



# 国立環境研究所

# 二一六

Vol. 29 No. 6

平成 23 年 (2011) 2 月



雨季に洪水で氾濫し、水没した森林の中で漁をするカンボジアの漁師。この沈水林という生態系はメコンならではのユニークなものです。乾季には干上がってしまい普通に見られる河畔林ですが、雨季には魚類の重要な生息環境となります。

## [目次]

研究者であろうとすること	2
メコン川のダム開発と淡水魚類の回遊生態解明	
—中核プロジェクト3「流域生態系における環境影響評価手法の開発」より—	3
海藻がもたらす環境問題  —グリーンタイドの発生と構成種の特徴—	7
流域の開発と環境保全  —メコン河流域のダム開発—	10
平成23年度国立環境研究所予算案の概要について	12
気候変動枠組条約第16回締約国会議・京都議定書第6回締約国会合 (COP16/CMP6)	
カンクン (メキシコ) での活動報告	13

## \*【巻頭言】\*

## 研究者であろうとすること

桑 名 貴

意図したかどうかは別として、幸いにも私の選んだ道は誰も選んだことのない研究テーマであり、成果が出るかどうかは全く保証がないものでした。周囲の状況を真面目に考えたらうで、順調に成果を出しそれなりの評価を得るためには先輩や指導者から頂いた研究テーマをこなすことが良い場合があります。また、ある程度の研究成果が蓄積されている分野では、次に何か成果が出そうな戦略を練るのが最良かもしれません。それでも、結果的には私の選んだ道は最もリスクが大きい脇道でした。山のような失敗の実験記録を眺めて効率の悪さに落ち込むことがあっても、数少ない良い成果を得られた時の喜びはいまだに最高のものです。もしも幾つかの岐路に立ったときに自分自身で悩んで決めた方向を押し通すことができなかつたら、現時点までに開発してきた鳥類での生殖巣キメラ個体作製法にも、始原生殖細胞の研究分野にも足跡を残すことはできなかつたらと確信しています。

会社経営をしていた父が反対したにもかかわらず、生き物を研究してみたいと考えていた私は熊本大学に進学し、その地が曾祖父の親友であった寺田寅彦のゆかりの地であることに驚いてもいました。大学院時代から助手時代にかけて決して順風満帆の研究者として滑り出したわけでもなく、当時は黎明期であった分子遺伝学分野での研究テーマを指導教官から勧められても、「生き物を研究したいと思ってきたからには、せめて生命の最小単位である細胞レベルの研究がしたい」という、生意気な意見を通してもらってイモリ胚初期卵割における細胞分裂の同期性の研究をさせていただいたのです。間欠撮影の機器もなく、15分おきに卵割のスケッチを描きながら1人で2日間を過ごして各細胞がいつ、どのように分裂していくのかを記録していく作業は、初めて「生命」の不思議に触れた気がして強烈な印象が残っています。その後研究室がかわった際にも、「助手で就職しないか」、というところを断り、まずは大学院に進学させていただくことにしました。また、「始原生殖細胞の細胞形態学をやってみないか」と言われ、「研究室の全員が始原生殖細胞の形態学をやっているのですから、私は形態学ではなく細胞生理学的な視点からの仕事か、細胞培養をしてみたい」とわがままを許していただきました。結局、このことが現在までの研究者としての顔である研究テーマになっています。特に反発があったわけでもな

く、自分で何がやりたいのか悩んだ末の選択であった記憶があります。今になって、あの時に頂いたテーマを選んでいたら、と考えて見ると全くイメージが湧きません。誰もまだやっていないことにあの時は執着したせいなのでしょう。そして今は、研究を行って研究を生業とすることと、研究者であろうとして研究者であることとは本質的に違うと思っています。

本研究所に着任して8年と短い期間であるために少なからずのはずれとは思いつつながら、本研究所の生命科学分野が周囲の状況や空気に添いすぎ、研究者としての活力が失われたり、世界を切り開いていく研究の芽を摘み取ることのないように切望しています。一流の研究者は新しい価値観や倫理観をも創り出していくことができると信じているからです。

最後に、2010年のノーベル医学生理学賞が、体外受精の生み親として知られているロバート（ボブ）・エドワーズ教授に贈呈されました。それに対するマーティン・ジョンソン教授（ケンブリッジ大学教授：生殖科学）のコメントを添えさせていただきます。

「ボブの研究は常に物議をかもしてきましたが、彼はいつもひるまずにその論争に立ち向かってきました。彼は先見の明を持った人で、体外受精だけでなく、60年代の不妊治療、70年代の幹細胞など、数多くの問題について、時代に先んじた倫理的な検討をおこなってきました。1971年にはヒト胚の研究の進展を見越し、ネイチャー誌に論文を書いています。彼は、人間としても、温かく寛大なとても素晴らしい人です。英国医学研究審議会（MRC）が彼の研究は非倫理的だと非難したときには、心を痛めていました。彼の研究はすべて、非常に明快な、倫理的で人間中心的な原則に基づいていたからです。世界が彼に追いつくのに、20年、30年かかったのです」

（くわな たかし、環境研究基盤技術ラボラトリー長）

執筆者プロフィール：

熊本大学大学院を修了後、同医学部、国立水俣病総合研究センターを経て2002年に入所。あと数カ月の研究所にはやり残しが山積で、呆然とするばかり。それでも卒業してしまえばサバサバしてしまうかも知れないと考えたり、次の研究を考えたり。





【シリーズ重点研究プログラム：「アジア自然共生研究プログラム」から】

## メコン川のダム開発と淡水魚類の回遊生態解明

— 中核プロジェクト3 「流域生態系における環境影響評価手法の開発」より —

福島路生

### はじめに

どんな開発でも同じことかもしれませんが、ダム開発では得られるものと失われるものが明瞭に分かれます。得られるものは電力、あるいは大陸であればそれを近隣の国に売ることによって手に入る外貨などです。灌漑用水も確保されるため、農業にとっても利益はあります。計画されたダムの発電量や貯水量、あるいはそれがもたらす経済効果については、ある程度の試算がされるものです。しかし一方の、失うものの試算はなかなか行われません。公表されないだけのものもありますが、明らかに全く分からないものも少なくありません。ダムを造ることによって失われる淡水魚類の多様性や漁業資源などもそうです。河川を横断する構造物であるダムは、上流下流へと回遊する生活を送ってきた魚にとって明らかに脅威となるはずです。ダム建設によって失われる魚類の多様性、漁業資源、魚から得られる動物性タンパク質はどのように試算したらよいのでしょうか。

### 本研究の背景と目的

インドシナ半島の6カ国を流れる国際河川メコン川。この川の淡水魚の、厳密には種は同じでも支流ごとに繁殖の場を隔てて分布する地域個体群の中で、ダム開発によって失われる可能性の高い個体群を事前に検出すること、そしてそれが本当に失われないようにダム開発を見直すための科学的根拠を提示すること、それが本研究プログラムの中での私のテーマです。そのためには、ダム建設予定地などダム開発の青写真の上に、主要な魚種ごと、個体群ごとに回遊経路を重ね合わせてやらねばなりません。

