

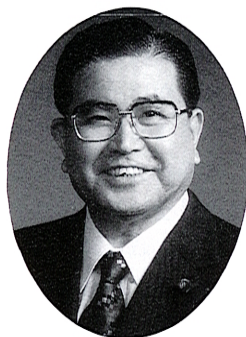
国立環境研究所

誌

Vol. 13 No. 5

平成 6 年 12 月

国立環境研究所に期待すること



(みやした そうへい)

国務大臣環境庁長官 地球環境問題担当 宮下 創平

環境行政は、国民の健康を守り、快適な生活環境を確保するとともに豊かな自然環境を保全し、さらに、かけがえのない地球の環境を保全するという重大な使命を有しております。

政府におきましては、こうした使命を果たすために昨年制定された環境基本法に基づき、環境基本計画の策定を始め、様々な施策の推進に取り組んでいるところであります。環境基本計画は、政府全体の環境施策を総合的・計画的に進めるための基本的方向を示すとともに、地方公共団体、事業者及び国民それぞれに期待される環境問題への基本的な取り組みを盛り込み、経済社会を構成するすべての主体の参加の下に、環境への負荷の少ない持続的発展が可能な社会を築いていくための道筋を明らかにするものであります。

現在、中央環境審議会において、本年末を目途に鋭意ご審議いただいております。去る7月には「環境基本計画検討の中間とりまとめ」が公表され、以後2ヶ月にわたり広く国民の皆さんのご意見をお伺いしたところであります。政府といたしましても審議会からの答申を受けて、早急に計画を閣議決定したいと考えております。

環境問題へ適切に対応するためには、環境の状況の的確な把握、機構の解明等が重要であり、環境基本法におきましても、科学的知見の充実、科学技術の振興など、しっかりとした科学的な基盤に立っていくことの重要性が規定されております。環境基本計画につきましても、環境研究が環境問題の解決のために、今後、より一層有効に機能するものとなるよう策定しなければならないと考えておりますが、その策定に当たりましても国立環境研究所は政府の環境分野に関する頭脳として大いにその能力を発揮していただいているところであります。

私は、就任後約1ヶ月を経た9月12日に国立環境研究所を視察させていただきました。その研究分野は、大気、水質、土壌、生物など非常に多岐にわたっており、地域の問題から地球規模の問題に至る今日の環境問題の多様性の縮図を見るようでありました。国立環境研究所がこうした広範な研究分野について、限られた予算と人員の中で大きな成果を挙げられていることは、個々の研究者の皆さん方の能力の高さとこれがうまくコーディネートされていることの表れであり、視察を終えて大変心強く思った次第です。

人類が地球環境問題という、その生存にかかわる未曾有の危機に直面する中で、今後、国立環境研究所が、環境問題の解決のために不可欠な環境研究に関して、国内のみならず世界の中核として大きな飛躍を成し得るよう心から念願しているところであります。こうした状況の中、所員の皆さんへの期待も従来にも増して大きくなってきており、皆さんが、今後より一層の研鑽を重ねられ、より大きな成果を挙げられることを祈念しております。

“持続可能な発展”はパラダイム・シフト？

後藤 典弘

昨年11月に公布・施行された「環境基本法」の基本理念の一つは、その第4条にある“環境への負荷の少ない持続的発展が可能な社会の構築”である。周知のように、ここでいう“持続的発展が可能な社会”とは、1987年のブルントラント委員会報告書にある『持続可能な発展 (Sustainable Development)』の考えに基づいている。

実は、この“持続可能な発展”概念に至る系譜をみてみると、環境と開発 (= 発展) の関係を国際社会がどうみてきたかに行き着く。1972年にストックホルムで開かれた『国連人間環境会議』において、はじめて本格的に環境と開発の関係が議論され、その時点での少なくとも先進国を中心とした議論は‘環境か開発か?’という二者択一のものであった。つまり、環境を守ろうとすれば開発はできない、逆に経済的な発展 (= 開発) をしようと思えば環境は必然的に悪くなる、というトレードオフの関係が前提としてある。この議論は、その後10年以上も国際社会で続くが、その間少しずつ、開発の中に環境配慮を組み込むといった形で、その“質”や形態を変えることによって、両者をトレードオフから、両立し近づけるような関係にもっていく論議が行われた。その例は、いわゆる“Eco-development”といった概念である。従って、この段階までは、マサチューセッツ工科大学のJ. Ehrenfeldの最近の言葉を借りれば、‘economize ecology (環境を経済化する)’といった考えである。

さて、冒頭に述べたブルントラント委員会報告書の“持続可能な発展”という概念は、明示的に“将来の世代が自らのニーズを充足する能力を損なうことなく現在の世代のニーズを満たすような人類社会の進歩への取り組み”(報告書和訳『地球の未来を守るために』による)と時間軸で定義さ

れる。一方で、環境と開発の関係は不可分に複雑であること、すべての人類社会の(経済的)発展・開発は“全人類共有の資源”である、確実な持続性を有する生態系、つまり環境に依存しているとの認識に基づいている。そして、地球人口が来世紀半ばには100億人を超えることを見通し、これからのいかなる発展も、まず環境を守ることが前提となることが繰り返し述べられている。この意味で、環境は開発に優先する。

