



国立環境研究所

二一八

Vol. 14 No. 4

平成7年(1995)10月

国際共同研究の推進に向けて

主任研究企画官 奥村 知一



(おくむら ともかず)

国立環境研究所では、各国との環境保護協力協定、科学技術協力協定に基づくプロジェクト、地球環境研究総合推進費による研究、本研究所の開発途上国環境技術共同研究費による研究など、種々の形態で国際的に共同研究を実施してきている。近年の地球的規模の環境問題の拡大により、国際共同研究の件数は年々増加しており、研究者の交流とともに研究所の関与する国際会議も増えてきている。研究のフィールドも、熱帯林の研究はマレーシア、温暖化現象解明の研究はシベリア、水浄化技術の研究は中国、タイなど、外国にフィールドを求める研究も増えてきており、現地に滞在した研究活動を行うようになってきている。また、外国人研究者の受け入れの数は、平成4年度42名、5年度54名、6年度69名と増加しており、地球環境研究総合推進費により7年度から開始された国際交流研究制度などにより、ますます増加する状況にある。

本研究所では、国際的な研究協力については共同研究の実施者及び地球環境研究センターの交流係を除くと、昨年までは、人的な面で国際研究協力官1名が専任していたに過ぎなかったが、このような状況を踏まえ、国際共同研究官が新設されたのを機会に所内で検討を進めた。その結果、IGBP（地球圏-生物圏国際共同研究計画）、APN（アジア太平洋地球変動研究ネットワーク）、HDP（地球環境変動に関する人間的側面研究計画）等の国際的な動きについて、国環研における対応を検討すること等を目的とした組織の整備を図ることとし、7年4月に副所長を室長とした国際室を設置した。しかし、これは併任職員を除くと、実員は国際共同研究官、国際研究協力官、補助職員2名の計4名である。

国際的な共同研究が拡大する中で、本研究所の使命を果たすため限られた人的資源の下で努力しているところである。定員（研究職185名：7年度末）が増えない中、国際共同研究に係る研究費の拡大の一方において、実りある研究成果を得るためには、増加する外国人研究者（国内の客員研究員、共同研究員を含め）のインフラを含めたよりよい研究環境の整備、支援体制の強化拡充が課題となっている。

執筆者プロフィール：前職は環境庁保健企画課長として、水俣病問題、有害化学物質対策等を担当。

〈現在のテーマ〉 組織改革後5年が経過し、現状に合わせた適切な軌道修正、運営の改善等を行えるよう努めたい。

地球環境研究のブレイクスルーはどこに？

井上 元

当所が国立公害研究所として発足した当時は年齢も意欲も若々しかった研究者が、今振り返って最適であったかどうかはともかくとして、将来を見据えた方向付けを行い、当時描いた姿を10年程度ではほぼ実現したのではないかと思う。その後、停滞の時期を経て組織改革を経験して国立環境研究所となったわけであるが、白紙に絵を描くのと違って様々な矛盾を内包しての再出発であった。その後5年近く経て研究所のチェック&レビューが行われている折りでもあり、日頃感じている問題点を述べさせていただく。

研究所の発足当時は大型施設中心の研究とそれを支える基礎研究の2本の柱で、大きな投資が行われ、それに対応した研究費をまかなう特別研究が徐々に立ち上がっていった。これと比較してみると組織改革時には地球環境研究という新たな分野に対しては、地球環境研究センターのスーパーコンピュータとモニタリング・ステーションという大型施設(?)の他には研究を支援する新たな施設やプラットフォームはなく、地球環境研究総合推進費という運営経費のみであった。これが今でも引きずっている問題点の一つである。

研究所の発足当時は「公害を起こしている環境を実験室に純粋な形で再現し、その素過程を研究する基礎研究と合わせて、モデル化していく」というのが共通の方法論であった。地球環境研究はその時間的・空間的スケールが極めて大きく、大気圏・生物圏・水圏などの相互作用が本質的であるという点でフィールド研究が重要であり、室内実験は限定的な役割でしかない。もちろん地域環境研究でもフィールド研究は重要な要素であったが、地方自治体の精力的な観測もあったため、国立公害研究所では室内実験に重点を置いたと理解している。現在、シベリア、マレーシア、東アジア、西・北太平洋などで温暖化、森林・野生生物、酸性雨、海洋の研究がそれぞれ精力的に行われているが、研究条件は劣悪で手放して喜べないのが現状である。シベリアの航空機

観測や民間の輸送船を利用した観測は、独自の観測プラットフォームがない中で生み出した方式であり、少ない経費を有効に利用して良い成果を出しつつある。だが安定で使いやすいプラットフォームとは言い難く、レベルの高い研究に発展させるには環境研独自のものが是非欲しいところである。

海外でのフィールド研究には膨大な事務的な仕事がある。適切なカウンターパートの発掘に始まり、計画の合意書の作成、詳細な計画の詰め、物資の輸送と外国出張、現地での物資の調達や輸送、生活の確保、現場での工事等々である。すでに様子の分かっている西側先進国で研究するのと異なり、ロシアや東南アジアでは人々の考え方、社会の仕組みを理解することから始めなくてはならない。現在、研究者が(場合によっては1人で)この仕事を行っているが、これは組織的な研究ではなくゲリラである。ゲリラのように現地に溶け込めば少人数でも可能かもしれないが、予算書・各種の会議・報告書に追まわられるのが研究者のもう一つの現実の姿であり、家族を見捨てて長期に海外に出かけるわけにも行かない。西欧や米国の研究グループは、研究者だけでなく総務・会計の担当者も含めた予備調査団を派遣するのが普通であるが、多忙を極める研究所のスタッフに頼むわけにも行かない。能力のある実務者を擁する民間機関にこの仕事を依頼するには予算は大幅に不足である。

サイエンスの方では、この分野に大きく舵を切ったからいまだ日が浅いとは言え、残念ながら環境研が開発した独自の測定装置、外国の観測計画に是非と参加を求められるような実績がほとんどないところに弱点がある。小さい工夫は豊富にあるのだが、新テーマを切り開く力には欠ける。民間の機器メーカーが開発した最新鋭の機器をそろえるのではなく、研究者が独創性を発揮して他の追随を許さない機器を開発して研究成果を出すのが、研究の醍醐味の一つである。ところが現在のように忙しい状態では将来可能になるかと言われても自信がないのが正

