

# 三分一湧水の水質常時測定について

清水 源治, 江頭 恭子, 植松 本<sup>\*1</sup>, 澤谷 滋子<sup>\*1</sup>

The continuous measurements for water quality of the Sanbuichi Spring  
at the foot of Mt. Yatsu in Pref. Yamanashi

Genji SHIMIZU, Kyoko EGASHIRA, Hazime UEMATSU and Shigeko SAWAYA

キーワード：三分一、水質、常時測定、山梨県

既報<sup>1)</sup>では、八ヶ岳南麓湧水群の保全状況を知る上で、水温や電気伝導率(EC)の測定が有効であることを示した。これを受けて、八ヶ岳南麓湧水群のほぼ中央に位置する三分一(さんぶいち)湧水では水温とECの常時測定を開始した。ここでは、この測定結果を紹介し、その意義について考察した。

## 調査方法

長坂町(現 北杜市)は、八ヶ岳南麓の湧水を紹介し、湧水群全体を保全する基幹施設として「三分一湧水館」<sup>2)</sup>を設立した。

この施設は湧水の民話や水争いの歴史を展示しているが、その独自性は隣接する湧水の水温やEC、気温を30分毎に測定することにある。湧水館ではこれにより、気温が変化しても湧水の水温やECは変化しないことを、館内の大型画面で表示している(図1)。

表示は現時までの1週間~1年をグラフで示すが、ここではこの表示に用いた平成15年5月~20年3月までの毎正時の測定値を解析した。また水温やECの測定結果から、三分一湧水の保全状況を推定し、他の湧水を定期的に測定する場合の頻度(測定間隔)について検討した。

## 結果および考察

### 1. 近傍アメダスの気温などの推移

気温や降水量は湧水の水温や水質に影響及ぼす。図2に、三分一湧水に近い大泉(アメダス観測地点: 標高867m)の昭和55年(1980年)以降の年間値(気温、日照時間、降水量)を示した<sup>2)</sup>。この観測地点は、三分一湧水から南東約3kmにあり、標高は約150m低い。

ここで降水量は710~1687mm/年、日照時間は1858



図1 常時測定結果の表示画面

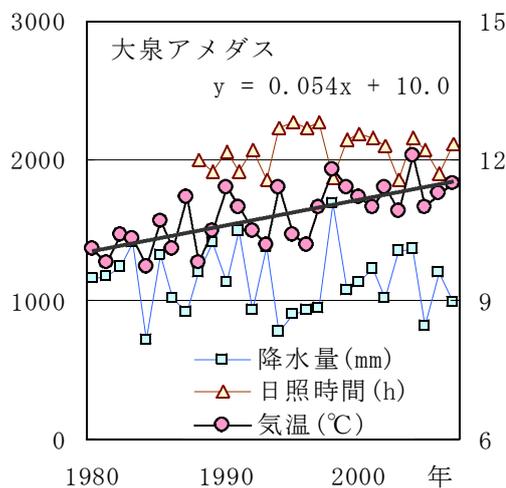


図2 大泉アメダスの年間値の推移

~2271時間/年の範囲で推移したが、明らかな増減傾向はなかった。他方、気温は9.8~12.1°C/年であったが、明らかに上昇傾向にあった。この回帰式の傾きから大泉では0.05°C/年の割合で上昇したが、甲府も同様に0.06°C/年となり、この30年間に気温は1.5~2°C上昇していた。

\*1 長坂町(現, 北杜市役所)

