

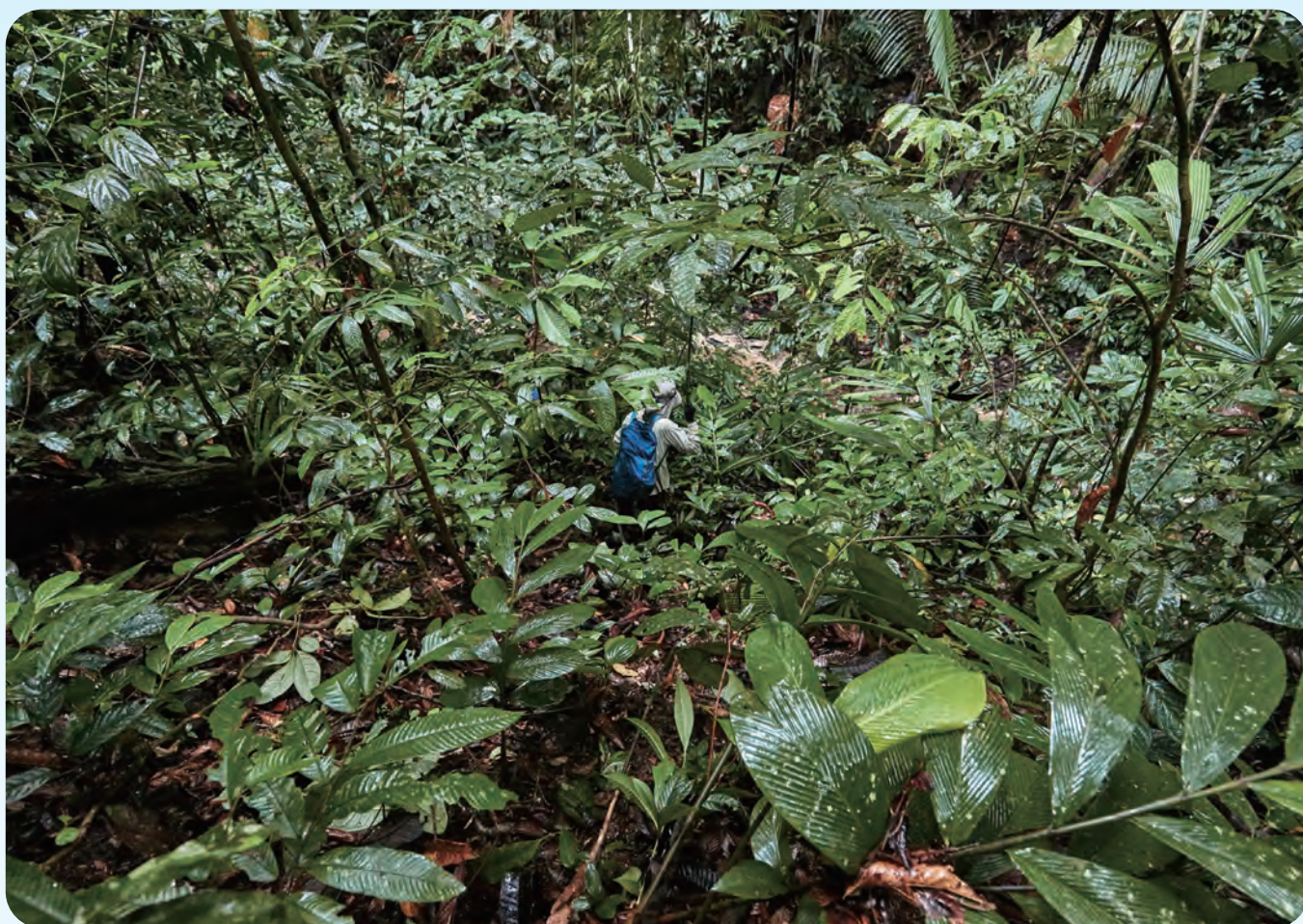
国立環境研究所 ニュース

National Institute for Environmental Studies

Vol.35

No.6

平成29年(2017)2月



ボルネオ熱帯林での生物多様性調査

特集 | 生態学モデルによる生態リスク評価・管理の高度化

生態リスク評価・管理にどうして数理・統計モデルが必要なのか | 2

数理モデルにより化学物質の濃度をどのように低減すべきかを明らかにする | 3

多様な種が共存するのは偶然か必然か? | 6

交絡:因果の判断を惑わすもの | 9

重金属の水生生物への影響を知る | 12

リスク評価科学事業連携オフィス 生態毒性標準拠点 | 15

「第13回日韓中三カ国環境研究機関長会合(TPM13)」の開催 | 16

国連気候変動枠組条約第22回締約国会議(COP22)

京都議定書第12回締約国会合(CMP12)

パリ協定第1回締約国会合(CMA1)

参加報告

18

生態リスク評価・管理にどうして数理・統計モデルが必要なのか

横 溝 裕 行

化学物質や土地開発、外来生物など様々な環境かく乱要因が生態系に悪影響をおよぼしています。生態系保全のためには、様々な環境かく乱要因により生態系が被る可能性のある悪影響の大きさである生態リスクを評価し、効果的な管理をおこなう必要があります。しかし、環境かく乱要因による生態系影響を評価することや、対策を実行する前にその効果を予測することは容易ではありません。そのため、生態系の動態を模した数理モデルにより、環境かく乱要因が加わったり除かれたりした場合の生態系の動態を予測する数理的研究が重要になります。また、複雑な生態系のある一部分に着目して数理モデルを構築し、解析することにより生態系管理に有用な知見を得ることもできます。そして、野外調査等から得られる限られたデータから、それぞれの環境かく乱要因がどの程度の悪影響を及ぼしているかを推定するためには、統計的手法を用いた数理モデルである統計モデルが必要です。このように、数学や統計的手法を用いて生態系の動態等を模した数理・統計モデルを構築して解析することにより、環境かく乱要因が生態系に与える悪影響の大きさや、対策の効果を予測することができます。そのため数理・統計モデルは生態リスク評価・管理にとっても大きな役割を果たします。

平成 28 年度より、数理・統計モデルを用いた生態リスク評価・管理の高度化を目的として、安全確保研究プログラムのプロジェクト 3「生態学モデルに基づく生態リスク評価・管理に関する研究」を実施しています。生態学に基づく数理・統計モデルを用いて、様々な環境かく乱要因による生態系影響の適切な評価と管理を実行するための基礎となる手法の開発を目的としています。本特集では、このプロジェクトの研究の一部を紹介したいと思います。このプロジェクトは 2 つのサブテーマで構成されています。

サブテーマ 1 では、「環境かく乱要因と生物群集の因果関係の推定と最適管理に関する研究」に取り組んでいます。環境かく乱要因として化学物質を例に

あげますと、環境中の化学物質の濃度を計測し、そこに生息する生物の種数などを調査することにより、化学物質の濃度と生物の種数などの関係を知ることができます。しかし、これだけでは化学物質と生物の種数や個体数の因果関係が分かったとはいえません。なぜかと言いますと、化学物質と生物の種数や個体数の両方に影響を与える要因（交絡要因）が存在する場合、実際は因果関係がないにも関わらず、見かけ上の関係があるように見えてしまうことがあるためです。化学物質の濃度が高くなると生物種数が少なくなるという調査データが得られた場合でも、因果関係がなければ化学物質の濃度を減らしたとしても生物の種数や個体数は回復しません。本プロジェクトでは、適切な対策を講じるために、統計的因果推論という統計的手法を用いて、化学物質の濃度と生物の種数や個体数の間の因果関係を明らかにする研究を行っています。しかし、得られるデータが限られていると因果関係を完全に明らかにできない場合があります。そこで、化学物質と生物の種数や個体数の因果関係が十分に明らかではない場合にも、生物の種数や個体数を望ましいレベルまで回復させるために効果的な対策を明らかにすることを目的として数理モデルの開発を行っています。

サブテーマ 2 で取り組んでいるのは「環境かく乱要因に対する生態系影響の予測に関する研究」です。生態系には様々な生物がお互いに影響を及ぼし合って存在しています。例えば、食う-食われるという関係だったり、ある種が他の種に必要な生息場所や栄養を提供したりしています。そのために、環境かく乱の影響を直接受けない生物でも、環境かく乱の影響を受けた種がいなくなることにより間接的に影響を受けることがあります。本プロジェクトでは、環境かく乱の影響が生態系全体に及ぼす影響を知るために、数理モデルを開発しています。また、生態系には様々な生物が存在していますが、どのようなメカニズムで多様性が維持されているのかを明らかにするために、熱帯林における生物多様性の維持機構を解明するために数理・統計モデルを用いて研究

を実施しています。

上記のように、因果関係の推定、生態系への影響の予測、効果的な対策の選定が数理・統計的手法を用いることで可能になります。本特集では、数理・統計モデルを用いた河川における化学物質の対策に関する研究の一端を「研究プログラムの紹介」で解説します。統計的因果推論に関する交絡要因については、「環境問題基礎知識」をご覧ください。生物多様性を決定する要因が偶然的な要因で決まるのか、それとも偶然ではなく何らかの必然的な要因により決まるのかを知るために数理モデルを用いて実施している研究を「研究ノート」で紹介しています。また、重金属が水生生物へ与える影響を調べるために行っている河川調査の様子について「調査研究日誌」で

紹介していますので、あわせてご覧ください。本特集により、生態リスク評価・管理における数理・統計モデルの有用性を少しでもお伝えすることができれば幸いです。

(よこみぞ ひろゆき、環境リスク・健康研究センター
リスク管理戦略研究室 主任研究員)

執筆者プロフィール：

最近、データベースのデータを用いた研究を論文にまとめ投稿しました。それぞれ異なる目的で取られたデータですが、統合することにより新たな知見が得られました。データベースの管理にも少し携わることになり、そのような研究の一助になればと考えています。



