

愛知県豊山町、北名古屋市住民の血漿中 PFAS 濃度調査の結果の統計学的解析結果について

2023 年 7 月 17 日

原田 浩二

●調査参加者の概要

豊山町、北名古屋市の市民を対象として、2023 年 6 月 17 日に 54 名の採血が実施され、血漿中 PFAS 濃度を測定した。

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 71.4 歳 最大 86 歳 最小 48 歳

性別 女性 28 名 男性 26 名

居住場所	豊山町青山	12
	豊山町豊場	37
	北名古屋市	5
	<u>合計</u>	<u>54</u>

飲料水の利用状況（未回答あり）

水道水使用	あり	45 名	なし	8 名
井戸水使用経験	あり	11 名	なし	38 名
浄水器使用	あり	13 名	なし	41 名
水の購入	あり	15 名	なし	37 名

●測定対象の PFAS

血液（血漿）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（ペルフルオロオクタンスルホン酸 PFOS、ペルフルオロオクタン酸 PFOA、ペルフルオロヘキサンスルホン酸 PFHxS、ペルフルオロノナン酸 PFNA）についてまとめた。

濃度は ng/mL (ng=0.000001 mg ; 10 億分の 1 グラム)で記載する。

測定は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上記の 4 つの PFAS を検出した。PFOS、PFHxS 異性体の検出限界以下のものは集計では濃度が 0 ng/mL であるとした。

以下に検出された平均値、最大値を示す。PFOS がもっとも多いが、4 つの PFAS 合計の半分程度であった。

54名分	PFOS	PFHxS	PFOA	PFNA	Total 4PFAS	Total PFOS+PFOA
最大	35.0	14.6	8.9	5.5	64.0	43.8
平均	11.2	4.3	3.1	2.6	21.2	14.3

●地域別粗集計結果

今回参加した方の住所地 1 市 1 町の 3 地域の参加者 54 名の血漿中 PFAS 濃度を以下に示す。

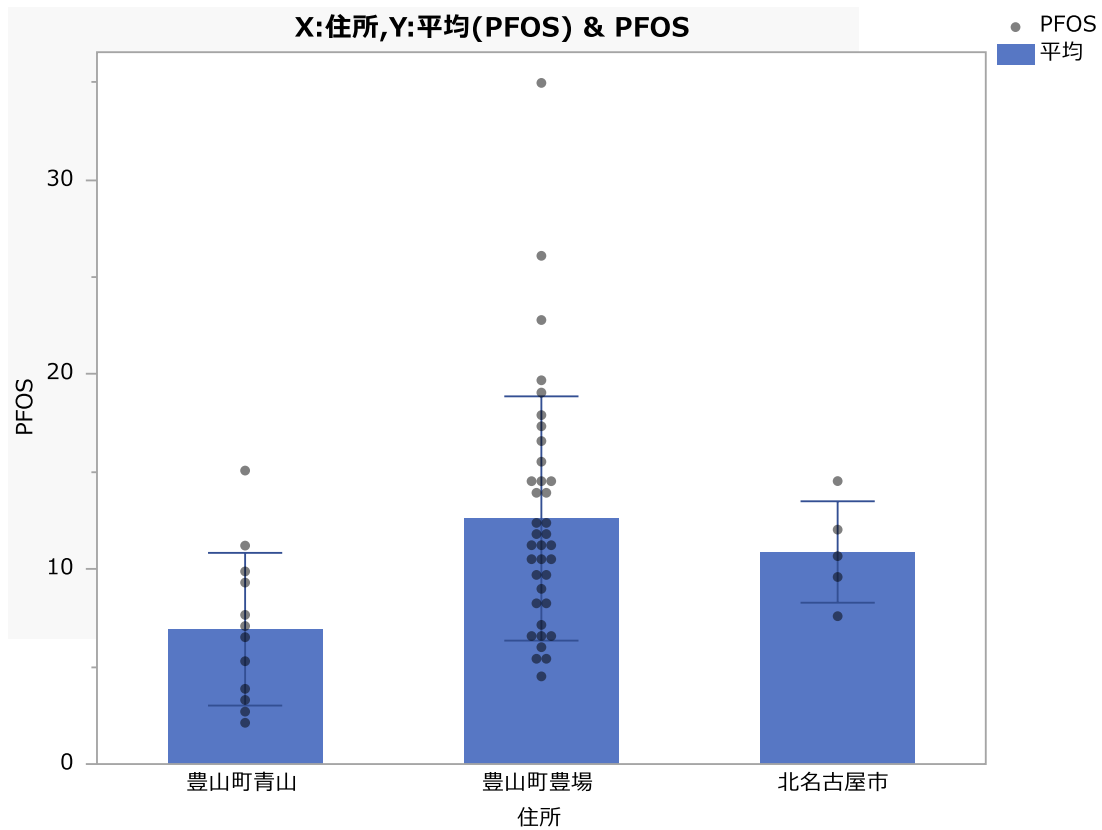
豊山町内で、豊場地区（南側）と青山地区（北側）に分けて集計している。これらの地区では異なる水道の配水区域となっている。豊場地区は北名古屋水道企業団豊山配水場からの水が主となり、青山地区は中央配水場からの水が主とされている。

