

	<p>(公財)水道技術研究センター 〒112-0004 東京都文京区後楽 2-3-28 K. I. S 飯田橋ビル 7F TEL 03-5805-0264, FAX 03-5805-0265 E-mail jwrchot@jwrc-net.or.jp URL https://www.jwrc-net.or.jp</p>
------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

水道水からの PFAS 除去のための浄水処理の選択肢 (米国環境保護庁、2024年4月)

(はじめに)

令和6年4月11日付けの水道ホットニュース号外でお知らせしたとおり、2024年4月10日、米国環境保護庁が「飲料水中の PFAS に関する最大許容濃度 (MCL)」を設定 (最終決定) し、公表しました。

(参考) 水道ホットニュース号外 (令和6年4月11日)

https://www.jwrc-net.or.jp/publication-outreach/hotnews/docs/gogai_20240411.pdf

また、PFAS に関する第一種飲料水規則 (NPDWR : National Primary Drinking Water Regulation) は、以下のことを要求しています。

- ①公共水道システムは、規制対象の PFAS をモニタリングし、3年の間に (2027年までに) 初期モニタリングを完了し、その後、継続的なコンプライアンス監視を行わなければならない。水道システムはまた、2027年から、水道水に含まれる規制対象の PFAS 濃度に関する情報を公衆に提供しなければならない。
- ②モニタリングの結果、水道水中の PFAS 濃度が最大許容濃度 (MCLs : Maximum Contaminant Levels) を超えた場合、公共水道システムは5年の間に (2029年までに)、規制対象の PFAS 濃度を低減する解決策を実施しなければならない。
- ③5年後 (2029年) から、水道水中の規制対象 PFAS の各最大許容濃度について1つ以上違反する公共水道システムは、水道水中の規制対象の PFAS 濃度を低減するための措置を講じるとともに、違反の事実を公衆に通知しなければならない。

<https://www.epa.gov/sdwa/and-polyfluoroalkyl-substances-pfas>

一方、2024年4月、米国環境保護庁は、「水道水からの PFAS 除去のための浄水処理の選択肢 (Treatment Options for Removing PFAS from Drinking Water)」と題する概要書 (Fact Sheet) を公表しました。そこで、以下に、この概要書を紹介することとします。なお、以下は仮訳ですので、関心のある方は原文を参照・確認していただくようお願いいたします。

(出典) Treatment Options for Removing PFAS from Drinking Water

April 2024

https://www.epa.gov/system/files/documents/2024-04/pfas-mpdwr_fact-sheet_treatment_4.8.24.pdf

水道水から PFAS を除去するための浄水処理の選択肢

2024 年 4 月

米国環境保護庁（EPA）は、同庁の PFAS 戦略ロードマップにおける基本的な約束を果たそうとしている。第一種飲料水規則（NPDWR）を通じて、EPA は水道水の汚染物質を規制するため、安全飲料水法に概説されたプロセスに従い、入手可能な最善で最新の科学を活用し、そして、PFAS を制限するとともに水道水中の特定の PFAS について全国的な健康保護の基準を定めるため、各州の既存の取り組みに立脚している。

一部の州では、PFAS のモニタリングと規制を先導する形で、一部の PFAS に関する水道水の規制又はガイダンス値を定めている。EPA の PFAS に関する第一種飲料水規制（NPDWR）は、PFOA、PFOS、PFNA、PFHxS 及び HFPO-DA（「GenX 化学物質」として知られる。）の 5 つの PFAS について、全国的な規制値を設定している。そして、この規則では、混合物（PFHxS、PFNA、HFPO-DA 及び PFBS）としての 4 つの PFAS 汚染物質に対する制限値を設定している

水道水から PFAS を除去するのに最も効果的な処理方法は？

PFAS に関する最終の第一種飲料水規則（NPDWR）の一環として、粒状活性炭（granular activated carbon）、陰イオン交換（anion exchange）、逆浸透（reverse osmosis）、そして、ナノろ過（nanofiltration）が、PFAS に関する最大許容濃度を満たすための「利用可能な最善の技術」（BATs : Best Available Technologies）として EPA によって特定された。これは、除去効率、過去のフルスケール運転、地理的適用性、他の浄水処理プロセスとの互換性、水道システム全体を法令に適合させる能力、大規模及び中規模のシステムに対する妥当なコストという 6 つの基準に基づいている。水道システムは、PFAS に関する最大許容濃度を満たすためにどのような技術や方法を用いてもよく、利用可能な最善の技術（BATs）に限定されるものではない。

小規模水道システムに最適の PFAS 処理技術は？

人口 1 万人以下の公共水道システムに対して、EPA は、効果的かつ安価な技術を小規模システム法令遵守技術（SSCTs : Small System Compliance Technologies）を指定している。EPA は、PFAS に関する MCL に対して利用可能な SSCT が存在し、それは BATs と同じであると判断しているが、これらの技術の一部は、その供給人口に応じて、特定の小規模システムにのみ適用可能であると予想されている。陰イオン交換は全てのシステム規模区分で、粒状活性炭は 25～500 人規模のシステムほとんど及び大規模システムの全てのケースで、逆浸透及びナノろ過は給水人口が 3,301～10,000 人規模のシステムで、手頃な価格であることが判明した。

