立谷沢川 (山形県) の陸水学的研究*

加 藤 武 雄

月山周辺の河川中、烏川水系についてはすでに報告を行った¹⁾。筆者は更に立谷沢川水系について、1954年4月より55年3月まで1年間陸水学的な調査を行った。

この水系については、以前に山形県衛生研究所によつて水質調査がなされている²⁾。しかし、ここでは地質環境と水質との関係および年間における水質変化を中心に論述する。

1. 河況³⁾ 立谷沢川の上流は本沢と呼ばれ、月山東南斜面の清川行人小屋付近に水源を発する。月山の東側を北流し、東北電力月ノ沢発電所付近で、濁沢および赤沢の2支流を合せる。その後、峡谷をうがつて西流し、六淵付近で平野に出る。これから下流は南北の構造線に沿い、割合に広い河谷平野を形成しつつ北流し、清川地内で最上川に注ぐ (第1図)。

なお、本沢の源流地域では、長石斑岩または珪長斑岩類似の優白岩が、閃緑岩をまじえて露出する。念仏ヶ原付近の下流になると花崗岩が露出し、これを横切つて石英粗面岩、珪長斑岩、変朽安山岩等の大小岩脈がみられる。さらに下流で合流後は緑色凝灰岩が発達する。支流の赤

第1図 立谷沢川水系全図

* 月山周辺河川の陸水学的研究 第2報

1) 筆者 (1956) : 烏川の陸水学的研究, 地理評. 29, 5, 273~280.

2) 山形県 (1955) : 最上川水系水基本調査報告書, 119~136.

3) 市村毅 (1955) : Activities of the Gassan Volcano, Bull. Earthq. Research Inst., 33, Part 3, 419~432.

東北地方建設局最上川水系砂防工事事務所 (1954) : 最上川水系砂防調査中間報告書 (立谷沢川編), 20~25.

事実が、立谷沢川の低温である理由をよく説明している。さらに、測定結果によれば、4月中は立谷沢川、最上川両河川の水温差が 2° 以下の小さい値であるが、5月上旬に急に大になり、その後しばらくほぼ同値を保ち、8月中旬頃より減少している。これは月山では、標高1,500m以上の地域では、5月初旬が融雪開始期で、8月中旬が残雪末期であることとよく符合している。

3. 水質 立谷沢川全水系については、54年6月6～7日に、また上流水域については、同年8月8～12日の期間に、それぞれ水質の調査を行った。すなわち、各調査地点の試料について気温、水温、pHの測定および塩化物塩素、硫酸根、珪酸、溶存酸素、重碳酸根、カルシウム、マグネシウム、鉄、マンガン等の化学分析を行った。採水および化学分析の方法は、さきに筆者が蔵王山周辺の水系について採用した方法⁶⁾、および岩崎博士の方法⁷⁾に従った。その結果の主なものをまとめて、第1表に示す。また、調査地点は上流水域だけについて、第2図に示してある。調査地点はすべて山形県東田川郡立川町地内にある。

この結果にもとづいて、はじめに上流地域から説明を行う。すなわち、赤沢、本沢、濁沢はほぼ同一地点で合流するが、これら3水系の比較を最初に行う。ここに水系の比較は、すでに述べたように最下流の試料を用いて行うこととする¹⁾。まず、水温は赤沢 (20.3°C)、濁沢 (17.9°C)、本沢 (17.3°C) の順に低くなっている。6月にも、それぞれ 8.7°C 、 7.4°C 、 6.9°C を示し、同じ傾向にあつた。この理由は、すでに述べたとおり、本沢が月山の融雪水を最も多く流すことによるものである。pH は7前後で、いずれも中性を示すが、6月には濁沢は $\text{pH}=6.5$ を示し、弱酸性を呈した。時に濁沢が、本沢合流点において酸性を呈するのは、後で述べるように、その上流地帯に多くの酸性河川が合流することによる。濁沢は酸度だけに限らず、多くの化学成分についても、他の2支流に比べて異常な値を示す。特に硫酸根は 60.6ppm の多量を含む。もちろん、硫酸根は本沢 (16ppm)、赤沢 (14ppm) も多く含有する。これは程度のちがいはあれ、いずれも月山火山の影響によるものといえよう。

次に特記すべきことは、本沢の珪酸含有量 (SiO_2 として) が、 30.2ppm という

6) 筆者 (1954) : 蔵王山周辺河川の陸水学的研究, 地理評. **27**, 6, 229~243.