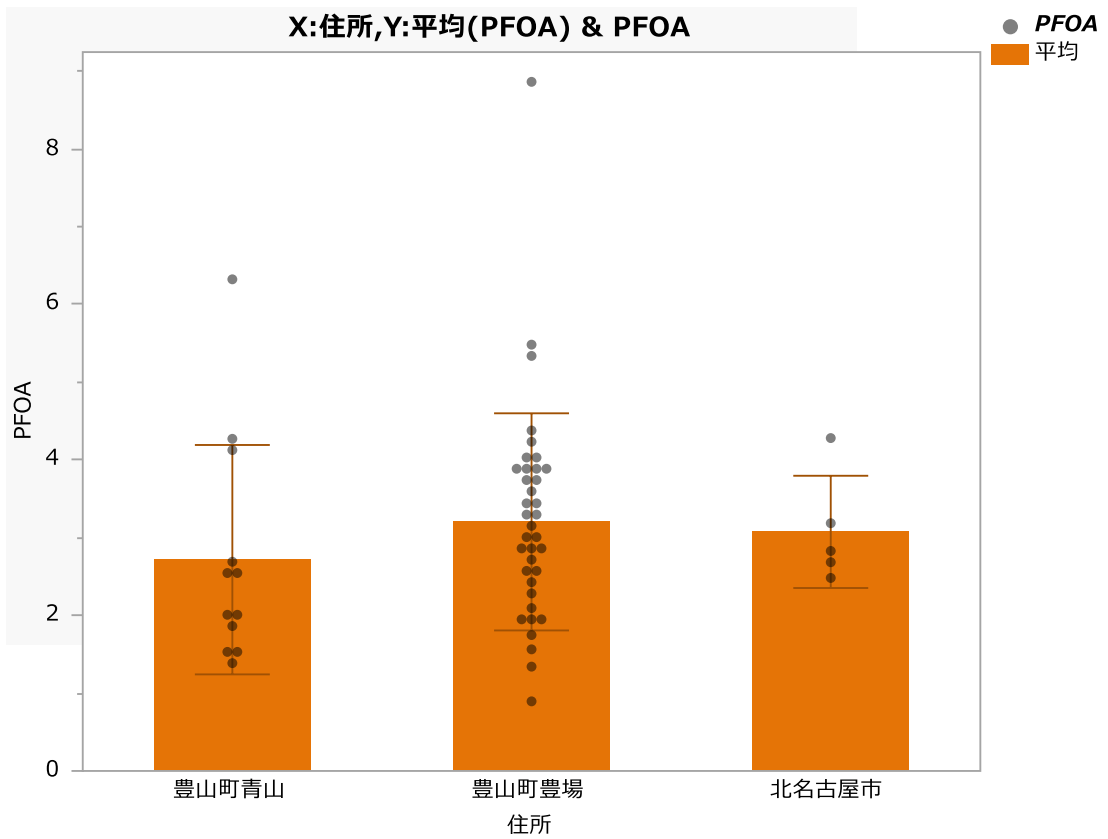
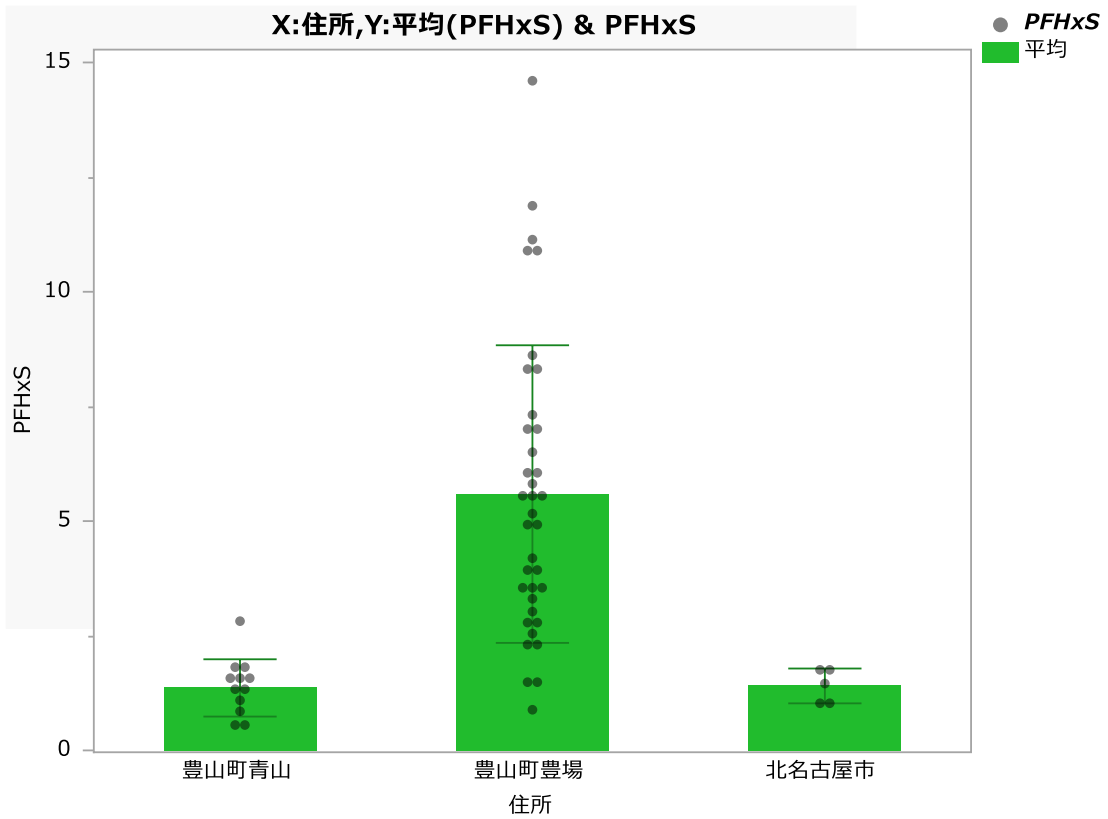


