



Title	浮遊選鉱中間産物の顕微鏡解析例
Author(s)	牛沢, 信人; Ushizawa, Nobuto
Citation	北海道大學工學部研究報告, 24, 49-59
Issue Date	1961-02-28
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/40678
Type	departmental bulletin paper
File Information	24_49-60.pdf



浮遊選鉱中間産物の顕微鏡解析例

牛 沢 信 人

(昭和 35 年 9 月 6 日受理)

Microscopic Analysis of Semi-Product of the Floatation

Nobuto USHIZAWA

Abstract

It will be able to expect an improvement of the result of the separation by the microscopic analysis of semi-product of floatation.

Because we can find the degree of the re-grinding or proper point of the classification by this.

The author studied for the ore of the mill of some cupriferous pyrite deposits here.

目 次

1. 緒 論	49
2. 顕微鏡解析例	50
3. 結 論	59

1. 緒 論

浮遊選鉱法による選別が完了するまでの全工程において、粒子がその組織、組成等によつて、いか様に行動するかを見きわめることは、期待する選別効果ををさめる上で、給鉱や最終産物の内容をしらべることにもおとらず重要なことであると考え。これによつて、はじめて選別や、片刃繰返などが合理的になされているか、あるいは、行程の中途において行なわれる摩鉱、分級等が所期の成果をあげているか否か、等の事がらが明らかになる。

これらの事は、単に化学分析によつては、明らかにされ得ないことは云うまでもない。ここでは数カ所の層状含銅硫化鉱の工場の例をとり、中間産物の顕微鏡解析例を示した。

試料は、いずれも昭和 33 年後期から 34 年前期にわたるものである。この事に関連して痛感されることは、顕微鏡鑑定のための試料作製の方法についてである。現場においては特に、必要に応じて極めて手軽に試料がつくられ、測定に供されるのでなければ意味をなさない。

筆者は、さほど時間的労力的負担を感じることなく、1日に 50~60 個程度の試料を手軽に作製する方法を案出した。これについては、別の機会に記載するつもりである。

分粒は 300 メッシュ以上は、水中で、篩によつて行ない、300 メッシュ以下は、multi-tube

elutirator により3区間に分け、顕微鏡により粒径の算定を行なった。

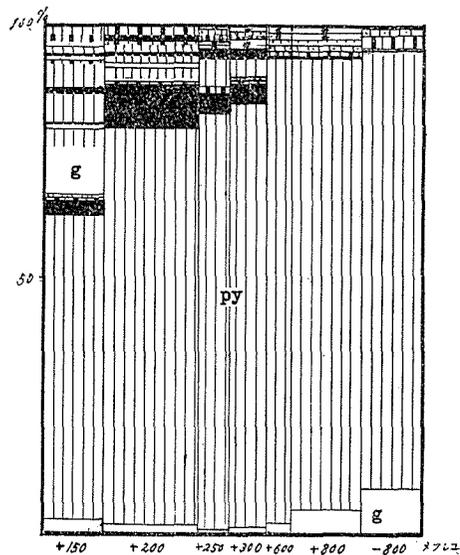
試料の測定方法は、従来の方法に従った。従来、浮選中間産物の顕微鏡解析について公表されたものは無いにひとしい。この方面でいくらかでもひ益するところがあれば望外と思う。

2. 顕微鏡解析例

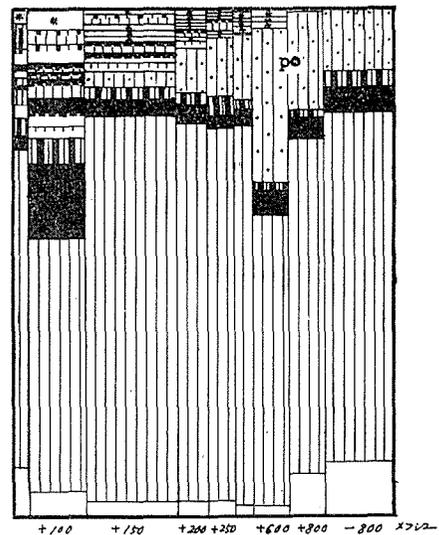
下川 2次総合浮選繰返し片刃鉱(第1図)

対粗鉱量比は ca. 2%。繰返し片刃鉱であるから、これを構成する粒子の多くは、やがて2次総合浮選の総合浮鉱として採取されるであろう。その総合浮鉱は、条件づけののち、Cu-Sp 優先系で、第1Cu 精鉱が採取されるまでは再摩鉱、分級はされない。このことは、この資料の内容(cpの単体分離率)からみて当然であろう。

