

地下水の水質リスクを評価するための調査事例

株式会社日さく ○朝倉 良恵、中谷 仁、伊藤 健二
堀 信雄、松永 智

1. はじめに

本調査は、扇状地に位置する事業所で実施したものである。3井ある既存井戸の1井より明瞭な硫化水素臭と鉄スケールが確認されたことから、代替水源検討のため、調査ボーリング・地質試料を用いた強熱減量試験・酸処理分析・深度別の地下水分析を実施した。

調査の結果、強熱減量試験および酸処理分析では深度に伴う有意な違いは見られなかったものの、地下水の深度別分析では深度30mで鉄が水道法水質基準に不適合となった。

調査結果に基づき、代替水源の取水対象層等について提案を行った。以下に本調査事例について報告する。

2. 調査概要

(1) 調査ボーリング

調査ボーリングは、本調査地における地層構成を明らかにするとともに、観測井設置および電気検層を実施することを目的として実施した。調査ボーリングに際しては、振動回転式ボーリングマシンを用い、深度78mまでの掘削を実施した。

(2) 強熱減量試験

調査ボーリングで採取した地質試料中の有機物および腐植物等の含有量を把握することを目的とし、32試料で実施した。試験の測定は日本産業規格¹⁾に基づいて実施した。

(3) 酸処理分析

調査ボーリングで採取した地質試料中のアモルファス鉄の含有量を把握することを目的とし、78試料で実施した。前処理方法については、土壤汚染対策法の含有量調査において規定されている手法²⁾を参考にして、試料に加える塩酸濃度を0.75mol/Lとして処理を行った。

(4) 地下水分析

既存井戸の1井で硫化水素臭が確認される等、地下水質に関するリスクが想定されることから、観測井より採水した地下水試料を対象に分析を実施した。地下水分析は、鉄およびその化合物(以下、鉄)、臭気の2項目を対象とし、水道法に基づき実施した³⁾。表-1に水道法水質基準を示す。

表-1 水道法水質基準における基準一覧

| 検査項目 | 単位 | 基準値 |
|----------|------|-----------|
| 鉄及びその化合物 | mg/L | 0.3mg/L以下 |
| 臭気 | - | 異常でないこと |

3. 調査結果

(1) 調査ボーリング

調査ボーリングの結果、深度75m以深に調査地地域における水理地質的基盤を構成する泥岩層が分布し、その上位に砂～粘性土層もしくは砂礫層が分布していた。このうち、砂礫層が調査地における帯水層を構成しており、事業所内の既存井戸も本層を取水対象としている。

調査ボーリングおよび観測井設置後、電気検層を実施した。電気検層の結果を図-1に示す。図-1より、地盤の比抵抗値(電極間隔:1.0m)は、砂礫は400~600Ω・m、砂は300~400Ω・m、粘土・泥岩は50Ω・m以下を示し、各地層の一般値の範囲内を示した。

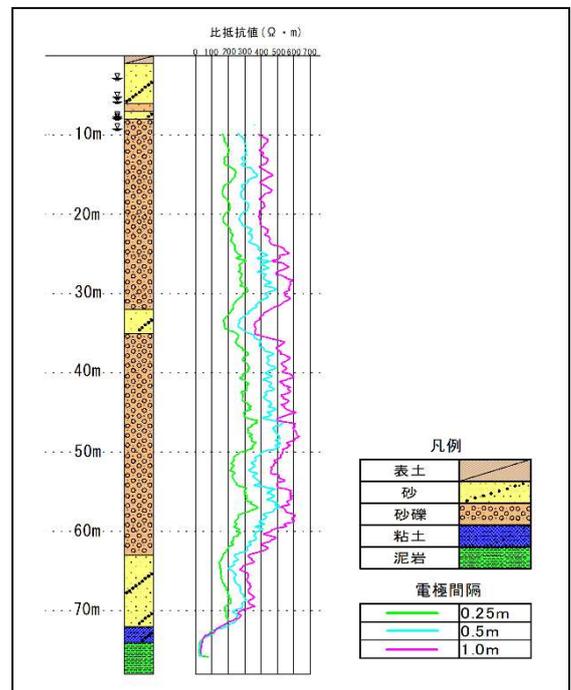


図-1 調査ボーリング結果

(2) 強熱減量試験

強熱減量試験の結果、強熱減量の最大値は表土で記録された3.4%で、最小値は砂礫で記録された1.5%であった。帯水層を構成する砂～砂礫層の強熱減量は1.5~1.9%と同程度の値を示した。

(3) 酸処理分析

酸処理分析の結果、鉄溶出量の最大値は深度70mで記録された66.0mg/Lで、最小値は深度18mの砂礫で記録された11.2mg/Lであった。

(4) 地下水分析

① 臭気現地判定

地下水の臭気を確認するため、採水時に臭気の現地判定を実施した。臭気判定はパージ前およびパージ後の2通りで実施した。表-2および表-3に臭気判定結果を示す。臭気判定の結果、パージ前は深度30m~70mにかけて微臭

が確認されたが、パージ後では深度30m および深度70m でごく僅かに臭気が確認された。いずれも現地では臭気の種類までは分からなかった。

表-2 パージ前_臭気判定

| 深度 (G.L.-m) | 地層 | 臭気判定 |
|-------------|----|------|
| 10 | 砂礫 | 無臭 |
| 20 | 砂礫 | 無臭 |
| 30 | 砂礫 | 微臭 |
| 40 | 砂礫 | 微臭 |
| 50 | 砂礫 | 微臭 |
| 60 | 砂礫 | 微臭 |
| 70 | 砂 | 微臭 |

