

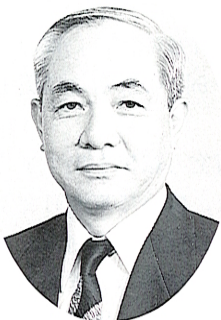
# 国立環境研究所

Vol. 13 No. 3

平成6年8月

## 有限地球観と地球の科学

副所長 石井吉徳



(いしい よしのり)

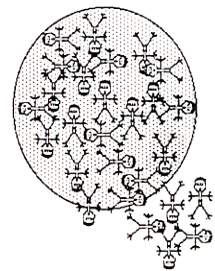
地球は有限であることは誰でも知っているが、その認識は時代と共に変わってきた。昔、わずかな人間しか地上に住んでいなかった頃、地球は実質的に無限であった。しかしそれでも、水、森などの資源をめぐる人間の争いは絶えなかった。オアシス、水の争奪戦は旧約聖書にすら出てくる。

そして現在、世界の人口は56億人となり、地球は現実には狭くなった。下の図は10年前、人口がはまだ44億人と言われた頃、私なりの有限地球観を述べるために作ったものだが、その後も人間が増え続け地球環境問題は一層深刻になった。

言うまでもないが、有限の地球上で人類だけが無限に増えることができる筈はない。いわゆる持続可能社会とは、実現は大変に難しいことなのであろう。すでに地球は人間活動の後始末ができなくなり、環境問題は地球規模に広がった。その上人口は一様に増えるわけではないから、地球環境は常に国際問題化する。

以上要約するに、問題の本質は、増え続ける人間が、資源・エネルギーを大量に消費し地球規模で環境が破壊することであり、問題は文明を見直すほどに大きい。このような時、将来への指針を与えるのが諸々の学問であると言えるが、今の地球環境問題は特に地球科学に頼るところが多い。この意味では環境を論ずる地球の科学の責務は極めて大きいと言わなければならない。地球の科学は、今更ながら「真摯に地球に学ぶ」姿勢が大切なのであろう。

昨年11月、「環境基本法」が制定された。これには「持続型社会、国際協調、国民の責務」など、環境についての理念が強調されている。これらは地球環境の研究理念に通ずるところが多いと思われる。国立環境研究所は「学問を通して」、これらの理念に応えたいものである。



(Y. ISHII, 1984.6.27)

## 国立環境研究所

# 創立20周年記念式典を挙げる

公害問題が深刻化していた昭和49年3月、本研究所は国立公害研究所として創設され、平成2年7月に国立環境研究所となり、本年度で20周年を迎えた。

これを記念して去る5月26日(木)、新緑が濃い本研究所内で記念行事を挙げるした。

当日は、衆議院環境委員会及び参議院環境特別委員会の国会議員を始め、関係省庁、筑波研究学園都市や各地の研究機関等から関係者約160名のご出席をいただいた。

大山ホールでの記念式典では、初めに八木橋環境事務次官(浜四津環境庁長官代理)が

「新たな時代の環境問題の解決に資するため、大きな研究成果が挙げられることを期待している」旨の式辞を述べられた後、鈴木所長が研究所の今日までの経過を報告するとともに、「職員一同、心を新たに環境問題の解決に向け、全力で取り組む」との決意を表明した。

引き続き、ご来賓の祝辞を頂戴し、参議院環境特別委員会の竹村委員長が「どの研究も結果を出すまでには長い期間が必要である」として今後も予算面等で応援していきたい旨を述べられ、続いて筑波研究学園都市・研究機関等連絡協議会の小林会長(農林水産省食品総合研究所長)が「環境研究所の役割は、東南アジア諸国の急速な経済発展等の状況の中でさらに重くなる」として、産学官の研究機関の誠意ある協力と支援について述べられるとともに、本研究所に対し、環境科学研究のリーダーシップを一層発揮することを期待された。さらに、全国公害研協議会の土屋会長(東京都環境科学研究所長)は「今後とも科学に裏打ちされた施策が必要であり、その役割は重い」とし、各地の公害研究所と本研究所との連携を深めたいと抱負を述べられた。

式典に続いて、正門前の園地に移動して所長、副所長並びにご来賓の方々によるキンモクセイの記念植樹を行った後、屋外特設会場において懇親会が開催され、席上、併せて本研究所のシンボルマークの発表と優秀作品(地球環境研究グループ横田主任研究員)の表彰式が行われた。優秀作品(図)は、職員等の作品40点の中から投票で5点に絞られたものの中から、さらに選考委員会で選ばれたものである。

当日はあいにくの曇天でしたが、心配されていた雨が降らなかったことは何よりも幸運で、各行事はとどこおりなく終了することができた。

終わりに、今回の記念行事に際して、ご来賓の方々にはご多用のところ遠路にもかかわらず多数お運びいただき、また、種々励ましのお言葉を賜ったことを厚く御礼申し上げる。

(総務部長 田中 瑞穂)



経過報告をする鈴木所長



(図 国立環境研究所シンボルマーク)

図案の意味 (National Institute for Environmental Studies)

この図はN, I, E, Sの4文字で構成されている。Nで波(大気と水)、Iで木(生命)、EとSで構成されるマル(O)の部分で世界(地球)を表わしている。

全体として動的なロゴにして、研究所の躍動性を表現しようとした。このロゴが風を切って左方向に進もうとしている動きは、研究における進歩・向上・発展を表そうとしたものである。

