

# 国立公害研究所

# 二一ノ

Vol. 6 No. 4

環境庁 国立公害研究所

昭和62年10月

## 「地球の未来を守るために」をよんで

副所長 不破 敬一郎

国連環境特別委員会の報告書「地球の未来を守るために (Our Common Future)」が刊行された\*。環境の保全と人間活動の持続的開発という大きく相対立する人類の二つの課題は、両立して進行しなければならない、又は進行させなければならない、そしてその方途は直ちに実行に移されるべきである、というのが、報告書の基本的提案である。

環境の定義は何かという議論が国際学会の席上で出た時、一般に言われている「環境とは自分以外のすべてのもの (everything except me)」について如何に考えるかという質問に対し、インドの代表的環境科学者であるダーベ教授は言下に、最近は考え方が変わり、「環境とは自分を含めたすべてのもの (everything including me)」という方が正しいと思うという答えがなされた。「地球は一つ」から「世界は一つ」に人間の意識が変わらねばならないという上記報告書の趣旨とも一致するようである。大自然を容して、哲学的風土を保つインドの学者の言葉として、印象的であった。

国際学術連合 (ICSU) に所属する国際化学連合 (IUPAC) の打合せ会が行われた。各部会において、如何なるテーマが、国際的に重要であるかを論じて採択する集会である。分析化学部会において、化学種の同定 (speciation) が重点課題の一つとして採択され、対象として環境中のスズ、ヒ素の化学種の研究を第一に行うことになった。関連してフランスのペラン教授が、国際環境問題委員会 (SCOPE) との協同研究を主張し、検討項目となった。これらの動きも、「地球の未来を守るために」の提案の主旨に合致しているように思う。

環境科学の研究が興味深く重要である大きな要因は、この報告書の多くの箇所に現れているように、問題が社会的・人類的に今日直ちに必要とされる状況に直結している点にあることは言うまでもない。しかしそこには同時に環境研究の容易ならぬ難しさも存在することを忘れてはならない。環境と開発との矛盾する両命題間の、複雑多岐にわたる現実的要因を考慮に入れて、最適値を見出してゆく操作には、極めて幅広く、奥行の深い科学的根拠が必要である。

環境科学の学問としての興味深さと、現実直結した重要性の認識が、研究者の支えの中心であると信じている。

\*大米佐武郎監修、G.H.ブルントラント委員会の報告書で、直訳は「我ら共有の未来」である。



ふわ けいいちろう

# バイオテクノロジーと環境研究

菅原 淳

近年、分子生物学の急速な進歩により、核酸合成、蛋白質合成のメカニズムが解明され、遺伝子組換え技術の基礎が確立されたのを契機に、酵素や生物の生体機能あるいは生物自身を、様々な分野に利用しようとする研究が活発になり、種々の応用技術が開発されてきた。いわゆるバイオテクノロジーの発展である。

現在、精力的にバイオテクノロジーを導入している分野には、医薬品工学、食品工学、農学などがあり、既にヒトインターフェロンの微生物による生産や、種々の食品のバイオリアクターによる生産、作物の品種改良や微生物農薬の開発（本紙6巻3号参照）などが実用化されている。環境研究においても、積極的にバイオテクノロジーを導入し、新たな環境保全対策法を開発すべき時運にあると思われる。一方、遺伝子組換えにより誕生する、自然界に存在しない生物が環境に出た時の影響を把握するための研究も必要となってきた。既に取り組んでいる研究を含めて、バイオテクノロジーと環境研究との関連を考えてみたい。

## 生物指標とバイオテクノロジー

環境汚染は発生源の浄化技術の発達や様々な規制の施策によって、かなり軽減されてきている。しかし、大気汚染物質のNO<sub>x</sub>の濃度についてみれば、都市域では環境基準を達成していない地域が未だかなり見られるし、化学物質については、今後新たな汚染を（非意図的二次汚染を含めて）引き起こす可能性のあるものが既に多く使用されている。このような汚染を把握するには、汚染を複合的、総合的に捕らえ、長期にわたる蓄積的影響を評価できる生物指標が有効である。

これまで行ってきた植物関連特別研究において、植物の大気汚染物質の解毒機構が解明され、この

機構に関与する酵素群が明らかになった。これらの酵素を支配する遺伝子を取り出し、組換え操作をし、解毒機能の弱い植物を作出すれば、大気汚染に敏感に反応して障害を発現し、大気環境指標植物として利用できる。現在この研究が進行しているが、詳しい内容は本紙に掲載された記事（5巻6号、4頁；本号6～9頁）を参照されたい。

このように、特定の汚染物質の生物への作用機構が、酵素のレベルまで解明されたならば、バイオテクノロジーの導入によって、その汚染物質に対する必要な対策を講じることができであろう。

## 環境浄化とバイオテクノロジー

難分解性のPCBは、地球的規模に汚染が広がり、南極においても検出されている。水質土壌環境部では、自然界よりこのPCBを分解する細菌を単離した。この分解機能を支配する遺伝子をバイオテクノロジーにより取り出し、活性汚泥中に存在する増殖速度の速い細菌に導入し、優れたPCB分解菌を作出することは可能である。現在この研究の計画が練られている。一方、このような細菌を用いて水処理する際には、バイオリアクター固定化利用が望ましい。この新しい技術の開発研究は、既に他省においても進められているが、優れた脱窒素細菌や脱磷細菌等の作出も含めて、水質浄化に対するバイオテクノロジー導入への期待は大きい。

