

各務原市および周辺住民の血清中 PFAS 濃度調査結果のまとめ

2023 年 12 月 4 日

原田 浩二

●調査参加者の概要

本調査では住民の PFAS 曝露を明らかにするために、2023 年 10 月 21 日に、各務原市および周辺地域の住民を対象として、みどり病院にて採血が実施され、131 名が参加した。京都大学にて血清中 PFAS 濃度を測定した。

本調査の参加者の基本的な背景は以下のようになっていた。

年齢 平均 63.8 歳 最大 96 歳 最小 28 歳

性別 女性 82 名 男性 49 名

居住場所と水道水源

各務原市	三井水源	100 名
	小網水源	5 名
	西市場水源	17 名
岐阜市		9 名

水道水使用 あり 118 名 なし 13 名

井戸水使用経験 あり 27 名 なし 104 名

浄水器使用 あり 56 名 なし 75 名

水の購入 あり 44 名 なし 87 名

●測定対象の PFAS

血液（血清）中の PFAS、13 種類を測定したが、組成のうち、濃度が高い、主な 4 つの PFAS（PFOS、PFOA、PFHxS、PFNA）についてまとめた。

濃度は ng/mL (ng=0.000001 mg) で記載する。

測定は同位体希釈ガスクロマトグラフィー質量分析計により行い、PFOS、PFHxS などに含まれる構造異性体を分別定量した。報告されている値は異性体を含めた合計値である。

