 独立行政法人 国立環境研究所

所在地：〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2

交通アクセス：JR常磐線「ひたち野うしく駅」よりバス13分

：つくばエクスプレス「つくば駅」よりバス10分

：または、東京駅より高速バスで65分「つくばセンター」よりバス10分


公式ホームページ：http://www.nies.go.jp/

E-mail：kouhou@nies.go.jp/

お問い合わせ：企画部広報・国際室 TEL.029-850-2308



R-204-2010

 独立行政法人 国立環境研究所 公開シンポジウム2010

4つの目で“見守る生物多様性

長い目、^{そら}宙の目、ミクロの目、心の目



要旨集

6.19 SAT 東京会場 九段会館ホール
12:00~17:00

6.26 SAT 京都会場 シルクホール(京都産業会館8階)
12:00~17:00

Date

Name

No. _____

Date _____
ごあいさつ



独立行政法人 国立環境研究所
理事長 大垣 眞一郎

国立環境研究所は、環境に関するさまざまな課題に対して、科学的に状況を把握し、原因を解明するとともに、解決の方策を提案して参りました。毎年6月の公開シンポジウムでは、その成果の一端を皆さまにご紹介しています。今年は「4つの目で見る生物多様性 ー長い目、宙(そら)の目、ミクロの目、心の目ー」と題しまして、多様な生き物とそれらが形作る生態系を守るという課題への国立環境研究所の取り組みをご紹介します。

急増する人口や生活の質の変化にともない、人間の活動による自然への負荷は増大しています。生態系がもはや取り返しがつかないところまで損なわれつつあるとの危機感にもとづいて、生物多様性条約が結ばれたのは1992年のことです。自然を適切に保全し、持続可能な利用を続けるためには現状の正しい把握が必要です。しかし、多様な生き物の多様な暮らしはひとつの数値で表現できるものではなく、全体像の把握は簡単ではありません。科学の力を借りた工夫が必要です。

本公開シンポジウムでは、さまざまに工夫をこらして生物多様性の現状に迫る5つの講演と13件のポスター発表を行います。自然を見守りながらその恵みを楽しむ社会にむけて、皆さまと共に考える機会にしたいと願っています。



No. _____

Date _____



こうかいしんぽうむ
2010 NIES

6/19(土) 東京
6/26(土) 京都

プログラム

- 12:00~13:00 ポスターセッション(13題) 研究者がパネルを用いて来場者と対話しながら説明 要旨は7ページより
- 13:00~13:10 開会挨拶
- 13:10~13:40 はじめに:多様な生き物を見守る視点
..... 生物圏環境研究領域 竹中 明夫
- 13:40~14:10 危機に瀕する湖沼と池の生物多様性 ーモニタリングから見えてくる湖沼や池の生物の変化ー
..... 環境リスク研究センター 高村 典子
- 14:10~14:25 休憩
- 14:25~14:55 藻類の多様性 ー環境問題から保全、そして利用ー
..... 生物圏環境研究領域 河地 正伸
- 14:55~15:25 空からせまる生物多様性
..... 地球環境研究センター 小熊 宏之
- 15:25~15:55 川の魚に対するダムの影響評価 ー北海道とメコン川を舞台にー
..... アジア自然共生研究グループ 福島 路生
- 15:55~16:05 閉会挨拶
- 16:10~17:00 ポスターセッション 講演者も参加

No. **はじめに：多様な生き物を見守る視点**

Date

生物圏環境研究領域 **竹中 明夫**

生物多様性という言葉は、なんとなく生き物の種類が多いことのようにイメージされがちです。たしかにそれは生物多様性のひとつの側面ではあるものの、すべてではありません。何百種の樹木が混在して生えている熱帯林の自然もあれば、ごく限られた生物しか見られない砂漠や深海の生態系もあることや、同じ乾燥地帯の、一見すると似たような生態系でも、大陸ごとにそれぞれに違った種類の生き物が生息しているといった地域ごとの固有性もまた生物多様性の大切な要素です。さらに、多様な生き物のあいだに競争関係や食う・喰われるの関係、さらには寄生や共生など、さまざまな相互作用があることもひとつの側面です。

現在、何千万種とも言われる多様な生き物が地球上で暮らしている背景には進化の歴史があります。進化は、世代を重ねながら生き物の性質が徐々に変化していくことですが、これに加えて種分化というプロセスも重要です。種分化とは、もともとひとつの種類だった生き物が複数の種類に分かれることです。生命誕生のころのバクテリアのような生き物から現在に至るまで、進化と種分化を重ねることにより多様な生き物が生まれてきました。

進化の過程では、使える資源はいつかはだれかが使うというプロセスが繰り返されてきました。余っている資源を利用できる能力が突然変異で生じると、そのような生物は多数の子孫を残すことができるので、しだいにその能力は広まります。光というエネルギー源を使う光合成という仕組みや、光合成の副産物である酸素を使って有機物という資源からエネルギーを取り出す酸素呼吸の仕組みはその最たるものです。

多くの生物が集まって、それぞれに資源を使ったり老廃物を排出したりするなど、周囲の環境と相互作用しているその総体を見ると、生態系が全体として物質循環などの機能を

果たしているように見えます。多様な生き物が形作るさまざまな生態系の存在を前提にして文明を築いてきた人間にとって、それらの生態系の機能は自然が提供してくれる一種のサービス、あるいは自然の恵みだと言えます。

ところが、自然の恵みを存分に享受しながら人口が増加し、かつ一人一人が自然に与える影響も拡大することで、現在、生態系はその姿を大きく変えつつあります。自然のなかの生物を資源として直接採取するだけでなく、土地を改変して農業や牧畜、林業を始めたことにより、そこにあった生態系は姿を消し多くの生き物が生活の場を失いました。河川や湖沼は汚染、取水、護岸工事などの強い影響を受けています。もともとその場にいなかった生物を人間が連れ込んでしまうことの影響も小さくありません。すでに人間は多くの生物を絶滅に追いやってしまいました。一度絶滅した生物は戻りません。その意味で、取り返しがつかない影響を自然に対して与えてきたこととなります。さらに、人為による自然の変容が私たちの生存基盤を脅かすようなことも起こりつつあります。そうした事態の進行を食い止めるためにさまざまな努力がされていますが、その効果はまだ決して十分ではありません。

生き物たちの自然を守るにはいくつかの段階が必要です。まず、今危険な状態なのはどの生き物・どの生態系なのか、それらが損なわれたらどのような影響があるのかを知ること。守る対象を見定めたら、保全の具体策を考えることが次のステップ。そしてそれを実行するのが最後のステップです。国立環境研究所では、見て・知るステップ、そして保全の方法を考えるステップにかかわる研究を行っています。本シンポジウムでは、さまざまな視点とアプローチで見て・知る研究の一端を紹介します。



写真1 気候や歴史を反映した様々な生態系。左上から時計回りに温帯の森、サンゴ礁、タイガの山火事後、乾燥した灌木林。水中や地中にはまた違った世界がある

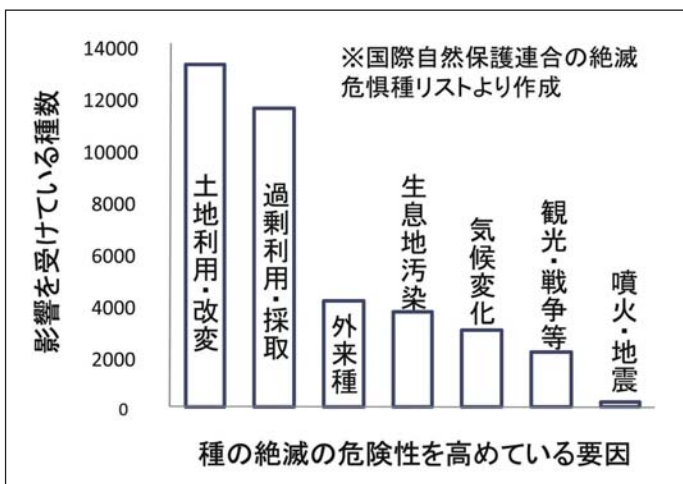


図1 生物種の存続を脅かしている要因と、その影響を受けている種の数

No. **危機に瀕する湖沼と池の生物多様性**

—モニタリングから見えてくる湖沼や池の生物の変化—

No.

