

国立環境研究所

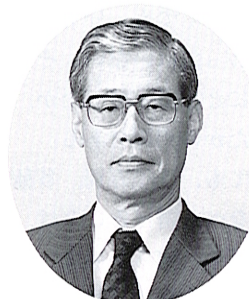


Vol. 11 No. 2

平成 4 年 6 月

見えない手

国立環境研究所長 市川 惇 信



(いちかわ あつのぶ)

「見えない手」、アダム・スミスに始まる自由経済システムにおいて協調を保証する仮説である。この手は「見えない」けれども「存在」する。というより、存在するように制約を設けている。(1)財の流通の自由を保証する、(2)価格という市場の状況を表すマクロな指標が情報として流通する、(3)価格の上昇が生産量の拡大を、下降が縮小を生み出すようにする、(4)独占・寡占が起こらないよう新規参入を保証する、などがこれである。この意味で、自由経済システムは完全に自由ではない。制約のないところに自由は存在しない。

見えない手は、経済システムに固有なものではない。協調を必要とする場ではどこでも機能するはずである。組織はそのような場の一つである。たとえば、我が国におけるTQC(総合品質管理)はよい例である。この意味では、我が国のボトムアップ型の組織の方が、トップダウン型の組織より、見えない手を巧みに用いているといえる。

研究組織においてはどうかであろうか。研究所において、研究者がそれぞれ最大限に努力したとき、それが研究所の発展に協調的に統合されて行くような「見えない手」をどのように埋め込んでいるか。3月初旬に、UCSB, Stanford, Cal. Tech., NIH, NSF, IBM, GE, Brookheaven, MITにおけるセンター・オブ・イクセレンスといわれる研究組織及びそれを支えるグラント組織を調査したとき、私の最大の関心はここにあった。結論として、研究所という組織に関する限り、米国の方が「見えない手」の利用が巧みである、といえる。(1)研究組織として明確な目標を持つ、(2)その目標の下で研究者に自由な発想をさせる、(3)部分組織を柔軟にし、研究者に部分組織にわたる自由な流動及びチーム編成を保証する、(4)研究者に内部でのパイの奪い合いを行わせない、(5)研究者の評価基準を明確にし、評価のためのデータには外部のものを用いる、(6)研究所は研究者が効率よく働けるよう基盤整備に努める、がこれらの研究所の共通する運営原理であった。

これらをそのまま本研究所に持ち込んでもうまく機能しないことはいうまでもない。本研究所固有の「見えない手」をどのように埋め込むか、これが私に課せられた最大の仕事である。本研究所が、研究し心地がよく、かつそこにいることが誇れるような所となるために皆様の協力をお願いする次第である。

「場」の科学

前所長 小 泉 明

激動に明け暮れた二十世紀も残り少なくなってきた。この世紀について特記されることに、自然科学の驚異的な進展がある。

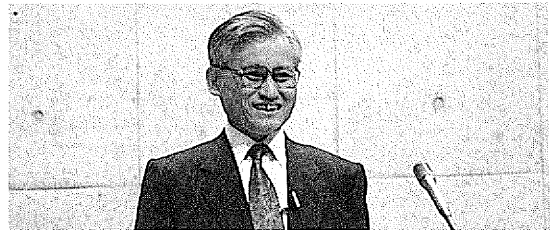
普遍妥当性を持つ真理を追及することに極めて熱心な自然科学は、それ以上分けることのできない微小単位に本体の所在を求めようとした。それはいわゆるミクロのアプローチであって、当然ながら分析主義、要素主義、そして atomism になる。

ある時期、大宇宙のすべての存在物は、物質の最小単位である原子を構成要素としているとの説明が、科学者はもとよりあまねく知識人を魅了した。やがて物質の最小単位はさらに細かく、素粒子であると断定された。今世紀の前半は原子物理学が自然科学の花形であった。そして後半は生命科学である。

生命科学は分子生物学によって幕開けを迎えた。分子生物学はそれまで抽象概念にとどまっていた「遺伝子」に高分子化合物としての名称 DNA・RNA を付与した。このとき生命の神秘はヴェールをとったといえよう。分子生物学の知識は遺伝子工学の技術へと進展を示した。

原子物理学の知識が核エネルギーの利用に結びつき、人類の生存にかかる深刻な事態を招いたことに多言は不要である。生命科学についても、広義の生命操作に結びついたことから生命倫理の課題にいま論議が集中している。いずれも、とどまることを知らない自然科学についての軌道修正が求められた場面といえよう。

物質の最小単位が原子であり、あるいは素粒子であるということ、生命の物質的基盤が DNA・RNA であるということは、必ずしも同列の議論に結びつくものではない。それは、DNA・RNA のみが生物の最小単位ではないからである。遺伝



退官記念講演会にて(平成4年4月17日)

子は生命現象を演出する主要な役割を演じて、その最小の構成要素とは意味が異なる。

遺伝子が生命にかかわる情報の担い手であるとの理解は、表現は同一でなくても、分子生物学以前と以後で本質的に変わってはいない。それは、その担い手が抽象概念にとどまっていたか、化学的に化合物名で示されたかの相違である。

