信されるニュースレター



図3：2013年に世界自然遺産サイトである小笠原諸島（東京都）で開催された、国際野外生物学コースの様子

総合地球環境学研究所との連携研究

総合地球環境学研究所は、地球環境問題の解決に向けた総合的な学問の創出を目的として2001年に京都市に設立された国の大學生共同利用機関です。生態学研究センターは、総合地球環境学研究所の連携研究機関として、これまでに次の5つの連携研究プロジェクトを共同企画・推進してきました。各プロジェクトのタイトルと主要な研究成果を併記しました。また2014年度から、新しいプロジェクトが始まりました。

2002-2006年度

琵琶湖一淀川水系における流域管理モデルの構築 (リーダー：和田英太郎・谷内茂雄)

- 流域環境学一流域ガバナンスの理論と実践（和田英太郎 監修：京都大学学術出版会）

2003-2007年度

持続的森林利用オプションの評価と将来像 (リーダー：中静透・市川昌広)

- CD-ROM 大学講義のためのプレゼン教材「生物多様性の未来に向けて」（編集代表 畠田彩・市川昌広・中静透：昭和堂）

2005-2010年度

日本列島における人間一自然相互関係の歴史的・文化的検討 (リーダー：湯本貴和)

- 日本列島の3万5千年一人と自然の環境史（全6冊）（湯本貴和編：文一総合出版）

2006-2011年度

病原生物と人間の相互作用環 (リーダー：川端善一郎)

- Kawabata, Z. ed. Special Feature: Environmental change, pathogens, and human linkages. Ecological Research 26:863-916(part 1), 1009-1049(part 2).

2007-2012年度

人間活動下の生態系ネットワークの崩壊と再生

(リーダー：山村則男・酒井章子)

- Ishii, R., Sakai S. et al. Collapse and restoration of ecosystem networks with Human Activity. Global Environmental Research 18:133-143.

2014-2019年度(予定)

生物多様性が駆動する栄養循環と流域圏社会-生態システムの健全性 (リーダー：奥田昇)

栄養バランスの不均衡が引き起こす地球環境問題を解決するには、流域住民が地域の自然に多様な価値を見いだし、行政や科学者との対話を通じて地域再生に取り組むことで流域全体の再生も促されるというガバナンスのしくみが必要です。流域内の栄養循環を可視化する手法の開発、生物多様性が流域再生に果たす役割の解明とあわせて、持続可能な流域圏社会-生態システムの構築をめざします。



図：循環社会の構築を目指した順応的流域ガバナンス

Research-1

水域生態学分野

私たちは、様々な水域に生息する微生物から魚類にいたる多様な生物群集の生態や進化・多様性、および、生態系における生物地球化学的な循環に関する研究を行っています。主なフィールドは琵琶湖ですが、その他の湖沼や河川、海洋でも研究を行っています。

食物連鎖や物質循環の研究

水圏生態系は、植物や微生物によって作り出された有機物が、動物プランクトン、底生動物、魚類などの大型動物に利用され、再び微生物によって分解されるという循環によって成り立っています。つまり、微生物同士の相互作用である「微生物ループ」と大型動物による「生食連鎖」を両輪として駆動する物質循環システムと捉えることができます。人間活動によって、水環境や生物の生息環境が改変されると、生物群集の構造が変化します。群集構造の変化に伴って、この駆動システムがどのように変化するのか調べることは水圏の生物多様性と生態系機能の関係を理解する上で非常に重要です。また、水生生物の個体群変動機構や群集の相互作用網を明らかにするための実験研究も行っています。私たちは、水生生物と環境の相互作用を詳しく調べることで、水圏生態系の保全や、地球環境の理解に貢献することを目指しています。

京大には長い琵琶湖研究の歴史がある

当センターの前身である京都帝国大学医科大学附属大津臨湖実験所(大正3年に創立)は、我が国における陸水学研究のパイオニアとなりました。私たちはその学術的な伝統と知的財産を継承し、琵琶湖生態系の中・長期的な変動に関する研究を行っています。調査船「はす」を利用した生物試料の採集や環境計測モニタリングを実施し、琵琶湖の将来予測に資する、生態系変動の機構解明に挑戦しています。世界有数の古代湖である琵琶湖は、固有の生物相を有し、生物多様性が生み出され、維持される仕組みを解き明かす上で格好のフィールドなのです。一方、集水域における人間活動の急激な増大は、琵琶湖の生態系に深刻な打撃を与え始めています。この緊急の課題に対応するために、私たちは、生物や栄養物質の安定同位体比を調べることで、集水域における人間活動が、琵琶湖に及ぼす影響を総合的に診断する研究にも取り組んでいます。