【シリーズ研究プログラムの紹介：「安全確保研究プログラム」から】

数理モデルにより化学物質の濃度をどのくらい低減すべきかを明らかにする

横 溝 裕 行

我々の生活に化学物質は欠かすことができませんが、適切に管理しなければ人々の健康が脅かされ、野生生物が悪影響を受けてしまう可能性があります。例えば、化学物質によっては環境中の濃度が高くなると、野生生物の生存率や繁殖率の低下などを引き起こすことが知られています。環境中の化学物質がどのくらいの濃度になれば、どのくらいの悪影響が生物に及ぶのかを把握して、化学物質の濃度を低減するために対策を講じることは、野生生物の保全のためにとっても重要なことです。しかし、環境中の化学物質の濃度と、野生生物の生存率や繁殖率などに与える影響の大きさについて正確に把握することは容易ではありません。完全に正確な情報が得られなくても、適切な対策を講じることが重要となります。そこで、私たちは化学物質の濃度と野生生物に与える影響の大きさについて正確な情報を得ることが難しい場合に、化学物質を使用する事業所から排出される化学物質の濃度をどのくらいまで低減すべきかを明らかにするために数理的手法を構築しました。

数理モデルを用いた対策の選定

1. 化学物質によって野生生物が受ける影響の大きさと環境中の化学物質の濃度を知る

排水中の化学物質の濃度をどのくらいまで低減すべきかを明らかにするためには、まず、化学物質によって野生生物が受ける影響の大きさと、対策後の環境における化学物質の濃度を知る必要があります。複数種の生物に対して生態毒性試験を行うことで、環境中の化学物質の濃度が高くなるにしたがって影響を受ける種がどのくらい増加するのかを予測することができます。しかし、野外には数多くの種が存在していますので、対象とする河川に生息する全ての種に対して生態毒性試験を実施することは不可能です。しかも、一部の生物種に対する生態毒性試験により生態系への影響を推定するためには、本来は野外に生息する生物種から任意の生物種を選ぶことが必要となりますが、実際は生態毒性試験を行うことが比較的容易である生物種に対してしか生態毒性試験が行われていません。このような理由で、

特集 生態学モデルによる生態リスク評価・管理の高度化

河川において化学物質によってどのくらいの生物種が影響を受けているのかを正確に把握することはとても困難です。さらに、事業所から排出される化学物質の濃度を低減することにより、河川中の化学物質の濃度がどの程度低くなるのかを、数理モデルにより予測することができますが、正確な予測は容易ではないという問題があります。

2. 管理目標を決める

工場等から河川に排出される化学物質の濃度を低減させるためには、設備投資や化学物質の使用量の削減が必要となるため、排水中の濃度を低減することにより生物への影響は軽減されますが社会的なコストが伴います。そのために、私たちは対策のコストを考慮して、生態系に与える影響と社会的なコストの両方のバランスを考えて、排水中の化学物質の濃度をどのくらいまで低減させる必要があるかを検討しました。まず、生物の保全のために化学物質が原因で生物種が悪影響を受けることにより被るコストと、設備投資により排水中の化学物質を減らすことに伴うコストの和を全コストと定義して、この全コストをある値より小さく抑えることを管理目標としました。この管理目標となる全コストの大きさは、社会が許容することができる全コストの大きさを表します。化学物質により一定の生物種が影響を受け

てしまうことにより被るコストの求め方は、過去の政策で生物の保全のために支払われた費用や、生物種を保全するためにどのくらいのお金を支払えるかというアンケート等を用いて算出する方法などが考えられます。全コストの単位は貨幣単位（億円など）となります。

3. 管理目標を達成するために適切な化学物質の濃度を求める

化学物質によって影響を受ける生物種の割合や、環境中の化学物質の濃度がわからないと、排水中の化学物質の濃度をどの程度まで低減させれば良いのか判断が難しくなります。しかし、化学物質によって影響を受ける生物種の割合や環境中の濃度の真の値は分かりません。そのため、利用可能なデータから推定できる最も良い推定値（以下、最良推定値とよびます）に基づいて、排水中の化学物質の濃度をどの程度まで低減するかを決定することになります。化学物質によって影響を受ける生物種の割合の最良推定値は生態毒性試験による結果を用いて求めます。排水中の化学物質の濃度を低減した際の環境中の濃度の最良推定値は、数理モデルによる環境中の濃度の予測値から求めます。最良推定値は、利用可能なデータから得られる最も良い推定値であり、真の値ではありません。真の値が最良推定値と大きく異な

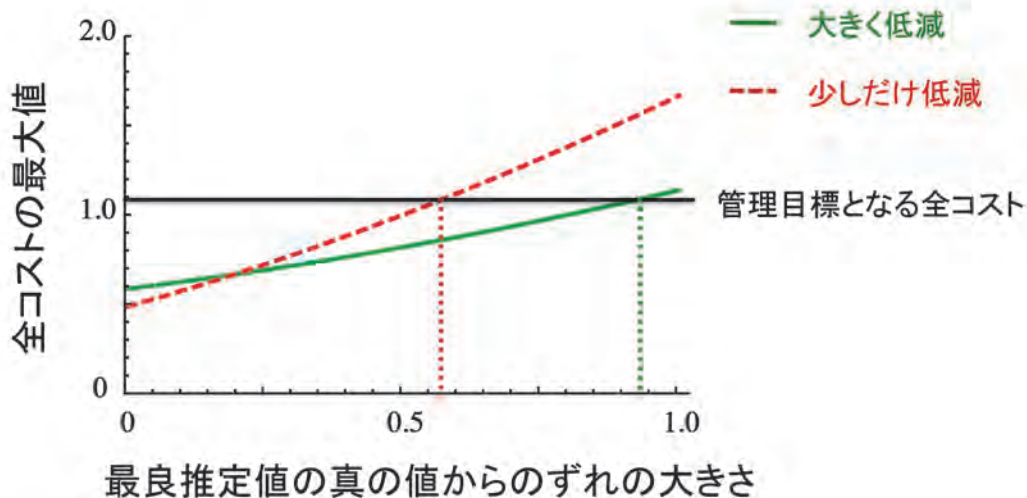


図1 最良推定値からのずれの大きさと全コストの最大値

横軸は、影響を受ける生物種の割合と環境中の化学物質の濃度の最良推定値からのずれの大きさ（割合）を示しています。縦軸は、全コストであり貨幣単位（億円など）となります。

っていたとしても、管理目標を達成することができる対策はよい対策であると考えられます。

管理目標を達成するために取るべき対策を選定する方法を、図1を用いて説明します。化学物質の排水中濃度を大きく低減する対策と、少しだけ低減する対策の2つの対策のうち、最良推定値が真の値よりも大きく異なるとしても管理目標を達成することができる対策がどちらなのかを明らかにします。化学物質の排水中濃度を少しだけ低減する対策は、生物への影響はそれほど小さくできませんが、対策にかかるコストは小さくなります。図1の緑(実線)と赤(破線)の曲線は、それぞれ排水中の濃度を大きく低減する場合と、少しだけ低減する場合の全コストの最大値を示しています。図1の横軸は、最良推定値の真の値からのずれの大きさを表しています。真の値はわかりませんので、実際に最良推定値が真の値からどのくらいずれているのかを私たちは知ることができません。真の値からの最良推定値のずれが大きくなるほど、全コストの最大値が大きくなります。全コストの「最大値」に着目する理由は、悲観的な場合でも管理目標を達成できる対策を選ぶためです。図1に示された結果を見ますと、排水中の濃度を大きく低減する方が、影響を受ける生物種の割合や化学物質の濃度の最良推定値が真の値から大きくずれたとしても、管理目標とする全コストを超えにくいということがわかります。この場合は、排水中の化学物質の濃度を大きく低減する方がよい対策ということになります。最良推定値の真の値からのずれの大きさをあらかじめ仮定することなく、管理目標を設定することで、適切な対策を選定することができます。

因果関係に基づいた対策の選定にむけて

上記の方法により、野外の生物に対する化学物質の影響について正確な情報が十分に得られない場合でも、生態毒性試験の結果に基づいて適切な対策を選定することができます。しかし、野外生物に与える化学物質の影響をできるだけ把握してから対策を決定することが重要であることには変わりはありません。現在、私たちは環境中の化学物質の濃度と生物の種数などの因果関係を推定するために、野外調査の実施と数理・統計モデルの開発を行っています。野外調査により因果関係を推定するために、できるだけ着目する要因の影響が把握できるように調査を行うことが重要になります。ある化学物質の濃度が高い場所では、アンモニアなどの生物に影響を与え、他の物質も高濃度で存在したり、河川環境が改変されていたりする傾向があります。野外調査の結果は、化学物質の濃度と生物の種数の因果関係ではなく相関関係である可能性があります。相関関係に基づいて選定された対策を講じたとしても、因果関係がなければ対策により生物種数や個体数は回復しません。今回紹介した数理的手法を発展させ、因果関係に基づき、またその因果関係に含まれる不確かさを考慮にいたった最適な管理施策の選定手法の開発を行っています。

(よこみぞ ひろゆき、環境リスク・健康研究センター
リスク管理戦略研究室 主任研究員)

執筆者プロフィール：

20代の終わりに水泳を始めましたが、30代の終わりに肩を脱臼してしまいました。研究所の中長期計画のように、40代は何に取り組むかを考えようと思いましたが、私の主務大臣(妻)の定める中長期目標に従って重点的に家事に取り組むことになりました。

【研究ノート】

多様な種が共存するのは偶然か必然か？

竹内 やよい

はじめに

夏山のお花畑。色や形がそれぞれの、数十種類の花が同じ場所に咲き誇っています（写真1 a）。熱帯の森に行けば、同じ空間に存在する生き物の種類はさらに数十倍増えます（写真1 b）。異なる種類の生き物が、同じ空間で一体どのように共存しているのでしょうか？群集生態学は、この問いに古くから取り組んできました。群集生態学が扱う「生物群集」とは、時間と場所を共有する様々な種の集まりを指し、その生物群集の中に存在する種の内訳が「種構成」です。群集生態学は共存のメカニズムや条件、生物種間または環境との相互作用、それらの地理的パターンを考えながら、生物群集の成り立ちを明らかにすることを目的としています。

