

# 環境水に含有されるペルフルオロアルキル化合物(PFASs)の高感度一斉分析法の開発

高沢麻里 竹峰秀祐 茂木守 石山高

## 1 背景と目的

有機フッ素化合物の一つであるペルフルオロアルキル化合物(PFASs)は、様々な工業製品や商業製品で使用される合成化合物群であり、環境汚染物質として世界的に問題視されている<sup>1)</sup>。日本国内ではヒトの健康保護の観点で、3種のPFASsについて水質汚濁に係る要監視項目または要調査項目として追加されている(ペルフルオロオクタンスルホン酸:PFOS, ペルフルオロオクタ酸:PFOA, ペルフルオロヘキサンスルホン酸:PFHxS)。令和5年2月現在、日本国内では明確な環境基準値は設定されていないが、前者2種については「指針値(暫定)」が設定されている(合算値50 ng/L以下)。本県でも実態把握のために、これらの物質を一斉分析できる体制を構築する必要がある。PFOS、PFOA、PFHxSには前駆物質が存在し、環境中で生成されることが報告されている<sup>2)</sup>。汚染原因の究明のためには、環境中でPFOSやPFOAに変化する可能性がある前駆物質も同時に測定できることが望ましい。

これまで当センターでは、PFASsの一斉分析法について研究を実施してきたが、PFOS・PFOAの指針値を満たし、かつPFHxSおよびそれら前駆物質を一斉分析できる分析法はまだない。本研究では、これまでの一斉分析法の高感度化を目指し研究を実施する。加えて近年では、分析の省力化・グリーンケミストリー化の観点から、全自動固相抽出装置の利用が着目され始めている。全自動固相抽出装置をPFASs分析へ活用することを目標とし、高感度分析に向けた基礎検討を行う。

## 2 方法

### (1) LC-MS/MS測定条件の最適化

LC-MS/MSを用いた高感度分析法を開発する。測定対象とする物質はPFOSとPFOAとその類縁体、および前駆体を合わせた約30種とする。茂木らが開発したPFASs分析法<sup>3)</sup>を参考に進める。基本的な測定条件については既報から情報を得ることができるが、低濃度試料に対応するには装置ブランク値をどの程度抑制できるかがカギとなる。特にPFOAは作業環境や装置内部のパーツ等からの汚染が著しく、低濃度試料の分析が難しい。汚染の原因となるテフロン製品の徹底排除や、ディレイカラム法を用いるなど、できる限り汚染を抑制する手法を採用する。

### (2) 環境水の前処理法の開発

前処理には固相抽出法を採用する。対象とするPFASsを効率的に捕集が可能となる固相充填剤を検討する。前処理フローを確立したのち、数地点の実試料を用いて妥当性の評価を行う。定量下限値は「水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の施行等について(通知)」に従い、PFOS及びPFOAの合算濃度として0.3 ng/Lとする<sup>4)</sup>。

### (3) 自動前処理装置の導入検討

(1)や(2)で得た知見を基に前処理の自動化を検討する。特に(1)の通り、装置ブランク値をできる限り低減する必要があるため、自動前処理装置の開発元と共同で進める。

### (4) 所内向けの機器操作マニュアルの作成

開発した分析法を所内で共有できるよう操作マニュアルを作成する。多くの知識や経験がなくとも機器分析ができる体制を構築することで、特定の人材以外でも分析を可能とし、緊急時・災害時に向けて所内体制を整えていく。マニュアル完成後、LC-MS操作未経験者に実践してもらい、現場で使用可能な完成度を目指す。

## 3 研究成果の活用方法

(学術的活用方法)

PFOS・PFOAとその類縁体および前駆体の高感度一斉分析法の開発

(埼玉県行政への支援効果)

環境水中PFASsの測定体制の確保。機器操作マニュアルを作成し、緊急時・災害時に向けた分析体制の強化

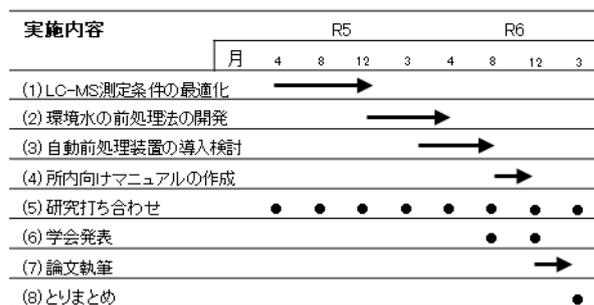


図1 本研究の年次スケジュール

## 文献

- 1) S. Ullah et al. (2011), J. Chrom. A, 1218, 6388-6395.
- 2) F. Ye et al., Chemosphere, 127, 262-268.
- 3) 茂木ら, 第27回環境化学討論会プログラム集, P-042, 2018(平成30)年5月22日, 沖縄
- 4) 環境省, 環水大発第2005281号, 2020(令和2)年5月28日