

国立公害研究所

Vol. 8 No. 6

平成2年2月

国立環境研究所としての新展開



はまだ やすたか

主任研究企画官 浜田 康敬

昭和30年代以降激化する一方であった公害問題に的確に対処するためには、公害の防止に関する総合的な研究を行う機関が必要であるとの認識が高まり、環境庁設置法（昭和46年）に国立公害研究所に関する規定が設けられ、昭和49年3月に当研究所が発足した。

当時の問題の中心は水俣病や四日市ぜんそくに象徴されるような産業公害であり、研究の主眼もそれらの汚染構造や影響機構の解明に置かれてきたが、その後の諸制度の整備や関係者の努力によって汚染物質の排出抑制等の対策が進み、問題の大幅な改善が図られた。

一方、産業技術の高度化や生活水準の向上の進展を背景に、新たな化学物質による人間や生態系への長期慢性的な影響、都市生活型の環境汚染等が環境保全に係る主要課題として浮上り、公害問題の様相が大きく変化してきた。また、近年、成層圏オゾンの減少、温室効果ガスによる温暖化、熱帯雨林の減少等の人間活動に起因する地球規模の環境変化に対する懸念が急速に高まっている。

このように、環境汚染の構造が複雑多様化するとともに、影響を広域のかつ長期的な視点から捉える必要が増していることから、環境問題への対応に果たす科学的知見の役割が益々重要になってきている。

このように、環境汚染の構造が複雑多様化するとともに、影響を広域のかつ長期的な視点から捉える必要が増していることから、環境問題への対応に果たす科学的知見の役割が益々重要になってきている。

国立公害研究所がこうした時代の要請に即した研究活動を展開していくために、「国立環境研究所」として研究組織を一新することが平成2年度の政府予算原案に盛り込まれることとなった。即ち、シーズ創出研究等を実施する基盤研究部門の他に総合研究部門を設けて、公害問題はもとより、自然環境問題を含めた種々の研究課題に機動的に対応していくとともに、地球環境研究センターを新設して国内外の研究者との緊密な連携のもとに地球環境研究を積極的に進めることとなった。関係各位の一層の御助言と御協力を切にお願いする次第である。

野外研究を大切に

九州大学理学部教授 小野 勇一

生物学の急速な発達と分化が進み、分子の世界の解明と同時に地球規模の環境の生物学的側面の様々な法則性が追求されてきたことは周知の通りである。また、分子生物学の技術面での成果はバイオテクノロジーとして開花し、多くの「人工的」な生物を創り出したこともよく知られたことである。しかし、これらの人工的な生物が自然界に拡散したときに果して地球上の生物世界にどのような影響を与えるのかについては全くと言ってよいほど不明のままである。

地球環境の生物学的側面の研究は主にグローバルな面での生態系について行われており、このような「新しい」生物が自然に拡散した場合の影響評価、あるいはそれが有害である場合の対策については現在のところそれが果たして有力な研究方向であるかについては疑問がある。新しい種が既存の種群に侵入し、攪乱し、あるいは定着する過程はすぐれて群集生態学の課題である。群集は生態系生態学では往々にしてブラックボックスとして扱われている部分である。

生物の群集は細胞や個体の様に具体的な視覚に訴える形態を持っていないので研究の対象にならないと極論する生物学者もいる。たしかに群集は本来が概念的なものであり、これを生物個体の様な一つの有機体として捉えようとするならばこの見方は正しい。しかし、細胞、個体、個体群という生物学の統合の一つのレベルとして群集を見るならば、群集もたしかに生物学の対象として捉えることができる。群集は種の集合体であるので、そこにはそれ以下のレベルでは考えることの出来ない集合体としての別な法則性が働いていると見ることが出来る。即ち、群集レベルでの種間の相互作用（より広くは相互関係）とその集積の状態が研究の具体的な目的である。

群集生態学の研究の歴史は4つの大きな変化を経て現在に至ったと考えられる。即ち、①群集を

構成する個体数と種類数の間に法則性を探った時代。この時代はいわば群集の形態学とも言えるもので、群集の境界や生活形類別に関する議論が賑やかに行われた。続いて②群集を生物生産の場として捉えた時代はハッチンソン(G.H. Hutchinson)、リンデマン(R.L. Lindeman)の思想を背景に、特に水域の群集について様々な測定が試みられた時代でもあった。③マッカーサー(R.H. MacArthur)のニッチ*理論の展開は種の適応に関する進化的実証への新しい路を開くと共に、群集を種のニッチの集積として捉えると言う新たな視点を提供し、現代にも通じる新時代をもたらした。④最近、更にそれからの展開として、共同、協力、競争などの様々な種間関係の集積として、ときには種間の共進化の帰結として、群集の構成原理を追求する研究が発展している。この方向は従来、往々にして、単純に種間競争のみを原理とした群集論と鋭く対立している。現代はこの対立ばかりでなく、生態系を構成する生物部分としてより構造的に精密化したモデルを導入した研究や食物連鎖のシステム論的視点からの研究など多様化している。

このような群集生態学の課題は人間環境問題とも決して無縁ではない。今から10年ほど前の環境アセスメント大流行の時代には生物指標として群集の多様性指数がそのものの検証を抜きにして多用（しばしば誤用）された。また、複雑な群集ほど安定であると言う「原理？」は多くの自然保護論の理論的背景とされた時代もあった。この安定性に関する議論は理論的にも実際的にも現在でもまだ多くの研究・議論が重ねられている問題であり、未解決と言ってよい大きな課題である。

このような群集に関する課題を実際的に解決するためには野外実験を含めて自然群集を研究する以外に方法はない。もちろん、人工群集でも充分研究できるテーマもあるが、種間関係の自然的バックグラウンドである知識は自然群集を研究して

地方公害研究所と国立公害研究所との 協力に関する検討会(第9回)の報告

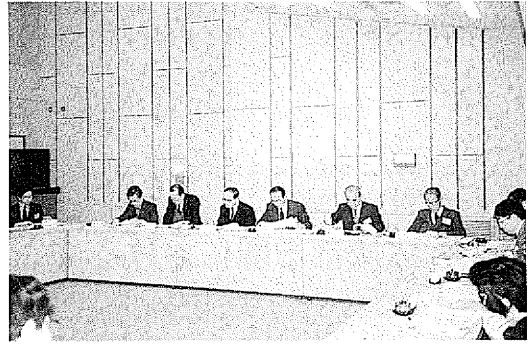
竹内 正

地方公害研究所と国立公害研究所との協力関係を緊密にし、発展させるための検討会が、去る2月7、8日に国公研において開催された。地公研側からは、全国公害研協議会会長及び役員8名、国公研からは、所長、副所長、主任研究企画官、多数の部長が出席した。