一見して特徴と思われることは、300メッシュ以下のcp細粒は、その多くが第1次総合浮選で採取されているのに、300メッシュ以上では、これが多いことである。いずれにせよ、この資料の内容からして、これはそのまま総合浮鉱であつてよいと考える。この場合の片刃繰返しが無益であることを物語るものではなからうか。



第1図 下川 2次総合浮選繰返し片刃鉱



第2図 日立 2次ミル給鉱

日立 2次ミル給鉱(第2図)

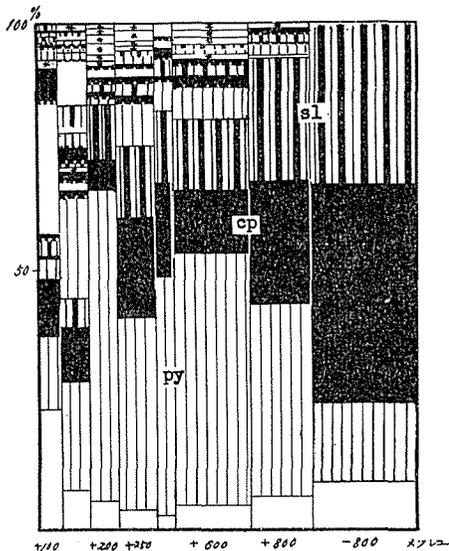
ここでは、Cu-Zn-Spの優先浮選法を採用している。この資料はCu, Znを優先分離した尾鉱について、Spを優先分離したときの片刃鉱が主体をなし、これに、わずかに、本系統の水洗泥鉱と、旧磨石浮選系統の総合浮鉱がまざっている。

このものは、2次摩鉱後CuおよびSp精鉱の2つに優先分離される。したがって、ZnはそのほとんどがCu精鉱中の損失となることがきめられているといつてよい。poは推定では

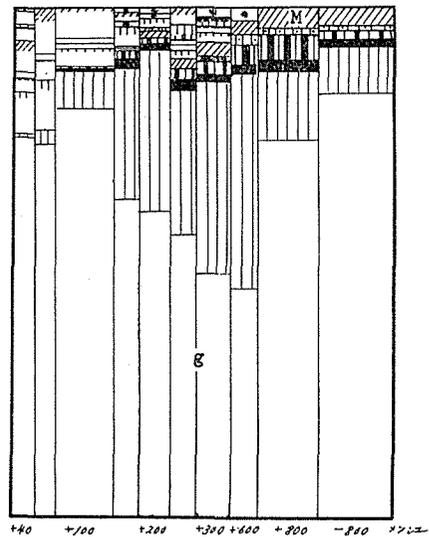
Cu, Sp 精鉱中におよそ半分づつ採取される。片刃とともに、ここでも cp をはじめ硫化鉱物の単体粒子がきわめて多い。

峯の沢 銅1次精選尾鉱(第3図)

対粗鉱量比 ca. 3.4% (ちなみに Cu 精鉱は 2.8%)。この工場では Cu-Zn-Sp の優先浮選方式を採用している。これは、第1次の Cu 優先浮選の浮鉱を精選したものの尾鉱である。このものは分級をへることなく、全量が再摩鉱のために1次摩鉱系に還流されることに注意されねばならない。再摩鉱を必要とする片刃状 cp が多い反面、ここでも特に細粒において単体 cp が多い。同様 sl, py の単体も多い。



第3図 峯の沢 銅1次精選尾鉱



第4図 峯の沢 2次摩鉱給鉱

峯の沢 2次摩鉱給鉱(第4図)

対粗鉱量比 55%。これは Cu の優先粗選を行なった尾鉱を、サイクロンで分級した砂鉱であり、2次摩鉱回路(ボール・ミルとドル分級機の閉回路)の給鉱になる。摩鉱後のオーバー・フローは、Cu の2次浮選系にゆく。まず Cu の粗選をへており、その上、2次摩鉱の給鉱であるのに、単体 cp が、片刃状 cp にくらべて多いことが目立つ(cp の単体分離率 96%)。また、上記のように、サイクロン分級への砂鉱であるが、300メッシュ以下を出来るだけ排除せねば、sl や M の単体が過粉碎されるであろうことを示している。

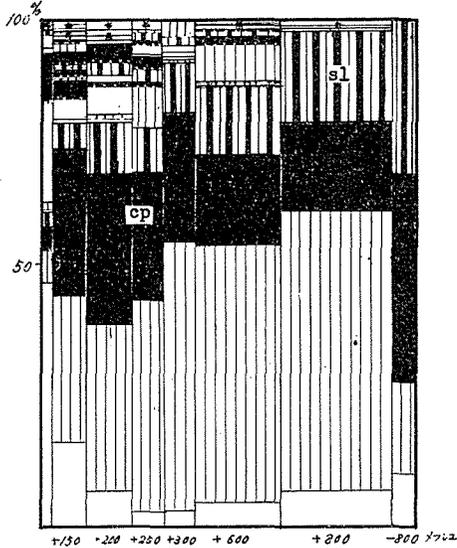
峯の沢 銅の2次浮選の浮鉱(第5図)