写真1：中国・太湖で発生したアオコ



写真2：モンゴルの山系とフブスグル湖にそぞく河川
(京都大学・杉山雅人氏撮影)



写真3：滋賀県・堅田から琵琶湖大橋と比叡山系を望む

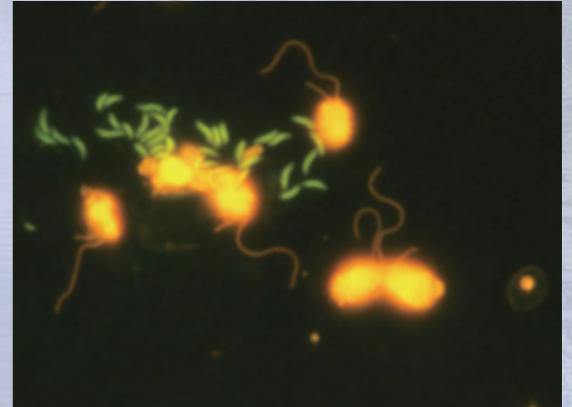


写真4：琵琶湖かた単離された原生生物の鞭毛虫。細菌を食べる

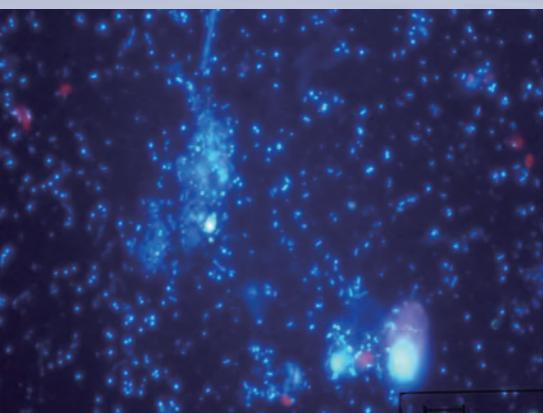


写真5：ため池の細菌を蛍光染色したもの。DNAに特異的な蛍光色素DAPIを用いた



写真6：ロシア・バイカル湖のオルホン島にある神の石「ShamanRock」

Research-2

熱帯生態学分野

地球上の全植物種のうち、その4分の3は熱帯林に生息するといわれています。また熱帯樹木の生物量は、陸域全体の生物量の約50%にあたります。この熱帯林における豊かな生物相と生物多様性は、どのような進化の過程で生まれ、育まれてきたのでしょうか。高い生物多様性をほこる熱帯林から、我々は様々な恩恵を受けています。たとえば二酸化炭素の大きな吸収や、様々な種類の食料や医薬品を、我々は熱帯林からの恵みとして受け取っています。そういった恵みを生態系サービスと呼んでいます。しかし近年の人為による熱帯林の開発や地球温暖化の進行は、今後生態系サービスを大きく減少させてしまうかもしれません。私たちはこれらの問題に取り組み、豊かな生物相に秘められた謎を解き明かすため、熱帯雨林生物多様性研究拠点であるマレーシア・サラワク州のランビル国立公園をはじめ、国内外の熱帯、亜熱帯林で研究を行っています。

樹木の生理機能の多様性と森林生態系機能と構造

植物は固着性であるため、生育環境に対し、生理的、形態的に応じて生活していかなければなりません。太陽光、気温、乾燥、土壤栄養塩は植物の生育にとって必要不可欠なものです。多すぎても少なすぎても、植物にはストレスになります。そのような生育環境に対しどのように植物は対応し、進化適応してきたのでしょうか？またその結果、地域独特の森林生態系が作られ、その樹種構成や、森林構造や機能も異なってきます。これらについて、日本では世界自然遺産の一つである小笠原の亜熱帯林と、強い乾季の入るタイ