精度管理は米国標準技術研究所の標準血清試料 SRM 1957 を分析することにより行った。

●分析結果の全体概要

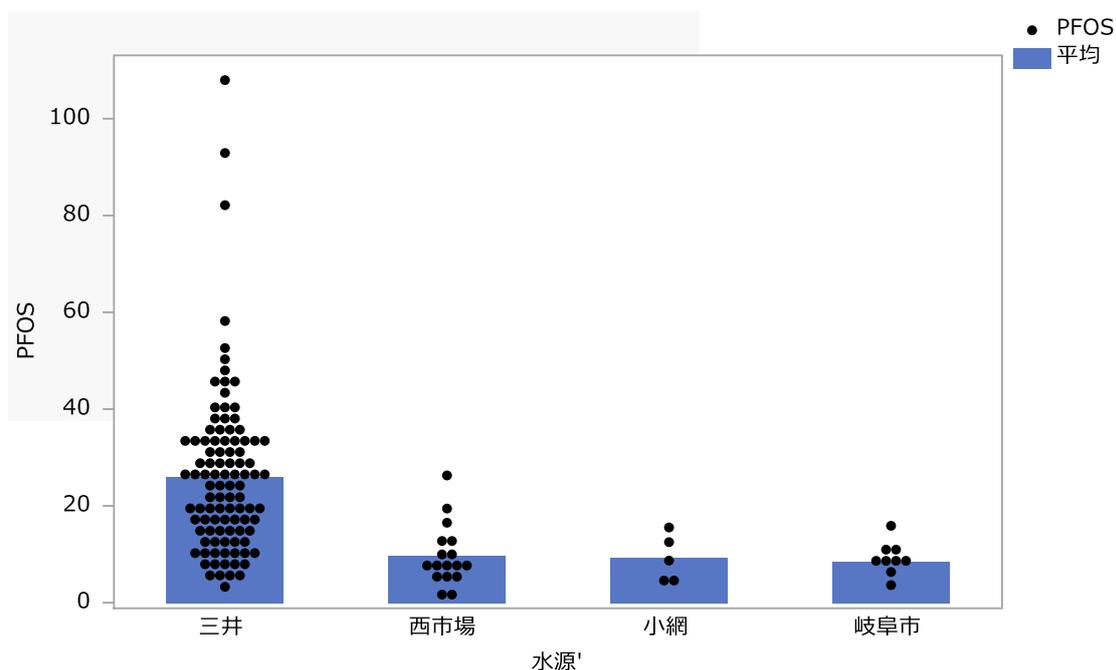
調査対象の全てから PFAS を検出した。

