

## 世界を脅かす、

## 有機フッ素化合物

## PFOS／PFOAとは

グローバルウォータージャパン代表  
 国連テクニカルアドバイザリー  
 水安全保障戦略構想技術普及委員長  
 日本水フォーラム理事

よしむら かずなり  
 吉村 和就



有機フッ素化合物は多くの工業・産業分野で幅広く使用されており、製品や撥水技術の進歩に高く貢献している。化学物質のゆえ、環境や健康に対し潜在的な脅威となる可能性があったが、一般的には大規模な脅威とはみなされていなかった。

しかし一部の有機フッ素化合物、特にPFOS（ペルフルオロオクタンスルホン酸）とPFOA（ペルフルオロオクタタン酸）は化学的に極めて安定で、水や油をはじく性質を持つことから「焦げ付かないフライパンや調理器具」として庶民に知られている。さらに工業用に大量に使われているのが泡消火剤で、少量でも短時間で消火できる「最強の消火剤」とされ、また最近では半導体製造にも多く使用されている。

1998年、米国のEPA（環境保護局）は「発がん性の疑い有り」として世界で最初のアラートを発した。その後EPAはアクションプランを発表し。州レベル

で規制強化、モニタリングの強化を打ち出した。さらにストックホルム条約締結国会議（長期間に渡り環境中に残存する化学物質を規制する条約）は2009年、PFOSの製造や使用、輸入の制限を決定し、2019年には物質そのものの利用を原則禁止することを決定した。日本国内では環境省による全国調査の結果、在日米軍基地周辺や工業地帯の地下水からPFOS／PFOAが検出され大きな話題となり、国は規制強化の方針を打ち出している。

## 1. 国内PFOS／PFOAによる地下水の汚染調査

有機フッ素化合物は、4700種類以上存在しており、その代表例がPFOS（俗称ピーフォス）とPFOA（ピーフォア）である。両物質とも、自然環境中で分解されにくく蓄積しやすい性質から「永遠の化学物質」とも呼ばれている。過去の研究では、発がん性や胎児の低体重化、成人の生殖機能への悪影響、肥満、甲状腺の疾患などの健康リスクが報告されている。

## (1) 地下水汚染調査

環境省が2020年6月に公表した、令和元年度・全国171地点での地下水の調査結果によると、PFOS／PFOAの合算量は1都2府10県の37地点で国が定めた暫定目標値（50ナノグラム／リットル、以下ng／Lと記載する）を超えている。大阪府摂津市の地下水からは、日本で最も高い1855ng／L（目標値の約37

倍)が検出された。他には化学メーカーの工場などが集まる首都圏や阪神地区、泡消火剤を保管する多くの米軍基地周辺の河川水や地下水で汚染が確認されている【表1】。

環境省による令和2年度の調査結果でも、全国143地点調査で、21地点において国が定めた暫定目標値50ng/Lを超過している。

## 2. 基準値が厳しい欧米各国

世界各国は、飲料水に含まれるPFOS/PFOAの基準値を相次いで厳格化している。世界保健機関(WHO)は22年9月にPFOS/PFOAの基準値を1リットルあたり各100ng/Lとする暫定値を公表したが、出来る限り低い濃度を達成すべきと呼び掛けている。

### (1) 各国の基準値

欧州連合(EU)は、加盟国にWHOより厳しい基準値を求めており、ドイツは2028年にPFOS/PFOAなど4種類の合計で20ng/Lとする方針を決めた。EUの規制強化の動きは、2018年に欧州食品安全機関(EFSA)による意見書、①PFOSに関し、成人における血清中の総コレステロール値の上昇及び②幼児におけるワクチン接種時の抗体反応の低下が重大な影響として特定されたからである。

