選鉱一次スライムの沈降特性*

正 会 員 今 泉 常 正**

Settling Characteristics of Primary Slimes

Tsunemasa IMAIZUMI

In this study the size-distribution and settling characteristics of primary slimes have been dealt with, being based on experiments on twelve samples from ten mines.

The size distribution characteristics (weight and component distribution) of the slimes could be quantitatively represented using Rosin-Rammler-Bennett diagram, which led to the average size-distribution equation determined as:

$$R=100 \cdot e^{-\left(\frac{d}{50}\right)^{1.03}}$$

where d represents the screen opening in micron and R represents the cumulative weight percent retained. It was also indicated that Al_2O_3 predominates in finer size-range, while S and SiO_2 concentrating in coarser part.

From settling curves obtained by experiments with sedimentation balance the degree of natural flocculation was estimated on each sample, being based on the amount of a dispersing agent required to accomplish "perfect dispersion state". It was ascertained that Stokes-size distributions of finer part of the slimes in the perfect dispersion state are well suited to Rosin-Rammler function.

The positive correlation between the degree of natural flocculation and the contents of Al^{+++} , Zn^{++} , and SO_4^{--} dissolved in primary slime pulp was indicated.

As a conclusion, some suggestions were made to improve present practices in treating (especially in classifying) primary slimes in mineral dressing plants.

1. 緒 言

選鉱工場における一次スライムの処理は、選鉱技術者にとって常に頭を悩ます問題である。一次スライムというものはそれ自体としてスライム・コーティング¹⁾²⁾³⁾など浮選に好ましくない現象をもたらす微粒子であるだけでなく、そのパルプ中には浮選に有害な可溶性塩類を含むことが多いから、原鉱中の一次スライムの量の多いときは、できるだけこれを早期に除去して、場合によっては別系統で浮選を行ない、本系統の成績の確保をはかるのが通例である¹²⁾¹³⁾。ところが現在の操業では、そういう場合でも一次スライムの処理、とくにその分級・濃縮が合理的に行なわれていないために、種々の困難に直面している例が少なくない。著者はその解決策の一つとして、一次スライムの分級・濃縮の合理化と、有害スライムの効果的な分離除去に着眼し、その基礎となる一連の実験研究を行なった。

本研究では国内10鉱山から提供を受けた12種のスライム試料について、Rosin-Rammler-Bennett 線図⁷⁾⁹⁾を

利用して、それらの粒度分布特性を調べ、とくに操業上問題となる -37μ の微粒部分の沈降特性を検討した。その目的のために沈降天秤を使用して、独自の方法によりスライムの自然凝集度の判定を行ない、溶存物質の分析結果と照合して、溶存物質と自然凝集度との間に相関性があるかどうかを調べた。ここにその結果の概要を報告する。

2. 一次スライムの粒度分布特性

2.1 概 説

一次スライムの沈降特性に関する研究の基礎として、著者は先ず各鉱山の一次スライムの粒度分布特性を調べてみた。前述のように本研究では原則として、選鉱工場内で粗鉱またはその破碎産物を水洗した後、その洗水およびフルイの網下産物から、デスライミング用分級機によつて分離された、いわゆる一次スライム (primary slime) を研究の対象として採り上げた。したがって供試試料は厳密な意味における一次スライムのみでなく、破碎によつて生じた二次スライム (secondary slime) も含有している。

各鉱山で一次スライムを分離する操業系統を調べてみ

* 昭和37年1月19日受理 昭和33年度春季学術講演会にて一部講演

** 工博 東京大学助教授 工学部鉱山学教室

ると、(1) デスライミング分級機のオーバーフローを、一たんシクナに入れて濃縮してから浮選系統に送る型（これを α 型と名付ける）、(2) デスライミング分級機のオーバーフローを直接浮選機に送る型（これを β 型と名付ける）、(3) さらに特別な場合として、両者の組合せ、すなわちデスライミング分級機のオーバーフローをシクナで濃縮した後、もう一度第二次のデスライミング分級機にフィードし、そのオーバーフローを一次スライムとして浮選系統に送る型（これを $\alpha\beta$ 型と名付ける）の3種に大別される。日本鉱業選鉱研究会の調査資料⁸⁾によると、1957年現在、花岡、吉乃、久根の3鉱山が β 型を、千歳、樺峰の2鉱山が $\alpha\beta$ 型を採用しており、同調査の対象となつた他の大部分の鉱山が α 型に属している。したがって α 型がもつとも普遍的なものと認められる。