7) 岩崎岩次 (1954) : 天然水の二、三の成分の化学分析, 分析化学. **3**, 6, 508~516.

第 1 表 立 谷 沢 川 上 流 水 域

試料番号	採 水 地 点	採 水 日 時	気 温 (°C)	水 温 (°C)	pH
1	濁沢本流 No. 1	VIII— 8. 13.00 ^{h m}	25.8	14.3	7.2
2	〃 No. 2	VIII— 9. 08.00	19.0	13.5	6.4
3	〃 No. 3	〃 09.40	21.5	17.9	7.2
4	濁沢支流 L1	VIII— 8. 12.00	24.7	5.5	2.9
5	〃 L2	〃 13.25	26.1	10.3	6.9
6	〃 L3	〃 13.50	26.7	17.0	4.7
7	〃 L4	〃 15.00	25.9	14.2	7.0
8	〃 普陀落沢	VIII— 9. 08.05	19.0	11.5	7.0
9	〃 R1	VIII— 8. 13.00	26.1	10.3	7.1
10	〃 R2	〃 14.20	27.0	13.8	3.7
11	〃 R3	〃 14.30	26.8	17.0	6.1
12	〃 R4	〃 15.15	25.9	16.8	6.9
13	本 沢 No. 1 (清川行人小屋)	VIII— 9. 17.00	—	—	5.2
14	〃 No. 2 (肘折登山路交叉点)	VIII—11. 10.00	—	—	5.9
15	〃 No. 3 (濁沢合流点)	VIII—12. 17.50	22.8	17.3	7.2
16	赤沢本流 No. 1	〃 15.45	25.0	20.8	7.1
17	〃 No. 2	〃 17.50	24.3	20.3	7.1
18	さんご沢	〃 15.45	25.0	19.8	6.9
19	小 さんご沢	〃 16.25	23.0	19.2	7.3
20	第 一 堰 堤	VI— 6. 12.00	15.8	9.0	6.7
21	六 淵 堰 堤	VI— 7. 13.00	13.9	9.0	6.8
22	滝 ノ 沢 橋	〃 13.45	16.0	10.4	6.8
23	木 ノ 沢 橋	〃 14.00	15.3	11.1	6.8
24	中 島	〃 15.00	18.0	12.9	6.8
25	東 雲 橋	〃 15.15	16.3	12.2	6.9

大きい値を示すことである。濁沢 (11.7ppm), 赤沢 (9.4ppm) に比べて著しく大きい。これは本沢上流部の流域一帯の崩壊に、超因するものと考えられる。濁沢は下流では著しくはないが、崩壊地域では珪酸含量が大きい。

次に上に述べたことからわかるように、濁沢は他の2支流に比べて、特長のあ
る水系なので、さらに詳しく記すことにする*。まず、各支流を検討するときに、

* ふだらく 普陀落沢より上流の濁沢支流については、河川名が不明なので、左岸については下流より順に L4, L3, L2, L1 と名づけ、右岸についても同様、R4, R3, R2, R1 と名づけた。

の 水 質 (1954)

