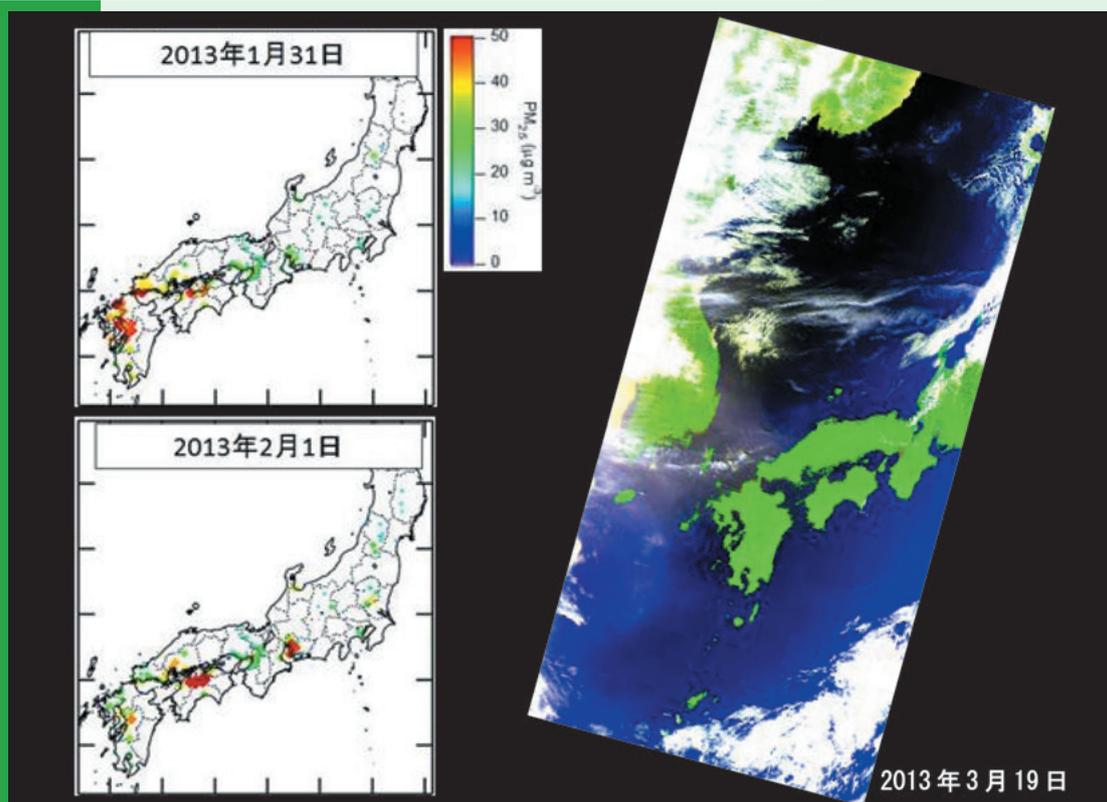


特集 大気汚染の現状と健康影響評価



Contents

- 2 大気汚染の国内問題と国際問題
- 3 大気汚染物質を含む環境汚染物質が
免疫・アレルギーに及ぼす影響とその作用機構の解明
- 6 大気汚染物質を細胞に直接曝露する気液界面細胞曝露装置
- 8 PM_{2.5}の総復習
- 10 残留性有機汚染物質の地球規模動態や生物への曝露量を予測する
- 13 国立環境研究所福島支部準備室の設置について
- 14 サマー・サイエンスキャンプ2013開催報告



大気汚染の国内問題と国際問題

新田 裕史

地球を取り巻く大気は、大循環と呼ばれる北半球や南半球全体の広い動きから海陸風のような地域的な動きなど、時々刻々変動しながらも、一定の法則に従った動きをしています。春季の東アジアでは大陸から東への大気の流れが優勢であり、今春の中国を発信源とするPM_{2.5}（粒子の大きさが2.5 μm以下の大気中粒子）による大気汚染問題はそのことを実感させられる出来事でした。

国境を越えた大気汚染の問題は今回のPM_{2.5}問題で我々がはじめて経験したのではなく、ヨーロッパでは越境大気汚染の問題が1950年代頃から認識されるようになっていました。1979年にはヨーロッパを中心として数十ヶ国が参加して、長距離越境大気汚染条約（CLRTAP）が採択され、大気汚染の状況の監視・評価、原因物質の排出削減対策などを進めています。一方、東アジア地域における国際的な取り組みとしては、日本のイニシアチブにより中国をはじめとする東アジアの13ヶ国が参加して「東アジア酸性雨モニタリングネットワーク（EANET）」が2001年から本格稼働していますが、今のところ政府間協定や条約の形にはなっていません。

日本では1972年に大気中の浮遊粒子状物質（SPM、10 μm以下の大きさの粒子）について環境基準を設定しました。当時、国際的には総浮遊粉じんと呼ばれる数十μmの大きさの粒子を含む粒子状物質に関する基準が主流でしたので、日本は世界に先駆けて健康影響の点からより重要である微小な粒子に着目していたことになります。米国ではほぼ同時期に十数年にわたる大気中粒子状物質の健康影響に関する長期疫学研究が始まり、その中でPM_{2.5}の測定も開始されました。PM_{2.5}はSPMよりもさらに微小な粒子をターゲットにしたもので、測定法も異なるものでした。米国ではこの疫学研究の成果も踏まえて、1997年にPM_{2.5}の大気環境基準を設定しました。米国内ではこのPM_{2.5}基準設定の科学的根拠について批判もあったことから、PM_{2.5}の発生、環境動態、測定法、健康影響などの広範囲な分野に多額の研究費を投入して、研究を推進しました。その成果として、PM_{2.5}に関する理解は大きく進むとともに、米国が世界の研究をリードし、PM_{2.5}が微小粒子の国際標準になりました。一方、日本独自のSPMは人の健康保護の点から先進性があったと考えられるにも関わらず、いわゆるガ

ラパゴス化してしまったということが出来ます。

今春のPM_{2.5}問題では中国から飛来するものに関心が集中しましたが、PM_{2.5}とその前駆物質の発生源は日本国内にもあり、すべてが中国から飛来するわけではありません。PM_{2.5}には国内問題と国際問題が共存しています。地球環境問題に限らず、環境問題の解決には国際的な取り組みが必要であることはいうまでもありませんが、これまでは公害をルーツとする大気汚染は国内の地域的問題であるという意識が強かったように思われます。今回、中国を発信源とするPM_{2.5}が国民的な関心事になった理由として、中国との外交問題があったことは確かだと思いますが、原発事故による放射性物質による環境汚染を契機として、国民の環境に対する意識が高まったことも大きい要因ではないかと推測されます。大気汚染研究者にとって、国内における発生源や環境動態の解明とともに、越境大気汚染はこの二、三十年の大きな課題の一つであったために、中国大陸からPM_{2.5}などさまざまな大気汚染物質が飛んで来ることは常識でした。この常識の陰から予想を超える国際問題が現れたということかもしれません。

本特集では、国立環境研究所で進められている大気汚染の健康影響に関する研究の一端を「先導研究プログラムの紹介」と「研究ノート」でご紹介するとともに、「環境問題基礎知識」にPM_{2.5}の解説記事を掲載しています。PM_{2.5}をはじめとして、大気汚染物質の生成機構や健康影響などについてはまだ解明しなければならないことがたくさん残っています。これらの研究をさらに進めていくとともに、大気汚染防止のために、国内問題と国際問題の解決を図っていかなければなりません。その思いを読者の皆様と共有する機会となることを願っています。

（にった ひろし、環境健康研究センター長）

執筆者プロフィール：

15年ほど前の国立環境研究所ニュースのこの欄に、趣味はテニス、音楽、料理と書いていました。この3つは今でも変わりませんが、それぞれの趣味に対する気持ちの優先度や割いた時間などはその時々で違っていたと思います。仕事が忙しい時ほど趣味に打ち込みたいという欲求が高まります。



