

簡易水質分析キットを用いた鉄の簡易水質分析方法について

株式会社 KGS ○小川 貴好、大野 克己

1. はじめに

道路事業における切土工やトンネル工は、その工事が周辺の地下水等に影響を与える場合がある。この影響の有無や程度の確認のため、周辺の井戸や河川等を対象とした水文観測業務が工事と並行して行われる。

水文観測において、対象となるのは、主に流量と水位、水質である。このうち、水質については、現地での採水の後、分析機関での分析を経て数値データが得られるため、現地調査日から数値データの提出までに数日程度のタイムラグが発生する。

今回、沖積層を対象とした盛土工・函渠基礎地盤改良が行われている地域において、工事現場から 50m 程度離れた地点にある畜産用水の井戸水に対し、水文観測を行った。

本井戸は、GL-55m の洪積層中の帯水層より揚水し、タンクに貯留して利用されており、過年度から継続的に調査が行われていた。近年、鉄の濃度が上昇傾向にあり、一時的に基準値の超過が見られたため、発注者の要望で井戸洗浄が行われたが、これを契機に鉄の濃度が急激に増加した(図-1)。

井戸洗浄後しばらくして、井戸所有者より、現地で簡便に鉄の濃度を知る方法の有無について相談を受けた。これに対し、簡易水質分析キットによる判定を用いて、現地にて迅速に対応することができたため、この事例を紹介する。

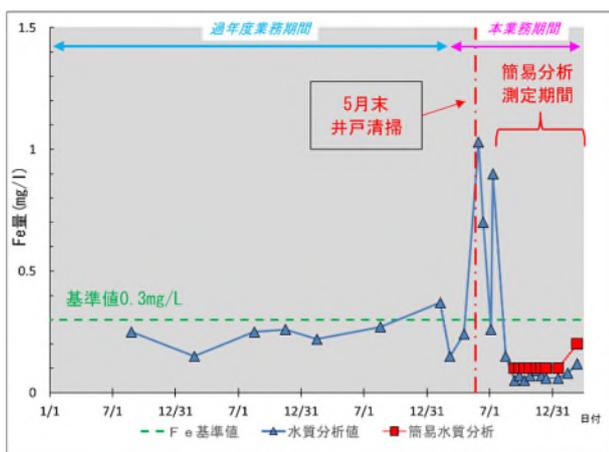


図-1 井戸水中の鉄の濃度の変遷

2. 水中の鉄分含有による問題点について

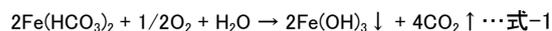
¹⁾水道法第1章第4条に基づき、環境省が定める「水質基準に関する省令」において、「水道により供給される水に含まれる鉄及びその化合物の基準値は、0.3mg/L 以下であること」と定められている。

一般に、地下水および表層水ともに自然状態の水中には、微量な鉄分が含有されているが、含有量が多くなるにつれて、洗濯物への着色や鉄器具のサビの原因、陶磁器への汚れ、飲料した際の視覚的・嗅覚的・味覚的影響を受ける。

畜産業における明確な基準値の規定はないが、²⁾農林水産省が提案する飼養衛生管理基準において、飼養する家畜への給水は、水道水等の飲用に適したものとされているため、鉄についても前述の基準値に準じるものと考えられる。なお、畜産物への影響として³⁾肉色の影響が示唆されているが、関連性については不明瞭である。

3. 地下水中の鉄の存在状態について

地下水中の鉄分は還元状態にあり、鉄イオン(Fe²⁺、Fe³⁺)や錯化合物等のような溶存鉄として存在する。地表まで地下水を汲み上げる場合、空気中の酸素が水中に取り込まれることで水酸化鉄として析出する(式-1)。



そのため、採水は極力空気に触れないよう迅速に行い、採水後は容器内に空気が入らないよう密閉し、空冷しつつ素早く試験機関へ運搬する必要がある。

4. 分析方法

簡易水質分析キットの測定法は、試薬入りチューブで分析対象の検水を吸水し、一定時間(今回使用した製品では2分)反応させた後のチューブ内の液色と標準色とを比較し、チューブ内の液色と最も近い標準色の値を測定値とする(図-2)。なお、液色が標準色の間の場合、両値の中間値を測定値とみなす。

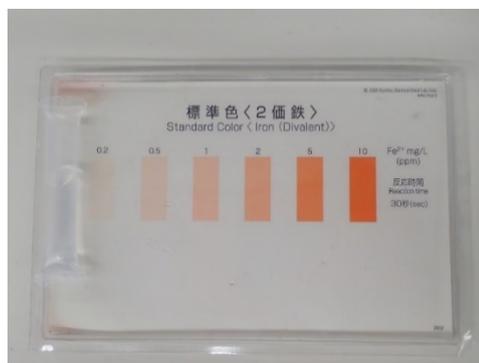


図-2 簡易水質分析キットおよび比色用標準色

鉄分を対象とした簡易水質分析キットには、二価鉄、三価鉄、全鉄(二価鉄+三価鉄)等があり、全鉄は、低濃度

用(測定範囲0.05～1mg/L)と標準濃度用(測定範囲0.2～10mg/L)がある。

既存調査結果において0.70～1.03mg/Lの鉄の濃度が確認されていたため、本事例では、二価鉄用(測定範囲0.2～10mg/L)を使用した。

5. 検討結果

今回、分析機関での鉄の分析に加え、現地で簡易水質分析キットを用いた鉄の簡易分析を行った。このうち、簡易分析は、分析希望があった9月以降から翌年3月迄の7ヶ月間に、1～2回/月の間隔で行った。