Cl (ppm)	SO ₄ (ppm)	HCO ₃ (ppm)	SiO ₂ (ppm)	O ₂ (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
4.4	35.4	18.7	9.4	8.82	16.1	0.76	0.072	0.010
3.8	188	6.47	17.6	—	11.7	1.47	0.037	0.054
5.0	60.6	22.7	11.7	—	24.0	0.58	0.060	—
6.5	211	0.0	37.3	7.68	17.2	—	0.58	0.69
3.9	6.2	11.3	18.0	9.43	3.5	0.24	0.040	—
4.3	59.8	1.4	22.2	7.95	7.83	0.21	0.13	—
5.1	6.6	14.6	18.0	9.16	4.7	0.17	0.058	—
4.9	2.5	16.3	19.2	—	3.8	0.24	0.21	—
7.1	5.7	17.0	30.6	—	3.4	0.64	0.047	—
5.2	77.1	0.0	16.2	—	14.1	1.7	0.065	0.23
4.8	84.5	2.5	14.7	—	24.8	0.45	0.16	0.069
9.98	15	10.5	23.7	—	3.6	0.22	0.043	—
1.6	0.0	—	6.91	—	3.0	0.06	0.17	—
2.4	0.0	—	18.4	—	2.6	0.11	0.17	—
3.3	16	23.2	30.2	8.75	10.2	—	0.051	—
6.0	7.0	21.4	18.2	8.15	4.3	0.32	0.42	—
6.1	14	19.5	9.4	8.22	4.8	0.49	0.13	—
5.8	4.0	12.1	10.3	8.68	—	0.22	0.19	—
6.4	8.6	27.4	2.23	8.08	5.3	0.26	0.21	—
4.0	12	10.7	10.8	11.1	—	—	0.24	0.012
1.8	7.8	8.67	11.7	6.67	15	0.24	0.62	0.24
2.6	9.8	10.1	12.6	11.3	12	0.69	0.71	0.26
2.3	12	10.3	15.4	16.5	15	0.84	—	0.10
4.4	12	10.9	12.0	15.7	8.2	0.93	0.51	0.072
3.6	8.6	12.6	14.3	10.4	8.9	—	0.42	0.11

それらが火山活動の影響を受けている程度をみる一つの方法として、pH と硫酸根の含有量とに着目した。そこで、R2およびR3について言えば、pHはそれぞれ3.7, 6.1で、硫酸根はそれぞれ77.1 ppm, 84.5 ppmである。これから判断しただけで、この両支流は火山の影響を受けていることがわかるが、特に R2 では河床に鉄分の沈着がいちじるしく、その上流では鉄泉が混入している。R3はR2と隣接して流れ、ほとんど同じ地点で、濁沢本流に注ぐ支流であるが、R3の下流域一帯が硫酸作用を受け、今日なお硫化水素の臭気のみとめられる。カルシウム含有量も R2,

R3 がそれぞれ 14.1ppm, 24.8ppm で比較的大きい値を示す。しかし、塩素含有量は他の支流と同様に、5ppm 程度である。R4 は中性河川であるが、塩素は他の支流をしのぎ最高の 9.98ppm を含み、硫酸根 15ppm, 珪酸 23.7ppm という高い値を示す。おそらくは流域において、鉱泉を混入しているものと思われる。R1 については特にいちじるしい事実はみとめられない。

次に、左岸の支流では L1, L3 が異常河川で、pH がそれぞれ 2.9, 4.7 で、強酸性を呈する。同時に硫酸根もそれぞれ 211ppm, 59.8ppm で、含有量が大い。L1 は崩壊地を流下する支流で、水温も 5.5°C でいちじるしく低い。融雪水の滲透してくるもので、常に白土を伴って本流に注ぎ、濁度を増加せしめている。濁沢本流は L1 が侵入するまでは透明であるが、L1 を合流すると、第一堰堤付近まで濁っている。濁沢と称せられる所以であろう。L1 の流量はそれ程大きいものではないが、強酸性の毒水と、崩壊した白土とを供給する河川で、立谷沢川全水系中で最も注目すべき河川である。L2, L4 および普陀落沢の各支流は、いずれも中性を示し、それ程いちじるしい特徴は見当らない。

上に述べたように、濁沢本流の両岸の異常な支流は、いずれも酸性で硫酸根を多く含むにもかかわらず、塩素含有量がたかだか 5ppm 程度にすぎない。これは蔵王山周辺の蔵王川にみられると同じように、硫気作用とか硫化鉄床等の影響が主で、いわゆる初生水の混入が、少いからではないかと思われる。