の熱帯季節林で調査を行っています。特に小笠原では、樹木種の70%は固有種であり乾燥に適応して進化してきました。彼らの乾燥耐性の仕組みを調べる一方、小笠原の森林はたえず外来種の脅威にさらされ、その対策も研究者の重要な役目の一つになっています。またタイでは、常緑樹林や様々なタイプの乾季落葉樹林が見られます。ここでは樹木の土壤栄養塩の利用特性や乾燥耐性の違いといった様々な生理機能と、その結果生じる森林機能を継続的に調べています。

〈具体的な研究内容〉

- 热帯林、亜熱帯林の樹木の生理特性の解明
- 樹木の生物多様性と熱帯林生態系機能の解明
- 热帯林生態系の構造と機能を規定する土壤栄養塩と気候因子の相互作用
- 人間活動が熱帯林の生物多様性に与える影響
- 東南アジア熱帯林の一斉開花現象
- 热帯植物と動物の相互作用とその生物多様性維持における役割
- 热帯林の土壤分解系の構造と機能に関する研究
- アジア地域における菌類多様性とその緯度に沿った変化

一斉開花と植物をめぐる相互作用

温帯では生物活動には明確な1年周期のリズムがありますが、一年中温暖な熱帯雨林には四季があるのでしょうか？実は、多くの熱帯雨林には1年周期の降水量のリズムがあり、それが生物活動にも周期性をもたらしています。ところが、東南アジアのフタバガキ林では一年周期の降水リズムがほとんどありません。ここでは、一斉開花と呼ばれる数年周期の「季節」が知られています。数年に一度、一斉にさまざまな植物が次々と開花するのですが、それ以外のときにはほとんど花が咲きません。わたしたちの研究から、一斉開花は比較的弱い乾燥によって引き起こされること、種子を食べる動物や花を訪れる昆虫にさまざまな影響を与えることがわかつてきました。生物自身が季節を創り出しているともいえるこの一斉開花の森林で、植物とほかの生物はどのような共進化を繰り広げてきたのでしょうか？また、熱帯雨林が人間活動によって大きく変貌した現在、この関係はどうなっていくのでしょうか？わたしたちはマレーシア・ボルネオ島のランビル国立公園でこのような問題に取り組んでいます。

熱帯林を足元から支える土壤分解系と菌類

熱帯林を歩くと、日本の森林のように足元にふかふかした落葉の層が見られないことに気付きます。落葉は茶色というより、むしろ白色です。落葉をめくると、有機物に乏しい、赤色・黄色の鉱質土壌があらわれます。このように熱帯林では、落葉はすぐ分解されて地表から消失し、土壌には有機物があまり堆積しません。熱帯林では、落葉の白色化にともなって放出される窒素やリンが、土壌にあまり蓄積せず、樹木の根によって速やかに吸収されることで、森林の高い物質生産が支えられています。この土壌における落葉の白色化と速やかな養分の放出には、菌類が重要な役割を担っています。わたしたちは、菌類の活動と多様性に注目して、熱帯林を足元から支える土壌の機能を明らかにするための研究に取り組んでいます。ボルネオ島の長期観測拠点に加えて、タイや沖縄、オーストラリアなどの熱帯林・亜熱帯林に調査地を設定するとともに、京都の温帯林や北海道の針広混交林、南極・北極の極域ツンドラとの比較調査を行っています。



写真1：世界自然遺産サイトの一つである亜熱帯の小笠原諸島、兄島に広がる乾性低木林



写真2：ボルネオ島に設置された林冠クレーンから吊り下がるゴンドラに乗って調査する



写真3：亜熱帯林の林床において落葉の漂白に関わる菌類

Research-3

陸域生物相互作用分野

自然界においては、いかなる生物も他の生物と何らかの「つながり」を保ちつつ生息しています。このような「つながり」を生物間相互作用と呼んでおり、複数の生物間相互作用によって、生態系における相互作用のネットワークが形作られています。20世紀の生態学は、食う食われる関係や競争関係のような2種の生物が関わる相互作用がいかに生物群集を形作るかという根本的な課題に挑戦して、大きな成果を挙げてきました。しかし、近年、第3種の存在が生物間の関係を一変させるという「間接効果」が明らかになったことで、生態系のネットワークの見方が大きく変わったのです。このため、「間接効果」の解明なしに生物群集や生物多様性は理解できないという認識が広まっています。生物多様性の維持・創出のメカニズムを理解するためには、間接相互作用を組み込んだ生態系ネットワークの視点が不可欠です。私たちは、この新しいネットワークに着目して、生物多様性の維持・創出のメカニズムを解明し、生物多様性保全のための理論的基盤の確立を目指しています。



