

甲府盆地飲用地下水を中心とする水質特性の時系列解析 および新規地下水調査

山梨県衛生公害研究所¹, 山梨県環境科学研究所², 山梨県工業技術センター³
小林 浩¹, 輿水 達司², 尾形 正岐³

Investigation of groundwater flow system in the Kofu Basin

Yamanashi Institute for Public Health¹, Yamanashi Institute of Environmental Sciences², Yamanashi Pref. Industrial Technology Center³
Hiroshi KOBAYASHI¹, Satoshi KOSHIMIZU² and Masaki OGATA³

要 約

甲府盆地内の飲用地下水の水質について、時間軸による濃度変化を解析した。硝酸性窒素濃度は、減少傾向もしくはほぼ横ばいの濃度推移を示す地点が多数観察されたが、硬度は増加傾向を示す地点が多かった。本年度は、これら地域の水質性状と地下水への負荷要因を検討した。また、甲府盆地北部地域では、昨年度に引き続き地下水探査を実施し、強ガンマ線地域の範囲や深さについて調査した。

その結果、地下水中の硬度は、農業生産活動の影響を受けている可能性が考えられた。また、地下水探査により、甲府盆地北部には多量の地下水の存在の可能性が示唆された。

Summary

The chronological concentration of nitrate nitrogen and hardness were investigated for drinkable ground waters located in the Kofu Basin. In this study, the concentration of nitrate nitrogen at the many surveyed points was recognized the tendency of decrease or same level. The other hand, at many surveyed points, the concentration of hardness were recognized the tendency of increase. In the current year, the water quality and the load factor were examined in the Kofu Basin. Moreover, Gamma ray exploration was done in the northern part of the Kofu Basin continuously last year. The extended area and depth of this strong gamma ray were surveyed.

In this result, it was consider that the hardness may be related to the influence of agricultural activity. Moreover, the possibility of the existence of a large amount of underground water was suggested in the northern part of Kofu Basin by the natural gamma ray.

1. 緒 言

山梨県甲府盆地では飲料水の約6割を地下水に依存している。飲用地下水の水質状況を把握することは、水質管理のために重要であり、時間軸を基にした水質変化状況を把握することにより、変化状況や変化速度を知り、将来の水質予測や対策に役立てることができる。

昨年度までの調査結果¹⁾から、水道水質基準となっている硝酸性窒素は、濃度の増加傾向を示す井戸が少なく、横ばいの濃度推移もしくは減少傾向が観察された。一方、硬度は、増加傾向を示す地点が多数認められたが、主要因については十分な検討ができなかった。

硬度として測定されるCaやMgは、岩石中に多量に含まれるため、自然要因に由来する可能性がある。しか

し、工場排水の混入や水道施設などの人為的要因も指摘され、人為的な要因と自然要因とを区別してとらえることは水質性状の把握や将来予測のために重要である。

そこで、本年度は、地下水に含まれるCa・Mgの起源について、自然的要因と人為的要因について検討を行い、濃度変動の要因を推定した。

2. 解析および調査方法

2-1 解析対象地点

継続した概ね約10年間のデータのある地点を解析対象地点とした。このデータは、各市町村が保存する水道水源に利用されている地下水水質測定結果である。解析対象地点は「詳細解析地点」として報告された4地域

28地点である。概要は既報¹⁾を参照されたい。また、深度ごとの濃度および濃度推移を観察するため、調査地点は、果樹栽培が盛んな笛吹市(旧一宮町)地内で実施した。

2-2 解析・測定方法

変化傾向は、測定年ごとの濃度変化率を求め増加・減少を判断した。また、深度別調査において、地下水中のCaおよびMgの測定は、島津製作所(株)イオンクロマトグラフ-HIC20A(ノンサプレッサー)を用いた。

3. 結果及び考察

3-1 硬度の経年変化

昨年までの調査結果¹⁾から、長期間の濃度推移が観察できた4地域28地点の地下水中の硬度(Ca, Mg濃度)の時間軸を基とした変化傾向を観察すると、増加傾向の観察される地点が多数あった。

