

八ヶ岳南麓湧水群の水質

高橋照美 清水源治 小林規矩夫 堤 充紀

The water Quality of 28 Springs at the foot of Mt. Yatsugatake
in Yamanashi Pref.

Terumi TAKAHASHI, Genji SHIMIZU, Kikuo KOBAYASHI
and Mitsutoshi TSUTSUMI

八ヶ岳南麓は富士北麓の相模川沿いの地域と同様に湧水が多く、八ヶ岳南麓湧水群と呼ばれている。湧水群は東西10~15km, 標高800~2000mの比較的せまい範囲に分布しており、一部の湧水については既に調査を行ったが¹⁾、湧水群全体の水質調査は行われていない。そこで今回、八ヶ岳南麓で古くから伝承されてきた湧水を対象に1)個々の水質を明らかにすること、2)水質から各湧水の特徴を明らかにすること、を目的に調査を実施した。

調査方法

各湧水の名称と所在地、標高を表1に示した。採水は昭和62年10月11日から11月24日までの間に行い、水温な

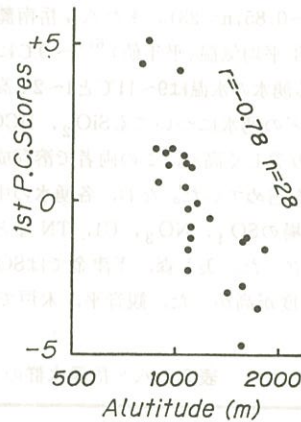
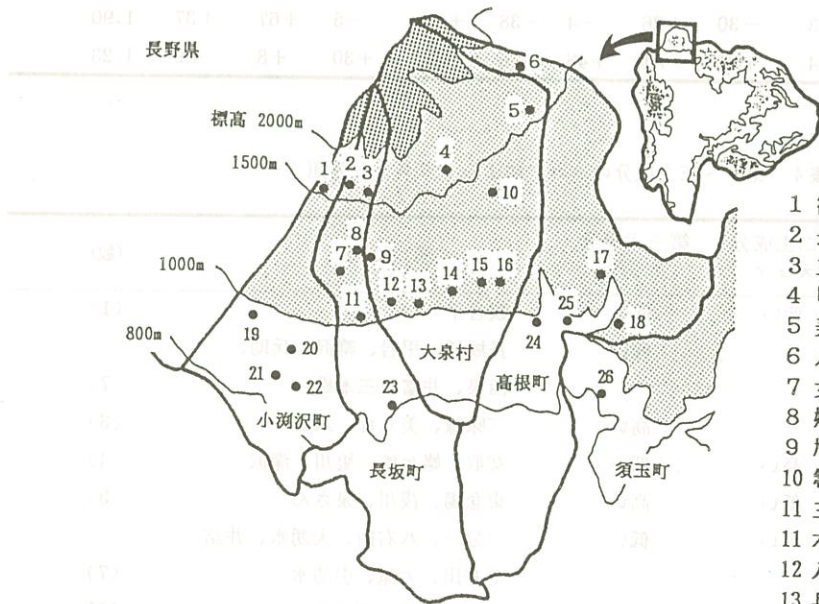


図2 湧水群の標高と第一主成分スコア



- | | |
|--------|--------|
| 1 観音平 | 14 大湧水 |
| 2 長坂延 | 15 井 富 |
| 3 三味線 | 16 三本松 |
| 4 甲 岩 | 17 東念場 |
| 5 美し森 | 18 浅 川 |
| 6 八 蔵 | 19 井 詰 |
| 7 女 取 | 20 平井出 |
| 8 姥ヶ懐 | 21 深 沢 |
| 9 鳩ヶ川 | 22 大 滝 |
| 10 帯 沢 | 23 横 針 |
| 11 三分一 | 24 泉さん |
| 11 木 戸 | 25 弘坊水 |
| 12 八右衛 | 26 下津金 |
| 13 兵 助 | |
| 13 西 泉 | |

