



国立環境研究所

二一ノ五

Vol. 24 No. 5

平成17年(2005)12月



気候変動枠組条約第11回締約国会合及び京都議定書第1回締約国会議（2005年12月，カナダ・モントリオール）参加報告は次号に掲載予定。

[目次]

それぞれの職責	2
ディーゼル排気微粒子と肺炎	3
生態系のコンピュータシミュレーション	5
ディーゼル排気粒子の呼吸器沈着，体内動態	7
オックスフォード雑感	9
見逃さない，放置しない，慌てない	10

【巻頭言】

それぞれの職責

森 口 祐 一

本年4月1日付で循環型社会形成推進・廃棄物研究センター長を拝命し、半年余りが過ぎた。今年度末で独立行政法人としての第1期中期計画期間が終了し、次期に向けての舵取りが求められる大事な時期にバトンを受け取った。文字どおり重責ではあるが、周囲の多くの方々を支えられ、忙しくも充実した日々を送らせていただいている。

酒井伸一初代センター長のもと、発足以来4年間、循環型社会形成システム研究室長としてセンターの一端を担ってきたとはいえ、センターの活動の全貌を理解していたとは言い難く、にわか勉強で職責を果たすべく努力している。「職責」というような言葉は研究者には似合わない、とお叱りを受けるかもしれないが、「責」を担うという気概と緊張感は持っていたい性分である。

それは、研究者としては明らかに異端といえる道を辿ったためかもしれない。今から思えば、研究者の何たるかがろくにわからないまま、研究者という職への一步を踏み出したといえる。研究者を志したというよりも、環境問題のために自分が一番貢献できそうな職は何か、と生意気なことを考えてこの道を選んだ。国家公務員試験を受け、厚生省や環境庁へと官庁訪問もした。縁あって当時の国立公害研究所に採用されたが、2年後には環境庁で行政を学ぶ機会を与えられ、さらに2年後にはバリのOECD（経済協力開発機構）事務局へ赴任し、1年2ヵ月を過ごした。在外勤務の後、研究所へ戻ったが、真つ当な道を歩めば博士後期課程で研究に没頭する3年間に相当する期間を、環境行政、国際公務で過ごした計算になる。その後、研究者にとってのいわば免許といえる博士号を論文博士で取得したが、研究者の王道を歩まれた方々からみれば、無免許運転まがいの行路と映るだろう。

専門分野、といえるほど深く掘り下げた研究テーマを持っているのかと自問自答することもあるが、部分と全体のつながりを見るシステム思考は、環境問題にとって重要な要素であると考えられる。これは、学ぶというよりも、On the jobで身についた感がある。廃棄物処理が水処理とともに主流とされる衛生工学

科の卒業ではあるが、廃棄物を専門としてきたわけではない。大気汚染、温暖化、エネルギー、資源と回り道をし、物質フロー研究を経て、循環型社会・廃棄物という分野に本格的に取り組むことになった。循環型社会に、「社会」という語が入っていることの重みを感じることが多いが、当研究所の「社会系」（入所当時の総合解析部、現在の社会環境システム研究領域を中心とする研究分野）に長く在籍してきたことの経験を活かしていきたい。

このように、他とは違うキャリアパスを歩ませていただいた経験を最大限活用することも、また職責であると考えられる。当センターは政策対応型調査・研究センターとして位置付けられ、行政との密接な連携を求められる部署である。霞ヶ関との適度な距離を保ちながら、学術的な研究成果を通じて政策の立案や実施に密接に関われる点で、国立環境研究所ほど恵まれた職場は珍しいだろう。むろん、政策とは一見無縁に見える基礎研究の場としても、申し分ないところである。その多様性と自由度が、国立環境研究所の宝であり、「学問の自由」を尊重し、それを存分に生かした研究に没頭することも、有る意味での職責なのだと感じる。

本来は、循環型社会研究、廃棄物研究の将来展望や抱負を述べるために与えられた紙幅であったかもしれないが、思うところを述べさせていただいた。組織形態の変わり目にあっても、それにいたずらに翻弄されることなく、これまで培われてきたこの組織の長所を最大限に生かして、環境問題の改善・解決に向けた知的活動に勤しむことが、責務であり、喜びでもある。今後ともご支援をお願いしたい。

（もりぐち ゆういち、循環型社会形成推進・
廃棄物研究センター長）

執筆者プロフィール：

マニアというほどではないが、鉄道を好む。都内各地での仕事が多いこともあり、短時間の乗り換えは、もはや特技の域。つくばエクスプレスの開通で新たな最短ルートを探索中。趣味はボウリング、のはずだが、最近足が遠のいている。

シリーズ重点特別研究プロジェクト：「大気中微小粒子状物質(PM2.5)・ディーゼル排気粒子(DEP)等の大気中粒子状物質の動態解明と影響評価」から

ディーゼル排気微粒子と肺炎

井上 健一郎

はじめに

最近の規制によりディーゼル由来排気ガスの発生が減少していることは事実です。しかし、それらの排気ガスに由来するディーゼル排気(DE)やディーゼル排気微粒子(DEP)による健康影響の評価とその対策は依然、環境汚染問題の重要課題の一つと考えられています。当プロジェクトの一環として私たちは、DEやDEPの健康影響について研究してきました。特にDEPの経気道曝露やDEの曝露が、呼吸器における免疫応答へのDEPの修飾効果について研究してきました。例えば、DEやDEPがアレルギー性気管支喘息を増悪させることを明らかにしてきました。

肺炎をはじめとする呼吸器への過度のストレスは、時として急性肺傷害という自らの過度の免疫応答によって肺組織を損傷へ導く病態に陥ります。さらにはその組織損傷は肺にとどまらず、全身性の炎症の惹起・増幅にまで発展することがしばしば見

れます。そこで私たちは、DEPの呼吸器循環器血管系への影響に注目し、DEPの経気道曝露が肺炎で惹起される急性肺傷害のみならずそれに随伴して起こる全身性炎症や血管内皮傷害、凝固・線溶系異常に及ぼす影響も併せて研究しております。この場をお借りしまして一部ですが、これまで当研究室で得られた知見を紹介させていただきます。