直なところである。決して焦る必要はないが戦略を持って取り組んで行かなければならない課題である。

現在は、若い研究者を続々採用できた発足時とは大きく異なり、つくばのある研究所が最近の新規採用のほとんどを地球環境の分野につき込んでいるのと対照的だという批判もある。層が薄いどころか広い研究分野に点在しているのでは力が発揮できないのは明白なのだが、予算の仕組みは分野を分散させる方向性を持っているようである。

こうしてみると現在の地球環境の研究者は「精いっぱい頑張っている」が、このままでは「将来大

きく育つという確信が持てない」と言わざるを得ない。どこにブレイクスルーを見いだすことができるのか、所内の合意形成も含めて大きな課題である。この数年、研究企画官室・大気圏環境部・地球環境研究グループ・地球環境研究センターと関係部署を渡り歩いた経験を生かして、上席研究官として上記の問題解決に貢献できればと考えている。

(いのうえ げん、
大気圏環境部上席研究官)

執筆者プロフィール：

シベリアと飛行機の井上と呼ばれているが、元々は大気化学・物理化学が専門。

研究プロジェクトの紹介(科学技術振興調整費による)

バイカル湖の湖底泥を用いる長期環境変動の 解析に関する国際共同研究

河合 崇欣

1995年度に開始された標記総合研究では、バイカル湖の湖底堆積層から、深さ方向に1 kmの柱状試料を採取して、この地域の数百万年程度の長期気候変動及びその間の生物相変化の一部を再現する。これによって、今までは極地方の氷床や海洋底堆積層に限られてきた、長期地球環境変動に関する情報に、流域の生物情報も豊富に含んだ内陸部のデータが加えられる。また、固有生物種の遺伝子(系統・進化)解析の結果と合わせ、長期にわたる環境変動の生物(種)への影響を推測できるものと期待している。これは、長期的な生態系保全・環境計画を進める上で最も重要な基本課題の一つである。

バイカル湖は、ユーラシア大陸のアジア側、中央シベリアの南東部、モンゴルとの国境に近いタイガ(寒帯針葉樹林)の中にある。数十万年位の時間で見ると、この地域は地球上で最も典型的な内陸性気候を示し、1年の夏と冬、温暖期(間氷期)と寒冷期(氷河期)の温度差が最も大きい。また、モンゴルのステップ(乾燥草原)とタイガの境界線が何度も南北に移動し、幾度も乾燥化がもたらされた。この、寒冷化や乾燥化という重要な環境因子の大きな変動によって植生の大きな変化が生じたであろう。

バイカル湖は3000万年の歴史をもつ世界最古の湖

である。近年、アジアモンスーンとヒマラヤ山脈形成との関連についての議論が起こっており、バイカル湖形成のころを境にアジア地域の気候が大きく変化してきた可能性がある」と指摘された。ヒマラヤ山脈の高さが数千メートルに達し、アジアモンスーンに影響を与えるようになったのは約1000万年前と言われ、アジア地域の気候が大きく変わったとすれば、バイカル湖の古い歴史の中にはこれらの変化の過程が克明に記録されているであろう。

バイカル湖は長い間にその形を変えてきたが、生物学的な系としてはかなり安定した孤立系として維持されてきた。そのため、バイカル湖の水系では生物相の交流が長期にわたって強く抑制され、独自の進化・分化を経て千数百種に上る固有種を擁するに至ったと考えられる。しかし、隆起による地形の変化で、数十万年前に流出河川がレナ川からエニセイ川に変わったことは、比較的新しい大事件で、その後起こった生物種内の変化も知られ始めた。

微化石や有機化合物(脂肪酸、アルカン、色素、DNAの破片など)の形で湖底堆積層の中に残されている生物学的な情報の解析も大幅に可能性を広げている。例えば炭化水素の長さや形からもとの植物が陸生か水生かの判断ができるし、草本か木本かも

分かる。色素やDNAの断片も堆積層の中に比較的安定に保存されていて分析ができる。花粉、黄金藻、ケイ藻など生物としての元の形を残して種レベルまで示すことができるものもある。特に、前2者については丈夫な殻に包まれ保存されているDNAから、進化の過程を追跡することも試みる。生物起源の化学成分から元の生物のグループ分けと存在量の変動の再現くらいまで可能である。これらの情報は、それらの生物相の変化自体がなぜ起こったのかを議論するための基礎情報であるばかりでなく、これまでの研究で推定された気温や降水量の変動が妥当なものであるかどうかを検討するためにも有効である。このようにバイカル湖の湖底堆積層が豊富な生物情報を含むことは、研究試料として海洋底や氷床から得た柱状試料に比べて非常に優れた点である。

以上に述べたようなこの地域の特徴ある環境変化の歴史を再現するために、以下のような作業・研究課題を総合的に推進する。

1. バイカル湖底堆積層柱状試料の採取及び現場測定

湖の全面結氷期間内に、氷の中に閉じ込めた浮体に設置した掘削機を用いて、全層でコアを回収する掘削作業を完了する。①掘削地点の選定、②掘削、③掘削井壁面の物理的性質及び透磁率測定・ガス成分分析、が主な内容となる。

2. 柱状試料の分析と解析

①堆積層の年代決定法では、古地磁気・岩石磁気年代測定、 ^{14}C 加速器質量分析（～5万年）、 $^{10}\text{Be}/^{26}\text{Al}$ 比加速器質量分析法（～1千万年）に関

する研究に取り組む。 $^{10}\text{Be}/^{26}\text{Al}$ 比法は本研究のための新技術である。

②物理的・化学的測定及び堆積環境・湖内移流拡散に関しては、堆積物の比重、含水率、粒度分布などの物性、有機化合物・無機元素・安定同位体比測定による物質循環系の構造解明に取り組む。流域の風化や地形変化についても解析する。