最近では、この“持続可能な”という形容詞が大変便利なものとみえ、役所の文書やマス・メディアに乱用されている。と同時に、産業界でも“環境にやさしい”商品とか企業とかいった表現が、同じ意味合いで次第にみられるようになってきた。しかしよく考えてみると、人類社会が真に持続可能であるためには、市場経済社会にある消費者の生活様式も、その源になっている物に対する価値観さえも見直していく必要があり、“持続可能な発展”は、実は、われわれに超えなければならないパラダイム・シフトを要求しているといえる。

最近の企業における環境監査、環境管理システム、LCA (Life Cycle Assessment) といった産業活動の根本的な“緑化”を新たに体系化しようとする学問『産業エコロジー』との関連で、上述のJ. Ehrenfeldは、この環境が開発に優先しなければならないパラダイム・シフトを‘economize ecology’に対応し、いみじくも‘ecologize economy (経済を環境化する)’と表現している。実際、冒頭でふれた“環境への負荷の少ない持続的発展が可能な社会”を具現しようと思えば、こうした社会の基本概念の飛躍が必須であると思われる。

(ごとう すけひろ, 社会環境システム部長)



ピグマリオン効果

大橋 敏行

テレビを見ていたら、あるコーヒー会社のコマーシャルが目に入った。人気オペラ歌手が演ずる王子が、つくられた像のような姫の手にキスをすると、みるみるからだに赤味がさし、人間に変身してしまう。プッチーニのトゥーランドットというオペラのクライマックスのシーンだ。心に深い傷を負った美貌の姫の心は、氷のように冷たい。幾多の求婚者に3つの謎を与え、解けないと処刑し、それを喜びとしてきた。ある若者が、姫のあまりの美しさに恋をし、求婚をする。与えられた難題を解くが、姫の心はなぜか拒絶する。しかし、若者を恋してきた召使いの壮絶的な死によって、姫は人を愛するというを知り、恋する若者の情熱により、やがて感動的な場面を迎える。

日本にも「一念 天に通ず」という諺があるように、世界に共有される夢のある話なのであろう。目標を定め邁進する、そして挫けそうになれば励まし、自らを高めて行く。また、教育現場で子ども達に対して、少し先の目標を与え、それに向かって進ませる。やればできると思い込ませることによって本人の意識を改革し、事を成し遂げることができるようになる。このことを心理学の世界では、「ピグマリオン効果」というのだそうだ。

研究所に再び勤務するようになって、9ヵ月になろうとしている。前は、研究企画官という立場で国立公害研究所の組織替えに携わっていた時期であったので、当時と比較してどうですかという質問をよく受ける。活力がなくなったとかポテンシャルが下がったとか聞く。当時は、高いポテンシャルを維持し、楽しく研究が行われていたのであろうか。やはり同じようなことが、課題になっていたように思う。言えることは、年齢が総じて高くなり、若さがなくなった。それに予算と課題メニューは豊富になったが、伴って人が増えてい

ない。そのため限られた人で、地球環境研究の領域までをもカバーしようとしているから無理が生じている。

さらに当時は、研究課題の採択基準や研究評価について方針が定まっておらず、常に議論の対象となっていた。現在では、奨励研究や特別研究については、計画時や中間、終了時等に点数も交えて評価している。他の国立研究機関では数少なく先導的な評価法のようなのだ。これをうまく活用し、積極的に課題提案や発表を行う人がでて、評価を受けようになった。しかし、この評価法は積極的にトライする人に対しては評価しているが、そうでない人の評価はどうなっているのだろうか。そのため、さめた目で見ている人もおり、傾ける情熱の格差が拡がりつつある。学問として評価し難い行政への貢献や研究支援的業務などについても、適正な評価基準を持ち、研究所として評価すべきという声もある。評価といっても、一つの物差しで測れるものではないところがあり、その狭間で泣いている人もいる。でもこのような研究者には、「環境研究のために」という情熱を失ってほしくない。また一方で基礎研究という名の下に、「のんびりと研究が続けられればいい」といった意識に陥ってしまっている人はいないだろうか。

固定化しつつある要員のなかでいかに活性を上げ、ポテンシャルを維持して行くかが、今後の課題となりつつある。そのためには、研究グループは内部のまとまりや協力関係が大切であり、また研究者自身も、自分の研究に自信を持ち、成果をどしどし発表する意欲を持ち続けることが必要であろう。それらは、研究者に課せられた義務でもある。

良い意味で、「ピグマリオン効果」を期待し、その適正な評価とケアを実行しなければならない。

(おはし としゆき、環境情報センター長)

論文紹介

“The Structure of a local population and dispersal pattern in the Styan's Grasshopper Warbler, *Locustella pleskei*”

Hisashi Nagata: Ecological Research, 8, 1-9 (1993)

