

## 青森縣上北鉱山の水酸化銅採収に関する調査

浜地 忠男\* 後藤 隼次\*\*

Résumé

### On Recovery of the Cupric Hydroxide in the Kamikita Mine, Aomori Prefecture

by

Tadao Hamachi & Hayaji Goto

The writers surveyed geology and ore deposits as well as content of ground water, with percolation of water, for recovery of cupric hydroxide in the Kamikita mine. The result is as follows :

1) The copper deposit of Okunosawa is massive, irregular plate-like, about 200 meters in longer diameter, about 50 meters in short diameter and about 15 meters in thickness which provides a preferable uniform percolation through the ore body.

2) The secondary copper minerals of chalcocite and covellite etc. accompany the plentiful pyrite, the copper content being about 10% for the copper dissolves easily in comparison.

3) The copper deposit itself is not found in marked fissures, but worked cavities are filled with low grade ore in various size leaving many vacant spaces through which the water may percolates easily.

4) The silicified zone with iron sulphides and argillized zone develop remarkably, but the copper ore body seems to be percolated more easily than others on reason of abundant percolating water through the copper ore.

5) The ground water is chiefly originated from the meteoric water and so its contents entirely depend on the season. Their average value in the last year show 190 l/min. i. e. 1.026 g/l. The cupric hydroxide is recovered by the method of slaked lime neutralisation.

#### 1. 緒 言

昭和28年10月青森県上北鉱山において水酸化銅採収に関する調査を行った。本調査は27年度に引続いて、沈澱銅採収に関する基礎調査の1つとして、副産物としての水酸化銅生産高が比較的が多い上北鉱山を選定し、28年度の調査の対象としたものである。本鉱山ではきわめて高品位の黒鉄鉱床である奥之沢鉄床から、昭和24年7月以来水酸化銅採収を行っており、毎年100t程度の銅を生産している。一方本鉄床から銅品位7%位の銅鉄を、残柱および戦時中充填物として使用された低品位鉄から採掘している。

地質および鉄床は、特に最近数年間に亘り同鉱山探査課が行った精査資料があるので、これを引用したことをここに明記しておきたい。

なお調査に当つては、地質・鉄床および鉄石の調査研究については浜地が、坑内水その他の化学分析について

は後藤が当り、これらを浜地が総括した。

#### 2. 位置および交通

本鉄山は青森県上北郡天間林にあり、東北本線乙供駅西方28kmで、営林署の軌道を利用できる。なお鉄石その他の運搬には東北本線野内駅まで約22kmの索道を利用する。当鉄山の事務所の位置は海拔372m、奥之沢鉄床10m坑坑口は海拔711mにあり、冬季には積雪多く、したがって12月から5月までは軌道の運行は止まり、外部との連絡は索道のみによらねばならない。

#### 3. 沿革および現況

この附近は大正2,3年頃田中鉄業その他2,3の踏査隊により探鉄が行われたといわれているが詳細は不明である。

附近一帯の鉄区は昭和11年に日本鉄業株式会社が三井栄一氏から委託経営し、本格的操業を開始した。昭和15年には正式に日本鉄業株式会社の単独経営となり、奥之沢鉄床のきわめて高品位の黒鉄体を発見して、その後