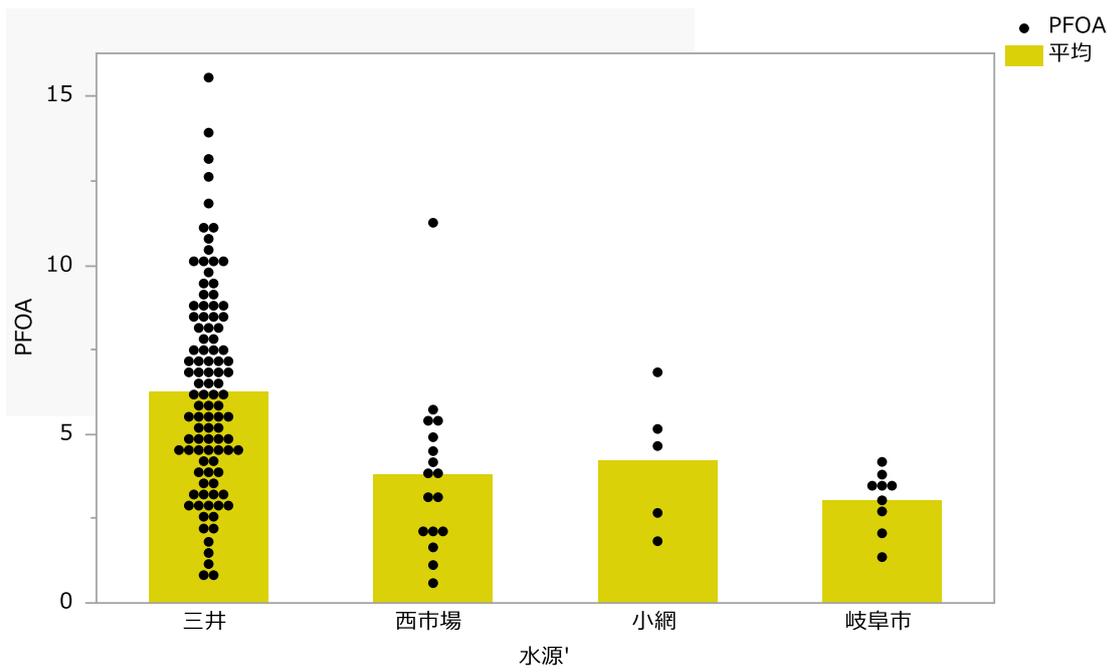
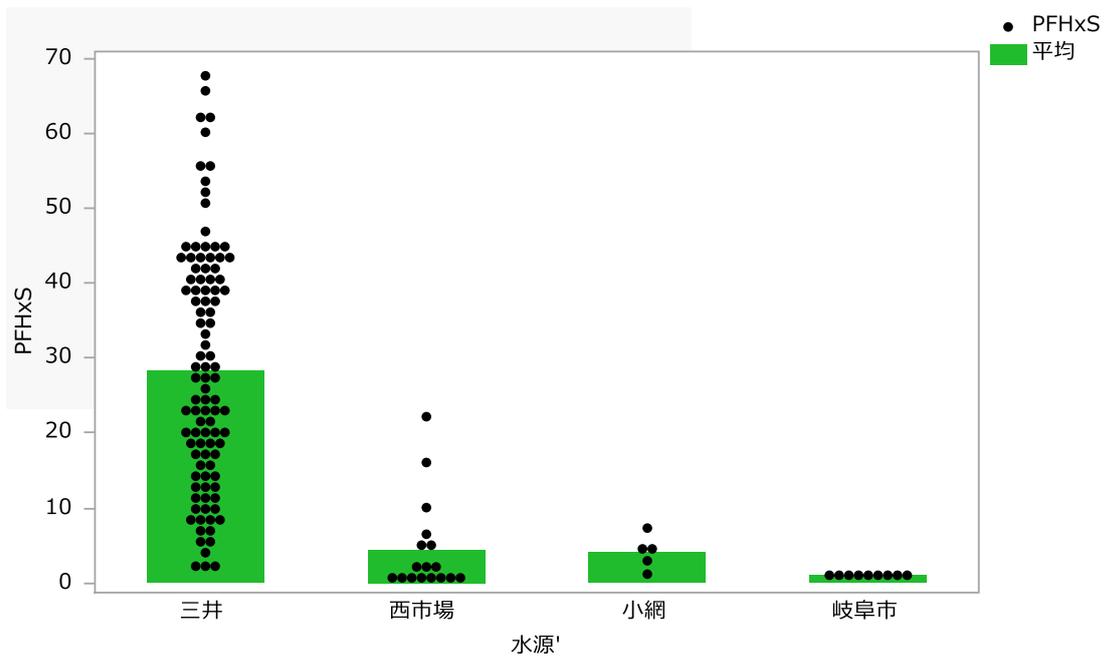
以下に検出された平均値、最大値などを示す。平均値として PFOS、PFHxS が高く、4 つの PFAS 合計のおよそ 8 割を占めた。