環境リスク研究センター **高村 典子**

河川、湖沼、湿地などの淡水域は、地球の表面積の0.8%を占めるにすぎませんが、そこに不釣り合いなほど多くの種類の生きものが棲んでいます。特に、脊椎動物では、その約35%の種が淡水域に生息しています。しかし、淡水魚の37%、両生類の30%がレッドリストに掲載され、今、まさに絶滅の危機に瀕しています。その主因は、人間の活動による環境改変にほかなりません。

湖沼と池は流水である河川に対して止水域とも呼ばれ、プランクトンをはじめとして共通の生物種が数多くくらしていますが、それらの生きものたちは、現在、異なるタイプの危機によりその生存が脅かされています。湖沼では、流域の開発による富栄養化、水資源開発のための水位管理やコンクリート護岸化など、人の利用の拡大による影響が大きいに対し、池では、農業の衰退やダム貯水池の建設などにより池が不要になるなど、人の利用と管理が減ってきたことによる影響を受けています。

本講演では、人為の影響を大きく受けている霞ヶ浦での長期にわたる生物モニタリングと、兵庫県南部で進めているため池の生物多様性評価の研究を紹介します。

湖沼生物モニタリング

霞ヶ浦は、本来は汽水湖でしたが1963年に水門が建設され淡水化し、60年代の高度成長期に富栄養化が進行しました。1975年からは水位が一定に調整されるようになり、1970-95年の間に全周にコンクリートの護岸が施され、1996年からは水位の上昇管理が行われています。90年頃から外来魚の侵入も深刻です。一方、浄化や保全対策として、1992年から大規模浚渫、2002年に植生帯復元事業が行われてきました。

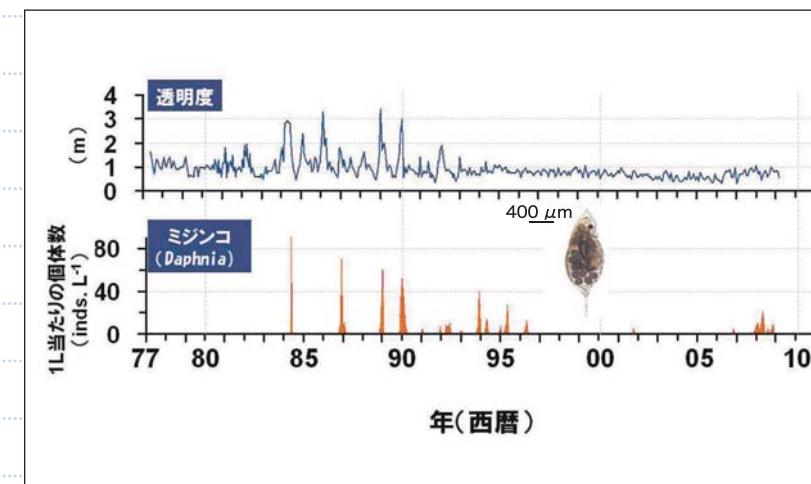


図1 霞ヶ浦(湖心)の透明度とミジンコ(Daphnia)密度の変化。ミジンコが多いと透明度が上がる

国立環境研究所では1977年から霞ヶ浦で月に一度の調査を継続しています。当初は富栄養化の機構解明など水質に主眼をおいていましたが、生態系の変化を捉える意味も加わりました。この30年の間に優占する植物プランクトンは、群体を作る藍藻から、1987年に糸状の藍藻、1999年に珪藻、そして2007年に再び糸状の藍藻へと変化しました。変化の原因としては、水中の懸濁物質、窒素量、ミジンコの個体数の変化などが考えられます。また、浚渫量の増加は、霞ヶ浦の植物プランクトンの生産量を減らしていることがわかりました。人為の影響が強い現代社会において、生態系の変化は加速しています。重要な生態系については適切なモニタリングにより、変化とその要因を的確に捉え、生態系の保全にフィードバックさせることが大切です。

ため池の生物多様性の現状と評価

私たちは日本一ため池密度が高い兵庫県南部をモデル地域として野外調査を行い、ため池に棲む生きものたちの現状を把握するとともに、生物多様性を減少させている要因を探り、生物多様性をモニタリングしたり評価したりする手法について検討しています。私たちの調査から、外来種がすでに95%の池に侵入していることや、一方で、絶滅危惧種が65%の池で観察されることがわかりました。この地域のため池の生物多様性を減少させている主因は、①過栄養化(アオコの発生)、②コンクリート護岸化、および③ブルーギルの侵入でした。保全にはこうした要因を緩和することが必要になります。今後は、多くのため池の生物多様性を、リモートセンシングなどを活用して評価し、優先的に保全すべき地区の提案などに繋げていきたいと考えています。



写真1 ため池の生物多様性を低下させる三大要因

No. 藻類の多様性 ー環境問題から保全、そして利用ー

Date

生物圏環境研究領域 河地 正伸

藻類を「水の中を主な生息場所として、光合成を行う生物」と定義することがあります。藻類と同様に光合成を行う陸上植物は、我々にとって馴染みのある生物ですが、実はシャジクモという藻類の仲間から進化したことが分かっています。藍藻という藻類は、バクテリアの仲間です。しかし先ほどの藻類の定義に合いますし、藻類として長く分類されてきた歴史があります。最初の光合成生物である藍藻は、酸素が豊富に存在する地球環境を作った立役者で、また葉緑体の起源になった生物です。現在、藍藻に加えて、藻類には10のグループが知られています。この中では、陸上植物のご先祖様のシャジクモですら、単細胞緑藻や海藻のアオサなどと1グループを構成しているに過ぎません。藻類グループ同士の関係は不明瞭ですが、いくつかの藻類は葉緑体のない原生動物と近縁なことが分かっています。いろいろな系統の生物が、単に光合成を行うことで、藻類と呼ばれています。

さて環境分野において藻類はどのように位置づけられるでしょうか？藻類は水と光のある自然環境なら、必ずといってよいほど目にする生物で、水界の重要な基礎生産者です。極地や死海などの極限環境に適応した種もいますし、水の乏しい環境でも菌類と共生した地衣類として、全地表の8%を覆う程に繁茂しています。生物多様性の高い珊瑚礁はサンゴと緊密な共生関係を営む藻類によって支えられています。

自然界で大量に繁殖して環境問題を引き起こす藻類には、いろいろな種類が知られています。富栄養化した湖沼で発生するアオコやハマチなどの養殖魚を斃死させる赤潮は、局所的な環境問題として有名ですが、炭酸カルシウムを生成することで知られる円石藻は、海洋で長期間大規模に

繁殖して、地球の炭素循環というグローバルな事象にも関わっています。赤潮問題一つをとってみても、原因となる種が変遷するため、その予防と対策を困難にしています。問題の種を詳しく調べると新種だったことがありますし、遺伝的な多様性を詳細に解析することで、複数の種が1つの種にまとめられたこともあります。藻類では、生物多様性や分類に関する調査・研究がまだまだ必要なのです。藻類の分布は、通常、ある地域・海域に限定されていますが、人間活動とともに、本来の生息場所とは異なる場所に移動して、問題を引き起こすことがあります。国内外を運行している輸送船舶を対象として、バラスト水や船体付着物を調査した結果、藻類を含む様々な海洋生物がそれらに含まれていて、短期間に長距離を移動して、港湾への移入・定着を経て、周辺に拡散することも分かってきました。

シャジクモは様々な水生生物の住処として重要な生物です。しかし生息環境の水質悪化とともに全国的に数が減少していき、保護・保全が必要とされています。最近では、藻類の高い増殖能力や有用物生産能を利用して、カーボンニュートラルなバイオマス燃料として役立つ試みが国内外で始められています。ポトリオコッカスという緑藻の一種は、重油相当のオイルを産生、細胞外に分泌・蓄積して、オイル含量が乾重量の60%に達することから、特に注目されています。藻類は水界生態系を支える一次生産者として重要なだけでなく、環境問題を引き起こす藻類、絶滅の危機に瀕する藻類、そしてバイオマス燃料としての利用が期待される藻類といった観点から研究が進められています。国立環境研究所では、藻類の多様性や環境分野に関わる研究を行うとともに、藻類を培養・保存・提供することで、藻類を使った国内外の様々な研究の推進を支援してきました。

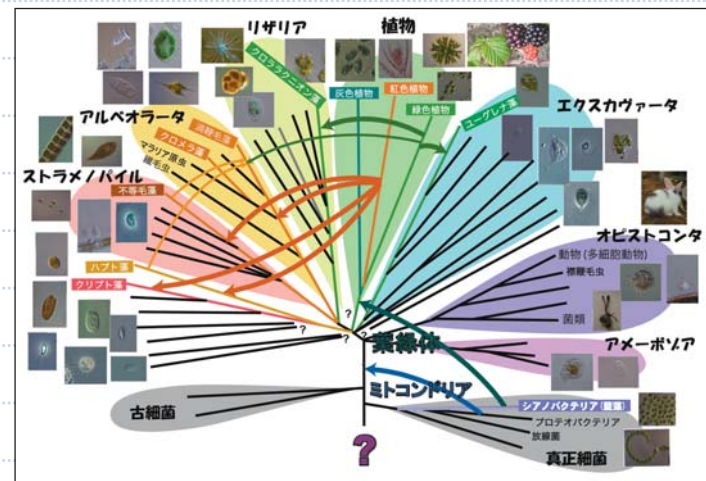


図1 多様な藻類の世界
地球上の生物は、真正細菌、古細菌、そして真核生物に大別されます。人間を含む多細胞性の後生動物はオピストコンタの1系統に過ぎません。また陸上植物は緑色植物に含まれています。単に光合成を行うことでまとめられた藻類は、いろいろな系統の生物で構成されています。

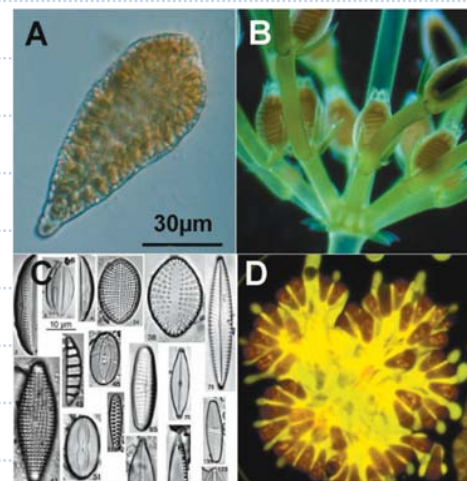


図2 環境分野で注目されている藻類の顕微鏡写真
A. 赤潮を形成して養殖魚を斃死させる藻類シャットネラ、B. 絶滅危惧藻類のシャジクモ、C. 河川の環境指標に使われている珪藻、D. 炭化水素を産生して細胞外に分泌する緑藻ポトリオコッカス(黄色い部分が重油相当の炭化水素)。

空からせまる生物多様性

No.