M地域では、調査対象地点の10点中5地点において増加傾向が認められ、Y地域では、8地点中2地点において増加傾向が観察された。M地域とY地域では、減少傾向を示した地点は観察されなかった。E地域では増加・減少傾向がともに1地点ずつあり、S地域では増加傾向が1地点で、減少傾向が2地点で観察されている。

硬度の増加傾向を示した地点数は、硝酸性窒素濃度の増加傾向を示した地点より多くの地点で観察された。

3-2 地下水CaおよびMgと岩石・地質との関係

地下水のCaやMgが、岩石や地質に由来すると仮定し岩石中の含有量と比較した。標準岩石の含有量は、玄武岩では、MgOとして4.6~7.8%、CaOでは9.2~9.8%である。一方、安山岩や花崗岩の含有量は、MgOとして0.04~7.6%、CaOでは0.7~6.2%と報告²⁾されている。地下水のCaやMgが、岩石や地質に由来すると考えると、地下水の硬度は、地下水の胚胎する岩石や地質の性質を反映すると考えられる。富士山麓は玄武岩が分布し、甲府盆地やその周辺は、花崗岩や安山岩が分布する。このため、富士山麓周辺の地下水中のCaとMg濃度は、甲府盆地やその周辺の地下水中のCaとMg濃度より高いと考えられる。しかし、調査対象地域の地下水の硬度は、富士山麓の湧水の硬度より高かった^{3, 4)}。また、盆地内の地下水の硬度は広範囲に高く、甲府盆地内の地下水のCaやMgの起源を、岩石・地質のみに由来すると考えると説明が難しい。すなわち、地下水中のCaやMgは地質以外の要因により濃度の高い可能性が考えられる。

3-3 井戸深度の違いによる硬度, Ca, Mg, 硝酸性窒素濃度

地下水は、複数のストレーナにより採水が行われてい

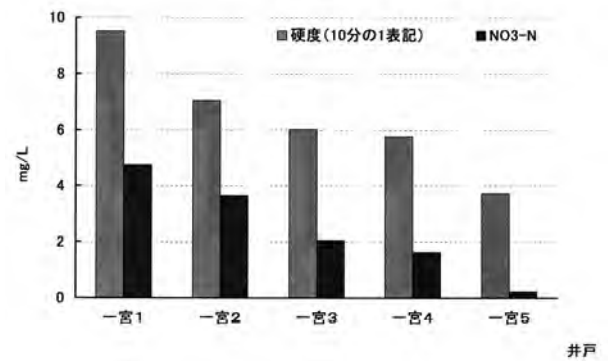


図1 硝酸性窒素および硬度の井戸ごとの平均値

るため、垂直方向の水質状況と時系列変化の把握が必要である。そこで、深度の異なる井戸の垂直方向の水質状況の把握を行った。実施時期は降雨が少なくなる秋期に実施した。調査対象井戸は、深度の異なる2m程度の井戸(一宮1)から約100mの井戸(一宮5)の5つの井戸で行った。

調査期間における硝酸性窒素濃度と硬度の井戸ごとの平均値を図1に示した。硬度の濃度推移を図2に、Ca濃度推移を図3に、Mg濃度推移を図4に、硝酸性窒素の濃度推移を図5に示した。

井戸ごとの濃度平均値は、井戸深度が深くなるに従い硬度及び硝酸性窒素濃度の低下が観察された(図1)。また、濃度推移では、表層に近い井戸では大きな濃度変化が観察された(図2~5)。

表層の影響を受けやすい浅井戸(一宮1)では硬度、Ca, Mgおよび硝酸性窒素濃度ともに他の井戸より高く、濃度推移に変化傾向が認められる。さらに井戸深度が深くなるに伴い、変化は小さくなるが、深度100m付近の井戸(一宮5)においても水質変動が観察された(図2~5)。また、CaとMgには濃度推移に連動性が観察され負荷要因の共通性が推定される。これらのことから、いずれの深度の井戸においても、表層の負荷要因の影響を受けていると考えられ、扇状地に位置する井戸の水質状況を、深度別に把握する必要性が示唆される結果となった。