多種が共存する仕組み

「生物群集の種構成はどのように決まっているのか？」「多様な種はどのように共存しているのか？」といった問いは、群集生態学の古典的なテーマです。実証研究・理論研究とも多く蓄積されてきました。主流であった考え方は、環境による選択や種間の競争などの要因が生物群集に影響しているというもの

でした。例えば、生物種ごとにそれぞれ望ましい環境条件が決まっているならば、その場所の環境に適応した種だけが選別されます。また、同じ資源を利用する種間では競争がおり、結果的に競争に勝ったものだけが残ります。このように、生物群集は環境や種間の相互作用によって必然的に成立すると考えられてきました。現実の生物群集のデータは、これらの仮説に矛盾しない結果が得られており、多くの群集生態学者はこの仮説を支持していました。しかし、2001年に Hubbell 博士が「中立説」を発表したことによって状況が一変しました。中立説では、生物群集のすべての個体・種の性質に差がないと仮定し、群集内の個体の確率的な死亡と置き換わり、外の群集からの確率的な移住によってのみ種構成や多様性が成り立つとしています（図1 a）。つまり、その場にいる生物群集は偶然的にそこに集合している、ということです。中立説は、「すべての個体・種の性質が同じ」という現実に即さない極端な仮定をおいているにもかかわらず、中立説で予測される群集のパターンが特に熱帯林群集などの種多様性の高い群集と類似しているため、群集生態学者に大きな衝撃を与えました。中立論は過去にも存在していた

(a)



(b)



写真1

(a) 夏山のお花畑

(b) 熱帯雨林

のですが、それは現実のデータとかけ離れていたため議論の対象から外されていました。また、生き物が種類によって性質が異なることは明白であり、群集生態学者は生物群集に影響する必然的な要因があると考えていたので、中立性の議論はほとんどされてこなかったのです。「すべての個体、種の性質が等しい」と考える中立説が、実際の群集と類似したパターンを示すことは大きな波紋を呼びました。

生物群集の中立性の検定

Hubbell の中立説の予測が、実際の群集のパターンと類似している述べましたが、正確に言えば、他の非中立モデルと差がなく“中立であることを否定できない”状態です。生物群集が中立的であるかどうかを検定するのに用いられるのは、1 回観察のデータ（つまり、ある時間・場所で観察された生物群集のデータ）です。主流な検定方法としては、中立モデルと対立する非中立モデルをデータに当てはめ

て、より良く説明するモデルを正しいモデルとして選ぶ方法です。“中立であることを否定できない”状態は、この統計的手法の問題、つまり手法の検出力が弱いのではないかと指摘されていました。そこで筆者らは、この統計的手法の検出力を評価することにしました。

様々な環境条件の場所がある中で、個々の種が占めることのできる範囲を“ニッチ”と呼びます。種間でニッチの重なりが低いと、ニッチが適合した種がそのニッチを独占することができます。そして、種間でニッチの重なりがなく、環境が分割してニッチが多様な状況下では、ニッチの数がそのまま種の数となります。ニッチの住み分けは、種多様性の高い熱帯林の共存を説明する重要な仮説の一つで、環境が不均一な状態であること、それぞれの環境に適した種があることから、多様な種の共存が可能になると考えられています。筆者らは、このような種の占めるニッチと環境を設定した非中立な群集のモデ

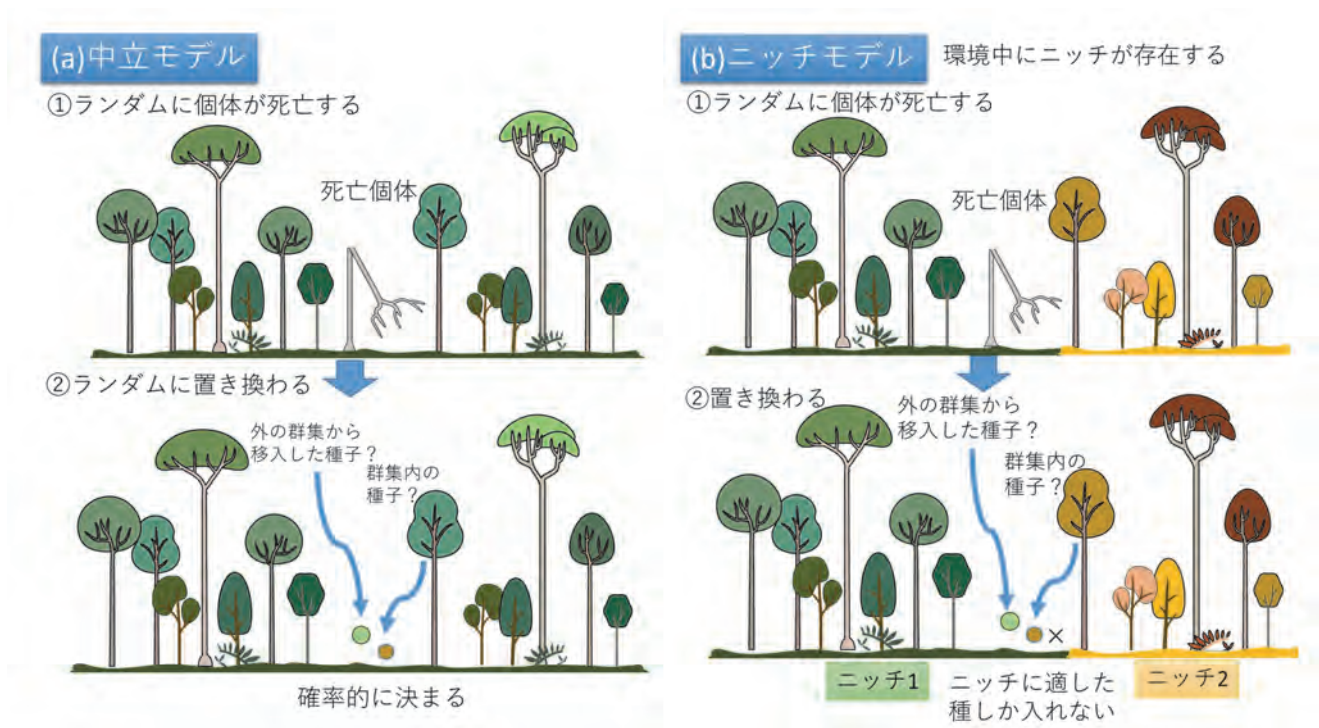


図1 中立モデルとニッチモデル

- (a) 中立モデルでは、群集内でランダムに個体が死亡し、外の群集から移住した個体もしくは群集内の個体がランダムに選ばれて置き換わる。
- (b) ニッチモデルでは、環境中にニッチが存在しており、それぞれのニッチに適応した種が生育している。死亡はランダムに起き、置き換わる個体の候補として外の群集から移住した個体もしくは群集内の個体がランダムに選ばれる。しかし、置き換わるのは各ニッチに適応した種のみ。ニッチ1(緑)で死亡した個体は、ニッチ2(黄色)に適応している種には置き換わることができない。

特集 生態学モデルによる生態リスク評価・管理の高度化

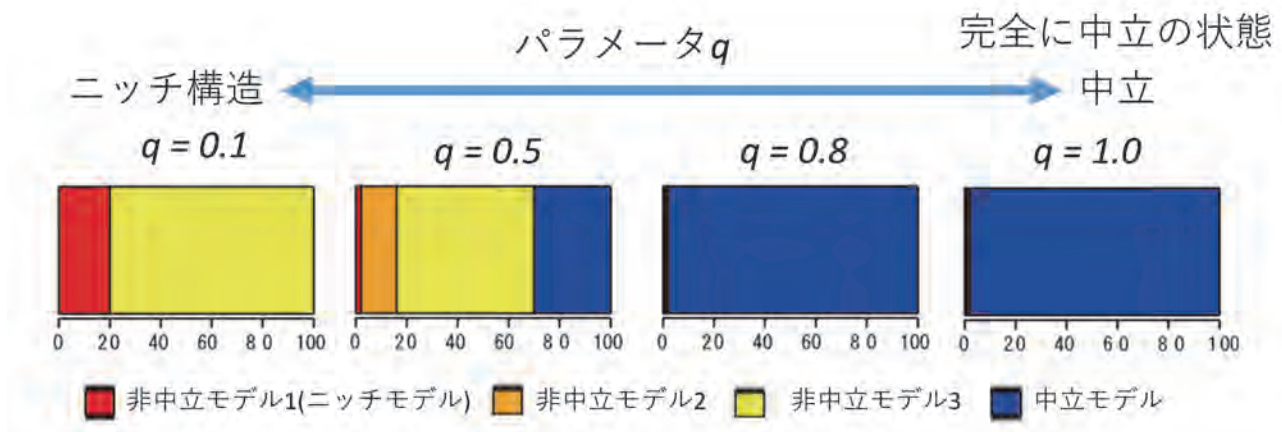


図2 最適なモデルの頻度

ニッチモデル下で生成した仮想生物群集に対して、中立モデルとニッチモデルを含む3つの非中立モデルの予測を当てはめ、一番当てはまりの良いモデルを選択する。その時の最も適合性が高いとされたモデルの頻度(全100回の仮想データの結果による)。 q が小さいほどニッチ構造が強くなる。非中立な場合($q < 1$)でも最適なモデルが中立モデルとされる場合が多くある。

