

山形県須川における酸性水の影響

東北大学工学部 学生員 ○ 鈴木 護

〃 正 員 後藤光彪

〃 正 員 佐藤敦久

1. はじめに 須川は、蔵王川、酢川等の諸川を合流し、山形盆地を東北に流下し最上川に合流する河川であるが、蔵王川、酢川が強硫酸酸性河川であるため、最上川合流地点まで pH4 程度の酸性河川となっており、流域及び下流域の水利用に多大な影響を及ぼしている。酢川の酸性水の原因は、蔵王火山群の活動により生成される変質帯への地下浸透水が H_2S を多量に含む噴気ガス ($120\sim130^\circ C$) と板状状態下で熱交換により酸性泉として生じている。蔵王川も同様に変質帯に添う硫酸鉱床を浸透する地下水の他に、硫酸鉱山採集時のスライム堆積物への浸透により硫酸生成が生じるとされている。

本報告は、須川及び酸性河川の水质、汚濁負荷及び底棲生物の調査を行い、酸性水の須川及び最上川に及ぼす影響について検討を加えた。さらに両酸性河川水の薬品中和処理に関する基礎的検討も行った。

2. 調査方法 調査は 1985 年 10 月 29 日、11 月 12～14 日の 2 回行った。調査地点を図-1 に示す。第 1 回の調査は上流域の水质調査、第 2 回は汚濁負荷及び底棲生物調査として行った。底棲生物調査では、調査地点での水深、表面流速や河床状態 (石の大きさ) をできるだけ同一とし、生棲する生物種と数を測定した。

3. 調査結果及び考察 水质調査結果を表-1、表-2 に、底棲生物調査結果を表-3 に示す。pH は、酢川が (St.1) で 1.3、(St.2) で 1.6～1.8 である。また、(St.3) では 2.9 以上に上昇する。これは酢川が

人工水路で流量のほとんどが、(St.2) の下流に流下するため流量減少と中和水の希釈等によるものである。蔵王

川は pH は 3 程度と酢川よりも高く、硫酸度、硫酸イオン等も酢川に比較し小さい。酸性河川流入後の (St.2)

では pH=5.5 であるが、酢川のバイオ水路流入後の (St.13) では再び 3.0 に低下している。これらの水质状況を比較し、長期の水质を反映する底棲生物により検討する。pH が中性付近の (St.6)、(St.9)、(St.10) では生物種が多い。特に (St.6) の蔵王川支流ゼンマイ沢において

はけら類では汚濁耐忍性種 (A: 種

類数) が多い。B: 汚濁耐忍性種 (B: 種類数) であるヒル類もあり、

肉眼動物による水质判定法の 1 つである Beck-Tsuda 法の biotic index (2A+B) は「7」で「きたない」階級となる。(St.9) では上流域の生活雑排水等が直接流し込み、水面には泡立ちも認められる。はけら類も汚濁耐忍性が多く、biotic index は「4」で「きわめてきたない」階級である。この 3 地点、1 m^2 当り 500～600 個体の

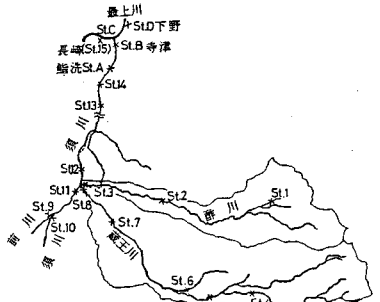


図-1

表-1 水质調査 (1985 年 10 月 29 日)

St. No.	1	2	3	4	5	7	8	9	10	14	15
河川名	酢川	酢川	蔵王川	仙入沢	蔵王川	蔵王川	蔵王川	前川	須川	須川	最上川
地点名	蔵王橋	御幸橋	合流前	南蔵王橋	高原橋	権現堂橋	合流前	泉川橋	泉川橋	飯塚橋	長崎
水温 ($^\circ C$)	38.0	15.5	13.0	8.5	10.0	13.6	13.6	14.2	13.7	11.7	10.3
pH	1.3	1.69	3.10	4.60	2.80	3.18	3.18	6.80	6.60	2.85	6.7
伝導度 ($\mu S/cm$)	18,190	9,200	701	91	1,004	648	579	716	126	1,021	113

