

甲府盆地及び周辺部の地下水の水質について

吉澤一家 清水源治 高橋照美
茅野陽子 堤 充紀

Water Quality of the Ground Water in the Kofu Basin

Kazuya YOSHIZAWA, Genji SHIMIZU, Terumi TAKAHASHI
Yoko CHINO and Mitsutoshi TSUTSUMI

最近の環境問題のひとつとしてトリクロロエチレン等による地下水汚染が重要視されているが、地下水の水質の実態を広範囲で調査した例は少ない。そこで、筆者らは地下水の現況を把握し地下水保全の基礎資料を得ることを目的とし、甲府盆地及びその周辺部の89井について地球化学的な項目について調査したので報告する。

調査方法

調査地点は89井（深井戸38, 浅井戸31, 不明20）とし（図1）、1988年11月29日から1989年1月25日にかけて採水し、pH, EC, pH4.3アルカリ度（ HCO_3^- ）、 Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , PO_4^{3-} , NH_4^+ , SiO_2 , SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- の各項目について常法¹⁾にしたがって測定した。

結果と考察

本県の地下水は水理地質学的に八ヶ岳・茅ヶ岳火山山麓地下水区、甲府盆地地下水区、富士北麓地下水区の三地下水区に分けられるとされており²⁾、八ヶ岳・茅ヶ岳火山山麓地下水区はその賦存状態から、さらにそれぞれの火山山麓区に小分類されている（図2）。本調査の対象となったのは富士北麓を除く地下水区であり、それらを水質によって区分することを試みた。

1. 水質の概況

全地下水の水質調査結果を表1に示した。なおpHを除く各項目は統計にあたっては対数処理をおこなった。これらの地下水は内陸部に位置するためか、海岸平野の調査結果³⁾に比べ Na^+ , Cl^- 濃度がやや低く SiO_2 については、半谷らの地下水の平均濃度⁴⁾に比べ高めであった。また NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ の各項目のバラツキが



図1 測定地点

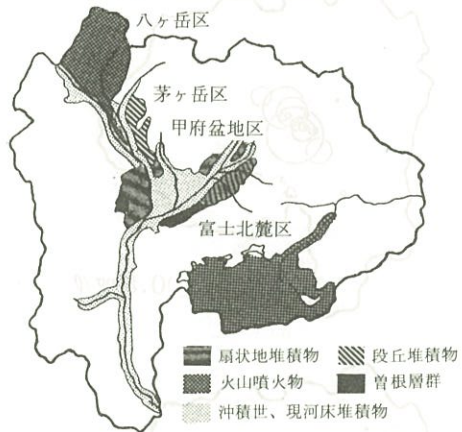


図2 地下水区分と帯水層地質

大きく、測定地点により大きな差が見られた（図3）。特に東部笛吹川流域と西部釜無川流域の果樹畑作地域において NO_3^- , SO_4^{2-} 濃度が高く、盆地内東部～南部の人口密集非下水道地域では Cl^- , Na^+ 濃度が高かった。

各項目間では（ $\text{EC} : \text{Na}^+$, Ca^{2+} , Cl^- , HCO_3^- ）、（ $\text{Na}^+ : \text{Cl}^-$ ）、（ $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+}$ ）、（ $\text{PO}_4^{3-} : \text{SiO}_2$ ）の間の相関が高く、（ $\text{PO}_4^{3-} : \text{NO}_3^-$ ）の間では逆相関が見られた（表2）。

表1 地下水水質の平均値と標準偏差

項目	幾何平均値	標準偏差
pH	7.5	0.4
EC	227	1.6
SiO ₂	29.8	1.5
Na ⁺	11.5	2.1
K ⁺	1.4	1.9
Ca ²⁺	19.8	1.9
Mg ²⁺	5.3	1.9
Cl ⁻	8.1	2.6
NO ₃ ⁻	4.7	7.5
SO ₄ ²⁻	16.1	3.6
HCO ₃ ⁻	78.2	1.6
PO ₄ ³⁻	0.03	5.3
NH ₄ ⁺	0.8	2.3

(n=89)

