

# 工場廃水に関する調査

(第11報)

姉川、高時川水系の漁業に及ぼす鉦山廃水の影響——1

水沼栄三・若林昭二・村長義雄

藤井敏弘 (県立高時川水質検査所)

## I. 緒 言

銅、硫化鉄の採鉦及び選鉦を業とする伊香郡木之本町金居原所在の日室鉦業株式会社土倉鉦業所は新鉦脈発見に伴い昭和33年度より約3倍増産採掘を目指して鉦区開発に拍車をかけている。この鉦区開発が完了した後、同鉦山廃水が杉野川上流に放流されて、これが流下する際、その下流河川である杉野川、高時川、姉川の漁業にどのような影響を及ぼすかを知る前提として、原鉦採掘月産約2500トンの現在における同鉦山廃水が杉野川、高時川、姉川の河川生産力に及ぼしている現況を確認しておくため、前後二回に亘り、鉦山より 姉川河口にいたる 延長約30kmの全水域の調査を実施した。

## II. 廃水の種類並に廃水量

第1表

種 類	含 有 成 分	廃 水 量	
		第 1 回 調 査 時 m <sup>3</sup> /sec	第 2 回 調 査 時 m <sup>3</sup> /sec
坑 内 水	Cu. Fe. S. SO <sub>3</sub> .	0.056	0.035
選 鉦 廃 水	Cu. Fe. Ca. S. SO <sub>3</sub> . CN.	0.014	0.006
横谷ダム滲透水	Cu. Fe. S. SO <sub>3</sub> . Ca.	0.021	0.010

## III. 調査実施期日並に調査地点

### 1. 調査実施期日

イ) 第1回調査

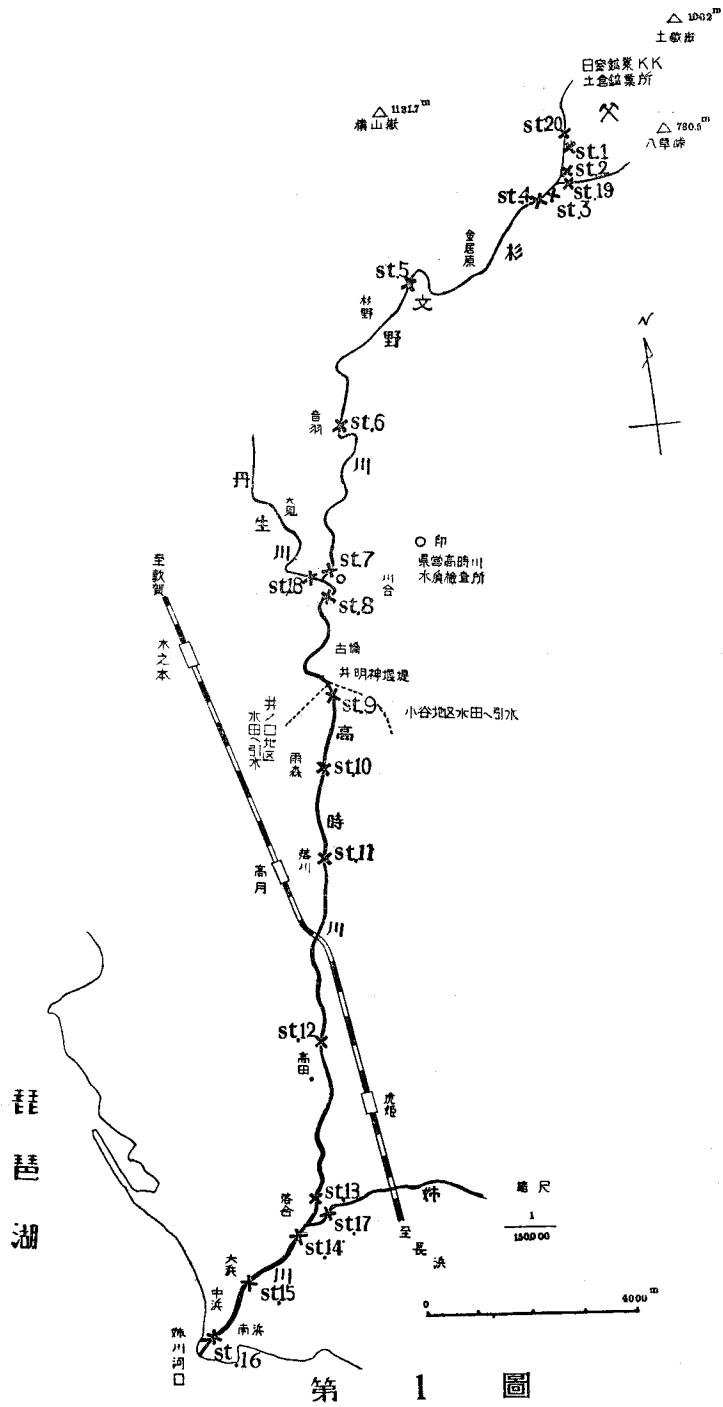
昭和31年9月10日から9月12日まで3日間

ロ) 第2回調査

昭和31年11月27日から11月29日まで3日間

### 2. 調査地点

第1図に示す20ヶ地点でその環境は次の通りである。



第 1 圖

第1地点……土倉鉾山第二通洞坑口坑内水排水路〔第一通洞坑口は現在休止されている〕  
 (坑内水)

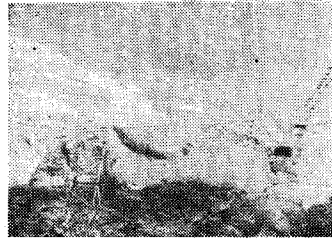
第2地点……沈澱浄化池を経て杉野川に放流する直前の選鉾廃水排水路〔選鉾廃水〕 (第2図)



