

小坂川とその周辺の水質について

秋田県衛生科学研究所

児 玉 栄 一 郎
細 部 弘
三 浦 栄 一
芳 賀 義 昭
船 木 忠 一
菅 生 倫 子
佐 志 志 津 子

I はじめに

県の北東部に位置する小坂町は、北の境界が青森県に接する山間の町である。人口14,000人のうち、2,000人、世帯数にして約6割が鉱山勤務者であって、古くから鉱山の町として知られ、鉱山と共に発展してきた町である。図1に小坂町の概略図を掲げたが、十和田湖の西岸を抱えた北東部と小坂川流域の南西部分に大別される。小坂川は南西部の山麓から流れ出た各沢の流れが合流したもので、南へ流れて小坂町の中心街を貫流し、米代川と合流して日本海に達している。ここで図からも明らかなように、小坂川や上流の各支流周辺には、休鉱山、廃鉱山を併せると相等数にのぼる鉱山が散在しており、そのために流域の住民が、小坂川の重金属汚染を危惧するのも尤なことと思われるのである。小坂町当局から調査の依頼を受けた私達は、小坂川やその支流、更には周辺の休、廃山跡の貯留水、堆積物等について検査を行なったのでその成績について報告したい。

II 鉱山の現況

II-I 現在採掘が行なわれている鉱山

相内鉱山

昭和45年4月黒鉱生産量9000 ton/mon

銅 乾鉱量512 "

亜鉛 " 402 "

鉛 " 130 "

硫化鉄 " 1184 "

乾鉱量とは浮遊選鉱で得られたもので、精鉱とも称し、含有率は20%位である。亜鉛精鉱中にはカドミウムが含まれる。

古遠部鉱山

昭和45年3月黒鉱生産量14000 ton/mon

銅 乾鉱量 1207 "

亜鉛 " 396 "

鉛 " 82 "

硫化鉄 " 3611 "

小坂鉱山

昭和45年3月黒鉱生産量 40000 ton/mon

沈殿銅 117 "

銅 乾鉱量4467 "

亜鉛 " 3720 "

鉛 " 956 "

硫化鉄 "12000 "

重晶石 2863 „
重晶石は顔料の原料となる。

鉛山

昭和45年3月黒鉛生産量1500 ton/mon

II-2 休廃止鉛山

図1に△印を付して示した。

十和田湖畔の銀山、高清水川添いの鴉（とき）鉛山を除いて、他は総て鉛山排水の吐出先が小坂川になっている。休廃止鉛山の跡にはいわゆる研（ずり）、スライム等が堆積され所によっては凹地に雨水が貯留し、全く放任されている。