## 20周年記念特別研究発表会報告

森田 昌敏

本発表会は、例年所外研究発表会として執り行われていたが、本年は研究所が20周年を迎えたことから、20周年記念式典に引き続き、5月27日に記念特別研究発表会を開催した。記念講演として、日本学術会議会長の近藤次郎先生に「今後の環境行政」という題で、中央環境審議会の会長として、環境基本法の制定にかかわられた際の議論と今後の展望についてご講演をいただいた。

つづいて、研究者からの10題の講演発表を行っ

た。地球環境に関するもの、地域環境に関するもの、また研究の方法論に関するものと多彩であった。また、12題のポスター発表があり、ここでは美しい写真やグラフを多用した分かりやすい発表が多かった。地球環境研究センターおよび環境情報センターの展示とパソコンを用いたデモンストレーションも並行して行われた。いずれの研究発表も国立環境研究所の過去20年間の蓄積に基づくもので、力作ぞろいであった。外部から185名の参加者があり、研究所内からの参加者とあわせ、大山記念ホールは終日にぎわい、盛況裏に進行した。

(もりた まさとし、セミナー委員会委員長  
化学環境部長)

## 20周年記念特別研究発表会・記念講演プログラム

(平成6年5月27日 於：国立環境研究所大山記念ホール)

〔20周年記念講演〕

今後の環境行政

近藤 次郎  
(中央環境審議会会長)  
(日本学術会議会長)

〔ポスターセッション〕

アルデヒドの光分解によって生成する  
HCOラジカルの絶対収率決定  
インド北西部のタール砂漠における砂漠  
化と人間活動  
IGAC/APAREプログラムに基づく航  
空機・地上観測  
衛星画像でみる釧路湿原の植生  
国保レセプト統計を用いたアレルギー性  
鼻炎受療率の変動分析  
サンゴ礁のモニタリング  
紫外線の増加が植物に及ぼす影響  
生態系と水質  
大気循環の数値シミュレーション  
地球環境問題に科学技術は何をなしうる  
か  
筑波研究学園都市における植生を中心と  
した景観変化  
北極域における地表オゾン減少とガス状  
有機化合物

今村 隆史  
恒川 篤史  
畠山 史郎  
山形与志樹  
田村 憲治  
原島 省  
中島 信美  
福島 武彦  
鶴野伊津志  
内藤 正明  
青木 陽二  
横内 陽子

〔研究発表会〕

地球温暖化とシベリア  
絶滅に瀕した野生生物に何が起きるのか  
大気化学研究におけるフリーラジカルの  
計測と反応  
環境中の元素の動きーヒ素の化学形態と  
分析  
自由記述法による環境意識の調査と分析  
水界生態系に及ぼす化学物質の影響評価  
都市大気汚染と光化学反応  
湿原の環境と生物群集の成り立ちー高  
層・低層湿原を例として  
霞ヶ浦の研究20年  
スギ花粉症増加と大気環境

井上 元  
椿 宜高  
鷺田 伸明  
柴田 康行  
大井 紘  
畠山 成久  
若松 伸司  
岩熊 敏夫  
相崎 守弘  
小林 隆弘

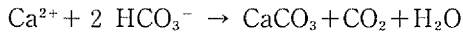
省際基礎研究の紹介

## 海産円石藻による物質循環と凝結核形成

渡辺 正孝

円石藻は光合成を行い太陽光の届く有光層(100~200 m以浅)に生息する単細胞の藻類である。光合成による炭素固定と同時に炭酸カルシウム(CaCO<sub>3</sub>)を形成し、形成された炭酸カルシウムは種により特徴のある形状の鱗片(コッコリスと呼ばれる)として細胞外隔に蓄積され、有孔虫、サンゴと並んで海洋中の主要な炭酸塩鉱物となっている。特に *Emiliania huxleyi* は海洋に広く生息し、大西洋の熱帯域及び、両極の亜寒帯で優占種となっており低栄養塩海域(リン酸が0.1 μM程度)に多く観測されている。増殖してブルームを形成すると炭酸カルシウムの白色が人工衛星の可視域画像として北大西洋のアメリカ・カナダ沿岸からグリーンランド沖にまたがる広大な海域に観測される。

炭酸カルシウム形成過程は



で与えられている。炭酸カルシウム形成が同時にCO<sub>2</sub>を放出していることになり、形成されたCO<sub>2</sub>

が光合成に利用されるのか又は海洋中に放出されるのかによって円石藻のブルームがCO<sub>2</sub>のsink又はsourceとなってしまう、その役割について大きな論争となっている。閉鎖実験系である海洋マイクロコズムを用いて *E. huxleyi* (Bigelow 海洋研究所 無菌株 CCMP 374) の無菌培養を行い、光合成及び炭酸カルシウム形成にともなう炭素循環と環境因子との定量的把握を行うことを目的として省際基礎研究「海産円石藻の炭酸塩鉱物形成と海洋炭素循環機能に関する基礎的研究」をスタートした。

培養槽を蒸気滅菌(121°C, 30分間)後、あらかじめ溶解槽で調整した培地を除菌フィルターを通して導入した。*E. huxleyi* を1リットルフラスコで予備培養後無菌的に培養槽に入れ、12時間の明、12時間の暗周期に設定し、水温18°Cにてばっ気培養を行った。さらに実験開始後17日目には栄養塩を補給するため培地を添加した。サンプリングは毎日13時に行い測定項目は細胞濃度、pH、全

