

13) 火山性河川水に由来する化学成分の地下水中における挙動

— 白川中流域地下水中のイオン成分 —

今村 修 松本 尚己

はじめに

白川中流域一帯は、透水性の高い火山灰土の上にあることから、この浸透水は熊本都市圏の重要な地下水涵養源と考えられ、水質浄化の面でも評価されている。本地域では水理・水量に関する調査^{1)~9)}は多いが、水質に関する調査^{1), 2)}は少ない。

2006年10月から2007年6月まで大津・菊陽地区で地下水及びかんがい用水の分析を行い、イオン成分等について若干の知見を得たので報告する。

調査及び実験方法

1 調査地点及び採水

調査地点を図1に、採水回数等を表1に示す。

白川中流域大津町岩坂に設置されている観測井2カ所(浅井戸, 深井戸)を主たる地下水採取地点とした。白川中流域には、熊本地域³⁾で一般的に言われる第1帯水層は存在せず、浸透水は地表から直接第2帯水層に到達すると言われている⁴⁾。しかしながら、岩坂地区では宙水と思われる帯水層が存在し、浅井戸から採水することが出来た。

また、湛水の影響を調べるため、白川から取水し、同地区の用水となっている迫井手も調査地点とした。この岩坂地区は減反政策等で畑地に転用された土地もあるが、基本的に水田地帯である。白川中流域には白川沿いに東西方向約25km、南北方向に広いところで

約3kmの水田地帯が細長く広がっている。その中で、岩坂地区は南北に最も広がっている水田地帯の南端にあり白川左岸に位置している。

また、白川右岸の水田地帯にあり、白川から1km以内に位置する3カ所の井戸(B, C, D)、右岸で白川から2.8~5km離れた菊池台地の畑地にある3カ所の井戸(a, b, c)、岩坂地区の下流に位置し畑地にある井戸1カ所(A)を調査地点とした。

岩坂の観測井2地点及び井戸Dでは、その都度井戸に水中ポンプをおろして採水を行った。その他の地下水は設置してある蛇口から、迫井手は取水口近くの流心から直接採水した。

2 測定項目及び測定方法

測定項目は、pH、導電率(以後「EC」と記す)のほか、 F^- 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 及び HCO_3^- のイオン成分である。

試料は研究所に持ち帰り、直ちに分析を行った。pHは、メトラー製セブンマルチ、ECは、TOA製CM-60Gを用いて測定した。 HCO_3^- は、4.3アルカリ度から計算により求め、それ以外のイオン成分は、Dionex製DX-500を用いて分析した。

