

参考資料 1 - 4

暫定飲料水健康勧告：PFOS、PFOA（2022年6月）（厚生労働省水道課仮訳）

本資料は、米国 EPA が 2022 年 6 月に公表した「Interim Drinking Water Health Advisory: Perfluorooctane Sulfonic Acid(PFOS)」、「Interim Drinking Water Health Advisory: Perfluorooctanoic Acid(PFOA)」のうち、毒性評価、分析方法、処理方法等を抜粋したもの。

○毒性評価

暫定健康勧告値を導出するための慢性毒性については下表に示される。

(PFOS)

RfD(参照用量) mg/kg 体重/日	重大な研究での PFOS ばく露	重大な影響	第 1 研究と関係研究 (研究 タイプ)
7.9×10 ⁻⁹	5 歳児の血中 PFOS 濃度	発達免疫健康影響 (7 歳 児でのジフテリアワク チン抗体の抑制)	Grandjean et al.,2012、 Budz-Jorgensen and Grandjean, 2018(疫学研 究)

情報源：Proposed Approaches to the Derivation of a Draft Maximum Contaminant Level Goal for Perfluorooctane Sulfonic Acid(PFOS)(CASRN 1763-23-1) in Drinking Water[Draft](U.S. EPA2021b)

血中 PFOS 濃度の増加に相関し、子供における血中のジフテリア抗体価の減少が慢性毒性導出のための重大な影響として選択された。

(PFOA)

RfD(参照用量) mg/kg 体重/日	重大な研究での PFOA ばく露	重大な影響	第 1 研究と関係研究 (研究 タイプ)
1.5×10 ⁻⁹	5 歳児の血中 PFOA 濃度	発達免疫健康影響 (7 歳 児での破傷風ワクチン 抗体の抑制)	Grandjean et al.,2012、 Budz-Jorgensen and Grandjean, 2018(疫学研 究)

情報源：Proposed Approaches to the Derivation of a Draft Maximum Contaminant Level Goal for Perfluorooctanoic Acid(PFOA) (CASRN 335-67-1) in Drinking Water[Draft](U.S. EPA2021b)

血中 PFOA 濃度の増加に相関し、子供における血中の破傷風抗体価の減少が慢性毒性導出のための重大な影響として選択された。

これらの抗体価の減少の健康影響は感受性の高い発達時期のばく露の後に観察され、他の影響と比較してヒトに対して最も低用量の影響であるので、これらの重大な影響の選択

はすべての他のヒトへの健康影響を防ぐことになる。疫学研究で確認されている（発達や成長についての）他の健康影響は導出されており、その低用量の一日の経口ばく露量は PFOS で 10^{-7} から 10^{-9} mg/kg 体重/日の PFOA で 10^{-6} から 10^{-9} mg/kg 体重/日の範囲であった。

重大な研究で求められた用量は、5 歳児の PFOS（または PFOA）血中濃度を用いたベンチマークドーズ法によるものである。Verner et al.によって更新された PBPK モデルを用いて、この血中濃度（mg/L）から mg/kg 体重/日という摂取される用量へ変換された。

○ばく露

潜在的に感受性のある集団を同定するため、慢性 RfD に基づく重大な影響に関係するばく露の感受性のあるライフステージを EPA は考慮した。EPA は、最も多くかつ健康を守るため、0 歳から 5 歳の子供の一日あたりの飲水量（DWI-BW）を選択した。その値は、PFOS 及び PFOA とも 0.0701 L/kg/日であった。

○割当率

健康勧告値を導出する際、EPA は汚染物質の個人の全ばく露のうち飲料水（直接的、間接的に摂取する量）の占める割合を表す RSC を用いる。PFOS については他のばく露源としては食品、粉じん等がある。EPA は 2019 年、2021 年に文献調査を行い、定められた方法で検討したところ、他のばく露源との割合を導く十分なデータはなかったため、デフォルトである 20%とした。

○健康勧告値の導出：暫定生涯非発がん性健康勧告

PFOS の生涯暫定健康勧告値は次のように導出される。

$$\begin{aligned} \text{生涯暫定健康勧告値} &= (\text{RfD}) / (\text{DWI-BW}) \times \text{RSC} \\ &= 0.0000000079 / 0.0701 \times 0.2 \\ &= 0.00000002 \text{mg/L} \\ &= 0.02 \text{ ng/L} \end{aligned}$$

PFOA の生涯暫定健康勧告値は次のように導出される。

$$\begin{aligned} \text{生涯暫定健康勧告値} &= (\text{RfD}) / (\text{DWI-BW}) \times \text{RSC} \\ &= 0.0000000015 / 0.0701 \times 0.2 \\ &= 0.000000004 \text{mg/L} \\ &= 0.004 \text{ ng/L} \end{aligned}$$

○分析方法

基本は液体クロマトグラフ質量分析法である。

EPA メソッド 533 は、25 種類の PFAS を対象とする。EPA メソッド 537.1 は、18 種類の PFAS を対象とする。

飲料水分析実験室は、それらの設備等（装置、経年状態、定期的なメンテナンス、実行体制）や分析者の経験によって異なる分析能力を有する最小報告値として PFOS、PFOA で 4 ng/L としている。

○処理技術

吸着による処理プロセスとして粒状活性炭（GAC）、粉末活性炭（PAC）、陰イオン交換樹脂、ナノ膜濾過（NF）、逆浸透膜濾過（RO）などの高圧膜プロセスにより、連続的に PFOS や PFOA を最小報告値の 4ng/L 以下に飲料水から除去できる。これらの処理プロセスは、他の汚染物質や消毒副生成物の前駆物質を除去するという追加の便益がある。

代替水源の利用、水源保護やそれらの組合せのような除去しない PFOS や PFOA の管理方法で飲料水中の PFOS や PFOA を減少させる選択肢である。PFOS や PFOA を含めた PFAS からの水源保護の情報としては「PFAS-Source Water Protection Guide and Toolkit(ASDWA, 2020)」があり、水源の PFAS 汚染リスクに対する効果的な戦略を提供するものである。

○暫定健康勧告値の特徴

EPA は、2022 年秋に MCLG（最大許容濃度の目標値）と NPDWR（第 1 種飲料水規則）の案を提供し、最終的な MCLG と NPDWR について、パブリックコメントを考慮して 2023 年秋までに公布することを想定している。MCLG と NPDWR の案を提供する際に、Science Advisory Board からのコメントに対応するための修正を行う予定である。PFOS 及び PFOA の暫定健康勧告値を更新または暫定をはずすかもしれない。しかしながら、PFOS 及び PFOA のばく露及び健康影響に関するもっともよい利用可能な科学的知見の更新済みのシステムレビューに基づいて、EPA は現在 SAB のコメントに対応しており、健康影響に基づく飲料水に要求される値（健康勧告値と MCLG）は現在の分析上の最小報告値 4ng/L 以下のままになる予想である。

（注）

現在米国 EPA は、飲料水規制案を検討中（当初 2022 年末までに規制案を公表し、2023 年末までに最終規則を確定予定としていたが、1月20日時点で規制案は公表されていない。）