水道システムは、EPA が指定する処理技術を選択しなければならないか？

いいえ。EPA は、水道システムが PFAS に関する MCLs をどのように遵守しなければならないか、または利用しなければならない特定の技術について、特に指定していない。現時点では、ほとんどの水道システムが BATs である技術を選択すると EPA は考えている。しかし、PFAS 濃度を最大許容濃度以下に低減するため、BATs 以外の技術を用いることもできる。水道システムはまた、法令を遵守するため、水源を変更する、または PFAS に汚染された水源を閉鎖することを選択する可能性もある。新規吸着剤、破壊技術及び泡沫分離法を含む、他の処理選択肢や新技術を模索する重要な研究活動が行われている。新規の方法を選択する場合、EPA は、PFAS 除去効率、潜在的有害副生成物及び処分が必要となる可能性のある処理残留物の評価を実証するデータをレビューすることを推奨する。粉末活性炭は、特定の状況においては適切な選択肢である可能性があるが、PFAS 除去の有効性は、炭素粒径、背景の有機物及び施設の効率性などの要因によって変動するため、EPA による BAT としての選定から除外された。

処理システムを設置した水道システムは、PFAS 含有廃棄物を処分しなければならないか？

現在利用可能な技術は、水道水から PFAS を分離し管理しなければならない PFAS 含有物質を生成する。使用済みの粒状活性炭は、埋立、焼却又は再活性化される。使用済みの陰イオン交換媒体は、通常、埋立処分又は焼却処分される。再生は可能であるが、従来の再生方法は効果的でなかったり、安全性や処分の懸念があったりするため（例えば、強力な有機溶媒を含むブラインに頼る再生）、水道事業体にとっては実行不可能であることが多い。逆浸透及びナノろ過は、ブラインの処分に関連する課題に直面している。可能性のある選択肢としては、地表水又は下水道への排出（ただし、これらの排出が関連する全ての汚染物質排出削減システム（NPDES : National Pollutant Discharge Elimination System）の許可要件に適合している場合）、または許可された地下注入管理井戸（UIC well : Underground Injection Control well）への地下注入がある。

現時点では、EPA は、PFAS のみを含有する浄水処理残留物の処理、破壊及び処分に関する規制要件を有していない。この最終の水道水規則と同時に、EPA は「ペルフルオロアルキル物質及びポリフルオロアルキル物質並びにペルフルオロアルキル物質及びポリフルオロアルキル物質を含む物質の破壊及び処分に関する暫定ガイダンス」の更新版を公表し、PFAS を含む物質を処分するための埋立、地下注入及び熱処理の選択肢について説明している。このガイダンスは、PFAS を含む物質は環境への潜在的な放出を最小限に抑え、人の健康を保護するために管理されるべきであると勧告するとともに、残留物の処分方法を決定する際に水道システムが考慮できる情報を提供している。

粒状活性炭はどのようにして水道水から PFAS を除去するのか？

汚染水は、粒状活性炭（GAC）を含む圧力容器又はフィルターボックスを通過し、PFAS は活性炭に「吸着」する。PFAS が GAC に吸着するのに十分な部位がなくなったら、GAC を交換しなければならない。GAC プロセスは通常、浄水施設の末端に配置される。PFAS の除去に加えて、GAC は（前駆体を除去することによって）消毒副生成物の生成を減少させ、揮発性有機化合物を除去し、水の色、味及び匂いを改善することができる。潜在的な GAC の問題には、「吸着性」のある他の汚染物質（例えば、全有機炭素）による PFAS の置換、特定の金属（特にヒ素、アンチモン及び鉄）の放出、pH 変動、そして、消毒剤残留濃度の低下などがある。

陰イオン交換はどのようにして水道水から PFAS を除去するのか？

汚染水は、陰イオン交換媒体を含む容器を通過し、媒体の陰イオン（通常は塩化物又は水酸化物）が PFAS と交換される（陽イオン交換を採用する軟水器でナトリウム陽イオンがカルシウム又はマグネシウムと交換されるのと同じである）。陰イオン交換基が飽和に達したら、媒体を交換する必要がある。陰イオン交換装置の設置面積は、通常 GAC の 1/4 である。除去は pH に強く依存し、調整が必要な場合がある。一般的に、より良い除去はより酸性（低 pH）の水で達成される。GAC と同様に、陰イオン交換は通常、浄水施設の末端に配置される。（一般的に GAC よりも少ないが、）陰イオン交換はまた、消毒剤の副生成物の生成を減少させる可能性がある。それは、硝酸イオン又は硫酸イオンのような、他の不要な陰イオンを除去することがある。陰イオン交換を使用する場合、腐食防止の方法の調整が必要な場合がある。

