



国立環境研究所

二一八

Vol. 18 No. 3

平成11年(1999) 8月

独立行政法人化と研究所

主任研究企画官 小野川 和延



(おのがわ かずのぶ)

独立行政法人化のスケジュールが具体化され、ある程度の姿が見えるようになってきた。これを見る限りでは、国立環境研究所の研究者の立場に立つ限り、従前に比べて悪くなったという点はあまり見あたらないように思える。変化に対する漠とした不安感といったものは否めないにしろ、独立行政法人が独立採算性を意味するものではないという認識、使途の制限のない国費の交付金制度、善し悪しの議論は置くとしても国家公務員としての身分の継続等を考えれば、現在の国立試験研究機関が抱える諸々の制約条件が緩和され、当初意図されたように、これまでよりも研究者が自らの意志で自由に動きやすい環境条件が整備されたらと積極的な解釈も可能である。

これからの課題は、「研究所が自らに対してどれだけ積極性を維持し、自主性を発揮することができるか」であり、「どれだけ高い評価を勝ち取りうるか」である。その結果次第で、力強く動く研究所はそれに応じた処遇を得ることになるが、これは研究者個人についてもまったく同様である。

これまで、研究所の予算や定員の決定は本庁や財政部局といった第三者の手にゆだねられていた。しかし今回は、予算については移し替え経費と呼ばれていたものを除いてこれが一変する。枠として与えられた予算を用途の制限なく使用できることになるのであり、その使い方の評価は研究所が出す研究成果を通じて下されることとなる。最大の懸案であった研究者の定員の確保も基本的には同様であり、予算の中からどれだけを人件費に充てるかの問題となる。

今後は、研究所自らの意志決定と実行力が今までとは比較にならないほど重みをもったものとなってこよう。求められるのは、組織、研究予算の配分を含む大所高所からの研究の方向付けと、それを受けた研究成果の最大化である。当然のことながら、このことはそれぞれの判断を下す者と執行に当たる者とは対し、権限の付与と併せて結果に対する責任を求めることとなる。これらに携わる者には、その意図するところがどこにあったかは関係なく、結果責任が問われることになる。シニアな研究者が必ずしも管理者を意味しないとする、研究能力と管理能力とを切り分ける意識改革も今後は必要となってこよう。

自由には必ず義務と責任がつきまとう。与えられた裁量権の拡大は、その成果をもって評価される。管理者が総体としての評価を受けることは当然であるが、研究者ひとりひとりに対する評価も避けては通れない。

執筆者プロフィール：環境庁大気保全局自動車環境対策第一課長，特殊公害課長，国連環境計画（UNEP）アジア太平洋地域事務局次長等を歴任

21世紀に向けて，我々は聡くあらねばならぬ

鷲田 伸 明

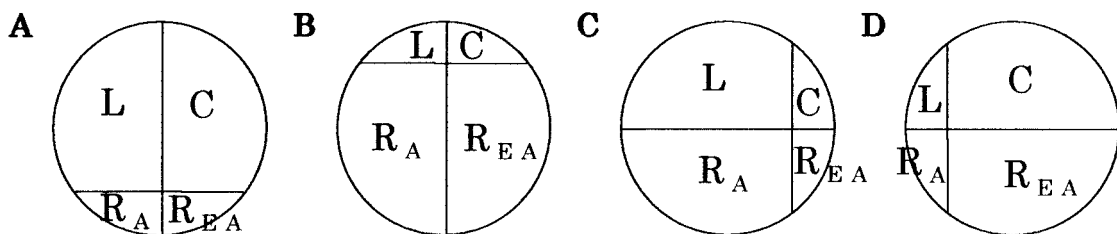
ニーチェはその遺稿の中で「自分の死後100年間はニヒリズムの時代で，次の100年間は本格的なニヒリズムの時代になる」と予言していたと言われている。ニーチェは1900年に没しているから，21世紀が正に彼の言う本格的ニヒリズムの時代に相当する。ニヒリズムあるいはニヒリストという言葉が文学に初めて登場したのは，1862年に発表されたツルゲーネフの「父と子」に登場する青年バザーロフが最初であると言われている。この小説の中で医者であり化学者であるバザーロフは，古い道徳，宗教の一切を否定し，それらの破壊を建設の第一歩とする急進的インテリゲンチヤとして，迫力ある青年像で描かれている（多少，著者の皮肉も見え隠れしているが）。「神は死んだ」皆が寄ってたかって殺したのだと言った哲学者は，信仰を捨て科学技術に走るであろうこの先2世紀の人類の姿をも見ている。

21世紀を目前にして我々は今後益々破壊と建設を進行させていくことになるのだろうか。強い競争力を建前とした独立行政法人化などは軽いもので，科学の片方は宇宙ステーションから火星移住計画に走り，もう片方のバイオテクノロジーは原爆開発前夜の様相を呈している。かつて神が作り給うた原子核など壊してよいのかと恐れつつ，人は核分裂からエネルギーを取り出したのと同様に，今や神が作り給うた遺伝子をバラバラにしたり，人工合成したりしている。それに比べると地球を守れ，生態系を守れに代表される環境研究は単なる保守主義として，力負けしないだろうか。いつまでもsustainable development（持続可能な発展）だけでは心もとなくはないだ

ろうか。ここで何か倫理的哲学が欲しいと思いつつも，あふれる情報に翻ろうされる大衆を尻目に，情報，宇宙，バイオ技術を集中的に手中に収めた者に権力が集中するのが21世紀なのかも知れない。

3年前に逝去された丸山眞男教授が東京大学法学部で行った講義録（全7冊）が東京大学出版会から最近出版されている。その第三冊に1960年度にただ一度だけ行われた「政治学」の講義内容が掲載されている。「政治は可能性の技術（Kunst des Moglichen）である」というビスマルクの言葉を命題とした講義内容は，政治または政治学を科学技術研究に置き換えても違和感を与えない普遍性の高い理念を我々に与えてくれる。その第二講に「政治的分析の諸方法」という講があり，価値充足度の高い（または低い）社会，前進的（または停滞的）社会の構造を下の四種のパターンで表している。ここでLはリベラル，Cは保守，R_Aは過激性（Radical），R_{E A}は反動（Reactionary）である。安定しつつ前進する社会はACの合体型でLが最大でR_{E A}が最小の社会（丸山は明治20年頃の日本を例にあげている）であり，安定しているが停滞している社会（例えば徳川体制）はAD型でCが最大でR_Aが最小の社会であるとしている。その他R_Aが最大でCが最小のBC型は不安定な革命型社会であり，R_{E A}が最大でLが最小のBD型社会は不安定な停滞型（例えばナチ体制）であると分類している。