堆積物は次のようなものである。

研（ずり）……採掘したが、鉛石としての価値がないため、そのまま捨てられたもの。粗い粒子が多い。

スライム……選鉛後の滓で粒子が小さい。

鉞（かわ）熔鉛炉で熔鉛の際、上に浮く不純物。ガラス様の光沢がある。

鋳（からみ）精煉後の滓。鉞の細かいもの。

以下に主な休廃止鉛山を列記する。

大地……昭和30年探鉛が行なわれた後休止。

研堆積量9000m³。堆積状態はきわめて不安定である。

金畑……昭和37年休止。研堆積量14000m³

覆土して牧草地とする予定。研に隣接して水田がある。

堀内……昭和38年廃山。利水は行なわれていない。

鴉（とき）昭和32年休山。下流の長沢、高清水部落で利水している。

研堆積量16000m³。

鋳堆積量4,000m³。

松木沢……小坂部落で利水。（1.5ha灌漑）
研堆積量6000m³。

II 河川水等の水質

III-1 採水地点と採水時期

図に①、②……と記して、採水地点を示した。

①若木立……古遠部川の間地点で、その上流に古遠部鉛山がある。

②相内湯の沢……相内川の間地点で、相内鉛業所構内である。

③新遠部橋……橋沢ダムの放流水水路で、小坂川合流直前で採水。

④細越……小坂川河川水の細越利水地点。

⑤警部派出所前……小坂町の中心街を流れる堰で、小坂鉛山の排水路である。

⑥大上橋……荒川川の間地点で、その上流に鉛滓集堆場があり、更に上流に小坂町上水の取水口がある。

⑦清澄池……小坂鉛山の鉛山排水を小坂川に放流するための処理池で、2回目の採水時直前から使用され出したものである。

採水は大略2ヶ月間隔で4回行ない、水質判断の資料にした。

III-2 試験項目と方法

PH……ガラス電極

So₄……重量法

Cu、Pd、Zn、Cd……原子吸光法

III-3 結果

表1-1～表1-4にその試験結果を示す。

表1—1 1 回 目

№	採水地点	採 水 日 時	天 候	気温 ℃	水温 ℃	P H	外 観	So ₄ ²⁻ ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cd ppm	流量 m ³ /sec
1	若 木 立	S. 45. 5. 15 14. 50	晴	17.0	15.5	6.9	類白、蛋白石濁	101.9	不	不	0.08	不	0.67
2	相内湯ノ沢	" 15. 00	"	17.0	15.5	7.0	類褐蛋白石濁	301.7	0.34	"	2.55	"	0.34
3	新 遠 部 橋	" 15. 30	くもり	15.0	17.0	7.8	" "	255.6	0.91	"	0.16	"	0.07
4	細 越	" 16. 05	晴	16.5	14.5	6.9	類褐、白濁	53.8	不	"	0.08	"	1.37
5	警部派出所前	" 16. 25	"	16.0	22.0	5.3	類褐、濁濁	440.0	0.54	"	4.95	0.060	0.84
6	大 上 橋	S. 45. 5. 16 10. 00	"	17.0	10.5	6.9	無色・透明	17.7	不	"	0.05	不	2.88

表1—1 2 回 目

№	採水地点	採 水 日 時	天 候	気温 ℃	水温 ℃	P H	外 観	So ₄ ²⁻ ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cd ppm	洗流 m ³ /sec
1	若 木 立	S. 45. 7. 13 11. 45	くもり	18.5	16.2	7.4	殆んど無色・透明	158.7	0.01	0.02	0.12	0.002	0.34
2	相内湯ノ沢	" 11. 25	"	18.0	17.0	7.1	汚褐色・濁濁	443.7	1.89	0.24	7.20	0.025	0.24
3	新 遠 部 橋	" 13. 40	"	18.0	18.8	6.5	褐色・微濁	373.6	0.15	0.04	0.02	0.002	0.10
4	細 越	" 13. 55	"	20.5	19.2	7.1	汚褐色・微濁	93.4	0.08	0.02	0.17	0.002	1.88
5	警部派出所前	" 10. 50	晴	22.0	24.0	5.6	黒褐色・濁濁	413.7	0.59	0.43	4.90	0.025	0.81
6	大 上 橋	" 14. 35	くもり	20.0	16.5	6.9	殆んど無色・透明	15.3	0.01	0.02	0.02	不	0.70
7	清 澄 池	S. 45. 7. 14 15. 20	小 雨	25.0	30.0	5.6	" "	356.9	0.09	0.26	1.59	0.018	

表1—3 3 回 目

№	採水地点	採 水 日 時	天 候	気温 ℃	水温 ℃	P H	外 観	So ₄ ²⁻ ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cd ppm	流量 m ³ /sec
1	若 木 立	S. 45. 11. 13 14. 00	くもり	17.0	16.5	7.8	無色・透明	229.3	0.01	0.02	0.46	0.004	0.40
2	相内湯ノ沢	" 14. 10	"	17.0	19.0	7.4	褐色・濁濁	757.8	2.63	0.11	2.42	0.011	0.24
3	新 遠 部 橋	" 14. 20	"	17.0	17.0	7.4	淡褐色・濁濁	706.3	1.81	0.06	0.04	0.004	0.01
4	細 越	" 14. 35	"	18.0	16.0	7.5	褐色・濁濁	73.1	0.09	0.01	0.12	0.002	0.54
5	警部派出所前	" 15. 25	"	18.0	19.0	6.2	淡褐色・濁濁	1067.7	1.45	0.26	37.10	1.480	0.10
6	大 上 橋	" 16. 00	"	18.0	14.0	7.2	微濁	13.2	0.01	不	0.08	不	0.80
7	清 澄 池	" 15. 30	"	18.0	23.0	6.6	微濁	607.5	0.19	0.43	1.34	0.028	

