

富士川（釜無川）左岸の井水について

深澤喜延 小林 浩

Analysis of Well Water from Left Shore
District of the Fuji(Kamanashi) River

Yoshinobu FUKASAWA and Hiroshi KOBAYASHI

富士川は日本三大急流のひとつで、その源を南アルプスの北端に発し、甲府盆地の西部を南下して駿河湾に注ぐ延長128 km、本邦第15番目の河川である。今回、同河川の直近左岸にあたる双葉町と竜王町の、飲用等に使用している井戸55井の水質を調査する機会を得て、興味ある知見を得たので報告する。

調 査 方 法

1. 試料

竜王町：1990年6月に県環境衛生課、甲府保健所と竜王町役場の職員が、竜王町内の個人が所有している井戸25井から採取した。

双葉町：同年7月に同じく県環境衛生課、韮崎保健所と双葉町役場の職員が、双葉町内の個人所有井戸30井から採取した。

2. 調査項目

ガラス製の容器に採取後、ただちに冷却され搬入された試料について、つぎの項目を調査した。

水素イオン濃度 (pH)

電気伝導度 (EC)

ナトリウムイオン (Na^+)

カリウムイオン (K^+)

カルシウムイオン (Ca^{2+})

マグネシウムイオン (Mg^{2+})

塩素イオン (Cl^-)

硫酸イオン (SO_4^{2-})

炭酸水素イオン (HCO_3^-)

硝酸イオン (NO_3^-)

溶性けい酸 (SiO_2)

3. 分析方法¹⁾

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^+ , K^+ ：直接原子吸光光度法

Ca^{2+} , Mg^{2+} ：塩化ストロンチウム添加原子吸光光度法

Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- ：イオンクロマトグラフ法

HCO_3^- ：滴定法

SiO_2 ：モリブデン黄法

結 果 と 考 察

1. 竜王町、双葉町と河川の概要

両町の位置を図1に示した。

(1) 双葉町：双葉町は山梨県北巨摩郡に属し、甲府市と韮崎市の間に位置していて、JR中央本線、中央自動車道、国道20号線が通る交通の要所である。北部は茅ヶ岳（火山、標高1,704m）のなだらかな南麓で、南は富士川に侵食されたわずかばかりの平地（平均標高350m）がある町で、最近、急速に宅地化が進んでいる。

(2) 竜王町：竜王町は中巨摩郡に属し、双葉町の南南東に隣接しており、甲府市の西隣に位置する。わずかに南東の方向に傾斜した比較的平坦な土地であって、甲府市のベッドタウン化が進んでいる。西側を流れる富士川は氾濫を繰り返し、同町は洪水の頻発する地域であったが、「信玄堤」の完成（1500年代）以降、水害から守られている。

(3) 河川：富士川は、韮崎市と双葉町の境界で塩川を合し、さらに八田村との境で御勅使川を合わせ、双葉町と竜王町の境界辺りで急激に右旋回して、「信玄堤」

に至り、以後甲府盆地の西部を真っすぐに南下する。

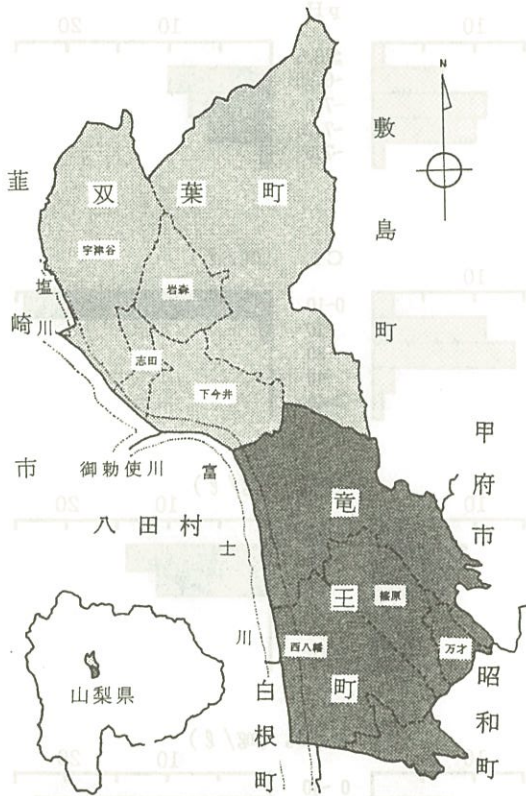


図1 双葉町、竜王町の地理

2. 調査井戸の概要

今回調査した井戸は、他の目的があって調査した井戸であり、若干地域的偏りがあるが、大字による区分では双葉町は南部平地に位置する宇津谷が5井、岩森が8井、志田が15井、下今井が2井であった。竜王町は中心部の西八幡が9井、篠原が8井、万才が7井と富竹新田が1井であった。