地球環境研究センター 小熊 宏之

リモートセンシングという言葉をご存じでしょうか？人工衛星や航空機などから植物や水面を非接触・非破壊に観測する事を意味します。ここでは生物多様性の観測に貢献するリモートセンシングについて紹介します。地球温暖化や人為的攪乱による生態系への影響が懸念されていますが、生態系の変化を早期に検出し、対策を講じる上でも継続性・回復性に優れたリモートセンシングの活用が期待されています。しかし、人工衛星による観測では、地上500km以上の高々度から地表面を撮影するため、例えば植物の個体を識別できるほどの解像度を得ることは困難であり、衛星が観測対象の上空を通過するまでの日数や、通過時の天候状況により観測の頻度が限定されてしまうといった問題があります。そこで、生態系をより詳細かつ高頻度に観測する方法として研究中の、航空機観測とラジコンヘリコプターを用いた観測方法について紹介します。まず、古くから航空写真の撮影は行われてきましたが、航空機搭載用のカメラもデジタル化され、地上5cm程度の解像度が得られるほか、通常の色撮影に加え植物の判読にも有効な近赤外線の色撮影も同時に可能となりました。一方、生態系の観測は二次元的な分布が分かればよいというものではなく、高さや形状などの三次元情報が、そこに生息する動物等の生息環境を評価する上でも重要です。近年、航空機搭載センサーの技術的な革新が進み、レーザー光を航空機から地表面に照射し、地上物の形状や高さを測定するレーザープロファイラーや、一部のデジタル航空写真カメラのように、複数の角度で同じ対象物を撮影し、立体計測ができるものが開発され、生態系の観測にも適したものが登場しています。図1はヨシやオギといった大型の草本植物が生育している渡良瀬遊水池をデジタル航空写真で撮影し、デジタル立体化処理により

群落の草丈を算出したものです。空間解像度は20cmです。これにより湿原内の踏査による草丈や、植生種の調査を簡略化することが可能となりました。

しかしながら、20cmの解像度では湿原内の大型草本植物であっても、葉の形状や葉序(葉の付き方)の特徴が認識できず、種の同定までは不可能です。地上で撮影した写真などから検討した結果、似た形状を持つヨシとオギを空中からの撮影で判別するためには、最低でも7mmの解像度が必要と分かりました。そこで、航空写真よりも更に高い分解能が期待できるラジコンヘリコプターによる空撮システムの導入を検討しました。ホビー用途として知られるラジコンヘリですが、制御面での性能が向上し、GPSと組み合わせることで自律飛行して予め指定したポイントで自動的に写真撮影する機種も存在します。これを用いた観測実験を2009年7月に渡良瀬遊水池で行いました。300m四方のヨシ・オギ群落を、対地高度30mから300枚の撮影を行いました。図2は取得画像の例です。撮影と同時に記録されているGPSデータの解析により、撮影画像には地理座標を付けることができるため、現地での測位なしに個体の生育位置などを得ることができます。草本個体の高さの推定や種の自動判別手法などはこれからの研究課題と言えます。以上、様々な生態系の中でも植生調査に限定した新しいリモートセンシングの可能性について紹介しました。植生域にとどまらず、湖沼や沿岸、高山域などの現地調査が困難な場所における利用が広まっていくものと思います。

更に、生態系への調査・研究そのものが決して攪乱要因にならぬよう、こういった技術が活用できればと考えております。

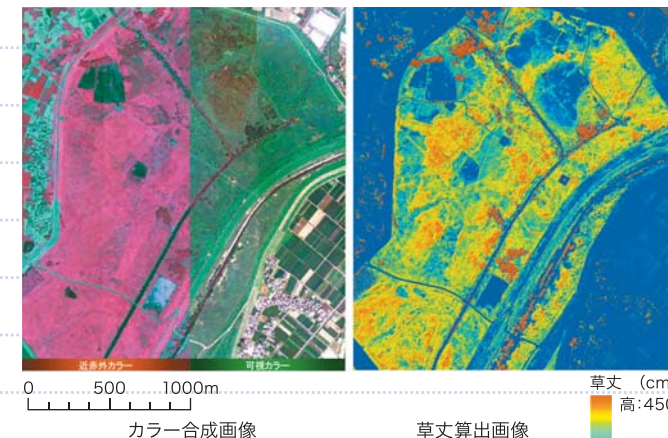


図1 航空機搭載型デジタルカメラによる渡良瀬遊水池の撮影画像

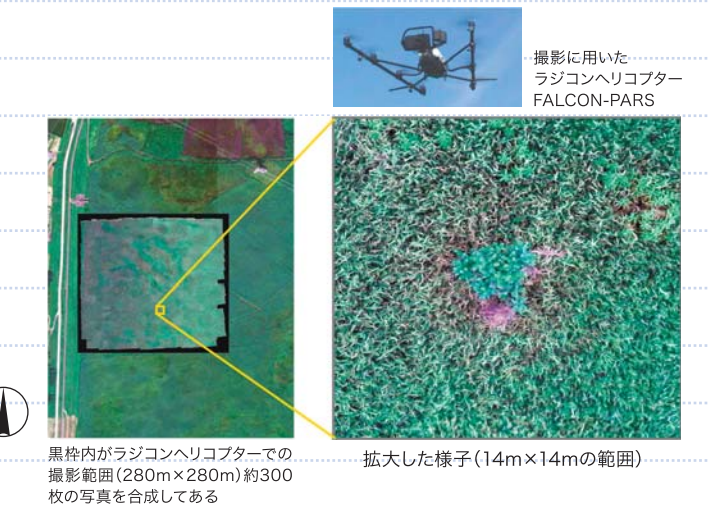


図2 ラジコンヘリコプターによる湿原植生の撮影画像

No. 川の魚に対するダムの影響評価 —北海道とメコン川を舞台に—

Date

アジア自然共生研究グループ 福島 路生

一生に一度は海から川を遡るサケやアユ、ウナギが生息する河川は、今どれくらい残されているのでしょうか。これまで国内には2,700基ほどのダムが建設されてきましたが、ダムによって海と分断され、魚の上れなくなった流域が、実は国土を広く覆っています。ダム建設で魚が獲れなくなったという話は、特定のダムについて、また特定の魚種についてのみ議論されることが多いようです。しかし漁業権が設定されていない河川でも魚は減っているでしょうし、減っている魚もサケやアユなど、おなじみの魚だけではないはず。

ダムによる流域の分断は、河川に生息する淡水魚類にどのような影響を与えてきたのでしょうか。国立環境研究所では、過去のプロジェクトで北海道を対象にこの問題に取り組みました。この研究は、現在、新たな研究プログラムに引き継がれ、東南アジアのメコン川に舞台を移して取り組んでいます。

北海道では、過去半世紀ほどの間に少なくとも数千件以上の魚類調査が行われています。これらの調査結果を集計し、調査1件当たりに捕獲された魚類の種数を、調査地点の標高に対してプロットしてみました(図1)。すると標高が高くなるにつれ、種数が指数関数的に減少する傾向が見られます。しかしダムと魚種数との関係に注目すると、もっと重要なことが見えてきます。調査地点より下流にダムがあった調査の場合、ダムがなかった調査と比べ、同じ標高帯でも捕獲された魚種数が明らかに少ないのです。そしてこの種数の開きは、標高が低くなるにつれてより顕著になる傾向があります。つまりダム上流では淡水魚類の多様度が確実に低下していること、そして標高の低い所に建設されるダムほど多様度に与える影響が大きいのです。大量のデータに裏付けされたこの関係をモデル化し、それを北海道全域に当て

