

# 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

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

## Investigation of groundwater flow system in the Kofu Basin

Hiroshi KOBAYASHI<sup>1</sup>, Satoshi KOSHIMIZU<sup>2</sup> and Masaki OGATA<sup>3</sup>  
(<sup>1</sup>Yamanashi Institute for Public Health, <sup>2</sup>Yamanashi Institute of  
Environmental Sciences, <sup>3</sup>Yamanashi pref. Industrial Technology Center)

### 要 約

甲府盆地飲用地下水中の時間軸による水質変化傾向を把握するため、水道水源に利用されている約170地点の地下水中の硝酸性窒素、蒸発残渣、硬度について変化傾向を解析した。その結果、硝酸性窒素は濃度の減少もしくは横ばいの変化傾向を示す地点が多く認められた。一方、蒸発残渣や硬度は減少傾向を示す地点は少なく、増加傾向を示す地点が多数認められた。地下水中の硝酸性窒素濃度の変化傾向は、果樹栽培面積と調和的な変化傾向にあり、面積の斬減とともに施肥量が低下し、地下水濃度が減少したものと考えられた。一方、蒸発残渣や硬度は増加傾向にあり、原因についてさらに検討が必要である。また、甲府盆地北部地域には、井戸の少ないことがこの研究から把握できた。そこで、北部地域において地下水探査を実施した。その結果、強ガンマ線帯が複数検出され、多量の地下水の流動している可能性の高いことが推察された。しかし、この調査は2側線のみの実施であり、さらに詳細な調査の必要があると考えられた。

### Summary

The chronological concentration of nitrate, residue and hardness were surveyed at 170 wells used to drinkable ground waters located in the Kofu Basin. In this study, the concentration of nitrate at the many surveyed points was recognized the tendency of decrease or same level. The other hand, at many surveyed points, the concentration of residue and hardness were recognized the tendency of increase. The chronological concentration of nitrate in the ground waters was harmonized the changing of orchard area. It was considered that the decreasing nitrate concentration in the ground waters was derived from decreasing of the load of fertilizer with decreasing orchard area. The other hand, There has been a tendency to increase the concentration of residue and hardness. It is necessary to investigate what increase concentration of residue and hardness in detail. Furthermore, in this study, it was recognized that there were a few wells in the northern part of the Kofu Basin. Gamma ray exploration was done in this area. It was showed that there might be a large quantity of ground water in this area from the detection of strong natural gamma ray. However, this exploration was done only two profile lines. It is necessary to investigate more profile lines.

## 1. 緒 言

甲府盆地は周辺部を山々に囲まれ扇状地の発達する地域である。山々の降雨・降雪は地下水となり流下し、本県では飲用水の約7割を地下水に依存している。扇状地は良好な農業生産地域であり、本県の果樹栽培は主要な産業の1つとなっている。

扇状地の地下水は、農業生産活動による様々な影響が指摘されている。特に、施肥による地下水への影響は多くの報告があり、水道水質基準や環境基準などにより人

への健康影響や環境保全に対策が講じられている。これらの法規制を基に現状の水質状況が観測され、現在の水質状況を把握することはきわめて重要である。しかし、将来の水質状況を把握するためには対象となる項目の時間軸を基とした変化傾向をとらえる必要がある。また、水試料への人為的影響を正確に把握するために、複数の項目について解析することが重要である。

