

# 地下水位と鉄濃度の関係を利用した井戸遮水深度の決定

(株)共立コンサル 宮嶋 昭

新協地水(株) 石井 六夢・澤内 知子

## 1. はじめに

福島県東部の阿武隈山地では、小規模な水道の水源として地下水の利用が行われている。水道法46項目を原水の状態でクリアしている水質の良い地下水を水源として使用すれば、滅菌のみで供給することが可能であるため、維持管理が容易であることが最大の利点である。

ところが、阿武隈山地域で地下水を利用する際、地下水中の鉄濃度が水道水質基準をオーバー(基準値:0.3mg/L)していることがある。この場合、地下水を水源として使用する際、酸化による処理や、生物処理による除鉄が必要となり、事業体に、イニシャル及びランニングコスト面で大きな負担が発生するとともに、維持管理が難しくなる場合が多い。

本報告は、阿武隈山地の中山間地における、水道水源確保を目的とした地下水調査で、試験井戸を設置した段階では「鉄」が水質基準をオーバーしたものの、現場水質試験を活用した調査結果に基づき水源本井戸を設計・施工した結果、「鉄」が水質基準をクリアした事例について報告するものである。

## 2. 地下水調査の経過

阿武隈山地は、花崗岩が分布し地下水に乏しいエリアである。一般的に、花崗岩地帯の地下水は、①浅層部の沖積層・マサ層などに分布する「浅層地下水」と、②岩盤の亀裂に分布する「裂か地下水」に分類される。阿武隈山地では、水源として井戸を設けた場合、ある程度の水量を確保し、良好な水質が期待できるのは②の裂か地下水の賦存地点が多い。

このため、比抵抗法二次元探査で岩盤の状態を推定して、裂か地下水が期待される地点に試験井戸(φ150mm×35.3m)を設置した。試験井戸の設置にあたっては、エアハンマーで掘進しながら、鋼管(井戸ケーシング)を同時に地盤中に挿入するエアロータリーパーカッション工法を用いた。試験井戸設置時に掘削層から確認された地層状況および井戸構造を図1に示す。

試験井戸設置後、段階揚水試験により180L/minの「限界揚水量」が得られた。連続揚水試験は、180L/minで開始したが、水位低下が

大きかったため、連続揚水開始24時間後からは150L/minで、計72時間の連続揚水を実施した。

連続揚水試験開始後71時間が経過した時点で採水を行って、水道法46項目水質試験を実施した。この結果、鉄が「0.38mg/L」と水質基準をオーバーしていたことが判明した。

標尺 度 (m)	深 度 (m)	層 厚 (m)	柱 状 図	さく井地質		地 色 調	記 事	標地 本 番 号	井 戸 管 長 (m)	井 戸 管 位 (m)	構 造 図	
				地 質	色 調							
	2.7	2.7	+	表土	茶褐色	シルトや砂からなる粘土である。			7	2.51	2.51	
	6.5	3.8	+	砂	種灰	砂を主体とし、花崗岩片が混じる。			6	2.75	5.25	
			+						5	2.75	8.01	
			+						4	2.75	10.76	
			+				掘削中の花崗岩中に花崗色の風化産物類が確認される。亀裂が多い岩盤であり、地下水を		3	2.75	13.51	
			+						2	2.75	16.26	
	18.0	11.5	+	風化花崗岩	乳白	もつ			1	2.75	19.01	
			+									
			+									
	35.3	17.3	+	花崗岩	乳白	硬質で亀裂の少ない花崗岩盤である。						

図1 試験井戸柱状図

## 3. 試験井戸を利用した水質確認調査

試験井戸の水量は水源としての必要水量を十分満たしていたが、鉄濃度が「0.38mg/L」と水質基準をわずかにオーバーしていたため、水源本井戸の計画・設置にあたっては水質の改善が課題となった。

試験井戸の地層(図1)は、GL-2.7m~6.5mまでは砂層でGL-6.5m~18.0mが風化花崗岩となっていることから、この試験井戸は、「浅層地下水」と「裂か地下水」の両者から取水している可能性が高いと考えられた。また、砂層が暗灰色を呈することや、試験井戸は水田直下に位置することから、浅層地下水に鉄を含有する可能性が高いと推測された。

このため、試験井戸を用いて浅層地下水に鉄を含有していることを確かめることにした。なお、鉄濃度測定にあたっては、公定法による「全鉄」試験と現場で実施できる非公定法水質試験(HACH社製DR/2000による比色法試験)による「溶存鉄」試験を併用した。