図1 八ヶ岳南麓湧水群の位置と標高

ど15項目を測定した。測定方法は前報¹⁾にしたがった。標高は5分の1の地形図(国土地理院)から読みとった。なお表1に示した各湧水名は以下表2のように略記した。各湧水の位置は図1に示した。

結果と考察

1. 各湧水の水質測定結果

今回調査した湧水の数は28ヶ所であった。特に湧出量の少なかった湧水(1ℓ/秒以下)は、表1中で△印で示した。採水は湧出部を原則としたが、水道水源になっている地点では取水施設の越流水を採った。

各湧水の測定結果を表1,2に示した。湧出量の少ない△印を除いた湧水の水温は標高との間に強い負の相関関係がみられた($r = -0.85, n = 23$)。また八ヶ岳南麓の標高1000~1500mの年平均気温(平年値)⁶⁾7~9℃に対して、この標高にある湧水の水温は9~11℃と1~2℃高かった。溶存成分は、どの湧水についても SiO_2 、 HCO_3 の濃度が他の成分より著しく高く、この両者で溶存成分の62~85%(重量%)を占めていた。なお、各湧水の中では木戸、横針、東念場の SO_4 、 NO_3 、C1、TNなどの濃度が高いことが目立った。美し森、下津金では SO_4 が、泉さんではC1の濃度が高かった。観音平、木戸ではTP

の濃度が低かった。 NH_4 は全地点とも0.01mg/ℓ以下であった。

表1,2に全湧水の平均値と標準偏差を示した。幾何平均値(mg/ℓ)は、Ca 4.8, Na 3.0, SO_4 0.82, C1 0.83, HCO_3 25, SiO_2 35, TN 0.10, TP 0.052であり、これまでに県下で調査された河川源流域の表流水の水質¹⁻⁴⁾に較べて SO_4 の濃度が低く、 SiO_2 とTPが高かった。地点間の濃度分散を示す標準偏差はCaなどの金属成分や SiO_2 、 HCO_3 で小さく、 SO_4 、 NO_3 、TN、TPでは大きかった。各湧水の陽イオン、陰イオンに占める主要成分の当量比(%)は、Ca 39(平井出)~63(観音平)、Na 12(観音平)~40(平井出)、 HCO_3 57(木戸、横針)~96(西泉)の範囲にあった。

2. 主成分分析

水質測定結果を要約し、あわせて各湧水の特徴を知るために、Caなど10成分の測定値を対数に変換して相関行列を求め、主成分分析を行った。 NO_3 は、TNとの正の相関が特に強かったため($r = +0.94, n = 28$)、TNに代表させた。

結果を表3に示したが、第一主成分(固有値5.06)は固有ベクトル係数が全て正となり、湧水間の溶存成分濃度の相違を全般的に示していると考えられた。またそのス

表3 八ヶ岳湧水群の主成分分析結果

固有ベクトルの係数×100

	Ca	Mg	K	Na	SO_4	Cl	HCO_3	TN	TP	SiO_2	固有値
第一主成分	+37	+37	+26	+39	+31	+24	+34	+33	+9	+35	5.06
第二主成分	-32	-3	-30	+26	-4	-38	+11	-5	+67	+37	1.90
第三主成分	-19	-44	+28	+1	+48	-6	-48	+30	+8	+9	1.23

表4 第一~三主成分のスコアによるクラスター分類

群	第一主成分 スコア	第二主成分 スコア	第三主成分 スコア	湧水名	(数)
I	特に低い	低い	低い	観音平	(1)
II	低い	—	低い	長坂延、甲岩、箒沢、兵助、 西泉、井富、三本松	(7)
III	低い	—	高い	三味線、美し森、八蔵	(3)
IV	中程度	高い	低い	女取、姥ヶ懐、鳩川、深沢	(4)
V	高い	低い	高い	東念場、浅川、泉さん	(3)
VI	高い	高い	低い	三分一、八右衛、大湧水、井詰 平井出、大滝、引坊水	(7)
VII	特に高い	—	—	木戸、横針、下津金	(3)