表 1—4 4 回 目

№	採水地点	採 水 日 時	天 候	気温 ℃	水温 ℃	P H	外 観	So 4 ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cd ppm	流量 m/sec
1	若 木 立	S. 45. 12. 2 14. 30	くもり	1.0	6.0	7.1	無色・透明	316.0	0.01	0.07	0.09	0.001	2.00
2	相内湯ノ沢	" 12. 00	小 雪	4.0	5.7	7.0	淡褐色・濁濁	2413.0	1.32	0.12	3.88	0.016	0.11
3	新 遠 部 橋	" 14. 45	くもり	1.0	6.0	8.9	淡褐緑色・濁濁	2138.0	1.51	0.04	0.09	0.002	0.18
4	細 越	" 15. 00	"	1.0	5.5	7.2	無色・透明	289.2	0.08	0.03	0.19	0.002	1.42
5	警部派出所前	" 11. 40	小 雪	4.0	7.0	5.3	淡褐色・濁濁	2794.0	0.56	0.11	2.54	0.045	0.26
6	大 上 橋	S. 45. 12. 3 10. 55	晴	0.5	3.0	6.9	無色・透明	76.1	0.01	不	0.03	不	0.91
7	清 澄 池	" 11. 15	くもり	1.0	6.0	5.4	淡褐緑色・微濁	1852.0	0.21	0.32	2.16	0.026	

Ⅲ—4 その他

前記7 地点以外に更に小坂町の担当者と相談の上、次の5 地点から各2 回宛採水し試験を行なった。その結果を表2—1～表2—2 に示す。

鵜 鉦山下流……鵜 鉦山については前掲

松木沢……………前掲

掘内橋……………上流に廃山があり利水が行なわれている。

古遠部鉦山……現在採鉦中。鉦山排水は古遠部川上流に流入するが、流入地点の直前から採水した。

鉛山鉦山……………現在採鉦中で排水は十和田湖に流入する。

表 2—1

№	採水地点	採 水 日 時	天 候	気温 ℃	水温 ℃	P H	外 観	So 4 ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cd ppm	流量 m/sec
	鵜 鉦山下流	S. 45. 7. 14 12. 10	くもり	21.5	18.0	5.7	殆んど無色・澄明	63.1	0.43	0.02	2.34	0.009	0.50
	松 木 沢	S. 45. 7. 13 14. 10	"	20.0	17.5	4.7	"	48.6	0.34	0.03	1.74	0.004	
	堀 内 橋	" 14. 05	"	18.0	18.0	7.2	"	16.8	0.01	0.01	0.01	0.001	
	古遠部鉦山	S. 45. 11. 13 13. 45	"	17.0	12.1	8.7	帯緑・澄明	638.8	0.06	0.03	2.10	0.012	0.08
	鉛 山 鉦 山	S. 45. 11. 14 16. 40	晴	17.0	13.5	6.4	無色・澄明	524.4	0.18	0.12	3.73	0.046	

表2 - 2

採水地点	採水日時	天候	気温 ℃	水温 ℃	PH	外観	SO ₄ ²⁻ ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cd ppm	流量 m ³ /sec
鵜鉦山下流	S. 45. 11. 14 11. 05	晴	20.0	14.5	6.9	無色・澄明	19.7	0.02	不	0.21	0.002	0.7
松木沢	S. 45. 11. 13 15. 10	くもり	19.0	15.5	5.3	"	39.6	0.26	0.01	0.50	0.004	0.25
堀内橋	" 14. 55	"	18.0	13.0	7.2	殆んど無色・澄明	56.7	0.02	0.01	2.04	0.007	0.3
古達部鉦山	S. 45. 12. 2 14. 15	"	1.0	16.2	8.6	淡緑・澄明	1,538.0	0.04	0.07	0.39	0.008	0.08
鉛山鉦山	" 16. 20	"	1.0	5.0	7.0	淡褐・澄明	801.0	0.36	0.09	4.48	0.028	

IV 研等の重金属溶出量

IV-1 休廃止鉦山の貯留水

金畑、大地、鵜鉦山で貯留水、又は堆積物

からの流出水が見られたので採取し試験を行った。試験項目は前記河川水と同じである。その結果を表3に示す。

表3

採水地点	採水日時	天候	気温 ℃	水温 ℃	PH	外観	SO ₄ ²⁻ ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cd ppm	流量 m ³ /sec
金畑 研堆積場 貯留水	S. 45. 7. 14 12. 40	くもり	20.5	24.0	2.0	褐赤色澄明	5,527.0	40.2	0.12	66.0	0.107	
大地・沈殿池 貯留水	" 10. 45	"	25.0	23.0	2.0	殆んど無色澄明	132.9	3.68	1.38	0.84	0.005	
大地・鉦内 貯留水	" 11. 00	"	25.0		2.5	褐赤色澄明	1376.4	3.40	0.05	36.0	0.097	
鵜鉦堆積場 流出水	" 11. 55	"	21.0	17.2	6.0	殆んど無色澄明	90.2	0.55	0.13	2.40	0.010	