井戸の深さは、双葉町ではおおむね10m前後であったが、竜王町の井戸はそれより深く10mから60mに及ぶものもあった。

3. 双葉町の井水水質の衛生化学的検討

双葉町の井水の水質の概要を表1と図2に示した。

pHは6.43から7.31の範囲にあり、いずれも水道法に基づく水質基準に関する省令が定める基準（以下「水質基準」と略す）²⁾に適合していた。

電気伝導度はすべての試料が200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ を超え、最高は745 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であった。ちなみに、この試料の陽イオン4種、陰イオン4種、溶性けい酸の合計量は593mg/ ℓ であり、水質基準の蒸発残留物の基準値(500mg/ ℓ 以

下)を超えていた。また、この試料はカルシウムイオンとマグネシウムイオンから求めた硬度が316mg/ ℓ であり、飲用には適さないと判断された。塩素イオンは5.2mg/ ℓ から44.1mg/ ℓ の範囲にあって、水質基準(200mg/ ℓ 以下)の1/4以下であった。

硝酸イオンは、半数近い14試料が10mg/ ℓ 以下であったが、183.6mg/ ℓ と異常に高い検出値の井戸もあり、水質基準が定める硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の基準値(10mg/ ℓ)を上回る井水が3件あった。

溶性けい酸は、最低でも31.2mg/ ℓ と高く、最高は74.4mg/ ℓ に達した。ちなみに溶性けい酸の濃度からメタけい酸(H_2SiO_3)の値を求めると、30試料中27試料が温泉法に定める常水と区別する限界値(50mg/kg以上)³⁾を超えていた。

総合的にみて井戸の深さが比較的浅い(10m内外)にもかかわらず、無機成分を多量に含有するものがあり、同町の井水の水質は飲用には適さないものが多いことが知られた。

4. 竜王町の井水水質の衛生化学的検討

竜王町の井水の水質の概要は表1と図2に示したとおりである。今回調査した項目については、全25試料が水質基準に適合していた。

5. 双葉町と竜王町の井水成分の比較検討

双葉町と竜王町の井水の主要成分のうち、硝酸イオンと溶性けい酸を除いた8成分について、常法にしたがってミリグラム当量百分率(以下「meq%」と略す)を求め、キーダイヤグラムを描いた。その結果は図3のとおりであり、両町の井水水質には大きな差が見られた。

表1 双葉町、竜王町の井水水質

項目	双葉町(n=30)			竜王町(n=25)		
	平均値	標準偏差	変動係数	平均値	標準偏差	変動係数
pH	6.90	0.24	3.39	6.88	0.23	3.33
EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	333.1	120.9	36.29	203.1	24.48	12.05
Na (mg/ ℓ)	14.61	3.59	24.58	7.38	1.01	13.09
K (mg/ ℓ)	2.78	1.91	68.70	2.70	0.27	9.90
Ca (mg/ ℓ)	29.30	12.16	41.51	22.73	2.65	11.65
Mg (mg/ ℓ)	13.03	6.90	52.92	4.22	0.98	23.13
Cl (mg/ ℓ)	20.66	7.59	36.75	8.45	1.23	14.54
SO ₄ (mg/ ℓ)	32.42	29.19	90.03	19.54	2.39	12.23
HCO ₃ (mg/ ℓ)	108.04	41.01	37.96	72.86	8.57	11.76
NO ₃ (mg/ ℓ)	21.20	35.75	168.65	9.87	2.99	30.33
SiO ₂ (mg/ ℓ)	57.39	12.49	21.76	23.99	3.24	13.49