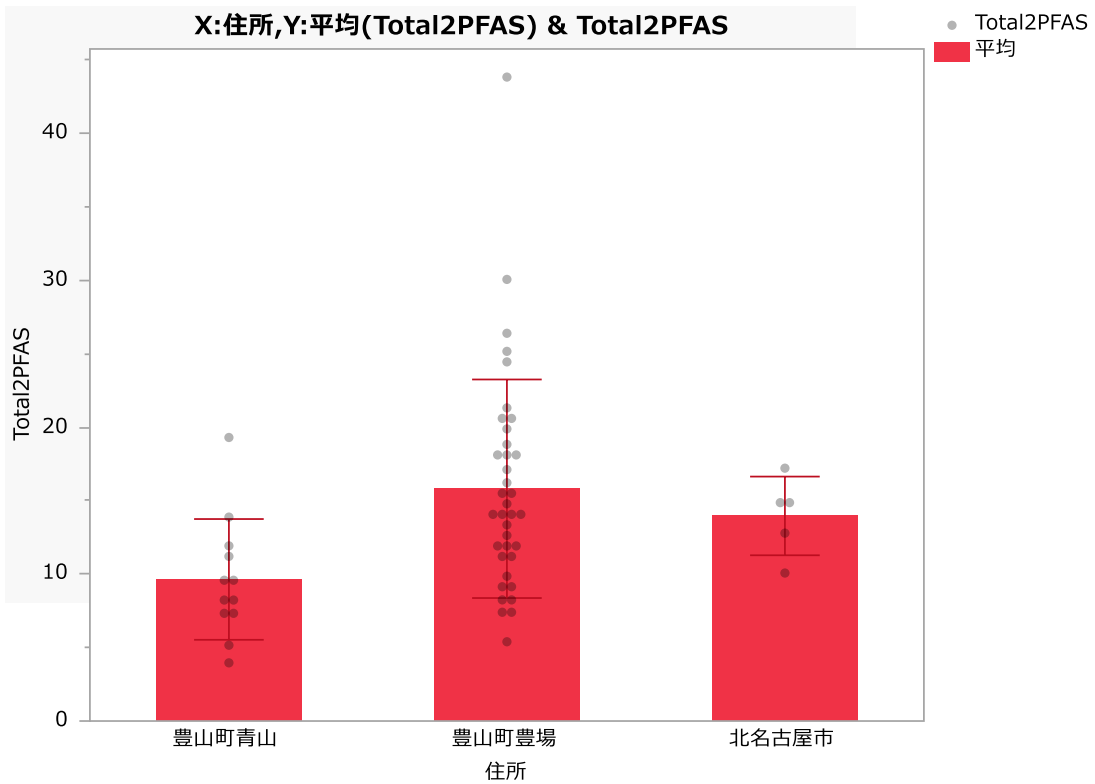
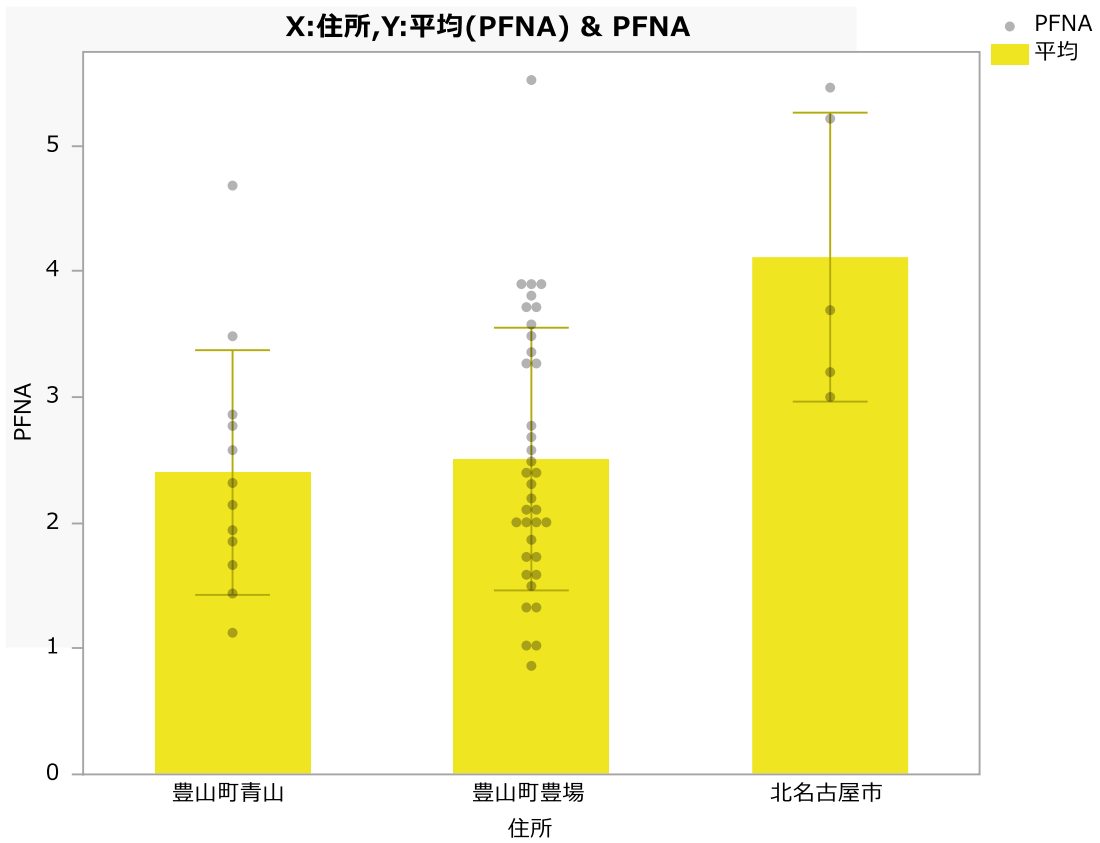
豊山町豊場地区の参加者の平均血中 PFOS 濃度が明らかに青山地区より高い値を示した。参加人数は限られるが、北名古屋市の参加者の平均血中 PFOS 濃度も 10 ng/mL ほどと高めの値であった。豊場地区ではさらに PFHxS 濃度が 5 ng/mL ほどで検出された。PFOA 濃度については 3 地区で大きな違いは見られなかった。PFNA 濃度は北名古屋市の参加者でやや高かった。