3-4 農地面積推移と施肥散布量

増加傾向を示した地点は農地に近接していることから、農業生産活動の影響、特に施肥との関連性を検討した。

硬度に影響するCaやMgの主な形態は、石灰窒素や苦土石灰、消石灰や生石灰であり、基肥とともに散布される。山梨県施肥指導基準⁵⁾によれば、苦土石灰は窒素肥料に比較し散布量が多く、果樹栽培地域では窒素肥料の約5倍の660kg/ha、普通畑では窒素肥料の約6.6倍の1380kg/haが散布される。また、農耕地種類ごとの農地面積を比較すると、果樹耕地面積が最も広い⁶⁾。果樹耕

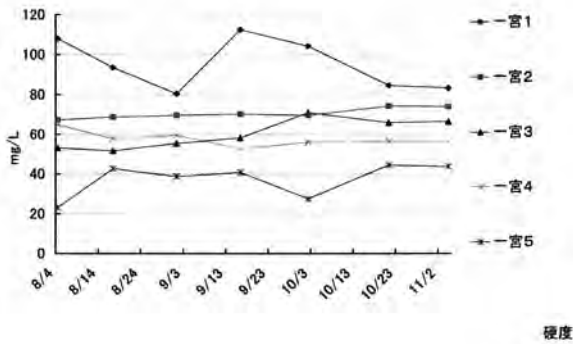


図2 硬度濃度推移

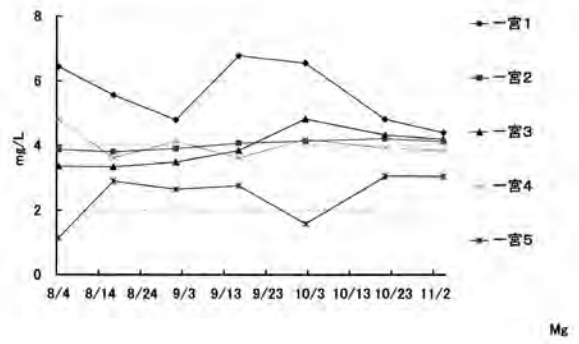


図4 Mg濃度推移

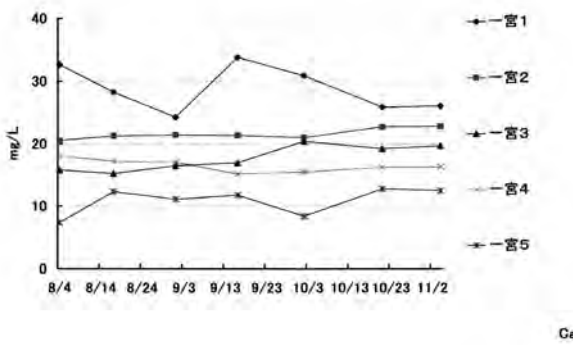


図3 Ca濃度推移

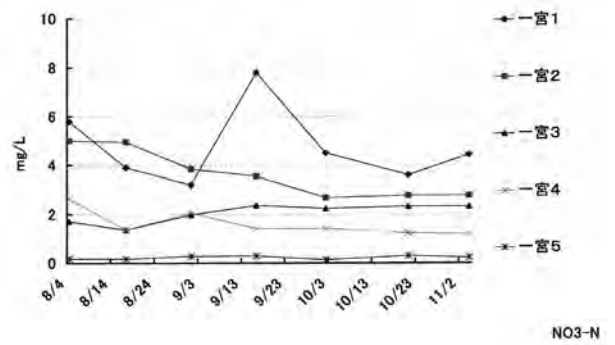


図5 硝酸性窒素濃度推移

地面積推移は、1980年半ばごろをピークに減少傾向を示し、近年、漸減傾向である。

解析対象とした地下水のCa・Mg濃度の増減変化傾向は同一ではなく、地域・地点ごとに差異が観察された。この差異の要因を知るために、地域・地点ごとに継続的な深度別水質状況の把握が必要である。