VI-2 研、土壤等

小坂町には469 ha (昭和44年) の水田があるが、そのうちの7地点を選んで土壤を採取した。

更に鉦山周辺の土壤2検体、研その他6検体、牧草1検体を採取した。研の大略の組成を知る目的で行なった分析の結果を表4に示す。

表4

採取地点	SiO ₂ (%)	$\left. \begin{matrix} \text{Fe}_2\text{O}_3 \\ \text{Al}_2\text{O}_3 \end{matrix} \right\} (\%)$	CaO(%)	MgO(%)	計	SO ₄ ²⁻ (%)
鵜鉦山・研 A	98.8	0.3	—	—	99.1	
" " B	86.1	9.1	0.12	0.3	95.6	
金畑鉦山・研	96.3	2.8	—	—	99.1	
松木沢・研	84.9	11.8	—	1.2	97.9	
鵜鉦山・スライム	91.7	6.9	—	0.01	98.6	

次にこれら研や土壤等について条件を変えて重金属の溶出量を調べた結果を表5-1~表

5-2に示す。

表5 —1

試料1 g に水 100ml を加え10日間室温放置した抽出液についての成績

試 料	Zn ppm	Cd ppm	Pb ppm	Cu ppm
金 畑 ・ 田	0.20	不	不	0.125
若 木 立 ・ (白 枯) ・ 田	0.10	"	"	< 0.001
堀内第一利水地点・田	0.25	"	"	< 0.001
松木沢第二利水地点・田	0.12	"	"	0.050
若 木 立 ・ 一 般 ・ 田	0.15	"	"	0.075
細越第一利水地点・田	0.25	"	"	0.100
若 木 立 ・ 試 験 ・ 田	不	"	"	< 0.001
鴛 第二利水地点・土	0.42	"	"	0.050
金 畑 鉦 山 ・ 土	<0.01	"	"	不
銀 山 ・ 滓	4.00	"	1.30	1.050
鴛 鉦 山 ・ 研 A	不	"	"	< 0.001
" ・ 研 B	0.25	"	0.37	0.375
金 畑 鉦 山 ・ 研	<0.01	"	<0.01	0.075
松 木 沢 ・ 研	0.20	"	<0.01	0.252
鴛 鉦 山 ・ ス ラ イ ム	6.20	0.065	3.90	25.250
金 畑 ・ 牧 草	14.54	1.20	1.62	2.22

(牧草は乾燥試料のppm 水分93.3%)

表 5—2

試料 1 g に 2 N—H C l 100ml を加え加温抽出後水で 100ml としたものの成績

試 料	Zn ppm	Cd ppm	Pb ppm	Cu ppm
金 畑 ・ 田	11.50	0.135	6.20	10.00
若 木 立 ・ (白枯) ・ 田	3.40	0.055	1.45	2.105
堀内第一利水地点・田	7.00	0.100	4.00	1.70
松木沢第二利水地点・田	2.40	0.055	2.50	2.60
若 木 立 ・ 一 般 ・ 田	4.50	0.090	1.75	2.65
細越第一利水地点・田	3.00	0.065	3.30	2.40
若 木 立 ・ 試 験 ・ 田	12.00	0.065	3.60	2.25
鴫第二利水地点・土	7.00	0.155	2.05	4.00
金 畑 鉾 山 ・ 土	34.00	0.125	4.52	4.00
銀 山 ・ 滓	650.00	1.366	190.00	150.00
鴫 鉾 山 ・ 研A	0.75	不	0.95	0.30
” ・ 研B	2.50	< 0.001	2.00	8.50
金 畑 鉾 山 ・ 研	0.35	不	0.30	0.10
松 木 沢 ・ 研	4.00	< 0.001	1.80	4.25
鴫 鉾 山 ・ ス ラ イ ム	10.50	0.110	12.50	75.00

鴫鉾山研A は白色粗粒、研B は赤色細粒である

V 検 討

V-1 河川水等の水質

PH 表1では1回目№5の5.3が最低、4回目№3の8.9が最高である。表2では松木沢は4.7、5.3と低く、古遠部で8.7、8.6と高い。これは排水放流時の調整によるものであろう。硫酸が多いと決ってCaが多いことからそのように考えられる。

