

大阪湾における PFCs の挙動解析

大阪大学工学部 ○井上実沙規、竹峰秀祐、近藤明、井上義雄、嶋寺光、西田修三

Analysis of the dynamics of Perfluorinated compounds (PFCs) in Osaka Bay, by Misaki INOUE, Shusuke TAKEMINE, Akira KONDO, Yoshio INOUE, Hikari SHIMADERA, Shuzo NISHIDA (Dept. of Eng. /Osaka Univ.)

1.はじめに

有機フッ素化合物(PFCs、Perfluorinated compounds)は、化学的に高い有用性を持つことから様々な用途で広く用いられてきた。しかし、PFCsは、環境残留性や生物への悪影響を持つことから、世界中で PFCs 汚染とその挙動について関心が高まっている。PFCsによる汚染は日本でも広がっており、大阪湾とその流域河川から、PFCsの一つであるペルフルオロオクタン酸 (PFOA, Perfluorooctanoic acid) が高濃度で検出された¹⁾。また、近年では、PFOAの代替物質として、ペルフルオロヘキササン酸(PFHxA, perfluorohexanoic acid)が高濃度で検出されている。今後、閉鎖性水域における PFCs のリスク管理を行うために、その挙動を考慮した将来濃度予測が重要となることから、本研究では大阪湾での数値シミュレーションを通して PFCs の挙動解析を行った。

2.大阪湾モデル概要

図1に示す大阪湾を含む計算領域を水平方向1km四方で99×118×47格子に分割した。メッシュサイズは、水平方向を1km、鉛直方向を表層1m~底層5mの不均等メッシュとした。2010年における大阪湾流域の主要河川における実測データと2005年における流動データ²⁾を用いて、2010~2011年の河川と大気から流入するPFHxAの濃度分布と堆積量を計算した。PFHxAの溶存態と懸濁態(SSへの吸着)を考慮し、懸濁態の沈降と溶存態の底質との平衡を考慮した。

3.実測データと流動データ

実測データ³⁾は、2010年8月に観測された実測値を元に、計算領域内にある36の主要河川から流入するPFHxAの負荷量を決定した。図2に示すように、神崎川では、他河川の数百倍以上のPFCsが観測され、大阪湾への主要な汚染源と考えられる。

図3に、数値シミュレーションによって得られた流動データを示す。流動データは、2005年の1年間、3時間おきのデータである。流動データの温度分布から、大阪湾奥部は外洋の影響が小さく、淡水流入の影響を大きく受けていることが

わかる。1年間を通して、温暖な黒潮の流入が大きく影響している様子も確認できる。また、流動データから、海峡付近での環流の存在と、海峡において流速が大きくなる特徴がある。

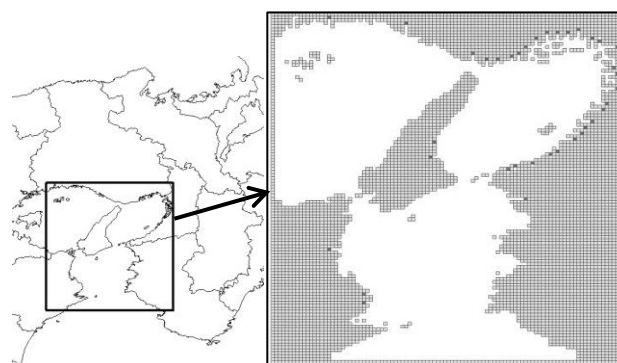


図1 計算領域と考慮河川(右図●)

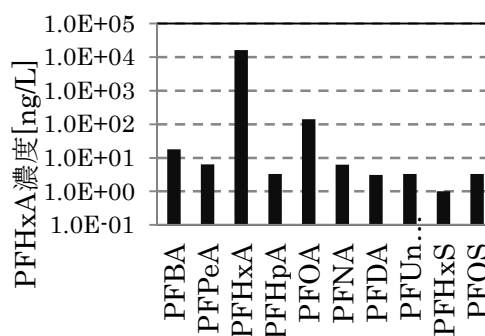


図2 辰巳橋(神崎川河口)における PFCs 実測濃度³⁾(2010/8)

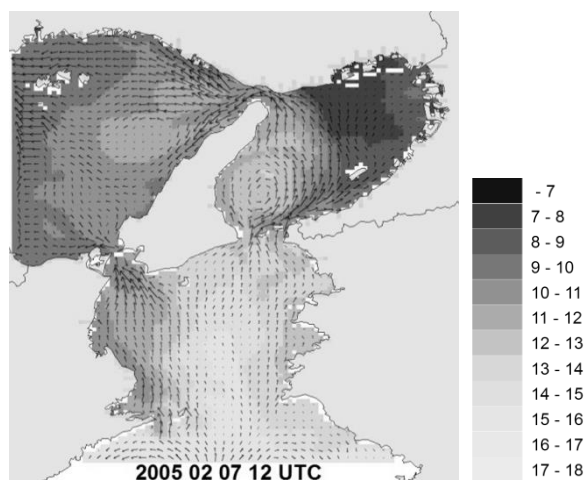


図3 流動データ(温度分布・流動,2005)

4. 計算結果と実測値

図4に表層におけるPFHxA濃度分布と43の観測地点を示す。明石海峡と紀淡海峡を通過して汚染が広がっていく様子がわかる。濃度分布は、流速の影響を大きく受けるため、時間変動と季節変動が確認された。夏季には、広い範囲に拡散する傾向がみられた。