## バイオテクノロジーと遺伝子資源確保

遺伝子組換え技術が今後発展し続けても、無から有を生じるような、全く新しい遺伝子の作出ということは不可能である。上述のPCB分解菌のように、自然界には様々な特殊機能を持つ微生物が存在しているが、これらの微生物から必要な遺伝情報を持つDNAを取り出して、組換え操作で新し

## タイ王国チュラポーン王女殿下、礼宮殿下 国立公害研究所を御視察

公賓として8月13日に我が国を訪れたタイ王国のチュラポーン王女殿下が、旅装を解く間も無い翌14日、礼宮殿下の御案内により当研究所に来訪された。

王女殿下はカセサート大学で化学を専攻（1979年卒）され、1985年にマヒドン大学で有機化学の博士号を取得されている科学者でもあり、この度の来日中の筑波研究学園都市視察スケジュールは特に同殿下の強い御希望で予定されたそうである。

この日の王女殿下は、午後2時30分に大山記念ホール玄関に御到着、薄茶のタイシルクの清楚な装いで、職員総出の出迎えの拍手にこやかに応えられた。

早速、礼宮殿下と共に中ホールに進まれ、江上所長の歓迎の挨拶を受けられた後、スライド写真を使つての「タイとの共同研究によるリモートセンシングを用いた植生調査手法の開発」についての安岡室長の説明に熱心に聞き入っておられた。

次に、植物実験棟では、まず横内主任研究員が植物によるテルペン等有機物質の放出等に関する研究成果をご説明申し上げると、御質問をされたりして殊の外関心が強かったご様子であった。続いての菅原部長の説明による自然環境シミュレーターでの実験経過や、植物の大気浄化機構の解明についての研究成果にも、科学者として興味深い分野とお見受けできるほど、しきりにうなずいておられたのが印象的であった。

御多忙なスケジュールの中、極めて短時間ながら、説明の内容が、タイとの共同研究の事や、王女殿下の御専門の分野の事でもあつて、親しみをもって興味深く御視察され、十分御満足いただけたものとおもわれる。

今年は、あたかも日・タイ両国間の修交100年にも当たり、この度の御視察を機会に、環境問題の研究等に両国間の一層の協力と交流発展が期待されることである。

（総務部長 郡司 進）



い機能を持った微生物を作出していかねばならない。このためには、自然界から有用微生物を探索し、遺伝子資源として確保し、将来の研究のために保存しておくことが重要である。

微生物系統保存施設では、環境の汚染や浄化に係る微生物を純粋単離し、系統的に保存している。微細藻類約400株が保存されており、世界中の環境研究者の希望に応じて分譲と寄託を行っている。今後、遺伝子資源確保の必要性和相まって、この施設の国際的重要性が認識されて行くであろう。

### 遺伝子組換え体と環境影響

遺伝子組換え技術は、自然界に存在しない新生生物を作出するという側面を持つことから、環境へ出た時の安全性が重視され、1986年にOECDから遺伝子組換え体の工業、農業及び環境利用に係るガイドライン（基本的考察）が示されたのを契

機に、日本においても産業利用に係るガイドラインが関係省庁から相次いで公表された。組換え体の閉鎖系利用に関しては、これらのガイドラインに沿った産業利用が始まっており、環境庁は、組換え体を利用する工場の立地に際した環境保全のチェックや非意図的な環境中への漏出の監視など、新たな対応に迫られている。更に今後、微生物農薬のように、農業、環境、鉱業等の分野において組換え体の開放系利用が進むものと予想される。開放系利用による環境影響についての科学的知見が貧弱な現状においては、早急に影響を把握するための研究に取り組まねばならないと考えられる。環境研究におけるバイオテクノロジーの比重は益々大きくなりつつある。

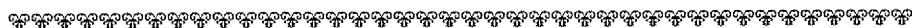
（すがはらきよし、生物環境部長）



〔特別研究活動の紹介〕

## 環境容量から見た水域の 機能評価と新管理手法に関する研究

海老瀬 潜一



依然として湖沼の富栄養化が進行する中で、昭和59年に「湖沼水質保全特別措置法」が成立し、昭和60年には湖沼に係わる窒素・磷の排水規制が施行されるに至っている。このように湖沼の富栄養化防止の種々の施策が推進されつつあるが、湖沼の水質の生活環境項目に係わる環境基準の達成率はこのところ42%台のほぼ横バイ状態が続いている。このことは、湖沼の富栄養化防止の諸施策の突りある遂行が困難な状況に入っていることを示しているように思える。一方では、本年1月に国立公害研究所で開催された全国公害研究所交流シンポジウムにおいて、水質モニタリングの問題点と現在の環境基準の関係が論議され、新たな水質目標についての発表があり、新たな環境のとらえ方に目が向けられ始めた。また、深刻な富栄養化状態にある霞ヶ浦の「湖沼水質保全計画」にも資源・資産の用語が使用され、湖沼の多目的利用や長期的視点が打ち出されている。さらに、本紙前号では社会、経済さらには意識行動の変化に対して環境をめぐる諸情勢が大きな転換点を迎えようとしている中での、環境問題や環境研究の方向が論じられている。

このような流れの中で、本年4月より5年計画で標記の特別研究が始まった。これまで湖沼の富栄養化防止を主たる目的として実施されてきた3つの特別研究、「陸水域の富栄養化に関する総合研究（昭和52～54年度）」、「陸水域の富栄養化防止に関する総合研究（昭和55～57年度）」、「自然浄化機能による水質改善に関する総合研究（昭和58～61年度）」の後を受けて、新たに水環境のとらえ方やこれまでの水質管理を見直してみようという議論