— : 高い~低いを含む

コは標高との間に負の相関がみられ($r=-0.78$, $n=28$), 標高が高い地点ほど溶存成分濃度が低くなる傾向を示していた(図2)。これは標高の増加に伴ってかん養から湧出までの流出経路が短くなること, 溶存成分の溶解度が地中温度の影響を受けること, 等を総合的に表わしていると考えられた。スコアは観音平が特に低く, 横針, 下津金, 木戸が高かった(図3)。

第二主成分(固有値1.90)は, SiO_2 と TP, Na が正の大きな係数をもっており, TP の係数は特に大きかった。

湧水の特徴の一つは SiO_2 , P などの地質由来の成分濃度が表流水より高いことであるが, ハヶ岳では基盤の安山岩からの Na の溶出もその特徴である¹⁾。よって第二主成分は水質が表流水に近いが, 地下水としての性格が強いかを示しており, TP がその指標成分になっていると考えられた。スコアは, 木戸, 横針, 美し森を除く標高1500m以下の小淵沢町, 長坂町, 大泉村の全湧水で高い値になり, 標高の高い観音平, 長坂延と TP 濃度の低い木戸, Cl 濃度の高い泉さんではスコアが特に低かつ

表1 ハヶ岳南麓湧水群の概要

単位: 標高m, 水温 $^{\circ}\text{C}$, EC $\mu\text{S}/\text{cm}$, SiO_2 mg/ℓ

地点No	湧水名	所在地	標高	採水月日	水温	EC	pH	SiO_2
1	観音平延命水	小淵沢町	1530	10.11	9.4	34	7.58	24
2	△ 長坂延命水	長坂町	1800	10.18	10.1	49	6.90	26
3	三味線(しゃみせん)滝	長坂町	1550	10.18	8.5	36	7.32	30
4	甲岩(かぶといわ)湧水	大泉村	1560	11.20	9.8	48	7.40	31
5	美し森水源	大泉村	1580	11.24	8.0	50	7.34	31
6	八蔵(やぞう)湧水	高根町	1720	11.24	7.9	32	7.30	30
7	女取(めとり)湧水	長坂町	1140	10.18	9.2	45	7.46	37
8	姥ヶ懐(うばっそこ)	長坂町	1250	11.15	8.5	42	7.45	36
9	鳩川出口	大泉村	1240	11.15	8.5	43	7.45	36
10	箒沢(ほうきさわ)	大泉村	1400	11.24	8.6	39	7.42	28

11	三分一(さんぶいち)	長坂町	1035	10.11	10.0	62	7.51	40
11	木戸之川	長坂町	1030	10.11	11.1	101	6.60	31
12	八右衛門(やえもん)出口	大泉村	1050	10.11	10.1	54	7.55	36
13	△ 兵助(へいすけ)出口	大泉村	1070	11.20	10.3	39	7.43	32
13	西泉湧水	大泉村	1065	11.20	10.3	43	7.44	34
14	大湧水(おおわきみず)	大泉村	1080	11.20	10.1	56	7.52	41
15	井富(いとみ)湧水	大泉村	1090	11.20	10.0	44	7.45	33
16	△ 三本松湧水	大泉村	1100	11.20	9.9	45	7.45	33
17	東念場湧水	高根町	1085	11.24	10.3	57	7.55	36
18	浅川湧水	高根町	1080	11.24	9.6	52	7.51	33

19	井詰(いづみ)湧水	小淵沢町	970	10.11	11.1	59	7.47	40
20	平井出湧水	小淵沢町	950	10.11	11.5	59	7.51	41
21	深沢湧水	小淵沢町	880	10.11	10.9	51	7.53	39
22	大滝湧水	小淵沢町	860	10.11	11.4	58	7.43	41
23	△ 横針湧水	長坂町	840	11.15	12.0	100	7.23	50
24	泉(いずみ)さん	高根町	960	11.24	10.6	67	7.42	37
25	弘坊水(こうぼうすい)	高根町	930	11.24	10.9	57	7.46	43
26	△ 下津金湧水	須玉町	800	11.24	11.2	103	7.32	41

