

4 余市鉱山坑内水の湯内部落飲料水に及ぼす影響について

北海道立衛生研究所	(所 長 中 村 豊)
環境衛生学科長	小 山 良 悟
技 師	岡 田 重 敏
技 師	井 上 勝 弘
技 師	遠 藤 良 作
衛生部環境衛生課技師	高 橋 弘
〃	酒 勾 幸 景
札幌医大衛生教室	余 市 保 健 所

吾々は下記のように黄銅鉱その他を産出する余市鉱山の廢水が、余市町を流れる湯内川に注ぎ、その川の沿岸なる湯内部落の地下水を汚染すると云う報告に基き、その調査を行つた成績について報告する。

余市鉱山は余市市街より西北約 2km の海岸沿いの山地である。同所は又湯内部落を貫流する湯内川の上流およそ 2km の地点で川の右岸に接している。

鉱山の発見は明治40年頃で、その後昭和9年住友の所有に移り採掘を開始したが、戦時中一時中止し戦後再び事業を開始し今日に至つている。

鉱山より採掘される鉱石は黄銅鉱 (CuFeS_2)、閃亜鉛鉱 (Zns)、方鉛鉱 (Pbs)、黄鉄鉱 (FeS_2) 等で鉱山は変朽安山岩なる母岩にて掩われている。

湯内川は同鉱山の山麓に源を發し湯内灣に注ぐ小流であり、現在下流は赤褐色の酸化鉄で河床は掩われている。

同鉱山の採掘開始当時は小規模な稼働で、従つて坑内水も極少量であつたので、その廢水による汚染などの問題も起らなかつたと思われる。

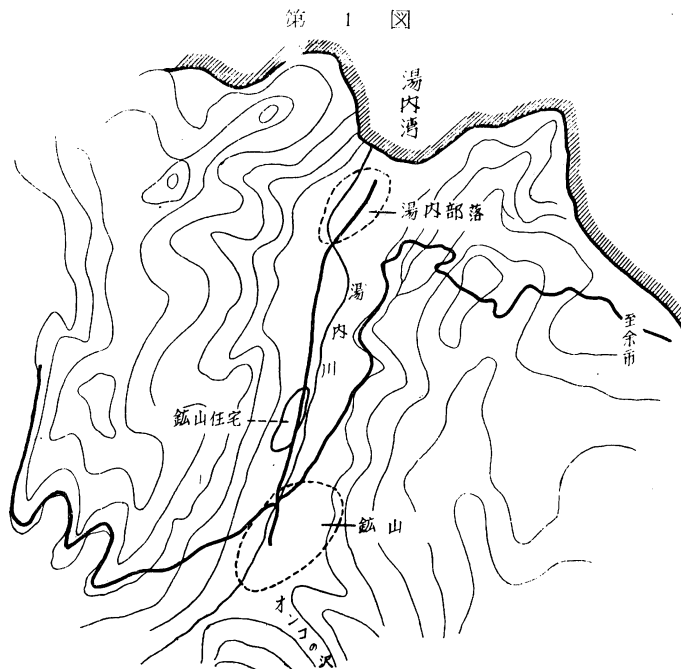
昭和11年頃の調査報告を見ても坑内水による湯内川の汚染程度は後記する第4表の成績の如くであり、極く微々たるものであつた。然るにそれから逐次採掘鉱区が増大するに従い、坑内水も増加し昭和14年には鉱毒問題を起している。これは坑内水の影響によつて湯内灣の魚族が死滅すると云う問題であつて、その点で水の調査が行われた。然し坑内水が飲料水に及ぼす影響については何等触れてはいなかつた。

最近に至り事業の拡大に伴い採掘量も増加し、日産100~150屯に及び、採掘鉱石は索道で余市選鉱所に送り、浮遊選鉱をした後、国富製鉄所に移送されている。

このように採掘量の増大は必然的に坑内水の増加をきたし、毎分1,500l 程度の廢水量となり、現在これを石灰乳で中和処理して湯内川に放流している。

吾々は湯内部落が湯内川の下流海岸に位置しているのもので、その飲料用井戸水は河川水の影響下にあると考え、井戸水の汚染の状況を調査することにした。この報告は昭和28年9月と10月の2回に亘つて調査した結果である。