デスライミング分級機としては、ドラッグ分級機を使用しているところが比較的多く、レーク分級機またはスパイラル分級機を、単独であるいはドラッグ分級機と組合わせて使用しているところが少数ある。またこれらの機械分級機をサイクロンと併用しているところが色々な意味で注目されるが、とくに前記 β 型の3鉱山がいずれもサイクロンを用いている点は興味深い。

一次スライムが最終的に、分級機オーバーフローの形で浮選にフィードされる β 型および $\alpha\beta$ 型と、シクナのアンダフローの形で浮選にフィードされる α 型の場合とで、その粒度分布特性ないしはその沈降特性に若干の差違が予想される。それはスライム・シクナで完全な固液分離が行なわれず、一部デスライミングが行われる可能性があるからである。しかし常識的には、この差違はそれほど著しいものではないと云つてよからう。

2.2 粒度分布特性

粒子群の粒度分布を解析的に表現する手段として、もつとも普遍妥当性のあるものの一つに次に示す Rosin-Rammler 粒度分布関数がある。

$$R=100e^{-\left(\frac{d}{d'}\right)^n}$$

この式は固粒子の粒径 $d[\mu]$ と、その粒径の残分積算重量割合 $R[\%]$ の関係を表わしており、 n 、 d' は定数である。 n は“粒度分布指数”と呼ばれ、粒度分布の拡がり工合を表わし、 d' は“粒度特性値”と呼ばれる一種の代表粒径である。この方式によれば、粒度分布すなわち d と R の関係は、2つの定数 d' と n により一義的に定まるが、この2つの定数は Rosin-Rammler-Bennett (RRB) 線図を利用すると、比較的簡単に求めることができる⁷⁾⁹⁾。(同線図において、粒度分布指数 n は直線の方係数として、粒度特性値 d' は $R=36.8\%$ に対応する d の値として求められる)。著者はこの式を利用して、一次スライムの粒度分布特性を定量的に表わすことを試みた。

第1図 一次スライムの粒度分布—フルイ分析結果
[RRB 粒度分布線図による表示]

国内10鉱山から密封石油缶にパルプのまま入れた一次スライム試料12種の送付を受け、これをフルイ比 $\sqrt{2}$ のJIS 標準フルイによつて、最小 37μ までフルイ分け試験を行なつた。フルイ分析の結果から、 d と R の関係をRRB 線図にプロットしてみると、いずれもかなりよく直線化されることがわかつた。12種の一次スライム試料のRRB 線図を、1枚にまとめて示したのが第1図である。

これらの結果は、分級機のオーバーフローの粒度分布が一般に Rosin-Rammler 粒度分布関数によく適合するという TRAWINSKI¹⁴⁾の説に一致しており、一次スライムの粒度分布特性の把握に、この式およびRRB 線図が有力な手段を提供するものであることを証明している。

第1表は供試一次スライムの粒度分布特性（フルイ分析結果）を要約したもので、粒度特性値 d' と粒度分布指数 n の値は、それぞれRRB 線図より求めたものである。

第1表 供試一次スライムの粒度分布特性

鉱 山 名	— 37μ [%]	RRB 線図より	
		$d'[\mu]$	n
A 生 野	66.9	30	0.96
B 日 立	47.5	54	1.30
C 花岡 (銅亜鉛鉱)	65.5	35	1.16
D 尾 太	61.8	40	1.18
E 尾 小	65.7	35	0.76
F 尾 屋	55.0	75	0.82
G 足 尾	55.9	43	1.00
H 紀 法	41.5	65	1.17
I 豊 羽	49.4	68	0.78
J 花岡 (黄鉄)	66.0	36	1.12
K 細 倉	39.5	75	0.93
L 花岡 (黒鉄)	64.5	39	1.17
平 均	56.6	50	1.03

この表から明らかなように、本研究における供試一次ス

第2図 一次スライムの粒度別成分分布の一例

ライムの粒度は、予想に反しかなり粗いもので、平均は -37μ (400 mesh) 56.6%, $d'=50\mu$, $n=1.03$ である。中でも一番粗いのは細倉 (-37μ 39.5%), 一番細かいのは生野 (-37μ 66.9%) であつた。

