

印西市浦部地区地下水のイオン濃度

酒井 豊 風岡 修 楠田 隆 村越道弘¹⁾ 八槇明子²⁾ 飯高次夫¹⁾ 吉田 剛 山本真理

(1 : 印西市市民経済部生活環境課 2 : 千葉県環境生活部水質保全課)

1 はじめに

1993 年にテトラクロロエチレン等の揮発性有機化合物による地質汚染が確認された印西市浦部地区においては、1994 年からオールコアボーリング調査などによる綿密な汚染機構解明調査が行われ、第1～第9に区分された帯水層ごとに観測井が設置されている。高濃度区域の汚染物質については1997及び1998年に高圧噴射置換浄化工法により浄化が行われた。2001年からは第3帯水層中心の揚水ばっ気による地下水の浄化処理を、2004年からは第4帯水層の揚水浄化処理も実施している。しかし、揚水ポンプや配管系統へのスケール沈積のため、揚水量低下等の障害が生じている。また、第4帯水層以深の一部観測井地下水の高 pH 現象が確認されており、これらの現象の解明に資するデータを得るため、各帯水層地下水のイオンバランスに着目した調査を行うこととした。

2 調 査

NO.1～NO.7のボーリング調査地点設置の各帯水層の観測井(図1)について、地下水位測定及び水質分析を行った。

調 査 日 : 2007 年 10 月 3 日

分析項目 : pH, アルカリ度 (総アルカリ度, フェノールフタレインアルカリ度), 陽イオン(Na^+ , K^+ , Mg^{3+} , Ca^{2+}), 陰イオン(Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-})

表1 帯水層別水質測定結果 (単位は pH を除き mg/L)

項目	pH	HCO_3^-	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	K^+	Mg^{3+}	Ca^{2+}
第1帯水層	6.8～ 7.6	58.6～ 98.8	8.9～ 23.1	16.8～ 62.8	14.1～ 29.1	11.3～ 28.2	10.7～ 67.0	5.8～ 10.4	25.4～ 56.4
第2帯水層	7.0～ 7.9	62.8～ 177	12.0～ 42.1	0.18～ 7.3	0.88～ 17.6	16.4～ 32.7	6.8～ 20.3	4.9～ 14.2	19.2～ 91.3
第3帯水層	7.5～ 8.8	61.6～ 156	29.4～ 33.5	0.05～ 34.9	1.8～ 17.6	7.4～ 20.7	3.3～ 10.8	4.6～ 25.8	24.6～ 80.6
第5帯水層	8.3～ 11.5	45.1～ 56.7	6.3～ 33.3	0.00～ 8.8	3.5～ 16.3	4.9～ 42.9	2.2～ 22.6	0.26～ 3.4	7.6～ 36.5
第6帯水層	8.6～ 10.8	40.9～ 51.9	4.4～ 11.3	0.00～ 1.4	1.2～ 8.9	8.0～ 18.9	3.2～ 10.8	0.35～ 3.9	19.3～ 24.8

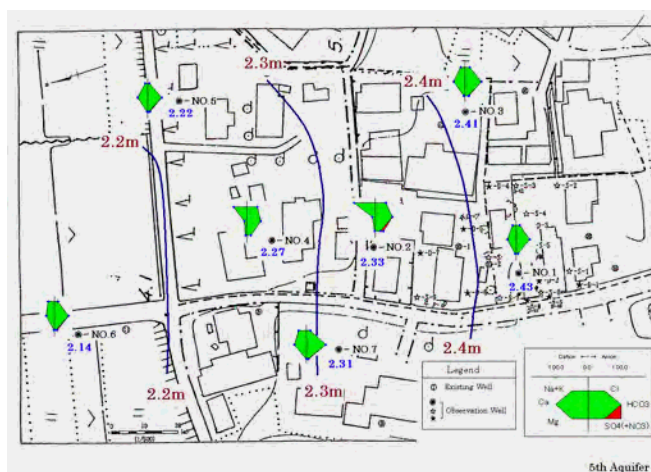


図1 第5帯水層の地下水位と水質

3 調査結果

表1に、分析結果から得た第1～第3及び第5～第6帯水層地下水の pH 範囲及び各イオンの濃度範囲を、また、図2に第1帯水層及び第5帯水層のトリリニヤダイアグラムを、図1に第5帯水層の水位コンターと分析結果から作成したヘキサダイアグラムを各観測井の位置に掲げて示した。水位測定結果から、第3帯水層を除いて概ね南から北方向に向かう流れがみられた。第3帯水層は、ばっ気処理のための揚水が NO1, 2 及び NO4 地点で行われているため、揚水井に向かう流れがあった。また、水質については、上部の第1～第3帯水層のイオン濃度

