

有機フッ素化合物による多摩地域の水道水汚染と住民への影響

中地重晴^{1,2}，木村-黒田純子^{1,3}，植田武智^{1,4}

なかち しげはる

きむら-くろだ じゅんこ

うえだ たけのり

1: NPO ダイオキシン・環境ホルモン対策国民会議，2: 熊本学園大学，3: 環境脳神経科学情報センター，4: 科学ジャーナリスト

水道水質目標値の設定

有機フッ素化合物（以下、PFAS）のうち、大量使用された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）は、難分解性や生物蓄積性、ヒトへの有害性が判明し、POPs条約（残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約）の規制物質となった。国内でも化審法の規制対象となり、現在、代替物質のPFHxS（ペルフルオロヘキサンスルホン酸）も規制対象化を検討中である。

また海外では、各国がPFASの水質基準値を制定しており、米国環境保護庁では、水道水中の生涯健康勧告値として、2016年5月に70 ng/L（PFOSとPFOAの合計値）以下に改正した。スウェーデンでは、11物質の合計で90 ng/Lと厳しい基

準値が設定されている。日本では厚労省が、2020年4月以降、PFOSとPFOAの合計値で、50 ng/Lを水質管理目標値（暫定）として設定した¹。

環境省による調査では、全国各地でPFOS、PFOAの環境汚染が確認されており²、とくに沖縄、大阪、東京多摩地区での水系の高濃度汚染が検出され、水道水への汚染が懸念された。そこで筆者らの所属するNPO ダイオキシン・環境ホルモン対策国民会議（以下、JEPA）は2020年、東京都水道局に情報公開を請求し、2011年以後の多摩地域の地下水を水源とする水道水の水質測定結果が開示された。その結果、東京都は多摩地域の水道水中のPFOS、PFOAの汚染を把握していたが、対策をとってこなかったことが判明した。

2020年4月の水道水質基準の施行に伴って、東京都は対策を迫られ、2020年3月末までに、

多摩地区の浄水場でも地下水の汲み上げ量を減らし、多摩川、利根川の表流水の供給割合を増加する対策をとったことが判明した。その後、東京都水道局はホームページで、PFAS による水道水の汚染の事実を公表した³。多摩地区の PFAS 汚染の経緯は、『消された水汚染』（諸永裕司著、平凡社新書 2022 年）を参照されたい。

東京都水道局は、2005 年から水道水中の PFAS 濃度の測定を継続し、汚染の事実を把握していたが、浄水手法の検討をするだけで、汚染源がどこか、米軍横田基地で使用される泡消火剤や工場からの排出の可能性など、汚染源対策を講じてこなかった。このような無策は行政の怠慢だと言わざるを得ない。

多摩地域でバイオモニタリングを実施

JEPA では、情報公開で入手した水道水の汚染情報をもとに、長期に汚染水道水を飲用している人の健康影響を懸念し、血中 PFAS 濃度測定を計画した。

国分寺市の本町クリニックの杉井吉彦医師に、採血を依頼し、いであ株式会社に分析を依頼した。この調査は、熊本学園大学の倫理審査を受けた。

調査は、汚染の比較的高い府中市武蔵台浄水所および国分寺市東恋ヶ窪浄水所から長年給水している人に同意を得て実施した。両浄水所の浄水中の PFOS + PFOA 濃度の推移を図 1 に示す。長期にわたって、浄水が水質管理目標値を超えていたことがわかる。また、測定期間は短いですが、PFOS の代替物質の PFHxS 濃度が高いことも判明した。

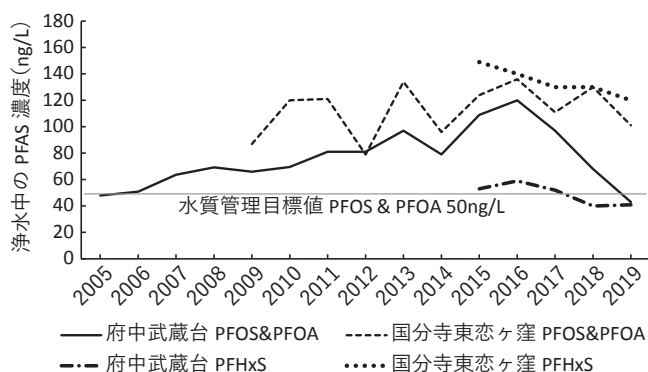


図 1—浄水中の PFAS 濃度の推移

表一多摩地域住民の血清中 PFAS 濃度と環境省調査との比較

	PFOS 血清中濃度 ng/mL	PFOA 血清中濃度 ng/mL	PFHxS 血清中濃度 ng/mL	年齢 水道水使用年数
国分寺市東恋ヶ窪浄水所 n=11(女性 10, 男性 1)	6.2-24(平均 12.2)	3.1-12(平均 5.9)	12-81(平均 28.5)	50-80 歳(平均 66 歳) 11-50 年(平均 34 年)
府中市武蔵台浄水所 n=11(女性 11 名)	9.2-27(平均 17.6)	1.2-8.4(平均 4.9)	4.4-36(平均 18.0)	63-80 歳(平均 70 歳) 23-53 年(平均 34 年)
対照群 n=4(女性 3, 男性 1)	2.7-12(平均 8.9)	2.2-5.4(平均 3.6)	0.5-2.6(平均 1.5)	37-66 歳(平均 55 歳)
環境省調査 2011-15 年 n=406(PFHxS は 320)	0.58-34(平均 8.2)	0.54-26(平均 4.4)	ND-3.6(中央値 0.7)	40-59 歳

