

短 報

真川, 湯川谷および常願寺川起点の水質

朴木 英治¹⁾, 人見 信行²⁾

- ¹⁾ 立山環境研究所 930-0952 富山市町村77-27
²⁾ 富山市上下水道局流杉浄水場 939-8032 富山市流杉3-2

Water Qualities of the Yukawadani River, the Makawa River and the Starting Point of the Joganji River

Hideharu Honoki¹⁾ and Nobuyuki Hitomi²⁾

- ¹⁾ 77-27, Machimura, Toyama 930-0952, Japan
²⁾ Nagaresugi water purification plant Waterworks & sewerage bureau City of Toyama, 3-2 Nagaresugi, Toyama 939-8032, Japan

1. はじめに

北ノ俣岳を源流とする真川に立山カルデラ内を流れる湯川谷が合流し, 常願寺川となる (図1).

真川の水は, 折立に設置された取水堰, および, その下流の岩井谷との合流点付近に設置された取水堰の両方から有峰湖に導水されている. 下流側の取水堰にはスゴ谷で取水された水も導水されている. これらの取水堰が稼働している際には, 常願寺川に流入する真川の水は, 主に, これらの取水設備の下流側を流れる水と考えることができ, このような状況下で常願寺川に直接流入する



図1 常願寺川の起点.

正面の砂防堰堤を流れる水が湯川谷の流れ, 真川は砂防堰堤の右側の谷から合流する (2022年8月22日).

真川末端の水質については報告が無いようである.

一方, 立山カルデラ内を流れる湯川谷には, その名のとおりに, 新湯や旧立山温泉の源泉をはじめとするいくつかの温泉が流入している. この点では上流で地獄谷の温泉水が流入する称名川 (朴木・丹保, 2017) と似ている. しかし, 朴木ほか (2000) は湯川谷の硫酸イオン濃度が非常に高いにもかかわらず塩化物イオン濃度がそれほど高くない点やカルシウムイオン濃度が非常に高い点, さらに, 支流の滝谷やウサギ谷, 金山谷, 泥谷などの複数の谷の水質がこのような水質である点から, 湯川谷の水の水質は, 温泉水の影響よりも, 土壌の影響を受けた特殊な水質の水の影響が大きいことを示唆した. もう少し正確に記述すると, 火山性の土壌に含まれるパイライトが, 浸透してきた酸素を含む水と反応して硫酸を生成し, これが土壌中のカルシウムを溶出させたために形成された水質の水が湯川谷の水質に影響している可能性である. この湯川谷末端の水質についてもその後の報告は少ないようである.

さらに, 真川と湯川谷が合流した直後の常願寺川の起点での水質についてもあまり報告が無いようである.

そこで, 本報告では, 富山市上下水道局流杉浄水場が行っている水源調査の真川発電所取水関係の水質調査結果を整理し, 真川と湯川谷のそれぞれの末端での水質と, 両河川が合流した直後の常願寺川起点付近での水質について報告する.

2. 調査方法

調査は2020年10月5日と2022年8月22日に行った. 湯川谷の採水は白岩砂防堰堤の上流側の橋の上から行った (以下, 湯川谷末端とする). また, 真川については, 真川発電所の取水口付近の真川の水 (以下, 真川末端とする) を右岸側の川岸から採水した. さらに, 真川と湯川谷との合流点から500 mほど下流の常願寺川の水 (以下, 常願寺川起点とする) を右岸側の川岸から採水した.

採取した試料は流杉浄水場に持ち帰り, 通常の上水試験法で分析した.

3. 結果および考察

3.1. 調査日の10日前から調査日までの降水量

表1は調査地点に近い気象庁のアメダス観測点の芦峯 (立山町) と大山 (富山市) のデータによる, 調査日とその10日前までの日ごとの降水量を示したものである. 2022年8月22日の調査の場合, 前日に4 mm, 2日前に69 mmの降水量があり, さらに, 4日前から9日前までの降水量の合計は148.5 mmであった. これに対して, 2020年10月5日の調査では, 調査当日の午前中を中心に7 mm