永田 尚志

野生生物が絶滅の危機に追い込まれる最も重要な原因は、生息地の破滅だと考えられている。生息地の完全な消失が絶滅を招くのは明らかであるが、生息地が縮小されただけでも種の絶滅は起こり得る。その原因として、個体数が減少することによって近親交配の可能性が高まること、集団の遺伝的な変異が少なくなり偶然的な環境変動に影響されやすくなること、などが指摘されている。現在、希少種といわれている種の多くは、人間活動により生息地が減少した結果個体数が減少したものであるが、一方では分布がもともと局所的なため希少種となっている場合もある。鳥類は哺乳類などに比べて大きな移動力を持っているにもかかわらず、島嶼性の希少種は多い。このような局所的な個体群がどのようにして維持されているかを明らかにすることは、希少種の保全生物学のための第一歩である。ウチャヤマシマセンニュー(写真)はウグイスの仲間で中国南部からベトナムで越冬し、ゴールデンウィークの頃に繁殖のために日本へ渡ってくる夏鳥である。繁殖地は島嶼にのみ限られ不連続な分布をしている。太平洋側では伊豆

七島に分布し比較的大きな個体群を持つと考えられるが、日本海側では数百羽程度の小さい個体群を持つにすぎない。

博多湾入口においては、大机島、小机島、柱島、沖津島の4島でのみウチャヤマシマセンニューは繁殖している(図)。大机島と沖津島において、536羽のウチャヤマシマセンニューに個体識別用の色足輪と環境庁のアルミ足輪を装着し、長期間個体群を追跡した。繁殖個体数は大机島で70羽程度、沖津島で20羽程度と比較的安定していて、平均密度は1ヘクタールあたり50羽程度であった。この密度から推定すると、博多湾の4つの島には160羽程度のウチャヤマシマセンニューしか繁殖していない。ウチャヤマシマセンニューの年間生存率は他の温帯性のスズメ目鳥類とほぼ同じで、成鳥で57%、幼鳥で21%であった。ウチャヤマシマセンニューの成鳥では雌雄とも毎年同じ繁殖地へ戻って来る傾向がみられる。雄は前年の縄張りに戻ってくるのに対して、雌は前年の縄張りではなく近隣の縄張りに戻ってくる傾向が認められた。言い換えれば、雌雄ともに前年の繁殖地への執着性は高く、雄は特に縄張りへの執着性が高いといえる。幼鳥では、雄は生まれた繁殖地へ必ず戻ってくるが、雌では繁殖地間の移動も観察された(図)。つまり、雄が出身地へ残り、雌が繁殖地間の分散を行っているといえる。

つぎに、両島の年齢分布を比べてみた。幼鳥の生存率が成鳥よりも低いことから、年齢分布は若齢個体が多く、老齢個体が少なくなるはずである。博多湾中最大の繁殖地である大机島では予想どおり若齢個体が多かったが、沖津島では各年齢の個体数がほとんど同じという結果が得られた。このことから、沖津島では絶えず大机島から成鳥が移



写真 ウチャヤマシマセンニュー

動してくることによって、かろうじて個体群が維持されているのだらうと考えられる。

遺伝的多様性を維持するのに必要と考えられている最小有効集団サイズは500個体といわれているが、博多湾のウチヤマシマセンニュウの実際の個体群サイズは160羽程度であり、そのうちの有効な集団サイズはたった60羽でしかない。もっとも近い繁殖地は、博多湾から70キロメートル北の筑前沖ノ島であるが、繁殖地への執着性の強さから考えて成鳥個体の移動はほとんどないと予想される。ただ10年に1個体でも若雌が筑前沖ノ島から加入すれば遺伝的な変異は保たれるはずである。このような小個体群で実際どのような遺伝的多様性が維持されているかについては現在研究中である。

各繁殖地とも小さな無人島であるため開発等の問題は今のところないが、ウチヤマシマセンニュウの保全上の問題点は大机島を除けば博多湾の繁殖地は30羽以下の小さい個体群だということである。もし、このように小さい個体群がひとつだけ取り残されると、しだいに遺伝的多様性が低下することは明らかで、環境の偶然変動に対してきわめて脆弱になってしまう。ウチヤマシマセンニュウの繁殖地がどの島にも分布するのでなく、限られた地域に偏在している原因のひとつに、複数の島間で遺伝子交流が可能な場所に限って個体群が維持できるということがあるのかもしれない。

(ながた ひさし、地球環境研究グループ
野生生物保全研究チーム)

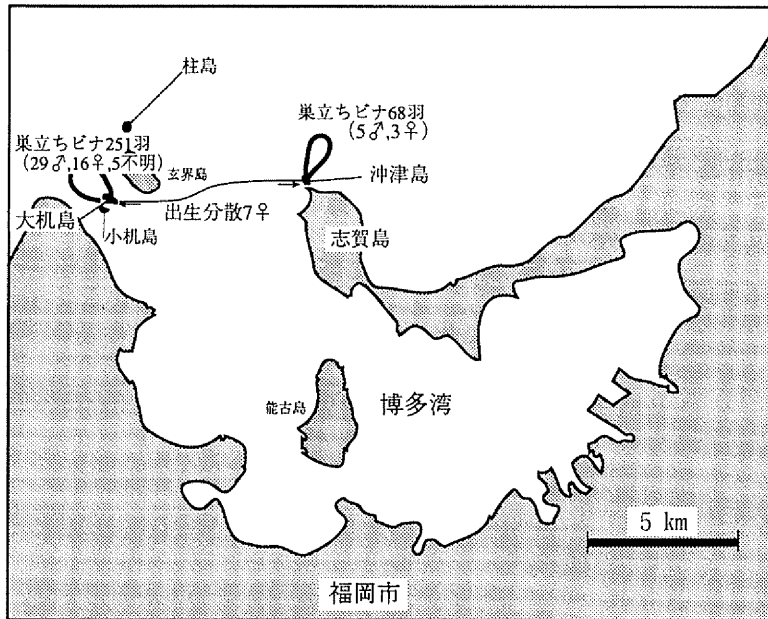


図 ウチヤマシマセンニュウの新規加入パターン
括弧の中は巣立ちビナのうち出身繁殖地へ加入した個体の性別個体数を示している。

論文紹介

“Biological Effects of Diesel Exhaust Particles. I. In Vitro Production of Superoxide and In Vivo Toxicity in Mouse.”