③生物情報解析による古環境変動再現では、植生、植物化石花粉・藻類のDNA、微化石群集などに関する量と種の変動を測定し、解析を行う。

3. 国際研究協力体制及びデータベース

バイカルデータベースの構築も、学際的集中化を指向した国際共同研究の重要な課題の一つである。

以上の課題に取り組むことによって、内陸部における古環境の精緻で連続的な再現を行い、気候や生物相の変化を支配する機構を明らかにする。ここでの成果を土台に将来は、環境の大きな変化が遺伝子の変化を引き起こす原因の一つであるかどうかなどについても議論できるよう研究を発展させていきたい。

（かわい たかよし、
化学環境部主任研究官）

執筆者プロフィール：

愛知県豊橋市で高校卒業まで過ごす。名古屋大学、東京工業大学を経て1976年に国立公害研究所(当時)に入所。陸水の富栄養化、モニタリング手法、酸性雨などの研究に携わり、現在はバイカル湖における国際共同研究プロジェクトに従事。

〈趣味〉 釣り、旅行

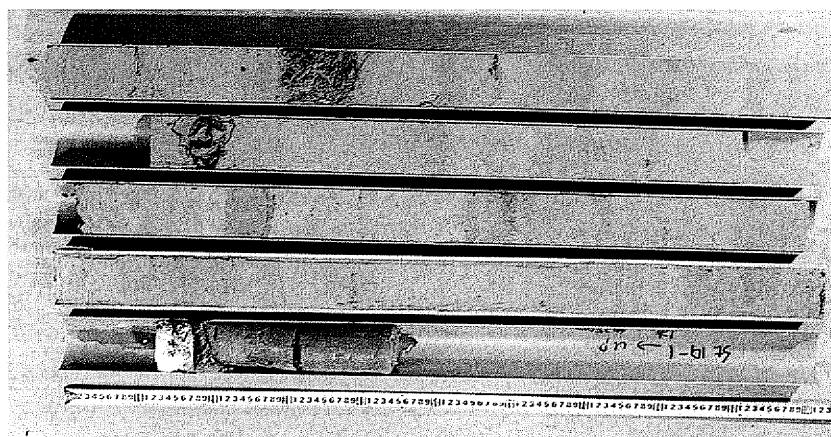


写真 バイカルの歴史を刻む湖底堆積層柱状試料（1994年8月アカデミアリッジで筆者ら採取）
縞模様は何らかの環境変化があったことを反映している。柱状試料には、このような縞が大小無数に現れる。

新刊紹介

国立環境研究所年報 平成6年度(A-20-'95)(平成7年8月発行)

当所の平成6年度の活動状況を総合的に紹介したものである(当所には「年報」とつく刊行物がこのほかに3種類ある)。プロジェクト研究を担当する総合研究部門と基礎研究を行う基盤研究部門における研究活動、成果の発表状況、3センター(環境情報センター、地球環境研究センター、環境研修センター)の業務、研究施設の利用状況等をまとめている。研究活動では、経常研究(145課題)、プロジェクト研究として地球環境研究総合推進費(環境庁)による研究(11課題)、特別研究(9課題)、開発途上国環境技術共同研究(3課題)、衛星観測プロジェクト、これらの研究に加えて国立機関公害防止等試験研究・環境保全総合調査研究促進調整費(以上環境庁)による研究、国立機関原子力試験研究費・科学技術振興調整費・海洋開発及び地球科学技術調査研究費(以上科技庁)による研究、地方公害研究機関との共同研究(24課題)などが掲載されている。研究成果については、研究所出版物(特別研究報告19号、研究報告134号、資料65~81号、地球環境研究センター報告10件)、学協会誌等への誌上発表及び学会等での口頭発表の一覧が掲載されている。

(編集委員会委員長 相馬光之)

国立環境研究所特別研究年報 平成6年度(AR-8-'95)(平成7年8月発行)

特別研究は地域環境研究グループの下で、国内の環境問題解決を目指して集中的に実施するプロジェクト研究であり、この年報は平成6年度に行われた特別研究成果をまとめたものである。本年度には9テーマが実施されたが、以下の8テーマ、「閉鎖性海域における水生生態系機構の解明および保全に関する研究」、「環境保全のためのバイオテクノロジーの活用とその環境影響評価に関する研究」、「湿原の環境変化に伴う生物群集の変遷と生態系の安定化維持機構に関する研究」、「環境中の有機塩素化合物の暴露量評価と複合健康影響に関する研究」、「湖沼環境指標の開発と新たな湖沼環境問題の解明に関する研究」、「都市型環境騒音・大気汚染による環境ストレスと健康影響に関する環境保健研究」、「環境負荷の構造変化から見た都市の大気と水質問題の把握とその対応策に関する研究」、「ディーゼル排気による慢性呼吸器疾患発症機序の解明とリスク評価に関する研究」は継続課題である。このうち「閉鎖性海域」に関する研究は本年度が最終年度であり、閉鎖性海域における水生生物の増殖(内部生産)とその抑制、青潮発生の予測システム等について成果をあげている。本年度新たに開始した特別研究としては「廃棄物埋立処分に起因する有害物質暴露量の評価手法に関する研究」がある。

個々のテーマごとの成果は国立環境研究所研究報告等にとりまとめられるが、それとは別に要点をわかりやすくまとめた本報告書を特別研究の全容を理解するため広く活用していただけると幸いである。

(地域環境研究グループ統括研究官 森田昌敏)

国立環境研究所地球環境研究年報 平成6年度(AG-5-'95)(平成7年8月発行)

