



国立環境研究所

ニエス

Vol. 26 No. 4

平成19年(2007)10月



左上：河口に広がるマングローブ林（西表島），左下：櫛のような根を持つヒルギダマシ（石垣島），
右：流れついた岸辺で葉を広げるマングローブの幼樹（ベトナム）。[詳しくは，8頁からの記事を参照]

【目次】

計算論的アプローチによる社会問題への取組み	2
国際河川メコン河の環境影響評価手法の開発	3
—中核プロジェクト・流域生態系における環境影響評価手法の開発の概要紹介—	
地球の変化に敏感に反応する日本海の姿	5
マングローブと環境問題	8
南極レポート（第3回：「昭和基地でのミッドウィンター」）	10
『サマー・サイエンスキャンプ』実施報告	12
『ミニ博士』開催報告	13

【巻頭言】

計算論的アプローチによる社会問題への取組み

監事 船橋 誠 壽

「今から25～30年は、20世紀の技術発明であるIT (Information Technology) が社会に浸透し社会をイノベートしてゆく時代である。イノベーションの時代では、技術開発の先行性で競争優位を獲得することはできない。技術発明成果の社会の受容を先取りする事業モデルの開発者が勝ち組になる」

これは、IBMでイノベーション・技術担当副社長を務めるニコラス・ドノフリオ氏の言葉です。ITの研究開発に携わる人たちにとってはいささかつらい指摘ですが、昨今の先進国におけるITに対する学生人気の凋落ぶりを言い当てているのかもしれない。ドノフリオ氏は、この根拠を、技術経済学分野で著名なベネズエラのカルロッタ・ペレッツ氏のモデルに置いています。彼女は、蒸気機関、鉄道、重工業、自動車といった近代技術の大波が社会に浸透する過程を分析して、いずれの技術発明も、経済的な危機という分岐点を経た後、25～30年かかって社会への定着がなされており、ITについても、2000年のITバブル崩壊が分岐点であったのではないかという仮説を提唱しています。

大塚理事長の巻頭言(2007年4月号)にありましたように、いま私たちの周りでは、科学的な知識を経済的な価値に転換するイノベーションを、どのようにすればうまく進められるだろうかということが大変に話題になっています。技術立国のためには、次々と、イノベーションを生み出してゆくことが望まれます。ドノフリオ氏は、イノベーションの事例として株式会社組織をあげています。株式会社組織は1602年に設立されたオランダ東インド会社がその起源とされていますが、この仕組みが、莫大な資本を必要とする鉄道の建設リスクを分散する役目を果たし、鉄道を社会に定着させるための効果的な手段であったと位置づけているのです。個人が生み出したアイデアを事業化するために、資本供与と経営指導をするベンチャーキャピタルもITという技術発明を社会に定着させるための新たな制度的な仕掛けといえるでしょう。

このような新しい仕掛けをどのようにすれば見つけられるのでしょうか。これまでは、過去の事例を知識として備えた専門家たちがお互いに議論して対

象分野のモデルを作りつつ制度的な施策を立案していました。この手続きの基本は今後も変わることはないと思うのですが、今日では、ITの進歩によって、私たちは格段の情報処理能力を手中に収めつつあることに着目したいと思います。医薬品の開発においては、計算機がもつ強力な情報処理能力を活用して無数の候補を調べあげて有用な分子構造を見いだすことが当たり前になったと同じように、社会の仕組みに関する専門家や一般の人たちの知識や感性メカニズムを計算機に移植して、莫大な情報処理能力を活用して最良の施策を探し出すような時代の到来が予期されます。

昨今、計算機は、理論、実験に次いで新たに出現した科学発展の第三の基盤と位置づけられ、理論科学、実験科学に並ぶ言葉として「計算論的科学(Computational Science)」が提唱されています。莫大な情報処理能力を備えた計算機を誰もが使える時代に生まれる新しい科学の進め方です。この考えに基づいて、計算論的神経科学や計算論的生命科学といった分野が生まれつつありますが、中でも、社会に対する施策立案に際しての計算論的アプローチは、複雑化の一途をたどり、もはや、問題解決の処方箋を描くことが大変に困難になっている今日の社会に対する大きな救いとなると期待されます。

国立環境研究所は、環境にかかわる実態を計測しこれをモデルとして知識化するところで大きな成果を挙げてきました。さらに、モデルに基づいた施策の立案にも立派な貢献がなされていますが、環境科学技術が置かれた今日の切迫した状況や科学技術に望まれる動向からみると、新しい科学アプローチも積極的に活用することによって、問題解決に一層の貢献を果たすことが大変に重要と思っています。

(ふなばし もとひさ)

執筆者プロフィール：

平成19年4月から監事を務めさせていただいています。物理世界を対象に、システム制御技術の研究開発に長らく取り組んできました。最近では、研究開発そのものを対象にしています。(株)日立製作所システム開発研究所主管研究員、京都大学大学院情報学研究所客員教授。

【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】

国際河川メコン河の環境影響評価手法の開発

— 中核プロジェクト・流域生態系における環境影響評価手法の開発の概要紹介 —

野原 精一

メコン河はインドシナ半島を流れるアジア最大の国際河川です。現在、メコン河流域周辺は、都市化および工業化、さらに日本など先進国からの農業技術移転に伴う化学物質（農薬および肥料）の使用の増加が顕著です。また、本流上流部に位置する中国側、中流域のラオス側およびタイ側の支流においてダムが建設中または建設計画があります。今後メコン河流域諸国においては、水資源の農業・産業・生活利用の増大に伴う水不足あるいは水質悪化は避けられず、汚染などによる利用可能な水資源の減少やダム建設に伴い生物多様性の減少がおけると予想されています。その長期変動のトレンドを明らかにし、持続的発展のため流域生態系における環境影響評価を行い政策に反映していくことが必要とされています。しかしながら、インドシナ半島には長い紛争の時代があり流域各国には技術的にも経済的にも開発に対する科学的評価を行う状況にありませんでした。

研究目的・目標

そこで、東南アジア・日本を研究対象とした流域生態系における環境影響評価手法の開発を行い、メコン川流域に関連した国際プログラム間のネットワークを構築し、国際共同研究により、流域の持続可能な発展に必要な科学的知見を提供することを目的に研究を始めました。主にメコン川の淡水魚類相の実態解明、流域の環境動態の解明を行うこと等により、ダム建設等の生態系影響評価を実施しようとしています。

