

山梨県内飲用地下水の水質性状

小林 浩 堀内 雅人

Water Quality in drinkable ground waters located in Yamanashi Prefecture

Hiroshi Kobayashi and Masato Horiuchi

キーワード：飲用地下水, 主要成分, 耕地面積推移

はじめに

山梨県は周辺部を急峻な山地に囲まれ、北に八ヶ岳、南に富士山が位置し、人口の多くは甲府盆地とその周辺部および八ヶ岳山麓や富士山麓に集中している。甲府盆地周辺部には扇状地が発達し、八ヶ岳山麓や富士山麓周辺では火山噴出物が厚く堆積している。本県では、飲料水の約 7 割を地下水（湧水を含む）に依存し、主要河川の釜無川や笛吹川（富士川上流）、桂川（相模川上流）のうち、釜無川および笛吹川の上流域で一部河川水を飲用水として利用しているにすぎない。

地下水は、一般に、水温や水質変化が小さく、古くから生活用水として利用されている。しかし、近年では工業排水や家庭排水、農業生産活動に伴う様々な影響が指摘されている¹⁻⁴⁾。

本県では甲府盆地やその周辺部の扇状地を利用した農業生産活動が盛んに行なわれ、桃やぶどうは本県の重要な特産品となっている。甲府盆地周辺の扇状地や火山性堆積物に富む地域では透水性が高く^{5, 6)}、地表部での生産活動による地下水へ影響が危惧されている。

飲用地下水の水道水質基準項目については、水道事業者が定期的な水質監視を実施しているが、陰・陽イオンなどの主要成分に関する水質測定は、一部のイオンに限られる。主要成分の濃度と変化傾向を知ることにより、地質および地上での生産活動による水質への様々な影響（要因）を知ることができると考えられる。そこで飲用水の水質性状と成分変化傾向を観察するために、春と秋の毎年 2 回、主要成分による水質性状を観察した。

方法

1) 試料および採水地点の概要

水試料は水道水源として利用されている地下水および湧水について、2006 年から 2008 年まで、毎年 6 月および 9 月の年 2 回の採水を行なった。採水地点を図 1 に示した。本県の飲用水として利用している水道水源の掘削深度は深く、多数の地点で 50m 以上の掘削が行なわれている。また、ストレーナーは複数設置され、不圧地下水を動力により揚水している。

2) 解析対象項目と測定方法

測定対象項目は、pH、電気伝導度（EC）および陰イオンでは Cl^- 、 NO_3^- （以下「 NO_3^- -N」と表

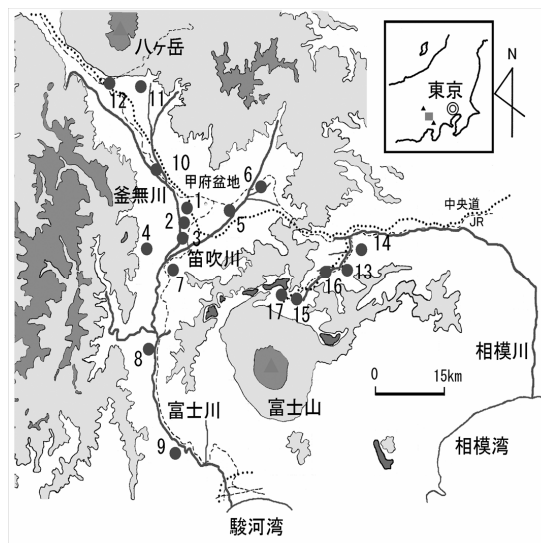


図 1 調査地点の概要

表 調査地点の水質概要 (2006年～2008年調査)

調査地点 番号	井戸 深度	pH	EC (mS/m)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	SO ₄ (mg/L)
1	深	6.97	19.9	7.0	2.3	4.8	24.8	9.4	1.5	15.7
2	深	7.11	17.2	7.4	2.3	2.6	22.8	9.4	1.0	14.3
3	深	7.41	30.9	8.9	1.3	10.4	40.6	7.7	2.4	32.5
4	深	7.65	24.2	5.5	0.0	9.6	29.2	4.6	4.3	23.2
5	深	7.24	29.1	22.4	0.8	6.8	26.9	10.4	6.7	37.8
6	深	7.44	28.8	11.7	1.6	6.6	35.9	9.3	6.8	43.7
7	深	7.60	22.8	8.8	0.6	5.7	30.2	5.4	2.3	24.0
8	深	7.37	31.5	8.4	1.6	4.4	51.8	3.7	0.5	58.9
9	深	7.27	18.5	8.5	0.7	2.9	22.5	2.3	0.6	17.4
10	浅	6.66	21.6	7.3	4.1	3.5	29.7	7.0	1.9	17.2
11	深	7.52	14.6	6.8	1.9	4.7	13.5	6.3	3.4	7.0
12	深	7.69	10.0	9.5	1.3	2.1	6.4	1.7	0.1	9.1
13	湧水	7.16	11.3	4.9	0.9	3.6	13.0	2.6	1.0	8.0
14	湧水	7.34	14.0	6.1	0.7	3.8	16.3	3.4	1.1	12.2
15	深	7.61	33.8	21.6	1.9	16.6	22.1	17.6	0.3	61.5
16	深	7.51	13.2	7.1	1.5	4.4	12.0	3.0	0.7	6.4
17	深	7.84	12.1	7.4	1.2	4.0	9.5	2.4	0.4	9.3
平均	—	7.38	20.8	9.4	1.5	5.7	23.9	6.3	2.1	23.4