25年前（昭和49年）に研究員の平均年齢32～33歳でスタートした国立公害研究所（現国立環境研究所）は，その後8～9年間は安定した研究費と成長期にある研究員や



価値充足度の高い社会（安定） 価値充足度の低い社会（不安定） 前進的・実験的 停滞的
社会 社会 社会 社会

〔丸山眞男講義録，第三冊，東京大学出版会より〕

研究テーマの下でA C型を維持できた。昭和59年頃から平成元年の組織見直し期にかけての6年間は予算の面では明らかに停滞型であったが、研究員のポテンシャルティー（潜在力）は十分に温存されていたと見てとれる。平成2年以後の予算の増大はB C型に近く、それに対して平均年齢43歳になった研究員の方は単に高齢化の問題だけでなく若い人達の保守性の問題もあって、なかなか自覚しにくいことではあるが、停滞型になりつつあることは否定できない。それにも増して心配なのは、知的ポテンシャルティーの枯渇であろう。予算面とそれを受ける研究員との間に良いバランスがあってはじめて、恐らく大多数の人が理想と考えるであろうA C型の研究社会を作れることは当然であるが、同時に、知的財産の食いつなぎや、食い潰しではない、前進的知性の獲得がなければA C型社会は作れない。

当研究所の現在の予算は昭和63年に比べ約3倍に増大し、それに伴いプロジェクトという名の研究の事業化が一層進行した。これは単に当研究所だけでなく世界的傾向であることを考えれば、本格的ニヒリズムという名の21世紀は研究よりも研究事業の時代になるであろうことを暗示している。独立行政法人化後の評価は研究事業体としての評価が大いに含まれることになるだろう。当研

究所が昨年作成した中核的環境研究機関のヴィジョンにも事業性は色濃く描かれている。それでも研究と研究事業の区分を明確化し、賢く両立させることが我々の使命であろう。多分我々は「真理は人間の意志にかかわらず、真理の方から人間に近づき、人間を高いところに導いてくれる」という啓蒙時代の精神の光の輝きを知性の遺伝子の奥深くにまだ内蔵しているのだから。

要は我々はより賢くあらねばならない。面白いのは、このような時に我が国では若者の理工系離れと学力低下が深刻化していると言われていることである。最近、本屋で求めたR.ダンバーの「科学がきらわれる理由」によると、この問題はイギリスでも深刻化していることがわかる。この技術先進国共通の問題には21世紀の科学技術のあり方の姿が影を落としていると言えよう。それでもなお、21世紀の日本の、また世界の経済が科学技術に依存せざるを得ないことは間違いない。だからと言って我々は決して優遇される訳ではないことも知っておく必要がある。例えば徳川時代、日本の経済の8～9割は農業に依存していたが、農民が決して優遇されることはなかったのだから。

（わしだ のぶあき、
地球環境研究グループ統括研究官）

研究プロジェクトの紹介（平成10年度開始環境修復技術開発研究）

海域の油汚染に対する環境修復のための バイオレメディエーション技術と生態系影響評価手法の開発

内山裕夫

1. 背景

1997年1月に起きたロシア船籍タンカーのナホトカ号による油流出事故はまだ記憶に新しく、我が国周辺海域における石油流出事故としてきわめて大規模であった。流出した大量のC重油が、山形県から島根県に至る海岸に漂着し、水産資源への被害のみならず、海鳥や、国立・国定公園等での海岸部の貴重な生態系、および景観にも重大な影響をもたらした。その他に、これまで我が国周辺海域で発生した大規模な石油流出事故として、1974年の倉敷市での重油流出（水島コンビナート石油事故）による瀬戸内海沿岸部の汚染、1997年の韓国籍タンカー オース

ン3号の沈没によるC重油の長崎県対馬への漂着、その他小規模の重油汚染事故が多数発生している。海外においても、1989年のアラスカにおけるエクソン・バルディーズ号タンカーによる大規模な原油流出事故に代表される多数の石油流出事故があり、小規模な事故は世界で年平均2回の頻度で報告されている。世界の海が恒常的に石油で汚染されていると言っても過言ではない。

このような状況を受けて、「油流出事故への対応における協力」が1997年に開かれた日米コモン・アジェンダの下に位置づけられ両国共同で推進されることとなった。環境庁および国立環境研究所では、

ナホトカ号重油流出事故に際して関係省庁と連携をとり、油を分解する微生物を用いた生物的環境修復（バイオレメディエーション）による油浄化に関する調査を開始した。

本プロジェクトは、以上のような国際・国内情勢を背景に、石油汚染により損傷を受けた海域の環境修復を図るため、有効なバイオレメディエーション技術の開発ならびに生態系影響評価手法の開発を目的として平成10年度にスタートした。

2. 目的

海外では既に、石油流出事故対策としてバイオレメディエーション技術を実施しており、例えばエクソン・バルディーズ号事故に対してエクソンと米国環境保護庁（USEPA）等が現場試験を行った。本技術適用後の微生物による油分解など浄化効果および環境への影響については様々な報告がある。しかし、現場試験における結果のほとんどは、地理学的、気象学的、生態学的諸条件に依存する上に、いまだ科学的評価が十分だと言えない。また、本技術の適用に際しては、現場の状況により浄化効果が左右される。さらに、生態系に対する悪影響の恐れが払拭されていない等の有効性・安全性の問題が解決されていない。従って、生態系への影響評価についてマイクロコズム、メソコズム等の隔離された実験生態系による評価解析を行うとともに、現場における実際の生態系におよぼす影響評価解析も行うことが重要である。これらの生態系影響について検討を加え、かつ有効性、安全性についての問題を解決することが、適正なバイオレメディエーション技術の確立のために必要不可欠であるため、本プロジェクトでは