表1 水温の測定結果

単位：℃

15年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
平均値		9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6
最高値		9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.8	9.8	9.8
最低値		9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.4	9.5	9.5	9.5	9.4
測定日数	0	8	29	29	30	30	31	30	31	31	29	10	288
16年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
平均値			9.7	9.6	9.6	9.7	9.7	9.6	9.7	9.6	9.7	9.7	9.7
最高値			9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.7	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
最低値			9.6	9.5	9.5	9.6	9.6	9.6	9.6	9.5	9.6	9.6	9.5
測定日数	0	0	17	31	31	30	31	30	31	31	28	31	291
17年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
平均値	9.9	9.9		9.6	9.7	9.6	9.6	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.6
最高値	10.0	10.0		9.7	9.8	9.7	9.7	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	10.0
最低値	9.6	9.8		9.5	9.6	9.5	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4
測定日数	30	20	0	19	30	30	31	30	31	31	28	31	311
18年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
平均値	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5				9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
最高値	9.7	9.5	9.5	9.5	9.5				9.6	9.6	9.6	9.7	9.7
最低値	9.4	9.5	9.5	9.5	9.5				9.4	9.4	9.4	9.4	9.4
測定日数	30	31	30	31	11	0	0	0	13	31	28	31	236
19年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
平均値	9.5	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.6
最高値	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.7	9.7
最低値	9.4	9.4	9.5	9.5	9.5	9.5	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4
測定日数	30	31	30	31	31	29	31	30	31	31	29	31	365

表2 電気伝導率(EC)の測定結果

単位：mS/m

15年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
平均値					5.6	5.6	5.7	5.8	5.6	5.6	5.4	5.3	5.6
最高値					5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.6	5.6	5.6	5.9
最低値					5.6	5.5	5.7	5.6	5.5	5.4	5.4	5.4	5.4
測定日数	0	0	0	0	28	28	30	26	16	31	29	31	219
16年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
平均値	5.4	5.5	5.5	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6	5.6	5.7	5.7	5.7	5.5
最高値	5.5	5.5	5.5	5.5	5.4	5.6	5.6	5.6	5.7	5.8	5.8	5.8	5.8
最低値	5.4	5.5	5.5	5.4	5.4	5.4	5.5	5.6	5.6	5.6	5.6	5.5	5.4
測定日数	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	27	30	363
17年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
平均値	5.5	5.7	5.5		5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.7	5.8	5.8	5.7
最高値	5.7	5.8	5.7		5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
最低値	5.5	5.5	5.4		5.8	5.8	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7	5.7	5.4
測定日数	30	30	30	0	19	30	31	30	31	31	28	31	321
18年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
平均値									5.8	5.9	6.0	6.0	5.9
最高値									5.8	6.0	6.0	6.0	6.0
最低値									5.7	5.8	6.0	6.0	5.7
測定日数	0	0	0	0	0	0	0	0	13	31	28	31	103
19年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
平均値	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	6.0	6.0	5.9	6.0
最高値	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.0	6.1
最低値	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9	5.7	5.8	6.0	5.9	5.9	5.7
測定日数	30	31	30	31	31	29	31	30	29	31	29	31	363



図3 水温とECの測定位置(矢印)



図4 導水路とその側壁に取り付けた水位板

表3 気温の測定結果

単位：℃

年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
15年度		12.7	16.9	17.6	20.2	18.0	10.2	9.5	3.8	0.3	2.9	5.7	10.7
最高値		19.4	26.4	24.2	29.5	27.6	19.2	20.8	12.6	11.3	14.1	19.8	29.5
最低値		5.4	6.8	12.7	13.9	5.4	0.3	-1.6	-6.4	-8.5	-7.0	-4.9	-8.5
測定日数	0	8	28	29	30	30	31	30	31	31	29	31	308
16年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
最高値	23.5			27.2	27.0	24.8	20.3	17.3	15.1	6.8	9.2	12.4	27.2
最低値	-1.5			15.5	10.7	11.0	-1.4	-2.3	-7.0	-10.5	-9.4	-8.9	-10.5
測定日数	29	0	0	10	31	30	31	30	31	31	28	31	282
17年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
最高値	23.2	22.6	26.5	27.9	28.5	26.6	24.4	15.6	7.6	11.3	16.6	11.9	28.5
最低値	-4.9	0.4	8.5	14.5	12.7	7.5	1.5	-4.1	-10.7	-13.6	-11.5	-8.0	-13.6
測定日数	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	365
18年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
最高値	16.7								8.7	7.3	11.6	14.7	16.7
最低値	-1.3								-7.0	-8.4	-8.0	-9.4	-9.4
測定日数	26	0	0	0	0	0	0	0	13	31	28	31	129
19年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
最高値	19.6	24.9	24.5	26.6	30.0	28.2	19.2	14.0	11.9	9.2	8.3	17.1	30.0
最低値	-4.5	2.4	7.2	13.8	15.0	10.5	0.4	-6.2	-6.0	-14.2	-13.7	-7.7	-14.2
測定日数	30	31	30	31	31	29	31	30	31	31	29	31	365

