

2025年度 中国本部化学／繊維／金属部会講演会

～有機フッ素化合物（PFAS）の現状と対策～

山口県 化学部門
伊藤 由実
化学/繊維/金属部会 部会長



1. はじめに

近年、有機フッ素化合物（PFAS）による水道水汚染が世間を騒がせており、地域住民に不安を生じさせている。PFAS のうち PFOS 及び PFOA は、その有用性から泡消化剤、金属めっき、防水加工等に 50 年以上使用されてきた。一方、PFAS が原因と確定された健康被害は報告されていない。

そこで PFAS について公平で冷静な判断ができるよう、その正しい理解を助けるため、環境省、京都大学、日本技術士会から 3 名の講師をお招きして講演会を開催した。本講演会は環境/衛生工学/生物工学/原子力放射線部会と当部会との共同で開催した。

2. 「有機フッ素化合物(PFAS)に関する環境省の取組」¹⁾

講演者：環境省 水・大気環境局 環境管理課 有機フッ素化合物対策室 室長補佐 築山 直弘 氏

PFAS(Per- and PolyFluoroAlkyl Substances)はペリフルオロアルキル化合物およびポリフルオロアルキル化合物など約 10,000 種の有機フッ素化合物の総称である。

このうち、PFOS (ペルフルオロオクタンスルホン酸)、PFOA (ペルフルオロオクタン酸) については「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約 (POPs 条約)」で付属書 A (廃絶) に追加されたことから、我が国においても、「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」に基づき、製造・輸入等を原則禁止済みである。

PFOS、PFOA については、令和 6 年 6 月に内閣府食品安全委員会が、諸外国・機関が行った評

価の中で使用された根拠資料を含めて評価した上で、人が一生涯に渡って摂取し続けても、健康への悪影響がない推定される、体重 1kg 当たり、1 日当たりの摂取量 (TDI) を 20ng/kg/day とした。そして、令和 7 年 5 月の環境省中央環境審議会水道水質・衛生管理小委員会において、次の式から、水道水の水質基準値を 1 リットル当たり 50ng とした（令和 8 年 4 月 1 日施行予定）。

$$\text{暫定目標値} = a \times (b/c) \times d = 50(\text{ng})$$

a (TDI) : 20 (ng/kg/day)、b (体重) : 50 (kg)
c (1 日当たりの摂取量) : 2 (L/day)
d (水の飲用からの摂取量の割合) : 10 (%)

令和 2 年 5 月に、公共用水域、地下水について、PFOS や PFOA を要監視項目に位置づけ、都道府県等が環境モニタリングを実施している。以降、全国各地の公共用水域で PFOS、PFOA が検出されているものの、環境省の化学物質環境実態調査では経年的に濃度の減少傾向が統計的に有意と判定されている。そして、令和 6 年度において水道事業及び水道用水供給事業で、PFOS、PFOA が暫定目標値を超過した事業は 0 件であった。

PFAS の健康への影響については、科学的知見が十分に得られておらず、国際がん研究機関により発がん性があると分類された PFOS 及び PFOA についても、内閣府食品安全委員会での評価は、「発がん性に関する知見から指標値を算出するには情報が不十分である」とされた。環境省では今後も引き続き、PFAS についての様々な科学的な調査・研究を進めるとともに、リスクコミュニケーションを強化していく。さらに環境中の PFAS の対策技術についても開発を進めていく。

3. 「環境水中の PFASs 対策技術の現状と展望

-電気分解や電気化学分析等を中心に²⁾

講演者：京都大学 複合原子力科学研究所 原子力基礎工学研究部門 教授

藤川 陽子 氏

PFASは2018年時点で4700種以上が知られ、その一部は埋立地に埋設または大気中に放出されるが、大半は廃水を経て水圏に放出される。様々なPFASの中でもPFOA、PFASは生体の濃縮性が高く、環境水や廃水等から今なお検出され、その除去技術のニーズは高い。

PFOA、PFASは水環境を中心存在し、PFOA、PFOSとして水中に排出されたもののに、フッ素テロマーアルコール

($\text{CF}_3(\text{CF}_2)_{n-1}\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$)等を前駆体として、大気あるいは微生物群集中で生成するものがある。PFOA、PFOSは非揮発性だが、前駆体のフッ素テロマーアルコールは揮発性で遠距離を移動し、PFOA、PFOSを生成する。そのためPFOA、PFOSは、北極圏の野生動物生態系にも影響する等、全世界に分布し、飲食物を通じ広く人に摂取される。

PFOA、PFOSが化学的・生物学的分解作用に対して著しく高い抵抗性を持つ理由はC—F結合の強固なこと(CF₄分子で486kJ/molの結合エネルギー)とともに、分子の骨格をなすC—C結合が、これを取り巻くフッ素原子により事実上遮蔽され、反応性のある他の分子等からの攻撃を受けにくいことがある。

高い分解抵抗性を有するPFOA、PFOSの分解技術としては次のような技術が挙げられ、産官学で息の長い取り組みが必要である。

①促進酸化法

標準酸化還元電位が2.5～3.1Vと、高い酸化力をもち、かつOHラジカルよりも寿命の長い硫酸ラジカルによる促進酸化法が注目されている。

②還元的分解

紫外線、超音波、電子ビーム、マイクロ波と

還元剤を組み合わせ、高い反応性と還元作用を有するラジカルを生成させて分解する。

③紫外線による還元的分解

還元的分解による分解処理の中で紫外線を利用した光化学的分解は、高温や高圧を印加しない比較的温和な処理法で、最近の研究例も多い。分解は主に紫外線照射で発生した水和電子 e_{aq}^- 作用で起こる。一般に、フッ素原子等のハロゲン原子Xで置換された構造を持つ有機物に対して $e_{\text{aq}}^- + \text{RX} \rightarrow \text{RX}^- \rightarrow \text{R} \cdot + \text{X}^-$ の反応が起り、PFOA、PFOSに対しても上記反応による脱フッ素が期待される。