\* 鉄床部  
\*\* 技術部

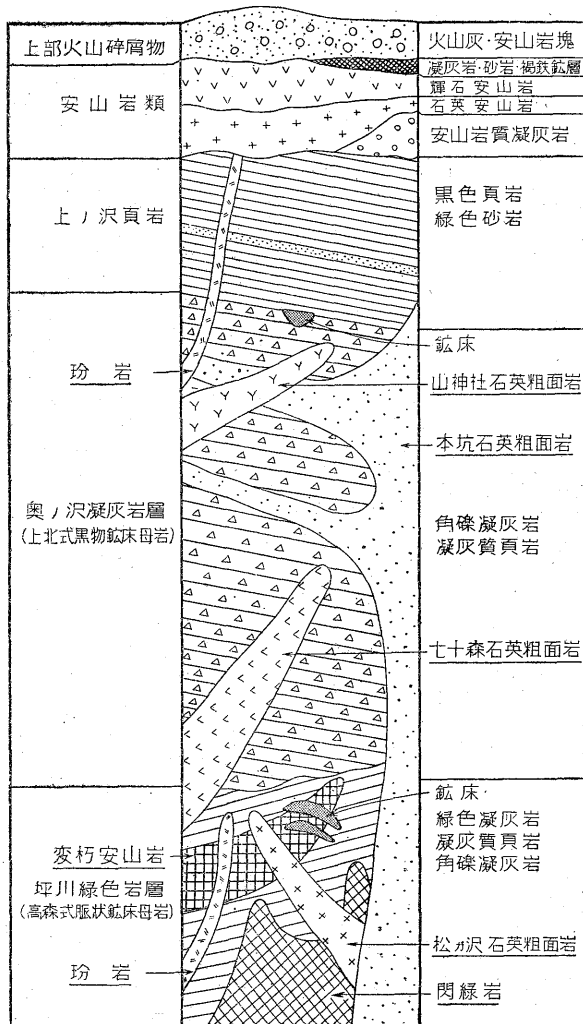
現在まで上記銅鉱を無選鉱で日立製錬所に送鉱し、現在まで銅量にして約 26,000 t 採掘した。水酸化銅は昭和 24 年 7 月から消石灰中和法によつて採収されており、水酸化銅の採収総量は 3,417 t (銅量 460 t) である。

硫化鉄鉱も現在月約 5,000 t (S=45%) 産出しておりこれは奥之沢鉱床のほか、立石・本坑鉱床等から珪化帯の黄鉄鉱が採掘されている。

奥之沢鉱床の銅鉱体もすでに残鉱少なく、こゝ 2, 3 年で全面的に水酸化銅を採収するようになるものと思われる。なお銅鉱としては今後立石および上之沢第 2 鉱体の黒鉱 (Cu=1%) の採掘が計画され、浮游選鉱場もほとんど完成している。

なお、従業員は約 1,000 名である。

#### 4. 地質および鉱床



第 1 図 上北鉱山附近地質柱状図

#### 4.1 地質

上北鉱山附近の地質は新第三系の坪川緑色岩層・奥之沢凝灰岩層・上之沢頁岩層等、およびこれら貫ぬく珪岩・石英粗面岩よりなり、これらをさらに新しい安山岩類および火山碎屑物が被覆している。これら各岩層の模式的柱状図は第 1 図に示す通りである。

これらの水成岩類の走向は一般に NE-SW で、傾斜は SE 約 20° である。したがつて北西部から南東部に向かつて、下部の坪川緑色岩から上部の上之沢頁岩まで順次分布する。もちろん部分的には走向・傾斜には変動があつて、ゆるやかな脊斜構造を示すことがある。鉱床は下部の坪川緑色岩層に胚胎するものは脈状、奥之沢凝灰岩層に胚胎するものは黒鉱式の塊状鉄床であるが、今回の調査の対象となつたものは後者である。奥之沢凝灰岩層は灰白色の石英粗面岩質のもので、一部分に凝灰岩質頁岩の薄層を挟むことがある。この頁岩が帽岩となつてしばしば塊状鉄体を形成するもので、その典型的な例が第 2 鉱体である。

石英粗面岩には鉱山側では色々の名称があたえられており、岩株状・岩脈状あるいは岩床状に各岩層中に貫入する。今回調査した奥之沢鉱床の生成に関係したと思われるものは本坑石英粗面岩であり、鉱床附近に広く分布している。

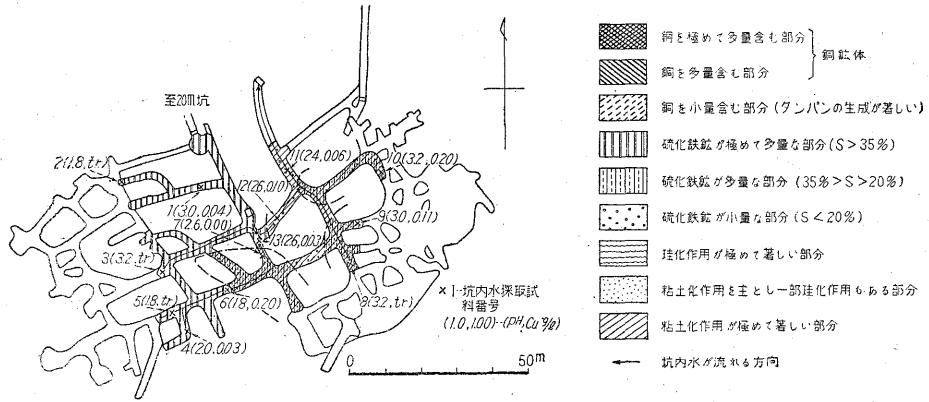
#### 4.2 鉱床 (第 2~6 図参照)