全体の計画は以下のようです。

サブテーマ1) 特定流域の高解像度土地被覆分類図・湿地機能評価図を作成し、流域生態系の自然劣化実態を把握します。

サブテーマ2) 代表的生物の多様性・生態情報及び気象・水質等の環境データを取得し、流域生態系環境データベースを構築します。

サブテーマ3) 環境影響評価に不可欠な水環境のデータ取得とモデル化並びに好適生息地評価のための景観生態学的手法や河口域生態系への影響評価

手法を開発し、流域生態系管理手法を検討します。そこで、具体的には次のように研究を進めます。

1) メコン川流域全体を対象とした多時期衛星観測データを整備し、過去20年間の土地被覆変化に関する解析を行い、メコン川流域における土地被覆変化様式の時間的・空間的特性を明らかにし、変化の著しい時期と場所を特定します。

メコン河流域上中流域（タイ北部、東北部）を対象とした多時期衛星観測データを整備し、過去の河川地形変化に関する解析を行い、当該流域における河川環境の変化と人間活動との因果関係のモデリングを行います。

2) 対象河川に対して水環境シミュレーションモデルの導入及び稼働を行います。データベース作成に当たってはGIS環境に対応する形で空間情報（土地利用、流域基盤、生物捕獲等）を整備します。

メコン委員会等、各種データを保有する関係機関、関係者との間で情報共有のネットワークをつくります。そして、主に淡水魚類に関する既存データ、またダム建設に伴って実施された環境アセスメントの報告書などを収集し、そのデータ整備を行います。メコン河流域中流域の代表的生物の一つである魚類について、画像データベース及び生育域の水環境を記録している耳石のデータベース等の作成・整備を行うと共に、GIS環境に対応する形で空間情報（土地利用、流域基盤、生物捕獲等）を整備します。

3) メコンデルタの広範囲に生育しているマングローブ樹種の根圏酸化機能をベトナム及び国内比較対照地（石垣島）での野外調査及び圃場での実験によって評価します。さらに、開発に伴う堆積物の量・質の変化が生態系機能へ及ぼす影響についても検討します。

次に具体的な土地被覆変化に関する解析例として石垣島のマングローブ林（8頁からの「環境問題基礎知識」参照）、干潟において実施している最新の研究成果について紹介します。

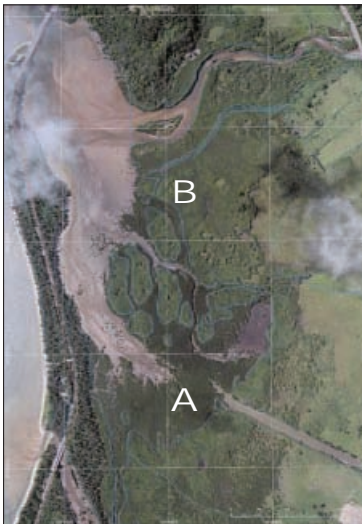


図1 アンパル湿地の航空写真
A 濃い緑：ヤエヤマヒルギ
B 薄い緑：オヒルギ

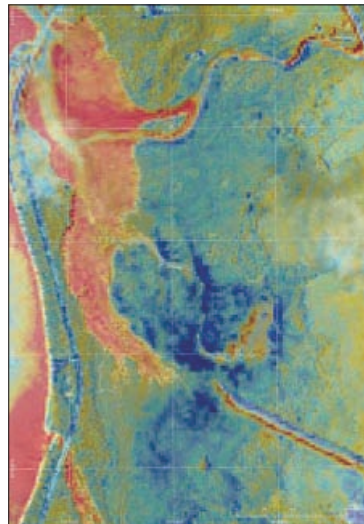


図2 衛星画像データの正規化植生指標の差分に基づいた台風前後の葉面積指数の変化
濃い青の部分：経時変化の著しい場所。

石垣島のアンパル（網張）湿地は干潟とマングローブ林からなる生物のゆりかごとなっています。ラムサール条約の指定湿地で2007年8月から国立公園の特別保護地区になりました。マングローブ林の現状を把握するため過去に撮られた航空写真を解析しました。その結果流域の農業開発に伴い、土砂の流入やマングローブ林の拡大が起こってきたことがわかりました。現在は図1のように干潟から陸に向かってヤエヤマヒルギ（図1、色の濃い緑）、オヒルギ（図1、色の薄い緑）が帯状に分布しています。一方、2006年の台風13号の前後に撮影された衛星画像データを解析しました。ここでは、マングローブ林の変化は、台風前後の大気上端における反射率の画像から算出した正規化植生指標NDVI（Normalized Difference Vegetation Index）の差分に基づいて検討しました。NDVIは、植物の葉の量を示す指標である葉面積指数の増加に伴って単調増加する指標です。マングローブ林における台風前後のNDVIの変化は、台風の影響による葉面積密度の変化を反映したものであると考えました。衛星画像データと比べると図2の中央部（青い部分）に経時変化の著しい場所があることがわかりました。さらに葉面積指数を推定する目的で、魚眼レンズを装着したデジタルカメラを三脚に固定し、鉛直上方に視準を定めてマングローブ林内において全天空写真を撮影しました。その結果、ヤエヤマヒルギの林冠の葉が対照の場所（図3）より同種の少ない場所（図4）が明らかになりました。これらは2006年秋の台風13号による強



図3 ヤエヤマヒルギ林内の全天空写真
(台風被害なし)



図4 ヤエヤマヒルギ林内の全天空写真
(台風被害あり)

風（最大瞬間風速70m以上）のかく乱であることがわかりました。今後マングローブ林の回復過程や生態系構造や機能の変化に注目しています。

世界のマングローブ林（18.1万km²）の13%が今後消失する可能性が示唆されています。石垣島マングローブ林を襲った2006年の台風13号の例のように地球温暖化に伴い大型台風の増加が懸念されているからです。さらにメコンデルタでは直接的な人為影響としてマングローブ林がエビの養殖地に変化している一方、植林による再生事業も行われ植生変化が激しくなっています。今後、開発したりリモートセンシング手法を使った長期的なマングローブ林の管理体制の構築が求められています。

（のほら せいいち、アジア自然共生研究グループ
流域生態系研究室長）

執筆者プロフィール：

東京都立大学理学部生物学科出身。22年前に国立公害研究所に就職し環境管理、生態機構、生態系機構の各研究室を経て4つめの流域生態系研究室に所属。専門は湿地生態学。日本全国のあらゆる水辺に出没するフィールドサイエンティスト。特に尾瀬沼では初春の赤雪調査や夏のコカナダモ調査がライフワーク。最近では河川河口域における塩生湿地・干潟の物質循環機能と生物分布・群集構造を明らかにして生物多様性の実態と生態系機能への人為影響を調べている。