第2図



第3-1図



第3-2図



第4図

第3地点……選鉱廃滓捨場通称横谷ダム（第3-1、3-2図）の滲透水排水路（第4図）（横谷ダム滲透水）

第4地点……横谷ダム滲透水が杉野川に注ぐ個所より下流約30米の地点で、第1、2、3地点からの鉱山廃水はここを通過して流下する。

第5地点……杉野小学校前の杉野川で左岸は杉野小学校、右岸は山地

第6地点……音羽大橋の上流約20米の杉野川、左右岸共山地であるが音羽大橋附近右岸に階段状の水田がある。

第7地点……木之本町川合落合橋上流約30米の杉野川（県営高時川水質検査所裏）で、杉野川と丹生川の合流点より杉野川寄り約50米の地点。

第8地点……杉野川、丹生川合流点の下流約200米の地点（合流後は高時川という）。

第9地点……高時川井明神（インミヨウジ）合同堰堤と井明神橋との中間の地点。

第9-2地点……井明神合同堰堤より右岸井の口地区への分流水路。

第9-3地点……同上 左岸小谷地区への分流水路。

第10地点……高時川の雨森橋（伊香郡高月町北富永）下流約100米の地点。

第11地点……高時川阿弥陀橋（高月町南富永）上流約50米の地点。

第12地点……高時川高田附近の地点（東浅井郡湖北町速水高田）。

第13地点……高時川と姉川の合流点より約300米上流の高時川。

第14地点……同上 約100米下流の姉川（合流後は姉川という）。

第15地点……姉川大浜鮎築場（東浅井郡びわ村）の下流約30米の地点

第16地点……姉川河口分流点上流約150米の地点

第17地点……高時川と姉川の合流点より約400米上流の姉川

第18地点……杉野川と丹生川の合流点より丹生川側上流約25米

第19地点……土倉鉱山事務所裏を流下し、杉野川に注ぐ八草川（鉱山廃水とは関係のない河川）で杉野川と八草川の合流点より上流約80米の地点（八草嶽に源を発し、鉱山社宅の下水の一部及び台所廃棄物が沈積していた）。

第20地点……第1地点から放流される抗内水の落下点より上流約20米の本調査の杉野川最上流の地点である。

この地点より更に上流に現在は休止している第一通洞坑口がある。両岸は岩山である

#### Ⅳ. 調査方法

前述20ヶ地点において、採水、採泥並びに底棲生物、河床底着性生物の採集を行った。夫々の採集は各地点同一個所で先づ河床底着性生物を採集し、次いで採水をなし、次に採泥及び底棲生物の採集の順で行った。

##### 1. 河床底着性生物

河底より水垢の附着している礫を任意抽出法をもつて取揚げ、歯磨用ブラシで礫の各方面に附着した水垢を丹念にこすり落して、ホルマリンで固定した。

##### 2. 底棲生物

移植ゴテで採泥し、1 耗目金網篩で水洗の上、視野に入る範囲で採集すると共に、流水中の礫を採集し附着している生物も採集し、ホルマリンで固定した。

##### 3. 採 水

常法で行い、採水時に水温とpHを測定した。pHの測定は杉野式アンチモン電極pHメーターを使用した。

##### 4. 採 泥

移植ゴテを使用した。

#### Ⅴ. 調査結果

##### 1. 各回の汚濁水域調査時の各調査地点における気象並に河川流量 (第2表)

第2表

第1回調査時 (昭和31年9月)										第2回調査時 (昭和31年11月)									
調査地点	調査月日	調査時刻	天候	雲量	風向	風力	気温	流量	稀率	調査地点	調査月日	調査時刻	天候	雲量	風向	風力	気温	流量	稀率
	月日	h.m					°C	m <sup>3</sup> /sec	倍		月日	h.m					°C	m <sup>3</sup> /sec	倍
1	9.10	11.00	r	10	S	5-6	26.0	0.056	—	1	11.29	11.40	0	10	—	0	7.2	0.035 <sub>4</sub>	—
2	〃	13.40	0	10	S	0-1	27.6	0.013 <sub>7</sub>	—	2	〃	14.15	b	4	SW	1	10.1	0.005 <sub>9</sub>	—
3	〃	12.15	bc	7-8	S	2-3	26.2	0.021 <sub>4</sub>	—	3	〃	14.45	c	8	—	0	9.2	0.009 <sub>6</sub>	—
土倉鉦山総合廃水量 (計算値)								0.091	1	土倉鉦山総合廃水量 (計算値)								0.050 <sub>9</sub>	1
4	〃	12.29	bc	7-8	S	1-2	25.4	2.27 <sub>2</sub>	24.9	4	〃	14.59	bc	4	—	0	9.4	0.94 <sub>2</sub>	18.5
5	〃	14.10	0	10	S	0-1	26.5	2.62 <sub>3</sub>	28.8	5	11.28	15.28	b	4	—	0	7.8	1.30 <sub>6</sub>	25.7
6	〃	14.45	bc	8-9	S	0-1	25.9	4.78 <sub>2</sub>	52.5	6	〃	14.55	b	6	—	0	7.9	1.72 <sub>1</sub>	33.8
7	〃	15.25	bc	7-8	S	1-2	25.0	4.19 <sub>2</sub>	46.0	7	〃	12.29	b	3	ES	0-1	9.6	2.72 <sub>9</sub>	53.6
8	〃	16.15	bc	8-9	S	4-5	27.7	17.77 <sub>4</sub>	194.7	8	〃	13.35	b	5	S	0-1	11.1	22.24 <sub>8</sub>	437.1
9	9.11	9.40	bc	7-8	SW	0-1	27.1	9.01 <sub>1</sub>	98.9	9	〃	10.15	b	2	E	0-1	9.8	12.84 <sub>5</sub>	252.3
10	〃	10.35	0	10	—	0	27.0	—	—	10	11.27	16.35	0	9	NNE	2	7.9	—	—
11	〃	11.10	0	10	—	0	27.2	—	—	11	〃	15.45	r	10	NNW	2	8.8	—	—
12	〃	11.50	bc	7-8	S	0-1	29.4	—	—	12	〃	14.40	0	10	NW	1-2	8.7	—	—
13	〃	12.50	bc	6	SW	0-1	29.5	—	—	13	〃	14.00	r	10	N	1-2	8.9	—	—
14	〃	13.55	bc	6	SW	2	30.1	—	—	14	〃	13.22	r	10	W	0-1	9.7	—	—
15	9.12	9.40	b	3	NW	1	25.1	—	—	15	〃	12.38	r	10	—	0	9.6	—	—
16	〃	10.45	b	4	NW	2	26.0	—	—	16	〃	11.15	r	10	NE	0-1	11.0	—	—
17	9.11	13.15	bc	8	SW	2	30.5	—	—	17	〃	13.45	0	9	NW	1	9.7	—	—
18	9.10	15.45	bc	7-8	E	3-4	27.6	—	—	18	11.28	11.55	b	2	—	0	10.5	—	—
19	〃	11.45	r	10	S	4-5	24.5	0.497	—	19	11.29	12.22	c	8	—	0	8.7	0.166	—
20	〃	11.08	0	10	S	5-6	25.7	1.699	—	20	〃	12.00	0	10	—	0	7.0	0.488	—