写真1 実証試験現場
ナホトカ号由来の漂着重油に汚染された小石の配置と、散布された栄養剤の拡散具合を観測するための間隙水採取用パイプ

以下のような内容で研究を進めている。

3. 内容

(1) バイオレメディエーションを活用した油分解の高度化技術の開発

油汚染現場等より油分解活性の高い海洋性分解微生物を検索・単離し、使用に際しての安全性を確保するために、単離した微生物の分類学上の位置を明らかにする。また、分解速度・分解生成物等の基本的特性を解明するとともに、微生物を大量に培養する条件を検討する。さらに、油を分解する微生物を用いた製剤等の分解特性の比較を行い、分解能評価手法の開発を行うと同時に分解効果を解析し、適正な使用方法を明らかにする。

一方、効率的な油分解には海水と油との混和を良くするため、分散剤の併用が期待される。既存および新たに開発する生物由来分散剤の成分を明らかにするとともに、海洋生物に対する安全性の評価を行う。次いで、油分解微生物の増殖に必要な窒素、リン、微量物質および油分散剤等に関し、沿岸海域を富栄養化させない適正添加条件の解明を行う。

(2) 底質を含む簡易モデル生態系（マイクロコズム）による油分解と生態系影響評価手法の開発

重油汚染およびその分解過程が生態系におよぼす影響を解析するため、干潟、浅海域から分離した細菌、藻類、動物からなるマイクロコズムを作成し評価実験を行う。また、重油の生態系におけるエネルギーフロー、物質循環におよぼす影響について評価するための手法の確立を図る。さらに、油分解微生物、分散剤、栄養塩等の添加が、ろ過摂食者である貝類、底泥食者である多毛類あるいは附着生物、海藻等の健全な沿岸域生態系の構築と物質循環に関与する生物におよぼす影響を、水温、溶存酸素濃度等の環境要因に着目して評価解析する。

(3) 汚染現場生態系（メソコズム）における油の自然分解とバイオレメディエーションによる効果の総合評価

油汚染沿岸域の自然回復過程を見るために、国内外の油汚染現場より底泥等のサンプルを採取し、回復状況の調査を行う。また、生物種の同定とバイオマス量変遷を解析するとともに、年単位での自然修復力の解明に資する調査を行う。一方、汚染現場において、バイオレメディエーション技術の導入による油除去の効果、油分解微生物製剤等の添加効果を評価するため、岩礁、砂礫等海岸構造の違いを考慮



写真2 兵庫県城崎郡香住町佐古谷海岸における、重油バイオレメディエーション実証試験現場全景

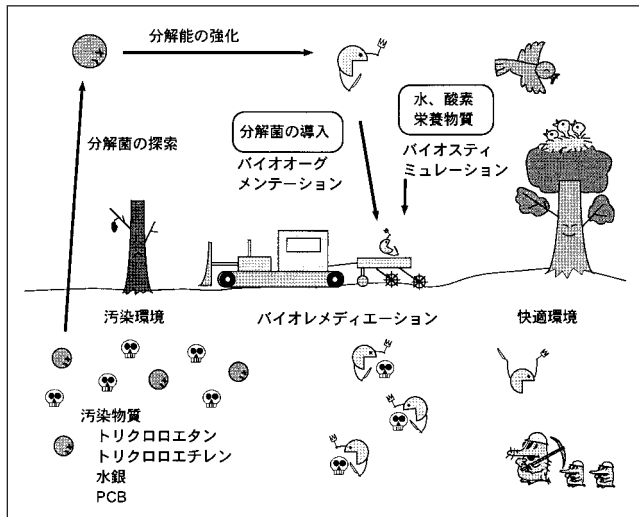
した実験区を設定し、油の分解過程、油分解微生物の増殖過程等を明らかにする。また、油除去作業に用いられる油分解微生物、分散剤等の生態系におよぼす影響を評価するため、処理前後の付着藻類、底生生物、細菌等の遷移を調査する。さらに、上記で得られた成果を基に、バイオレメディエーション技術の有効性および環境に対する安全性について総合的に評価し、他の修復技術との比較を行う。

(うちやま ひろお、
水士圏環境部水環境質研究室長)

環境問題豆知識

バイオレメディエーション

矢木 修身



バイオレメディエーション (Bioremediation) とは、生物が持つ化学物質の分解能力、蓄積能力などを利用して、汚染環境を浄化する技術である。生物として動物、植物、微生物が考えられるが、現在のところは微生物を用いた土壌・地下水汚染の修復技術としての利用が最も進んでいる。バイオレメディエーションは微生物の活用法により2つに分類される。一つは、バイオスティミュレーション (Biostimulation) といわれ、汚染した土壌・地下水に窒素、リン等の無機栄養塩類、メタン、堆肥等の微生物の増殖に必要なエネルギー源としての有機物、さらに空気や過酸化水素等を導入し、現場に生息して

いる微生物を増殖させて浄化活性を高める方法であり、もう一つはバイオオグメンテーション (Bioaugmentation) とよばれ、汚染現場に浄化微生物が生息していない場合に、他で培養した微生物を導入して浄化する方法である。汚染した環境を病人に例えると、栄養をとり体力を増強させるのがバイオスティミュレーションに相当し、症状が重い場合に投薬を用いて治療するのがバイオオグメンテーションに相当する。1989年にアラスカでおきたエクソン・バルディーズ号の事故の際に、80 km の海岸に550トンの微生物を活性化させるための栄養剤が散布され、その効果が確認され注目を浴びた。これまでに、トリクロロエチレン、PCB、ダイオキシン等を分解する各種の微生物が見いだされ、浄化への実用化研究が精力的になされている。本年3月に環境庁より地下水汚染の浄化を目的とするバイオレメディエーションのガイドラインが発表された。これにより実用化が促進されるものと期待される。

(やぎ おさみ、地域環境研究グループ
新生物評価研究チーム)