DEPは急性肺傷害を増悪する

我々は、肺炎に関連する急性肺傷害に対するDEPの修飾効果を明らかにする目的で、細菌毒素(E. Coli)の経気道曝露により惹起されるマウス肺傷害モデルを用いてDEPの経気道曝露による影響を検討しました。マウスに細菌毒素を投与して24時間後に肺の組織像を検討したところ、DEP(D)及び細菌毒素(C)単独投与群と比較して、DEPと細菌毒素の併用群では著明な炎症細胞浸潤、浮腫、肺泡出血が観察されました(B)。その他、炎症細胞の遊走や活性といった肺傷害において重要な役割を果たして

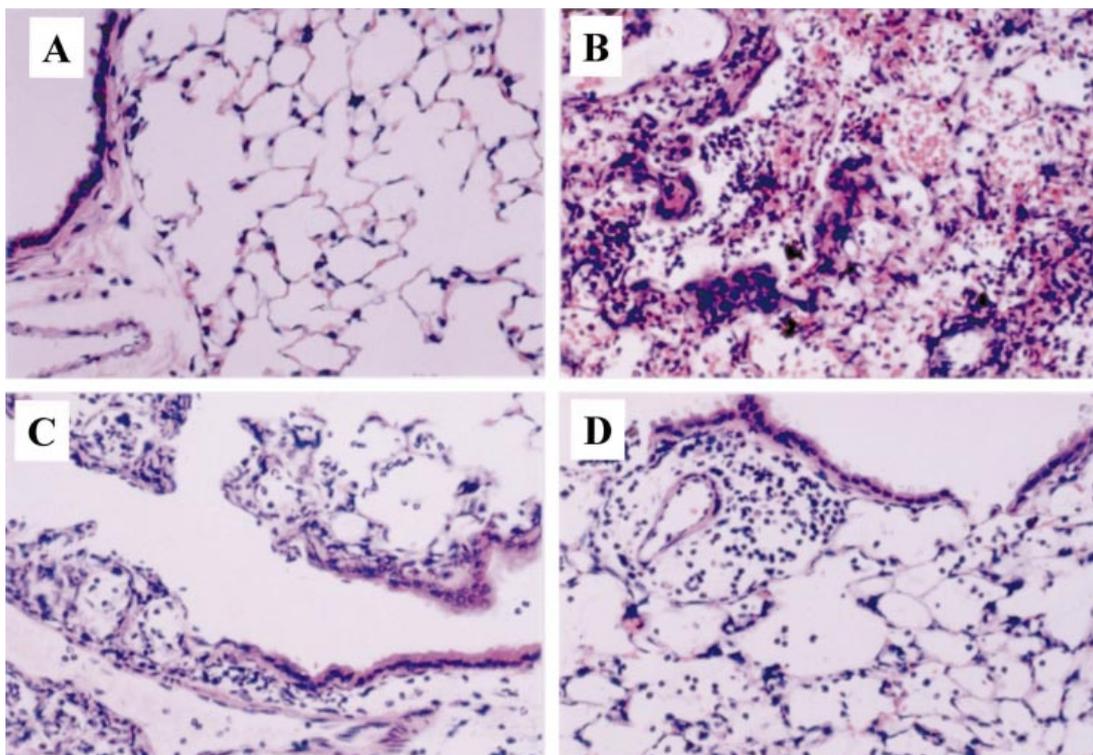


図 肺組織像 (A)コントロール, (B) DEP + 細菌毒素, (C)細菌毒素, (D) DEP

いるサイトカインやケモカインの肺における発現を検討すると、IL-1、KC、MCP-1、MIP-1などの炎症性分子のタンパクは、DEPと細菌毒素の併用群で著明な上昇が見られ、特にMIP-1というケモカインで相乗効果は大きく見られました。また、これらの変化は、肺の傷害の重症度とよく相関していました。これらの実験結果は、DEPの経気道曝露が肺炎に関連する肺傷害を増悪する可能性があることを示しています。

DEPの構成成分別の急性肺傷害への影響

DEPは炭素粒子を核として有機化学物質、金属等の集合体です。そこで私たちは次に、DEPをジクロロメタンによって炭素粒子成分と有機化学成分に分け、それぞれのDEP構成成分による急性肺傷害への影響につき検討しました。先の実験と同様細菌毒素を投与して24時間後に肺の組織像を検討したところ、細菌毒素単独投与群と比較して、炭素粒子成分と細菌毒素の併用群では著明な炎症細胞浸潤、浮腫、肺胞出血が観察されました。一方有機化学成分と細菌毒素の併用群でも細菌毒素単独群と比べて炎症細胞浸潤の増悪が見られましたが、浮腫や肺胞出血の程度は炭素粒子成分と細菌毒素の併用群ほど強くはありませんでした。また、肺での炎症に関連するタンパクの発現は炭素状粒子と細菌毒素との併用群で細菌毒素単独群と比較して有意かつ著明な上昇を認めたのに対し、有機化学成分と細菌毒素との併用群では細菌毒素群と同等もしくは低下傾向を認めました。これらの実験結果によりDEPによる肺炎に関連する急性肺傷害の増悪効果は主として炭素粒子成分に寄与している可能性が高く、有機化学成分との混合によりさらにその効果が修飾されていると推察できます。

DEPは肺炎に付随する急性全身性炎症反応を増悪する

細菌毒素の経気道曝露は血中フィブリノーゲン及び炎症性サイトカイン・ケモカインのタンパク濃度

を上昇させ、いわゆる全身性炎症反応を引き起こします。そこで我々はDEPの構成成分が細菌毒素の経気道曝露により惹起される全身性炎症反応に及ぼす効果につき検討しました。細菌毒素投与24時間後に採血し血漿でのフィブリノーゲン、IL-1、MIP-1、MIP-2、MCP-1、GM-CSF及びKCといった炎症に關与するメディエーターの濃度を測定したところ、細菌毒素単独投与群と比較してDEP構成成分との併用群で上昇を示しました。さらに肺傷害と同様この増悪効果は有機化学成分との併用より炭素状粒子との併用において強い傾向にありました。これら結果よりDEPは肺炎に関連する肺傷害のみならずそれに随伴して起こる全身性炎症反応をも増悪することが示唆されます。

