

S2-17 PFASによる土壌・地下水汚染の国内事例紹介

○岡田雄臣¹・篠原真希¹・稲毛孝章¹・大塚希美子¹・長谷川甫¹・
PFOS等およびその前駆体を対象にした土壌・地下水汚染の挙動評価に関する検討部会¹
¹土壌環境センター



部会HP
関連情報見直し

1. はじめに

近年、ペルフルオロオクタンサルホン酸(PFOS)、ペルフルオロオクタン酸(PFOA)およびペルフルオロヘキササルホン酸(PFHxS)等の有機フッ素化合物(PFAS)による土壌・地下水汚染が注目され、国内でも河川や地下水等から公共用水域及び地下水に係るPFOSとPFOAの合算値が、指針値(暫定)(以降、暫定指針値という)50ng/Lを超過するPFOSやPFOAが確認されている。

当検討部会では、PFAS土壌・地下水汚染の実態を把握し、適用可能な調査・対策手法を検討するべく、国内外の汚染拡散の実態や汚染調査・対策実施状況等について文献等調査を実施した。

本発表では、国内のPFAS土壌・地下水汚染事例の公開文献を基に、PFAS汚染発見の契機、土壌・地下水調査結果や対策状況をサイト毎に整理した。

2. 国内事例の紹介

2.1 岡山県の事例

【汚染発見契機等】

- 2022年度の河平ダム取水場所とする円城浄水場の給水栓水から暫定指針値を超える1,400ng/L(PFOS・PFOAの合算値)を検出。
- 2020年、2021年も暫定目標値を上回っていたことが判明。
- 2023年の円城浄水場可取水ポンプ場での水質調査でも1,200ng/L(PFOS・PFOAの合算値)を検出。

【汚染源の特定】

- 河川水の水質調査の結果、河平ダムとその上流において最高濃度地点である西側沢(F1)で62,000ng/L(PFOS・PFOA)を検出。
- ダム下流では山王橋で480ng/L(PFOS・PFOA)が検出、宇甘川合流後は50ng/L未満。
- 最高濃度地点付近の資材置場に再生処理を目的とする使用済活性炭を保管。
- 使用済活性炭に対する溶出量試験の結果、最大濃度4,550,000ng/L(PFOS・PFOA)を確認。

- 使用済活性炭から溶出したPFOAが表層土壌へ浸透して地下水へ混入し、資材置場の地下水が西側沢に流出したと推測され、使用済活性炭が汚染源と考えられることが妥当。直観的・分岐異性体の解析結果や、ペルフルオロカルボン酸(PFCAs)やペルフルオロスルホン酸(PFSAs)の構成割合の解析結果も根拠の一助に。

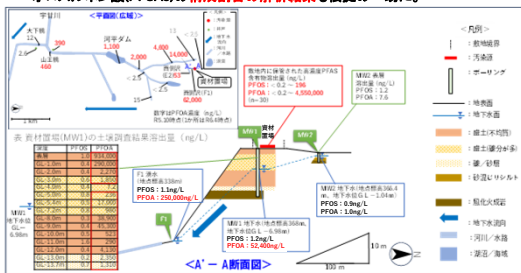


図2.1 岡山県汚染サイトにおける土壌及び地下水調査結果
(「吉備中央町原因究明委員会報告書」を基に作成)

【対策方法の検討】

- ダムからの取水を停止して、水源の切り替えを実施。
- ①資材置場内の高濃度土壌を掘削除去→②清浄土壌埋戻し→③コンクリート等による被覆→④継続モニタリングで検討。
- 使用済活性炭は2023年11月に撤去済みであるが、2024年10月の継続モニタリングで、山王橋上流の3箇所で420~5,200ng/L(PFOS・PFOA)を検出。

2.2 岐阜県の事例

2.2 岐阜県の事例

【汚染発見契機等】

- 各務原市のPFOS・PFOA汚染は、水道水の原水(地下水)の水質検査で判明。
- 2020年11月採水分析で三井水源地で98ng/L(PFOS・PFOAの合算値)を検出。
- 2021年5月採水分析で、取水井13箇所で7箇所で暫定目標値超過、最大濃度550ng/L(PFOS・PFOAの合算値)を検出。