メコンのような巨大な川で、淡水魚の回遊の状況を調べることは容易ではありません。野生動物の移動や行動を調べるのに、タグ（標識）や発信機、環境要因を記録するデータロガーを装着することがあります。タグやロガーなどはそれが装着された個体が回収できて初めてデータが手に入るものですが、通常、回収の効率は極めて低いです。発信機についても個体を常に追跡してデータを取得しますが、一

度に追跡できる野生動物の数は少ないものです。いずれも調査に伴い膨大な労力を要する一方、得られる情報が限られます。そこで本研究では、魚一尾ごとに生まれながらに備わっているデータロガー、耳石に目を付けました。

耳石（じせき）とは脊椎動物が頭部にもつ骨の一種で、文字通り聴覚やバランス感覚などをつかさどる組織です。硬骨魚類の場合、成長に伴って周囲の水（淡水魚なら河川水）からカルシウム（Ca）を取り込んで毎日1本ずつ輪紋を形成しながら大きくなります。その際に、Caと共に同じアルカリ土類金属に属するマグネシウム（Mg）、ストロンチウム（Sr）、バリウム（Ba）などの元素も河川水から耳石に吸収され、一度吸収されると生涯にわたって安定的に保持されることが分かっています。この耳石に取り込まれる元素成分を分析することで、これまで回遊魚の知られざる生態が数多く明らかにされてきました。中でも、サケやウナギなどの海水と淡水を行来する魚の回遊履歴が、海水と淡水とで100倍以上も濃度に開きがあるSrをマーカーとして盛んに研究されてきました。

一方で、メコン川の淡水魚類の多くは回遊性を持ちますが、主には支流と本流、あるいは支流から別の支流といった“淡水の中だけ”を回遊するものと考えられています。そのため回遊経路の河川水のSrの濃度変化は恐らくごくわずかです。その他の元素（BaやMgなど）も同時にマーカーとして測定し、できるだけ多くの情報を手掛かりにしないと回遊の実態はつかめないでしょう。したがって支流ごとに河川水中の複数の元素濃度に差があること、そしてその違いが耳石に反映されること、この2つがメコン川の淡水魚の耳石による生態解明を可能にするための大前提になります。実はメコン川の本流、また複数の支流間で様々な元素濃度の平均値に違いがあり、コップ1杯の水からでも、どの支流（本流）から来た水であるかがほぼ間違いなく判別できることは確認しています（NIES Annual Report 2010 <http://www.nies.go.jp/kanko/annual/index.html>参照）。

大前提の前半部分はすでにクリアしているわけです。

### 耳石分析による回遊生態解明

では河川水の元素濃度が耳石に反映されるかどうかについて、メコン川に広く分布する回遊魚*Siamese mud carp* (*Henicorhynchus siamensis*) (図1) を対象とした解析結果を紹介します。*H. siamensis*は体長15cmほどのコイ科の小魚ですが、タイ、ラオス、カンボジアなどどこへ行っても目にする魚で、漁獲量はメコン川の淡水魚の中で随一、メコンの人々に最も親しまれている魚です。それは、この魚のクメール語名「トレイ・リエル」がカンボジア通貨のリエルの語源であることから分かります。上記3国の市場

という市場でかき集めた数千尾分の耳石を研究室に持ち帰り、その中から*H. siamensis*の耳石を選び出し、耳石核から外縁にかけて、つまり成長に伴う各種元素の濃度変化(プロファイル)を求めました(図2)。ここではSrに注目してみます。各々の地点(市場)で数尾ずつ採集しましたが、同じ地点の魚からは互いに似かよったSrのプロファイルが得られています。図2中のGam-2などの地点では2つのパターンが見られますが、両者では採集した季節が異なります。同一河川内の地点間でもプロファイルはある程度似ていますが、異なる河川間ではその形状が明らかに異なります。またU字型をしたプロファイルが多いことも特徴です。

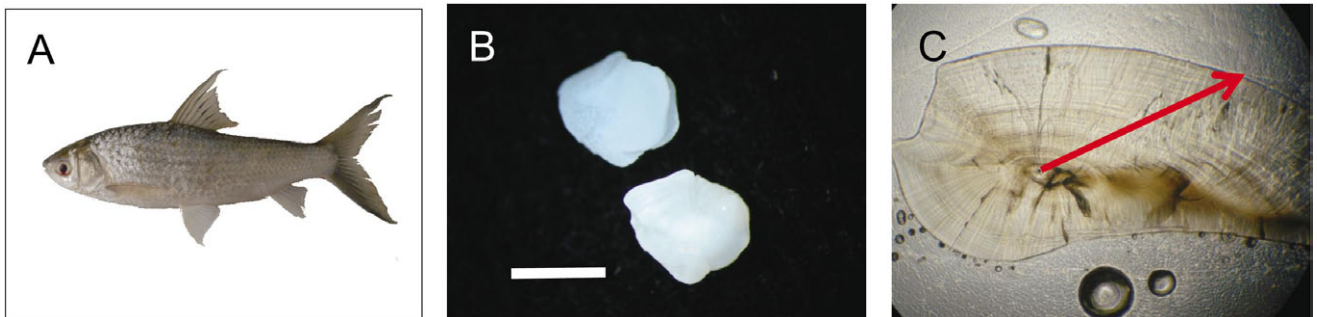


図1 (A) *Henicorhynchus siamensis*、(B) その左右の耳石(バーの長さは2mm)、また(C) 耳石切片(矢印に沿ってプロファイルを取得した)

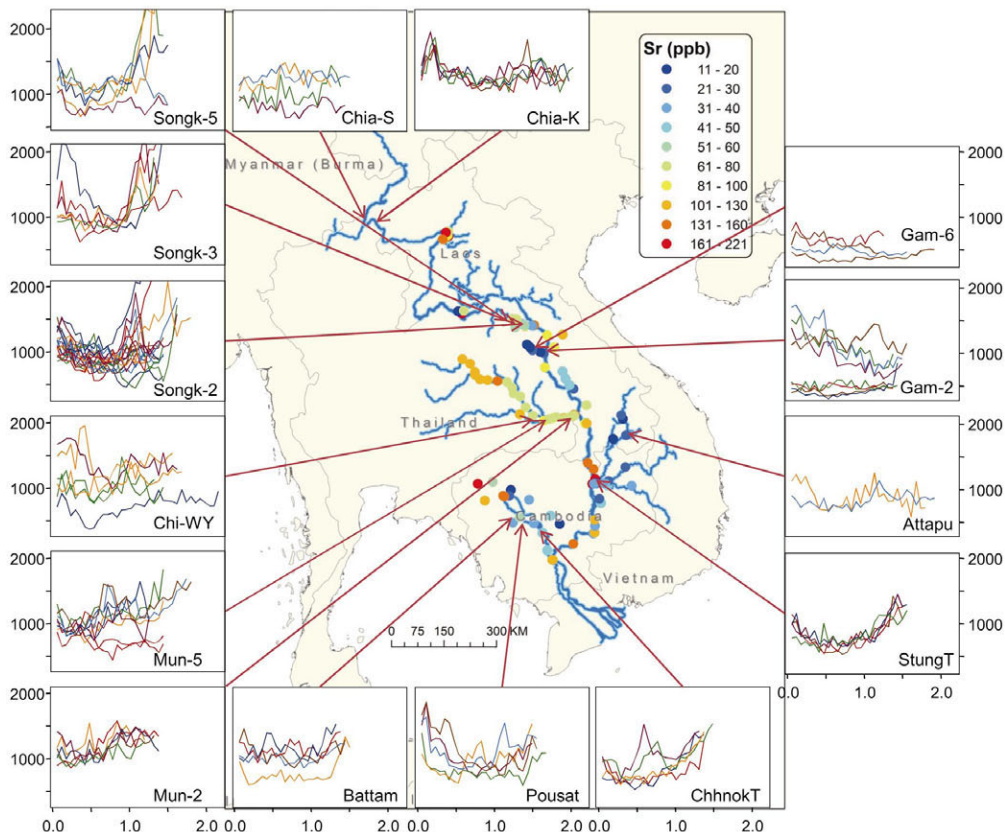


図2 *H. siamensis*の耳石中<sup>88</sup>Srプロファイル。横軸は耳石核からの距離(mm)、縦軸は<sup>88</sup>Sr濃度(ppm)。背景図に河川水中Sr濃度分布を示す。