図1：ヤナギータマバエー アブラムシーアリによって 作られる生物間相互作用ネットワーク

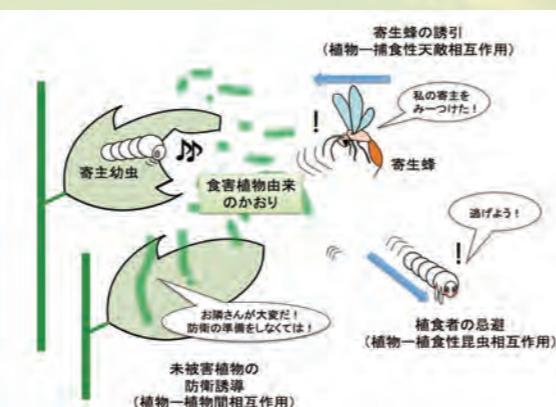


図2：植物上の間接相互作用網(Indirect interaction web)。食物連鎖という「たて糸」に植物の形質変化を介した間接効果の「横糸」を織り込む生物間相互作用ネットワーク



図3：間接相互作用網の概念化と総合化についての成 果



図4：害虫（寄主幼虫）の食害を受けた葉が放出するかおりの様々な生態機能



図5：モンシロチョウ幼虫に寄生するアオムシサムライコマユバチ

植物が生み出す生態系ネットワーク

生物は、被食、競争、共生などの相互作用でつながっており、これらさまざまな相互作用がかかり合って生物群集を形作っています。私たちの研究から、植物と昆虫との間に、未知の「相互作用ネットワーク」の存在が浮き彫りにされてきました。たとえば、ヤナギの枝の成長を促進させるタマバエ、枝の成長促進に伴うアブラムシとハムシの増加、アブラムシに誘引されたアリによるハムシへの攻撃、といった具合に相互作用が次々と連鎖的につながっていたのです(図1)。これまで無視されてきた共生を始めとする被食・捕食以外の関係がさまざまな間接相互作用を生み出し、生物群集を特徴づける大事な役割を果たしています。この複数の相互作用によるネットワークは、多様な陸域生態系できわめて普遍的であることも分かってきました。このネットワークを「間接相互作用網(Indirect interaction web)」と名付け(図2)、生物多様性を維持・促進する重要なメカニズムとして新たに概念化するとともに、間接相互作用網の観点から生物進化と生物群集や生態系機能の関係を解明することにより、遺伝子から生態系を統合する新たな「生物多様性科学」の創出を目指しています(図3)。現在は、「間接相互作用網」の視点から以下の課題に取り組んでいます。

植物由来の揮発性物質が駆動する生態系相互作用・情報ネットワーク

生態系ネットワークの中でも、特に植物由来の揮発性物質が重要な役割を果たしている相互作用・情報ネットワークに注目した研究を行っています。植物は光合成によって炭酸固定した炭素のうち最大で約35%も大気に揮発性成分として放散しています。もったいない! けれど何か理由があるはずです。ちょっと見方を変えると、生態系は植物由来の揮発性物質で満ち溢れているわけです。このような植物由来の揮発性物質は、大気中で分解を受けながら、植物と植食性昆虫(図ではイモムシ)との間、植物と捕食性天敵(図では寄生蜂)との間、および植物と植物の間の相互作用を媒介する情報として機能しています(図4)。これまでの研究より、数メートルから数十メートル以上離れた植物-昆虫間の揮発性物質が媒介する直接・間接相互作用のみならず、植物上の昆虫群集や、隣接する植物間など、掌(たなごころ)に乗るような誠に小さな空間スケールにおける植物アロマの時空間分布とその変化がもたらす直接・間接相互作用にも、生物の多種共存を解く鍵や、生態系の構造形成と維持機構の秘密が潜んでいると考えています。今後は、温暖化も視野に入れつつ、植物由来の揮発性物質が駆動する生態系相互作用・情報ネットワークの全体像の解明のため、植物分子生物学的アプローチ、大気化学的アプローチ、生態学的アプローチを融合した研究を展開しようと考えています。そのために、国内外の様々な研究機関と共同研究を進めています。

