



国立環境研究所

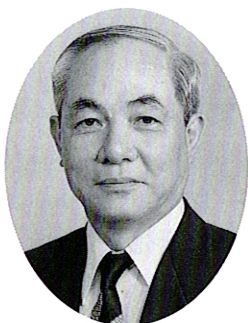
二一ノ

Vol. 15 No. 6

平成9年(1997)2月

「国民に頼りにされる環境研究」を

所長石井吉徳



(いしい よしのり)

いま日本では、科学技術についての議論が盛んである。日本の活力は科学技術にあるというわけだが、これは別に目新しいことではない。しかし、昨今の議論は従来と違うようである。近年、国民は科学技術のみならず、日本社会の閉塞性にも漠然とした不安を持っている。

科学技術についても、従来から日本では基礎研究、独創性が不足している、研究費が足りないなどと様々な問題点が指摘されてきた。幸い最近はかなり積極的な改善策がとられ、予算も増え始めた。大変喜ばしいことである。

しかし、同時に研究者の能力が問われ始めたが、ここにも問題は山積している。むしろこの方が難問かも知れない。学問の閉塞性も、かなりのものと言うべきかも知れない。だが、一見複雑に見える諸々の問題も、原理原則的に見ればそれなりに整理できる。すなわち、

(1) 日本は明治以来、西欧の科学技術を、輸入改良することで成長しており、これが今までは発展の原動力となった。しかしこのやり方は、フロントランナーには通用しない。ここで憂慮すべき現象は、自分でものを考えないことである。日本の閉塞性の原点はここにあるのであろう。

(2) いま人類は、地球規模の多くの問題を抱えている。これは煎じ詰めれば、西欧型の工業化社会が作った。この意味でも日本にとって手本がなくなった。

(3) 昨今、西太平洋、アジア諸国は高度成長路線を走っている。しかし人口も急増し、自然環境は悪化している。これはかつて日本が歩んだ道でもあり、日本がアジアの一員として、何をするか問われている。

(4) さらに本質的な悩みは、地球の有限性である。有限の中に、物質的な意味ではあるが、無限は収められない。これは「人類の閉塞性」とも言うべきであろう。答えはまだ無い。

以上が、私なりの問題提起、整理であるが、これについて私の主張は単純で、「自分で見て、自分で考えよう」ということであり、「素朴な深い疑問を持つ」ということである。物事の本質は、常に足元、目の前にある。正面から問題を見ようという主張である。これからは、国民の素朴な疑問、不安に応える「国民に頼りにされる環境研究」を育てたいものである。

執筆者プロフィール：東京大学理学部物理学科で地球物理学を専攻後、エネルギー論、リモートセンシング、そして地球学

新たな「総合化」を目指して

大坪 国順

平成8年8月1日付をもって水圏環境部上席研究官を拝命した。平成3年4月に研究部門から企画官室に出て以来6年振りに古巣に戻ったわけである。もっとも地球環境研究センター（CGER）には併任がかかっているため、CGERから完全に足抜けできたわけではない。企画官室に出た動機は、半分御奉公、半分勉強であった。企画官室での一年間は、その後の研究公務員としての自身の行動規範に大きな影響を与えるものであった。

行政官の、好き嫌いで仕事を選ばない、スペースや物品に執着しない、という態度は、公務員として当然ながらも、“目からうろこ”の経験で、自分には全く反対の意識がしみついていることを思い知った。環境庁の人間として環境保全に向ける熱いまなざしは正直いって新鮮であり驚きであった（5年の間はもちろん、行政のネガティブな面を垣間みることもあった）。それまでの自分の行動規範は、自分が勝負できる所で興味のあることを研究し、年に1, 2編の論文発表と、2, 3編の口頭発表を行って研究業績を積み上げ、論文が環境保全のために役立つか否かは行政側が判断すればよい、というものであった。

研究企画官として地球環境研究分野を担当しているうちに、国立研究機関である以上、所として長期ビジョンを持ち、戦略的に研究すべきであると思うに至った。純粋科学・基礎研究に近いテーマを扱う研究者であっても、常に中長期的には環境保全に寄与できるブレークスルーを目指す気持ちが必要と思われた。研究者の中には、戦略的に研究することには異論をとらざる向きもあるだろうが、とにかく自分はその方向を選び、CGERに来て手伝ってほしいという要請に応じた。CGERでは、ただがむしゃらに走って来て、気がついたら4年も月日が流れていたという感じである。この間に「地球環境研究の総合化」としてやってきたことは、

- (1) 地球環境研究に関するジグソーパズルの基盤の提供

- ・地球環境研究の方向付けのための国際ワークショップなどの企画・開催
- ・地球環境研究センターニュースの発行（月刊）
- ・行政サイドと研究者サイドとの橋渡し役
- (2) 国際研究ネットワーク作り
- (3) スーパーコンピュータ資源の戦略的配分
- (4) 土地利用・被覆変化に関する国際共同研究プロジェクト（LU/GEC）の立ち上げ