これらのプロファイルをどう解釈するかをお話しする前に、このデータをいかに取得したかについて先に説明します。本研究では、耳石というきわめて小さな固体試料内部の微量元素濃度の空間分布を求める必要があるため、試料を酸などの液体に丸ごと溶かす分析手法は使えません。代わりにレーザーアブレーションICP質量分析法 (LA-ICP-MS) を用いましたが、これは固体試料に局所的 (10 μm ~) にレーザー光を照射し、微粒化した物質を質量分析計に取り込み、そこで検出される複数元素ごとのカウント値からその濃度を半定量する手法です。濃度が

既知の試料の主成分 (耳石の場合Ca) や標準試料のカウント値で補正することで未知の固体試料の元素濃度を高感度で測定し、微小領域での空間分布を調べることができる画期的な分析手法です。

再び図2の説明に入る前に、LA-ICP-MSにより測定した耳石表面の元素濃度と、魚を採集した市場に最寄りの地点での河川水中の元素濃度との関係について見てみましょう (図3)。今度はレーザーを耳石の切片ではなく“表面”に直接照射しました。耳石表面のSr濃度は河川水のSr濃度 (厳密には耳石主成分であるCaで標準化するため比を求めた) に対し

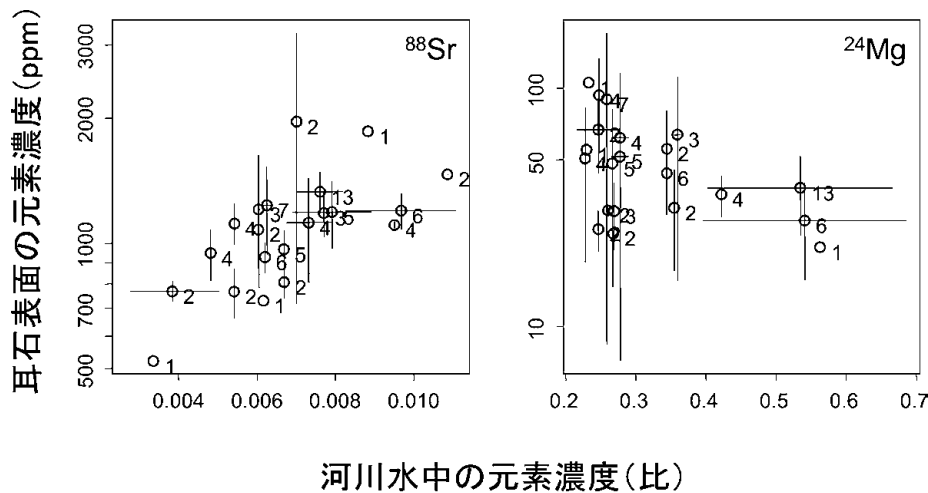


図3 耳石表面の<sup>88</sup>Sr濃度 (上)、また<sup>24</sup>Mg濃度 (下) と採集地点の河川水中のそれぞれの濃度 (<sup>44</sup>Ca濃度に対する比) との関係。河川 (支流) および調査時期ごとにグループ分けし、その平均値、標準偏差、サンプル数を示した。縦軸は対数表示。

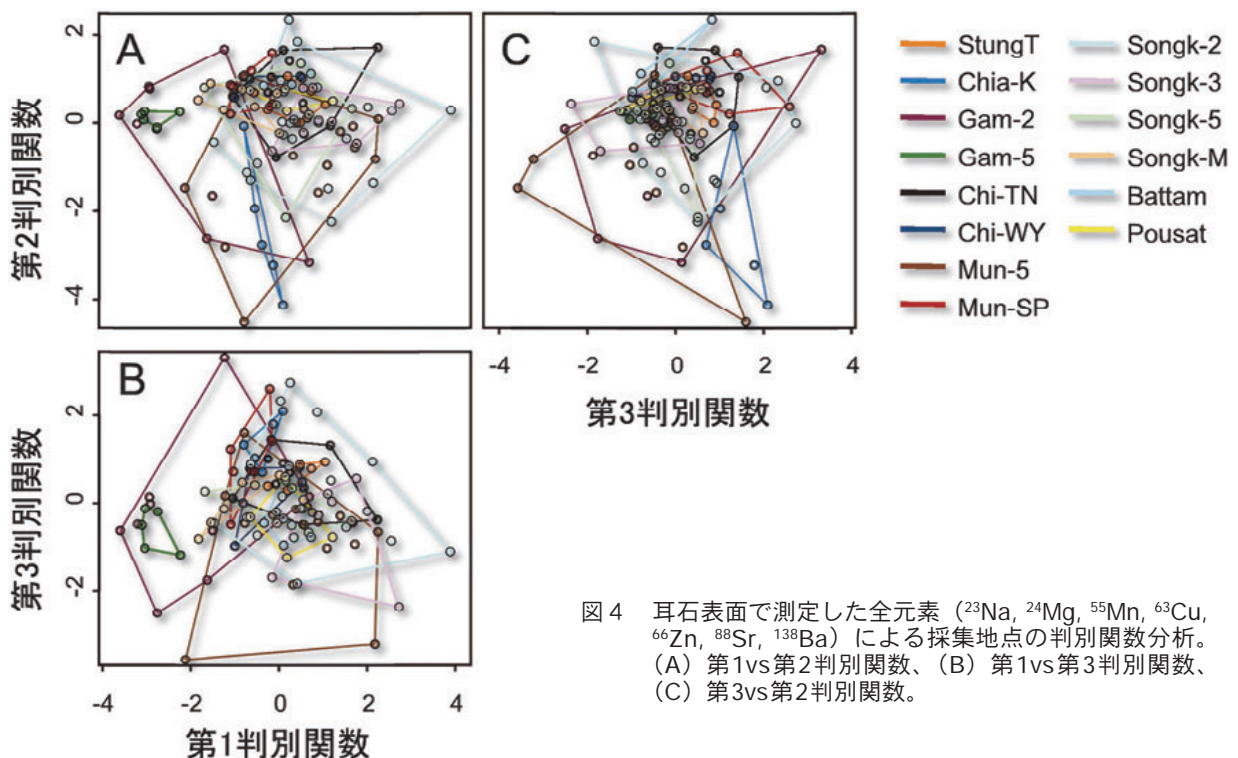


図4 耳石表面で測定した全元素 (<sup>23</sup>Na, <sup>24</sup>Mg, <sup>55</sup>Mn, <sup>63</sup>Cu, <sup>66</sup>Zn, <sup>88</sup>Sr, <sup>138</sup>Ba) による採集地点の判別関数分析。(A) 第1vs第2判別関数、(B) 第1vs第3判別関数、(C) 第3vs第2判別関数。