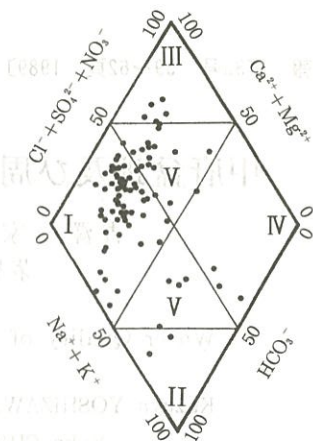


図4 キーダイアグラム

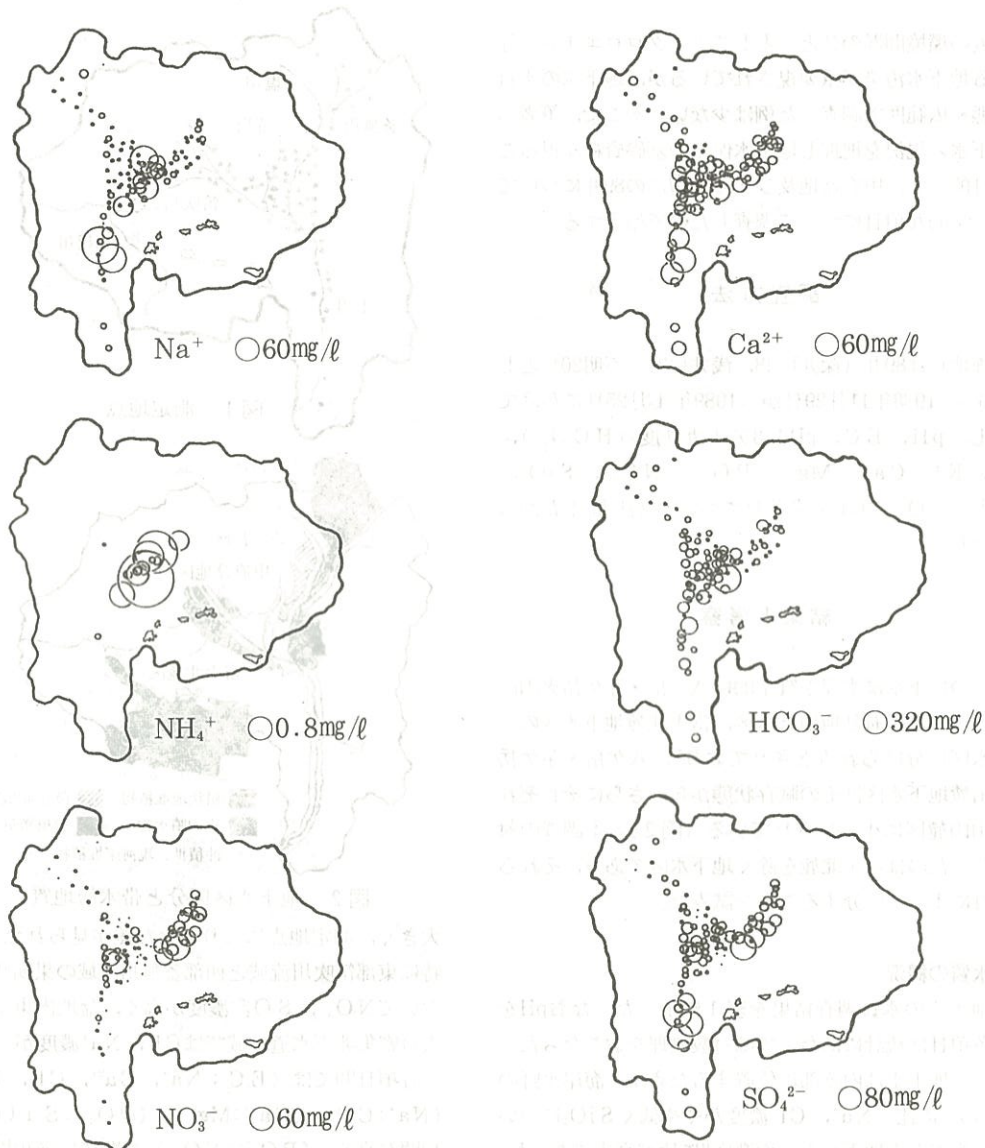


図3 各測定項目の濃度分布

表2 各項目の相関行列

項目	pH	E C	SiO ₂	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
pH	1.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
E C	0.21	1.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SiO ₂	0.21	-0.11	1.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Na ⁺	0.42	0.66	0.31	1.00	*	*	*	*	*	*	*	*
K ⁺	-0.22	0.21	0.32	0.23	1.00	*	*	*	*	*	*	*
Ca ²⁺	-0.16	0.72	-0.42	0.01	0.11	1.00	*	*	*	*	*	*
Mg ²⁺	-0.18	0.49	0.12	-0.02	0.19	0.69	1.00	*	*	*	*	*
Cl ⁻	0.05	0.80	0.01	0.66	0.35	0.45	0.29	1.00	*	*	*	*
NO ₃ ⁻	-0.45	0.01	-0.41	-0.54	-0.11	0.47	0.35	0.02	1.00	*	*	*
SO ₄ ²⁻	-0.09	0.43	-0.41	-0	-0.01	0.45	0.22	0.39	0.46	1.00	*	*
HCO ₃ ⁻	0.45	0.72	0.13	0.53	0.26	0.48	0.48	0.39	-0.33	-0.02	1.00	*
PO ₄ ³⁻	0.50	0.03	0.64	0.58	0.15	-0.43	-0.08	0.04	-0.68	-0.47	0.36	1.00

表3 各項目の固有ベクトル

主成分	固有値	寄与率	累積	SiO ₂	K ⁺	Ca ²⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻
1 st	2.48	35.4	35.4	0.39	-0.03	-0.55	-0.41	-0.49	-0.14	-0.34
2 nd	1.96	28.0	63.4	0.36	0.48	0.16	-0.35	-0.09	0.55	0.43