註：本年の夏季は降雨が比較的断続し、例年8月上旬より9月中旬にかけて見る様な河川下流における枯渇現象は発生しなかつた。

2. 水 質

イ)第1回 (9月) 調査時の水質 (第3-1表)

第3-1表

調査地点	採水時刻	採水深度	採水時温	pH	溶存酸素	酸素飽和度	蒸発残渣	灼熱減量	KMnO <sub>4</sub> 消費量	銅 Cu	鉄 Fe	硫化物 S	硫酸塩 SO <sub>3</sub>	M・Oアルカリ度	カルシウム Ca	珪酸塩 SiO <sub>2</sub>	シアン CN <sup>-</sup>	塩化物 Cl <sup>-</sup>	磷酸塩 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	アンモニア NH <sub>3</sub> -N
	h.m	m	°C		cc/L	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	11.00	0	13.05	7.15	4.3	58.0	263	63	0.89	0.31	0.063	0.00	189	13.9	10.7	0.000	0.000	0.000	0.000	
2	13.40	0	24.50	7.2	3.4	57.2	405	97	2.14	0.13	0.244	3.68	22.0	55.3	7.0	0.000	0.000	0.000	0.000	
3	12.15	0	20.65	7.45	3.9	61.4	283	52	1.10	0.02	0.152	0.75	60.0	23.7	11.8	0.000	0.000	0.000	0.000	
4	12.29	0	20.65	7.35	4.3	67.2	83	38	1.19	0.00	0.097	0.75	69.2	12.4	10.3	0.000	0.000	0.000	0.000	
5	14.10	0	21.60	7.45	3.9	63.2	48	35	1.21	0.00	0.108	1.71	60.2	22.6	9.3	0.000	0.000	0.000	0.000	
6	14.45	0	22.1	7.5	4.7	75.4	49	15	1.34	0.00	0.094	0.64	64.0	19.5	9.3	0.000	0.000	0.000	0.000	
7	15.25	0	22.7	7.5	4.6	74.6	59	30	1.94	0.00	0.091	0.75	71.2	14.8	9.8	0.000	0.000	0.000	0.000	
8	16.15	0	22.5	7.5	4.0	65.1	52	32	1.39	0.00	0.096	0.00	64.4	21.2	10.0	0.000	0.000	0.000	0.000	
9	9.40	0	22.5	7.45	4.5	74.1	60	30	0.79	0.00	0.076	0.00	65.2	30.5	9.7	0.000	0.000	0.000	0.000	
10	10.35	0	22.5	7.6	6.1	99.0	54	31	1.23	0.00	0.056	0.00	66.6	36.4	8.9	0.000	0.000	0.000	0.000	
11	11.10	0	22.8	7.5	4.7	77.0	62	41	1.16	0.00	0.133	0.00	68.2	33.9	9.9	0.000	0.000	0.000	0.000	
12	11.50	0	24.0	7.6	4.5	75.7	29	3	1.14	0.00	0.072	0.00	67.2	29.5	9.7	0.000	0.000	0.000	0.000	
13	12.50	0	25.7	8.15	4.6	79.1	42	31	1.11	0.00	0.072	0.00	61.4	28.7	9.7	0.000	0.000	0.000	0.000	
14	13.55	0	24.9	7.9	4.4	75.5	72	34	0.95	0.00	0.062	0.00	104	40.1	10.5	0.000	0.000	0.000	0.000	
15	9.40	0	21.2	7.8	4.6	72.7	57	24	1.06	0.00	0.056	0.00	110	26.9	10.7	0.000	0.000	0.000	0.000	
16	10.45	0	22.5	7.6	5.1	83.2	90	63	1.05	0.00	0.055	0.00	106	23.4	10.3	0.000	0.000	0.000	0.000	
17	13.15	0	24.2	7.85	4.3	71.8	68	20	0.90	0.00	0.084	0.00	100	32.5	10.3	0.000	0.000	0.000	0.000	
18	15.45	0	22.2	7.4	4.6	73.9	49	45	1.19	0.00	0.112	0.00	63.0	15.7	9.5	0.000	0.000	0.000	0.000	
19	11.45	0	20.8	7.7	4.7	73.6	83	33	1.23	0.00	0.082	0.69	79.6	6.7	9.3	0.000	0.000	0.000	0.000	
20	11.08	0	19.7	7.8	4.5	69.7	55	33	1.10	0.01	0.079	1.07	60.8	1.2	9.8	0.000	0.000	0.000	0.000	

