

愛媛縣大久喜鉱山鉱石の性状について

梅 本 悟*

Résumé

Ore Deposit of Okuki Mine, Ehime Prefecture

by

Satoru Umemoto

The Okuki mine is located in the northwestern part of Shikoku Island, and is now standing on second rank in copper producer in Japan. The area is constituted of numerous blind saddle-reefs of cupriferous pyritic ore occurring in bedded form in the so-called Mikabu Series. The writer investigated ores in the mine with special reference to the textural changes by depth. Although the ore is considerably high content in copper and zinc and coarse-grained pyrite, compared with the majority of other deposits in analogous type, there seemed to be no comprehensive general tendency in the mineral constituents, texture, and depth in the individual ore body.

要 約

大久喜鉱山は四國の北西部に位し、日本における二流の産銅鉱山である。鉱床はいわゆる御荷鋳統中に胚胎する多数の含銅硫化鉄鉱潜頭鞍状脈鉱床よりなる。筆者はこの鉱石を、特に深さによる組織の変化という観点から調査した。それは類似の型の他の大多数の鉱床と比較して、銅および亜鉛の含有量が相当高く、かつ黄鉄鉱が粗粒ではあるが、箇々の鉱体について鉱物成分・組織および深さの間における総括的一般傾向は存在しないかの如くである。

1. 緒 言

昭和27年6月に12日間にわたり愛媛縣喜多郡大久喜鉱山の鉱床を調査した。鉱区は愛媛縣採掘196号で、昭和9年発見以来昭和鉱業株式会社の所有に係る。なおこの調査は鉱床の深さによる鉱石組織の変化の研究をテーマとして行われたものである。

2. 位置および交通

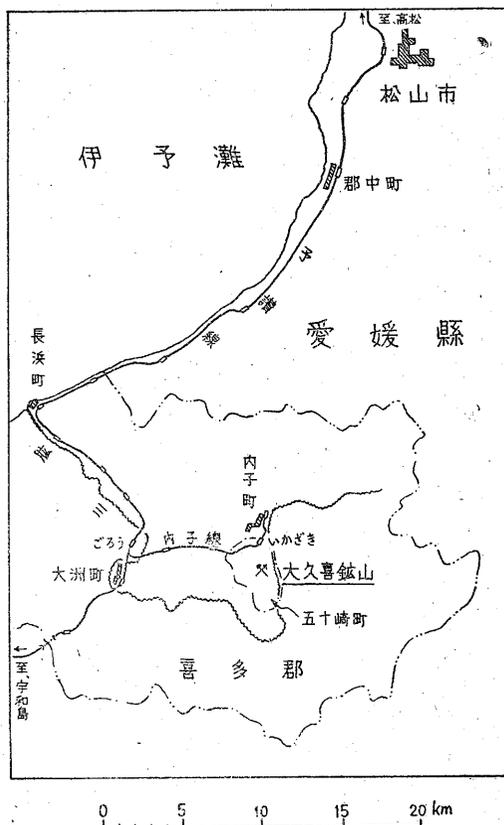
鉱床は愛媛縣喜多郡五十崎町にあり、國鉄内子線五十崎駅南方約3km、肱川の西岸に位する(第1圖参照)。

精鉱は山元から約800mインクラインで捲下げ貯鉱舎に入る。こゝからトラックで五十崎駅へ出し、銅上鉱は伊予長浜港から日比製錬所へ積出し、また手選粉鉱および浮選精鉱は同じく四阪島または直島製錬所へ送られる。

* 鉱床部

3. 地形・地質および鉱床

鉱床附近は神南山(海拔710.3m)を中心とする500m



第1圖 位置交通圖

前後の山岳が連亘し、地形は比較的急峻である。この附近で肱川は大きく南から北へ方向を変え、鉱床の胚胎する神南山山塊を取巻く形を取る。

鉱床周辺は御荷鉢系よりなり、北方には三波川系結晶片岩、南方には秩父古生層が発達する。この御荷鉢系の層序を上位より示せば：

- 珪岩層(白色ないし青色、褶曲著し)
- 集塊岩・礫岩
- 上部チャート層(赤色、厚さ2m内外、Radiolariaを含む。多量のMnを含む)
- 輝緑凝灰岩質岩(熔岩起原、坑内で「かつぎ盤」と称される)
- 下部チャート層(赤色、厚さ10cm内外、欠如する部分もある)
- 鉱床(厚さ10cm~2m)
- 千枚岩質緑色岩(片理の走向 N 60~80°E, 傾斜 40~70°N)