逆浸透とナノろ過はどのようにして水道水から PFAS を除去するのか？

逆浸透及びナノろ過は高圧膜プロセスである。逆浸透は通常、脱塩に使用される。ナノろ過は逆浸透のやや低圧バージョンで、小さな溶解塩を除去することはできないが、PFAS のような大きな分子を除去することができる。これらのプロセスでは、水をきれいな水（透過水とも呼ばれる）と汚染された水（リジェクト水、濃縮水、ブラインとも呼ばれる。）の 2 つの流れに分かれる。汚染された流れの量は一般的に流入水の約 20% で、PFAS は概ね 5 倍に濃縮される。膜は、スケールリング又はファウリングを防ぐために洗浄を必要とする。高圧膜の資本コスト及び運転コストは、他の処理プロセスと比べて非常に高い。逆浸透及びナノろ過は、通常、浄水施設の末端に配置され、それらに関連する高コストのため、単一の汚染物質除去のために選択されることはほとんどない。これらのプロセスは、

消毒副生成物を減らすのに非常に効果的で、細菌だけでなくウイルスも除去することができる。これらのプロセスに関連する主な課題はブライン処理であり、利用可能な処理オプションは場所によって異なる。腐食防止もまた、プロセスの下流で対処する必要がある懸念事項である。

使用場所設置型 (Point of Use) 又は建物入口設置型 (Point of Entry) の浄水装置は、最大許容濃度を満たすために使用できるか？

使用場所設置型 (POU) 又は建物入口設置型 (POE) 装置は、建物の浄水システムである。POU 装置は、通常、1 つの蛇口又は限られた数の蛇口で、直接消費 (飲用及び調理) することを意図した水のみを処理し、POE 装置は、通常、1 つの家庭、事業所、学校又は施設に入る全ての水を処理するために設置される。POU 及び POE 処理システムは、ANSI/NSF 基準に従って汚染物質を特定の濃度まで低減することが認証されている。EPA は、PFAS 規制がこれらの装置に対して、現行の ANSI/NSF 認証基準を下回る濃度まで処理することを求めているため、POU 及び POE 処理システムを適合遵守の選択肢として指定していない。EPA は、EPA の最大許容濃度を満たす装置の能力を示すため、ANSI/NSF 浄水処理認証が改訂されることを期待している。その場合、POU 装置及び POE 装置は、小規模システムに対する規制遵守の選択肢となると EPA は予想している。

水道システムは、最大許容濃度に対する最適な遵守方法をどう選択すべきか？

PFAS の管理に対する水道システムのアプローチに影響を与える可能性のある要因は多数ある。

これらには、代替水源又は他のシステムへの接続のアクセスの容易さ・継続性・量・質、そして、代替水源・他のシステムへの接続又は処理プロセスを既存の運転操作に統合することの容易さ、処理残渣の処分、そして、地域の法令又は規制などがある。さらに、資本コスト、運転コスト、維持管理コスト、残留物の処分コストなど、その他の考慮事項が、選択される方法に影響を及ぼす可能性がある。PFAS の最大許容濃度を満たすための方法を選択する場合、水道システムは、法施行責任機関と協議し、技術支援を求め、代替案のパイロットテストを実施すべきである。

遵守期限の延長とは何か？

水道システムが PFAS に関する最大許容濃度を遵守するための設備改善に必要な追加時間のため、EPA は、安全飲料水法に基づく権限を行使し、全国の水道システムに対してさらに 2 年間の猶予を与えている。したがって、規制対象の公共水道システムは、PFAS に関する最大許容濃度違反の事実の公衆への通知を含め、規則公布日から 5 年後の 2029 年に、全ての規制対象の PFAS に関する最大許容濃度を遵守しなければならない。

配信先変更のご連絡等について

「JWRC水道ホットニュース」配信先の変更・追加・停止、その他ご意見、ご要望等がございましたら、会員様名、担当者様名、所属名、連絡先電話番号をご記入の上、下記までEメールにてご連絡をお願いいたします。〒112-0004 東京都文京区後楽2-3-28 K.I.S飯田橋ビル7F (公財) 水道技術研究センター ホットニュース担当

E-MAIL : jwrchot@jwrc-net.or.jp

TEL 03-5805-0264 FAX 03-5805-0265

また、ご連絡いただいた個人情報は、当センターからのお知らせの配信業務以外には一切使用いたしません。

水道ホットニュースのバックナンバーについて

水道ホットニュースのバックナンバー（第58号以降）は、下記アドレスでご覧になれます。

バックナンバー一覧 <https://www.jwrc-net.or.jp/publication-outreach/hotnews/>

水道ホットニュースの引用・転載について

水道ホットニュースの引用・転載等を希望される方は、上記ホットニュース担当までご連絡をお願いいたします。なお、個別の企業・商品・技術等の広告にはご利用いただけません。