

## 1 はじめに

北杜市小淵沢町は、多くの湧水地点が存在することが古くから知られており、平成 2 年よりそれら湧水の水質調査を行ってきた。

山梨県においては白州・尾白川、八ヶ岳南麓高原湧水群、忍野八海の 3 件が「名水百選」に選定され、これを受け山梨県衛生公害研究所では、昭和 61 年及び昭和 62 年にこれらの水質とその特徴について調査している<sup>1), 2)</sup>(昭和 59 年 7 月に環境庁は全国規模で「名水」調査を実施し、全国 784 件の中から「名水百選」を選定した)。

今年度は井詰湧水、根山湧水、深沢湧水、大滝湧水及び観音平延命水の 5 地点について水質調査を行い、それらの推移等を考察したので報告する。

## 2 調査内容

(1) 調査日 平成 21 年 9 月 4 日(金) 天気: 曇

(2) 調査地点

- ①井詰湧水(B-3)
- ②根山湧水(B-5)
- ③深沢湧水(B-9)
- ④大滝湧水(B-10)
- ⑤観音平延命水(B-12)

(3) 調査項目

- ①井詰湧水 ②根山湧水 ③深沢湧水 ⑤観音平延命水… 1~41 ④大滝湧水… 1~46

\*1~19 は人の健康に関する項目、20~39 は水の性状に関する項目、40~46 はその他の項目

1	一般細菌	16	ジクロロメタン	32	非イオン界面活性剤
2	大腸菌	17	テトラクロロエチレン	33	フェノール類
3	カドミウム及びその化合物	18	トリクロロエチレン	34	有機物(全有機炭素 TOC の量)
4	水銀及びその化合物	19	ベンゼン	35	pH 値
5	セレン及びその化合物	20	亜鉛及びその化合物	36	味
6	鉛及びその化合物	21	アルミニウム及びその化合物	37	臭氣
7	ヒ素及びその化合物	22	鉄及びその化合物	38	色度
8	六価クロム化合物	23	銅及びその化合物	39	濁度
9	シアン化物イオン及び塩化シアン	24	ナトリウム及びその化合物	40	電気伝導率
10	硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	25	マンガン及びその化合物	41	流量
11	フッ素及びその化合物	26	塩化物イオン	42	カルシウム
12	ホウ素及びその化合物	27	カルシウム、マグネシウム等(硬度)	43	マグネシウム
13	四塩化炭素	28	蒸発残留物	44	カリウム
14	1,4-ジオキサン	29	陰イオン界面活性剤	45	溶性ケイ酸
15	シス-1,2-ジクロロエチレン及び トランス-1,2-ジクロロエチレン	30	ジェオスミン	46	硫酸イオン
		31	2-メチルイソボルネオール		

### 3 結果と考察(各湧水の今年度の結果と経時的変化)

#### ①井詰湧水

人の健康に関する項目である大腸菌が検出され、一般細菌(基準値 100 個/mL 以下)も基準値以下であるが検出された。

鉛やカドミウム等の重金属類やトリクロロエチレンに代表される有機化合物は検出されなかった。

無機物である硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素(基準値 10mg/L 以下)は基準値の 1/10 以下だった。

水の性状に関する項目である鉄やマンガンは検出されず、カルシウム、マグネシウム等(硬度)(基準値 300mg/L 以下)や塩化物イオン(基準値 200mg/L 以下)は基準値の 1/10 以下だった。

流量は 510m<sup>3</sup>/日で、平均値(631m<sup>3</sup>/日)よりわずかに下回る程度で平成 19 年度の調査結果と同じであった。

ここ最近 10 年間の調査において、平成 12 年度から平成 16 年度及び平成 19 年度で大腸菌(平成 15 年度までは大腸菌群)が検出されていた。また平成 13 年度においては、一般細菌も水質基準値を上回っていた。この地点では有機化合物等はこれまでに検出されていない。

無機物の硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、フッ素及びその化合物(基準値 0.8mg/L 以下)、塩化物イオン、カルシウム、マグネシウム等(硬度)は基準値の 1/10 以下であった。

近年、水にわずかに着色が見られるが、事業活動に伴う汚染は見られない。しかし、大腸菌が検出されていること及び一般細菌が検出されていることから人の生活による地表付近の汚染が疑われる。

#### ②根山湧水

人の健康に関する項目である大腸菌が検出された。一般細菌は、①井詰湧水と同様にわずかに検出された。

他の重金属類や有機化合物は検出されなかった。

無機物である硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、フッ素及びその化合物等は基準値の 1/10 以下であった。

水の性状に関する項目であるナトリウム及びその化合物(基準値 200mg/L 以下)、塩化物イオン、カルシウム、マグネシウム等(硬度)、蒸発残留物(基準値 500mg/L 以下)が検出していたが低い値を示していた。

今回の流量は 220m<sup>3</sup>/日で平均値(1064m<sup>3</sup>/日)の 1/5 程度であった。

ここ最近 10 年間の調査において、平成 12、16、19、21 年度で大腸菌(平成 15 年度までは大腸菌群)が検出されていた。また平成 16、19 年度においては、一般細菌も水質基準値を上回っていた。この地点では有機化合物等はこれまでに検出されていない。

他の調査項目では、平成 16 年度から平成 19 年度の間に、水の性状に関連する項目であるアルミニウム及びその化合物(基準値 0.2mg/L 以下)が 2 回、鉄及びその化合物(基準値 0.3mg/L 以下)が 3 回、マンガン及びその化合物(基準値 0.05mg/L 以下)が 3 回検出されているがいずれも低値

であり水質基準を満たしている。しかし、平成 16 年度は色度(基準値 5 度以下)が基準を超えていた。一般に、鉄やマンガンは水の着色や濁りの原因になるとなり外観を損ねる。水質検査結果や流量(湧出量)の変動に注意しながら、引き続き観測していく必要があると思われる。

### ③深沢湧水

人の健康に関する項目である大腸菌と一般細菌は検出されなかった。

他の重金属類は検出されなかつたが、有機化合物ではトリクロロエチレン(基準値 0.03mg/L 以下)がわずかに検出された。

無機物である硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、フッ素及びその化合物、ホウ素及びその化合物(基準値 1.0mg/L 以下)等は基準値の 1/10 程度だった。