変質斑礫岩

地質構造は大きくみれば1つの東西性背斜をなし、軸の走向は N 70° E, 落しは 10° E 程度を示す。

鉱床はこの背斜軸に胚胎する含銅硫化鉄鉱床群で、大部分は露頭を持たない潜頭鉱床よりなる。箇々の鉱体は多くは鞍状脈をなし、これが東西約1.5kmにわたって多数雁行して南北2列の鉱床群を形成している。母岩は緑泥石化が著しいのが特徴である。単位鉱体の規模は多くは延長数10m、幅数mで、上盤側にしばしば小突起状支脈、いわゆる「はね込み」が見られる。

4. 現在の操業状況

採鉱上の便宜から上部より神南坑・大久喜坑・昭和坑・東坑、また南東方下部に離れて山王坑を開坑している。これらの関係位置の概略を第2図に示す。現在切羽は10余カ所あり、最近の坑道掘進速度は月平均300m程度である。採鉱は坑内ボーリングに主力を注ぎ、南北2列

の鉱床群の中間空白地帯においてしばしば新鉱体を捕捉している。

選鉱は手選(25 t/day)および浮選(100 t/day, 銅一硫化鉄総合浮選)を行っている。

昭和27年5月末の従業員数は：

職員	30名	鉱員	坑内 148名 坑外 152名	計	330名
----	-----	----	--------------------	---	------

最近の生産量を示せば：

	粗 鉱		精 鉱	
	鉱量	Cu%	鉱量	Cu%
昭和 24 年	10,453 t	3.4	5,096 t	6.8
25	14,439	2.9	5,656	7.1
26	17,068	2.6	6,224	6.9

5. 鉱石の性状

当鉱山の鉱床はいわゆるキースラーガーに属するが、この地帯の北方に多数存在する三波川系結晶片岩中の類似鉱床とやゝその趣を異にし、鉱石も他に比べて銅および亜鉛の品位が著しく高いのが特徴である。

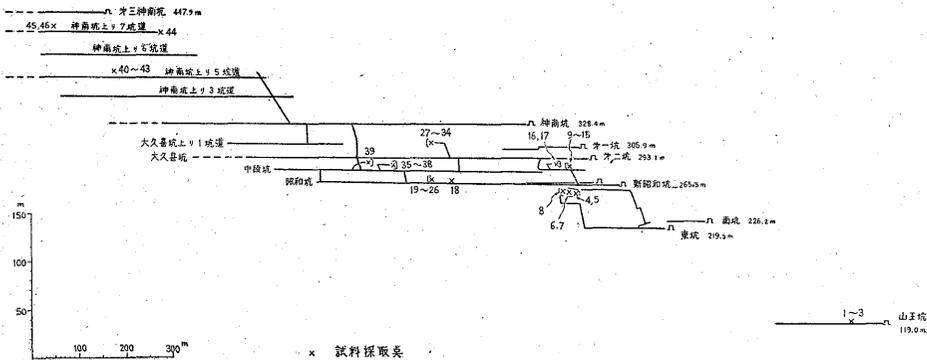
鉱石は大きく分けて「上鉱」と「がり鉱」とに区別される。最近数カ月間の平均採掘品位をみると、

上 鉱	Cu 7%, S 34%, Au 4g/t, Ag 60g/t
がり 鉱	Cu 1.2%

となつている。

上鉱とは一般に Cu 4% 以上のものに対して付けられた名称で、硫化鉱物の全量には関係しない。がり鉱は肉眼的にみてさらに塊状、鉱染状および葉片状のものに分けられる。

第3~8図は鉱石組織について一連の推移を示したものである。すなわち、第3図は最も硫化鉱物に乏しい部類であつて、脈石中に自形ないし半自形の黄鉄鉱がごくまばらに点在するのみで、この視野に現われた限りでは黄銅鉱および閃亜鉛鉱をまったく見ない。かゝる部分はがり鉱のうちでも最も低品位の葉片状、俗に「はりがね



第2図 大久喜鉱床主要坑道立面略図

愛媛縣大久喜鉾山鉾石の性狀について (梅本 悟)