水酸化銅を採収しているのは奥之沢鉱床のみであるから、以下同鉱床についてのみ説明する。同鉱床は奥之沢凝灰岩層中に胚胎するいわゆる黒鉄鉱床型に属する高品位の銅鉄体と、黄鉄鉱を主として珪化帯に伴う硫化鉄体からなる。

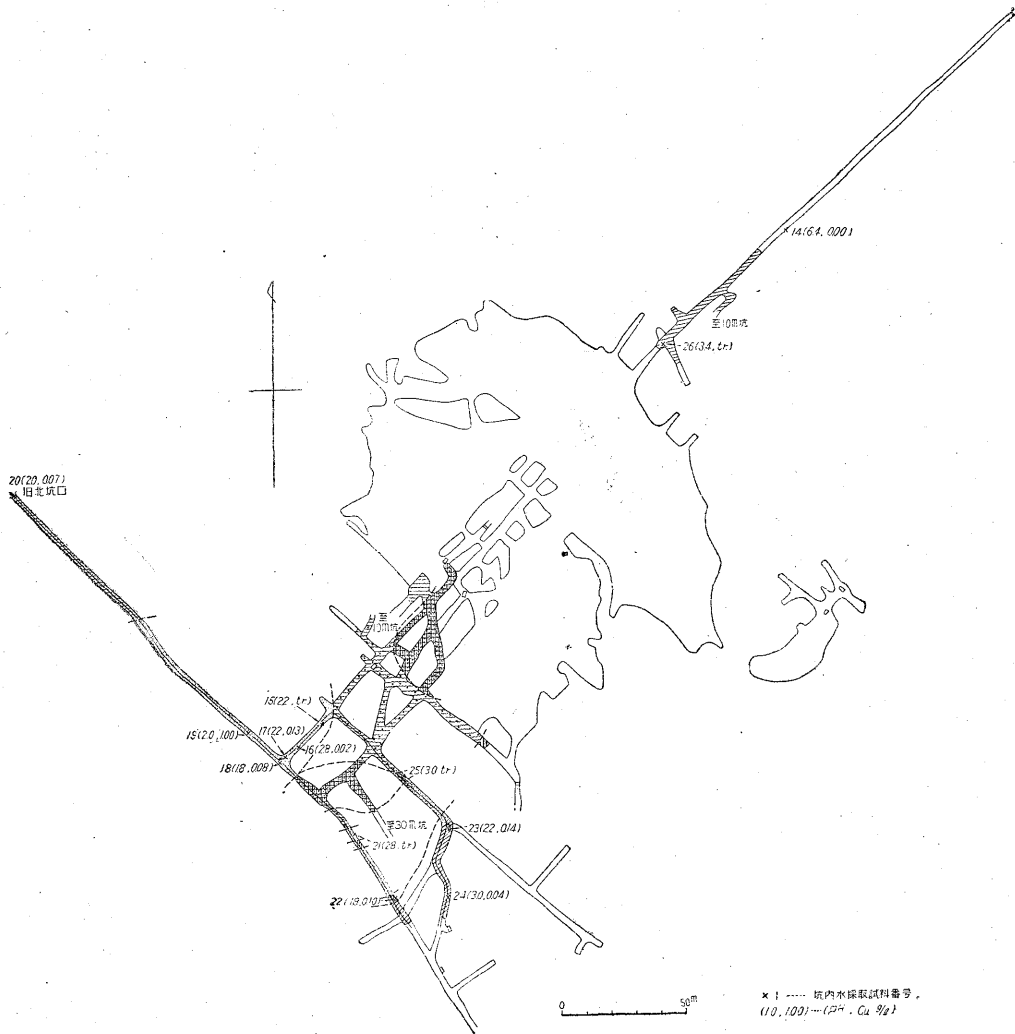
##### 4.2.1 銅鉄体

銅鉄体は長径約 200 m、短径約 50 m、厚さ約 15 m の不規則な皿状をなしており、20 m 坑から 0 m 坑の一部にかけて分布しているが、現在観察できるものは 13 m 坑、10 m 坑および 0 m 坑であつて、その一部にすぎず、他の大部分は採掘済みかあるいはかつての坑内火災のため入坑不能である。現在は主として 10 m 坑および 13 m 坑の一部で、戦時中の濫掘跡の充填物を銅鉱石として採掘している。銅鉄体の最上部には厚さ数 m の焼けがあり、その直下には厚さ 5 m 前後の重晶石砂が存在していたといわれ、また東側の沢には多量の褐鉄鉱床がみられる。いままでの採掘鉱石の銅品位は平均 10% といわれるほど高品位である。銅鉄体としては黄銅鉄のほか 2 次的生成になる硫化鉄物がきわめて多量である点から、天水による富化作用を著しく受けたと思われる鉱床である。現在も天水による銅鉄物の溶解が盛

青森県上北鉱山の水酸化銅採収に関する調査 (浜地忠男・後藤準次)