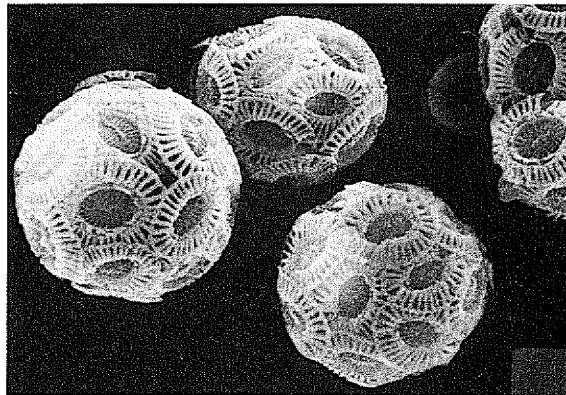


図1 *Emiliania huxleyi* の電子顕微鏡写真

炭酸, リン酸態リン, 硝酸態窒素, 粒子態有機・無機炭素, 粒子態窒素・リン, 及び粒子態カルシウムである。

培養9日目までは対数増殖を示し(増殖率 $\mu = 0.7/\text{日}$ ), 培養10日目にはピーク(細胞数 $9.6 \times 10^5 \text{ cells/ml}$ )に達した(図2-a)。その後細胞数は漸減したが, 培養17日目に培地を添加後再び増殖を始めた。増殖過程では炭酸カルシウム形成は有機物生産に比して相対的に小さく, 平均径は減少する(最小 $4.13 \mu\text{m}$ )。しかし培地中のN及びPともに完全に欠乏状態となる培養10日目以降にはpHも約8.8に達し, 炭酸カルシウム形成が活発に行われ細胞径が直線的に増加(最大 $4.7 \mu\text{m}$ )することが計測された。この時pHと全炭酸から解離平衡により計算で求められた溶存態 $\text{CO}_2$ は $1 \mu\text{M}$ 以下であり, ほとんどの炭酸塩は $\text{HCO}_3^-$ の形態( $1000 \mu\text{M}$ 程度)で存在していた。*E. huxleyi*細胞中の無機炭素/有機炭素の比は対数増殖とともに0.1程度にまで減少し, その後炭酸カルシウム形成とともに直線的に増加し, 培地添加後はほぼ0.5~0.6と一定値となった(図2-b)。さらに炭酸カルシウム形成過程においても全炭酸は減少, pHは漸増し続けることから, 炭酸カルシウム形成により放出された $\text{CO}_2$ は光合成に利用

されていることが示唆された。溶存態 $\text{CO}_2$ がほとんど存在しない状態ではむしろ光合成に必要な $\text{CO}_2$ を作り出すために炭酸カルシウムを形成していると考えの方が合理的であると思われる。現在炭素同位体比等の計測により*E. huxleyi*の光合成及び炭酸カルシウム形成に伴う炭酸塩の利用形態について詳細な計測を行っている。

雲のもととなる凝結核に含まれる種々の物質が海洋上で計測されているがその由来はよく分かっていない。*E. huxleyi*は有機硫黄化合物をはじめとする多くの揮発性物質を大気に放出しており, 凝結核形成への深い関与が示唆されてきた。しかし海洋上では海水中の藻類種や溶存物質, 揮発性物質等の総合的観測を行うことは困難であり, 藻類が生産した揮発性物質と凝結核形成との関連を定量的に示すことは不可能であった。本培養実験において大気槽から連続サンプリングを行い, 凝結核の計測を行った結果, *E. huxleyi*の増殖に伴って凝結核濃度が増加するのが初めて観測された。海洋での円石藻による物質循環と大気中の凝結核形成が実験的に結合されたことになり, 本研究は“ガイアの実験的研究”と言えるかもしれない。

(わたなべ まさたか, 水士圏環境部長)

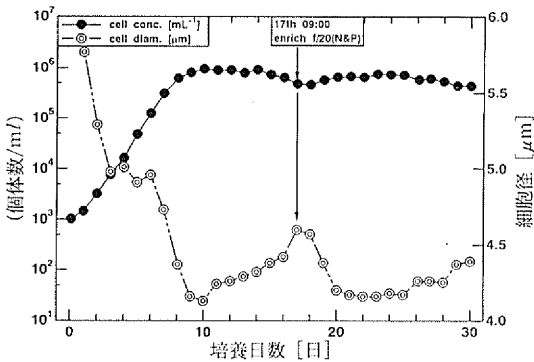


図2-a *E. huxleyi*の増殖と細胞平均径変化

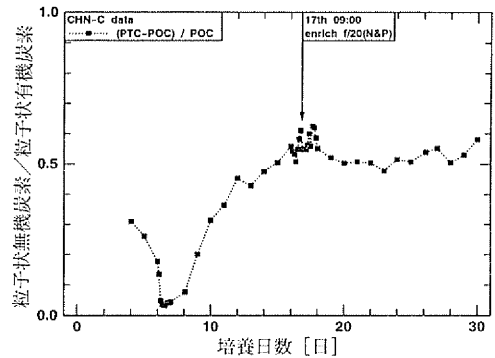


図2-b 細胞中の無機炭素/粒子態有機炭素の比

- : 粒子態全炭素と粒子態有機炭素の差から求めた。
- : 粒子態カルシウム量から求めた。

プロジェクト研究の紹介

## 地下水中における硝酸性窒素の起源に関する研究

平田 健正

### 1. 地域密着型研究の背景

環境問題の多くは、地域の人間活動や自然的、社会的な条件に根ざしている。地球温暖化やオゾン層破壊などの地球規模の環境問題も、もとは地域レベルから生じている問題である。地域の環境問題として、水域の富栄養化、交通公害や大気汚染などは従来から解決の急がれている課題であり、さらに廃棄物処理や微量有害化学物質による環境汚染は一部地域で既に顕在化している。こうした個別地域での環境問題の解決には、以前から現場を持つ自治体の研究機関と国の試験研究機関との共同研究が必要であると指摘されていた。こうした背景にあって、自治体と国の研究機関が協力して問題解決を図る地域密着型研究が、環境庁の国立機関公害防止等試験研究の中で、平成5年度より開始された。