気候変化研究のための陸面過程モデルの開発

江 守 正 多

産業革命以降、人間活動に伴う炭酸ガス（CO₂）、メタン（CH₄）などの温室効果気体の大気中への放出や、森林伐採などにより、地球の気候システムは目に見える変化を示してきており、今後100年にその変化はさらに大きくなるのが危惧されている。このような気候システムの将来起こり得る変化を見通すために、数値モデルによるシミュレーションは有力な手段である。数値モデルはできる限り物理法則にのっとって現実を再現するように作られるが、我々の現象理解の限界、計算機能力の限界、境界条件などの観測データの限界によって、少なからず不確実なものにならざるを得ない宿命を持っている。したがって、でき上がったモデルを使って将来を見通す努力と同時に、モデルを絶えず検証し改良する努力、モデルの不確実性の程度を明らかにするための努力が必要である。筆者の所属する大気物理研究室では、東京大学気候システム研究センターなどと協力して、全球大気海洋気候モデル、東アジア域の地域気候モデル、陸面過程モデルなどの開発、改良、応用的研究を行っている。本稿では、このうち陸面過程モデルの開発について紹介する。

気候システムにおける陸面過程の役割を図1に示す。陸面に入射する太陽および大気からの放射エネルギーは、一部が反射され、残りが地表付近の大気の渦運動による熱輸送（顕熱）、水蒸気輸送（潜熱）、地表からの赤外放射、地中への熱伝導へと分配される。また、陸面に降り注ぐ降水は、降雪の場合には積雪・融雪という過程を経るが、やがては蒸発および植生の気孔を通じた蒸散（まとめて蒸発散という）により大気へと戻るか、河川へと

流出する。このようなエネルギーと水の分配は陸面の状態に大きく依存するため、陸面過程は地表面におけるエネルギーバランスと水バランスをコントロールする役割を持つといえる。近年ではこれに加えて炭素バランスという重要な役割が注目されている。すなわち、植生の光合成による大気中CO₂の吸収と、植生の呼吸や土壌有機物の分解によるCO₂の放出である。ここで、エネルギーバランスにおける潜熱とはすなわち蒸発散の水の相変化エネルギーのことである。また、植生面での蒸発散の大部分は気孔を通じた蒸散であり、この気孔の開閉は光合成活動に伴うものである。すなわち、陸面過程の3つの役割は、潜熱 - 蒸発散 - 光合成の関係を通じて相互に結び付いている。言わば陸面は、エネルギー循環、水循環、炭素循環の三者をつなぐ重要なインターフェイスである。

気象予報や気候学の分野においては、陸面の水分状態の分布が大気の温度、湿度、循環、降水量に大きな影響を及ぼすことが強く認識され始めたことにより陸面過程研究に大きな注目が集まり、最近10年程の間に陸面過程モデルは大きな進歩を遂げた。しかし、モデルが複雑になるほどその振舞を理解するのは困難になり、複雑なモデルが一人歩きをしがちというジレンマがある。我々のモデルは、本質的な過程をできる限り簡便に表現することに留意して開発され、Minimal Advanced Treatments of Surface Interaction and Run Off (MATSIRO) と命名された。

MATSIROの表現する過程を以下に列挙する。気孔の開閉による蒸散の制御、植生群落内の放射過程と大気の渦運動による熱・水輸送、植生による降水の遮断とその蒸発、植生上・地面上の積雪と融雪、特に積雪内の熱伝導と融雪水の再凍結、雪の変質による日射反射率の変化、斜面の勾配を考慮した地表流出と地中流出、土壌中の熱・水輸送、土壌水分の相変化（凍土過程）。残念ながら現時点では気孔の開閉は経験式によっており、光合成は表現されていないが、近い将来に光合成過程を組み込む予定である。

図2にMATSIROの計算例として1987年の年間蒸発散量の分布を示す。これは、観測データを基に作られた大気側境界条件を入力してMATSIROを単独で実行した例である。図から熱帯雨林や砂漠など気候帯の違いによる蒸発散の違いが再現されていることを大まかに見て取ることができる。

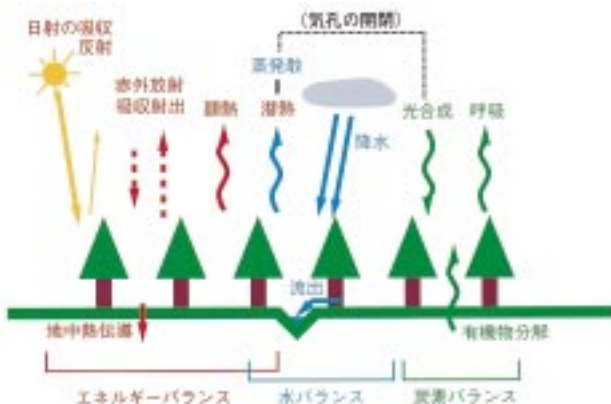


図1 気候システムにおける陸面過程の役割の概念図

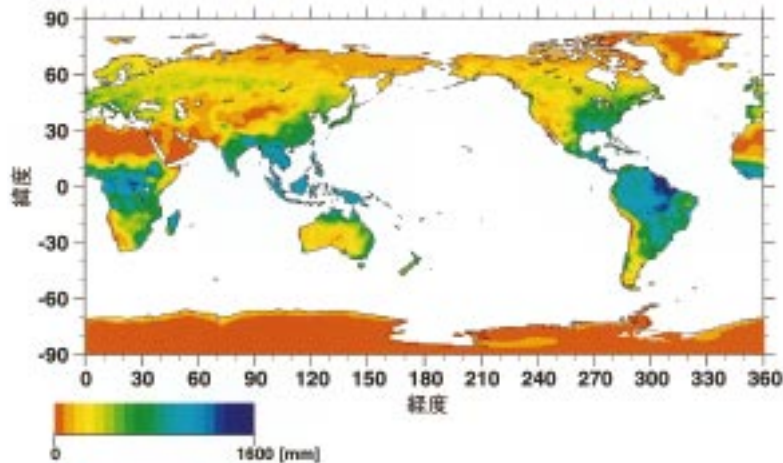


図2 MATSIROモデルにより計算された1987年の年間蒸発散量分布

さらに詳細にこの結果を検証するためには、観測データとの比較が必要である。しかし、蒸発量の全球分布の観測データは存在しないため、間接的な方法を採用。すなわち、年間総量では、「蒸発散 = 降水 - 流出」の関係がほぼ成り立つことから、降水量と流出量の観測データを用いて蒸発散量が検証できる。MATSIROで計算された河川流出量を大河川の流域ごとに合計し、大河川の河口流量の観測データとの比較を行った。降水量は観測データを基に作成したものを与えた。この結果、MATSIROは各流域の水収支を概ね妥当に再現していることが確認された。今後、さらに様々なデータを用いて検証を行う予定である。また、全球気候モデルや地域気候モデルと結合したテストも開始されており、近い将来に気候変化見通しの精度向上に資することが期待される。