2. 水温、ECの月間値と年間値

表1～3に、19年度末までの水温、EC、気温の月間値と年間値を示した。表中、測定日数が年日数に満たない部分は主に機器の点検や故障による。また不連続に変化した値や異常とみなせる値は除外した。異常値の出現は、湧水口が浅いためセンサーが

水面に出たため、現在は深い位置にあり(図3)、このような値はなくなった。

図5(左)にこれまでの気温などの月平均値の推移を示した。気温は-4～21℃で季節変化繰り返したが水温とECは変化が少なかった。同図(中、右)に同じ期間の水温とECの平均値、最大値、最小値を示した。

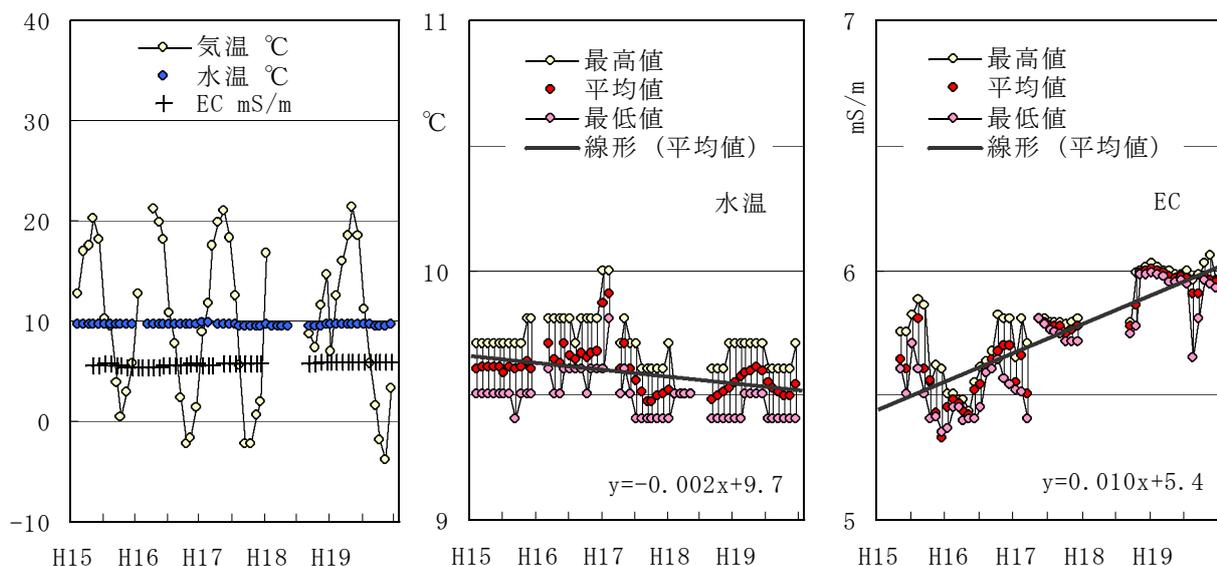


図5 月平均値の推移(左)と水温(中)、EC(右)の月最高値などの推移

ここで、水温の月平均値は全体の平均値に対して±0.1℃以内で変動しその幅は小さかった。また経年的には-0.002℃/月(-0.02℃/年)とわずかであるが下がる傾向にあった。このように水温は大泉の気温の上昇とは逆の現象が見られ、気温上昇による凍結期間短小の影響が示唆された。しかしこの変化は小さく、また湧出量に顕著な変化はないことから、地下環境に大きな変化はないと考えられた。