おわりに

以上の実験結果は、DEPを含めた大気浮遊粒子状物質（SPM）の増加が感染に関連する肺傷害のみならず全身の炎症反応をも増悪させる可能性を示唆します。また、全身性炎症反応は動脈硬化をはじめとする虚血性心疾患の原因因子としても重要です。よってこれらの結果はまた、SPMの濃度上昇が虚血性心疾患の危険因子であるとする疫学的研究を支持し得るデータとも考えられます。

今後は、粒子状物質の健康影響をナノ粒子の影響も含めて質的・量的側面より評価し、少しでもSPMのリスク軽減にお役に立てればと考えております。

(いのうえ けんいちろう、
PM2.5・DEP研究プロジェクト)

執筆者プロフィール：

大学時代に泥臭い体育会で育ったため頭を使うことは苦手ですが、体力にはいささか自信があります。日々のランニングとシャドウボクシングを欠かさない右ボクサーファイター。



生態系のコンピュータシミュレーション

吉田 勝彦

世の中にはやってはならない実験というものがある。例えば巨大隕石を地球に落としてみてほんとに生物の大量絶滅が起こるのか確かめて見たくても、そのようなあまりにも危険な実験は、例え可能であっても、絶対に行ってはならない。生物に関する環境問題にも、程度の差こそあれ、そのような危険な実験がある。例えば地球が温暖化したら生態系はどのように変化するのか、などは実験がもしできればはっきりするだろう。しかし、その実験によって生態系ががらりと変わって農業も漁業も崩壊しました、という結果になったら取り返しがつかない。

実験したくてもできない、という障害を解決するために非常に有効な手段の一つがコンピュータシミュレーションである。コンピュータの中に作り上げた仮想世界の中ならば、どんなにひどい環境破壊を行っても実際の世界には全く影響がない。また、時間の操作も自由自在であり、「100年後や1000年後はどうなるのか」というような本来なら不可能なくらい時間のかかる実験もあっという間にすませられる、などの様々な利点がある。私が取り組んでいるのは、現実世界では不可能な実験を仮想世界でおこなうための仮想生態系（生態系モデル）をコンピュータの中に作り上げることである。

生態系モデル

モデル作りには基本的に二つの方向性がある。一つ目は、ある一つの生態系（例えば霞ヶ浦の生態系）を忠実に再現することを目指すモデルであり、もう一つは、どの生態系にも共通する少数の本質的な要素だけで生態系を構築することを目指すモデルである。私が取り組んでいるのは後者のタイプのモデルである。この様なモデルは、特定の生態系に似せるための仮定を排除しているため、特定の問題について定量的な予測ができないという欠点がある。例えば、サバの漁獲量が何万トンまでなら持続的な漁業が可能なのか、というような、解決のためにぎりぎりの定量的な判断が必要になるような問題に対しては、このタイプのモデルはほとんど無力である。しかし、このタイプのモデルの最大の長所は、どの生

態系でも通用する一般法則を明らかにできることである。つまり、このようなモデルから得られた知見はどの生態系でも通用するので、様々な環境問題が起こるたびにあわてふためいて対処療法を探すのではなく、基本的な処方箋をすぐに準備することが可能になると期待される。また、生態系の基本モデルを作っておけば、いずれ適当な仮定を加えて個別の生態系に合うようにモデルをアレンジしていくことも可能であろう。

モデルを構築する際にどのような要素を本質的な要素として採用するかがモデルの良し悪しを左右する。私が採用した本質的な要素の一つは、動物は他の生物を食べなければ生きられないことである。仮想生態系の中で、植物は外部から流入するエネルギーを利用して成長する（光合成をイメージ）。一方、動物（植食、肉食、雑食）は、それぞれ自分の好む性質を持つ生物を食べることによって生きるために必要なエネルギーを取り入れる。生物同士が食ったり食われたりすると個体数が変化したが、その個体数の変化は、生物間相互作用の強さと接触頻度によって個体数が変化することを表す方程式を利用して計算する。計算の結果、個体数が基準値を下回った生物種は絶滅する。

採用したもう一つの本質的な要素は、生物は進化することである。生物は常に周囲の環境に影響されて変化し、生態系もその結果として形成され、変化する。このような生物の進化を表現するため、一定期間ごとに仮想生態系の中からランダムに1種選び、その種から新種が種分化によって誕生するというプロセスを導入した。新種の性質（相互作用も含む）は祖先の性質に微少な変異を加えて決定する。新種が十分に多くのえさを確保でき、捕食者の数が少なければ、その新種は生き残ることができるし、そうでなければ絶滅する。仮に生き残れてもそれで終わりではない。ある種がえさとしている種が絶滅することもあるし、その種に対する新たな捕食者が出現することもある。