はめ、淡水魚の多様度分布とダムによる種数の減少パターンに関して地図(マップ)を作ることができました。さらに「どんな魚がどこでどれくらい」ダムによって影響を受けてきたのかを示すマップを作ることにも成功しました。

インドシナ半島を流れ、流域面積が日本の国土の約2倍あるメコン川は、南米アマゾン川に次いで、淡水魚類の多様度が高い川です。また内水面漁業が非常に盛んで、年間の漁獲量が260万トンとも見積もられています。メコン流域では、これまでに53基の発電用ダムが造られ、さらに66基の建設計画があります(図2)。メコン下流域に暮らす約6,000万人の住民の摂取する動物性タンパク質は、その約80%がこの川の淡水魚類で賄われていると言われます。着々と進められるダム建設の影響を、淡水魚類は、そして人々の食料資源はどのように受けるのでしょうか。それを北海道で用いた手法で予測することは困難です。信頼できるモデルをつくるためのデータが乏しいからです。幸い、魚類には耳石と呼ばれる平衡感覚と聴覚をつかさどる骨があり、そこに個体ごとの行動や生活史に関する貴重な情報(微量元素)が蓄積されています。

私たちはこの耳石を化学的に分析することで、メコンの淡水魚類の回遊生態の実態を、できるだけ多くの種を対象に解明しようとしています。そしてその結果を、計画中のダムによる生物多様性に対するリスク評価に用いる予定です。数多くの魚類にとって重要な回遊経路を突き止め、ダム建設予定地と地図上で重ね合わせれば、リスクの大きなダム計画を事前に回避する、あるいは建設サイトを見直すことができるはず。ダムのコスト・ベネフィットを科学的に検証し、後世に悔いの残らないメコン川の流域開発に役立てたいと考えています。

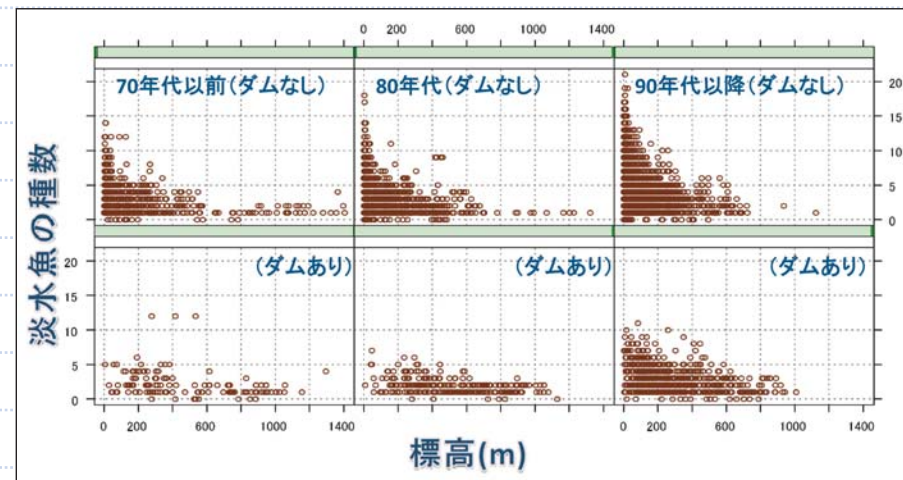


図1 北海道の淡水魚類の種数と標高、調査年代、ダムの有無との関係

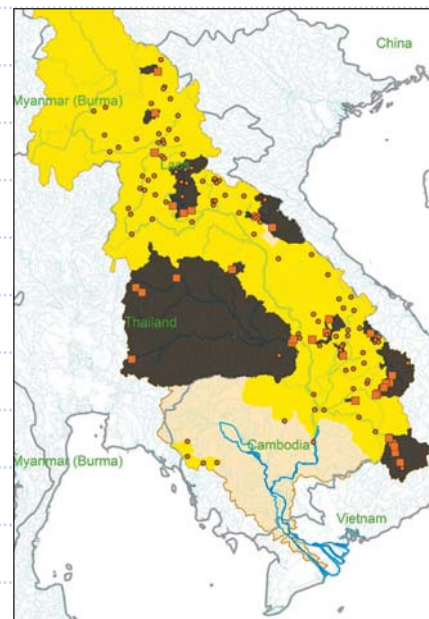


図2 メコン川流域のダム開発。これまで建設された既存のダム(赤四角)と今後約10年間につくられようとする計画中のダム(赤丸)。既存ダムで分断された流域は現在タイに広く分布するが(黒)、計画中ダムによってカンボジア以北の流域がすべてダム上流域となる(黄色)

ポスターセッション

1. 関東の川で琵琶湖の魚に出会う —遺伝子を見てわかる国内外来生物—
2. 侵略的外来生物の生態リスク評価 —カエルツボカビはどこから来たか?—
3. 希少鳥類保全をめざしたバイオテクノロジー技術開発
4. 絶滅危惧種の遺伝的多様性保存に貢献するタイムカプセル化事業
5. 霞ヶ浦で発生するアオコ原因藻 *Microcystis aeruginosa* の季節変化について
6. ミジンコの耐性変異から環境汚染の大きさを測る —集団遺伝学的モニタリングの開発—
7. サンゴの異変 —環境変動との関わりを調べる—
8. 熱帯雨林の減少・衰退による影響を評価する
9. 東アジアにおける草原の植物多様性 —貴重な生物資源とその危機—
10. 空から見る湿地の植物の分布 —航空機リモートセンシングに基づいた推定—
11. 干潟生態系の構造と機能、そこで暮らすいきもの達
12. 伊勢湾沿岸生態系における生物多様性と生態系機能評価
13. 人工湿地による環境浄化 —多様な生物による排水処理—

1 関東の川で琵琶湖の魚に出会う —遺伝子を見てわかる国内外来生物—

発表者 生物圏環境研究領域 高村 健二

Date 琵琶湖には特産魚種が数多くいます。それらの魚種は独特の生態や食味などのゆえに経済的価値が高いため、琵琶湖以外の河川・湖沼に放流されてきました。もっとも多く放流されたのがアユです。放流アユが採捕される際に、他の魚もアユと共に捕れるため、いっしょに放流されました。これらの魚が放流先で国内外来生物となります。国内外来生物は自然分布域外へ人により移された、国内に由来のある生物です。本来の生物相や生態系に影響を与えるため、実態解明が進められています。

琵琶湖産アユが広く放流されたため、全国的に琵琶湖由来と思われる魚が見つかっています。とくに広く定着したのが釣魚として知られたオイカワです。しかし、オイカワはそれ以前に九州から関東まで分布していたため、元々オイカワがいた所では、琵琶湖のオイカワが定着したかどうか不明でした。それは、琵琶湖とその他の地域のオイカワの間で外見上のきわだった違いがないためです。

このように同じ種でも由来のちがう生物が混在する場合には、両者を区別するために遺伝子分析が役立ちます。そこで関東地方のオイカワを遺伝子分析すると、琵琶湖由来のオイカワが関東一円に定着していること、多くの川では遺伝的に異なる、元々いたオイカワと混在することがわかりました。さらに、両者の間で交雑が生じていると考えられます。

外来生物法で規制される国外来生物とちがいが、国内外来生物は、すでになじみのある生物であるために、かえって見つけにくいのが難点です。今後は遺伝子分析を活用した調査を進める必要があります。

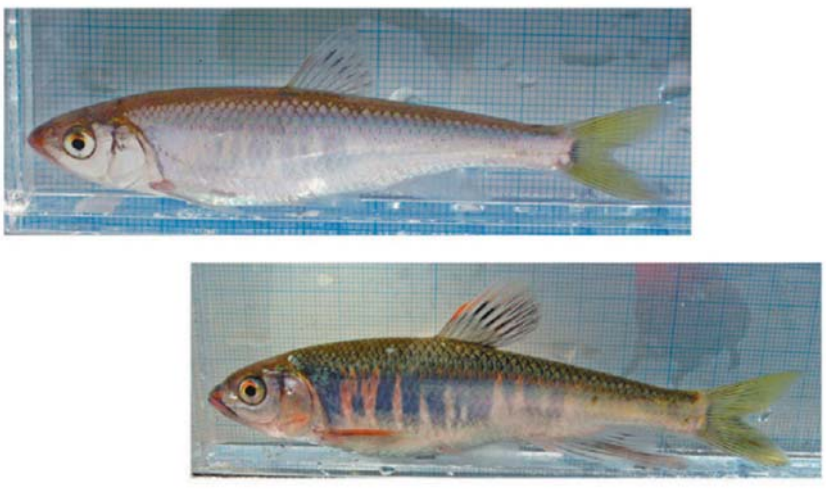


写真1 関東地方久慈川でとれたオイカワ
上段:通常の姿
下段:繁殖期のオス

2 侵略的外来生物の生態リスク評価 —カエルツボカビはどこから来たか?—

発表者 環境リスク研究センター 五箇 公一

人の手によって本来の生息地から異なる地域に移送された生物を外来生物と言います。外来生物の分布拡大は、移送先の在来生物や生態系に悪影響を及ぼし、生物多様性の減少を招く深刻な環境問題として世界的にも重要視されています。経済大国である日本は、多くの物資や人が海外から流入しており、その過程で様々な外来生物が紛れ込んで侵入してくるリスクが高いと考えられます。さらに、日本人は外来生物をペットとして飼育する嗜好性も高く、毎年数億匹という単位で生きている動物が輸入されています。これらの一部が野外に逃げ出して野生化するケースが後を絶ちません。これまでにアライグマやマングース、オオクチバス等、多くの外来生物が野生化して日本固有の生物の存続を脅かしています。さらに外来生物は目に見える生物だけでなく、菌やダニ等の微小な目に見えない生物も多数含まれますが、それらの侵入実態はほとんど把握されていません。そうした状況の下、2006年に世界中の両生類減少の原因とされる両生類の感染症カエルツボカビが日本国内で初めて発見され大きな話題になりました。この菌の蔓延が日本の両生類を絶滅させてしまうかもしれない。この緊急事態に対して、我々は全国レベルでの両生類の検査体制を整え、日本国内におけるカエルツボカビ菌の発生状況を調査しました。その結果、実はカエルツボカビの起源は日本にあるかもしれないという意外な事実