粒度特性値 d' の値は大体 -37μ の重量%と相関がある。また粒度分布指数 n の値をみると, n が最大, すなわち粒子頻度分布が一番せまい範囲に集中している形のは日立 ($n=1.30$), n が最小, すなわち粒子頻度分布が一番広い範囲に亘って分散した形をなすものは尾小屋 ($n=0.76$) であつた。

2.3 粒度別成分分布

フルイ分析の各産物をそれぞれ化学分析に付し, 粒度別成分分布を調べた。その結果を一目瞭然たらしめるために, 粒度に対し残分積算含有量分布率の値を片対数紙にプロットしてみた。その一例 (細倉) を第2図に示す。個々の例については省略するが, 一般に Al_2O_3 が比較的

細かい部分に多く, Sおよび SiO_2 が比較的粗い方に多いという事実が認められる。とくに有用鉱物を代表すると見られるSの分布は, 2, 3の例外を除き, 粗粒ないし中位の粒度のところに集中しているように思われる。そこで今度は Al_2O_3 , SiO_2 , およびSの3成分を代表として抜き出し, その成分分布を RRB 線図にプロットしてみた (第3図A~L)。その結果は非常に興味ある傾向を示した。

すなわち2, 3の例外を除き, これら3成分の含有量分布も大体 Rosin-

Rammler の式に従っており, とくに粒度の細かい範囲での適合性がよいことがわかる。調査した範囲内では, 花岡のスライムだけがやや特異な傾向を示しているが, 全体的に見ると, (1) 集中の程度では, Al_2O_3 が一番微粒部分に多く, SiO_2 は反対に粗粒部分に集まっており, Sはその中間やや粗粒部よりである。(2) 頻度分布の広がりからみると, Al_2O_3 がもつとも広く分散しており (n の値が小), Sがとくに整粒された状態にある (n の値が大)。 SiO_2 はその中間である。

以上の結果から, 分級粒度を例えば $15\sim 20\mu$ 付近にとり, これらの一次スライムを精度のよい分級機によつてもう一度分級するという方法をとれば, S含有鉱物 (すなわち有用鉱物) の重大な損失を伴うことなく, 浮選に有害な微粒スライム部分 (Al_2O_3 分に富む粘土鉱物その他) を除去することが可能であると推論される。

第3図 一次スライム中の Al_2O_3 , SiO_2 およびSの粒度別分布 (A~L)

[RRB粒度分布線図による表示]

第 3 図 (つづき)

3. 一次スライムの沈降特性

3.1 概 説

前章では国内10鉱山から送付を受けた12種の一次スライム試料について、その粒度分布特性を調査した結果を記述した。本章ではその微粒部分(-37μ)について、とくにその沈降特性を研究した結果を論述する。

一次スライムといつても、その粗粒部分は浮選にそれほど害をなすものとは考えられない。浮選に有害な影響を及ぼすのは、やはりこの微粒部分である。そこでこの微粒部分を沈降天秤を使用して精査し、粒度分布(見掛けストークス粒径の分布)を求め、さらに分散剤の所要量からその自然凝集度——自然にもつている凝集性の強さ——の判定を行った。そして一次スライムの種々の要因(例えば粒度分布、化学分析、pH、溶存物質など)と自然凝集度の相関関係の有無を調べ、一次スライムの沈降特性を定量的に把握しようと試みた。

3.2 実験装置ならびに方法

実験装置としては沈降天秤(島津製作所製 水渡荒川式自動粒度測定器 SA-2型)を使用し、4管式エリエトリエータを補助的に用いた。試料は前章の研究に用いた一次スライム試料の湿式フルイ分け産物 -37μ (400mesh)を乾燥したものを使用した。

実験方法は試料 5g を純水 400cc に懸濁させパルプとし、沈降天秤によつて沈降曲線を求め、それを解析して見掛けストークス粒径の分布を調べ、RRB 線図にプロットした。次に分散剤を少量づつ添加して、上記沈降曲線をその都度測定し、分散剤を順次増量して行き、それ以上添加しても、もはや沈降曲線が変化しないという状態に至るまで実験を反覆した。——この状態を著者は“完

第4図
一次スライム微粒部分(-37μ)の粒度分布一分散前
[RRB 粒度分布線図による表示]