第2図 奥之沢鉱床30m坑地質図



第3図 奥之沢鉱床20m坑地質図



に認められた鉱物は輝銅鉱・銅藍・斑銅鉱・閃亜鉛鉱・四面銅鉱・方鉛鉱・重晶石・石膏等であり、全体として灰黒色を帯びている。

鉱石の分析値は第1表の通りである。分析値が示す10m坑の比較的閃亜鉛鉱にとむ鉱石を顕微鏡下に検すると、多いものから順に、重晶石・黄鉄鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・銅藍で、このほかきわめて少量の斑銅鉱が存在しているが、輝銅鉱は存在しない。また0m坑の鉱体(おそらく銅鉱体の最下部に当たると思われる部分)の鉱石は著しく富化作用を受けており、黄銅鉱は最大径約0.2mmの島状にとり残されて、その間を輝銅鉱が一面に填めており、部分的に銅藍および黄鉄鉱が少量散在する。2つの鉱石に共通なことは黄鉄鉱のうちには非等方性を示すものが多いことで、時には明瞭にコロイド組織が認められるものがある。

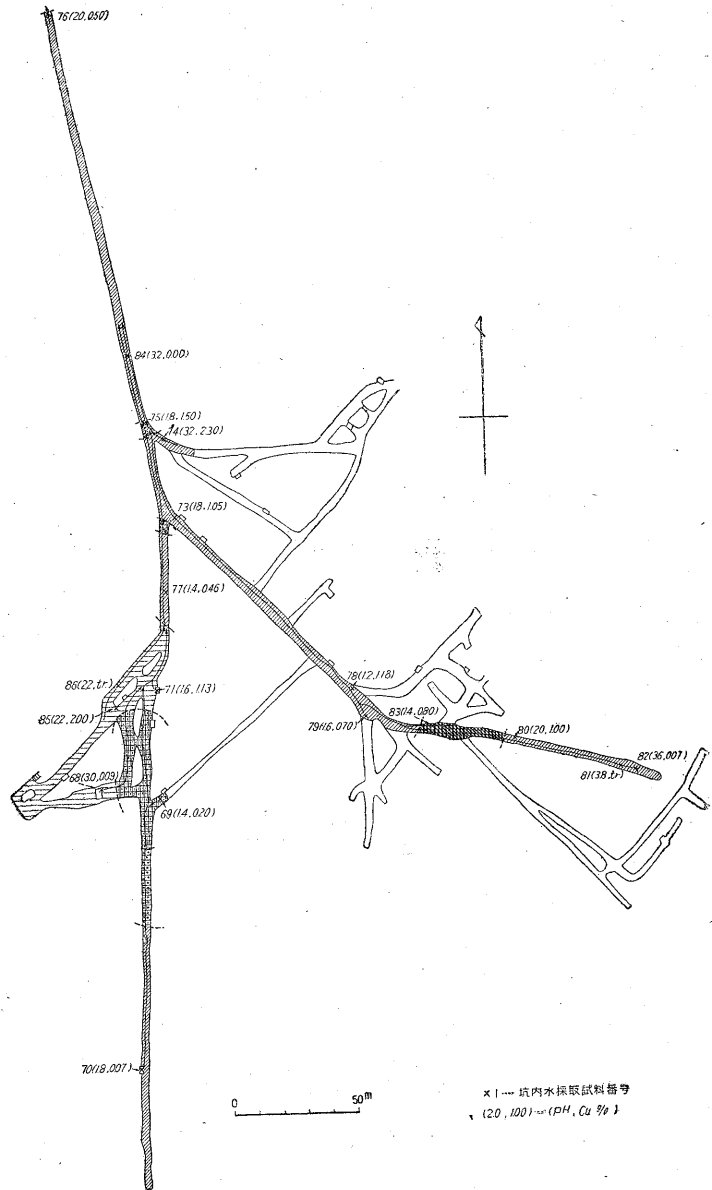
以上の鉱物組成からみて、天水により容易に銅鉱物から銅が溶解して運び去られ、乾燥した場所では多量のタンパンが生成する。また酸化熱のために自然発火した場所もあるほど銅鉱体の中はきわめて高温であり、鉱石の鉱物組成の点からも銅の溶解にきわめて有利であるといえる。