に辿り着きました。なぜ日本のカエルツボカビが世界中に蔓延したのか?その背景にはやはり、人と生物の国際的な移動が深く関わっていると考えられます。無秩序な生物移送がもたらすリスクをカエルは身をもって教えてくれています。

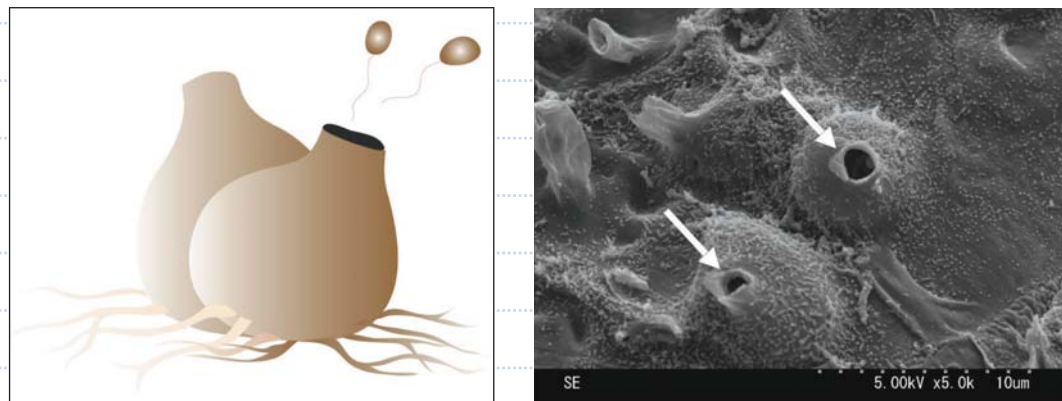


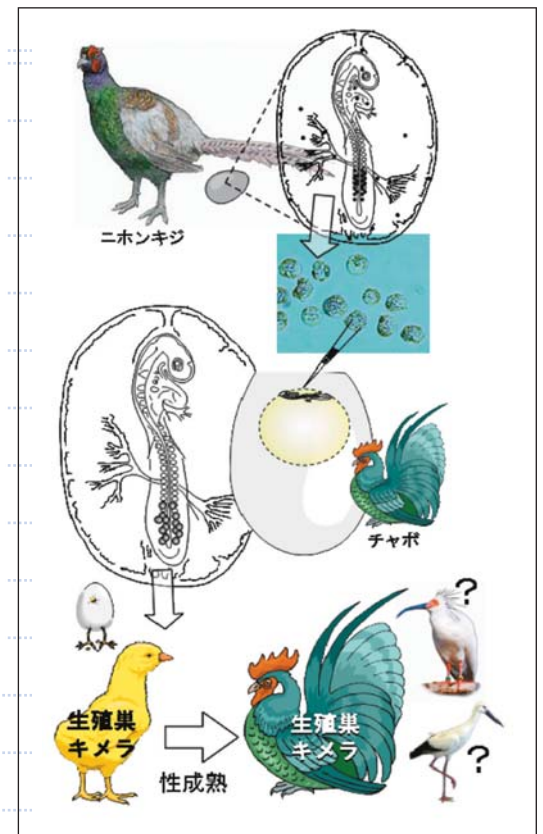
図1 カエルツボカビ遊走子嚢の模式図(左)およびカエル体表におけるカエルツボカビ遊走子嚢の電子顕微鏡写真(右) 写真の矢印部分が遊走子(胞子)の放出管

3 希少鳥類保全をめざしたバイオテクノロジー技術開発

発表者 環境研究基盤技術ラボラトリー 桑名 貴

日本の希少鳥類(絶滅危惧鳥類)を保護・保全する最も大切な手段は、言うまでもなく生息域内保全です。ただ、我が国は国土が狭く、国土の利用は人間中心に決められていることから、生息域を守ることで希少鳥類の個体数を維持するのは将来的には極めて困難です。次に残る手段は生息域外保全、つまり飼育下で遺伝的多様性を考慮しながら飼育繁殖するしかありません。取り扱う希少種の数が少ない場合には飼育下繁殖は大変効率的な方法です。ただこれはエネルギーと人材と経済的負担を無視できないという条件付きでのことです。そして、この方法であっても我が国ではコウノトリとトキの日本産個体の飼育下繁殖には失敗しており、飼育下繁殖を行えば「必ず種を救済できる」と考えるのは間違いです。

飼育下繁殖によって希少鳥類の個体数を維持して種を維持する代わりに、希少鳥類の細胞を凍結保存して必要な時に保存した細胞を利用して個体を創り出せば膨大な時間と労力が節約されます。私たちは、既に将来の生殖細胞(精子や卵)の元になる生殖幹細胞(始原生殖細胞)を個体発生の初期に体外に採り出して凍結保存した後で、もう一度受精卵に戻してやることで生殖幹細胞由来の子孫個体を得ることに成功しています。さらに、鳥類でも体細胞から生殖幹細胞を創り出す研究を始めていて、いつの日にか凍結保存されている日本産トキの体細胞から生殖幹細胞を創り出して日本産トキを復活できる日が来ることを期待しています。



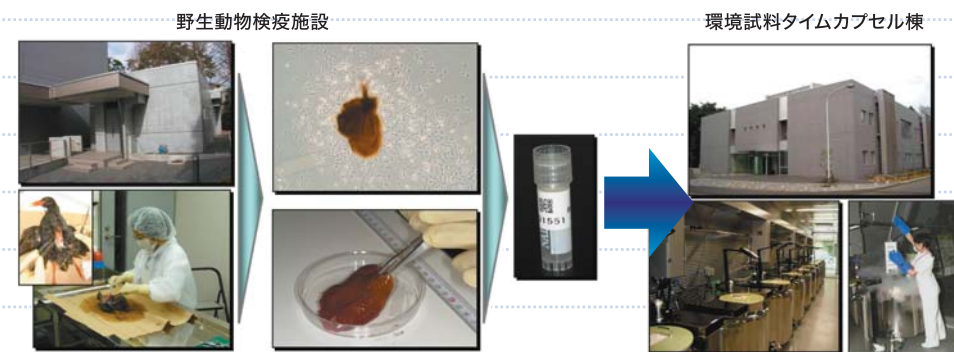
4 絶滅危惧種の遺伝的多様性保存に貢献するタイムカプセル化事業

発表者 環境研究基盤技術ラボラトリー 大沼 学

国立環境研究所では、国内に生息する鳥類、哺乳類および魚類の中で絶滅のおそれのある種(絶滅危惧種)について、皮膚などから培養した体細胞、生殖細胞(精子、卵子、受精卵、始原生殖細胞など)、組織を個体増殖や個体数減少の原因を調べる研究に活用するため長期凍結保存しています。

生息地の破壊や汚染、過度の捕獲、移入種の影響などによって絶滅の危機に直面する野生動物が急増しています。環境省が発行した「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物(レッドデータブック)」では、国内に分布する鳥類約700種のうち絶滅危惧種は89種、哺乳類約200種のうち48種、魚類約300種のうち76種が絶滅危惧種に指定されています。絶滅を防ぐためには、絶滅危惧種の遺伝子型を可能な限り多様な状態で保存する、つまり遺伝的多様性の保存が必要です。これを実現するために、生息地の保護や動物園での繁殖事業が行われます。これらに加えて絶滅危惧種の細胞や組織を凍結保存することも、遺伝的多様性の保存に有効な方法の一つです。