Masaru Sagai, Hiroki Saito, Takamichi Ichinose, Masahiko Kodama & Yoki Mori: Free Radical Biol. Med., 14, 37-47 (1993)

嗟井 勝

近年、大都市部の大気汚染は依然として改善が進んでおらず、ヒトの健康に及ぼす影響も深刻と考えられている。健康影響としてあげられる代表的なものは肺がんと気管支ぜん息である。大都市部におけるディーゼル排気ガスによる肺がんは、最大で肺がん死亡全体の4～8%を占めているという、職業がんより高いリスク評価の報告が出され、その影響の深刻さを警告している。ディーゼル排気ガスで肺がんが起こることは、排気ガス中の黒煙微粒子 (diesel exhaust particles, DEP) に含まれるベンゾ(a)ピレンやニトロアレン等の発がん物質がDNAと結合して、遺伝情報をかく乱することによると説明されている。

一方、気管支ぜん息もディーゼル排気ガスによって起こるとする意見もあるが、何がどのように作用してぜん息になるのかということは全く分かっていない。ディーゼル排気ガスに由来する主な大気汚染物質は二酸化窒素(NO₂)とDEPとされているが、NO₂が気管支ぜん息を起こすという証明はまだ何もないといわざるを得ない状況にある。私たちは、NO₂が原因ではないなら、DEPが気管支ぜん息の原因ではないかと考え、DEPの肺に対する毒性メカニズムの研究からはじめた。従来、DEPといえば、ベンゾ(a)ピレン、ニトロアレン、発がんという観念が強く、それ以外の作用は全く研究されていなかった。

私たちは、DEPを懸濁液として、マウスに気管から肺の中に投与すると、1.0mg DEPですべてのマウスが死亡し、この死因は肺水腫という肺の血管の内側をコーティングし、水分が血管外に漏れないように働いている「血管内皮細胞」が損傷を受けることによることを見いだした。この細胞は活性酸素に非常に弱い細胞である。活性酸素と

はスーパーオキシドアニオン(O₂⁻)、過酸化水素(H₂O₂)、ヒドロキシラジカル(・OH)などの反応性に富む酸素分子で、細胞に様々な傷害をもたらすものである。

このような肺水腫による死亡率は、マウスにDEPを投与する前に、そのマウスに活性酸素を消去する作用を持つ酵素(SOD)を投与しておく、著しく低下することを見いだした(図参照)。そこで、DEPが活性酸素を生成しているのではないかと考え、ESR(電子スピン共鳴)装置や酵素反応手法等を用いて調べたところ、スーパーオキシドアニオン(O₂⁻)、過酸化水素(H₂O₂)及びヒドロキシラジカル(・OH)が多量に生成していることが分かった。さらにスーパーオキシドラジカルはDEPの中のキノン系化合物が肺の中で酸化還元反応を起こすことで生じることも分かった。

このようなことから、DEPの細胞毒性の本体は

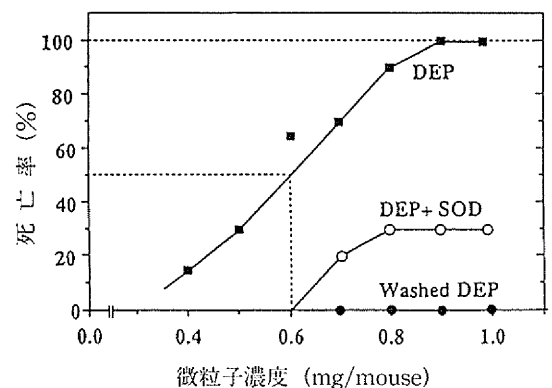


図 ディーゼル排気微粒子 (DEP) の気管内投与によるICR系雄マウスの死亡率曲線

DEP, ディーゼル排気微粒子; SOD, スーパーオキシドジスムターゼ(O₂⁻を消去する酵素, 尻尾の静脈から投与); Washed DEP, DEPをメタノールで洗った残りのスス。

このヒドロキシラジカルをはじめとする活性酸素であることが判明し、これまで考えられていたこととは異なる様式で毒性が発現する機序があることを明らかにすることができた。

その後の研究により、少量のDEPをマウスに1週間に1回ずつ繰り返し気管内に投与すると、ぜん息の3つの基本病態すべてが発現することが分かり、活性酸素消去酵素(SOD)を投与しておくと、上記病態が発現しなくなることも認めた。さらに、DEPから生じるヒドロキシラジカルは