具体的な研究課題

- 植物-昆虫-捕食者・捕食寄生者のボトムアップカスケード
- 植物の遺伝子型・表現型可塑性と昆虫群集の構造
- 植物の遺伝子型・表現型可塑性と落葉の分解過程
- 昆虫と微生物の植物を介する間接相互作用
- 植食者と送粉者の植物を介する間接相互作用
- 周辺植物の防衛形質の進化と昆虫群集
- 植物上の昆虫群集と昆虫の寄主選好性の進化
- 植物由来の揮発性物質が駆動する生態系相互作用・情報ネットワークを利用し化学農薬を減らした環境に負荷の無い害虫管理技術の開発

Research-4

分子生態学分野

安定同位体生態学

生き物の体は炭素・窒素・酸素・水素・イオウといった元素によって構成されていますが、これらの中にはわずかに重さの異なる「安定同位体」が含まれています。この安定同位体の比を測定することによって、その動物がどのような餌を食べていたのか、食物網の中でどの位置を占めているのか、といった生き物の「履歴」に関して有益な情報が得られます。これは、物質の質量のわずかな違いが、化学反応が起こる時に反応速度の差となってあらわれることに基づくものです。私たちは、安定同位体比を調べることで、通常の方法では見ることができない生態環境の変動や物質の流れ、またその機構の解明を行っています。

対象とする生態系は、琵琶湖をはじめとする湖沼生態系、河川生態系、森林生態系、草原生態系など多岐にわたります。また、標本や遺跡のサンプルを測定することにより、昔の生態系の状態や、それを利用していた人間の暮らしまで考えることができます。

下記に挙げたテーマを含め、安定同位体生態学の共同利用施設として広く門戸を開いています。

〈具体的な研究内容〉

- 炭素・窒素・イオウ安定同位体比を用いた水域・陸域生態系の食物網解析
- 水素・酸素安定同位体比を用いた水循環の解析
- 有機物及び無機物の炭素・窒素安定同位体比を用いた生態系物質循環過程と人間活動の影響解析

分子解析生態学

DNA・RNA配列とエピジェネティック修飾を解析する分子生物学的手法は、ゲノミクスやトランスク립トミクスなどの網羅的解析手法の発達とともに、生態学的研究においても日常的に取り入れられています。センターの遺伝子解析研究分野では、生物多様性研究の一環として様々な生物種を用い、分子系統解析や分子集団遺伝学的な研究を行っています。さらに、生物の環境への適応現象や環境変動に対する応答のメカニズムについて、分子生態学的研究を行っています。これは対象とする生物の生態・行動において鍵となる遺伝子の自然生育地における発現調節、自然変異と適応・分散・集団の系譜との関係などを明らかにするといった視点から研究を行うものです。のために、生理生態学実験やセンターに設置されている大規模圃場を用いた実験生態学も行っています。実験システムとしてはPCR、DNAシーケンサー、定量qPCR、次世代シーケンサなどから構成されています。