ロ)第2回 (11月) 調査時の水質 (第3-2表)

第3-2表

調査地点	採水時刻	採水深度	採水時温	pH	溶存酸素	酸素飽和度	蒸発残渣	灼熱減量	KMnO <sub>4</sub> 消費量	銅 Cu	鉄 Fe	硫化物 S	硫酸塩 SO <sub>3</sub>	M・Oアルカリ度	カルシウム Ca	珪酸塩 SiO <sub>2</sub>	青化物 CN <sup>-</sup>	塩化物 Cl <sup>-</sup>	磷酸塩 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	アンモニア NH <sub>3</sub> -N
	h.m	m	°C		cc/L	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	11.40	0	13.07	7.15	6.5	87.0	268	33	2.31	0.25	0.076	0.69	67.9	89.4	21.8	9.1	0.000	5.76	0.031	0.126
2	14.15	0	13.09	9.3	3.4	46.2	535	80	9.40	0.00	0.151	4.80	177	28.6	51.3	8.3	0.000	14.96	0.032	0.322
3	14.45	0	9.77	7.0	6.2	77.3	293	20	2.14	0.56	0.112	0.11	128	66.8	30.8	12.4	0.000	5.28	0.029	0.084
4	14.59	0	9.27	7.3	6.7	82.8	126	15	2.25	0.24	0.114	0.32	18.5	28.4	10.9	11.1	0.000	4.72	0.047	0.061
5	15.28	0	8.87	7.1	6.4	78.3	93	31	1.80	0.16	0.098	0.05	11.7	19.2	7.8	11.5	0.000	4.72	0.032	0.093
6	14.55	0	9.07	7.0	7.2	89.1	113	28	1.77	0.08	0.091	0.27	12.0	25.0	6.7	10.9	0.000	6.08	0.031	0.059
7	12.29	0	8.07	7.3	7.1	86.0	113	37	2.02	0.03	0.119	0.00	1.0	25.2	62.0	11.1	0.000	4.96	0.023	0.048
8	13.35	0	8.17	7.35	7.4	89.0	85	23	1.88	0.00	0.065	0.00	1.4	22.6	46.9	10.9	0.000	5.68	0.024	0.045
9	10.15	0	7.47	7.0	6.8	80.1	101	43	2.12	0.00	0.056	0.00	7.5	21.0	9.6	11.7	0.000	5.12	0.026	0.057
9-2	10.40	0	7.35	—	—	—	104	68	1.43	0.00	0.034	0.05	4.5	22.6	9.2	12.7	0.000	5.84	0.031	0.054
9-3	10.45	0	7.0	—	—	—	102	35	1.55	0.00	0.045	0.00	3.8	19.6	12.6	12.2	0.000	5.68	0.026	0.049
10	16.35	0	9.07	7.3	5.7	70.0	81	24	1.92	0.00	0.052	0.00	2.7	19.2	34.8	12.0	0.000	5.28	0.026	0.064
11	15.45	0	9.17	7.25	7.0	87.0	76	13	1.61	0.00	0.047	0.00	0.3	21.6	22.5	10.0	0.000	5.52	0.027	0.064
12	14.40	0	9.35	7.4	6.9	86.1	80	20	2.00	0.00	0.070	0.00	0.3	21.6	7.0	10.2	0.000	6.48	0.027	0.063
13	14.00	0	9.55	7.3	7.7	96.0	55	11	1.57	0.00	0.058	0.00	0.3	20.6	8.8	10.3	0.000	5.44	0.026	0.064
14	13.22	0	9.77	7.4	7.3	91.4	102	85	2.24	0.00	0.174	0.00	0.0	22.0	7.7	10.2	0.000	5.76	0.027	0.054
15	12.38	0	9.67	7.3	6.2	77.4	118	98	2.15	0.00	0.033	0.00	0.0	23.2	9.3	11.3	0.000	5.52	0.027	0.056
16	11.15	0	9.37	7.2	6.7	82.5	99	89	1.91	0.00	0.062	0.00	0.0	28.6	8.1	11.1	0.000	5.44	0.024	0.055
17	13.45	0	12.37	7.5	6.9	91.0	102	23	2.96	0.00	0.088	0.00	0.0	41.6	12.6	11.0	0.000	5.20	0.035	0.058
18	11.55	0	7.37	7.35	6.5	77.4	92	43	1.74	0.00	0.052	0.00	1.0	18.0	49.9	12.9	0.000	5.76	0.029	0.045
19	12.22	0	8.87	7.55	5.9	72.6	102	13	2.26	0.00	0.098	0.21	5.5	22.6	8.1	8.9	0.000	5.60	0.039	0.110
20	12.00	0	7.97	7.5	6.6	79.1	68	5	2.24	0.05	0.071	0.11	5.5	18.8	11.0	9.1	0.000	4.08	0.036	0.076

註：表中 / 分析を実施しなかつたもの — 採水及び測定しなかつたもの。

### 3 底質

イ)第1回 (9月) 調査時の底質 (第4-1表)