DNA損傷を起こすことや、DEP投与によるマウスの肺がん発生は活性酸素消去物質の投与で著しく低下する傾向があることも認めた。このように、本論文は、ディーゼル排気ガス中の粒子状物質であるDEPから生じる活性酸素が広く肺疾患の発症に関与していることを示し、私達にとって記念すべき論文となった。

(さがい まさる, 地域環境研究グループ
大気影響評価研究チーム総合研究官)

現在私は国際協力事業団(JICA)の社会開発協力事業部の韓国水質改善システム開発プロジェクトのプロジェクトリーダーとして韓国国立環境研究院(ソウル市)へ派遣されています。ここへ来てまず困ったのは店の看板等を含め町中の表示の大部分がハングルだということです。次にソウルは人の溢れ返った大都会であるということです。元米都会の苦手な私にとっては大きな苦痛がありました。さらにつくばでは下駄のように使っていた車が使えず公共交通機関か、タクシーを利用しなくてはいけなかったことです。言葉がほとんど通じない中でタクシーを利用するのなかなかスリルのあるもので、特に素面の時は緊張感に富んだ経験でありました。しかし、食べることに飲むことに関しては非常に興味深い土地であります。韓国の食文化のベースは唐辛子、にんにく、それと野菜です。唐辛子をこの国に持ち込んだのが日本人だったというのには驚きがありますが、とにかく現在では文化といって良いほど唐辛子の利用が洗練されています。にんにくについては唐辛子と非常に相性が良かったということではないでしょうか。この個性の強いふたつを上手にコントロールしているのが野菜です。韓国料理というと肉と思いがちですがやはり野菜が主役ではな

いかと思われま。単にキムチといってもその種類と味わいの豊富さには圧倒されるものがあります。また鍋料理の豊富さにも韓国料理の一つの特色ではないでしょうか。鍋料理はタン、チゲ、チョンゴルに大別され、様々なバリエーションがあります。これを一つずつ味わっていくのもなかなか楽しみがあります。この日本人にとってはなかなか刺激的な料理に合うのが焼酎です。こちらの一般的な焼酎は日本の焼酎とは違い、かなり甘めに仕上がっており、それ自体は辛党の口にはあまり合わないかもしれませんが、唐辛子とにんにくの組み合わせに出会うと不思議と相性の良さを感じます。そしてひたすら明るく、たくさん食べてたくさん飲むことがこちらのスタイルです。

今年韓国訪問の年といって、観光目的であれば入国に関してビザが不要です。そのせいか町中で多くの日本人を見かけることができます。みなさんもこちらへいらっやってこちらのスタイルに埋没してみませんか。唐辛子とアルコールの刺激で混沌とした意識の中で近くて遠いこの国について、これまでより多くの理解が得られるものと思います。

(みずおち もとゆき, 地域環境研究グループ
開発途上国環境改善(水質)研究チーム)

海外からのたより
「唐辛子とにんにくの
ハーモニー」
水落 元之

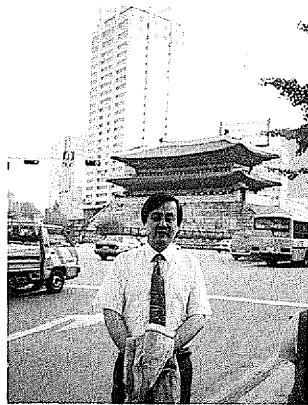


写真 南大門を後ろに

らへいらっやってこちらのスタイルに埋没してみませんか。唐辛子とアルコールの刺激で混沌とした意識の中で近くて遠いこの国について、これまでより多くの理解が得られるものと思います。

研究ノート

船底防汚塗料・有機スズによる海洋汚染と 腹足類（巻貝）のインポセックス

堀口 敏宏

インポセックス学会では通常 imposex と表記するこの言葉は造語であり、和訳すれば“雄性形質誘導及び生殖不全症候群”となる。これでは分かりにくいのが、要するに、巻貝（多くの種では交尾のため雄にペニスがある）の雌にペニスと輸精管が形成されて発達し、卵形成阻害や輸卵管閉塞などのため産卵できなくなる一連の症状を指す。生殖障害を伴うため、生息量が減少し、個体群の維持が困難になる。現在までのところ、この奇妙な現象は巻貝類においてのみ知られており、すでに生息量が減少してしまっている種が複数知られている。その原因物質は船底塗料などとして使用されてきた有機スズ（トリブチルスズとトリフェニルスズ）である。

70種を超えるインポセックスの報告が世界各地から相次いでいる。日本産の巻貝については筆者らの調査の結果、少なくとも30種でインポセックスが確認されている。今後さらに調査が進めば、この数はいっそう増えるであろう。またこうしたインポセックス報告種は巻貝の広範なグループを包含しており(表)、その被害は文字どおり、巻貝全体に及ぶ勢いである。アワビ・サザエ類への影響の可能性もあり、現在調査中である。

日本沿岸域の有機スズ汚染の程度はイボニシ（新腹足目アクキガイ科）のインポセックスの症状の重さで概観できる(図)。これによると、佐渡の一地点を除いて正常なイボニシ雌がほとんど採集不可能であり(ほぼ100%、インポセックスの雌しか採集できない)、三浦半島や浜名湖、鳥羽及び福岡周辺で特に有機スズ汚染が進んでいたものと推察される。さらに産卵不能のイボニシ雌が、例えば三浦半島の油壺（神奈川県）では、高率に存在し、しかも多様な奇形が記録された。写真は、