【研究ノート】

地球の変化に敏感に反応する日本海の姿

荒 卷 能 史

日本海は最大水深3700m超の太平洋の縁辺海ですが、海水の出入口あたる4つの海峡（対馬，津軽，宗谷，間宮）が水深200mにも満たないため、ちょうど底の深いお椀のような形をしています。日本海の表層，水深およそ200～300mには東シナ海から対馬海峡を通過して入ってきた対馬海流が日本列島沿いを北上し，津軽，宗谷海峡から流れ出ています。そのため，この対馬海流によって蓋をされた形で，水深およそ300mから海底直上には「日本海固有水」と呼ばれる水温0.1℃，塩分34.07psu（Practical Salinity Unit（実用塩分単位）：試料と塩分既知の海水の電気伝導度の比から計算される塩分の単位）前後のほぼ均質な水塊が存在しています。その名の示すとおり，この海水は周辺海域には見られない日本海固有の水塊で，日本海全体の80%以上を占めています。最近の詳細な観測から日本海固有水は単一の水塊ではなく，水深1000m付近までの「上部固有水」，水深2000m付近までの「深層水」，さらには2000m以深の「底層水」に分類できることが分かってきました（図1）。最も深いところに存在する底層水は，日本海北西部が冬季の冷たい季節風によって冷やされること，あるいは結氷・融解することによって，密度が増加した表層水が海底付近まで沈み込むことで作られているものと推測されています。この形成過程は，ちょうど北部大西洋で見られる深層水形成と同じです。外洋における深層水の循環にはおよそ

2000年を要するのに対して日本海の場合はおよそ100年と推測されていますから，日本海をモニタリングすることは海洋環境の変化を20分の1に時間を短縮して編集して見ていることとなります。一方，表層では北緯40度付近に南から流入する暖流（対馬海流）と北部日本海を循環する寒流（リマン海流）が接する亜寒帯前線が存在し，北西太平洋でいうところの黒潮と親潮の関係にあたります（図2）。このように，日本海は小さいながらも外洋で見られる様々な地球規模での海洋現象が存在していることから「ミニチュア大洋」とも呼ばれ，海洋研究のための格好の“実験場”を提供しています。

日本海では，過去数十年の間，底層水中の溶存酸素量が徐々に減少していることが報告され，私たちに大きな衝撃を与えました。なぜならば，地球の温暖化によって底層水形成が停滞し，表層の豊富な酸素が深層に運ばれにくくなったことが原因ではないかと考えられるからです。これを裏付けるように，

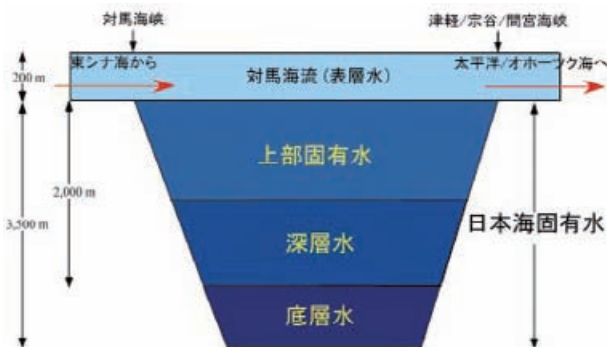


図1 日本海の構造

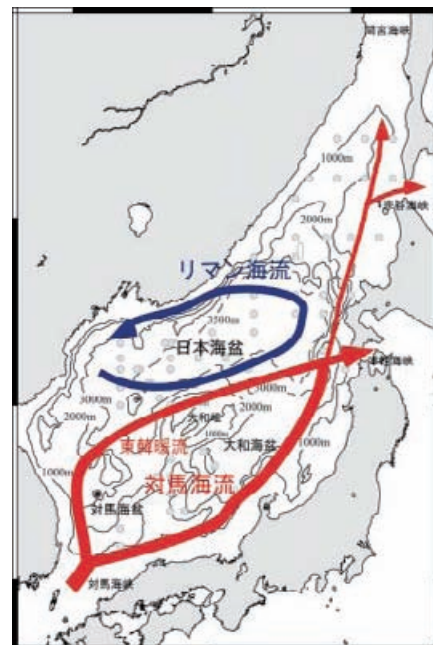


図2 日本海の表層海流
代表的なもののみを模式的に表しています。赤線が暖流，青線は寒流を示しており，暖流と寒流が接するあたりが北緯40度付近となります。

1960年代からの大和海盆南部定点における深層水中の水温はわずかに上昇傾向にあることも分かってきました。つまり、日本海は、温暖化によって、すでに変化し始めていたわけです。ミニチュア大洋・日本海で確認されているこれらの「変化」は、近い将来の海洋環境における変化を暗示していることは間違いないでしょう。近年、温暖化に伴う様々な環境変動、あるいは環境影響が報告され始めていますが、海洋環境への影響を評価し、対策を講じるには、まずは私たちにとって身近な日本海の変化を正確に把握してそのメカニズムを解明することが近道と言えます。しかしながら、政治的背景から日本海における総合的な観測研究は皆無に等しく、底層水の形成機構や循環像など、十分な理解には至っていません。日本原子力研究所（現在：日本原子力研究開発機構）では、ロシアによる放射性廃棄物の海洋投棄を機に、1990年代後半より日本海全域における人工放射性核種の分布調査、並びに日本海深層の物質循環について観測研究を実施してきました（図3）。今回は、これらの観測によって得られた海水流動のトレーサー（追跡子）として有効な放射性炭素（ $^{14}\text{C}^*$ ）の広範な分布をもとに、最近明らかになってきた底層水の特長やその循環について紹介します。

図4には、各観測点（図3中の丸印、合計約70観測点）で海表面から海底直上で得られた約1300個の $\Delta^{14}\text{C}$ データを鉛直的に示しています。 $\Delta^{14}\text{C}$ とは、 ^{14}C 濃度の表現方法のひとつで、標準となる物質の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ に対する目的とする試料の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ の大きさを千分率（‰：1‰=0.1%）で表したものです。図中では、図3に示した日本海盆の北側にあたる北部日本海、日本海盆西部、日本海盆東部、及び対馬、大和海盆を含む南部日本海の4つ

に海域分けして表示してあります。各海域とも表層の+70‰から深度とともに指数関数的に濃度を減少させる傾向にありますが、水深2000m以深では、-50‰から-65‰の範囲でほぼ一定の値となります。この水塊が先に説明した底層水で、各海域における平均値は、日本海盆西部、南部日本海、日本海盆東部の順に小さくなります。 $\Delta^{14}\text{C}$ が小さいというこ