である。目指してきたことをサッカーに例えれば、ゴールにつながる適確なパスを出すリトバルスキーのような役目、宝島探しで例えれば、宝島の方向を示すナビゲーターの役目である。ゴール・ゲットや宝の分配にあづかるのは研究者である。そのため必然的に研究発表論文は“ナシ”である。むしろこれがこの4年間の自分にとっての“勲章”である。多くの研究者から、このような活動は研究者ではなくて行政官の仕事ではないかと言われたが、研究者の発想で行政的な裏付けのもとに継続的に実施することが大切であると信じてやってきた。

地球環境研究がメガ・サイエンスの一つとして国際的共同・分業の必要性が声高に叫ばれ、WCRP（世界気候研究計画）やIGBP（地球圏-生物圏国際協同研究計画）でいくつかのプロジェクトが立ち上げられて、欧米では研究プログラム・マネージャーの活躍の場が飛躍的に増大した。そのような国際的状況の中で、我が国でも研究プログラム・マネージャーの養成がいろいろな場で言及されるようになった。これ自体はCGERが目指しているものへの精神的な追い風ではあったが、目標を同じくする人員、予算の両面で強大な組織、機構が現れ始め、周辺環境は厳しい状況になりつつある。CGERもその機能を先鋭化しないと競争相手の中に埋もれてしまう危険性が出てきた。Jリーグではリトバルスキーが去り、替わってジョルジーニョが脚光を浴びているように、CGERの総合化担当の研究管理官も別の切り口の発想ができる人材に替わる時期に来ている。ある意味では大変な時期に選手交替をお願いするわけで

あるが、新しい研究管理官にはCGERのさらなる飛躍を期待したい。

最後に、上席研究官としての抱負を述べて本稿を閉じることとしたい。上席研究官のポストは、部を藩に例えるならば、家老職のように実質的に藩を切り盛りする役にもなりうるし、手足をもがれた隠居職にもなりうる。自分としては水圏環境部の一員としての基本的立場は堅持しつつも、一つの部の所掌内容および枠組みに囚われることなく、部横断的な活動を展開して、上席研究官としての新たな活動形態を開拓してみたい。具体的には、所内でいろいろな切り口で行われている東アジア地域を研究対象としたプロジェクトを、有機的につなげるような役割(総合化)を果たせたらと考えている。東アジアを対象とした研究プロジェクトの成功の鍵は、信頼できるデータの収集にあり、そのためには当該地

域の研究者との連携が不可欠である。恒常的で組織的な連携体制を築くためには、アジア地域で進んでいる政府間レベル、非政府間レベルの国際研究ネットワーク化事業および活動と歩調を合わせ、互いに補完し合うことが重要と考えられる。このような活動は、行政官や事務官との連携プレーが不可欠である。また、「総合化」としてのアウトプットをまとめるためには、常に地球環境の総体を把握する努力が必要で、この意味でもCGERとの協力体制は重要と考えている。

(おおつば くにのり、
水圏環境部上席研究官)

執筆者プロフィール:

この4年間一緒に働いてくれた行政官や事務官に、研究所の応援団になってもらえたのか気になる昨今である。

研究プロジェクトの紹介(平成8年度開始特別研究)

輸送・循環システムに係る環境負荷の定量化と 環境影響の総合評価手法に関する研究

森 口 祐 一

「環境にやさしい」とか「地球にやさしい」という言葉が聞かれるようになって久しい。しかし、その「やさしさ」をどのようにすれば測れるのか、という問いに答えることは容易ではない。そもそも、人間活動による環境変化によって困るのは人間であって、地球や環境ではないのだから、このような言葉はナンセンスであるとの批判もよく耳にする。

平成5年に成立した環境基本法や平成6年に策定された環境基本計画では、「環境への負荷」という概念が重視され、環境への負荷の低減が今後の環境政策の主要な柱となっていることが読み取れる。法律の条文を逐一追うことは避けるが、環境への負荷の低減によって保全の対象とすべき「環境」とは、現在および将来の世代の人間が享受する健全で恵み豊かな恵沢の源泉としての環境、および人類の存続基盤である限りあるものとしての環境、と解釈されるだろう。とすれば、冒頭の言葉は、「地球(環境)の中におかれた人間にやさしい」、といいかえておくのがより正確な表現かもしれないが、敢えて本稿では冒頭の「環境へのやさしさ」という表現のまま

にしておく。

前置きがいささか長くなったが、こうした議論を行う際に、なるべく数字で測れる具体的な根拠を示せるようにしよう、というのが、本特別研究を立案した動機である。「環境へのやさしさ」を測る道具を試作し、自動車交通などの輸送システムや、廃棄物処理・リサイクルなどの循環システムについて、実際にこの道具を使ってやさしさを測ってみよう、というのが、特別研究の内容である。

こうした道具づくりは、ライフサイクルアセスメント(LCA)と呼ばれる手法として既に試みられている。LCAについては、本誌15巻1号に既に解説されているが、一言で言えば、対象とする製品やサービスなどが環境に与える影響を、「ゆりかごから墓場まで」の視点から、かつ、さまざまな項目について総合的に評価する方法である。

本特別研究は、広い意味でのLCA研究の一種である。従来わが国でのLCA研究は、評価対象からどのような環境負荷がどれだけ発生するかの目録づくり(インベントリー分析)が中心であった。これ