【シリーズ先導研究プログラムの紹介：『小児・次世代環境保健研究プログラム』から】

大気汚染物質を含む環境汚染物質が免疫・アレルギーに及ぼす影響とその作用機構の解明

柳澤利枝

大気汚染物質とは、大気中に存在する有害な物質および物質群の総称です。高度経済成長期の日本では、工場や自動車などから排出される硫黄酸化物や窒素酸化物、あるいは窒素酸化物や揮発性有機化合物が、紫外線を受けて光化学反応を起こすことで生じる光化学オキシダントなどによって大気汚染が進行し、これらの物質による健康被害は大きな社会問題になりました。その後、工場などの煙から出る煤塵や、ディーゼル車の排気ガスに含まれる黒煙に由来する粒子状物質（Particulate Matter; PM）による呼吸器疾患への影響も報告されました。さらに、都市部における自動車交通量の急増は、浮遊粒子状物質による大気汚染を深刻化させました。中でも、2.5 μm以下の粒径の小さい大気中粒子状物質はPM_{2.5}と呼ばれ、肺の奥まで入りやすいことから、喘息や気管支炎などを起こすリスクが高いことが報告されています。最近では、より粒径の小さいナノサイズの微粒子である「ナノ粒子」や、大気中でオゾンや光化学

反応による酸化によって生じる「二次生成粒子」などによる健康への影響が懸念されています。加えて、大気汚染が国境を越えて周辺の国や地域にまで拡大する「越境大気汚染」の影響も注目されています。

一方、近年、小児を中心に、アトピー性皮膚炎、食物アレルギー、花粉症、アレルギー性喘息などのアレルギー疾患が急増しており、その原因としては、大きく遺伝的要因と環境要因の2つが挙げられます。しかし、遺伝的な変化が短期間に、なおかつ多くの人に普遍的に起こるとは考えにくく、私達を取り巻く環境要因、つまり、居住環境、食環境、あるいは衛生環境などの急速な変化が、アレルギー疾患の増加につながっているのではないかと考えられています。実際、アレルギー疾患の罹患率は、開発途上国に比べて先進国で高いことが疫学研究で示されています。

ここで、アレルギーが起こるメカニズムについて少し説明したいと思います（図1）。アレルギーは、人に備わっている防御機構である免疫反応が、本来

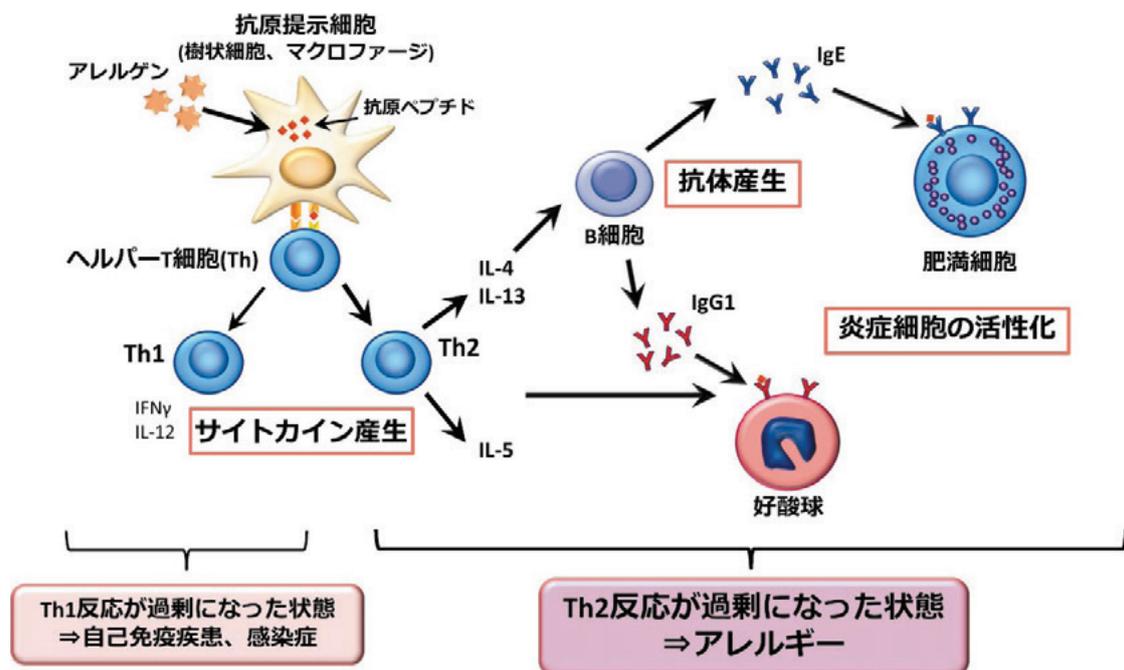


図1 アレルギー発症のメカニズム

●特集 大気汚染の現状と健康影響評価●

無害な物質（花粉、食物、ダニなど）に対して過剰に起こる状態を言います。アレルゲン（アレルギー反応をひき起こす原因物質）が体内に入ると、まず樹状細胞などの抗原提示細胞に取り込まれ、ヘルパーT（Th）細胞という細胞にその情報を提示します。これにより、活性化されたヘルパーT細胞は、Th1細胞、あるいはTh2細胞に分化します。Th1細胞は、IFN- γ やIL-12などのサイトカインと呼ばれる液性タンパクを産生し、主に細菌やウイルスなどを攻撃、破壊します。一方、Th2細胞から産生されるIL-4やIL-13といったサイトカインは、B細胞からのIgEやIgG1という抗体の産生を促し、同じくTh2細胞から産生されるIL-5というサイトカインは好酸球という炎症細胞を活性化します。このTh1とTh2の両者は、互いにバランスを取りながら免疫機能を制御していますが、遺伝要因や環境要因などによりそのバランスが崩れて一方が過剰に活性化すると、様々な免疫疾患を引き起こします。一般的に、アレルギー疾患はTh2反応が過剰に起こる状態を言います（図2）。

ここまで述べてきた、大気汚染の進行やアレルギーの急増という状況を踏まえ、私達は、都市部におけるPM_{2.5}の構成成分の一つであるディーゼル車の排気ガスに含まれる微粒子（Diesel Exhaust Particles; DEP）が、近年におけるアレルギーの増加と関連があるのではないかと考え、DEPがアレルギー性喘息に及ぼす影響について検討することにしました。実験方法は、まず、マウスの気管内にアレルゲンを反復的に直接投与することにより、ヒトのアレルギー

性喘息に近い症状を起こすモデル動物を作製しました。このモデル動物に、DEPを反復的に気管内投与すると、アレルゲン単独と比べて、肺により多くの炎症細胞が集まり、Th2反応に関わるサイトカインやケモカイン（炎症部位への炎症細胞の移動を促すタンパク）の産生が上昇しました。また、アレルゲン特異的なIgEやIgG1の抗体産生も顕著に増加していました。これらの結果から、DEPはアレルゲンによるTh2反応をさらに促進することにより、アレルギー症状を悪化する可能性が考えられました。

ところで、DEPは単一の成分で構成されている訳ではなく、元素状炭素粒子を核とし、数百～数千とも言われる多環芳香族炭化水素、飽和脂肪酸、硝酸塩、硫酸塩、金属などで構成されている、いわば化学物質の集合体です。これより、DEP曝露によるアレルギー性喘息の悪化がどの物質に起因するものかを明らかにするため、DEPから有機溶媒で有機化学成分を抽出し、炭素粒子を主体とした残渣粒子成分と分け、それぞれの影響を検討しました。その結果、残渣粒子成分よりも有機化学成分の方が、アレルギー性喘息モデルにおける気道の炎症やアレルゲン特異的な抗体産生をより増強させることが分かりました。

そして現在、本プログラムのサブテーマの一つである「環境汚染物質の免疫・アレルギーに及ぼす影響に関する作用機構の解明と評価システムの構築」では、環境汚染物質曝露によるアレルギー疾患への影響評価とその作用メカニズムについて検討を行っています。私達が生活する環境中には、先に述べたような大気汚染物質だけでなく、室内汚染物質を含め、様々な化学物質が溢れています。このような物質の中には、それ自体には健康への影響がなくても、アレルギーなどの疾患を有している場合、言い換えれば、化学物質に対する感受性が高いと考えられる場合、症状を悪化させたり、顕在化（発症）させたりする物質が含まれている可能性があります。これまでに、本サブテーマで得られている成果を一つ紹介します。対象物質として選択したのは、ベンゾ[a]ピレン（Benzo[a]pyrene; BaP）という物質です。BaPは、DEP中やタバコの煙に含まれており、発ガン性を有することが報告されていますが、アレルギーに対する影響に関しては未だ不明な点が多い物質で