表-2 水质調査 (1985 年 11 月 12～14 日)

St. No.	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13
河川名	酢川	酢川	蔵王川	ゼンマイ沢	蔵王川	蔵王川	前川	須川	須川	須川	須川
地点名	御幸橋	合流前	高原橋	野尻橋	権現堂橋	合流前	泉川橋	泉川橋	合流前	金瓶橋	常盤橋
水温 ($^\circ C$)	10.0	9.2	7.2	8.0	7.8	7.8	9.2	8.6	—	9.6	11.0
pH	1.85	2.86	2.89	6.58	3.23	3.23	6.78	7.09	7.05	5.46	3.00
伝導度 ($\mu S/cm$)	7370	1610	848	52.7	483	483	243	84.5	125	133	658
DO (mg/l)	11.1	11.2	12.9	11.4	12.6	11.8	12.1	12.5	—	—	9.5
硫酸度 (mg/l)	2833.1	110.9	379.4	—	144.1	866.8	—	—	—	—	122.5
硫酸度 (mg/l)	3361.3	183.0	474.2	3.8	233.3	1111.1	8.9	4.1	6.7	13.2	337.9
濁度 (deg.)	1.9	0.6	0.2	1.8	6.3	6.5	15.8	3.1	15.4	23.5	21.2
SS (mg/l)	4.0	1.8	2.6	6.2	15.0	14.8	30.5	7.0	29.9	36.3	31.4
TS (mg/l)	2,927	1,565	454	70	312	306	176	79	129	165	303
Fe (mg/l)	72.7	32.9	44.25	0.050	20.3	10.75	0.098	0.175	0.213	0.443	0.315
Fe ²⁺ (mg/l)	0.299	1.395	0.273	0	0.095	0.081	—	0.010	0.081	0.154	0.148
Al ³⁺ (mg/l)	146	111.6	46	0.05	28	25.6	0	0.02	0.188	0.35	31.6
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	2,150	905	366	14	200	35.4	17.6	20.6	25.4	51.4	158
Ca ²⁺ (mg/l)	0.04	0.05	0	0.03	0	0.005	1.48	1.27	2.18	2.15	0.04
Mg ²⁺ (mg/l)	28.5	17.4	1.50	0.65	0.45	1.35	2.90	0.56	1.90	3.35	3.77
流量 (m^3/s)	0.39	0.003	0.37	0.04	0.77	0.74	3.56	3.48	—	—	—

表-3 底棲生物調査 (1985 年 11 月 12～14 日)

St. No.	2	5	6	8	9	10	13
河川名	酢川	蔵王川	ゼンマイ沢	蔵王川	前川	須川	須川
地点名	御幸橋	高原橋	野尻橋	合流前	泉川橋	泉川橋	常盤橋
調査面積 (m^2)	25	10	1	6	0.25	0.25	0.81
はけら類	0	0	73	0	2	0	1
とびげら類	0	1	497	0	24	118	0
かわげら類	0	1	0	0	0	0	2
ヒル類	0	0	7	0	29	0	0
カニ類	0	0	1	0	0	0	0
貝類	0	0	0	0	1	0	0
その他	1	9	41	6	74	16	16
合計	1	11	619	6	130	134	19

底棲動物が生棲している。酢川では25m²に1個体(種不明)のみであり、蔵王川も10m²に9個体(種不明)である。ただし、蔵王川では黄褐色のヒメツルクスとヒメツルクスの個体を確認しており、十分な底棲動物が生棲できようである。酸性河川流入後の(St.13)では1m²当り23個体(pH=3)と激減し、大きな生物が姿を消す。

図-2は流量Q、浮遊物質SS、蒸発残留物TS、硫酸根SO₄²⁻、溶解鉄Fe、アルミニウムAl³⁺の汚濁負荷割合を示した。蔵王川における比流量は(St.6)0.024、(St.7)0.022、(St.8)0.019 m³/km²で、酢川