に対し本研究は、環境への負荷としてどのような項目を捉えるべきか、それが何に対してどのような影響を与えることを評価の対象とするのか、という議論、すなわちインパクトアセスメントと呼ばれる段階に重点を置いているのが特徴である。つまり、再三述べている「環境にやさしい」と称される内容は具体的に何を指すのか、という定義づくりが重要な研究の要素となっている。

また、本研究は国際標準化機構（ISO）等で検討が進められている製品中心のLCAとはいくつかの点で異なったねらいをもつ。第一は、製品やサービスではなく、道路交通や廃棄物焼却など、インフラストラクチャ（社会基盤）を含めた技術システムを主な評価対象としていることである。すなわち、製品改良を目的とする企業の意思決定者よりも、公共投資をはじめ、環境保全に関する政策の意思決定者を、手法の主な利用者として想定していることである。第二は、一般のLCAが「潜在的な影響」の評価を想定しているのに対し、属地的な特徴をいれた「実際に予測される影響」を測ろうとすることである。この点に関しては、リスクアセスメント（RA）とLCAとを結合し、人の健康への影響という観点を中心とした研究計画を立てている。

本研究は平成8～10年度の3年計画であり、以下の4つのサブテーマから構成されている。

1. 環境負荷項目の同定と環境影響の総合化手法に関する研究
 - (1) 環境負荷項目の集約評価のための指標群の開発
 - (2) 健康リスク・生態系リスクからみた環境負荷の同定と影響評価の枠組みの設計
 - (3) 異質な環境問題間の価値評価手法に関する基礎的検討
2. 地域性を考慮した環境負荷とその影響の評価手法の開発に関する研究
 - (1) 地域性を考慮した環境影響の予測手法の開発
 - (2) 地域性を考慮した環境負荷と環境影響に関する情報システムの開発
3. 自動車等の陸上輸送システムに関する事例研究
4. 廃棄物処理・リサイクル等の物質循環システムに関する事例研究

これら4つのサブテーマのうち、前半の2テーマが共通的な手法開発、後半2テーマが具体的対象についてのケーススタディであり、これらは、研究全体を構成する横糸と縦糸の関係にある。これらは、

あらゆる技術システムに適用できる汎用的な評価手法の開発を究極の目標に据えながらも、3年間のプロジェクト研究としての到達目標を明らかにするため、敢えて具体的な評価対象を絞ったケーススタディに力点を置き、そこで得られた成果をより汎用的な方法論へと発展させるアプローチをとるためである。

前半の2テーマは、内外のLCA研究で未だ十分な成果の得られていないインパクトアセスメント手法の開発に関するものである。まず、健康リスクや生態系リスクの考え方も視野に入れた環境負荷項目の選定およびその総合化の手法の開発を行う。また、環境負荷発生源の分布や、人口や生態系など環境影響を受ける主体の空間分布の偏り、環境中での物質の移動現象に与える立地や気象の影響など、環境負荷の発生から環境影響に至る流れの中に介在する地域性を加味して、環境負荷と環境影響を定量的に結び付ける手法を開発する。

後半の2テーマは、具体的な評価対象および環境負荷低減のための代替案を取り上げた総合的な環境影響評価の事例研究である。ここでは環境基本計画の柱の一つである「循環」に着目し、人やモノの空間的な循環を支える技術システムとして、「陸上交通」を、また、モノの資源としての循環を支える技術システムとして「廃棄物処理・リサイクル」を対象として取り上げている。

本研究は、地域環境研究グループの約半数の研究チーム、社会環境システム部、化学環境部などのさまざまな分野の研究者からなる学際的なプロジェクト研究である。個々の研究分野から得られた科学的知見を統合する、「総合化」タイプの研究であるが、プロジェクトのメンバーには実験、フィールド調査などを本業とする研究者も加わっており、「机上の空論」に陥らない歯止めをかけてくれることが、プロジェクト成功の重要な鍵になると考えている。

（もりぐち ゆういち、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）

執筆者プロフィール：

京都大学工学部衛生工学科卒業、博士（工学）。行政、OECD事務局での経験に加えてB型の血が騒ぎ、交通公害、温暖化対策、環境指標など多くの研究課題に関与。「専門は？」と聞かれて即答できないのが自称環境システム工学屋の悩み。

平成9年度国立環境研究所関係予算案の概要について

山崎 邦彦

平成8年12月25日に閣議決定された平成9年度予算政府案において、当研究所関係予算として84.9億円が計上され、8年度予算に対し5.3億円、6.7%の伸びを示した。以下に、9年度に新たに開始される事項を中心に概要を紹介する。

1. 研究予算の拡充

(8年度747百万円→9年度848百万円)

政府全体で科学技術振興費を増額させる中、当研究所の研究費も11%増額している。

(1) 革新的環境監視計測技術先導研究の創設

(9年度41百万円(新規))

社会的要請の高い環境汚染等の監視計測に必要な革新的技術について、将来の実用化に向けたブレークスルーを達成することを目的として、その原理及び手法の確立を行うための先導的な研究を実施する研究予算を創設した。平成9年度より、大気有害化学物質監視用自動連続多成分同時計測センサー技術の開発に関する研究に着手する。

(2) 重点共同研究の拡充

(8年度51百万円→9年度97百万円)