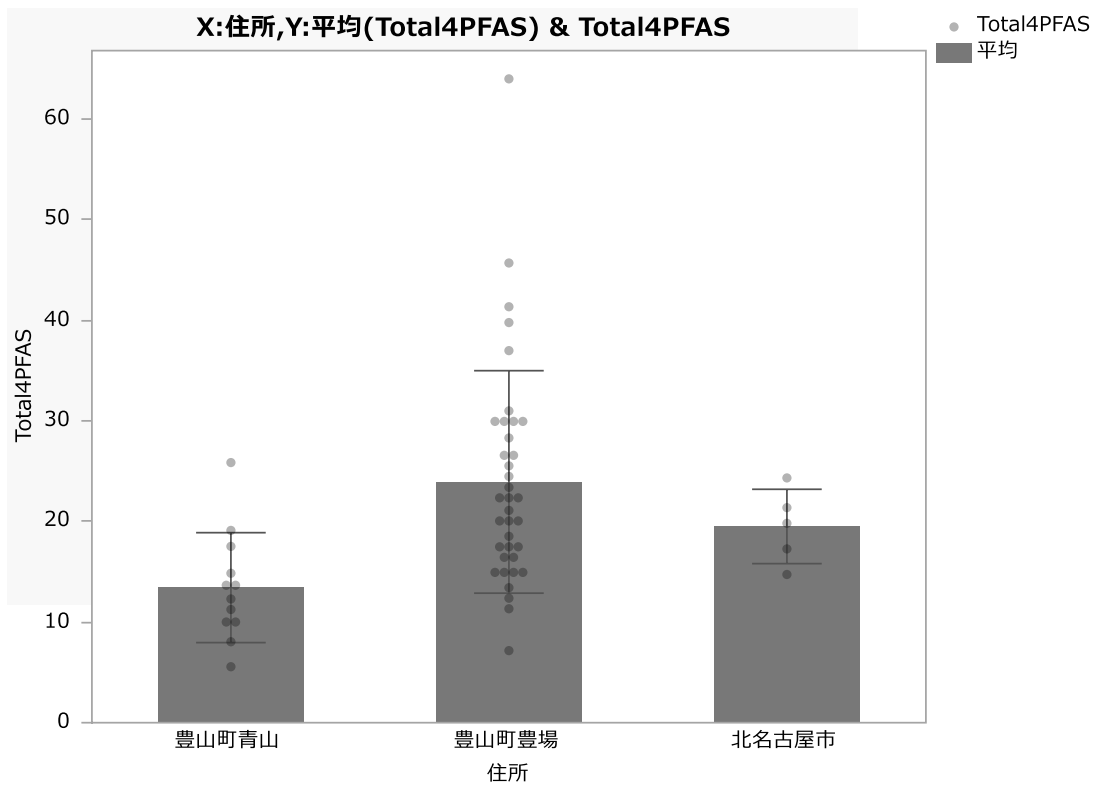
個人ごとに見ると、PFOS 濃度が豊山町豊場地区でも 5ng/mL ほどから 35 ng/mL まで