対粗鉱量比 0.3%。前記試料の再摩鉱後の2次銅優先浮選の浮鉱であり、このものは再摩鉱のために分級作用をへることなく、1次摩鉱回路のボール・ミルに還流される。単体 py, sl との分離がきわめて悪いが、この工程は Cu 採取の最後の機会であり、対粗鉱量比も小さいことからして、やむを得ないというべきか。ただ1次摩鉱系にもどされるにすれば、あまりに

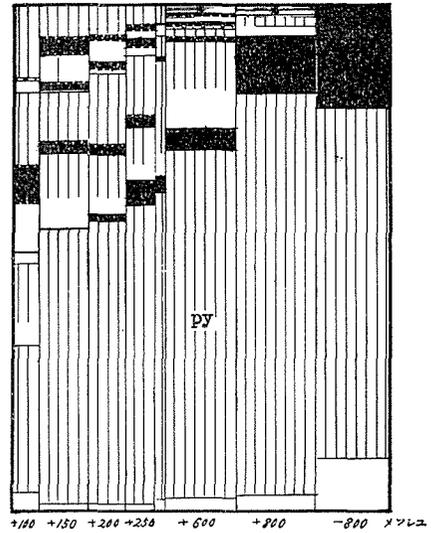
も単体 cp が多すぎる (cp 単体分離率 97%)。

土倉 総合精鉱 (第 6 図)

py と cp の単体分離が悪く、また g 片刃の多いことも、五条とともに含銅硫化鉱工場の中



第 5 図 峯の沢 銅 2 次浮選浮鉱



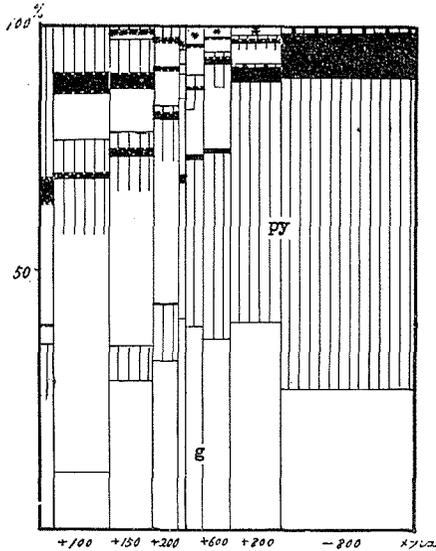
第 6 図 土倉 総合精鉱

できわ立っている。

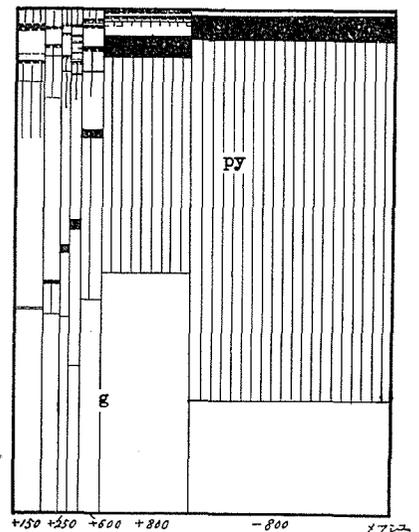
土倉 総合清掃浮選浮鉱でサイクロン分級機給鉱 (第 7 図)

おなじくドル分級機オーバー・フロー (第 8 図)

前者は、総合浮選の清掃浮選の浮鉱で、2 次摩鉱回路のサイクロン分級機えの給鉱である。



第 7 図 土倉 総合清掃浮選浮鉱



第 8 図 第 7 図試料のドル分級機オーバーフロー

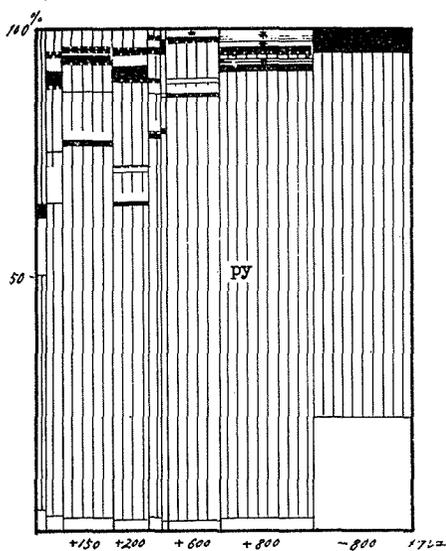
後者は同じ回路の、ドル分級機からのオーバー・フローである。既述の総合精鉱の内容とくらべると、この清掃浮選で捕そくされる硫化鉱物とgとの片刃粒子は、一層低品位(浮遊性が小さい)であることを示している。また、それとともに、単体脈石の混入が多くなっていることに注意されねばならない。単体硫化鉱物(py, cp等)も特に細粒に多い。