最初に取り挙げられたのは、国の研究機関として科学技術庁・防災科学技術研究所と国立環境研究所、自治体からは山形県・岐阜県・沖縄県の研究機関が参加する「多雪地域における地下水の汚染機構の解明及び涵養手法の開発に関する研究」であり、標記課題は国立環境研究所が担当する部分である。

### 2. 本研究の内容

土壌・地下水汚染といえば、最近ではトリクロロエチレンなどの揮発性有機塩素化合物を指すことが多いが、硝酸性窒素もトリクロロエチレンなどと並んで高濃度・高頻度で地下水から検出される物質である。揮発性有機塩素化合物は使用することを目的に人工的に合成された物質であるのに対して、硝酸性窒素は大気中の窒素ガスを起源とする自然界に多量に存在する物質である。また、硝酸性窒素はメトヘモグロビン血症（チアノーゼ、窒息症状）を引き起こす物質として、水道水質基

準や水質環境基準 10 mg/l が定められている。本研究では、こうした硝酸性窒素による地下水汚染機構の解明を目的にしている。

水環境中の窒素化合物の生成は、自然状態では微生物による窒素固定に始まる。全球的に微生物によって固定される窒素量は年間  $4 \times 10^{10} \sim 1 \times 10^{11}$  kg と見積もられており、一方工業的にも年間  $8 \times 10^{10}$  kg の窒素が固定されている。このように人工的に固定される窒素量は自然状態で固定される量に匹敵しており、この窒素が地球のどこかに蓄積されることになる。特に、土壌や地下水では水の移動速度が遅く、分解も進まないため、硝酸性窒素として地下環境中に蓄積されることになる。なかでも、地表面と地下水の間に粘土などの不透水層のない浅い地下水で高濃度で検出されることが多い。さらに深い地下水であっても多量の地下水を汲み上げると、高濃度な硝酸性窒素を含む浅い地下水が深い地下水にまで侵入し、汚染を拡大することがある。特に多雪地域では生活道路を確保するため、消雪用に多量の地下水を汲み上げており、深い地下水にまで汚染の進むことが懸念されている。本研究では、多雪地域の地下水利用を念頭に置き、地下環境中での窒素挙動の解明、汚染を招かない適切な地下水の利用法や涵養手法の開発を目指す。

地下水への窒素供給源として、降雨、工場排水や生活排水の地下浸透処理、農地への施肥などがある。ただ降雨にも含まれてはいるが、我が国の年平均濃度を見ると、無機態窒素濃度（アンモニア性窒素＋硝酸性窒素）で 0.52 mg/l、年降雨量を 1,750 mm とすると、負荷量は 9.1 kg/ha/y となり、高濃度な地下水汚染を引き起こす要因とはならない。生活排水について稠密な市街地で集中的な地下浸透処理を行えば、地下水汚染を招く恐れはあるが、最も懸念されるのは農地に施用された窒素肥料からの溶脱である。

一例として、年間 500 kg/ha の窒素肥料を施用した畑地地下水の硝酸性窒素濃度を図に描く。同図は上流域から実験畑地までの地下水中の硝酸性窒素濃度の変化を示しているが、畑地に入ると硝

## 故高橋弘氏を偲ぶ

地域環境研究グループ主任研究官の高橋弘氏は、悪性腫瘍のため4月13日午後7時32分、筑波大学付属病院において永眠された。享年55才11カ月であった。

高橋氏は、昭和35年に信州大学農学部を卒業し、(財)実験動物中央研究所に入所、「マウスに及ぼす騒音の影響に関する実験生理学的研究」で昭和50年2月3日に学位(農学博士、東京大学第3493号)を取得された。昭和49年5月1日に国立公害研究所に入所、同52年4月1日に環境生理部環境生理研究室長、同53年4月1日技術部主任研究官に移行し、同57年4月1日技術部動物施設管理室の新設と同時に管理室長に就任、動物実験施設の管理運営の重責を果たされた。平成2年7月1日の組織改革に伴い、国立環境研究所地域環境研究グループ実験動物研究官に、そして同4年11月には同主任研究官に就任された。

高橋氏の入所時は研究所の創成期に当たり、所内至るところが建設現場であった。氏は実験動物学の専門的立場から動物実験棟の設計・施工・管理・運営に積極的に関与し、昭和51年9月の動物第I棟、52年2月中動物棟、55年5月第II棟の完成にかかわる実質的な責任者として活躍された。これらの動物実験施設は全国有数の規模を誇り、また管理運営方式の優秀さが認められ、同施設で実施された特別研究「大気汚染物質の単一および複合汚染の生体に対する影響に関する実験的研究」は国内外で高い評価を得た。

氏の持論は、“実験動物学的機能連関”であり建物・設備は勿論のこと、人的な側面にも効率的な管理運営を図り、動物実験施設のグレードアップに多大の貢献をされた。また、対外的にも日本実験動物学会の創設時より24年にわたって教育部会委員および評議委員として重責を果たされ、さらに日本実験動物技術者協会では実験動物技術者の養成に、また(社)日本実験動物協会では一級技術師の資格認定に当たられた。以上のような多大な業績に対して、平成6年6月2日付で勲五等瑞宝章が授与された。このように幅広い活躍の途中で、さらに今後の仕事にもまだまだ多くの夢を持たれていたことを知る我々にとって、突然のご逝去は残念の極みであります。