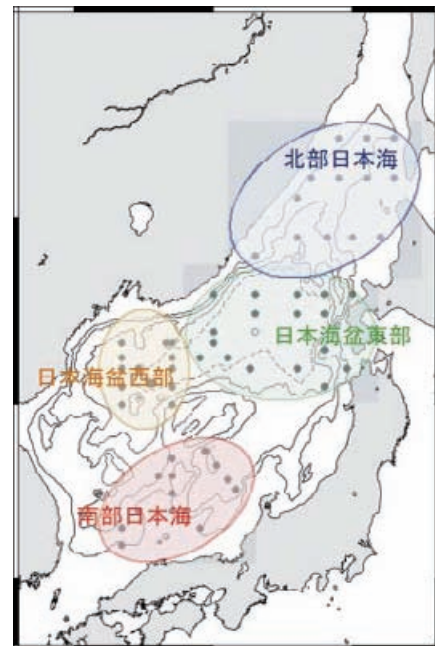


図3 日本原子力研究所（現在 日本原子力研究開発機構）による海洋観測点
丸印で示した地点において、海面から海底直上まで、25～100m間隔で海水をくみ上げ、様々な化学成分の分析を行いました。

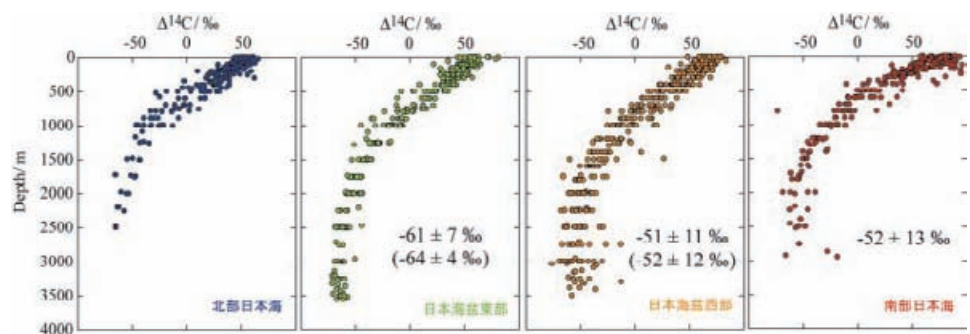


図4 日本海全域における放射性炭素（ $\Delta^{14}\text{C}$ ）の鉛直分布
図3に示した、北部日本海、日本海盆東部、日本海盆西部、及び南部日本海の4つに海域分けして表示しています。グラフ中の数字は、水深2000m以深での平均値と標準偏差、かっこ内は水深2500m以深での平均値と標準偏差になります。

* ^{14}C …炭素には ^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C の3つの同位体があります。 ^{14}C は空気中の中性子と呼ばれる微粒子と窒素（ ^{14}N ）が衝突することで作られ、絶えず電子（ β 線）を放出し ^{14}N に変わることから、大気中にはほぼ一定の ^{14}C 原子が存在しています。 ^{14}C が ^{14}N に変わる現象は放射性崩壊と呼ばれ、極めて規則的に起こっており、最初にあった原子の数が半分になるのに約5730年を要します。つまり、大気と接することなくなった物質中の ^{14}C と ^{12}C の比（ $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ ）は、その経過時間が長いほど小さくなります。この現象を利用した代表例として、遺跡の発掘物の年代測定が挙げられます。

とは、その海水が大気と接している海面から海中へと沈み込んでからの見かけ上の経過時間が長い、つまり“古い”海水であることを示します。すなわち、もし底層水の起源が一つであると仮定するならば、その起源は日本海盆西部付近の表層水であり、これが日本海中央部にそびえ立つ水深1000mにも満たない大和堆(図2参照)を囲むように反時計回りの循環をしていることとなります。ここで興味深いことは、日本海盆西部と南部日本海の底層水の $\Delta^{14}\text{C}$ が同程度であるのに対して、日本海盆東部が約10%も低い結果となった点です。この差を単純に海水の“年代差(年齢差)”で表すと約80年に相当するので、日本海盆西部付近の表層で沈み込んだ底層水が、日本海盆西部と南部日本海では比較的是やく混合するにもかかわらず、距離にして数百キロしか離れていない日本海盆東部に到達するのに数十年を要するとはちょっと考えにくい結果です。図4の底層水の $\Delta^{14}\text{C}$ をよく見ると、日本海盆東部に比べて日本海盆西部や南部日本海のばらつきが大きいことが分かります。私たちの最近の解析から、このばらつきが大きい海域ほど過去数年から十年ほどの間に深層へ沈み込んだ表層水の影響を受けていることが分かってきました。さらに、海水中の他の化学成分の精密分析の結果と照らし合わせていくと、日本海盆東部に見られる底層水は北部日本海の水塊に見られる特徴と大変似ていました。私たちはこれまで底層水がひとつの大きな循環をしていると考えてきました

が、これらの結果から、どうやら日本海盆の東部と西部、言い換えれば、亜寒帯(日本海盆東部や北部日本海)と温帯(日本海盆西部や南部日本海)の底層水の起源は各々異なっていて、それぞれ異なった循環をしているかもしれないという疑問が生じてきました。

先に紹介した底層水中の溶存酸素量の減少傾向、及び深層水温の上昇傾向は、それぞれ日本海盆東部、及び南部日本海の定点観測から得られた結果です。これまで私たちは、これらの「変化」を日本海における温暖化影響として一括りで評価してきましたが、今回の私たちの研究によって、全く異なった温暖化プロセスを経た結果であった可能性が出てきたわけです。日本海は海洋研究のための実験場だと表現しましたが、ひょっとするともっと複雑な海域なのかもしれません。しかしながら温暖化に対して敏感に反応する海域であることには間違いのないので、これからも日本海の「変化」を地道に追いかけていきたいと思っています。

(あらまき たかふみ, 化学環境研究領域
動態化学研究室)

執筆者プロフィール:

日本原子力研究所(当時)から環境研に移ってきてもうすぐ丸5年になります。学生の頃からずっと海に関わる研究をしているので、40年近い我が人生のうち、少なくとも1年以上は海の上で過ごしている計算になります。ちなみに“船酔い”の経験はありませんから、天職かもしれませんね。今年もこれから冬の日本海の荒波へ出港します。

木漏れ日傾り

写真はツルボの花です。夏の終わりごろから秋にかけて、環境研構内の外周道路沿いの草地で見かけます。ユリの仲間の多年草で、近寄って小さな花をよく見ると6枚の花びら(正確には花被片)があることが分かります。(竹中明夫)