〈具体的な研究内容〉

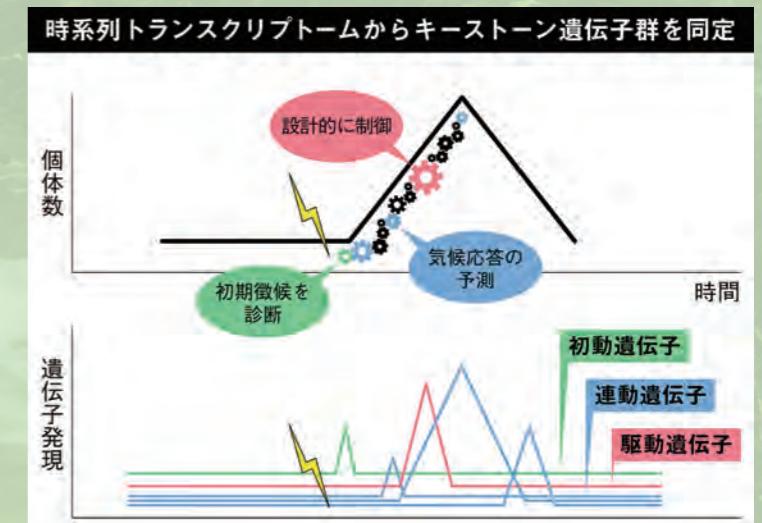
- 分子フェノロジー：遺伝子発現の季節変化
- クローナル植物の生態遺伝学
- アブラナ科植物の生物系統地理と適応
- 同調性の分子遺伝学
- メタゲノミクス手法を用いた微生物の多様性研究



写真1：安定同位体解析装置



写真2：モデル植物に近縁な野生種ハクサンハタザオ



図：分子フェノロジー研究によるキーストーン遺伝子群の発見

Research-5

理論生態学

理論生態学とは、生物の生態に関わる現象を数式によって表現し、それを解いたりコンピュータシミュレーションで解析することで、その現象を支配する法則性を明らかにする分野です。

生物の個体数変動や進化過程の解明

生物の個体数や大きさといった特徴は、何匹、何cmといった数字で表すことができます。その値がどのように変化するかを考えることで、生物の個体数の変動や生物の性質の進化の過程を表す数式を作ることができます。例えば、捕食者と被食者の関係であれば、被食者は捕食者にとらえられることで数を減らし、捕食者は被食者を餌としてすることで数を増やします。その関係を、数式として表現することができるでしょう。あるいは、10cmの生物の集団に少し大きい10.1cmの突然変異が生じた場合に、その突然変異が数を増やすことができるかどうかを考えることで、大きさの進化を扱う数式を作れるはずです。

このような現象のとらえ方を発展させて、より複雑な生態現象の本質に迫る取り組みを進めています。それによって生物の多様性が生み出され、維持されているメカニズムを解明することを目指しています。

〈具体的な研究内容〉

- 表現型可塑性の進化(図1)
- 空間上の利他行動の進化(図2)
- 複雑な食物網の創出・維持メカニズム(図3)
- 人間活動と生物多様性・生態系のはたらき・復元力の関係の研究(図4)
- 温暖化に対する琵琶湖の生物の絶滅リスク評価(図5)
- 生態系サービスに着目した流域再生の学際研究(図6)

生態系・生物多様性と人間社会の関係の解明

地球の多様な生態系は、これまで私たちの生活や健康になくてはならない「恵み(生態系サービス)」を提供してきました。しかし人間の活動が活発になった現代においては、生物多様性は年々減少し、生態系も大きな変化を受けています。生物多様性が減少すると、生態系のはたらきや生態系サービス、生態系の復元力(レジリエンス)にどんな影響が出るのでしょうか?このまま温暖化が進んでいくと生態系はどのように変わってしまうのでしょうか?傷ついた生態系を再生するにはどうすればよいのでしょうか?

このような生態系と人間の関係に関わる切実な問題に対して、理論生態学は数理モデルによる現象の解析や整理、シミュレーションによる予測、学際研究による将来シナリオの検討などの方法で取り組んでいます。