第4-1表

調査地点	底質種類	色別	灼熱減量	底質篩淘汰分析													
				供試重量		砂礫5mm以上		細度2mm以上		細度1mm以上		微細度0.5mm以上		微細度0.25mm以上		微細度0.25mm以下	
				%	gr	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4	砂礫	黒褐色	3.19	10.00	5.30	53.0	2.90	29.0	1.10	11.0	0.60	6.0	0.10	1.0	—	—	
5	〃	黒色	3.24	10.00	4.00	40.9	3.40	34.0	2.10	21.0	0.40	4.0	0.10	1.0	—	—	
6	砂礫泥	黒褐色	3.52	10.00	4.90	49.0	2.80	28.0	1.30	13.0	0.70	7.0	0.20	2.0	0.10	1.0	
7	砂礫	〃	3.54	10.00	3.80	38.0	1.35	13.5	2.40	24.0	2.20	22.0	0.25	2.5	—	—	
8	砂礫泥	〃	3.07	10.00	4.30	43.0	2.70	27.0	1.50	15.0	1.10	11.0	0.30	3.0	0.10	1.0	
9	〃	黒色	3.71	10.00	4.20	42.0	4.30	43.0	0.70	7.0	0.25	2.5	0.40	4.0	0.15	1.5	
10	〃	黒褐色	3.28	10.00	4.10	41.0	2.70	27.0	1.50	15.0	1.20	12.0	0.30	3.0	0.20	2.0	
11	〃	〃	2.99	10.00	4.80	48.0	2.50	25.0	1.70	17.0	0.50	5.0	0.35	3.5	0.15	1.5	
12	〃	〃	3.24	10.00	4.50	45.0	2.90	29.0	0.80	8.0	0.70	7.0	0.90	9.0	0.20	2.0	
13	砂礫	〃	2.60	10.00	6.50	65.0	1.80	18.0	1.05	10.5	0.50	5.0	0.15	1.5	—	—	
14	〃	〃	2.86	10.00	6.80	68.0	1.70	17.0	0.40	4.0	0.80	8.0	0.30	3.0	—	—	
15	〃	〃	2.09	10.00	4.80	48.0	3.50	35.0	1.30	13.0	0.25	2.5	0.15	1.5	—	—	
16	〃	黒色	1.86	10.00	6.75	67.5	2.10	21.0	0.80	8.0	0.25	2.5	0.10	1.0	—	—	
17	〃	〃	2.06	10.00	5.40	54.0	3.20	32.0	0.90	9.0	0.35	3.5	0.15	1.5	—	—	
18	〃	黒褐色	3.57	10.00	3.00	30.0	3.50	35.0	1.60	16.0	1.70	17.0	0.20	2.0	—	—	
19	〃	茶褐色	3.04	10.00	4.60	46.0	3.40	34.0	1.20	12.0	0.70	7.0	0.10	1.0	—	—	
20	〃	黒褐色	3.38	10.00	3.80	38.0	2.80	28.0	2.10	21.0	1.10	11.0	0.20	2.0	—	—	

ロ)第2回 (11月) 調査時の底質 (第4-2表)

第4-2表

調査地点	底質種類	色別	灼熱減量	底質篩淘汰分析													
				供試重量		砂礫5mm以上		細度2mm以上		細度1mm以上		微細度0.5mm以上		微細度0.25mm以上		微細度0.25mm以下	
				%	gr	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	砂礫	灰褐色	6.13	10.00	2.67	26.7	3.37	33.7	1.70	17.0	1.40	14.0	0.64	6.4	0.22	2.2	
4	〃	灰黒褐色	4.04	10.00	7.00	70.0	1.65	16.5	1.05	10.5	0.25	2.5	0.05	0.5	—	—	
5	〃	黒色	3.87	10.00	6.80	68.0	1.90	19.0	0.90	9.0	0.35	3.5	0.05	0.5	—	—	
6	〃	黒褐色	3.62	10.00	6.60	66.0	2.60	26.0	0.65	6.5	0.10	1.0	0.05	0.5	—	—	

7	〃	〃	3.64	10.00	6.80	68.0	1.35	13.5	0.98	9.8	0.80	8.0	0.07	0.7	—	—
8	砂礫泥	灰黒色	4.36	10.00	6.05	60.5	2.40	24.0	0.45	4.5	0.55	5.5	0.50	5.0	0.05	0.5
9	砂 礫	灰黒褐色	3.65	10.00	7.10	71.0	1.80	18.0	0.80	8.0	0.19	1.9	0.10	1.0	0.01	0.1
10	〃	灰黒色	3.54	10.00	6.40	64.0	2.25	22.5	1.00	10.0	0.30	3.0	0.05	0.5	—	—
11	〃	灰黒褐色	3.88	10.00	4.29	42.9	3.53	35.3	1.39	13.9	0.50	5.0	0.25	2.5	0.04	0.4
12	〃	黒 色	3.40	10.00	6.00	60.0	2.75	27.5	0.90	9.0	0.30	3.0	0.05	0.5	—	—
13	〃	黒褐色	3.57	10.00	6.12	61.2	2.13	21.3	0.22	2.2	0.51	5.1	1.02	10.2	—	—
14	〃	黒 色	2.83	10.00	7.00	70.0	1.65	16.5	0.94	9.4	0.25	2.5	0.15	1.5	0.01	0.1
15	〃	〃	2.92	10.00	6.20	62.0	2.25	22.5	1.20	12.0	0.25	2.5	0.10	1.0	—	—
16	〃	〃	2.42	10.00	6.45	64.5	2.13	21.3	1.15	11.5	0.25	2.5	0.02	0.2	—	—
17	〃	〃	3.87	10.00	5.55	55.5	1.89	18.9	1.45	14.5	1.00	10.0	0.10	1.0	0.01	0.1
18	〃	〃	3.83	10.00	6.40	64.0	2.25	22.5	0.30	3.0	0.80	8.0	0.25	2.5	—	—
19	砂礫泥	灰褐色	3.78	10.00	1.99	19.9	2.64	26.4	3.27	32.7	1.60	16.0	0.35	3.5	0.15	1.5
20	砂 礫	茶褐色	3.41	10.00	5.70	57.0	2.64	26.4	1.10	11.0	0.40	4.0	0.15	1.5	0.01	0.1