【環境問題基礎知識】

マングローブと環境問題

井上 智美

はじめに

このごろは「マングローブって知ってる？」という問いかけに、「何それ？」と聞き返されることはほとんどありません。たいていは「ああ、あのタコみたいな木でしょう？」とか「テレビで見たことがあるよ」といった答えが返ってきます。限られた場所でしか見ることのできないマングローブが世界中で認識されはじめてきているようです。そして、「マングローブ」は「環境問題」という言葉とセットで語られることが多いように感じます。どうもこれは、近年マングローブが急激に減少していることと関係がありそうです。

マングローブとは

マングローブとは、簡単に言うと海にはえる森のことを指します。もう少し詳しく定義すると「熱帯・亜熱帯の潮間帯に形成される植物群落」となります。潮間帯というのは潮の満ち引きで水位が変動する海岸域のことで、このような場所のうち、マングローブ林は主に川の河口付近の真水と海水が混じりあう場所（汽水域といいます）に形成されます。ふつう、植物は塩分の含まれている海水では育ちません。生きるために吸収し続けなければならない水に、細胞や組織に障害をもたらす塩分が沢山含まれているとしたら、これは植物にとって大変な問題です。しかし実際に調べてみると、マングローブ植物の体内の塩分濃度は根の外の塩分濃度よりも低くなっていることが分かっています。海水や汽水で育つことができるという点はマングローブ植物が他の植物と大きく異なるところです。これまでの観察によってマングローブ植物には以下のような塩に対応するメカニズムがあることが分かっています。

- ・葉の表面にある塩類腺という器官から体内に吸い込まれた塩分を排出する [ヒルギダマシなど]。
- ・根が水分を吸収する際に塩分を濾過している [ヤエヤマヒルギなど]。
- ・体内の塩分を古い葉に集めて落葉させる [オヒルギ、ヤエヤマヒルギなど]。

しかし、いったいどうやって塩分を排出したり濾過したりしているのか、詳しいメカニズムについては全くわかっていません。

また、マングローブ植物を初めて見る多くの人は、奇妙な形をしたその姿にびっくりします。その最たるものが根っこの形です。冠水による酸素不足、塩分過多、不安定な底泥、といった環境に対応するため、マングローブ植物の根は何とも奇抜な形態をしています（写真参照）。

- ・地上に飛び出たタコの足のような支柱根（しちゅうこん） [ヤエヤマヒルギなど]。
- ・地面から上に伸びる櫛のような筍根（じゅんこん） [ヒルギダマシ、マヤブシキなど]。
- ・一度地中にもぐってから、膝小僧のように根の一部を地上に出す屈曲膝根（くつきょくしっこん） [オヒルギなど]。
- ・波打つ板のように地面に立ち幹を支える板根



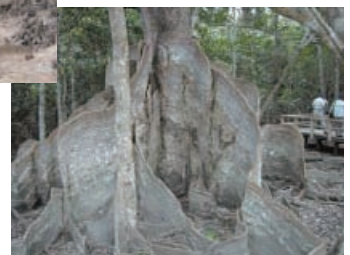
支柱根



筍根



屈曲膝根



板根

(ばんこん) [サキシマスオウノキ, メヒルギなど]。

マングローブの根の共通した特徴のひとつは地上に姿を現していることです。満潮時に冠水してしまうような場所では、根が呼吸するための酸素がほとんどなくなってしまいます。そのため、マングローブは根を地上にのぞかせて、大気中から酸素を獲得しているのです。マングローブの根の断面を観察してみると酸素の通り道となっている空隙があることが分かります。また、支柱根や板根などは不安定な底泥で体を支えるのに、とても役に立つ形をしています。汽水域という特殊な環境に対応するために、マングローブ植物は陸上植物とは違った独特の性質や形態を発達させているのです。

マングローブ林の減少

近年問題とされている熱帯林の減少と同様、マングローブ林も例外ではありません。マングローブ林が減少してきた要因は1つではなく、場所によっても様々ですが、主な要因を挙げるとすると以下の3つがあります。

1. エビ養殖池への転換

東南アジアのマングローブ林が激減した最大の要因は、エビ養殖池への転換であると言われています。現在、世界で消費されているエビの大部分が東南アジアのマングローブ域で生産されています。ここ20～30年の間にタイでは半分近い面積のマングローブ林がエビの養殖池に姿を変えました。インドネシアやベトナムでも、かつてマングローブ林だった場所にエビの養殖池が整然と並んでいるのを見ることができます。養殖池で生産されたエビは世界中へ輸出されています。そして、このエビの消費国第1位は他でもない日本です。

2. 製炭材のための伐採

マングローブ樹種で作られる炭は上質で硬くて重く、火力が強くて長持ちします。マングローブ林のそばで生活する人々にとってマングローブ炭は炊事に欠かせないものでした。自家用にそれぞれが炭を作っているうちは問題ありませんでしたが、1960年代以降、農村部での自給自足生活から都市化への社会システムの変化に伴って炭や薪が商品となり、マングローブ林が大量に伐採されるようになりました。

3. 農用地への転換

東南アジアでは、とくに第二次世界大戦後に爆発的に人口が増加し、食料獲得のために水田が増設されました。この時、多くのマングローブ林が水田に

姿を変えました。しかし、マングローブ林を伐採して水田を作ると、これまで土中で酸素に触れずに存在していたパイライト（黄鉄鉱）が酸化されて硫酸を生じ、強酸性土壌となって稲が育たなくなってしまいます。使われなくなった水田はそのまま放棄されています。

失われていくマングローブ林の機能

マングローブ林の幹や地上で入り組んだ根は海と陸との間で重要な緩衝場としての役割を持っています。つまり、海からの風や波から陸地を守り、陸からの土砂や汚水の流出を緩衝しています。そのマングローブ林が突然姿を消したため、各地で様々な問題が起きています。フィリピンやバングラディッシュでは台風の高波のために陸地に住む何万人もの人や家や家畜が失われています。また、数十km内陸まで海水が押し寄せるため、水田が塩にさらされてしまいます。一度海水をかぶった水田では数年間は稲が育ちません。今後は地球温暖化の影響で台風が大型化すると予測されており、ますます深刻な問題になっています。ベトナムでは海岸が浸食され、陸からの土砂や富栄養化した生活排水、エビ養殖池からの排水がそのまま海に流れ込んでいます。そのため沿岸海域の汚染が進み、沿岸部に生息する魚介類への影響が懸念されています。