濁沢全水系について考えを進める。そもそも、濁沢本流は L1 合流前 (No. 1) では $\text{pH}=7.2$, $\text{SO}_4=35.4\text{ppm}$ を示すにすぎず、ほとんど毒水とは考えられない。しかし、流下中に L1, L3, R2, R3 等の異常河川を合流して、月ノ沢堰堤 (NO. 2) に達すると、 $\text{pH}=6.4$, $\text{SO}_4=188\text{ppm}$ となる。この程度になれば、相当汚染した毒水と考えざるを得なくなる。ところが、水量の豊富な中性河川の普陀落沢を合流するので、本沢と合流する直前 (No. 3) では $\text{pH}=7.2$, $\text{SO}_4=60.6\text{ppm}$ 程度になる。このように、上流水域の硫酸根の影響は、本沢に合流する直前まで及んでいる。要するに、濁沢水系には、月山の火山活動の影響がいまだに残存しているといえよう。

終りに、第一堰堤の下流水域について説明を試みる。第一堰堤の上流と下流とでは調査期日が異り、条件が同じでないので、流程による水質の変化については、六淵より下流についてだけ考察を行うことにする。その変化は第 1 表から判るように、まず pH についてはほぼ 6.8 の値を保ち、東雲橋で 6.9 になる程度である。マグ

ネシウム、塩素、硫酸根、重炭酸根、珪酸等は流下中にその濃度を増し、上記のうち幾つかの成分は、中島付近より減少する傾向にある。これは、六淵、中島間で合流する支流の影響によるものであろう。これに反し、鉄、マンガンおよびカルシウムは流下中に濃度を減少するが、重金属の場合は流下中に河床に沈積するためと考えられる。

4. 水質の時間変化 立谷沢川水系の1昼夜における水質(水温)の変化を知るために、第一堰堤を選んで観測を行つた。54年6月5日17時より翌6日17時まで、1時間毎に気温、水温、溶在酸素量、塩化物塩素量、重炭酸根含有量およびpHを現地で測定した。その測定結果によれば、水温は気温とほぼ正の相関を示し、水温の最高、最低の時刻は気温の最高、最低の時刻と大体一致し、ほとんどおくれがみとめられない。すなわち、気温は6日4時、13時にそれぞれ最低(7.8°C)、最高(16.5°C)を示したのに対し、水温は同日5時、13時にそれぞれ最低(5.6°C)、最高(9.1°C)の値を示した。pHについては、その変化がほとんどみとめられず、6.7~6.9の範囲内にあつた。溶在酸素量は1昼夜の週期的変化をなし、水温と負の相関関係をなすことが判つた。つまり、日照時の溶在酸素量は少く、低温の夜間の方が多い。この値は10.6~12.1ppmの範囲内にあつた。一方、重炭酸根の濃度は酸素および水温とは、何等一定の関係を示さなかつた。このような結果から、溶在酸素量は、単に水温のみの物理的因子に左右されているように思われ、上流水域の植物による炭酸同化作用の影響は、少くとも第一堰堤付近では、現われないものと考えられる。次に塩化物塩素量は、1昼夜に3.0ppmより3.9ppmまでの変化を示すに過ぎず、他の成分や水温との間にははつきりした関係がみとめられない。

5. 水質の月変化 立谷沢川水系の水質の月変化をみるために、54年4月より55年3月まで、毎月1回東雲橋^{しのめ}において観測を行つた。その主な結果を第2表に示す。表中、流量とあるのは、第一堰堤における午前9時の観測値⁵⁾⁸⁾である。第一堰堤の下流には流量の大きい支流がないので、東雲橋における流量は、近似的には第一堰堤の流量に比例すると考えてさし支えない。また流量の測定時刻が採水時刻とは一致せず、また第一堰堤より東雲橋まで流下するには、相当時間を要するはずであるが、流量が比較的变化しない気象条件の時を選んだので、前述の流量は化学成分との関係を検討するのには、十分な資料と考えてよい。そこで、はじめに化