## 6. 沈澱銅

### 6.1 沈澱銅採収作業

現在自然水の滲透のみによつて原水が得られる。したがつて降雨量により原水量が相当変動するが、例えば最近1年間の操業成績表を月別に示すと第2表の通りで、明らかに雪融けの5月が最高の原水量を示している(年間平均170 l/min)。

20m坑の銅鉱体を通る水を除いて、30m坑および残余の20m坑の水は、旧坑坑口から廃棄されているので



第6図 奥之沢鉱床0m坑地質図

沈澱銅の原水は主として地表→20m坑銅鉱体→15m坑→10m坑→0m坑を滲透した水である。

第1表 奥之沢鉱床鉱石分析表

	Au g/t	Ag g/t	Cu%	Pb%	Fe%	Zn%	S%	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	BaSO <sub>4</sub> %	CaO%	MgO%	Mn%
1	1.3	18.70	10.70	tr.	25.56	3.68	32.71	2.40	0.98	21.32	0.07	0.35	0.02
2	1.0	125.0	9.63	tr.	23.21	4.06	30.01	4.48	0.96	24.51	0.19	0.40	0.04
3	—	—	5.64	—	12.74	10.13	21.01	0.66	—	44.56	—	—	—

1および2は会社資料、3は10m坑採取試料を後藤が分析したもの。

第2表 最近1年間の操業成績表

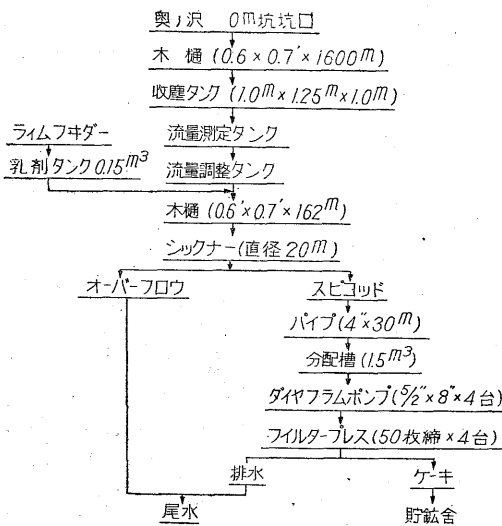
年 月	水量 (m <sup>3</sup> )	原水品位 (g/l)						消石灰 添加量 (t)	尾水 pH	沈澱銅		
		Cu	Fe	Free SO <sub>3</sub>	Comb SO <sub>3</sub>	Total SO <sub>3</sub>	pH			乾量 (t)	Cu (%)	銅量 (t)
27/8	11,293	1.2587	1.5600	0.3481	4.3672	4.7153	2.3	73	7.3	80.876	10.12	8.185
9	7,324	1.0236	1.3156	0.3075	4.4931	4.8011	2.3	36	7.6	112.160	10.69	11.993
10	8,422	0.8730	1.1354	0.4741	3.5656	3.9897	2.3	42	6.3	59.778	10.71	6.403
11	8,211	0.9106	1.2483	0.5906	3.4854	4.0760	2.3	42	6.3	76.764	10.13	7.848
12	7,260	1.0293	1.4476	0.6494	4.0626	4.7120	2.2	39	7.4	66.654	9.60	6.398
28/1	4,482	0.9656	1.4970	0.3582	3.9734	4.3316	2.0	27	6.3	35.510	9.41	3.348
2	4,175	1.000	1.6832	0.2827	4.6908	4.9735	2.1	25	6.0	40.966	8.24	3.374
3	5,110	1.1385	1.4729	0.2610	4.4138	4.6648	2.1	31	6.7	61.006	10.48	6.395
4	7,077	1.0110	1.2216	0.2218	4.2661	4.4166	2.2	41	6.3	82.397	10.66	8.781
5	33,534	0.9324	1.3013	0.5499	4.1440	4.4247	2.1	216	7.1	116.058	10.47	10.818
6	12,782	1.0401	1.5186	0.5501	4.226	5.3974	2.0	78	7.4	89.146	7.23	6.448
7	5,625	1.1320	1.7370	0.5326	4.1246	4.6572	2.0	32	7.1	50.027	8.27	4.139
計	115,295	1.0262	1.4288	0.4272	4.1542	4.5814	2.2	682	6.8	871.342	9.65	84.125