そもそも、マングローブ林自体が多様な生き物の生息場となっていることが分かっているのです。マングローブ植物が太陽の光と無機栄養で作りに出した葉や枝は有機物として林床に供給され、これが分解されて多くの生き物たちの餌となります。また、入り組んだ根っこの隙間は波の影響が緩和されるため、魚などの産卵場所や幼魚の生育場所、隠れ家となっています。マングローブ林がなくなるということは、これらの多様かつ陸上生態系には見られない生物たちが丸ごと全部なくなるということを意味します。世界のマングローブ面積は約1,810万haあります。これは熱帯林の全面積（約13億ha）のわずか1%に過ぎません。希少で独特、そして人間の生活に密接に関わっているマングローブの将来について、真剣に考える時期が来ていることは間違いありません。

(いのうえ ともみ, アジア自然共生研究グループ
流域生態系研究室)

執筆者プロフィール:

研究者は研究対象に似てくるとか。マングローブのように遅くなれたらいいなあと思う今日この頃。

【海外調査研究日誌】

南極レポート（第3回：「昭和基地でのミッドウィンター」）

中島英彰

前回の南極レポートでは、昭和基地の概要とそこで行われている観測項目について紹介しました。今回は、昭和基地での極夜の生活やミッドウィンター祭の様子、あと最近始まった極成層圏雲（PSC）の観測に関して紹介したいと思います。

南極昭和基地では、5月31日から7月12日までの約1ヵ月半の間、一日中太陽の昇らない「極夜」を迎えました。とはいっても一日中ずっと真っ暗なわけではなく、最も暗くなる6月後半においても真昼の数時間程度は、夕暮れ時ぐらいの明るさになり、わずかながら基地の外作業も行うことができます。この時の太陽は、一番昇っても地平線下2.5度にしかならないわけです。

極夜の期間には我々の体の中の体内時計が狂ってしまうせいか、不眠を訴える隊員が増えます。基地のお医者さんに睡眠薬を処方してもらって隊員も多いようです。また、寒さも本格的となり、今年に関して言うと7月13日に今年最低となる -33.4°C を記録しました。

南極に特徴的な気象現象の一つに「ブリザード」が挙げられます。これは、地吹雪を伴う強風のことで、半日から数日間も台風並みの強風が連続して吹き荒れます。酷い時には、横から吹きながってくる雪のため、「ホワイトアウト」といって視界が限られて10m先が見えなくなることもあります。また風速も平均で秒速25m以上、瞬間だと40m以上にもなり、外出すると遭難する危険性があります。実際、1960年の第4次南極観測隊の福島紳隊員が、このようなブリザードの最中に犬の餌やりと橇（そり）の点検のため外出し、基地に帰り着くことができずに遭難してしまいました。その遺体は8年後の1968年、基地から約4km離れた西オングル島で発見されるまで分からなかったという悲劇となりましたが、これが現在に至るまで、昭和基地における唯一の死亡事故例となっております。現在ではその時の気象条件を基に、隊長が順次「外出注意令」、「外出禁止令」を発令しますが、こうした過去の事故例を基に隊員

の安全管理を図っているわけです。

南極における冬至の前後数日間（今年は6月21～23日）は、「ミッドウィンター祭り」といって、南極におけるすべての越冬観測基地がお祭りを行います。この時は休日日課となり、気象や通信、オーロラ観測等どうしても外せない業務以外は休みとなり、スポーツ大会やゲーム大会、バンド演奏や劇・落語披露などの演芸大会が行われ、フルコースディナーや和風懐石などの料理に舌鼓を打ちます。また、各国の基地は、お互いにグリーティングカードの交



図1 今年のミッドウィンター祭りの時に、昭和基地から各国の基地宛に送ったグリーティングカード



図2 各国の基地から昭和基地宛に送られてきたグリーティングカード。どのカードにも、国旗や国の名前が判別できる情報は、ひとつも見当たらない！

換を行います。図1は、昭和基地から各国の基地宛に送った今年のグリーティングカードです。このカードは、私が撮影してデザインしたものが採用されました。また、図2は、各国の基地から昭和基地に送られてきたグリーティングカードです。中には、ミッドウィンター・ディナーの招待状を送ってくる基地もありますが、それぞれ1000km以上離れ、航空機も使えないこの時期にお互い行き来できるはずはなく、ジョークのひとつです。今年、アメリカのブッシュ大統領やウクライナの教育科学大臣からも、昭和基地宛のメッセージが届きました。ちなみに今年全部で20カ国、48の基地が、南極で越冬観測を行っております。

面白いのは、これらのカードには国名や国旗など、その基地の所属「国」に関する事柄が一切入っていないということです。これは、南極大陸の継続的な平和的利用のために1959年に締結された、「南極条約」の精神に則るものとされています。つまり、南極地域における領土主権・請求権の凍結、南極地域の平和的利用（軍事的利用の禁止）、科学的調査の自由と国際協力の3つを柱とする条約の精神に則り、南極においてはすべての基地は、国際協力の上に観測を行っているのだということの現われです。ちなみに、1957年から南極観測を開始した日本は、アメリカ、ソ連（当時）などを含めた12の条約原締結国のひとつです（現在の締結国は45カ国）。

最近のトピックとしては、南極特有のPSC（図3）の観測を開始したことが挙げられます。PSCとは、 -80°C 程度以下にまで気温が低下する極域の成層圏にのみ現れる特殊な雲のことで、オゾンホールの引き金となる化学反応を起こす仲立ちをしていることが分かっています。ただし、その特性に関してはまだ分かっていない点が多く、オゾン層将来予測モデルの不確定性の要因のひとつと考えられています。我々48次観測隊では、PSCにターゲットを絞っ

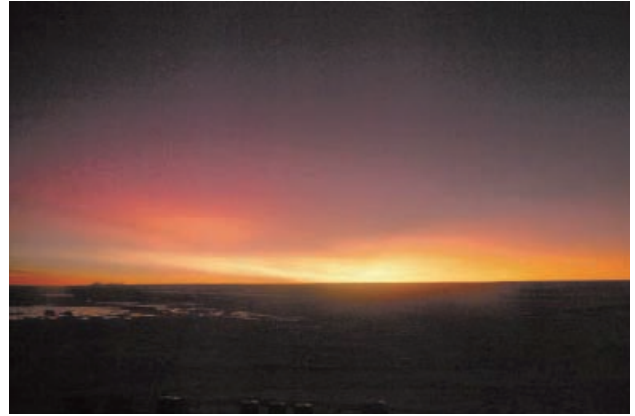


図3 昭和基地に現れた極成層圏雲（PSC）
PSCは成層圏の高度12~20km付近に現れるために、日の出前の太陽の光を浴びて黄色、もしくはピンク色に輝く。写真を撮ったときは、高さの異なる複数の層のPSCが同時に現れていたため、複雑な色彩となって夜明け前の空に輝いていた。