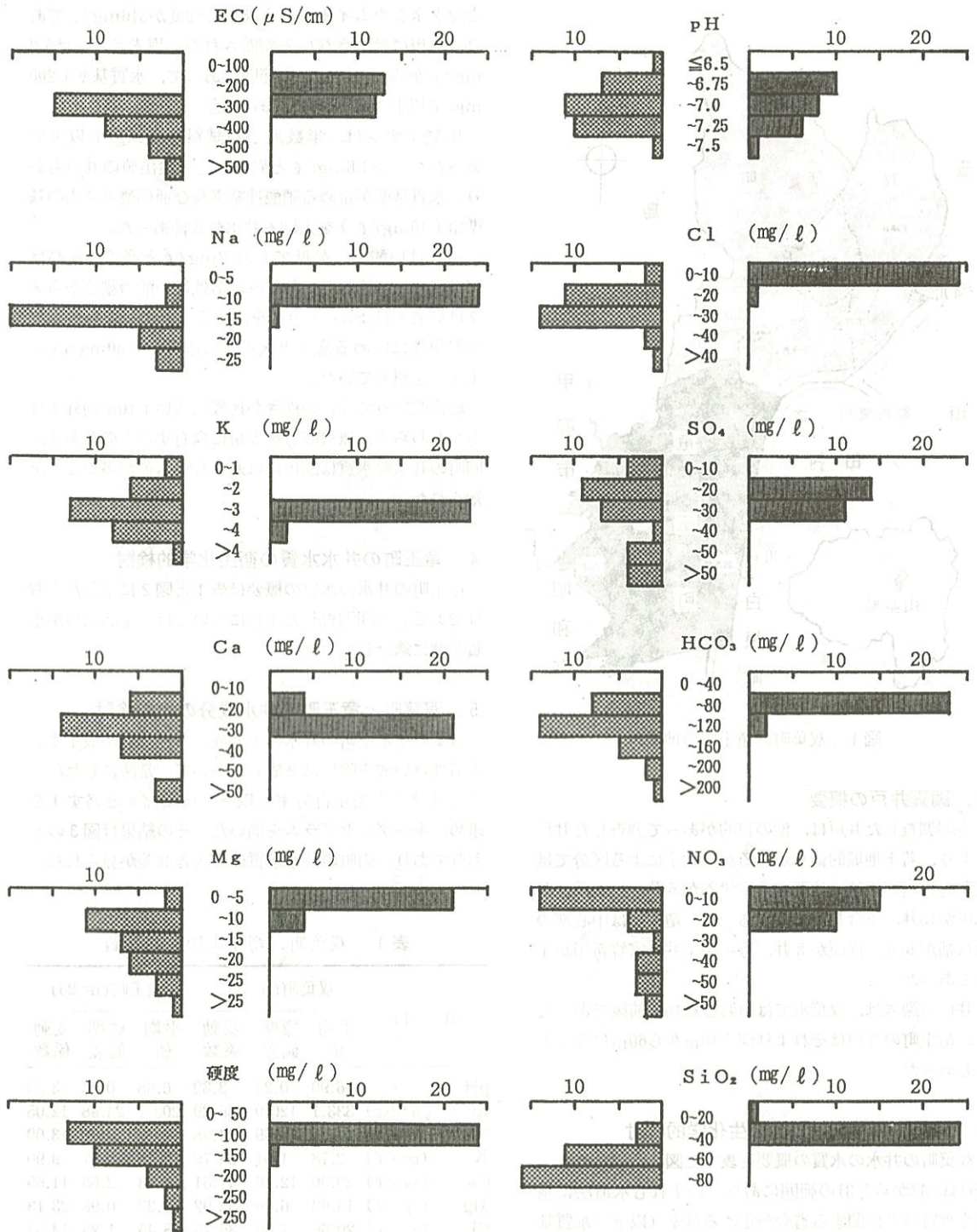


図2 双葉町，竜王町井水成分濃度の度数分布

左：双葉町，右：竜王町

竜王町の井水の成分が、図の実線で囲んだ狭い範囲に集中していたのに対して、双葉町の場合は広い範囲に分散していた。

水質区分では、竜王町の全井水は第2次アルカリ性区画（アルカリ土類重炭酸塩）に入るが、双葉町はほとんどが同区画に入るものの、志田と宇津谷の各1井が第2次鹹性区画（アルカリ土類非重炭酸塩）に入り、ともに電気伝導度が高く（585, 745 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ）、かつ、硝酸イオンの値も極めて高い（71.7, 183.6 mg/ℓ ）という特徴があった。

陽イオンは両町とも2価のカルシウムイオン、マグネシウムイオンの比率が高く、双葉町が66.5から88.9 $\text{meq}\%$ の範囲に、竜王町が70.7から81.4 $\text{meq}\%$ の範囲にあった。陰イオンは塩素イオンの比率が低く、双葉町で6.3から33.2 $\text{meq}\%$ 、竜王町では11.1から15.0 $\text{meq}\%$ の範囲にとどまった