ここに、氏のご冥福を心からお祈りし、慰霊いたします。

(地域環境研究グループ統括研究官 内藤 正明)

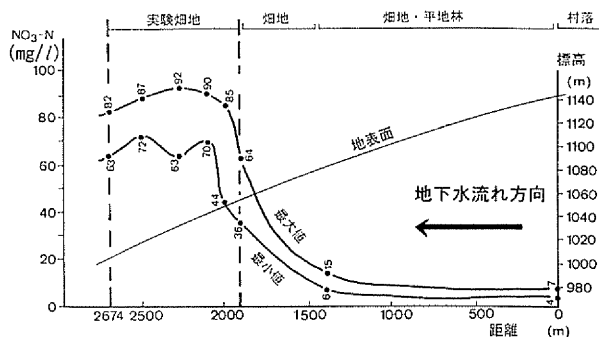


図 実験畑地への施肥による硝酸性窒素濃度の上昇  
(データは年最大値と最小値を示す)

酸性窒素濃度は急激に上昇し、最大 92 mg/l にもなることが分かる。本研究では、こうした地下水中の硝酸性窒素の起源を  $^{15}\text{N}$  と  $^{14}\text{N}$  の安定同位体比を利用して明らかにする。窒素安定同位体比は、食物連鎖の過程で一段上がるごとに数%上昇することが知られており、この特性から地下水中の硝酸性窒素について無機化学肥料、堆肥・厩肥、生活排水などのだいたいの起源を知ることができる。さらに酸素安定同位体比や他の水質情報を加味して水や物質の移動量を求め、森林、農地、市街地など土地利用別の窒素負荷量を算定するとともに、土地利用特性の地下水質に及ぼす影響を明らかにする。

(ひらた たてまさ、地域環境研究グループ  
有害廃棄物対策研究チーム)

論文紹介

“Enhanced tolerance to photooxidative stress of transgenic *Nicotiana tobacum* with high chloroplastic glutathione reductase activity”

Mitsuko Aono, Akihiro Kubo, Hikaru Saji, Kiyoshi Tanaka and Noriaki Kondo :  
Plant and Cell Physiology, 34 (1), 129-135, (1993)

青野 光子

近年、華やかに取り沙汰されている地球環境問題の陰に隠れてはいるが、大気汚染は決して過去の問題ではない。東京に比べるとずいぶん空気が良いように思えるつくば市でも、夏になるとアサガオの葉にオゾンによるらしい被害がでているのを見る。オゾンは、自動車の排気ガス中に含まれる窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) と炭化水素に光が当たってできる、光化学オキシダントの主成分である。光化学オキシダント汚染は、東京都などにより 20 年以上前から被害調査研究が行われているが、いまだ汚染状況は十分には改善されていない。

このような状況下で、遺伝子工学を利用して、指標植物となるオゾン感受性の高い植物や、汚染された大気を浄化するためのオゾン耐性植物を作出する試みが、当研究所の 1986 年度から 1990 年度にかけての特別研究「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」の一環として行われた。この感受性・耐性植物作出の基本となる、植物のオゾン耐性のメカニズムに関する研究を出発点として、広く環境ストレスに対する植物の耐性機構の解明につながる結果が得られた。それを報告したのが今回紹介する論文である。

オゾンや二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>; 亜硫酸ガス) などの大気汚染ガスや、乾燥などの環境ストレス、パラコートなどの除草剤による植物の傷害には、活性酸素が関与すると考えられてきた。活性酸素とはスーパーオキシドアニオン ( $\cdot\text{O}_2^-$ )、一重項酸素 ( $^1\text{O}_2$ )、ヒドロキシルラジカル ( $\cdot\text{OH}$ ) などの反応性に富む酸素分子種で、細胞に様々な傷害をもたらす。一方、植物はこれら活性酸素の解毒のために、グルタチオン、アスコルビン酸といった酸化還元物質や、グルタチオンレダクターゼ (GR)、アス

コルビン酸ペルオキシダーゼ、スーパーオキシドジスムターゼなどの酵素からなるシステムを持っている。

ところで、ハウレンソウでは、オゾン暴露に伴って GR 活性が上昇することが我々の研究で分かっている。このことから、オゾン耐性には GR が関与している可能性を考え、タバコに大腸菌 GR 遺伝子を導入し、GR 活性の高い遺伝子組換えタバコを作った。大腸菌 GR 遺伝子を使ったのは、当時まだ植物の GR 遺伝子が単離されていなかったからである。この遺伝子組換えタバコの GR 活性は対照のタバコの約 3 倍であった。

この遺伝子組換えタバコにオゾンを暴露したところ、予想に反して可視傷害は対照と有意な差は認められなかった。一方、パラコートと SO<sub>2</sub> に対する耐性は対照よりも高かった (図)。この結果は、パラコートと SO<sub>2</sub> による傷害の直接の原因となっているのは活性酸素であるが、オゾンによる

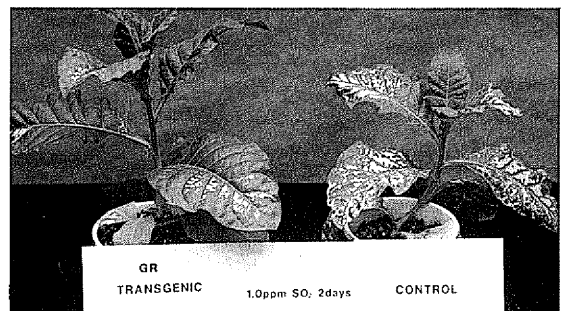


図 SO<sub>2</sub> に暴露した遺伝子組換えタバコ  
GR-Transgenic, 大腸菌 GR を葉緑体内にもつタバコ (SR1) ; Control, 対照のタバコ 1.0ppm の SO<sub>2</sub> に 2 日間暴露した。