	(幾何平均値)		1140		9.9	52	7.39	35
	(標準偏差)		1.25		1.12	1.35	0.20	1.18

pH:算術平均値 △:湧水量 $\leq 1 \ell/\text{秒}$

た(図3)。

第三主成分(固有値1.23)は、 SO_4 、 $TN(NO_3)$ が正、 Ca 、 Mg 、 HCO_3 が負の大きな係数を持ち、各湧水のイオン組成の相違を示していると考えられた。図4にキーマイナグラムを示した。今回調査した湧水は全てCarbonate hardnessタイプに分類され、第三成分のスコアが低い湧水(観音平、三分一、平井出など)は HCO_3 の比率が高かった。またスコアの高い湧水は美し森、八蔵、東念場など主に川俣川溶岩流(甲岩と美し森の中間点から

弘坊水の方向に延びる溶岩流⁷⁾を境に東側の高根町に分布する湧水を含んでいた。

3. 湧水群の分類

八ヶ岳南麓湧水群へのかん養は降水によっているが、その標高が高いことから降水成分の濃度は低いと考えられ⁹⁾、湧水成分は湧出までの地下環境(地温、地質、湧出までの経路と時間、降水成分以外の地表からの負荷など)を反映していると考えられる。地下環境は主に湧水成分の全般的な濃度の相違(第一主成分)やTP濃度の相

表2 八ヶ岳南麓湧水群の水質

単位:mg/ℓ

No	湧水名	Ca	Mg	K	Na	SO_4	NO_3	Cl	HCO_3	TN	TP
1	観音平	4.1	0.5	1.5	0.9	0.09	0.03	0.96	18	≤0.01	0.006
2	長坂延	5.1	1.0	1.0	2.5	0.48	0.02	1.08	26	≤0.01	0.032
3	三味線	3.2	0.5	1.1	2.7	1.18	0.62	0.50	18	0.14	0.068
4	甲岩	5.1	1.0	1.0	2.5	0.45	0.08	0.89	26	≤0.01	0.040
5	美し森	5.1	0.5	1.1	2.3	4.1	0.73	0.37	20	0.15	0.031
6	八蔵	3.4	0.3	1.0	2.0	0.63	0.26	0.45	16	0.06	0.029
7	女取	4.0	0.9	1.3	3.1	0.70	0.52	0.54	24	0.12	0.085
8	姥ヶ懐	3.9	0.7	1.3	2.8	1.01	0.54	0.54	23	0.10	0.097
9	鳩川	3.9	0.7	1.3	2.9	1.02	0.59	0.52	23	0.09	0.097
10	箒沢	3.6	0.9	0.4	2.0	0.26	0.26	0.90	20	0.06	0.049
11	三分一	5.6	1.4	1.4	3.7	0.56	0.40	0.57	34	0.09	0.075
11	木戸	9.4	2.0	2.5	4.2	5.1	11.1	3.0	30	2.7	0.008
12	八右衛	5.1	1.3	1.1	3.4	0.43	0.31	0.47	30	0.07	0.077
13	兵助	3.2	0.7	0.8	2.5	0.29	0.09	0.70	20	0.05	0.071
13	西泉	4.0	1.0	0.9	2.6	0.18	0.04	0.49	25	0.02	0.080
14	大湧水	5.1	1.2	1.2	3.3	0.93	0.54	0.64	30	0.13	0.089
15	井富	4.0	1.1	1.0	2.4	0.27	0.14	0.62	24	0.06	0.071
16	三木松	4.2	1.0	1.0	2.4	0.41	0.36	0.71	24	0.10	0.066
17	東念場	5.1	0.9	1.1	3.4	4.1	2.2	1.33	21	0.50	0.053
18	浅川	5.2	0.9	1.1	3.0	0.83	0.56	0.49	27	0.12	0.021
19	井詰	4.6	1.2	1.3	4.5	1.30	1.06	1.05	29	0.24	0.072
20	平井出	4.4	1.1	1.1	5.1	0.71	0.34	0.71	32	0.08	0.098
21	深沢	4.0	0.9	1.1	4.3	1.98	0.36	0.63	26	0.09	0.087
22	大滝	4.8	1.1	1.3	4.2	1.26	0.71	1.17	30	0.16	0.083
23	横針	8.5	1.8	2.1	4.9	9.9	5.2	2.3	29	1.28	0.098
24	泉さん	6.0	1.4	1.2	3.2	0.38	3.1	6.1	22	0.72	0.054
25	弘坊水	5.2	1.0	1.3	3.6	0.59	1.5	1.27	30	0.35	0.054
26	下津金	9.6	2.3	1.1	5.8	2.6	0.10	1.05	56	0.16	0.037
	(幾何平均値)	4.8	1.0	1.2	3.0	0.82	0.40	0.83	25	0.10	0.052
	(標準偏差)	1.33	1.55	1.36	1.45	2.91	4.34	1.87	1.28	4.33	2.03