の幅があり、個人差が大きいことを示している。









今回の参加者の結果と、環境省のモニタリング調査として 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	平均血漿中濃度(ng/mL)					
		PFOS	PFOA	PFHxS	PFNA	4PFAS 合計	PFOS +PFOA
豊山町青山	12	6.9	2.7	1.4	2.4	13.4	9.6
豊山町豊場	37	12.6	3.2	5.6	2.5	23.9	15.8
北名古屋市	5	10.9	3.1	1.4	4.1	19.5	14.0
環境省 2021年調査	119	3.9	2.2	1.0	1.6		

ただし、環境省調査は PFOS などの、直鎖体のみの測定

環境省 2021 年調査と比較して、参加者の性別の割合、年齢が異なることには留意するが、明らかに豊山町豊場地区の血中 PFOS、PFHxS 濃度、北名古屋市の血中 PFOS、PFNA 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。

●血漿中 PFAS 濃度に関連する要因について

北名古屋市・豊山町の浄水場の配水場での PFAS 濃度はこれまで北名古屋水道企業団により調査、公開されている。2021 年 3 月に原水で PFOS、PFOA 合計 175 ng/L、浄水で 150 ng/L と暫定目標値を上回っていた。他の浄水場でも原水には PFAS が暫定目標値を超えて、検出されている。

参考) 北名古屋水道企業団 「有機フッ素化合物 (PFOS・PFOA)検査結果」

https://www.kn-suido.jp/file/c1_suisitu_pfos_pfoa_kekka.pdf

このことから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豊山町の 2 地区で検討した。北名古屋市の参加者は限られているため、この解析は行わなかった。

PFAS血中濃度と水道水使用などの関連

項目		人数	平均血漿中濃度(ng/mL)			
			PFOS	PFOA	PFHxS	PFNA
豊山町豊場地区						
水道水使用	なし	5	10.72 ± 3.85	3.17 ± 0.74	3.41 ± 1.94	2.90 ± 1.09
	あり	31	13.09 ± 6.58	3.25 ± 1.49	6.03 ± 3.31	2.45 ± 1.06
井戸水使用	なし	27	12.94 ± 6.90	3.16 ± 1.56	5.86 ± 3.47	2.46 ± 1.11
	あり	5	10.29 ± 3.18	3.17 ± 0.64	4.42 ± 2.75	2.77 ± 0.96
浄水器使用	なし	29	13.18 ± 6.53	3.32 ± 1.41	6.00 ± 3.40	2.54 ± 1.04
	あり	8	10.54 ± 5.06	2.77 ± 1.34	4.14 ± 2.19	2.40 ± 1.11
水の購入	なし	26	12.99 ± 7.06	3.31 ± 1.56	5.82 ± 3.43	2.51 ± 1.09
	あり	10	11.23 ± 3.80	2.87 ± 0.89	5.20 ± 2.98	2.37 ± 0.93
豊山町青山地区						
水道水使用	なし	3	3.71 ± 1.40	1.71 ± 0.28	0.96 ± 0.48	1.41 ± 0.27
	あり	9	7.99 ± 3.94	3.05 ± 1.57	1.52 ± 0.62	2.73 ± 0.89
井戸水使用	なし	7	5.10 ± 2.02	2.19 ± 0.93	1.16 ± 0.40	1.91 ± 0.59
	あり	5	9.48 ± 4.70	3.46 ± 1.87	1.68 ± 0.79	3.09 ± 1.03
浄水器使用	なし	7	6.79 ± 3.22	2.96 ± 1.73	1.28 ± 0.38	2.44 ± 0.57
	あり	5	7.11 ± 5.17	2.38 ± 1.12	1.51 ± 0.90	2.35 ± 1.45
水の購入	なし	6	5.71 ± 3.86	2.98 ± 1.92	1.00 ± 0.46	2.10 ± 0.80
	あり	5	8.26 ± 4.38	2.54 ± 1.04	1.82 ± 0.60	2.73 ± 1.24