会議では、不破国公研所長、高橋全公研会長、来賓の角野環境研究技術課長の挨拶に続いて、小泉副所長より国公研における環境研究の推進と組織の再編・拡充について報告があった。さらに、今回の主題である「90年代における地公研と国公研の研究協力」について、①海外研究協力の現状及び問題点、②地球的規模の環境問題、③情報ネットワークの構築について、地公研及び国公研より報告があった。①に関しては、今後共、情報の交換を密接にすること、②に関しては、共通する問題を主に、緊密な研究協力をする事、③に関しては、早急に整備することに向けて、活発な討議が行われた。

第9回を迎えた今回は、地公研との協力関係を一層緊密化させるに足る有意義な会議であった。

(たけうち ただし、研究企画官)



はじめて与えられると言えよう。とは言ってもわが国には陸上について言えば、自然群集研究のための施設はお粗末としか言えないくらいに少ない。諸外国にはこのような施設は羨ましいほどに多い。たとえば、ロンドン郊外のワイダム(Wytham)に30ha余りの学術研究林がある。ここはエルトン(C. Elton)らが自然群集の研究の場として設立したものである。ここの動植物は全て種のレベルまで同定されており、群集生態学の研究上最大の課題であり、かつ手間の割に最も実りの少ない同定作業が不要という好条件を備えている。このため、ここの研究地からは群集生態学のみならず広く個体群生態学的な研究成果も数多く生み出された。そして、その成果はナショナルトラストや多くの自然保護地の管理のための理論的背景を与えているのである。

もう一つ例をあげよう。先日、私はニュージー

ランドの科学技術局生態部門のオロンゴロンゴ野
外研究施設(Orongorongo Field Station)を訪問
する機会を得た。この施設は1855年の大地震の際
に出来た谷沿いの段丘に発達した南極ブナやラタ
ヤカマヒの林のなかにある。1958年にスプートニ
クの打ち上げを赴任する船上で聞いたと云うジョ
ン・ギブ(J. Gibb)が建てた実験室である。彼は
イギリスでラック(D. Lack)のもとで学び、恐ら
く野外研究の大切さをよく知っていたので、動植
物の群集全体を大事にすることを先ず考えてこれ
を建てたに違いない。彼は群集研究の座右として
「長い時間をかける研究(long term study)」を
おいている。部長の職を引退後の今日でも殆ど毎
日ウサギやトリの観察を通じて、それを自ら実践
して示している。南極ブナをはじめ固有な種が多
いこの場所もその様な視点で選んだものである。
ここでもワイダムと同じ様に動植物は種のレベル

までリストアップされている。これまでに、土着のコウモリ、侵入動物のウサギ類、ポッサム、森林に適応したクマネズミの研究など、この地から多くの成果が生まれている。

公害研の近郊にもいくつかの森が残存していると聞く、また、数年前に掘られた池も研究用に活用されているようである。公害のバックグラウンド

の研究と言っても、最も基礎的な自然群集研究は研究所の急務とも言えよう。そして、それは数百haの規模の森林・草原・水域がセットで存在するような場所で研究されることが望ましい。野外研究のための組織と施設が一日も早く本格的に活動を始めることを切に希望する。

(おの ゆういち)

*生態的地位のこと。エルトンの定義では種の食物網での位置を表し、ハッチンソンの定義では、種の生活様式や生活要求を表すものとして、時間、空間、食物などの単位軸に占める範囲(基本的ニッチ)の集合体を示す。ここでは後者を意味する。

「特別研究活動の紹介」

広域都市圏における交通公害防止計画策定のための 環境総合評価手法に関する研究

清水 浩

広域都市圏における自動車交通公害は、旧来からの未解決の公害事象のうちで最も深刻な課題の1つとして残されている。また、今後も改善よりはむしろ悪化の方向に向うのではないかと懸念されている。

このような状況を踏まえて、本研究では、広域都市圏を視点に捉え、交通公害を総合的に評価し、対策や対応に結びつけるための手法を開発することを目的としている。

このような目的を達成するために、この研究は以下の課題で構成される。

〈課題1〉交通公害の個別事象の計測とモデル化に関する研究—自動車公害の主要な3つの事象(大気汚染、騒音、アメニティ要因)に関して現象解明と現象予測モデルの開発を行う。

〈課題2〉広域都市圏における自動車交通の環境影響の総合評価モデルの開発に関する研究—大気汚染、騒音、アメニティ要因を総合化する指標の開発を行うとともに、局所的環境指標を広域的に集約し、都市圏全体の環境評価を行うためのモデルを開発する。

〈課題3〉交通公害対策および交通計画の広域的にみた環境調和性の評価に関する研究—種々の交通公害対策や交通計画に関して、環境改善効果や

経済効果等を評価する手法を開発する。

〈課題4〉交通公害に関わる環境総合評価手法開発支援のための情報システム構築に関する研究—環境総合評価手法の開発に必要なデータベースや、解析に必要な共通ソフトウェアを提供するシステムを開発する。

本研究は平成元年度を初年度として3年計画で行われるものである。初年度は課題1のうちで、大気汚染サブモデルと、騒音サブモデルの開発に大きな効果があったので、これらについて紙面の許す限り紹介したい。

まず、大気汚染サブモデルについては、道路近傍における大気汚染物質の拡散をあらゆる気象条件のもとで評価することを目指して、計算機による数値計算モデルを開発することを主眼としている。このモデルでは基礎式として風の流れに対して連続の式と運動量保存式を用い、汚染分子の拡散については拡散方程式を用いている。この研究では、まず道路に直交して風が吹いている状態での二次元と三次元の拡散モデルを開発した。これと並行して、風洞実験を行い、このモデルの検証を行った。その結果、各種の道路構造、沿道構造条件でこのモデルは実験結果とよく一致していることが確かめられた。

開発された三次元の拡散モデルを用いて、道路からの大気汚染物質の拡散を計算した例を図 1 に示す。この例では一般道路の上を高架道路が走っており、その沿道に中層の建築物が建てられている場合を想定している。図 1 に示したのは高架道路の下を走る車による大気汚染物質の拡散の様子であるが、高架道路が蓋をする形となるため、風下側の建物の隙間を通して高濃度の汚染物質が拡散して行くのが明瞭に示されている。

また、この拡散モデルを拡張し、道路に平行に風が吹いている場合のシミュレーションモデルの開発を行った。現在、この結果を風洞実験によって検証を行っているところである。

本予測モデルは今後、接地逆転層が存在するような温度勾配がある場合や、 NO_x のように化学変化を伴う場合に対応できるように改良を加え、あらゆる条件に適應可能なものとしていく計画である。

次に騒音サブモデルにおいては、境界要素法を用いた局地騒音伝播予測モデルを開発した。境界要素法は、騒音の伝播のような開放領域の場の問題を解くのに適しており、従来の有限要素法に比べて次元を 1 つ落とすことができるので、計算機の容量制限を緩和することが可能である。ここで用いている基礎式は道路と沿道構造物を境界条件としたヘルムホルツキルヒホッフの積分方程式で、技術的にはこれを離散化して解くという方法を探っている。この騒音伝播予測モデルでは道路と沿道構造物の表面の吸音特性は任意に指定することができるため、吸音性防音壁等の評価にも有効に利用することが可能である。