た観測を行うことにより、その不確定性の低減に貢献することを狙っています。7月はじめ頃より昭和基地上空ではしばしばPSCが見られるようになり、晴天日には今回新たにPSC観測用に持ち込んだ分光器による観測を行っております。なんとか、面白いデータが取れそうに感じています。

次回の南極レポートでは、今年のおゾンホール最盛期の状況に加え、極夜明けの沿岸調査やペンギンセンサス、そして内陸トラバース旅行などについてお知らせする予定です。お楽しみに。

（なかじま ひであき、大気圏環境研究領域
主席研究員）

執筆者プロフィール：

国立環境研究所に来て丁度10年目の年に、つくばから南極に脱走計画を企て、現在南極昭和基地に雲隠れ中。昭和基地に来て久々に、高校時代以来となるバンド演奏を再開した。これも、日本にいてはとてもできないサバカル生活の効能か。幸い昭和基地では毎月「誕生会」という披露の場があるので、練習にも熱がこもる。今回の越冬を機会に始めたテナーサックスも、それなりに上達している。果たして、帰国後皆さんの前で披露できるまでの腕前になれるか…!?



【研究所行事紹介】

『サマー・サイエンスキャンプ』実施報告

企画部 広報・国際室

7月25日（水）から7月27日（金）、7月30日（月）から8月1日（水）の各3日間、サマー・サイエンスキャンプ2007を実施しました。

サマー・サイエンスキャンプとは、高校生が、先進的な研究テーマに取り組んでいる研究者や技術者から3日間直接指導を受けることができる、実験・実習を主体とした科学技術体験合宿プログラムで、(独)科学技術振興機構が主催しています。

国立環境研究所が受入機関となったのは、1999年に地球環境研究センターが北海道根室半島の落石岬にある地球環境モニタリングステーションで行った「サイエンスキャンプ'99」が最初であり、それ以降毎年実施しています。今年はこれまでで最大規模の3コースを実施し、多数の応募者の中から選ばれた24名の高校生が参加しました。

『湖を知ろうー霞ヶ浦調査船でのフィールド実習ー』コースでは、化学、生物などの湖沼環境の基礎を学び、調査船観測や分析を体験しました。

霞ヶ浦でのフィールド実習では、実際に研究所の調査船に乗り、試料採取、湖の透明度、水温、溶存酸素、pHなどの鉛直分布測定などを研究者の方の指導を受けながら行いました（写真1）。また、フィールド実習で採取した試料を研究所に持ち帰り、プランクトンの観察や湖水中の栄養塩の分析も行いました。採取した試料中のプランクトン密度計算は少し難しかったのか、計算の仕方を研究者に熱心に

質問していました。

昨年に引き続き実施した『生物の力による環境浄化を考えよう』と題するプログラムでは、『植物（植物と環境浄化能力を考えよう）』と『微生物（微生物の多様性を覗いてみよう）』の2コースに分かれ、自然を観察するフィールド調査を行いました。

『植物』コースでは、プラスチックの素材として良く使用されているビスフェノールAという化合物を使用し、土壌中の有機化学物質が植物によって吸収されていく様子を実験室で観察しました。

コースの後半では、生物と環境との関わりや生態系の中でそれぞれの植物がどのような役割をしているのかを知るため、筑波山山頂付近で植物観察を行い、基本的な観察のテクニックを学びました（写真2）。



写真2 筑波山での植物観察

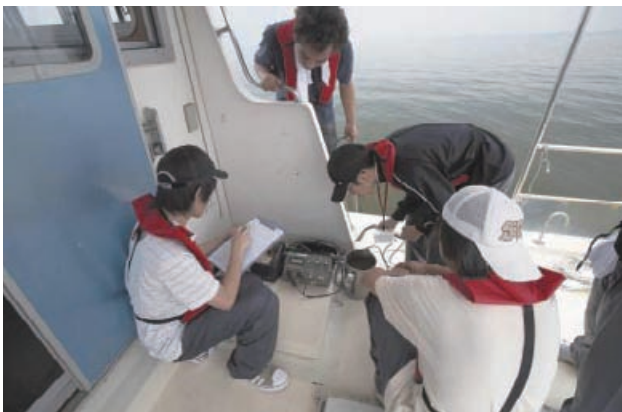


写真1 霞ヶ浦での実習



写真3 装置を使つての実験

『微生物』コースでは、身近な環境中の微生物の多様性を遺伝子解析により観察しました。国立環境研究所の近くにある洞峰公園で採取した土壌の中から微生物由来のDNAを抽出し、その多様性を観察するため、特定の微生物遺伝子を遺伝子増幅装置(PCR装置)により増幅して、特別な電気泳動装置(DGGE)で分離し、多様な微生物遺伝子によって生じる模様(電気泳動パターン)を観察しました(写真3)。サイエンスキャンプに参加した学生から、「とても有意義な経験ができた」「研修を通し、環境問題

について興味や関心が増えただけでなく、人と人との交流の大切さも学べた」などの意見があり、とても有意義なプログラムになったようです。

これからの将来を担う高校生が、環境問題に興味を持つ同世代の仲間と交流し、各自の知識や考え方をより一層深める機会を提供できたことは研究所としても喜ばしいことです。今後とも、研究者の協力を得てこのプログラムがより充実したものとなるよう工夫していきたいと思えます。

【研究所行事紹介】

『ミニ博士』開催報告

企画部 広報・国際室

8月1日(水)から3日(金)までの3日間、茨城県教育委員会主催の平成19年度科学大好き児童生徒育成事業「ミニ博士コース」を実施しました。

同事業は茨城県内の研究機関での学習を通して、科学への興味・関心を高めることにより、「科学技術の県いばらき」を担う生徒の育成を計ることを目的としています。国環研での「ため池の水質調査」コースには、県内の中学生5名が参加しました。

所内の池から採取した水を使って、ろ過やクロロフィル分析、化学的酸素消費量(COD)分析など水質調査のための様々な分析方法があることを実地に学び、その分析結果からため池の状況を知るという一連の流れに興味を持って学ぶことができたようです。

参加した生徒からは、「普段体験できないことがたくさんできて楽しく勉強になった」「採取した水

についていろいろな分析をし、理科についてさらに興味を持つことができた」などの感想があり、国環研での経験を通して、科学の面白さや楽しさを感じていただくことができたと思えます。



クロロフィル分析のための遠心分離操作

新刊紹介

『環境儀』No.26 成層圏オゾン層の行方ー3次元化学モデルで見るオゾン層回復予測(平成19年10月発行)