水の性状に関する項目であるナトリウム及びその化合物、塩化物イオン、カルシウム、マグネシウム等(硬度)は基準値の 1/10 程度、蒸発残留物は基準値の 1/5 程度で低い値を示していた。

今回の流量は 330m<sup>3</sup>/日でわずかに減少傾向が見られる。

ここ最近 10 年間の調査において、平成 12、16、17 及び 20 年度に大腸菌(平成 15 年度までは大腸菌群)が検出され、一般細菌は今回の調査を除き毎回検出されている。

有機化合物であるトリクロロエチレンが平成 16 年以降検出されており、地下水汚染があるといえる。

無機物の硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、フッ素及びその化合物、ナトリウム及びその化合物、塩化物イオン、カルシウム、マグネシウム等(硬度)、蒸発残留物が毎回検出されているが、低値を維持し水質基準に適合している。水質はほぼ安定しているものの、事業活動と人の生活に伴う汚染がみられるため引き続き観測が必要である。

### ④大滝湧水

人の健康に関する項目である大腸菌と一般細菌は検出されなかつた。

無機物である硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、フッ素及びその化合物は検出されているが基準値の 1/10 以下だった。

トリクロロエチレンに代表される有機化合物は検出されなかつた。

水の性状に関する項目では、ナトリウム及びその化合物、塩化物イオン、カルシウム、マグネシウム等(硬度)は基準値の 1/10 以下、蒸発残留物は基準値の 1/5 以下であり、異常な臭気や味、着色や濁りはなかつた。

今回の流量は 460m<sup>3</sup>/日であり、昨年(920m<sup>3</sup>/日)の 1/2 で平均値(739m<sup>3</sup>/日)より少なかつた。

ここ 10 年間の調査では、一般細菌と大腸菌(平成 15 年度までは大腸菌群)は検出されず、また、着色や濁り、異臭味がない良好な状態が続いている。

地下水汚染物質であるトリクロロエチレンが平成 12 年度から平成 16 年度の間に定量下限値付近の低い数値であるが 4 回検出されていた。ここ 5 年間の調査では検出されていないが、事業活動に伴う汚染が心配である。

流量は、最大 1500m<sup>3</sup>/日から最小 330m<sup>3</sup>/日まであり変動が大きく、安定していないことがわかる。地下水汚染物質の状況を流量(湧出量)の増減とも併せて今後も監視していく必要があると思われる。

この地点については今回もミネラル及び溶性ケイ酸を測定した。それらの最近 10 年間の経時変化を蒸発残留物も含めて表 1 に示す。これまでの調査と比較するとほぼ一定した水質を保っていることがうかがえる(マグネシウム及びカリウムの値は小数点以下第 2 位を四捨五入して表示している)。

表 1 大滝湧水の最近 10 年間におけるミネラル、溶性ケイ酸及び蒸発残留物の経時変化

調査日	カルシウム (mg/L)	マグネシウム (mg/L)	ナトリウム (mg/L)	カリウム (mg/L)	溶性ケイ酸 (mg/L)	蒸発残留物 (mg/L)
平成 12 年 7 月 24 日	6.1	1.5	4.3	1.6	41.4	86
平成 13 年 10 月 25 日	6.4	1.6	4.5	2.0	40.0	68
平成 14 年 8 月 5 日	6.5	1.6	5.1	1.6	36.0	95
平成 15 年 8 月 4 日	6.3	1.5	4.7	1.6	43.0	81
平成 16 年 10 月 18 日	6.1	1.5	4.3	1.6	41.3	85
平成 17 年 8 月 3 日	5.8	1.5	4.7	1.6	41.0	80
平成 18 年 11 月 7 日	6.0	1.5	4.5	1.6	44.0	66
平成 19 年 9 月 4 日	6.1	1.5	4.7	1.5	43.9	71
平成 20 年 9 月 3 日	6.6	1.6	4.5	1.6	38.3	79
平成 21 年 9 月 4 日	6.2	1.6	5.0	1.6	40.2	78

表 2 「おいしい水研究会」が定めたおいしい水の水質要件と大滝湧水の最近 10 年間の調査結果

調査日	蒸発残留物 (mg/L)	硬度 (mg/L)	KMnO <sub>4</sub> 消費量 (mg/L)	遊離炭酸 (mg/L)	臭気強度 (度)	残留塩素 (mg/L)	水温 (度)
平成 12 年 7 月 24 日	86	21.0	0.9				
平成 13 年 10 月 25 日	68	22.5	0.3				
平成 14 年 8 月 5 日	95	23.0	0.6				
平成 15 年 8 月 4 日	81	22.0	0.9				
平成 16 年 10 月 18 日	85	21.5	0.2				
平成 17 年 8 月 3 日	80	20.7	0.6				
平成 18 年 11 月 7 日	66	21.0	—				
平成 19 年 9 月 4 日	71	21.6	—				
平成 20 年 9 月 3 日	79	22.9	—				
平成 21 年 9 月 4 日	78	21.9	—				
おいしい水	30～200	10～100	3 以下	3～30	3 以下	0.4 以下	20 度以下
水質基準	500 以下	300 以下	10 以下	0.1 以上			

昭和 59 年 6 月に厚生省が設置した「おいしい水研究会」が昭和 60 年 4 月に提言したおいしい水の水質要件というものがある<sup>3)</sup>。それには蒸発残留物、硬度、過マンガン酸カリウム消費量、遊離炭酸、臭気強度、残留塩素、水温の 7 項目についておいしい水の条件が数値で示されている。参考までに「おいしい水研究会」が定めたおいしい水の水質要素と最近 10 年間の大滝湧水の調査結果を表 2 に示す。なお、水質基準もあわせて記載した。今年度測定した 2 項目については最近 10 年間を通して安定した値を示した。またおいしい水の要件も満たしていた。なお、今年度の調査結果を橋本獎が提案した水の味を評価する指標であるおいしい水指数<sup>4)</sup> ( $Oindex = (Ca+K+SiO_2)/(Mg+SO_4) \geq 2$  ならばおいしい水) で計算すると、 $Oindex = (6.2+1.6+40.2)/(1.6+1.6) = 15.0 \geq 2$  となり、大滝湧水はおいしい水に分類されることになる。