④電気化学的酸化分解法

電気化学的酸化による有機物分解では、アノード(酸化極、外部電源の正極に接続され正の電気を帯びる)とカソード(還元極、外部電源の負極に接続され負の電気を帯びる)を対象有機物と電解質を含む液中に設置して両極間にセル電圧を印加する。この方法は電子を反応試薬として用いるクリーンな方法であり、環境水や廃水由来のPFOA、PFOS分解の実用技術として期待される。

⑤特殊な環境条件下での分解方法

600°Cでの熱分解、超音波照射下で泡と水の境界の6000～1000Kの温度と内部の水蒸気の4000Kの温度条件を作り出しPFASの熱分解を起こす方法、プラズマ技術による方法、亜臨界水中で還元剤として0価の鉄を用いる方法も、PFOS等のPFAS分解技術として開発された。いずれも処理効率は高いがエネルギーを多く必要とし、PFAS濃度の高い系に適する。

4. 「産業界におけるPFAS問題への対応と対策」³⁾

講演者：公益社団法人日本技術士会 化学物

質管理研究会 幹事

株式会社FT-Net 代表取締役

青崎 耕 氏

PFASには撥水・撥油機能に優れるテフロン加工用の高分子が含まれる一方で、PFOAやPFOS

などの発がん性が懸念されると言われる物質が存在する。

国際条約下では難分解(P)・高蓄積性(B)・毒性(T:発がん)に該当する場合、禁止物質(エッセンシャルユースは免除)規制を受ける。また、地下水に水道基準値を大きく超える事例が沢山検出されているところが社会に大きな影響を与えていている。

PFASに関しては、健康被害の懸念があるフッ素化合物として、泡消火剤の成分であるPFOA、PFOSなど化学物質が特定されているにも関わらず、「PFAS」という言葉を使用して、フッ素化学品全体を悪者にする報道がみられる。このため、フッ素化学品の生産者としては、顧客の不要な心配を招き、不要なフッ素離れを引き起こすと懸念している。

一方、化学工業日報の2025年7月7日の記事では、薬学・毒性学の専門家で、食品安全とリスク管理の第一人者である東京大学名誉教授の唐木英明氏の意見として「これまでの環境汚染の歴史では、ある地域で後に公害病とされるような変わった病気が多く見つかり、調べてみると環境物質が原因だったというケースが多い。しかしPFASは今まで公的に確立された因果関係に基づく健康被害がないことが大きな違いだ」、「記者に『PFAS=危険』という思い込みがあり、必ず『発がんの可能性がある』、『有害と言われている』という言葉を付けてPFASを報じることが当たり前になっている。今大事なのは不安を煽るのではなく、不安を解消する報道だ」と報じている。

日本フルオロケミカルプロダクト協議会はPFASについて、POPs条約で規制されたPFOS、PFOA等(特定PFAS)、POPs条約で規制が検討されている物質、その他のPFASに分類することを提案している。

近年のPFAS規制の動きとしては、欧州においてデンマーク、ドイツ、オランダ、スウェーデン、ノルウェーの5カ国は2023年1月にPFAS全廃を掲げる制限案を欧州化学品庁(ECHA)

に提出。また、米国Maine州でも、意図的に添加されたいかなる製品の上市を禁ずるPFAS汚染防止法が2021年7月15日に成立、発効した。

このため、フッ素化学品メーカーの3Mとソルベイはフッ素事業からの撤退を発表、代わりに中国メーカーが参入、量産を開始した。日本勢も製造能力増強へ舵を取った。

また、経済産業省、環境省は官民連携でPFASの代替技術や排出量削減技術開発を進める。PFAS代替品としては、フッ素成分を全く含まない透明ポリイミドワニスを原料としたポリイミドフィルムの量産化(三菱ガス化学)、有機フッ素化合物(PFAS)代替となるコーティング剤(荒川化学工業)がある。

5. 講演会参加者数

参加者142名(会場24名、オンライン118名)と多くの方に参加いただいた。会場には広島県とその近隣県から、またオンラインでは北海道から長崎県までほぼ全国から参加いただいた。さらに非会員の方も7名参加され、本会の知名度向上に貢献できたと思われる。

6. おわりに

講演会後のアンケートでは、各講演の満足度は5点満点中、4.1~4.3点と高く、「PFASについてよく理解することができた」といったコメントを多くいただいた。

また、今回の講演会では、一般の方々が参加しやすいように、広島大学東千田キャンパス地域連携フロアSENDA LABを会場として講演会を行った。さらに講演会のNews Releaseを作成し、広島経済記者倶楽部に投函する等、宣伝活動を行った。

今後も、時流に即したテーマで講演会を開催していくと共に、技術士会員、技術士会関係者のみならず、一般の方々の参加者を増やすべく、効果的な宣伝方法についても検討を行っていく。



講演会場の様子

＜出展・参考資料＞

2023 年度中国本部化学／繊維／金属部会第 1

回講演会資料

- 1) 築山直弘「有機フッ素化合物 (PFAS) に関する環境省の取組」
- 2) 藤川 陽子「水中の PFOS と PFOA の分野技術の研究開発の経緯と最近の動向」
- 3) 青崎耕「産業界における PFAS 問題への対応と対策」