3 rd	0.94	13.4	76.8	-0.33	-0.58	0.23	-0.34	-0.25	0.54	-0.18
4 th	0.65	9.3	86.1	-0.02	-0.37	-0.38	-0.45	0.50	-0.14	0.49

2. 水質による地下水の区分

1) キーダイアグラムによる水質区分

ほとんどの地下水が、アルカリ土類重炭酸型 (I) であり、地下水としての滞留時間は短く比較的自由に流れているものと思われた。また東部笛吹川流域には中間的組成 (V) から非炭酸硬度型 (III) にあてはまるグループが多く見られたが、これはNO₃⁻濃度が高いためであり、盆地東部から南部へかけての同河川流域及び荒川流域ではアルカリ重炭酸型 (II) から非炭酸アルカリ型 (IV) の組成を示したが、これはNa⁺濃度が高いためであった (図4)。

2) クラスタ分析 (Ward法) による水質区分

各項目間での相関関係を考慮し、SiO₂、Ca²⁺、K⁺、Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻の各測定値を用いて主成分分析を行った (表3)。第一主成分はイオン性物質、特に2価イオンに関する成分であり、第二・第三主成分はともにアルカリ度のベクトル係数が高いが、前者はCl⁻、K⁺もともに高く人的影響も示していると考えられた。この第一〜第四主成分のスコアを用いてクラスタ分析を行った結果、4クラスタに区分された (図5)。

このうち第1クラスタ (○) は東部笛吹川流域及び、西部釜無川流域に分かれており、特にスコアの高い主成分はみられなかった。第2クラスタ (●) は盆地北東部に分布し第二主成分が高く、第3クラスタ (□) は盆地南東部に分布し第一主成分が高かった。また第4クラスタ (■) は西部釜無川及び南部富士川流域に分布し第三主成分が高かった。

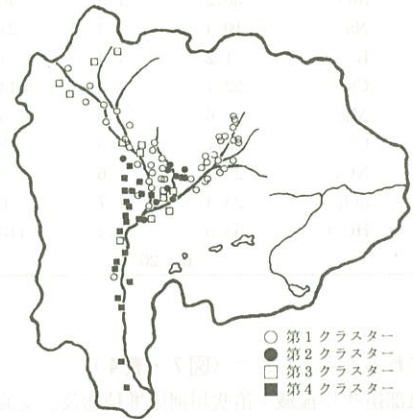


図5 クラスタ分析

3) 濃度比相関マトリックスによる水質区分

各測定値の濃度比相関マトリックス (M=1.3) をとり、危険率0.1で判定した結果、相関の高い3グループが得られた (図6)。

Aグループは第1クラスタの東部笛吹川流域と一致しており、キーダイアグラムでは中間型組成が多く見られた地域であった。Bグループは同じく第1クラスタの中で盆地内西部と、Cグループは第4クラスタのうち西部釜無川地域とそれぞれ一致していた。また第2・3クラスタに分けられた地域は他の地下水との相関が低く、特異的な水質の地域と考えられた。