て正の相関を示しました。つまりその魚が（漁師の網にかかる直前の）最後に曝露された環境中のSr濃度が、しっかり耳石の一番外側に反映されている証です。正の相関は他にもBa、亜鉛（Zn）、ナトリウム（Na）などにも見られましたが、意外なことにMg、Mnそして銅（Cu）は負の相関、特にMgは非常に有意な負の相関がありました。そのメカニズムはまったく分からないのですが、耳石と環境中のMgの負の相関は、北米のカットスロートトラウト（ニジマスの仲間）からも報告されています。

上記の大前提の後半部分（河川水の元素濃度が耳石に反映される）もなんとか成立しそうです。負の相関であってもマーカーとしては十分に機能します。そこで耳石表面の元素情報だけからどこで採集されたかがはたして判別できるものかどうか、測定したすべての元素を使って判別関数分析を行いました（図4）。この図から、いくつかの採集地点は空間的にオーバーラップするものの、明らかに耳石表面の元素成分が異なるが故に、その他の地点から分離されるものがありました（Gam-2、Gam-5、Chia-Kなど）。タイのコラート高原を流下するいくつかの支流の採集地点（Mun、Chi、Songkなど）は、同じ地質の影響が河川の水質に反映され、さらにはそれが耳石表面にも反映されるためか、現状では採集地の判別が困難です。しかし、新たなマーカーが見つかれば判別能力はさらに向上するはずです。

### おわりに

どこで採集したかは分かって当然ですが、どこを回遊してきたかが問題です。耳石中の元素濃度プロ

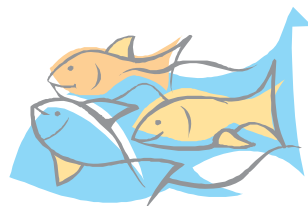
ファイル（図2）は、その魚が生きていた間に回遊して巡った支流や本流などを映し出す履歴書のようなものです。元素プロファイルから逆にどこをどう回遊してきたかを推理することは、プロファイルのいくつかのステージで判別関数分析を行い、図4の中で一尾一尾がどのような軌跡を辿っていくかを見ればよいのではないかと考えています。同一地点で獲れた魚のプロファイルが互いに似ることは、これらの魚が恐らく群れをなして同じ経路を辿ってきた末に、（ひょっとしたら同じ網にかかって）漁獲されたことを示唆します。また一方で、元素濃度の測定値の変化が、測定誤差ではない生態学的に意味のある何かを、十分な精度で捉えていることも示します。プロファイルがU字型で左右対称なのは、それぞれ生まれた支流、生まれた地点に（産卵のため）戻ってきている、つまり母川回帰していることを暗示します。

メコン川を代表する淡水魚*H. siamensis*の耳石に隠された秘密を解き明かすのはもうすぐ先のことです。

（ふくしま みちお、アジア自然共生研究グループ  
流域生態系研究室主任研究員）

執筆者プロフィール：

生まれも育ちも東京世田谷。幼いころより憧れの北海道、さらに北米大陸へと回遊を行うが産卵、いや就職のため日本に回帰し早くも10数年。現在はさらに南下を続け、メコン流域などに出没する。サッカーボールを蹴ると熱くなる習性あり。



【研究ノート】

## 海藻がもたらす環境問題 —グリーンタイドの発生と構成種の特徴—

石井 裕一

東京湾や瀬戸内海などの閉鎖的な海域では、植物プランクトンが異常増殖し海面が赤褐色に見える「赤潮」や、貧酸素水（溶存酸素濃度の低い水）の発生に起因し生成された硫黄化合物によって水域が乳青色に変色する「青潮（地域によっては苦潮（にがしお）」が環境問題となっています。

最近になって「赤潮」や「青潮」の他に新たに「緑潮」が加わり、沿岸各地で新たな環境問題を引き起こしています。この「緑」の環境問題は「グリーンタイド」と呼ばれるもので、海藻アオサ属（*Ulva* spp.）が異常増殖し海岸線に堆積する現象を指します（図1）。グリーンタイドは世界各地で発生が報告されており、アメリカのチェサピーク湾やフランスのブルターニュ地方、北京オリンピックのボートレース会場となった中国のチンタオなどでの発生事例が有名です。日本国内では1990年代以降、東京湾や瀬戸内海、九州各地の沿岸浅海域などで発生が確認されています。グリーンタイドの発生によって、沿岸域の景観の悪化、海藻の腐敗に伴う悪臭、アサリなどの貝類の死滅、など様々な悪影響が懸念されています。各自治体が年間に数千万円もの費用を投じてグリーンタイドの除去・廃棄を行っています。毎年発生するグリーンタイドに対して有効な対策がないのが現状です。

グリーンタイドの発生原因の1つとして海域の富栄養化が指摘されていますが、はっきりとした因果関係は未だ解明されていません。実際に東京湾の奥部に位置する谷津干潟では、1990年代以降、水質が改善していく過程でグリーンタイドが発生するようになってきており、その規模や発生期間も年々拡大していく傾向にあることが明らかになりました。つまり谷津干潟を

含む東京湾に関しては、他の海域で考えられている富栄養化がグリーンタイド発生の引き金ではない可能性があります。グリーンタイドを形成するアオサは主に浮遊性のアオサです。日本国内では在来種（その地域にもともと定着している種）であるアナアオサ（*Ulva pertusa*）やリボンアオサ（*Ulva fasciata*）などがグリーンタイド形成種とされていますが、最近になって、新たなグリーンタイド形成種として