環境研究に関するこれまでの経験をもとに、我が国のリーダーシップの下で、今後対応すべき環境問題のうち特に重要なテーマについて、分野横断的な体制で国際共同研究を実施している。中国巨大河川の流域環境管理手法の確立を目指して平成8年度より開始した「流域環境管理に関する国際共同研究」は、9年度には現地調査を含め研究を本格化させる。

(3) 特別研究の充実

(8年度311百万円→9年度314百万円)

公害の防止等に関する研究のうち、社会的要請等から特別に研究を必要とする課題を選定して実施している。9年度は継続6課題に加え、新たに次の3課題に着手する。

①超低周波電磁界による健康リスクの評価に関する研究：

日常的な低レベルの超低周波電磁界への暴露による人間の健康リスクの評価

②湖沼において増大する難分解性有機物の発生原因と影響評価に関する研究：

流域発生源対策にもかかわらず水質の改善しない湖沼の水質汚濁の解明と影響評価

③環境中の「ホルモン様化学物質」の生殖・発生影響に関する研究：

正常な性ホルモンの機能を乱すことにより生殖・発生影響を引き起こす難分解性有機化学物質の影響評価

2. 環境情報提供システムの整備

(8年度168百万円→9年度160百万円)

国民等の自主的な環境保全活動を推進するため、環境基本法により、環境に係る情報の収集・整備・提供が国の責務とされている。当研究所では、平成6年度より環境情報提供システムの開発調査を実施し、7年度より運用を開始しているが、9年度には、引き続き提供情報の一層の充実を図るとともに、本格的な運用に向けたシステム整備を進める。

3. 地球環境研究センター事業の推進

(8年度2,146百万円→9年度2,356百万円)

(1) 地球環境モニタリング

(8年度1,144百万円→9年度1,321百万円)

地球環境研究センターにおいては温室効果ガス濃度等地球環境変動の監視のためのモニタリング事業を推進している。9年度は、第2期ADEOS計画(地球観測プラットフォーム技術衛星。11年度打ち上げ予定)のセンサーであるILAS-II(改良型周縁赤外分光計)のデータ処理運用システムの開発を継続する。また、GEMS/Water(地球環境監視計画/陸水環境プロジェクト)の汚染傾向監視ステーションである霞ヶ浦における水質モニタリングを本格化する。

(2) 地球環境研究の支援

(8年度978百万円→9年度1,011百万円)

データベース事業の一環として、リモートセンシング画像処理システムの運用基盤を強化する。

(やまざき くにひこ, 研究企画官)

遺伝子欠損マウスを用いた無機水銀毒性の影響評価

佐藤 雅彦

水銀はメチル水銀中毒による水俣病でよく知られている環境有害金属であり、最近では歯科用アマルガムから発生する水銀蒸気曝露やアマゾン川の金採掘に伴う水銀汚染などが問題となっている。水銀およびその化合物は、無機（金属型およびイオン型）または有機水銀の形で存在するが、有機水銀と無機水銀では毒性および体内動態が異なる。有機水銀は無機水銀に比べ脳に移行しやすく神経系に障害を与え、無機水銀（イオン型）は急性曝露、慢性曝露のいずれの場合においても重篤な腎臓障害を引き起こす。

一方、生体には約10万種類のタンパク質が存在し、その中にメタロチオネインというアミノ酸61個からなる金属結合タンパク質がある。このタンパク質はシステイン（SH基を含む）というアミノ酸が20個存在するため重金属と結合しやすく、また重金属が体内に吸収されると肝臓や腎臓などで合成されるという特徴を持っている。メタロチオネインは無機水銀（イオン型）をはじめ多くの金属化合物に対して解毒作用を有することが知られているが、

生体内での重金属に対する防御因子としての役割については未だ明確にされていない。

近年、遺伝子工学技術の進歩により、生体内で通常は機能している遺伝子を働かないようにした人為的遺伝子を導入する技術（ジーンターゲット法）が確立され、ある遺伝子が作り出すタンパク質を持たない実験動物（遺伝子欠損マウス）が数多く作製されている。これらの遺伝子欠損マウスは個々のタンパク質の生理機能を解明するための研究に利用されている。ごく最近、メタロチオネインの遺伝子の発現を抑えたマウス（メタロチオネイン欠損マウス）も作製された。そこで、生体内での無機水銀（イオン型）に対する防御因子としてのメタロチオネインの役割を明確にする目的で、メタロチオネイン欠損マウスにおける塩化第二水銀の腎臓毒性について検討した。

様々な投与量の塩化第二水銀（20～40 $\mu\text{mol/kg}$ ）をメタロチオネイン欠損マウスおよびその対照マウス（129/Svマウス）にそれぞれ1回皮下投与して、その3日後に腎毒性の指標である血中尿素窒素および