ひと口に生物と言っても、千差万別、多種多様である。しかし、おしなべて言えることは、単細胞生物でも多細胞生物でも、何らかの全一性を具えていることである。これを私は「場」の概念でとらえてみたい。「場」は要素ではなく、要素の集まりであり、“まとまり”である。

たとえば人体のような個体については、器官、臓器、組織、細胞、細胞小器官、分子と大小さまざまなレベルの「場」が考えられる。さらに、個体より高次のレベルで、個体群、生物群集、生態系がある。地球生態系もやはり「場」である。

環境は正に「場」であって、環境科学の特質は「場の科学」にあるといえよう。「場」の研究は atomism のみでは達成されない。自然科学に社会・人文科学を加えた総合的な「場」の科学であれば、上述の「軌道修正」を必要としないかも知れない。

(こいずみ あきら、現在：産業医科大学学長)

生態系研究の重要性とその新しい研究アプローチ

生物圏環境部長 安野正之

研究所の研究が多岐にわたるようになり、大気汚染の植物への影響、水汚染による生物相変化などの研究はむしろ片隅に追いやられた。これまでの研究でそれぞれ専門領域を深めた研究者に新しい研究を期待するのが無理である場合、新しい研究分野に対応できる人との入れ替えが望まれる。しかし現実には不可能に近いので個々の研究者の能力において転換を強いられている。新しい分野は地球環境変化に伴う生態系影響、変化の予測、砂漠化や熱帯林伐採による環境破壊に対処するのに必要な研究、新生生物の生態系かく乱のリスクの研究などどれも生態系影響としてとらえねばならないものばかりである。環境庁の研究所の環境研究の売りものとしては生態系研究であることは当初から提唱してきたが、最近では他の研究機関でも同じことを売りものにしてきているので残念ながら独自のものとはいえなくなった。さて研究者の立場として研究課題を転換しうるか？ 転換しないですませるか？ また、転換したときの成果が認められるのに5~10年の時間が必要であるか耐えられるかなど多くの問題を抱えている。

改変した組織は一見この要求に対応するためであるが、実際は見かけだけのつじつま合わせに終わっている。研究所では生物系の研究者は多いことになっているが上記の問題に対処するにはあまりにも少ない。研究者が不足しているのは研究テーマが多くなりすぎたことも原因している。新規テーマのうち、研究者がこれまでの技術や知識の蓄積で対応できる場合、ある意味では研究としての展開は望めない。研究所はそれなりに報告書が出て満足できるかもしれないが、研究者の成長が留まることは研究所としては長い目で見たとき決して喜ばしいことではない。したがって基礎研

究の重要性があるわけで、それに適した体制や予算を期待しなければならない。

生態系研究の重要性は誰も疑わない。しかし、生態系を間違っ理解している例が多い。“エコロジー”と同じように考えている人も多いのではないか。何故生態系レベルの研究が必要なのか理解が十分でない。生態系を実態としてとらえるにはどうしたらよいか？ 我々研究者にとって永年の宿題である。

若い頃、陸水学者のHutchinsonのHomage to Santa Mariaという短いエッセイに感銘を受けた。それはイタリアの一つの湖に多数の生物種が生息しているのは何故なのかから始まっていた。この研究所に来てからはその逆の、何故少数の生物種しか生息していないのかという場に遭遇することが多かった。つまり汚染された環境は極限に近い状態でその環境に耐えられる種が少ないことに起因している。しかしそれほど汚染がひどくなくても種類数が少ないことがあるのである。熱帯を除けば安定した生態系では少数種によって極相となる。その機構には生物相互の関係があつて一つの方向へ進むことが生態学の教科書では早くから述べられている。何故その特定種であるのかは必ずしも説明できていない。

生物種の保護あるいは保全にどれだけの面積、どれだけの個体数が必要であるのかは生物によって違う。通常は表現型として認識できない障害も劣性遺伝子がホモになったときに発現するのでその集団は絶滅へと向かう。現在の絶滅の危機にある生物種がどれ位の近縁にあるかを調べる必要がある。言い替えると、どの位の大きさの集団であれば種を維持できるのか？ これらは最近のDNA研究からの方法が大きく寄与すると思われる。い

ずれにせよ生態学も分化して、イギリスで分子生態学という雑誌も創刊され、発行者からの私信によると評判も良いということである。

自然保護研究のもう一つの主要研究課題は対象となる場の生態系の維持機構である。広い意味で生態系構成生物の環境形成作用がどの程度働いているのか？外からのかく乱に対してどの程度の復元力があるのか？その機構はどういうものかなど

である。

かつて生態系研究ではエネルギー転換のシステムとしてのとらえ方をしたが、生物相互の関係を粗雑に扱ったため行き詰った。今は多様なアプローチがとられるようになってきたが、逆にまたマクロにとらえる必要もあると考えられる。

(やすの まさゆき)

退任にあたって—生物関連研究の歴史を振り返る

前生物圏環境部長 菅原 淳

昭和50年3月、長靴を持って着任以来、17年が過ぎ去りました。思い返してみると、いろいろなことが走馬灯のように、脳裏をかけめぐります。

開設当時は、研究所前の西大通りは泥んこ道で、通行不能でした。公務員宿舎から研究所のマイクロバスで、蛇のような道をくねくね通って、コジュケイ親子やキジ夫婦達と毎日出会いながら通勤しました。私が大学在籍中に、のどから手がでるほど欲しかった研究機器は、すべて最新型のものが揃っていました。研究費も潤沢でした。足りないのは(現在でもそうですが)研究者だけでした。