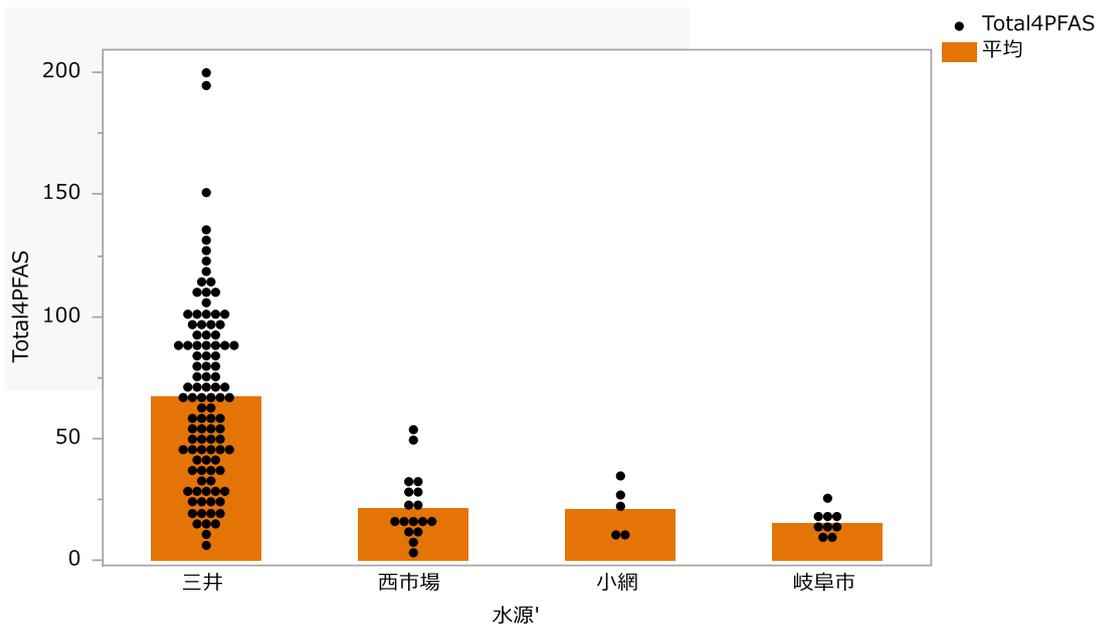
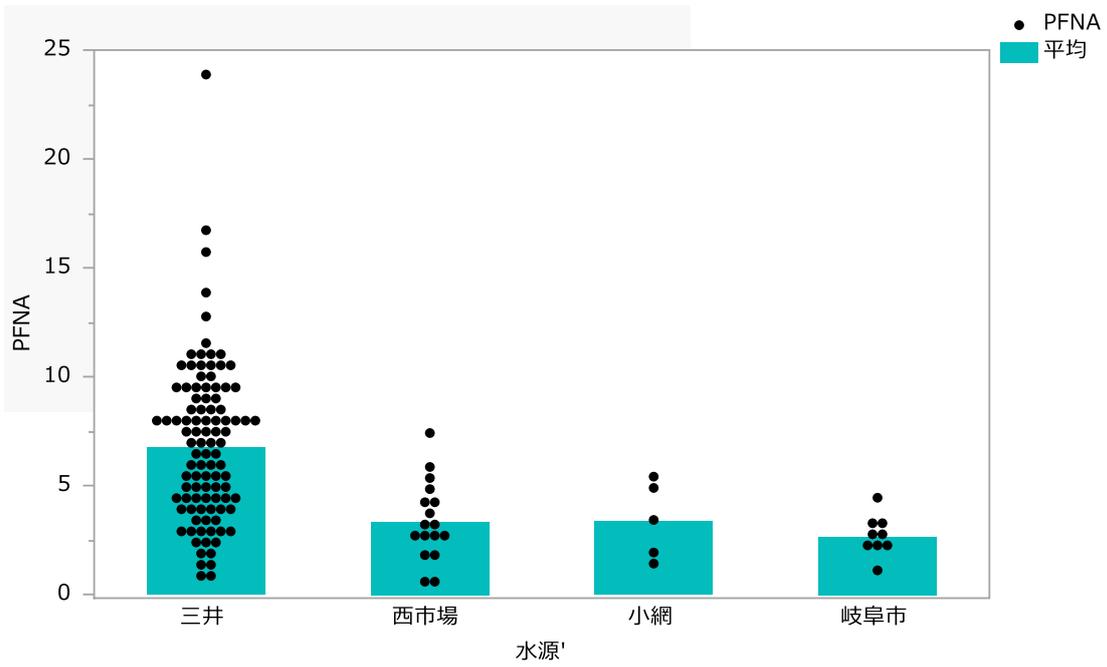
全体集計		PFOS	PFHxS	PFOA	PFNA	Total 4PFAS	Total PFOS+PFOA
131名分	最大	107.9	67.7	15.6	23.9	199.9	121.1
	平均	22.0	22.4	5.6	5.9	56.0	27.7
	最小	1.8	0.3	0.6	0.5	3.2	2.4
	HBM-2,NA超過	65		14		103	79
	%	49.6		10.7		78.6	60.3