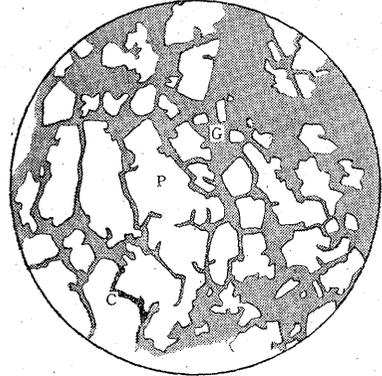
第 3~16 圖 の 凡 例

P: 黄銅鉾 C: 黄銅鉾 Z: 閃亜鉛鉾

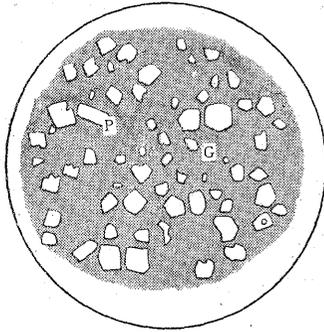
CC: 輝銅鉾 G: 脈石

100倍のもの 0 0.5 mm

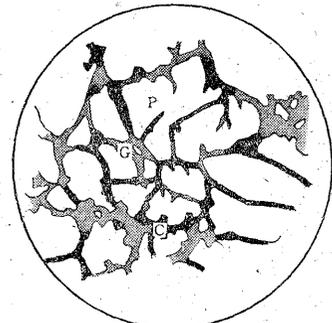
300倍のもの 0 0.2 mm



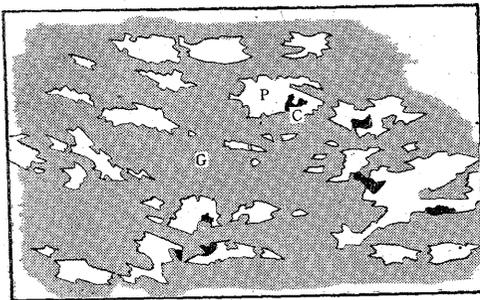
第 6 圖 神南坑上り 5 坑道中央部下盤(42) ×100



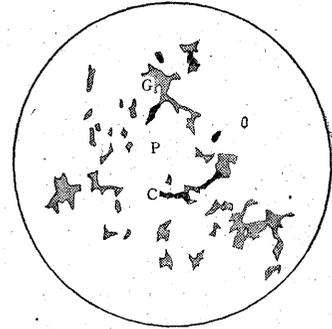
第 3 圖 大久喜坑 10 坑道採鉾がり鉾(30) ×100



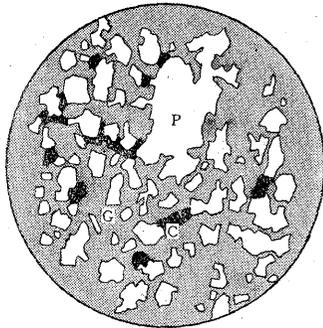
第 7 圖 昭和坑 1 坑道 2 號切羽上盤(24) ×100



第 4 圖 神南坑上り 7 坑道がり鉾(44) ×100



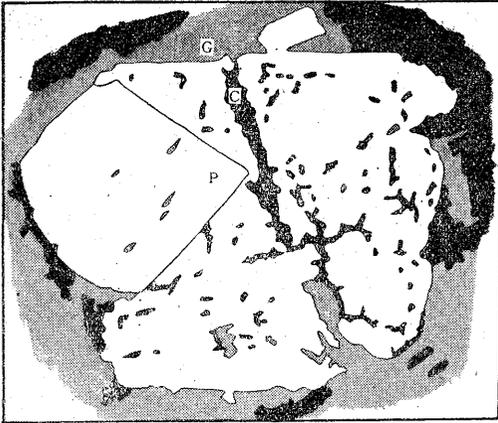
第 8 圖 東坑 1 號の 1 切羽上部(9) ×100



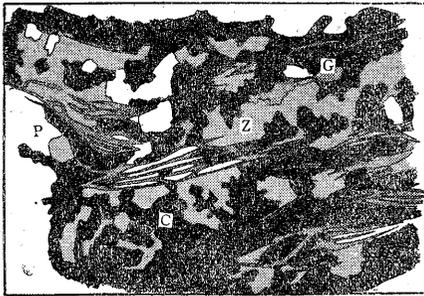
第 5 圖 神南坑上り 5 坑道左翼(40) ×100



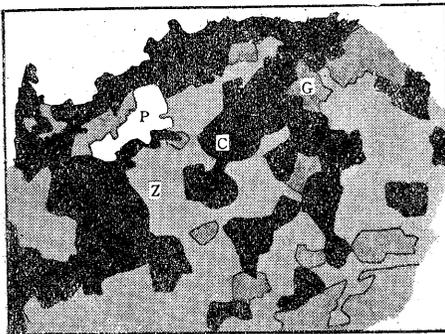
第 9 圖 大久喜坑 10 坑道採鉾引立中央部上盤(31) ×300



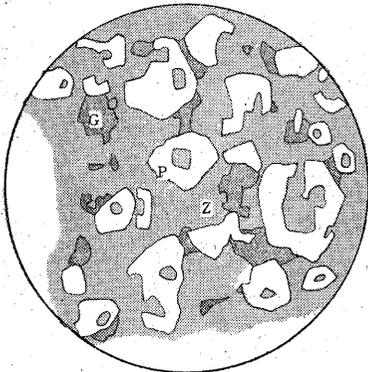