やがて工事中だったファイトロンが完成し、世界に誇るこの超一級の施設を使って、大気汚染物質の植物影響に関する研究が始まりました。先発の農水省研究所や地方公害研究所や大学などから、すでにかんりの成果が報告されていましたが、これらに追い付き追い越せと必死に頑張りました。毎日が本当に楽しかった。高性能の施設を使っての研究ですから、国内外の他の研究グループでは立案できない、新しい計画で、再現性のあるデータがどんどん得られました。これらの成果を邦文だけでなく、英文の報告書にまとめて出版しました。オクスフォードやミュンヘンでの国際シンポジウムでも発表し、“大気汚染の植物影響に関しては、公害研に聞け”といわれるほどの世界的トッ



特別講演会にて(平成4年3月24日)

プレベルになることができました。

ファイトロンに続いてアクアトロンが完成し、有害化学物質の生態系への影響解析の研究が始まりました。現安野正之部長が中心となって展開され、実験室での毒性試験と野外調査とが並行して行われました。その頃、環境庁は、通産省、農水省、厚生省、建設省の狭間に合って、他の省庁と摩擦なく、独自に実力を発揮できるのは、自然環境保全行政しかないような状況にあったので、生態系影響評価の研究への期待は大きく、評価のクライテリア確立に努力が注がれました。

年月の経過とともに研究所も成長し、研究内容も、公害の対症療法的研究から快適環境創造の研究へと向かい始めました。この間に、当初の計画になかった微生物系統保存施設の重要性を説いて設置に成功し、渡辺信室長の努力の結果、環境微生物の国際的分譲、遺伝子資源確保の両体制が確

立されて、国際的にも認められる施設となりました。また、遺伝子工学の著しい発展に遅れを取らぬように、研究体制の確立に取り組み、遺伝子組換え技術の環境研究への導入を行い、さらに遺伝子組換え体の環境での利用に際して、生態影響評価を環境庁が行うことを支援できるように取り組みました。近藤矩朗総合研究官が中心となって推進しており、現在、遺伝子工学実験棟が建設中です。一方、自然環境保全研究体制の確立にも努力が払われ、奥日光に環境観測所が建設され、環境要因の常時測定と同時に、奥日光周辺の環境調査の拠点として利用されています。

さて、現在では、世界は大きく様変わりし、地

球規模の環境問題が脚光を浴びてきました。研究所もこれに積極的に対応できるように、公害研究所から環境研究所への脱皮を行い、大規模な組織改革を行いました。地球温暖化、オゾン層破壊による有害紫外線量の増加、森林減少、砂漠化等々、人間の生活環境としての生物圏への影響解析の研究は、ますます多様性を帯びてきています。生物関連研究者への比重は増加の一途です。研究所として今後、自然環境保全研究体制の確立を含めて、生物関連研究者の増員を考えるべき段階にあると感じています。

(すがはら きよし、

現在：近畿大学九州工学部教授)

プロジェクト研究の紹介

揮発性有機塩素化合物による地下水汚染の浄化

中杉 修身

トリクロロエチレン等の揮発性有機塩素化合物によって、我が国でも地下水が広範に汚染されていることが1982年の環境庁調査で明らかにされた。本研究所の特別研究「土壌及び地下水圏における有害化学物質の挙動に関する研究」(1985～1989年度)を始め、多くの調査・研究によって、汚染実態の把握と汚染機構の解明が行われ、特定された汚染原因に対して、汚染防止のための法制度が整備された。これによって、今後これらの汚染物質による新たな地下水汚染が生ずる可能性は低くなったと考えられる。

しかし、地下水の動きが遅いため、土壌・地下水中では分解されにくい揮発性有機塩素化合物は、一旦汚染すると、いつまでも土壌・地下水中に残留しつづける。そこで、汚染された土壌・地下水の浄化が求められることになった。汚染土壌・地下水の浄化は米国等では既に多くの対策が実施されているが、一般に多額の経費を必要とするため、効率的な対策の選定・実施が求められる。そこで、地下水汚染の浄化対策マニュアルを作成

することを目的とし、1990年度から3か年計画で、特別研究「トリクロロエチレン等の地下水汚染の防止に関する研究」を開始している。この研究では、①地下水における汚染物質の挙動解明、②汚染物質の存在状況把握手法の確立、③土壌・地下水浄化技術の評価を行い、これらの成果を合わせて④地下水浄化対策手順を確立することを目指している。

①地下水における汚染物質の挙動解明では、汚染の将来動向を把握するモデル開発を行うことを目的として、長期間にわたり観測が続けられている事例を中心に、地下水中の濃度の経年変化や季節変化のデータを解析している。また、トリクロロエチレン等とともに、地下水から懸念されるレベルで検出されるジクロロエチレン類の起源を明らかにすることを試みている。地下水中のジクロロエチレン類の濃度は、トリクロロエチレンや1,1,1-トリクロロエタン等の濃度と高い相関を示す。特に、地下水から高濃度で検出されるcis-1,2-ジクロロエチレンは、室内実験で確かめ