【地下水等の水質調査結果】

- 当地域は各務原台地に位置し、地表から黒ボク、ローム層、各務原層群、濃尾第二礫層、東海層群、美濃帯堆積岩が分布し、帯水層は濃尾第二礫層。
- 岐阜県と各務原市は2023年8月から2024年5月に三井水源地周辺の地下水等の水質調査を実施。
- 井戸81箇所で20箇所で暫定指針値超過で、地下水は最大で450ng/L、河川は8.5~11ng/L、水路は最大で88ng/Lを検出(いずれもPFOS・PFOAの合算値)。

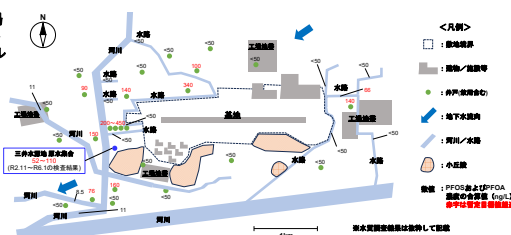


図2.2 三井水源地周辺の地下水等の水質調査結果
(「PFOS/PFOAに関する専門家会議」を基に作成)

【水質汚染への対応】

- 暫定指針値を超過した取水井の運用を停止。
- 活性炭による浄化システムを設置し、原水集合と浄水の濃度を定期的にモニタリングしながら活性炭の入れ替えを定期的に実施。
- 地下水中での挙動把握に向けた年に2回の頻度で地下水モニタリングを実施。
- 昨今の規制状況を踏まえ、原水集合と浄水のPFHxS濃度のモニタリングを実施。
- ⇒原水集合で39~82ng/L、浄水で11~16ng/L。
- PFASの使用・保管に関するアンケート調査を実施
- ⇒59の公共施設及び公害関連法令(水質)に係る261の民間事業場を対象として実施した結果、使用または保管していたと回答したのは5つの施設あるいは事業場。

2.3 静岡県事例

【汚染発見契機等】

- 静岡市では、2010年以前にPFASを使用した可能性のある事業場を2023年に聴取。
- 市内のふっ素樹脂工場からの回答を受け、工場周辺でのPFAS(PFOS・PFOA)の水質調査で汚染判明。

【水質調査結果】

- 静岡市は2023年10月から河川や工場周辺の水路、井戸の水質調査を実施。
- A地区工場敷地境界500m圏内井戸では100~730ng/L、その他の井戸からは110~1,700ng/LのPFASを検出。
- B地区淡水井戸は170~360ng/L、C地区淡水井戸は150~210ng/LのPFASを検出。

- 地形などからA・B・Cの3つの地区における淡水性地下水は連続していないと推測。
- B地区、C地区のPFAS検出は、A地区とは別の理由があると推測。

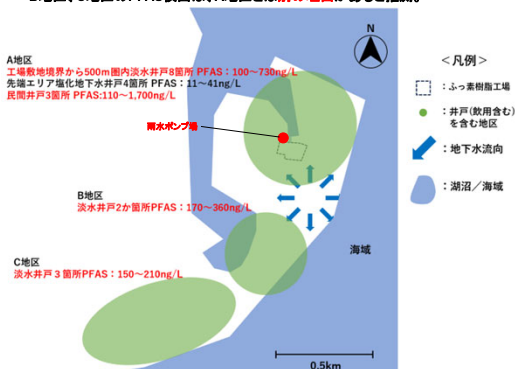


図2.3 静岡県汚染サイトにおける水質調査地と結果
(「市長記者説明資料報告書」を基に作成)

【水質汚染への対応】

- 当該工場では地下水のPFASを漏水・活性炭で除去。
- 近隣の雨水ポンプ場には活性炭浄化設備を設置。
- ⇒対策には①雨水幹線の波渡②コンクリート被覆などの雨水浸透抑制対策
- ③地下水量の設置を検討しており、①や②は完了。
- PFAS除去に関しては水質浄化のための実証試験を計画。