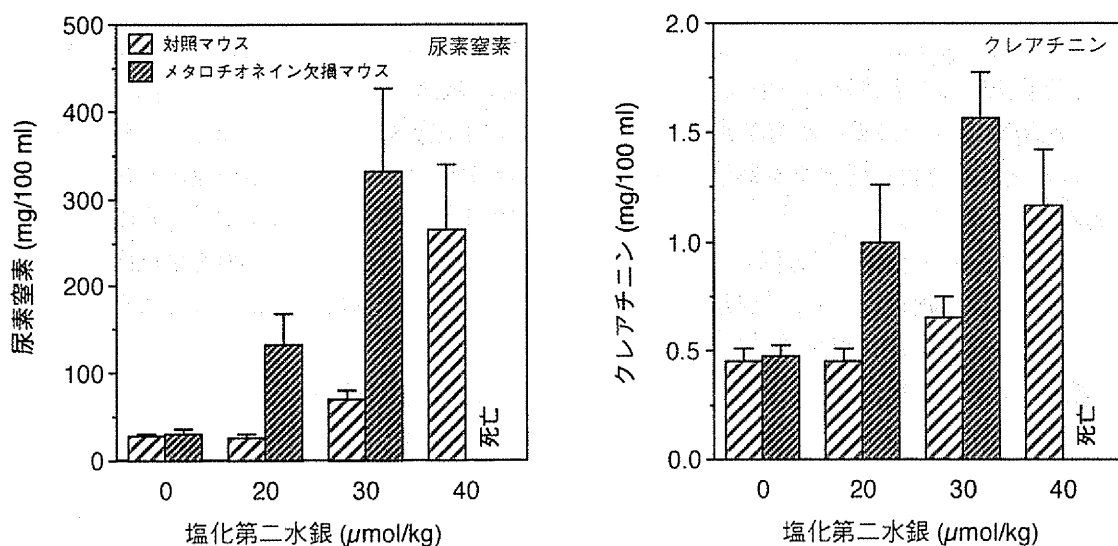


図 メタロチオネイン欠損マウスおよび対照マウスにおける無機水銀腎毒性

び血漿中クレアチニン量（これらの値が上昇すると腎毒性を示す）を測定した。その結果、20 μ mol/kgの塩化第二水銀を投与した対照マウスの尿素窒素およびクレアチニン値はともに正常値（尿素窒素：15～35 mg/100ml, クレアチニン：0.3～0.6 mg/100ml）であったが、メタロチオネイン欠損マウスでは有意な増加が認められた（図）。さらに、30 μ mol/kgの塩化第二水銀を投与した場合でも、メタロチオネイン欠損マウスは、対照マウスに比べて尿素窒素およびクレアチニン値の上昇がともに増強された（図）。また、メタロチオネイン欠損マウスおよび対照マウスにおける腎臓の組織病理学的変化についても調べたところ、対照マウスでは塩化第二水銀（20 μ mol/kg）投与による腎臓の形態学的変化はほとんど認められなかったが、メタロチオネイン欠損マウスの腎臓では著しい細胞障害が観察された。

以上の結果から、メタロチオネイン欠損マウスは無機水銀の腎毒性に対する感受性が增大することが明らかとなり、メタロチオネインが無機水銀に対す

る生体内防御因子として重要な役割を果たしていることが示唆された。このことは、生体内でのメタロチオネイン濃度の変動が無機水銀の毒性発現に大きく影響する可能性を示している。

紫外線や放射線をはじめ環境汚染物質の中にはフリーラジカルを産生することによって障害を引き起こす物質が数多く存在し、酸化ストレスが生体へ及ぼす影響は極めて大きい。メタロチオネインは重金属解毒作用だけでなくフリーラジカル除去作用も示すことが報告されていることから、今後は、メタロチオネイン欠損マウスを用いて水銀以外の重金属および酸化ストレスに対する生体内防御因子としてのメタロチオネインの重要性を明確にしていきたい。

（さとう まさひこ、
環境健康部病態機構研究室）

執筆者プロフィール：

北里大学大学院薬学研究科博士課程修了、薬学博士
<趣味>ウインドサーフィン、ヨット、スキー

環境問題豆知識

“酸性雨について”

佐竹 研 一

酸性雨という言葉がマスコミに登場するようになって久しい。この言葉は地球環境問題としてのいわゆる酸性雨問題を象徴する用語としてすでに市民権を得ているように思える。しかしこの“酸性雨”という言葉には色々な側面があり、狭い意味で用いられる時と広い意味で用いられる時、市民の間で用いられる時と研究者の間で用いられる時等では内容が異なっていることが多い。“酸性雨”問題には関心を持っておられる方々も多いのでその辺の事情を少し説明してみたいと思う。

酸性雨（acid rain）という言葉が初めて用いられたのは英国で1872年のことである。当時英国では1750年頃から始まった産業革命が全盛期を迎え、各地で大気汚染物質が大量に発生し、雨水や河川水は汚れ大きな環境問題となっていた。その当時雨水を採取しその化学成分を測定したR.A.Smithは雨が

酸性であることを知り、acid rainと名付けたのである。この言葉がその後環境汚染と共に世界各地に広まってゆき、日本語では酸性雨、中国語では酸雨となるのである。そしてacid rainとその影響についての研究は1970年代以後盛んになる。その中で、研究者はacid precipitationという言葉で酸性の雨や雪や霧に対して用いるようになった。つまりacid precipitationはいわゆる“水”を指す言葉として登場したのである。しかし、大気中の酸性物質の研究が進む中で、“水”だけでなくいわゆる粒子状やガス状の酸性物質も大気中の酸性物質の中でかなりの割合を占め、水や土壌や森林への影響を考える上で重要であることからwet depositionとdry depositionという言葉が対で登場し、併せてacid depositionと呼ばれるようになってきた。そしてwet depositionの日本語訳は湿性降下物、dry depositionの訳には乾性降