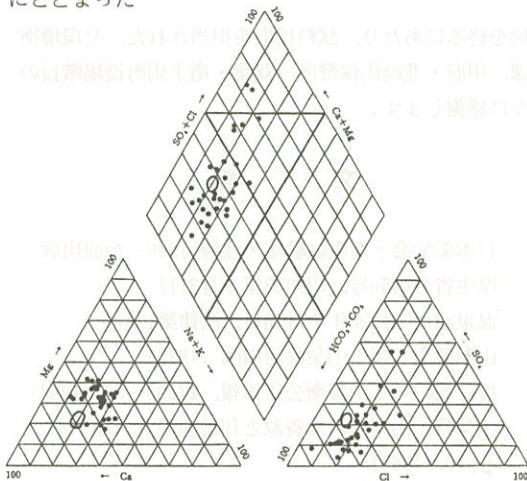


図3 双葉町、竜王町井水のキーダイアグラム

6. 河川水との水質の比較

山梨県河川図⁴⁾によれば、双葉町は茅ヶ岳南麓に源を発する防沢川、東川、六反川を含む狭い範囲の流域界を構成しており、地下水の流れも、概ねその方向にそっているものと考えられる。一方、竜王町は町内の雑排水を主な水源とする鎌田川が、南東の方向に緩やかに流下する平坦な土地である。

したがって、双葉町の地下水は茅ヶ岳南麓由来の3河川の伏流水または地下浸透水であることが予想され、それに対して、竜王町では富士川の伏流水を汲み上げていることが予想される。

そこで、堤らが1983年に行なった富士川河川水の通日調査結果⁵⁾との比較を試みた。両町と近い富士川（開国橋で測定）と、山梨県北部を源とし、双葉町の西部で富

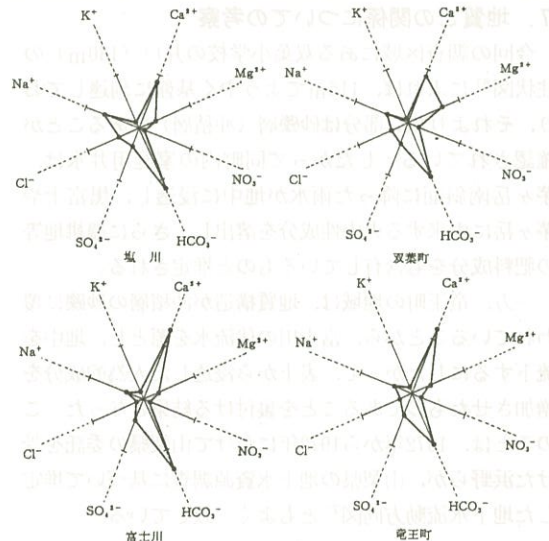


図4 富士川、塩川と両町井水の比較

表2 双葉町、竜王町の井水と富士川、塩川の水質の比較

項目	双葉町 (n=30)		竜王町 (n=25)		富士川 (n=9)		塩川 (n=9)	
	平均値	CV(%)	平均値	CV(%)	平均値	CV(%)	平均値	CV(%)
pH	6.90	(3.4)	6.88	(3.3)	8.3	(2.5)	8.3	(6.7)
EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	333.1	(36.3)	203.1	(12.1)	159	(4.8)	140	(2.2)
Na (meq)	0.635	(24.6)	0.321	(13.7)	0.251	(10)	0.470	(8.1)
K (meq)	0.071	(69.0)	0.069	(10.1)	0.091	(4.3)	0.073	(6.8)
Ca (meq)	1.462	(41.5)	1.134	(11.6)	1.044	(13)	0.673	(2.5)
Mg (meq)	1.072	(53.0)	0.347	(23.3)	0.216	(3.6)	0.235	(1.1)
Cl (meq)	0.583	(36.7)	0.241	(14.5)	0.135	(3.0)	0.262	(1.3)
SO ₄ (meq)	0.675	(90.1)	0.407	(12.3)	0.305	(3.6)	0.229	(0.6)
HCO ₃ (meq)	1.771	(37.9)	1.194	(11.7)	1.072	(5.5)	0.772	(3.7)
NO ₃ (meq)	0.342	(166)	0.159	(30.2)	0.051	(2.9)	0.046	(7.6)
SiO ₂ (mmol)	0.955	(12.5)	0.399	(13.5)	0.300	(1.7)	0.458	(3.6)

富士川（開国橋）、塩川（塩川橋）の数値は1983年9月に、堤らが実施した通日調査の結果に基づいて、著者が改変した。

士川に合流する塩川（塩川橋で測定）の成績と、今回実施した両町の調査結果の平均値と標準偏差を表2に、またmeq%を図4に示した。

双葉町の井水の水質は、富士川、塩川いずれの河川水とも類似性が少なく、両河川の近くにありながらその影響をほとんど受けておらず、河川図に示された流域の特殊性を反映する結果であった。

