

八ヶ岳南麓湧水群の水質(Ⅱ)

清水 源治, 江頭 恭子, 植松 本*1, 澤谷 滋子*1

The water quality of the springs at the foot of Mt.Yatsu in Pref.Yamanashi (Ⅱ)

Genji SHIMIZU, Kyoko EGASHIRA, Hazime UEMATSU and Shigeko SAWAYA

キーワード：湧水, 水質変化, 八ヶ岳南麓, 山梨県

八ヶ岳南麓には標高800～1300m(1100m帯)と1600m付近(1600m帯)に多くの湧水が存在する。この湧水群については多くの調査が行われ、これまでに、夏期に降水量の多い東斜面が主たる涵養源になっていること¹⁾、地表が凍結する冬期は降水が浸透しないこと²⁾、基盤の湖成層が西側に傾いているため地下水は北東から南西に流れること³⁾、また火山性堆積物の斜面であるため滞留時間が短いこと⁴⁾等が明らかにされている。

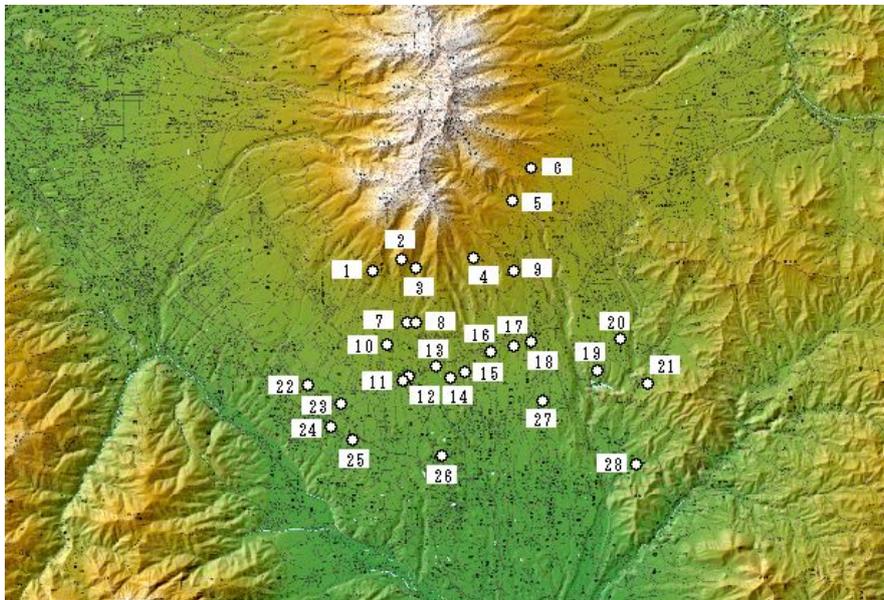
このように水文学的には多くのことがわかったが、水質の経年変化については調査例がなかった。そこで今回はその変化の有無を知るために、先例^{5,6)}

をもとに追跡調査を行った。なお、本調査は地域活性化事業の一環で長坂町(現 北杜市)が主体となっ
て行われた。

調査方法

1. 水質調査

平成13年12月～14年2月(冬)に、図1に示した湧水のうち採水が可能であった26地点(図中、2と5が欠測)についてEC(電気伝導率)など12項目を常法により測定した。水温は、23地点でこの時期と14年7～8月(夏)に15分間隔で24時間測定した。



- | | | | | | | |
|---------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 1 観音平 | 2 延命水 | 3 三味線滝 | 4 甲 岩 | 5 美し森 | 6 八 蔵 | 7 姥ヶ懐 |
| 8 鳩川出口 | 9 箒 沢 | 10 女 取 | 11 木戸之川 | 12 三分一 | 13 八右衛門 | 14 西 泉 |
| 15 兵助出口 | 16 大湧水 | 17 井 富 | 18 三本松 | 19 弘法水 | 20 東念場 | 21 浅 川 |
| 22 井 詰 | 23 平井出 | 24 深 沢 | 25 大 滝 | 26 横 針 | 27 泉さん | 28 下津金 |

図1 八ヶ岳南麓湧水群の各湧水の位置

*1 長坂町(現, 北杜市役所)