全分散状態”と呼ぶことにした。

分散剤としては帝石テルナイト工業製のテルナイトB(亜炭から抽出したフミン酸のアルカリ塩)を水溶液として用いた。

3.3 実験結果ならびに考察

(1) 見掛けストークス粒径分布 一次スライムの微粒部分(-37μ)の粒度分布(見掛けストークス粒径の分布)を沈降天秤によつて測定した結果を、RRB 線図によつて示すと、第4図のようである。この図からも明らかに、分散剤を添加しない状態における一次スライムは、その有する自然凝集性のために多少とも凝集沈降を起こし、比較的せまい粒度範囲に集合した形の見掛けストークス粒径分布を示す。そして RRB 線図のプロットは一般に直線化されず、多くはS字型の曲線を示す。この曲線の微粒側における上方への偏倚は、凝集現象のために試料中に微粒子が欠如した状態の生じている。

第5図 分散剤を添加した場合の見掛けストークス粒径分布の変化 [RRB 粒度分布線図による表示] 図中の数字は分散剤添加量 [ppm]

第 5 図 (つづき)

ことを意味し、また粗粒側における下方への偏倚は、水を含んだ見掛け比重の低いブロックの形成によつて、見掛けストークス粒径の大きな粒子の分布が、比較的少なくなっていることを意味していると推測される。なお RRB 線図でこのような曲線形を示すために、粒度分布指数 n の値は求め得ないが、参考のため粒度特性値 $d'[\mu]$ の値と、 -4μ の重量割合 [%] を求めておいた（後出第 2 表参照）。

(2) 分散剤を添加した場合の見掛けストークス粒径分布の変化 分散剤を少量づつ添加して、沈降曲線の変化の状況を調べ、それらを RRB 線図に直して、各試料ごとに図示してみると、第 5 図(A~L)のようになる。

試料により程度の差はあるが、当初自然凝集性のために凝集現象を呈していた一次スライムが、分散剤の添加量を増すにつれ、漸次分散してついに完全分散状態に到達する状況が、この図からよくわかる。その間の経過についてみると、多くは初め分散効果が緩慢で、ある添加量に達すると急に効果が現われて、見掛けストークス粒径分布が変化するようである。

その変化の過程において RRB 線図における粒度特性値 d' はあまり変わらず、粒度分布指数 n が小となる——つまり粒度の分布範囲が広がってゆく——傾向が一般的

第 6 図 “完全分散” 状態における一次スライム微粒部分 (-37μ) の粒度分布 [RRB 粒度分布線図による表示]

試料番号	鉱 山	$d' D$	$n D$
A	生 野	12μ	0.55
B	日 立	26	0.92
C	花 岡 (銅亜鉛鉱)	15	0.54
D	尾 小	19	0.53
E	足 妙	11	0.56
F	紀 州	12	0.64
G	豊 後	17	0.68
H	花 羽	18	0.64
I	紀 州	19	0.51
J	豊 後	21	0.60
K	花 岡	13	1.00
L	花 岡	12	0.31

第 7 図 分散による -4μ 生成量とテルナイト必要量の相関

である。完全分散状態では、どの試料も大体 RRB 線図において直線またはそれに近い見掛けストークス粒径分布を示すようになる。その結果をまとめて第 6 図に示す。

この状態における d' および n の値を、とくに区別するために添字 D を付して表わすと、 $d'_D=11\sim 26\mu$ (平均 16.2μ)、 $n_D=0.31\sim 1.00$ (平均 0.62) である。とくに n_D は花岡黒鉱の 0.31 、日立の 0.92 、細倉の 1.00 を除くと、すべて $0.5\sim 0.7$ の範囲に入ってしまうのは興味深い。

(3) 自然凝集度の判定 以上の一連の沈降試験から、完全分散状態に至るまでの分散剤所要量でもつて、試料スライムの自然に有する凝集性の強さ——自然凝集度——を定量的に判定することが可能である。著者はこの方法を選炭廃水にも適用して成果を収めた⁶⁾が、本研究では実験技術上完全分散状態の認定に際し、実験精度を害するおそれのあることを認めたので、これに代るものとして、完全分散の状態のストークス粒径分布における -4μ の量の 80% が生成される分散状態を基準にとり、このときまでの分散剤の添加量をもつて、自然凝集度判定の尺度とすることにした*。以下分散剤(テルナイト)必要量と記してあるのは、すべてこの量を意味している。