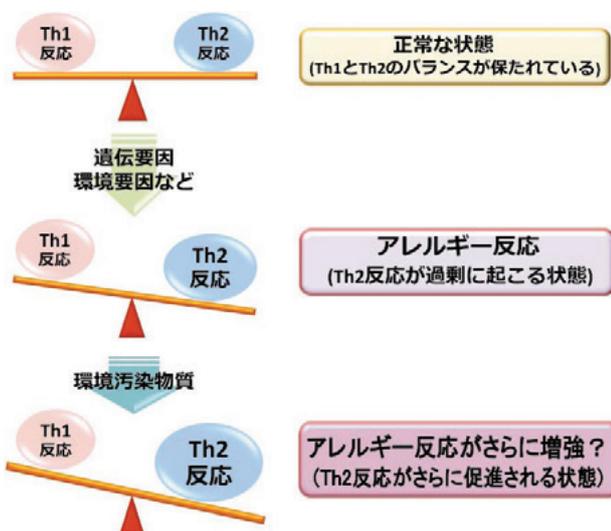


図2 Th1/Th2バランスとアレルギーとの関係

す。アレルギー性喘息モデルマウスに対してBaPを反復的に投与すると、肺における好酸球などの炎症細胞やサイトカインやケモカインの産生が顕著に増加しました(図3)。また、アレルギー特異的IgG1抗体の産生も上昇することが分かりました。加えて、所属リンパ節中の細胞増殖や、抗原提示細胞の活性化の促進も認められました。以上の結果から、BaPは免疫担当細胞の活性化などを促進し、Th2反応をより過剰な状態にすることにより、アレルギー性喘息を悪化させる可能性が考えられました。現在、私たちが日常的に曝露される可能性の高い他の環境汚

染物質についても、さらに検討を進めています。

これまでは、小児から成人への環境汚染物質曝露による免疫・アレルギーへの影響を主に検討してきましたが、環境の変化に対して感受性が高いのはアレルギーのような疾患を有している方だけではありません。胎児、あるいは乳幼児も、環境の変化に非常に影響を受けやすい集団の一つと言えます。環境健康研究センターでは、2010年より開始された「子どもの健康と環境に関する全国調査」(エコチル調査)のコアセンターが設置され、環境要因(環境汚染物質の摂取など)が子どもの成長・発達に与える影響を明らかにするための大規模な疫学調査が行われています。これを踏まえ、実験的研究からも、発達期(胎児期、乳児期、小児期)における環境汚染物質の曝露が免疫・アレルギーに及ぼす影響を明らかにし、その作用メカニズムを解明することにより、疫学的研究に実験的な科学的根拠を与え得るデータの蓄積に努めていきたいと考えています。

(やなぎさわ りえ、環境健康研究センター
生体影響研究室 主任研究員)

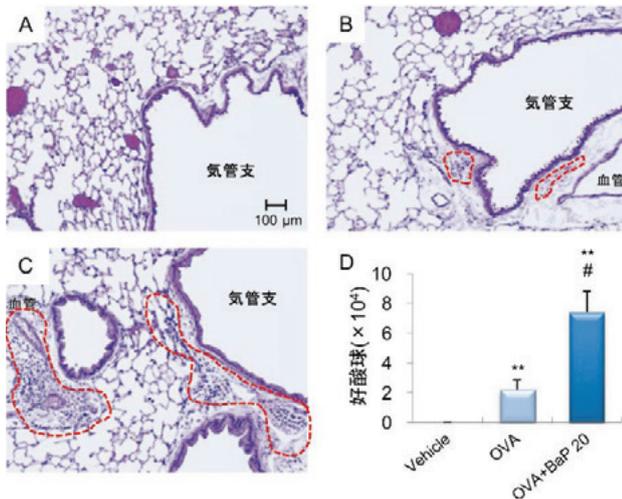


図3 BaP曝露によるアレルギー性喘息への影響
(A)-(C)は肺の病理組織です。Vehicle(対照)群(A)では炎症細胞は認められません。アレルギー(OVA)を気管内投与したアレルギー性喘息モデルマウスの肺では、気管支や血管の周囲に炎症細胞が集まっています。(B)の図。赤い点線に囲まれた部分の紫色の小さな点が炎症細胞)。さらに、アレルギー性喘息モデルマウスにBaPを投与した(C)では、(B)より多くの炎症細胞が観察され、OVAによって起きた肺の炎症がさらに悪化していることが分かります((C)はOVA+BaP 20 (pmol/動物/週)の群)。(D)は、肺胞の中に集まってきた好酸球の細胞数の結果です。OVAのみの群と比べて、OVA+BaP 20の群で顕著に増加したことを表しています。
**; P<0.01, vs. Vehicle(対照)群, #; P<0.05, vs. OVAのみの群

執筆者プロフィール:

つくばでの生活も19年目に入りましたが、最近はその大半が自宅と研究所の往復で過ぎていきます。非日常を感じられる年に数回の旅行が、リフレッシュできる貴重な時間です。(写真は今年2月にスペインを訪れた際の1枚です)



●特集 大気汚染の現状と健康影響評価●

【研究ノート】

大気汚染物質を細胞に直接曝露する気液界面細胞曝露装置

古山 昭子

【はじめに】

今年の春は“PM_{2.5}”、“黄砂”、“スギ花粉”と大気中の粒子状物質が次々話題に上りました。健康な成人は1分間に15～20回呼吸しています。1回の呼吸量を約0.5リットルとすると1日に約1万から1万5千リットルの空気を吸い込むこととなりますから、私たちが生活している環境の空気に含まれる大気汚染物質が健康に及ぼす影響について明らかにすることは重要な課題ですが、多種多様な空気中のガス状・粒子状の物質についての評価をするにはたくさん実験動物を用いなければいけません。一方で近年、世界的に動物愛護の精神から実験動物を使った研究を最小限にしようという方向にあります。そこで動物実験代替法として登場するのが培養細胞を用いた影響評価です。生体は神経・呼吸・循環・免疫・代謝などが相互に連携しあっている上に、感情などの影響も受ける複雑系です。いろいろな培養細胞で得られた知識をまとめれば健康影響や生命現象が解明できるかという、まだまだほど遠いのが現状ですから、実験動物やヒトでなければ判らないこともたくさんあります。一方で、細胞レベルに単純化することで、細胞機能への影響が検出し易くなることもありますし、多くの試料を評価することが可能になります。ここでは気液界面曝露法を用いた、ディーゼル排気粒子の細胞への直接曝露による毒性評価について紹介したいと思います。

【気液界面曝露法】

生物の体を構成している基本となる単位は細胞です。様々な機能を持った細胞が集まって構造を持った器官を構築することで、それぞれの器官が独自の機能をバランス良く発揮して体の恒常性が維持されています。従来の溶液曝露法は、試験薬物の投与経路や体内動態を加味してターゲットとなる器官を想定し、その器官から細胞を取り出して培養液で満たしたシャーレ上に播種して培養します。その培養液

に試験薬物を溶かして細胞に曝露して影響を測定します（図1）。溶液曝露法の利点は、曝露濃度や曝露時間の制御が容易であることです。しかしながら、空気中の物質を細胞に曝露する手法としては不都合があります。これまで大気中の粒子状の物質を溶液曝露法で細胞に曝露するためには、粒子を捕集フィルターに捕集してそこから粒子や付着している成分などを抽出して溶液に懸濁する作業が必要でした。この作業中に反応性の高い化学物質は化学反応が進行し、物質自体が変化するあるいは含有量が変わる可能性があり、また凝集しやすいナノ粒子などの場合には分散状態の制御が難しいところが悩みの種でした。もちろんガス状や揮発性の物質の曝露も困難です。そこで空気中のガスや粒子状の物質の物性を保ったまま直接曝露するために開発されたのが気液界面曝露法です。大気汚染物質の最初のターゲットになる肺上皮細胞や角膜細胞を底面が多孔性プラスチック膜のカルチャーインサートで培養し、その細胞の上に空気と一緒に直接曝露物質を吹き付けます。細胞表面の培養液をできるだけ少なくして本来の肺に近い状態で細胞にガスや粒子を曝露すると