湯内部落と鉾山との略図を第1図に示した。



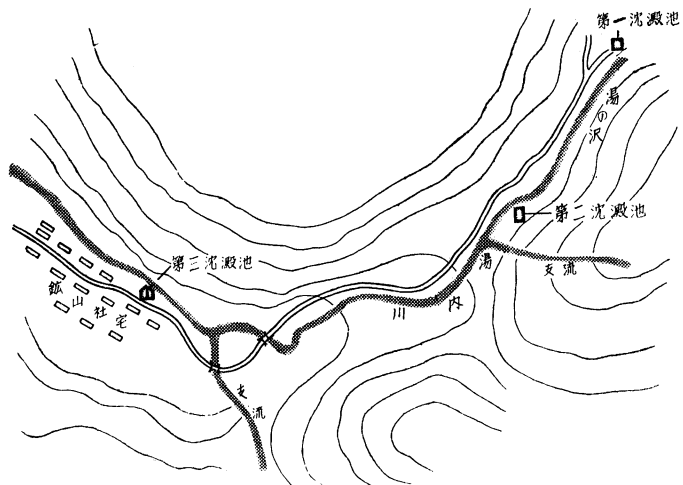
現 場 調 査

1. 坑内水の処理状況

現在鉾山側が行っている処理方法は、この坑内水が硫酸酸性が強い(Ph2.6)、石灰乳を混入して中和しこれを沈澱池に送り、浮遊物等を沈降せしめた後、湯内川に放流している。