註：第4—1表の第1、2、3地点及び第4—2表の第1、2地点はコンクリート又は岩盤水路のため底質の採集が不可能であつた。

第4—2表の第3地点は第4—1表に示した第3地点より約2m上流で、岩盤でない部分で採集した底質である。

#### 4. 底棲生物 (第5表)

第5表

SpeciesName	Month	St. No		1		2		3		4		5		6		7	
		9	11	9	11	9	11	9	11	9	11	9	11	9	11	9	11
		顎 蛭 目 Gnathobdella	いしびる科 Herpobdella									1	3		7		
襃 翅 目 Plecoptera	おなしかわけら科 Nemouridae かわげら科 Perlidae														4		6
毛 翅 目 Trichoptera	いわとびげら科 Polycentropidae ひけながいわとびら科 Stenopsychidae しまとびげら科 Hydeopsychidae											1				5	
双 翅 目 Diptera	ゆすりか科 Chironomidae あみか科 Blepharoceridae									1		2		2			1
蜉 蝣 目 Ephemeroptera	もんかげろう科 Ephemeridae ひうたかげろう科 Ecdyonuridae									3	8	4	2	2		6	3







## Ⅵ . 考 察

### 1. 関係水域の理化学的考察

(1) 土倉鉍山廃水の第1回調査時（以下Aという）と第2回調査時（以下Bという）との排出流量を比較すると、Aは0.091 m<sup>3</sup>/sec、でBは0.0509 m<sup>3</sup>/sec、（第2表参照）で、AはBの約1.8倍の排出量があつた。これは、鉍山生産が夏期において増大する傾向にあると考えられる。

(2) A、Bにおける河川の流量を比較すると 対照水系の一つの水源である杉野川の最上流部の第20地点でAの時1.699 m<sup>3</sup>/sec、で、Bの時0.488 m<sup>3</sup>/sec、であつて、AはBの約3.5倍の流量を示して居り、この調査においては、廃水量の多い夏季には河川の流量も多かつたので、冬期に比し廃水の稀釈度はかえつて大となつている。

(3) 例年県下の一般河川は中流で枯渇するのであるが、本年夏期には県下の降雨状態は比較的断続的に継続されたので、県下の他の一般河川も枯渇現象が見られなかつた。よつて若し例年のように河川が夏期渇水の状態となり、前述の通り鉍山廃水量が夏期に増大するものであれば、河川による廃水の稀釈率が低下し影響度も異つて来るであろうし、夏期における状態を再調査し検討をする要があろう。

(4) 土倉鉍山廃水の河川流水による稀釈率をA、B両期 第7表 第4、7、9 地点に於ける廃水稀釈倍率で比較すると第7表の通りである。尚第9地点では第1回調査時には井明神合同堰堤より、下流受水域水田に引水して居り、第2回調査時はこの引水を実施していなかつた。

調査地点	稀 釈 倍 率	
	A(第1回調査時)	B(第2回調査時)
4	約 25倍	約 20倍
7	〃 50〃	〃 50〃
9	〃 100〃	〃 250〃

(5) 水素イオン濃度は正常な河川で6.5~8.5<sup>1)</sup> という範囲から考えてAでは全関係水域に亘り、正常値を示して居り、Bでも鉍山廃水である第2地点を除いて総て、この値の範囲内で異状は認められない。第2地点の高値は選鉍過程における第8表に示す使用添加剤の過剰流出によるものであつて、流下水域に影響を及ぼしていないのが認められる。

第8表 土倉鉍山選鉍用添加剤成分並びに月間使用概量（鉍山側資料による）

薬 品 名	成 分 分 子 式	月 間 使 用 量
石 灰	Ca (OH) <sub>2</sub>	8500kg
アミルサンセート	C <sub>8</sub> H <sub>11</sub> OCSSK	550
ヤーマー F パイン	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O 80% C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> 他	60
エロフロート # 208	(OC <sub>8</sub> H <sub>7</sub> ) <sub>2</sub> PSSNa	200
青 化 ソ ー ダ	NaCN	50
メチルインブチールカービトール	MIBO	30

(6) 溶存酸素量を見ると、Aで第1、2、3、5地点を除く他の地点及びBで第2地点を除く他の地点では飽和度65%以上を示し、且つA、Bの第1、2、3、5地点に於ても3.4 cc/l以上の溶存量を示して居り、魚類の繁殖に適する溶存量<sup>1) 2)</sup> 及び魚類の窒息点<sup>1) 3)</sup> 以上であるので、Aに於て各地点で棲息に差支えないし、Bに於ては全水域に亘り繁殖に適した溶存量を保つて居ると言ひ得る。

(7)  $\text{KMnO}_4$ 消費量はBの第2地点を除いた外A、B共に一般正常河川と変りない。

(8) 銅 (Cu) については、Aで廃水の放流地点の上流である第20地点に0.01 p.p.m、廃水水路たる第1.2.3地点に夫々0.31 p.p.m、0.13 p.p.m、0.02 p.p.mの検出を見たが影響水域である杉野川第4地点以下に検出されず、Bでは第20地点に0.05 p.p.m、第1、3地点に夫々0.25 p.p.m、0.56 p.p.mの検出を見た上、第4、5、6、7地点に夫々0.24 p.p.m、0.16 p.p.m、0.08 p.p.m、0.03 p.p.mの検出を見、第8地点以下で不検出であった。