昨年度(1年目)の検討から、飲用地下水の井戸分布は、概ね笛吹川や釜無川に沿って位置していた。井戸掘削の平均深度は、盆地西側(釜無川)で約160mであ

り、盆地東部（笛吹川）では約90mと差異のあることを明らかにした。また、水質性状を示す項目のうち、硝酸

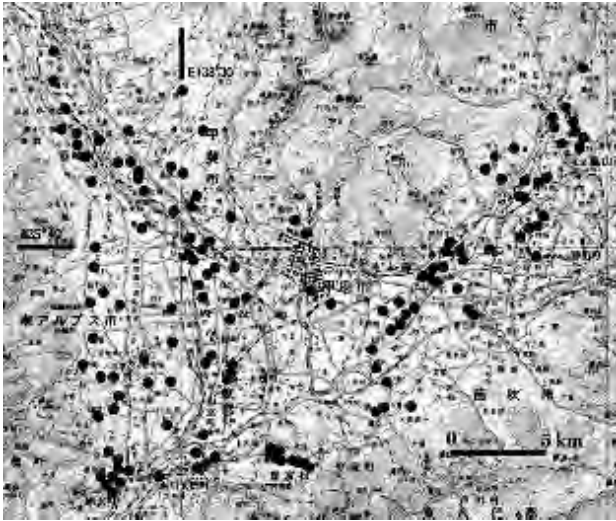


図1 甲府盆地飲用地下水の井戸分布

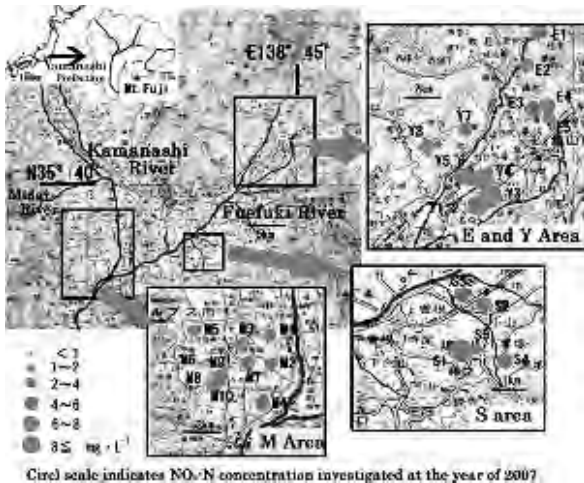


図2 詳細な変化傾向を観察した調査地点

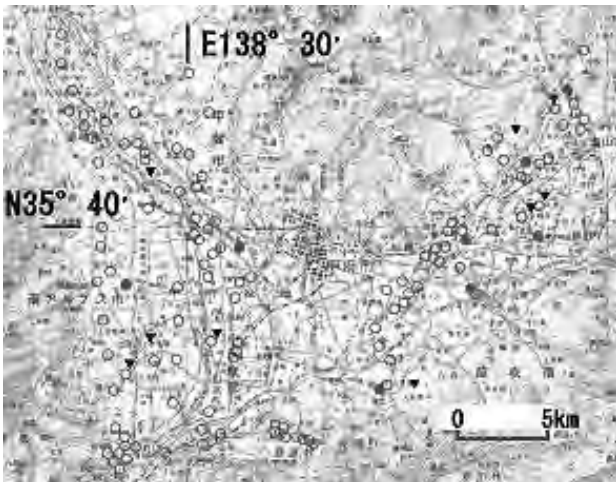


図3 硝酸性窒素濃度変化傾向  
(図注：▼減少 ●増加 ○変化傾向なし)

性窒素や蒸発残渣、硬度などのデータの集積を行ない、ほとんどの飲用井戸で水道水質基準を満たしていることが確認された<sup>1)</sup>。

本年度（2年目）は、約170地点の飲用地下水水道原水検査結果について、時間軸を基にした解析を行なった。水質状況の変化を示す硝酸性窒素、蒸発残渣、硬度について、時間軸を基とした変化傾向の解析を行なった。さらに、約10年間以上の継続したデータが集積できた4地域28地点について詳細な濃度変化傾向を解析し、変化傾向要因について検討を加えた。また、昨年度までの調査<sup>1)</sup>から甲府盆地の北部地域は井戸に乏しく、データ集積を行なうことができなかった。そこで、甲府盆地北部地域の地下水井戸分布の乏しい地域において、地下水有無の可能性を地下水探査により検討した。