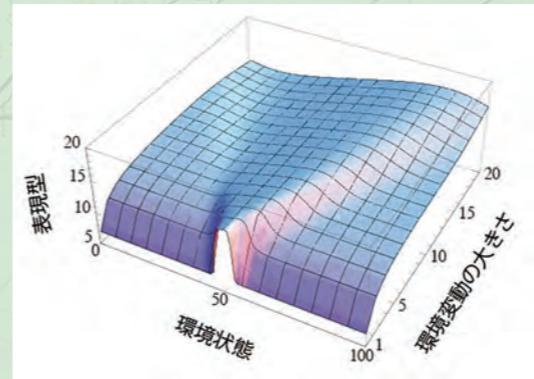


図1：異なる環境で形態を変える能力である表現型可塑性について、可塑性の能力の進化が環境変動の大きさによって変わることが示されました

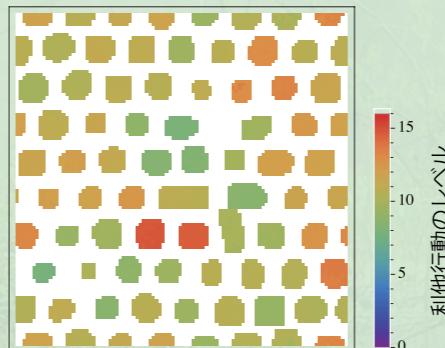


図2：二次元空間上で個体の利他的な行動と資源の収奪がどのように関係しながら進化するのかをシミュレーションで解析し、利他行動の進化条件を明らかにしました

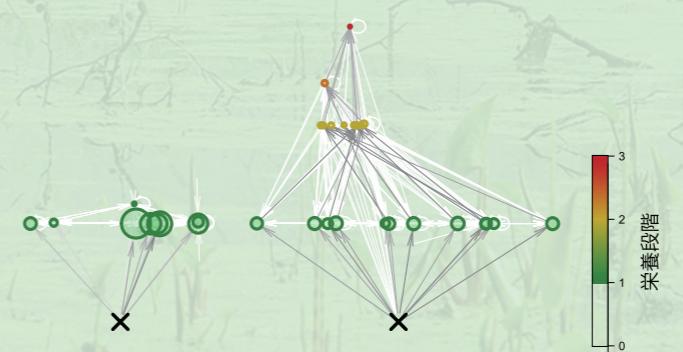


図3：生物間の捕食・被食関係の進化によって食物構造は複雑化しますが、その複雑な構造は周期的に崩壊して単純な構造に逆戻りしてしまうことがわかりました



図4：どちらも琵琶湖岸の景観ですが、見た目にも大きな違いがあります。生態系と人の関わり方、生物多様性や生態系サービスにはどんな違いがあるでしょうか？



図5：滋賀県では、鮎すし、ビワマスのお造りといった琵琶湖の生態系サービス(恵み)を楽しむことができます。しかし温暖化によって琵琶湖の平均水温が上昇しており、底生生物や魚への悪影響が心配です。このリスクをどう評価すればよいでしょうか？

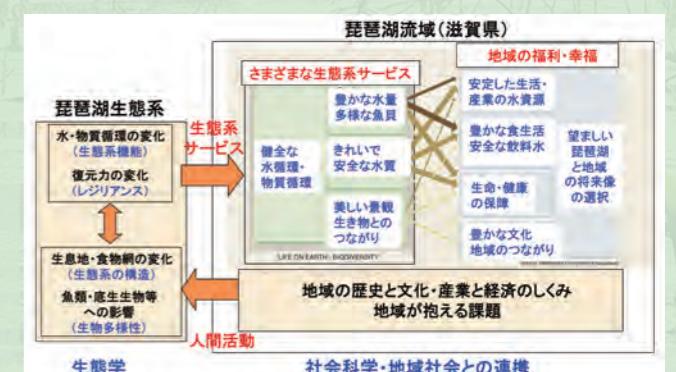


図6：流域の地域社会が抱える課題を、各地域の生態系サービスと結びつけることで流域の再生を実現できないでしょうか？社会科学の研究者や地元の人といっしょに課題に取り組むことがカギになります。

Research-6

保全生態学分野

地球上にはそれぞれの地域に特色のある生態系が存在し、そこには独自の生物多様性が見られます。保全生態学分野では、それぞれの地域の生態系の特色や、そこに見られる生物同士の相互作用ネットワークを明らかにしていくことを通じて、保全すべき生態系のあるべき姿を考えていきたいと思っています。

写真は、私たちが調査地としている場所の一つ、奄美大島の亜熱帯林です。日本の南の海には、南西諸島と総称される島々が弧状に配列していますが、奄美大島はそのほぼ中央に位置する、山と谷が連なる山地の島です。低緯度ゆえの温暖な気候は島に亜熱帯の森を発達させ、黒潮がもたらす湿潤な空気は、山に豊富な雨をもたらすとともに、渓流やマングローブ、干潟といった多様な環境を作り上げました。また島としての長い隔離の歴史は、アマミノクロウサギやイボイモリなど、大陸では絶滅してしまった遺存的な生物や、ルリカケス、オオトラツグミ、オットンガエル、マルダイコクコガネ、アマミヒイラギモチのように、独自の進化を遂げた多くの固有種を育んできました。温暖で湿潤な気候に恵まれ、複雑な地形に抱かれた奄美大島は、日本他の島には例を見ないほどの多彩な景観と高い生物多様性を誇っています。

