

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。

一方、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、これを受けて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^{1),2)}(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)。

今年度は根山湧水、平井出湧水、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20年9月3日(水) 天候: 晴れ

(2)調査地点

①B-5:根山湧水②B-8:平井出湧水③B-9:深沢湧水④B-10:大滝湧水⑤B-12:観音平延命水

(3)調査項目

①B-5:根山湧水 ②B-8:平井出湧水 ③B-9:深沢湧水 ⑤B-12:観音平延命水 …… 1～42

④B-10:大滝湧水 …………… 1～47

*1～40は一般飲用井戸(以下、飲用井戸と表記)の水質基準値が設けられている項目

1	一般細菌	17	ジクロロメタン	33	非イオン界面活性剤
2	大腸菌	18	テトラクロロエチレン	34	フェノール類
3	カドミウム及びその化合物	19	トリクロロエチレン	35	有機物(全有機炭素 TOC の量)
4	水銀及びその化合物	20	ベンゼン	36	pH 値
5	セレン及びその化合物	21	亜鉛及びその化合物	37	味
6	鉛及びその化合物	22	アルミニウム及びその化合物	38	臭気
7	ヒ素及びその化合物	23	鉄及びその化合物	39	色度
8	六価クロム化合物	24	銅及びその化合物	40	濁度
9	シアン化物イオン及び塩化シアン	25	ナトリウム及びその化合物	41	電気伝導率
10	硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	26	マンガン及びその化合物	42	流量
11	フッ素及びその化合物	27	塩化物イオン	43	カルシウム
12	ホウ素及びその化合物	28	カルシウム、マグネシウム等(硬度)	44	マグネシウム
13	四塩化炭素	29	蒸発残留物	45	カリウム
14	1,4-ジオキサン	30	陰イオン界面活性剤	46	溶性ケイ酸
15	1,1-ジクロロエチレン	31	ジェオスミン	47	硫酸イオン
16	シス-1,2-ジクロロエチレン	32	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)

①B-5(根山湧水)地点

大腸菌については検出されず飲用井戸の水質基準を満たす結果となった。また一般細菌も飲用井戸の水質基準を満たす結果となった。他の調査項目では無機物(イオン・ミネラル類)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)、蒸発残留物が検出していたが低い値を示し飲用井戸の水質基準に適合していた。金属類・低沸点有機化合物等は不検出であった。今回の流量は 1200m³/日であり平成 19 年度と同じであった。

ここ最近 10 年間の調査において、平成 12 年度、平成 16 年度及び平成 19 年度では大腸菌(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 年度及び平成 19 年度においては、一般細菌も飲用井戸の水質基準値を上回っていた。しかし、他の調査項目の無機物では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)、蒸発残留物が検出されているが、飲用井戸の水質基準値と比べても低値で維持されている。金属類では平成 16 年度から平成 19 年度の間に、アルミニウム及びその化合物が 2 回、鉄及びその化合物が 3 回、マンガン及びその化合物が 3 回検出されているがいずれも低値であり飲用井戸の水質基準を満たしている。この地点では低沸点有機化学物質等はこれまでに検出されていない。水質はほぼ安定して推移しているが平成 16 年度から色度と濁度が検出されるようになり、平成 17 年度では色度が 6 度で飲用井戸の水質基準(5 度以下)を超えていた。値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。

②B-8(平井出湧水)地点

大腸菌については不検出となり、また一般細菌も飲用井戸の水質基準を満たす結果となった。他の調査項目は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、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)、蒸発残留物が検出されているが低い値を示し飲用井戸の水質基準に適合していた。今回の流量は 710m³/日であり平成 18 年度(510m³/日)と比べると多かった。

ここ最近 10 年間の調査において、平成 12 年度、平成 14 年度及び平成 15 年度では大腸菌(平成 15 年度までは大腸菌群)が検出されていたが、一般細菌は飲用井戸の水質基準値を超えることはなかった。また他の調査項目は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、低値を維持し飲用井戸の水質基準に適合している。今回の調査でホウ素及びその化合物が検出されたが 0.01mg/L で飲用井戸の水質基準(1.0mg/L 以下)を満たしている。その他に電気伝導率の値が年々高くなっている傾向がみられる。色度と濁度はこれまでに検出されていない。水質はほぼ安定して推移している。