ル(ニッチモデル、図1b)を構築し、コンピュータの中で仮想的な生物群集を生成しました。ニッチ構造が強い(種間でニッチの重なりが低い)場合は、環境中のニッチの数と各ニッチが占める割合で1種当たりの個体数や群集全体における種数が決定されます。コンピュータでの解析の結果、ニッチ構造のある群集においても条件によっては中立を仮定した群集によく似た群集構造を示しました。また、これまで用いられてきた統計的手法を用いて中立性を検定してみると、中立モデルが最もよく説明するモデルとして選択される場合が多くありました(図2)。つまり、“非中立の”ニッチ構造のある群集でも中立性を否定できないのです。このことは、現在の中立性検定は不十分であり、新たな方法が必要であることを示唆しています。従来の中立性検定の際に用いるデータは、生物群集を野外で1回調査したもので、情報量が多くありません。そこで、それらの生物群集の時間的な変動パターン、隣接する生物群集などを補完することによって情報量を増加させることで、より検定力のある方法が開発できないか検討しています。例えば、毎年生物群集の調査を行うと、前年までの個体、種が不在になったか、また新しく加入した個体や種があるかが分かります。中立モデルやニッチモデルは、時間的に変化していくパターンを予測することができるので、この情報も追加して検

定することができます。時間的な群集の変化を入れた新しい検定方法を開発中ですが、これまでの予備的な解析の結果、実際の熱帯林群集のデータの中立性が否定されたケースがありました。この新しい中立性検定が、生物群集の偶然性と必然性をより正確に判定する手法になることが期待されます。

現在、各地で人為的な環境の改変、森林の減少などにより、生物の生息地の劣化や断片化が問題となっています。こういった人為的な影響が生物群集や種の多様性にどのような影響を与えるかを予測することは、自然共生型社会や安全で持続的な社会を目指す上では欠かせない課題です。上記のように手法的・理論的な開発を行う一方で、筆者らは開発が進む熱帯林での調査も同時に進めています。種多様性が高い熱帯林では、開発や人的かく乱によって生物相へ大きな影響があることが懸念されています。まず、自然状態での生物群集を支配する重要なプロセスとそのプロセスが働く空間スケールを解明した上で、生物群集が人的かく乱へどのように応答するのか、その後どのように変化するのかを明らかにし、生物多様性を保持した生態系のリスク管理を目指して研究を進めています。

おわりに

Hubbellの中立説は、発表当時は反発を招いたもの

の、多種の共存に関する研究は再び議論が活発になり、確率論の重要性が再認識され、新しい知見も増えました。実証研究においても、「中立説」への反動として生物の形態・性質の測定や種間比較の研究が飛躍的に増加しています。群集生態学にとって、中立説の登場はこの数十年で最も大きなパラダイムシフトとなりました。Hubbell 博士は、これらの功績をたたえられて 2016 年に国際生物学賞を受賞されました。心よりお祝いを申し上げます。

(たけうち やよい、生物・生態系環境研究センター
生物多様性評価・予測研究室 研究員)

執筆者プロフィール：

先日、マレーシアのキナバル山(4,095m)に登りました。人生2回目の登頂です。1度目は天候に恵まれず、頂上での景色は雲のみ。リベンジとなった今回は、快晴で頂上から町も海も一望でき、素晴らしい景色を堪能しました。しかし下山してみると、登頂の証拠写真が失敗していることに気が付きました・・・3回目の登山、また挑戦します。



【環境問題基礎知識】

交絡：因果の判断を惑わすもの

林 岳彦

交絡ってなんだろう？

みなさまは「交絡」という言葉をお聞きになったことはありますか？もしかしたら耳慣れない言葉かもしれませんが、「交絡」は、データ解析における「因果関係」の判断を惑わせる要因として知られています。事例を交えて考えた方が理解しやすいので、仮定の例を用いて説明していきます。図 1a は、ある小学生 60 人を対象に行った「ある(同一の)漢字テストの平均点」と「ボール投げ測定の結果」を散布図

の形で表したものです。図を見る限り、「ボール投げの距離」が長い小学生ほど「漢字テストの点数が高い」という関係があることがわかります。

さて、この図 1a から私たちは、「ボール投げの距離を伸ばせば、漢字テストの点数も高くなる」と結論できるでしょうか？ちょっと、変な結論ですよ。おそらくそのようなことは起こりそうにないと思います。図 1a のタネ明かしをすると、このデータには実は、小学 1, 3, 5 年生からのデータが混在し

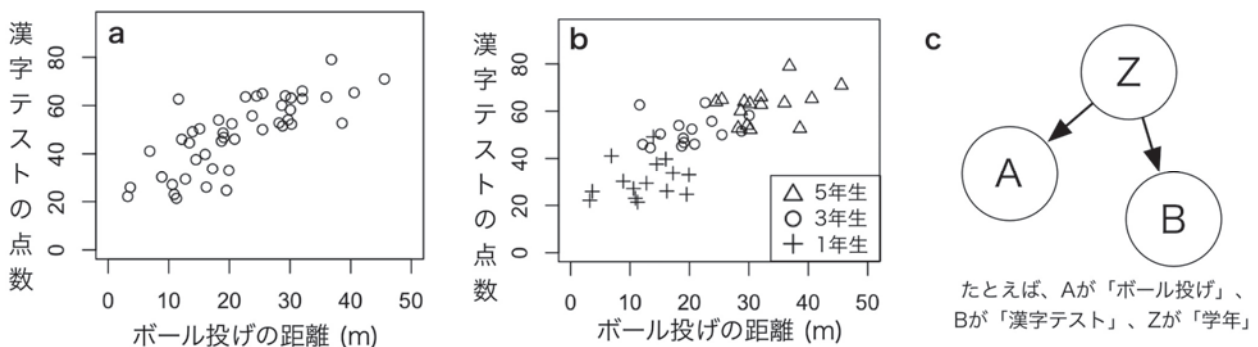


図 1 「ボール投げの距離」と「漢字テストの点数」の間に見かけ上の相関が生じている例

「学年」の異なるデータ群がひとつのデータの中に混在していることにより見かけ上の相関が生じている。

特集 生態学モデルによる生態リスク評価・管理の高度化

ています (図 1b)。図 1b を見ると、それぞれの学年内では、「ボール投げの距離」と「漢字テストの点数」には大きな関連はありません。しかし、これらのデータをひとつの図の中に区別せずに描くと、あたかも「ボール投げ」と「漢字テスト」の間に大きな関連があるかのようなパターン (図 1a) が現れるわけです。このように、背景にある特性 (この場合は「学年」) が異なるデータ群がひとつのデータの中に混在していると、本当は関連の無い要因の間に見かけ上の「相関関係」が生じることがあります。学術的には、このような現象を指して「交絡が生じている」と言います。

交絡はなぜ生じるのか？

では、なぜこのような交絡 (見かけ上の相関関係) が生じるのでしょうか？ 交絡が生じる典型的なパターンの一つとして、要因の間の「原因と結果の繋がり方」が図 1c の形をしているケースが知られています。図 1c は、「ある要因 A と要因 B の両者に影響を与える要因 Z がある」ことを意味している図です。抽象的で分かりにくいかもしれないので、図 1b の例に当てはめて考えてみると、要因 A は「ボール投げの距離」、要因 B は「漢字テストの点数」、要因 Z は「学年」に対応します。「学年」が増すほど「ボール投げの距離」が増し、同様に、「学年」が上がるほど「漢字テストの点数」も増すと考えられます。このとき、5 年生であることは (3 年生に比べて) 「ボ

ール投げの距離」と「漢字テストの点」の両方を引き上げる傾向があり、1 年生であることは (3 年生に比べて) 「ボール投げの距離」と「漢字テストの点」の両方を引き下げる傾向があります。このとき、全てのデータを区別せずに混在させてしまうと「ボール投げ」と「漢字テスト」の間にあたかも関連があるようなパターン (図 1a) が生じてしまうわけです。このように、2 つの要因 (A と B) の両方に影響を与える共通の要因 (Z) があると、2 つの要因 (A と B) のあいだに交絡 (見かけ上の相関関係) が生じることが知られています。このような「両方に影響を与える共通の要因 (Z)」のことを「交絡要因」と呼びます。

交絡はどのような問題を引き起こすのか？

では、交絡は実際問題としてどのような問題を引き起こすのでしょうか？ 図 2 の例を見てみましょう。図の 2a は、さまざまな地点で調べた絶滅危惧種 A と外来種 B の面積辺りの個体数について散布図にまとめたものです。この図を見ると、「外来種 B の個体数」が増えると「絶滅危惧種 A の個体数」も増える関係があるように思えます。もしこの解釈が正しければ、外来種 B の個体数の増加はむしろ絶滅危惧種 A の個体数の増加に繋がると考えられます。そのため、種 B が外来種であったとしても、絶滅危惧種 A の保全のための施策としては、外来種 B を駆除する必要はないという判断になるかもしれません。