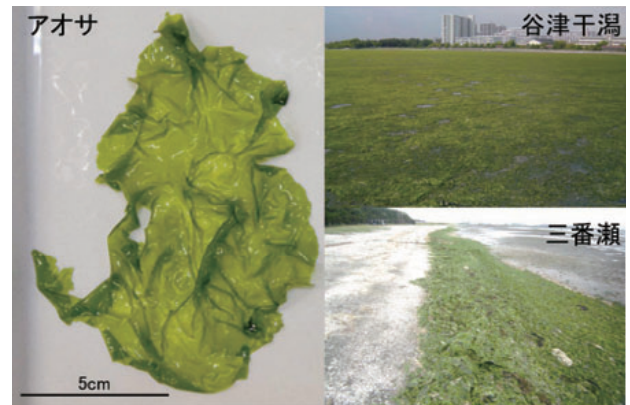


図1 海藻アオサとグリーンタイドの発生事例

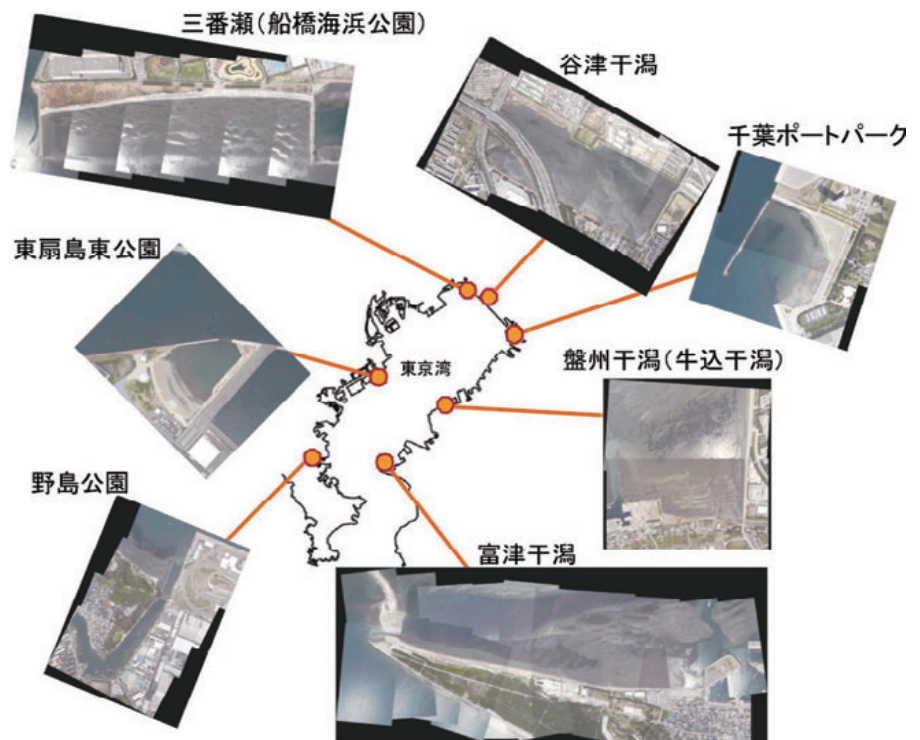


図2 調査地点に選定した7カ所の浅海域

南方系の新種ミナミアオサ (*Ulva ohnoi*) の生息も報告されています。そこで私達の研究グループでは、東京湾で発生するグリーンタイドの特徴を捉えるため、海藻アオサ属の現存量と構成種の季節変動を調査しました。

調査は、グリーンタイドの発生状況や地形学的な特徴が異なる東京湾内の7カ所の浅海域（図2：野島公園、東扇島東公園、三番瀬、谷津干潟、千葉ポートパーク、盤州干潟、富津干潟）で、2009年10月から秋、冬、春、夏、と季節ごとに実施し、アオサの現存量と種構成比の季節変化を調べました。種構成比については、アオサは形態による分類が困難であることから、遺伝子解析によって種の同定を行いました。

図3に、毎回の調査で得られたアオサ現存量の季節変化を示します。各調査地点でのアオサの現存量をみると、調査を開始した秋季（10月）には、全ての調査地点でアオサが高密度（343～2,589 g/m<sup>2</sup>）に堆積し、グリーンタイドが発生していることが確認されました。その後、多くの調査地点ではグリーンタイドは消失し、現存量も少なくなり（0～110 g/m<sup>2</sup>）、冬季（1月）、春季（4月）、夏季（7月）はアオサの小さな断片が点在しているだけでした。しかしながら谷津干潟に関しては、他の調査地点とまったく挙動が異なっていることがわかりました。

秋季に発生していたグリーンタイドは冬季以降も消失することはなく、年間を通じて干潟内でグリーンタイドが発生していました。これは谷津干潟の極端に閉鎖的な地形の影響と考えられます。アオサの現存量をみると、冬季に最大値（1809 g/m<sup>2</sup>）、夏季に最小値（879 g/m<sup>2</sup>）が観測され、季節変動パターンも他の地点と異なっていました。谷津干潟でみられた夏季にアオサの現存量が減少する変動パターンは、東京湾では特異的なものでしたが、実は“summer decline（サマー ディクライン）”と呼ばれる現象で、世界的には多く観測されている変動パターンのようなのです。

続いて、図4にグリーンタイド未発生時と発生時でのアオサ種構成比を示します。未発生時には各調査地点で点在する小さなアオサ断片を12個体拾い集め、その種を調べました。また谷津干潟については常にグリーンタイドが発生していたため未発生時のグラフからは省略しています。アオサの現存量が少ないグリーンタイド未発生時をみると、全ての調査地点で在来種のアオサやリボンアオサ、新種のミナミアオサが混在していることがわかり、ミナミアオサが東京湾内に広く分布していることが確認されました。アオサの現存量が多くなるグリーンタイド発生時には、全ての調査地点でミナミアオサが占める割合が最も多くなり優占種となっていました。