③B-9(深沢湧水)地点

大腸菌は陽性となり、飲用井戸の水質基準を満たさない結果となった。しかし一般細菌は 40 個/mL で飲用井戸の水質基準(100 個/mL 以下)を満たしていた。他の調査項目は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、トリクロロエチレン、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)、蒸発残留物が検出されているが、低い値を示し飲用井戸の水質基準に適合していた。今回の流量は 460m³/日であり、平成 19 年度(430m³/日)とほぼ同じであった。

ここ 10 年間の調査では、平成 19 年度以外は大腸菌(平成 15 年度までは大腸菌群)が毎回検出されていた。また低沸点有機化合物であるトリクロロエチレンが今回も含めて 5 回、わずかに検出されていた。平成 16 年度以降にトリクロロエチレンの定量下限値が 0.0002mg/L 未満に変更されたため、平成 11 年度から平成 15 年度までは不検出(0.001mg/L 未満)となっているが、定量下限値が 0.0002mg/L 未満であれば検出していた可能性もある。値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。水質は一定している。

④B-10:大滝湧水

大腸菌は不検出となり、一般細菌も検出されず、他の調査項目で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)、蒸発残留物が検出されているが、全ての項目について飲用井戸の水質基準に適合した結果となった。今回の流量は 920m³/日であり平成 19 年度(330m³/日)よりも約 3 倍程度多かった。

ここ 10 年間の調査では、大腸菌(平成 15 年度までは大腸菌群)は不検出であった。また一般細菌も不検出であり良好な状態が続いている。一方、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 4 回、わずかに検出されていた。周辺の工場等の影響がみられるのか、流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項目によって多少の変動はあるものの、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)。

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³⁾。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、飲用井戸の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、橋本奨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⁴⁾($Oindex = (Ca+K+SiO_2) / (Mg+SO_4) \geq 2$ ならばおいしい水)で計算すると、 $Oindex = (6.6+1.6+38.3) / (1.6+1.7) = 14.1 \geq 2$ となり、大滝湧水はおいしい水に分類されることになる。

表 1 大滝湧水の最近 10 年間に於けるミネラル、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)	カルウム (mg/L)	溶性ケイ酸 (mg/L)	蒸発残留物 (mg/L)
平成 11 年 7 月 23 日	6.4	1.5	5.1	2.0	41.5	79
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

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 ₄ 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 11 年 7 月 23 日	79	22.4	0.5				
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	—				
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			

⑤B-12:観音平延命水

大腸菌については不検出となり、一般細菌も飲用井戸の水質基準を満たす結果となった。他の調査項目は亜鉛及びその化合物、アルミニウム及びその化合物、鉄及びその化合物、ナトリウム及びその化合物、マンガン及びその化合物、塩化物イオン、カルシウム、マグネシウム等(硬度)、蒸発残留物が検出されているが低い値を示し飲用井戸の水質基準に適合していた。この地点については湧水が定常的に流出しておらず、流量測定は行っていない。また調査開始は平成17年度からである。

平成17年度から今年度までの調査では大腸菌は検出されていなかった。また一般細菌は検出されているものの飲用井戸の水質基準値を超えることはなかった。他の調査項目は平成17年度に鉄及びその化合物が飲用井戸の水質基準の値(0.3mg/L)に近い0.23mg/L検出されている以外は、不検出又は検出されても低値を維持し飲用井戸の水質基準に適合し、ほぼ安定して推移している。ただし飲用井戸の水質基準は超えていないものの、色度及び濁度は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。各湧水地点の調査結果では、大腸菌が1地点において検出されたが、一般細菌については飲用井戸の水質基準値を超えることはなかった。大腸菌、一般細菌、トリクロロエチレンが検出された③B-9(深沢湧水)地点では、湧水周辺の地表からの人的な影響(人、家畜や工場等由来の汚染)があるのではないかと考えられた。一方、その他の項目については、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、飲用井戸の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。