注：深：深井戸 浅：浅井戸 調査回数 地点番号1はn=3, 他の地点はn=6

記), SO₄²⁻を、陽イオンでは Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺を、イオンクロマトグラフ ((株) 島津製作所イオンクロマトグラフ HIC-20A シリーズ) により測定した。HCO₃⁻は陽イオンと陰イオンのミリバル値をもとに計算により求めた。

結果および考察

陰・陽イオンの濃度および濃度推移

2006年から2008年の各調査地点の濃度推移を、陰イオンを図2に、陽イオンを図3に示した。また、各調査地点の概要と調査項目の平均値を表に示した。

1) 陰イオン濃度推移

1.1) NO₃⁻-N

濃度推移はほぼ横ばいの状況である。濃度の高い地点はNo5,6地点である。この地点は果樹栽培地域に隣接する。地下水中のNO₃⁻-Nと農業生産活動に関する報告は多い。山梨県内の農業生産活動と地下水質に関して、風間ら⁷⁾や坂本⁸⁾ら、中村ら⁹⁾が精力的な研究結果を報告している。中村ら⁹⁾によれば、窒素安定同位体比の測定により、甲府盆地東部の果樹栽培の盛んな地域における地下水中のNO₃⁻-Nの起源が、施肥によると報告している。

また、地下水濃度が2mg/Lを越える場合、人為的な影響があると指摘されている¹⁰⁾。調査地点ごとの濃

度は、No3, 4, 5, 6, 7, 11地点で2mg/Lを超えていた。中村ら⁹⁾の報告や井戸周辺の土地利用状況からNO₃⁻-Nが施肥に由来すると考えられた。

No10では採水時期による変化が顕著だった。6月に濃度が高く、秋には減少する変化が繰り返し観察できた。この地点は浅井戸であり、周辺に水田がある。掘削深度が浅い場合、周辺環境の影響を受けやすいと考えられる。

本県では、農地面積の減少傾向が認められ、特に果樹栽培面積は最盛期に比べ大きく減少している¹¹⁾。このことから、地下水中のNO₃⁻-N濃度は減少する可能性があるが、今後の濃度推移を観察する必要がある。

1.2) SO₄²⁻

SO₄²⁻濃度は、ほぼ横ばいの濃度推移を示した地点が多いが、濃度はNO₃⁻-NやCl⁻より高い(図2)。SO₄²⁻濃度の高い地点はNo3, 5, 6, 8, 15であり、平均濃度が30mg/Lを超え、甲府盆地周辺井戸で濃度の高い傾向が観察される(表)。

特に濃度の高いNo6は果樹地帯に隣接する。No8は富士川中流に位置する。No15は富士山北麓に位置する。No15について富士山麓の湧水¹²⁾(忍野八海)などと比較すると濃度および陰イオンに占める割合がやや高い。