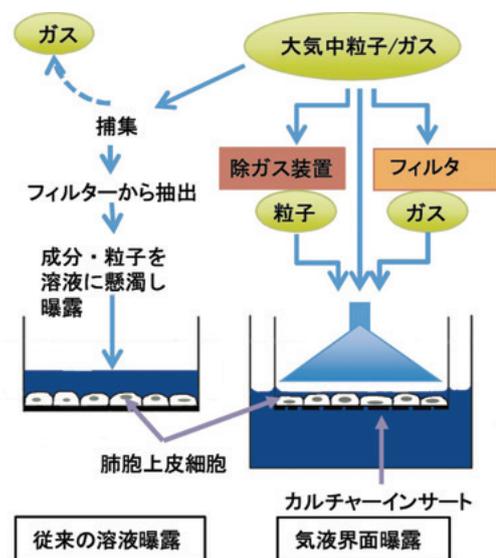


図1 溶液曝露と気液界面曝露

もに、培養液が孔を介して細胞に供給されて細胞表面の乾燥を防ぐことができます。気液界面曝露法の欠点は、粒子が細胞の上に落ちる割合が低いことや、気液界面での細胞の乾燥を防ぐため曝露流量を低く抑える(0.008 L/min) 必要があり短時間しか(2時間) 曝露できないことです。粒子の形や大きさと流量などにより粒子が細胞の上に落ちる割合が異なるために、気液界面曝露における細胞への曝露用量はコンピュータを用いたシミュレーションなどで求める必要があります(リスク村Meiのひろば: http://www.nies.go.jp/risk/mei/mei002_12.html)。

【ディーゼル排気曝露の影響評価】

私たちはナノ粒子を多く含むディーゼル排気粒子曝露の影響評価にこの気液界面曝露法を用いました。有機化合物と元素状炭素などから成るディーゼル排気粒子はPM_{2.5}の構成成分の一つです。ディーゼル排気自体はディーゼル排気粒子以外にもガス成分と半揮発性有機化合物を含んでいますが、これまでディーゼル排気の粒子とガス成分の曝露影響の比較は行われていませんでした。そこで、ディーゼル排気の粒子とガス成分を細胞に直接曝露して影響を評価するために、気液界面細胞曝露装置(図2 A)を用いて清浄空気、長期規制(平成11年規制)適合車のディーゼルエンジンをアイドリング運転した排気(全排気)、HEPAフィルターを経由して粒子を除去したガス成分のみ(ガス)、ガス成分と清浄空気を置換するガス交換器を経由して除ガスした粒子のみ

(粒子)をそれぞれラット肺胞上皮細胞に曝露しました。

細胞毒性の指標としては、細胞生存率(図2 B)と酸化ストレス応答遺伝子(ヘムオキシゲナーゼ: HO-1)の発現(図2 C)を測定して影響を評価しました。酸化ストレスは炎症、アレルギー、糖尿病、動脈硬化、脳梗塞、老化など多くの疾患の原因の一つと考えられ、生体内で酸化と抗酸化のバランスが酸化に傾いている状態です。平均粒径約20 nmの粒子を含む排気を細胞培養面積あたり推定沈着量約4×10⁸個/cm²の粒子濃度で曝露した場合、細胞生存率には顕著な変化が認められませんが、定量的にわずかな遺伝子発現変化を測定するリアルタイムRT-PCR法でHO-1遺伝子発現をみるとガス、粒子曝露でそれぞれ増加傾向が、全排気曝露で有意に増加することが確認されました。ガス成分と粒子曝露では同程度の酸化ストレスが誘導され、全排気を曝露した場合にはガス成分と粒子の影響が相加的に作用することがわかりました。

【おわりに】

気液界面細胞曝露装置を用いたガス状・粒子状の物質の細胞への直接曝露は大気汚染物質や室内環境汚染物質の毒性スクリーニングに有用であると考えられますが、粒子の曝露手法には凝集しやすい粒子を分散する手法や粒子が細胞の上に落ちる割合を上げる手法などまだまだ課題が多く、粒子の発生や測定・分析などの分野の研究者との協力が不可欠です。私たちのグループではPM_{2.5}を構成するディーゼルエンジン排気や人為・自然起源の二次生成有機エアロゾルなどを気液界面曝露法により細胞に曝露するだけでなく、実験動物に吸入曝露して毒性影響評価と毒性発現機構の解明をおこなうことにより、健康リスクの低減に貢献したいと考えています。

(ふるやま あきこ、環境リスク研究センター
健康リスク研究室 主任研究員)

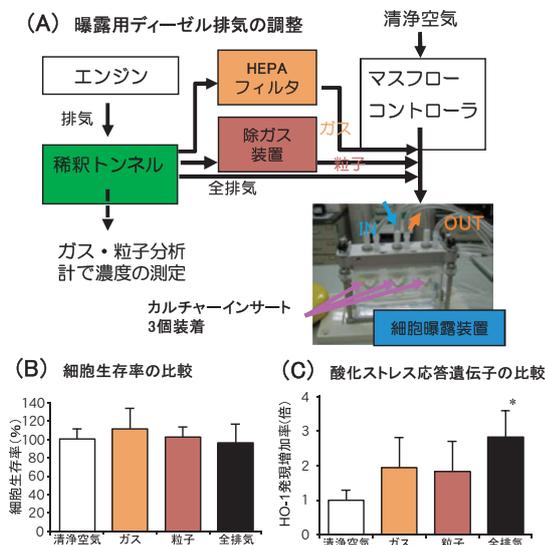


図2 細胞曝露実験系と影響比較

執筆者プロフィール:

クラシック鑑賞と演奏が趣味でしたが、最近感銘を受けたのは、井上ひさしさん作詞の「いきいき生きる」釜石小学校校歌です。小学生だけでなく大人も「ともだちの手」と「まことの知恵」をつかんで、環境問題やいろいろな課題を解決していけるといいですね。

●特集 大気汚染の現状と健康影響評価●

【環境問題基礎知識】

PM_{2.5}の総復習

菅 田 誠 治

「PM_{2.5}」という言葉が今年の1月に生まれて初めて耳にした方も少なくはないでしょう。まず、1月中旬に北京でのPM_{2.5}高濃度が話題となり、続いて日本で高濃度が観測されたと大きなニュースになりました。ここではそのPM_{2.5}について基本をおさらいしたいと思います。

PM_{2.5}のPMは「粒子状物質」の英語である“Particulate Matter”の頭文字です。下付き数字の2.5は粒子の直径が2.5 μm（マイクロメートル、1 mmの1000分の1、以前はミクロンとも呼びました）以下であることを表しています。細かく言えば、PM_{2.5}を測定する際の粒子の選別手法の関係で2.5 μmより5 μm程度までの粒子もわずかながら含まれているのですが、一般的には「大気中に浮かぶ粒径が2.5 μmより小さい粒子」と理解しておけば十分です。2.5は下付きで書くのが本来なのですが、PM_{2.5}という書き方も一般には通用しています。

PM_{2.5}は粒子なので、気体ではなく固体もしくは液体です。PM_{2.5}等の粒子状物質をエアロゾルと呼ぶこともありますが、本来は気体である大気の中に気体でない粒子状物質がコロイド状に共存している状態を表していますので、厳密には粒子状物質自体を呼ぶ言葉ではありません。

大きさはなぜ2.5 μmなのでしょう。厳密に決められる値ではないのですが、粒子が気管支より深く肺の奥まで到達できて人体に影響を与える恐れがある大きさを基に決められています。人体影響についての詳細は、今号の他の記事を参考にして頂くのが良いと思います。

日本では2009年にPM_{2.5}の環境基準が定められました。基準は二つの条件から成り、PM_{2.5}の年平均値が15 μg/m³以下であることと、一日平均値が35 μg/m³以下であることの両者を満たすことです。この基準値は、EUよりは厳しく、米国と一緒に、WHOよりは緩い値で、世界的な基準の中庸に位置しています。

各種の大気汚染物質の濃度は、全国にある大気環境常時監視測定局において観測が行われ、その観測

値の多く（一部、ネットワークに繋がっていない測定局や項目があるため）は「そらまめ君」のホームページによりリアルタイムで確認できます。PM_{2.5}については、日本全国で600以上（平成24年度末）の測定局があります。1970年代から測定が続けられている光化学オキシダントの測定局数は1200局弱であり、PM_{2.5}についてもその程度の局数をめざし局数を増やす努力が続けられています。