これまでの調査で他の地点と異なるのは、⑤B-12(観音平延命水)地点のみ硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が1度も検出されることがない点である。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、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いることが考えられる。また溶存酸素が不足することによって鉄及びその化合物や特にマンガン及びその化合物が地質から溶出し、検出されるようになる。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、マンガン及びその化合物が検出されていることが、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みることができなかった。1998年から2003年までは各地点の湧水量の挙動の仕方が同じであるが、2004年以後は関連がみられない。各地点の湧水量と降水量の関連性がみられないことや湧水量の挙動の違いについては、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た。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監視し推移を見守っていく必要があると思われた。

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。

以上

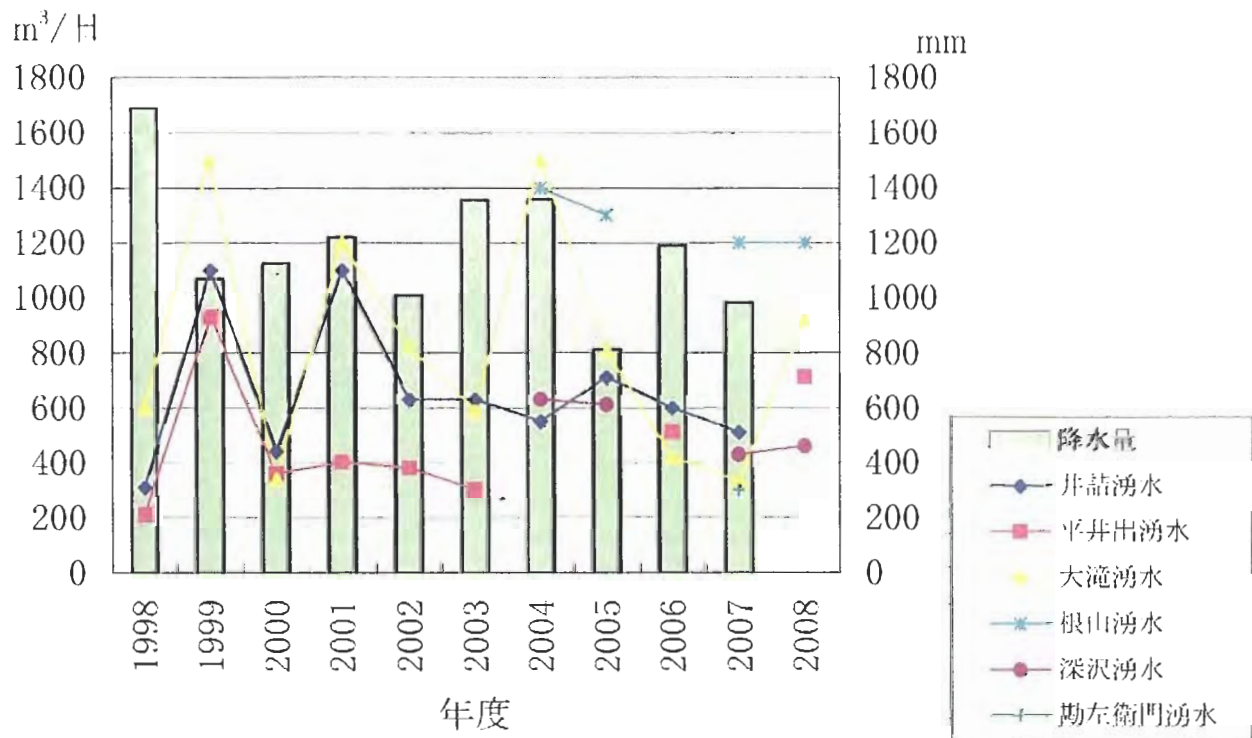


図1 湧水量及び年間降水量(大泉観測地点)の経時変化

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) 橋本奨: 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)