

Ⅲ-A346

地下水中の硝酸イオンに着目した地下水流動調査

中国・四国農政局 正会員 野津 裕之
 ハザマ 正会員 ○ 今井 久, 塩崎 功
 ハザマ 正会員 大林 宏, 石原吉雄

1. はじめに

地下水流動の原位置調査法として、地下水に含まれる溶存イオン濃度を測定し地下水中の溶存イオン構成や濃度から地下水のグループ化を行い地下水流動経路を推定する方法がある。この溶存イオン成分のなかで、硝酸イオンが天然のトレーサとして今後有効に利用できる知見が得られたので、硝酸イオンの賦存状況、ダム周辺の調査事例とともにその有効性について示す。

2. 硝酸イオンとその地下水への広がり

一般に地下水から検出される硝酸イオン NO_3^- は野菜、果樹園、茶畑などの畑作地帯で使用される窒素系肥料が降雨・涵養水の地下浸透に伴い地下水に溶け込んだり、下水や家畜の糞尿からくるアンモニウムイオン NH_4^+ が酸化作用によりその最終酸化物である硝酸イオンとなって地下水に溶け込んだものである。通常の地下水流動過程では有機物の分解などで酸素が消費され還元状態になり、 $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NH}_4^+ \rightarrow \text{N}_2$ に還元されるため温泉地帯等、特別の場合¹⁾を除き地下水中にはほとんど存在しない²⁾。したがって硝酸イオンを含む地下水は比較的浅部の地下水、あるいは表層部から流入した地下水と考えられる。

硝酸イオンはまた別の側面を持つ。硝酸性窒素は水道法において健康に係わる水質基準物質に指定されその基準値は10mg/Lである。硝酸イオンによる地下水汚染は広い範囲にわたり比較的身近に存在する。図-1は著者らが測定したつくば近郊の飲用に供される水道水、民家の井戸水、湧水の溶存イオン分析結果をヘキサダイアグラムと硝酸イオン濃度で示している。筑波山湧水は筑波山北側にある湧水で県外からも飲料

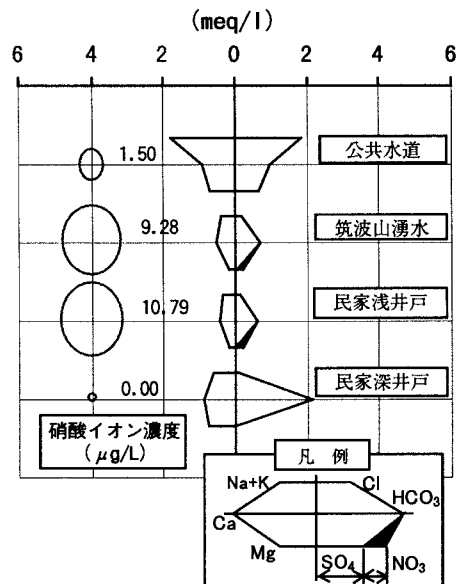


図-1 つくば近郊の飲用に供される水道水、井戸水、湧水の溶存イオン水質分析結果

水として水を汲みに来る人のある有名な湧水、民家浅井戸は果樹園畑作地帯に存在する民家井戸、民家深井戸は水田地帯に存在する深さ90m程度の民家井戸である。これらの井戸水の調査結果は硝酸イオンによる汚染が浅層地下水に広がりつつあること、深部の地下水までは硝酸イオンは到達していないことを示している。

つくば近郊に限らず全国を対象にした調査結果²⁾からも硝酸性窒素による地下水汚染は全国的に広がりつつあり比較的身近に存在するといえる。

3. 硝酸イオンに着目した地下水流動調査事例

調査は、西日本のある灌漑を目的としたロックフィルダム（堤高38m、堤長170m、堤体積29万 m^3 ）周辺の試験湛水時の地下水流動状況を把握する目的で実施された。この調査では貯水池水がどのような経路を通りどの程度の時間をかけて堤体下流へ浸透してくるかに着目している。図-2にダム周辺の地形、調査地点、調査結果を示す。表-1に調査地点名と水質分析結果結果を示す。分析結果は図-1と同様にヘキサダイアグラムとして示す。

キーワード：地下水、現地調査、水質分析、硝酸イオン

連絡先：〒305-0822 茨城県つくば市荻間西向 515-1 TEL0298-58-8813 E-mail: imai@hazama.co.jp

図-1、表-1に示す調査地点①②③は堤体下流部の基礎岩盤上を通過する地下水を集めたもの、④⑤⑥は監査廊内のボーリング孔からの地下水、⑦は下流部ボーリング孔からの地下水、⑧は貯水池水、⑨は右岸下流沢水である。通常、溶存イオンに着目した地下水調査では表-1に示す項目を計測・分析する。