結果及び考察

1 岩坂地区のpH、EC及びイオン成分濃度

各調査地点のpH、EC及びイオン成分濃度を表2

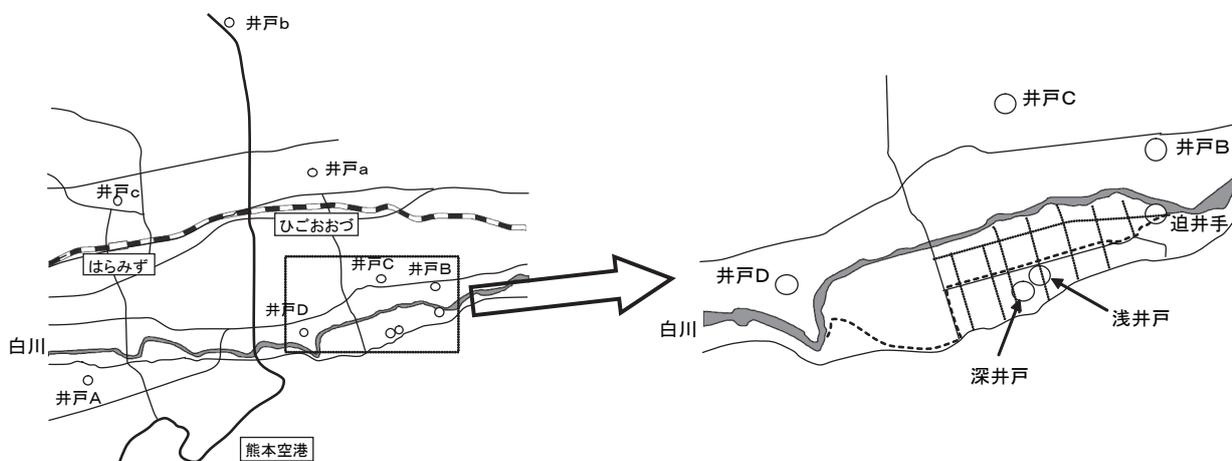


図1 調査地点

表1 調査地点及び採水回数等

調査地点名	標高	井戸深度	採水期間及び回数	井戸周辺の 主たる土地利用状況	備考 (白川からの距離)
浅井戸	90.8m	20m	10月から6月まで9回	水田	観測井 (0.4km)
深井戸	90.2m	65m	10月から6月まで9回	水田	観測井 (0.45km)
迫井手	---	表流水	12月から6月まで6回	(白川から取水)	岩坂地区水田用水 (0.0km)
井戸A	---	150m	4月から6月まで3回	畑地	白川左岸 (0.9km)
井戸B	---	---	4月から6月まで3回	水田	白川右岸 (0.3km)
井戸C	---	148m	5月から6月まで2回	水田	白川右岸 (0.6km)
井戸D	---	---	5月から6月まで2回	民家と水田	白川右岸 (0.2km)
井戸a	163m	180m	4月から6月まで3回	林地、北東部は畑地	白川右岸 (2.8km)
井戸b	157m	153.5m	5月の1回	宅地、北部は畑地	白川右岸 (5km)
井戸c	125m	116, 143m	5月の1回	畑地	白川右岸 (2.8km)

注) 採水期間に表示してある10, 12月は2006年, 4, 5及び6月は2007年

表2 調査地点のイオン成分濃度

	浅井戸	深井戸	迫井手	井戸A	井戸B	井戸C	井戸D	井戸a	井戸b	井戸c
pH	6.7	6.8	8.1	7.1	6.9	7.0	6.7	7.3	7.4	7.3
EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	317	245	350	225	204	261	244	151	162	177
F ⁻ (mg/l)	0.62	0.38	0.70	0.16	0.29	0.27	0.54	0.07	0.05	0.05
Cl ⁻ (mg/l)	10.0	7.8	12.3	8.3	6.3	8.9	9.0	8.7	7.8	6.3
NO ₃ ⁻ (mg/l)	12.0	8.7	3.8	16.3	5.0	8.3	4.7	8.4	17.0	15.0
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	58.2	38.0	87.0	14.3	29.0	44.5	46.5	2.4	1.4	4.3
Na ⁺ (mg/l)	14.9	12.0	18.0	10.2	10.7	13.0	12.0	6.6	6.1	6.7
K ⁺ (mg/l)	6.6	4.6	5.4	4.2	3.7	4.6	4.5	3.3	3.7	3.5
Mg ²⁺ (mg/l)	10.0	8.9	11.8	6.9	6.8	9.5	7.6	4.4	3.6	4.2
Ca ²⁺ (mg/l)	23.1	17.8	25.2	15.0	11.7	16.5	16.0	8.1	9.2	10.0
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	48.6	52.4	62.5	66.6	48.3	50.5	35.3	54.4	55.1	64.3
調査回数	9	9	6	3	3	2	2	3	1	1

注) 調査回数が複数回の調査地点では平均値を示している。

に示す。

浅井戸、深井戸及び当地区の水田の用水となっている迫井手の水質を比較した。イオン分量の目安となるECは、迫井手で最も高く次いで浅井戸、深井戸の順であり、水田等から供給された用水中のイオン成分が土壌吸着等で減少しながら深井戸まで到達していることが考えられた。しかしながら、個々のイオン成分を比較すると、F⁻、Cl⁻、SO₄²⁻、Na⁺、Mg²⁺、Ca²⁺は、ECと同じ順であったが、NO₃⁻及びK⁺は、浅井戸で最も高濃度を示した。これは、肥料中の窒素肥料やカリ肥料の影響が用水に上乗せされ、浅井戸で現れたものと考えられる。

2 その他の調査地点と深井戸のイオン成分濃度の比較

その他の調査地点では、岩坂地区と同様白川に近い井戸B、C、D及び岩坂地区の下流に位置する井戸A(井戸A~Dの4地点を以後「白川付近」と記す。)で200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上のECを示し、深井戸(245 $\mu\text{S}/\text{cm}$)の値と同程度であった。一方、白川から2.8~5km離れ菊池台地に位置している井戸a、b、c(これら3地点を以後「台地」と記す。)では150~177 $\mu\text{S}/\text{cm}$ と

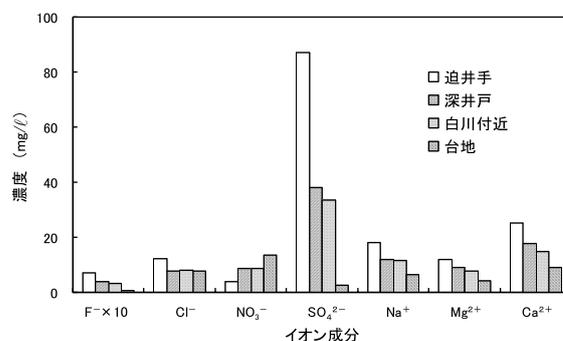


図2 迫井手、深井戸、白川付近、台地の平均イオン成分濃度

低いECを示した。pHは深井戸及び白川付近で7.1以下であったのに対し、台地では7.3から7.4と高いpHを示した。

白川付近及び台地のそれぞれのイオン成分濃度の平均値を迫井手、深井戸の濃度と合わせて図2に示す。イオン成分濃度では、深井戸と白川付近が極めて近い値を示し、台地とは全く異なっていた。HCO₃⁻、Cl⁻、K⁺を除く成分で、深井戸及び白川付近の濃度が台地