を研究の出発点としている。この特別研究では、主として水質改善が困難な湖沼環境を対象に、流入河川も含めた水域としての正確な機能評価を行うとともに、環境容量の観点から、湖沼の適正利用を旨とした新しい概念に基づいた管理手法を提示することを目的としている。具体的な研究構成としては、5つのサブテーマを設けて多角的な取り組みを行っている。「環境容量の概念を導入した水域環境管理の研究」、「湖沼の物質循環速度と生態系管理に関する研究」、「バイオテク等新技术を応用した水域の浄化機能促進に関する研究」、「汚濁負荷の流出管理に関する研究」及び「複合利用湖沼の環境保全システムに関する研究」のサブテーマを有機的に結合した研究組織となっている。

環境容量の概念は、環境基準に総量規制が導入される際に、その背景として一度登場している。今回は、環境資源や環境資産といった類似の概念も考慮し、湖沼やその集水域での多様な水利用をはじめ、水域の持つ潜在的な機能も正確に評価するために新たに定義と定式化を行い、湖沼環境の適正かつ有効利用を旨とした新管理手法につながるために用いる。環境容量については、15年前頃から幾人かの先達らの論文が存在し、それらの整理や検討を進めているが、対象や範囲だけでなく考え方自体にもかなりの違いが見られる。また、この特別研究に参加している研究員のなかでも、各自の環境容量に対して抱くイメージは少しずつ異なっており、議論の集中する問題であるが、具体的には、水域の機能を環境指標のようなものを介して環境容量として評価しようと研究を進めている。

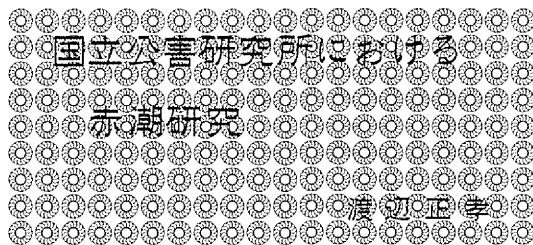


実際の湖沼については、湖水の無機的環境や微量物質の制御によって藻類の異常増殖を抑制する手法を臨湖実験施設の実験池から湖沼の現場へと移して研究を進める予定である。また、漁法の変更や高次捕食者としての魚類や甲殻類の移入による生態系構造の改変の可能性を検討する。また、集水域については、土地利用形態と汚濁負荷の定量的な関係把握をもとに、流域内の土地利用形態変化に伴う湖沼への汚濁負荷インパクトの影響が算定可能な汚濁負荷の流出管理手法を研究し始めている。さらに、汚濁負荷を削減するための排水の生物処理に、遺伝子操作技術を含めた新技術を導入し、浄化能力を高める研究を進めている。種々の物質に対する浄化能の優れたバクテリアの検索は進んでおり、その大量培養法・定着化法の確立を行う予定である。

本研究はまだ緒についたばかりであるが、ルーチンワーク的な仕事にはすでに着手しているほか、

環境容量や環境管理計画などについての議論の過程から、アメニティあるいは快適環境を取り込んだ水質目標設定、従来からの環境基準の考え方の見直しなどの意見が出て来ている。昨年12月に発表された「環境保全長期構想」には人間—環境系の視点、環境資源の総体的な把握と適切な管理などの記述があり、環境行政の理念的方向づけがなされている。この特別研究においても、多面的で複合化した湖沼の水利用を考慮して、湖沼という環境の場の適正でかつ有効な水利用が行われるように、長期的に見て将来の湖沼環境の保全システムはどうあるべきかについて検討する予定である。これからの4年半、実りあるまとまった研究に仕上げるために、参加している研究員それぞれが努力することはもちろんであるが、広く皆様方の御助言や御協力をお願いする次第である。

（えびせせんいち、  
水質土壤環境部水質環境計画研究室長）



赤潮発生機構の解明は海洋環境研究室が昭和54年に設立されて以来持ち続けてきた研究目標である。昭和54～56年度特別研究「海域における富栄養化と赤潮の発生機構に関する基礎的研究」、昭和57～60年度特別研究「海域における赤潮発生のモデル化に関する研究」、そして昭和61～65年度特別研究「富栄養化による内湾生態系への影響評価に関する研究」と続く一連の特別研究の根底には赤潮発生機構解明という目標が常に存在していたと言える。赤潮現象は古くから知られている現象であるが、赤潮発生機構解明のための研究が積極的に進められるようになったのは、内湾や沿岸海域での富栄養化現象の進行とともに赤潮が多発しそ

れに伴う漁業被害が深刻になってからのことである。

当研究所では、赤潮発生現場である瀬戸内海から遠く離れているため室内培養系の開発に多くの努力が払われた。特に赤潮発生現場に特徴的に見られる塩分・栄養塩の鉛直構造を再現しながら培養できる海水マイクロゾムの完成は鞭毛藻の持つ日周鉛直移動性と夜間底層での栄養塩取り込みに関する実証データを得るのに大きな役割を演じた。赤潮発生現場である播磨灘にフィールドを持ちたいと長年念願していたが実現しなかった。しかし幸運にも昭和58年に兵庫県坊勢漁協の協力を得ることができ、現場での観測・培養実験をスタートすることができた。赤潮研究開始後5年目にしてやっとフィールドを手にすることができた。島に囲まれた湾内にはかつて30を越す業者が養殖を行っていたが、鞭毛藻の一種であるシャットネラによる赤潮被害のため現在は1業者のみとなってしまった。この経験から漁業者自身が湾内に環境容量が存在することを認識され、また多額の投