## ⑤観音平延命水

人の健康に関する項目である細菌類では、一般細菌がわずかに検出され、大腸菌が検出された。他の重金属類や有機化合物は検出されなかった。この地点では、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が検出されていないのが特徴的で他の地点と異なる。

水の性状に関する項目では、亜鉛及びその化合物(基準値 1.0mg/L 以下)、アルミニウム及びその化合物がわずかに検出された。着色の原因である鉄及びその化合物やマンガン及びその化合物は検出されなかった。

塩化物イオン、カルシウム、マグネシウム等(硬度)、蒸発残留物が検出されているが基準値の 1/10 程度で低い値を示していた。

この地点については平成 17 年度から調査を開始したが、湧水が定常に流出していないため、流量測定は行っていない。

平成 17 年度から平成 20 度年度までの調査では大腸菌は検出されていなかったが今回の調査では検出された。また、一般細菌は過去 4 回検出されているが水質基準値を超えることはなかった。

平成 17 年度に鉄及びその化合物(基準値 0.3mg/L 以下)が基準値に近い 0.23mg/L 検出され、その後も平成 20 年度まで鉄及びその化合物が検出されている。また、平成 18 年度と 20 年度にはマンガン及びその化合物が検出されている。検出濃度は水質基準を満たしているが、着色の原因であるため注意が必要である。また、亜鉛やアルミニウムは高濃度になると濁りの原因となる。色度及び濁度は、水質基準を満たしているが、他の地点に比べて高い値を示していた。

## 4 まとめ

今年度は平出湧水にかわり井詰湧水に変更し 5 地点の湧水について水道法に基づく調査項目を選定し、飲用井戸水としての評価を行った。平成 21 年度に水質基準の改正があり、「1,1-ジクロロエチレン」が削除され、「シス-1,2-ジクロロエチレン」が「シス-1,2-ジクロロエチレン及びトランス-1,2-ジクロロエチレン」になり、「有機物(全有機炭素 TOC の量)」の基準値が「5mg/L 以下」から「3mg/L 以下」に変更となった。また、今回は調査項目に入っていないが、「塩素酸」が新たに追加された。

各湧水地点の調査結果では、大腸菌が 3 地点において検出され、一般細菌については水質基

準値を超えることはなかったが、大腸菌の検出地点と同じ地点で検出された。理化学的項目は全ての地点で水質基準に適合していることから、大腸菌が検出されていない③深沢湧水と④大滝湧水が水質基準に適合している結果となった。

トリクロロエチレンが検出された③深沢湧水と過去に検出された④大滝湧水では、湧水周辺の地表からの事業活動による汚染の他、④大滝湧水では、人の生活に伴う汚染があるのではないかと考えられる。細菌類以外の項目については、これまでの調査と比較しても数値自体に大きな変動がみられず、水質基準値にも適合しており、一定した水質を保持しているのではないかと考えられた。

細菌類が検出された①井詰湧水、②根山湧水、⑤観音平延命水では、事業活動による地下水汚染物質は検出されていないが人の生活に伴う汚染がみられた。

今回の調査地点の中で⑤観音平延命水は、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が今までの調査で1度も検出されたことがない点が特徴的である。硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素は土壌、水、植物等に広く存在しており、水中では有機態窒素が好気的な細菌によって分解されて存在する。硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が検出されない理由としては、元々特徴的な水であるか、無理な汲み上げにより嫌気状態となり、溶存酸素が不足して有機態窒素が好気的な細菌に分解されてないことが考えられる。嫌気状態では、鉄や特にマンガンが地質から溶出し易くなるといわれている。この地点では、平成17年度からの調査で平成20年度まで硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が検出されず、鉄及びその化合物やマンガン及びその化合物が検出されている。これらのことから、無理な汲み上げによるものだとすると水の枯渇が心配される。

その他、湧水の状況をより詳細にかつ総合的に知るために、平成10年度の調査時から各地点の流量を他からの入水、地下への浸透水がないことを前提に湧水量として測定している。各地点のこれまでの湧水量経時変化及び年間降水量(大泉観測地点)を図1に示す(ただし、観音平延命水については、測定値が無いため、掲載せず)。湧水量の挙動には降水量が影響してくるものと考えられたが、グラフからは湧水量と降水量の関連性を見ることができなかつたことから各地点によって湧水に至るまでの過程が異なることが影響していると考えられる。湧水量に関しては大腸菌、一般細菌、トリクロロエチレンの人的な影響で検出されるものも考慮する中で、水質と併せて今後とも定期的に長く監視を続け推移を見守っていく必要があると思われた。また、水の着色や濁りは景観を損ね、人に不快感を与えるため、自然環境の保全と相反する観光資源としての機能を併せて考えていく必要がある。

今回の調査は湧水を飲用することを前提に飲用井戸の水質基準との比較を行ったが、地下から湧出している水(環境水)という観点から地下水の環境基準と比較をしても基準を満たしている。ただし、地下水の環境基準には大腸菌、一般細菌、色度、濁度等の基準がないため、湧水を飲料水として調査するのであれば地下水の環境基準よりも多くの項目に厳しい基準を設けている飲用井戸の水質基準で、今後も調査していくことが望まれる。また、地下水の環境基準に水道法では基準がない「塩化ビニルモノマー」を追加し、調査することを推奨する。