まとめ

各結果から甲府盆地と周辺部の水質は次の4水質区に

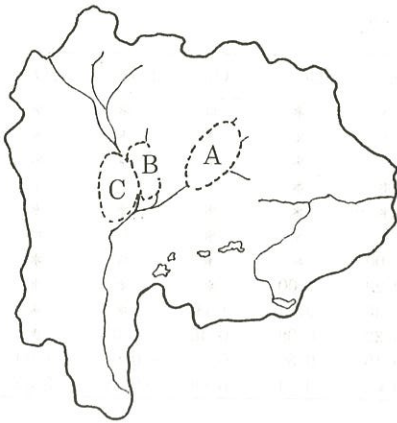


図6 水質の濃度比相関マトリックスによる区分



- 1) 東部笛吹川流域
- 2) 盆地内東部～南部
- 3) 盆地内西部地域
- 4) 西部釜無川流域

図7 水質による地下水の区分

表4 各水質区の地下水水質の平均値と標準偏差 (mg/ℓ)

区 分	1)東部笛吹川		2)盆地内東南部		3)盆地内西部		4)西部釜無川	
	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD
SiO ₂	30.2	1.3	40.3	1.3	33.5	1.4	21.9	1.2
Na ⁺	10.4	1.4	27.1	2.2	9.1	1.4	7.6	1.3
K ⁺	1.2	1.4	1.8	2.2	2.2	1.2	0.9	1.6
Ca ²⁺	22.1	1.3	14.3	2.0	18.1	1.4	32.3	1.3
Mg ²⁺	5.6	1.5	5.5	1.8	5.8	1.5	7.9	1.3
Cl ⁻	9.7	1.5	13.6	3.5	9.5	1.6	6.2	1.5
NO ₃ ⁻	25.1	1.6	0.2	6.9	7.7	1.7	13.7	1.7
SO ₄ ²⁻	23.4	1.7	6.4	6.0	16.7	1.4	27.8	1.4
HCO ₃ ⁻	55.5	1.4	113	1.7	71.1	1.4	106	1.3
	(n=20)		(n=15)		(n=11)		(n=13)	

AV : 幾何平均値 SD : 標準偏差

分類されると考えられた(図7・表4)。

- 1) 東部笛吹川流域: 笛吹川河床堆積物及び支流扇状地を帯水層とするCa²⁺, SO₄²⁻, NO₃⁻濃度が高い地下水域であった。水比抵抗値からは笛吹川に沿って南西方向に流下していると考えられている^{5,6)}。
- 2) 盆地内東部～南部: 3)と地質は同系であるが、水質組成はかなり異なり、Na⁺, Cl⁻の濃度が高く、他の地点ではほとんど測定されなかったNH₄⁺も検出された。
- 3) 盆地内西部地域: 釜無川と笛吹川によってはさまれた、沖積世及び現河床堆積物を帯水層とする盆地の西部地域で、釜無川方面と、昇仙峡を作る荒川扇状地の両方面から地下水が流入し、南東方向へ流れていると考えられている^{5,6)}。キーダイヤグラムでは自由水型の水質組成であった。
- 4) 西部釜無川流域: 御勅使川等の扇状地堆積物を帯水層とする地域で、Na⁺, SiO₂の濃度は低く、逆にCa²⁺, SO₄²⁻, 一部地域でNO₃⁻などの濃度が高い傾向を示していた。また水質の差から3)の盆地内西部地域とは釜無川によって区分されていると考えられた。

これらの水質による区分は帯水層の地質区分と関連させて説明できたが、NO₃⁻が高濃度で検出された地域、Na⁺, Cl⁻が高濃度の地域は人的汚染との関連からも説明できた。

なお、本調査の実施にあたり、採水等ご協力を頂いた各保健所の諸氏に深謝します。

文 献

- 1) 高橋照美ら: 山梨衛公研年報, 30, 46~49 (1986)
- 2) 関東農政局計画部: 山梨県水理地質図説明書, (1976)
- 3) 半谷高久: 水質調査法, 丸善 (1967)
- 4) 井上康子ら: 仙台衛試所報, 13, 156~177 (1983)
- 5) (財)防災研究協会: 甲府盆地地下水の動態に関する研究調査報告書, (1967)
- 6) 山梨県水資源調査委員会: 山梨県の地下水資源, (1979)