以上のようなプロセスを繰り返してできあがった

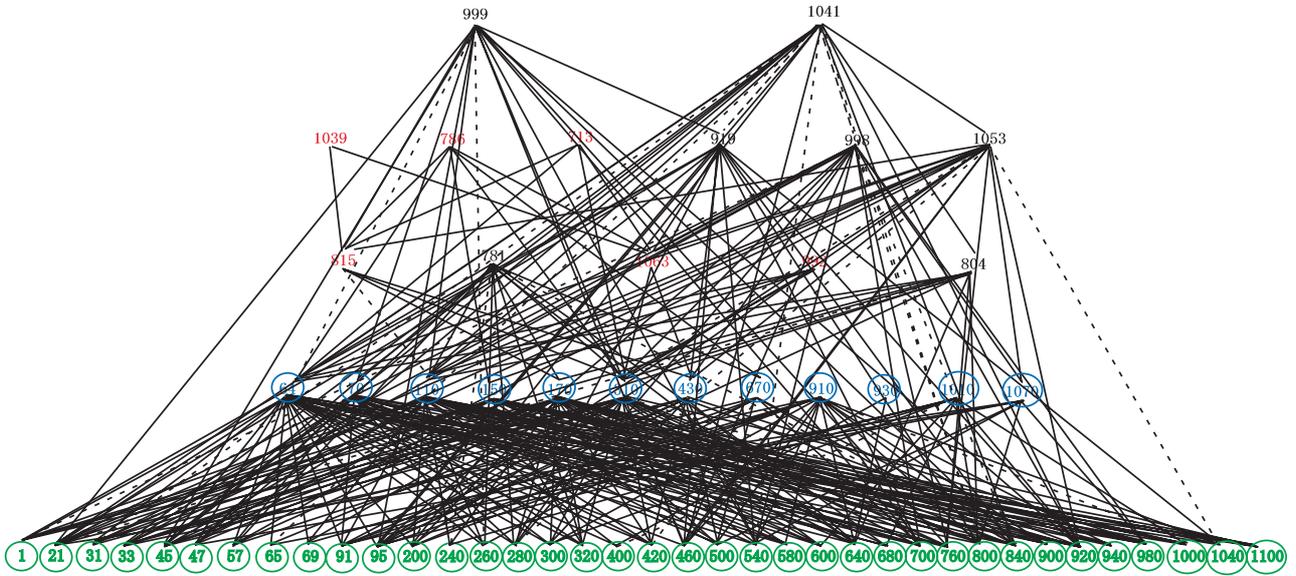


図1 本研究のモデルで構築された仮想生態系の模式図

この仮想生態系は植物（37グループ43種 緑）、草食動物（12グループ76種 青）、雑食動物（7種 黒）、肉食動物（6種 赤）から構成される（簡略化のため、植物と草食動物は、共通祖先から派生したグループをひとまとめにして丸数字で表している）。生産者の植物から最上位捕食者まで、5つの栄養段階が認められる。

仮想生態系の例が図1に示されている。いわゆる生態系のピラミッドのように、食われるものを下に、食うものを上に並べてある。生産者である植物が生態系のベースとなっており、植食性の動物が1次消費者としてピラミッドの2段階目に積み重なっている。さらに肉食動物や雑食動物が2次消費者、3次消費者とその上に積み重なるという、実際の生態系によく見られる構造になっている。この例では5つの栄養段階が確認された。図2は生態系の構造を表すいくつかのパラメータについて、本研究のモデルと既存の最新のモデルDrossel *et al.* (2004) のどちらが実際の生態系の値に近いのかを比較したものである。Drossel *et al.* (2004) のモデルは、生物の進化だけでなく、えさを捕まえて消化して体内に取り入れるまでのタイムラグやお腹がいっぱいになったら食べるのをやめること、最小の労力で最大の利益を得られるえさをを選んで捕食すること、など、生物学的に妥当なプロセスが詳細に組み込まれている。これらは本研究のモデルには導入されていないので、一見 Drossel *et al.* (2004) のモデルの方が優れているように見える。しかし、構築された生態系を比べたとき、本研究のモデルの方が実際の生態系に近い値を再現できていた。この点で本研究のモデルは既存のモデルよりも優れていると言える。この原因は、モデルが想定している時間スケールと、導入された仮定の不一致にあると思われる。種多様性の高い生態系を構築するためには、種を進化させながら種間

相互作用を構築することが有効である。しかし、例えばお腹がいっぱいになったら食べるのをやめることなどは、種の進化よりもはるかに短い、個体レベルの時間スケールで成り立つものである。そのため、不適切な時間スケールのプロセスを含まない単純なモデルの方が現実には合うと考えられる。

本研究のモデルを利用したシミュレーションによ

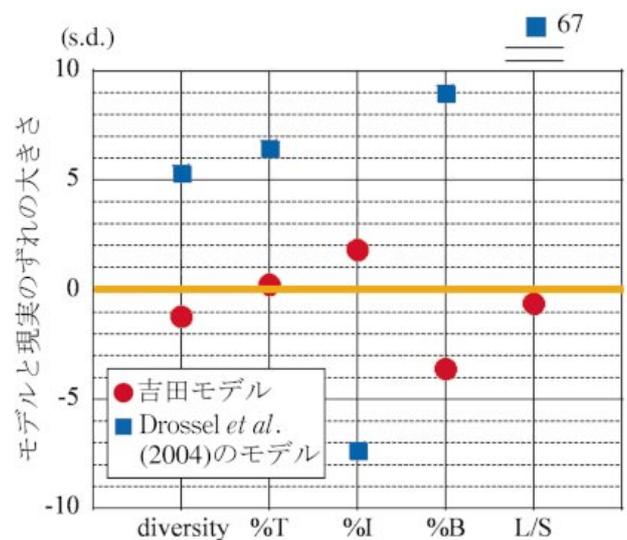


図2 モデルと現実の生態系との比較

各パラメータについて、実際の生態系の平均値（Dunne *et al.* 2002）がモデルの平均値からどの程度離れているかをモデルの標準偏差を単位として表している。オレンジの線に近いほどモデルと現実が近いことを意味する。縦軸はモデルの標準偏差、横軸のdiversity, %T, %I, %B, L/Sはそれぞれ生態系内の種数、最上位捕食者の割合、中間種の割合、基底種の割合、1種あたり平均何種と相互作用しているかを表す。

って、例えばオオサンショウウオや肺魚類などの“生きた化石”と呼ばれる分類群の二つの大きな特徴（形態進化が遅いことと分類群内の種数が少ない状態で細々と生き続けること）が捕食 被食関係の進化のプロセスを介して密接に結びついている可能性が示唆された。また、陸地から遠く離れた孤島の生態系のように、外部からの生物の侵入をほとんど受けずに進化した生態系は、植物種の侵入に対して脆弱であり、規模の大きな絶滅を起こす可能性が高いことが示唆されている。その他、環境変動が生物の多様性に与える影響について、いくつかの興味深い仮説が得られている。

今後の課題

このような少数の要素だけで構築されたモデルは、過度の単純化のために現実的でないという理由で、現場で実証的な研究を行う人の理解を得にくい。野外で研究者が見ている“それぞれの現実”とこのようなモデルが違って見えるのはある意味至極当然である。この様なモデルは一般法則を明らかにすることを目的としているため、個々の特殊な事例に合わせるための煩雑な仮定を全てそぎ落としているからだ。脊椎動物の本質だ、と言って脊椎だけを見せ