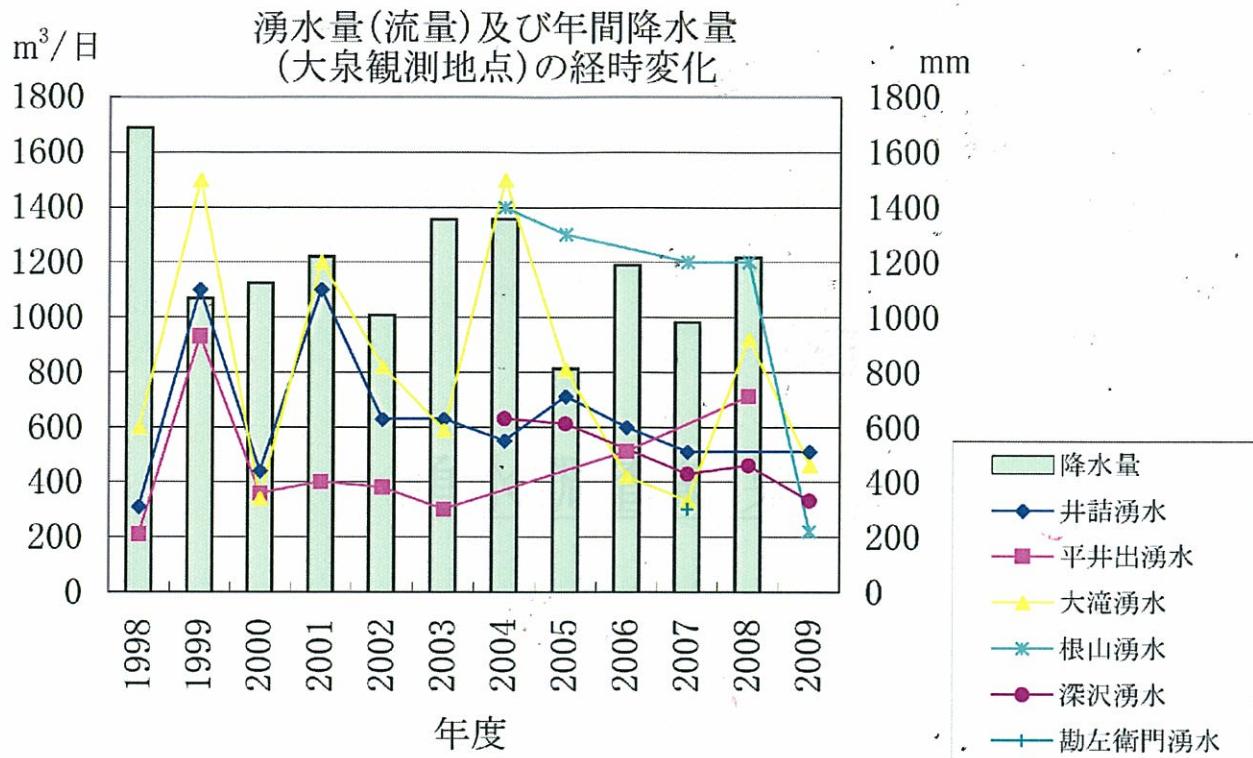


図1 湧水量及び年間降水量(大泉観測地点)の経時変化

## 5 参考文献

- 1) 高橋照美ら:県内「名水」の水質について 山梨県衛生公害研究所年報 vol.30, p46~49,(1986)
- 2) 高橋照美ら:八ヶ岳南麓湧水群の水質 山梨県衛生公害研究所年報 vol.31, p49~54,(1987)
- 3) 坂元隼雄:水道実務者のための水資源学入門(上) 水道 vol.50, No.4, p1~10(2005)
- 4) 橋本獎:ミネラルバランスから見た飲料水の水質評価 用水と廃水 vol.29, p3~16,(1987)

平成21年度水质検査結果一覧表

水質検査結果書番号		ID0902053	ID0902054	ID0902055	ID0902052	ID0902057	ID0902056
採水場所	水質基準値	井詰湧水 (B-3)	根山湧水 (B-5)	深沢湧水 (B-9)	大滝湧水 (B-10)	観音平延命水 (B-12)	
検査項目	単位	個/mL	31	18	0	0	10
一般細菌	100以下	—	陽性	陰性	陰性	陰性	陽性
大腸菌	検出されないこと	—	陽性	陽性	陽性	陽性	陽性
カドミウム及びその化合物	0.01以下	mg/L	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満
水銀及びその化合物	0.0005以下	mg/L	0.00005未満	0.00005未満	0.00005未満	0.00005未満	0.00005未満
セレン及びその化合物	0.01以下	mg/L	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満
鉛及びその化合物	0.01以下	mg/L	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満
ヒ素及びその化合物	0.01以下	mg/L	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満
六価クロム化合物	0.05以下	mg/L	0.005未満	0.005未満	0.005未満	0.005未満	0.005未満
シアン化物イオン及び塩化シアン	0.01以下	mg/L	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	10以下	mg/L	0.57	0.37	1.06	0.54	0.02未満
フッ素及びその化合物	0.8以下	mg/L	0.05未満	0.06	0.07	0.06	0.05未満
ホウ素及びその化合物	1.0以下	mg/L	0.01未満	0.01未満	0.01	0.01未満	0.01未満
四塩化炭素	0.002以下	mg/L	0.0002未満	0.0002未満	0.0002未満	0.0002未満	0.0002未満
1,4-ジオキサン	0.05以下	mg/L	0.005未満	0.005未満	0.005未満	0.005未満	0.005未満
シス及びトランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04以下	mg/L	0.0002未満	0.0002未満	0.0002未満	0.0002未満	0.0002未満
ジクロロメタン	0.02以下	mg/L	0.0002未満	0.0002未満	0.0002未満	0.0002未満	0.0002未満
テトラクロロエチレン	0.01以下	mg/L	0.0002未満	0.0002未満	0.0002未満	0.0002未満	0.0002未満
トリクロロエチレン	0.03以下	mg/L	0.0002未満	0.0002未満	0.0004	0.0002未満	0.0002未満
ベンゼン	0.01以下	mg/L	0.0002未満	0.0002未満	0.0002未満	0.0002未満	0.0002未満
亜鉛及びその化合物	1.0以下	mg/L	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.003
アルミニウム及びその化合物	0.2以下	mg/L	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.02
鉄及びその化合物	0.3以下	mg/L	0.03未満	0.03未満	0.03未満	0.03未満	0.03未満
銅及びその化合物	1.0以下	mg/L	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満
ナトリウム及びその化合物	200以下	mg/L	5.3	4.6	7.7	5.0	2.1
マンガン及びその化合物	0.05以下	mg/L	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満
塩化物イオン	200以下	mg/L	2.8	1.9	7.5	3.4	1.1
カルシウム、マグネシウム等(硬度)	300以下	mg/L	27.3	17.1	30.8	21.9	18.6
蒸発残留物	500以下	mg/L	83	63	93	78	39
陰イオン界面活性剤	0.2以下	mg/L	0.02未満	0.02未満	0.02未満	0.02未満	0.02未満
ジエオスミン	0.00001以下	mg/L	0.000001未満	0.000001未満	0.000001未満	0.000001未満	0.000001未満
2-メチルイソボルネオール	0.00001以下	mg/L	0.000001未満	0.000001未満	0.000001未満	0.000001未満	0.000001未満
非イオン界面活性剤	0.02以下	mg/L	0.005未満	0.005未満	0.005未満	0.005未満	0.005未満
フェノール類	0.005以下	mg/L	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満
有機物(全有機炭素TOCの量)	3以下	mg/L	0.3未満	0.3	0.3未満	0.3未満	0.4
pH値	5.8～8.6	—	7.58	7.67	7.28	7.52	7.29
味	異常でないこと	—	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
臭気	異常でないこと	—	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
色度	5以下	度	1.3	2.3	0.5未満	0.5未満	1.8
濁度	2以下	度	0.3	0.3	0.1未満	0.1未満	0.5
電気伝導率	μS/cm	79.5	56.5	101	67.8	47.5	
カルシウム	mg/L				6.2		
マグネシウム	mg/L				1.55		
カリウム	mg/L				1.64		
溶性ケイ酸	mg/L				40.2		
硫酸イオン	mg/L				1.6		
流量	m <sup>3</sup> /日	510	220	330	460	460	なし