本報告書は国立環境研究所で遂行している地球環境研究総合推進費による平成6年度の研究成果を取りまとめたものである。日本におけるオゾンレーザーレーダー観測の強化のほか、国際共同観測に参加して、東シベリアヤクーツクにおいてエアロゾル及び水蒸気濃度、及びエアロゾル粒径分布の気球観測を実施した。北極圏にとどまらずヤクーツクも明瞭なオゾン減少が見られた。オゾンや関連大気微量分子の高度分布、または気柱全量を昼夜を問わず高い精度で測定できる衛星利用レーザー長光路吸収法を確立し衛星の打ち上げを待つ段階に至っている。紫外線の増加が遺伝子に損傷を与える可能性について動物の組織細胞のマーカー遺伝子、あるいは植物の遺伝子損傷産物として知られピリミジン二量体を測定することで行ってきた成果を報告している。地球温暖化現象解明に関する研究、各種の水域からのメタン発生量推定についてかなり明確に示す段階に近づきつつある。シベリアにおいては温暖化により、将来メタン発生量の増加が見込まれるだけに集中した調査研究が行われた。二酸化炭素についても地球上の各圏からの発生量について引き続いて測定が行われた。特に同位体比から循環の詳細が解明されることが期待できる。地球気候モデル研究の進展としてこれまで遅れていた降水量の推定が示された。地球の温暖化影響・対策に関する研究として、アジア地区の温室効果ガスのより高い精度の排出量の予測値が出された。ここではCO₂削減技術の評価から人の健康に関する研究成果も報告されている。酸性雨に関する研究においては、越境汚染が主テーマとなるが鉛と硫黄の同位体比が実体をよく反映すると報告されている。海洋汚染及び熱帯林、野生生物に関する研究についてもかなりの量の報告がなされているが、次年度には第一次段階の研究がまとめられるはずである。砂漠化と人間活動の相互影響評価に関する研究は終了し、この報告が最後となる。まさに乾燥地における土地利用のきびしさが示されている。世界の人口、経済、ライフスタイルなどを総合的に考慮し持続可能な発展を目指した研究としての総合化研究も含まれている。また、本年度打ち上げ予定の衛星観測に関連してその研究成果がまとめられている。

(地球環境研究グループ統括研究官 安野正之)

論文紹介

土壌中におけるイオウの存在形態とその分別定量法の開発

高松武次郎

1. "Determination of DTNB-reactive sulphhydryl groups in soil humic acids: their enrichment in humic acids from volcanic acid soils" T. Takamatsu: European Journal of Soil Science, **45**, 183-191 (1994)
2. "Sulfur speciation in soil humic acids" T. Takamatsu: Proceeding of the International Workshop on Development and Application of Biogeochemical Methods in Acid Rain Research, 143-150 (1993)
3. "Effects of volcanic acid deposition on soil chemistry: I. Status of exchangeable cations and sulfur" T. Takamatsu, J. Boratynski and K. Satake: Soil Science, **154**, 435-449 (1992)

酸性降下物の土壌生態系への影響要因の一つに、過剰の硫酸イオンの負荷による土壌の酸性化が知られている。硫酸イオンは土壌への吸着力が比較的に弱いので、生物活性の低い鉱物質の土壌に負荷された場合には、表層から下層に容易に移行し、それに伴って土壌を中性に保つのに不可欠なカリウム、マグネシウム、カルシウムなどの塩基性陽イオンも土壌層から溶脱して土壌が酸性化する。しかし、我が国のように植生が豊かで、有機物含量や微生物活性の高い土壌では、土壌表層に負荷された硫酸イオンの大部分は、下層に移行する以前に植物や土壌微生物に吸収されて種々の含硫生体有機物を構成する。生物

が死ぬと、生体有機物に含まれたイオウは、遺骸の分解過程を通して残留し、多くはフルボ酸や腐植酸などの土壌有機物の成分元素となって表層土壌中に滞留する。その後、土壌有機物の分解（無機化）に伴って再び硫酸イオンとして土壌溶液中に放出され、次第に下方に移行する。また生物に吸収されたイオウの一部は、環境条件によっては硫化水素やジメチルサルファイド（DMS）などの揮発性イオウ化合物に変換されて放出されるので、大気に還元されたり、難溶で生物に利用され難い硫化物（FeSやFeS₂など）を生成して土壌に長く残存したりする場合もある。図1は以上のようなイオウの形態変化の

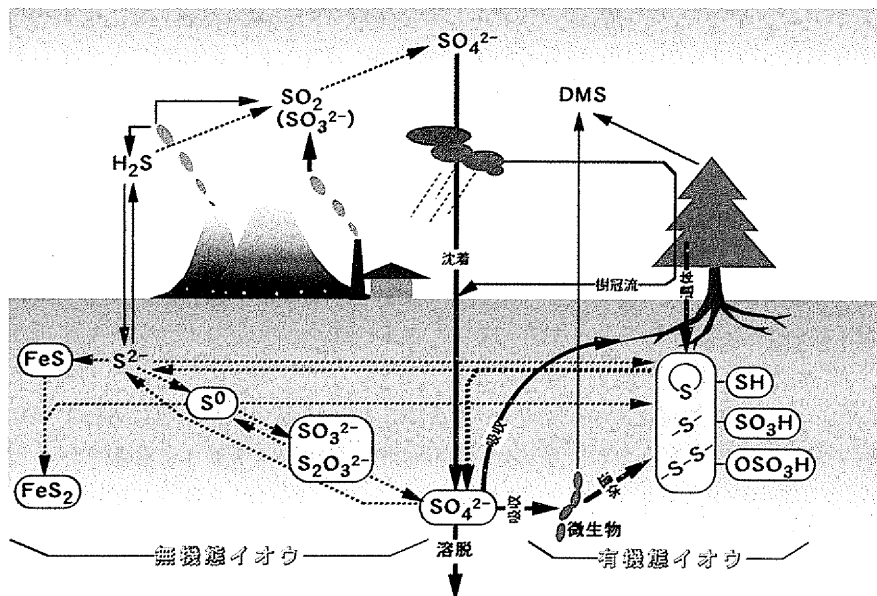


図1 植物-土壌生態系内でのイオウの循環

過程を模式的に示したものである。

このように、生物活性の高い土壤では、負荷された硫酸イオンは形態を色々に変えながら土壤層中をゆっくりと移動していく。そのため、土壤の酸性化の機構や酸性化を誘発する負荷量の閾値、いわゆる硫酸イオンの限界負荷量などを知るためには、酸性化が危惧される地域で、まず土壤中のイオウの存在形態を詳しく分析する必要がある。しかし既存の分析法では対応できない形態があり、目的を十分に達成することは不可能であった。そこで我々の一連の研究では、既存の分析法を改良したり、独自に新しい分析法を開発したりして、図1中に枠で囲ったイオウ形態のすべてを分別定量できる方法を開発した。また、その分析法を、硫化水素や亜硫酸ガスで暴露された火山噴気口周辺の強酸性の土壤(pH=2.81~3.93、火山性強酸性土壤と記す)に適用することによって、分析法の有効性と信頼性を検証した。