一括りにPM_{2.5}と呼ばれますが、実際には様々な物質の集合体で、条件により含まれる成分は様々です。例えば、元素状炭素（EC）、有機炭素、硫酸塩、硝酸塩等の様々な物質が成分として含まれる（図）ほかに、黄砂等の土壌粒子や海塩粒子等も含まれます。様々な物質ですから、発生源や発生方法も様々です。最初から粒子状物質として大気中に放出される一次粒子と、原因物質となるガス状物質が大気中で反応（光化学反応・中和反応等）して生成される二次粒子があります。発生源は自然起源と人為的起源に分けられます。同時に、成分によって人体への影響も全く異なると考えられますし、取るべき対策も異なるはずで、様々な粒子状物質を大きさだけで一括りにして環境基準を決め常時測定等を行う一方で、発生源や影響や対策については成分毎にそれぞれ考える必要があるのが、他の大気汚染物質と大きく異なる特徴であり、また、扱いが難しいところだと思われます。

さて、今年の1月から2月にかけてPM_{2.5}高濃度が話題となったとき、国立環境研究所では即応的にデータ解析を行い、2月21日に「日本国内での最近のPM_{2.5}高濃度現象について」と題して記者発表を行いました。その内容は研究所のホームページ（<http://www.nies.go.jp/whatsnew/2013/20130221/20130221.html>）で確認できます。その解析では、「そらまめ君」のPM_{2.5}データを用いて、2013年1月1日から2月5日までの36日間における日本全国のPM_{2.5}濃度の概況を調べました。解析に使った測定局数は24道府県の169地点で、そらまめ君のネットワ

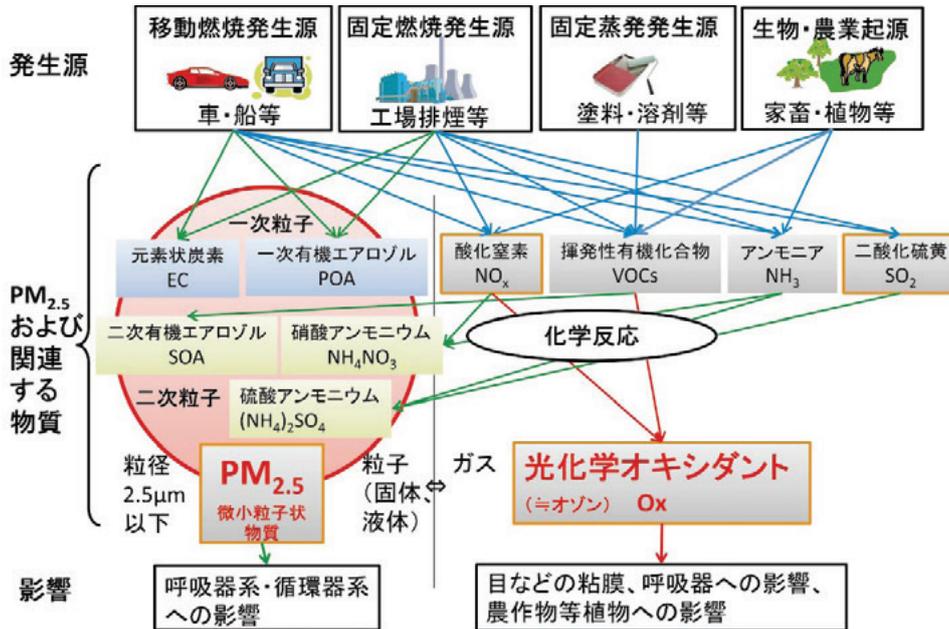


図 PM_{2.5}と関連物質の関係

ークシステム（テレメータと呼ばれます）に当時繋がっていた測定局のデータのみを対象としました。

まず、各測定局での日平均PM_{2.5}濃度を調べたところ、西日本を中心に環境基準値（1日平均値35 μg/m³）を大きく超える高濃度が度々みられました。全測定局での日平均値の期間中最大値は九州において1月31日に観測された69.8 μg/m³でした。36日間のうち16日間で、全国のどこかで環境基準値（1日平均値35 μg/m³）を超過した測定局がありました。1月31日には、全局数の31.0%で環境基準値を超過していました。各測定局における環境基準値超過の日数の分布を見ると、九州、中四国、近畿を中心に西日本に多く分布していました。2011年と2012年のデータも用いて、計3年分の1月中の有効な測定局数と日数の積算値の何%が環境基準値を超過したかを西日本対象に比較したところ、2013年の超過率4.0%は2012年（3.5%）と大差無いことがわかりました（2011年は1.0%でした）。その後も、他の解析方法も用いて解析しましたが、今年のこれまでのPM_{2.5}濃度は、ここ約3年間の中で特に高くはないことがわかっています。

1月のPM_{2.5}高濃度問題を受けて、環境省は「微小粒子状物質（PM_{2.5}）に関する専門家会合」を設置し、その結果、PM_{2.5}濃度の日平均値70 μg/m³が暫定的な指針値とされ、超過すると予想されるときに注意喚起（いわゆる注意報と思って良いでしょう）を行う

とされました。それ以降、PM_{2.5}濃度の日平均値が70 μg/m³を超えるかについても関心が持たれるようになりましたが、その観点でデータを解析しても今年例年並みという結果が現時点で得られています。

以上のようにPM_{2.5}濃度の観測データから、少なくともここ数年間で見て、今年の日本におけるPM_{2.5}濃度は特別高くはないということがわかります。日本でPM_{2.5}が高濃度になる要因の一つには越境輸送の影響があると考えられますが、例えば中国から日本に輸送されてくる間に拡散等によって濃度は10分の1もしくはそれ以下になると考えられます。現在の中国の大気汚染の状況は、PM_{2.5}濃度から見て、1970年代頃の日本の状況に比較的近いと考えられ、今後中国国内の対策も徐々に進められるだろうことを考え併せると、引き続き注意は必要でしょうが、特に恐れる心配はないだろうと個人的には考えています。

（すがた せいじ、地域環境研究センター
都市大気環境研究室 主任研究員）

執筆者プロフィール：

ストレスを飲み食いで解消する傾向があり現在増量中である。人間ドックでのコレステロール値を見ると、昨年までと比べて格段にマズイ健康状態なのだが、なかなか減量ができない。大した馬力も出ないのに困ったエンジンである。



【シリーズ重点研究プログラムの紹介：「化学物質評価・管理イノベーション研究プログラム」から】

残留性有機汚染物質の地球規模動態や生物への曝露量を予測する

河 合 徹

第3期中期計画の重点研究プログラム「化学物質評価・管理イノベーションプログラム」において、「化学物質リスク管理の戦略的アプローチに関する研究(PJ3)」が開始されました。この課題では、化学物質のリスクに対する社会における管理のあり方や物質の製造から廃棄に至るライフサイクル上の排出・曝露シナリオに関する研究、及び、化学物質の環境中における動態を予測するシミュレーションモデルの開発が行われています。化学物質の環境中における動態を予測するモデルでは、対象とする物質の性質によって、考慮される環境媒体や時空間スケールが大きく変わります。私たちの研究室では、より多様な化学物質を取り扱うために、国内規模で環境中に比較的短期間存在する物質（農薬等）を主に扱うG-CIEMS（Grid-Catchment Integrated Environmental Modeling System; http://www.nies.go.jp/rcer_expoass/gciems/gciems.html；国立環境研究所ニュースvol.30 No.5）と、地球規模で拡散し、環境中に長期間残留する物質を取り扱うFATE（Finely-Advanced Transboundary Environmental model）の2種類の多媒体モデルの開発を行っています。この内、本稿では、国立環境研究所のホームページで取り上げられていないFATEを紹介いたします。

これまで研究対象としてきた物質は、残留性有機汚染物質（persistent organic pollutants; POPs）です。POPsは難分解性、長距離移動性、生物濃縮性、及び高毒性に特徴づけられ、これら全ての特性において一定の基準を満たすものがPOPsとして認定されています。この性質上、特に地球規模での生態系への悪影響が懸念されてきた化学汚染物質であり、国際条約においても製造と使用を規制するための議論が盛んに行われてきました。代表的なPOPsにはポリ塩化ビフェニル（PCBs）やダイオキシン類等の、工業製品に含まれているものや非意図的に生成されるもの、また、DDT等の主に殺虫剤や農薬として使用されたものがあります。これらの過去に排出されたPOPs（計12種）に対しては、2004年より発効さ

れたストックホルム条約において、製造と使用が規制されており、環境中における濃度は徐々に減少してきているといわれています。一方、近年、臭素系難燃剤やフッ素系化合物等が新たに加えられ、現在では24種類の物質がPOPsとして取り扱われています。これらの新規のPOPsに関する研究は今後さらに重点的に進めていくことが必要です。

