

えびるるる 北海道

Ecology of Hokkaido

環境科学研究センターニュース 第36号 2014

特集 環境汚染をプロファイリング?

～Environmental Forensics という考えかた～



特集

環境汚染をプロファイリング？

～Environmental Forensicsという考えかた～

■はじめに■

みなさんは、「プロファイリング」という言葉を耳にしたことはあるでしょうか？犯罪捜査を扱ったサスペンスドラマやミステリー映画をお好きな方の中には、ご存じの方もいらっしゃると思います。事件が起きたときに、その物的証拠や状況証拠から犯人像や犯行動機を絞り込んでいく作業のことです。複雑化する環境問題においても、こうした手法の応用が考えられています。それが「Environmental Forensics」という考えかたなのです。

■身のまわりの化学物質の増加■

私たちの先祖達はその昔、天然素材（これも広い意味では化学物質ですが）のみを利用して生活していました。現在は様々な人工化学物質が開発、生産されており、そのおかげで豊かで安全な生活を送ることが可能になっています。その一方で化学物質による健康被害（アセトアルデヒド合成過程で使用され排出されていた水銀を原因とする水俣病や、PCB中の不純物として存在していたダイオキシン類がPCBとともに混入して起きたカネミ油症事故など）も起こっています。最近では、内分泌かく乱化学物質（いわゆる環境ホルモン）による、生物に対する影響への懸念が記憶に新しいところです。二十世紀後半から、世界で開発される化学物質の種類は増加の一途をたどっており、「化学物質の審査規制に関する法律」（いわゆる化審法）における我が国の新規化学物質の届出数も増加し続けています。

■化学物質によるリスクの管理の限界？■

化学物質は従来の製品・物質よりも利便性を高める目的で開発、生産される訳ですが、前述したように様々なリスクが想定されます。どのような経路で環境中に排出され、どのような経路でヒトを含めた生態系に影響を及ぼすのかを知ることは、化学物質によるリスクの管理、制御（リスクマネジメント）には不可欠です。一部の化学物質に関しては、「特定化学物質の環境への排出量の把握及び管理の改善の促進に関する法律」（いわゆるPRTR法）によって排出量等が把握されています。しかし対象となっている化学物質数は限られており、前述した化学物質の増加にはとても追いつきません。また、環境汚染物質の濃度を測定するにしても、個別に測定してはキリがありません。環境汚染問題には、汚染者負担の原則（Polluter-Pays Principle: PPPと略称される）がありますが、汚染物質が、どこから、どのような経路をたどって来ているのかを解明しなければ対策の立案は困難です。特に、ダイオキシン類や多環芳香族炭化水素類（PAHs）といった、非意図的に生成する化学物質に関する厳密な管理はさらに困難です。

■Environmental Forensicsとは■

「Forensics」という単語は、「科学捜査」とか「法医学」という意味であり、「Environmental Forensics」とは、環境中における汚染物質などの起源を探る、ということになります。しいて日本語訳を施すならば、「環境鑑識学」あるいは「環境立証学」といったところでしょうか。我が国における化学物質のリスク評価の第一人者である（独）産業技術総合研究所の中西準子氏も、ご自身のホームページにおいて紹介しています。（<http://homepage3.nifty.com/junko-naka>）