国立環境研究所の環境試料タイムカプセル棟では国内に分布する絶滅危惧種の細胞や組織を液体窒素の蒸気で-165℃に冷却した長期保存用タンク中で凍結保存しています。この建物には野生動物検疫施設が併設されていて、凍結保存前に感染症の検査を行うことで、細胞や組織の安全性を確保しています。絶滅危惧種の細胞や組織を長期に凍結保存することは国内では初の試みで、特に鳥類細胞の長期凍結保存は世界で最初のもので、2003年から2009年までに絶滅危惧種の鳥類37種884個体(トキ、タンチョウ、ヤンバルクイナなど)、哺乳類9種64個体(ツシマヤマネコ、アマミノクロウサギ、ゼニガタアザラシなど)、そして魚類17種332個体(イトウ、リュウキュウアユ、イタセンバラなど)から細胞や組織を採取して、凍結保存を行いました。これらの凍結保存した細胞や組織は、絶滅危惧種の個体数を増加させるために行う様々な研究に使用することができます。



病原体に感染していないか調べます。細胞や臓器をチューブに入れて凍結します。

液体窒素タンクの中で長期保存します。

5 霞ヶ浦で発生するアオコ原因藻 *Microcystis aeruginosa* の季節変化について

No. 発表者 水圏環境研究領域 富岡 典子

Date 霞ヶ浦は茨城県南部に位置する湖面積国内第二位の湖です。水道水源、レジャー、漁業にと、私たちの生活と深い関わりを持っています。1960年代から1980年代にかけて、微細な単細胞の藻類の一種である藍藻の *M. aeruginosa* の群体が湖面を覆う現象（アオコ）が発生しました。アオコの発生時期には *M. aeruginosa* が生産する毒素の濃度が高くなったり、魚が死んだり、大きな問題となりました。その後、1986年夏を最後に霞ヶ浦では大規模なアオコ現象は見られなくなりました。なぜアオコが出なくなったのか分かれれば、霞ヶ浦や他の湖でのアオコ発生の予防に役立てられます。アオコが出なくなった仕組みを明らかにするためには、まず *M. aeruginosa* の正確な濃度とその動態を把握することが必要です。国立環境研究所では、1978年から顕微鏡観察によって藻類の種類別の存在量を測定してきました。その結果、1986年以降、大規模なアオコ現象はみられなくなったものの、夏には *M. aeruginosa* が検出されました。しかし、その濃度が秋になると急激に減少するため、顕微鏡観察では秋から春にかけての濃度が測定できず、*M. aeruginosa* 濃度の詳しい変動がわかりません。そこで私たちは、生物それぞれが持っている特定の遺伝子配列を使って、*M. aeruginosa* 濃度を正確に低濃度まで測る方法を開発しました。この技術を使って、霞ヶ浦で最も栄養塩濃度が高いところ（高浜入り）と、比較的栄養塩濃度の低いところ（湖心）の *M. aeruginosa* の濃度を、1999年～2008年までの10年間、毎月測定しました。測定した濃度の季節変動と、環境因子の季節変動を比較することにより、アオコ発生のメカニズムを明らかにすることができると期待されます。



写真1 湖水表面に浮いたアオコ
湖水も *M. aeruginosa* が高濃度に存在するため緑色に染まっている。
2009年7月15日土浦港マリナー内にて。

6 ミジンコの耐性変異から環境汚染の大きさを測る

一集団遺伝学的モニタリングの開発一 発表者 環境リスク研究センター 田中 嘉成

生物のあらゆる性質は、環境に適応した形に進化することができます。農業害虫が殺虫剤耐性を発達させて、殺虫剤が害虫に効かなくなることは、そのような生物進化の一例として知られてきました。このことは、野外に生息する生物が化学物質への耐性をどれだけ獲得しているかを調べれば、野生生物に対する化学物質汚染の影響の程度を推定できることを意味します。生物の集団が、ある化学物質への耐性を獲得しているということは、その集団がその化学物質に長い期間曝されてきたことの強い証拠となるからです。

集団名	急性毒性値 (mg/L)
恋瀬川1 (霞ヶ浦)	1.74
恋瀬川2 (霞ヶ浦)	1.18
湖心 (霞ヶ浦)	3.13
大膳池 (ため池)	0.29

表1 カプトミジンコ *Daphnia galeata* におけるフェンバレーレート耐性値の集団間変異
急性毒性値は、集団の半数が死亡（遊泳阻害）する化学物質濃度（半数致死濃度）である。霞ヶ浦集団（3集団）はレファレンス集団の数倍以上耐性値が高い。

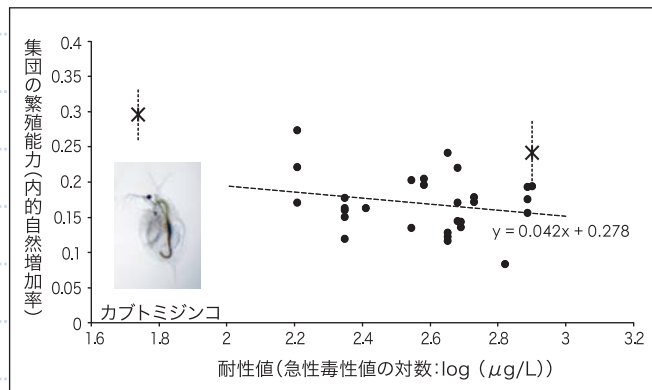


図1 ミジンコのフェンバレーレート耐性の適応度コスト
横軸は、ミジンコのクローン集団の耐性値、縦軸は化学物質曝露がないときの集団の繁殖能力を示す。耐性の高いクローンは繁殖能力が低い傾向が見られる。

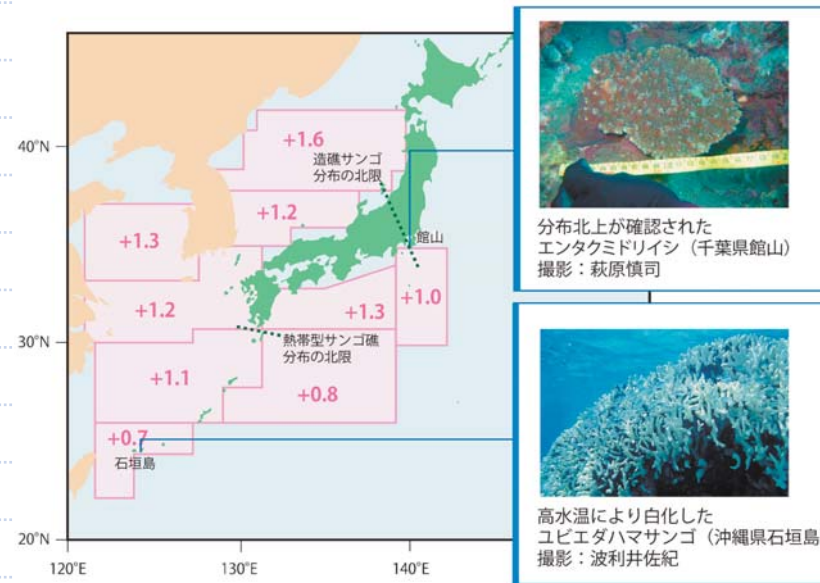
そのような発想から、集団における遺伝子の変化を解析する集団遺伝学的なモニタリングによって、化学物質の生物への影響を評価する手法を考案し、実例として、霞ヶ浦に生息するミジンコの1種に対するフェンバレーレート（殺虫剤）の影響を推定しました。霞ヶ浦で採集したミジンコを汚染の少ないため池で採集した同じ種のミジンコと比較すると、化学物質への耐性が数倍から十倍近く違うことがわかりました。一般的に、汚染が無いとき、生物の繁殖能力はかえって低くなります。これを耐性の適応度コストと言い、化学物質への耐性を得た代価となります。したがって、環境中にどのくらいの濃度の化学物質があれば、ミジンコがこのコストを払ってでも耐性を獲得する利益が生じるかという観点から、化学物質への耐性の強さから化学物質の環境中での濃度を逆算することができます。その結果、暴露濃度は、およそ15 μg/L、環境中のフェンバレーレート曝露による繁殖能力の低下は約23%と推定されました。これは、生物集団への影響としては無視できない大きさです。集団遺伝学的なモニタリングの利点は、野生生物の耐性を直接調べることによって、その生物が実際に被ってきた環境中での化学物質の濃度や悪影響を評価できることです。いくつかの技術的な課題を解決すれば、環境汚染の自然環境への影響を評価する有効な手法になると期待されます。

7 サンゴの異変 ー環境変動との関わりを調べるー

発表者 地球環境研究センター 山野 博哉

沖縄県や鹿児島県でサンゴ礁を形成する造礁サンゴ（以下、サンゴ）は、温帯ではサンゴ礁を形成しなくなりますが、日本海側では新潟県、太平洋側では千葉県まで分布しています。サンゴの生息に適する水温は25℃から28℃と言われており、地球温暖化による海水温の上昇により、日本では、南ではサンゴの白化現象、北ではサンゴ分布の拡大と北上が起こっていることが報告されています。私たちは、こうしたサンゴの変化のモニタリングと原因解明に関する研究を進めています。