8) 東北電力月ノ沢発電所提供の資料による。

第2表 立谷沢川水系における水質の月変化

——東雲橋——

月	(1954) Ⅳ	V	Ⅵ	Ⅶ	Ⅷ	Ⅸ	X	Ⅺ	Ⅻ	(1955) Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
採水日時	Ⅳ—29 09.13.30	V—29 13.30	Ⅵ—26 09.30	Ⅶ—27 16.20	Ⅷ—24 11.10	Ⅸ—30 11.10	X—19 11.00	Ⅺ—23 13.30	Ⅻ—18 09.30	Ⅰ—23 12.40	Ⅱ—13 12.30	Ⅲ—13 16.00
気温(°C)	19.3	24.0	19.0	23.2	28.0	19.3	16.7	13.4	1.7	1.9	0.2	2.8
水温(°C)	8.7	14.8	12.7	18.8	24.3	16.7	12.7	8.8	4.5	3.0	3.9	3.5
pH	7.1	70.1	7.1	7.3	7.1	7.2	7.3	7.1	7.1	7.1	7.3	6.8
Cl(ppm)	7.1	5.7	5.8	5.9	5.9	6.9	8.2	5.6	9.5	10.2	12.0	11.8
SO ₄ (ppm)	1.3	13	7.0	16	23	32	27	19	14	21	21	18
流量(m ³ /sec.)	11.0	8.82	9.02	7.0	5.5	4.70	3.08	5.90	3.70	2.10	1.85	2.80

学成分のうち、塩素を選んで、流量との関係を考察する。すなわち、第2表によれば、4～7月の期間を除けば、塩素含有量と流量との間には、負の相関関係が成立していることがわかる。4～7月には流量が大きいかかわりなく、塩素含有量はそれに応じて減少しはしない。これは、この期間はすでにみたように、月山の融雪期であり、積雪中に含まれるいわゆる風送塩が溶出してくるためと考えられる。これに比べて、硫酸根の方は、ほぼ年間を通じて流量と負の相関関係を保っている。これは硫酸根は融雪水から供給されることが少なく、主として月山火山という特殊な地質環境に、起源をもつためであろう。これらの成分が、年間を通じて相当の変動を示すにもかかわらず、pHの変化は6.8～7.3位の範囲内にあるにすぎない。

6. 結び (1) 立谷沢川は月山の融雪水の影響を受けて、水温は最上川に比べて低い。

(2) 立谷沢川の上流は赤沢、本沢、濁沢の3水系に分れるが、水質の分析値からみて、濁沢は月山の火山活動の影響を、最も多く受けている。

(3) 水質の時刻変化を観測したが、溶在酸素量が、水温とほぼ負の相関関係を示す以外は、化学成分相互間または水温との間には、一定の関係がみられない。

(4) 水質の年間における変化をみると、塩素含有量は融雪期を除けば、流量とはほぼ負の相関関係をなす。

本研究をなすに当り、現地調査および化学分析は高谷享佑、米山百合子、竹田信一の3学士の協力を得た。また、山形県当局をはじめ最上川水系砂防工事々務所長吉田与一氏、東北電力月ノ沢発電所鈴木篤氏に、研究上いろいろお世話になった。以上の方々に対して心から感謝の意を表わす次第である。 (1956年4月21日受理)

Limnological Studies of The Tachiyazawa-gawa

(Yamagata Prefecture)

—Limnological Studies of The Rivers around Mt. Gassan. 2—

Takeo KATŌ

In this paper, the results of the investigations of the Tachiyazawagawa are reported. The results are summarised as follows : —

1. The water temperature of the river is lower than that of the Mogami (main stream) throughout the snow-melting season. The difference lies 1. 3 and 5.1.

2. The upper reaches of the river consist of the Nigorisawa, the Honsawa (the main stream) and the Akasawa. Among the three, the Nigorisawa is most influenced by the volcanic activity of Mt. Gassan, judging from the chemical analysis of the water taken from the stations in the drainage system.

3. The content of the dissolved oxygen in the water undergoes the diurnal change. The relation between the oxygen content and the water temperature nearly shows the negative correlation.

4. The chloride content of the river decreases regularly with the increase of the flow except during the snow-melting season.

* Institute of Chemistry, Faculty of Education, Yamagata University.

紹介および批評

中国地域社会研究会編：大根島——生態と課題

A 5 判, 402 頁, 関書院. 京都. 1956 年刊

松江市の東方, 夜見ヶ浜と島根半島にかこまれた中海の中に, 大小2つの玄武岩からなる台地状の火山島がある. 大きい方が大根島^{ダイコン}, 小さい方が江島と呼ばれるこの2島によつて, 島根県八束郡八束村が構成されている. 大根島という書名をもつ