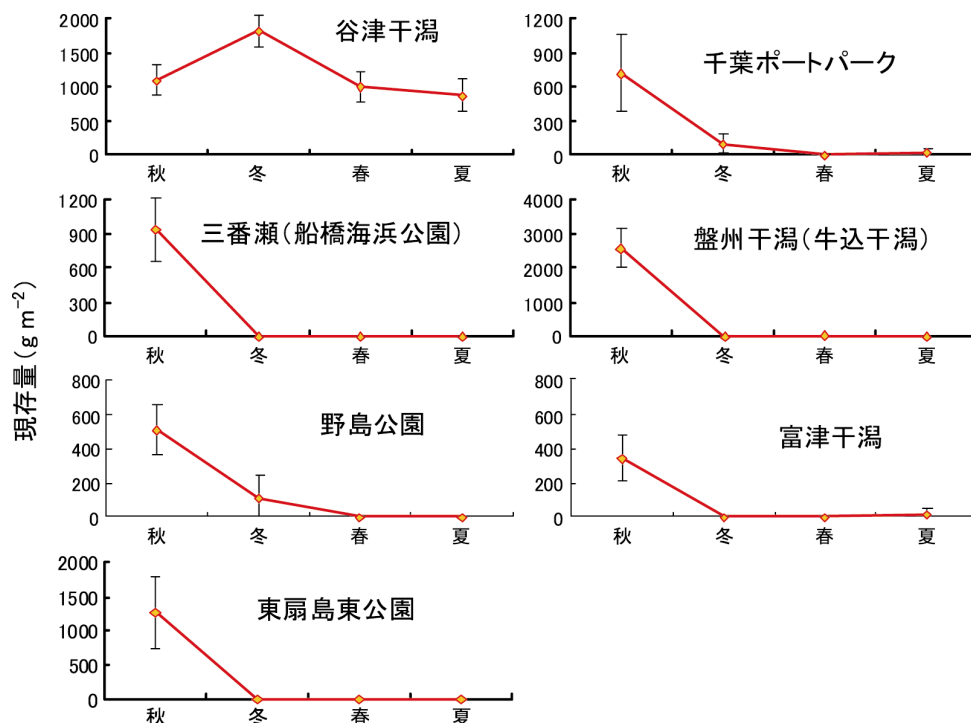


図3 各調査地点におけるアオサ現存量の季節変化（現存量は1m<sup>2</sup>当たりの湿重量、繰り返し計測12回の平均値と標準偏差を記しています。）



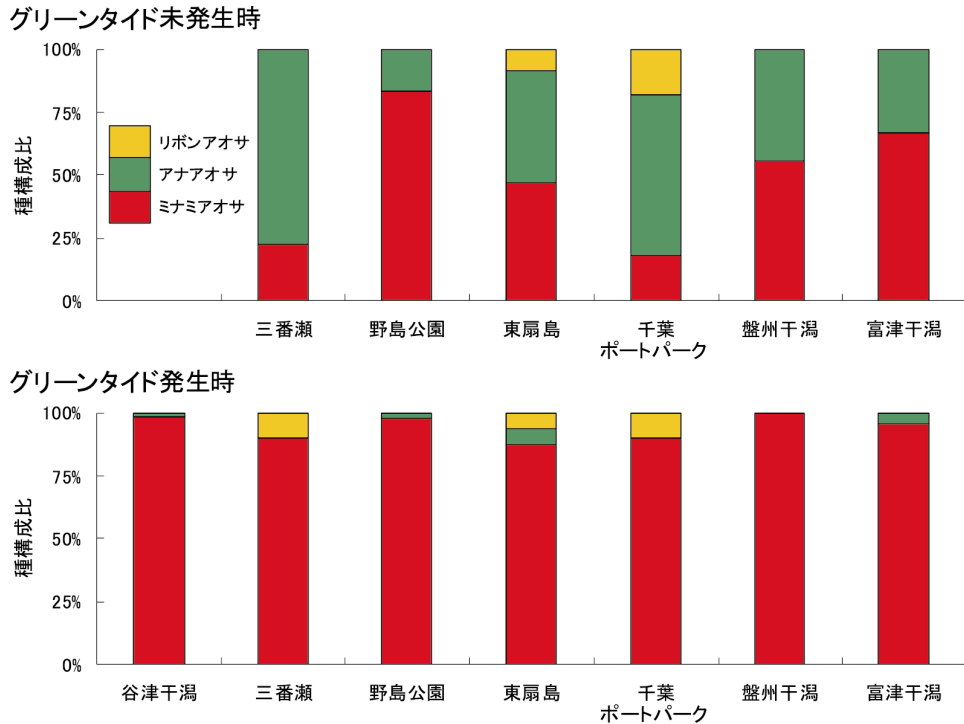


図4 グリーンタイド未発生時・発生時のアオサ種構成比の比較（グリーンタイド未発生時は3季（冬・春・夏）をまとめて，発生時の谷津干潟は4季をまとめて，その他の調査地点は秋季のデータを示しています。）

いくつかの調査地点では、アナアオサやリボンアオサの存在も確認されましたが、ミナミアオサに比べ遥かに小さい比率となっていました。これらの調査結果から、東京湾では環境問題となっているグリーンタイドを形成する種はミナミアオサのみであることが明らかになりました。このミナミアオサは現在のところ東京湾では侵入種（元々その地域に存在しない種が他の地域から加入したもの）と考えられています。つまり東京湾では、環境問題であるグリーンタイドは、他水域で指摘されている海域の富栄養化ではなく、従来生息していなかったミナミアオサの侵入が発生の原因となっている可能性が示されました。東京湾ではチチュウカイミドリガニやホンビノスガイなど多くの侵入種の定着が確認されています。ミナミアオサについてもその侵入経路の解明は今後の課題となっています。

現段階では、グリーンタイドの発生原因について、まだ1つの可能性を示したにすぎません。今後も注意深く現象を観測し、在来種と侵入種の相違点や他水域のグリーンタイドとの比較などからグリーンタイド発生原因の解明に取り組むたいと考えています。

（いしい ゆういち、生物圏環境研究領域 生態遺伝研究室）

執筆者プロフィール：

神奈川県の小さな港町の出身。高頻度でフィールドワークに出かけているせいか、一年中真っ黒に日焼けしています。先日、子供たち（姉5才・弟2才）が1本の白髪を見つけてくれました。初めて出会った“白い自分”を未だ受け入れられずにいます。



## 流域の開発と環境保全 —メコン河流域のダム開発—

亀山 哲

流域の開発と環境保全ということを考えるとき、「ダム」という言葉が出てくると一気に議論が難しくなります。一般にダムは、「水資源の有効利用」と「減災のための治水」を目的として建設されます。しかし、この河川横断構造物はその性質上、河川をせき止め、流域内の一定量の水を人為的に制御するという特徴があります。この結果、河川の分断が生じて生物の移動が妨げられるなど、自然本来の生態系に支えられた生物生息環境が変化するというのがその大きな理由です。

では同じ流域の中で「自然環境の保全や再生」・「治水（減災）」・「持続的な水資源利用（電力生産を含む）」の三つをうまく調和させるには、どのような方法論があるのでしょうか？これはメコン河流域に限らず本当に難しいテーマであり、単純に答えが見つかるものではありません。その理由の一つは、自然環境・減災・資源利用のバランスをいかに取るべきか？という合意形成の過程にあります。なぜならこの議論では、同じ流域内においても、歴史的背景や地域特性また社会経済状況の変化などによって、あまりにも多様な意見が存在するためであると考えられます。

我々のチームでは過去5年間、メコン河流域の各地において、流域開発の生態系影響評価について仕事を継続してきました。アジア最大の国際河川であるメコン河（流域には上流から、中国・ミャンマー・ラオス・タイ・ベトナム・カンボジアの6カ国が含まれます）を前に我々が直面してきた、流域の開発（特にダム建設）と環境保全について以下解説したいと思います。

最初に、メコン地域での「自然環境」と「治水」について説明します。この地域では、日本や先進国では水害として懸念される洪水に、流域住民が非常に上手に対処しています。まさに、アジアモンスーン地域の風土が生んだ文化や知恵が凝縮されているかのようです。地域住民の多くは、主に6月ごろから始まる雨季の出水にあわせて稲を栽培し始め、季節ごとに捕れる魚を重要な糧としています。

メコン河には非常に多様な種類の淡水魚（多くは回遊魚）が生息していますが、彼らの生活史を全うする上でも河川の季節氾濫は非常に重要な鍵となります。特に氾濫期間は彼ら回遊魚にとって移動分散の時期にあたります。この時期の初め、親魚は産卵のため、支流や氾濫源の水域に移動します。そして氾濫期の終わりには、稚魚が孵化した場所から河川に移動します。また一方、増水の影響を避けるために村人の住居は高床式が多く、古い集落はほぼ間違いなく地形上冠水リクスの少ない場所に位置しています。これは標高データを用いた年間の氾濫解析をして判ったことです。つまり、メコン河に生息する水生生物の再生産を安定的に支えるという意味で、河川氾濫は非常に重要な季節的イベントであり、住民は長年にわたりその水産資源を上手に利用する住空間を築いてきたわけです。要約すれば、環境と治水は切り離せる概念ではなく、長い歴史の中で自然に融合してきたと言えるでしょう。

さて、もう一つの課題は、「水資源をどのように確保して利用するか」という部分です。メコン河流域の社会構造と流域人口は、第二次世界大戦とベトナム戦争という二つの変曲点を経て大きく変化しました。特に近年のメコン河流域は、単純な農産物の輸出地域や経済的な市場ではありません。アジア有数の加工貿易拠点、社会インフラ投資地域としても非常に大きな変革期を迎えています。

このような背景の中「ダムによる電力」を政府や企業側の人間が強く求めるのは自然の流れです。石油・石炭共に輸入に頼らねばならず、逆に水資源の豊富なこの地域では、水力発電への依存が必然的に高くなります。また同時に大規模なダム開発は、国際機関からの融資の獲得、先進国との共同事業の推進、地域経済への利益還元という複雑な利害関係の上に計画されてきました。