られているように、トリクロロエチレンやテトラクロロエチレンとの相関が高く、それらの微生物分解が起源と考えられる。一方、1,1-ジクロロエチレンは1,1,1-トリクロロエタンとの相関が高く、その化学的分解が起源と考えられるが、毒性の低い1,1,1-トリクロロエタンから毒性の高い1,1-ジクロロエチレンが生成することから、新たな対応が必要となると考えられる。

②汚染物質の存在状況把握手法の確立は、室内実験の結果から揮発性有機塩素化合物が土壤中を横方向にはあまり拡散せず、比較的狭い範囲に分布していると予想されるため、浄化対策を効率的に実施するために、高濃度汚染域を正確に把握する手法を確立しようとするものである。土壤ガス調査によって高濃度汚染域の平面的な絞り込みを行い、次いでボーリング調査により三次元的な汚染分布を把握する手順を考えている。また、その中で用いる土壤ガス調査法について、各種手法の特性評価を行い、その適用可能性と限界を明らかにし、それらを組み合わせた効果的な土壤ガス調査システムを検討している。汚染源地区を見つけ出す調査は広範囲が対象となり、高密度で調査できないため、感度の低い方法では見逃す恐れがある。このため、費用が高くても、感度のよい方法を用いる必要がある。一方、比較的狭い範囲に限定される汚染物質の存在場所を確定するには、詳細な調査が必要となる。汚染源地区では一般には感度の低い方法でも汚染を検知することができるので、費用の安い方法で詳細な調査を行うことになる。この手順に沿った調査を現場で実証している。汚染源地区の調査では、感度は低いが、費用のかからない検知管法が多く用いられているが、深層の土壤や地下水に汚染物質がたまっている場合などは検知管法では汚染物質の存在を検知できない。また土壤ガス濃度は地表面の被覆によって大きく影響され、結果の解釈には被覆状況を考慮する必要がある。現状では、安くて感度のよい方法は開発できていない。安い方法で汚染を検知できない場合は、高くても感度のよい方法を用いる必要がある。地表面から60mまで単一の層である

汚染事例について、土壤ガス調査とボーリング調査により汚染物質の存在状況を詳細に調査したところ、室内実験の結果と同じように、横方向にはあまり拡散せず、帯水層の上と底に汚染物質が分布していた。

③地下水浄化技術の評価は、海外で開発されたものも含めて、各種浄化技術について、その費用効果、適用条件、実施上の問題点を明らかにするものである。土壤・地下水中の揮発性有機塩素化合物を除去する主な方法には、汚染土壤の掘削・除去、汚染地下水の揚水及び汚染土壤ガスの抽出が考えられる。このうち、汚染地下水の揚水と汚染土壤ガスの吸引抽出について現場実験を行っている。まだ、短期間の実験の結果であるが、高濃度に汚染物質がたまっている場所を特定して実施すれば、いずれの方法でもかなりの速度で汚染物質が除去できる。さらに長期的な運転実験を行い、最適運転条件等の検討を予定している。また、多額の経費負担のできない小規模事業場における浄化対策システムを考案し、現場実験を行う予定である。さらに、生物処理など、その他の浄化手法も含めて、運転実績データを収集・解析しており、土壤・地下水の汚染状況や汚染源の社会的・経済的条件に応じて最適な浄化対策を選定する。

④地下水浄化対策手順の確立では、以上の成果を踏まえて、汚染物質の存在状況の把握と浄化対策の選定・実施を柱とする地下水浄化対策マニュアルを作成する。

この浄化対策マニュアルの作成で、揮発性有機塩素化合物による地下水汚染に対して一連の対策システムが整備されることになる。しかし、現在水道水水質基準の見直しが行われており、揮発性有機塩素化合物とは挙動の異なる有害化学物質による、新たな地下水汚染への対応が求められる可能性は大きい。このため、揮発性有機塩素化合物汚染に対する浄化対策マニュアルを策定できたら、新たな汚染の防止に向けて、さらに研究を発展させていくつもりである。

(なかすぎ おさみ、地域環境研究グループ
有害廃棄物対策研究チーム総合研究官)

アンデス高地住民の生理学的適応像について

—低圧・低酸素ストレスと血液中グルタチオンパーオキシダーゼ活性との関連—

今井 秀樹

南米大陸のアンデス高地に生活する人々の生態学的適応像についてはこれまでも国際生物学プロジェクト(IBM:International Biological Programme)をはじめ数多くの研究がある。標高4,000m付近の環境は低酸素・寒冷・乾燥・強紫外線などが特徴的であり、とりわけ低酸素ストレスは高ヘモグロビン血症、樽胸(barrel-shaped chest)など生理学的、解剖学的特徴との関連でとり上げられてきた。ところで、ヘモグロビン濃度の上昇は酸素結合ヘモグロビンの数の増加とともに、酸素と結合していない遊離ヘモグロビンの数の増加をももたらす。遊離ヘモグロビン割合の増加によって血液中あるいは組織中に活性酸素種が生成されるという報告がいくつかある。つまり、高地に居住している人々の生体内では、低酸素環境への適応の副作用としての酸化ストレスのこう進という逆説的な現象が起きていることが予想される。