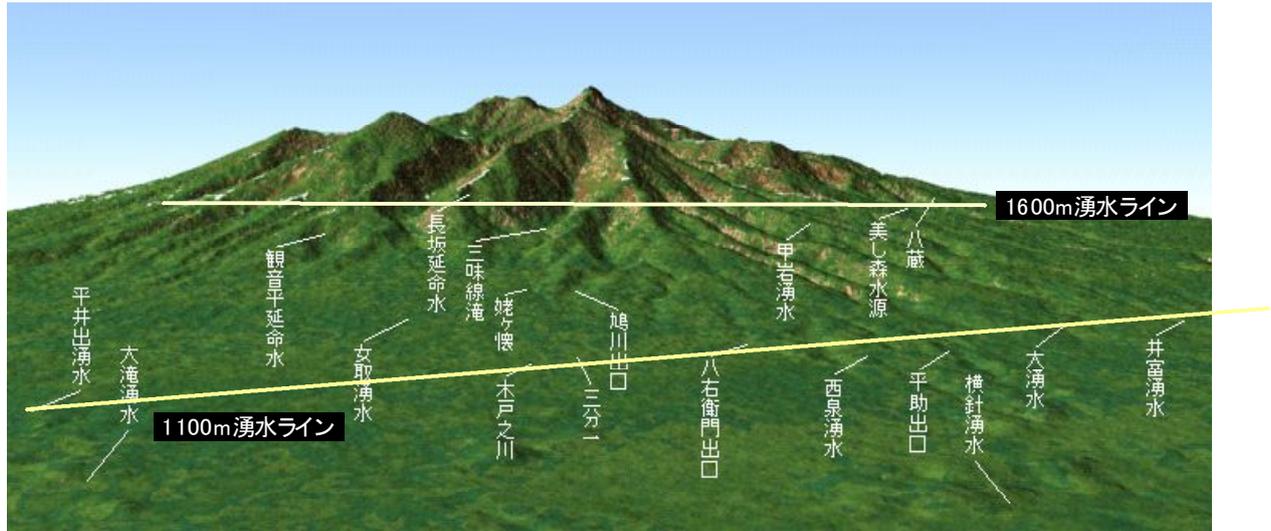


図2 南側(山梨県側)から見た標高1600m帯(上)と1100m帯(下)の湧水群

表1 湧水群の水質 (2002年冬)