地下水中のSO₄²⁻イオンの起源は、岩石や地質、温

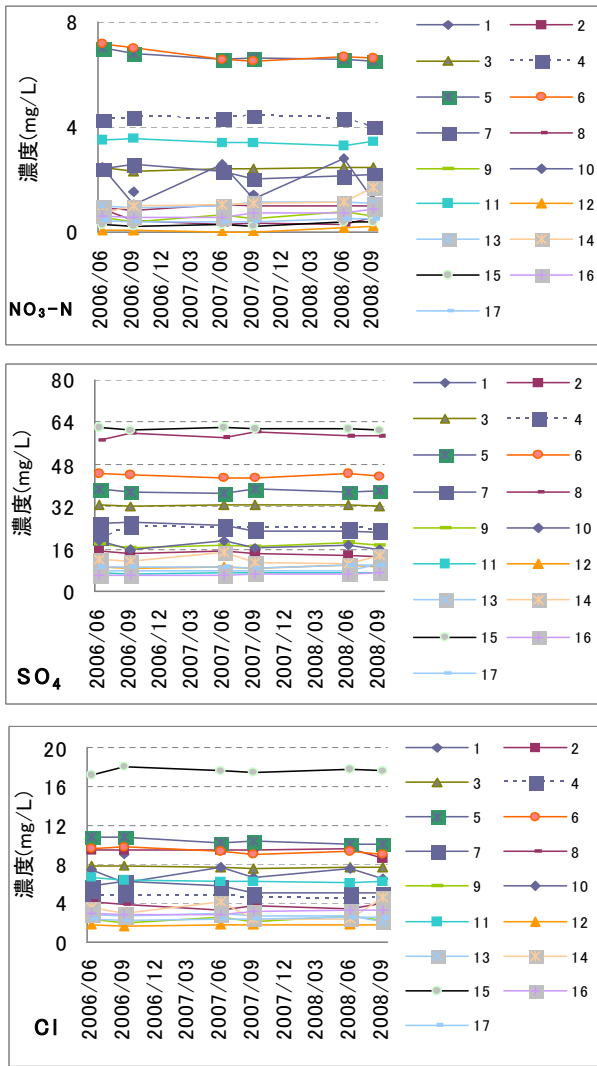


図2 陰イオン濃度推移

泉水や工場排水の混入などが指摘されている¹⁰⁾。また、水道水質基準の項目に無いため、水質データの集積は十分ではない。そのため起源の限定は難しい。今後の濃度推移や他の調査結果を踏まえ、判断が必要である。

1.3) Cl^-

Cl^- 濃度は SO_4^{2-} に比較し濃度は低かった。また、濃度推移も比較的安定している。濃度の高い地点はNo5, 15である。 Cl^- の起源は地質などの自然要因や人為的要因が指摘されている¹⁰⁾。No5は温泉地に近接する。この付近の温泉はNaや Cl^- 濃度が高く、掘削深度も浅い¹³⁾。そのため、 Cl^- 起源は地質的影響の可能性はある。No15は SO_4 濃度も高いため複数の要因が考えられる。

2) 陽イオン濃度推移

2.1) Na^+ および K^+

K^+ はいずれの地点でも濃度は低く、 Na^+ 濃度はNo5, 6, 15でやや高かった。周辺環境は、No5は温

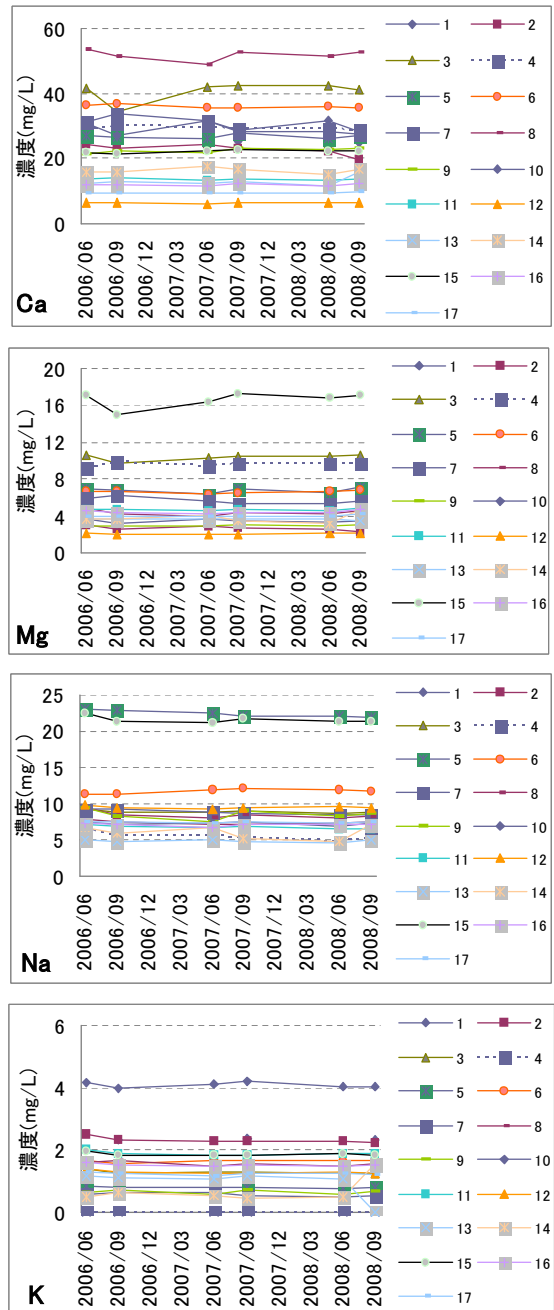


図3 陽イオン濃度推移

泉地に近く、No6は果樹栽培地域に位置している。No15は富士山北麓に位置する。しかし、いずれの地点においても、陽イオンに占める割合 ($Na^+ + K^+$ のミリバル%値)は50%未満である。

