東京湾流域河川における残留性有機フッ素化合物(PFCs)の汚染全容調査

～38 種 PFC 類縁体の一斉分析手法の適用～

横国大環情学府・研究院　○頭士泰之, Ye Feng, 益永茂樹, 埼玉県環国際セ　茂木守, 野尻喜好, 細野繁雄
東京都健安セ　鈴木俊也, 小杉有希, 矢口久美子

Survey of Perfluorinated Compound (PFC) pollution in the basin of Tokyo Bay –Application of the simultaneous analysis method for 38 types of PFCs–, by Yasuyuki ZUSHI, Feng YE, Shigeki, MASUNAGA (Grad. Sch. of Env. and Infor. Sci., YNU), Mamoru MOTEGI, Kiyoshi NOJIRI, Shigeo HOSONO (Center for Env. Sci. in Saitama), Toshinari SUZUKI, Yuki KOSUGI, Kumiko YAGUCHI (Tokyo Metro. Inst. of Pub. Health)

1.　緒言

2009 年 5 月に国際的な残留性有機汚染物質(POPs)の規制・廃絶に係る条約(POPs 条約)の締約国会議が開かれ，ペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)及びペルフルオロオクタンスルホニルフルオライド(PFOSF)が Annex B(制限的製造・使用)として POPs に指定された。これを受けて日本でも 2010 年 4 月に化審法の対象物質に登録される予定である。一方で PFOS 使用事業者へのアンケート調査によると PFOS の規制動向に対して混乱があり [1]，環境レベルの速やかな減衰に結びつかない事が懸念される。また PFOS 以外の類縁物質には，目立った法規制体制がなく，依然として汚染の広がりが懸念される。しかし現状では，わが国における PFOS・ペルフルオロオクタン酸(PFOA)以外を含む類縁体の汚染モニタリング情報は限られており，PFOS・PFOA 類縁物質(PFCs)の包括的な管理が必要となる場合に，知見不足であるといえる。そこで本調査では，東京湾流域の河川水及び一部の下水放流水について，PFOS・PFOA，それらの前駆物質，分岐異性体など 38 種を対象とした汚染調査を行い，PFC 水域汚染の総括的評価を試みた。

2.　調査・分析

調査実施期間: 2009 年 4 月 3 日～5 月 1 日の約 1 ヶ月間

＊前日に降雨がなく，試料採取までの間に水質に影響する降雨がないことを条件とした。

PFC 分析: 溶存成分について固相抽出(Oasis®WAX)を行い，PFOS 類(C4-C10)，PFOS 分岐異性体，PFOS 前駆物質としてスルホンアミド(FOSA)，スルホンアミドエタノール類(FOSEs)，スルホンアミドアセテート類(FOSAAs)，また PFOA 類(C5-C17)，その分岐異性体(C8-C11)，PFOA 類前駆物質としてテロマーカルボン酸類(FTCAs)，テロマー不飽和カルボン酸類(FTUCAs)，その他にテロマースルホン酸(THPFOS)，リン酸 (PFHxPA) を LC-MS/MS で測定した。

3.　調査結果

都市域において汚染レベルが高くなる傾向が見られた(図 1)。全体的に PFNA が高濃度(工場付近のデータを除く算術平均値:31 ng/L)であり，ついで PFOS (11 ng/L), PFOA (8.3 ng/L) の順であった。また，PFOA 類が生産工場付近において高濃度で検出された。

4.　考察

今回の調査では，PFNA が PFOA を上回る濃度で検出され，2005 年時の調査時点[2]から PFNA の顕著な増加 (約 1.7 倍増) がみられた。また PFOS は地点によって増加・減少傾向が異なり，2005 年時と比して明確な減少傾向は認められなかった。

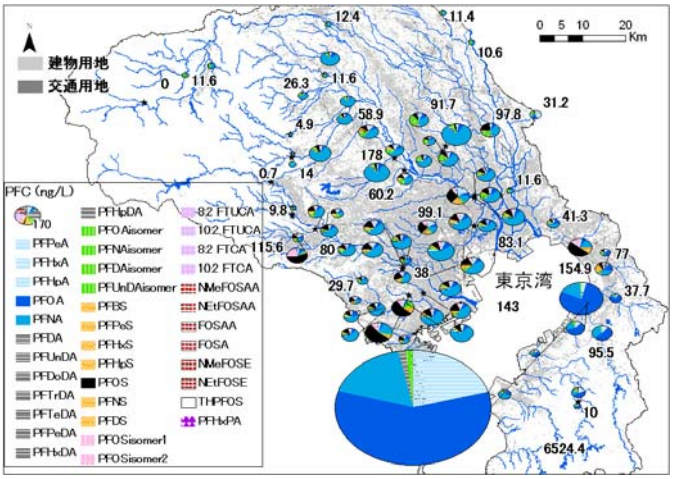

図 1 東京湾流域河川の PFC 濃度（数字は合計濃度）

PFC 組成に関して，埼玉エリアでは PFNA が卓越し，東京・神奈川エリアでは PFNA が主であるが PFOS の存在が目立ち，千葉エリアでは PFOA が卓越しており，地域に特有の汚染事情の存在が示唆された。また，全体として低汚染地域での PFOA 類分岐異性体割合の卓越も顕著であった。

測定対象とした前駆物質は提案される分解経路の中間物質だが，これらの中でも FOSA や FTCA 等は比較的長期の半減期を示し[3,4]，前駆物質由来のマーカーになり得ると考えられる。同族体間での各環境媒体への分配傾向の違いを考慮する必要はあるが[5],これら前駆物質の河川水・下水放流水中の濃度は低く，前駆体による最終体（PFOS/PFOA 等）の汚染レベル上昇への寄与は小さいと示唆される。

5.　結論

東京湾流域の調査により，規制動向の影響を受けたと考えられる汚染傾向や空間分布傾向が把握できた。また前駆物質による汚染の知見を得る事ができ，PFC 汚染の全容解明に結びつくと期待される。今後，前駆物質などの環境挙動の差異，PFCs の空間分布特性の詳細な研究が必要であると考える。

参考文献

(1) 内海ら，*環境システム研究論文集* 2009, 175.
(2) Zushi et al., POPs Research in Asia 2008, 160.
(3) Gauthier et al., Environ. Sci. Technol. 2004, 2857.
(4) Rhoads et al., Environ. Sci. Technol. 2008, 2873.
(5) Zushi et al., Environ. Pollut. 2010, In Press.

謝辞

本研究は日本学術振興会（特別研究員奨励費）の助成を受けて行なわれた。