第10圖 大久喜坑10坑道採鉱引立下部上鉱(33) ×300



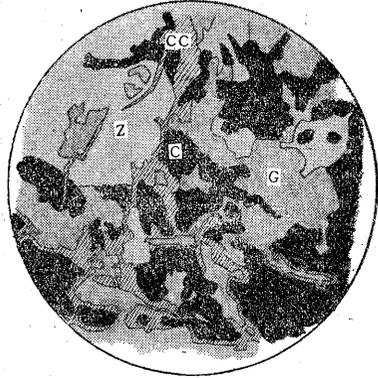
第11圖 昭和坑1坑道2號切羽左翼上鉱(23) ×300



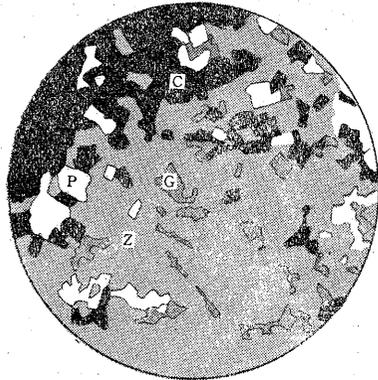
第12圖 神南坑上り5坑道切羽頂部(41) ×300



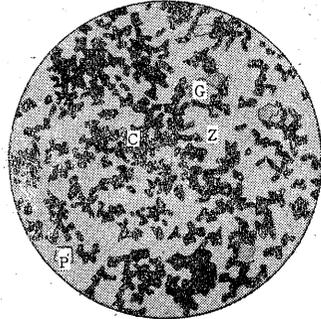
第13圖 東坑1號の1切羽上部(10) ×100



第14圖 東坑1號の2切羽上盤上鉱(16) ×300



第15圖 山王坑鉱床尖滅點(3) ×300



第16圖 山王坑鉱床尖滅點(3) ×300

千枚」といわれるものを代表する。これは緑泥石化した千枚岩中に黄鉄鉱がうすく鉱染したものである。

第4図はその縞状構造を示す部分である。こういう組織は前者のような鉱石のなかに数mmの幅を持つて果帯状に存在しているのが通常であるが、多くの例はみられない。さらに鉱化作用が進むと順次5・6・7図のごとき組織を示す鉱石となり、最後に第8図のようにほとんど黄鉄鉱を以て充滿された様相を呈する。第5図は鉱染状がり鉱の、そして第8図は塊状がり鉱の1つの例で

愛媛縣大久喜山鉛石の性状について (梅本 悟)

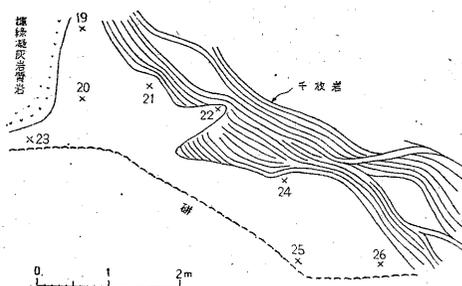
ある。なお第6・7図の鉛石は相当量の黄銅鉛が黄鉄鉛粒間を充填しているので、上鉛として取扱われる部類に属する。これらの系列のおもなものについて、化学成分より算出した黄鉄鉛の量の推移は下記のものであった。