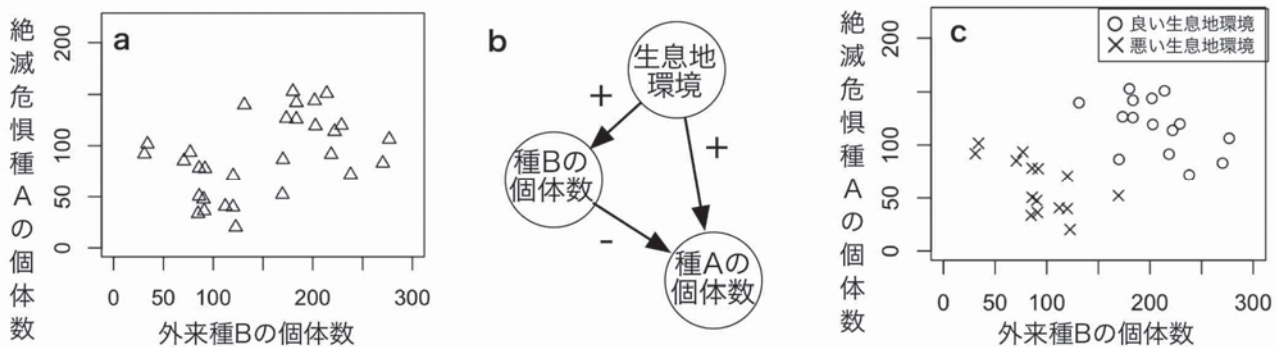


図 2 外来種 B と絶滅危惧種 A の個体数の関係

異なる生息地環境からのデータが混在していることが、外来種 B の絶滅危惧種 A への影響を見えにくくしている。

しかしながら実は、これらの背景にある「原因と結果の繋がり方」は図 2b のようになっているとします。図 2b は、「(種 A と種 B にとって共通な) 生息地環境の良さ」が、絶滅危惧種 A と外来種 B の個体数の両方に影響を与える状況を示しています。このとき、「生息地環境の良さ」が交絡要因として、種 A と種 B の間の見かけ上の関係に影響を与えます。例えば、良い生息地環境における調査を○、悪い生息地環境における調査を×としてみると、図 2c のようなパターンが現れるかもしれません。図 2c を見ると、生息地環境が同じ (○のデータ、×のデータ) ものの中で外来種 B と絶滅危惧種 A の関係を見た場合には、外来種 B の個体数が増加すると、絶滅危惧種 A の個体数が減少している傾向があるのが分かります。これは、実は外来種 B が増えることが絶滅危惧種 A を減らしている可能性を示唆するものです。もし外来種 B が絶滅危惧種 A を減らしているのならば、外来種 B を駆除することは絶滅危惧種 A の保全施策の一つとなります。このように、データ解釈の際に交絡要因 (この例では「生息地環境の違い」) の影響を見逃してしまうと、「環境を改善するために何をすべきか (この例では「外来種 B を駆除するべきか否か)」の判断を大きく誤ってしまう可能性があるのです。

私たちのプロジェクトで目指すこと

上記で見てきたような「交絡要因」の見逃しは、残念ながら、実際の環境データの統計解析においてもしばしば生じてしまっています。特に生態学分野では、野外調査にかかる労力の大きさからデータの量や質が必ずしも十分でないことが多く、交絡要因を適切に考慮することがそもそも難しい局面が多いという事情もあります。そこで、今年度から進めている私たちの「生態学モデルに基づく生態リスク評価・管理に関する研究」プロジェクトでは、そのような野外調査データに伴う様々な制約のもとでも、交絡要因などの影響を適切に調整し、因果関係や保全対策の効果を適切に推定するための統計的因果推論の手法を開発しています。これらの手法の開発により、「環境を改善するために何をすべきか」の判断をより適切に行えるようになることが期待できます。

(はやし たけひこ、環境リスク・健康研究センター
生態毒性研究室 主任研究員)

執筆者プロフィール：

専門は環境リスク分析です。主に、化学物質が生態系に与える影響について統計や数理モデルを用いて評価しています。物心ついたところからの広島カープファンであり、今年最高年でした。夢は叶うんだなあと思いました。



【調査研究日誌】

重金属の水生生物への影響を知る

三 崎 貴 弘

重金属は、農薬として水田や畑で、工業製品のメッキ加工で主に使用される我々の生活に身近な存在であり、生活を豊かにするのに用いられています。また重金属は、採掘が終了した廃鉱山や、その周辺の土壌中にも依然として存在する場合があります。これら農業排水、産業廃水、自然由来の表層水や伏流水が河川に流入し、その水域において過剰な重金属濃度となる場合には、人の健康や水圏生態系へ影響を及ぼす危険性が有ることを考慮する必要があります。このような危険性が現実には生じる前に、人の健康や水圏生態系にとって望ましい状態を把握し、効果的な対策を講じる手法を考えていく必要性があります。

国立環境研究所環境リスク・健康研究センターでは、河川中に存在する重金属が水生生物に及ぼす影響について調査を行っています。この調査は、2016年4月から始まった安全確保研究プログラムのプロジェクト3「生態学モデルに基づく生態リスク評価・管理に関する研究」を構成するサブテーマ1「環境かく乱要因と生物群集の因果関係の推定と最適管理に関する研究」の一環です。このプロジェクトは、化学物質等の様々な環境かく乱要因による生態系へ

の影響の評価と、特に人為的環境かく乱要因に着目した効果的な対策を講じる基礎とするための生態学的数理・統計モデルの構築を目的としています。これに基づいて、重金属濃度と水生生物の種や個体数で表される群集構成がどのように変わっていくのかということ明らかにするために、国内の複数の河川において調査を実施しています。

水生生物とは、河川の底質の礫や砂及び泥等に主として生息するトビケラやトンボの幼虫、ミミズ等の環形動物、シジミ等の貝類、エビ等の甲殻類等に代表される底生無脊椎動物(写真1の(a)と(b))です。底生無脊椎動物の特徴として、魚類と比べて生活する場所の範囲が狭く、その場の環境変化に対する影響を受けやすいと言われていています。この特徴に着目し、国土交通省、環境省、文部科学省が連携し、市民団体、教育関係者、河川管理者等が一体となって実施している「水辺の楽校」等の観察会でも底生無脊椎動物を採取し、水環境の状態を知ることに活用しています。底生無脊椎動物は、私たちに水環境の汚染状態等を教えてくれる指標となる生物です。水質と底生無脊椎動物の有機汚濁に関する知見を活かし、化学物質による水環境への影響を適切に評価す

(a)



(b)



写真1 河川に生息する底生無脊椎動物

- (a) ふるいの上にいるのは、細長いイモムシ状の生物はトビケラの幼虫で、2枚貝はシジミです。
- (b) 河川に生息するトンボの幼虫です。

ることが出来るのではないかと考えています。

実際に研究を進めるのに当たり、まずは重金属濃度と底生無脊椎動物に関するデータを文献などにより調べました。この2つのデータが同時に採取され、尚且つ公表されているデータは少ないため、両者のデータを取るところから始めました。データの取得時に、地点間の差を重金属濃度の違いだけにし、河川の流速、水深及び河床構造についてほぼ均一となるように調査を行っています。

調査は、日本全国の重金属を使用している事業所周辺の河川や、廃鉱山がある山間地の河川で実施しています。事業所周辺の河川は、家庭、他の事業所及び水田等で使用した水が入り、栄養塩類や化学物質が含まれているという特徴があります。廃鉱山がある山間地の河川は、人為的汚染の影響が少ないという特徴があります。これら別々の特徴を持つ河川で、水量が最も少なく、底生無脊椎動物が成育する11月から2月の時期に調査を行い、重金属濃度の違いにより底生無脊椎動物の群集構成がどのように変わるのかを評価しています。

さらに、ある都市河川では、重金属が底生無脊椎動物の成育に及ぼす影響について明らかにするために、月1回程度の間隔で調査を行い、年間を通じて重金属濃度の違いにより底生無脊椎動物の種や個体数及び種毎の湿重量の推移を調べています。底生無

脊椎動物は、個体がある一定以上の重量にならないと繁殖時の羽化を行うことが出来ないという特徴があり、これらの推移を調べて成育と繁殖への影響を評価しています。

日本全国を対象としているため、調査を行う河川が存在する都市には、公共交通機関を利用して入ります。調査を行う河川については、事前に地図や衛星画像等で調べていますが、実際に現地に行くと河川に通じる道路や河川自体で工事が行われている場合があるので、その場で調査が可能かどうか判断しなければなりません。河川に安全に降りられるか、河底にある礫の大きさ、流れの速さ（流速）及び水の深さ（水深）等を調べて、事前に決めた調査条件とほぼ同じならば調査を行うことができます。特に調査時に苦勞している所は、河川の水量と水質濃度から求められる物質の総量を把握できるかについてです。ある物質が一定に排出される河川でも、日によって水量が違うために、一時的に水量が多い時には水質濃度は低い値を示し水質的に生物への影響はないとされる値となる場合があります。しかしながら、生物側から見ると日常的に水質の影響を受けており、生物の群集組成が変化しているという逆の結果となるからです。

河川の調査地点ごとに、流速と水深の測定、底生無脊椎動物の採取(写真2)、河床砂礫の測定(写真3)、



写真2 調査地点の橋と河川で底生無脊椎動物採取の様子

底生無脊椎動物の採取と動物が生息する河底の砂礫も同時に採取し、大きな礫等はバケツに入れてあります。河底には、割れた瓶や金属片等がある場合があり、採取時に手を切らないようにゴム手袋をしています。



写真3 河底にある砂礫の様子

底生無脊椎動物が生息していた砂礫(写真2)の大きさを計測して、その割合を求めます。

特集 生態学モデルによる生態リスク評価・管理の高度化



写真4 水質の現場測定の様子

- (a) 調査地点で出来る簡易的な水質の分析を行います。水温、pH、溶存酸素、電気伝導度や透視度等の水質汚濁を計測します。
- (b) 専用の試薬を混ぜて発色させ、機械で発色の度合いを測り、アンモニア濃度を求めています。

水試料の採取、現場での水質測定(写真 4(a)と(b))を行っています。測定のために採取した河床砂礫は、測定後に採取した場所に戻し、次に生息する底生無脊椎動物の棲み場所となるよう配慮しています。写真2のようにして採取した後に、網がついたふるい(写真1(a))やバットにあけて、土砂や水草と動物に分けて、底生無脊椎動物だけを研究所に持ち帰ります。複数の河川で同じ内容の調査を行い、採取した河川水の分析と底生無脊椎動物の種(写真1)を調べます。この後、調査地点毎にデータをまとめて、重金属が水生生物の群集構成や成育及び繁殖に関わる影響を明らかにしていきます。

現在(本原稿を書いている2016年11月時点)は、調査地点を増やして重金属濃度と底生無脊椎動物に関するデータを取得している段階です。将来的には、

本研究で取得した化学物質と底生無脊椎動物の調査結果を研究所等のデータベースを通じて外部に公開したいと考えています。

(みさき たかひろ、環境リスク・健康研究センター
リスク管理戦略研究室 特別研究員)