第3表 沈澱銅分析値

SiO <sub>2</sub> %	Al%	Ca%	Fe%	Cu%	Zn%	SO <sub>4</sub> %	+H <sub>2</sub> O%	-H <sub>2</sub> O%
3.32	1.22	14.55	14.03	5.50	0.97	36.29	6.64	13.36

会社側の分析値の1例では水分56.50%, Cuとして11.80%  
(ただし水分を除いた残りについて)

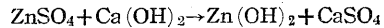
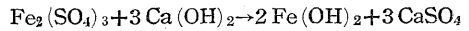
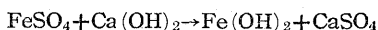
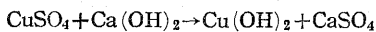
0m坑口から出た原水は選鉱場まで送られ、ここで銅分は消石灰中和法によつて水酸化銅として回収されるが、その採收系統図は第7図の通りである。



第7図 上北鉱山沈澱銅採收系統図

### 6.2 水酸化銅

原水に消石灰を投入した場合、その反応は次の通りである。



これらはフィルタープレスで水分をできるだけ除去するのであるが、これらのうち2価の鉄は空気中の酸化作用によつて容易に3価となり、一般に  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  としてあらわされる。銅は水酸化銅の形で沈澱するが脱水によつて一部は酸化銅となることも考えられる。鉱山で現在出荷している製品の分析では常に50%位の水分を含んでいる。

今回採取した水酸化銅を常温で充分乾燥したものの分析値は第3表の通りである。

これによれば  $-\text{H}_2\text{O}$  が相当多いが、充分乾燥した試料であるからそのうちのある部分は金属の水酸化物に由来するものと思われる。亜鉛は原水中(註1)に含まれるので消石灰投入により沈澱する。SiO<sub>2</sub> および Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は原水中に懸濁する絹雲母その他の粘土鉱物から来るものと思われる。

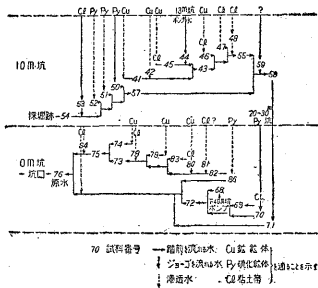
屑鉄置換法と比較して消石灰中和法の利点は(1)尾水を中性にするので下流への悪影響が少ないこと。(2)労力が相当省けること。(3)銅をより完全に回収できること。であるが、また欠点としては(1)鉄が必ず相当量混入すること。(2)水酸化銅生成のために銅の品位が低いこと。等が考えられる。