St	地点名	湧出高度	水温 (差)		EC	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	TP	SiO ₂
1	観音平	1540	7.3	2.7	3.4	7.8	3.9	0.3	1.1	2.2	0.3	0.0	0.8	19	0.011	22
2	延命水	1810	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	三味線滝	1570	6.6	5.3	4.0	7.6	3.6	0.7	1.1	3.4	1.5	1.0	0.5	24	0.068	30
4	甲 岩	1580	-	-	3.8	7.5	4.0	0.8	1.0	2.1	0.8	0.7	0.6	21	0.056	26
5	美し森	1650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	八 蔵	1710	6.5	0.7	5.3	7.8	6.5	0.7	1.2	3.0	4.6	0.9	0.4	25	0.033	31
7	姥ヶ懐	1250	-	-	4.6	7.8	4.4	1.0	1.2	3.1	1.2	1.0	0.6	26	0.092	35
8	鳩川出口	1240	7.8	0.2	4.6	7.7	4.2	1.0	1.2	3.1	1.2	0.9	0.6	25	0.090	34
9	箒 沢	1400	-	-	4.4	7.3	4.4	1.3	0.4	2.3	0.4	0.9	1.1	22	0.063	24
10	女 取	1140	8.4	0.0	5.1	7.7	4.8	1.2	1.4	3.4	1.0	1.0	0.6	30	0.082	37
11	木戸之川	1020	11.3	0.4	14.5	6.8	14.1	3.3	3.4	6.1	11.5	23.8	6.4	35	0.005	30
12	三分一	1030	9.5	0.1	6.6	7.6	6.5	1.8	1.5	3.7	0.8	1.2	1.1	37	0.074	40
13	八右衛門	1050	10.1	0.1	6.5	7.8	6.6	2.1	1.3	3.4	0.6	1.0	1.6	37	0.067	35
14	西 泉	1020	10.4	2.8	10.8	7.6	11.2	4.8	0.7	3.4	0.3	1.8	1.0	58	0.006	28
15	兵助出口	1020	10.5	0.1	4.3	8.3	4.2	1.1	0.8	2.8	0.4	0.3	0.6	22	0.087	30
16	大湧水	1080	10.0	-0.1	6.1	7.8	5.6	1.9	1.2	3.8	1.2	1.2	0.9	34	0.104	38
17	井 富	1080	10.0	0.0	4.7	7.8	4.3	1.5	0.9	2.6	0.4	0.4	0.7	28	0.084	31
18	三本松	1110	9.6	0.4	5.1	8.1	4.9	1.6	1.1	2.8	0.6	0.8	1.0	29	0.082	30
19	弘法水	1010	10.8	-0.1	10.7	7.4	11.3	3.3	1.7	5.1	1.5	8.7	5.0	45	0.047	40
20	東念場	1080	9.5	0.1	7.3	8.0	7.9	1.6	1.2	4.0	4.3	4.9	3.0	27	0.055	35
21	浅 川	1060	11.2	0.7	5.4	7.8	6.2	1.3	1.0	3.0	1.0	1.1	0.6	30	0.023	32
22	井 詰	950	10.4	1.2	7.4	7.6	6.4	2.0	1.5	5.4	1.6	2.5	2.3	36	0.080	45
23	平井出	950	11.6	0.1	7.1	7.6	5.4	1.7	1.3	6.9	4.2	1.1	1.6	35	0.100	48
24	深 沢	860	12.1	0.1	9.9	7.3	8.1	2.5	1.7	7.8	4.3	4.0	6.2	38	0.078	48
25	大 滝	860	11.2	0.2	6.8	7.7	6.0	1.6	1.5	4.7	1.6	2.2	2.9	31	0.070	41
26	横 針	800	13.6	7.2	15.2	7.5	13.3	6.6	1.7	7.4	4.5	6.1	6.1	73	0.052	43
27	泉さん	940	11.7	1.1	7.7	7.6	6.6	2.2	1.5	4.6	0.6	11.4	2.4	28	0.070	43
28	下津金	790	15.2	0.6	16.2	7.6	16.6	6.0	2.5	6.9	5.4	11.4	4.8	72	0.055	51

(差): 夏, 冬の水温の平均値の差

単位 高度:m, 水温:℃, EC:mS/m, Ca²⁺~SiO₂:mg/l

表2 1987年秋と2002年冬の湧水群の水質

	1987年秋			2002年冬			平均値の比 2002年冬/1987年秋
	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	
EC	5.5	10.3	3.4	7.2	16.2	3.4	1.3
pH	7.4	7.6	6.6	7.6	8.3	6.8	1.0
Ca ²⁺	5.0	9.6	3.2	7.0	16.6	3.6	1.4
Mg ²⁺	1.1	2.3	0.3	2.1	6.6	0.3	1.9
K ⁺	1.2	2.5	0.4	1.4	3.4	0.4	1.1
Na ⁺	3.3	5.8	0.9	4.1	7.8	2.1	1.3
SO ₄ ²⁻	1.4	9.9	0.0	2.1	11.5	0.3	1.5
NO ₃ ⁻	1.2	11.1	0.0	3.5	23.8	0.0	2.9
Cl ⁻	1.1	6.1	0.4	2.1	6.4	0.4	1.9
HCO ₃ ⁻	26	56	16	34	73	19	1.3
TP	0.064	0.098	0.006	0.065	0.104	0.006	1.0
SiO ₂ ⁻	36	50	24	36	51	22	1.0

単位 EC:mS/m, Ca~SiO₂:mg/l

2. 測定値の比較

この冬の測定値(以下、2002年冬)を、15年前の昭和62年10~11月の値(同1987年秋)⁵⁾と比較した。また、水温から各湧水の平均涵養高度を推定した。これらから、湧水の保全状況の指標となる測定項目を抽出した。