執筆者プロフィール：

博士後期課程の時に群馬県内の利根川で始めた水質汚濁と生物の関係を調べる研究が、研究所で全国規模に行うことが出来る様になりました。初めて訪れる都市や河川が多く、河川での両者の関係について日々発見があります。恩師に言われた「泥臭い」作業の積み重ねが、研究者として水環境行政の一助となればと思い、調査研究を行っています。



【研究施設、業務等の紹介】

リスク評価科学事業連携オフィス 生態毒性標準拠点

鑪 迫 典 久

生態毒性標準拠点は、安全・安心な社会実現を目指し、さらに行政が取り組む施策等にも資する研究開発及び研究事業を行う拠点として設置されたリスク評価科学事業連携オフィスの中で、広く生態毒性に関する研究分野で国内をリードする標準拠点となることを目的としています(図1)。

具体的には、化審法や農取法など化学物質管理に関わる行政施策の生態リスク評価に資する生態影響試験法の標準化、OECD(経済協力開発機構)や米国EPA(米国環境庁)などとの国際的な連携の下での新たな試験法開発、国際間リングテスト(新しく提案された試験方法について、共通の条件下で複数の国で再現性を確認するシステム)への日本国代表としての参加、試験実施の支援やISO(国際標準化機構)やOECDなど試験法の国際標準化への対応が挙げられます。試験方法の標準化は、得られる試験結果の妥当性、信頼性、再現性に関連しており、生態毒性試験結果に基づく様々な管理基準値の策定などを行う上でそれらは重要な意味を有しています。特に内分泌かく乱化学物質(Endocrine Disrupting Chemicals)、PPCPs(Pharmaceuticals and Personal Care Products)、ナノマテリアル(Nanomaterials)等が含まれる新興化学物質(Emerging Chemicals of Concern)

については、それらの生態影響評価手法の更新、国際的な枠組みを踏まえた上での新たな評価手法の開発および標準化が必要とされています。また、米国WET(Whole Effluent Toxicity)等を参考にした新たな排水管理手法の導入検討や、化学物質の複合影響に対する考え方の構築も行なっています。

次に、生態毒性試験に用いることができる試験生物の安定供給が挙げられます。水環境実験施設(NIESアクアトロン)では教育、試験・研究の目的で使用される水生実験生物を安定的に供給することによって、生態毒性試験の標準化に寄与しています。継代飼育された系統の明らかな生物で試験を行うことによって、再現性の高い生態毒性試験結果を得ることができます。特に、オオミジンコにはNIES、メダカとゼブラフィッシュにはNIES-Rという国立環境研究所の名を冠する標準生物の系統があり、既に国内外で広く用いられています。最後に、生態毒性試験の普及啓発のために生態毒性実習セミナーを年に2回開催しています。座学だけではなく実際に試験を体験することによって、ガイドラインに記載されていない様々な試験のノウハウに直接触れる機会となるばかりではなく、生態毒性標準拠点を中心として、実習セミナーに参加した大学、地方環境研究所や民間試験機関などのお互いの連携も強化することができ、試験手法の普及・啓発に大きく貢献しています。

上記の活動を軸として生態毒性試験の基盤整備等を進めるとともに、生態毒性分野の中核機関として最新の研究開発の成果を国内外に発信し、新たな行政施策形成の基礎として活用するための研究事業および科学的なリスク評価のための研究事業を実施していきます。

(たたらざこ のりひさ、
環境リスク・健康研究センター
生態毒性標準拠点 拠点長)



図1 生態毒性標準拠点構成図

【行事報告】

「第13回日韓中三カ国環境研究機関長会合（TPM13）」の開催

近藤 美 則

国立環境研究所（NIES）は、韓国の国立環境科学院（NIER）および中国環境科学研究院（CRAES）と共に「日韓中三カ国環境研究機関長会合（TPM）」を2004年から毎年開催しており、北東アジア地域の様々な環境問題の解決に向けた研究協力を推進しています。第13回となる今回（TPM13）は、平成28年10月31～11月4日に中国昆明市において、CRAESの主催、NIESとNIERの共催として開催されました。

初日の夕方以降、参加者一同が昆明市に集まりました。

二日目のTPM13本会議では、CRAES副院長の宋永会（SONG Yonghui）氏の開会挨拶後、NIESの住明正理事長、NIERの朴辰遠（PARK Jinwon）院長が基調講演を行いました。機関長らはこれまでの研究協力を高く評価すると共に、今後より密接な交流・協力の推進が重要であると述べました。また、住理事長は今年4月から始まったNIESの新たな中長期計画のコンセプトや組織体制、研究計画、NIES初の支部である福島支部について紹介しました。次に、各機関のTPM12以降の研究活動の概況が報告され、原澤理事は今年4月から新しく始まった第四期中長期計画の概要について、住理事長の発言内容を補完する形でNIESの各センターや各研究プログラム等を紹介しました。その後、環境保健とリスク評価に関するトピックを3機関が発表しました。NIERはコンビナートに近接する地域住民の環境健康影響評価、CRAESは中国における粒子状物質の健康影響に関する研究、NIESからは環境リスク・健康研究センターの鈴木センター長が健康と環境リスクに関する研究の現状と将来の方向性について紹介しました。

午後からは、CRAES国際室の張孟衡（ZHANG Mengheng）室長がワーキンググループを代表して、9つの重点研究分野（PRA）と研究のキーワードを紹介し、その後、各PRAをリードする主担当機関（LCI）がTPM12以降の研究活動を報告しました。具体的には、CRAESが淡水汚染、都市環境・エコシティ、化学物質リスク管理について、NIERがアジア大気汚染、砂塵嵐（黄砂）と固形廃棄物管理について、NIESからは山口晴代研究員（生物・生態系環境研究センター生物多様性資源保全研究推進室）が生物多様性、増井利彦室長（社会環境システム研究センター統合環境経済研究室）が気候変動、中山祥嗣室長（環境リスク・健康研究センター暴露動態研究室）が災害環境について、3機関が参加した共同ワークショップや研究協力等について発表しました。その後、TPM12にて原則作成に合意したロードマップ（2015年から2019年までの5年間）について、各機関の事務局が共同作業をして取りまとめた案を承認しました。また、今後のPRAの考え方について議論するとともに、次の1年間の各PRAのLCIは変えないことを決めました。翌3日に、TPMの枠組みによる3機関の協力推進を謳った共同コミュニケがまとめられ、住理事長と朴院長、宋副院長が署名しました。

三日目には、雲南省環境科学研究院の創立40周年記念学術セミナーとTPMの国際ワークショップを兼ねたセミナー「水質汚染対策技術と生態系の健全性」が開催されました。これにはTPMのメンバーの他、米国、モンゴルからも発表者を招聘し、活発な議論を行いました。NIESからは、山口晴代研究員が日本のアオコ形成シアノバクテリアの動態とそ



共同コミュニケ署名後に握手を交わす三機関長
（左から住理事長、宋副院長、朴院長）

のゲノム解析に関する研究、福島路生主任研究員（生物・生態系環境研究センター生態系機能評価研究室）がメコン川流域のダム開発による生態系サービスの低下に関わる研究、山本裕史室長（環境リスク・健康研究センター生態毒性研究室）が日本における水質環境基準とリスク評価の現状と課題について発表し、パネルディスカッションにおいても参加者との間で活発な討議がなされました。

四日目は、Haidong Wetland（海東湿地）及び世界自然遺産である Stone Forest 公園（石林风景区）を視察し、環境保全に関する長期的な活動について説明を受けました。また、現地説明者と質疑応答を含めた交流を行いました。

本会議及び現地視察を通じ、湖沼環境の改善及びPM_{2.5}が三機関の共通の課題であることを再確認しました。このため、湖沼環境保全については、国環研が分室を設置予定の琵琶湖環境科学研究センターと中国側は既に共同研究の実績があることを踏まえ、TPM の下での今後の研究協力の推進を、また、PM_{2.5}については、PRA（「アジア大気汚染」及び「黄砂」）における活動の推進を図るつもりです。そして、国内的には、環境省とも調整しつつ、国内研究の推進及び更なる研究体制の発展を図りたいと考えています。

次回の TPM14 は、2017 年秋に日本において NIES 主催で開催される予定です。

なお、本会合については、国立環境研究所ホームページに掲載しております。

(<http://www.nies.go.jp/whatsnew/20161214/20161214.html>)



TPM13の参加者

(こんどう よしのり、企画部 国際室長)

【行事報告】 国連気候変動枠組条約第 22 回締約国会議（COP22）
 京都議定書第 12 回締約国会合（CMP12）
 パリ協定第 1 回締約国会合（CMA1） 参加報告

衛星観測センター 松永恒雄
 地球環境研究センター 齊藤 誠
 社会環境システム研究センター 藤野純一・亀山康子

はじめに

2016 年 11 月 7～18 日モロッコのマラケシュで、表題の 3 会合ならびにこれらの補助機関会合が開催されました。パリ協定が当初の想定より早く発効しその第 1 回目の締約国会合が開催されたことで世間の注目を集めました。会議の大半は昨年の合意内容を実施に移すための実質的な議論に費やされました。国立環境研究所（以下、「国環研」）からは、衛星観測センターより松永恒雄センター長、地球環境研究センターより齊藤誠主任研究員、Pang Shijuan 高度技能専門員、社会環境システム研究センターより亀山康子副センター長、藤野純一主任研究員、久保田泉主任研究員の 6 名が参加しました。以下、同会議での国環研の活動を紹介いたします。