坑内水の処理場は三カ所ある。そのうち第三処理場が坑内水の多量を処理するためにその規模が他の二カ所の処理場より大であり、放流水量の大部分を占めている。

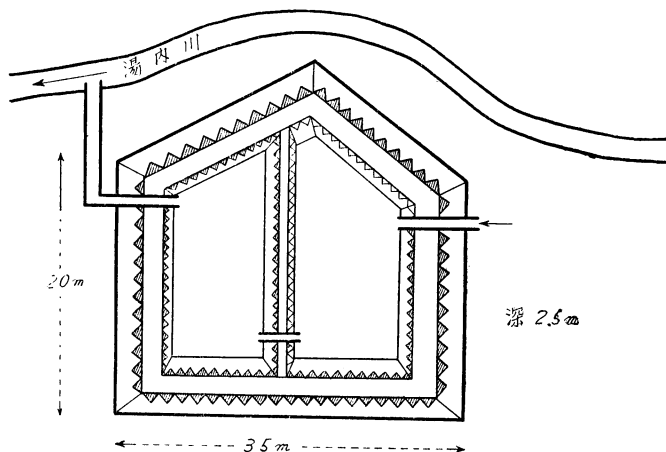
第 2 図 沈 澱 池 配 置 図



第3図に示した沈澱池は第三処理場沈澱池の平面図である。第二沈澱池もこれに準ずるが1槽のみである。沈

澱池は図示の如く深さ約2.5mであるが、現在は沈渣処理不十分のため非常に浅く40~50cm位になつている。

第 3 図 沈 澱 池 の 構 造



2. 鑛山住宅と湯内部落

余市鉦山には現在 350 名程が稼働し、その住宅の一部は鉦山附近に集合しているが、その飲料水には湯内川上流水を利用した特設水道を用ひている。

湯内部落は第 1 図に示したように鉦山より約 2km の湯内川下流に位置し、戸数概ね 100 戸の小部落でその住民の大部分は鉦山に働いている。

部落の飲料水は井戸水で、その大部分は掘抜井戸である。

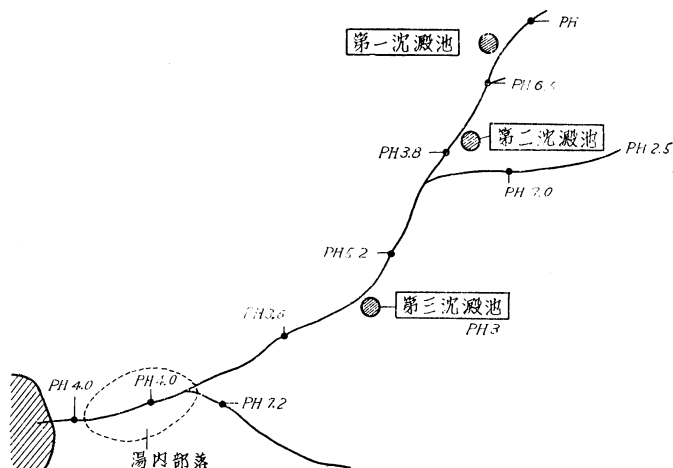
實 験 成 績

余市鉦山坑内水の湯内部落井戸水に及ぼす影響を調査するために用いた資料は次の如くである。

1. 湯内川上流水、下流水、坑内水。
2. 湯内部落の毎戸の井戸水。

この両者につき以下述べるような分析を実施し、その汚染の状況を検討した。

第 4 図



1. 河川水、坑内水の成績

調査当日は天候もよかつた、前日若干の降雨があつたが河川水に影響する程ではなかつた。

河川の状況は通常の状態であつたので調査にはよい条件であつた。

湯内川の落口附近における流量は約 17200l/分 で、この流量中に混入している坑内廢水の量は次の如くである。

第一沈澱池より 270l/分 第二沈澱池より 75l/分 第三沈澱池より 1500l/分
概ね河川流量の 10% 強程度の廢水量である。

以上 3 処理槽からの放流水の PH 及び湯内川河水の PH の変化を第 4 図に示した。

この河水の PH と処現槽から放水 PH との関係より見れば坑内水の中和処理は不完全なることは明らかである。

坑内水、処理水、河川水等の分析値を纏めて第一、第二、第三表に示した。

第 1 表 坑内水、中和水、河川水の定性分析表

試料	PH	SO ₄ ^{''} (ppm)	Fe ^{'''} (ppm)	Cu ^{''} (ppm)	Zn ^{''} (ppm)
坑内水	(2.9 2.6)	卅	卅	++	++
中和水	3.0	卅	卅	/	/
上流水 No.73	6.8	+	+	-	-
下流水 No.74	5.2	卅	+	/	/
〃 No. 2	3.6 3.7	卅	+	+	/
〃 No.54	3.8 4.0	卅	+	+	±
〃 No.76	4.1	卅	+	+	±

第 2 表 坑内水定量分析表

試料	PH	SO ₄ ^{''} (ppm)	Cl ['] (ppm)	Fe ^{'''} (ppm)	Cu ^{''} (ppm)	固形物総量 (ppm)
中和水	3.0	1,509.6	24.7	50.22	/	2,544.0
坑内水	2.6	2,084.3	21.9	151.0	/	/
	2.9	1,364.6	19.8	103.8	0.488	4,616.0

第 3 表 河川水の定量分析表

試料	PH	SO ₄ ^{''} (ppm)	Cl ['] (ppm)	Fe ^{'''} (ppm)	Cu ^{''} (ppm)	固形物総量 (ppm)
上流水 No.73	6.8	32.9	14.96	0.223	-	76.0
下流水 No.74	5.2	123.3	14.26	0.925	/	228.0
〃 No. 2	3.6	222.0	16.35	2.75	0.137	436.0
	3.7	157.2	14.96	1.999	/	/
〃 No.54	3.8	193.2	16.00	1.37	0.137	324.0
	4.0	143.0	16.00	1.33	/	/
〃 No.76	4.1	132.5	15.31	1.36	0.061	/

第 4 表 昭和11年における坑内水、河川水の分析表

試料	PH	SO ₄ ^{''} (ppm)	Fe ^{'''} (ppm)	Cu ^{''}	Zn ^{''}	固形物総量 (ppm)
坑内水	5.4	84.0	3.13	+	+	/
下流水	6.8	9.6	-	-	-	72.0

以上の坑内水、河川水の分析値を第4表昭和11年の調査成績と比較すると、現在の坑内水及び河川水は昭和11年当時より酸性度は増量し、且つ硫酸根、固形物総量、鉄等は甚しい増加を示している。

PH, SO₄^{''}, Fe^{'''} 等の増加から見れば鉱山廃水の処理は不充分で、湯内川の水を極度に汚染していることが判る。

2. 湯内部落の飲料水

前記の如く部落の飲料水はすべて井戸水であり、井戸の深さは低地では6~10尺、高台では14~20尺位である。そして井戸と河川との距離は近くは凡そ7~10m、遠い処で150m位である。

先ず井戸水の汚染範囲を知るため井戸約60ヶの試料について PH, SO₄^{''} 量を調査した。その成績は第5表に示した。

第 5 表 PH と SO₄^{''} との関係 (井戸の部)