外観表1の№2、3、5は採水時4回共濁っていた。この濁りは鉦山排水特有の類褐色の細かい粒子の濁りの様にみられた。4回を通して無色透明のものはなかった。№6も3回目濁ったが、大上橋のある荒川が濁るのは必ずしも上流の鉦津溜めの故ではなくて、濁りの色調等から考えて降雨による土質の流入があったものと推定された。表2に掲げたものでは濁りはなく、古遠部鉦山排水は特有の淡い緑色を帯びていた。

硫酸測定毎に定量値が異なり、最小と最大では3倍から8倍位のひらきがある。表1で多いのは№2、3、5、7で4回目の№5は2794ppmであった。表2では古遠部鉦山、鉛山鉦山が多かった。

Cu 表1の3回目№2の2.63ppmが最大であった。№2、3、5が多く検出され、表2で多いのは鶴鉦山下流の0.43ppmが最大であった。堀内橋、古遠部鉦山は少なかった。

Pb 表1では№2、5、7が多く、2回目の№5、3回目の№7が共に0.43ppmで最大であった。表2では鉛山鉦山が0.1ppm内外、他はそれより少なかった。

Zn 表1の3回目№5が37.1ppmととび抜けて高い値を示し、2回目№3、6が0.02ppmで最小であった。№2、5、7が多く、他は少なかった。表2に掲げたうちでは鉛山鉦山が多か

った。

Cd 表1の3回目№5が1.480ppmと極めて大きい値を示しているが、これは採水前の降雨が影響し、濁りも甚だしく底質の混入によるものと思われる。№5は総体に大きい値で、№1、3、4、6は小さい。表2では鉛山鉦山が他の4地点より多く0.046ppm、0.028ppmであった。

この様に、降雨等一寸した事で金属含有量等が急激に変動し、時として随分高い値を示すのは汚染源が不安定な状態におかれていることを意味するものであろう。

上記各項目別に得られた数値を総合的にみると№2、3を結ぶ流れ、即ち相内川から古遠部川下流を経て小坂川に出る水路が汚染の程度の最も大きいところである。№5が最も甚だしいが、これは小坂鉦山の排水に依るものと考えられる。№7の数値も比較的大きい。これはこの調整池が公共用水路ではないのであるが、オーバーフローの形で小坂川に注いでいるのである。

V-2 休廃止鉦山の貯留水

表3に数値を掲げたが、水量が少ないとは云え夫々硫酸や重金属を多く含み、それらが放置されていて降雨等により流れ出す危険がある。

V-3 研、土壤等

表5-1、5-2共№4銀山津、№15鶴鉦山スライムが重金属溶出量が多い。研に較べて数倍、時には数10倍のひらきをもっている。これは津、スライム等の粒子が比較的細かく、きわめて溶解し易い状態にあるためと思われる。又塩酸で加温抽出したものは蒸留水で抽出したものより溶出量は例外なく多い。

平均値をとると

Zn = 6.26 (0.15) Ca = 0.081 (不)

Pb = 3.26 (0.19) Cu = 3.39 (0.05)

単位ppm、()内は蒸留水で抽出したものである。

VI おわりに

小坂鉱山の鉱山史に「文久3年(1863年)小林与作銀製錬に着手」とある。その往時から小坂川は流れ続け今日に到っているのであるが、現在では公共用水路が鉱山の排水路と化し、みにくい姿をさらしている。鉱山排水の放流はPH調整のみで事足りる問題ではなく、又汚染物質の濃度を低くすればよいと云うのも一時しのぎの便方に過ぎない。下流で含有量の少なくなるのは水量の増加による希釈もあろうが、勿論底質への沈着も考えられ、これが不測の事故につながることも考えられないことではない。やはり積極的な対策が必要と考えられるのである。

処々に散在する研等の堆積物の放置も極めて危険と云わざるを得ない。特に滓、スライム等粒子の細かいもの程金属の溶出量が多いようである。休廃鉱山の貯留水の汚染も甚だしい。これらの汚染が降雨等で流れ拡がるのは容易なことである。このことは鉱山排水の放流と共に注意されなければならぬ事と思われる。以上のことから研等堆積物には雨水や沢水の浸透、流出がないように早急な対策が望まれる。

荒川は特に上水道水源でもあるので、その取水流域は特に注意深く守られなければならないことは当然であろう。

小坂川の浄化は困難ではあったも、それがあるべき本当の姿であろうと思われる。一日も早く清い流れに甦らせたいものである。

なお小坂町当局がこの問題に限らず、公害に対し、示された意欲的な姿勢に敬意を表します。

文 献

加藤虎郎：標準定量分析法。

武内・鈴木：原子吸光分光分析。