筆者は大学院在学中に上記ボリビアンデス高地に生活する人々に関する人類生態学的調査に参加する機会を得た。その折に採取したそこに生活する人々の血液中のグルタチオンパーオキシダーゼ活性及びその活性中心である必須微量元素セレンの濃度を測定し、それらの変動と高地環境への生体適応との関連について検討したので報告する。

高地居住者の平均血液中ヘモグロビン濃度は成人男性で19g/dlであり、比較のために調査した低地(標高300m, ボリビア国内のアマゾン熱帯地域)居住者の13g/dlより高い値であった。高地居住者について調査時に行った食事調査から計算された1日当たりのセレン摂取量は $40\mu\text{g}$ 前後であり、血液中のレベルは約140ng/mlであった。セレン充足地域とされている場所(例えば日本、米

国)に生活する人々の摂取量は1日100 μg 程度、血液中の濃度は150~250ng/mlと報告されている。したがって、今回のボリビア高地居住者についてはセレン摂取量は低いにもかかわらず血液中のレベルはそれほど低くなっていない。高地居住者と低地居住者の血液中グルタチオンパーオキシダーゼ活性を比較すると、血液1ml当たりのグルタチオンパーオキシダーゼ活性は高地居住者において高い値であった。ところが、ヘモグロビン1g当たりの活性値で比較すると低い値を示した。つまりヘモグロビンの増加に伴って単位血液当たりの酵素活性値は上昇しているのであるが、その割合はヘモグロビン濃度の増加に見合ったものではないことが明らかになった。日本人成人男性との比較も行ってみたが、全血中セレン濃度は日本人の方が高いレベルであり、グルタチオンパーオキシダーゼ活性(血液1ml当たり)はボリビア高地居住者において高い活性値であった。血液中のセレン濃度は食事からのセレン摂取量を反映していると考えられるので、この結果は高地居住者はセレンの栄養状態が日本人ほど良好ではないにもかかわらず、その血液中に生じる活性酸素種を消去する機構が生体内においてこう進されていることを示唆している。

富士山の頂上よりも高く、酸素も希薄なアンデス高地になぜ人間が居住するようになったのかは明らかではない。酸素の問題のみならず生産あるいは住環境など人間の生業活動の様々な面で都合の悪い環境であり、実際にその地において人々の暮らしを垣間見た私にはこのような環境の下で人々が敢えて生活と再生産を繰り返していることが極めて奇異に感じられる。しかしインカ帝国よりも遥かにさかのぼる以前からモンゴロイドはこ

ここに生活の場を築き、のちに侵略者としてヨーロッパから来た白人も5世紀にわたってアンデス高地に居住している。もちろん戦前あるいは戦後に南米に渡った日本人移住者とその子孫も生活を続けている。現在地球全体で標高3,000mを越す場所に生活する者の数は2,500万人と推計されている。

今回の調査結果はその生理的適応像のほんの一端をとり上げたに過ぎないが、人為的技術的対応が不可能である低酸素ストレス状態に対するヒト生体の生理学的適応像についてのさらなる研究が望まれる。

(いまい ひでき, 地域環境研究グループ
都市環境影響評価研究チーム)

研究ノート

大気汚染物質と肺腫瘍発生

市瀬 孝道

日本人の肺ガン死亡率は年々増加し、男性では1990年にはガンによる死亡率の中ではトップになるだろうと予測されている。一方、大気汚染レベルの高い都市の方が大気汚染レベルの低い農村部より肺ガンによる死亡率が高いという疫学調査の結果や、大気汚染物質のO₃の発ガン性や腫瘍促進作用、さらにディーゼル排気ガスの発ガン性を示した実験的研究等から、大気汚染物質と呼吸器ガンとの関連が示唆されている。また、食生活と肺ガンとの関係についても指摘されている。近年の日本人の食生活が変化し、脂肪摂取量は総食事量の20%を超え、欧米型の食生活に近づきつつある。しかし、高脂肪特にリノール酸を多く含む高カロリー食への変化が肺ガンの重要な因子となっていると考えられている。

そこで我々は先ずNO₂、O₃単一暴露あるいはNO₂、O₃及び硫酸ミストの複合暴露による腫瘍発生促進作用を調べた。この実験では肺に腫瘍を起こす発ガン剤をラットに前投与して、この翌日からそれぞれのガスを暴露した。NO₂とO₃の単一暴露では肺腫瘍発生促進作用を示さなかった濃度でも、これらを複合暴露した場合には肺の腫瘍発生を有意に増加させた。次に高脂肪食摂取によるディーゼル粒子(DEP)の呼吸器腫瘍発生に対するリスクの上昇の有無についてマウスを用いて調べ

た。図に示したように、高脂肪食(リノール酸を多く含む飼料)を摂取したマウスは普通脂肪食を摂取したマウス及び普通脂肪食+DEP気管内投与したマウスより、肺の腫瘍発生率、1匹当たりの腫瘍の数ともに増加したが、高脂肪食摂取+DEP気管内投与群では、高脂肪食摂取群よりもさらに、肺の腫瘍発生率と腫瘍の数が増加した。このように、高脂肪食摂取によりディーゼル粒子の肺腫瘍発生に対するリスクの上昇が見られた。今後は日本人の現実に近い脂肪摂取量レベルで、ディーゼル排気の肺腫瘍発生に対するリスク評価を行う必要があると考えられる。