No.	試料	PH	SO ₄ ^{''} (ppm)	No.	試料	PH	SO ₄ ^{''} (ppm)	No.	試料	PH	SO ₄ ^{''} (ppm)
3		6.8	38.56	25		5.8	42.1	47		6.2	5.99
5		6.3	13.46	26		6.0	15.72	48		5.8	31.48
6		6.7	6.46	27		6.0	22.72	49		5.5	30.99
7		5.9	22.72	28		5.6	98.84	50		5.6	133.5
8		6.2	14.28	30		6.8	17.28	51		7.0	8.11
9		6.5	17.37	31		5.8	37.12	52		5.8	58.1
10		6.4	9.96	32		5.8	46.79	53		7.4	13.25
11		6.0	19.63	33		4.2	164.30	55		5.2	33.0
12		6.0	24.16	34		5.8	77.9	56		6.4	6.05
13		6.5	22.10	35		7.0	5.51	57		6.2	13.45
14		5.9	14.28	36		6.8	6.25	58		6.5	Trace
15		6.5	16.54	37		5.6	49.1	59		6.4	9.05
16		5.6	41.1	38		5.5	151.7	69		5.5	159.95
17		6.0	23.1	39		5.6	148.4	(河川の部)			
18		6.7	20.45	40		6.0	148.84				
19		6.6	13.04	41		5.6	129.9	74		5.2	123.3
20		6.2	13.1	42		5.8	127.8	2		3.6	222.0
21		5.6	40.20	43		5.8	121.9	76		4.1	132.5
22		6.7	13.19	44		5.8	93.1	29		4.0	164.68
23		5.8	31.56	45		6.2	10.78	54		3.3	193.2
24		6.2	15.72	46		5.6	42.31				

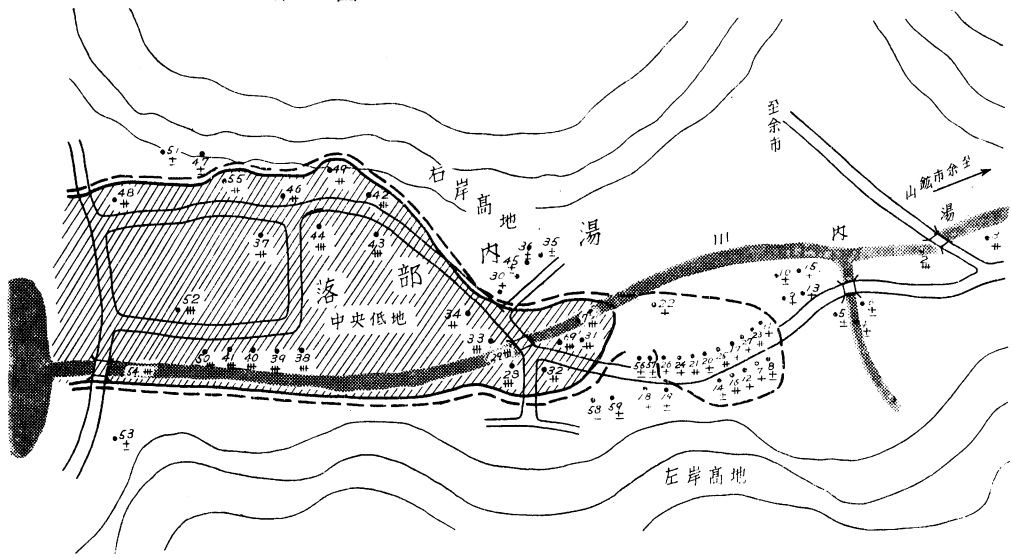
第5表の成績を集約して見ると次の第6表の如くなる。

第 6 表 PH 及び SO₄^{''} の種々なる数値を示す井戸の分布状況

分 類	井 戸 数	備 考	
PH	4.1~4.5	1	PH 6.0以下のものは坑内水の影響を受けていると思われるもの
	4.6~5.5	4	
	5.6~6.0	26	
	6.1以上	24	
SO ₄ ^{''}	100ppm以上	9	SO ₄ ^{''} 40ppm以上のものは坑内水の影響を受けていると思われるもの SO ₄ ^{''} 20ppm以上は疑わしきもの
	70ppm以上	3	
	40ppm以上	6	
	20ppm以上	6	
	10ppm以上	15	
	10ppm以下	10	