以下に紹介するのは開発した分析法の概略である。まず、土壤を過酸化水素を用いて高压下で酸化分解しイオウの全量を定量する。引き続いて、無機態イオウの分別を行う。すなわち、硫酸イオンはアルカリや酢酸溶液による抽出を利用して、元素状イオウ(S⁰)はシクロヘキサン抽出と塩化第一スズ/粒状亜鉛/塩酸の混合物による還元気化を利用して、硫化物(FeS)、亜硫酸イオン、及びチオ硫酸イオンはヒドロキシルアミン塩酸/塩酸の混合物による還元気化を利用して、またパイライト(FeS₂)は塩化第一スズ/粒状亜鉛/塩酸の混合物による還元気化を利用して、それぞれ分別定量する。

次は有機態イオウの定量であるが、その全量はその操作で定量したイオウの全量から無機態イオウの合計量を差し引いて求める。次に、有機態イオウの分別を以下の方法で行う。すなわち、硫酸エステル(R-OSO₃H)は塩酸による選択的に加水分解法で、スルホン酸(R-SO₃H)はバリウムイオンの選択的吸着を利用した方法で、またスルフヒドリル(R-SH)は従来含硫アミノ酸やタンパク質の定量に汎用されてきたDTNB試薬による比色法で、それぞれ定量する。さらに、炭素鎖イオウ(-S-, -S-S-, 環状イオウなど)は有機態イオウの全量から硫酸エステル、スルホン酸及びスルフヒドリルの合計を差し引いて求める。なお、有機態イオウの分別定量では、あらかじめ抽出分離した土壤有機物を用いて行うと好都合であったので、ここでは、典型的な土壤有機

物であり、土壤中に最も多量に存在する有機物でもある腐植酸を用いて行った。

我々の一連の分析法を火山性強酸性土壤に適用した結果、イオウの大部分は有機態として存在すること、また無機態のイオウはほとんどすべてが硫酸イオンとして存在することが明らかとなった。

さらに、有機態イオウを詳しく分別した結果(図2)、その主要な形態は炭素鎖イオウと硫酸エステルで、火山性強酸性土壤の有機物では、炭素鎖イオウと、そしてわずかではあるがスルホン酸とスルフヒドリルが通常の土壤に比べて富化されていることが分かった。一方、硫酸エステルの濃度は火山性強酸性土壤と通常の土壤でほとんど差がなかった。火山性強酸性土壤には、硫化水素や亜硫酸ガスの暴露によって多量のイオウが負荷されていたにもかかわらず、土壤有機物中の硫酸エステルが増えていなかったのは、土壤pHの低下でこの形態の酸加水分解速度が速くなっていたためと考えられる。

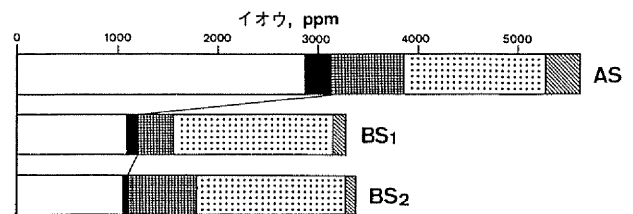


図2 主要な土壤有機物である腐植酸中のイオウの形態
 AS：火山性強酸性土壤の腐植酸(全国から採取した13試料の平均)。
 BS1とBS2：各々火山地域の周辺とつくば市の山林から採取した土壤の腐植酸(各々4試料と5試料の平均)。
 □：炭素鎖S, ■：R-SH, ▨：R-SO₃H, ▩：R-OSO₃H, ▧：灰分中のS(FeS₂など)。

酸性雨などの人間活動に由来するイオウによって土壤が酸性化した場合も、火山性強酸性土壤で見られたのと同様の変化が予想されるが、今後は実際に酸性化が危惧される地域で、イオウの存在形態や動態を詳しく調査・研究する必要がある。

(たかまつ たけじろう、
 水土壤圏環境部土壤環境研究室長)

執筆者プロフィール：

京都大学大学院理学研究科博士課程修了。理学博士
 〈趣味〉小鳥飼育、東洋蘭、溪流釣り

論文紹介

コプラナー PCB の毒性発現機構

青木 康展

1. "Induction of glutathione S-transferase P-form in primary cultured rat liver parenchymal cells by co-planar polychlorinated biphenyl congeners"
Yasunobu Aoki, Kimihiko Satoh, Kiyomi Sato and Kazuo T. Suzuki
Biochem. J., **281**, 539-543 (1992)
2. "Expression of glutathione S-transferase P-form in primary cultured rat liver parenchymal cells by coplanar polychlorinated biphenyl congeners is suppressed by protein kinase inhibitors and dexamethasone"
Yasunobu Aoki, Michi Matsumoto and Kazuo T. Suzuki
FEBS Lett., **333**, 114-118 (1993)

PCB(多塩素化ビフェニル)はかつてコンデンサーや身近なところではノンカーボン紙などに多用されたが、油症の原因物質となるにいたりその製造と使用は禁止された。PCBとは単一の化合物の名称であるような印象を与えるが、実は数多くの構造異性体の総称である。数多くのPCBのなかでも、図1の上半分に示すようなメタ位とパラ位が選択的に塩素化されているPCBはコプラナーPCBと呼ばれ、ダイオキシンなどと同様に発がんを促進する作用や実験動物に奇形を起こす作用など一見関係のなさそうな様々な毒性を示すことが知られている。しかし、コプラナーPCBという単純な化合物がなぜ多様な毒性を引き起こすのかその機構はほとんど明らかにされていない。毒性発現の一般則がほとんど明らかにされていないなかで、この仕組みを解明することは毒性研究上重要な課題の一つである。