硝酸イオン濃度は図-2ではヘキサダイアグラムにて着色して示し、さらに濃度（mg/L）を数値で示している。調査結果からダム周辺の地下水水質の特徴を以下に示す。

1) このダム周辺の地下水の硝酸イオン濃度は高いものが多く、多いもので120mg/Lに達している。

2) 堤体下流の地下水①②③⑦、監査廊内ボーリング孔からの地下水④⑥はいずれも硝酸イオン濃度が高い。

3) 貯水池水は硝酸イオン濃度が低い。

4) 監査廊内ボーリング孔からの地下水⑤は硝酸イオン濃度が低い。

このダム周辺の斜面はミカン畑となっている。上記高濃度の硝酸イオンはミカン畑で用いられた肥料が雨水とともに浸透し、地下水として検出されたものと考えられる。堤体下流①②③⑦、監査廊内ボーリング孔からの地下水④⑥は硝酸イオン濃度が高く、貯水池水は硝酸イオン濃度が低いことから、この調査時点ではこれら硝酸イオン濃度が高い地下水は貯水池水よりも堤体左右岸の斜面からの地山地下水からの供給が大きいと考えることができる。

本事例のほか、ダム試験湛水時にダム下流地下水の硝酸イオン濃度の経時変化を測定し、硝酸イオン濃度の経時変化を貯水池水によるダム基礎岩盤内の地下水の押し出し現象として解釈した研究報告³⁾もなされている。

これらの事例は、硝酸イオンの特徴を利用し地下水流動経路を推定することが可能であること示唆している。

4. まとめ

現在、硝酸イオンは浅部地下水に広がりつつある。硝酸イオンは主に表層部に存在し地表部から地下へ侵入し地下水に溶け地下水の流れに沿って移動する。このため硝酸イオンを地表から投入されたトレーサと考えることができる。硝酸イオンを供給するような人間活動のなされた場所、時間を把握しておくことは硝酸イオンの供給地点、供給時点を把握し、その下流部で硝酸イオンを検出することで地下水の流動時間、流動経路を推定することが可能になる。硝酸イオンは地下水汚染として全国的に広がりつつあるが硝酸イオンを地表から投入されたトレーサと考えると地下水流動調査する上で有効な調査指標として利用できると考えられる。

【参考文献】1) 塩崎功，田中新次；二庄内ダム初期湛水時における水質調査，応用地質，Vol.38，No.1,pp.34-43,1997

2) 平田健正；土壌・地下水汚染と対策，（社）日本環境測定分析協会，pp.131-162,1996 3) 塩崎功，川上晃生ほか；水質・同位体を利用した川浦ダム・川浦鞍部ダム初期湛水時地下水流動調査，土木学会論文集 No.579/Ⅱ-41,pp.163-176,1997

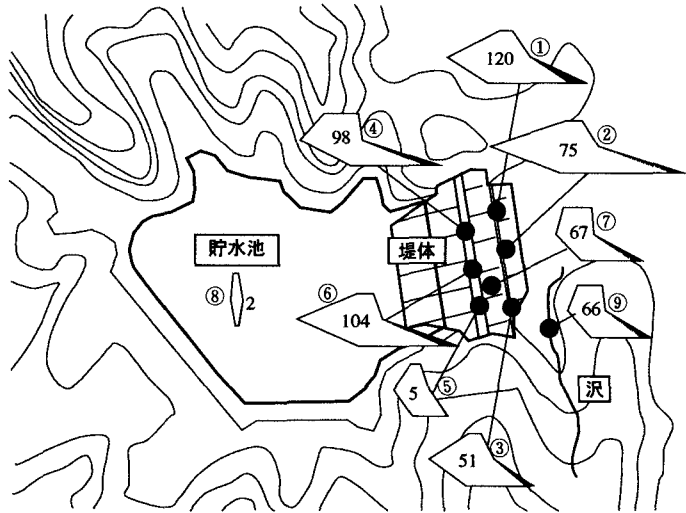


図-2 堤体周辺地下水調査位置と水質分析結果

表-1 水質分析結果一覧表

調査地点	pH	EC	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃	NO ₃
		μS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
① 左岸漏水	6.3	1124	27	3	148	32	10	346	154	120
② 河床漏水	6.4	1365	33	5	214	29	11	532	135	75
③ 右岸漏水	6.6	885	25	3	118	18	10	276	112	51
④ 河床ゲート管	6.7	1110	87	2	134	9	9	409	46	98
⑤ 右岸ゲート管	6.9	521	21	2	62	9	7	161	76	5
⑥ 堤体内カーテンG孔	6.8	1185	38	2	178	18	9	420	85	104
⑦ 右岸下流観測井	6.9	827	64	11	79	10	12	253	38	67
⑧ 貯水池水	7.3	137	8	2	14	2	8	11	46	2
⑨ 右岸下流沢水	7.0	797	58	4	77	13	10	240	42	66