これに対して、竜王町内の井水は溶解成分総量、個々の成分量、イオンパターンともに富士川の水質に類似していた。各成分についてみると、人間の生活と関係の深いナトリウム、マグネシウム、塩素、硫酸の各イオンの増加が観察された。硝酸イオンは河川水に比較して顕著に高く、人為的な原因が予想された。

7. 地質との関係についての考察

今回の調査区域にある双葉小学校の井戸（130m）の柱状図⁶⁾によれば、115mでようやく基盤に到達しており、それより浅い部分は砂礫層（沖積層）であることが確認されている。したがって同町内の家庭用井水は、茅ヶ岳南斜面に降った雨水が地中に浸透し、黒富士や茅ヶ岳に由来する火山性成分を溶出し、さらに農耕地等の肥料成分をも含有しているものと推定される。

一方、竜王町の地域は、地質構造が沖積層の砂礫に覆われていることから、富士川の伏流水を源とし、地中を流下するにしたがって、表土から浸透した人為的成分を増加させたものであることを裏付ける結果となった。このことは、1972年から1973年にかけて山梨県の委託を受けた浜野らが、山梨県の地下水資源調査に基づいて推定した地下水流動方向図⁷⁾ともよく一致している。

ま と め

甲府盆地の北西部にあり、山梨県内最大の河川である富士川の左岸に位置する、双葉町と竜王町の井水55試料の水質を調査した。両町の浅層地下水は地理的に近いにもかかわらず、水質の共通性は認められなかった。

双葉町の井水は、近接する富士川や塩川の水質との類似性はなく、溶存成分の濃度が高く、概して飲用には好ましくないものが多かった。その水質は火山性の地質を反映していた。

竜王町の井水は、「信玄堤」を挟んで隣接する富士川の伏流水と推定された。溶存成分濃度が低く飲用には好ましい状態であったが、一部の井水に人為的成分の増加が観察され、今後の水質の変動に注意する必要があると考えられる。

稿を終るにあたり、試料採取を担当された、県環境衛生課、甲府・韭崎両保健所、双葉・竜王両町役場職員の方々に感謝します。

文 献

- 1) 日本薬学会：衛生試験法・注解 1990，金原出版
- 2) 厚生省令第56号，昭和53年8月31日
- 3) 温泉法：昭和23年7月10日，法律第125号
- 4) 山梨県土木部：山梨県河川図（1978）
- 5) 堤 充紀ら：山梨衛公研年報，27，25～37（1983）
- 6) 山梨県：山梨県の水資源と利用の現況（地下水），p. 70，（1965）
- 7) 山梨県，山梨県水資源調査委員会：山梨県の地下水資源，p. 35，（1974）

表2 双葉町と竜王町の井水の水質調査結果（平均値と標準偏差）

項目	双葉町 (n=55)	竜王町 (n=55)	富士川 (n=7)	塩川 (n=2)	単位
総溶解成分	117.7	118.8	117.7	118.8	mg/l
Ca	42.9	42.1	42.9	42.1	mg/l
Mg	27.9	27.1	27.9	27.1	mg/l
Na+K	30.1	30.0	30.1	30.0	mg/l
Cl	18.1	18.0	18.1	18.0	mg/l
SO ₄	19.1	19.0	19.1	19.0	mg/l
HCO ₃	16.5	16.6	16.5	16.6	mg/l
NO ₃	28.0	28.0	28.0	28.0	mg/l
NO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
Fe	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
Mn	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
Zn	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
銅	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
鉛	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
亜鉛	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
セシウム	0.0	0.0	0.0	0.0	Bq/l
ストロンチウム	0.0	0.0	0.0	0.0	Bq/l
カリウム	0.0	0.0	0.0	0.0	Bq/l
ラジウム	0.0	0.0	0.0	0.0	Bq/l
トリウム	0.0	0.0	0.0	0.0	Bq/l
ウラン	0.0	0.0	0.0	0.0	Bq/l
メタン	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
アンモニア	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
硝酸	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
硫酸	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
塩化	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
炭酸	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
有機炭素	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
有機窒素	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
有機リン	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
有機硫	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
有機塩素	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
有機水素	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
有機酸素	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
有機窒素	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
有機リン	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
有機硫	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
有機塩素	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
有機水素	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l
有機酸素	0.0	0.0	0.0	0.0	mg/l