ここ数年の研究の成果として、化学物質の発がん促進作用とは大ざっぱに言えば、細胞を増殖に向かわせる作用であると理解されるようになった。細胞の増殖に伴って様々な遺伝子が発現し、その結果としてタンパク質が合成されることがよく知られている。そこで我々はコプラナーPCBの作用により合成されるタンパク質を系統的に検索し、さらにそのタンパク質の遺伝子の発現機構を解明することにより、コプラナーPCBの毒性発現機構を明らかにすることとした。

第一報においては、コプラナーPCBの作用によって、培養したラット肝臓細胞中で合成されるタンパク質の同定を行った。すなわち、コプラナーPCBの中でも特に毒性の強い33'44'5'-ペンタクロロビフェニル、あるいは33'44'55'-ヘキサクロロビフェ

ニル(図1, a, b)を細胞へ暴露した結果、分子量25,000のタンパク質(略して25kp)が合成された。この25kpは非コプラナーPCB(図1の下半分)やPCB以外の薬物では誘導されず、25kpの合成はコプラナーPCBに独特な細胞の反応であることが明らかになった。25kpはその分子量から推察して、正常な肝臓細胞中には存在せず、細胞ががん化すると合成されるタンパク質である胎盤型グルタチオンS-トランスフェラーゼ(略してGST-Pタンパク質)である可能性が考えられた。そこで、GST-Pタンパク質に結合する抗GST-P抗体が25kpと結合するか否かを二次元電気泳動法により調べた。その結果を図2に示すが、抗GST-P抗体が25kpに結合したことにより、25kpはGST-Pタンパク質であることが確認された。

GST-Pタンパク質という肝臓細胞ががん化するとはじめて発現するタンパク質の遺伝子が、コプラナーPCBの作用により正常な肝臓細胞中に発現したわけである。このことはコプラナーPCBの発がんを促進する作用の一部が、培養した正常な肝臓細胞中で再現された結果であると考えられた。そこで第二報においては、GST-Pタンパク質の遺伝子(略してGST-P遺伝子)がコプラナーPCBの作用により発現する機構の解析を行った。前述のように発がん促進作用を持つ化学物質は細胞を増殖に向かわせる作用を持つことから、GST-P遺伝子を発現する物質が生体内にも存在するのではないかと考えた。系統的な検索の結果、肝臓細胞を増殖させるタンパク質の一つである上皮細胞増殖因子(略してEGF)によってもGST-P遺伝子は発現することが明らかになった。EGFは細胞内のタンパク質をリン酸化

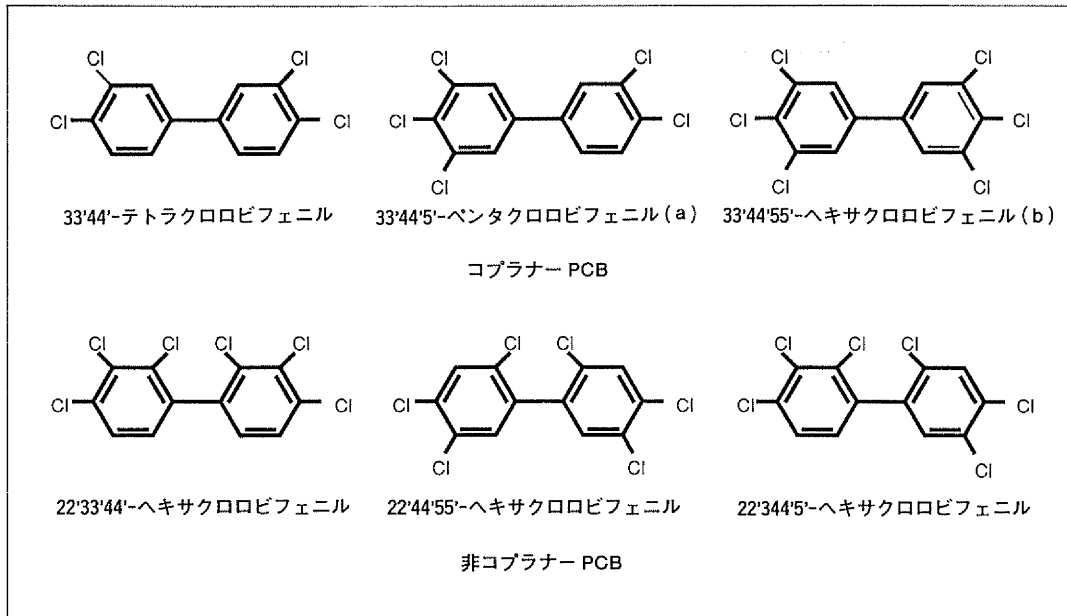


図1 PCBの構造異性体

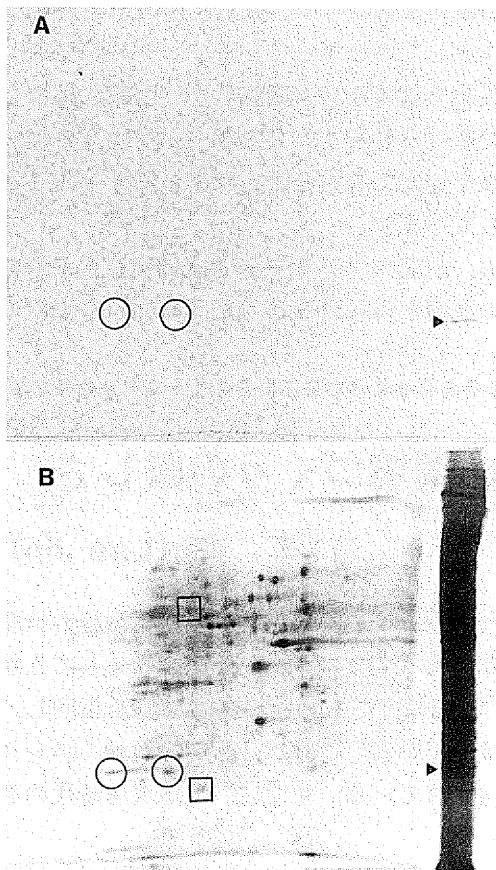


図2 コプラナー PCBの毒性発現機構
25kDaがGST-Pであることの判定(二次元電気泳動法による)
A. 抗GST-P抗体の25kDaへの結合。B. コプラナー PCBに暴露した細胞中で合成されたタンパク質。○印で示した2つのタンパク質がコプラナー PCBの暴露により合成されるようになり(B), そのうち1つに抗GST-P抗体が結合する(A)。