●地域別粗集計結果

今回参加した方のうち、水源ごとの血清中 PFAS 濃度を以下に示す。明らかに、各務原市において、三井水源の配水地域の参加者の平均血中濃度が、それぞれの PFAS、また合計値が高かった。地域内では濃度の高低のばらつきもあった。顕著な差は PFHxS で見られ、岐阜市の参加者では低濃度であったが、各務原市の西市場、小網水源の地域で比較的高濃度となっていた。







これらの差について三井水源地域とそれ以外で比較し、統計学的に検定（t 検定）を行った。

地域	参加者人数	平均血漿・血清中濃度(ng/mL)					
		PFOS	PFOA	PFHxS	PFNA	4PFAS 合計	PFOS +PFOA
三井	100	26.0	6.3	28.3	6.8	67.3	32.2
三井以外	31	9.3	3.7	3.4	3.2	20.0	13.0
t-検定	p値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

その結果、このような差が偶然により起こる可能性がほとんど皆無であることが示された。

各務原市、岐阜市での 131 名の平均血中濃度、他の地域の調査結果（2022 年沖縄、東京多摩地域）、環境省のモニタリング調査（パイロット調査）として 2021 年に国内 3 地点での血液中 PFAS 濃度の調査結果をあわせて示す
<https://www.env.go.jp/content/000065644.pdf>。

PFAS血中濃度の要約と過去の調査との比較

地域	参加者人数	平均血漿・血清中濃度(ng/mL)						
		PFOS	PFOA	PFHxS	PFNA	4PFAS 合計	PFOS +PFOA	
各務原市	三井	100	26.0	6.3	28.3	6.8	67.3	32.2
	西市場	17	9.8	3.8	4.4	3.4	21.3	13.6
	小網	5	9.3	4.2	4.1	3.4	21.0	13.5
岐阜市	9	8.6	3.1	1.0	2.7	15.3	11.6	
国分寺市	85	16.5	6.5	17.5	4.1	44.6	23.0	
宜野湾市喜友名	50	11.0	2.0	11.7	1.9	26.6	13.0	
八王子市	14	5.0	2.1	2.0	2.2	11.2	7.1	
環境省 2021年調査	119	3.9	2.2	1.0	1.6			