結果および考察

1. 2002年冬の水質

表1に、各湧水のCa²⁺~HCO₃⁻とTP(全リン)、SiO₂(溶性ケイ酸)の濃度を示した。これらの値から相関行列を求め主成分分析を行った。その結果、第一主成分(寄与率62%)はCa²⁺やHCO₃⁻など易溶性成分の湧水間の差異を示し、このスコアとECの間には強い正の相関関係(r=0.98, n=26)がみられた。また第二主成分(寄与率17%)は湧水間のTPやSiO₂の差異を示していた。

これらは1987年秋の調査結果と同一であり、第一主成分は各湧水に対する地表等からの溶存成分の影響を、第二主成分は滞留時間など地下の環境を反映していると考えられた。図1中、1(観音平)~6(八蔵)までの1600m湧水帯(図2上)では、第一主成分スコア、第二主成分スコアがともに小さかった。また7(姥ヶ懐)~25(大滝)までの1100m湧水帯では湧出高度が下がる西側の湧水(図2下)ほど第二主成分スコアが大きかった。標高の低い26(横針)~28(下津金)では第一主成分スコアが特に大きかった。このように今回の水質測定結果からも、地下水が標高の高い側から低い側に(北から南に)流下したり、西に向かう様子を知ることができた。

2. 平均値の比較

表2に、1987年秋と2002年冬の各成分の濃度平均値などを示した。この平均値の2002年冬/1987年秋の値は1.0~2.9の範囲にあり、多くの成分で2002年冬の濃度が1987年秋を上回った。中でもNO₃⁻は約3倍、Mg²⁺やCl⁻は約2倍に増加しており、この15年間にこれらが指標となる汚濁負荷が増大していた。しかし、TPとSiO₂にはこの値は1.0と変化がなく、地下での環境に変化はなかった。

溶存成分の多寡の指標であるECは2002年冬/1987年秋の値が1.3と増した。そこで1987年秋から2002年冬への変化をlog(2002年冬/1987年秋)の値に換算し、ECとの関係を求めた。図2に、硬度に関するCa²⁺や人為汚濁の指標となるNO₃⁻を示したが、両者はともにECとの相関が見られた。このことは地表からの負荷の増減による水質変化はECの変化の有無を監視すれば確かめられることを示唆した。

3. 水温の変化

湧水の湧出量が安定していれば、その水温はほぼ一定である⁵⁾。今回測定した水温(冬と夏の平均値)を表1に示した。

ここで日平均値は、夏が6.9~17.3℃(平均10.9℃)、冬が4.0~14.9℃(同9.7℃)となり、夏がやや高かった。夏冬の平均値の差を表1中に示したが、この差は23地点中18地点で1.0℃以下(うち12湧水は0.2℃以下)であった。また夏冬ともに日偏差(日最高値と日最低値の差)は19地点で0.5℃以下と小さく、気温の影響を直ちに受ける湧水は少なかった。

なお2つの地点で夏冬の差が5.0℃を超えたが、3(三味線滝)は湧水口に近づけない地形にあり水温を

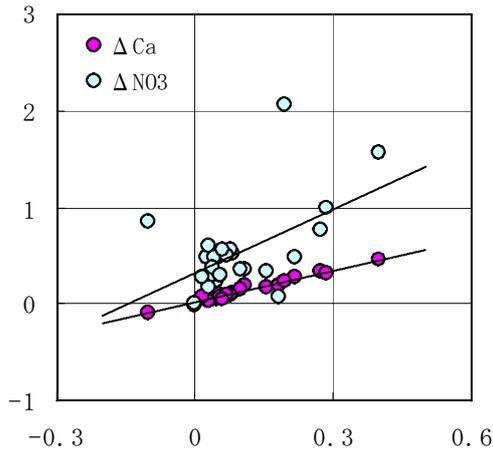


図3 ECの変化とCa, NO₃⁻の濃度変化の関係
(変化: log(2002年冬/1987年秋))

