

A 1006 依頼講演

汚染原因の解明を目指したモニタリングと解析

横浜国立大学 大学院環境情報研究院 ますながしげき 益永茂樹

ダイオキシン汚染や内分泌かく乱化学物質による生物影響が社会的問題となり、行政による大規模な環境モニタリングが行われるようになった。しかし、行政のモニタリングは環境基準の満足を確認するという意味合いが強く、満足すればデータは死蔵される。他方、基準を超過した場合は、原因解明と対策が求められる。実際、多数の土壌や底質汚染サイトが発見されているが、通常のモニタリングデータのみでは原因解明に至らず、費用負担が決まらないために対策が遅れる場合も多い。そこで、モニタリングデータから有用な情報を抽出するための解析手法の開発、および原因解明を念頭においたモニタリングが必要になる。このような汚染原因の探索は Environmental Forensics (環境法科学・環境鑑識学) と呼ばれ、環境科学の一分野を形成しつつある。以下ではこれに属する解析手法を紹介する。

(1) トレーサー法

汚染源に特有な化合物を利用する方法。

(2) 化合物等の存在比を利用する方法 (プロファイル認識、Chemical Fingerprint 法を含む)

(2-1) 安定同位体：光合成プロセスでは炭素 12 が炭素 13 より選択性が高いなどの要因により、有機物の $\delta^{13}\text{C}$ は起源により異なり、由来の推定に利用できる。炭素の他、塩素、イオウ、鉛の安定同位体比も産地や原料の違いにより異なる。窒素は生物の栄養段階との関係が示されている。

(2-2) 異性体組成：化学合成の際には異性体の混合物が生じることが多く、合成法や精製法により存在比が異なる。また、異性体により生物分解性などが異なり、観察された存在比から排出後の環境中での履歴が推定できる。

(2-3) コンジェナー組成 (同族・異性体組成)：ハロゲン化有機化合物を合成する際には、異性体のみならず置換ハロゲン数の異なる同族体も生じる。さらに、コンジェナー組成は生成プロセスにより異なる。著者らはコンジェナー組成を解析することで日本のダイオキシン類汚染の起源として農薬に含有された不純物の寄与が大きいことを明らかにした¹⁾。このような組成データの解析は、コンジェナーを越えて、同時に生成あるいは放出される一群の化合物に対しても適用できる。このような多数の化合物の組成を扱う場合、データが膨大となり統計的扱いが必要になる。汚染源別寄与率を算出する際、Chemical Mass Balance (CMB) 法がこれまでよく利用されてきたが、測定点に影響を与えている全ての汚染源の組成データが必要である。しかし、全てが入手できることは稀である。そこで、モニタリングデータだけから汚染源の組成と寄与率を推定する手法として、因子分析法を応用したPositive Matrix Factorization (PMF)²⁾、Polytopic Vector Analysis (PVA)³⁾、及びSource Apportionment by Factors with Explicit Restrictions (SAFER)⁴⁾などが提案されている。

(3) 地点、時間、及び気象条件に依存した濃度変化を利用する方法

放出点からの距離、汚染原因の活動時間、あるいは、気象条件と汚染物濃度との関係を解析することから汚染原因に迫る方法。著者らは気温と濃度の関係からPCBの起源を推定した⁵⁾。

引用文献 1) 益永他：地球化学 **35**:159-168 (2001). 2) Paatero, P.: *Chemometrics & Intelligent Laboratory Systems* **37**:23-35 (1997). 3) Johnson, G. W. et al.: Chap. 12, in *Introduction to Environmental Forensics* ed. Murphy & Morrison, Academic Press (2002). 4) Kim, B. M. & Henry, R. C.: *Chemometrics & Intelligent Laboratory Systems* **49**:67-77 (1999). 5) Ogura, I. et al.: *Environmental Science & Technology* **38**:3279-3285 (2004).