傷害は他に別な原因があるらしいこと、すなわちパラコートやSO<sub>2</sub>とオゾンでは傷害の仕組みがかなり異なることを示唆している。さらに、GRが活性酸素の解毒に大きな役割を果たしている可能性も示している。つまり植物の環境ストレス耐性機構に関する重要な情報が得られたのである。

大気汚染指標植物から出発した研究が、植物の環境ストレス耐性というより大きなテーマへと広がり、そこで得られた成果が結局大気汚染対策に生かされる、そんなことを期待している。

(あおの みつこ、  
生物圏環境部分子生物学研究室)

研究ノート

# 波照間—地球環境モニタリングステーションにおけるエアロゾルとオゾンの測定

内山 政弘

「波照間—地球環境モニタリングステーション」は八重山列島・西表島の南60kmに位置する日本最南端の有人島・波照間島の東端に設けられている。波照間ステーションの目的は北西太平洋の大気中の二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガスの長期変動の観測であるが、波照間島には中国大陸、フィリピン、太平洋などから風が吹き込んでくる(図1)。そこで採取している大気サンプルが海洋性のものか否かの判別のためにトレーサー物質の測定が必要となる。波照間ステーションではこのトレーサー物質として、1)海洋性気団では極端に濃度が低いことが知られているオゾン、2)海洋性エアロゾルが殆ど存在しない粒径0.5μm以下の粒子濃度の測定を行っている。実際には、波照間ステーションの観測塔の上端(海拔40m)から採取した大気中のオゾン濃度と粒子(0.3μm~0.5μm)濃度を測定している。粒子濃度の最低値は0個/l最高値は30,000個/lであり、オゾン濃度の最低値は10ppb以下、最高値は80ppbであった。大気中のエアロゾルは陸地において産業活動(油燃焼など)に起因する粒子あるいは土壌粒子として大量に大気中に供給される。これらの粒子の濃度は波照間島まで海を渡って来る間に拡散により指数的に減少すると考えられる。粒子濃度の対数をオゾン濃度に対してプロットするとこれらの

間に相関が認められた(図2)。このことはこれらの物質がいずれも陸地の影響のトレーサーとして適当であることを示している。従って、粒子濃度とオゾン濃度が共に低いことは、波照間島が海洋性気団に覆われている良い指標になると考えられる。

(うちやま まさひろ、  
大気圏環境部大気動態研究室)

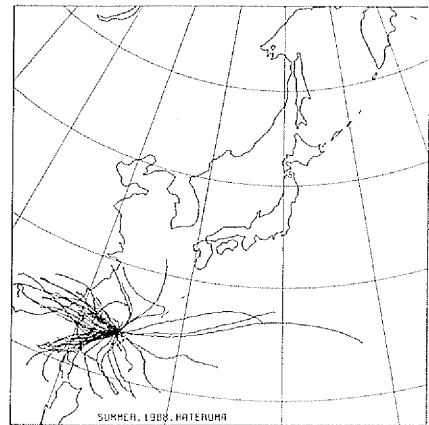


図1 波照間島の夏季の1988年、850hPaの流跡線解析の結果を示す。(村尾直人、私信)

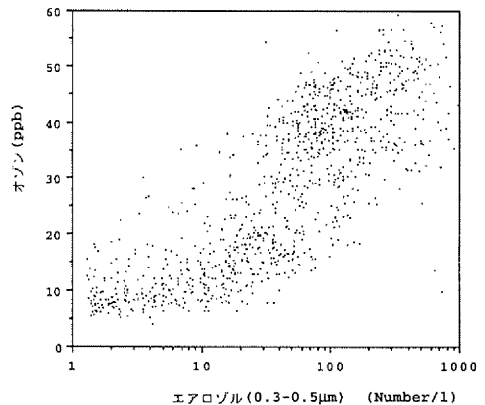


図2 粒子濃度の対数に対してオゾン濃度(1993/3~1993/12)のプロット

論文紹介

## 自由連想法とクラスター分析による水辺に対する住民意識の研究

須賀伸介, 大井 紘, 原沢英夫:

土木学会論文集, No.458/IV-18, 91-100  
(1993年)

須賀 伸介

海, 湖, 川を中心としたいわゆる水辺空間は人々の生活にとって重要な場所である。また同時に水辺空間は憩いの場, レクリエーションの場としても重要な役割を果たしている。ところで, 特定の水辺空間, 例えば東京湾や霞ヶ浦等に着目したとき, 人々はその水辺に対してどのようなイメージを持っているのであろうか。また, 水辺のすぐ近くで生活している住民と水辺から離れた場所で暮らしている人々の間で水辺のイメージは異なるであろうか。本論文ではいま述べたような観点から水辺に対する住民の意識の分析を試みている。

本研究では霞ヶ浦を研究の対象とし, 霞ヶ浦北西部の高浜入りに面している玉里村(以後玉里と書く), 高浜入りから約5km北西に入った石岡市(石岡)の住民に対して水辺に関するアンケート調査を行った。この調査では, 回答者に対して「水辺」という言葉から連想することを自由な形式で記述してもらう方法を採用した。この調査方法は自由連想法と呼ばれている。調査の結果に対して