他方、ECは5.4～6.1mS/mで変動し、19年度までの5年間には+0.010mS/m/月(+0.12mS/m/年)で上昇した。既報<sup>1)</sup>では1987年(昭和62年)と2002年(平成14年)との比較で、湧水群のECは1.3倍になったことを報告した。この傾向が現在も続いていることを短期間に明らかにしたことは湧水館の成果の一つであった。

なおこの間、北杜市は南麓湧水群を保全するため「地下水採取の適正化に関する条例(平成16年11月)」と「水資源の確保と保護に関する条例(平成16年11月)」を制定した。前者は、地下環境(水脈)の変化を防止するため、JR小海線(1100m湧水帯)から上の地域や湧水周辺での井戸の掘削を規制する。後者は、地表からの汚濁負荷を増やさないために、湧水から上の地域で廃棄物処分場の建設や特定施設(水質汚濁防止法)の設置を規制した。

ここで湧水は表流水とは異なり、涵養から流出までに長い時間を要する。そのため、これらの条例の実効性を知るには長い期間が必要である。三分一湧水館の水質連続測定はこのような長期間の水質測定を前提に始められており、ECの上昇傾向が止まり条例制定の目的を実証するまではその役目を終えることはないと考えられた。

### 3. 水温などの測定ひん度

これまでの調査では、八ヶ岳南麓には三分一湧水の他に30近くの湧水があり、その多くが車では近づけない場所にあった。よって、その保全状況を知るために水温やECを測定する場合、ひん度に限界を生じる。

そこで、三分一湧水の常時測定結果から最小限のひん度を検討した。図6(左)に19年度の毎正時の水温など(n=8760～8770)を示した。ここで気温は平均値9.2℃、標準偏差8.9℃であったが、これらから求めた95%レンジ(95%の測定値が入る範囲、1/20の危険率)は、-8.2～26.6℃であった。年に一度任意の時刻に気温を測定した場合、この範囲に入る確率は95%であるがレンジが広いため、任意に測定した値がその年を代表するとはいえない。

他方、水温は年平均値9.6℃、標準偏差0.06℃で、95%レンジは9.4～9.7℃と狭かった。そのため水温は年に一度の測定で仮に9.6℃であった場合、これを年の代表値にすることができる。ECも、年平均値6.0mS/m、標準偏差0.06mS/mで、レンジは5.9～6.1mS/mと狭いため任意に測定した値を年の代表値にできた。このように三分一湧水館の常時測定結果から、水温とECは年に一度測定すればこれをその年の代表値にしても差し支えないことがわかった。

年に一度の測定を想定した例を、実測値から抜き出して図6(右)に示した。ここでは平成15、17、19年9月1日の毎正時の測定値を示したが、この例からは各年の任意の時刻の値を採っても、水温はこの5年間で変化はないが、ECはわずかに上昇する様子を知ることができた。