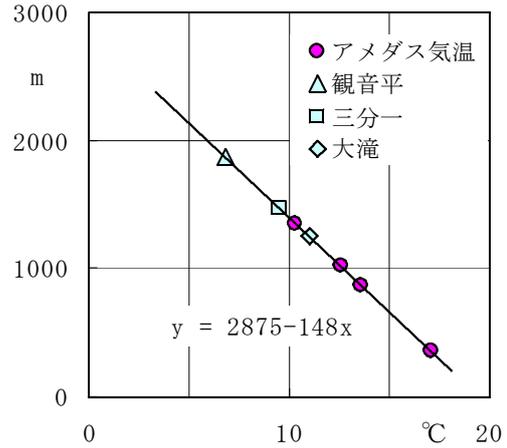


図4 標高と気温の回帰直線とそこにプロットした湧水温 (観音平, 女取, 三分一, 大滝)

表3 水温から求めた湧水の分類とNO₃⁻濃度

湧出位置	涵養域	St	地点名	湧出高度 (m)	平均涵養 高度 (m)	高度差 (m)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	
							1997年秋	2002年冬
1600m帯	1600m より上	6	八蔵	1710	1910	200	0.3	0.6
		3	三味線滝	1570	1900	330		
		1	観音平	1540	1800	260		
1100m帯	1600mを またぐ	8	鳩川出口	1240	1710	470	0.6	1.6
		10	女取	1140	1630	490		
		12	三分一	1030	1470	440		
		20	東念場	1080	1470	390		
		18	三本松	1110	1450	340		
		17	井富	1080	1400	320		
		16	大湧水	1080	1400	320		
		13	八右衛門	1050	1380	330		
		14	西泉	1020	1340	320		
		22	井詰	950	1340	390		
	1600m より下	15	兵助出口	1020	1320	300	2.2	6.9
		19	弘法水	1010	1280	270		
		21	浅川	1060	1220	160		
		25	大滝	860	1220	360		
11		木戸之川	1020	1200	180			
23		平井出	950	1160	210			
1100m より下	27	泉さん	940	1140	200	2.7	8.8	
	24	深沢	860	1080	220			
	1100m より下	26	横針	800	860	60	2.7	8.8
		28	下津金	790	-	-		

下流で測定したため昼夜の水温差が大きく河川の性格を帯びた。26(横針)は、湧水池の貯水量に較べて湧水量が少ないため、日変化は緩やかだったが夏冬に差を生じて湖沼の性格を帯びた。

4. 涵養域の推定

湧水の涵養域(浸透域)を知ることは、その水質を

保全するうえで特に重要である。この涵養域は水素の同位体濃度¹⁾や湧水量²⁾から推定できるが、より簡便な方法に水温と気温から推定する方法⁴⁾がある。これは、活火山以外の地域では涵養域の平均気温が地下水温にそのまま反映することをを用いる。