	化学成分			黄鉄鉛(計算値)
	Cu%	Zn%	S%	Wt%
3 図	2.39	—	22.65	29.22
5 図	2.65	0.34	30.55	51.74
7 図	11.11	—	43.43	60.18
8 図	1.77	0.00	44.45	79.88

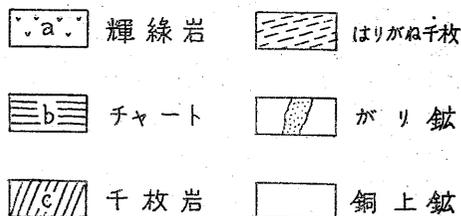
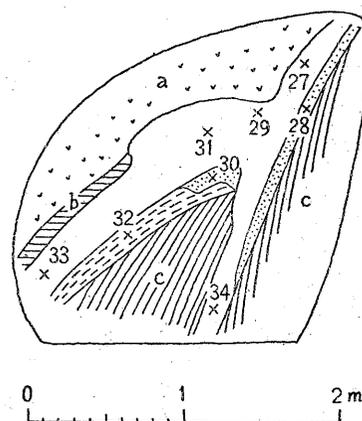
2, 3の切羽における鉛床の形態を第17~20図に示す。試料番号は第2図と同じである。第17・20図はがり鉛の切羽であり、第18・19図は上鉛を主とする。現場では一般にはね込みの部分が中央部より品位が良いといわれているが、分析の結果はかならずしもそうではなく、中心部に不規則に高品位の所が分布している。すなわち、第17・18図の試料採取点につき銅品位のみを示すと以下の通りである。

試料番号	Cu%	試料番号	Cu%
9	1.77	19	20.20
10	0.04	20	4.42
11	6.94	21	8.08
12	0.06(はね込み)	22	9.97(はね込み)
13	0.88	23	19.69
14	0.06	24	11.11
15	0.02	25	6.56
		26	9.09

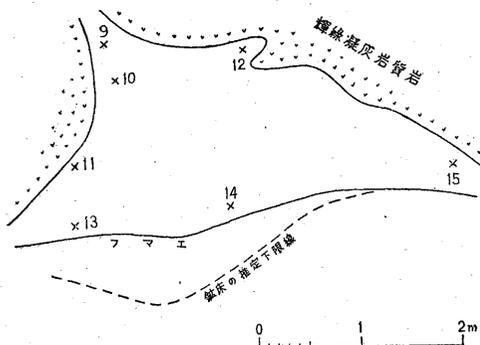
こゝに見るように品位分布は相当不均一であるが、さらに第19図の切羽について示せば、次のごとくである。



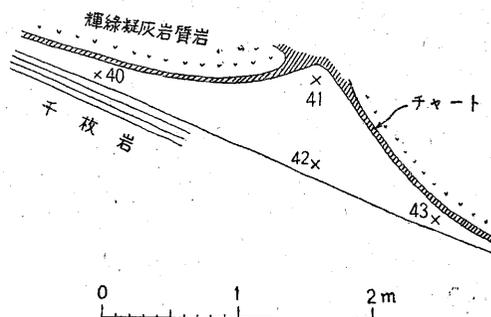
第18圖 昭和坑1坑道2號切羽



第19圖 大久喜坑10坑道採鉛引立



第17圖 東坑1號の1切羽



第20圖 神南坑上5坑道1號の1切羽

試料番号	Cu%	試料番号	Cu%
27	1.80	31	18.93
28	1.80(がり鉱)	32	0.00(はりがね千枚)
29	20.45	33	7.07
30	2.39(がり鉱)	34	15.15

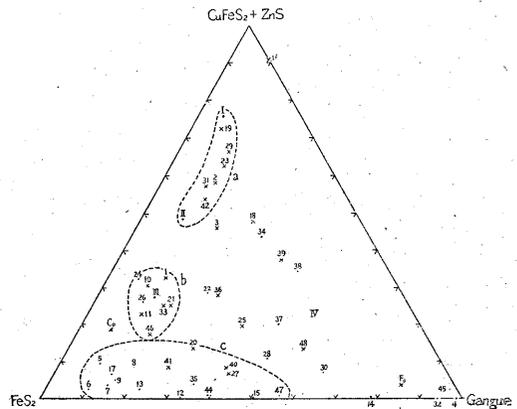
すなわち中央の肥大した部分は銅の鉱化作用が最も遅く、著しく高品位であるが、末端へ行くに従って急激に品位が低下する。点30の鏡下における組織を示したのが第9図で、黄鉄鉱は黄銅鉱に溶蝕されてまったく自形を失い残留構造を呈している。