MATSIROの開発は、国立環境研究所、東京大学、森林総合研究所、資源環境技術総合研究所などの研究者の協力の下に行われた。今後も、このモデルが所内、所外を問わず、気候、水文、生態など様々な関連分野の研究者をつなぐインターフェイスになることができれば、望外の幸いである。

(えもり せいいた、
大気圏環境部大気物理研究室)

執筆者プロフィール:

1997年入所、神奈川県出身、つくば市並木在住
<趣味>生ビール <特技>二日酔い
今年は千葉大学にて非常勤講師をやらせていただき、たいへん良い経験になりました。生徒に「佐藤次郎みたいな髭ですね」と言われてしまいました。

新刊紹介

国立環境研究所研究報告 R-145-'99

「CDM・共同実施におけるベースライン設定方法に関する議論の概要」(平成11年5月発行)

1997年に採択された京都議定書では、先進国に対して、2008～2012年の温室効果ガス排出量の数量目標が設定され、その目標達成に、クリーン開発メカニズム(CDM)、先進国間の共同実施、排出量取引の利用が認められた。なかでも前二者は、複数国の共同プロジェクトによって実現された排出量削減分を当該諸国間で分配するという、国際協力に経済的インセンティブを付加した制度として注目されている。しかし、「プロジェクトなかりせば」時の排出量(ベースライン)と、プロジェクト実施後の実際の排出量との差をプロジェクトによる削減分と考えることが基本とされているが、肝心のベースライン設定方法が確定されていない。本報告書は、CDM及び共同実施におけるベースライン設定方法に関する世界の主要な研究をレビューするとともに、この制度の試行段階として位置づけられる共同実施活動の1998年末時点までの動向をまとめたものである。

(社会環境システム部 川島康子 / 地球環境研究センター 山形与志樹)

国立環境研究所研究報告 R-146-'99

「十和田湖の生態系管理に向けて」(平成11年5月発行)

本報告書は水産庁さけ・ます資源センター、青森県環境保健センター、秋田県環境技術センター、青森県内水面水産試験場および秋田県水産振興センターと共同で行っている平成10～12年環境庁国立機関公害防止等試験研究「生物間相互作用を考慮した適切な湖沼利用と総合的な湖沼保全を目指す基礎的研究」の中間報告である。十和田湖では1980年代半ばにCOD濃度が環境基準値の1ppmを越え、透明度の低下が認められ富栄養化が懸念されている。一方、同じ頃からワカサギが増え、同湖の重要な水産資源であるヒメマス漁が不振になったが、その原因が特定できないう。過去の文献調査と共同研究によりワカサギの導入がヒメマスとの餌をめぐる競争を引き起こし、動物プランクトン群集が小型化しクロロフィルa量の増加ならびに透明度の低下を招いた事実を科学的に証明した。さらに、十和田湖の保全に向けて、ヒメマスの適正な資源量、沿岸域の生態系の構造、河川からの負荷量等を明らかにした。

(地域環境研究グループ 高村典子)

藻類がバクテリアを捕食する？！

河地正伸

藻類は酸素発生型の光合成を行い、水界を主な生息場所とする生物の一群として認識されています。水の中の植物、すなわち水界の基礎生産を担う生物の代表といえます。一方、単細胞性の藻類（微細藻類）には、光合成（独立栄養）と動物的な従属栄養を兼ね備えた種（混合栄養型の微細藻類）が見つかっています。バクテリアなどを細胞内に取り込む食作用、極微小粒子を取り込む飲作用、様々な溶存有機物の利用などの例が知られています。食作用一つを例にとっても、そのプロセス、メカニズム、餌の処理能力等は藻類群で異なり多様です。光合成または食作用のどちらの栄養様式に主に依存するのかも種によって異なります。このような栄養様式の多様性は、自然界における生息環境の多様性、さらには真核性藻類の進化の歴史（真核性藻類の葉緑体は藍藻のような原核性藻類が細胞内共生することで獲得されたと考えられています）と密接に

かかわっていると考えられています。1980年代後半頃から、こうした混合栄養型の微細藻類の存在がクローズアップされるようになりました。いくつかの論文では、天然水で繊毛虫やペン毛虫を上回る規模でバクテリアを消費することが報告されています。水界の物質循環の内容を正確に把握する上で、藻類の従属栄養に関する研究は不可欠といえるでしょう。ただ実際には、培養の困難さや混合栄養型藻類の特定が難しいといった理由から研究はそれほど進んでいません。

前置きが長くなりましたが、今回はクリソクロムリナ・ヒルタ（*Chrysochromulina hirta*）という種の食作用能力に関する研究について紹介したいと思います。この種はハプト藻の一種で、細胞サイズは10 μm、2個の黄色の葉緑体を持ち、2本のペン毛で活発に泳ぎまわる植物プランクトンです。世界各地の海域に生息することが知られています。細胞の大きさの半分くらいまでのサイズ（約5 μm）の餌を取り込めること、そして食作用が複雑なプロセスを経た後に行われることがわかっています。図1に食作用過程の模式図を示します。本種では、2本のペン毛の間から伸びるハプトネマと呼ばれる特殊な器官（オルガネラ）を使って、餌となるバクテリアを捕獲、さらにバクテリアを塊にしてから、食胞の位置する細胞部位に運びます。他の種類では、細胞と餌とが接触することで食作用が行われる、すなわち餌の捕獲と食作用が同じ場所なのですが、ヒルタでは、ハプトネマで餌の捕獲と集積、さらに運搬という作業が行われてから、細胞内に取り込まれます。単細胞性生物とは思えない複雑さです。このプロセスを約3分間隔で繰り返し行っています。