することにより細胞増殖を引き起こす。コプラナー PCBも同様の作用を持つことが期待された。実際、コプラナー PCBによるGST-P遺伝子の発現は、タンパク質のリン酸化を阻害する薬剤により阻害され、このタンパク質をリン酸化する作用がコプラナー PCBの作用にも関与していることが示唆された。EGFの作用によりリン酸化されるタンパク質の一つがc-Junと呼ばれる遺伝子発現調節タンパク質であり、リン酸化されることによりc-Junは初めてその機能を現す。コプラナー PCBの作用によるGST-P遺伝子の発現にはこのc-Junが関与していると証拠も得られた。

細胞の増殖は様々のタンパク質をリン酸化する反応のネットワークの下に調整されている。コプラナー PCBの作用によりタンパク質がリン酸化されると細胞内のタンパク質リン酸化反応のネットワーク制御が乱され、その結果細胞が無秩序に増殖を始めるのではないだろうか。がん細胞の大きな特徴の一つとして細胞が無秩序に増殖することがあげられる。コプラナー PCBにより引き起こされた無秩序な細胞の増殖がひいては細胞のがん化に結びつくのかもしれないと今考え始めているところである。

(あおき やすのぶ、
環境健康部病態機構研究室長)

執筆者プロフィール:

東京大学大学院薬学系研究科博士課程修了。薬学博士
〈現在の研究テーマ〉有害化学物質の毒性発現機構の解明、
及び毒性評価手法の開発。〈趣味〉音楽

国際室発足に当たって

植弘 崇嗣

平成7年4月に、国立環境研究所に国際室が発足しました。私たちの研究所は5年前、平成2年の7月にそれまでの「国立公害研究所」から現在の「国立環境研究所」に研究所の名称を変えると同時に、その研究内容も、従来の国内のいわゆる公害問題のみならず地球規模の視野を持った環境問題を扱うようになりました。これに伴い、日本国外とのつき合い、例えば国際共同研究、外国を調査場所とするフィールド研究、あるいは技術協力等を行うため、外国に出る機会、外国人に来日してもらう機会が急速に増加しています。このような事態に対応するため、国環研に外国案件をまとめて取り扱う部署として、国際室が作られました。

現在、国際室の構成員は専任の職員としては、国際共同研究官と国際研究協力官の2名だけの小さな所帯です。しかし、副所長が国際室長、主任研究企画官が室長代理として全面的なバックアップ体制を整える外、多くの研究職、行政職の職員及び非常勤職員の応援を得て活動を始めています。

さて、国際室とは何を行うところでしょうか？
私は国際室の発足の1カ月前、平成7年3月に新設の国際共同研究官を拝命しました。研究所の組織細則には、国際室及び国際共同研究官の職務が定められていますが、これらを基に、具体的な行動計画を作成し、実施する必要がある訳です。国際研究協力官は以前からある席なので、従前からの業務・案件が十分に（過大に）あるのですが……

2年ほど前になりますが、「国立環境研究所で研究を推進するに当たって、どのような機能・組織が不足しているか、拡充すべきか？」とのアンケート調査を行ったことがあります。その時、研究の国際化・分野の拡大化に対応して、種々の「研究支援体制の強化」が多く在所員から要望されていました。国際室の機能としてもこの支援体制の強化は重要であると考え、従来に増した支援が行えるように、室長を始め企画・総務・会計等関係部門の協力を仰ぎつつ、期待に答えられる行動計画を作成したいと思っています。その端緒としては、英語を話せる非常勤職員を国際室に採用したことが挙げられます。まだ年若い女性なので、今後経験を加えて有力な戦力になってくれることと期待しています。

一方、前記のアンケートでは必ずしも多くの研究者の賛同が得られなかった「研究企画部門の強

ずいそう

地球にやさしい環境づくりの難しさ

李 進 (Lee Jin)



ドイツの著名な科学者ワイツゼッカー(Weizsäcker)は、21世紀は「環境の世紀」になると述べている。産業界でも、経済と環境(エコロジー)の統合なくして人類の存続はあり得ないという認識のもとに、「環境にやさしい市場づくり」を指向し、産業の構造転換を図る取り組みがすでに始まっている。これは、石炭、石油、エレクトロニクスに続く、第4の産業革命とさえ言われている。すでに、地球環境時代の幕は開けられたわけだ。

私は、この国立環境研究所で、韓日の比較を中心に、経済と環境を統合した持続可能な発展に向けての環境政策のあり方を研究しているが、現在の日本の状況を見ると、ほんとうに地球環境時代が前進しているのか、いささか疑問になってしまう。

たとえば、熱帯林の減少・破壊は、それ自体が主要な地球環境問題であるとともに、地球規模の炭素循環の要であり、生物多様性維持の中心的な課題でもある。同時に、

化」に関する国際室の役割についても行動計画を作らねばならないと考えています。研究の方向付けには、金や人という資源を以って行うこともありますが、今後、重要になるのは情報です。それも、独占的に隠し持つのではなくて、重要で貴重な情報を研究者集団に流通させることにあると思います。

国際的には、これまで日本は、情報特に研究情報に関しては輸入超過であると言われてきました。国環研からは、良質の情報を輸出超過にできるような体制を整えたいと思います。このために、一部研究支援的な性格も帯びますが、環境情報センター等の協力を得て外国に向けた情報発信を容易にする仕組みを造ろうとしています。その一環として、英語を母国語とする研究者に非常勤で国際室に来てもらえるようになりました。

もう一つ重要な情報として、「周りの人間が何をしているのか?」があります。自らの研究分野を深く追求する余り、隣の研究者が何をしているのかに興味がなくなり、あるいは分からなくなり、議論をすることさえなくなるというのは、「自律分散型巨大科学」である環境科学を発展させる上で有効とは思えません。この問題は、国際的な案件ばかりではありませんが、国際室が係わる案件で問題解決の卑近なものとして、国際会議等に出席した所員に、興味深かった研究課題・人物・施