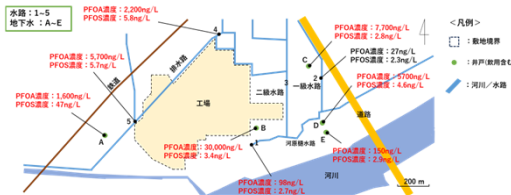
2.4 大阪府事例

【汚染発見契機等】

- 当該汚染サイト近隣の工場で過去にPFOAを使用(2012年10月にPFOAの使用を全廃)。
- 2007年から当該工場周辺の水路・地下水PFOS・PFOA調査を実施(大阪府HP掲載)⇒この時から暫定指針値を超過する濃度で確認。
- 2020年、環境省が公表した有機フッ素化合物全国存在状況把握調査において、当該地域のPFOA濃度が極めて高いことが明らかに(5,500ng/L)。

【水質調査結果】

- 当該工場周辺の用水路および地下水について各5ヶ所ずつ水質調査を実施。



※2025年2月時点の最新情報を基に作成

図2.4 大阪府の汚染サイトにおける平面図及び水質調査箇所と結果
(「有機フッ素化合物(PFOA等)に係る水質調査結果について」を基に作成)

- すべての調査地点でPFOAはPFOSよりも濃度が高い。
- 地点Bが最もPFOA濃度が高い(33,000ng/L)。
- 地点Aは2007年からの調査結果が公表されており、2024年までの17年間で経時的にPFOA濃度が減少(28,000ng/L→1,800ng/L)。
- 地下水流向や汚染源に関する情報は無し。

【当該工場における水質浄化対応】

- 2007年調査結果を受け、2009年以前には当該工場敷地で地下水漏水により地下水位を下げ、周辺地域への更なるPFOS・PFOA拡散防止を実施。
- ⇒地点Aの経時的なPFOA濃度の減少は、地下水漏水による拡散防止による効果なのか、2012年よりPFOAの使用を全廃したためなのか、詳細は不明。
- 漏水した地下水は活性炭およびイオン交換樹脂でPFOS・PFOAを除去後、下水道へ放流。
- 2015年から地下水の漏水処理量を3万t/年から6万t/年に倍増(地盤沈下)に留意して実施)。
- 2023年には、敷地全面に漏水壁設置に着手。

3. おわりに(まとめ)

本報では、PFASによる土壌・地下水汚染について、国内事例を収集・整理し、汚染源が特定されている岡山県事例、基地区周辺の岐阜県事例、工場周辺の静岡県および大阪府の事例を対象に、汚染状況及び原因、対策の状況等を公開情報から収集・整理し、各事例を図解とともに体系的にとりまとめ、特徴(汚染原因や地形・地質)による汚染拡散状況や対策方法の違いを整理した。

右表の通り、公開されている地下水や水路の水質分析結果がPFOS・PFOAの合算値のみである場合も多く、汚染状況の詳細な評価を行うことが困難な状況にある。一方で、海外では汚染源の対策まで進んだ事例が多く、その詳細情報が公開されていることから、今後は、汚染源の絞り込みや対策等を検討するために、海外事例の知見や取り組みも参照していくことが重要である。

本部会では、引き続きこれらの国内事例の比較・分析を行い、国内におけるPFASによる土壌・地下水汚染についての課題抽出や挙動評価を行う予定である。

表3.1 各事例の特徴

場所	地形	汚染由来	汚染物質	濃度	対策
岡山県	高原	使用済活性炭	地下水	最大 52,400ng/L (PFOA)	地下水補給 コンクリート被覆 高濃度土壌の掘削除去
			淡水	最大 250,000ng/L (PFOA)	
			土壌	最大 934,000ng/L (PFOA)	
岐阜県	台地	基地(暫定)	地下水	最大 450ng/L (PFOS・PFOA)	地下水補給 取水(上水)の浄化
			河川水	最大 11ng/L (PFOS・PFOA)	
			水源地	最大 66ng/L (PFOS・PFOA)	
静岡県	混合砂礫	工場	地下水	最大 1,700ng/L (PFOS・PFOA)	地下水補給 雨水幹線波渡(予定) 雨水浸透抑制(予定) 雨水貯留装置(予定)
			水路水	最大 270ng/L (PFOS・PFOA)	
			水源地	最大 270ng/L (PFOS・PFOA)	
大阪府	沖積低地	工場	地下水	最大 30,000ng/L (PFOA)	地下水補給 地下水浄化 漏水壁設置
			水源地	最大 5,700ng/L (PFOA)	
			水源地	最大 5,700ng/L (PFOA)	

【参考:当部会の他の発表】

S2-18 PFASによる土壌・地下水汚染の海外事例紹介