各硫化鉱物の晶出順序は一般に黄鉄鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱の順で、最後に2次的な輝銅鉱がある。黄鉄鉱については時期を細分する手懸りは得られないが、黄銅鉱・閃亜鉛鉱はそれぞれ3段階および2段階が考えられる。すなわち最も初期の黄銅鉱は黄鉄鉱中に微細な包裹物として含まれるもの、中期のものは黄銅鉱の粒間を充填するもの、また晩期のものは閃亜鉛鉱と相互境界をなして接触するもので、量的には中期のものが最も多く、晩期のものがこれにつき、初期のものは最も少ない。初期および中期の黄銅鉱が見られる例として第10図を示す。黄鉄鉱に包裹される黄銅鉱はこのように上鉱中に存在するものが多いが、各種のがり鉱を形成する散点状黄鉄鉱中にも稀に見られる。第7図に示されるような黄銅鉱がごく普通の中期のもので、後期のものの例は第16図のような組織である。閃亜鉛鉱は初期のものは黄銅鉱と相互境界を示すもので、前述の後期の黄銅鉱と同時晶出と考えられるもの、また後期のものは、1) 黄鉄鉱粒間を充填した黄銅鉱中の細隙をさらに充填するもの、2) 黄銅鉱を伴わない黄鉄鉱の粒間を充填するもの2種があり、これらの前後関係はわからない。第13図は環礁状黄鉄鉱を閃亜鉛鉱が充填する組織で、2の例のうちの特殊なものに属する。共生関係から考えて黄銅鉱および閃亜鉛鉱の晶出時期を以上のように細分したが、各段階の間に長い時間的な隔りがあるかどうかは疑問で、むしろほとんど連続して生成されたと考える方が妥当であろう。輝銅鉱は以上3種の硫化物のすべてを切っており、最も晩期のものにかつ黄銅鉱からの2次的生成にかゝるものである。これは第14図に示すものに見られたのが唯一つの例であつた。なお第11図はすべての金属硫化物を切つて羽毛状に緑泥石が胎胎する状況である。

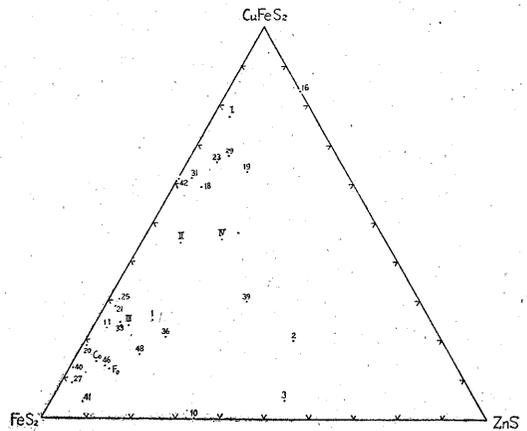
第17・18・19図の切羽の各試料につき検した結果に示される通り、数10cmを距てた部分の相互に關しての品位の分布は相当不規則であるが、組織の変化の状況を示す極端な例が山王坑の鉱石について見られた。第15・16図はいずれも同鉱床の尖滅点附近より採取した一塊

の鉱石の組織であるが、前者に比べて後者は著しく細粒で顕著な対照を示す。しかもこれらは1つの鉱石琢磨面上でわずかに互いに5mm程度距るに過ぎない部分について鏡下に検したもので、両者は1つの線で明瞭に境されているものである。

かようにみえてくると、この鉱床の鉱石はまったく不規則であるかのように思われるが、東坑1号の2、昭和坑中段1号、神南坑上り7坑道採鉱などに見られるように、上盤側に上鉱があり(通常鏡幅の約1/3程度)1線を劃して下盤側にがり鉱が発達するといった共通の配列を示す部分もある。