土倉 タワー・ミル給鉱(第9図)と排鉱(第10図)

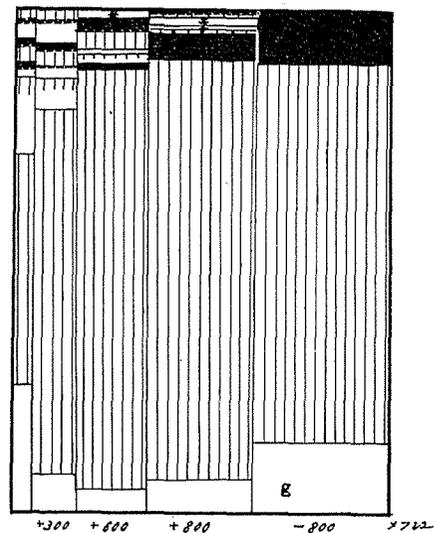
前者は、Cu-Sp 総合浮選の浮鉱について、1次Cu 優先浮選で第1Cu 精鉱を採取した尾鉱である。これは2次摩鉱のために、タワー・ミル(サイクロン分級機と閉回路)に給鉱される。後者はその排鉱である。これはさらにCu-Sp 優先浮選系におくられる。

これらを既述の総合精鉱の内容と比かくしてみると、このタワー・ミル給鉱には、第1次のCu 優先で採取され得なかつた単体cpおよび片刃状cpが粗粒から細粒にわたつて、ほぼ均等に存在していることがわかる。cp+g, py+cp 両種の片刃にしても、第1銅精鉱で採取され得なかつた、より一層低品位なものが、このタワー・ミル給鉱の中に集中したわけである。また、資料は、2次摩鉱系での分級点は、700~800メッシュ程度が適当であることを示している。この2次摩鉱系では、排鉱にいてもcpの単体分離率は75%にすぎない。この工場では、Cu 精鉱の対粗鉱鉱量比は12.9%である。このうち第1Cu 精鉱は9.6%で、Cu 精鉱全量のほぼ75%にあたる。

この第1Cu 精鉱は総合浮鉱に対して、1次Cu 優先浮選を行なつて採取したままのもので再摩鉱系をへていない。したがつて、cpの単体分離率も低率で、最終Cu 精鉱のCu品位が小さいことの1因をなしている。



第9図 土倉 タワーミル給鉱

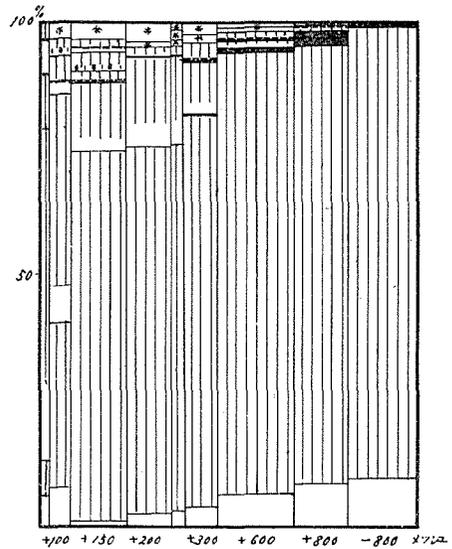


第10図 土倉 タワミール排鉱

五条 総合精鉱 (第 11 図)

Cu がきわめて低品位で、cp と py の単体分離もまたきわめて不完全である (cp 単体分離率 75%)。

このものは摩鉱分級をへることなしに、ただちに、Cu-Sp 優先浮選の条件槽に送られる。しかも、じ後の行程においても、再摩鉱は行なわれないことに注意されねばならない。この工場では、Cu の粗鉱品位が低い (Cu 0.34%)、このことが Cu 採取率の極端に低いことの主因をなしている (Cu 採取率 71.5%)。この図からも、Cu 精鉱中 Cu 品位 (6.0%) はぎせいにしても、Cu 採取率の方は下げたくないという事情を読みとるべきなのかもしれない (推測であるが)。