図 2 に、局地騒音伝播予測モデルによる道路騒音の計算結果を示す。同図 (a) および (b) は一般道路上に作られた高架道路の、それぞれ上と下を車が通過する場合の騒音伝播を示しており、(c) と (d) はそれぞれ (a) と (b) の沿道に建物がある場合の計算結果である。これらは 300Hz の単一周波数音の場合の結果であるので、音の干渉による縞が現われている。実際の道路交通騒音のような広帯域音の場合には、複数の周波

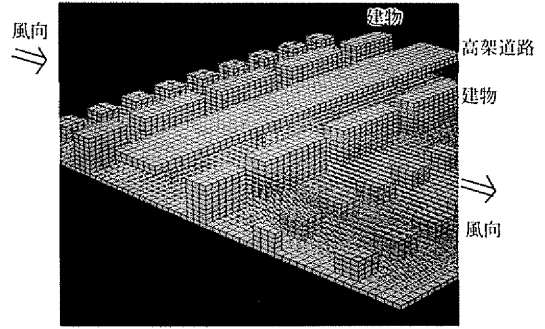


図 1 三次元の拡散モデルによる道路からの大気汚染物質の拡散のシミュレーション結果の例

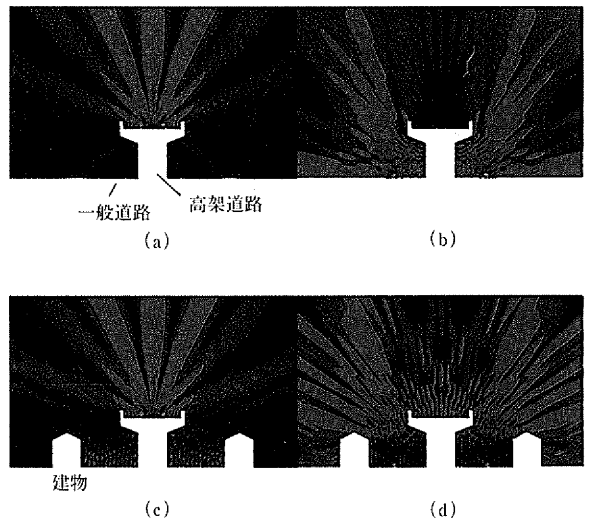


図 2 局地騒音伝播予測モデルによる道路騒音の伝播の計算結果の例

- (a) 高架道路上を車が走行する場合
- (b) 高架道路の下を車が走行する場合
- (c) 沿道に建物がある条件で高架道路上を車が走行する場合
- (d) 沿道に建物がある条件で高架道路の下を車が走行する場合

数について計算した結果を加え合わせればよい。この図に示したように、開発されたモデルにより、複雑な道路構造においても騒音伝播の予測が可能である。

今後はこのモデルを三次元に拡張する予定である。また、風向、風速などの気象条件を考慮したモデルの開発も進めたい。

(しみず ひろし, 総合解析部地域計画研究室長)

環境水中に見いだされる新たな汚染物質

白石 寛明

環境水中へ流入してくる化学物質のモニタリングを行っている時として今までに経験したことのないピークの出現に驚かされることがある。特にその濃度が高いと推定されたり、同じピークが常時検出され続けるようになると、それが何に由来するのか知りたくなるのが研究者の常であろう。このようにフィールドの調査から未知の化学物質を見だしそれを同定していく手法は、化学物質にあらかじめプライオリティを設定し網羅的に環境調査を行う手法と共に、かなりの成果をあげている。例えば、防蟻処理剤のクロルデン類や、最近問題となっているトリフェニルスズ化合物(TPT)などもこのようにして問題提起されたものである。

未知化合物の構造決定には、微量でも化合物の分子式、含まれる官能基の種類が推定できるガスクロマトグラフ/質量分析計(GC/MS)が必要不可欠である。上記の化合物なども最終的にはGC/MSによりその存在が確認されている。GC/MSにより環境水中に見いだされた新たな汚染物質は数多くあるが、実際に経験した中から具体例を1つあげてみる。

霞ヶ浦における湖水中の農薬濃度調査の過程で、ECD-ガスクロマトグラム上に今までに知られていない農薬の有効成分とも一致しないピークに遭遇した。ピーク強度の季節変化、湖水への拡散状況から、この化合物の起源は農薬の使用と関連があると推定された。そこで、上記の手法で分析すると、塩素と臭素を含む硫黄化合物で、分子式は $C_7H_6BrClO_2S$ であることが判明した。また、スペクトルの開裂パターンの解析から、この化合物は、4-(クロロメチルスルフォニル)ブロモベンゼン(Ⅳ)であると推定し、合成した標準

品と比較した結果、同一物であると確認された。この化合物に構造が類似している殺虫剤が過去に外国で使用された例があったが、この物質に関する報告はほとんどなかった。農薬由来ではと考えていたこともあり、流域で使用されていた農薬を分析した結果、この物質は水田用除草剤であるベンチオカーブに補助剤として添加されていたことがわかった。食品添加物や農薬中の不純物といった話題はよくきくが、農薬の添加物とは初めての付き合いであった。

現在のところ、その推定構造式が正しいのか否かは、有機化学的に合成した標準化合物と未知物質が同じ物理、化学的性質を持つことをもって最終的に確認するしかない。しかし、標準化合物の合成には多大な労力(経費)を必要とし、合成にあたっては環境汚染物質としての重要度を判断しながら研究を継続していく必要がある。このため、推定構造の段階で止まってしまう場合が多々ある。物質の重要度を判断するために、化学物質の生態あるいは健康に及ぼす影響を同時に評価できる効率的なモニタリング手法はないものかと考えている。

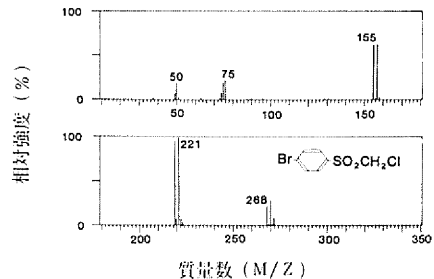


図 4-(chloromethylsulfonyl) bromobenzene のマススペクトル

(しらいし ひろあき、計測技術部水質計測研究室)

第五回全国公害研究所
交流シンポジウム
安藤 満

全国各地の地方公害研究所と本研究所以及環境庁との研究の交流を目指した本シンポジウムも、今年で5回目を迎え、発表も非常に充実した内容となっている。シンポジウムのテーマは、担当の保健部、生理部と環境庁が打ち合わせの上、現在最も解明の急がれる「浮遊粒子状物質(SPM)汚染の現状と今後の課題」に決定した。全国の地方公害研究所に講演発表についてのアンケートを郵送し、シンポジウムへの参加と希望を提案してもらい、内容の決定を行った。右のプログラムにシンポジウムの内容を記載している。