下物, acid deposition に対しては酸性降下物が用いられるようになった。そしてその後, この訳語に新たに湿性沈着, 乾性沈着と呼ぶ言い方が登場してくる。それは例えば, ガス状酸性物質等が樹木の葉の裏面にも沈着する所から, いわゆる降下物 (fallout) だけでなく沈着物としての評価も重要であると言うのがその理由である。しかし, 乾性沈着の定量的評価は極めて難しく, 実際にある手法で採取され定量された酸性物質の量をどう表現するかについてはまだまだ議論がある。このような背景から現在日本では, “降下” と “沈着” の両用語が混在し, 両者を同義語として用いる研究者もいる。一方, このような議論が日本で行われている間に英語の acid deposition の方は更に進化し, acidic deposition という用語が登場する。ある米国人の解説によると acid deposition と acidic deposition とでは意味が異なり, acidic deposition の場合には酸性物質だけでなく, それ自身が酸化されて酸性物質になりうるものやその酸化に寄与するものまで含めて用いられているというのである。それではこの acidic deposition の日本語訳はどうなるのであろうか。日本では酸性雨関係の研究者の中でも acid deposition と acidic deposition の違いを認識していない方が少なくない現状であり, まだその答えは出ていない。

以上は酸性雨と言う用語をめぐる概略の歴史であるが, 環境全体を見ると酸性雨, 酸性霧, 酸性雪等

の他に, 酸性湖, 酸性河川, 酸性土壌, 酸性岩等の言葉がそれぞれの歴史を背負って用いられており, 全体としては必ずしも整合性があるとは言えない。それぞれの用語の歴史は, 新しい研究成果が新しい用語や新しい解釈を生み, その内容が変遷しているということを伝えていて興味深い。自然環境を構成する大気や湖沼・河川や森林・土壌等は相互に密接に関係しており, 用語をめぐる相互理解はますます重要になって来ている。そして又, このような視点とは異なる別の視点として, 研究者を中心とする様々な用語や訳語や特別の定義の登場は市民にとっての “酸性雨” を分かりにくいものにしていているという意見が存在する。つまり, 全体としては様々な専門用語が存在する一方で, こまかな議論は別にして, 大気中に存在する酸性物質の総称としてのいわゆる “酸性雨” は, 今後も市民権を持ち続けるように思われる。

(さたけ けんいち, 地球環境研究グループ
酸性雨研究チーム総合研究官)



研究ノート

大気汚染ガスによる植物遺伝子の発現量の変化

久保明弘

植物は, 都市及びその周辺では大気汚染ガスのオゾンによって, また, 発展途上国などでは二酸化イオウによって, 外見上の傷害や光合成・成長阻害などの被害を受けている。これらのガスを吸収した植物の細胞内で二次的に生成する有毒な活性酸素 (O_3 , H_2O_2 , $HO\cdot$ など) が植物の障害に関与している。植物は, 通常の代謝や各種ストレスによって生成する活性酸素を解毒するために, 抗酸化物質や活性酸素を消去する酵素を持っているが, 多量の活性酸素が生成した場合には, 生体成分が酸化され, 前

述のような障害に至ると考えられている。私たちの研究グループは, 一部の活性酸素消去系酵素の活性がオゾンによって増加することを, ホウレンソウを用いてすでに明らかにしていた。そこで, この酵素活性の増加が, その遺伝子の発現量が増加したことによるのかどうかを明らかにするため, 遺伝子の研究に適した野草であるシロイヌナズナを用いて研究を行った。

シロイヌナズナをガス暴露チャンバーに入れ, 0.1~0.15 ppm のオゾンまたは二酸化イオウを1週間

与えた。そして、葉中の代表的な数種類の活性酸素消去系酵素の活性を測定した。その結果、オゾン・二酸化イオウとも、それらの酵素のうちアスコルビン酸ペルオキシダーゼ (APX) とグアヤコールペルオキシダーゼ (PER) の活性を増加させることがわかった。APXは、アスコルビン酸を用いて活性酸素の一種である過酸化水素を水に還元し、無毒化する酵素である。一方、PERは、様々な基質を用いて過酸化水素を水に還元する酵素であるが、その植物中での機能は不明の点が多い。オゾンの方が二酸化イオウより、これらの酵素の活性を増加させる効果が大きかった。また、オゾンの場合、APXの活性は1日で増加したが、PERの活性はそれより遅く2日目以降増加した。シロイヌナズナのAPXのうち、細胞質基質にある、私たちがAPX1と名付けたものは、私たちのこれまでの研究の蓄積により、詳細な解析を行うことが可能である。大気汚染ガスによる酵素活性の増加機構を探るため、葉中のAPX1のタンパク量を調べた結果、オゾン・二酸化イオウによって、APXの活性の増加と同程度に増加していた。

遺伝子の情報に基づいてタンパク (酵素) が作られる際には、まず、メッセンジャーRNA (mRNA) というものが作られる。そこで、APX1の遺伝子の発現量を調べるため、APX1を作るmRNAの葉中のレベルを測定した。オゾン・二酸化イオウのどちらによっても、APX1のmRNAレベルは増加したが、