表1 調査当日から10日前までの降水量 (mm)。

調査日	2022/8/22	2020/10/5	1998/10/29
当日	0	7	0
1 日前	4	0	2
2 日前	69	0	2
3 日前	0	0	2
4 日前	20	1	0
5 日前	12	0	1
6 日前	20	0	0
7 日前	6.5	2	0
8 日前	16	73.5	0
9 日前	74	55	0
10 日前	0	34	0
観測場所	立山芦峯 ¹⁾	立山芦峯 ¹⁾	大山 ¹⁾

¹⁾ 気象庁ホームページ
(<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>) より

の降水量があったが、調査日の1日前から3日前までは降水がなく、4日前に1 mm、7日前に2 mm、8～9日前の合計で128.5 mmの降水量があった。これらに対して、参考データとして引用した1998年10月29日の調査では(朴木ほか, 2000)、残念ながら芦峯観測局は開設されておらず、少し離れた大山局での観測であるが、調査1日前から3日前にかけて各日2 mmの降水があり、5日前に1 mmの降水が観測された以外は降水がなかった。

調査日前の降水量の違いは河川流量に影響しており、調査写真での比較では、2022年8月22日は2020年10月5日と比べて、真川発電所取水口付近の真川や白岩砂防堰堤上の湯川谷の水量が明らかに多かった。

3.2. 真川末端の水のイオン成分濃度

真川末端の水質は2020年10月5日(以下2020年とする)と2022年8月22日(以下、2022年とする)とでは大きく異なっていた。Mアルカリ度、ナトリウムイオン、マグネシウムイオン、カルシウムイオン、塩化物イオンの濃度は2020年の方が高く、特に、カルシウムイオンは2020年の濃度が2022年の濃度の3倍以上、Mアルカリ度も3倍程度になっていた。また、この結果として、電気伝導度の値は2020年が2022年の3倍以上になっていた。これに対して、カリウムイオンと硫酸イオンは2022年の方が2020年よりも濃度が若干高かった。このため、モル濃度で計算した化学成分濃度比の値は両者では全く異なる値

表2 真川末端の水のイオン成分濃度。

調査日	2022/8/22	2020/10/5
水温 (°C)	13.8	12.9
pH	7.3	7.7
電気伝導度 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	34	111
Mアルカリ度 (mg/L)	11.8	32.8
Na^+ (mg/L)	1.33	1.60
K^+ (mg/L)	0.64	0.57
Mg^{2+} (mg/L)	0.41	0.97
Ca^{2+} (mg/L)	3.48	11.76
Cl^- (mg/L)	0.43	0.66
NO_3^- (mg/L)	0.85	0.76
SO_4^{2-} (mg/L)	3.01	2.64
$\text{Ca}^{2+}/\text{SO}_4^{2-}$ ¹⁾	2.77	10.67
$\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ ¹⁾	2.59	1.47
$\text{Ca}^{2+}/\text{Cl}^-$ ¹⁾	7.17	15.66
$\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ ¹⁾	1.51	4.21

¹⁾ モル濃度で計算した。

となり、起源の異なる水が同じ河道を流れていたという印象であった(表2)。

3.1.章で記述したように、2022年8月22日は真川の流量が多く、採水点のすぐ上流で合流するスゴ谷からも水が流入していた。これに対して、2020年10月5日は水量が非常に少なく、スゴ谷には水がなかった。

真川流域の表層地質は、少なくとも折立よりも上流側では中生層の手取層である。それよりも下流側、湯川谷との合流点付近までは花崗岩で、特に右岸側は支流も含めて広く花崗岩で覆われている。しかし、左岸側の支流の源流付近には石灰岩を含んだ飛騨片麻岩が分布している地域もある。2020年は水量が非常に少なく、地質の点から考えると、集水域の上流側に飛騨片麻岩が分布している左岸側の特定の支流の水が真川を流れる水の主体となったため、このような水質の違いが生まれたものと考えられた。

3.3. 湯川谷の水のイオン成分濃度

表3に湯川谷末端の水のイオン濃度を示す。2022年と2020年の比較では、2020年の方が2022年と比べて各イオン成分濃度は高く、最も倍率が高かった塩化物イオンで2.0倍、最も倍率が低かった硫酸イオンで1.52倍であった。しかし、モル濃度で計算した化学成分濃度比の値は、真

表3 湯川谷末端の水のイオン成分濃度.