SPMはディーゼル車の普及と道路網の発達につれ、今後、特に汚染のリスク評価が必要となる研究分野といえる。SPMはまた、その物理的性状、化学的組成、生体影響が多様なため、学際性に富んだ研究分野である。本シンポジウムも、学際性をもたすよう担当部一同苦慮した。プログラムのパネルディスカッションは、交流シンポジウムとして初めての試みであるが、学際的テーマに対する内容の充実を計ったものである。司会の小泉副所長をはじめ、パネリストの努力の結果、SPM問題の解決のために、学際的協力が不可欠なことが共通認識となったことが、本シンポジウムの大きな成果であったように思う。



プログラム

1月25日

開会の挨拶

不破敬一郎(国公研)

[セッション1] SPM汚染の現状

- (1)SPMとは 植田 洋匡(国公研)
 - (2)浮遊粉じん発生源寄与の推定と評価—都市間の比較を中心として— 岩本 真二(福岡県)
 - (3)大阪における二次粒子の挙動 岡 憲司(大阪府)
 - (4)大阪におけるSPM, 金属, イオン等の粒径分布 宮崎 竹二(大阪市)
 - (5)東京都における浮遊粒子状物質の性状と発生源の寄与 秋山 薫(東京都)
 - (6)南関東における浮遊粒子状物質の組成について 小山 恒人(神奈川県)
 - (7)浮遊粒子状物質の測定法をめぐる諸問題—最近の動向— 功刀 正行(国公研)
- コメント(セッション1) 亀沢 典子(環境庁)

[セッション2] SPMの生体影響

- (1)SPMと多環芳香族化合物の個人暴露調査 安藤 満(国公研)
 - (2)幹線道路沿道におけるSPM汚染と健康影響 小野 雅司(国公研)
 - (3)仙台市における道路粉塵と健康問題 滝島 任(東北大)
- コメント(セッション2) 松本 義幸(環境庁)

1月26日

[セッション3] パネル討論会

《司会：小泉 明(国公研)》

—パネリスト—

滝島 任(東北大)

*氷見 康二(日本環境衛生センター)

*濱中 裕徳(環境庁)

植田 洋匡(国公研)

*村上 正孝(国公研)

*話題提供者

閉会の挨拶

浜田 康敬(国公研)

(あんどろ みつる,
セミナー委員会シンポジウム担当委員,
環境保健部環境保健研究室)

環境汚染のリスクアセスメント

— 健康リスク評価の問題点を中心として —

三浦 卓

現在、地球上の人間環境と自然生態系には、人間活動に起因する化学的、物理的、生物的な汚染が浸透しており、環境の汚染は全体として量質ともに今後も増大していくと予想される。このように多様な負荷を地球環境が背負うようになったのは産業革命以後のことであり、ここ四半世紀は特に著しい。環境汚染の場合、環境中から汚染を完全に無くするのは極めて困難なので、環境汚染を有害な影響を及ぼさない程度に抑制することが要求される。このためには、汚染がどこまでなら安全なのかを統一的に評価することが不可欠となる。このようにどこまでなら安全なのかを評価するために、リスクの概念が発展して来た。この概念は、もともと発がん物質の安全性を評価するために考えられたものであり、有害な影響とその発生する確率を予測するものである。現在では、リスクアセスメントが食品・飼料添加物や放射線などの安全性を評価するのに我が国も含め多くの国で受け入れられている。本シリーズで前回説明されたように、米国では環境汚染について行政レベルでもこの方法が使用されている。また、生態系へのリスクアセスメントについても OECD などからガイドラインが出されている。ここでは、環境化学物質の健康障害に対するリスクアセスメントの問題点を中心に考えてみたい。

環境化学物質による健康障害にリスクアセスメントを適用する場合、いくつかの問題が生じる。地域における汚染量と健康障害の程度を明らかにする疫学研究は価値が高いが、用量と生体反応関係を求めるには、多大な労力と時間を要する。そこで、化学物質によるリスクの予測は、多くの場合動物実験の結果にたよらざるをえない。動物

実験によって化学物質の用量と生体反応との関係を求める場合、地域環境における実際の暴露状態と異なる条件で実験を行わざるをえない。特に、限られた数の動物を用いて実際より高い濃度で効率よく有害な影響を検出するために、統計上の不確かさを生じるとともに低濃度以外挿してリスクを評価することが必要となる。動物の種間及びヒトとの間に化学物質に対する感受性も種差が大きい。現在ヒトとの種差による過小評価をさけるために 10^{-1} の安全係数が用いられているが、科学的裏付けは充分でない。また、現実の汚染は、多種類の汚染物質が多様な媒体を通して起こっているが、環境汚染のリスクを総体として評価する方法は現在開発されていない。これらの問題点があるにも拘らず、環境汚染による健康障害を予測し安全性を判定する方法として、リスクアセスメントは現在最も科学的な方法であり、問題点を一歩ずつ克服しより正確に環境汚染のリスクを評価していくことが必要である。

リスクアセスメントは、有害性の確認から始まる。疫学研究や動物実験によって有害性が明らかになった場合、化学物質と生体反応との用量-反応関係を求める。いき値がある可逆的毒性については、作用がないと考えられる最大無作用量 (NOEL) を数理モデルを用いて算出する。発がん性や遺伝毒性のようないき値がないと考えられる不可逆的毒性については実質的に安全な濃度 (VSD) が算出される。これは環境汚染のように負荷を零にできない場合、有害性が或る程度以下の確率なら実質的に安全と見なしうる値であり、発がん性の場合生涯において許容できる発がんの危険率として 10^{-5} ~ 10^{-8} までいろいろな考え方

故岩田 敏研究員を偲んで



平成元年12月19日午後10時7分、水質土壌環境部の岩田敏研究員は、まだ35才の若さで、惜しまれつつ私たちとは別の世界へ旅立たれてしまいました。午後9時頃まで研究をされ、帰宅途中に不慮の事故に遭遇し、余りにもあっけないことで、今さらながら人生のはかなさを見る思いです。

岩田敏君は、昭和53年埼玉大学理工学部建設工学科、昭和55年同大学修士過程を卒業され、同年4月に水質土壌環境部水質環境計画研究室、昭和58年10月に地盤沈下研究室の研究員になりました。

