

GIS を利用した残留性有機フッ素化合物(PFCs)の汚染源解析 ～東京湾流域を対象として～

○頭士泰之, 益永茂樹

(横浜国立大学大学院環境情報研究院)

【はじめに】

残留性有機フッ素化合物(PFCs)による汚染は世界中の至る所で確認され, その遍在的な汚染状況から Ubiquitous 汚染とも呼ばれる。2009 年 5 月には PFCs の一種であるペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)とその合成出発物質(PFOSF)が, 国際的な残留性有機物の廃絶に係るストックホルム条約において POPs として指定された⁽¹⁾。日本においても 2010 年 4 月から適用除外用途以外についてこれらの使用・製造・輸入の規制導入が始まっている⁽²⁾。しかし, PFOS はじめ PFCs の用途は撥水スプレー、繊維製品、消火剤など多岐に渡り、市販製品にも多く利用されていることから、これらを製造・利用する工場・事業所以外にも、流出源が広域に分布して存在する(ノンポイント汚染)と考えられ⁽³⁾、製造・加工段階における一部用途への使用・製造等の規制のみでは汚染低減効果が低いと考えられる。実際に PFCs の歴史的環境放出トレンドからは明確な減少の見られない同族体がある^(4,5)。このような点から、PFCs の汚染減少には汚染源の定量的把握・適切な対策の実施が必要と考えられる。しかし先述したように、PFCs の特異な汚染形態から汚染源やその寄与の把握は未だ不十分な状況となっている。そこで我々は、この課題を克服するため汚染源把握・定量評価に地理情報システム(GIS)を導入することを試みた。本発表では東京湾流域を対象に行なった汚染源解析事例を紹介する。

【方法】

東京湾流域全域の河川における PFC 汚染調査データ(50 地点)⁽⁶⁾を用いて GIS データベースを活用した統計アプローチによる汚染源解析手法を開発した。具体的には Fig. 1 に示したように GIS データベースから東京湾流域における集水域ブロックの地理情報を抽出し、汚染因子の候補変数を選定し、初期の関連性解析として PFC 濃度データと汚染因子候補変数の相関分析を行い、続いて回帰分析において汚染予測回帰式の検討を行なった。PFC 濃度データは分布形状から対数変換を行った。この対数濃度と汚染因子候補変数との間に対数関数の関係が見られたこ

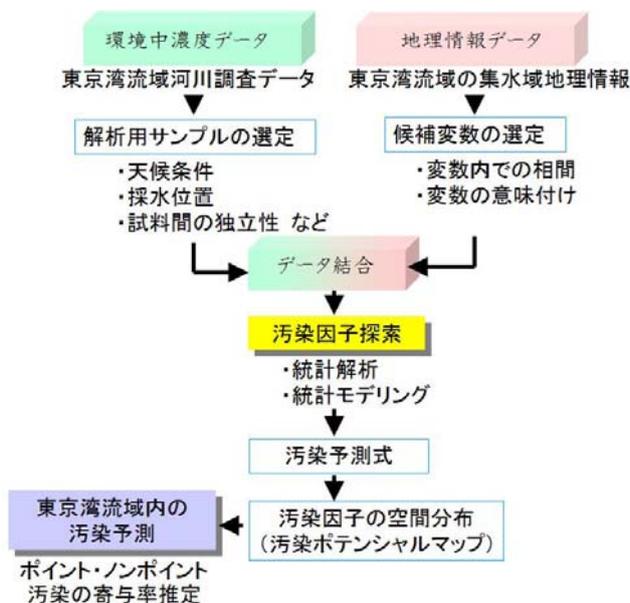


Fig. 1 Flowchart of source identification using GIS

Source identification of perfluorinated compounds (PFCs) using a GIS

-A case study in Tokyo Bay basin-

Yasuyuki ZUSHI, Shigeki MASUNAGA

Graduate School of Environment and Information Sciences; 79-7 Tokiwadai, Hodogaya, Yokohama 240-8501, Tel: +81-45-339-4371, Fax:+81-45-339-4373, E-mail:d07tf011@ynu.ac.jp