資を行っているにもかかわらず生産現場の環境把握が十分でなかったことの反省から当研究所の研究活動に協力することを認めて下さった。漁師小屋を実験場として借り、毎年7～8月に実験を行ったが、日中の暑さに加えて蚊に悩まされながらの実験であり、大変な毎日であった。魚体が小さい一年ものハマチはエサ止めを行うと飢餓状態になるが、シャットネラ赤潮状態下でも死なないのは不思議であった。その日得られた観測データは漁業者に公開され、シャットネラ個体数が多くなった場合にはエサ投与を中止するなど翌日のイクス運用の方針決定に用いられた。良きフィールドと地元の協力を恵まれ、実験室での研究と現場研究との相互検証を積み重ねることができたことは大きな収穫であった。過去4、5年播磨灘表層海水は清浄となり、シャットネラ赤潮発生はなかった。

しかし今年8月初旬播磨灘全域にわたり大発生し多大の被害を出した。

丁度時を同じくして特別研究「海域における赤潮発生のモデル化に関する研究」の報告書を刊行することができた。そこでは赤潮藻類の増殖を規定する環境条件に関する知見の蓄積・整理を行うとともに、赤潮発生に至るまでの環境形成の過程を室内実験、現場海域での実証実験及び数値モデルにより総合的に解析した。特に鞭毛藻自身の増殖能力のみならず、塩分・栄養塩の成層位置、鉛直混合、海水交換性、鞭毛藻の遊泳速度、栄養塩濃度レベル、捕食等の相互作用が赤潮発生に大きく寄与していることを明らかにした。海洋生態系の機構解明への長い長い航海にやっと船出することができた。

(わたなべまさたか、  
水質土壌環境部海洋環境研究室長)

先端技術と環境問題シリーズ(4)

## 植物の遺伝子操作と環境問題

佐治 光

遺伝子操作（遺伝子組換え）の技術は生物学者の間で急速に広まり、いまではかなり一般的な技術として定着してきている。遺伝子が生命現象の根本的な担い手であり、生物が生まれながらにして持っているあらゆる形質の情報源であることから、遺伝子組換え技術の発達により、生物に関する知識が大幅に増大することが期待される。遺伝子は細胞内の核やミトコンドリア、葉緑体中にある核酸、主としてDNAの塩基配列の形で存在している。現在、人間の全DNAの塩基配列を解明しようという試みが世界の何箇所かで行われており、こういった研究に対して異論を唱える人も多いが、研究は止めようもない速度で進んでいる。一方、遺伝子操作技術を始めとして細胞融合や生体物質を利用する技術等を含む、いわゆるバイオテクノロジーは、基礎生物学の研究手段としてだけでな

く、物質生産、品種改良などの応用面においても大きな期待がもたれている。また、環境問題の解決のためにも、基礎研究、応用研究の両面に利用できると考えられる。

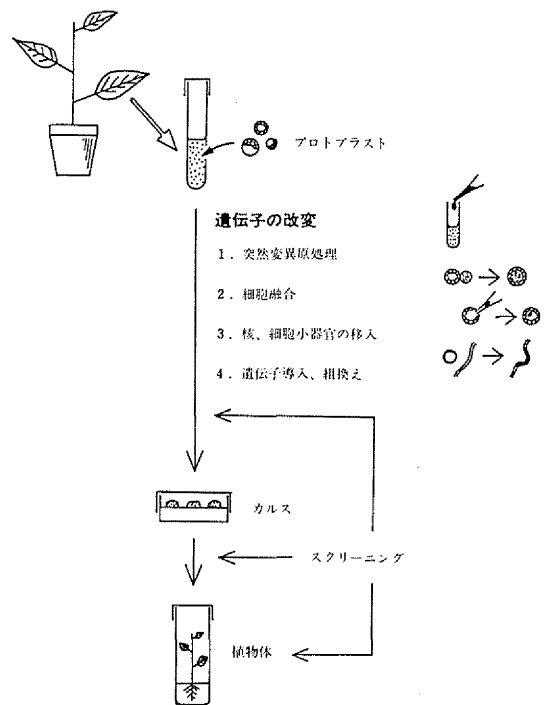
植物がバイオテクノロジーの対象として優れている点は、単離した1個の細胞から植物個体を再生することが可能なことである。植物体から酵素処理によって得られる裸の単細胞「プロトプラスト」に遺伝子や細胞小器官を導入したり、他の植物種の細胞と融合することによって遺伝子レベルでの変化を起こすことができる。プロトプラストが「カルス」と呼ばれる細胞塊を経て完全な植物体にまで生長し得るような植物種の場合には、このように人為的に遺伝子レベルの変化を起こさせた形質転換体を容易に得ることができる。図に示したように、通常、多数のプロトプラスト（ $10^6$

～10<sup>7</sup>個)に対して様々な操作のいずれかを施した後、培養しながら適当なものを選抜（スクリーニング）していくといった方法が用いられている。現時点でこのような育種法はタバコ、ニンジン、ペチュニアなどの限られた植物種にのみ適用可能であるが、将来、培養技術の進歩とともに他の多くの植物種に対しても適用できるようになる。