られても、それは人間ともニワトリとも金魚とも違って見えるのと同じことである。しかしそのために、生態系の挙動を明らかにすることに関しては、実証的な研究と理論的な研究の協力関係が築かれておらず、研究の効率的な進展の障害となっている。今後の最も重要な課題は、モデルが信頼に足るものであること、さらに野外でそれぞれの研究者が見ている“それぞれの現実”と全く同じではなくても、その中に潜む本質を反映していることを示すことである。そのために、モデルの改良を進めつつ、図2のようなデータを示しながら、魅力的な研究成果を生み出す愚直な努力を地道に続けなければならないだろう。

(よしだ かつひこ, 生物多様性研究プロジェクト)

執筆者プロフィール:

その昔、野外からデータを取ってくる研究をやっていた時、論証のために自分が必要とする精度のデータが取れない事に大変苦しみました。その経験はほとんどトラウマと化しております。しかし今の研究では、努力さえすればあらゆるデータを必要な精度で十分な量得ることが可能なので、大変快適であります。

【環境問題基礎知識】

ディーゼル排気粒子の呼吸器沈着，体内動態

古山 昭子

ディーゼル自動車排出物は燃料やエンジンオイルの燃焼によって生じたガス・粒子・半揮発成分など膨大な種類の化学物質の混合物であることが、生体への影響評価を難しくしています。そこで、PM2.5・DEP研究プロジェクトの研究紹介（3頁参照）では、ディーゼル排気粒子を有機成分と炭素粒子に分画して肺と全身への毒性を検討した結果について紹介しています。ここでは、ディーゼル排気粒子の呼吸器沈着と体内動態について示し、粒子の肺への沈着が肺や全身性の影響にどのように結びつかを説明します。

呼吸器は、鼻腔・咽頭・喉頭などの上部気道、気管・気管支などの下部気道と肺胞から構成されてい

ます。肺胞は葡萄の房状の構造を持つことで表面積を広げてその表面積は人でほぼテニスコート1面ほどもある上に、肺胞の壁の厚さは数百nm（1nm（ナノメートル）は 10^{-9} m）から数 μ mとごく薄く、効率良くガス交換ができるようになっています。吸入された粒子の呼吸器内での沈着部位と沈着率は粒子の空気力学粒径と形状の違いにより異なり、吸入する人間の体格や運動などによっても影響を受けます。粗大粒子（10 μ m以上）は50～70%しか吸入されずに、吸入粒子は上部気道に沈着します。微小粒子（数 μ m～数百nm）は気管支や肺胞などの下部気道に沈着しますが、60%はどこにも沈着せずに呼吸と一緒に外にはき出されてしまいます。ナノ粒子（100nm以下）

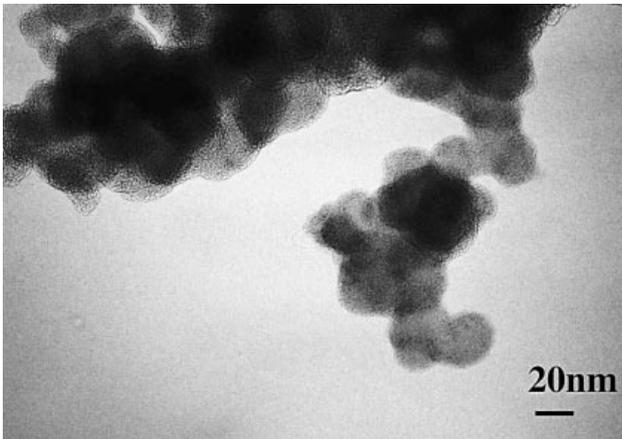


写真 ディーゼル排気粒子の透過型電子顕微鏡像

は、ほぼ100%吸入されて約90%が鼻腔から気管・気管支・肺胞まで広く沈着しますが、特に約20nmをピークとして肺胞への沈着が約50%に達します。さらに小さい粒子（数nm）は上部気道での沈着が増加します。ちなみにアスベストのような長い繊維状の粒子も直径に従って沈着するので、直径が小さいものは肺の奥に達して発ガンリスクも高くなります。ディーゼル排気粒子は無機炭素を核として金属や有機炭素が付着してつながったひなあられのような形状（写真）を示し、本研究所のディーゼル排気曝露装置の場合、粒子は20nmくらいの粒子が集まって100nmから1 μ mくらいの大きさですので肺胞への沈着が多いと考えられます。

肺胞に沈着した粒子は色々な経路で肺に炎症を起こします。粒子からは炭化水素類や金属、塩類が溶解して毛細血管から全身に移行して、溶けにくい炭化水素類と無機炭素が残ります。西瓜の種を飲んでしまう人でも西瓜を丸飲みにはできないように、100nm以下の粒子であれば肺胞の壁の表面に存在する肺胞上皮細胞が取り込めますが100nm以上の粒子は取り込むことができません。大きな粒子は肺胞の中に存在する肺胞マクロファージという移動性の細胞に取り込まれます。粒子を取り込んだ肺胞マクロファージは痰として体外に排出されるか最寄りのリンパ節に移動するので肺の表面はきれいになりますが、肺胞上皮細胞に取り込まれた粒子は肺の結合組織に溜まってなかなか排出されません。この粒子の沈着と細胞による取り込み・粒子の溶解の過程で肺胞上皮細胞や肺胞マクロファージから様々な生理活性物質が分泌されて肺に炎症を起こすのです。全身