オゾンによる増加の方が二酸化イオウによる増加より2倍程度高かった。また、オゾンの効果は早く、1日後にはすでに認められた。そこで次に、何時間でオゾンの影響が見られるか検討した。図のように、APX1のmRNAレベルは、清浄な空気中に置いたものでも変動するが、これは明暗周期による日周期性である。オゾンを含む空気中に置いたものでも日周期性の影響を受けるが、0.1 ppmのオゾンにより、APX1のmRNAレベルは3時間以内に増加することが判明した。

以上の結果から、オゾン・二酸化イオウによるAPXの活性の増加の少なくとも一部はAPX1の遺伝子の発現量の増加によることが明らかになった。また、オゾンによるこの遺伝子の発現量の増加は、野外で生じるオゾン濃度で起こることがわかった。このように、植物が遺伝子の発現量を調節することによって環境ストレスに耐えている姿が、次第に明らかになってきている。

(くぼ あきひろ、
生物圏環境部分子生物学研究室)

執筆者プロフィール:

東京都立大学大学院理学研究科修士課程修了, 理学博士。

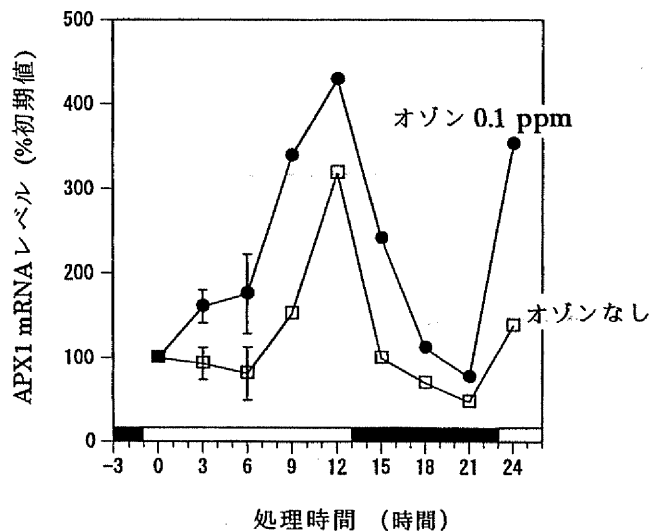


図 シロイヌナズナ葉のAPX1を作るmRNAのレベルに対するオゾンの影響
白と黒のバーはそれぞれ人工光による明期と暗期を示す。

平成9年度地方公共団体公害研究機関と国立環境研究所との 共同研究課題について

酒巻 史郎

環境研究の相互発展のために地方公共団体公害研究機関（地公研）と国立環境研究所との間の共同研究制度が平成元年度より発足し、既に8年が経過した。例年、21から31地方研究機関と40から59課題の共同研究が着実に実施されてきたが、来年度（平成9年度）も、付表の様に24研究機関と39課題の共同研究の実施が予定されている。その内、新規課題は14課題であり、新しいチャレンジの意気込みが十分に感じられるが、また継続課題の中には、長期に渡って、大事に研究を進めている課題も多々ある。

共同研究の実施に当たっては、事前に地公研と国環研の研究者の十分な協議により共同研究計画を定めて頂き、それに従って各々の研究所において研究を遂行して頂く形となっている。なお、来年度の39提案課題の内、18課題が地公研主体で実施される予定である。この共同研究を通じて、地公研・国環研の研究者がお互いに刺激し・研鑽しあって、環境研究の発展に寄与できるようになれば幸いなことである。

（さかまき ふみお、研究企画官）

表 平成9年度地方公共団体公害研究機関と国立環境研究所との共同研究課題

（平成8年12月4日現在）

地公研機関名	課 題 名	国環研担当者
北海道環境科学研究センター	河川における農薬流出量の定量評価の研究 湖沼のN, P, Si 含量およびその元素比と植物プランクトン組成との関係に関する研究 リモートセンシングによる湿原環境モニタリング手法の研究	井上隆信 高村典子 田村正行
北海道立衛生研究所 青森県環境保健センター 福島県衛生公害研究所	室内環境中の有害物質のモニタリングと生体影響評価について 湖沼のN, P, Si 含量およびその元素比と植物プランクトン組成との関係に関する研究 1. 酸性降下物に含まれるリン酸の量とその季節変化 2. 樹木樹皮による酸性環境汚染物質蓄積の検討 猪苗代湖の環境変動が水草に与える影響	相馬悠子 高村典子 佐竹研一
新潟県衛生公害研究所 栃木県保健環境センター 千葉県環境研究所 東京都環境科学研究所	新潟県六日町地域の地盤の圧密特性と消雪用地下水の揚水による地盤沈下 湖沼のN, P, Si 含量およびその元素比と植物プランクトン組成との関係に関する研究 沿道環境における快適性に対する自動車交通騒音の影響の調査 有用生物と資源を活用した汚濁水域の水質浄化・リサイクル・修復エコシステムの開発－水生生物の生息環境の向上を目指した海域の護岸改良材としての有用資源の活用－	渡辺 信 陶野郁雄 高村典子 影山隆之 稲森悠平
神奈川県環境科学センター	高濃度大気汚染生成機構の解明に関する研究 環境中での農薬の分解解消に関する研究	若松伸司 井上隆信
横浜市環境科学研究所 福井県環境科学センター	人工衛星データによる湖沼及び湾のクロロフィル a 濃度の推定手法に関する研究 湖沼のN, P, Si 含量およびその元素比と植物プランクトン組成との関係に関する研究 有用生物と資源を活用した汚濁水域の水質浄化・リサイクル・修復エコシステムの開発	田村正行 高村典子 稲森悠平
長野県衛生公害研究所	車軸藻の絶滅・絶滅危惧種の保護と自然界への復元に関する研究 －車軸藻類を中心にした湖沼水草帯の復元手法と水質浄化機能の検討－ 河川における農薬流出量の定量評価の研究	渡辺 信 井上隆信