ここでは我々の研究対象である大気環境と植物の係わりについての基礎的及び応用研究における遺伝子組換え技術の有用性について述べる。従来の研究により、大気汚染ガスが植物にもたらす傷害やそれに対する植物の防御反応が次第に明らかになってきており、いくつかの酵素（スーパーオキシドジスムターゼ、アスコルビン酸ペルオキシダーゼなどの活性酸素解毒系酵素や、硝酸還元酵素、亜硝酸還元酵素などの窒素代謝系酵素）が大気汚染ガスの解毒に関与していることが示唆されている。もし、これらの酵素の遺伝子を植物から単離できれば、酵素蛋白質の構造や合成に関する多くの情報が得られるだけでなく、遺伝子組換え技術を駆使することによって、それらの酵素の機能を確認することができる。つまり、単離された遺伝子に様々な処理を施して、再び植物に導入することにより、その遺伝子を人為的に植物体内で強く発現させたり、逆に発現を抑えたりすることができるので、その結果、植物が汚染ガスに対して強くなったり弱くなったりすれば、遺伝子産物である酵素が解毒酵素として働いている強い証拠が得られたことになるのである。一方、このような研究は応用面においても重要な意味を持っている。汚染ガスに対して強い解毒能を獲得した植物を大気浄化に役立てることができるし、逆に汚染ガスに弱くなった植物は、指標植物として利用することができる。個々の解毒酵素の遺伝子を操作することにより、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>などの各々の汚染ガスについて指標植物を作ることも可能と考えられる。

最後に遺伝子組換え実験の安全性について考える必要がある。一般に植物は細菌やウイルスのように人間に寄生して病気を引き起こすことがなく、動物のように自由に動き回ることもないので、遺伝子組換え体の安全性も高いと考えられている。

しかし直接人間に及ぼす影響以外に我々を取り巻く生態系への影響も考慮する必要があり、その評価は非常に難しく、また、まだ知見があまりにも少ない。植物体を用いた遺伝子組換え実験（図の方法4）については、実験ごとに文部省又は科学技術庁が招集した専門家たちによって実験の実施を許可するかどうかの個別審査を受けているのが現状である。現在の審査では、遺伝子組換え体を閉鎖系で用いることが前提となっていて、野外に持ち出すことはまだ認められていない。植物は、農業においても環境問題に利用される場合でも、通常は野外（開放系）で用いられる。また基礎的実験を円滑に進めるためにも野外での実験が強く望まれている。このように、遺伝子組換え体の開放系での使用に対する要望は年々高まっていくものと考えられる。そのため少しでも早く野外で用



バイオテクノロジーによる植物育種

遺伝子の改変は図中の1～4のいずれかの方法により行われる。

遺伝子操作と呼ばれるのは方法4である。

いる場合の安全性評価の基準を定める必要がある。

現在、科学技術会議では、開放系での遺伝子組換え体の使用に関する指針作成が進められているが、最初はある種の条件付きで開放系での使用が認められることになろう。例えば、本来自然環境下では種子あるいは胞子からのみ発生する植物種で花粉や種子、胞子形成能を人為的に失わせたも

の遺伝子組換え体に限る、などで、その場合組換え体の子孫ができないため生態系への影響を最小限に止めることができる。いずれにしても、研究が進み多くの情報が得られるにつれ、より確かな判断が下せるようになろう。

(さじひかる、  
生物環境部生理生化学研究室)

ミジンコは動物プランクトンの一グループの名前で甲殻類に属する。水の中で浮遊生活をし、藻類を主な餌として、また自らは魚の良い餌となる。体長はおよそ0.2~3mmと小さく、人の目に触れることはあまりないが、大概の湖に生息している。私は数年来このミジンコの生態研究をしてきたが、ミジンコが湖でいかに生活しているのかを知ることにつれ、その世界のおもしろさに魅了されてきた。

大きな移動能力を持たないミジンコは湖の環境の変化を甘んじて受けねばならない。従って、水温の低下や餌不足などミジンコにとっての環境が悪化すると、個体群滅亡の危機に瀕することになる。しかしこの様な時、ミジンコは耐久卵を作りこの危機を乗り切る。そして環境が好転したとき、耐久卵から生まれた個体が単為生殖によって急速に増殖し、再び湖にミジンコの世界をつくる。なんと見事な適応であることか。

ミジンコにとって一番恐ろしいものは魚である。湖への新たな魚の導入はしばしばミジンコのある種を絶滅させてしまう。この魚に対してもミジンコのおもしろい適応が見られる。卵をたくさん作って増殖速度を増し、魚

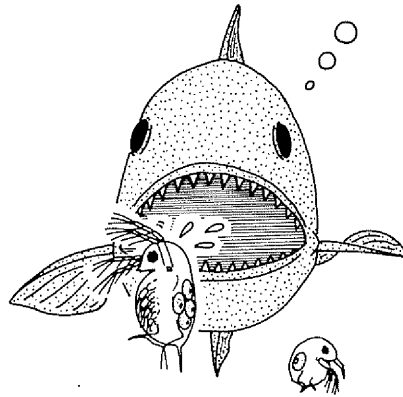
に食われる分を補う者、魚による捕食を避けるために昼は暗い湖の底層に降り、夜に餌の多い表層に上がるという日周期の垂直移動をする者、体を小さくしたり透明にして魚の目に映らないようにする者、と様々である。魚以外の無脊椎の捕食者もまた脅威の対象である。