3-5 地下水探査による地下水貯存状況

昨年度に引き続き地下水探査を実施した。調査地域を甲府北部地域に着目した背景は、昨年度の報告書において触れているので、本報告では割愛する。昨年実施の調査内容については、甲府盆地北部域の湯村温泉周辺で、南北方向に2測線において自然放射能探査をおこなった。検出された強ガンマ線帯は地下の亀裂よりもたらされたものと推定され、その幅は130mに及ぶものも認められた。この種の強ガンマ線帯は、昨年度の調査で9箇所において検出され、湯村温泉郷一帯は、その周辺に比較し明瞭に強いガンマ線帯として把握された。以上から、湯村温泉郷をはじめ、これらの強ガンマ線帯検出地点の地下には多量の地下水が流動している可能性の高いことが示唆された。

その上に立ち、昨年度探査をおこなった湯村温泉地域の西側（敷島地域）および湯村温泉より東側（甲府市東部）において、本年度の地下水探査をおこなった。放射能探査の観測については、昨年度と同様な条件で、測線

も概ね南北方向において、実施した。その結果、これらの地域においても、昨年度の場合と同じように、ガンマ線の強い地域が認められた。以上の結果を、昨年の成果と融合させて、ガンマ線の強い地点の連続性を検討したところ、甲府盆地の北側地域においては、西北西—東南東方向に発達する複数の強ガンマ線ゾーンが発達していることが確認できた。

このことから、地下の亀裂やそれにともない流動する地下水の広域における把握、すなわち地下に伏在する断層の状況が把握され、甲府盆地北部地域において地下水の存在の可能性が示唆される。水質状況が確認されることにより新たな水資源として活用できる可能性が考えられる。

4. まとめと今後の課題

以上の検討結果から、

- 1) 甲府盆地の地下水の硬度は、富士山麓湧水より高く、岩石（自然的影響）に含まれるCa・Mg含有量による説明は難しく、人為的な影響を受けていると考えられた。
- 2) 硬度として測定されるCa、Mgの起源が、農地の影響を示唆する可能性が高い。
- 3) 地域・地点ごとの深度別Ca・Mg濃度の把握により、負荷影響および変化傾向を示す要因を知る必要が

ある。

- 4) 今回の調査では地域的な特徴をつかむことはできなかったが、垂直方向の特徴は十分得られなかった。この要因としては地下水のストレーナ位置の把握が十分でなく、地下水取水位置が不明であったためである。広範囲な地下水量の把握や、水質の垂直方向の特徴を把握するために、井戸深度やストレーナ位置の正確に把握できた井戸によるモニタリングが重要である。

周辺河川水の水温経年変化, 第15回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会, 名古屋

- 2) 小林浩, 輿水達司, 尾形正岐 (2009年) 甲府盆地飲用井戸水中のMg・Ca濃度と起源, 日本地下水学会秋季講演会, 札幌市

5. 謝 辞

採水及びデータの提供に協力をいただきました水道事業体の関係者の皆様に、この場をお借りして感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 総合理工学研究機構 研究報告書 第4号 (2009), 35~39
- 2) Imai, N., Terashima, S., Itoh, S. and Ando, A. (1995): 1994 Compilation value for GSJ reference samples. "Igneous rock series". *Geochemical Journal*, 29, 91~95.
- 3) 小林浩・輿水達司 (2005) : 地下水・湧水中のリン及びバナジウム濃度関係を基に推定された河川水における人為的影響によるリン濃度, 日本地下水学会誌, 47, 97~115
- 4) 高橋照美・清水源治・堤充紀 (1986) : 県内「名水」の水質について, 山梨県衛生公害研究所年報, 30, 46~49.
- 5) 農作物施肥指導基準 (2005) 山梨県農政部農業技術課
- 6) 山梨県市町村別農林累年統計 (2007) 関東農政局山梨農政事務所統計部編集

研究発表状況

誌上発表

- 1) 輿水達司, 戸村健児, 小林浩, 尾形正岐, 内山高, 石原諭 (2009) 富士北麓の地下水循環と富士五湖の水の起源, 第19回環境地質学シンポジウム論文集, 153~158
- 2) 小林浩, 輿水達司, 尾形正岐 (2010), 甲府盆地飲用地下水中の硝酸性窒素濃度推移, 全国環境研会誌, 35, 59-66

口頭発表

- 1) 尾形正岐, 小林浩, 輿水達司 (2009年) 甲府盆地