POPsやこの候補物質を取り扱うモデル研究では、対象となる物質が潜在的に多数存在しているというのが大きな特徴です。このため、特定の物質の詳細な動態評価を行う前段階として行われるスクリーニング評価に比較的重点が置かれます。このような評価に適したBOXモデルや解像度の粗い区画タイプのモデルが伝統的に広く研究されてきました。一方、ここ10年程度の間、計算機器の処理能力が大きく向上し、また、排出量等の入力データの整備も進みました。これに伴い、シンプルなモデルから、物質の輸送を時空間的に高い解像度で計算する、より複雑なモデルへと徐々に研究の主流がシフトしつつあります。

私たちが開発しているFATEもこれらの高解像度モデルに属するモデルで、諸々の物理プロセスに基づいて化学物質の空間輸送を計算する、化学輸送モデルが土台となっています。ただし、POPsの場合は、環境中にある、空気、水、有機物中に近いオーダーで存在しうるため、大気だけでなく、海洋、陸域、生物圏に渡る動態までを幅広く考慮する必要があります。FATEは大気、海洋、土壌、植生、氷圏の5媒体から構成される全球多媒体モデルで、これらの媒体間におけるPOPsの生物地球化学的循環を計算します（図1）。大気と海洋では物理モデルより得られた風速、流速、温度、降雨量等の気候データ（再解析データ）を利用し、それぞれ、水平方向2.5°と鉛直方向20層（大気）、水平方向1.0°と鉛直方向50層（海洋）の空間解像度でPOPsの3次元輸送が計算されます。また、沈着等の大気-海陸面間の輸送や、分解や相分配等の代表的な多媒体プロセ

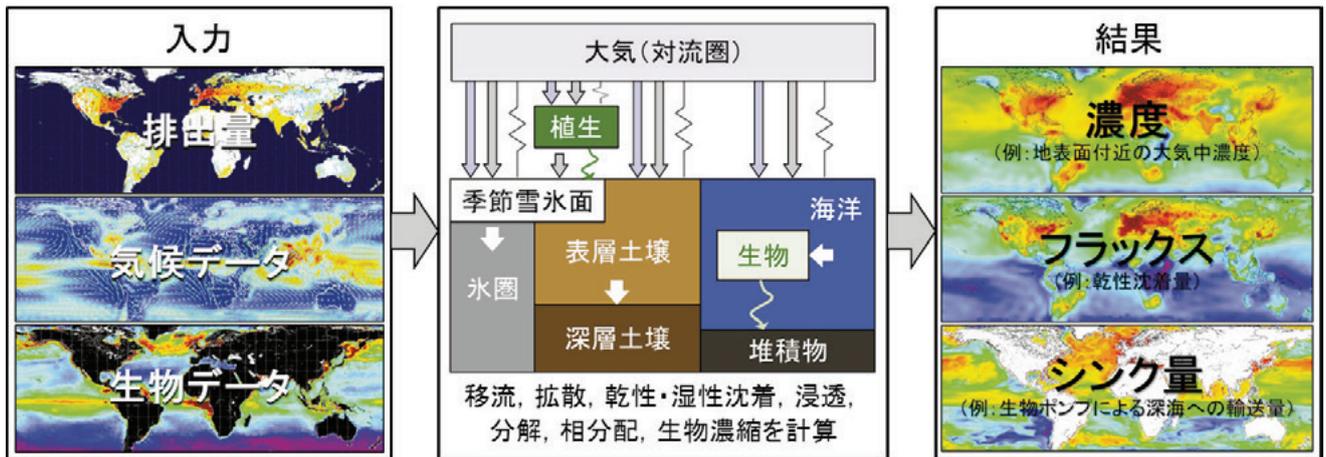


図1 全球多媒体モデルFATEの概念図。排出量、気候データ、生物データ等の入力データを用いて、環境中における濃度やフラックス、及び環境中からのシンク量を計算する。

スが考慮されています。さらに、私たちのモデルでは植生や海洋の低次消費者（植物プランクトンや動物プランクトン）への移行（生物濃縮）まで考慮しています。これらの生物は回転時間が速い（寿命が短い）ため、環境中におけるPOPの循環を考える上で重要な役割を担っています。特にプランクトンの死骸等の有機物の沈降に伴う深海への輸送量（シンク量）は、物質によっては定量的に非常に大きなものになります。計算に必要な海洋低次消費者のバイオマスや海洋内部における炭素循環は衛星データを用いて推定しています。このように、大気輸送だけでなく、海洋における物理輸送や低次消費者への移行まで考慮しているところが、私たちのモデルの特徴です。

本年度からは新たに、FATEを用いて海洋水産資源への曝露量を予測する手法の開発に取り組んでいます（H25年度国立環境研究所スーパーコンピュー

タ利用課題; <http://www.cger.nies.go.jp/ja/activities/supporting/supercomputer/index.html>）。POPsに限らず、有害物質の環境中における濃度から中-高次消費者を含めた生物全般への曝露量を地球規模で予測するのは非常に難しい課題です。この主要要因としては生態系構造を地球規模で予測することが難しいことや、低次消費者から中-高次消費者への生物濃縮に関する知見が不足していること等が挙げられます。しかしながら、海洋においては、衛星データのみを用いたシンプルなモデリングにより海洋生物のバイオマスや栄養段階等の生態系構造を予測する手法が開発されてきており、状況を打開するための材料がそろいつつあります。FATEとこれらの衛星データベースの生態系モデル、及び既存の生物濃縮モデルを統合することにより、魚類等の水産資源への曝露量を地球規模で予測することができるようになってきています（図2）。

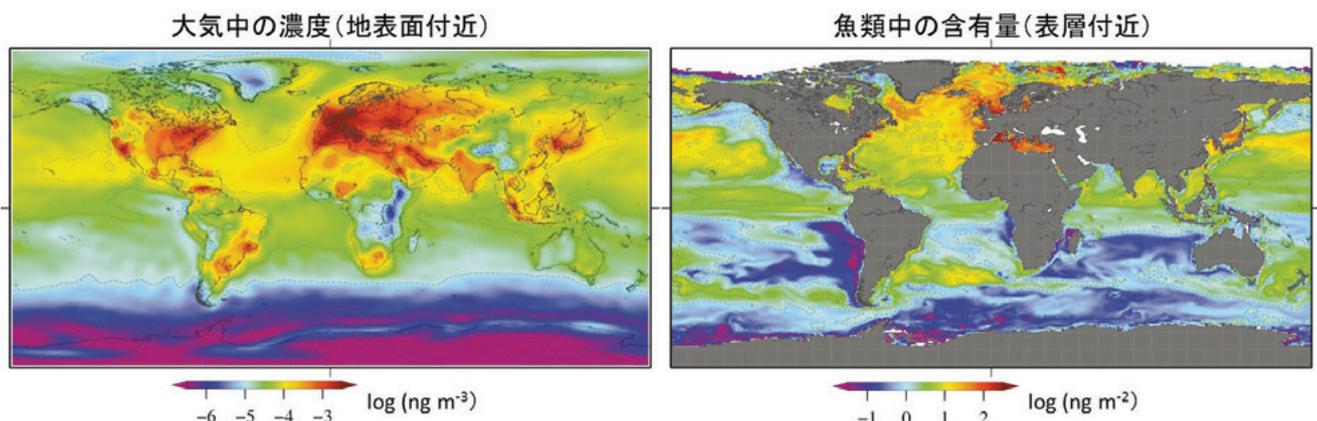


図2 FATEより推定されたPCB153の大気中の濃度（地表面付近）と、浅海（0 - 200 m）に生息する魚類中の含有量（2007年の年平均値）。

POPs等の多媒体でのモデリングが求められる物質に関しては、簡易的なスクリーニングツールを除いて、研究用に公開されているモデルがほとんどありません。このため、私たちは、全モデルコードを独自に開発する方向で研究を進めてきました。2008年よりFATEの開発を開始し、ようやく一定の成果が出せるところまで研究が進んできています。POPsの他に多媒体での取扱いが必要になる物質には、放射性物質や水銀等があります。この内、特に水銀は、地球規模でのモデリングが求められることや、水環境中での生物への移行が重要であること等、モデル研究としての枠組みがPOPsに近い物質です。また、水銀に関する水俣条約が2013年10月の外交会議にお

いて採択・署名されることが見込まれており、国際社会における関心も高まっています。現在、私たちの研究室では、FATEを水銀に拡張する準備も進めています。

(かわい とおる、環境リスク研究センター
リスク管理戦略研究室)