とから、最終的に両対数変換し、重回帰分析による汚染回帰モデルの導出を行なった。回帰モデルは式(I)のような一般式で表わされる。汚染因子候補変数は、GIS データベースに備えた土地利用種、下水整備率、下水処理場の集水面積、人口密度、廃棄物処理場、事業所密度などの 11 変数を抽出した。

$$PFC_{conc} = \prod_{j=0}^n f_j^{\beta_j} \quad \dots(I)$$

j : 汚染因子
 f_j : j の汚染因子スコア
 β_j : 推定パラメータ
 ただし $j=0$ のとき $f_j=e$

【結果と考察】

汚染回帰モデルと回帰プロットの結果を Fig. 2 に示した。PFOS については交通用地と人口密度が汚染因子として選択され(共に $p < 0.05$)、これら要因が PFOS の広域汚染に寄与していると考えられる。Fig. 2 では交通用地を横軸としてプロットした。推定幅について 3σ を基準とした場合、3 地点が回帰式における外れ値となったが、これらにはポイント汚染源の寄与が考えられる。実際にこれらの地点には電子部品工場の集中的な立地、自衛隊演習場など汚染源と考えられるものの存在が確認された。

汚染回帰式から導出されるノンポイント汚染源分布を示す汚染ポテンシャルマップを、その他の同族体と共に Fig. 3 に示した。マップの凡例色(濃⇄淡は汚染能の高⇄低)と汚染度の関係は同族体毎に異なるため、ここでは同族体間での汚染度比較は行なえないが、汚染要因の空間分布状況の違いが分かる。本マップにはポイント汚染源寄与は考慮されていないが、実測値と推定値の差分からその寄与の把握が可能である。

【結論】

GIS を利用して、フィールド調査結果に基づく空間的な汚染源分布を把握する手法を開発した。この手法はノンポイント汚染源の空間分布の把握・定量化に効果を発揮すると共にポイント汚染源の認識・定量化にも役立つことを示した。今後は解像度の向上やポイント汚染源に対する評価法の更なる強化が求められる。

【謝辞】

本研究は JSPS 特別研究員事業科研費補助金(213467)の助成を受けて行なわれた。また東京湾流域汚染調査は埼玉県環境科学国際センターと東京都健康安全研究センターのご協力のもとに行なわれた。

【参考文献】

- (1) 枘田基司, 北野大 水環境学会誌 2009, 32, 2-7.
- (2) 環境省 2009, <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=11703>.
- (3) Zushi, Y. and Masunaga, S. *Environ. Toxicol. Chem.* 2009, 28, 691-700.
- (4) Zushi, Y. et al. *Environ. Pollut.* 2010, 158, 756-763.
- (5) 頭士泰之ら. 第 44 回日本水環境学会年会講演集 2010, 547.

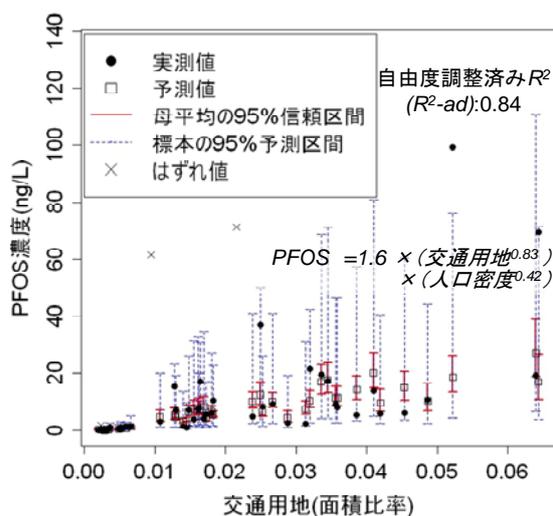


Fig. 2 Predicted concentration by GIS-based source identification and measured concentration of PFOS

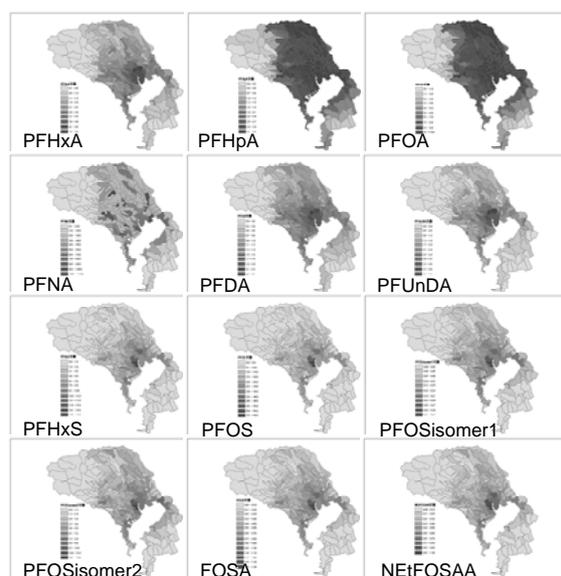


Fig. 3 Map of potential for PFC pollution (R^2 -ad > 0.5)