

# 山梨県内の浅井戸の水質について

深澤喜延 小林 浩

Water Quality of the Ground Water  
in Yamanashi Prefecture

Yoshinobu FUKASAWA and Hiroshi KOBAYASHI

1993年3月31日現在の山梨県の水道普及率は96.4%で、全国の普及率を1.3ポイント上回っている<sup>1)</sup>。上水道・簡易水道をあわせた年間取水量は $163 \times 10^6 \text{ m}^3$ であり、水源種類別の内訳は深井戸(49.7%)、ダム水(19.4%)、湧水(11.4%)、表流水(11.2%)、浅井戸(3.9%)の順<sup>2)</sup>である。伏流水を加えた68.0%が地下水系に依存している状態であり、本県の特異的な状況を表している(図1)。

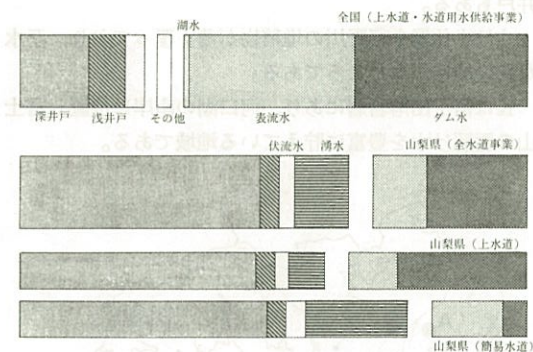


図1 水道水源の比較

1989年以降、本県においてもとくに都市部を中心にトリクロロエチレン等による地下水汚染が顕在化した。その対応で、県内各地の個人などが所有する井戸水を検査する機会を得たが、ある地域では半径300mの円内に50を超える井戸があった。これらは現在も、一部飲用を含めた生活用水として使用されている。

他方、山間部では地下水が簡易水道などの小規模水道の貴重な水源であり、その良好な水質を保持することは重要である。

市町村ごとの地下水の特性を把握し、あわせて今後の地下水汚染の原因解明のための基礎資料を蓄積することを目的として、地下水汚染調査井戸をはじめ、5年間に

所在地が明確な244井について地球化学的成分を分析した。

## 調査方法

### 1. 調査井戸の選択

井戸の密集地域はそれぞれの井戸の所在地をメッシュに切った地図上に落とし、地域の平均的な値が求められるよう目的井戸を選択した。

### 2. 供試井戸水

1988年から1992年にかけて、県生活衛生課、所轄保健所ならびに衛生公害研究所の職員が直接当該井戸から採取した。採取時期と件数は次のとおりである。

- A : 1988.11. 8件, B : 1991.12. 8件,
- C : 1991. 1. 20件, D : 1990. 7. 30件,
- E : 1990. 6. 26件, F : 1990. 9. 28件,
- G : 1990. 7. 25件, H : 1992.11. 36件,
- I : 1989. 7. 17件, J : 1991.12. 26件,
- K : 1989. 8. 5件, その他 15件

### 3. 調査項目

ガラス製の容器に採取し、直ちに冷却して研究所に搬入した試料について、次の項目を測定した。

水素イオン濃度 (pH値)

電気伝導度 (EC)

主要陽イオン

ナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ )

カリウムイオン ( $\text{K}^+$ )

カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ )

マグネシウムイオン ( $\text{Mg}^{2+}$ )

主要陰イオン

塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>)

硫酸イオン (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

炭酸水素イオン (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

硝酸イオン (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

溶性けい酸 (SiO<sub>2</sub>)

#### 4. 測定方法

pH：ガラス電極 pHメーターで測定

EC：電気伝導度計で測定

Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>：直接原子吸光光度法

Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>：SrCl<sub>2</sub> 添加原子吸光光度法

Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>：イオンクロマトグラフ法

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>：滴定法

SiO<sub>2</sub>：モリブデン黄法

### 結果と考察

#### 1. 山梨県の地質の概要

本県の地質については詳細な調査も行なわれている<sup>3)</sup>が、今回は1965年に山梨県が公表した「山梨県の水資源と利用の現況」に引用されている概念図<sup>4)</sup>を模式化して図2に示したが、これによると本県の地質は大別すると次の6つに区分される。