執筆者プロフィール：

最近パソコンと向き合うことが多くなりましたが、以前は、田んぼや大学のグラウンドに模型都市を作って気象観測をしていました。運動不足になりがちなので、週末は趣味の釣りに出かけることが多いです。



木漏れ日俤リ

クズは秋の七草のひとつです。国立環境研究所の構内にもあちこちに生えています。多年草で、根にたっぷりデンプンを蓄えて冬を越し、春になるとつるを勢よく伸ばします。根にたくわえられたデンプンから作られるのが葛粉（くずこ）です。また、根を干したものは漢方薬の材料になります。構内の定期的な草刈りのときにクズも刈り払われますが、それを免れるものもあります。写真1は、高さ6メートルほどの鉄柱にからみついたクズですが、中に何かあるのかまったく見えません。クズの葉は、3枚の小葉（しょうよう）に分かれています（写真2）。夏の暑い盛りに太陽の光を受けた葉は、小葉の付け根でねじれて、互いに重なりあって強すぎる光を避けます（写真3）。そんな夏の後半になると、いかにもマメの仲間らしい花が咲き、甘い香りが漂います（写真4）。やがて秋になるとマメのさやができます。写真5では、晩秋の陽射しを受けてさやの毛が輝いています。（竹中明夫）



国立環境研究所福島支部準備室の設置について

国立環境研究所では、東日本大震災以降、被災地の復興支援と環境創造に向けて、災害と環境に関する研究を鋭意推進してまいりましたが、この度災害環境研究の現地研究拠点として、平成28年度に開設を予定している福島支部の各種準備を進めるため、平成25年10月1日に、国立環境研究所本構（つくば市）に福島支部準備室を設置しました。

福島支部は、福島県が現在整備計画を進めている福島県環境創造センター（仮称）内に開設し、職員25名、契約職員を含め総数80名の規模を予定しています。

福島支部準備室は、室長以下、研究部門および企画・管理部門を配置し、主として以下の業務を実施します。

- ①福島支部設置までの間における研究所本構（つくば市）を拠点とした災害と環境に関する研究所内の関連研究センターと連携した実施および研究環境の整備
- ②福島支部設置に向けた研究企画・調整、施設整備および管理・運営に係る準備・調整並びに他機関（環境省、関係自治体、国内外の他研究機関等）との連携調整

今後、国立環境研究所で取り組んでいく総合的な災害環境研究は、「環境回復研究」、「環境創生研究」、「災害環境マネジメント研究」の3つのプログラムを中心に展開し、福島等被災地の着実な環境回復と復興を進めるとともに、将来の災害に備えた環境マネジメントシステムを構築することを目的としています。なお、将来福島支部で実施する具体的な研究の内容については、今後、関係機関と連携調整して決定していくこととしています。

※これまでの災害と環境に関する研究の成果については、「東日本大震災後の災害環境研究の成果」をご参照ください。（http://www.nies.go.jp/saigaikenkyu/saigaikenkyu_all.pdf）

【環境回復研究プログラム】 福島等の放射能被災地の環境回復を推し進めるため、日本原子力研究開発機構を始めとする国内外の研究機関と連携して、①長期モニタリングやモデルによって環境中の放射性物質の汚染実態や移動・蓄積を解明し、長期的な推移を把握するとともに、除染などの対策の事前評価・効果予測を実施する。更に、②無人化や除染によりかく乱された生態系の変化の評価・予測や、放射線等の野生生物への影響評価を行う。また、各種汚染廃棄物等の安全・効率的な処理を推進するために、③放射性物質に汚染された廃棄物および土壌等の処理処分等技術・システムを確立するための研究を実施する。

【環境創生研究プログラム】 復興からの自律的な地域環境の再生と創造のために、地方自治体や企業、住民さらに国内外の研究機関と連携して、①復興と再生・創造のニーズに応える地域情報の体系化やその地域情報を活用して、復興地域の生活を支援する双方向のコミュニティ情報システムを構築するとともに、②被災自治体における中長期の地域回復や復興、再生のターゲット策定を可能にする地域統合解析モデルを開発する。更に、③地域モデルにより策定された中長期シナリオとの整合性を考慮した事業計画のロードマップをステークホルダー参加型で描く「社会行動研究」を推進する。

【災害環境マネジメント研究プログラム】 東日本大震災（原発災害を含む）等の検証研究を通して得られた知見を系統化、一般化することにより、将来の災害が起こった場合の備えとして、環境に対する影響を評価し、それに適切に対応できる社会づくりを支援するための研究を行う。具体的には、①地域における災害廃棄物の管理、処理技術、マネジメントを確立するための研究、②災害に伴う環境・健康評価、リスク低減のための技術・社会システムの設計・評価、③災害環境研究に関する情報プラットフォーム・人材育成プログラム、人的ネットワークの構築、を実施する。これら活動を通じて災害環境学を確立するとともに、その成果を国内外へ発信する。

【行事報告】

「サマー・サイエンスキャンプ2013」開催報告

毎年恒例となった高校生の体験イベント「サマー・サイエンスキャンプ」（主催：(独)科学技術振興機構）に、今年も国立環境研究所では2プログラム3コースを実施しました。

7月下旬、急に夏らしい陽射しが強まり始めたところに「環境と生物」プログラムの「オゾンの植物影響」と「多様な藻類の観察」の2コースを実施しました。「オゾンの植物影響」では、実験用植物に光化学オキシダントの原因物質であるオゾン曝露したときの様子から、可視障害が品種によって大きくなることを観察し、植物の環境ストレスに対する防御機構が多様化していることを実験しました。また「多様な藻類の観察」では、研究所内の池で採取した藻類試料と、所内で保存している藻類株を観察して、藻類の多様性の理解と分離、培養、保存技術について体験し、藻類の作ったオイルの抽出実験から藻類の有用性についても学びました。両コースとも電子顕微鏡やガスクロマトグラフィーなど、普段は使わない実験装置などに苦労しつつも、参加者同士が助け合いながら実習に取り組み、無事に結果をまとめることができました。



「東京湾の魚介類と環境～本当の姿を実体験！～」プログラムでは、横浜市漁業協同組合のご協力を賜り、東京湾内の2地点において水質観測と魚介類のサンプリング（底曳き網）を行いました。同じ湾内でも地点や水深によって水質や環境が異なることを観察し、そこに棲む生き物の違いなどを実体験しました。底曳き網で採れたサンプルは、翌日研究所内で種別等の同定を行いました。時期は8月、一晩経った魚介類のおいも忘れられない経験となったことでしょう。参加した高校生たちは、時折行き交う船からの波をうけての魚介類の採集や、終日立ったままでの同定作業、多くのデータを分析しまとめる作業など、教科書で学ぶ理科の授業とは全く異なる4日間に満足した様子でした。高校生からは「研究者って地道なんだなぁ」という声も聞かれました。



国立環境研究所ではこれらのイベント参画を通して次代を担う子供たちに、環境研究や科学への関心を一層高めてもらうとともに、将来の選択肢を広げることに協力していきたいと考えています。このイベントに限らず、多くの皆様にご参加いただきご理解いただける機会を増やしていきたいと考えております。

(企画部広報室)



日本下水道協会 ポスター発表セッション優秀賞

受賞者：小野寺崇

受賞対象：タイ・バンコクにおける開発途上国向け下水処理技術の実証試験（第50回下水道研究発表会予稿集, 25-27, 2013）

受賞者からひとこと：2013年7月31日～8月1日に東京ビッグサイトで開催された第50回下水道研究発表会において、「タイ・バンコクにおける開発途上国向け下水処理技術の実証試験」と題したポスター発表を行い、優秀賞をいただきました。本研究では、東南アジア等の開発途上国に適用可能な下水処理技術として、スポンジ担体を用いた散水ろ床法である **Down-flow hanging sponge(DHS)**を提案し、タイ・バンコク都の実下水処理場にて1年以上の実証試験を行いました。本発表では、提案技術が優れた処理性能を発揮するとともに、運転管理が容易であり、余剰汚泥が少ないなど、途上国への高い適応性を有することを示しました。また、散水ろ床法では、後生動物の大量発生による汚泥損失（性能悪化）が大きな問題でしたが、本提案技術はこの問題も解決できるユニークな技術であることを示しました。今回の受賞を励みにして、今後も地道に技術開発と実証試験を行うとともに、研究成果の発信を積極的に行っていきたいと思っております。