第21圖 黄銅鉱+閃亜鉛鉱-黄鉄鉱-脈石3成分系



第22圖 黄銅鉱-黄鉄鉱-閃亜鉛鉱3成分系

坑内各地点において採取した試料についての分析結果を鉱物成分に逆算し、三角図表にプロットしたのが第21・22図である(試料番号は第2図と対応する)。第21図においては鉱石をある程度特徴づける黄鉄鉱と脈石との比率を見易く表わすために、黄銅鉱+閃亜鉛鉱を他の1つの点に取つた。I, II, III, IV, Fo, Co はそれぞれ手

選1等・2等・3等塊精鉛、手選粉鉛、浮選原鉛、浮選精鉛を示す(第5節参照)。すなわちa区域附近にくるものは1等および2等塊精鉛となる高品位の上鉛であり、b区域附近にくる1群は3等塊精鉛となるものである。FeS₂-Gangueの線上に近くFeS₂寄りになる1群(c区域附近)は、塊状ないし鉛染状がり鉛を代表し、Gangue寄りのものは葉片状がり鉛を代表する。第2図において明らかなように、番号が多くなるに従つて試料採取点が上部に移るわけであるが、番号の分布はまったく不規則であり、従つて鉛床群全体としての上部-下部の品位の漸移的關係は認められない。このことは鉛物組成ならびに組織・粒度についても同様である。上鉛と称せられたものについてCuFeS₂、FeS₂、ZnSの3成分の100分比をプロットしたのが第22図で、この図で明らかなようにZnSの硫化鉛物中に占める割合は、ほとんど大部分が20%以下となつている。そして浮選による硫化鉛物相互の比率の変化がほとんど見られないこと、いい換えれば各鉛物とも一様に濃縮されていることが示される。

最後に鉛物の組合せに基づいて鉛石を分類すると、

- A. 黄鉄鉛-脈石…………… { 葉片状がり鉛
鉛染状がり鉛の一部
- B. 黄鉄鉛-黄銅鉛-脈石… { 鉛染状がり鉛の大部分
塊状がり鉛の大部分
上鉛の一部
- C. 黄鉄鉛-閃亜鉛鉛-脈石… { 塊状がり鉛の一部
- D. 黄鉄鉛-黄銅鉛………… { 塊状がり鉛の一部
-閃亜鉛鉛-脈石………… { 上鉛の大部分

6. 選鉛産物の性状

坑内出鉱のうち高品位鉛は手選により塊精鉛3種(1等~3等)および手選粉鉛として分たれ、残余の低品位のものは浮選原鉛となる。昭和27年4月現在のこれらの各精鉛の鉛山側における品位規格は、次の通りである。

- 1等塊精鉛…Cu >13%
- 2等塊精鉛…Cu 9~15%
- 3等塊精鉛…Cu 6.5~9%
- 手選粉鉛…Cu 5.5~6.5%
- 浮選原鉛…手選を経たCu <5.5%のものおよび手選を経ないがり鉛
- 浮選精鉛…Cu 7~8%, S 38~40%

なお筆者が採取した以上の各種試料についての完全分析の結果は、第1表の通りである。

また調査期間中に採取した浮選原鉛(F₀)およびこれを100, 150, 200メッシュで篩分けた4種の産物(F₁, F₂, F₃, F₄)につき鉛物組成ならびに単体分離度を定量した結果が、第2表に示されている。100~200メッシュの間における硫化鉛物の品位が高く、それより粗いものも細かいものも品位が低下するが、これは粗い部分には脈石の相当部分が片双状となつて入り込み、また細かい部分には単体分離した脈石が多く存在することに原因している。ただし、量比において-200メッシュのものが60%以上を占める関係で、硫化鉛物の量の分布はもちろん-200メッシュのものに最も多い。黄銅鉛および閃亜鉛鉛の単体分離度が低いことは、他鉛山の例と軌を一にする傾向であるが、閃亜鉛鉛の分離度が粒度の粗い部分についてことに低く、多くのものが脈石と片双を作っているのが1つの特徴であつた。黄銅鉛・閃亜鉛鉛は粒度の細かい部分ほど分離度が逐次向上しているのに対し、黄鉄鉛は各粒度とも約80%内外の値を示している。このことは黄鉄鉛に関しては150メッシュ程度以上の粉砕は、分離度向上になら役立たないことを示すもので、当鉛床の鉛石中における黄鉄鉛の粒度が比較的粗粒であることと考え合せてみると当然のことである。ただし、もし優先浮選によつて閃亜鉛鉛を分離しようと試みる場合は、閃亜鉛鉛が200メッシュまでは著しく分離度が低いので、現在の総合浮選による粒度分布よりさらに

