

重金属封じ込め盛土周辺で生じた鉛の基準値超過の原因分析事例

川崎地質株式会社 ○町田 悠輔, 米田 英治, 佐藤 祥昭, 若林 将暉

1. はじめに

建設工事で発生する岩石・土壌は、盛土や埋土の材料として有効活用が推進される中で、自然由来のヒ素や鉛などの重金属等を含む問題があり、土壌汚染対策法の適用外である岩砕（掘削ずり）の対策手法の標準化が進められてきた。一般的に、重金属を含む岩石・土壌に対して封じ込めや不溶化等の対策を施した盛土へは、効果確認の地下水モニタリングが実施される¹⁾。

本稿では、重金属封じ込め盛土周辺の水質モニタリングにより、鉛の基準値超過が観測された地域に対し、基本的な水文調査による地下水解析から、同位体分析による起源の確認調査を実施し原因分析を試みた事例について報告する。

2. 調査背景

図-1に対策盛土と周辺井戸の位置関係を示す。本業務の契機は、2023年9月の水質モニタリング調査であり、2箇所の井戸で鉛が基準値を超過（観井⑪：0.017mg/L、民井⑳：0.011mg/L）し、その後に民井⑧で超過（0.028mg/L）が確認された。民間井戸での基準値超過は初めての事象であった。（※井戸名の記載は、民間井戸を「民井」、対策盛土周辺の観測井戸を「観井」と表記する。）

対策盛土は2013年7月頃に造成され、重金属含有土（ヒ素）をベントナイト混合土+遮水シート（二重）により封じ込めている（図-1）。盛土材は、隣接するトンネル掘削工事で発生した結晶片岩類から成る。なお、鉛は事前のスクリーニング調査により基準値以下と評価されており、かつ、非酸性土である。

ここに、盛土施工後10年経過後に、地下水モニタリングにてヒ素ではなく鉛の基準値超過が確認された事象に

対し、対策盛土との因果関係が懸念された。

3. 調査結果

(1) 水理地質構造と地下水流向

図-2に本調査の目的と実施した項目を示す。対策盛土周辺で観測井戸増設のためのボーリング調査を行い、併せて既往調査を含めた地質縦横断面図を作成して、盛土付近の地質構造を把握した。対象地は黒色・緑色片岩類を基盤に、高位～低位の段丘堆積物（玉石・砂礫）が覆う。地下水は基盤と中位～低位段丘堆積物との境界付近を流下している。

盛土周辺の地下水流向は、図-3に示すコンター図より、通年で西南西⇒東北東を示す傾向である。また、観井④、⑤で実施した流向流速測定により、盛土西側は西⇒東の流下傾向を示した。図-4より、主要井戸に設置した自記水位計による観測の結果、豊水期（豪雨時）に地下水位の大きな変動は確認されるものの、各井戸間（民井⑧、⑳周辺）の水位高低に逆転は認められない。従って、盛土側から民地側への地下水の供給の可能性は低いものと推察される。

(2) 水質分析(イオン分析)

各種水質分析結果の経時変化を図-5に示す。水素イオン濃度（pH）は、民井⑧で弱酸性、民井⑳で中性の傾向を示す。鉛の検出とpH値に明瞭な相関は認められない。電気伝導率（EC）は、民間井戸で一般的な地下水の範疇にあるが、観測井戸では管理基準値（30mS/m）を超える値も多く見られ、盛土側と民地側では、溶存イオン量の傾向に差異がある。

鉛濃度は、民井⑧は当初最大0.028mg/Lで検出されたが、その後は比較的低濃度で推移し2024年7月以降で

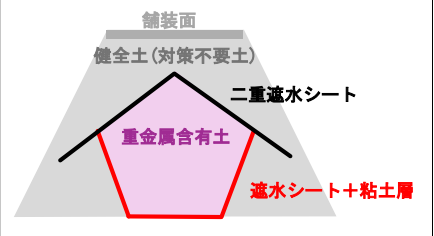


図-1 封じ込め盛土の構造

調査目的	調査項目
地下水位の経時変化 地域の地下水位状態	地下水位測定
水質の経時変化図 地域の地下水位状態	地下水質測定（pH、EC、鉛、ひ素） イオン分析 酸化還元電位測定
盛土周辺地盤の地質構造 地下水位コンター図精度向上	ボーリング調査 観測井戸追加設置
平水時及び降雨時 地下水流動過程の解明	自記計設置（水位、pH、EC）
健全土盛土評価 健全土浸出水の影響有無	土研式雨水曝露試験 全含有量試験 短期溶出試験 酸性化可能性試験
民井⑧、⑳周辺 調査・評価 盛土と民地井戸間の関係性調査	井戸追加 流向流速測定 自記計設置（水位、pH、EC）
民井⑧、㉑ 鉛の由来判別	放水量調査 同位体分析