性の炎症は炎症をおこした肺で分泌された生理活性物質が血中に移行して引き起こされますが、肺の炎症が悪化すると生理活性物質の分泌量が増える上にディーゼル排気粒子の成分も入りやすくなるために、さらに全身性の炎症が悪化して血栓もできやすくなります。健康ブームでホルムアルデヒドを吸着したりマイナスイオンを出すと重用されている備長炭のように、燃えかすの無機炭素の表面は反応性が高く、燃焼生成物であるディーゼル排気は無機炭素粒子の表面にも反応性の高い分子が存在するために炭素粒子の曝露で生理活性物質の分泌が増加して炎症を悪化するのだと考えられています。一方、有機成分は粒子に付着している場合にはゆっくり溶けませんが、成分そのままでは速やかに毛細血管から全身に移行して、肝臓で代謝されてしまうために肺への影響は少なくなります。しかし、粒子から溶出した炭化水素類や金属・塩類は血中に入り肝臓で炎症を起こすほか、直接血管・心臓や神経に作用して循環系の機能に影響を与えます。肺は毛細血管が豊富で、外界と接するガス交換の場であるために、肺の炎症が全身性の炎症や循環系の疾患を引き起こしやすいているのです。

このようにディーゼル排気粒子は肺の炎症だけでなく全身性の炎症や循環系疾患に関わっていますが、ディーゼル排気の標的は肺だけではありません。鼻腔に沈着した粒子は花粉症を悪化させますし、溶出した成分やナノ粒子は鼻腔の嗅上皮細胞の間に存在する嗅神経末端から取り込まれて脳に達するとされる他、皮膚にも浸透して皮膚炎を悪化させます。呼吸をする（生きている）限り、肺と体は大気環境物質と遭遇するのですから、もっともっと自動車排気がきれいになることが求められています。

（ふるやま あきこ，PM2.5・DEP研究プロジェクト）

執筆者プロフィール：

巷で言われているように、実験的にも適度なストレスは健康に良さそうですが、個人的には年々ストレスは増加し、テニスをする時間は減る一方です。ディーゼル排気より過剰ストレスの方がリスクが高い！と言ったら怒られるでしょうか？

オックスフォード雑感

米 田 穰

2003年2月から2年間、日本学術振興会海外特別
研究員として、英国のオックスフォード大学で研究
する機会を頂きました。派遣先は、Research
Laboratory for Archaeology and the History of Art
(RLAHA)の加速器質量分析(AMS)ユニットです。
この研究室はAMSによる放射性炭素年代測定を世界
に先駆けて実用化し、数多くの成果をあげてしま
した。キリストの遺骸をつつんだとされるトリノの聖
骸布の年代測定などで一般にもよく知られた存在で
す。ところでオックスフォード大学の名前は多くの
日本人に知られていますが、ロンドンにあると思っ
ている方も少なくないようです。オックス
フォード市(写真)

はロンドンの北西に
位置し、ロンドン中
心部から高速バスで
約1時間を要しま
す。またヒースロー
国際空港からもバス
で1時間程ですの
で、ちょうど、つく
ばと東京、成田の位
置関係と似ていま
す。大学を中心とし
た学園都市というの
もつくばに似ている
かもしれません。15
分も歩けば牧草地が広がっている田舎町です。

研究の詳細は別稿に譲ることにして、今回はオッ
クスフォードとつくばの研究環境の違いについて考
えてみたいと思います。とはいうもののRLAHAの
分析装置については国環研のものと大きく異なるこ
とはありませんでした。技術者と研究者の役割分担
が明確だという印象はありますが、仕事の進め方も
それほどの違いはありません。印象的だったのは、
内外の研究者との交流が非常に活発だということ
です。RLAHAでは全員があつまるティータイムが毎
日2回あり(午後はコーヒータイムだそうです)、
研究者間での情報交換が雑談の合間になされます。
また、学期期間中は著名な研究者や政治家等による

公開セミナーが毎週のように開催され、世界中から
サバティカルや共同研究で第一線の研究者が次々と
やってきます。論文化される前の情報が向こうから
どんどん飛び込んでくるのです。

オックスフォード大学は英国の伝統的なカレッ
ジ・システムを守っており、大学の教育は独立した
カレッジが中心となります。学生達は「ハリー・ポ
ッター」の舞台のような古色蒼然とした建物で日常
生活を送っています。カレッジでは専門の異なる研
究者が同じテーブルを囲むことが日常です。また歴
史のあるカレッジ群は街の一等地に位置しており、

そこに訪問教授用の
立派なゲストハウス
を用意して、研究者
を迎え入れていま
す。建物の外観は趣
あるのですが、内側
は改装されインター
ネットなどの設備も
整えられているそう
です。図書館利用証
や電子メールアカウ
ントなども滞りなく
準備されます。歴史
と名前だけではなく、
外からの滞在者
をひきつけるための
積極的な努力を惜し



写真 オックスフォードの町並み
左手が大学のシアター、右手が書店のブラックウェルズ。

まない姿勢が感じられました。

中世の趣を残した魅力的なパブが街の辻々にある
点も、個人的には見逃せません。イギリス人の同僚
の話によると、行きつけのパブには常連の飲み仲間
がいるそうです。パブ・メイトと呼ぶそうですが、
お互いの職業や肩書きをしらないこともあるとか。
見知らぬもの同士で、政治や科学に関する議論がは
じまったりすることたびたびです。パブのカウン
ターは、紹介無しで知らない人に話しかけても失礼
にあたらぬイギリス唯一の場所なのです。

オックスフォードの大学街が魅力的なのは、歴史
があるからだけではありません。最先端のアイデア
を持っている人々を積極的に招き入れるための投資

がなされ、それが機能することによって先端を見つけるアンテナにますます磨きがかかる好循環が根底にあるようです。歴史ではかありませんが、様々な分野の研究者が暮らしているつくばにも新しい学問を生み出す潜在力があると思われまます。残念ながら車社会のつくばではパブを作っても上手くありませんから、まずは研究所のゲストハウスから手をつけてはいかがでしょうか？

(よねだ みのる, 化学環境研究領域)

執筆者プロフィール:

1995年の入所以来、加速器質量分析装置をつかった環境研究に取り組んでいる。もともとの専門だった先史人類学もしぶとく研究しており、環境研究との統合を目指して奮闘中。