銅の単体成分の魚類の致死に及ぼす濃度24時間で吉原友吉<sup>4)</sup>は稚鯉で1.43 p.p.m、末富寿樹<sup>5)</sup>は稚鮎で0.66 p.p.m(計算値)と発表して居り Aquatic Life Advisory Committee<sup>6)</sup>は48時間TLm  $\times$  0.1が安全濃度であると推選しているのから見て、Aでは河川漁業に影響を及ぼしてない、然しBでは稚鮎を致死せしめることはないが、第7地点を含む杉野川全域は鮎の棲息に決して安全な水域とは言い難い。

(9) 鉄 (Fe) についてはAにおける第2、3地点、Bにおける第2、14地点を除いては正常河川に比して異状は認められない。A、Bの第2、3地点は鉾山内水路で、放流後の流下河川水に異状が認められないので問題はないが、Bに於て、はるか下流の第14地点に比較的多量の検出を見た原因については不明であり、次の機会に充分検討したいと思っている。

(10) 硫酸塩 ( $\text{SO}_3$ ) についてはAでは分析を実施しなかつたが、Bの結果から見て、杉野川の最上流部(第20地点)では5.5 p.p.mと正常河川なみであるに拘らず第1、2、3、4、5、6地点で夫々67.9 p.p.m、177.0 p.p.m、128.3 p.p.m、18.3 p.p.m、11.7 p.p.m、12.0 p.p.mを検出した。吉原<sup>4)</sup> 大谷<sup>7)</sup>では稚鯉に対し廃水では影響があるが河川では第4地点で安全濃度となつているし末富<sup>5)</sup>の稚鮎について考えて見ても、河川における鉾毒は発生しない。然し土倉鉾山廃水中には67.9乃至177 p.p.mの $\text{SO}_3$ を含有することから夏期鉾山生産が増大し廃水量が増加し、他方河川濁水の現象と重複する事態が発生したならば状況は悪化するであろう。

(11) 硫化物 (S) について、A、B共に第7地点より上流の杉野川に検出されたが、pHが7.0~9.3であるので、富山外<sup>8)</sup>により、この濃度では河川における漁業に及ぼす影響は考えられない。

(12) 青化物について、選鉾過程に於て $\text{NaCN}$ (第8表参照)を使用しているが、A、B共に廃水を含めた全地点に検出されず問題にするに足らない。

(13) アルカリ度、カルシウム、珪酸塩の相関性について、アルカリ度はAにおいて関係河川全域に亘り60 p.p.m以上を示し、Bでも19.0 p.p.m以上を示している。珪酸塩( $\text{SiO}_2$ )の含量は大体10 p.p.m前後で、カルシウム(Ca)が10~45 p.p.m含有と比較的多量であるので、本調査対照の河川は鱒類の棲息条件<sup>9)</sup>に稍適合していると思ふ。

(14) 磷酸塩 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )、アンモニア態窒素 ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) から見て、栄養塩類の含量は県下の他の河川と比較し異状が認められない。

(15) 底質の灼熱減量はA、B共に特に異状の認められる個所はなかつた。

## 2 関係水域の生物学的考察

イ)、底棲生物についての考察 (第5表参照)

(16) *Gnathobdella Herpodbella* は津田<sup>10)</sup>,<sup>11)</sup>によれば軽度汚染水域性と清水性をかねた生態価の大きい種類に属しているものであるが、Aでは第20、5地点に僅かに採集したのみであるが、Bにおいて第20、19、4、5地点即ち杉野川中流部より上流に比較的多量に採集し、高時川の第8地点より下流では極く僅かで、発生頻度から考えると、杉野川の第5地点(杉野小学校前)より上流水域にいくらかの汚濁が現れていると見做し得よう。

(17) *Ephemeroptera Ephemerae* は H. LIEBMANN<sup>12)</sup>によれば軽度汚濁性の動物であるがAでは第4~15地点の鉾山廃水流下水域及び鉾山廃水とは関係のない丹生川の第18地点にも採集しているが、Bでは第4、5地点にのみ限られた。

(18) *Mesogastropoda Thiaridae* は津田外<sup>11)</sup>によれば、半汚濁性、清水性水域の何れにも棲息する融通性の大きい種類に属するが、Aで採集して居らず、Bで第6地点(杉野川音羽橋)、第18地点(丹生川)に採集している。

(19) *Plecoptera Nemouridae, P. Perlidae, Trichoptera polycentropipae T. Stenopsychidae, T. Hydropsychidae, Ephemeroptera Ecdyonuridae, R. coleoptera Dryopidae, R. Hydrophidae, Donata Gomphidae* 等非汚染水域性の動物<sup>10)</sup>,<sup>11)</sup>,<sup>12)</sup>は杉野川の第5地点上流の該廃水汚濁水域では全然採集されず、廃水と関係のない第19地点(八草川)、第18地点(丹生川)及び杉野川の第6地点より下流にのみ限られた。

ロ)、河床底着性生物についての考察(第6表参照)

(20) 珪藻類は H. LIEBMANN<sup>12)</sup>によれば軽度汚染水域性の *Naviculla, Fragilaria* がA、B共に全水域に繁殖し、非汚染水域性の *Synedera* は第20、19地点に極くわずかに採集し、第4地点では、A、B共に採集せず、第5地点ではAのみ、第6地点ではA、B共に極く僅かに、第7地点(杉野川最下流)ではA、B共に採集しておらず、丹生川(第18地点)及び高時川(第8地点)より下流の姉川に至るまでA、B共に比較的多量に採集している。