国公研ニュース(第8巻第5号)、研究報告(R-127)を相次いで書き上げ印刷中でした。雪を溶かすために地下水を利用する際に生じる地盤沈下現象が、従来の地盤沈下現象とは少し異なったメカニズムによって起きることが分り、最も得意とする数値解析手法を用いて、地盤沈下予測手法を開発するための準備を始めていました。また、今までとは異なった方法を用いて、極めて簡便な、しかも安価な地盤沈下観測システムがほぼ完成の域に達し、特許申請書類を書いていました。豊富な知識の持ち主であった岩田君が、今まさにその大器の花を充分に開花しようとした矢先、沢山のことを積み残し、その成果を見届けることなく、突然私たちの前を去って逝ってしまわれました。残念でたまりません。これから、志と遺業を受け継ぎ、地球自身を守るため、研究を継続し発展させることが、私たちの勤めと思います。

(水質土壌環境部地盤沈下研究室長 陶野 郁雄)

があり、国民的合意の下に判断されるべきものである。化学物質に対するNOELやVSDと人への現在または将来予測される暴露量のアセスメントの結果を基に健康リスクの判定が行われる。

有害性が明らかで法的に規制されている化学物質の場合でも、リスクアセスメントを行えるだけの用量-反応関係は不明な場合が多い。ヒトへの暴露を制御することが困難な大気汚染物質の場合、リスクの判定がとりわけ重要である。我々は、特別研究「粒子状物質を主体とした大気汚染物質の生体影響評価に関する実験的研究」の一環として、二酸化窒素等代表的な大気汚染物質の呼吸器疾患との関連性についてリスクアセスメントを行うための予備的な実験を行っている。ここでは、実際の汚染に近い濃度で有害性を鋭敏に検出できる手法の開発が必要であり、この手法はまたデータの信頼性を高めるためにより多くの動物について測定できるものでなければならない。これらの手法によって測定される用量-反応関係を基にして安全性の判定を行えば、大気環境をどこまで改善すべきかという一つの目標を提供できる。

化学物質による環境汚染は、現在新たな局面を迎えている。従来の重篤な健康被害を招いた特定

の原因物質による汚染から、ゴミ焼却場や先端技術産業など多様な媒体からの多種類の化学物質による汚染となって来ている。これらの物質は微量で混在しており、その有害性について低濃度領域では用量-反応関係が殆ど明らかにされていない。したがって、安全性を判断するためには、多種類の化学物質について迅速に有害性の順位づけを行い、次いで有害性の高い物質について低濃度領域での用量-反応関係を近似的に求める検索法の開発が必要である。我々は、経常研究「未規制化学物質の健康への影響評価法の開発に関する基礎的研究」においてこれらの問題点を検討してきた。アルデヒド類や塩素化エチレン類を対象として、鼻粘膜刺激性や気道反応性を迅速鋭敏に測定する方法を開発すると共に、培養細胞による毒性評価法を開発し毒性の順位付けを試みた。いずれの方法で測定してもアルデヒドの有害性の順位は同じであることが判明した。今後、生理的変調や不快感といったより鋭敏に有害性の用量-反応関係を求める方法の開発が必要であろう。

現在環境汚染は国際的な広がりを示している。各国の風土習慣により汚染の媒体のみならず、量も質も異なっている。我が国はこれに合致した独

自のリスクアセスメントの体系を組み立てることが必要であり、これはとりもなおさず国際的な分担研究となるであろう。これらの研究を各国間の

協力関係の下に推進することが、地球環境を有害な汚染から守るための基本となるであろう。

(みうら たかし、環境生理部環境生化学研究室長)

環境リスクシリーズ (4)

快適な暮らしの代償としてのリスク

天野 耕二

現代人、特に若い世代の間ではこの頃とみに「清潔願望」が強まっていると聞く。毎日のお風呂はあたりまえ、シャンプーは朝晩2回、一度着たシャツはすぐに洗い、コップや皿もいつもきれいに、というのがその典型であろう。労力と時間を惜しみながら清潔で快適な生活を享受するためには、エネルギー、水資源、そしてある種の化学物質を大量に消費することになる。しかし、これらの消費に伴っては必ず幾ばくかのリスクを受け入れなければならない。エネルギーおよび水資源に関わるリスクについては他の機会に譲るとし、ここでは身の回りの清潔さを維持するのに必要不可欠な化学物質である合成洗剤に関するリスクについて考えてみる。

ある事象に関するリスクを受け入れるかどうかという意志決定を行う際には次のような三つの問題点がある。

- ①リスクの同定や比較のための情報が足りない。
- ②必ずしもリスクどうしの比較や得られる便益との比較から意志決定がなされるわけではない。
- ③受け入れるかどうかという選択の余地がほとんどない場合がある。

例えば、飛行機旅行のリスクは事故率の分母(距離、時間、移動回数など)を変えることによって自動車旅行のリスクよりも大きくなったり小さくなったりする。また、これから乗る飛行機の老朽化に関する情報の有無によってもリスクの同定結果は変わってくる(①の例)。さらに、確率では表し得ない情緒的な判断によってわれわれは飛行

機を選んだり自動車を選んだりすることが多い(②の例)。情緒的(主観的)な判断という点では、客観的な期待値で損をされると言われても宝くじを買ってしまう心理もよく似ている。また、飛行機事故のリスクや喫煙による肺ガンのリスクが個人的な判断で避けられるのに対して、原子力発電のような大規模な事業によるリスクは個人による選択の余地が全くといっていいほどない(③の例)。

合成洗剤によるリスクは使用時におけるリスクと、使用された後環境中に放出されたときのリスクに分けて考えられる。使用時のリスクに関しては、手あれ、誤用、誤飲など直接的な人体への影響が問題となり情報量も豊富で比較的単純に考えることができる。これに対して、使用後の合成洗剤は複雑な経路を経て環境(特に水界生態系)に影響を与えながら再び人間にとってのリスクに関わってくるため、リスクを同定するのに十分な情報を得るのが難しい。これが先の問題点①にあたる。消費者も使用時のリスクには敏感であっても、使ったあとの排水に残っている洗剤のリスクまではなかなか目が行き届きにくいのが現状である。

合成洗剤の環境リスクの同定に必要な情報は、合成洗剤が環境中にどの程度蓄積し、どのような悪影響を与えるかということである。合成洗剤の主成分である界面活性剤の環境中の濃度については、多くの機関により全国各地で測定されており、水中では分解されやすい界面活性剤も底質中に蓄積する傾向があることがわかってきた。当研究所の総合解析部と水質土壌環境部が共同で行った全

国の主要な汚濁湖沼における調査でも、代表的な陰イオン界面活性剤であるLAS(直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩)の湖沼底質への蓄積が観測され、底質深さ30cm前後までLASが検出された湖沼もあった。いくつかの水深の浅い湖沼では水中に検出された量の数倍から数十倍のLASが底質に蓄積しているものと推定された。