オゾン層破壊は、世界人類が直面している地球環境問題として現在も大きな注目を集めています。「環境儀」第26号では、3次元化学気候モデルを用いた将来的なオゾン層の回復に関する予測に取り組んでいる大気圏環境研究領域 秋吉英治主任研究員とアジア自然共生研究グループ 永島達也研究員の研究をわかりやすく紹介しています。内容は、オゾン層の研究における3次元化学気候モデルの意義とその開発・改良に関する解説や、将来予測に関して現在行われている国際的なモデル比較実験などが取り上げられています。そのほか、オゾン層破壊のプロセスや温暖化ガスがオゾン層破壊に与える影響、紫外線暴露による健康影響などオゾン層の破壊に関した気になる話題をコラムで紹介しています。地球環境問題の解決にあたっては、問題に対して科学的見地からより確かな情報を集積するだけでなく、これを迅速に政策にフィードバックし、より効果的な対策を速やかに実施することが重要です。オゾン層破壊とその対策については、科学と政策の連携が効果をあげてきている成功例と考えられていますが、将来のオゾン層の回復を正確に予測するには未だ多くの課題が残されています。本号を読まれた方に、この研究分野の長期にわたる取り組みの実際について知ってもらおうことで、地球環境問題という大きなスケールの問題を解決するために長期的な見通しに基づいた行動計画がいかに重要であるか理解してもらえらるものと考えています。

(『環境儀』第26号ワーキンググループリーダー 高橋 善幸)

表彰

受賞者氏名：増富祐司

受賞年月日：平成19年8月2日

賞の名称：地球環境講演論文賞（土木学会地球環境委員会）

受賞対象：優れた論文に対して「世界流域データベースの開発」

受賞者からひとこと：

このたびは栄誉ある地球環境講演論文賞を賜りましたことを著者一同、誠に光栄に存じます。受賞講演論文「世界流域データベースの開発」は、著者らが開発した世界流域データベース（Global Drainage Basin Database：以下GDBDと呼ぶ）の概要と開発手法、精度検証についてまとめた講演論文であります。現在、地球上では人口増加、産業発展、生活様式の変化、灌漑農業の拡大等に伴い、水に関連した様々な問題が顕在化し、これに加え今後予測される気候変動は地球規模の水循環を変化させ、現在問題のない地域に新たに問題を生じさせる可能性があります。このような背景の下、GDBDは水問題の解決に向けた流域から地球規模の統合的な研究や解析とそれに基づく管理や対策の実施を行うための基礎情報の提供を目的として開発をしました。GDBDの特徴は以下の3点です。第1に、地理的に整合性を持った6つのGISデータ（流域データ、河道位置データ、流量観測所データ、自然湖データ、人工湖データ、表面流向データ）から構成され、それらに地形や人口、土地利用/被覆など自然科学から社会科学にわたる幅広い情報が格納されている点、第2に、様々な精度検証を行い、高精度であることが検証されている点、第3に、ArcGIS Geodatabaseフォーマットを用いて開発され、ArcGISだけでなくMicrosoft Accessを用いてデータの閲覧、編集が可能であり、水問題に関わる多くの利害関係者、政策決定者、研究者がデータベースを利用できる点であります。今後も今回の受賞を励みに、水問題の解決に向けた更なる研究を進めていきたいと思っております。

GDBDは下記のURLよりダウンロードできます。http://www-cger.nies.go.jp/cger-j/db/enterprise/gdbd/gdbd_index_j.html

受賞者氏名：日置 正（京都府保健環境研究所）、中西貞博（同）、向井人史、村野健太郎

受賞年月日：平成19年8月10日

賞の名称：日本エアロゾル学会論文賞（日本エアロゾル学会）

受賞対象：優れた論文に対して「日本海沿岸で粒径別連続採取したエアロゾル中の水可溶性イオン種および微量金属成分による長距離輸送現象の解析—2002年春の黄砂イベントを中心に—」

受賞者からひとこと：

近年、エアロゾル中の成分分析に関する研究はあまり華やかさが見られなくなっていますが、まだすべてが解明されているわけではなく、筆者たちは、粒径を分けて高頻度でサンプリングできる新しいサンプラーを用いて、長距離輸送されるエアロゾルの細かい成分分析を行いました。場所として京都の日本海側に位置する弥栄において、12時間ごとのサンプリングを黄砂時期などを含めて行い、これまで通常測定されてこなかった金属類（Bi, Tl, Th, U）などもターゲットにしつつ、分析を試みました。このような、時間分解能の高い粒径ごとの金属分析は、かなり労力を要するものであり、これまでリモートサイトでのデータはほとんどありません。本論文では、輸送される人為起源物質（例えば硫酸イオンや鉛濃度）の輸送経路の特徴や黄砂との対応を示したほか、長距離輸送の指標となりそうな元素比をいくつか提案しました（Bi/Pb, Cd/Pb, Th/Uなど）。アジアにおいては、中国、日本などの大きなエアロゾル発生源による寄与の他に、桜島など火山による発生源も存在すると考えられ、硫酸イオンのほかBiなどが火山の指標になるのではないかと推定しました。また、Th/U比は、土壌の地域性を表す指標になる可能性を示すことができました。

アジアでのエアロゾルの発生量やその特徴は有鉛ガソリンの禁止などの対策や一方では発展する経済事情によって、ここ10年で大きく変化してきています。それらの変化が長距離輸送されるエアロゾルにも現れてくるであろうことを今後さらに追いかけてゆく予定です。

人事異動

（平成19年8月30日付）

村川 昌道 退職 総務部長（環境省大臣官房付）

（平成19年8月31日付）

加藤 正男 配置換 総務部長（企画部長）

松井 佳巳 昇任 企画部長（企画部次長）

編集後記

最近、学生さんと一緒に飲み会になると、話題が見つからず、ついつい、「いったい君はこういうことを勉強して何になりたいのだね」と親父じみたことを尋ねてしまう。そういえば、それぐらいの頃、自分がなりたいものなどよくわからなかった。始めたばかりの研究という作業の目新しさと面白さに、こんなことを続けてゆければいいな、とは漠然と考えていた。自分の研究に関係がある有名な研究者が集っていたつくばの国立公害

研究所（当時）はあこがれであったが、どうすればそこに行けるのかなどは思いつかない、雲の上の存在だった。時は流れて、紆余曲折しながら研究を続けて、今、自分はこの研究所の一員となっている。このニュースが私たちの活動を世間に伝えるものであると共に、若い人が、自分がなりたいものを見つかるときの道標になればいいなと思う。

（M.Y.）

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