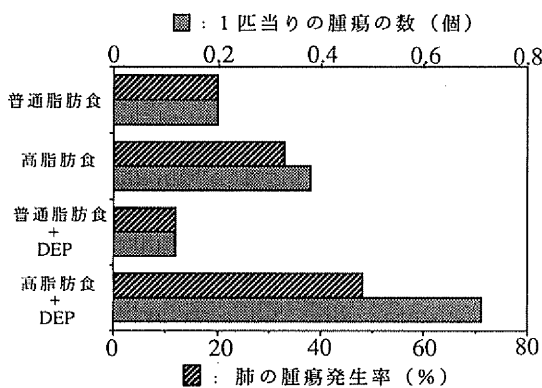


図 食餌性脂肪含量がディーゼル粒子(DEP)の肺腫瘍発生に及ぼす影響

(いちのせ たかみち, 地域環境研究グループ
大気影響評価研究チーム)

経常研究の紹介

割れ目性岩盤の透水特性

—単一割れ目の形状について—

木村 強

大深度地下開発、エネルギーの地下貯蔵、有害廃棄物の地層処分など、近年の地下は、宇宙、海洋に次ぐ第3のフロンティアの対象として期待されている。これは、地下が隔離性、耐震性、3次元性などの利点を有しているためであるが、このような地下の開発、利用に際して、地盤環境の観点からは地下水の流動特性が極めて重要となる。

地盤は深くなるにつれて土質地盤から岩盤へと移行し、そこでの透水性は土質地盤に比べると無視できるほど小さくなる。しかし、これは岩盤内にほとんど割れ目がない場合であり、外力として地殻応力あるいは地下の開発によって割れ目が生じると、土質地盤と同程度にまで透水性は高められ、このとき土質地盤と異なって局所的で異方性の強い性質を呈するようになる。岩盤の透水性は、割れ目の方向性、連続性、傾度、連結性などの分布特性と、単一割れ目の表面粗さ、開口幅、充填物に支配されるが、ここでは後者の単一割れ目の形状について述べる。

従来より、単一割れ目を水理学的に表現するために、ヘレ・ショウの流動モデルが用いられてきた。このモデルでは、割れ目表面は完全に滑らかで平行であると仮定しており、その結果、割れ目内の流量は、割れ目の開口幅の3乗に比例する。しかしながら、一例として図に示した割れ目の形状から分かるように、この仮定は明らかに簡略的である。本図は、人工的に作成した1組の引張り性割れ目について、レーザー変位形を用いて計測したもので、この方法では触針式の計測に比べて表面に損傷を与えることがなく、また迅速な計測が可能である。

図(a)にみられるように表面粗さは、長波長の大きなうねりの中に短波長の小さな凹凸が包含されている。表面粗さについてスペクトル解析を行

い、パワースペクトル密度と周波数の関係を両対数上にプロットすると、負の勾配の直線で表すことができる(ただし、今回の計測では、計測間隔及び計測長さが有限であり、直線の範囲も限定される)。このことは、表面粗さにはフラクタル性があることを示唆しており、このフラクタル性がすべての周波数域にわたって存在するならば、統計的な処理を行うには都合が悪くなる。すなわち、調査によって得られるデータの平均値、標準偏差などは、そのデータのみで有効となり、サンプリング間隔によってはそれらの値はまったく異なったものになりうるからである。これに対して開口幅に関しては、図(b)に示しているように、割れ目の両面がお互いにかみ合うことにより長波長の成分が消失している。その結果、スペクトル解析では、低周波数域でパワースペクトル密度の増大が抑えられたかたちとなり、フラクタル性も存在しなくなる。

最後に、図に示した1次元のプロファイルと違って、2次元の広がりを持つ割れ目の透水性を考える場合、割れ目内の水は、その平面上で開口幅の狭い部分を避けて開口幅の広い部分のみを選択しながら流れることに留意しなければならない。このため、平均値や標準偏差だけでなく、自己相関関数やジオスタティスティックスのセミバリオグラムを導入して空間的変動を表すパラメータを求めることが必要であり、このパラメータによって初めて単一割れ目の形状と透水性の関係を理解できるようになる。

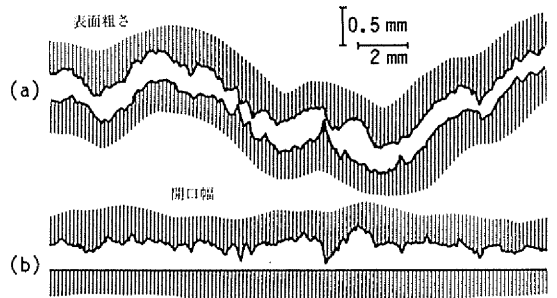


図 割れ目を構成する2面の表面粗さ(a)と開口幅(b)の分布

(きむら つよし、
水土壤圏環境部地下環境研究室)

研究ノート

サンゴ礁リモートセンシング

宮崎 忠国

サンゴ礁は赤道を中心に南北30度以内の低緯度地域の貧栄養浅海域に分布しており、地球温暖化の原因の一つである二酸化炭素の収支に関与していると言われている。また、熱帯、亜熱帯地方では貴重な自然環境資源としてその保護が叫ばれている。現在、サンゴ礁の分布やその種類と量を正確に把握することが各方面で求められており、そのための有効な手段の一つとしてリモートセンシングが注目されている。本研究では、リモートセンシングによるサンゴ礁の調査技術を確認するためにサンゴ礁のスペクトル計測調査を行っている。