## 1 はじめに

北杜市小淵沢町は、多くの湧水地点が存在することが古くから知られており、平成 2 年よりそれら湧水の水質調査を行ってきた。

山梨県においては白州・尾白川、八ヶ岳南麓高原湧水群、忍野八海の 3 件が「名水百選」に選定され、これを受け山梨県衛生公害研究所では、昭和 61 年及び昭和 62 年にこれらの水質とその特徴について調査している<sup>1), 2)</sup>(昭和 59 年 7 月に環境庁は全国規模で「名水」調査を実施し、全国 784 件の中から「名水百選」を選定した)。

今年度は井詰湧水、根山湧水、深沢湧水、大滝湧水及び観音平延命水の 5 地点について水質調査を行い、それらの推移等を考察したので報告する。

## 2 調査内容

(1) 調査日 平成 21 年 9 月 4 日(金) 天気: 曇

(2) 調査地点

- ①井詰湧水(B-3)
- ②根山湧水(B-5)
- ③深沢湧水(B-9)
- ④大滝湧水(B-10)
- ⑤観音平延命水(B-12)

(3) 調査項目

- ①井詰湧水 ②根山湧水 ③深沢湧水 ⑤観音平延命水… 1~41 ④大滝湧水… 1~46

\*1~19 は人の健康に関する項目、20~39 は水の性状に関する項目、40~46 はその他の項目

1	一般細菌	16	ジクロロメタン	32	非イオン界面活性剤
2	大腸菌	17	テトラクロロエチレン	33	フェノール類
3	カドミウム及びその化合物	18	トリクロロエチレン	34	有機物(全有機炭素 TOC の量)
4	水銀及びその化合物	19	ベンゼン	35	pH 値
5	セレン及びその化合物	20	亜鉛及びその化合物	36	味
6	鉛及びその化合物	21	アルミニウム及びその化合物	37	臭氣
7	ヒ素及びその化合物	22	鉄及びその化合物	38	色度
8	六価クロム化合物	23	銅及びその化合物	39	濁度
9	シアン化物イオン及び塩化シアン	24	ナトリウム及びその化合物	40	電気伝導率
10	硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	25	マンガン及びその化合物	41	流量
11	フッ素及びその化合物	26	塩化物イオン	42	カルシウム
12	ホウ素及びその化合物	27	カルシウム、マグネシウム等(硬度)	43	マグネシウム
13	四塩化炭素	28	蒸発残留物	44	カリウム
14	1,4-ジオキサン	29	陰イオン界面活性剤	45	溶性ケイ酸
15	シス-1,2-ジクロロエチレン及び トランス-1,2-ジクロロエチレン	30	ジェオスミン	46	硫酸イオン
		31	2-メチルイソボルネオール		

## 1 はじめに

北杜市小淵沢町は、多くの湧水地点が存在することが古くから知られており、平成 2 年よりそれら湧水の水質調査を行ってきた。

山梨県においては白州・尾白川、八ヶ岳南麓高原湧水群、忍野八海の 3 件が「名水百選」に選定され、これを受け山梨県衛生公害研究所では、昭和 61 年及び昭和 62 年にこれらの水質とその特徴について調査している<sup>1), 2)</sup>(昭和 59 年 7 月に環境庁は全国規模で「名水」調査を実施し、全国 784 件の中から「名水百選」を選定した)。

今年度は井詰湧水、根山湧水、深沢湧水、大滝湧水及び観音平延命水の 5 地点について水質調査を行い、それらの推移等を考察したので報告する。

## 2 調査内容

(1) 調査日 平成 21 年 9 月 4 日(金) 天気: 曇

(2) 調査地点

- ①井詰湧水(B-3)
- ②根山湧水(B-5)
- ③深沢湧水(B-9)
- ④大滝湧水(B-10)
- ⑤観音平延命水(B-12)

(3) 調査項目

- ①井詰湧水 ②根山湧水 ③深沢湧水 ⑤観音平延命水… 1~41 ④大滝湧水… 1~46

\*1~19 は人の健康に関する項目、20~39 は水の性状に関する項目、40~46 はその他の項目

1	一般細菌	16	ジクロロメタン	32	非イオン界面活性剤
2	大腸菌	17	テトラクロロエチレン	33	フェノール類
3	カドミウム及びその化合物	18	トリクロロエチレン	34	有機物(全有機炭素 TOC の量)
4	水銀及びその化合物	19	ベンゼン	35	pH 値
5	セレン及びその化合物	20	亜鉛及びその化合物	36	味
6	鉛及びその化合物	21	アルミニウム及びその化合物	37	臭氣
7	ヒ素及びその化合物	22	鉄及びその化合物	38	色度
8	六価クロム化合物	23	銅及びその化合物	39	濁度
9	シアン化物イオン及び塩化シアン	24	ナトリウム及びその化合物	40	電気伝導率
10	硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	25	マンガン及びその化合物	41	流量
11	フッ素及びその化合物	26	塩化物イオン	42	カルシウム
12	ホウ素及びその化合物	27	カルシウム、マグネシウム等(硬度)	43	マグネシウム
13	四塩化炭素	28	蒸発残留物	44	カリウム
14	1,4-ジオキサン	29	陰イオン界面活性剤	45	溶性ケイ酸
15	シス-1,2-ジクロロエチレン及び トランス-1,2-ジクロロエチレン	30	ジェオスミン	46	硫酸イオン
		31	2-メチルイソボルネオール		