## 2. 調査対象地域の概要と解析方法

### 2-1 甲府盆地飲用井戸分布と地形的特徴

甲府盆地および周辺地域における井戸分布をみると、南アルプスや韮崎市、また、釜無川筋など甲府盆地西縁の南-北方向のトレンドと、市川大門町や豊富・中道町など曾根丘陵地域から塩山市に至る盆地南東縁を南西-北東方向に走るトレンドが顕著に認められる（図1）。したがって、井戸分布の卓越するこれらの2つの方向は、甲府盆地がその周辺山地と境をなす地殻変動の活動域、すなわち糸魚川-静岡構造線および曾根丘陵断層（藤野木-愛川構造線）に概ね重なる分布特性として理解される。このため飲用を主目的とする井戸は概ね盆地西縁の南-北方向と南東縁における南西-北東方向に卓越する。これに対し、盆地北縁には山地と地形的ギャップが認められる地域を中心に飲用井戸は僅かに認められるのみである。甲府盆地内の北地域はその分布が相対的に乏しい状況である。

### 2-2 収集・解析したデータの概要

#### 1) 解析方法

解析対象としたデータは、各市町村が毎年ほぼ定期的に水道法に基づき実施している飲用地下水水源の定期検査データを利用した。4年間以上のデータの記載のあった166地点について、時間軸を基にした変化傾向を観察した。さらに、ほぼ10年間のデータが確認できた地点（後述）について、詳細な変化傾向を解析した。時間軸を基とした変化傾向の把握は、濃度変化量（傾き）を算出し、この値の絶対値を基に判断した。

#### 2) 詳細な解析を行なった調査地点の概要

先に触れた166地点のうち、概ね10年間以上のデータの得られた4地域28地点について詳細な変化傾向を観察した。調査地点の概要を図2に示した。4地域は、盆地東側に位置する山梨市地域（以下Y地域）塩山市地域

(以下E地域)、盆地南側の境川地域 (以下S地域)、盆地西側の南アルプス地域 (以下M地域) である。調査地点数は、Y地域8地点、E地域5地点、S地域5地点、M地域10地点の計28地点である。これら地域の井戸掘削深度は大きく異なる。井戸地点標高 (井戸掘削地点の地表部標高を言い表す) は盆地東側のY、E地域で高く、西側のM地域で低い。農耕地利用形態は、Y、E地域は果樹栽培が盛んであり、M地域は果樹栽培とともに地点標高の低い井戸周辺には水田が散在している。

### 3. 結果と考察

#### 3-1 硝酸性窒素濃度変化傾向

166地点の硝酸性窒素濃度の変化傾向を図3に示した。多くの地点で横ばいの濃度推移を示した。上昇傾向は7点であり、減少傾向は9地点で認められた。詳細解析を行なった4地域において、濃度上昇傾向を示した地点は、E2、Y8、S1、M5地点の4地点であり、他の地点は濃度変化傾向が認められないか、減少傾向が認められた (図4)。

水試料中の硝酸性窒素の起源は、農業生産活動に関連することが多数指摘されている。また、水試料中の窒素安定同位体比を測定した中村ら<sup>2)</sup>によれば、甲府盆地東部地域の水試料中の硝酸性窒素起源が施肥に由来すると報告している。これらの報告を基に、硝酸性窒素濃度減少の原因を探るため、各地域の農業耕地面積の推移と濃度推移を比較した。その結果、これらの地域では、果樹耕地面積が1990年ごろに農耕地面積が最大となったが、その後減少傾向が確認された。果樹作物に対する単位面積当たりの施肥量は概ね規定されている<sup>3)</sup>ことから、地下水中の硝酸性窒素濃度は、果樹耕地面積の減少とともに施肥量が低下し、地下水濃度が減少したものと考えられた。

#### 3-2 蒸発残渣および硬度の変化傾向

166地点の蒸発残渣の変化傾向を図5に示した。36地点で上昇傾向が、2地点で減少傾向が認められた。硬度の変化傾向を図6に示した。12地点で上昇傾向が、3地点で減少傾向が認められ、前述の硝酸性窒素濃度の変化傾向と異なり、値の上昇している地点が多く認められた。