クラスター分析を適用し, 調査地域毎に回答者全体を共通の意識を持ったいくつかのグループに分類した。その結果から調査地域による水辺意識の違いを調べた。

自由連想法による調査では, 回答者は「海」, 「湖」, 「川」のように単語を並べて回答したり, 「水がきれいで子供達が水遊びのできるどころ」のように文章や句等で回答を行う。調査結果に対するクラスター分析では回答者が記述した単語と回答者の2種類の集合を解析の対象とする。このとき必要になる類似度は記述された単語の種類と記述された回数(記述頻度)から計算される。そのために文章などで記述された回答は単語に分解して, さらに意味を持たない単語は解析の対象から除外する。例えば前に示した単語を並べた回答例では記述された単語をそのまま考え, 後の回答例では, 水, きれい, 子供達, 水遊び, の4語を解析の対象とする。単語集合に対する類似度は, 多くの共通した回答者に記述されている単語同士ほど類似性が高くなるように, 回答者に対する類似度は, 多くの共通の単語を記述している回答者同士ほど類似性が高くなるように定義する。クラスター分析は調査地域ごとに行う。また解析の対象とする単語は頻度の高い方から約50語を選んだ。

単語のクラスター分析結果は, 各調査地域の人々全体の水辺に対する連想の構造を与える。つ

### 新刊・資料紹介

#### 国立環境研究所特別研究報告 (SR-14-'94)

「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」(昭和63年度～平成4年度)(平成6年3月発行)  
本特別研究報告書では, ディーゼル排気微粒子 (DEP) が, 実験動物を用いた研究で, ぜん息, アレルギー性鼻炎および肺がん等を引き起こし得るのかどうかを調べ, それらのすべてが DEP によって発現することを示した。さらに, ヒトが暴露されている SPM 量の推定を試み, その推定された量と動物実験の結果とから, ヒトの健康に及ぼすリスク評価を行うに役立つ研究への第一歩を築いた。今後は, 吸入実験による成果を蓄積し, さらに現実的なリスク評価を進める予定である。  
(地域環境研究グループ 嵯峨井勝)

#### 国立環境研究所特別研究報告 (SR-15-'94)

「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」(平成2～4年度)(平成6年3月発行)  
トリクロロエチレンなどの揮発性有機塩素化合物による土壌・地下水汚染は, 先進国共通の環境汚染として修復の急がれている課題である。ただ土壌・地下水汚染の調査に始まる一連の浄化対策には膨大な経費がかかるため, 効率よく汚染物質を除去するには, 地下での汚染物質の存在状況を的確に把握し, その存在状況にあった適切な浄化対策技術を

まり、各クラスターに集まる単語の共通性を調べることによって人々の連想の主題を理解することができる。玉里と石岡の結果からは例えば、水辺の遊びに関連する語(水泳、水遊び、ボートなど)、静かな情緒的なイメージを持つ語(せせらぎ、花、静かなど)がそれぞれ一つのクラスターに集まる。このような語の集まりが連想の主題を表している。玉里の調査に関する単語のクラスター分析結果を表に示す。X<sub>1</sub>~X<sub>9</sub>の9つのクラスターが得られた。

回答者全体をクラスター分析して得られる回答者グループの考察では、単語のクラスター分析結果と対照させて考えるとその特徴が見えてくる。例えば、さきに述べた遊びについての連想をするグループ、情緒的なイメージを連想するグループ

表 「水辺」という言葉から連想された単語のクラスター分析結果

X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>			X <sub>5</sub>
あおこ 悪臭 夏 洪水	鳥 とんぼ	川 小川 湖	子供 遊び 釣り 水遊び	水泳 水鳥 魚 水草	船 美しい	葦 まこも 砂

X <sub>6</sub>			X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	
水 きれい 露ヶ浦 泳ぐ	小魚 岸 景色 澄んだ	波 静か さざ波	花 草 春	めだか せせらぎ	汚れ ごみ 散歩	人 心 生活

が存在する。また、水辺の近景についての連想を行っているグループも得られる。玉里の結果の特徴は、玉里の住民にとってすぐ近くに存在している霞ヶ浦を意識しているグループが見いだされたことである。実際、霞ヶ浦において代表的な植物である葦、まこも等を共通して連想するグループが存在する。石岡では、水、きれいな、川、湖の4語を共通して連想しているグループ、玉里では、水、きれいな、霞ヶ浦の3語を共通して連想しているグループが得られる。実際の回答原文を調べてみると、石岡のグループは水辺から川や湖等の水辺一般を連想し、その中で清浄な水あるいは水辺を意識しているのに対して玉里のグループは身近な水辺である霞ヶ浦に対して清浄な水あるいは水辺を意識していることがわかる。

以上の結果は、玉里では水辺に対して身近な霞ヶ浦を想起して連想を行っていること、石岡では川や湖などの水辺一般が連想の対象であることを示している。これは、水辺の開発や保全計画を住民意識を考慮して行う場合、水辺一般に対する意識と霞ヶ浦などの固有の水辺に対する意識の両方を把握しておくことが周辺住民の求める水辺空間を確保するために重要であることを示唆している。

(すが しんすけ、  
社会環境システム部情報解析研究室)

用いる必要がある。本報告書は、揮発性有機塩素化合物による土壌・地下水汚染の浄化対策を効率よく実施するための手順を明らかにすることを目的に実施した特別研究の最終報告書である。報告書では、最初に表層土壌ガス調査とボーリング調査を組み合わせた汚染物質の存在状況把握手法について述べている。さらに、浄化対策技術として汚染土壌の除去、地下水の揚水と土壌ガス吸引技術などをいくつかの汚染現地に適用して、それぞれの汚染物質除去効率を評価し、効果的な対策技術の組み合わせや対策手順について記している。  
(地域環境研究グループ 平田健正)