しかしこの捕食者の多くは、小さい体と小さい口器を持つことから、ミジンコにとって食われないようにするためには、魚の場合とは逆に体が大きい方が有利となる。そこで刺を持つたり透明な覆いをつけて体を大きくする者が出てくる。湖水中の環境は比較的均一に見えるが、この様な捕食者が共存することで様々なミジンコが生息し、複雑な動物プランクトン群集を作っている。

藻類との関係も単純でない。動物プランクトンの摂食に対抗して毒を持つたり刺を持つ藻類がいる。そしてまた動物プランクトンもこれに適応する種が出現してくる。一見単純そうに見える湖の生態系も、動物プランクトンを中心にみるだけでも実に複雑にできているのがわかる。また複雑だからこそ、その生態系は安定しているともいえる。(はなぞとたかゆき、  
生物環境部水生生物生態研究室)

## 湖における ミジンコの世界

花里孝幸



## ラットの胎仔培養法 について

米元 純三

サリドマイド禍を契機として、医薬品や環境化学物質による催奇形性への関心が高まってきている。しかしながら、なぜ、どのようにして奇形が起こるのかということについては、いまだに十分解明されたとはいえない。それは一つには発生の過程そのものがまだよく分かっていないこと、さらには母体、胎盤、胎仔という相互に関連した複雑な系の中で胎仔が生育していくことがあげられよう。同一の化学物質であっても妊娠のどの時期に与えられたのか、どういう経路で与えられたのかによって現れる影響は異なり、また与えられる量についても、多ければ胎仔が死に至り、奇形としては現れない場合もありうる。このように奇形の起こる要因、過程は複雑であり、そのため、過程はどうか実際の結果はどうなるかという催奇形性のスクリーニングには妊娠動物そのものを用いた *in vivo* の試験が望ましいとされている。しかしながら、例えばある化学物質が胎仔にどのような影響をどのようにして及ぼすか（結果として奇形が現れるかどうかを別として）を調べる場合には、母体—胎盤—胎仔という系はあまりにも複雑すぎる。胎仔を *in vitro* で培養することができ



ラット培養胎仔(11.5日令)

れば、母体や胎盤の影響を除いた非常に単純な系で、胎仔への影響や胎仔での物質の代謝を容易に実験することができる。

ラット、マウスの胎仔培養法は1970年代後半に確立され、器官形成期といわれる感受性の高い時期（ラットでは胎令9.5～11.5日）の培養が可能となった。

胎仔培養法の有用性について、我々の行った実験（胎令9.5日）を例に説明しよう。

フタル酸エステル的一种であるジメトキシエチルフタレート（DMEP）は妊娠動物において催奇形性が認められている。DMEPはフタル酸のジエステルで、生体内で代謝されるとエステル結合が一つ切れてモノエステルとアルコールを生じる。アルコールはさらに酸化されカルボン酸、すなわちメトキシ酢酸（MAA）を生じる。

DMEPの催奇形性はDMEPそのものによるのか、代謝産物によるものかを調べた *in vivo* の実験ではモノエステルでは奇形は生じなかったがアルコールでは奇形が生じたと報告されている。しかし、外から投与したモノエステルは体内でDMEPから生じたそれよりも胎盤、胎仔からの消失が速く代謝が異なる点、またアルコールは母体内でさらに代謝されるという点で必ずしもその物質の影響を正しく評価しているとはいえない。これに対し *in vitro* の胎仔培養では化学物質と胎仔への影響とをはっきり対応させることができる。そこで胎仔培養法を用いてDMEPとその代謝産物の胎仔毒性を調べた。その結果、アルコールの代謝産物であるMAAにだけ毒性が認められたのである。この結果は *in vivo* でも確かめられ、DMEPの毒性はその第二次的代謝産物であるMAAにあることが明らかとなった。さらにMAAの毒性の機序を知る目的で、放射性炭素でラベルしたMAAを用いて、胎仔での分布、 $^{14}\text{CO}_2$ 産生を指標とした代謝を調べ、MAAの大部分は羊水中に存在し、ほとんど代謝されないという結果を得ている。

このように胎仔培養の手法は胎仔への毒性の機序を知る手掛かりを得るうえで非常に有効な手段であるといえよう。

（よねもとじゅんぞう、  
環境生理部環境病理研究室）



## リモートセンシングによる 土壌水分の測定について

宇都宮 陽二郎

土壌水分は土壌中の熱移動の主要な因子であるとともに、作物の生育、土壌微生物の活動、それによる化学的変化に著しい影響を与えている。このことは砂漠地帯よりも湿潤地帯で土壌の有機物的分解が顕著であることによって容易に理解できるであろう。

さて、土壌水分は石膏ブロック、中性子水分計、テ

ンシオメータ法、電気抵抗、乾燥法など、いろいろな方法で測定されているが、1970年代からこれらの直接測定とは全く違う測定方法、すなわち、リモートセンシングによる土壌水分の測定が試みられてきた。初期は実用的な視点から単なる統計処理による水分推定が主であったが、近年では物理的検討が加えられてきている。土壌水分のリモートセンシングは土壌表面からの可視～近赤外、熱赤外及びマイクロ波など、波長の異なる電磁波の反射及び放射エネルギーを測定することによって土壌水分を推定するものである。筆者は上述の各データにより土壌水分の推定を試みてきたが、ここでは熱赤外データにより、熱伝導及び地表面の熱収支モデルに基づき、土壌の熱特性  $\sqrt{\lambda cr}$  (ただし、 $\lambda$ ,  $c$ ,  $r$ は各々、土壌の熱伝導率、比熱及び密度) を求め、