これらの項目について、4地域28地点について検討した。蒸発残渣の経時変化を図7に、硬度の変化傾向を図8に示した。蒸発残渣の変化傾向を地域ごとに比較すると、盆地東側のY、E地域では上昇傾向を示した地点が多いが、M地域では減少傾向を示す地点があった (図7)。硬度について変化傾向を地域ごとに比較すると、蒸発残渣の場合より変化量は小さいが、減少傾向を

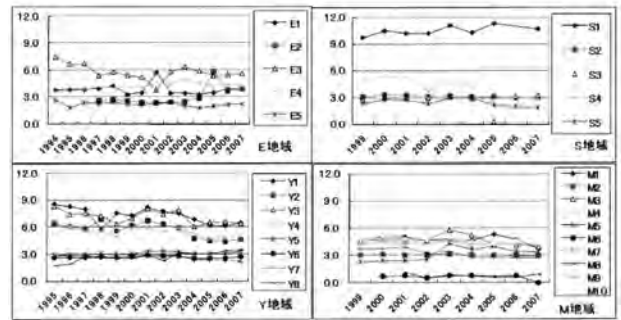


図4 4地域28地点の硝酸性窒素濃度推移 (単位: mg/L)

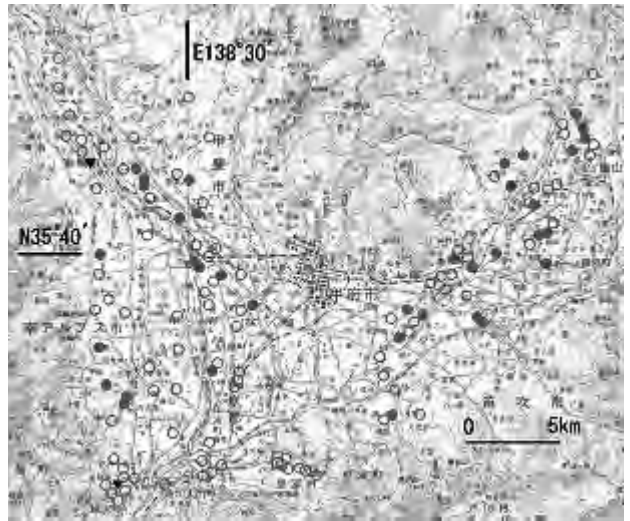


図5 蒸発残渣変化傾向

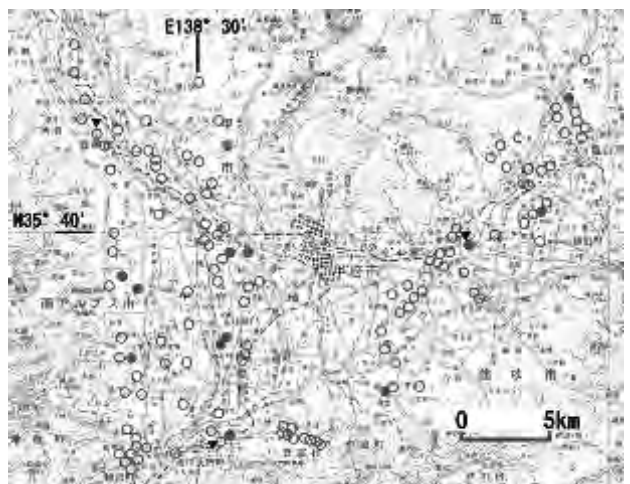


図6 硬度変化傾向

(図注: ▼減少 ●増加 ○変化傾向なし)

示す地点は少なかった (図8)。

蒸発残渣は水試料中の主要成分量を反映することから、蒸発残渣の増加傾向は水試料への負荷量が増加していると考えられる。M地域では、顕著な増加傾向を示した地点はM5地点を含む3地点である。M5地点は井戸標高が高く果樹栽培地域に近接している。ま