### 3 結果と考察(各湧水の今年度の結果と経時的変化)

#### ①井詰湧水

人の健康に関する項目である大腸菌が検出され、一般細菌(基準値 100 個/mL 以下)も基準値以下であるが検出された。

鉛やカドミウム等の重金属類やトリクロロエチレンに代表される有機化合物は検出されなかった。

無機物である硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素(基準値 10mg/L 以下)は基準値の 1/10 以下だった。

水の性状に関する項目である鉄やマンガンは検出されず、カルシウム、マグネシウム等(硬度)(基準値 300mg/L 以下)や塩化物イオン(基準値 200mg/L 以下)は基準値の 1/10 以下だった。

流量は 510m<sup>3</sup>/日で、平均値(631m<sup>3</sup>/日)よりわずかに下回る程度で平成 19 年度の調査結果と同じであった。

ここ最近 10 年間の調査において、平成 12 年度から平成 16 年度及び平成 19 年度で大腸菌(平成 15 年度までは大腸菌群)が検出されていた。また平成 13 年度においては、一般細菌も水質基準値を上回っていた。この地点では有機化合物等はこれまでに検出されていない。

無機物の硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、フッ素及びその化合物(基準値 0.8mg/L 以下)、塩化物イオン、カルシウム、マグネシウム等(硬度)は基準値の 1/10 以下であった。

近年、水にわずかに着色が見られるが、事業活動に伴う汚染は見られない。しかし、大腸菌が検出されていること及び一般細菌が検出されていることから人の生活による地表付近の汚染が疑われる。

#### ②根山湧水

人の健康に関する項目である大腸菌が検出された。一般細菌は、①井詰湧水と同様にわずかに検出された。

他の重金属類や有機化合物は検出されなかった。

無機物である硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、フッ素及びその化合物等は基準値の 1/10 以下であった。

水の性状に関する項目であるナトリウム及びその化合物(基準値 200mg/L 以下)、塩化物イオン、カルシウム、マグネシウム等(硬度)、蒸発残留物(基準値 500mg/L 以下)が検出していたが低い値を示していた。

今回の流量は 220m<sup>3</sup>/日で平均値(1064m<sup>3</sup>/日)の 1/5 程度であった。

ここ最近 10 年間の調査において、平成 12、16、19、21 年度で大腸菌(平成 15 年度までは大腸菌群)が検出されていた。また平成 16、19 年度においては、一般細菌も水質基準値を上回っていた。この地点では有機化合物等はこれまでに検出されていない。

他の調査項目では、平成 16 年度から平成 19 年度の間に、水の性状に関連する項目であるアルミニウム及びその化合物(基準値 0.2mg/L 以下)が 2 回、鉄及びその化合物(基準値 0.3mg/L 以下)が 3 回、マンガン及びその化合物(基準値 0.05mg/L 以下)が 3 回検出されているがいずれも低値

であり水質基準を満たしている。しかし、平成 16 年度は色度(基準値 5 度以下)が基準を超えていた。一般に、鉄やマンガンは水の着色や濁りの原因になるとなり外観を損ねる。水質検査結果や流量(湧出量)の変動に注意しながら、引き続き観測していく必要があると思われる。

### ③深沢湧水

人の健康に関する項目である大腸菌と一般細菌は検出されなかった。

他の重金属類は検出されなかつたが、有機化合物ではトリクロロエチレン(基準値 0.03mg/L 以下)がわずかに検出された。

無機物である硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、フッ素及びその化合物、ホウ素及びその化合物(基準値 1.0mg/L 以下)等は基準値の 1/10 程度だった。

水の性状に関する項目であるナトリウム及びその化合物、塩化物イオン、カルシウム、マグネシウム等(硬度)は基準値の 1/10 程度、蒸発残留物は基準値の 1/5 程度で低い値を示していた。

今回の流量は 330m<sup>3</sup>/日でわずかに減少傾向が見られる。

ここ最近 10 年間の調査において、平成 12、16、17 及び 20 年度に大腸菌(平成 15 年度までは大腸菌群)が検出され、一般細菌は今回の調査を除き毎回検出されている。

有機化合物であるトリクロロエチレンが平成 16 年以降検出されており、地下水汚染があるといえる。

無機物の硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、フッ素及びその化合物、ナトリウム及びその化合物、塩化物イオン、カルシウム、マグネシウム等(硬度)、蒸発残留物が毎回検出されているが、低値を維持し水質基準に適合している。水質はほぼ安定しているものの、事業活動と人の生活に伴う汚染がみられるため引き続き観測が必要である。

### ④大滝湧水

人の健康に関する項目である大腸菌と一般細菌は検出されなかつた。

無機物である硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、フッ素及びその化合物は検出されているが基準値の 1/10 以下だった。

トリクロロエチレンに代表される有機化合物は検出されなかつた。

水の性状に関する項目では、ナトリウム及びその化合物、塩化物イオン、カルシウム、マグネシウム等(硬度)は基準値の 1/10 以下、蒸発残留物は基準値の 1/5 以下であり、異常な臭気や味、着色や濁りはなかつた。

今回の流量は 460m<sup>3</sup>/日であり、昨年(920m<sup>3</sup>/日)の 1/2 で平均値(739m<sup>3</sup>/日)より少なかつた。

ここ 10 年間の調査では、一般細菌と大腸菌(平成 15 年度までは大腸菌群)は検出されず、また、着色や濁り、異臭味がない良好な状態が続いている。

地下水汚染物質であるトリクロロエチレンが平成 12 年度から平成 16 年度の間に定量下限値付近の低い数値であるが 4 回検出されていた。ここ 5 年間の調査では検出されていないが、事業活動に伴う汚染が心配である。

流量は、最大 1500m<sup>3</sup>/日から最小 330m<sup>3</sup>/日まであり変動が大きく、安定していないことがわかる。地下水汚染物質の状況を流量(湧出量)の増減とも併せて今後も監視していく必要があると思われる。

この地点については今回もミネラル及び溶性ケイ酸を測定した。それらの最近 10 年間の経時変化を蒸発残留物も含めて表 1 に示す。これまでの調査と比較するとほぼ一定した水質を保っていることがうかがえる(マグネシウム及びカリウムの値は小数点以下第 2 位を四捨五入して表示している)。