まず、井戸の上部ストレーナ(GL-5.3~8.0m間)と下部ストレーナ(GL-13.5m~16.3m間)を分離

して取水できるように試みて①②の試験を実施した(図2)。

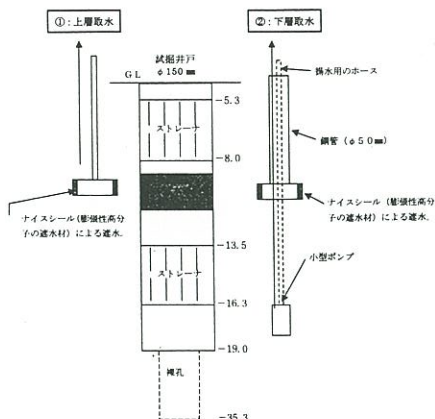


図2 上層ストレーナ、下層ストレーナからの取水

- ①上部ストレーナから取水する形で、150L/minで2時間揚水した後、鉄濃度は0.63mg/Lであった(非公定法)。
  - ②下部のストレーナから取水する形で、11L/minで4時間揚水した後の公定法鉄濃度は2.5mg/Lであった。
- ①②の試験結果からは下部のストレーナの水质が悪いという結論となる。しかし、上部ストレーナと下部ストレーナの分離が不完全であった可能性もあり、①②両者の揚水量も著しく異なることから、①②の比較に問題があると考え、上部ストレーナと下部ストレーナの分離を解除し③④の試験を実施した。

③ポンプ位置を3段階(GL-8.3m、GL-16.5m、GL-27.5m)に変化させて、各段階5時間揚水を実施して、各1時間毎に取水して鉄濃度の変化を調べた(非公定法)。この結果、表1のような結果を得た。

表1 水中ポンプ位置と鉄濃度

実施日	ポンプ位置	揚水量	揚水時間(時間)と鉄濃度(mg/L)				
			1時間	2時間	3時間	4時間	5時間
12. 1. 26	GL-8.3m	150 t/min	1.10	0.83	0.55	0.72	0.57
12. 1. 27	GL-16.5m	150 t/min	0.61	0.49	0.44	0.41	0.40
12. 1. 28	GL-27.5m	150 t/min	0.49	0.43	0.41	0.39	0.39

④ポンプ位置をGL-16.5mとし、揚水量を4段階に変化させながら各段階1時間の揚水を行い、鉄濃度の変化を調べた(非公定法)。この結果、表2のような結果を得た。

表2 揚水量と鉄濃度

実施日	ポンプ位置	揚水量	揚水時間(時間)と鉄濃度(mg/L)	
			10分	1時間
12. 1. 29	GL-16.5m	50 t/min	2.18	1.06
		100 t/min	0.76	0.59
		150 t/min	0.47	0.40
		200 t/min	0.36	0.35

③④の試験は、揚水を継続するほど鉄濃度は低いという結果を示した。

そこで、揚水を継続すれば水位の低下がおこることに着目して、①から④の試験を総合して、水位と鉄濃度の関係について整理してみた(図3)。

この結果、水位と鉄濃度に関係が認められ、水位がGL-6.0m以下であれば、鉄濃度が0.3~0.4mg/Lに低下することがわかった。

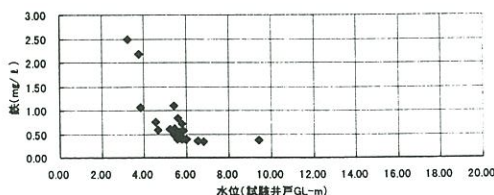


図3 試験井戸における水位と鉄濃度

#### 4. 水源本井戸の設置

以上のような地下水調査結果から、試験井戸の直近に水源本井戸を設置することになり、水源本井戸仕様をφ300mm×20mとし、GL-0.0~6.0mを止水する計画とした(なお、施工の際に止水深度はGL-0.0~6.5mに変更した)。

水源本井戸工事後、揚水試験を実施したところ、「限界揚水量」は110L/minと求められた。限界揚水量の1/2の55 L/minで142時間連続揚水した後に水質試験を実施した結果、鉄濃度は「0.03mg/L未満」で、他の項目も含め水道法46項目すべての項目をクリアすることができた。

なお、水源本井戸連続揚水時の現場水質試験による溶存鉄濃度を図4に示す。水位と鉄濃度に関係は認められない。このことから、鉄の侵入は止水によって防止できたと認められる。

数ヶ月後、再度、揚水試験を実施したが、鉄は認められていない。

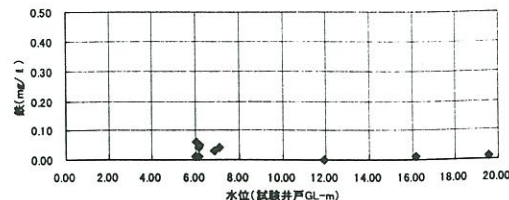


図4 水源本井戸の水位と鉄濃度