(21) 藍藻類は中等度、軽度、非汚染水域性に繁殖する *Oscillatoria*<sup>12)</sup> がA、B共に第20、19、3地点に極めて多く、Bに於て第4、5、6、7地点に相当量繁殖しているのが見られたが、第18、8地点より下流では極めて少かつた。又強度汚染水域性で見做される<sup>12)</sup> *Anabaena* がAにおいて第4地点に極く僅かではあるが採集された。

(22) 緑藻類では軽度、非汚染水域性<sup>12)</sup>の *Ulothrix* が第7地点より上流の杉野川全域及び八草川において採集したに拘らず第18地点、第8地点より下流の丹生川、高時川、姉川には全然採集されなかつた。

(23) 緑藻類の *Spirogyra, Trentepohlia, Scenedesmus* 等の非汚染水域性<sup>12)</sup>のものは第6地点より上流の杉野川全域には全然見られなかつた。

(24) 動物性プランクトンでは汚染性のものは姉川、高時川のみにとどまらず杉野川にも採集されなかつた。腐水に近い水域に棲む *Rotatoria Monostyla* がAにおいて第10地点(北富永雨森橋)で採集されたが、何を意味するか不明である。

## Ⅶ. 要 約

(1) 伊香郡木之本町金居原所在の日室鉱業株式会社土倉鉱業所は新鉱脈発見に伴い昭和33年度より約3倍増産採掘を目指して鉱区開発に拍車をかけている。この鉱区開発が完了した後、同鉱山廃水が杉野川上流に放流されてその下流河川である杉野川、高時川及び姉川の漁業にどのような影響を及ぼすかを知る前提として、原鉱採掘量月産2500トンの現在、排出放流されている廃水の汚濁程度を確認しておくために前後2回（9月及び11月）に亘り、鉱山より姉川河口に至る延長約30kmの関係水域の調査を実施した。

(2) 汚濁関係水域と見做し得る杉野川、高時川及び姉川の延長約30kmに及ぶ間に20ヶ地点を選定し、水質、底質、底棲生物、河床底着性生物を採集し、これ等の点より現状における鉱山廃水の河川に及ぼす汚濁程度を確認論及した。

(3) 第1、2回の前後2回で調査した水質、底棲生物、河床底着性生物の面から見て、杉野川全域に亘り魚類を致死せしめることはないが、魚種によつては嫌忌せしめることがあるという程度に汚濁している外高時川、姉川の漁業には何等の影響も与えていないことが認められた。

(4) 第2回調査（11月）の結果から考えて、現状では河川の常水期及び増水期に、鉱山側で故意に廃水を流したり、或いは横谷ダムの堤が破損したりすることがない限り、異状事態は発生しないであろう。尚夏季の河川渇水期には例年の様に河川流量が激減し、然も鉱山廃水量が増大することから考えてこの季節に廃水の影響が、どの地点まで及ぶかについて早急に機会を得て調査を実施する要があると思料される。

## Ⅷ. 文 献

- 1) M. M. ELLIS (1944): Water purity standards for fresh-water fishes. U. S. Fish and wildlife service., Special Scientific Report NO. 2.
- 2) —————(1937): Detection and measurement of stream pollution. Bull. Bureau Fish., 68.
- 3) 小久保清治 (1933): 動物の呼吸 pp. 84 岩波講座 生物学、東京市、岩波書店.
- 4) 吉原友吉・阿部博 (1955): 毒物による魚介類の死亡—1.化学薬品による稚鯉の死亡. pp. 950—953. 日本水産学会誌 第21巻、第8号.
- 5) 末富寿樹 (1939): 主要化学薬品の致死極量 (未発表)
- 6) Aquatic Life Advisory Committee of the Ohio River Valley Water Sanitation Commission(1955). sewage and Industrial Wastes, 27(3),321 [町田喜弘・木村関男 (1957): 内水面漁業特に稻田養鯉事業に対する各種農薬の影響に関する研究、淡水区水産研究所業績第41号、pp.114より引用]
- 7) 大谷武夫外 (1939): 水中に溶存する化学物質の魚介類に及ぼす影響 (第1報) 日本水産学会誌 第7巻、第5号.
- 8) 富山哲夫・山川朝義 (1950): 硫化物及亜硫酸塩の鯉に対する有害度に及ぼすPHの影響、日本水産学会誌. 第15巻、第9号、pp. 491—495.

- 9) 小島良夫・富山哲夫 (1949) : 水の生産力を支配する要因に関する研究 Ⅲ. ニジマス稚魚の斃死に及ぼす水質の影響、日本水産学会誌. 第15巻、第6号. p.p. 277—282
- 10) 津田松苗 (1940) : 生物学的水質分析について、あきつ、第2巻、第4号.
- 11) 津田松苗・井上喜平治外 (1952) : 製紙工場廃水の河川動物相に及ぼす影響の調査、兵庫県水産試験場試験報告. 第7号.
- 12) Hans Liebmann(1951): Handbuch Der Frishwasser und Abwasserbiologie.
- 13) J.R. Erichsen Jones (1938): The Relative Toxicity of Salts of Lead, Zinc, and Copper to the Stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.) and the Effect of Calcium on the Toxicity of Lead and Zinc Salts. The Journal of Experimental Biology., vol. 15, pp. 394—407.
- 14) ————— (1939): The Relation between the Electrolytic Solution Pressures of the Metals and Their Toxicity to the Stickleback (*Gasterosteusa culeatus* L.) Jour. Exp. Biol., vol. 16, pp. 425—437.
- 15) P. Doudoroff and M. Katz (1953): Critical Review of Literature on the Toxicity of Industrial Wastes and Their Components to Fish. II. The Metals, as Salts. Sewage and Industrial Wastes., vol. 25, NO.7., pp. 823—824.