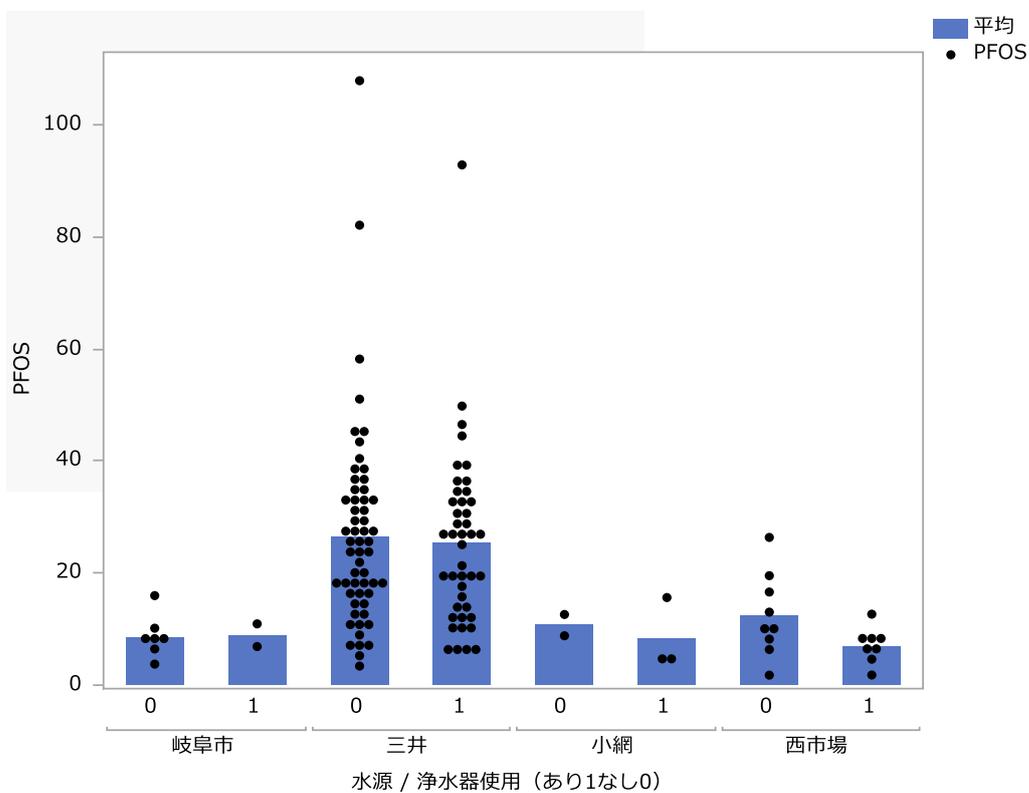
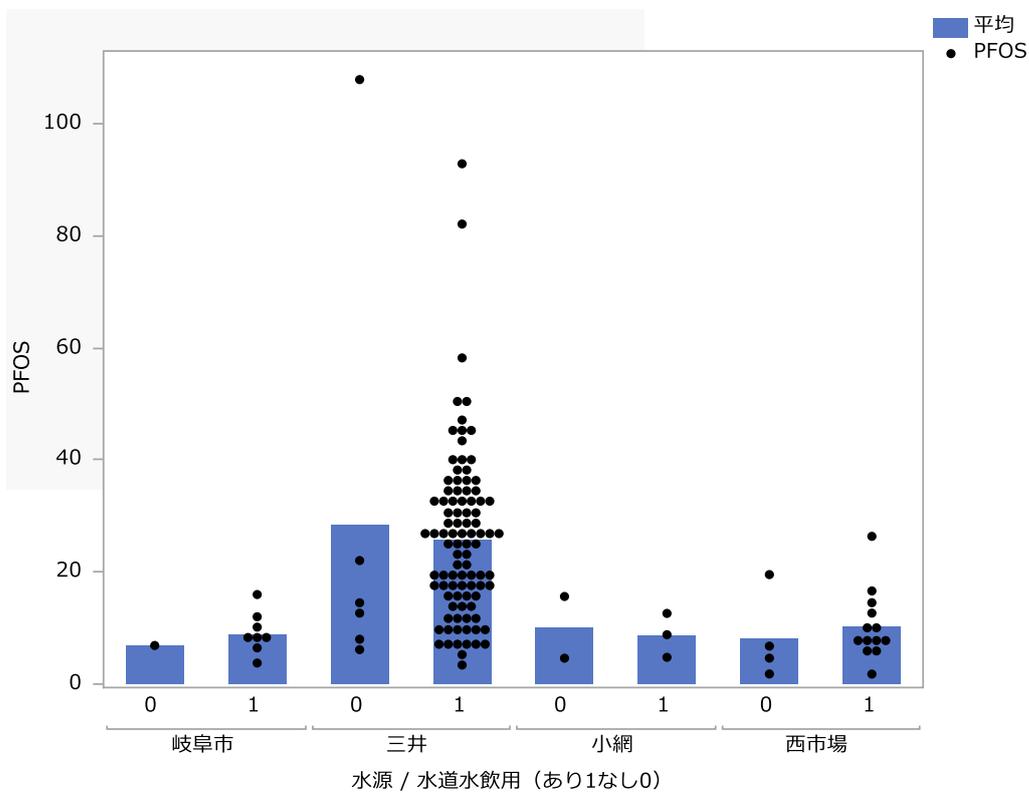
但し、環境省調査はPFASの直鎖体のみの評価である