現地でのキットを用いた簡易分析結果と分析機関での試験結果とを図-1と表-1に示す。

分析機関での試験値(以降、水質分析値)における鉄の濃度は、9月以降は全て水質基準値(0.3mg/L)以下であった。水質分析値と簡易水質分析キットの値を比較すると、9月～翌年1月は、水質分析値0.05～0.09mg/Lに対して0.1mg/L(標準色0.2mg/Lよりやや薄い)、翌年3月は水質分析値0.12mg/Lに対して0.2mg/L(標準色0.2mg/Lと同程度)を示した。

分析機関に測定を依頼した場合、現地採水から結果判定まで日数を要したが、簡易水質分析キットでは、概略値ではあるが、現地で迅速に結果を出すことができた。

表-1 簡易水質分析キットおよび水質分析値の比較

井戸中の鉄の濃度		観測日					
		3月	4月	5月	6月	7月-1	7月-2
水質分析値	(mg/L)	0.15	0.24	1.03	0.70	0.26	0.90
簡易水質分析キット	(mg/L)	-	-	-	-	-	-
井戸揚水中の鉄分量		観測日					
		8月	9月-1	9月-2	10月-1	10月-2	11月-1
水質分析値	(mg/L)	0.15	0.05	0.07	0.05	0.07	0.09
簡易水質分析キット	(mg/L)	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
井戸揚水中の鉄分量		観測日					
		11月-2	12月	翌1月	翌2月	翌3月	
水質分析値	(mg/L)	0.07	0.06	0.06	0.08	0.12	
簡易水質分析キット	(mg/L)	0.1	0.1	0.1	-	0.2	

※**斜字**は基準値(0.3mg/L)を超過を示す。
 ※分析方法に則り、簡易水質分析の検出限界(0.2mg/L)以下は、0.1mg/Lと表示。

6. 鉄の濃度の上昇原因について

井戸洗浄前の鉄の濃度は、概ね基準値以下(0.15～0.27mg/L)を保っていた(図-1)。井戸洗浄後の約2ヶ月間は、基準値超過が続いたが、その後は減少し、井戸洗浄前の値(0.05～0.12mg/L)で安定した。この間、付近での施工は継続しており、工事期間に関わりなく鉄の濃度が上昇及び下降していることから、鉄の濃度の上昇と工事との関連性は見られないと言える。

今回は、鉄の濃度の上昇原因を探ることが目的ではな

いが、原因として、以下のことが考えられた。

経年使用により井戸配管が錆び、このサビが水中に溶け出すことにより、井戸水中の鉄の濃度が増加した可能性が考えられる。また、井戸洗浄後に鉄の濃度が大きく上昇した点については、洗浄に伴って配管部から剥落したサビの小片が井戸内に残留しており、これが井戸水に含まれて鉄の濃度が上昇した可能性が想定される。

7. まとめ

簡易水質分析キットを用いることにより、簡便かつ迅速に、井戸水中の鉄の濃度を現地にて測定することができた。また、井戸所有者の依頼に対して希望に沿った対応を行うことができ、顧客からの信頼感を得ることができた。

簡易水質分析キット使用時の問題点を以下に挙げる。

1つ目は、比色の判断が肉眼であるため、観測者によって値に誤差が出る点である。これについては、カラーチャートや色測定計の使用等によって対応が可能である。

2つ目は、標準色の詳細な数値が求められないことである。これについては、本件で実施したように分析機関での測定を並行して行い、簡易水質分析キット結果を速報値として今後の調査の指針とし、詳細値をもって判断を行う方式とするのが良いと考える。

本事例では、測定範囲が0.2～10mg/Lの二価鉄用キットの使用した。しかし、井戸洗浄からしばらく経過し、上昇した鉄の濃度が落ち着いてから簡易分析を行ったため、結果として、ほぼ全ての結果が検出限界値(0.2mg/L)以下となってしまった。このような場合、より低い値が対象の低濃度用(測定範囲0.05～1mg/L)を併用することで、詳細な測定が可能であった。なお、井戸洗浄後の鉄の濃度が上昇した直後に自主的に簡易分析を行っていれば、濃度上昇時の水質分析値と簡易分析値を比較できたため、今後、同様の事例があれば、自主的に簡易分析を活用していきたい。

《引用・参考文献》

- 1) e-GOV 法令検索:「水質基準に関する省令」,
(最終閲覧日2025年6月2日),
<https://laws.e-gov.go.jp/law/415M60000100101/>.
- 2) 農林水産省:「飼養衛生管理基準について」,
(最終閲覧日2025年6月1日),
https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/katiku_yobo/k_shiyou/.
- 3) アグリサーチャー:「肥育牛における飲料水中の鉄分量が肉質とくに肉色に及ぼす影響」,
(最終閲覧日2025年6月1日),
<https://agresearcher.maff.go.jp/seika/show/214824>.