ヒルタはバクテリアだけでなく、5 μm以下のサイズならたいいものと同じやり方で細胞内に取り込みます。そこで、擬似餌として紫外線照射で蛍光を発するラテックス性のビーズを与えて、細胞内にどれくらいの速さで取り込まれるのか調べてみました（図2）。グラフを見ると、3～4分後に初めて細胞内に粒子が確認され、直線的に増加するのがわかります。この時間は食作用に要する時間（ハプトネマでの餌の

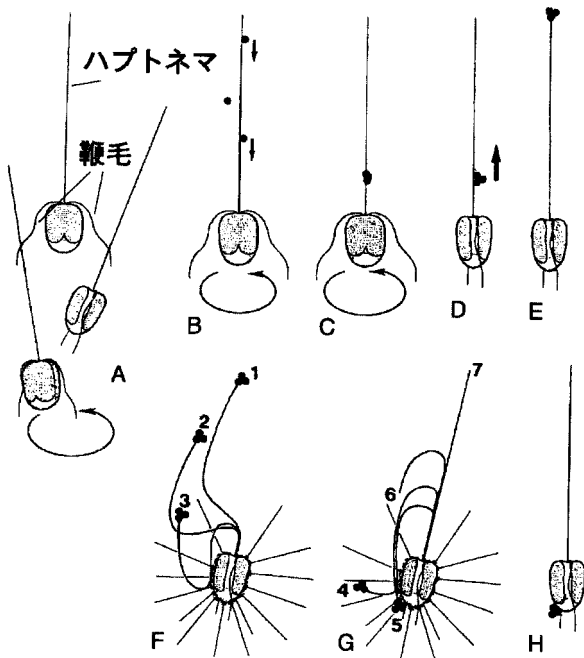


図1 クリソクロムリナ・ヒルタの食作用過程

- A: 遊泳状態の細胞。ハプトネマの伸長方向に向かって回転しながら遊泳する。矢印は回転方向を示す。
- B, C: ハプトネマ上での粒子の捕獲と粒子塊形成。
- D, E: ハプトネマ先端への粒子塊の移動。
- F, G: 屈曲による運搬。 H: 食作用。

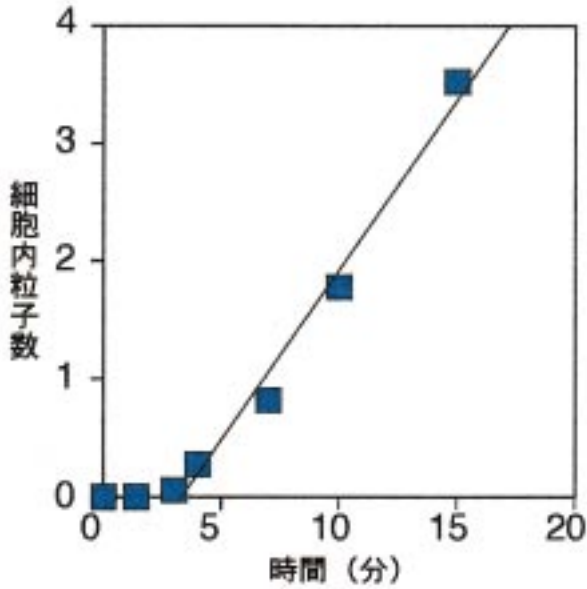


図2 クリソクロムリナ・ヒルタの摂取速度
直径0.9 μmの蛍光ビーズ (粒子密度は約 5×10^6 粒子/ml) を使用。

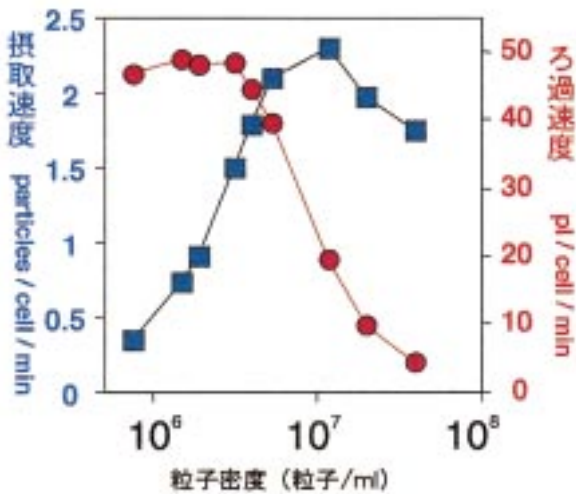


図3 異なる粒子密度条件下での摂取速度とろ過速度
直径0.9 μmの蛍光ビーズを使用, は摂取速度, はろ過速度を示す。

捕獲 集積 運搬)に相当します。また直線部分の傾きが粒子の摂取速度になります。

摂取速度についていろいろと調べたところ、粒子サイズと粒子密度に応じて大きく変化することがわかりました。図3は直径0.9 μmの粒子サイズの結果で、が摂取速度、はろ過速度(摂取速度を粒子密度で割った値で、細胞によって処理された水の容積に相当、生物のもつ摂取能力の指標となる)をプロットしたものです。10⁶粒子/ml前後の密度条件での平均的なろ過速度は、約50ピコリットル/cell/min(1ピコリットル=10⁻¹²リットル)の値で、過去の報告例の中でもかなり

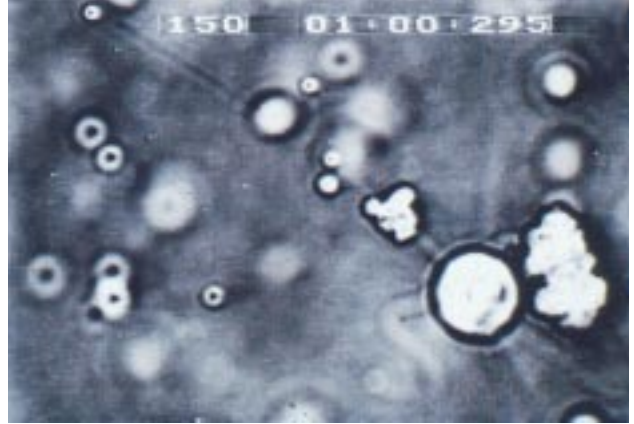


図4 高密度粒子条件下の細胞像
球形の細胞表面に細胞よりも大きな粒子塊が附着している。ハプトネマ(細胞から写真の左上に向かって伸びる紐状の構造)では新たに粒子塊が形成され始めている。