では(St.2)で0.025 m³/km²である。(St.11)における須川本流と蔵王川の流量比は約10:1であるが、Fe、Al³⁺のほとんどは蔵王川あるいは酢川(下流への人工水路)によってもたらされる。特に蔵王川の(St.7)と(St.8)間のSO₄²⁻、Feの減少は興味深い。第2回の調査時には、蔵王川は濁りが少なく、SSの負荷としては小さい結果となっているが、第1回調査には赤褐色の濁りが合流点付近で確認された。このような酸性水中の懸濁化(水酸化物)は図-3、4に示すように須川の下流部の鮎荒、寺津地点と最上川の長崎、下野のSS及びTSの負荷量の差として顕著に表れる。(図-3は1978年~1982年の水質年表より作成)酸性水の影響は鮎荒でpHが3~3.5、寺津で3.5~4と低く、須川での水利用のみならず、最上川合流後も容易に混合しないため下流の水利用に大きく影響している。特に、上山市、山形市の排水が流し込み、寺津地点でNH₄-Nが1~3mg/lと非常に高く、河川の自浄作用も期待できない状況にある。

4. 薬品中和処理実験 酢川(St.2)、蔵王川(St.7)の酸性水をNaOH(0.02N)溶液、Ca(OH)₂(粉末)、CaCO₃(粉末)を用い、中和処理した結果を図-5、6に示す。CaCO₃の場合pHが4を越えると薬注量を増加させてもpHの上昇はわずか、pHを7まで上昇させる薬注量はCa(OH)₂の5倍以上となる。これはFeSO₄がCaCO₃とはpH2~5では反応せずpH7以上で反応するためである。より効果的な方法はpH4付近までCaCO₃で中和し、中性付近まではCa(OH)₂で薬注させることである。ただし、薬品中和は発生活泥量の処理を十分考慮する必要がある。

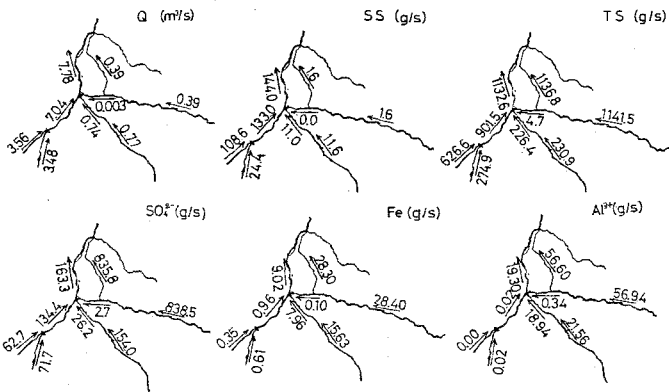


図-2

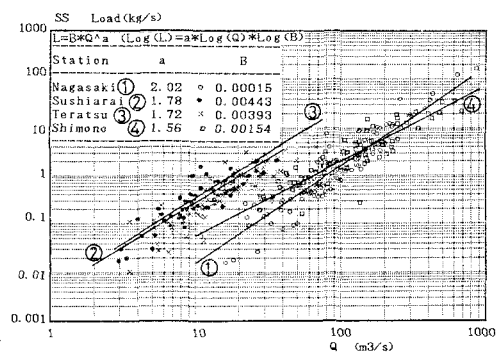


図-3

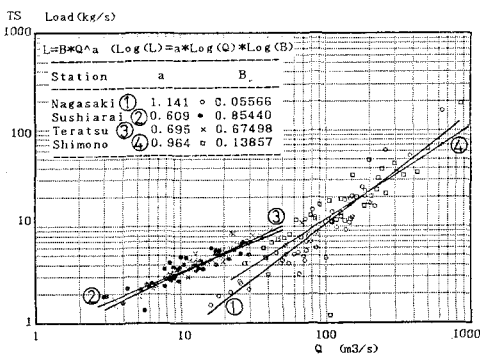


図-4

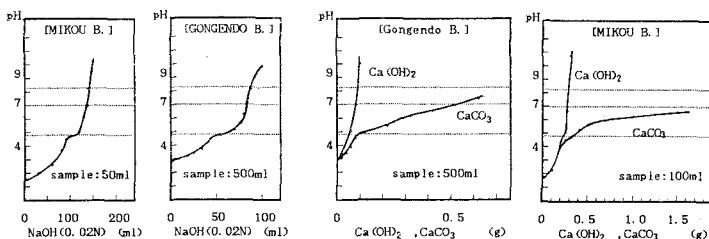


図-5

図-6