- (1) 南アルプスの秩父古生層
- (2) 中生代小仏層
- (3) 深成岩層
- (4) 第三紀御坂層
- (5) 第四紀溶岩層
- (6) 第四紀沖積層

これらの地層のうち(1), (2), (3)は、比較的緻密で硬いために水を通しにくく、(4), (5), (6)が帯水層と考えられている。

#### 2. 調査した浅井戸の所在地

井戸数が5井以上の調査地点を●で、それ以外を○で図3に示した。今回は5井以上の成績が得られた地域についてその平均値で水質の特徴を概観した。

それぞれの地域の特徴を述べると次のとおりである。

Aは甲府盆地を貫流する富士川(釜無川)の最上流部の右岸に位置し、南アルプスからの伏流水を採取していると考えられる。

Bは同じく富士川の右岸で支川の御勅使川の扇状地にある。Cは八ヶ岳溶岩層の末端に位置している。Dは富士川の左岸で茅ヶ岳溶岩層の末端との接点にある。

E, Fは富士川の左岸でDに接しているが、富士川の伏流水が豊富な場所である。Gは富士川と笛吹川の合流

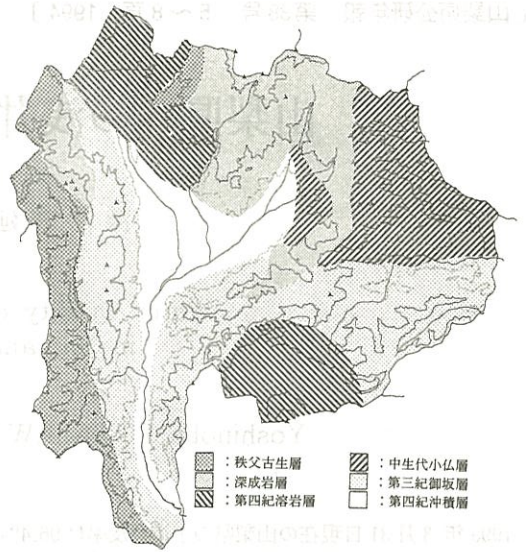


図2 山梨県の地質概念図

点の左岸にあり、御坂層の上に沖積層が重なっている。Hは笛吹川の上流の左岸にあり、住宅地と果樹園が混在している。Iは深成岩層と小仏層とが接する位置にあり、果樹地帯であるが水位は低く深さが数十mに達する井戸もある。

Jは小仏層を葛野川の堆積物が薄く覆っており、湧水が比較的豊かなところである。

Kは富士山溶岩層にあり、河口湖の南岸に位置し富士山の雪解け水を豊富に貯えている地域である。



図3 調査井戸の所在位置



### 3. 井戸水の溶存物質

水中の溶存物質の量はECで容易に推定できる。今回調査した11地域の井戸水のECの平均値と標準偏差を図4に示した。

B, D, IはECの平均値が300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ を超えており、それぞれの最高値はBが455, Dが745, Iが562と極めて硬水であった。これに対してKは100前後で井戸ごとの差が小さく、溶存物質に換算するとが60~70mg/lと超軟水であった。富士川左岸のE, F, Gは200付近であって、飲料水の好ましい条件に合致していた。

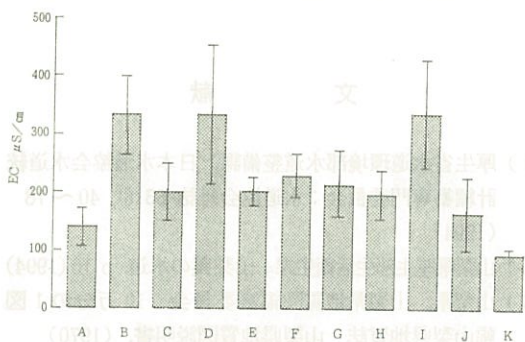


図4 地域別井戸水の電気伝導度 (EC)