水道水は大半の参加者が利用していた。使用せずと回答した豊山町豊場地区、青山地区の参加者では PFOS 濃度、PFHxS 濃度がやや低かった。青山地区で井戸水を使用した経験があった参加者は、PFOS、PFHxS 濃度がやや高めとなった。

浄水器の利用状況を聴取し、豊場地区の参加者では血中 PFOS 濃度、PFHxS 濃度がやや低かった。

これらのことは、水道水に PFAS が比較的多く含まれ、住民が摂取することになっていたことを示唆するものである。一方で、浄水器の使用や井戸水の使用、水の購入が一貫した結果は出なかった。

PFOA、PFNA は水道水以外の摂取経路として食品などの影響がありうることから上記の水の利用形態の差が僅かであったと考えられる。ただし、統計的に差がなかったことが、水道水が曝露源であることを否定するものではない。

●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。

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。

	指針値		米国アカデミー		ドイツHBM-II			
	PFOS+PFOA		4PFAS合計		PFOS		PFOA	
	未満	以上	未満	以上	未満	以上	未満	以上
豊山町豊場地区	29	8	15	22	34	3	37	0
豊山町青山地区	12	0	11	1	12	0	12	0
北名古屋市	5	0	3	2	5	0	5	0
合計	46	8	29	25	51	3	54	0

調査した54人のうち、ドイツのHBM-IIについて3人、米国アカデミーの4つのPFASについては25人、PFOS+PFOAについては8人がこの数値を上回っていた。

住居地別で見ると、HBM-IIを超過していたのは豊山町豊場地区の3名のみであった。PFOA濃度で超えた参加者はいなかった。

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、豊山町豊場地区では8名（21.6%）で20 ng/mLを超えた。4つのPFAS合計値では、豊山町豊場地区では22名（59.5%）で、青山地区で1名（8.3%）、北名古屋市で2名（40%）が超えた。

●まとめ

今回の調査から、豊山町豊場地区を中心として、北名古屋水道企業団の配水区域の住民の血中 PFAS 濃度は比較的高い状況にあると考えられた。

また豊場地区では HBM-II や米国アカデミーの勧告値を超える割合が少なくない。

曝露源として主として水道水が考えられる。水道水の使用や浄水器の使用が、血液中 PFOS、PFHxS 濃度と関連していた。

また豊場地区では PFHxS の濃度が高く、沖縄県の北谷浄水場の配水区域での調査、東京都多摩地区での調査でも見られた特徴である。PFHxS 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。水道水質目標値や HBM-II などの目安がないが、米国アカデミーのガイダンスに含まれ、今回の調査でも血中濃度の多くを占めている、PFOS、PFOA だけでなく PFHxS も含めた対応が必要である。

北名古屋水道企業団の豊山配水場の井戸水の PFOS、PFOA 濃度が厚生労働省の暫定目標値を超えていたことから 2021 年 3 月に配水が停止された。それから 2 年間は経過しているが、影響は持続していることがうかがえる。今後も血液検査を通じて評価する必要がある。そして想定される主要な汚染源の特定と除去も必要と考えられる。豊山町には三菱重工航空宇宙システム製作所専用水道が使用されている地域もあり、別途調査が必要と考えられる。

健康リスクが高まるとされる濃度を超える参加者がみられ、地域においても同等の割合でいることが推定される。米国アカデミーのガイダンスを参考とした対応も考える必要がある。血液中濃度の継続的な把握、また健康調査も必要と考える。そして、汚染源調査と対策が求められる。これらは地域保健法や環境基本法、水質汚濁防止法における自治体の責務であるとする。