### 研究ノート

## 非球形粒子の 電場中における挙動

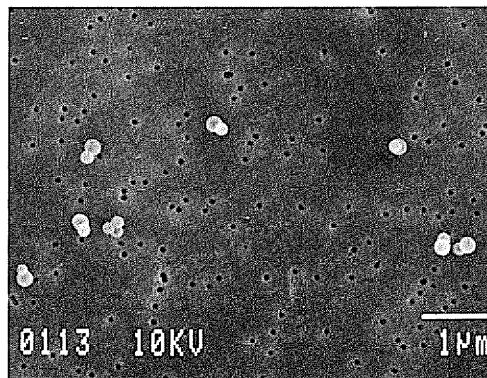
尾崎 裕

エアロゾル粒子の粒径分布を測定するためには静電式または光散乱式の粒径分析機が広く用いられている。前者は静電場中の帯電粒子の移動度、後者は光散乱強度をそれぞれ測定して粒子の大きさを知らうとするもので、いずれの機器も測定対象は球形粒子であることを前提としている。ところが我々の研究対象である大気エアロゾルのうち海塩、土壌粒子、煤煙といった固体のものは大抵球とはかけ離れた形を持っており、これらの粒子を測定したときに求まる粒径の物理的意味を明確にするのは容易でない。この問題を解決するために非球形粒子の電場中での挙動とか光学的性質とかを調べるのがまず必要とされている。我々は最初のステップとして球形粒子が2個凝集した二粒体を発生させて移動度を測定した。写真は0.22及び0.17 $\mu\text{m}$ のポリスチレン粒子を含む懸濁液を混合・噴霧させてから静電分級して得られた二粒体の電顕像である。このような二球凝集体は非球形粒子の中でも素性がよく移動度の理論計算もなされている。凝集させる二粒子の径比を変化させて得た測定値を理論値と比較したところ、径比(すなわち異方性の大きさ)によって電場中での配向の仕方が異なることが明らかになった。

非球形粒子を扱う際にはその形状と性質を系統的に分類・表現することが重要な問題で、この点を手際よく処理しないとありとあらゆる形の粒子についての測定が必要ということになりかねない。我々は二球凝集体だけでなく、無機塩結晶などを用いてそのための方法論を模索している。

(おざきやすし、  
大気環境部エアロゾル研究室)

エアロゾル粒子の粒径分布を測定するためには静電式または光散乱式の粒径分析機が広く用いられている。前者は静電場中の帯電粒子の移動度、後者は光散乱強度をそれぞれ測定して粒子の大きさを知らうとするもので、いずれの機器も測定対象は球形粒子であることを前提としている。ところが我々の研究対象である大気エアロゾ



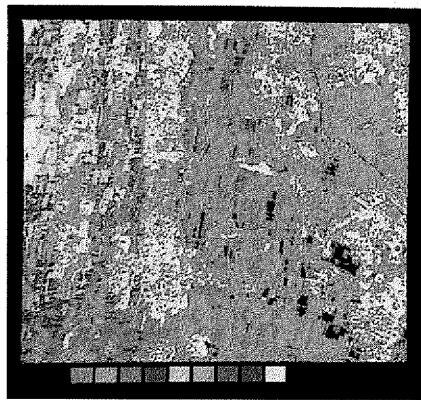
ポリスチレン二粒体の電顕写真  
(計測技術部分析室撮影)

水分を測定する方法を紹介する。紙面の都合で結果のみ示すことになるが、特に補正項について改良を加えた土壌の熱特性は以下の各項により求められる。

$$\text{土壌の熱特性} = \text{純放射の振幅} / \text{地表温度振幅} \\ - \text{潜熱と顕熱に係る補正項}$$

土壌物理においてよく知られているように、熱伝導率（ $\lambda$ ）及び熱容量（ $cr$ ）はいずれも土壌水分の関数であるため、この熱特性から逆に土壌水分を算出することができる。

実際の航空機リモートセンシングにおいては地表温度と純放射の振幅は各々、早朝の熱赤外と正午近くの可視・熱赤外域のマルチスペクトルスカナ（MSS）データから、補正項は実験地域で取得した地上観測データ等から求めることになる。写真は航空機リモートセンシングにより求めた九十九里平野伊予坊付近の土壌水分の分布状況を示したものである。凡例では暖色になるに従い、土壌水分が増加することを表している。写真の左上方部分の雲による影響を除けば、本地域の土壌水分の分布が良く表示されており、この方法が土壌水分の測定に有効であることを示している。いずれの場合でもそうであるが、このアプローチにも若干



の問題が残されている。それは理論的には熱特性を導出できるが、実際には、純放射の計算に必要なアルベド（放射/日射）及び補正項の計算に不可欠の拡散係数は、それぞれ地上とMSSセンサによる観測値及び地上観測センターで取得するなど若干の不満足な点が残されている。今後、センサ及び地上観測システムの不備・不足の点を改良するなど、さらに精度の高い測定手法を検討していきたい。

（うつのみやようじろう，環境情報部情報調査室）

## 大気汚染に係わる環境保健 サーベイランスシステムについて

小野雅司

中央公害対策審議会は、公害健康被害補償法第一種地域のあり方等についての答申の中で、“長期的かつ予見的観点をもって、地域人口集団の健康状態と大気汚染との関係を定期的・継続的に観察し、必要に応じて所要の措置を早期に講ずるためのシステム、すなわちサーベイランスシステムを早急に構築する必要がある”と述べている（昭和61年10月）。環境庁では「大気汚染に係わる環境保健サーベイランスシステムの在りかたに関する研究班」を発足させ検討を重ねた。その内容について、筆者の考えを中心に紹介する。