各務原市三井水源の配水地域の参加者の血中濃度は、東京多摩地域でもっとも平均濃度が高かった国分寺市、沖縄県の宜野湾市喜友名地域にくらべても PFOS などの濃度が高かった。東京多摩地域でもっとも低かった八王子市の血中濃度と比較して、西市場、小網水源の地域でもやや PFOS、PFHxS が高い可能性がありうる。

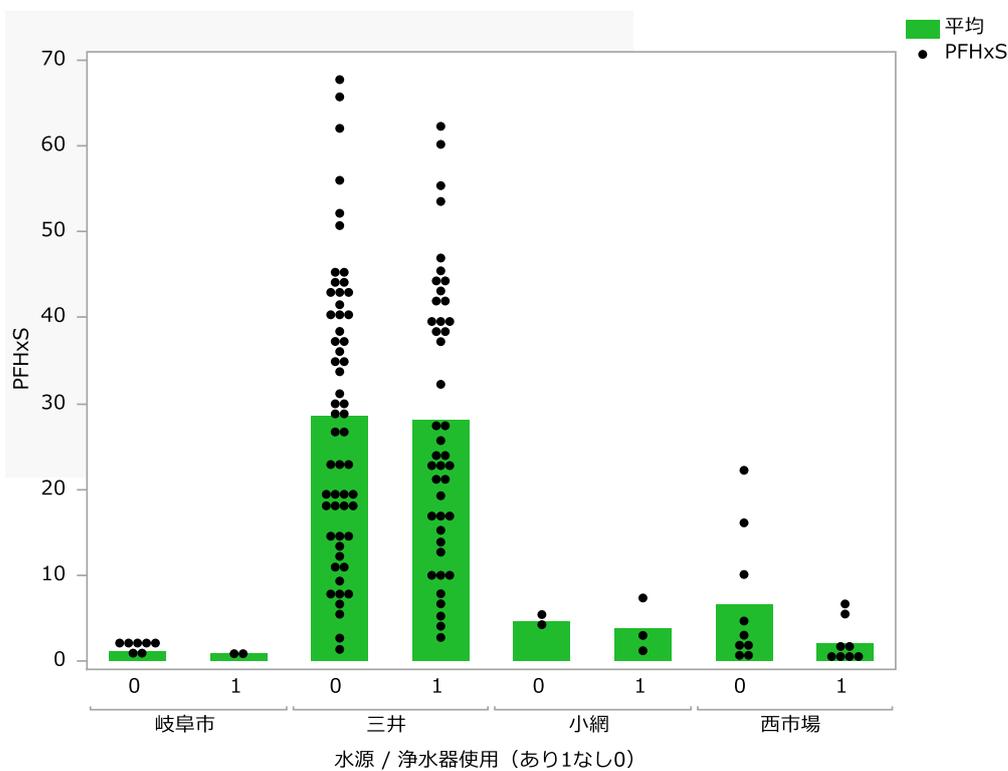
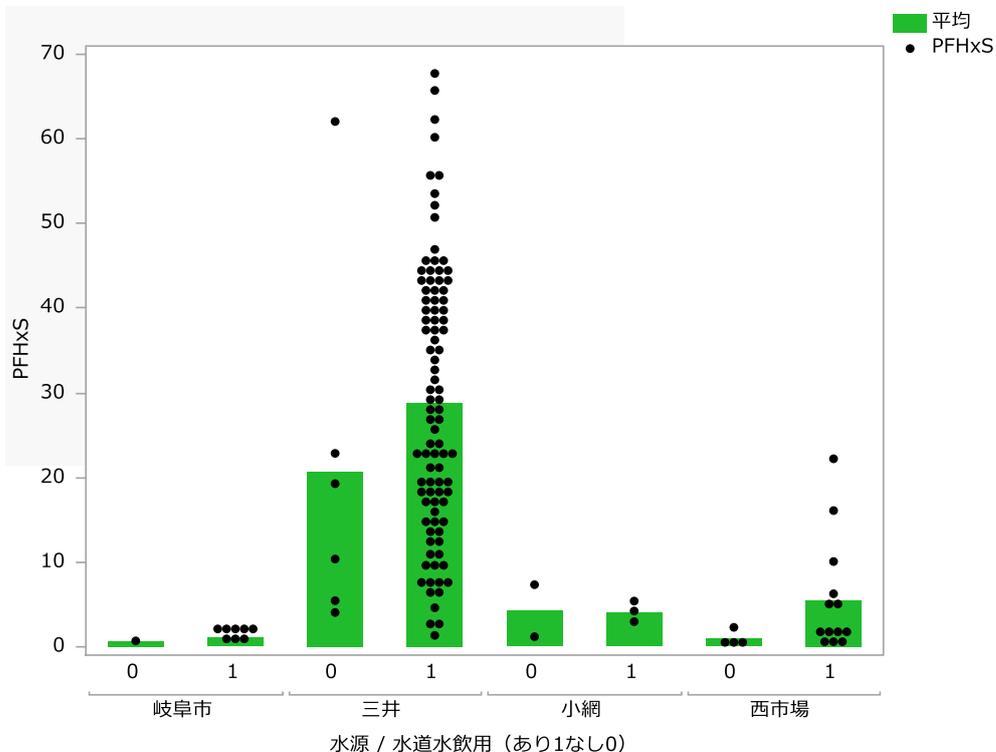
環境省 2021 年調査と比較して、直鎖体 PFAS のみの測定であること、参加者の性別の割合、年齢が異なることには留意するが、明らかに各務原市三井水源配水区域の参加者の血中 PFAS 濃度は高かった。性別や年齢の影響を加味しても誤差による結果ではないと考える。

●血清中 PFAS 濃度に関連する要因について

水道水などの利用状況から血中濃度に違いが生じるかを検討した。



血中 PFOS 濃度を水源ごとに水道水、浄水器の使用状況で分けて比較した。三井水源では明確な違いが見られなかった。西市場水源では水道水を飲用している参加者がやや高い傾向、浄水器を使用している参加者がやや低い傾向であった。



PFHxS については水道水を飲用している参加者の血中濃度が三井水源、西市場水源で高い傾向を示した。浄水器の使用では、西市場水源で使用している参加者の血中濃度が低い傾向が観察された。

水道の利用状況については聞き取り調査であり、浄水器の性能、答えのばらつきもありうることから、明確な差として現れなかったと考える。いずれにしても、三井水源の排水地域で血中濃度が明らかに高いことから、水道水が曝露源として主要なものであると考えられる。

●血中濃度が高い方の割合

これまでの疫学研究から示された健康リスクの予防のための目安であるドイツ環境庁の HBM-II では PFOS は血中濃度 20 ng/mL、PFOA は 10 ng/mL と公表している（妊娠可能年齢の女性（今回は便宜上 50 歳未満で、閉経していると回答していない方）は PFOS 10 ng/mL、PFOA 5 ng/mL）。また米国アカデミーが 2022 年 8 月に公表した臨床上のガイダンスでは 7 つの PFAS（PFOS, PFHxS, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, MeFOSAA）の合計値で 20 ng/mL を超える患者へは特別の注意を勧めている。