- 2020 年 8 月 30 日、調査に同意した住民から、医師により採血、血清を採取し、いであ株式会社環境創造研究所に移送して、3 種の有機フッ素化合物の濃度を測定。対照群は JEPA スタッフで居住地は多摩地域以外の関東圏。
- 環境省調査は、「日本人における化学物質のばく露量について 2017」より引用。全血検査のため、2 倍値に換算(有機フッ素化合物は、赤血球には含まれないため、2 倍で比較可能との報告有)
https://www.env.go.jp/chemi/kenkou/monitoring/pamph/pamph_ja_2017.pdf

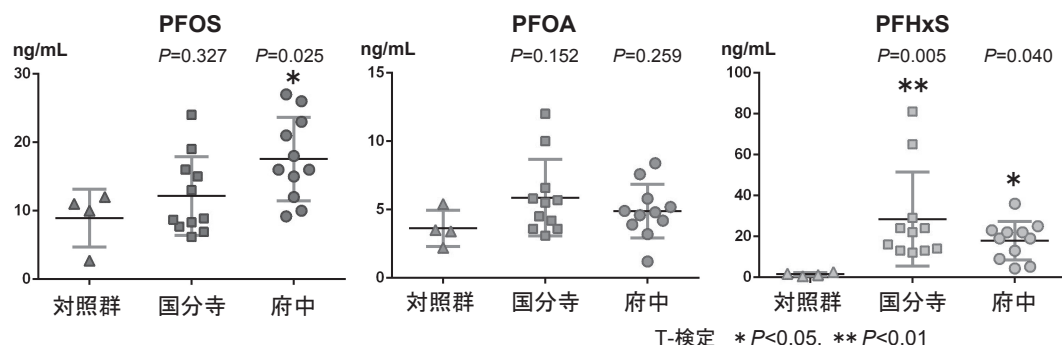


図2—多摩地域と対照群との血清中のPFAS濃度の比較

PFOSは府中のみ有意差が確認されたが、国分寺も高い傾向が確認された。PFOAも府中、国分寺で高い傾向がみられたが、有意差はなかった。PFHxSは、府中、国分寺で有意差が確認され、とくに国分寺で高い濃度が検出された。

ドイツにおける管理目標値は、HBM-I(無影響濃度)がPFOS：5 ng/mL、PFOA：2 ng/mL、HBM-II(要措置濃度)がPFOS：20 ng/mL(妊娠期女性は10 ng/mL)、PFOA：10 ng/mL(妊娠期女性は5 ng/mL)(いずれも血漿濃度)で、これらの管理目標値を超える人がいることが明らかとなった。

血液検査では、PFOSおよびPFOAとPFHxSの濃度を測定した。採血は2020年8月に実施し、対象地域の22名と、非対象地域の4名から採血し、血清⁴成分を分析に供した。その結果を表と図2に示す。環境省が実施している日本人における化学物質のばく露量調査との比較を表に示す。血清中PFOS濃度は府中市、国分寺市居住者の平均値はどちらも1.5から2倍高い値である。PFOA濃度には有意差は確認されなかったが、血清中PFHxS濃度の平均値は府中市、国分寺市両地域も、日本人における化学物質のばく露量調査結果より極めて高い値を示した。

バイオモニタリングの必要性が明確に

ドイツでは100物質の有害化学物質のバイオモニタリングを実施しており、そのうち24物質について血液中の管理目標値を設定している⁵。PFOSのHBM-I(無影響濃度)は血漿濃度で5 ng/mL、PFOAは2 ng/mLである。PFOSのHBM-II(要措置濃度)は20 ng/mL、PFOAは10 ng/mL、妊娠期の女性ではそれぞれその半量の10 ng/mL、5 ng/mLである。多摩地域の住民の血中濃度は、この管理目標値を上回る人がいることもわかり、行政として対策を講じる必要があることが明確になった。

日本では、有害物質の環境モニタリングは実施されているが、人への健康影響を把握するバイオモニタリングは一部しか実施してこなかった。子どもを対象としたエコチル調査でバイオモニタリングは実施されているが、今回の調査から、汚染地域の住民に対するバイオモニタリングの必要性が確認された。また比較のため国民全体を代表するバイオモニタリングの制度化の必要性が明らかになった。

謝辞 本稿で紹介した調査は2020年度の地球環境基金の助成を受けた。調査に協力してくださった地元の方々、ご助言頂いた方々に御礼申し上げます。

参考情報、文献および注

- 1—厚労省: 水道水質基準について, <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/index.html>
- 2—環境省: 化学物質と環境, <https://www.env.go.jp/chemi/kurohon/?msclid=cb198808af9011ecba711f034594597e>
- 3—東京都水道局: <https://www.waterworks.metro.tokyo.lg.jp/faq/qa-13.html#g>
- 4—血漿は抗凝固剤を用いて血液から液体成分を分離したもので、血清は凝固した血液の液体成分を分離したもので、フィブリノーゲンの有無が違いますが、有機フッ素化合物の濃度は同じ。
- 5—M. Schümann et al.: Regulatory Toxicology and Pharmacology, **121**, 104868(2021)