表 1 大滝湧水の最近 10 年間におけるミネラル、溶性ケイ酸及び蒸発残留物の経時変化

調査日	カルシウム (mg/L)	マグネシウム (mg/L)	ナトリウム (mg/L)	カリウム (mg/L)	溶性ケイ酸 (mg/L)	蒸発残留物 (mg/L)
平成 12 年 7 月 24 日	6.1	1.5	4.3	1.6	41.4	86
平成 13 年 10 月 25 日	6.4	1.6	4.5	2.0	40.0	68
平成 14 年 8 月 5 日	6.5	1.6	5.1	1.6	36.0	95
平成 15 年 8 月 4 日	6.3	1.5	4.7	1.6	43.0	81
平成 16 年 10 月 18 日	6.1	1.5	4.3	1.6	41.3	85
平成 17 年 8 月 3 日	5.8	1.5	4.7	1.6	41.0	80
平成 18 年 11 月 7 日	6.0	1.5	4.5	1.6	44.0	66
平成 19 年 9 月 4 日	6.1	1.5	4.7	1.5	43.9	71
平成 20 年 9 月 3 日	6.6	1.6	4.5	1.6	38.3	79
平成 21 年 9 月 4 日	6.2	1.6	5.0	1.6	40.2	78

表 2 「おいしい水研究会」が定めたおいしい水の水質要件と大滝湧水の最近 10 年間の調査結果

調査日	蒸発残留物 (mg/L)	硬度 (mg/L)	KMnO <sub>4</sub> 消費量 (mg/L)	遊離炭酸 (mg/L)	臭気強度 (度)	残留塩素 (mg/L)	水温 (度)
平成 12 年 7 月 24 日	86	21.0	0.9				
平成 13 年 10 月 25 日	68	22.5	0.3				
平成 14 年 8 月 5 日	95	23.0	0.6				
平成 15 年 8 月 4 日	81	22.0	0.9				
平成 16 年 10 月 18 日	85	21.5	0.2				
平成 17 年 8 月 3 日	80	20.7	0.6				
平成 18 年 11 月 7 日	66	21.0	—				
平成 19 年 9 月 4 日	71	21.6	—				
平成 20 年 9 月 3 日	79	22.9	—				
平成 21 年 9 月 4 日	78	21.9	—				
おいしい水	30～200	10～100	3 以下	3～30	3 以下	0.4 以下	20 度以下
水質基準	500 以下	300 以下	10 以下	0.1 以上			

昭和 59 年 6 月に厚生省が設置した「おいしい水研究会」が昭和 60 年 4 月に提言したおいしい水の水質要件というものがある<sup>3)</sup>。それには蒸発残留物、硬度、過マンガン酸カリウム消費量、遊離炭酸、臭気強度、残留塩素、水温の 7 項目についておいしい水の条件が数値で示されている。参考までに「おいしい水研究会」が定めたおいしい水の水質要素と最近 10 年間の大滝湧水の調査結果を表 2 に示す。なお、水質基準もあわせて記載した。今年度測定した 2 項目については最近 10 年間を通して安定した値を示した。またおいしい水の要件も満たしていた。なお、今年度の調査結果を橋本獎が提案した水の味を評価する指標であるおいしい水指数<sup>4)</sup> ( $Oindex = (Ca+K+SiO_2)/(Mg+SO_4) \geq 2$  ならばおいしい水) で計算すると、 $Oindex = (6.2+1.6+40.2)/(1.6+1.6) = 15.0 \geq 2$  となり、大滝湧水はおいしい水に分類されることになる。

## ⑤観音平延命水

人の健康に関する項目である細菌類では、一般細菌がわずかに検出され、大腸菌が検出された。他の重金属類や有機化合物は検出されなかった。この地点では、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が検出されていないのが特徴的で他の地点と異なる。

水の性状に関する項目では、亜鉛及びその化合物(基準値 1.0mg/L 以下)、アルミニウム及びその化合物がわずかに検出された。着色の原因である鉄及びその化合物やマンガン及びその化合物は検出されなかった。

塩化物イオン、カルシウム、マグネシウム等(硬度)、蒸発残留物が検出されているが基準値の 1/10 程度で低い値を示していた。

この地点については平成 17 年度から調査を開始したが、湧水が定常に流出していないため、流量測定は行っていない。

平成 17 年度から平成 20 度年度までの調査では大腸菌は検出されていなかったが今回の調査では検出された。また、一般細菌は過去 4 回検出されているが水質基準値を超えることはなかった。

平成 17 年度に鉄及びその化合物(基準値 0.3mg/L 以下)が基準値に近い 0.23mg/L 検出され、その後も平成 20 年度まで鉄及びその化合物が検出されている。また、平成 18 年度と 20 年度にはマンガン及びその化合物が検出されている。検出濃度は水質基準を満たしているが、着色の原因であるため注意が必要である。また、亜鉛やアルミニウムは高濃度になると濁りの原因となる。色度及び濁度は、水質基準を満たしているが、他の地点に比べて高い値を示していた。

## 4 まとめ

今年度は平出湧水にかわり井詰湧水に変更し 5 地点の湧水について水道法に基づく調査項目を選定し、飲用井戸水としての評価を行った。平成 21 年度に水質基準の改正があり、「1,1-ジクロロエチレン」が削除され、「シス-1,2-ジクロロエチレン」が「シス-1,2-ジクロロエチレン及びトランス-1,2-ジクロロエチレン」になり、「有機物(全有機炭素 TOC の量)」の基準値が「5mg/L 以下」から「3mg/L 以下」に変更となった。また、今回は調査項目に入っていないが、「塩素酸」が新たに追加された。

各湧水地点の調査結果では、大腸菌が 3 地点において検出され、一般細菌については水質基

準値を超えることはなかったが、大腸菌の検出地点と同じ地点で検出された。理化学的項目は全ての地点で水質基準に適合していることから、大腸菌が検出されていない③深沢湧水と④大滝湧水が水質基準に適合している結果となった。

トリクロロエチレンが検出された③深沢湧水と過去に検出された④大滝湧水では、湧水周辺の地表からの事業活動による汚染の他、④大滝湧水では、人の生活に伴う汚染があるのではないかと考えられる。細菌類以外の項目については、これまでの調査と比較しても数値自体に大きな変動がみられず、水質基準値にも適合しており、一定した水質を保持しているのではないかと考えられた。