より高かった。特に、 SO_4^{2-} は台地平均濃度の12倍、 F^- は同じく5.5倍の高濃度であった。 F^- 及び SO_4^{2-} は、白川で高濃度を示す成分であり、これらのことから、白川に近い地点の地下水は白川の影響を受けていることが示唆された。

井戸Aを除く白川付近の井戸周辺は水田であり、 NO_3^- は、今回の調査地点の中では低濃度を示したが、畑地の多い井戸A及び台地では比較的高濃度を示した。水田に比べ畑地で肥料の影響が大きいことが示唆された。また、深井戸であっても付近の土地利用状況が水質に影響を及ぼしていることも示唆された。

キーダイヤグラムによる各地点の水質組成を図3に示す。IのCa-HCO型に台地3地点と井戸Aがはいり、他の6地点がVの中間型にはいった。この中で浅井戸、迫井手、井戸Dの3地点及び台地の3地点はそれぞれ水質が類似していた。

I型及びV型はともに浅層地下水でよく見られる型で、涵養されてからの経過時間が短い地下水と言われており、白川中流域の地質は透水性が高いことから深層地下水でよく見られるII型ではなく、I型やV型に属したものと考えられる。

まとめ

白川中流域で地下水のイオン成分を分析し、地下水質に及ぼす白川の影響を調査した。岩坂地区では、同地区の水田の用水となっている迫井手の NO_3^- 及び K^+ を除く各イオン成分が浅井戸深井戸と徐々に濃度減少を示した。

白川付近の水質は台地とは異なっていたが、深井戸の水質とは類似しており、白川付近の井戸には白川の水質が影響していることが示唆された。

また、井戸周辺が水田地域である井戸と比較して周辺が畑地である井戸で、 NO_3^- が高濃度を示したことから、畑地で肥料の影響が大きいことが示唆された。

謝辞

井戸水採取を承諾して頂いた白川保育園様、FF草場様、江藤様、林様、岩坂地区等の資料を提供して頂いた大津町環境保全室環境保全係、井戸水の採取並びにデータ提供等にご協力頂いた大津・菊陽水道企業団及び熊本市水保全課に心より感謝致します。また、観測井の井戸水採取にあたってご協力頂いた協和計器、器材を貸与して頂いた㈱アジアプランニングに深謝致します。

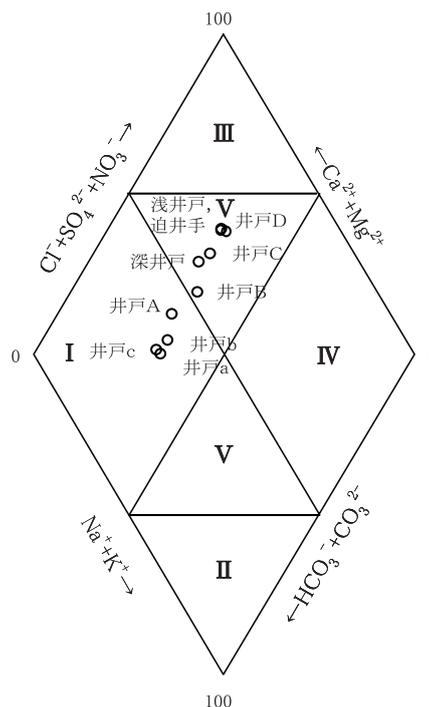


図3 水質組成図

参考文献

- 1) 馬場正寛, 岩男明良, 新屋拓郎, 村上睦子, 津留靖尚, 廣野岩男, 田島幸治: 熊本市環境総合研究所報, 50 (1997).
- 2) 熊本県, 熊本市: 熊本地域地下水保全対策調査報告書 (2005). 熊本県環境生活部環境保全課, 熊本市環境保全局
- 3) 古閑美津久: 日本地下水学会2004年秋季熊本大会公開シンポジウム要旨集 (2004).
- 4) 熊本県, 国際航業株式会社: 平成11年度熊本地域における水循環検討調査報告書 (2000).
- 5) 嶋田 純: 日本水文科学会誌, 34, 81 (2004).
- 6) 市川 勉: Let's不思議講演会要旨「熊本地域の地下水保全」, (2006).
- 7) 熊本地下水研究会: トヨタ財団2000年助成研究報告書「地域の歴史的遺産を活用した地下水保全システムの研究」, (2001).
- 8) 環境保全部水保全課, アジাপランニング株式会社: 平成10年度熊本地域地下水かん養水質調査事業業務委託報告書 (1999).
- 9) 熊本県, 熊本市: 平成6年度熊本地域地下水総合調査報告書 (2003).