

水環境中のペルフルオロ化合物類とその生成ポテンシャルの挙動調査 および NF・RO 膜処理適用性の検討

石川 一真

キーワード： ペルフルオロ化合物類、生成ポテンシャル、琵琶湖・淀川流域、産業廃水、膜処理

1. 背景および目的

ペルフルオロ化合物類(PFCs)前駆体は、生物分解・光分解等により PFCs を生成し、水環境中の PFCs 汚染拡大に寄与していると考えられる。しかし、水環境において前駆体からの PFCs の生成を考慮して PFCs 存在実態を検討した報告例は見られない。本研究では、前駆体から生成しうる PFCs 量を PFCs 生成ポテンシャル(以下、PFCs-FPs)と定義し、琵琶湖・淀川流域およびタイ王国において調査を行い、水環境中および産業廃水中の PFCs と PFCs-FPs の存在実態の把握を試みた。また、PFCs が残留する実浄水に対し NF・RO 膜処理試験を行い、その適用性を検討した。

2. 調査および実験の方法

(1) 水環境におけるペルフルオロ化合物類とその生成ポテンシャルの挙動の把握

2014 年 8~10 月に琵琶湖・淀川流域内の湖水($n=9$)・河川水($n=31$)・下水処理水($n=14$)を、10~11 月にタイ王国バンコク首都圏の工業団地における産業廃水および水道水($n=37$)を調査した。試料は固相抽出により前処理し、PFCs 12 種と前駆体 14 種を分析した。同時に酸化分解法を用いて前処理を行い、12 種の PFCs-FPs を分析した。

(2) A 浄水場における実上水に対する NF・RO 膜処理試験

淀川を原水として利用する A 浄水場で処理された実浄水を原水とし、3 種類の NF・RO 膜に対してクロスフロー型の膜処理試験装置を用いて 72 時間後の PFCs 阻止率を検討した。

3. 結果および考察

琵琶湖・淀川流域において汚染が顕著であるペルフルオロオクタン酸(PFOA)の負荷量とペルフルオロオクタン酸生成ポテンシャル(PFOA-FP)負荷量の分布を図 1 に示す。琵琶湖流出地点では 131 g/day の PFOA-FP 負荷量があり、同地点での PFOA 負荷量 18 g/day の 7.3 倍であった。また、淀川本流の枚方大橋では PFOA-FP 負荷量は 137 g/day であり、上流地点の合計値 54 g/day の約 2.5 倍であった。したがって、PFOA-FP は支流だけでなく、大気等からの負荷がある可能性が示唆された。

タイ王国の産業廃水中からは高濃度の PFCs-FPs が検出され、 $\Sigma 12$ PFCs-FPs は最大で 9,476 ng/L であり、 $\Sigma 12$ PFCs に対して 36 倍であった。また、前駆体の定量率(定量可能であったデータ/分析を試みたデータ)は 15% (83/546)であったのに対し、PFCs-FPs の定量率は 89% (279/312)であり、PFCs-FPs の評価手法を導入することで前駆体から生成しうる PFCs 量のデータ収集が容易となった。

A 浄水場を調査した結果、PFCs-FPs は凝集沈殿処理過程で沈殿汚泥に沈着していることが示唆された。また、A 浄水場の実浄水を対象に 2 種類の NF 膜、1 種類の RO 膜による膜処理試験を行った結果、NaCl 阻止率が 50%の NF 膜(NTR7450)で、カチオンを一定量透過させつつ 85%以上の高い PFCs 阻止率を得た。

4. 結論

PFCs 生成ポテンシャルの評価手法を導入することで前駆体から生成しうる PFCs 量のデータを取得することができた。琵琶湖・淀川流域で PFCs 生成ポテンシャルを分析した結果、枚方大橋では PFOA-FP 負荷量が 137 ng/L であり、また大気からの負荷の寄与が大きいことが示唆された。さらに、浄水中の PFCs 処理において NF 膜処理の有効性が示された。

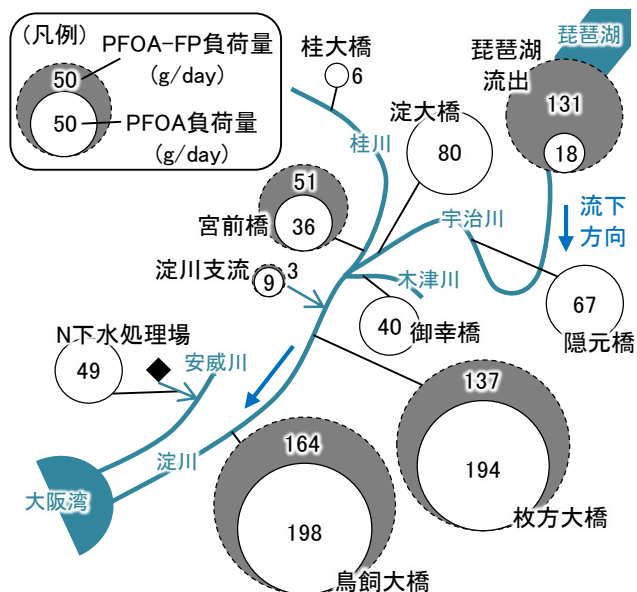


図-1 琵琶湖・淀川流域の主要地点におけるPFOAおよびPFOA生成ポテンシャル負荷量の分布