サンゴの白化現象は、環境ストレスにより、体内に共生している褐虫藻の光合成系が損傷され、サンゴが褐虫藻を放出することにより起こります。ストレスとしてよく挙げられるのは夏場の高水温ですが、高水温だけでなく、陸域からの土砂の流入などさまざまな



ストレスが複合して白化を引き起こします。過去からの地図、空中写真、衛星画像を用いて、土地利用の変化にともなう土砂流出の変化を明らかにし、陸域からのストレスと海水温の上昇の複合影響を明らかにする研究を進めています。一方で、海水温の上昇は、南に生息するサンゴ種の分布域の北への拡大をもたらす可能性があります。過去の報告書・論文で記載されたサンゴ分布と、現在のサンゴ分布を比較することにより、九州・四国・本州周辺の数地点でサンゴの分布の拡大・北上が起こっている可能性が明らかになりました。こうした情報に基づいて、サンゴ分布の変化を長期にモニタリングする準備を進めています。

図1 日本周辺の最近100年間の海水温上昇（℃、気象庁海洋の健康診断表より）と、造礁サンゴの変化

8 熱帯雨林の減少・衰退による影響を評価する

発表者 地球環境研究センター 山形 与志樹

熱帯雨林をはじめとする陸域の生態系は、様々なたらきによって私たちの生活に欠かせない便益（生態系サービス）をもたらしてくれます。例えば植物による光合成は、大気から温室効果ガスであるCO2を固定する機能を持っています。また、多様な生物が存在することで有用な遺伝子資源をもたらしてくれることも期待できます。特に、熱帯雨林は主に東南アジア・中央アフリカ・南アメリカに分布し、気候条件が多く種の生物にとって好ましいため、世界で最も発達した生態系が成立することが知られています。

しかし、熱帯林のほとんどは発展途上国にあり、近年の人口増加と開発圧力のため、急激な速度で森林破壊が進み、プランテーションなどの耕作地や居住地に転換されています（図1）。その結果、生態系が持っていた本来の生態系サービスが低下し、私たちの生活にも深刻な影響が生じるおそれがあります。

それを評価するため、私たちは人工衛星データを解析し、東南アジアで広域的に森林減少・劣化に伴う生態系影響を把握するシステムを開発するための研究を進めています。まず、マレーシアの熱帯雨林と近接するプランテーションを調査し、炭素収支をはじめとする生態系の機能を評価するモデルを開発しました。それをを用いることで、土地利用転換に伴う植生や土壌の変化をシミュレートし



図1 熱帯林とプランテーションの写真

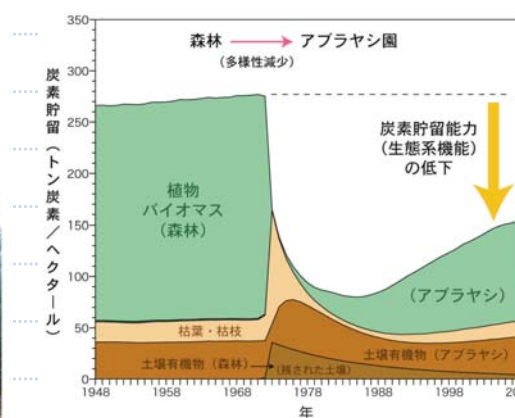


図2 熱帯林からプランテーションへの土地利用転換に伴うバイオマスと土壌炭素の変化

（図2）、生態系の炭素収支への影響を調べることができました。それを広域に展開することで、東南アジアを中心とした熱帯雨林の状況を人工衛星の観測データを使って把握し、現地観測やシミュレーションモデルを用いてCO2収支など生態系サービスへの影響を評価する「森林炭素監視システム」の開発を進めています。

9 東アジアにおける草原の植物多様性 —貴重な生物資源とその危機—

発表者 生物圏環境研究領域 唐 艶鴻

No. 植物の種豊富さ(面積あたりの種数)の高い生態系は動物や微生物などを含む生物全体の多様性も潜在的に高く、生物資源や提供できる生態系サービス(例えば大気CO₂の吸収と蓄積)も多いことが予想されます(図1)。従って、植物の多様性(多くの場合ではある場所のすべて植物の種数を指す)はすべての生物多様性の基盤とも言えます。そこで、生物多様性を保全するためには、まず植物多様性を把握する必要があります。私たちはこれまで、東アジアの草原で植物の多様性を調査してきました。東アジアの草原はこの地域の陸域面積の約半分に及び、植物の種豊富さは、局所的にも、地域的にみても非常に高いことがわかっています。例えば、チベット高原北部のヒゲハリスゲ(属)草原では、10x10cm四方に平均16-20種、最大30種の被子植物を観測し、同様の観測では世界で最も高い記録の1つとなっています。これまでに私たちは、内モンゴル草原と青海・チベット草原の調査結果と、中国全土の草原研究の資料を合わせて整理・分析し、植物の種豊富さが高い場合、植物の生産量や生態系の炭素吸収量も高いことを明らかにしました(図2)。

しかし、東アジアの草原の植物多様性は主に以下の2つの理由から減少の危機に直面しています。まず、この広大な草原地域は社会・経済の発展速度が極めて速いため、草原の退化、荒漠化、砂漠化、または農地化の速度も速く、草原植物の固有種や稀少種の消失と絶滅の可能性も高くなることが予想されます。私たちの調査では、放牧によって草原植物の種組成が変わり、家畜が好む草の種類が減少すること、また、過放牧によって植物多様性が減少することが観測されています。次に、東アジアの草原は地球上もっとも標高の高いところ

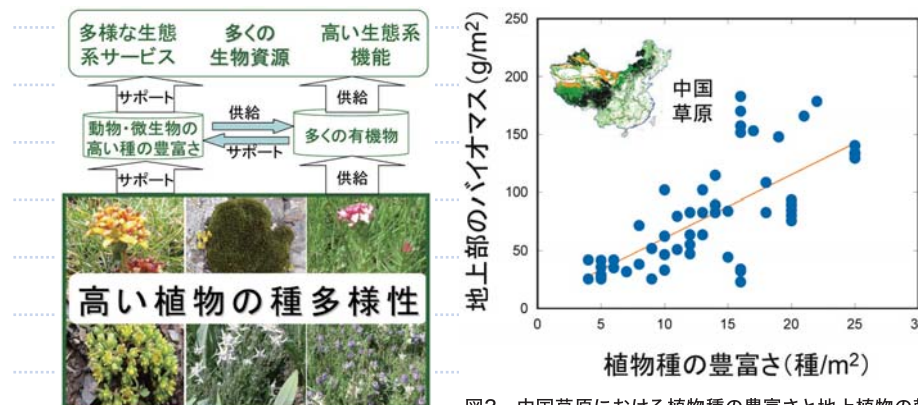


図1 植物多様性の重要性

図2 中国草原における植物種の豊富さと地上植物の乾燥重量の関係

にあり、地球温暖化の影響を受けやすいと考えられます。特に、高山帯の草原植物は、気温上昇に伴う生息地の減少や種間競争と共存関係の変化による個体群の減少や種の消失も危惧されています。実際にこの高山草原では、温暖化実験によって高山草原の植物の種豊富さが低下することがすでに示されています。現在、草原植物多様性に及ぼす温暖化の長期的影響を把握するため、私たちは東アジアの草原で温暖化の進行状況と植物多様性の変化の長期モニタリングを行っています。

11 干潟生態系の構造と機能、そこで暮らすいきもの達

発表者 水圏環境研究領域 金谷 弦

内湾域や河川河口域に発達する干潟は、後背地に広がるヨシ原(塩性湿地)とともに、希少な生物種の生息場所となっています(写真1)。干潟には、1m²あたり数千個体の底生動物—ベントス—が生息し、沿岸域の物質循環過程において重要な役割を担っています。彼らは底泥を掘り返し、攪拌し、食べ、巣穴に水を循環させ、砂団子やマウンドを作ります。ミミズが畑を耕すように、干潟はベントス達によって日夜耕されているのです。

ベントスの多くは微細な有機物粒子を食べて育ちます。摂食された有機物は消化されてベントスの体組織となり、捕食者である魚や鳥に食べられることで系外へ運ばれてゆきます。また、未消化物は糞粒として干潟上に排泄され、カビや微生物により分解・無機化されます。ベントス1個体が食べる量は微々たるものですが、彼らは非常に高密度で生息しているため、摂食除去される有機物はかなりの量となります。そこで私たちは、有機物中にごく微量に含まれる重い炭素・窒素安定同位体原子(¹³C・¹⁵N)の割合(炭素・窒素安定同位体比)から、ベントスの餌となる有機物粒子の種類を推定しました。その結果、植物プランクトンや干潟表面の微細藻類が彼らの主要な餌となっており、ベントスは栄養塩(NやP)を吸収して増殖した微細藻類を摂食除去することで、沿岸域の環境浄化に貢献していることがわかりました。