このような界面活性剤の底質への蓄積を合成洗剤の環境リスクの要素のひとつとして考察するにあたっては、環境中の界面活性剤の次のような挙動が重要となる。

- 1)底質中の分解：水中に較べて底質中では分解が遅い。
- 2)水中への再溶出：水中で検出されなくなっても、底質間隙水中の拡散により、底質から水中へ再溶出する。
- 3)他の有害化学物質との共存：底質中には他の数多くの化学物質も蓄積しており、界面活性剤そのものの毒性以外に複合作用という潜在的なリスクがある。
- 4)分解後の中間生成物質の存在：一次分解を受けて界面活性を失った後も完全に無機化されるまでは化学物質としてのリスクを残している。

界面活性剤の生物影響については数多くの研究成果が上がっており、最近では他の有害化学物質との複合作用についても研究が進められているが、これらを総合したリスクの同定は簡単ではない。さらに、合成洗剤全体としては助剤など界面活性剤以外の成分によるリスクも無視できない。

合成洗剤を使用するかどうかは個人に選択の余

地が一応あるようにみえるが、環境影響を含めたリスクに関しては個人の意志では影響力が弱い上、清潔さと時間の両方を求める声にすぐさま応えるような家庭電化製品の開発競争や消費者の購買欲をかきたてるような広告の氾濫が暗黙のうちに社会的な意識の制御につながっている可能性もある。電気洗濯機の大容量化・多機能化・自動化で大量の洗濯物が簡単に処理できるとなれば、一度着たものはすぐに洗いたくなるし汚れ物が少しでもたまとすぐに片づけたいのが人情であろう。共働き世帯を中心に普及しつつある家庭用の自動食器洗い機も同様であり、いずれも自らの手を合成洗剤使用時のリスクにさらすことなく安易に清潔さが得られるために、結果的に洗濯・洗浄の回数が増えてより多くの合成洗剤を消費することになる。はじめに挙げた問題点の②と③は洗剤に関する社会的な意識についてもあてはまる。

このような社会的な意識を含めたリスク管理はなおいっそう複雑さを極めるが、さしあたって必要なのはリスクに関する客観的な情報の整備であり、リスク同定の不確かさをいかにして克服するかであろう。合成洗剤について現在巷にあふれている情報のほとんどは「便利で清潔な暮らし」への賛歌であり、使用後環境中に放出された後の合成洗剤の運命と生態系へのリスクに関する情報は少ない。環境へのリスクをどの程度まで受け入れながら清潔さや便利さを追求するかという意志決定を消費者がはっきりできるような研究成果が求められる。

(あまの こうじ、
総合解析部資源循環研究室)

研究ノート

都市大気汚染の解明へのアプローチ

鷓野 伊津志

大都市圏における大気汚染の問題は、夏期の光化学大気汚染と冬期の窒素酸化物汚染が代表格で

あり、これらは古くて現在でもなお新しい大気汚染問題である。さらに最近では、これに酸性雨問

題が複合し都市域での大気汚染現象を複雑化している。これらの現象は基本的には都市活動による大気汚染質の排出が原因であり、関与する気象条件により様々な形態で出現するものである。局地気象に起因する大気拡散現象の把握が研究のキーポイントである。そのため、国公研で考案された超音波風速計を利用した係留気球搭載型の『乱流ゾンデ』を用いて野外観測を行ってきた。国内では筑波、東京都心部、札幌市内（写真）、海外ではアメリカやカナダに持参し共同観測を行っている。この『乱流ゾンデ』によって、大気拡散現象の基礎となる大気乱流変動を地上から上空1000mまでの任意の高度で直接的に計測することが可能である。また同時に、気球の係留索にテフロンパイプをとりつけることで大気汚染質濃度の鉛直プロファイルの計測も可能となり、海陸風内での汚染質輸送や都市域の大気拡散に従来の観測では得られなかった成果が得られた。ここでは都市大気汚染に関する研究の内容について紹介したい。

この研究は都市大気汚染の現象解明と制御を念頭に、都市気象・大気乱流計測と大気汚染質の鉛直分布の測定を同時に行い、更に、数値予測モデルの開発を目指している。高濃度窒素酸化物（NO_x）汚染の生じやすい冬期夜間の観測の結果から、都心部では接地逆転層は形成されず、平均的建物高度の約2～3倍の高度に都市境界層といわれる鋭い温度逆転層（上空逆転層）が出現し、その下では大気は比較的拡散しやすい状態になることが確認された。大気乱流の測定結果からこのような境界層の形成には、都市域の建築物による大気の機械的な攪拌作用が重要であり、大気拡散と都市の熱環境に重要な因子として作用することが示された。また、このような夜間の都市域の境界層は平均風速に依存しており、境界層の上部で鉛直拡散が押えられるために高濃度大気汚染が出現すること、また、夜間の上空逆転層は、翌朝の混合層の発達を妨げ、早朝の地上付近の高濃度汚染を加速することがわかった。

このような都市気象の条件下では、高濃度のNO_x汚染が生じる。夜間の都市域ではNO₂/NO_x

比とO₃濃度には正の相関がみられ、上空ほどNO₂/NO_x比は増大し70～80%に達する。しかし、一般に発生源から排出されるNO_x中のNO₂の割合は10%程度であり、都市大気中でのNOからNO₂への変換のメカニズムが都市域におけるNO₂汚染の問題に重要となる。意外なことに観測結果から、NO_xが極めて大きな鉛直勾配を示すのに反して、NO₂濃度の鉛直プロファイルはほぼ一定値を示す。これは、その鉛直プロファイルが発生源からの直接排出分のみだけではなく、O₃などの化学反応による生成が重要なことを示しており、環境中のNO_xとO₃濃度の量的な関係が汚染機構解明のキーポイントとなっている。この結果は、都市域のNO₂汚染の制御には、上空までの汚染質濃度の鉛直プロファイルを加味した検討が不可欠であり、バックグラウンドとしてのO₃濃度が都市域の高濃度NO₂汚染の問題の解明に重要であることを示している。

今後は、これらの都市気象と大気拡散過程を再現する数値シミュレーションモデルを用いて都市域でのNO、NO₂、O₃濃度の挙動を解明し、都市域のNO₂高濃度発現のメカニズムを明らかにしていきたい。

（うの いつし、大気環境部大気環境計画研究室）



写真 札幌市中心部での乱流ゾンデ観測

INSTAC計画に参加して

酒巻 史郎

現在、温暖化等の地球規模の環境問題が国際的な関心を集めているが、これは産業革命以来の人間活動の著しい拡大の結果、地球上の大気の組成、特に赤外線を吸収して気候形成に重要な役割を果たしている二酸化炭素等の微量成分が大きく変化をしているためである。しかしながら、これら微量成分に関する研究はこれまでほとんど北半球の人口密集地域に限られてしか行われておらず、より広域での分布や輸送・拡散の状況についての知見は非常に不十分な状態であり、これら大気微量成分の全球的な立体的把握が要望されている。このような背景のもとで大型航空機を移動する研究室として、太平洋上空の対流圏・下部成層圏大気の化学分析により微量成分の動態を把握することを目的としたINSTAC (International Strato-Tropospheric Air Chemistry: 気候変動に係わる対流圏・下部成層圏大気の化学的研究) 計画が始められた。これは科学技術振興調整費の国際流動基礎研究として1988年度より3年計画で気象庁気象研究所を中心として進められている。その初年度の1989年3月に行われた飛行計画に参加する機会を得たのでこの場を借りて簡単にその紹介をしたい。