註1) 原水中の Zn は分析しなかつた。持ち歸つた坑内水のうち、3個のみについて Zn を分析したところいずれも相当量含んでいた。

第4表 奥之沢鉱床坑内水の温度, pH および化学成分

No.	Temp °C (air)	Temp °C (water)	pH	酸度 10 <sup>-3</sup> 当量/l	Total So <sub>4</sub> g/l	Fe <sup>++</sup> g/l	Fe <sup>+++</sup> g/l	Total Fe g/l	Cu g/l	Zn g/l
41	21.5	19.0	2.8	6	2.45	0.14	0.00	0.14	1.10	
42	21.0	22.5	3.0	4	0.50	0.03	0.02	0.05	0.13	
44	20.0	17.5	5.4	0	1.85	0.56	0.00	0.57	1.00	
45	19.5	20.0	2.4	27	23.80	1.51	0.83	2.34	7.40	
46	19.5	20.0	1.4	148	25.40	7.63	0.22	7.85	0.36	
47	25.5	26.0	0.2	462	64.70	18.50	3.31	21.81	0.32	
48	16.0	21.0	1.2	193	32.65	6.00	5.35	11.35	0.07	
50	16.0	14.0	1.8	34	4.45	0.84	0.53	1.37	0.05	
51	13.5	12.0	2.0	22	1.05	0.50	0.05	0.55	0.00	
52	13.0	12.5	1.8	45	4.05	1.27	0.00	1.27	0.01	
53	14.0	13.5	2.2	18	1.07	0.17	0.14	0.31	0.04	
54	14.0	13.0	1.8	55	7.01	1.42	0.55	1.97	0.35	
55	13.5	13.0	1.6	80	9.46	1.48	1.17	2.65	1.10	
57	14.5	18.0	1.4	211	21.40	3.68	1.80	5.45	0.20	
58	15.0	17.0	1.8	111	16.44	3.77	0.61	4.38	1.48	0.29
59	15.0	15.5	1.2	434	51.43	10.18	4.47	14.65	0.00	
68	12.5	10.0	3.0	22	1.93	0.28	0.21	0.49	0.09	
69	13.5	12.0	1.4	101	24.72	3.91	3.07	6.98	0.20	
70	11.0	10.5	1.8	35	5.64	0.56	0.83	1.39	0.07	
71	15.0	17.0	1.6	112	16.24	3.90	0.81	4.71	1.13	0.27
72	15.0	14.8	1.6	91	11.03	3.08	0.02	3.10	0.44	
73	14.0	18.5	1.8	122	10.74	2.80	0.00	2.80	1.05	0.31
74	12.5	15.0	3.2	20	8.05	0.84	0.00	0.84	2.30	
75	12.0	17.0	1.8	45	12.25	2.51	0.00	2.51	1.50	
76	13.0	13.0	2.0	35	7.08	1.68	0.27	1.95	0.50	
78	18.0	21.0	1.2	203	32.27	9.77	1.62	11.39	1.18	0.61
79	20.0	23.5	1.6	84	19.45	5.02	0.15	5.17	0.70	
80	23.5	27.5	2.0	23	9.75	0.34	1.96	2.30	1.00	
81	16.5	8.0	3.8	1	0.11	0.03	0.00	0.03	tr.	
82	15.0	12.0	3.6	1	0.37	0.03	0.00	0.03	0.07	
83	20.5	23.5	1.4	138	23.05	5.30	0.00	5.30	0.80	
84	9.0	8.0	3.2	4	3.00	0.11	0.46	0.57	0.00	
86	11.5	10.5	2.2	17	1.86	0.52	0.04	0.56	tr.	
20	12.0	9.0	2.0	30	4.36	0.60	0.18	0.78	0.07	

註： 20 以外は第2図～第6図に示されている試料番号。20は 20m 坑旧北坑口から沢に廃棄されている水。酸度は27年度までの報告では Free SO<sub>3</sub> としてあらわしたものに当る。本報告ではメチルオレンジを指示薬として消費したアルカリの当量であらわした。



第8図 奥之沢鉱床主要坑内水系図

7. 坑内水

前述したように坑内水のものは降雨によるものが大部分であるが、一部には時間によつて 13m 坑のポンプ水(採掘場が高温のため常に 20~30 l/min 送水)および 40m から 0m 坑へのポンプ揚水(150 l/min, 1日3時

間運転)が原水中に混入するものである。したがつて原水の量およびその品位は比較的に変化が多く、詳細な点については短期間の調査ではわからないので、年間の月毎の変化を第2表に示してその変化を知る一助にした。

原水に直接関係があると思われる滲透径路は第8図、またその分析値は第4表に示す通りである。今回の調査期間中はほとんど降雨なく、気候的条件はほぼ一定であつたが、ポンプ水の影響は比較的大きいので、滲透水については各場所の値は比較できるが、踏前を流れる水については比較できない。したがつてこの値である地点の水の成分を代表させるのは危険である。なお亜鉛の分析は3個の試料について行つた。

以下各坑道別に説明する(第2~6図参照)。

30m 坑 本坑は地表に近く 雨水の影響を直ちに受ける。鉱体の上部はそのために褐鉄鉱化しており、水温は気温より常に低い。水素イオン濃度は他の坑道に較べて小

さく、銅は最高0.20 g/l (6および7)である。これは輝銅鉱あるいは銅藍の形で硫化鉄鉱体中に銅が少量(普通 Cu<0.01%であるが、場所によつては1%程度まで入る)含有されているためである。この坑道全体から出る水が合流したものは11 (pH 2.4, Cu 0.06 g/lである)でジョーゴを通り20 m坑に落ちる。