リモートセンシング技術を用いてサンゴ礁の分布、種類等を調査するためにはサンゴ礁が種類や量によってどのような光学的性質を持つかを調べなければならない。このため、和歌山県串本市鵜浦海岸沖のサンゴ礁分布域において、調査船上に

スペクトロメータを置き、防水加工されたオプティカルファイバーでサンゴ礁によって反射された光をスペクトロメータに導き、輝度及び照度の測定を行った。専門のダイバーによって、測定対象とするサンゴ礁の上方約20cmに支持されたオプティカルファイバーにより上下2方向の光を採光した。写真はダイバーによって保持されているスペクトロメータのセンサーである。図には水深約5mで測定された同海域の卓越種であるクシハダミドリイシ及びコモンキクメイシの入射光と反射光の比率である分光放射率を示す。

こうして得られたサンゴ礁の基礎スペクトルデータはリモートセンシングによるサンゴ礁調査技術の開発、並びに波長及び空間に関して高分解能を有する将来のセンサー開発に資するものとして期待されている。

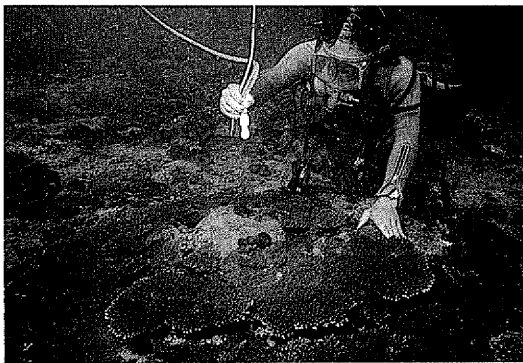


写真 ダイバーにより保持されているスペクトロメータのセンサー

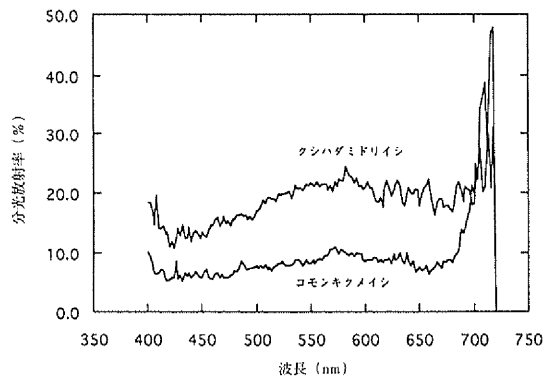


図 サンゴ礁(クシハダミドリイシとコモンキクメイシ)の分光放射率

(みやざき ただくに、地球環境研究グループ
森林減少・砂漠化研究チーム)

飛行機がアメリカ北部に到達し、真白な雲海が切れて地上が見えると、そこには小さな水たまりが散在していた。湖である。あきれるほど多くの湖が広い平原に散らばっている。それらが太陽の光を反射してキラキラ光り、まるで粉々に割れたガラスの破片が散らばって輝いているようだ。アメリカ北部で陸水学が盛んな訳だ。うらやましい限りである。

昨年11月より、私はウィスコンシン州マディソンにあるウィスコンシン大学で、湖の主役であるミジンコの研究を行っている。生物間相互作用に及ぼす殺虫剤の影響を調べるのが目的である。最近私は、捕食者の出す化学物質がミジンコに与える影響に興味を持っている。捕食者が水中に化学物質(臭い?)を放出し、それがミジンコの形態や行動、さらには成長速度まで変化させることが分かってき

た。水中の生物達の間にはこのような化学物質が介在し、重要な働きをしているものと思われる。私のアメリカでの最初の仕事で、この物質がミジンコの殺虫剤耐性を低下させることが明らかになった。捕食者が共存していると、ミジンコは殺虫剤によるダメージを受けやすくなるのである。

マディソンに来て四か月。私はまだ冬のマディソンしか知らない。初めて経験する寒さに驚いた。

当地の遅い春が待ち遠しい。ただ、寒い所にはそれなりの楽しみがあるもので、真冬には全面結氷した湖でスケートをした。マディソンでの楽しい思い出の一つである。

アメリカの大学生はよく勉強する。そして頻繁にセミナーを開いて議論をしている。このような姿勢は見習いたいと思う。時間を有効に使いたい

ためか、よくランチタイム・セミナーをやる。毎回演者がスライド等を使って仕事の紹介をするのだが、聴衆はムシャムシャとお昼を食べながら聞く。午後にはポップコーンを食べたりジュースを飲みながらセミナーをやる。この