2.2) Mg^{2+} および Ca^{2+}

陽イオンに占める割合は、 Mg^{2+} や Ca^{2+} の割合(ミリバル%値)が高い。さらに、甲府盆地側の調査地点濃度は富士山周辺地域の調査地点濃度に比較し高く、盆地周辺の地下水の硬度は100mg/L前後と高い。

Mg^{2+} や Ca^{2+} の起源は多くの場合、地質由来と指摘されている¹⁰⁾。しかし、地域的な濃度差が推定され

たことから、農地利用形態との関連性を検討した。

Mg²⁺や Ca²⁺に関連する施肥として、代表的な肥料に苦土石灰があり、窒素系肥料の石灰窒素も多用される。また、土壌 pH 調整として消石灰や生石灰が利用される。苦土石灰の施肥量は、作付け作物により多寡はあるが、果樹栽培に比較し普通畑では果樹栽培の数倍量が散布されている。散布量は窒素系肥料に比較し多く、果樹栽培で約 5 倍、普通畑で約 7 倍用いられる¹⁴⁾。普通畑面積は果樹栽培面積に比較し少ないが、農耕地には多量の Mg, Ca 系肥料が散布されるため地下水への影響を注意深く観察する必要がある。

先に示した SO₄²⁻濃度においても甲府盆地側で濃度の高い傾向が観察された。永井¹⁵⁾によれば Ca²⁺や SO₄²⁻による無機汚染は施肥の影響を指摘しているが、Ca²⁺や SO₄²⁻に関する個別分析例が少ないため、多地点の調査や周辺環境調査などにより、起源の推定と濃度変化を観察する必要があると考えられた。

まとめ

- 1) 解析対象とした 17 地点の地下水において、陽イオンでは Mg²⁺や Ca²⁺の含有割合が高く、陰イオンでは 14 地点は HCO₃⁻が多く、他の 3 地点において NO₃⁻-N もしくは SO₄²⁻の占める割合が多くなっていた。
- 2) NO₃⁻-N の多かった 2 地点は果樹栽培地域に位置していた。
- 3) 主要成分のうち硬度に関連する Mg²⁺や Ca²⁺は施肥の影響を受けている可能性が否定できず、施肥量調査や今後の濃度推移の観察が必要である。

参考文献

- 1) 田瀬則雄 (2006) 硝酸性窒素による地下水汚染, 地下水技術, 48 (1), 31~44.

- 2) 井伊博行 (2005) 地下水の硝酸性窒素汚染起源の新指標, 地下水技術, 47, 16~21.
- 3) 北川靖夫, 宮北奈美, 伊丹勝彦 (2001) 福井県大野盆地における扇状地湧水中の硝酸態窒素濃度の変動, 日本土壌肥科学雑誌, 72, 660~666.
- 4) 宮下雄次 (2006) 地下水の硝酸性窒素汚染と周辺土地利用との関係, 地下水技術, 48, 25~34.
- 5) 防災研究協会 (1967) 甲府盆地地下水の動態に関する研究調査, 21~28.
- 6) 東京通商産業局総務部開発業務課 (1977) 山梨県甲府地域地下水利用適正化調査報告 (その 2), 工業用水, 222 号, 51~70.
- 7) 風間ふたば, 米山実 (2002) 山梨県における窒素負荷発生量と地下水汚染状況, 環境科学会誌, 15, 293~298.
- 8) 坂本康, 中村文雄, 風間ふたば (1993) 地下水を水源とする水道水の硝酸性窒素濃度の地理的分布と時間的変動, 水道協会雑誌, 62(6), 17~28.
- 9) 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
- 10) 日本水道協会 (2001) 上水試験方法解説編 2001 年版, 210-213, 258-261, 278-285, 288~291.
- 11) 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
- 12) 相川嘉正ほか (1983) 富士吉田市周辺の鉱泉及び湧水の化学成分, 東邦大学紀要, 15, 17~23
- 13) 小林浩・深澤喜延 (1990) 石和・春日居地区温泉水の現状, 山梨県衛生公害研年報, 34, 1~5
- 14) 農作物施肥指導基準 (2005) 山梨県農政部農業技術課
- 15) 永井 茂 (1992) 地下水の無機汚染の実態と問題点, 地質ニュース, 451, 20~28