**20 m 坑** 硫化鉄鉱体そのものは乾燥しほとんど滲透水はなく、僅かに粘土帯中にあるのみである。この坑道でも水温は気温より常に低く、滲透水の銅は最高0.13 g/l (17)で30 m坑のそれよりも低い。20 m坑の水は旧北坑口から沢に流れ去っているがその銅の含有度は0.07 g/l (20)である。また14は表土のみを通つている滲透水であるが、雨水と変らない。現在銅鉱体には全く入坑不能であるがおそらく地表からの滲透水はこゝを通過してさらに下降するものと思われる。

**15 m 坑** 滲透水の量は最も少ない。銅含有は tr.~0.05 g/l できわめて低いが、水素イオン濃度は20 m坑よりは大きい。こゝでは水はほとんど踏前を流れないのでそのままさらに下部へと滲透するものと思われる。

**10 m 坑** この坑道で初めて銅鉱体からの水が観察される。硫化鉄鉱体の水の一部は(35~37, 60~67)そのままさらに下部へと滲透し、その他は58となつて0 m坑にジョーゴを通つて落下するが、その品位は Cu 1.48 g/l である。この坑道の水は50, 56を除き多少の銅分を含有しており、特に銅鉱体のものは銅含有も良好である。この場合水温の方が気温よりも高い。

**0 m 坑** こゝも硫化鉄鉱体の滲透水はきわめて少ない。銅鉱体からの水は73で Cu 1.05 g/l を示している。この坑道の水はこのほか20~30 m坑のジョーゴからの落下水、あるいは-40 m坑からのボンプ水、および10 m坑からの落下水を主とした水であつて、ボンプ水が混入した場合には品位がきわめて低下する。

一般に坑内水については次のことが要約される。

1) 硫化鉄鉱体は珪化作用を著しく受け、割れ目はほとんどなく、水の滲透は非常に悪い。僅かに採掘跡で落下水がみられる程度であり、一般に銅の含有は低く、0.1 g/l~tr.であるが、輝銅鉱等を多量に含む場合には0 m

坑の35のように品位が高い。

2) 粘土帯中の滲透水は硫化鉄鉱体中のものよりも多量である。粘土は水を吸着するので常に水を多量に含んでおり、そのため坑道の維持はきわめて困難の状態であるが、飽和以上に達すると水が滴下ようになる。しかし1カ所から多量に滴下することはない。粘土帯中の水は黄鉄鉱の存在のために酸性を呈するが、銅鉱体が上部にある場合を除いて銅の含有は低い。

3) 銅鉱体を通る水では一般に水温が気温よりも高くまた銅の含有も高い。水量も硫化鉄鉱体および粘土帯に較べて多いと推定されるが、これは鉱体の大部分が採掘済みで大小の低品位鉱で充填されて比較的空隙にとむためと思われる。

4) 亜鉛も坑内水中に溶解する。

## 9. 結 語

上北鉱山奥之沢鉱床の性状は次の通りである。

1) 銅鉱体は長径200 m, 短径50 m, 厚さ15 m位の皿状を呈する。塊状鉱床であることは水の滲透には余り好ましくはないが、大部分が採掘済で空隙が多いこと、脈石鉱物中に粘土がないことにより水の滲透には好条件である。また皿状であることにより天水が全体に万遍なく滲透する機会が多い。

2) 銅鉱体は輝銅鉱あるいは銅藍等銅の2次的硫化物の生成が著しく、また多量の黄鉄鉱が存在する。したがつて水による銅の溶解作用が容易である。

3) 母岩の変質は粘土化、珪化作用が著しい。後者はほとんど水の滲透性はなく、前者は滲透性がある。銅鉱体ほど水を通過させるとは考えられないので、天水は滲透性の一番大きい銅鉱体中を多く滲透する。

以上のことから奥之沢鉱床は沈澱銅採収には比較的好条件を有するものといえる。たゞ現在は副産物的に鉱石の採掘のかたわら、天然水によつてのみ水酸化銅が採収されているので、現在は鉱体中の空隙も部分的に時とともに変動しているが、将来全面的に採掘を中止した場合水の通路が一定して原水品位が低下するおそれがある。

(昭和28年10月調査)