### 4. 井戸水のイオンバランス

地下水の水質はその含有するイオン量とそのバランスが重要である。

そこで常法にしたがって各試料の陽イオン ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) と陰イオン ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ) のミリ当量値を求めたところ、陽・陰両イオンの当量値

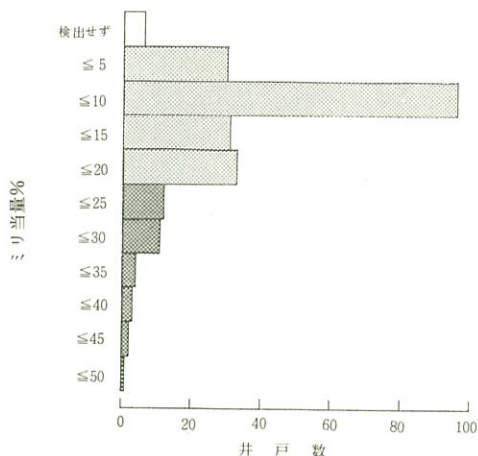


図5 陰イオンにおける硝酸イオンのミリ当量%

が一致しない試料が数多くみられた。その原因としては、硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ ) が考えられた。

調査した井戸水の  $\text{NO}_3^-$  のミリ当量%を図5に示したが、20%を超える井戸が33カ所 (14.4%) に達した。三村らは30年前に東京都の浅井戸と深井戸について調査している<sup>9)</sup>。その結果から浅井戸については塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ ) との相関が高いことを指摘しているが、今回の調査では顕著な相関は認められなかった (表1)。

表1 硝酸イオンと他の成分の相関係数

地域	EC	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
A	0.223	0.063	0.014	-0.185	0.629	0.149	-0.068	-0.239	0.415
B	0.131	-0.423	-0.113	0.224	0.266	-0.236	0.888	0.063	-0.028
C	0.710	0.318	0.203	0.628	0.443	0.627	0.672	-0.017	-0.268
D	0.798	0.193	-0.016	0.741	0.751	0.447	0.870	-0.412	0.065
E	0.806	0.770	0.427	0.787	0.461	0.550	0.757	0.449	0.267
F	0.555	0.529	0.592	0.537	0.101	0.563	0.356	0.179	0.363
G	0.072	-0.353	-0.042	0.043	0.341	0.426	-0.206	-0.064	0.127
H	0.908	0.682	0.047	0.803	0.886	0.798	0.362	0.738	0.844
I	0.893	0.072	0.036	0.926	0.802	0.501	0.675	-0.279	-0.207
G	0.916	0.927	0.834	0.643	0.599	0.959	0.604	0.017	0.646
K	0.785	0.744	0.828	0.775	0.756	0.315	0.611	0.903	0.458

水中の  $\text{NO}_3^-$  は古くは、 $\text{Cl}^-$  との相関が高い場合 有機物質の最終分解産物であって、有機物質の過去の汚染を示す<sup>6)</sup>と考えられていた。しかしながら、今回の調査において  $\text{Cl}^-$  との相関が明らかでなかったことは、 $\text{NO}_3^-$  の由来を他に求めなければならない。

山梨県内の地下水では、先に吉澤ら<sup>7)</sup>は硝酸成分濃度が無視できない地域があることを指摘しているが、その原因については論及していない。また、坂本ら<sup>8)</sup>は  $\text{Cl}^-$  と硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ )、カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ ) 濃度との間に正の相関がある場合には、施肥による影響があることを示唆している。

相関係数が0.85を超えた地域は、 $[\text{NO}_3^- \cdot \text{Cl}^-]$  ではJ,  $[\text{NO}_3^- \cdot \text{Ca}^{2+}]$  ではI,  $[\text{NO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-}]$  ではBとDであるが、地質の影響を除外していないため、原因を明確に推定するにはいたらなかった。