メコン本流のダム開発は1990年代以降、上流部の中国雲南省から始まりました。2008年段階におけるメコン河本流におけるダム開発の概要を表1に示します。メコン上流部に建設されたこれらの一連のダ

表1 メコン河本流のダム開発計画 (2008年時点における情報)

日本語名	英語名	国	(総/有効)容量 (Billion m3)	発電能力 (MW)	堤高 (m)	建設期間など
漫湾	Manwan	中国	0.92/0.25	1500	126	1986-1993
大朝山	Dachaoshan	中国	0.96/0.37	1350	110	1997-2003
景洪	Jinghong	中国	1.04/0.25	1500	118	2010-
小湾	Xiaowan	中国	14.55/0.99	4200	300	2002-2012
糯扎渡	Nuozhadu	中国	22.7/1.22	5000	254	計画中
孟松	Mengsong	中国	不明	600	不明	計画中
功果橋	Gongguogiao	中国	0.51/0.12	750	不明	2008-
橄欖壩	Ganlanba	中国	不明	150	不明	計画中
バクベン	Pacbeng	ラオス	不明	1230	不明	計画中
ルアンパバーン	Louangphrabang	ラオス	不明	1410	不明	計画中
サヤブリ	Xaignabouri	ラオス	不明	1260	不明	計画中
パクライ	PacCay	ラオス	不明	1320	不明	計画中
ドンサホン	Don Sahong	ラオス	不明	240	不明	計画中
パモン	Pamong	タイ	不明	1482	不明	計画中
バーングム	BanKoum	タイ	不明	2050	不明	計画中
サンボー	Sambor	カンボジア	不明	3300 または 456	不明	計画中

発電容量は出典によって異なる。

中国以外のダムの発電能力は「フォーラム Mekong2008, Vol.9 No.1, pp.7, メコンウォッチ」より引用。

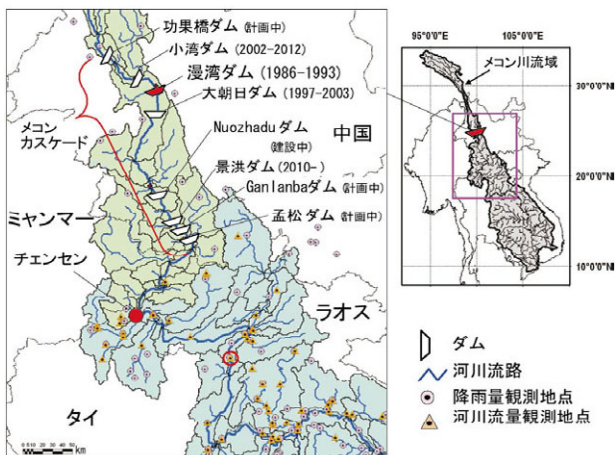


図1 メコン河上流域の本流に建設予定のダム群 (メコンカスケード)



写真1 メコン河本流に最初に建設された漫湾ダム(1986-1993) [2006年12月25日; 撮影 亀山哲]

ム群は、複数基のダムが河川縦断方向に配置されていることから、現地では「メコンカスケード」と呼ばれています (図1)。このダム群の中で最初に建設されたダムは、1993年に完成した漫湾ダム (写真1) です。その後2003年、2番目のダムとして大朝山ダムが竣工しました。現在は、3基目となる小湾ダムが2001年に建設開始されており、計画では2012年に完成予定です。中国政府の方針 (2008年時点) では、この地域のメコン本流に8基のダムを建設する予定です。また、メコン本流の下流域にもダム建設の予定があり、2009年のMRC (Mekong River Commission; 中国以外の流域内5カ国で構成された国際機関) の報告によると、11基のダム建設計画が現在進行中です。

大規模なダム開発による生態系影響は大きく次のようにまとめられます。

- 1) 水生生物の移動経路の分断。
- 2) 上流と下流での流況 (水の流れる状態) の変化。
- 3) 物質の滞留による送流状況の変化。
- 4) 河川水温の変化 (下流への放水水位に応じて上昇もしくは低下)。

近年ではこれらへの対策として、魚道の設置や試験放流、また堆積物の除去などが行われています。しかし長期的な視点に立った場合、コスト的な面からも持続的な手段とは言い難いという側面もあります。特に、私が研究対象とした漫湾ダムはメコン河本流に最初に建設されたダムであり、建設後の影響



が予測しづらく、また下流への影響が他の国にも及ぶ可能性が大きいなど、重要な国際環境問題として捉えられています。実際に我々が行った研究結果では、ダム開発以後、下流のチェンセンという場所における年最大流量の低下、さらに雨季から乾季にかけての減水時期の遅れなどを確認することができました。

急激に開発が進むメコン河にかかわらず、流域管理においては、ある意味で一般的な最適解が存在しないと捉えることもできます。合理的な管理方法が流域ごとに異なることも事実です。しかし流域管理者や流域住民は、最適な施策が実現しにくいことを認識しつつも、膨大な情報と多様な選択肢を前に、その時代・その場に依拠してより好ましくかつ実行可能な判断を常に行わなければなりません。近年 **Adaptive Management**（日本語では順応的管理）というアプローチがとられ始めたのにはこのような背景があります。

流域管理に関わる研究者は現象の解析・予測者で

あり、政策決定者ではありません。常に中立的立場に自分をおいて正確なデータを取得し、緻密な分析と高精度な予測を行い、合意形成に役に立つよりレベルの高い判断材料を提供する責任と義務があると言えるでしょう。私たちも地道な調査研究を通して、東南アジアや国内の流域生態系を見守っていくつもりです。

（かめやま さとし、アジア自然共生研究グループ  
流域生態系研究室主任研究員）

執筆者プロフィール：

「運動は一つに絞らず多種目。本は小説より伝記。」という教えを受けて育ちました。（意味は未解明）いろんな場所で身体を動かすことを楽しんでいます。得意スポーツ、好きなスポーツ、ド素人のスポーツ。種目は様々ですが、人との交流が一番の楽しみです。自分の研究スタイルとどこか似ているような気がします。追伸；ここだけの話し「釣り好き」です。



## 平成23年度国立環境研究所予算案の概要について

### 企画部企画室

平成22年12月24日に閣議決定された平成23年度政府予算案によれば、国立環境研究所の運営費交付金約135億円、施設整備補助金約3億円の合計約138億円（平成22年度と比べ、運営費交付金は11.5%の増、施設整備補助金は10%の減）が計上されました。運営費交付金の増額は、来年度から本格的な事業展開を予定している「子どもの健康と環境に関する全国調査（通称：エコチル調査）」の経費の増額によるものです。独立行政法人の予算に関しては、全般的に非常に厳しく査定された中で、国立環境研究所については、エコチル調査経費を除いた運営費交付金と施設整備費補助金の合計額をみても、約92億円と昨年度比1.4%減にとどまっています。

GOSAT経費及びエコチル調査経費を除く業務費（運営費交付金）は、研究費目別に予算額を示しているものではなく、第2期中期計画期間（平成18年度～22年度）中に用いた算定ルールに倣い、研究所総体としての運営にかかる経費として計上しているものです。

平成23年度は、第3期中期計画の初年度であり、現在検討中の第3期中期計画に基づき、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、さらなる研究展開を図る予定です。