国立環境研究所特別研究報告 (SR-16-'94)

「有害廃棄物のモニタリングに関する研究」(平成2~4年度)(平成6年3月発行)

有害化学物質による環境汚染源として、質的、量的に大きく変化している廃棄物処理が注目を集めており、国際的にも国内的にも有害廃棄物の適正管理が強く求められている。本報告書は、有害廃棄物処理がもたらす環境リスクの管理システムを確立する上で基礎となるモニタリング手法を開発し、有害廃棄物処理に伴う環境汚染の可能性を明らかにする目的で行われた特別研究の最終報告書である。報告書では、まず有害廃棄物の流れに沿って、環境リスクをもたらす恐れがある要因を体系的に整理した。次に、室内実験や実施設での実験によって塩素系廃棄物の焼却処理に伴う有害化学物質の挙動を解明するとともに、埋立処分地浸出水中の多様な化学物質の分析を行い、有害廃棄物の焼却処理と埋立処分に伴う環境リスクの可能性を検討した。さらに、有害廃棄物処理に伴う環境リスクの新たなモニタリング方法として、各種バイオアッセイ手法の適用を試みた。  
(地域環境研究グループ 中杉修身)

国立環境研究所特別研究報告 (SR-17-'94)

「有用微生物を活用した小規模排水処理技術の開発と高度化に関する研究」(平成2～4年度)(平成6年3月発行)

生活排水ならびに小規模事業場排水などの排水は水域の汚濁負荷量の約70%を占めるに至っており、有効な対策の確立は急務の課題である。本報告書はこれら小規模排水に対して有用微生物を活用した高度処理技術の開発を行い、水質改善に資することを目的として実施した特別研究の最終報告書である。主たる内容は、1) 小規模排水の特性および生物処理の適用性に関する調査研究を行った結果、BODに対して影響度の高い油分の処理は小規模排水処理において重要であることが示された。2) 小規模排水の栄養塩類除去システムの開発に関する研究を行い、嫌気・好気循環生物膜法における適正な循環が窒素除去のための処理の安定化、効率化、汚泥の減量化に大きく寄与し、嫌気・好気活性汚泥法では溶存酸素を指標とした制御が負荷変動に強く、有用微生物としての硝化細菌、脱窒細菌のバイオマスと活性が高く保持されることが明らかになった。3) 小規模排水処理プロセスの技術およびシステム評価に関する研究を行い、有用微生物の中で処理の高度化に大きな役割を演じている微小動物の大量定着化手法と微小動物を活用した処理水の生態系への影響評価手法の新たな検討がなされた。(地域環境研究グループ 稲森悠平)

国立環境研究所特別研究報告 (SR-18-'94)

「都市域における冬期を中心とした高濃度大気汚染の予測と制御に関する研究」(平成2～4年度)(平成6年3月発行)

本報告書は、都市大気保全研究チームを中心に行われた特別研究の成果に関する最終報告書である。都市域における窒素酸化物、光化学オキシダント、浮遊粒子状物質等による大気汚染は依然として大きな問題である。大都市域においては冬にNO<sub>2</sub>の濃度が上昇するが、冬期の都市域における高濃度大気汚染の生成メカニズムに関しては気象及び大気反応の両面で不明な点が多いためフィールド観測やモデル研究、風洞による実験を行った。3年間にわたる研究の結果、大気汚染物質の拡散の挙動を市街地の空間的構造から明らかにすることができたとともに、冬期における大気汚染物質の移流、拡散、反応過程を定量的に予測、評価するモデルを確立することができた。これらの研究結果が具体的に報告されている。(地域環境研究グループ 若松伸司)

主要人事異動

(平成6年7月1日付)

光本 茂樹	併任解除	大気圏環境部大気物理研究室主任研究員 (主任研究企画官付研究企画官)
青木 陽二	併任	主任研究企画官付研究企画官 (社会環境システム部環境計画研究室主任研究員)
大井 紘	昇任	社会環境システム部上席研究官 (社会環境システム部環境計画研究室長)
	併任	社会環境システム部環境計画研究室長

(平成6年7月15日付)

奥村 知一	配置換	主任研究企画官 (企画調整局環境保健部企画課長)
久野 武	配置換	長官官房付 (主任研究企画官)

(平成6年8月1日付)

大井 紘	併任解除	社会環境システム部上席研究官 (社会環境システム部環境計画研究室長)
原沢 英夫	配置換	社会環境システム部環境計画研究室長 (地球環境研究センター研究管理官)
	併任	地球環境研究センター研究管理官

編集後記

国立環境研究所設立20周年の記念事業も無事に執り行われた。新たに定められたシンボルマークのもとに、次の10年間に向けての出発である。環境汚染、人口問題、エネルギー等、私たちは10年後にいったい何にとりくんでいるのだろうか。

今月号のニュース編集WG委員会は、梅雨明けの猛暑のなかでの作業となった。毎回感じることであるが、自分自

身のことであっても、日々のなりわいを過不足なく、しかもわかりやすく伝えるのは、けっして簡単なことではない。まして、第三者の文章の査読・編集となるとなおさらである。こういう時には、超弩級の名文を思い出すのがよいだろう。”知に働けば角がたつ、情に棹せば流される。”

猛暑、難文、また日々のなりわいも、一瞬、消え失せたかのようなのである。(A.H.)