現在も、日本各地で多くの干潟や塩性湿地が消失の危機に瀕しています。干潟が持つ生態系機能を適切に評価し、その環境を保全していくことが望まれます。



写真1 河口域に発達した干潟(下)と、そこに暮らす底生動物(上)ヘナタリ(左上)は環境省の準絶滅危惧種(NT)に指定されています。

10 空から見る湿地の植物の分布 —航空機リモートセンシングに基づいた推定—

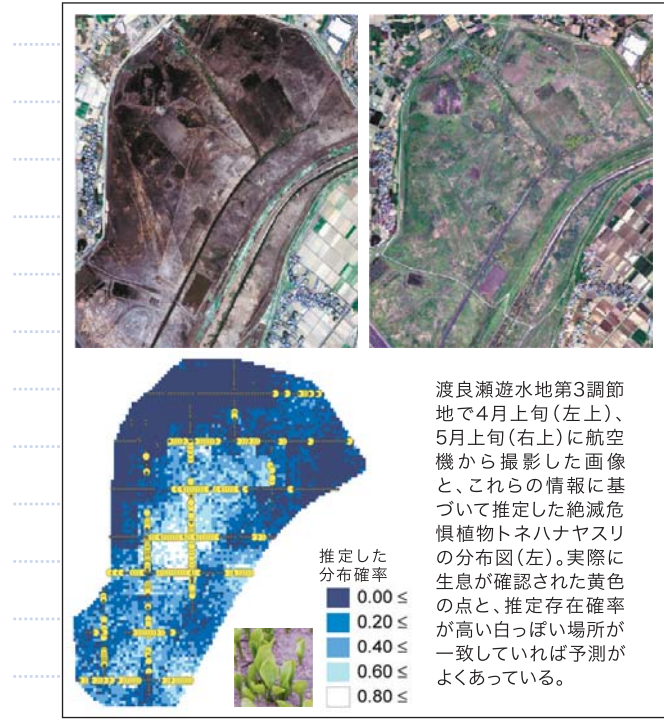
発表者 生物圏環境研究領域 石濱 史子

湿地には、そこでしか見られない生き物が数多く生息しており、生物多様性の観点から価値の高い場所です。その一方で、開発や水質悪化の影響を強く受けており、湿地の植物は絶滅リスクが高い傾向にあります。

調査を行った渡良瀬遊水地は、首都圏内にある約1,500haのヨシ原をもつ湿地です。毎年3月に行われる野焼きで知られていますが、59種もの絶滅危惧・準絶滅危惧植物の生育地でもあります。これらの植物の保全のためには、その分布を把握することが欠かせませんが、渡良瀬遊水地のように広大な湿地をくまなく歩いて調査するのは困難です。そのためわたしたちは、航空写真を活用して、希少植物の分布を推定することを目指しました。

航空写真で植物を撮影する場合、その時期が重要です。渡良瀬遊水地の絶滅危惧植物には、野焼きの直後に芽吹いて開花した後、1ヶ月も経つと、草丈が2-4mにもなるヨシやオギの下に隠れてしまうものが多いです。そこで、野焼き直後で地面が露出している4月上旬(図左上)、早い植物は十分に葉を広げてもまだヨシやオギが茂らない5月上旬(図右上)、ヨシやオギが最大高に達する8月、計3時期に航空機用デジタルカメラによる撮影を行いました。撮影画像の立体視によって、地面の高さや草丈も推定しました。

得られたこれらの情報に基づいて、希少植物の分布を推定する統計モデルを作成した結果、5月の画像で青みの少ない緑色を表す色成分(春先早くに展葉した植物を示す)が、トネハナヤスリやワタラセツリフネソウという、希少種の分布推定に有効であることが明らかとなりました。この色成分は早春に展葉する他の種でも有効な可能性があります。



渡良瀬遊水地第3調節地で4月上旬(左上)、5月上旬(右上)に航空機から撮影した画像と、これらの情報に基づいて推定した絶滅危惧植物トネハナヤスリの分布図(左)。実際に生息が確認された黄色の点と、推定存在確率が高い白っぽい場所が一致していれば予測がよくあっている。

12 伊勢湾沿岸生態系における生物多様性と生態系機能評価

発表者 アジア自然共生研究グループ 野原 精一

自然からの恵みを持続的に得られるように流域管理を行うため、人為かく乱の影響評価と自然との共生による沿岸域の生態系サービスの推定法の開発を行っています。ここでは、河川の河口干潟(一色、汐川、伊川津)において、底生動物の現存量や生物多様性の調査と巻き貝(腹足類)の行動調査や実験から摂餌速度及び干潟の浄化機能を推定しました。一色干潟では植物5種、動物38種出現し、上流で少なく河口部で多い傾向にありました。汐川干潟では、植物3種、動物29種出現し、河口部砂質干潟で少なく、泥干潟で多い傾向にあり高い被度でカキがみられました。伊川津干潟では、植物5種、動物35種出現し、上流部で少なく低潮帯と高潮帯で多い傾向にありました。行動調査の結果、巻き貝のヘナタリは異なる餌環境の干潟でその移動速度が異なっていました。汐川干潟のヘナタリの平均的な摂餌面積は5.8cm²h⁻¹、伊川津干潟のヘナタリの摂餌面積は30.4cm²h⁻¹と伊川津干潟のヘナタリの摂餌面積は汐川干潟のヘナタリと比べ約5倍高い値でした。夜間の追跡調査では巻き貝のウミコナは昼間と同程度移動したのに対して、ヘナタリは昼間と比べ夜間の移動は低くなっていました。汐川干潟の巻き貝による底生の藻類を浄化する機能は441μg chl-a d⁻¹ m⁻²、伊川津干潟の浄化機能は258μg chl-a d⁻¹ m⁻²でしたので、これらの干潟では優占している巻き貝が物質循環の上で重要な役割を果たしていました。



13 人工湿地による環境浄化 —多様な生物による排水処理—

発表者 循環型社会・廃棄物研究センター 神保 有亮

No. _____

Date 湿地には多様な生物が生息し、常に浸潤状態が保たれている根圏部では、多くの微生物が繁殖しています。この植物(根)・土壌・微生物による物理的な濾過および生物的な浄化作用に注目し、自然界中に存在する湿地を模して人工的に建造された湿地が人工湿地であり、高効率な排水処理技術として用いられています。また、低コスト、低維持管理、自然調和型という利点から、発展途上国に適した排水処理技術としても活用されています。一方で、湿地は温室効果ガスの発生源の一つとして挙げられており、二酸化炭素(CO₂)より温室効果能の高いメタンガス(CH₄)や、亜酸化窒素ガス(N₂O)の発生が確認されています。地球温暖化防止が叫ばれている現在、温室効果ガス発生が少ない排水処理技術の開発と普及が求められています。

人工湿地は、物理的、化学的、生物的作用が複合的に作用することにより、優れた排水処理能力を持っていますが、その他にも、生物による持ち出しも排水処理に大きな影響を与えています。人工湿地内では1つの生態系ピラミッドが構築されていますが、微生物が分解・摂取した汚濁物質は微小動物や藻類、魚類等へと移動されていき、最終的にはヘビや鳥類などの大型動物等によって自然界中へ排出されていきます。また、湿地に植栽された植物により、異なる土壌環境が構築され、微生物の種類や量も大きく変化し、汚濁物質の処理効率や温室効果ガスの発生量に大きな変化が現れます。このように、人工湿地の植栽のしかたを工夫することで様々な汚濁物質に対応した処理が可能になり、将来的には、温室効果ガス排出の少ない排水処理技術としての応用が期待されています。



図1 実際に排水処理として使用されている人工湿地



図2 ヨシの根の周辺部

MEMO

Large empty rounded rectangular box for taking notes on page 14.

MEMO

No. _____

Date . . .

Large empty rounded rectangular box for taking notes on page 15.

MEMO

No. _____

Date . . .

No. _____

Date . . .



国立環境研究所では、毎年6月の環境月間にあわせて公開シンポジウムを開催しています。
また、4月と7月には、つくばキャンパスで一般公開を行い、講演、パネル展示、体験型イベントなどにより、
環境問題についてわかりやすく説明します。

今年の「夏の大公開」は7月24日(土)の予定です。「夏の大公開」の情報は、国立環境研究所のホームページ(<http://www.nies.go.jp/>)で随時お知らせします。

編集：2010年度セミナー委員会

吾妻 洋	石濱 史子	一ノ瀬 俊明	伊藤 昭彦
川嶋 貴治	木村 京子	(小林 潤)	斉藤 拓也
肴倉 宏史	佐藤 ゆき	竹中 明夫*	中島 英彰
成島 克子	前田 征孝	水落 元之	村田 智吉
横溝 裕行	(注) あいうえお順、*印は委員長、かっこ書きは、途中交替した委員		

国立環境研究所研究報告 第204号 R-204-2010

RESEARCH REPORT FROM THE NATIONAL INSTITUTE
FOR ENVIRONMENTAL STUDIES, JAPAN, No.204, 2010

2010年4月22日編集委員会受理

2010年6月19日発行

発行：独立行政法人国立環境研究所

印刷：株式会社ステージ