以上第5表第6表より湯内部落井戸の分布状況はこれを第5図に示した。

第 5 図 PH, SO₄^{''} 状況図並汚染地区を示す



III の内部 PH6.0以下
外部 PH6.1以上

II の内部→PH, SO₄^{''} 共に大である地区
SO₄^{''} 90ppm 以上
+ SO₄^{''} 30ppm 以上
+ SO₄^{''} 16ppm 以上
± SO₄^{''} 15ppm 以下

備考 第五図における番号は第5表の試料番号と一致する。

第5図によつて概ね全般的な汚染状況は判ると思うが、更に左岸、右岸高地、中央低地の代表的なものについて、その河川水による水質汚染の度を知るため各項目について分析を実施した。その成績は第7、8及び9表の如くである。

第 7 表 左 岸 高 地

No.	試料	PH	SO ₄ ^{''} (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	Fe ⁺⁺⁺ (ppm)	Cu ⁺⁺ (ppm)	Zn ⁺⁺ (ppm)	固形物総量 (ppm)
58		6.5	trace	29.2	1.7	-	-	0
59		6.4	9.05	68.2	0.49	-	-	114.0

第 8 表 右 岸 高 地

No.	試料	PH	SO ₄ ^{''} (ppm)	Cl' (ppm)	Fe ^{'''} (ppm)	Cu ^{''}	Zn ^{''}	固形物総量 (ppm)
35		7.0	13.6	26.1	0.25	-	-	147.0
51		7.0	6.6	30.6	-	-	-	0

第 9 表 中 央 低 地

No.	試料	PH	SO ₄ ^{''} (ppm)	Cl' (ppm)	Fe ^{'''} (ppm)	Cu ^{''} (ppm)	Zn ^{''}	固形物総量 (ppm)
16		5.6	41.1	76.5	1.76	/	/	376.0
33		4.2	164.3	17.4	2.26	0.10	-	322.0
38		5.5	151.7	18.1	2.42	/	/	324.0
40		5.8	148.8	53.6	1.49	0.06	-	/
46		5.6	42.3	66.8	7.68	0.09	-	308.0

以上第 6, 7 及び 9 表により左岸及び右岸高地は河川水による汚染を認めないが、中央低地は第 3 表と比較して PH, SO₄^{''} 固形物総量等が多く明らかに河川水による汚染が認められる。

以上にて湯内部落の井戸水が坑内水の影響を受けていることは明らかであるが、なお河川水、井戸水の代表的なものについて自家汚染の様子を知るため一般的な飲料水試験を行った成績は第 10 表以下の通りである。

第 10 表 河 川 水

No.	試料	PH	Cl' (ppm)	KMnO ₄ 消 費量 (ppm)	SO ₄ ^{''} (ppm)	Fe ^{'''} (ppm)	Ca ^{''} (ppm)	No ₃ -N	No ₂ -N	NH ₃ -N
73		6.8	14.96	9,817	32.9	0.223	6.67	±	-	-
2		3.6	16.35	9,817	222.0	2.74	66.7	±	+	-
76		4.1	15.31	3,988	132.5	1.36	35.5	±	-	+
54		4.0	16.0	9,509	140.0	1.33	41.7	+	-	+

第 11 表 右 岸 高 地

No.	試料	PH	Cl' (ppm)	KMnO ₄ 消 費量 (ppm)	SO ₄ ^{''} (ppm)	Fe ^{'''} (ppm)	Ca ^{''} (ppm)	No ₃ -N	No ₂ -N	NH ₃ -N
35		7.0	26.1	10.74	13.6	0.247	10.8	+	-	-

第 12 表 左 岸 高 地

No.	試料	PH	Cl' (ppm)	KMnO ₄ 消 費量 (ppm)	SO ₄ ^{''} (ppm)	Fe ^{'''} (ppm)	Ca ^{''} (ppm)	No ₃ -N	No ₂ -N	NH ₃ -N
58		6.5	29.2	12.26	Trace	0.17	6.7	+	±	-

第 13 表 中 央 低 地

No.	試料	PH	Cl' (ppm)	KMnO ₄ 消 費量 (ppm)	SO ₄ ^{''} (ppm)	Fe ^{'''} (ppm)	Ca ^{''} (ppm)	No ₃ -N	No ₂ -N	NH ₃ -N
16		5.6	76.54	15.87	41.1	1.76	43.3	±	+	-
38		5.5	18.09	5.522	151.7	2.42	30.8	+	-	-
40		5.8	53.58	9.203	148.8	1.49	39.2	+	-	+