た、M地域はY、E地域と比較し農耕地利用形態が異なっていることから地下水量や地下水流動が他の地域と異なると考えられた。

一方、硬度はわずかに増加傾向にあったことから、地下水への負荷が続いていると考えることができる。地下水の無機汚染の問題点について指摘した永井<sup>4)</sup>の報告によれば、肥料に起因する無機汚染が指摘され、施肥によるCaなどの増加が指摘されている。Caは土壌のpH調整や肥料中に多く含まれ、降雨などにより地中に浸透し濃度が増加していると考えられる。

経時的变化傾向を検討した甲府盆地飲用地下水では、硝酸性窒素濃度の減少傾向や横ばい傾向は、施肥量の減少に由来すると考えられたが、硬度や蒸発残渣の増加傾向は、施肥に含まれる硝酸性窒素以外の成分や土壌改良剤などが関与している可能性が考えられた。また、変化傾向に地域的な隔たりがあることから、地下水の流動性や涵養量の違いが関係していると推定され、さらに検討の必要がある。

### 3-3 地下水探査

図1に示した井戸分布状況から、甲府盆地北部には井戸分布の少ないことが把握された。現在、この地域は荒川の表流水が飲料水として供給され、水需要は逼迫した状況には無い。しかし、地域防災や良質で安全な水供給を図るためには、複数の供給源を確保する必要があり、北部地域においても、地下水分布状況を把握することは重要である。

本研究では自然ガンマ線による地下水探査を行なった。この探査の基本原理は、地下水源となる地層破碎等の地下の亀裂に由来する自然ガンマ線を陸上部で連続移動測定し、そのガンマ線の強弱を明らかにする方法である。この探査法により、甲府市内の湯村温泉郷およびその西方において、概ね南北方向にルートが走る一般車道上の2側線で実施した。

測定結果の一例を図9に示した。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にもおよぶ。破碎帯としての幅は比較的大きいものと判断される。今回の調査の2側線においてこの種の強ガンマ線帯は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。湯村温泉郷をはじめ、これらの強ガンマ線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この調査から理解された。この様な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ゾーンとしての把握といった理解のために、今回の調査地域周辺において引続き自然ガンマ線探査を行なうべきと思われる。

今回の放射能探査は、わずかに2側線のみの予察的なものであったが、甲府盆地北部とその北方山地の境界

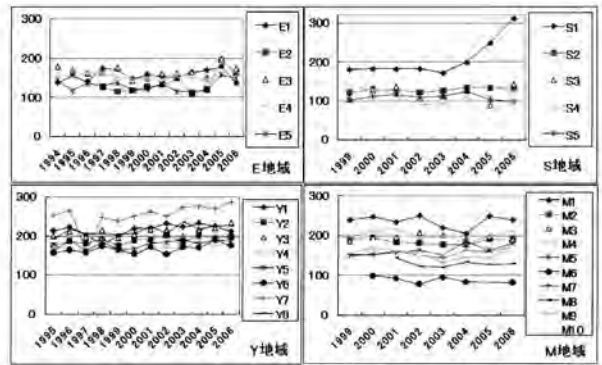


図7 4地域28地点の蒸発残渣濃度推移 (単位mg/L)

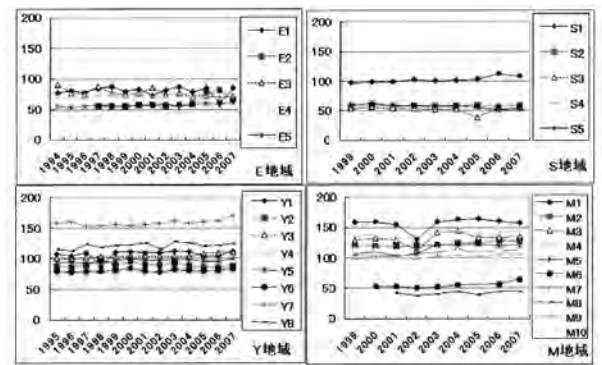


図8 4地域28地点の硬度濃度推移 (単位mg/L)

