

都内水環境中の有機フッ素化合物の挙動について

分析研究科 西野 貴裕

【要約】

PFOS等の有機フッ素化合物について、都内河川や地下水、生物試料を対象に水環境中の実態解明を行ってきた。各種の規制を通じて代替物質への切替等が進んだ結果、河川中濃度が低減した一方、地下水には現在も比較的高い濃度レベルで残留している地点があることが分かった。また、有機フッ素化合物のうち、骨格炭素数の大きな物質は、生物の体内に残留しやすい傾向にあった。

【目的】

有機フッ素化合物（PFCs）は、撥水剤、消火剤等、様々な用途で使用されている一方、難分解性を示し、環境や生体への汚染が数多く報告されている。ここでは、平成22年度に化学物質審査規制法（化審法）により製造・使用等が規制されているパーフルオロオクタンズルホン酸（PFOS）、メーカーによる自主的な排出削減活動が進んでいるパーフルオロオクタン酸（PFOA）を中心に河川中濃度の推移、地下水中の濃度実態、生物等の媒体への蓄積状況について報告する。

【方法】

(1) 多摩川におけるPFOS等の濃度推移について

かつて、PFOS濃度が比較的高かった多摩川中流域において、同物質の化審法を通じた規制を受け、その前後における濃度推移を追跡した。

(2) 都内地下水における濃度実態、土壌中におけるPFCsの挙動について

都内地下水中におけるPFCsの濃度実態を調査するとともに、物質ごとの土壌中における挙動を考察するため、土壌カラム実験を行った。赤土を充填したガラスカラムに50 μ g/LのPFCs13種類混合水溶液を添加後、精製水を流し、土壌中を通過した水試料を20mLずつ分取して分析することで、物質ごとの土壌通過速度を比較した。

(3) 生物試料（東京都内湾に生息するスズキ）の生体内における濃度実態について

PFCsは、骨格炭素数が大きくなるに従って分子量も大きくなり、生体への蓄積性が高くなるという報告がある。このため、スズキを用いて分析を行い、その実態を解明するとともに、平成15年度からの濃度推移を追跡した。

【結果の概要】

(1) PFOS、PFOAについて規制や排出削減活動が始まる以前である平成17年度と、開始以降の平成21～23年度の多摩川本川4地点における濃度を比較した（図1）。平成17年度の日野橋では、PFOSが平均で100ng/Lを超える濃度で検出されたが、平成21年度以降は10ng/L前後となっており、化審法の規制に先立ち、排出が抑制されていたと考えられる。PFOAも同様に濃度が低減しており、排出削減活動が有効に継続しているものと思われる。

(2) 都内地下水57地点の分析を行い、大田区でPFOA、狛江市でPFOSが100ng/L（平成17年度の日野橋濃度）を超える濃度で検出された（表1）。また、土壌カラムにPFCs混合溶液を浸透させた結果、骨格炭素数の小さい物質は浸透が速く、10以上では長期間土壌に留まることが示唆された。（図2）

(3) スズキの生体試料中におけるPFOS濃度は、製造大手企業による製造中止や化審法の規制対象への追加以降、減少傾向にあった。一方、水試料ではほとんど検出されない骨格炭素数の大きいPFCsが検出され、濃度推移も大きな変化が見られなかった（図3）。

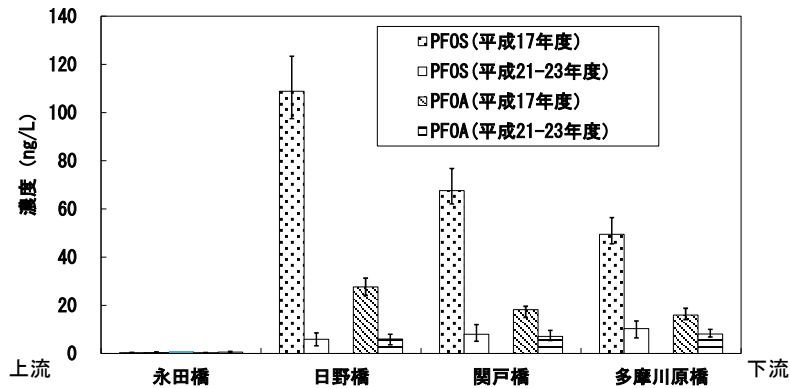


図1 多摩川におけるPFOS、PFOAの濃度変化

表1 都内地下水におけるPFCs濃度実態(抜粋)