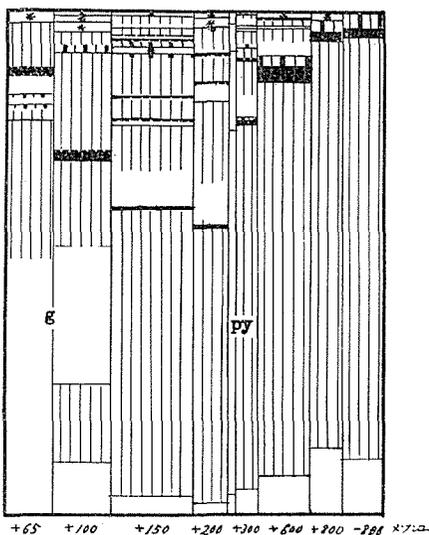


第 11 図 五条 総合精鉱

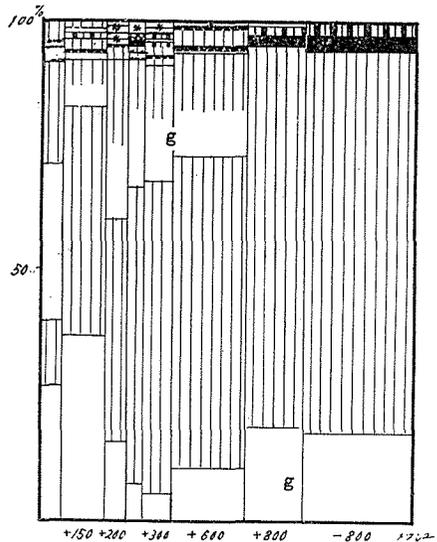
ともあれ、cp の単体分離率はきわめて低く、かつ、Cu 対 S 比もきわめて小さい鉱石に対する Cu-Sp 浮選分離の限界をこえた状態をうかがうことができる。

五条 チューブ・ミル給鉱 (第 12 図) と排鉱 (第 13 図)

前者は、総合浮選の片刃鉱で、チューブ・ミルとサイクロン分級機の閉回路からなる 2 次摩鉱回路に送られる。後者は、その排鉱で、再び総合浮選の給鉱にもどされる。py, cp 両者の分離がきわめて困難な鉱石であることは、これ等の資料が、はつきり物語っている。両者とも、



第 12 図 五条 チューブミル給鉱



第 13 図 チューブミル排鉱

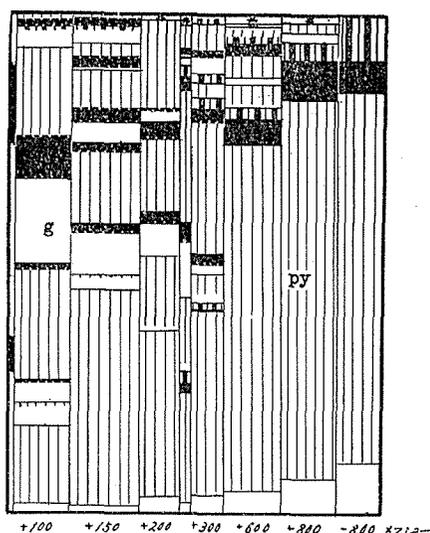
300 メッシュ以上には単体 cp はほとんど認められない。

2 次摩鉱回路の分級点は、さらに低める必要があるのではなからうか。

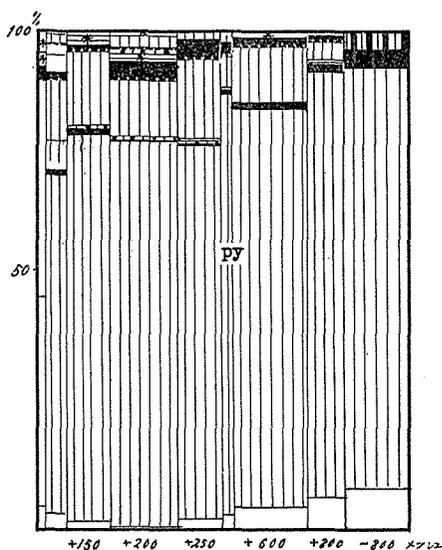
五条 優先浮選片刃鉱 (第 14 図)

Cu-Sp 優先浮選の片刃鉱である。このものは、このまま、Cu-Sp 優先浮選の条件槽に還流される。細粒単体 cp の存在が目立つ。Sp 精鉱の資料 (ここにはかかげない) と比較してみると、ここに示されるような、優先浮選片刃中に含まれる含 cp 片刃粒子は、Sp 精鉱中では、いちじるしくは流出せず (Sp 精鉱中 Cu 0.27%)、大部分は cp 精鉱中に捕そくされることは言うまでもない。