図-2 調査目的と項目

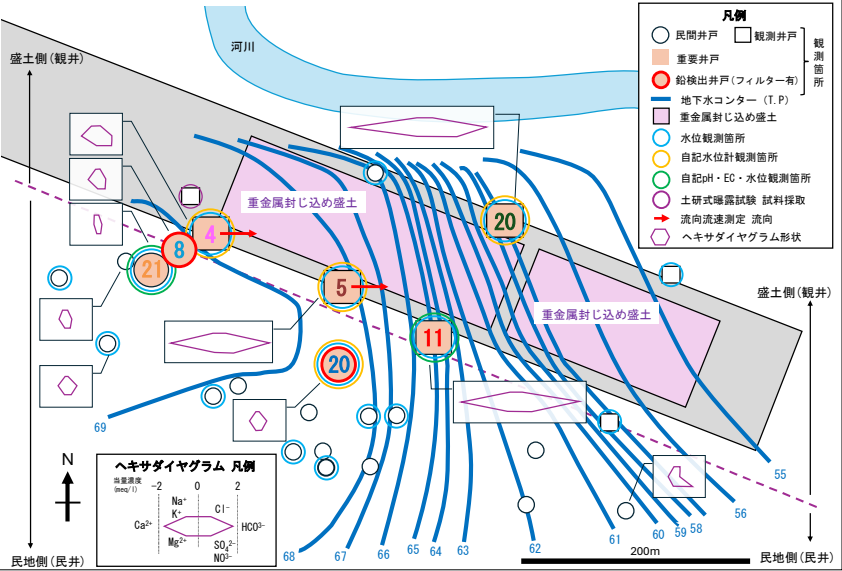


図-3 対策盛土周辺の井戸の配置と地下水コンター図（平水時）

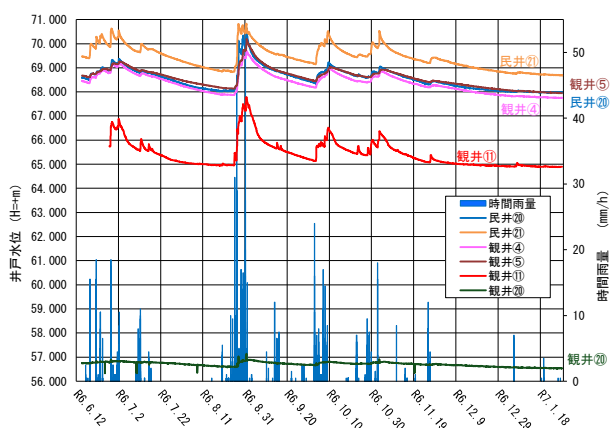


図-4 地下水位経時変化図

再び基準値超過の傾向を示した。民井⑩において、基準値超過後は定量下限値程度で推移している。なお、ヒ素については民井の何れも基準値超過は認められない。

一方、観井⑪等の盛土側の観測井戸では、採水時の確実なパージとろ過処理により定量下限値未満となった。そのため、観測井戸における鉛の検出は井戸内滞留水に含まれる濁質に起因したものと推察される。