細菌類が検出された①井詰湧水、②根山湧水、⑤観音平延命水では、事業活動による地下水汚染物質は検出されていないが人の生活に伴う汚染がみられた。

今回の調査地点の中で⑤観音平延命水は、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が今までの調査で1度も検出されたことがない点が特徴的である。硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素は土壌、水、植物等に広く存在しており、水中では有機態窒素が好気的な細菌によって分解されて存在する。硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が検出されない理由としては、元々特徴的な水であるか、無理な汲み上げにより嫌気状態となり、溶存酸素が不足して有機態窒素が好気的な細菌に分解されてないことが考えられる。嫌気状態では、鉄や特にマンガンが地質から溶出し易くなるといわれている。この地点では、平成17年度からの調査で平成20年度まで硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が検出されず、鉄及びその化合物やマンガン及びその化合物が検出されている。これらのことから、無理な汲み上げによるものだとすると水の枯渇が心配される。

その他、湧水の状況をより詳細にかつ総合的に知るために、平成10年度の調査時から各地点の流量を他からの入水、地下への浸透水がないことを前提に湧水量として測定している。各地点のこれまでの湧水量経時変化及び年間降水量(大泉観測地点)を図1に示す(ただし、観音平延命水については、測定値が無いため、掲載せず)。湧水量の挙動には降水量が影響してくるものと考えられたが、グラフからは湧水量と降水量の関連性を見ることができなかつたことから各地点によって湧水に至るまでの過程が異なることが影響していると考えられる。湧水量に関しては大腸菌、一般細菌、トリクロロエチレンの人的な影響で検出されるものも考慮する中で、水質と併せて今後とも定期的に長く監視を続け推移を見守っていく必要があると思われた。また、水の着色や濁りは景観を損ね、人に不快感を与えるため、自然環境の保全と相反する観光資源としての機能を併せて考えていく必要がある。

今回の調査は湧水を飲用することを前提に飲用井戸の水質基準との比較を行ったが、地下から湧出している水(環境水)という観点から地下水の環境基準と比較をしても基準を満たしている。ただし、地下水の環境基準には大腸菌、一般細菌、色度、濁度等の基準がないため、湧水を飲料水として調査するのであれば地下水の環境基準よりも多くの項目に厳しい基準を設けている飲用井戸の水質基準で、今後も調査していくことが望まれる。また、地下水の環境基準に水道法では基準がない「塩化ビニルモノマー」を追加し、調査することを推奨する。

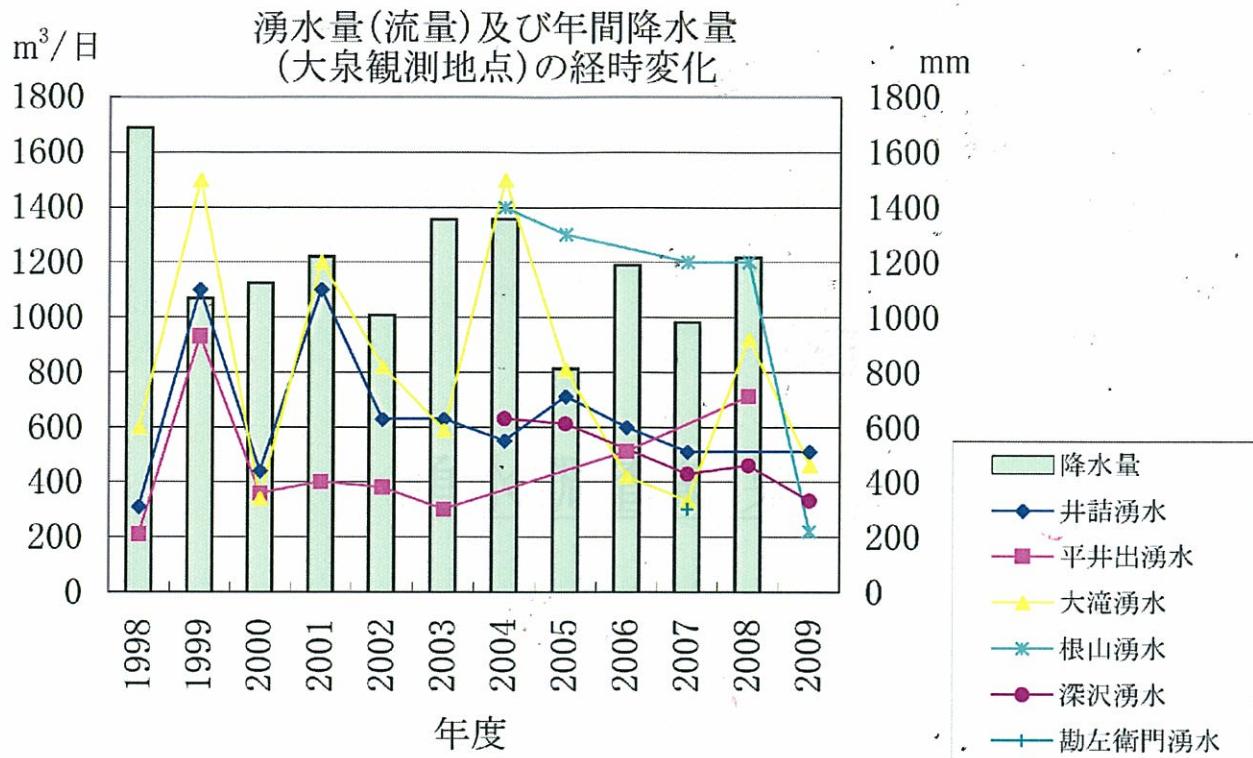


図1 湧水量及び年間降水量(大泉観測地点)の経時変化

## 5 参考文献

- 1) 高橋照美ら:県内「名水」の水質について 山梨県衛生公害研究所年報 vol.30, p46~49,(1986)
- 2) 高橋照美ら:八ヶ岳南麓湧水群の水質 山梨県衛生公害研究所年報 vol.31, p49~54,(1987)
- 3) 坂元隼雄:水道実務者のための水資源学入門(上) 水道 vol.50, No.4, p1~10(2005)
- 4) 橋本獎:ミネラルバランスから見た飲料水の水質評価 用水と廃水 vol.29, p3~16,(1987)