したがって、逆に Cu 精鉱中に、py+cp および cp+g 片刃粒子の多いであろうことは当然予想されるところであり、事実もそのことを示している。



第 14 図 五条 優先浮選片刃鉱



第 15 図 飯盛 総合浮選精鉱

飯盛 総合浮選精鉱 (第 15 図)

総合浮選の浮鉱で、全量が 2 次摩鉱系 (ボール・ミルとサイクロン分級機の閉回路) におくられ、さらに Cu-Sp 優先浮選の給鉱になる。この工場は、Straight bulk dif. float. 方式をとっている。それ故に、総合浮選前に、すでに第 1 Cu 精鉱が採取されている。この資料では、第 1 Cu 精鉱採取の段階で、採取され得なかつた特に細粒の単体 cp の存在が目立っている。

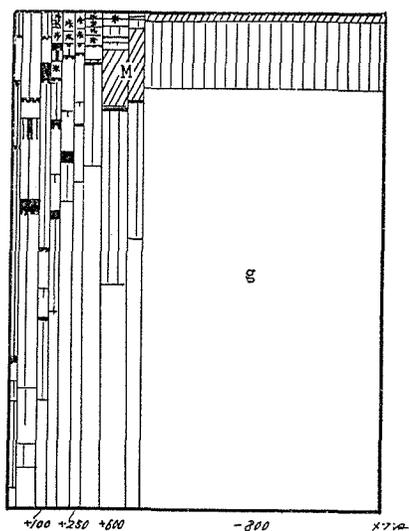
脈石との片刃は少ない反面 py と cp のなす片刃がきわめて細粒にまで存在し、2 次摩鉱系の分級点も、ごく細粒のところ、とらねばならぬことを示している。Cu 精鉱をみても (すでに 2 次摩鉱が行なわれている)、依然として、py と cp のなす片刃粒子の多いことが目立っている。

別子 総合浮選片刃鉱 (第 16 図)

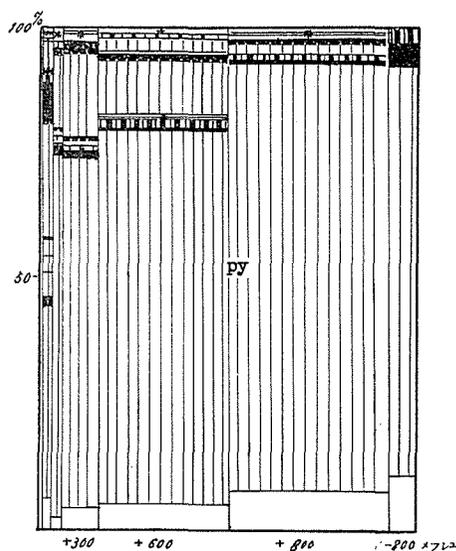
対粗鉱量比 0.85%。第 1 次の総合浮選の尾鉱について、清掃総合浮選を行ない、さらに

その尾鉱を再度、清掃総合浮選した場合の総合浮鉱(片刃鉱)である。これは、濃縮分級後、砂鉱は1次摩鉱回路に還流され、総合浮選が繰返される。この段階の尾鉱が最終尾鉱になる。粗粒と細粒の両極に、単体または単体に近い高品位 py 粒子の多いことと、これにはさまれた 65~300 メッシュにおいて、低品位片刃粒子の多いことが目立つ。単体 cp 粒子は少ない。

また、細粒に M 粒子が多い。



第16図 別子 総合浮選片刃鉱



第17図 別子 優先浮選片刃鉱

別子 優先浮選片刃鉱(第17図)

Cu-Sp 優先浮選の片刃鉱である。対粗鉱鉱量比は 23.44%，これは分級後、2次摩鉱の給鉱となる。比較的細粒においても、cp の単体分離率は小さい。他の工場にくらべて、Cp の優先浮選で単体 cp がよく回収されている方である。

片刃状 cp が細粒にも多い関係上、分級点をあらい方に持つてゆくことは出来ない。

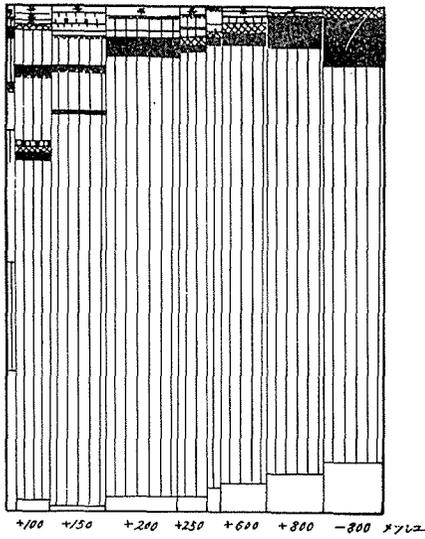
佐々連 1次優先浮選沈鉱(第18図)