本来卵巣であるべき生殖巣が精巣に転化していたインポセックスの個体である。写真中央の白い液体様の部分が漏れ出た精子である。また流水式曝露試験の結果から、イボニシのインポセックスは 1 ppt (ppt は一兆分の一を表し、例えば、 $10^{-9}g/l$ である。縦50m、横20m、深さ1 m のプールに 1 g のトリブチルスズが均質に溶け込んだときのトリブチルスズの濃度が 1 ppt である。) 程度のトリブチルスズで誘導されることが明らかになった。

肉食性のイボニシにおける有機スズの濃縮係数

表 腹足類(巻貝)の分類体系の概略* とインポセックスとして報告された種類数

	海外種**	国内種	計
軟体動物門			
腹足綱			
前鰓亜綱			
原始腹足目			
中腹足目			
スイショウガイ科	1		1
タマガイ科	1		1
フジツガイ科	3		3
ヤツシロガイ科	1		1
新腹足目			
アクキガイ科	34	12	46
タモトガイ科	3		3
エゾバイ科	7	8	15
テングニシ科	3	1	4
オリイレヨフバイ科	4	1	5
イトマキボラ科	3	1	4
マクラガイ科	2		2
コゴメガイ科	1		1
コロモガイ科		1	1
クダマキガイ科	2		2
イモガイ科	7		7
タケノコガイ科	2		2
異腹足目			
計	68	30	98

*学研生物図鑑「貝Ⅰ巻貝」(波部忠重・奥谷喬司監修)に基づいて作成した。

**文献による報告種のうち未分類のものを除外した。

は10000~20000のレベルであり、生物学的半減期もかなり長いと見られる。環境中の有機スズ濃度のモニタリング調査とともにインボセックスとなっている巻貝類の個体群調査も引き続き行っていく。現在、日本を含む世界中で小型(船長25m未満)船舶に対する有機スズ系塗料の使用を禁止する動きはあるが、大型船舶(艦船を含む)に対してはほとんど使用規制がない。有機スズによる海洋汚染問題を根本的に解決する上で、これでは不

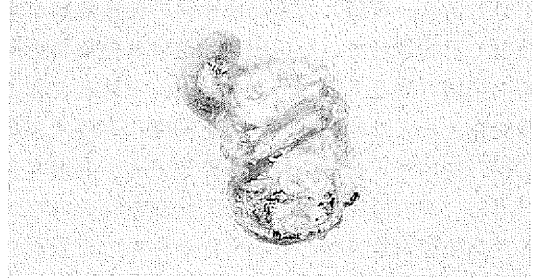


写真 精子を産生していたイボニシのインボセックス個体(本来は雌であった“性転換”個体)

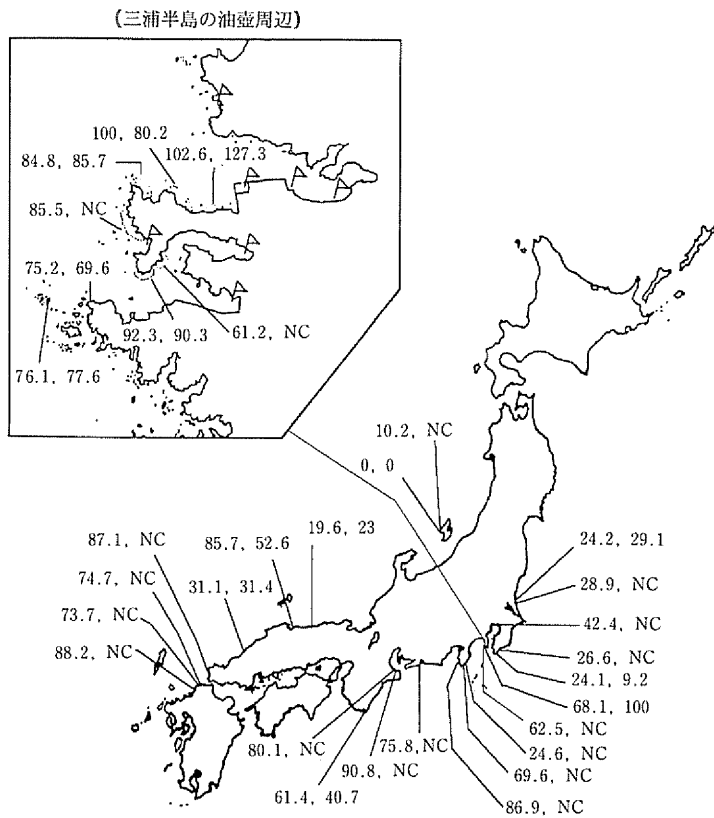


図 イボニシとレイシガイの Relative Penis Length Index (RPL Index: 相対的ペニス長指数) の分布

$$RPL\ Index = \left\{ \frac{\text{雌の平均ペニス長}}{\text{雄の平均ペニス長}} \right\} \times 100$$
 左側の数値がイボニシについて、右側がレイシガイについてをそれぞれ示す。NCは採集されず、または雌雄どちらか一方しか採集されなかったために算出できず、を意味する。図中の旗印はマリナ及び船溜まりを示す。