ドイツ環境庁の HBM 委員会は多くの PFAS の研究から PFOS、PFOA による影響が起きうる血中濃度を個別に定めた。米国アカデミーではこれらの PFAS が同等に影響するだろうと考えて合計値で考える姿勢である。今回どこまでの PFAS をどのように合算するかは異なる意見があるが、少なくとも多くの研究事例があり、類似した影響がみられる PFOS と PFOA は合計するのが妥当とした。そのほか、今回の調査で血中濃度の割合が高い 4 つの PFAS、また HBM-II で評価されている代表的な PFOS、PFOA の合計値でこの勧告値を超えている割合を示す。

今回、評価した 131 人のうち、ドイツの HBM-II について 66 人、米国アカデミーの 4 つの PFAS については 103 人、PFOS+PFOA については 79 人がこの数値を上回っていた。

住居地別で見ると、PFOS 濃度により HBM-II を超過していた割合は三井水源地域で 64%（100 名中 64 名）であった。西市場水源地域でも 1 名で超過があった。PFOA で HBM-II を超過した参加者 14 名のうち 13 名が PFOS でも超過していたが、西市場水源地域の 1 名は PFOA のみが高かった。超過した方ではおおよそ PFOS、PFOA は同じ摂取源であったと考えられる。

		指針値												
		米国アカデミー (20 ng/mL)			4PFAS合計			ドイツHBM-II			PFOA(10 ng/mL)			
		PFOS+PFOA					PFOS (20 ng/mL)					PFOA(10 ng/mL)		
		未満	以上 (%)		未満	以上 (%)	未満	以上 (%)		未満	以上 (%)	未満	以上 (%)	
各務原市	三井	27	73	73	9	91	91	36	64	64	87	13	13	
	西市場	13	4	23.5	9	8	47	16	1	5.9	16	1	5.9	
	小網	4	1	20	2	3	60	5	0	0	5	0	0	
岐阜市		8	1	11.1	8	1	11	9	0	0	9	0	0	
合計		52	79	60.3	28	103	79	66	65	49.6	117	14	10.7	

米国アカデミーのガイダンス値との PFOS、PFOA の合計値での比較では、三井水源地域では 73%で、4つの PFAS 合計値では 91 %での超過が見られた。西市場、小網水源地域でも 4PFAS の合計で見るとガイダンス値の超過が見られた。

三井水源地域でも濃度の高低が非常に大きいので、個人ごとの曝露状況については血液中濃度を直接評価する必要が高い。

●まとめ

各務原市では三井水源配水地域において血中 PFAS 濃度が市内の他の地域に比べて高いことが明らかになった。他の地域と比べても、これまでの東京多摩地域、沖縄県での濃度よりも高い可能性がある。健康リスクの観点でも HBM-II や米国アカデミーの勧告値を超える割合が高い。

血中濃度が高かった地域では、曝露源として主として水道水が考えられる。個別の浄水器使用状況などとの関連は明確ではないが、PFHxS など水道以外からの曝露が少ない物質では傾向が示された。

PFHxS についてはストックホルム条約での残留性有機汚染物質として廃絶対象として指定された。水道水質管理目標値や HBM-II などに目安がないが、米国アカデミーのガイダンスや他国の水質目標に含まれ、今回の調査でも血中濃度でも高い地域が見られることから、PFOS、PFOA だけでなく PFHxS も含めた水道水の対応が必要である。

各務原市の浄水場では活性炭処理による対策が進められているが、その効果が今後、どのように現れるのかを今後も生物モニタリングを通じて評価する必要がある。また PFHxS についても除去できているかモニタリングが必要と考える。

健康リスクも無視できず、より拡大した血液調査、米国アカデミーのガイダンスを参考とした健康相談、診療での対応も考える必要がある。多くの研究は海外で行われていることから、日本人の集団での疫学研究、特に PFAS 曝露が高い集団を含めた調査が必要と考える。