【研究所行事紹介】

## 気候変動枠組条約第16回締約国会議・京都議定書第6回締約国会(COP16/CMP6) カンクン (メキシコ) での活動報告

企画部 広報・国際室

2010年11月29日(月)から12月10日(金)まで、メキシコのカンクンにおいて気候変動枠組条約第16回締約国会議・京都議定書第6回締約国会合(COP16/CMP6)が開催されました。この会議は、同条約の締約国の政府代表団が一堂に会し、気候変動問題についての取り組みを進展させるための国際交渉の場として、毎年開催されているものです。

国立環境研究所は、2004年に開催されたCOP10から、サイドイベントの開催や会場でのブース展示等を通じ研究成果のPRを行ってきました。COP16/CMP6での当研究所の活動について、以下に紹介します。

会議5日目の12月3日(金)、地球環境戦略研究機関(IGES)およびアジア開発銀行(ADB)と共同で、「アジア太平洋地域における低炭素で気候変動の影響に対応可能な発展への移行(Shifting to Low-Carbon and Climate-resilient Development in Asia and the Pacific)」と題するサイドイベントを開催しました。

当研究所からは甲斐沼温暖化対策評価研究室長が登壇し、アジアの研究者と協力して実施してきた「アジア低炭素シナリオ」研究について、シナリオの開発から実際のプロジェクト活動まで、インド、中国、マレーシア、および日本(京都、滋賀)の例を中心に、アジア諸国での現況と今後の展望を紹介しました。また、パネルディスカッションには藤野主任研究員が参加し、低炭素社会シナリオの実践に関する質問等について、来場者と活発な議論を交わしました。



COP16/CMP6では、サイドイベントが行われたカンクンメッセと、会議等の行われたムーンパレスホテルの二つの会場が使用されました。同ホテルへの移動の際の起点ともなるカンクンメッセには、ブース展示会場も併設され、約200の国や国際機関、研究機関、市民団体の展示ブースが設けられました。国立環境研究所もここに展示ブースを設置し、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)による観測データや、持続可能な低炭素社会構築に関する研究、スーパーコンピュータを用いた気候変動予測等をはじめとして、当研究所における地球温暖化・気候変動研究の活動や成果について、映像の放映や資料CDの配布等を行って広く紹介しました。



さらに、今回の会議では当研究所の職員3名が政府代表団の一員として加わり、それぞれ温室効果ガスインベントリ(温室効果ガスがどのような場所からどれだけ排出・吸収されたかを示す一覧表)や、REDD+(途上国の森林減少・森林劣化に由来する温室効果ガスの排出の削減および、森林保全等による炭素ストックの増加策)等の専門家の立場から会合に参加しました。時には深夜にまで及ぶハードな交渉に協力し、議論の進展に貢献しました。

次回のCOP17/CMP7は南アフリカのダーバンで開催されます。京都議定書の第1約束期間(排出削減目標の実行期間、2008~2012年)終了後に制度の空白期間を生じさせないためには、COP17/CMP7で次期枠組みの合意を得る必要があることから、気候変動に関する国際交渉の一つの節目として大きな注目が集まると予想されます。そのことから、当研究所としても今回の活動を踏まえ、更なる活動の展開を図っていくこととしています。

## 新刊紹介

環境儀No.39 『シリカ欠損仮説』と海域生態系の変質 -フェリーを利用してそれらの因果関係を探る- (平成23年1月発行)

人口の増加と生産活動の活発化による河川流域での窒素、リンの負荷の増大が問題となっていますが、同時に大規模なダム建設によるシリカの沈降による減少も、植物プランクトンなどの海洋生態系の構造に大きな影響を与える可能性があります。懸念されています。内陸から海洋へのシリカの供給量の減少は、ケイ素の殻を持つため成長にシリカを必要とするケイ藻の発生量に影響し、有害赤潮を形成する渦鞭毛藻類などのシリカを必要としない藻類の発生を助長する可能性があります。さらに、植物プランクトンの種が変化することで、食物連鎖の流れが変化し、海洋生態系の構造自体に影響を与える可能性も懸念されています。本号では、このようなシリカの供給量の減少に端を発する、海洋生態系での様々な影響を、フェリーを利用した海洋生態系の長期モニタリングで得られた琵琶湖から瀬戸内海での栄養塩や植物プランクトンの発生量のトレンドから検証した研究を紹介しています。

(環境儀No.39ワーキンググループリーダー 稲葉一穂)

## 表彰

受賞者氏名：南齋規介

受賞年月日：2010年11月12日

賞の名称：The Bronze Poster Award

受賞対象：Structural Decomposition Analysis of the Automobile Gasoline Consumption and the Sensitivity Analysis (The 9th International Conference on EcoBalance, 2010)

受賞者からひとこと：2010年11月9日から12日まで東京で開催された第9回エコバランス国際会議にてポスター発表を行った「Structural Decomposition Analysis of the Automobile Gasoline Consumption and the Sensitivity Analysis」に対して授与されました。九州大学の後藤百合子氏(筆頭)と加河茂美氏、産業技術総合研究所の工藤祐揮氏との共同研究の成果であり、近年の自動車によるガソリン消費量の変動要因を構造分解分析手法を用いて解析しました。

受賞者氏名：高見昭憲

受賞年月日：2010年11月18日

賞の名称：大気化学討論会優秀ポスター発表賞(大気化学討論会)

受賞対象：沖縄辺戸岬における窒素酸化物の濃度変動解析(第16回大気化学討論会講演要旨集、124、2010)

受賞者からひとこと：大気化学討論会において、沖縄辺戸ステーションにおける窒素酸化物の挙動に関する研究を大阪府立大学の弓場彬江さんが代表で発表され、共同でベストポスター賞をいただきました。沖縄辺戸ステーションでの通年観測の結果を地道に解析し、越境輸送の影響とともに近傍の影響を明らかにしました。越境輸送に注目が集まりがちですが、いろいろな視点から濃度変動要因を解析していくことは重要です。本研究に対し賞が授与されたことは、今後の観測研究の励みになります。

## 編集後記

環境は生物の生存に影響を及ぼす対象であるが、そもそも環境そのものは生物にとって独立した存在なのだろうかと思うことがある。

宇宙から地球を見つめた宇宙飛行士の野口聡一氏は「地球という生命体と一対一で対峙している気がした」と語った。

もしかすると環境も生物も同じ生命体のひとつの現れ方に過ぎないのではないか。そう考えると、環境とはかけがえのない自分自身の命そのものだという事に思い至る。それは自分

外の生き物にとってもかけがえのない大切な命ということでもある。多くの人がそのことに気付けば、環境を破壊しても自分には関係ないといった利己的な発想は影をひそめていくのではないだろうか。

その環境を科学で究め尽くそうとする最先端の研究所に勤務し、何らかの形で貢献できることを心から誇りに思う今日この頃である。

(M.A.)

編集 国立環境研究所 ニュース編集小委員会

発行 独立行政法人 国立環境研究所

〒305-8506 茨城県つくば市小野川16番2

連絡先：環境情報センター情報企画室

☎ 029 (850) 2343 e-mail pub@nies.go.jp

無断転載を禁じます

リサイクル適性の表示：紙へリサイクル可  
本冊子は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔Aランク〕のみを用いて作製しています。