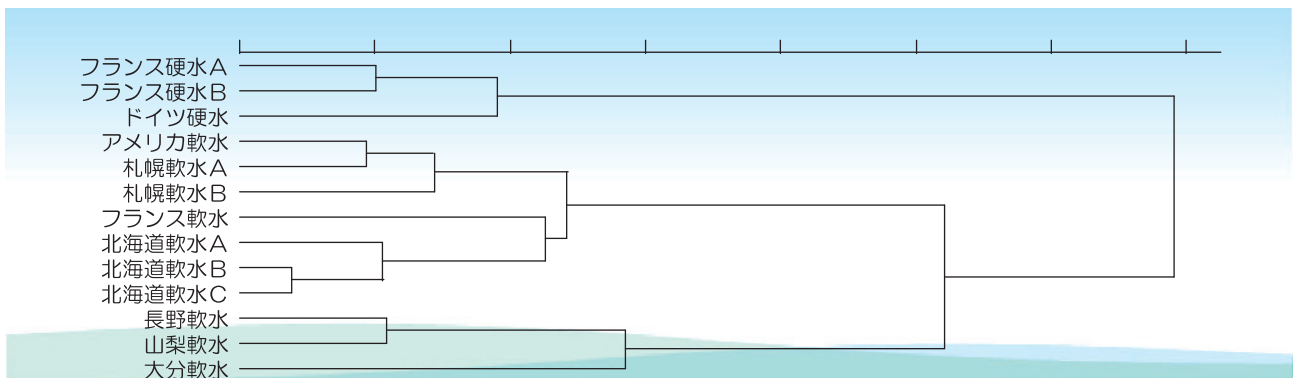


図 ミネラルウォーター13種類の階層クラスター分析の結果

この図から、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} のミネラルバランスによる「硬水と軟水」の識別、「採水地」の識別がある程度可能であることがわかります。アメリカ産の軟水が札幌の水と、フランス産の軟水が道内産の水とミネラルバランスが類似しています。この他の微量成分の測定結果も利用すれば、より精度の高い識別が可能となるでしょう。また、こうした結果に基づいて「利き水」してみるのも面白いでしょう。

nishi/zak196_200.html) 例えば、ある化学物質の発生源を知りたいときに、その物質といっしょに使用されたり、同一の現象によって生成する物質を測定し、測定結果を解析することによって、その物質の起源やその寄与率、移動経路などを類推(推理?)することが可能になるのです。これまでは「分子マーカー」「フィンガープリント(指紋)」という呼称が一般的でしたが、コンピュータと統計解析などの手法を活用し、より複雑な推測(プロファイリング)が行われることから、「Environmental Forensics」という表現に至ったのだと考えられます。最近では統計学に関する書籍が売れているようですが、コンピュータの性能向上により、複雑な解析が可能になっています。例えば、階層クラスター分析という手法を用いると、類似度を判別できます。市販されている13種類のミネラルウォーターのミネラルバランス(Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺)を解析すると図のような結果が得られ、硬水と軟水の識別や、産地の推定がある程度可能になります。実際の環境問題では、複数の多環芳香族炭化水素類(PAHs)の濃度パターンから発生源を推定したり、油流出事故における油種の特定の試みが実践されています。また、近年話題となっている微小粒子状物質(PM2.5)の発生源を推測する研究も進められています(えこるぶ33号(2013)参照)。さらに、土壌や地下水汚染が発覚した際に、在来微生物による環境修復(バイオレメディエーション)を活用するにあたって、浄化の進捗状況を推定するキノプロファイル法と呼ばれる手法もあります。このほかにも、製品に混入している不純物を活用したり、特定の元素の同位体を活用することによって、さまざまな環境問題に応用できると考えられます。ただ、こうした手法を確立するためには、種々の化学物質の測定法の構築と環境モニタリングデータの蓄積、流通している製品中の含有量や成分パターン、環境中あるいは生物による代謝分解に関する知見、というように様々な情報、可能な限り精確かつ詳細な情報の蓄積が不可欠なのです。

■PCBの新たな汚染起源■

PCBは200以上の異性体の混合物ですが、その濃度パターンを利用して環境中の汚染由来を定量的に把握しようとする試みが行われています。環境中において検出されるPCBの大部分は過去に工業的に生産、使用されたもの(カネクロールなど)か、或いは燃焼発生源に起因することがわかっています。ですが

ら、汚染起源に関するデータを過不足なく組み合わせれば、理論上は環境データと一致するはずですが、しかし、カネクロールなどにはほとんど含まれていないPCB異性体が環境中から検出されることが、我々を含めた多くの研究者から指摘されており、汚染起源の解明が待たれていました。近年その起源として人工有機顔料が注目されています。表に示すとおり、顔料は様々な用途に使用されていますが、複数の顔料についてPCBの混入が確認され、我々の健康や環境への影響が懸念されているのです。

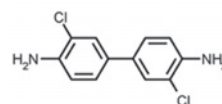
PCB含有顔料の出荷量における色別内訳



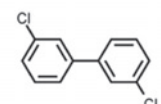
顔料の主な用途	製品例
印刷インキ	新聞、チラシ、書籍など
塗料	住宅、交通標識など
樹脂用	プラスチック、ゴムなど
紙用	紙ファイルなど
繊維用	プリントTシャツなど
文具用	クレヨン、絵の具など
プリント基板用	コンピュータ、家電など
液晶ディスプレイ用	液晶テレビなど