図5に示す海域におけるPFHxA実測濃度*から、神崎川河口からの距離に指数的に濃度減少の様子が確認できる。図6に9地点における実測値と計算値の比較結果を示す。計算結果も神崎川河口からの距離に指数的に濃度減少するが、計算値の約1/10の値となった。湾外ではさらに過小評価となっている。

図7に底質におけるPFHxA実測濃度*の経年変化を示す。その濃度は、年々増加傾向にあることが考えられる。実測濃度は、神崎川からの相関がみられず、ばらつきが大きい傾向となった。2011年を対象にした計算結果は、底質におけるPFHxA平均濃度は256.4ng/kg-dryとなり、実測値を過大評価するものとなった。

5. 結論

PFHxAは湾奥部で高濃度となる傾向がみられ、神崎川からの距離に指数的に濃度減少の様子を再現できた。濃度分布は、流速方向の影響を大きく受けるため、時間変動と季節変動が確認された。夏季には、広い範囲に拡散する傾向がみられた。計算結果は、実測値と相関を持つが、過小評価となった。また、蓄積量は、過大評価となった。

今後、流入量の正しい推定とより物理挙動を再現したモデルの構築が必要である。

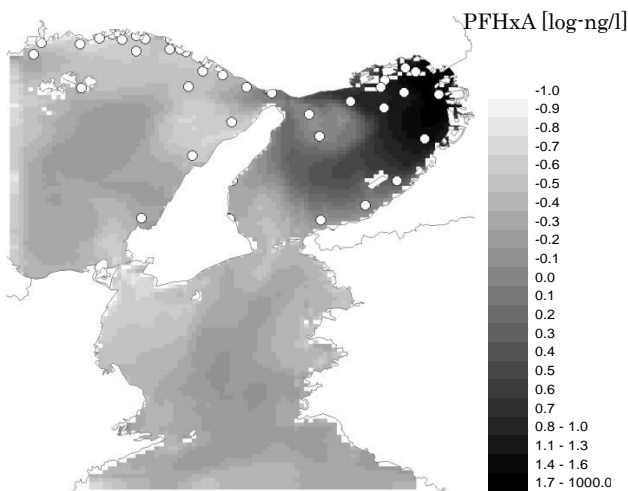


図4 表層におけるPFHxA濃度分布(2011/8/1)と観測地点○

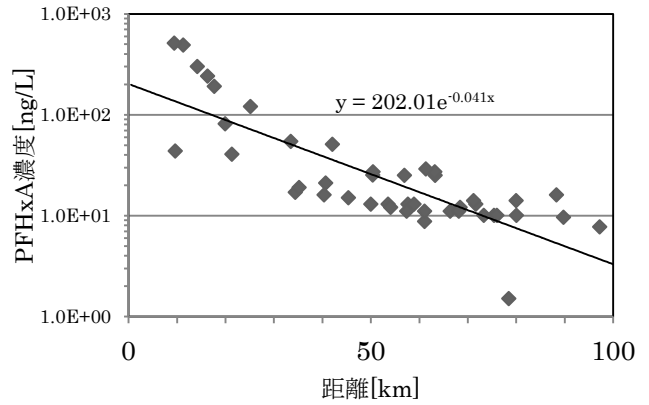


図5 海域におけるPFHxA実測濃度*と辰巳橋からの距離の関係(2010)

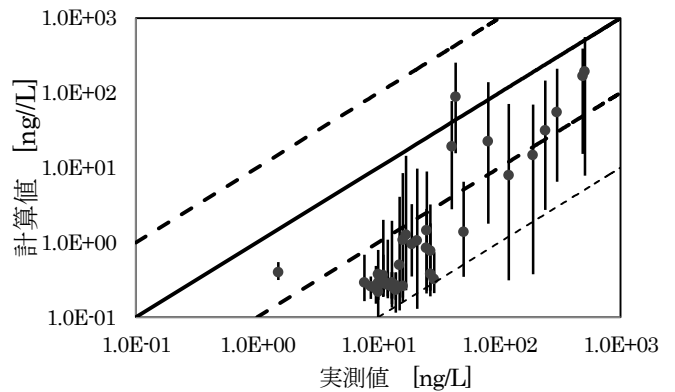


図6 観測地における実測値と計算値の比較

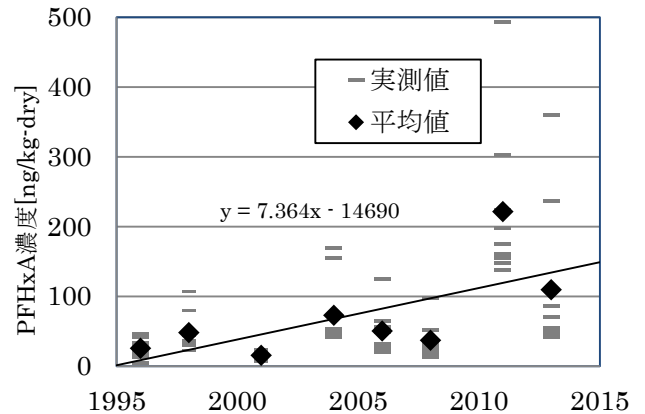


図7 底質におけるPFHxA実測濃度*の経年変化

* 兵庫県環境研究センター調査結果

参考文献

- 1) Saito, N., Perfluorooctanoate and perfluorooctane sulfonate concentrations in surface water in Japan, 2003,
- 2) 中谷祐介,大阪湾における汚濁負荷と物質循環機構の実態に関する研究, 大阪大学博士論文, 2011

keywords 大阪湾、Perfluorinated compounds、移流・拡散モデル