展示ブース

COP22 の第一週には、2009 年に打上げられた温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（GOSAT）、および 2018 年度打上げ予定の同 2 号機（GOSAT-2）に関する活動報告を中心に、国環研の活動を紹介する展示ブースを設置しました。展示ブースでは、主にポスターを用いて GOSAT/GOSAT-2 プロジェクトの概要、観測結果やプロダクト、過去に行った報道発表等について紹介しました（写真 1）。今回の COP22 では、展示ブースでのリーフレット等の紙媒体の配布が基本的に禁止され、その代わりに Poken という情報収集・交換用デジタルプラットフォームが導入されました（写真 2）。会場で配布される手の形をした USB 装置（個人用 Poken）を各ブースのテーブルに貼り付けられた Poken タッチポイントに触れさせることで、ブースを担当する大学や研究機関がアップロードした資料へアクセスするための HTML ファイルが個人用 Poken に記録される仕組みになっています。Poken の導入により、紙の使用量を大幅に削減出来るほか、ブース担当者が会場まで運ぶ手荷物が減り、ブースも非常にすっきりすることが利点としてあげられます。その一方で、個人用 Poken を Poken タッチポイントにタッチするだけで無言で去っていく来場者が見られたこともあり、今後は展示担当者のコミュニケーション技術の向上が望まれます。

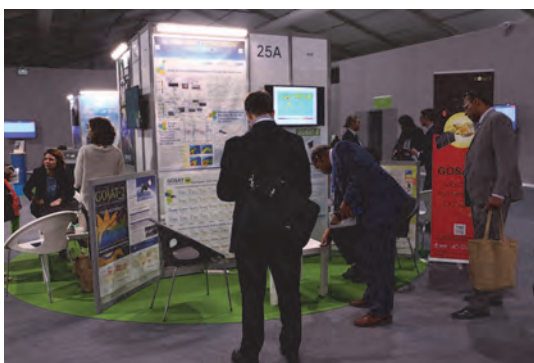


写真 1 国立環境研究所の展示ブース



写真 2 展示ブースで Poken を使用している様子

サイドイベント

衛星観測関連では、11 月 14 日（月）日本パビリオンにおいて「IPCC インベントリガイドラインにおける人工衛星データ利用に向けた取り組み」というサイドイベントが宇宙航空研究開発機構の主催、環境省・国環研の共催で開催されました。本サイドイベントでは IPCC が定めたガイドラインに従って各国が作成している温室効果ガス排出インベントリの現状と、今後のインベントリ作成における人工衛星による温室効果ガス観測データの活用について議論が行われました。国環研からは松永が「温室効果ガス排出インベントリ検証のための

衛星による温室効果ガス濃度データの利用法について」という題目で講演し、衛星とインベントリの比較方法について解説した後、GOSAT データを用いた最新事例の紹介をしました（写真3）。

また今回初めての試みとして日本パビリオンの一角をお借りし、GOSAT データに基づく全球二酸化炭素濃度分布図の動画（約3年間、6時間刻み）を直径1.5mの球体（風船）に2方向からプロジェクタで投影する展示も行いました。本展示については事前準備と会場での調整にかなりの時間を割きましたが、同じく日本パビリオンに設置された鉄道模型（ジオラマ）と合わせて、多くの方々の注目を集めました（写真4）。



写真3 サイドイベントにおける松永の講演の様子



写真4 二酸化炭素濃度の動画が投影された風船、鉄道模型と一緒に写真を撮る日本パビリオン訪問者

低炭素社会研究関連では、COP22 公式サイドイベントとして、11月9日、マレーシア工科大学、海外環境協力センター（OECC）、環境省とで「パリ協定の実現に向けた低炭素アジアの促進：国および都市における低炭素計画と市場メカニズムの経験」を共催しました。世界資源機関（WRI）から低炭素計画の世界展開の様子、環境省の都市間連携の取り組みと AIM（アジア太平洋統合評価モデル）による支援、そしてベトナム、マレーシアの事例について会場と共有しました。最後に、COP21 以降の成果として、マレーシア工科大学の支援で作成されたクアラルンプール市低炭素社会シナリオ、AIM チームが支援したベトナム国ハイフォン市、ダナン市低炭素シナリオを公表しました（写真5）。企業や自治体等のいわゆる非国家主体への期待をさらに感じた COP22 でした¹⁾。



写真5 低炭素社会シナリオに関するサイドイベント

また、11月18日には日本パビリオンにて、「気候変動緩和策の進捗を計測するための指標開発を目指した研究に関する最新報告」を名古屋大学や地球環境戦略研究機関と共催し、気候変動緩和政策進捗指標（C-PPI）の概要を紹介しました。

ウェブサイト

久保田主任研究員は全国地球温暖化防止活動推進センター（JCCCA）のウェブサイトにて現地報告を掲載し、国環研ウェブサイトにも転載されています。本会議全体の概要にご関心がある方はこちらを、ご覧ください。

<http://www.nies.go.jp/event/cop/cop22/index.html>

また、政府代表団からの報告は、地球環境研究センターニュース2017年3月号を、ご覧ください。

<http://www.cger.nies.go.jp/cgernews/201703/315002.html>

1) 藤野純一、パリ協定を実施するのは誰か？ 次の主役は“non-state actors”、IGES Climate Updates

http://www.iges.or.jp/jp/climate/climate_update/201611_fujino.html

表彰

環境省 公益社団法人土木学会 環境システム委員会 論文奨励賞

受賞者：長谷川知子（社会環境システム研究センター）

受賞対象：Economic implications of climate change impacts on human health through undernourishment, Climatic Change, 136, 189-202, 2016

受賞者からひとこと：本論文は、温暖化による低栄養や健康リスクを経済的に評価した初めての研究です。低栄養に起因する疾病や死亡により失われる生命の経済的評価を示すことで、これまでの温暖化による健康被害や低栄養リスクについての研究に新たな視点を加えるものです。本稿は、医療費の増加や労働力の減少など市場で取引される経済的損失よりも、市場には現れない失われる生命価値が相対的に大きいことを明らかにし、前者のみをとらえることが影響の過小評価をもたらすことを示唆しています。本成果は、近年温暖化対策の評価方法の一つとして気候変化による影響の経済的な評価が行われるなか、温暖化による飢餓リスクに対する影響の定量化と多面的な把握を促進し、市場では取引されないような影響の把握の重要性を示す第一歩となるものです。

公益社団法人土木学会 優秀講演者

受賞者：小野寺 崇（地域環境研究センター）

受賞対象：窒素安定同位体比を用いた活性汚泥における捕食の進行度の把握, 土木学会第71回年次学術講演会

受賞者からひとこと：生活排水や産業廃水の処理では、活性汚泥法などの微生物を活用したリアクターが広く用いられております。活性汚泥には、多種多様な微生物が生息しており、細菌等による排水中の有機物分解に加えて、原生動物や後生動物による細菌等の捕食効果により、処理水の清澄性向上や余剰汚泥の減容化が進みます。そのため、リアクターにおける処理メカニズムを紐解くためには、微生物の摂餌関係や食物網（食物連鎖）を把握する必要があると考えました。しかし、微生物群集における食物網は複雑であるため、ほとんど謎に包まれておりました。そこで本研究では、炭素・窒素安定同位体比の自然存在比に着目し、活性汚泥の捕食作用と安定同位体比の関係を調べたところ、微生物群集における捕食の進行に伴い汚泥の窒素安定同位体比が上昇するという新たな知見を得ました。本研究成果は、微生物群集の食物網による機能を評価するための重要なステップだと考えております。今回の受賞を励みに、微生物の機能を深く理解して、リアクターの開発に役立つ学術的知見を得られるよう、今後さらに研究に邁進していきたいと思っております。

一般社団法人廃棄物資源循環学会関東支部 優秀ポスター賞

受賞者：藤原 大（資源循環・廃棄物研究センター）

受賞対象：除染廃棄物焼却時の放射性セシウムの挙動, 廃棄物資源循環学会 平成28年度 関東支部講演会・研究発表会

受賞者からひとこと：このたび、平成28年度廃棄物資源循環学会関東支部研究発表会において、「除染廃棄物焼却時の放射性セシウムの挙動」と題したポスター発表を行い、優秀ポスター賞を受賞いたしました。福島県内で発生した除染廃棄物を焼却した際の、焼却残渣（焼却灰など）の放射性セシウムの濃度、溶出特性、焼却炉内での放射性セシウムの挙動について調査した内容が評価されました。事故から6年近く経過しますが、福島県内では除染活動により発生した廃棄物が多く保管されており現在も処理が進んでいます。除染廃棄物の焼却により発生する焼却残渣の処理・処分方法は未だ計画中の段階であり、安全性を確保し合理的かつ適正に処理するためには科学的な知見を集積・発信することが大切と考えています。今回の受賞を励みに、今後もさらなる研究を続け、福島復興が進むよう精進していく所存です。

日本水処理生物学会賞

受賞者：徐 開欽（資源循環・廃棄物研究センター）

受賞対象：水処理生物分野での優れた研究業績及び学会発展のための貢献

受賞者からひとこと：日本水処理生物学会賞は、水処理生物学およびその関連分野の学術・技術の進歩に顕著な貢献を果たした者に贈られるもので、今回で19回目を迎えました。今回の受賞理由として、”徐開欽氏は、日本水処理生物学会の会員として評議員、第47回大会(つくば)副会長等、長年にわたり学会発展のために多大な貢献をされてきました。また、研究面においても、水処理生物学分野の基盤・応用研究に関わる生物処理・生態工学処理や有機性廃棄物リサイクル処理、水環境保全の研究で優れた研究業績をあげられ、さらに国際的な研究展開や研究者間交流にも尽力されてきました。以上を踏まえて、徐開欽氏に本学会賞を授与することとしました。”と書かれています。日本国籍以外の学会員としては、初めての受賞となり、感無量です。歴代の受賞者が素晴らしい業績を残された先生ばかりなので、未熟な自分がこの名誉ある賞を授与され、身に余る光栄と感じており、本当に恐縮しております。振り返ってみれば、1983年(昭和58年)に中国の大学を卒業して、政府派遣で1984年に東北大学へ留学生として来日して以来、32年余りの年月を経て、学生生活(東北大学)、職場(新日本気象海洋(現在いであ株式会社)、東北大学、国立環境研究所等)の研究活動において、諸先生・先輩・上司・同僚等様々な方々のご指導・ご協力の賜物です。唯々皆さまに感謝の気持ちで一杯です。今回の受賞を励みに、微力ですが、今後も水処理生物分野において、研究活動、学会活動等で精進を重ねてまいりたいと思いますので、引き続き皆さまのご指導・ご鞭撻を賜りますようよろしくお願いいたします。