(表つづき)

<p>名古屋市環境科学研究所 大阪府公害監視センター</p>	<p>バックグラウンド地域における酸性・酸化性物質の動態の解析に関する研究 環境大気における植物起源有機物質の役割の解明 水域におけるトリハロメタン前駆物質の挙動に関する研究 生物処理を利用した土壌・地下水の汚染浄化に関する研究</p>	<p>村野健太郎・ 畠山史郎 横内陽子 今井章雄 矢木修身</p>
<p>奈良県衛生研究所</p>	<p>騒音苦情と土地利用の相関などに関する解析 有害化学物質による環境負荷の定量化とその影響の評価手法の検討</p>	<p>大井 紘 森口祐一</p>
<p>兵庫県立公害研究所 鳥取県衛生研究所</p>	<p>酸性雨関連化合物の分布量調査 —湿性および乾性沈着量の測定手法と沈着量の評価— 環境有害化学物質としての界面活性剤の河川流域内動態評価 藻類の異常発生機構に関する研究</p>	<p>村野健太郎・ 畠山史郎 井上隆信 矢木修身</p>
<p>岡山県環境保健センター</p>	<p>有用生物と資源を活用した汚濁水域の水質浄化・リサイクル・修復エコシステムの開発</p>	<p>稲森悠平</p>
<p>広島県保健環境センター 福岡県保健環境研究所</p>	<p>難分解性化合物分解菌の検索及び特性に関する研究 汚濁水域の地域有用資源を活用した水質浄化・リサイクル・修復システムの開発</p>	<p>内山裕夫 稲森悠平</p>
<p>福岡県保健環境研究所</p>	<p>湖沼のN, P, Si含量およびその元素比と植物プランクトン組成との関係に関する研究 河川における農薬流出量の定量評価に関する研究</p>	<p>高村典子 井上隆信</p>
<p>大分県衛生環境研究センター 長崎県衛生公害研究所</p>	<p>酸性汚染物質による環境汚染に関する研究 福岡県における酸性物質および酸化性物質の挙動</p>	<p>佐竹研一 村野健太郎・ 畠山史郎</p>
<p>大分県衛生環境研究センター 長崎県衛生公害研究所</p>	<p>カトディニウムによる感潮域河川の赤潮発生機構の解明 (Katodinium rotundatum) 長崎県における酸性物質及び酸化性物質等の挙動に関する研究</p>	<p>稲森悠平 村野健太郎・ 畠山史郎</p>
<p>鹿児島県環境センター</p>	<p>湖沼のN, P, Si含量およびその元素比と植物プランクトン組成との関係に関する研究 九州南部(奄美大島, 屋久島, 鹿児島等)地域における酸性・酸化性物質の動態の解析に関する研究</p>	<p>高村典子 村野健太郎・ 畠山史郎</p>
<p>沖縄県衛生環境研究所</p>	<p>辺戸岬地上観測施設における酸性・酸化性物質の動態解明のための研究</p>	<p>村野健太郎・ 畠山史郎</p>

所内研究発表会報告

野原 精一

年末恒例の所内研究発表会が12月13日に大山ホールで開催された。今回の発表会では所内の新人、科学技術特別研究員、STAフェロー、EFフェローを中心にした20件のポスター形式の発表があった。

その所内発表会に先立って大井 玄副所長によるサロンドニース「文化という牢獄」が中会議室で催された。サロンドニースの後、文化に対する様々な感想を胸にした聴衆が移動して、大山ホールのポスター会場は大盛況であった。測定器も展示され、写真やカラフルなポスターが多く1 m²の台が所狭し

といった感であった。昨年の辛口の要望を満足させるような甲乙付けがたい発表ばかりであった。

発表会に引き続いて所長、副所長から「これからはがんばりま賞」が地球環境研究グループの足立直樹さんと大気圏環境部の中野智子さんに授与された。マレーシアの熱帯林研究とシベリアのメタン発生の研究と南北バランス良い受賞であった。そのあと懇親会が行われ発表会の議論の続きや忘年会として懇談が続き、用意した食べ物が瞬く間に無くなった。ともすると細分化された研究分野間での交流が無くなり易い総合的な研究所において、所内発表会や懇親会が若い所員の研究の推進や交流にささやかでも役立てば幸いである。

(のほら せいいち, 生物圏環境部生態機構研究室長
セミナー委員会所内研究発表会小委員会幹事)