これは、Cu-Sp 総合浮選ののち、1次の Cu-Sp 優先浮選で第1Cu 精鉱と沈鉱とに分離したものの後者である。これはサイクロン分級ののち、砂鉱は2次摩鉱回路に送られる。分級点は、300メッシュ程度が適当であろう。第1次 Cu 優先浮選で採取されなかつた単体 cp 粒が、ことに細粒に多いことが、最大の特徴であろう。sl, bn はともに比較的少量である。それは、これらの多くが、第1Cu 精鉱に採取されたためであることを示す。とくに bn については、bn は cp にくらべて浮遊性の大きいことを示すものであろう。

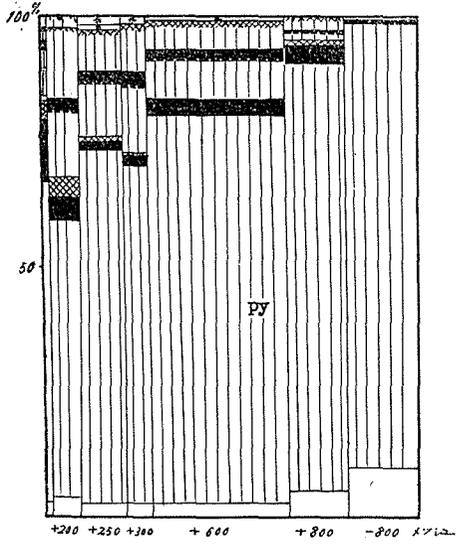
このことは、また Sp 精鉱または尾鉱中えの Cu 損失は bn によるものより cp によるものの方が格段に多いことと対応するものであるかもしれない。

佐久連 2次優先浮選片刃鉱(第19図)

Cu-Sp 総合精鉱に対する Cu 1次優先浮選の沈鉱を、再摩鉱し、2次の Cu 優先浮選を行な



第18図 佐々連 1次優先浮選沈鉱

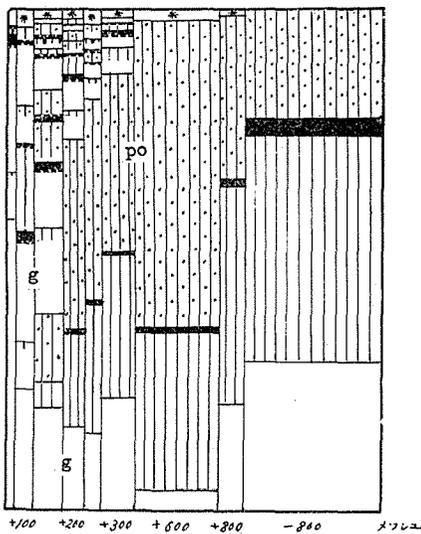


第19図 佐々連 2次優先浮選片刃鉱

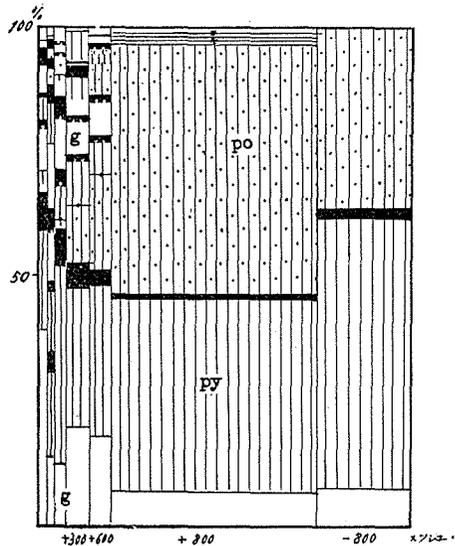
つてなを、Cu採取からもれた片刃鉱である。このものは、チューブ・ミルとサイクロン分級機が閉回路をなす3次摩鉱回路におくられる。細粒にまでcp, bnの片刃粒子が多いこととともに単体cpの多いことにも注目させられる。

槇峯 総合片刃鉱(第20図)

対原鉱鉱量比36.78%。これは、1次のCu-Sp総合浮選を行なったのちの、尾鉱についての2次総合浮選工程中の片刃である。この総合片刃鉱は、サイクロン分級で砂鉱のみ再摩鉱され(閉回路)オーバー・フローは、2次総合浮選の条件槽にもどされる。特徴とするところは、



第20図 槇峯 総合片刃鉱



第21図 槇峯 硫化鉄分離系片刃鉱

全体として、特に細粒に単体硫化鋳物が多いことである。

中でも、比較上 po が多く、脈石もまた多い。py+cp 片刃はわり合少ないが、po+cp 片刃が相対的に多い事も興味深い。サイクロン分級は、300 メッシュ程度を分級点とすることが合理的であることを示している。しかし、それにしても硫化鋳物の単体粒子の圧倒的に多いものが、再び 2 次総合浮選の条件槽に還流させられるのは、考えさせられることである。