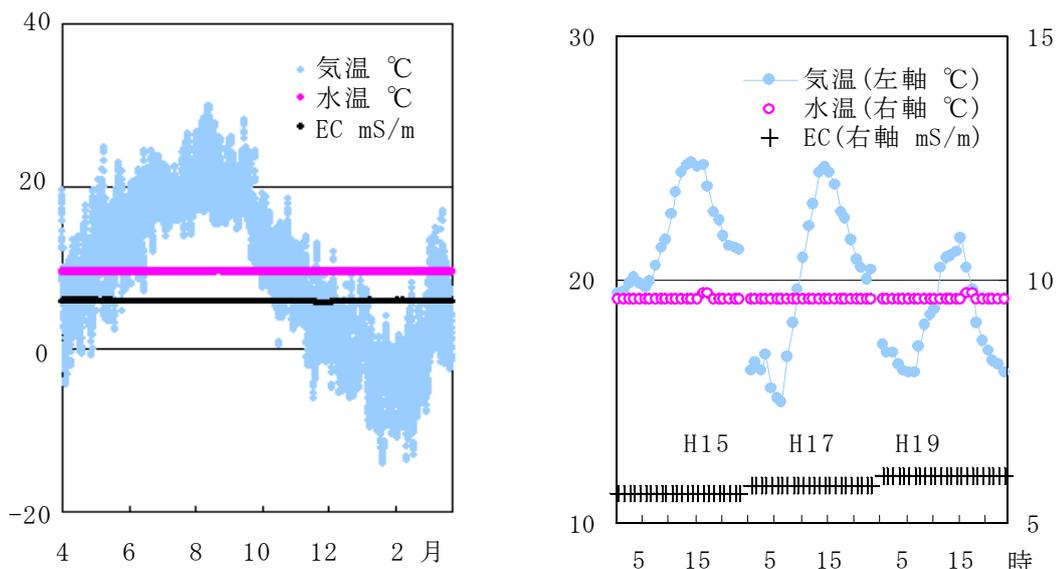


図6 平成19年度の毎正時値の分布(左)と平成15～19年の9月1日の毎正時値の分布(右)

このように、水温とECは年に一度任意の時刻に測定すれば、過去の値と比較して現在の状況を知ることができると考えられた。また、これらの測定値に明らかに変化を生じた場合は、湧出量や地下環境、地表からの負荷が変化した可能性がある。このような場合、地下環境変化の指標成分や地表からの負荷成分であるTP、SiO<sub>2</sub>やCa<sup>2+</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>を測定して変化の原因を推定することになる。

#### 4. 今後の課題

湧水の保全状況を知る手法として八ヶ岳南麓では全国に先がけて、三分一湧水の水温とECの常時測定を開始した。ここでは、その測定結果から今後も測定を継続する必要性を示すことができた。

しかし湧水群の中には、その状況の把握が十分とはいえない湧水もある。中でも湧出量が少ない湧水についてはその量の把握が必須である。三分一湧水には昭和20年以前に取りつけたと思われる水位を目視する基準板が残っている(図4)。このような簡易に湧出量を推定できる方法を各湧水に取り入れ、記録に残すことができれば、地域の人々や来訪者に対して北杜市の湧水保全に対する取り組みを体感させることができる。

また八ヶ岳南麓の湧水の一部は水道水源になっており、湧出量や水質の把握も行き届いている。しかし他の湧水についてはこれらが十分ではない。湧水群の中には枯渇により失われる湧水や再発見される湧水もあり、「八ヶ岳南麓湧水群台帳」などを整備して湧出の状況や水温やECの履歴を残すことも当面の

課題になると考えられた。

## まとめ

三分一湧水館で表示された平成15～19年度の毎正時の水温、ECの測定値を解析した。その結果、

- 1) 水温は変化が小さかった。他方、ECは上昇傾向にあり、その推移を把握するため今後も測定を続ける必要があった。
- 2) また三分一湧水の測定結果から、南麓の湧水については水温、ECを年に一度測定するだけでもその保全状況がわかると考えられた。
- 3) なお湧水群保全のためには、湧出量が目視できる水位板を設置することもその手法の一つになると考えられた。

## 引用文献

- 1) 清水源治ら：八ヶ岳南麓湧水群の水質(Ⅱ)，山梨衛公研年報 51, 39～43(2007)
- 2) 三分一湧水館：ホームページ [http://www.city.hokuto.yamanashi.jp/hokuto\\_wdm/html/joy-n/08037423665.html](http://www.city.hokuto.yamanashi.jp/hokuto_wdm/html/joy-n/08037423665.html)
- 3) 気象庁：過去の気象データ検索 <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 4) 高橋照美ら：県内「名水」の水質について，山梨衛公研年報 30, 46～49(1986)