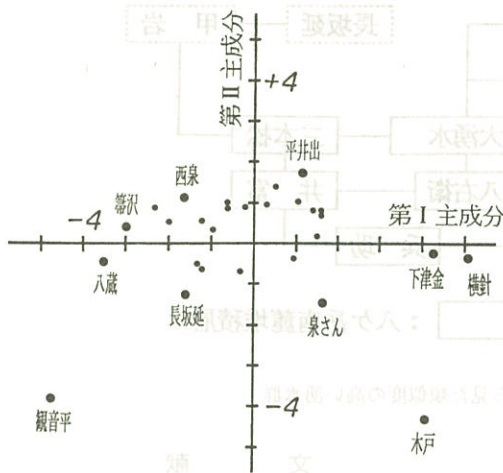


図3 湧水群の第一、第二主成分のスコア散布図

違(第二主成分)となって現れた。そこで各湧水の第一～第三主成分のスコアを用いてクラスター分析(Ward法)を行い、各湧水を分類した。

結果を表4に示したが、28の湧水は各主成分の特徴によって7つのクラスターに分類できた。クラスターはII群(7ヶ所)とVI群(7ヶ所)が大きかった。この2つにIV群(4ヶ所)を加えた18の湧水は主に第一主成分スコアによって分類されており、第二、第三主成分スコアには大きな差異がなかった。またII群、IV群、VI群は湧出までの地質がよく似ていることから、湧出までに要する時間(湧出までの経路の長短)だけが異なると考えられた。なおI、III、V群は大クラスターを形成した湧水とは地下環境が異なっていると考えられた。

4. 八ヶ岳南麓の地質

八ヶ岳南麓では古八ヶ岳期の安山岩(権現岳集塊岩)が広い面積を占めているが、前述した川俣川溶岩流などの溶岩流に加えて八ヶ岳南麓堆積層(扇状地堆積層、ローム層、葦崎泥流層)も分布している⁷⁾。地質図上では標高1200m以上の湧水は権現岳集塊岩層に分類され、横針と下津金は葦崎泥流層に、浅川は八ヶ岳より古い時代の水ヶ森火砕岩層に各々分類される。他の湧水は全て葦崎泥流層を除いた八ヶ岳南麓堆積層に分類されるが、川俣川溶岩流以东に分布する美し森、八蔵、東念場は新八ヶ岳期の赤岳溶岩の下方に位置している。

これら地質による分類は主成分分析のスコアの相違やクラスター分析による分類によく一致していたが、権現岳集塊岩と八ヶ岳南麓堆積層(葦崎泥流層を除く)との相違は必ずしも水質からの分類に一致しなかった。これは該当する湧水(女取、大湧水など)が2つの地質の境界線付近に湧出することに起因していると考えられた。



図4 湧水群のキーダイアグラム

5. 濃度比相関マトリックス

個々の湧水間の関係、特に大クラスターを形成した権現岳集塊岩、八ヶ岳南麓堆積層上の湧水間の関係を知るために、主成分分析と同じCaなど10成分の測定値を用いて濃度比相関マトリックスを作成し、類似度の高い湧水を検索した。判定基準には、一般的なM=1.3を用い、危険率0.1の判定を行った⁸⁾。