採水地点	濃度(ng/L)												
	スルホン酸系PFCs					カルボン酸系PFCs							
	PFBS(4)	PFHxS(6)	PFHpS(7)	PFOS(8)	PFDS(10)	PFHxA(6)	PFHpA(7)	PFOA(8)	PFNA(9)	PFDA(10)	PFUdA(11)	PFDoA(12)	PFTrDA(13)
千代田区	(1.4)	65	N.D.	18	N.D.	9.3	2.8	20	2.6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
品川区	(1.2)	(1.8)	N.D.	13	N.D.	4.5	4.8	22	45	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
目黒区	4.7	2.8	N.D.	14	N.D.	12	17	40	4.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
大田区1	(1.1)	N.D.	N.D.	(1.1)	N.D.	73	160	230	46	37	6.7	(0.9)	1.9
大田区2	2.4	4.2	N.D.	12	N.D.	14	12	48	9.6	2.3	1.7	(0.7)	N.D.
杉並区	(0.9)	N.D.	N.D.	4.5	N.D.	7.6	3.0	5.3	19	1.5	3.0	N.D.	N.D.
練馬区1	2.2	13	(1.4)	25	N.D.	5.4	2.7	7.0	5.5	N.D.	(0.6)	N.D.	N.D.
練馬区2	8.0	50	1.9	87	N.D.	23	9.1	13	8.6	N.D.	(0.4)	N.D.	N.D.
立川市	3.6	87	(1.3)	76	N.D.	18	6.5	16	4.7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
武蔵野市	2.6	19	N.D.	34	N.D.	8.5	3.2	9.3	4.3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
青梅市	(1.1)	N.D.	N.D.	(1.6)	N.D.	260	12	5.4	(1.6)	N.D.	N.D.	(0.5)	N.D.
府中市	N.D.	4.4	N.D.	12	N.D.	2.4	1.2	5.3	6.6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
小金井市	2.2	12	N.D.	7.9	N.D.	16	8.8	18	88	2.1	6.2	N.D.	N.D.
小平市	6.4	30	(1.2)	15	N.D.	21	5.6	12	(1.7)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
日野市	2.3	61	N.D.	15	N.D.	6.4	2.7	7.7	12	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
国立市	(1.0)	7.7	N.D.	17	N.D.	2.8	1.9	5.8	5.2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
狛江市	5.9	28	2.3	120	N.D.	15	4.9	12	60	N.D.	1.7	N.D.	N.D.
武蔵村山市	(1.4)	7.2	N.D.	14	N.D.	8.2	7.0	16	12	1.2	(0.5)	N.D.	N.D.

注1) PFCsの合計濃度が30ng/Lを超えた地点のみ抜粋

注2) 物質名後の()内の数字は、骨格炭素数を示す

注3) データのうちN.D.は不検出、()内の数値は参考値扱い

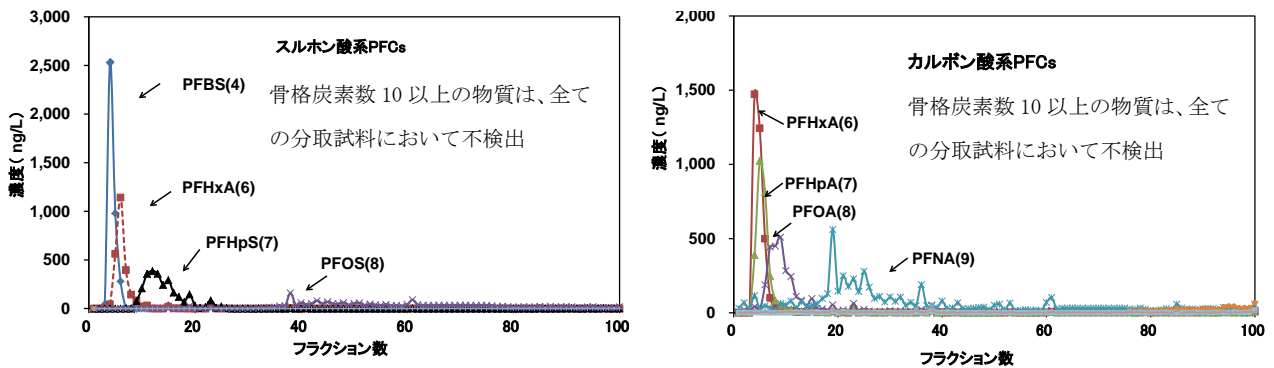


図2 PFCs 土壌カラム浸透実験結果(左:スルホン酸系PFCs, 右:カルボン酸系PFCs)

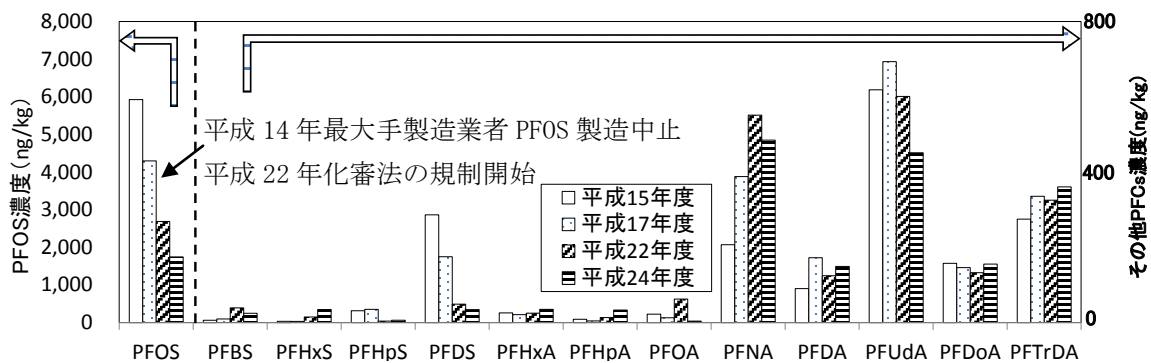


図3 東京湾内スズキ中のPFCs濃度の変化