槇峯 硫化鉄(分離系)片刃鋳(第 21 図)

対原鋳量比 19.4%。Cu-Sp 優先分離系の片刃鋳である。一層くわしく云うならば、まず総合浮鋳を、Cu 精鋳と沈鋳に分けこの沈鋳について Cu の清掃浮選を行ない、再び沈鋳をわける。

この沈鋳を、Sp 精鋳と Cu の清掃浮鋳と片刃鋳の 3 者にわけたものの後者を云う。この 3 者の分離では、沈鋳が Sp 精鋳となる。

要約して、2 つの特徴が目立つ。それは単体硫化鋳物がとくに細粒に多く、これが量的に高率をしめることと、粗粒に py+cp, cp+g 等の Cu の比較的低品位は片刃粒子が多いことである。

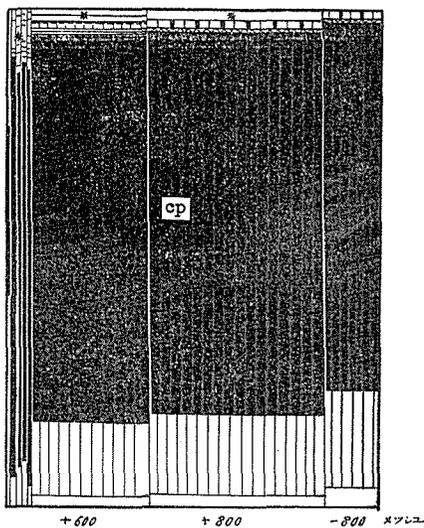
これらの Cu 低品位片刃粒子は、Cu の清掃浮鋳として回収さるべきものである。これは Cu 採取の最終の工程であり、Sp 精鋳中への Cu の逸出は、この工程できまるといつてもよい。事実、Sp 精鋳の粗粒部分に、この種の低品位で浮遊度の小さい cp 片刃粒子が逸出して、Sp 精鋳中 Cu 損失の大部分をしめていることが、Sp 精鋳の資料(ここに掲げない)から判読される。

凡 例

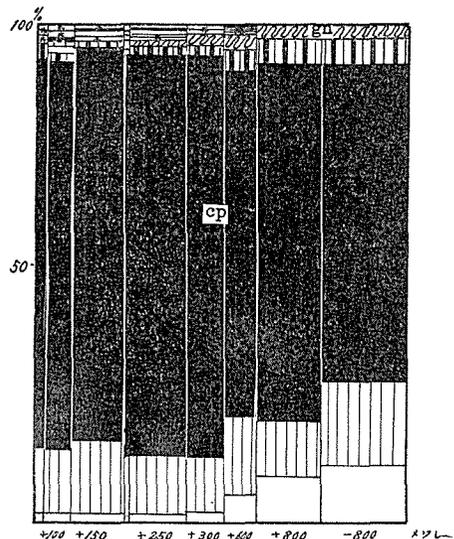
	py+cp+g 片刃	py 黄鉄鋳
	py+cp 片刃	cp 黄銅鋳
	cp+sl 片刃	po 磁硫鉄鋳
	py 単体	sl 内亜鉛鋳
	cp 単体	bn 斑銅鋳
		gn 方鉛鋳
		m 磁鉄鋳
		g 脈石

* 表現省略

白滝 Cu 精鋳(第 22 図)と紀州 Cu 精鋳(第 23 図)



第 22 図 白滝 銅精鋳



第 23 図 紀州 銅精鋳

他の層状含銅硫化鉄鉱にくらべて、単体分離、したがってまた選別の面で、格段に好条件をそなえた白滝と、脈型鉱床の紀州の例を Cu 精鉱の内容で示したものである。

3. 結 論

いずれの工場においても、片刃繰返しと称するものの中に、すでに分離採取が完了していることが望ましい単体粒子が多いことは、普遍的なものと云えるようである。これ等が、2次摩鉱、分級等をへたり、時には、それをへずして、再び条件槽や直接に浮選給鉱として還流されている。片刃繰返しの中に、採取が完了していることがのぞましい単体粒子が、大量に存在しているという事は、浮選時間や試薬の質、量等々さまざまな因子と関連していることであろう。このように、普遍的な問題とは別に、個々の中間産物の顕微鏡解析は、再摩鉱による単体分離率の上昇の工合や、妥当な分級点を明らかにしてくれるし、成績向上に資することは疑をいれないであろう。