私たちはこの奄美大島を舞台に、植物とその花粉を運ぶ昆虫(送粉者)がどのような共生ネットワークを築いているのかを研究しています。ある地域の生態系を理解するためには、その地域の生物がどのように互いに関わり合いながら生きているのかという理解が欠かせません。私たちは、植物と送粉者の共生系に着目してこの課題に取り組んでいます。

奄美大島の森林を構成する植物に、ウラジロカンコノキという植物があります。日当たりの良い林縁などに多く見られる植物で、初夏に一斉に花を咲かせます。しかし色鮮やかな花をつけるわけでもなく、一見すると面白いところのない植物ですが、ウラジロカン

コノキはハナホソガというある一種のガによってのみ送粉されており、そのガの存在なしには世代を繋いでいくことができません。

ハナホソガはウラジロカンコノキの送粉者であると同時に、幼虫がウラジロカンコノキの種子を食べる種子食者でもあります。興味深いことに、ハナホソガのメスは、幼虫の餌となる種子が確実に生産されるよう、自ら口吻を使って雄花で花粉を集め、それを雌花へと運んで受粉をするのです。そして実になることが確実になった雌花に今度は産卵管を差しこみ、卵を一つだけ産み落とします。ウラジロカンコノキでは、一つの果実に種子が6つできますが、ふ化したハナホソガの幼虫はそのうち2つだけを食べて成熟するため、全ての種子が食べ尽くされることなく、植物も種子を残すことができるのです。カンコノキの仲間は東南アジアを中心に300種以上が知られていますが、それが種ごとに決まった特定の種のハナホソガに受粉されており、こうした共生系がアジアの熱帯で広く見られることが分かりました。

ここで紹介したウラジロカンコノキは、奄美大島の森林を構成するごく一部の植物に過ぎませんが、ウラジロカンコノキに限らずどのような植物も、その生存や繁殖を他のさまざまな生物に依存して生きているに違いありません。こうした複雑な生き物同士のつながりを地道にひもといいていくことこそが、生態系や生物多様性に対する理解を深め、その保全を考えるための糧となっていくのだと思います。

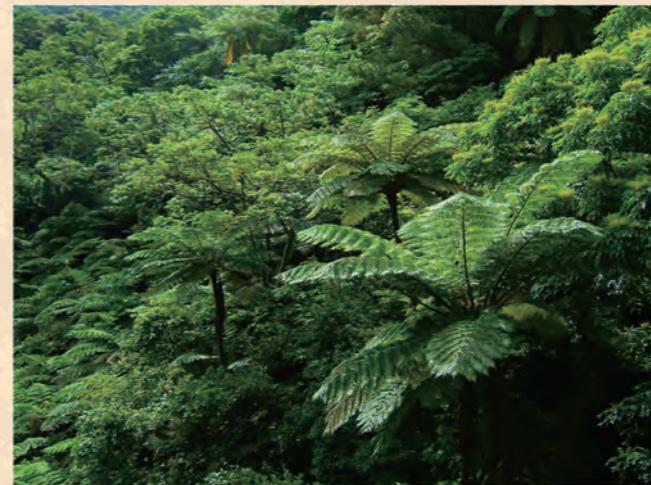


写真1：ヒカゲヘゴが茂る奄美大島の亜熱帯林



写真2：ウラジロカンコノキの雄花で花粉を集めるハナホソガ



写真3：ウラジロカンコノキの雌花を受粉するハナホソガ



写真4：手つかずの森が広がるフレンチギアナの熱帯雨林

〈研究テーマのタイトル〉

- コミカンソウ科—ハナホソガ属絶対送粉共生系の起源と進化
- 共生系に安定性をもたらすメカニズムの解明
- 日本産植物の送粉様式の解明