第1表 各種選鉛産物完全分析 Au, Ag: g/t, その他:%

成分 種別	Au	Ag	Cu	Zn	S	Fe	Ni	Co	Pb	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
一等塊精鉛	5.8	191	25.00	2.33	36.26	31.78	0.01	0.14	0.00	0.00	3.01	1.38	0.00	0.22
二等塊精鉛	3.7	51	13.97	5.36	39.05	33.37	0.01	0.21	0.00	0.00	4.62	2.52	0.00	0.45
三等塊精鉛	5.0	56	6.92	4.66	40.90	34.54	0.00	0.07	0.00	0.02	8.10	4.14	0.01	0.51
手選粉精鉛	0.8	5	5.26	4.19	20.32	21.63	0.04	0.01	0.02	0.00	21.18	14.26	1.08	9.86
浮選原鉛	tr	2	0.70	0.93	7.91	18.87	0.00	0.08	0.01	0.03	35.42	15.30	2.73	12.07
浮選精鉛	0.7	27	4.62	3.26	45.75	40.40	0.05	0.05	0.00	0.00	2.44	3.76	0.01	0.87

技術部化学課 磯野・川野両技官による

第2表 浮選原鉱の粒度別鉱物組成
ならびに単体分離度

	粒度 (メッシュ)	重量比 (%)	各産物の鉱物 組成重量比 (%)	各鉱物の単 体分離度* (%)
F ₀		100.0	{ Cp 4.42 Zn 2.02 Py 22.92 G 69.61	40.8 52.2 85.6 95.5
F ₁	+100	19.2	{ Cp 1.66 Zn 1.14 Py 7.45 G 89.75	17.8 6.2 80.5 92.5
F ₂	100~150	10.7	{ Cp 6.36 Zn 3.29 Py 21.35 G 69.00	50.3 22.5 78.6 96.8
F ₃	150~200	6.2	{ Cp 4.81 Zn 3.39 Py 28.90 G 62.90	53.8 36.4 89.3 98.1
F ₄	-200	63.9	{ Cp 4.18 Zn 3.21 Py 19.52 G 73.09	62.1 71.1 89.7 98.3

Cp=黄銅鉱, Zn=閃亜鉛鉱, Py=黄鉄鉱, G=脈石

* 粒子数についてではなく量について示す。

進んだ粉碎(-200メッシュ80%程度が適当と思われる)を行う必要がある。なお片双状のものについては大部分が硫化鉱物と脈石との2成分系であり、硫化鉱物相互の片双ないしは3成分結合以上の粒子は少量であるから、優先浮選を実施する場合には、精鉱品位をある程度犠牲にすれば各精鉱中の金属実收率を高めることは比較的容易であろう。

浮選精鉱につき各組成鉱物の重量比ならびにそれらの単体分離度を定量した結果が第3表に示されている。精

第3表 浮選精鉱の鉱物組成ならびに単体分離度

	鉱物組成重量比 (%)	各鉱物の単 体分離度 (%)
浮選精鉱	Cp 13.32	47.0
	Zn 5.42	29.7
	Py 73.39	84.2
	G 7.87	49.1

鉱として回収されたものについてみても閃亜鉛鉱の分離度が最も低く、かつ3成分結合のものうち閃亜鉛鉱を含む粒子が相当部分を占めている。

7. 結 語

大久喜鉱床の鉱石の性状についてその特徴をまとめる と:

- 1) 品位分布および鉱石組織がきわめて不均一であり、その推移になんらの規則性が認められない。
- 2) 銅および亜鉛の品位が一般に高い。そして亜鉛品位の高い部分は多くの場合銅品位も高いが、この逆はかならずしも成立しない。
- 3) 黄鉄鉱は粗粒である。

すなわちこの鉱床は何回もの鉱化作用によつて形成されたもので、そこには複雑な生成機構が存在するものようである。
(昭和27年6月調査)

文 献

- 堀越義一: 大久喜鉱山所見 (地質学雑誌, 第46巻, 544号, 1939年)
- 堀越義一: 別子型鉱床の形態的研究 (学振第2小委報告, 1940年)
- 今井秀喜: 大久喜鉱山の地質及び鉱床 (地質鉱床と物理探鉱, 下巻 73頁)