日本エアロゾル学会 論文賞

受賞者：藤谷雄二、佐藤圭、古山昭子、伏見暁洋、伊藤智彦、田邊潔、平野靖史郎、今村隆史、高見昭憲

受賞対象：二次生成有機エアロゾルの毒性評価を目指した小規模チャンバーによる粒子発生法評価（*Earozoru Kenkyu*, 27(4), 350-356, 2012）

受賞者からひとこと：第30回エアロゾル科学・技術研究討論会において「論文賞」をいただきました。論文賞は、エアロゾル学会誌「エアロゾル研究」に過去3年間に発表されたオリジナルの研究論文・技術論文の中で特に優れた論文の著者に対して授与されるものです。ガス状物質の酸化反応で生じる二次生成有機エアロゾル（SOA）の毒性評価を行うためには、まず、SOAを発生させて試料を得なければなりません。試料量を確保する等の観点から、従来は大型チャンバーを使用します。本研究では、比較的安価で小回りがきく小型チャンバーでSOA試料を作成するための発生条件の最適化、チャンバーの形状や大きさの最適化を行いました。さらに得られた試料で化学分析・毒性スクリーニングを行いました。小型チャンバーでも試料が得られるという実用性を示し、また、応用まで示したことが評価されました。本研究成果は複数の研究センターの研究者が参画して得られたものであり、国立環境研究所の総合力の強みが発揮できたと思っております。昨年度に同学会で受賞したベストポスター賞に引き続き、論文賞を受賞できたことは大変に自信になります。この受賞を励みに、ますますエアロゾル工学と毒性学の学際的な分野で活躍できるよう、精進していきたいと思います。

環境科学会 奨励賞

受賞者：田崎智宏

受賞対象：資源・廃棄物管理の政策とライフスタイルに関する研究

受賞者からひとこと：このたび、公益社団法人環境科学会から「資源・廃棄物管理の政策とライフスタイルに関する研究」と冠した奨励賞をいただくことができました。前半は、家電リサイクル法をはじめとするリサイクル法の実態評価（<http://www.nies.go.jp/kanko/kenkyu/setsumei/r-191-2006.html>）や回収促進制度の概念整理（<http://www.nies.go.jp/kanko/kenkyu/setsumei/r-205-2010.html>）、持続可能な物質管理に向けた管理方策の類型化・特性化などのこれまでに実施してきた政策研究を評価いただいたもので、後半は、現在進行中の国立環境研究所の研究プロジェクト「持続可能なライフスタイルと消費への転換に関する研究」の研究発表等のアクティビティを評価いただいたものです。2000年に入って循環型社会形成推進基本法、同基本計画、個別リサイクル法の成立と施行が相次いだ中、こういった研究であれば研究を通じて社会貢献ができるかを問い続けた十数年でしたが、このような形で奨励賞をいただくことができ非常に嬉しく思うと同時に、助言をくださった方々や研究を下支えしてくれた方々に改めて感謝を表します。引き続き、この研究分野の発展に貢献していきたいと思います。

日本陸水学会 第1回学会賞論文賞

受賞者：富岡典子、今井章雄、松重一夫

受賞対象：In-situ growth rate of *Microcystis* spp. and their growth-limiting factors: use of cellular RNA content (*Limnology*, 12(3), 235-243, 2011)

受賞者からひとこと：このたび、上記論文に対して日本陸水学会第1回学会賞論文賞を授与されました。本論文は、湖沼・河川研究室に当時在籍されていた永井氏を中心に、アオコの発生頻度の高い用水路において、採水、アオコ原因藻類の細胞濃度、リボソームRNA(rRNA)濃度および環境因子の測定を共著者が協力して行い、アオコ細胞の現場(in-situ)での増殖活性を細胞当たりのrRNA含量を用いて推定することが可能であることを明示したものです。今回の受賞を励みに、陸水環境での微生物、有機物の挙動を精力的に研究してまいりたいと思っております。

新刊紹介

NES Annual Report 2013

本英文年報は海外の研究者や行政担当者などを対象に、独立行政法人国立環境研究所の調査・研究の現状を紹介することを目的として年1回発行されています。本号は、2011年度から5年間の第3期中期計画の2年目にあたる2012年度の活動情報が取りまとめられています。第3期中期計画では、8つの研究分野ごとに設置された研究センターのもとで、10の重点・先導研究プログラム、および環境研究の基盤整備事業が実施されています。それらに環境情報部で実施された事業も含め、活動概要等を分かりやすく紹介しています。また、2011年3月におきた東日本大震災からの復旧・復興に向けて、各センターで行っている放射性物質・災害に関する研究活動等についても記載しています。

URL : <http://www.nies.go.jp/kanko/annual/ae19.pdf>

環境儀No.50「環境多媒体モデル-大気・水・土壌をめぐる有害化学物質の可視性-」

化学物質は、環境中のさまざまな媒体（大気・川や湖・土壌など）の中を移動あるいは分配されます。環境中に放出された化学物質が、いつ、どこに、どのくらい出現するかを正確に予測することが、人と環境に悪影響を与えないよう、適切に管理するために重要です。

本号では、地理情報を環境管理に応用する環境多媒体モデル「G-CIEMS」を中心に紹介します。

国立環境研究所では、大気、水、土壌などの環境多媒体モデルを用いて、環境中での化学物質の動態を予測し、その管理に応用する研究に取り組んでいます。複雑な地形を有する日本において環境中に放出された化学物質の動態を精密に再現するため、2001年から地理情報システム（GIS）を応用した新たなモデルの開発に取り組み、環境多媒体モデル「G-CIEMS」が完成しました。空間分解能を持つ環境多媒体モデルは、欧米にもほとんど存在しないもので、研究所がこれまでに行ってきた地理情報を環境管理に応用するさまざまな試みを発展させたものです。

本モデルは、農薬などの評価や解析にも応用され、解析結果を可視化したリスクマップが公開されるなど、研究と行政における環境管理の場面で着実に応用されつつあります。

URL : <http://www.nies.go.jp/kanko/kankyogi/50/02-03.html>

— 表紙の説明 —

左：環境基準値（ $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を超えるPM_{2.5}の日平均濃度が西日本を中心に1月30日～2月1日の期間観測された。全国の一般環境大気測定局で観測された日平均PM_{2.5}濃度の分布を1月31日と2月1日について示す。高濃度域が九州から瀬戸内地方に移っているのが見て取れ、越境汚染の影響の中心が東進したと考えられる。

右：温室効果ガス観測技術衛星（いぶき、GOSAT）に搭載された雲・エアロゾルセンサ（CAI）によって2013年3月19日午後1時半頃に撮影された画像。CAIで観測された紫外光、近赤外光、可視光の強度を画像の青色、緑色、赤色の明るさで表現した。朝鮮半島南部から九州北部、中国地方西部にかけて大気がかすんでいる様子が分かる。これは大気中に浮遊する黄砂起源の微小粒子によるものと考えられる。

編 集 後 記

学会でイタリアに来ています。昨夜は歳を考えずにフットサル大会にフル出場して足が痛い。この学会では主に欧州の研究者達が発表しています。様々なお国訛りの英語が飛び交う議論では、ネイティブの方が早口で話すのとはまた違ったヒアリングのスキルを要求されます。そうして懸命に議論を聞いてみると、その話は少し前に日本でもあって、ある程度結論がついていることに気が付きます。特に、欧州でこれから試されよ

うとしている技術が、日本ではすでに実機で稼働していることが多いのです。問題はそうした日本の経験がまったく彼らに届いていないことです。このような学会に参加することもその一つですが、全体的に私達の発信力の不足を痛感します。今回は、そのためには論文だけでなく何かが必要なのではないかと考え始めた次第です。これから痛い足を引かずして日本に戻ります。無事にたどりつくことを祈ってください。（M.Y.）

国立環境研究所ニュース Vol.32 No.4 (平成25年10月発行)

編集 国立環境研究所 ニュース編集小委員会

発行 独立行政法人 国立環境研究所

〒305-8506 茨城県つくば市小野川16番2

TEL : 029-850-2343 (環境情報部情報企画室)

E-mail : pub@nies.go.jp

●バックナンバーは、ホームページでご覧になれます。
<http://www.nies.go.jp/kanko/news/>

無断転載を禁じます

リサイクル適性の表示：紙へリサイクル可
本冊子は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料【Aランク】のみを用いて作製しています。