十分である。有機スズ系船底塗料の使用規制が未だ全く実施されていない国々における使用禁止措置の早期実施は言うまでもないが、それとともに艦船を含む大型船舶に対しても同様に有機スズ系塗料の使用禁止措置を執る必要がある。有機スズの場合、その発生源はほとんど船底塗料なのだから、発生源対策はむしろ容易なケースではなから

うか。有機スズ化合物の製造禁止措置の実施が望まれる。世界各国で有機スズ追放の気運が高まり、それが現実となるかどうかは今後の有機スズ汚染の動向の鍵を握ることになるであろう。

(ほりぐち としひろ、
化学環境部動態化学研究室)

研究ノート

赤外線水分計を用いた岩石の水分飽和度の推定

木村 強

岩盤は、表層土壌などの土質地盤に比べて水を通し難いので、有害廃棄物などの地層処分場としての利用が有望視されている。地下水面よりも高いところにある地表付近の岩盤では、岩盤内の間隙が水で完全には満たされていない不飽和の状態にある。完全に水で満たされた飽和状態では、透水係数のみでその透水性が決まるのに対して、不飽和状態では、水分飽和度—吸引圧および水分飽和度—不飽和透水係数の関係を記述するパラメータが必要となり、数値解析を行う場合には煩雑となる。また、従来は水分飽和度を中心とした不飽和状態を表すパラメータそのものが十分な精度で得られなかったため、簡便的に飽和状態を仮定して対処することが多かった。しかし、実際の水の挙動をより正確に知るには、不飽和浸透解析を行わなければならないことはいうまでもない。

岩盤の水分飽和度を求めるには、岩石の小片を切り出して強制的に浸水・乾燥し、そのときの重量変化から算出する方法がある。しかし、この方法では、同一地点の水分飽和度を時間とともに連続的に得ることができないなど実用的とはいえない。そこで、紙の水分管理を目的に開発された赤外線水分計を用いて、岩石の水分飽和度を求めることを試みた。赤外線水分計の原理は、水分に吸収されやすい近赤外光（吸収光）と水分の影響を

受けにくい近赤外光（参照光）を交互に試料表面に照射し、それらの反射光量の比を計算して吸光度とする。吸光度が大きいほど水分飽和度は高くなる。参照光を照射するのは、試料の表面の状態、粒子の大きさ、色調などの影響を除いて安定した測定ができるようにするためである。

赤外線水分計が岩石に使用できるかを検討するために、乾燥した砂質凝灰岩の角柱試験体（一辺4 cm×高さ6 cm）の側面に、遮水用のシリコン・シーラントを塗布して不透水面とした後、そ

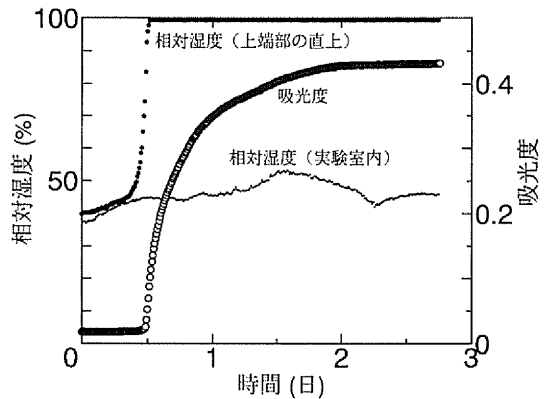


図1 毛管水の上昇に伴う吸光度（水分飽和度）と相対湿度の変化

の試験体の下端部を1 cm ほど浸水させた。そして、試験体上方に赤外線水分計を下向きに設置して、上端部表面の吸光度を調べた。図1にはこのときの測定結果とともに、上端面から上方に2 mm 離れた位置での相対湿度、および実験室内の環境湿度を示している。実験を開始してほぼ半日後に、まず上端部直上の相対湿度に変化が現れる。この変化は急激で、きわめて短時間で100%に達する。それと同時に吸光度が上昇し始めるが、その上昇速度は遅い。このことは、毛管力によって水は岩石試験体内の微細な間隙を通して上部へ運ばれていくが、その毛管水のフロント部では液状水よりも水蒸気の形態にあることを意味している。吸光度は、下部からの水分の供給と上端部表面からの蒸発が平衡して、実験を開始して2日後によく一定値になる。試験体がもっと長い場合には、吸光度が上昇し始める時期は遅くなり、一定の吸光度になるにも長い時間を要する。また、毛管力によって上端部まで輸送される水分量も少なくなるので、吸光度の値も小さくなるであろう。これらの吸光度から水分飽和度を求めるには、既知の水分飽和度をもとに前もって吸光度と水分飽和度の関係を調べておかなければならない。水分飽和度の制御の容易な土壌についての実験結果によれば、水分飽和度と吸光度には直線的な関係があるので、岩石については完全に乾燥した状態と飽和状態についてそれぞれ吸光度を求め、これを内挿することで第1近似としてはよい。