河川水中 No.73 即ち上流水は飲料水として化学的には良いが坑内廢水が混入してからの河川水は No₂-N, NH₃-N 等の検出により、坑内水による汚染は勿論、他からの汚染も考えられる。

左岸及び右岸高地は上流水に似た飲料水の条件をもっているが、中央低地は河川水による汚染を

の他自家汚染と思われるべき汚染が現われている。

No.38 は河川水の汚染は現われているが、自家汚染は現われていない。

部落の環境、地質等から考えても全般的には河川水以外に自家汚染もあると思われる。

總 括

河川、湖沼、港湾或は沿岸水などの公共水に対して適用される水質の汚濁防止に関する法令或は法規は現在わが国には制定されていないが、諸外国では既に古くから種々なる規定が設けられている。鉱山廢水については従業員保安のため悪質な廢水を出すことの制限は多少存在していたが、これ等の汚水が河川、湖沼、海水等に放流されて一般産業、一般社会に及ぼす悪影響に関しては何等取締る法規がなく、ために種々と問題を起こしている。

産業廢水、鉱山廢水等により河川等が汚染される場合、水質の汚染の限界の規準となる Data は現在無いのであるが、昭和26年に經濟安定本部資源調査会において水質汚濁防止に関する勧告中に記載されている限界項目を一応参考とすると次のようである。

調査の基礎項目	汚濁限界
1. 溶存酸素 (D.O)	5ppm
2. 生物学的酸素要求量 (B.O.D)	5ppm
3. 大腸菌系群	250/c.c.
4. PH	5.8—9.0
5. 浮游物質	—
6. 特別有害物質	—

米国等の河川の水質標準例を見ても概ねこの限界に似ているようである。

吾々はその限界の規準を一応これに求めて湯内部落の飲料水の汚染の状況を調査したが、今回実施した調査項目は、PH, 特殊有害物質、硫酸根とした。

湯内川の汚染状況は上流水は PH, その他については概ね普通水であつて飲料水として化学的には適當である。

この河川水が坑内水の放流の影響を逐次受けて PH 5 ~ 4 ~ 3.6 とその酸性度を増し、硫酸根の如きも上流水32ppm (普通水としては若干多いが) に対して100~200ppmと増量を示すのは明らかに坑内水の影響を受けた証拠である。

故に湯内川は汚濁限界よりみて甚しく汚染されていることになる。又湯内川の河床は最初の放流を受けた地点から下流に亘り酸化鉄によつて赤褐色を帯び、川水は相当に混濁している。

河川水が増水すれば河床の沈渣物は浮游して押し流され、ために川水は赤褐色の混濁水となり、死川の模様を呈する。

河川水が増水して河川が混濁すると井戸水も従つて混濁して来ることは井戸水に河川水が浸透する1つの證でもある。

このような状態であるので部落の井戸水は普通時においても大なり小なり影響を受けているのは想像に難くない。

実験結果からして湯内部落の井戸水汚染状態は第5図に示したようになる。

汚染を大なり小なり受けていると思われる井戸水と全く汚染を受けて無いと思われる井戸水のPHよりする(第6表より)百分率は56.4%:43.6%となる。

更に硫酸根(第6表)よりの百分率を作つてみると60%:40%となり、部落井戸水の概ね半数以上は河川水の影響を大なり小なり受けていることになる。井戸水が河川水と殆ど同一と思われる程汚染されている井戸はPHからみて1ヶ所、硫酸根量からみて8ヶ所ある。

なお、鉄、銅、亜鉛等については直接有害となる程の量の検出はなかつた。

部落の井戸水の汚染の状況を大別すると、左岸、右岸高地は汚染が認められないが、中央低地は全般的に汚染が認められ、その一部は汚染が極めて高度であると思われる。重金属類による汚染は今回の調査では認められなかつた。

結 語

1. 余市鉾山の廢水が放流される湯内川沿岸湯内部落井戸水はPH, SO_4^{2-} その他の分析値より見て坑内水によつて汚染されていることが判る。

2. 湯内部落井戸水は湯内川上流の水の化学的検査の成績から見て本来飲料水に適すると思われるが、坑内水による汚染の外、自家汚染も認められる。これ等については更に調査を必要とする。