このINSTAC-Iの飛行は、成田-硫黄島-サイパン-ヤップ-ビアク(ニューギニア)-ダバオ-マニラ-那覇-大阪(八尾)と西太平洋の赤道以北の地域を鳥伝いに周回する経路(高度約5 km)で4日間かけて行われた。測定はCO₂、メタン、ハロカーボン、オゾン(UV吸収法)、エアロゾルを気象研究所が、NOとオゾン(KI法)を名古屋大学の近藤豊氏が、炭化水素を私が担当して実施した。NOやオゾン、エアロゾルは分析機器を機中に持ち込んで飛行中に連続測定を行ったが、その他は容器に間欠的に採気して持ち帰って分析する方法で行った。飛行機はフェアチャイ

ルド社製のマリーンIVを使用した。機内は各種の分析機器と数十本の大小4種類の採取容器、張り巡らされた採気用銅パイプで極めてたて込んだ状況となり、ただでも狭い機内で4日間搭乗して測定操作した方々の苦勞がしのばれた。さて、炭化水素の分析であるが、持ち帰った容器から試料空気中の炭化水素を低温で濃縮捕集した後にFID-ガスクロマトグラフでエタンからペンタンまでの14種類の炭化水素について定量を行った。その結果の例としてエタンの緯度分布を図に示した。北緯35度付近の高濃度は淡路島上空でのテスト飛行の際に採取した空気のものであり、都市大気の影響を強く受けた結果であろう。また洋上での測定結果でも人為的な発生源の緯度分布と対応して10度付近までは南下するにつれて低減する傾向が認められた。興味深いのは10度以南の熱帯域で濃度が高くなっている点である。この地域で何らかの大規模な炭化水素の発生源のあることを示唆しているのか、単に鉛直方向の混合が盛んになって地表付近の濃度に近い空気を採取しただけなのかまだわからないが、前者ならばおもしろいことになろう。今後、他の測定結果も公表されるであろうが、このINSTAC-I飛行計画が西太平洋地域での初めての大規模広域調査であり、それぞれ有意義な結果を提供してくれるであろう。更にこれらの各種の微量成分及び気象の測定結果からこの地域の大気微量成分の動態に関する総合的

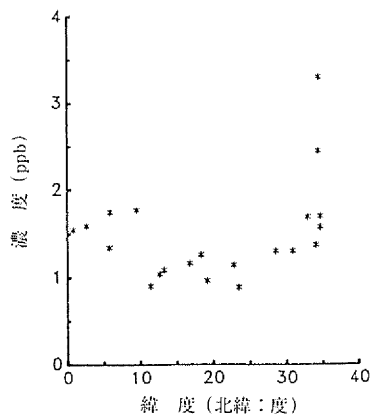


図 エタンの測定結果(緯度分布図)

な知見が得られることを期待したい。また、今年2月末には南北65度までの両極域付近までを対照とした第2回の飛行計画が予定されており、その

結果が楽しみである。

(さかまき ふみお、
大気環境部大気化学研究室)

土の緩衝能 — 土の土としての機能 —

向井 哲

土の緩衝能で先ず思い浮かべるのは、恐らくpH緩衝能のことであろう。ところが、最近、土壤汚染に関連した土の緩衝能という新しい概念が土壤保全の立場から生まれ、注目されるようになってきている。De Haan (1987)によると、この土の緩衝能は“主として土壤成分への強い吸着・結合、或は不溶態への変換によって汚染物質を不活性化し、その土の諸機能（例えば、作物生産、地下水保全、元素循環などに関する機能）に対する負の影響を遅延する土の能力”であると一応定義されたとしている。しかし、非生物的に起こる不活性化が重要であることに疑いはないにしても、この定義には軽視し得ない土の微生物の浄化作用は含まれていないように思われる。それ故、筆者は微生物分解を通して直接的ないしは間接的に生じる不活性化をも上記の定義に加えておきたいと考えている。

この小文では、土壤汚染に関連した土の緩衝能について簡単に述べてみたい。つまり、土に負荷される汚染物質を非生物的ないしは生物的不活性化し、土の諸機能の悪化を遅延する土の能力として新たに定義される緩衝能である。これを簡単に説明するために示したものが上の模式図である。今、農薬や有機質資材、或は化学肥料の投与を例にとって考えてみよう。図中の縦軸で表示されるそれらの有効度（この例の場合、作物生産量に置き換えることが出来る）を指標にすれば、横軸上のIで示される土の当該化学物質含有量までは農業生産向上のために積極的に投与されるべきと言える。一方、土壤保全の立場からみると、II

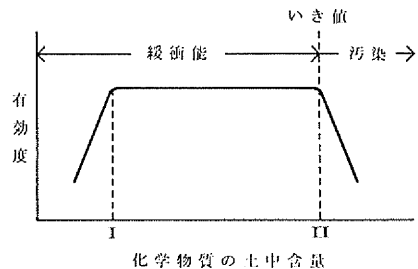


図 化学物質の土中含量と有効度の関係

の位置までの土のその含有量が土壤保全上のいき値、すなわち土の緩衝能に相当すると見なすことが出来る。この緩衝能には、農薬などの有機物質の場合だと、土の有機・無機成分への強い吸着・結合等による非生物的不活性化のほか、微生物分解による効果が比重を増して含まれることになるであろう。ところが、この緩衝能を超える投与が続けられると、有効度は頭打ち状態から下降し始め、その土の本来の諸機能が種々の程度に阻害されることになると理解される。すなわち、その土は投与物質で汚染されたことになる。この土の緩衝能は、投与化合物の種類及び土壤中での存在形態、並びに土の種類によって大きく異なると考えられる。また、以上に述べてきた事柄は、微量養分としての重金属に対しても同様に当てはまる。

顧みれば、土は古くは、“母なる大地”としてその尊厳が先人達によって認識されてきた。そして、二千数百年の星霜を経た現在、われわれは土に対して共通の意識を持ち続けていることに気が付くであろう。

(むかい さとし、
水質土壤環境部土壤環境研究室)

11月1日より米国ノースカロライナ州ダーラムのDuke University Medical Centerで在外研究生生活を始めて2ヵ月余りになります。ダーラムは、州都ラーリー、チャペルヒルとともにResearch Triangle Park(つくばのような研究学園都市)の頂点を成しており、大都会の喧噪とは程遠い平和な田舎街です。南部に属するため本来は比較的温暖な気候なのですが、12月中、下旬は全米が今世紀始まって以来という寒波にみまわれ、ダーラムでも一日中氷点下という日を何日か経験しました。