ついで、通常深井戸では無視し得る  $\text{NO}_3^-$  のミリ当量値を追加したイオンバランスを図示した (図6)。

溶存物質の値が高かったB, D, Iについて「鉱泉分析法指針」にしたがってミリ当量%が20%を超える陽イオンと陰イオンを主成分とみなして考察すると、B地域は典型的な  $\text{Ca} \cdot \text{HCO}_3^-$  型、D地域は  $\text{Ca} \cdot \text{Mg} \cdot \text{Na} \cdot \text{HCO}_3$  型、I地域は  $\text{Ca} \cdot \text{Mg} \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{NO}_3 \cdot \text{HCO}_3$  型であった。また、富士山北麓のKは特異的なパターンを示した。

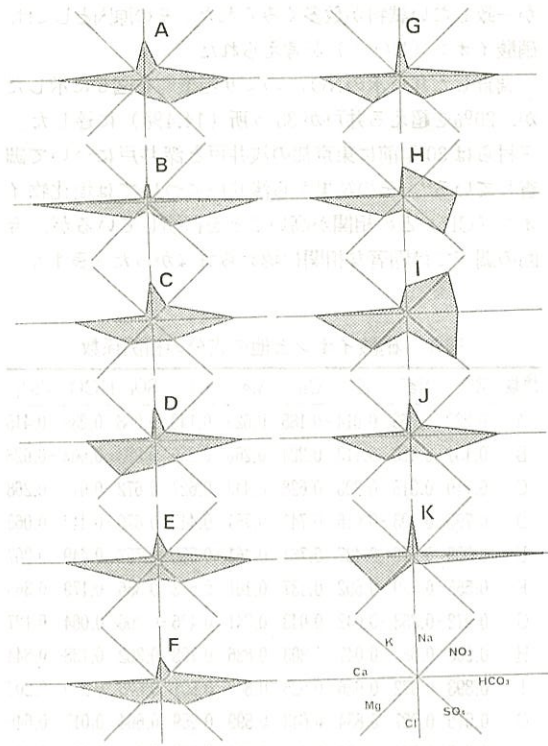


図6 地域別井戸水のミネラルバランス

## 5. その他

pH値は6.5~7.5の範囲にあり、飲料水として好ましい範囲にあった。これに対して溶性けい酸は13~57mg/lであったが、特定の地域では「温泉法」に定める温泉の基準(メタけい酸:  $H_2SiO_3 \geq 50mg/kg$ )を超えるところもあった。

## まとめ

1988年から1992年にかけて調査した、山梨県内の浅井戸水 244件について地球化学的項目を測定し、試料水数が多かった地域ごとの特徴を概観した。

地質、隣接河川、周囲の環境によって水質に差異があり、ミネラルバランスからみると、硝酸イオンが無視できない地域があることが明らかとなった。

なお、本報告の概要は第31回全国衛生化学技術協議会年会(1994年11月25日、東京)において発表した。稿を終るにあたり、井戸水採取にご協力いただきました関係職員の方々に感謝します。

## 文 献

- 1) 厚生省水道環境部水道整備課, 日本水道協会水道統計編纂専門委員会: 水道協会雑誌 63(8), 40~78 (1994)
- 2) 山梨県厚生部生活衛生課: 山梨県の水道, p.16 (1994)
- 3) 山梨県, 山梨県地質図編纂委員会: 10万分の1 図幅山梨県地質誌 山梨県地質図説明書, (1970)
- 4) 山梨県企画開発部企画課: 山梨県の水資源と利用の現況(地下水編), p.14 (1965)
- 5) 三村秀一, 中村 弘: 東京衛研年報 16, 101~104 (1965)
- 6) 日本薬学会: 衛生試験法・注解 1990, p.956, (1990)
- 7) 吉澤一家ら: 山梨衛公研年報 33, 59~62 (1989)
- 8) 坂本 康, 中村文雄, 風間ふたば: 水道協会雑誌 62(6), 17~28 (1993)