第1回有機顔料中に副生するPCBの工業技術的・経済的に低減可能なレベルに関する検討会(H24)資料より
(http://www.env.go.jp/chemi/kagaku/pcb_kentokai120710.html)

代表的な顔料としてベンジジンエローと呼ばれる顔料があり、主に印刷物の黄色のインクなどに広く使用されています。これは3, 3'-ジクロロベンジジンという物質を原料に合成されていますが、PCB-11と構造が酷似しており、実際にベンジジンエローには高濃度(ppmレベル)のPCB-11が含まれていることが報告されています。これはベンジジンエローの合成過程におけるPCB-11の非意図的な生成が原因と考えられています。



3,3'-ジクロロベンジジン



PCB-11

現在では顔料だけでなくシリコンやクロロパラフィンといった化成品もPCBが混入していることがわかってきています。当センターでは平成24年よりこの問題に取り組んでおり、カネクロール以外のPCBによる環境汚染の実態解明、汚染起源推定の精度の向上を目指しています。

(環境保全部 永洞真一郎 姉崎克典)

よもやま話

■分析値の品質保証■

私達が物やサービスを選ぶとき、その品質は大きな判断材料です。品質は見た目などの感覚で確かめられることもあります。それぞれに応じた分析値（果物の糖度や冷蔵庫の消費電力など）で保証されていることもあります。では、その分析値の品質はどのように保証されているのでしょうか。ここでは、分析値の品質保証、精度管理について、環境中の微量物質の分析値を例にしてご紹介します。

分析値に求められることは、まず、その値が正しいことです。しかし、試料に対象物質が実際にどれだけ含まれているかは誰にもわかりません。また、分析結果が出て、その分析値が正しいかどうかはわかりません。それでは、どのようにして分析値が正しいかどうか判断するのでしょうか。それは、分析方法や分析作業が適切であったかどうかで判断します。具体的には分析方法が分析の目的に合っているか、分析装置が適切な状態で使われているかどうかを確認するほか、分析作業中に試料以外のものから対象物質が紛れ込まないか、反対に、試料から対象物質が失われているかどうか、分析が試料中の他の共存物の影響を受けていないかなど、細かい確認が行われています。また、分析値に求められるものに、同じ試料を何度分析しても値が大きく変化しないことも求められます。残念ながら、どんなに作業を正確に行っても分析値はばらつきます。これは、何かに原因を求めることができないものです。しかし、適切な分析方法で作業を正確に行うことで、ばらつきをある程度まで小さくすることができます。

分析方法と作業が適切であることの確認と、ばらつきを小さくする努力は非常に地道な作業です。しかし、分析値の品質はこれらの地道な作業によって保証されているのです。

分析値を目にした時、その値を支えている地道な作業に思いを巡らせていただくと、その値はただの数字にはない、別な表情を見せてくれるかもしれません。

(環境保全部 田原 るり子)

トピックス

■塩害等による構造物・環境影響に関する

シンポジウム■

～社会インフラの維持管理のために～

「塩害等による構造物・環境影響に関する研究会」主催のシンポジウムが平成26年1月17日（金）に、札幌エルプラザで開催され168名の参加がありました。

塩害や腐食を引き起こす物質影響、特に構造物への影響は、社会インフラなどの老朽化とも関連することから、近年大きな社会問題となりつつあります。

シンポジウムでは、どのような物質が金属やコンクリートにどのような影響を引き起こすかや社会インフラの維持管理をどうマネジメントすべきかなどについて、北海道大学の大塚 俊明教授、室蘭工業大学の濱幸雄教授、釧路公立大学の佐野 修久教授による講演と、工業試験場、寒地土木研究所、環境科学センターの各研究者から最新の調査研究内容について発表が行われました。



■研究成果発表会の開催日決定■

平成26年度の研究成果発表会

・開催日：平成26年5月23日（金）

10:00～17:00（予定）

・会場：北海道総合研究プラザ セミナー室
(札幌市北区北19条西11丁目)

☆☆ホームページも御覧ください!!☆☆

<http://www.ies.hro.or.jp>

お問い合わせは

〒060-0819 札幌市北区北19条西12丁目

地方独立行政法人北海道立総合研究機構

環境・地質研究本部 企画調整部企画課

TEL 011-747-3521 FAX 011-747-3254

e-mail ies@hro.or.jp

平成26年4月

センターニュース編集委員会