

沖縄の水環境におけるペルおよびポリフルオロアルキル物質汚染と 浄水処理工程におけるイオン交換樹脂の適用

前田 悠海

キーワード: ペルおよびポリフルオロアルキル物質、沖縄、水源、浄水処理、イオン交換樹脂

1. 背景および目的

ペルおよびポリフルオロアルキル物質(PFASs)は、難分解性や生殖毒性を報告されている人工有機フッ素化合物である。PFASs は泡消火剤関連製品に使用されており、消防訓練場周辺の水環境での汚染が問題になっている。最終分解生成物であるペルフルアルキル酸類(PFAAs)に加えて、前駆体の存在が汚染を複雑化させている。2016年に、米国環境保護庁(U.S. EPA)が、代表物質のペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)とペルフルオロオクタン酸(PFOA)の飲料水健康指針値を合計70 ng/Lと発表した¹⁾。沖縄県のA浄水場は、空軍施設の下流に位置する河川を水源としており、水道水から人への健康リスクが懸念される。本研究は、沖縄県の浄水場とその水源における汚染実態の把握、粒状活性炭と比較したイオン交換樹脂による処理の検討を主目的とした。

2. 調査および実験の方法

2018年10月~2019年10月に沖縄県における、浄水場の工程処理水(n=46)、水道水(n=5)、水源(n=26)、環境水(n=18)を採水し、15種のPFAAs, 10種の前駆体、PFAAs 酸化可能前駆体、全有機フッ素を分析した。また、浄水場で使用されていた活性炭の脱着実験、浄水処理工程水を用いたイオン交換樹脂の吸着試験を行った。

3. 結果および考察

浄水場の処理工程水中のPFOS, PFOAとその酸化可能前駆体の濃度を図1に示す。PFOSとPFOAの合計濃度は28 ng/L、酸化可能前駆体濃度は55 ng/Lで、総濃度は70 ng/Lを越えていた。PFOSは水源河川への流入水から196 ng/L検出され、河川から浄水場への流入が示唆された。浄水場内のPFOS, PFOAとその酸化可能前駆体の総負荷量の挙動を図2に示す。河川水、ダム水からのPFASsの寄与が井戸水と比較して大きく、凝集沈澱処理、生物活性炭処理で24%まで低減化された。

使用期間の異なる活性炭から溶出されたPFOS, ペルフルオロヘキサンスルホン酸(PFHxS), フルオロヘキサンスルホンアミド(FHxSA)の含有量を図3に示す。使用期間が長くなるにつれてPFOSの含有量が増加し続けた一方、PFHxSの含有量は14ヶ月以上の使用で定常状態になった。また、FHxSAが活性炭表面でPFHxSに変

化している可能性が示唆された。イオン交換樹脂(A592E)は15種のPFAAsに対して、粒状活性炭と比較して2.0倍の処理効率を示した。

4. 結論

沖縄県において、前駆体や最終生成物のPFAAsが水源河川からA浄水場へ流入し、活性炭処理でPFAAsが生成していると示唆された。さらに、イオン交換樹脂による15種のPFAAsの除去効率は粒状活性炭と比較して2.0倍高く、PFAAsに対する適用可能性が示された。

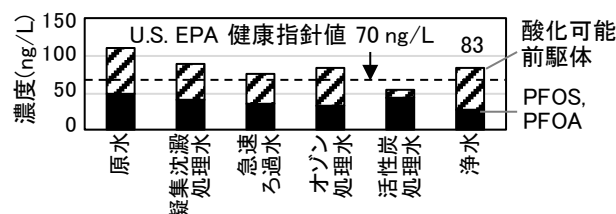


図1 浄水場の処理工程水中のPFOS, PFOAとその酸化可能前駆体の濃度

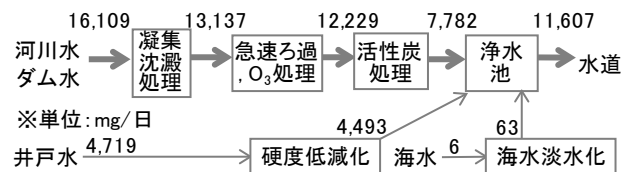


図2 PFOS, PFOAとその酸化可能前駆体の総負荷量の挙動

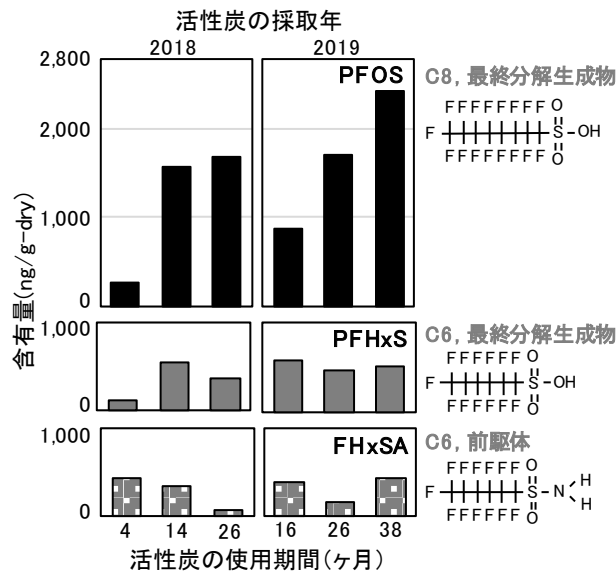


図3 使用期間の異なる活性炭から溶出されたPFOS, PFHxS, FHxSAの含有量

参考文献

1) EPA. US., 2016: <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/drinking-water-health-advisories-pfoa-and-pfos>