調査日	2022/8/22	2020/10/5	1998/10/29 ¹⁾
水温 (°C)	18.0	13.2	11.4
pH	7.4	7.7	7.7
電気伝導度 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	143	231	228
M アルカリ度 (mg/L)	13.4	25.1	23.8
Na ⁺ (mg/L)	5.05	9.45	8.50
K ⁺ (mg/L)	1.10	1.74	1.50
Mg ²⁺ (mg/L)	2.30	3.55	3.90
Ca ²⁺ (mg/L)	13.03	21.59	22.80
Cl ⁻ (mg/L)	1.32	2.63	2.30
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0.59	0.37	0.13
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	45.50	69.07	66.90
Ca ²⁺ /SO ₄ ²⁻ ²⁾	0.69	0.75	0.82
SO ₄ ²⁻ /Cl ⁻ ²⁾	12.76	9.68	10.74
Ca ²⁺ /Cl ⁻ ²⁾	8.76	7.26	8.77
Ca ²⁺ /Na ⁺ ²⁾	1.48	1.31	1.54

¹⁾ 朴木ほか (2000) より

²⁾ モル濃度で計算した.

川末端の場合と比べ (表2), 両者は比較的近い値を示した.

1998年10月29日の各イオン成分濃度 (朴木ほか, 2000) は2020年のイオン成分濃度とよく似た値であった. また, モル濃度で計算した化学成分濃度比の値はCa²⁺/SO₄²⁻とSO₄²⁻/Cl⁻の値は2020年の値に近かったのに対し, Ca²⁺/Cl⁻とCa²⁺/Na⁺の値は, むしろ, 2022年の値に近かった.

白岩砂防堰堤を通過していた水量は2022年の方が2020年よりも多かった. この点から考えると, 湯川谷末端の水に溶けているイオン成分の濃度は, ナトリウムイオン, カルシウムイオン, 塩化物イオン, 硫酸イオンなどの主要成分を中心に, 流量が少ないと濃度が高く, 流量が多くなると濃度が低下するようである. しかし, この場合でも, モル濃度で計算した化学成分濃度比の値は, 大きく変化していない (表3). 湯川谷の水の主要なイオン成分は塩化物イオンを除いて土壤中から溶出したと考えられ, 塩化物イオンは温泉からの供給と考えられることから (朴木ほか, 2000), 湯川谷の流量が大きくなると主要なイオン成分濃度が低下する現象は, 降雨によって流量が増加した際に希釈効果が働いたためと考えられる.

3.4. 常願寺川起点付近の水のイオン成分濃度

表4に常願寺川起点付近の水質を示す. また, 参考水質として湯川谷の調査日に近い日の真川大橋 (常願寺川起点の採水位置から8 kmほど下流) における常願寺川の値も示す.

常願寺川起点付近の水の各イオン成分濃度は, 一部の成分を除いて, 湯川谷よりも低く, 真川よりも高くなっていた. そこで, ナトリウムイオン, カルシウムイオン, 塩化物イオン, 硫酸イオンのデータを利用し, 真川, 湯川谷, および, 常願寺川起点の濃度から混合計算によって湯川谷と真川の混合水量比を試算した. その結果, 2022年の場合, 塩化物イオンで計算すると湯川谷の水量は常願寺川起点の水量の90%とやや高めの値を示したが, これ以外のイオンで計算すると80~83%であった. また, 2020年の場合も同様で, 塩化物イオンでは湯川谷の水量は常願寺川起点の水量の80%とやや高めの値を示したが, そのほかのイオンで計算すると72~74%であった. 常願寺川起点での湯川谷の水の寄与が比較的大きいことから, モル濃度で計算した成分濃度比の値は湯川谷の値に比較的近かった (表2~4).

常願寺川起点と真川大橋での水質の比較では, 常願寺

表4 常願寺川起点付近のイオン成分濃度.