【随想】

見逃さない，放置しない，慌てない

合 志 陽 一

理事長職に在任中、何回か機会があり、モットーあるいはスローガンとして、“見逃さない”、“放置しない”、“慌てない”の3原則を強調させていただいた。

様々な環境問題を見ると、この3つの段階のどこにあることかを考えて判断を誤らないようにとの気持ちからであった。最近、アスベストの問題が社会的には急激に関心を集めているが、見逃さない、放置しない、慌てないの3原則を適用すべき典型的な事例とも言えよう。アスベストの有害性はある意味では周知の事実であるが様々の環境中でどの程度存在するかについての認識が甚だ不十分であったと言えよう。また改修・改築などの工事による飛散、災害発生時などの事故にともなう非意図的飛散までも想定して評価し、対策が立てられるべきであったが果たしてそこまで考えが及んでいたのであろうか。

アスベストは特に有害な元素や化合物を含むわけではない。特定の形状をもつ時、発がんなどの大きな問題を引き起こすのであり、対策のあり方は物質としてではなく、粒子として考えなければならない。慌てて対策を誤ってはならない。

一方ではナノ粒子をめぐる研究の発展はこれらの問題を新たな視点から検討することを要求しているように思われる。微粒子の形状に起因する問題と物質としての物性、化学的性質、および生理的挙動に起因する問題を切り離しておくべきか、それとも不可分なこととして取り扱うべきかである。アスベスト問題は基礎研究としてはすでに解明されていると考えられるが、形状と物性からむ問題として新たな研究課題を再び提起しているとも言えよう。単に微粒子は比表面積が大きいというような単純な問題ではないであろう。

“見逃さない”視点からも気になる問題の一つに光の生体影響がある。光が大きな生理的影響をもつことは知られているが、太陽光から白熱光源まで基本的にはあらゆる波長の光を含む光源が主流であれば、とくに問題になることはないであろう。しかし、最近の技術の進歩と省エネルギー、CO₂削減への要求から特定の波長の光を含む光源が開発され実用化が期待されている。環境を守る立場から大いに推薦したい技術開発である。

一方、光の生体影響が大きいことは今までの研究でもあきらかであるし、今後あきらかにすべき研究課題も多い。現在なお人間に新しい光の受容体があることが報告されているほどでヒトの光反応は解明されていない部分が多いと思われる。

加えて、最近の光源は急速に変化をしつつある。白熱光源のような比較的的自然光に近いものから蛍光灯や放電灯、発光ダイオード(LED)さらにレーザーのような鋭い波長分布をもつものまで開発され、エネルギー効率向上やマイクロエレクトロニクスへの応用の可能性を目指して、激しい開発競争が繰り広げられている。青色ダイオードをめぐる話題からも周知である。多くの場合、CO₂削減につながるエネルギー効率向上、情報化の進展による省エネルギーの実現などで環境面からは好ましいと判断される。

しかし、“見逃さない”ようにすべき点はこのような光源が従来のもとは著しくことになっており、その生理的影響は未知の部分が大変多いことである。すでにミクロにみれば、内分泌(とくにメラトニン産生)への影響が指摘されており、マクロには精神活動(うつ症状、作業効率など)への影響さえある。このように光環境はヒトのレベルだけでなく、

人間のレベルでも大きな影響をもつようである。従って、その変化を引き起こすような技術開発については何が好ましく、何が不適切であるかを早期に検討すべきである。人間は光無しには生活できない。不適切な光の使用があれば極言すると全人類が影響を受ける。適切な使用で活力が向上すれば、その効果は計り知れない。いずれにしても大きな問題であり、とりわけ環境の視点から適切な研究活動への積極的提言がまたれるところである。

ところで、新しい研究を提案し、評価を受ける、あるいは提案を受け、評価するとき、独創性、新規性などは必ず取り上げられる事項である。独創性・新規性は、内容はともかく、比較的理解しやすい。しかし、研究の提案であれば未知の部分が多く、判断は容易ではない。また、環境研究は応用科学であり、ミッションオリエンテッドの要素が強い。応用科学での研究は新規性・独創性よりもむしろ有効・有用性が重要である。それでは有効・有用性は具体的にはどのような尺度をもってはかるべきか。保険会社はあらゆる可能性をとまかく経済的に評価して保険金の体系を作り上げ、運用している。同じようなアプローチは研究の有効・有用性の判断にも適用できるはずである。しかし、そのような評価法をとった例は私自身の知識・経験の狭さの由かもしれないが思い出せない。リスクコミュニケーションよりは不確定要素が多く、難しいとは思われるが、研究提案に対する評価の方法として検討する価値はあるのではないか。もちろん、事故による損害のように経済的指標で表現できるような簡単なものではないので未熟な制度が検証も十分にされないままに動き出したときの害は深刻であり、軽率なことは避けなければならないが分野・課題によっては意味がある。

例えば上に述べた光の影響では照明の条件による作業ミスの発生率の変化が報告されている。このような場合、大規模な研究を行うべきか否かは作業ミスを経済的損失として評価すれば可能かもしれない。どの程度の研究費を投入するのが適切かは一応評価できよう。現実の社会での経済的評価の困難さは周知のことである。さらに未知の不確定要素の多い研究提案の評価などに量的評価システムを作ってみてはなどと何を空想・妄想に時間を浪費するのかわかれそうである。しかし、課題によっては決して不可能ではないと思われる。勇気ある研究者がこのような課題に取り組み、また、色々な分野の研究者が提案時にこのことを試みることを期待したい。世間では旅行や出張の経路によりどの程度のCO₂が排出されているか何時でもどこでも教えてくれるシステムが実現している位であるから。

最後に任を離れて自由な立場となったので今後の

問題を思いつくままに述べたい。

第一は、技術の評価機能を強化である。これがこれからの環境研究に重要であろう。理想的には専任者による十分なサイズのチームが望ましいが、それが困難であれば外部と十分に連携して評価できるヴァーチャルな組織でもよい。重要な点は、そのチームの活動が十分な自由度をもつようにすることである。その点で情報収集、意見交換など全く自由に活動できる制度が望ましい。委員会方式では委員会を形式的にでも開催しなければ費用が十分出せない。そのような硬直化をした方式でなく、自由に活動し、必要なあらゆる経費をサポートするようでありたい。シニアの研究者(企業、大学、なども含む)を含めて真にアクティブな研究者、技術者、エキスパートの参加を実現できると素晴らしいと思う。