サーベイランスシステムは、大気汚染を監視する環

境モニタリング、地域人口集団の健康状態を監視する健康モニタリング、収集した情報の管理、総合解析・評価、対策の立案・実施とからなる。本文では健康モニタリングに限って報告する。

健康モニタリングの対象となる指標は長期間、継続的に、統一された形で収集可能なものに限られる。指標としては、肺がん等による死亡、慢性閉塞性呼吸器疾患等の疾病、疾病に至る以前の自覚症状、呼吸機能等の生理的変化などが考えられる。以下いくつかの指標について検討する。

〔既存の資料に基づく情報〕

1) 人口動態統計：死亡情報は、暴露から影響発現までの期間が長く、大気汚染等の健康影響指標としては感度が鈍い。しかし情報の精度、規模、安定性など長所も多く、長期的影響の指標として有効である。2) 国民健康保健診療報酬請求明細書（以下国保レセプトと略す）：呼吸器疾患等への罹患に関して、国保レセプトは、全国規模で資料の収集が可能であり、内容も全国的に統一されているなどの長所がある。一方、診断名等に係わる信頼性、受診率の地域差、地域代表性な

どの問題点も多い。3) 国民健康調査、患者調査：いずれも対象数が少なく、また大気汚染との関係のみた場合に調査地点の選定が必ずしも適切とはいえず、調査ごとに対象地域が変わることなどを考えると健康モニタリングの資料としては不相当である。4) 学校保健データ：上記1)～3)に比べ健康モニタリングの資料として利用可能な情報量は極めて限られるが、全国規模で情報収集が可能であり、また地域に密着しているなどの長所を持つ。5) その他各種検診データ：情報量が豊富で精度も高い。しかし、検診目的により個々のデータを持つ情報は特異的であり、本システムの目的に必ずしも合致しない。また、大気汚染との関係を論じることの困難なものが多い。

〔新規調査により収集される情報〕

調査地域を設定し、特定集団を対象として継続的に調査を行い、疾病等健康事象の変化を観察する。

1) 呼吸器症状有症率調査：質問票調査による呼吸器症状有症率の把握は比較的容易であり、これまでの実績から、的確な調査対象の選定により十分な成果が期待できる。2) 定点観測（指定病院、指定疾病）：指定病院からの報告により呼吸器疾患の受診者を把握する方法で、病院、医師の協力が必須である。オンライン化による速やかな情報収集により、急性影響の把握も可能となる。3) 呼吸機能検査、血中抗体価（IgE）測定、尿中ヒドロキシプロリン測定：呼吸機能検査については豊富なデータの蓄積があり十分な成果が期待できるが、相当数を対象に繰り返し検査を実施すること

は困難である。その他に関しては、疫学調査における評価は必ずしも定まっておらず、健康モニタリングの資料として用いるのは時機尚早である。

これらの点を考慮すると、現時点で実施可能な健康モニタリングシステムとしては、

1. 人口動態統計に基づく死亡情報による長期的影響の監視
2. 国保レセプトによる指定疾病等受診の把握
3. 質問票調査による呼吸器症状有症率の把握
4. 指定病院からの報告による指定疾病等受診の把握等の組み合わせによる総合的な監視システムの構築が考えられる。

次にモニタリング対象地域については、大気汚染及びその健康影響の全国的な動向が推定可能となるよう設定されなければならない。具体的には、既存の大気汚染常時測定局と行政区画との組み合わせによる地域設定が考えられる。また、それら全国的な監視体制とは別に、高度汚染地域（環境基準を超える地域、過去に高濃度の汚染が存在した地域、主要幹線道路沿道などの局所汚染地域等）においては異常事態発生の可能性が高いことから、また指定地域については今後の推移を見守る必要から、それぞれの地域を対象に密度の濃い監視が必要と考えられる。

なお、本文では触れなかったが、環境モニタリングを含むシステムのハードウェア並びにその運用等も今後の検討課題である。

（おのまさじ、環境保健部環境疫学研究室）

### 主要人事異動

（昭和62年9月1日付）

横山 栄二 併任 環境生理部長  
 （国立公衆衛生院労働衛生学部長）  
 村上 正孝 併任解除 環境生理部長  
 （環境保健部長）



### 編集後記

この夏、筑波の各所でホテルを見た。稲の葉かげで、また空中で点滅する光に感激した。「ホテルと環境研究」について思い浮かぶことを所員に問うたします。「環境指標」、「住民意識調査」、「生態」、「水質」、さらには「ATPの測定」など答はさまざまだろうし、専門用語をならべたてれば所員間ですら相手の話す内容を理解できないでしょう。

環境研究の難しさは意志の疎通の困難さでもあります。

誰にでもわかる言葉で、かつ厳密さを失わずに表現できないなければ、国公研ニュースは研究所の窓としての役割を果たせません。執筆者はもとより、編集に携わる私たちもこの点には腐心しているつもりですが、毎号印刷されたものを読み直すとまだまだ不十分だと反省させられます。この号はわかりやすかったですでしょうか？ (T.K.)

編集 国立公害研究所 編集委員会  
 発行 環境庁 国立公害研究所

〒305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16番2  
 ☎0298(51)6111 (連絡先・環境情報部情報管理室)