Duke大学はタバコ富豪のDuke一族からの多額の寄付を基に1924年に設立された私立大学で、学部学生5800名、大学院生3800名を擁し、全米のトップクラスにランクされる総合大学です。スポーツも盛んで、フットボールはオールアメリカンボウルに出場、バスケットボールも全米トップ10にランクされています。キャンパスは、チャペル(写真)を中心とするゴシック調の歴史的建物と、Medical Centerを中心とする近代的建物が緑の中に見事に調和しており、大変美しいものです。

Medical Centerは、2つの病院と多数の付

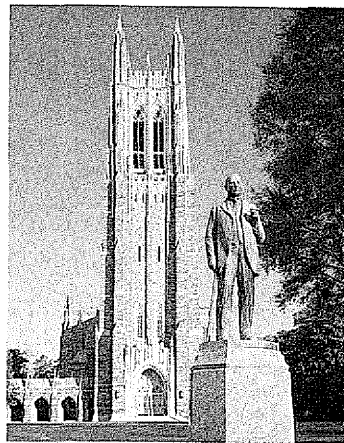
属研究施設で構成されており、医療及び研究の水準は全米のトップクラスとされております。私の所属するBennett研究室は付属研究施設の一つであるHoward Hughes Medical Institute(これも富豪Howard Hughesの寄付によって設立、運営されている)の中にあ

り、細胞骨格蛋白質の細胞生物学的、分子生物学研究を行っています。セミナー等を通じて感じるのには、もはや基礎医学研究は遺伝子レベルでの解析なしにはありえないのではないかと思います。私の研究室もつい1年半前までは個々の蛋白質の精製とその特徴づけという蛋白質化学的手法が中心でしたが、微量成分についてその方法を適用するには限界があるということで、現在は遺伝子レベルでの解析に重点を置いています。現在私は、脳の細胞骨格蛋白質の一つであるアンキリンの遺伝子の解析、

並びにその発現と存在状態の解析等を行っています。研究室のメンバーは皆若く極めて優秀で、実によく働き、話し好きです。実験とディスカッションの毎日です。

(くにもと まなぶ、
環境生理部環境生化学研究室)

“海外からのたより”
Duke大学での
研究生生活
国本 学



新刊・近刊紹介

国立公害研究所研究報告(R-125-'89)

「Chironomidae of Japan: Checklist of Species Recorded, Key to Males and Taxonomic Notes(日本及び東アジア産ユスリカ科のカタログと雄成虫の検索表)」(平成元年11月発行)

著者らの日本産ユスリカの種類、生態、分布、生物指標性の研究は国立公害研究所において昭和52年から開始され、その間多くの分類学的論文が公表されてきた。本報告書はこれまでに日本と東アジアで記載されたユスリカのカタログと検索表からなる。これまでにこの地域から480種が記録されているが、その多くは著者と共同研究者によるものである。かつてわが国では、ユスリカは多くの調査・研究報告において、分類が困難なため一つのグループとして一括して扱われ、その生態的役割や環境の指標性については余り関心が払われていなかった。しかし今日では、ユスリカ類は水生昆虫の中でも分類が進んだグループの一つとなり、水域の汚濁の生物指標として有効なことは、著者らもまた明らかにしている。この本が多く研究者、調査の実務に携わる方々に利用されることにより、生物指標および河川・湖沼の生態系研究の発展に役立つことを希望する。(T.I.)

土壤生態系への重金属の影響

服部 浩之

土壌中にはさまざまな微生物が生存し、その総数は土壌1gあたり約1億に達する。これら土壌微生物は地球表層における物質循環の重要な担い手であり、地球上で生産される全有機物の約90%を分解している。

土壌が重金属で汚染されると、微生物がその影響を受け、有機物分解機能も低下する。しかし、その影響は土壌の種類によって異なり、一様でない。例えば、カドミウムの場合、砂質土では土壌中の濃度が10ppmで有機物分解機能が低下しはじめるが、火山灰土では100ppmでもほとんど影響を受けない。一般に、有機物や粘土を多く含む土壌ほど、またpHの高い土壌ほど、重金属が不活性な形態になるため、土壌微生物への影響は小さくなる。そこで、重金属の土壌生態系への影響を評価するには、活性な重金属量を測定する必要がある。いくつかの抽出剤を用いて土壌中の活性なカドミウムの抽出を試みたところ、水で抽出されるカドミウム量と有機物分解量に明瞭な関

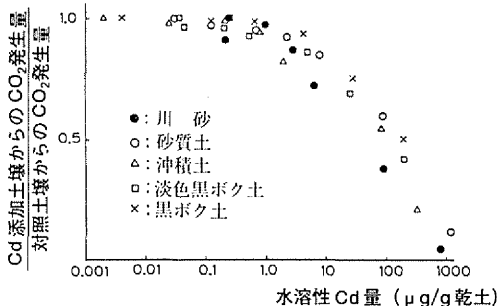


図 土壌中の水溶性Cd量とCO₂発生量との関係

係がみられた(図)。すなわち、どの土壌でも水溶性カドミウムが1ppm以下では有機物分解量への影響がほとんどないが、1ppm以上になるとその量に比例して有機物分解量が低下した。このことから、土壌中の水溶性のカドミウム量を測定すれば、多くの土壌でその有機物分解機能への影響を評価できると考えられる。

土壌生態系は複雑であり、また種々の要因によって影響されるため、ある土壌で見出された現象が他の土壌にも適用できるとは限らない。土壌生態系に加わるさまざまな負荷の影響を評価する場合、これら多様な土壌に共通な現象を引き出していくことが必要だと思う。

(はっとり ひろゆき、
水質土壌環境部土壌環境研究室)

主要人事異動

(平成2年2月1日付)

須藤 隆一 出 向 東北大学教授工学部
(水質土壌環境部長)
併 任 水質土壌環境部長
技術部長
(東北大学教授工学部)

編集後記

筑波も久しぶりに銀世界となり、ここ数年の暖冬になれた身には、寒さが応えます。国公研ニュース第8巻も最終号となりました。この1年、世界は大きく揺れ動きましたが、国公研にとっても激動の年でした。巻頭言で紹介されたように、来年度は研究所の名前も変わり、新しい組織が動き始めます。広範囲な環境問題の解明、解決への期待に答えるべく、着実な研究が一日も早く軌道に乗るとともに、一人一人が十分力を発揮できる研究環境となることを強く願います。

本号で岩田研究員の訃報をお伝えすることになり大変残念です。いやでも車に乗らなければ生活できない現在、便利さは危険と隣合わせと痛感します。心からご冥福をお祈り致します。

(J.S)

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 茨城県つくば市小野川16番2

☎0298(51)6111(連絡先・環境情報部情報管理室)