第二は、現在の科学技術に対して現時点では人間中心の視点で研究、開発が進められるべきことを主張しつつ、環境研究の構成を再編していくことである。生物学的あるいは進化論的時間尺度をもつ人間(ヒト)と技術開発の時間尺度のミスマッチは最近とくに顕著であるが、ヒトが技術(産業)の変化速度に足並をそろえるのは困難になりつつある。将来は技術(産業)が人間と足並みをあわせて進歩していくことになるであろう。学術研究・技術開発の分野も同じこととなることはあきらかである。

第三は、手応えが環境を含めた社会的現象の中心的課題となるとの予感である。環境の定義として周囲との相互作用とすることもできるが、生物としての本質に全く周囲との相互作用がなければ正常な発達はないとの指摘もある位である。生物だけでなく人間のレベルでさえ、子供の発達にあらゆる意味での「ふれあい」が重要とされる。社会システムですら過去の硬直化した社会主義体制の問題点をこの視点から解くことも可能であろう。環境問題は複雑であるが、周囲との相互作用を受身ではなく、働きかけに対する応答として考えていくと見通しも立てやすく、そして何よりも本質的に有効なのではないかと思うが読者諸賢はどうお考えであろうか。

(ごうし よういち、前理事長)

執筆者プロフィール:

子供の頃から技術全般に関心があり、技術史や技術論をベースに科学技術一般に目を向けることが多かった。環境研究は森羅万象を扱うので必然的に広い視野を要求されるが、若い頃のこのクセはその点で役に立っている。退任後、時間に任せて様々な分野の発展を若干でも理解しながら楽しみたいと思っていたが案外時間は足りなく、頭脳活動の老化はあり、理想は理想、夢は夢で終わりそうである。

新刊紹介

「環境儀」No.18 外来生物から生物多様性を探る（平成17年10月号）

日本には海外から多くの種類の生物が入ってきています。逃げ出した外国産の爬虫類などが話題になることもあります。環境儀第18号では、農業資材や観賞用として輸入された外国産の昆虫が、日本固有の昆虫たちの中に混ざり込んだときに危惧される問題を取り上げます。研究の対象はハウストマトの栽培時に受粉用として役に立っているセイヨウオオマルハナバチとペットとして子供たちに人気のある外国産のクワガタムシです。両方ともハウスの中や家庭内で活動している範囲では問題ないのですが、一旦外に出てしまうと、セイヨウオオマルハナバチが野生化して日本固有のマルハナバチ集団が危険な状態に陥ること、遺伝子のレベルでは性質の非常に異なる外国産と日本産のヒラタクワガタが交尾して雑種を誕生させてしまうことなどがわかりました。本号を通して、人間活動のグローバル化が進む今日、生物集団の地域固有性の保全について考えて頂ければと思います。

（「環境儀」第18号ワーキンググループリーダー 須賀 伸介）

表彰

受賞者氏名：松橋 啓介・森口 祐一

受賞年月日：平成17年11月4日

賞の名称：環境システム優秀論文賞（土木学会環境システム委員会）

受賞対象：環境システム研究論文集vol.32掲載の「市区町村の運輸部門CO₂排出量の推計手法に関する比較研究」

受賞者からひとこと：

土木学会環境システム委員会の環境システム研究論文集vol.32に搭載された論文の中から、環境システムに関して独創的な業績を挙げ、環境システムにおける学術・技術の進歩、発展に顕著な貢献をなしたものと選ばれ、表彰されました。本研究は、地球環境研究総合推進費（2002～2004年度）『市町村における温室効果ガス排出量推計および温暖化防止政策立案手法に関する研究』(2)市町村における運輸部門温室効果ガス排出量推計手法の開発および要因分析』の成果の一部をまとめたもので、工藤祐揮氏・上岡直見氏との共著です。全国の市区町村別に自動車からのCO₂排出量を明らかにするとともに、起終点調査データを用いた登録地集計および目的地集計、道路交通センサス区間の断面交通量データを用いた通過地集計、燃料販売等データを用いた給油地集計の結果を比較し、地域特性や利用目的に応じた推計手法の利用が重要であることを指摘しました。この成果が、市区町村における運輸部門温暖化対策の立案に資することを期待しています。

（松橋）

受賞者氏名：岩崎 一弘

受賞年月日：平成17年11月15日

賞の名称：第13回論文賞（社団法人日本生物工学会）

受賞対象：日本生物工学会英文誌「Journal of Bioscience and Bioengineering」掲載の「Analysis of gene expression in yeast protoplasts using DNA microarrays and their application for efficient production of invertase and a glucosidase」

受賞者からひとこと：

受賞の対象となった論文は米良信昭・青柳秀紀・田中秀夫（筑波大学）、中園聡（電力中央研究所）、齋木博（東京工科大学）の各氏との共著です。私が環境中からの特定微生物由来のDNA、RNAの検出・定量法を開発していた関係で共同研究をさせていただきました。国環研の遺伝子工学実験棟においてバイオテクノロジーに関連する最新の測定機器が共通利用できるよう管理運営されていることが、このような共同研究につながった一因だと感じています。今後も研究を進展させ、環境バイオ研究の拠点と成るようがんばりたいと思います。

編集後記

ニュース編集小委員会の責任者となってもうすぐ2年になるうとしています。毎号全委員の知恵を絞りながら読みやすく興味のある記事をお届けしようと努めてはいますが、振り返ってみると反省点が少なくありません。

この4月に国立環境研究所は名称こそ変わりませんが、非公務員型独立行政法人への移行が決まり、内部の組織も大幅に再編さ

れるようです。これを機にニュースの改善もはかりたいと考え、読者の皆様のご意見をうかがうためのアンケートをお願いすることとしました。ホームページ（<http://www.nies.go.jp/kanko/news/index.html>）からも入力できますので、忌憚のない感想や自由なご提案を是非お寄せいただきたいと思います。

（K.T.）

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

連絡先：環境情報センター情報企画室

☎ 029 (850) 2343 e-mail pub@nies.go.jp