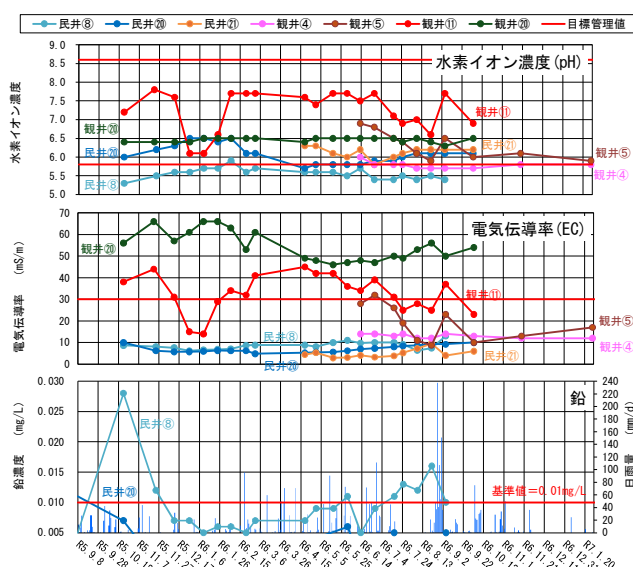


図-5 水質分析結果

水質の化学的性質を把握するため、イオン分析を行った結果、盛土側と民地側ではヘキサダイアグラムの姿形に明らかな差異が見られる(図-3)。このことは、盛土側と民地側の水質が異なることを示唆している。また、盛土側と民地側の境界にあたる観井④は、民地側からの地下水供給が主であると推察される。

(3) 盛土材の溶出特性

封じ込め盛土外部の健全土盛土からの浸出水による影響が懸念されたため、対策不要土にてボーリングを実施し、コア試料や近隣露頭試料を対象に全含有量試験を実施した。健全土盛土と自然地盤での鉛の含有は普遍的に確認されるものの、何れも一般的な濃度であった。併せて、ボーリングコア試料を用いた土研式雨水曝露試験を実施し、長期溶出特性を確認した結果、酸性水の発出、

及び鉛の検出は認められなかった。従って、健全土盛土が鉛の検出原因である可能性は低いと評価された。

(4) 鉛の放水濃度調査と同位体分析

鉛の基準値超過が確認された民井⑧、⑩において、蛇口から出た初期水と 100L 程放水した水試料を採水し、鉛の分析を複数回実施した(表-1)。民井⑧の初期水は 0.3mg/L 以上と高濃度を示すものの、放水後は基準値付近まで低下した。また、民井⑩は定量下限未満であった。いずれも初期水数値>放水後数値となり、鉛は井戸に起因したものである可能性が示唆された。

表-1 初期水と放水後の鉛濃度(mg/L)

井戸名	実施回数	1回目	2回目	3回目	4回目
	民井⑧ 放水後	0.012	0.016	0.010	欠測
民井⑧	初期水	0.32	0.33	0.34	欠測
	民井⑩ 放水後	<0.005	<0.005	0.005	<0.005
	初期水	<0.005	0.007	0.015	0.015

赤字:基準値超過

鉛は同位体分析で起源を推定できる²⁾。盛土材(健全土部)と盛土周辺地盤、及び民井⑧、⑩の採水試料における鉛の同位体分析の結果、民間井戸の地下水は人為由来による可能性が高いことが示唆された(図-6)。民間井戸での鉛の超過原因は、井戸配管等の取水設備の腐食等が考えられる。今回は密閉井戸であり、井戸内部の詳細は不明である。

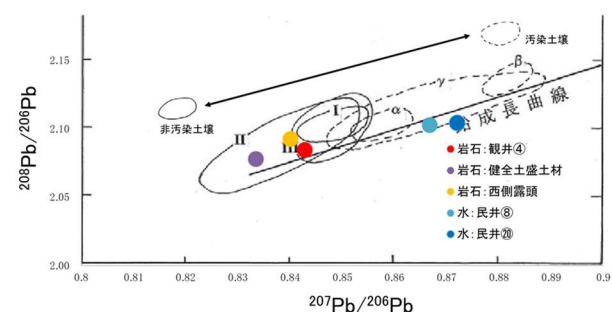


図-6 鉛同位体比の散布図と由来判別²⁾を改変

4. 考察

調査結果を総合的に判断すると、民間井戸の鉛の基準値超過は対策盛土に起因したものではないと評価される。すなわち、民地側井戸の地下水の流向や水質は盛土近傍と異なる可能性が高く、また、基準値超過井戸における詳細調査の結果、個々の井戸の要因により生じた可能性が高いものと推察された。

《引用・参考文献》

- 1) 建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル(2023年版)(2023): (建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル改訂委員会。
- 2) 島田允堯(2014):自然由来重金属と環境汚染応用地質学・地球化学的データバンク, p.37, 愛智出版。