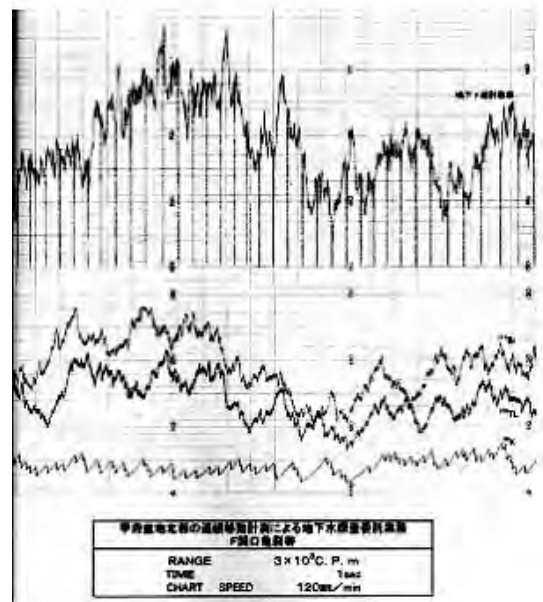


図9 地下探査調査結果の一例

域には破碎帯の存在が確認された。さらに、南北10km以下の側線の範囲内に2側線のいずれにおいても複数の破碎帯の存在を示す強放射能帯が確認された。このことから、甲府盆地北縁には西北西-東南東に複数の破碎帯が発達していると考えられる。今後は、地下に伏在するこの様な破碎帯が、周辺にどのような広がりを持って

分布しているのかを知ることにより、地下水の分布状況を知ることにつながる。そのために、この様な地下水探査は重要であると思われる。

#### 4. まとめと今後の課題

以上の内容をまとめると

1. 地下水中の硝酸性窒素濃度が減少傾向を示した理由を農業耕地面積との関連性に求めることができた。
2. 硝酸性窒素濃度が減少傾向を示した地点においても、蒸発残渣や硬度の上昇している地点が認められ、地下水への施肥の影響が考えられた。これらの項目の推移を観察する必要があると考えられた。
3. 硝酸性窒素、蒸発残渣、硬度の変化傾向には地域的な違いが認められ、地下水の涵養量や流動速度の違いが関係していると推定されたが今後の検討課題の1つである。
4. 甲府盆地北部の地下水探査から、検出地点の地下に地下水が流動している可能性の高いことが把握できた。しかし、調査地域や調査箇所は少なく、広範囲の検討が必要であると思われた。

#### 謝 辞

ここにまとめたデータは水道事業者（市町村）の協力により、水道原水検査結果を比較検討した。データを提供していただきました関係各位に深く感謝いたします。

#### 文 献

- 1) 総合理工学研究機構 研究報告書 第3号 (2008), P.65-68.
- 2) 中村高志, 長田淑美, 風間ふたば (2007) 水素・酸素および窒素安定同位体組成からみた甲府盆地東部地下水の涵養源と硝酸イオン濃度分布特性, 水環境学会誌, 31, 87~92.
- 3) 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.
- 4) 永井 茂 (1992) 地下水の無機汚染の実態と問題点, 451, 地質ニュース, 20~28.

#### 成果発表状況

##### 誌上発表

興水達司, 北原 賢, 尾形正岐, 小林 浩, 内山 高 (2008) 甲府盆地北部の地下水の放射能探査, 第18回環境地質学シンポジウム論文集, 183-188.

##### 口頭発表

- 1) 興水達司, 小林 浩, 内山 高 (2008年) 甲府盆地および富士山周辺域における地下水の地球化学特性と地質構造, 日本地球惑星科学連合2008年大会, 千葉.
- 2) 興水達司, 小林 浩, 内山 高 (2008年) 南部フォッサマグナ地域の地下水の地球化学特性と地質構造, 日本地質学会第115年学術大会, 秋田市.
- 3) 小林 浩, 興水達司, 尾形正岐 (2008年) 甲府盆地の飲用地下水における水質経年変化の地域特性, 日本地下水学会, 福岡市.
- 4) 小林 浩, 興水達司, 尾形正岐 (2009年) 甲府盆地飲用地下水の水質経年変化, 水環境学会, 山口市.