表-3 パージ後_臭気判定

| 深度 (G.L.-m) | 地層 | 臭気判定 |
|-------------|----|------|
| 10 | 砂礫 | 無臭 |
| 20 | 砂礫 | 無臭 |
| 30 | 砂礫 | ごく僅か |
| 40 | 砂礫 | 無臭 |
| 50 | 砂礫 | 無臭 |
| 60 | 砂礫 | 無臭 |
| 70 | 砂 | ごく僅か |

② 地下水分析

地下水分析は、パージ前に臭気が確認された深度で実施した。地下水分析の結果を表-4に示す。

分析の結果、鉄については深度30m で1.6mg/L と水道基準を超過する結果となった。深度40m~70m では定量下限値を超えるものの、水道基準に適合した。臭気については、全深度で基準に適合した。

表-4 地下水分析結果

| 深度 (G.L.-m) | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 水道水質基準 | 定量下限値 |
|-------------|------|------|------|------|------|-----------|-------|
| 鉄 (mg/L) | 1.6 | 0.10 | 0.19 | 0.12 | 0.15 | 0.3mg/L以下 | 0.03 |
| 臭気 | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常なし | 異常でないこと | - |

4. 考察

(1) 調査ボーリング

調査地における地質は、深度75m 以深に泥岩層が分布し、その上位に砂~粘性土層もしくは砂礫層が分布していると推定された。

電気検層の結果、砂礫層の比抵抗値は概ね400~600Ω・m 程度と粗粒分が卓越した有望な帯水層であると評価された。なお、砂礫層中には難透水層と成り得る明瞭な粘性土層は確認されないことから、砂礫層は概ね一つの帯水層だと推定された。深度63m 以深に分布する砂~粘性土層については、砂礫層と比較すると低い値を示し、地下水流動は少ないものと推定された。

(2) 強熱減量試験

強熱減量試験の結果、深度方向もしくは地層ごとの傾向は認められなかった。

(3) 酸処理分析

酸処理分析の結果については環境基準等がないため、既往論文⁴⁾を参考に推定していく。論文では、3地点(サイトA・B・C)でアモルファス鉄を対象とした酸処理分析結果を述べている。表-5に3地点の地質状況、表-6に3地点の分析結果を示す。

表-5 3地点の地質状況

| 地点 | 深度 | 地質状況 | スケール状況 |
|------|--------|------|------------|
| サイトA | 0~4m | 盛土 | 顕著に認められる |
| | 4~7m | 砂層 | |
| | 7~10m | 粘性土層 | |
| サイトB | 0~2m | 盛土 | ほとんど認められない |
| | 2~15m | 砂層 | |
| | 15~20m | 粘性土層 | |
| サイトC | 0~2m | 盛土 | 認められる |
| | 2~15m | 砂礫層 | |
| | 15~20m | 粘性土層 | |

表-6 3地点の分析結果

| 深度 (G.L.-m) | 鉄(mg/L) | | |
|-------------|---------|------|------|
| | サイトA | サイトB | サイトC |
| 1 | 2800 | - | - |
| 2 | 2400 | - | 1100 |
| 3 | 4400 | - | 530 |
| 4 | 2900 | - | 260 |
| 5 | 3500 | 89 | 310 |
| 6 | 1700 | - | 450 |
| 7 | 2400 | - | 900 |
| 8 | - | - | 520 |
| 9 | - | - | 530 |
| 10 | - | 69 | 620 |
| 11 | - | - | 440 |
| 12 | - | - | 600 |
| 13 | - | - | 580 |
| 14 | - | - | 960 |
| 15 | - | 38 | 880 |

分析の結果、サイトAで一番鉄が検出されており、次にサイトC、最も鉄濃度が低い地点はサイトBであった。以上のことから、鉄が多く含まれるほどスケールも顕著に認められることが推定された。

今回の分析値はサイトBと同様の値もしくはそれ以下の値を示し、酸処理分析結果に基づけばスケールが付着する可能性は低いものと推定された。

(3) 地下水分析

地下水分析の結果、鉄については深度30m で1.6mg/L と水道水質基準を超過したものの、その他の深度では同基準に適合した。したがって、砂礫層は概ね1つの帯水層を評価されるものの、深度毎の水質には違いがあることが明らかになった。そこで、新設揚水井の取水深度は、地下水中の鉄濃度が高い深度30m 付近を避けることが望ましいと推定された。

5. まとめ

電気検層の結果、砂礫層が有望な帯水層と推定された。また、強熱減量試験および酸処理分析では深度に伴う有意な違いは見られなかったものの、地下水の深度別分析では深度30m で鉄が水道水質基準に不適合となった。以上より、新設揚水井のスクリーン設置区間は深度30m 付近を避け、砂礫層が分布する深度40m~60m に提案した。今後は知見をたくわえることで水質に関するリスク評価に寄与していきたい。

《引用・参考文献》

- 1) 日本産業規格: 土の強熱減量試験方法(JIS A 1226:2009)
- 2) 環境省告示第19号: 土壌含有量調査に係る測定方法を定める件,2003.3
- 3) 厚生労働省告示第261号: 水質基準に関する省令の規定に基づき厚生労働大臣が定める方法(2003.7)
- 4) 中村正和他: 「揚水ばつ気対策に伴う鉄の影響とその除去について」, 第14回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会論文集, 論文 No.S1-14, 2008.6.