米国環境保護局(EPA)は2023年3月、PFOS/PFOAの基準値を各4ng/Lと厳しくする案を公表し、年内に最終決定する予定である。基準値がそのまま決定された場合、公共飲料水に対する化学物質のモニタリングが義務付けられる。仮にPFOS/PFOAが基準値を超えた場合、一般市民に通知し、汚染を低減する措置が水道事業者に義務付けられる予定である。EPAは、この基準値(4ng/L)の採用により、PFOS/PFOA類による数千人の死亡と、数万人の重篤な疾病を減らせると想定している。この基準案は2023年末までに最終決定される予定となっている。バイデン政権は、規制強化と同時に自治体がPFOS/PFOAの削減対策を実施する際の財政支援として5年間で50億ドルの予算を手当済みである。

### (2) 日本の基準値

日本は、PFOSについては前述の「ストックホルム条約」により、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化審法)で平成22年4月以降は特定の用途を

【表1】 調査結果……高い濃度が確認された地域

県名	市町村名	地点区分	PFOS	PFOA	PFOS+PFOA
大阪府	摂津市	地下水	43.6	1812	1855.6
沖縄県	沖縄市	河川	1462.8	45.3	1508.1
沖縄県	宜野湾市	湧水	1110	193	1303
沖縄県	中頭郡	湧水	1121.7	66.3	1188
東京都	調布市	地下水	153	403	556
千葉県	白井市	河川	330	19.2	349.2
東京都	立川市	地下水	294	43.2	337.2
東京都	府中市	地下水	259	42.8	301.8
神奈川県	大和市	河川	238	10.5	248.5
千葉県	柏市	湖沼	173	18	191
福岡県	築上町	河川	131	14.9	145.9

環境省：令和元年度PFOS及びPFOA全国存在状況把握調査結果一覧よりトップ11地点 著者抜粋 (単位ng/L)

除き、製造・輸入・使用等が禁止された。基準値としてWHOより厳しい50 ng/Lを国の暫定基準値に採用していたが、さらに各国の動向をみて、厳しい基準値の設定を検討している。

### 3. PFOA / PFOSの浄水処理方法

厚生労働省は水道水の水質管理目標の設定項目と目標値に、PFOSとPFOAの和として50 ng/Lを追加し、2020年4月から施行した。全国の浄水場で50ナノグラム/Lを超過した浄水場は無かったが、東京都の5カ所の浄水場では10～30 ng/Lの範囲で検出され、地下水を原水とする都市部の浄水場で高い濃度が報告された。

#### (1) 処理方式

原水に含まれるPFOS/PFOAの濃度を低減させる処理方式には、活性炭や膜分離（RO膜、NF膜）が使われるが、それぞれの方法にメリット・デメリットが存在する。PFOS/PFOA類は、先に述べたように「永遠の化学物質」であり、分解処理は通常の処理では不可能であり、除去することは、単に濃縮することを意味している。

①膜処理では、原水中には他の物質も多く、その前処理に時間と経費が掛かり、さらに廃液には高濃度のPFOS/PFOAが残留する。②活性炭が一般的に多く使われているが、共存する有機物が多い場合は、活性炭すぐに飽和してしまい、PFOS/PFOAなどは、吸着されずに通過してしまう、仮に全て吸着しても、最終処分に課題が残る。③イオン交換樹脂も、有効な処理方法であるが、膜処理以上に課題が残る。最近では④亜臨界水処理も検討されている。

#### ユージン

米国では、ろ過器+活性炭吸着+イオン交換樹脂を使い完全除去し、最後の樹脂は焼却処理している。PFOS/PFOA類は熱分解され、最後に二酸化炭素とフッ化物イオンとなり、フッ化物イオンは、既存の処理方法であるフッ化カルシウムとして無害化される。半導体関連の水処理では、この方式は有効な処理方法であるが、市民向け水道事業では到底、無理なプロセスである。また、新しき汚染源とし、最終処分地（ゴミ埋立地）の浸出水も大きな問題として取り上げられている。今までに使用されたPFOS/PFOA製品が埋め立てられ、その浸出水から高い濃度で検出されている。

日本の環境省は世論の高まりを受け「PFOS/PFOAに係る水質の目標値等の専門家会議」（令和5年度1月24日）を開催し、技術的な内容を検討しているが、米国や欧州連合に比べ対策がすべて後手に回っている。「永遠の化学物質」PFOS/PFOAから、国民の命を守るために、国を挙げて取り組むべき政策課題である。