調査日	常願寺川起点		真川大橋	
	2022/8/22	2020/10/5	2022/9/7	2020/9/23
水温 (°C)	18.2	13.7	18.0	19.4
pH	7.5	7.6	7.8	7.9
電気伝導度 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	128	179	123	107
M アルカリ度 (mg/L)	15.4	25.2	30.1	37.8
Na ⁺ (mg/L)	4.31	7.40	4.16	3.05
K ⁺ (mg/L)	1.10	1.67	1.29	1.29
Mg ²⁺ (mg/L)	2.03	2.81	1.96	1.58
Ca ²⁺ (mg/L)	11.41	18.82	15.16	14.74
Cl ⁻ (mg/L)	1.22	2.24	1.26	1.04
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0.68	0.51	0.46	0.67
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	38.21	51.90	24.72	11.03
Ca ²⁺ /SO ₄ ²⁻ ¹⁾	0.72	0.87	1.47	3.20
SO ₄ ²⁻ /Cl ⁻ ¹⁾	11.52	8.54	7.24	3.91
Ca ²⁺ /Cl ⁻ ¹⁾	8.24	7.43	10.64	12.54
Ca ²⁺ /Na ⁺ ¹⁾	1.52	1.46	2.09	2.77

¹⁾ モル濃度で計算した.

川起点が2022年8月22日と真川大橋が2022年9月7日の場合、イオン濃度の総量に関する電気伝導度の値は両地点とも同程度であったが、Mアルカリ度やカルシウムイオン濃度は真川大橋で高く、硫酸イオンは常願寺川起点が高かった。このため、 $\text{Ca}^{2+}/\text{SO}_4^{2-}$ の値は真川大橋の方が大きくなった。また、これら以外のイオン成分の濃度は、両地点とも同程度であった(表4)。これらの点から考えると、常願寺川起点から真川大橋までの間の区間で流入する支流の水の水質は、常願寺川起点の水質と比較して、Mアルカリ度やカルシウムイオン濃度が高く、硫酸イオン濃度は低いものと推定された。

次に、常願寺川起点が2020年10月5日と真川大橋が2020年9月23日の場合、電気伝導度は常願寺川起点と比べて真川大橋では大きく低下し、その内訳として、Mアルカリ度は増加したものの、硝酸イオンを除くすべてのイオンで濃度が低下していた。特に、ナトリウムイオンと塩化物イオンは真川大橋での濃度が常願寺川起点での濃度の1/2程度、硫酸イオン濃度は1/5弱になった。立山町の芦峠局での降水量は2020年9月19日から23日にかけては少なく(気象庁ホームページ)、この時も湯川谷や真川の水量が少なかったとした場合、常願寺川起点と比べて真川大橋で硫酸イオンをはじめとするイオン成分濃度が大きく低下した状況から、途中で流入する支流の水量が常願寺川の本流と比べて多かった可能性が考えられた。このため、真川大橋でのモル濃度で計算した化学成分濃度比の値が2022年9月7日と2020年9月23日とでは大きく違った値になったと考えられた。

4. 結論

2020年10月5日と2022年8月22日に行った真川発電所取水関係について行った調査データから常願寺川の起点とそれに影響する真川と湯川谷の、それぞれの、末端の水質について検討した。

その結果、真川の水質は流量が少ないと水質が変化し、特定の支流の水質の影響が大きく出る可能性が考えられた。同様に、湯川谷も水量が多い場合にイオン成分濃度が低下する可能性が考えられた。しかし、濃度が異なっても、化学成分濃度比の値には大きな変化が見られなかったことから、降雨に起因した流量の増加による希釈効果が原因と考えられた。

これらの水が合流してできる常願寺川起点の水質は、当然のことながら、真川の水質と湯川谷の水質、および、これらの混合流量比などの要因で変化することが分かった。今回の調査データから試算した常願寺川起点の水量に対する湯川谷の水の混合比率は70~80%であった。

さらに、調査日は異なるが、常願寺川起点とその8 km

ほど下流の真川大橋での水質を比較すると、途中で流入する支流の水質が真川大橋での常願寺川の水質に影響することが分かった。

5. 謝辞

真川発電所取水関係の調査に際し、国土交通省立山砂防工事事務所、および、北陸電力(株)の許可・承諾をいただきました。ここに厚くお礼申し上げます。

6. 引用文献

朴木英治・赤羽久忠・山本茂・金山昌一, 2000. カルデラ内の温泉および湯川谷の主要溶存成分組成-湯川谷のイオン組成に対する温泉と支流の役割-. 立山カルデラ研究紀要, (1) : 1-7.

朴木英治・丹保俊哉, 2017. 立山地獄谷の酸性温泉を起源とする化学成分の称名川での動態. 富山市科学博物館研究報告, (41) : 31-40.