類似度の高い湧水を線で結んで図5に示した。水質が他の湧水に類似したのは、権現岳集塊岩と八ヶ岳南麓堆積層(葦崎泥流層を除く)の17の湧水群であった。最も類似度が強かったのは姥ヶ懐と鳩川で、位置が近く各成分の濃度も似ていることから同じ水脈の地下水が2ヶ所に分かれて湧出したと考えられる。この2つの水質は上方の三味線に類似し、下方の女取、大湧水にも類似していた。また大湧水の水質は三本松、井富、八右衛門と相互に類似し、各々隣接する湧水に類似していた。なお水質が類似した湧水の分布状況は地理的な位置関係をよく反映しており、各湧水が標高の高い三味線、甲岩から標高の低い深沢まで徐々に濃度を増加させながら湧出する様子をうかがうことができた。

謝 辞

本調査にあたり、各湧水への案内および採水の便宜を図っていただいた関係町村役場の諸氏に深謝します。

ま と め

昭和62年10月11日から11月24日までの間に八ヶ岳南麓の28の湧水についてその水質を調査した。

1. 平均値(mg/l)はCa 4.8, Na 3.0, SO₄ 0.82, Cl

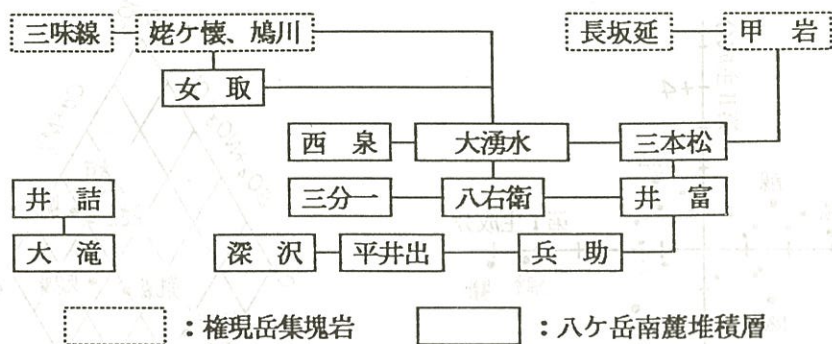


図5 濃度比相関マトリックスから見た類似度の高い湧水群

0.83, TN 0.10, TP 0.052であった。標準偏差はCaなどの金属成分や HCO_3^- , SiO_2 で小さく, SO_4 , NO_3^- , TN, TPでは大きかった。

2. Caなど10成分の測定値を用いて主成分分析を行ったところ, 各湧水の第一主成分のスコアは標高に対して負の相関があった。

3. 各湧水の第一～第三主成分のスコアを用いてクラスター分類したところ, 権現岳集塊岩, 八ヶ岳堆積層上に大クラスターが形成された。

4. 各湧水の位置を地質図に照合したところ, 小クラスターに分類された湧水は水ヶ森火砕岩層など異なる地質に分布していた。

5. Caなど10成分の測定値を用いて濃度比相関マトリックスを作成したところ, 権現岳集塊岩, 八ヶ岳堆積層上の湧水間に類似性がみられた。

文 献

- 1) 高橋照美, 清水源治, 堤 充紀:山梨衛公研年報30, 46~49 (1986)
- 2) 小林規矩夫ら:未発表
- 3) 鷹野茂夫ら:山梨衛公研年報 28, 40~46 (1984)
- 4) 堤 充紀ら:山梨衛公研年報 27, 25~37 (1983)
- 5) 山本莊毅:陸水, 25~28, 共立出版 (昭和43年)
- 6) 甲府地方气象台:山梨県気象平年値表, 昭和57年度版 (1982)
- 7) 山梨県:山梨県地質誌 (昭和45年)
- 8) 日本地球化学会編:水汚染の機構と解析 53~83, 産業図書 (昭和53年)
- 9) 関東地方公害対策推進本部大気汚染部会:昭和62年度湿性大気汚染調査報告書 (昭和63年)