良い成績です。ヒルタは無色のペン毛虫に匹敵もしくは上回る食作用能力をもつことがわかりました。植物プランクトンでありながら、バクテリアの捕食者としての生態的役割を果たすことが示唆されました。

一般に、粒子密度が高くなると、細胞と粒子の接触するチャンスが増し、摂取速度は高くなり、そして、ろ過速度はほぼ一定であることが知られています。しかし、ヒルタでは、10⁷粒子/ml以上の高い粒子密度で両速度とも低下しています。高粒子密度条件下の細胞を光学顕微鏡で観察してみると、細胞のまわりに細胞よりも大きな粒子の塊が多数形成されるのが観察されました(図4)。粒子塊の凝集力はとても強く、細胞はその一部すら取り込めないでいました。すなわち、高粒子密度条件下で細胞が取り込めないようなサイズの粒子塊がハプトネマ上で作られるため、摂取速度とろ過速度は低下したと考えられます。

高い粒子密度条件下で形成される大きな粒子塊が、自然界でも同様に作られるのか?その後の運命、動態が気になるところです。より大型の動物プランクトンの餌となっているのかもしれませんが。もしそうならヒルタのような種は、自然界において、バクテリアやデトリタスのような微小懸濁粒子のサイズと密度を調整するような役割も果たしていることになります。

(かわち まさのぶ,
生物圏環境部環境微生物研究室)

執筆者プロフィール:

1964年鹿児島県生まれ。専門:藻類分類学。酒と肴と顕微鏡が大好き。

海外からのたより

ノースカロライナの研究学園都市から

菅田 誠 治

合衆国東海岸沿いの州の中で最も影が薄いかもしれないノースカロライナ。州都Raleigh, Duke大学のあるDurham, マイケルジョーダンの出身大学でもあるノースカロライナ大学(UNC)があるChapel Hillの3都市を結ぶ地域は、リサーチトライアングルと呼ばれており、この東西に長い州の真ん中やや東寄りに位置している。この一帯は、雑誌等で選ばれる全米での「住みやすい街」やら「老後に住みたい街」の上位に良く登場しているようで、人口も地価も増え続けているようである。人口は15年前に比べ3倍になったそうで、現在も新しいアパートの建設をそこかしこで見かける。

リサーチトライアングルパーク(RTP)はこのトライアングルのほぼ中央にある研究都市である。全米に150あるリサーチパークの中でもっとも成功している地域らしい。私が昨年10月から1年間、科学技術庁長期在外研究員として滞在している米国環境保護庁(USEPA)国立暴露研究所(NERL)は、このRTPの南端に近い所にある。すぐ近くには国立環境健康科学研究所(NIEHS)があり、多数の日本人研究者がいるようだが、NERLには残念ながら他に日本人は居ない。現在、ここではMODELS-3/CMAQという次世代型大気汚染物質数値シミュレーションモデルのプロジェクトが進んでいる。昨年の6月に最初の、今年の6月に二回目のリリースが行われた段階であり、気象モデル、排出、化学反応、物質輸送等々各部分を分業してプログラム開発・改良および性能評価が続けられている。このモデルに必要な修整等を行い、アジア域での研究に用いるのが私の滞在目的である。



写真 オフィスのある建物、民間の貸ビルを借りている

2週間に一度開かれる開発者ミーティングには20名余りの参加者があり、これだけの数の研究者が議論を重ねながらモデルの開発改良に携わっているのは羨ましい限りである。しかし、計算機環境、特にネットワークの速さとディスクスペースは、環境研に比べて決して良いとは言えず、苦勞する場面も多い気がする。

生活面では、ガソリンが日本の4分の1ほどで、燃費は軽視されても仕方ないなと思ったり、アパートのゴミ収集がボール紙以外は全部缶も瓶も一緒であり、どうやって処理しているのだろうかと思ったりする。日本のものに比べてやけに音のうるさい電化製品に囲まれながら送るこちら流の生活も慣れてくるとそれなりに快適である。ただ、食べ物だけは数カ月もたたずに日本的に戻ってしまい、東洋食材店通いが欠かせなくなってしまう。こちらで感動したことの一つは、ある日

信号が故障した直後と思われる車通りの多い交差点にさしかかったときの人々の行動だった。警察もまだ到着していなかったのだが、皆が「信号があるかのような」時間間隔と順番で自主的に停まり、すべての行き来が円滑に流れていたのだった。日本でなら車通りの多い方の道の直進車のみが延々と通り続けるだろうことを考えると、こちらのfairの精神を見た思いがした。

老後を過ごす、かどうかはわからないが、もう一度住んでみたい地域であるのは間違いない。

(すがた せいじ、
大気圏環境部大気物理研究室)

公開シンポジウム報告

須賀 伸介

環境月間の行事の一環として、6月8日に国立環境研究所公開シンポジウム 99が東京都内のイイノホールで開催された。この行事は、研究所の環境問題への取り組みをより広く公開することを目的に、昨年から東京都内に会場を設けて行っている。本年は、「21世紀における環境研究の展望」という主題のもとに、21世紀の環境研究において重要と考えられる3つのテーマを設定した。

シンポジウムは別表のプログラムにしたがって進められた。大井玄所長の開会挨拶に引き続く第1セッションでは、地球温暖化研究への取り組みを紹介した。午後の第2、第3セッションではそれぞれ、生物多様性、循環型社会の構築についての問題を取り上げた。いずれの発表においても豊富なデータやそれらの分析結果をもとに、分かりやすく説明が行