測定原理から分かるように、赤外線水分計は試料の表面を対象としており、試料内部の水分までは知ることはできない。ただし、側面に塗布したシールの厚さが1 mm 以内であれば照射光は試験体の側面まで到達する。本実験のように水分が鉛直1次元に移動する場合には、側面の近傍とその奥部では同じ水分飽和度にあるとみなしてよい。したがって、側面において高さごとの水分飽和度を求めることによって、時間とともに上昇していく毛管水のフロントを追跡することができる。また、これとは反対に、いったん完全に飽和させた試験体の端部を浸水させることなく両端部から乾

燥させる過程での水分飽和度の低下も観察することができる。図2には、この条件下において試験体の中央高さの位置で得られた吸光度と、弾性波の伝播速度および振幅の関係を示している(このときの吸光度はシール材の影響により、図1のそれとは値が同じでも水分飽和度は異なる)。ここで、弾性波の測定は、赤外線水分計で照射した側面と直交する面に1組の圧電素子を貼りつけ、パルス透過法により行っている。弾性波の伝播特性と水分飽和度の関係をみたのは、弾性波がジオトモグラフィを始めとした地盤調査によく利用されることを考慮したものである。試験体の両端面から乾燥が進んで試験体中央部の水分が減少し、それに伴って弾性波の振幅が増大すること、および弾性波速度は振幅ほど水分飽和度に影響を受けないことが分かる。

水分飽和度は、岩石の不飽和特性を議論する上で最も重要なパラメータであるばかりでなく、上述した弾性波特性やその他の物性値とも関連性が少ない。赤外線水分計は、試料を破壊することなく水分飽和度を迅速に測定できることに最大の特徴があり、今後、これらの研究を行う上で有効な手段になり得ると考えている。

(きむら つよし、
水土壤環境部地下環境研究室)

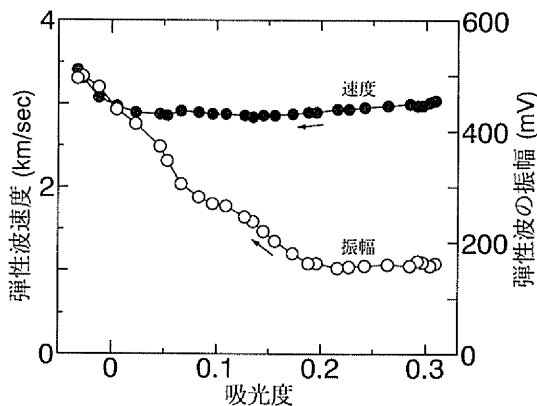


図2 乾燥過程での吸光度(水分飽和度)と弾性波の伝播速度および振幅の変化

表彰

受賞者氏名：野崎久義（生物圏環境部）
 受賞年月日：平成6年9月21日
 賞の名称：平成6年度日本植物学会奨励賞
 受賞対象：群体性オオヒゲマワリ目の有性生殖の多様性に基づく系統分類学的研究

受賞者氏名：森田恒幸（地球環境研究グループ）
 受賞年月日：平成6年10月28日
 賞の名称：日本計画行政学会第6回学会賞・論説賞
 受賞対象：地球環境保全のための政策研究の展開

受賞者氏名：川島康子（社会環境システム部）
 受賞年月日：平成6年10月28日
 賞の名称：日本計画行政学会第6回学会賞・奨励賞
 受賞対象：地球温暖化防止に向けた国家間の協調の可能性

受賞者氏名：森田恒幸、甲斐沼美紀子、増田(甲斐)啓子（地球環境研究グループ）
 原沢英夫（地球環境研究センター）
 受賞年月日：平成6年11月4日
 賞の名称：第4回日経地球環境技術賞・大賞
 受賞対象：アジア太平洋地域における地球温暖化対策分析のための総合モデル(AIM)の開発

受賞者氏名：嵯峨井勝（地域環境研究グループ）
 受賞年月日：平成6年11月17日
 賞の名称：平成6年度大気汚染研究協会賞（斉藤潔賞）
 受賞対象：ディーゼル排気微粒子(DEP)による喘息発症に関する実験的研究

主要人事異動

（平成6年11月1日付）

平田 健正 昇 任 地域環境研究グループ水改善手法研究チーム総合研究官
 （地域環境研究グループ有害廃棄物対策研究チーム主任研究員）
 稲森 悠平 併任解除 地域環境研究グループ水改善手法研究チーム総合研究官

編集後記

今年の十大ニュースや世相を反映した流行語などが新聞やテレビで報道される季節となりました。1994年を振り返ると、環境問題に関するキーワードの一つとして、「持続可能性（サステナビリティ）」という言葉が浮かびます。本号の論評でも紹介されているように、この言葉は単に現状を維持するという意味としてだけではなく「発展」という語と合わせて使われる点が注目されます。国立環境研究所にとって1994年の十大ニュースの一つは、設立20周年

を迎えたことでしょうか。これもまた、研究所が20年間「持続」してきたことではなく、この間絶え間なく発展しつづけてきたことをもって尊しとすべきものだと思います。また、環境研究の中には持続することによって初めて発展が期待できるものも多々あります。小生が4年前から取り組んでいる、熱帯林の生物多様性とその保全のための研究もそうした類の典型です。こうした「じわじわ」発展していくのが環境研究の特徴なのかもしれません。皆様、よいお年を。(N. K.)