設等につき簡単な報告をしてもらい、その種の情報を他の研究者が容易に入手できる仕組みを作りたいと思います。それが、私たちの研究所の特質である広い(広すぎる?)研究分野に携わる誰かの目にとまれば、新しい研究課題の種子になるかも知れません。

国際室は、自分自身で研究を実施する組織ではありません。国環研の研究が円滑に推進されること、研究能力が増進されること、研究成果が国際的に評価されることに対して、わずかなりと貢献をすることが使命だと思います。国際共同研究官一人の思い入れかも知れませんが、国際室の仕事の本質は、所の研究者が何を研究しているのか、したいのか、さらに、何を考えているのかという情報を、強制という形をとらないで収集し、必要に応じて提供することです。

国際室は、開かれた組織です。物理的に言っても、部屋のドアはいつも開いていて、内緒話ができないほどです。壁も筒抜けです。中にいる人間も天佑か、人と議論をすることを苦としないタイプが揃ったようです。所内の研究者のみならず、所内外からの訪問者のご来室をお待ちしています。

(うえひろ たかし、国際室国際共同研究官)

全く違う観点から、これは先住民族をはじめとする伝統社会の文化破壊の問題であるともいえる。

しかし、この問題に対し、日本は全世界貿易量の三分の一に当たる22万トンものエビを年間輸入し、間接的に貴重な海岸生態系であるマングローブ林の破壊を進めている。さらに、世界貿易量の50%近い熱帯広葉樹丸太を輸入し、結果的に熱帯林伐採・減少を押し進めている。しかも日本では、これらのことを表面的な自然保護・資源保護をめぐる問題としたまま、裏面にある“貧困と環境破壊の悪循環の進行”，あるいは“地球環境に影響する国際的な商取引行為”という真の問題は問わないままにしている。70年代には、住民・地方自治体・企業、三位一体の血を流すような努力によって公害を克服した日本においてさえ、いまだ経済と環境を統合した上での政策論議には発展しそうにない。一次的な産業公害も解決できない我が韓国では、地球環境はまだまだ受動的な問題にとどまっている。

あと5年もすると、「環境の世紀」と言われる21世紀に入る。しかし、こうした韓日の現状を考えると、地球にやさしい環境づくりは依然として遠くて難しい道のりなのかもしれない。

(りー じん、社会環境システム部客員研究員)

執筆者プロフィール:

(現) 公州大学校教授(韓国忠南), (元) 韓国環境部次官。
〈専門〉 地球環境論。〈趣味〉 碁

お知らせ

当所で指定刊行物として発行しているものは、随時国内外の関係機関に配付しておりますが、余部については、希望者にもお渡ししております。

今回、下記刊行物については、刊行年数の経過に伴い残部が僅少となっておりますので、入手を希望される方は、事務局（TEL. 0298-50-2343）までご連絡ください。先着順にて申し受けます。なお、郵送で差し上げる場合は、送料分の切手と依頼状（使用目的及び送付先住所を記述）をいただいております。

シリーズ番号	書名	送料（切手）
B-25-'84	陸水域の富栄養化に関する総合研究－霞ヶ浦全域資料－ （付）湖面蒸発量及び溶存元素分析結果	310円分
R-49-'84	環境汚染の遠隔計測・評価手法の開発に関する研究（昭和57年度 特別研究報告）	310円分
R-53-'84	陸水域の富栄養化防止に関する総合研究（Ⅳ） 霞ヶ浦の魚類及び甲かく類現存量の季節変化と富栄養化（昭和55～57年度 特別研究報告）	310円分
R-58-'84	環境試料による汚染の長期的モニタリング手法に関する研究 （昭和55～57年度 特別研究総合報告）	310円分
R-59-'84	炭化水素－窒素酸化物－硫黄酸化物系光化学反応の研究 光化学スモックチャンバーによるオゾン生成機構の研究 大気における有機化合物の光酸化反応機構の研究（昭和55～57年度特別研究報告 第1分冊）	310円分
R-60-'84	炭化水素－窒素酸化物－硫黄酸化物系光化学反応の研究 光化学エアロゾル生成機構の研究（昭和55～57年度特別研究報告 第2分冊）	380円分
R-61-'84	炭化水素－窒素酸化物－硫黄酸化物系光化学反応の研究 環境大気中における光化学二次汚染物質生成機構の研究（昭和55～57年度特別研究報告 第3分冊）	310円分

人事異動

（平成7年10月1日付）

- 奥田 敏統 採用 地球環境研究グループ森林減少・砂漠化研究チーム総合研究官（新技術事業団海外派遣研究員）
- 近藤 矩朗 出向 東京大学大学院理学系研究科教授
併任 地域環境研究グループ新生生物評価研究チーム総合研究官
（東京大学大学院理学系研究科教授）
- 高村 典子 配置換 地域環境研究グループ開発途上国生態系管理研究チーム総合研究官
（生物圏環境部生態機構研究室長）
- 岩熊 敏夫 併任 生物圏環境部生態機構研究室長（生物圏環境部長）
- 古川 昭雄 併任解除 地球環境研究グループ森林減少・砂漠化研究チーム総合研究官（生物圏環境部上席研究官）



編集後記

記録的な暑さの夏も去り、豊饒の秋となりました。巷では、オウム、核実験、デフレなど暗い影が射し、右肩上がりの社会にも息切れが見え始めました。世紀末に近づいたという実感がこみ上げてきません。

本号では、客員研究員の李進さんに随想を寄稿してもらいました。韓国でも日本でも、地球にやさしい社会を実現するには、かなりの道のりがあるようです。21世紀を環境の世紀とするために

は経済と環境を統合した政策論議が必要、とのご意見には多くの人が賛成でしょう。国立環境研究所は、そんな論議の基礎となる科学的知見を公表すると同時に、社会の方向に関しても提案を積極的に行う義務があるのではないのでしょうか。このニュースが、そうした知見や提案の情報発信の場として役立っているか、ご批判、ご意見、アイデアをお気軽にお寄せ下さい。（T. F.）

編集 国立環境研究所 ニュース編集小委員会
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(50)2343(連絡先・環境情報センター研究情報室)