表 2 帯水層別ランゲリア指数

	第 1 帯水層	第 2 帯水層	第 3 帯水層	第 5 帯水層	第 6 帯水層
ランゲリア指数	-1.3~-0.09	-1.63~0.71	0.1~1.33	0.1~2.53	0.29~2.7

が高い。pH9 以上のアルカリ性地下水は第 4 帯水層以深で確認された。アルカリ度の分析結果から、pH の高い観測井では、水酸基アルカリ度が検出され、強アルカリ(OH 基)を原因とすることが示唆された。トリリニヤダイアグラムでは、第 1~3 帯水層と第 6 帯水層観測井地下水は、概ね I 型(アルカリ土類重炭酸塩型)領域に分布するのに対し、第 5 帯水層は I 型だけでなく IV 型(アルカリ非炭酸型)領域にも分布した。

4 議 論

4・1 スケールの沈積

pH、カルシウム硬度、総アルカリ度等から簡便に算出する「ノーデル法」により、水の侵食性やスケールの沈積のしやすさを示す指標のランゲリア指数を求めた(表 2)。ランゲリア指数が負の場合は侵食性で正の場合はスケールが沈積しやすい。第 3 帯水層以深のランゲリア指数は正となったので、浦部地区において揚水ばっ気している第 3 帯水層、第 4 帯水層の配管に、スケールが沈積しやすいと考えられた。

4・2 高 pH

第 5、第 6 帯水層では、水酸基アルカリ度の存在が確認され、さらに第 5 帯水層のトリリニヤダイアグラムで、IV 型(アルカリ非炭酸型)領域に分布する地下水も確認された。現場ではコンクリートによる地層の置き換えが行われたが、置き換えた区域の近傍では高 pH は確認されないことなどから高 pH の原因が人為的なものとは考えにくく、生物的に還元されて強酸イオン(硝酸イオン、硫酸イオンなど)が減じ、アルカリ金属やアルカリ土類金属の影響が強まったためではないかなどが考えられ、検討する必要がある。

5 おわりに

詳細な汚染機構解明調査が行われている揮発性有機化合物汚染サイトの印西市浦部地区で、帯水層別に行ったイオン分析を中心とした地下水質調査により貴重なデータを得た。ヘキサダイアグラムなどを用い地下水質分析結果だけから帯水層を区分

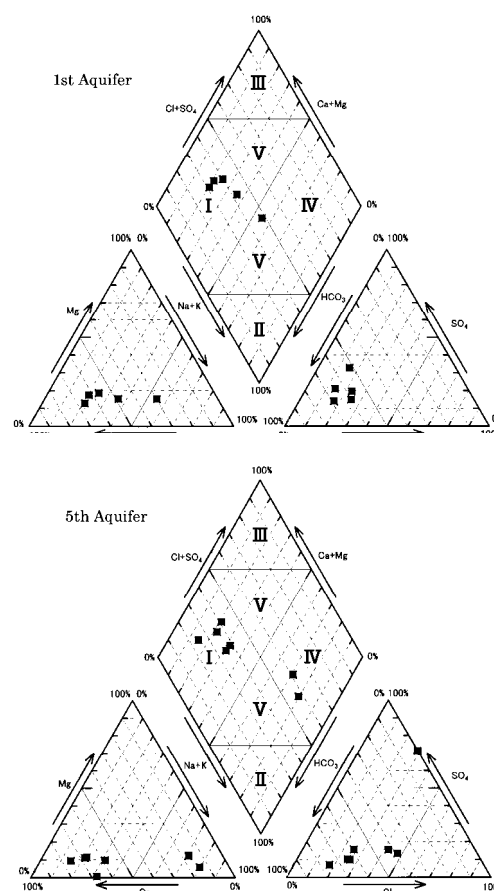


図 2 印西市浦部地区における第 1 帯水層及び第 5 帯水層のトリリニヤダイアグラム

する事例をよくみかけるが、綿密な調査で帯水層を区分した浦部地区の結果では、同一帯水層の地下水であっても必ずしも同様の水質を示すとは限らなかった。このようなことから、地下水質分析結果だけから帯水層を区分することは危険であるといえる。浦部地区については、今後さらに調査検討し、場の把握と浄化対策に資することとしたい。

文 献

- 1) 秋田昌寛ほか：印西市浦部地区での地質汚染の機構解明調査事例。第 11 回環境地質学シンポジウム論文集(2001)。
- 2) 風岡修ほか：有機塩素化合物による地質汚染の汚染源での 3 次元的地質汚染濃度分布と地層分布。第 11 回環境地質学シンポジウム論文集 (2001)。
- 3) 田中武ほか：有機塩素化合物により高濃度に汚染された軟弱地層の除去対策工例「高圧噴射置換浄化工法」。第 11 回環境地質学シンポジウム論文集(2001)。