そこで、近傍の気象観測所(野辺山:標高1350m, 原村:同1017m, 大泉:同867m, 葦崎:同351m)の平年値⁷⁾か

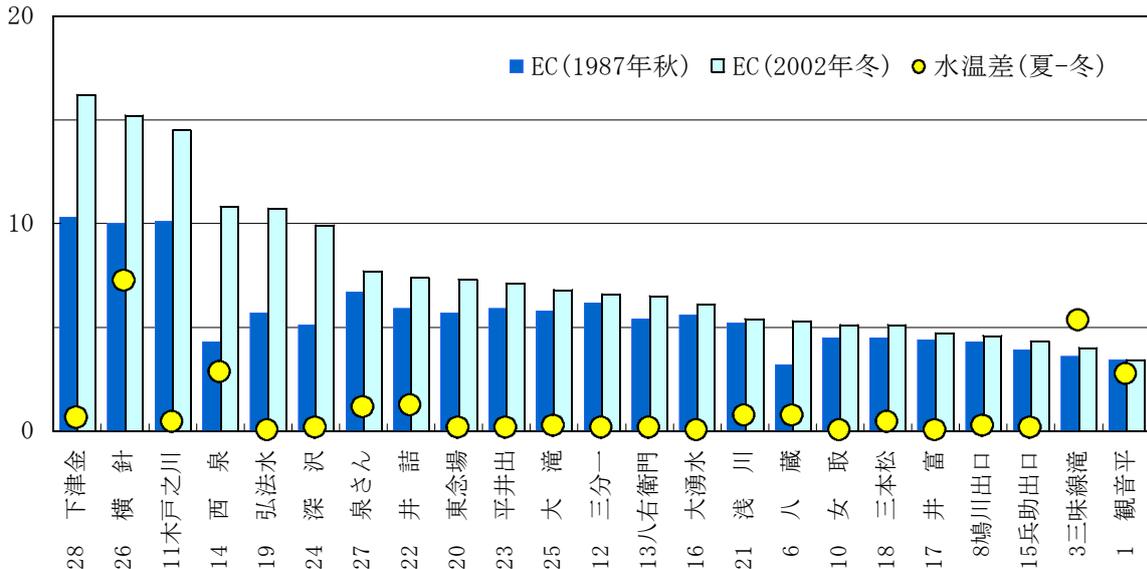


図5 各湧水のEC(mS/cm)と夏冬の水温差(°C)

ら、凍結によって地下水が涵養されない期間(12~2月)を除いた気温の平均値(x)を求めた。この値と標高(y)から回帰直線 $y=2875-148x$ を得て(図4)、これと水温(夏冬の平均値)から得られる標高を平均涵養高度とした。表3にこの高度を示したが、この値は他の推定方法^{1,4)}によく一致した。

ここで、湧出高度と平均涵養高度までの差の2倍の値に湧出高度を加えた値がほぼ涵養域上限になるが、この上限は2000mを超える湧水(涵養域が1600m帯をまたぐ湧水)、約1600mになる湧水(涵養域が1600m以下の湧水)、これらより明らかに低い湧水に区分できた。またこれらのNO₃⁻の濃度上昇は涵養域が上方に広がる群ほど小さかった(表3)。

また、同じ湧出高度であっても涵養域の広さは異なることがあった。11(木戸之川:湧出量は少ない)と12(三分一:同多い)の場合、両者は東西に約300mと近接するがその湧出高度~平均涵養高度は、前者の1020~1210mに較べて、後者は1030~1480mと広く、これが湧出量の差になっていると考えられた。

このように水温は地下環境だけではなく、湧出状況や平均涵養域の位置を示す指標になると考えられた。よって、水質保全を目的に監視を続ける場合、水温の測定もECと同様に重要であると考えられた。

なお、図5に1987年秋と2002年冬のECを示したが、28(下津金)から24(深沢)までの6つの湧水はこの15年間で明らかに負荷が増えており、水質の保全状況は良好とはいえなかった。また14(西泉)では2002年の夏と冬の水温(日平均値)に差が生じており、湧出量の減少が疑われた。

まとめ

八ヶ岳南麓の26湧水の水質を15年前の結果と比較した。その結果、次のことが明らかになった。

- 1) 地下環境の指標となるSiO₂やTP、水温には変化はなかった。他方、地表負荷の指標となるCa²⁺やNO₃⁻の濃度は高くなり、ECの値も大きくなった。
- 2) 湧水の涵養域を水温から推定したが、涵養域が上方に広がる湧水はNO₃⁻等の濃度上昇が少なかった。また夏冬で水温差が生じる地点があった。
- 3) これらのことから、湧水の水質保全状況にはECを、涵養域の保全状況には水温を監視していけばよいことがわかった。

引用文献

- 1) 風早康平：八ヶ岳の湧水および地下水の安定同位体組成，1993年度日本水文学会学術大会講演予稿集，9~10(1993)
- 2) 鈴木裕一：八ヶ岳の湧水および地下水の水温，同上，3~6(1993)
- 3) 熊井久雄：URBAN KUBOTA NO. 33, 40-47(1994)
- 4) 垣内正久ら：八ヶ岳の湧水および地下水のトリチウム濃度，同上，11~12(1993)
- 5) 高橋照美ら：県内の「名水」の水質について，山梨衛公研年報 30, 46~49(1986)
- 6) 高橋照美ら：八ヶ岳南麓湧水群の水質，山梨衛公研年報 31, 49~54(1987)
- 7) 気象庁：平年値(1971~2000年), CD-ROM (2001)