ような生活態度はヨーロッパとは随分違うように思われる。他の国と比較しながらアメリカ人の生活習慣を眺めるとおもしろい。

最後にアメリカ人のジョークを一つ紹介する。写真は、私

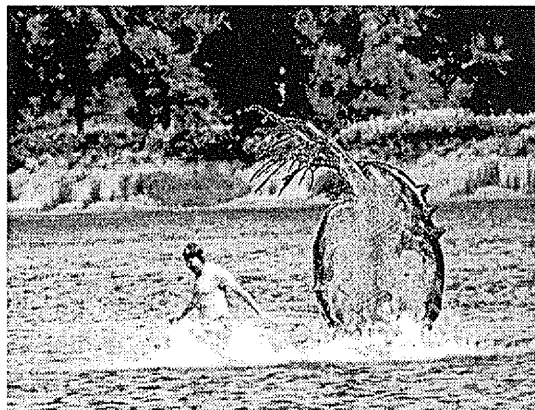
と共同研究をしているS. Dodson教授が、湖でミジンコ怪獣に襲われているところである。ただし断っておくが、実際のミジンコは、体長が0.5~3mmのつぶらな瞳を持ったかわいい生き物である。

(はなざと たかゆき、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)

“海外からのたより”

ウィスコンシンに ミジンコ怪獣現わる

花里 孝幸



(写真は Bill Feeny 氏の作)

環境月間行事について

ストックホルム人間環境会議から20周年が過ぎてきた。6月3日からブラジルにおいて世界の約170の国・機関が参加して21世紀に向けて、持続可能な地球社会をつくるための具体的な国際合意をまとめるため、「環境と開発に関する国連会議(地球サミット)」が開催された。

このようななか、我が国では昨年引き続き6月を「環境月間」とし、「地球とはもっとなかよくなれるはず」を今年のテーマとして、各地でさ

まざまな行事が展開された。国立環境研究所においても、環境月間行事の一環として次の行事を開催し多くの参加者を集めた。

- 6月5日(金) 地球環境研究特別研究発表会
- 6月6日(土) 施設一般公開
- 〃 特別講演会

新刊・近刊紹介

国立環境研究所特別研究報告(SR-8-'92)

「バイオテクノロジーによる大気環境指標植物の開発に関する研究」(昭和61年度～平成2年度)(平成4年3月発行)

我が国における窒素酸化物や光化学オキシダントによる大気汚染は依然として高いレベルにあり、農作物や森林等に悪影響を及ぼしていると考えられる。本報告書では、植物を用いて大気環境をモニターするための手法の改良を目的として実施された研究の成果や、遺伝子組換え技術による植物の大気汚染感受性の改変手法について検討を行った結果について述べられている。報告書は、まず本研究の基礎となる大気汚染物質による植物障害の仕組みについて解説し、大気汚染物質に感受性の高い植物の選抜、大気汚染に対する抵抗性に関する遺伝子の単離と遺伝子組換え植物の作成、光化学オキシダントの主成分の一つであるペルオキシシアセチルナイトレート暴露装置の開発、大気汚染被害の画像による計測手法の開発、ベチュニアや蘇苔類等の指標植物を用いて野外大気環境を評価する手法の検討等を行った結果を報告している。

(地域環境研究グループ 近藤矩則)

国立環境研究所特別研究報告(SR-9-'92)

「富栄養化による内湾生態系への影響評価に関する研究」(昭和61年度～平成2年度)(平成4年3月発行)

近年、内湾は周辺都市の発展に伴って生活排水や産業排水などの流入が増大し、その汚濁が急速に進行した。その結果、富栄養化が顕著になり、赤潮発生などの有力な一因となっている。

本報告書は、このような富栄養化が内湾に生息する赤潮生物などの生態系に及ぼす影響を現場海域調査並びに室内実験によって明らかにする目的で実施してきた特別研究の最終報告である。報告書では、マイクロコズムを用いた室内実験並びに播磨灘に設けた隔離生態系実験施設(メゾコズム)を用いて自然条件における赤潮生物の群集生態学的研究を行うことにより沿岸域での赤潮生物構成種の発生・変遷・消滅等の機構について検討している。特に、現場海域で実測した物理・化学・生物量の諸データを解析することによって海洋メゾコズム内でのペン毛藻(シャットネラ)赤潮の人為的発生及びフラスコ内における赤潮の初期発生など実験的研究の成果が述べられている。

(地域環境研究グループ 竹下俊二)

編集後記

89年以来久しぶりにニュースの編集にたずさわることとなり3年あまりを振り返ってみたら、この間に我々の研究所と世界の政治的情勢とが大きく変わったことにあらためて驚かされ、これは偶然の符合ではなかったかも知れないという思いかられる。東西の対立が解消した結果世界的な規模での核戦争の危機は急速に遠のき、人類の「終末時計」の針が数分戻されたとかの話を目にした。そして今後この時計の針が進むか否かは人間が広い意味での環境問題に賢く対処できるかどうかにか

かっている。時計の進みは遅くなるだろうけれど、止めることは一層むつかしくなるに違いない。戦争が多くの人々の願いと正反対のところに位置していたのに対して、環境問題は豊かで便利な生活を楽しみたいという人類共通の希求と同じところから派生しているからである。環境問題は人間の「生き方そのものの問題」となりつつあり、環境科学の内容も既成の枠を大きく越えることが求められているように思われる。環境研ニュースを環境科学の新たな展開のためにいささかでも役立てたいものである。(T.F.)

編集 国立環境研究所 ニュース編集ワーキンググループ

発行 環境庁 国立環境研究所

〒305 茨城県つくば市小野川16番2

☎0298(51)6111(連絡先・環境情報センター研究情報室)