公益社団法人土木学会 環境工学委員会 環境技術・プロジェクト賞

受賞者：小野寺 崇（地域環境研究センター）、珠坪一晃（地域環境研究センター）、水落元之（地域環境研究センター）

受賞対象：バイオガスによる阻害物除去機能を有する新規メタン発酵リアクターの開発、第53回環境工学研究フォーラム、同予稿集、8、2016

受賞者からひとこと：メタン発酵リアクターは、メタン菌などの嫌気性微生物を巧みに利用することで、廃水や廃棄物からバイオガスを回収できる創エネルギー型の環境技術です。メタン発酵リアクターの性能を安定化・効率化するためには、廃水・廃棄物に含まれる有機物を分解する嫌気性微生物の働き(活性)を高めることが求められます。微生物の働きを高めるためには、リアクター内の微生物にとって心地の良い環境に調整するとともに、微生物の働きを低下させる物質(阻害物)の除去・低減を図ることが必要です。この阻害物には、廃水・廃棄物に含まれる毒物や塩類だけでなく、廃水・廃棄物を嫌気性微生物が分解する過程に生じるアンモニア、硫化水素、水素なども含まれます。本研究では、嫌気性微生物の阻害物(アンモニア、硫化水素、水素など)を除去するために、嫌気性微生物が生成するバイオガスを利用するユニークなコンセプトで、新しいリアクターシステムを開発しました。今回の受賞を励みにして、本技術が社会に役立つ日が来ることを夢見て、今後も研究に精進して参りたいと思います。

新刊紹介

国立環境研究所研究プロジェクト報告 第 112 号

「地球温暖化研究プログラム（重点研究プログラム）平成 23～27 年度」

本報告書は、温室効果ガス等の濃度変動特性の解明とその将来予測、地球温暖化に関わる地球規模リスク、低炭素社会に向けたビジョン・シナリオ構築と対策評価に関する包括的な研究を執り行った成果についてまとめたものです。特に、大気環境・温室効果ガスの観測・解析に基づく全球及び東アジア域での物質循環・炭素循環の実態とその変動機構の解明、最先端の気候モデルに基づく気候変動の実態の解明と将来予測の精緻化の促進、統合評価モデルの活用による世界規模での温室効果ガス排出抑制策（緩和策）や気候変動に対する影響、適応策の総合的評価などの成果が得られました。

○<http://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/setsumei/sr-112-2016b.html>



国立環境研究所研究プロジェクト報告 第 113 号

「循環型社会研究プログラム（重点研究プログラム）平成 23～27 年度」

本報告書は、国内外での循環型社会づくりを目指して「国際資源循環に対応した製品中資源性・有害性物質の適正管理」「アジア地域に適した都市廃棄物の適正管理技術システムの構築」「地域特性を活かした資源循環システムの構築」という 3 つの研究プロジェクトを実施した研究成果を取りまとめたものです。その結果、国内外の物質フロー・サプライチェーン、準好気性埋立技術のアジア地域に適した設計手法、地域資源循環システムの方向性と戦略側面などについて明らかになりました。

○<http://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/setsumei/sr-113-2016b.html>



国立環境研究所研究プロジェクト報告 第 116 号

「生物多様性研究プログラム（重点研究プログラム）平成 23～27 年度」

本報告書は、生物多様性条約第 10 回締約国会議で採択された「生物多様性戦略計画 2011-2020 及び愛知目標」の達成への貢献を目的として行われた研究プログラムの成果をまとめたものです。リモートセンシングや遺伝子解析などの手法を生かした生物多様性の評価方法の開発、侵略的な外来昆虫の防除技術の開発、将来の気候変動がサンゴ礁など脆弱な生態系に与える影響の予測、効果的な保護区的设计手法の開発などの成果をあげました。

○<http://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/setsumei/sr-116-2016b.html>



国立環境研究所研究プロジェクト報告 第 117 号

「流域圏生態系研究プログラム（先導研究プログラム）平成 23～27 年度」

本報告書は、国内の流域圏（筑波山森林、恋瀬川、霞ヶ浦、東京湾）と国外の流域圏（メコン川）を対象として、生態系機能の評価手法の開発、生態系機能・サービスと環境因子の関係評価、および生態系サービスや生物多様性の保全のためのダム貯水池管理について取りまとめたものです。

窒素飽和現象に注目した森林域－河川－湖沼が連なる流域圏では、手法の開発、連動関係の評価、モデル解析とシナリオ構築を行いました。メコン川では漁業生産に注目して持続的な生態系サービスのあり方や、生態系サービスと生物多様性の保全・回復を目指すダム貯水池管理について提言をまとめました。

○<http://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/setsumei/sr-117-2016b.html>



国立環境研究所研究プロジェクト報告 第 118 号

「環境都市システム研究プログラム（先導研究プログラム）平成 23～27 年度」

本報告書は、都市の社会・経済と環境特性に応じた課題の克服と地域の成長が調和する将来ターゲットの設計や、そこへ到達する地域、都市、地区スケールの環境技術と政策の複合システムを描く計画手法と評価体系に関する研究成果について取りまとめたものです。特に、コベネフィット型環境技術・施策システムのパッケージを開発する方法論を構築した点と、環境負荷低減・影響緩和効果の評価を踏まえた都市・地域発展シナリオを提示した点が、新しい知見と考えられます。

○<http://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/setsumei/sr-118-2016b.html>



国立環境研究所研究プロジェクト報告 第 121 号

「先端環境計測研究プログラム（先導研究プログラム）平成 23～27 年度」

本報告書は、変化し続ける人間活動の環境への影響を早期に見逃しなく捉えて適切な対応をとるために、環境の計測手法のさらなる高度化を目指した研究プログラムの概要と成果をまとめたものです。地球温暖化問題や有害化学物質、水銀の適正管理、大気微粒子の越境汚染などを主たる対象として、網羅的な分析手法の開発、遠隔分光計測手法の高度化、さらに同位体や大気微量成分を用いた新たな環境トレーサーの開発を進めました。ヨウ化メチル濃度と太平洋十年規模振動との間により相関を見出すなど、その成果は 80 報を超える学術論文などに結実しています。

○<http://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/setsumei/sr-121-2016b.html>



平成28年度補正予算・平成29年度政府予算案における 国立環境研究所関係予算の概要

企画部企画室

平成28年10月11日に成立した平成28年度政府補正予算では、国立環境研究所の運営費交付金としてエコチル調査の13億円が計上されました。

また、平成28年12月22日に閣議決定された平成29年度政府当初予算案においては、運営費交付金122億1千万円、施設整備費補助金3億1千万円が計上されました。環境研究を巡る状況変化に対応して研究所が新たに注力する研究として、「気候変動適応関連研究」、「水俣条約による水銀管理のための研究」、「湖沼環境研究」の3事業が運営費交付金の一部として新規計上されています。また、業務費のうち、エコチル調査及び衛星観測経費については、それぞれ21億円、10億1千万円が計上されています。運営費交付金の業務費は、第4期中期計画期間（平成28年度～32年度）中に用いる算定ルールにより毎年度一定の割合で削減が求められていますが、上記の新規事業分の増額により平成29年度の運営費交付金全体としては4.5%の増額となっています。施設整備費補助金については、電気設備の中央監視設備の更新工事、老朽化した配管の更新工事の補助のため計上され、前年から42%の増額となりました。

また、エネルギー対策特別会計による環境省事業についても、平成28年度に引き続き、「エネルギー起源CO₂排出削減技術評価・検証事業」や「温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）による排出量監視に向けた技術高度化事業」等に研究所が一部参画する予定です。

なお、地方創生・地方移転の一環として、湖沼環境研究の連携拠点となる琵琶湖分室（仮称）について、平成29年4月の設置に向け準備を進めています。

平成29年度は、第4期中長期計画の2年度であり、初年度の活動を踏まえて、環境政策への貢献を担う研究機関として、また、国内外の環境研究の中核的研究機関として、中長期計画に基づきさらなる研究展開を図っていきます。

編 集 後 記

11月24日、今号の原稿が回ってくる。編集後記に自分の名が。さて何を書こうか。それにしても今日は気温が低く、11月だというのに雪が降り積もっている。この日のテレビのニュースでは観測史上初めて11月に東京で積雪したとのこと。首都圏は積雪に対して脆弱と言われていますが、今後、東京でもかかってないドカ雪に見舞われる、なんてことが起こり得るのでは

ようか。さて2016年のオックスフォード英語辞書が選んだ世界の言葉はポスト真実（post-truth）でした。意味は「客観的事実よりも感情的な訴えかけの方が世論形成に大きく影響する状況を示す形容詞」だそうです。英国のブレグジットや米国の大統領選挙などが念頭に置かれたのでしょうか。今号が刊行される2017年の世界はどんな年になるのでしょうか。（TS）

国立環境研究所ニュース Vol. 35 No. 6（平成29年2月発行）

編 集 国立環境研究所 編集分科会
ニュース編集小委員会
発 行 国立研究開発法人 国立環境研究所
〒305-8506 茨城県つくば市小野川16番2
問合せ先 国立環境研究所情報企画室 pub@nies.go.jp

●バックナンバーは、ホームページからご覧になれます。
<http://www.nies.go.jp/kanko/news/>

無断転載を禁じます



この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。