われた。また、来訪者との間では活発な質疑応答があった。

研究発表と並行して20題のポスター発表がホールロビーで行われた。こちらでは、講演発表では取り上げることができなかった話題を中心に発表を行った。各発表者は工夫を凝らした図表を提示しながら、来訪者との間で熱心な討論を行っていた。最後は合志陽一副所長の講演で締めくくられた。

環境問題への関心の高さを反映してか、本年も事前申し込み者数が会場の定員を越え、当日の所外からの参加者数は昨年を大幅に上回った。このように会場は終日にぎわい、成功のうちにシンポジウムを終えることができた。

(すが しんすけ、セミナー委員会幹事
社会環境システム部情報解析研究室)

プログラム

	総合司会	小野川和延(主任研究企画官)
10:30 ~ 10:40	開会挨拶	大井 玄(所長)
10:40 ~ 11:50	「21世紀の地球温暖化研究には何が必要か」 ・地球温暖化はどこまでわかっているか? ・海の役割と陸の役割	井上 元(地球環境研究センター) 野尻 幸宏(地球環境研究グループ) 中根 英昭(大気圏環境部)
	司 会	
11:50 ~ 12:40	特別講演 「21世紀の文化 - 環境倫理の視点から」	加藤 尚武(京都大学教授)
12:40 ~ 14:00	・・・ 休憩 ポスターセッション ・・・	
14:00 ~ 15:10	「生物多様性はどうすれば守れるか」 ・野生生物が絶滅する仕組みを探る ・熱帯林の保護と利用の両立をめざして	椿 宜高(生物圏環境部) 奥田 敏統(地球環境研究グループ) 渡邊 信(生物圏環境部)
	司 会	
15:10 ~ 15:40	・・・ 休憩 ポスターセッション ・・・	
15:40 ~ 17:00	「ピコグラムの反乱とギガトンの氾濫」 - 低リスク・循環型社会づくりをめざして - ・微量化学物質とどうつきあうか ・循環型社会へ向けてモノの流れを見つめ直す ・山積する環境問題の重大性を誰が判断するのか?	中杉 修身(化学環境部) 森口 祐一(社会環境システム部) 安井 至(東京大学教授) 後藤 典弘(社会環境システム部) 合志 陽一(副所長)
	司 会	
17:00 ~ 17:30	「21世紀における環境研究の展望」	

表彰

受賞者氏名：森田 昌敏
 受賞年月日：平成11年6月10日
 賞の名称：日本水環境学会「学術賞」
 受賞対象：環境中の化学物質の計測法に関する研究

人事異動

(平成11年6月30日付)

福山 征子 辞職 (環境情報センター研究情報室主査)
 福田 祐仁 辞職 (大気圏環境部大気反応研究室研究員)

(平成11年7月1日付)

榎 宜 配置換 地球環境研究グループ上席研究官(生物圏環境部上席研究官)
 " 併任 地球環境研究グループ野生生物保全研究チーム総合研究官
 " 併任解除 地球環境研究グループ上席研究官
 宇都宮陽二郎 併任解除 主任研究企画官付研究企画官(水圏環境部主任研究官)
 広木 幹也 併任 主任研究企画官付研究企画官(生物圏環境部環境微生物研究室主任研究員)
 野口 正一 併任 総務部総務課課長補佐(総務部会計課課長補佐)
 阿部 裕明 配置換 総務部会計課課長補佐(環境庁長官官房総務課環境情報システム室書籍情報係長)
 吾妻 洋 配置換 総務部施設課(総務部会計課課長補佐)
 常富 豊 転任 環境研修センター教務課国際研修協力専門官(宮内庁管理部庭園課庶務係長)
 久保 恒男 配置換 国立水俣病総合研究センター総務課長(総務部総務課課長補佐)
 酒向 貴子 配置換 近畿地区国立公園・野生生物事務所公園保護科長
 (環境研修センター教務課国際研修協力専門官)
 只見 康信 出向 水産庁資源生産推進部漁場資源課課長補佐(主任研究企画官付研究企画官)

(平成11年7月27日付)

斉藤 照夫 併任解除 環境研修センター所長(総務部長)
 柳下 正治 配置換 環境研修センター所長(環境庁企画調整局地球環境部企画課長)
 望月 時男 配置換 環境研修センター研修企画官(環境庁水質保全局水質規制課総量規制室長)
 藤田 八暉 配置換 環境庁大気保全局企画課大気生活環境室長(環境研修センター研修企画官)

(平成11年8月1日付)

森田 昌敏 併任 地域環境研究グループ化学物質生態影響評価研究チーム総合研究官
 (地域環境研究グループ統括研究官)
 畠山 成久 昇任 生物圏環境部上席研究官(地域環境研究グループ化学物質生態影響評価研究チーム総合研究官)

[目次]

独立行政法人化と研究所小野川和延 - 1
 21世紀に向けて、我々は聴くあらねばならぬ 鷲田伸明 - 2
 海域の油汚染に対する環境修復のためのバイオバイオレメディエーション技術と生態系影響評価手法の開発 内山裕夫 - 3
 バイオレメディエーション 矢木修身 - 5
 気候変化研究のための陸面過程モデルの開発 江守正多 - 6
 藻類がバクテリアを捕食する?! 河地正伸 - 8
 ノースカロライナの研究学園都市から 菅田誠治 - 10
 公開シンポジウム報告 須賀伸介 - 11

編集後記

最近、我が研究所からも多くの研究者が国際会議に出席している。このニュースにもそれらに関係した事柄をときおり載せている。このこと自体は慶賀すべきことである。しかし研究にとって国際会議は必ずしもいいことばかりではない。最新情報が得られるという面は確かにあるが、学会とは異なり国際会議で日本代表の一人として行うことは交渉事である。とりきめの文章の文言修正といった会議の大部分を費やす仕事は学問的とは言い難く、ま

たその準備に多くの時間をさかねばならない。世のため人のためがんばってはいるが、本来他に国際交渉の仕事に明るい担当者がいてしかるべきではないかという思いはぬぐいきれない。人間には得意不得意があるものだし、組織には役割分担というものがあるはずだ。時には行間に研究者の「ためいき」を読みとっていただければ幸いである。(Mo)