第 7 図は分散剤(テルナイト)必要量と、 -4μ 生成量 (80% 生成量) の関係をプロットしたもので、両者の間には高度の正相関が認められる。すなわち分散によつて -4μ の生成される量の多い試料ほど、多量の分散剤を消費するわけである。

供試一次スライム各試料について、分散剤添加前および完全分散状態における見掛けストークス粒径分布を表わす特性値 (d' および n)、 -4μ の重量割合、その他の関係データをまとめて示すと、第 2 表の通りである。

(4) 溶存物質と自然凝集度の相関 上述のように分散剤必要量によつて自然凝集度を表わすことにより、

* この考え方は、ちょうど粒度分布の工学的表示に際して、最大粒度の代りに 80% 粒度を基準にとると似ている。

第2表 一次スライム微粒部分の沈降特性（分散剤の添加による見掛けストークス粒径分布の変化）

鉱 山 名	固体比重	原 液 p H	試 料 バルブ p H	分 散 前		分 散 後					分散に よる -4μ 生成量 [%]	分散 剤 (デルナ イト) 必 要量*** [ppm]
				粒 性 度 特 性 値 d'F* [μ]	-4μ 重 量 [%]	粒 性 度 特 性 値 d'D [μ]	粒 度 分 布 指 数 nD	比表面積指数 OKD** [cm ² /g]	-4μ 重 量 [%]			
A 生 野	2.92	6.8	8.9	15	32.1	12	0.55	710,000	43.0	10.9	0.6	
B 日立	2.94	6.75	5.6	20	7.3	26	0.92	7,400	16.3	9.0	0.7	
C 花岡（銅亜鉛）	2.87	5.8	5.5	13	28.1	15	0.54	670,000	38.6	10.5	0.8	
D 太 尾	3.46	5.6	6.3	18	26.8	19	0.53	520,000	35.4	8.6	2.1	
E 尾 小	2.97	6.4	6.5	14	26.5	11	0.56	580,000	40.5	14.0	3.0	
F 足 尾	2.76	6.7	5.7	20	0	12	0.64	150,000	31.9	31.9	3.4	
G 紀 伊	2.87	6.8	7.3	16	2.5	17	0.68	65,000	31.6	29.1	4.0	
H 花 岡	2.90	6.6	6.7	15	9.7	18	0.64	96,000	33.5	23.8	4.3	
I 豊 羽	2.88	4.4	6.1	20	0	19	0.51	1,300,000	37.9	37.9	8.4	
J 花 岡（黄 鉄）	2.88	4.5	5.8	14	0	21	0.60	150,000	30.8	30.8	9.5	
K 倉 庫	2.79	6.1	4.8	14	0	13	1.60	11,000	26.6	26.6	15.1	
L 花 岡（黒 鉄）	2.74	3.8	4.8	(6)	(0)	12	0.31	>36,000,000	51.2	(51.2)	31.2	

* $d'F$ の添字 F は分散前すなわち自然凝集状態における d' の意味である。** 粒子を球とみなした場合の比表面積を RRB 線図から求めた値。^{3) 10)}*** 完全分散による -4 μ 生成量の 80% を分散によって生成させるまでに要した分散剤（テルナイト）の添加量。

第3表 一次スライムバルブ中の溶存物質分析結果 [ppm]

鉱山名	A 生野	B 日立	C 花岡 銅亜鉛鉄	D 尾太	E 尾小屋	F 足尾	G 妙法	H 紀州	I 豊羽	J 花岡 黄鉄	K 倉	L 花岡 黒鉄
pH	6.8		5.8	5.6	6.4	6.7	6.8	6.6	4.4	4.5		3.8
溶解固形物	719		1,082	303	1,855	1,342	747	952	1,459	5,691		4,230
Al ⁺⁺⁺	nil	tr	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	1.5	29.7
Fe ⁺⁺	4.5	tr	2.2	6.6	306.6	2.2	2.2	4.5	24.4	70.9	6.7	105.9
Ca ⁺⁺	14.9	4.2	18.0	19.8	2.8	3.6	2.4	9.4	33.8	644.5	29.8	183.7
Mg ⁺⁺	151.5	652	206.8	47.5	183.4	345.8	198.3	239.1	87.4	477.7	420.2	164.3
	11.9	137	17.6	15.8	75.4	13.3	12.0	19.0	50.4	200.5	133.3	30.3
Cu ⁺⁺	tr	tr	0.01	0.07	13.0	0.3	0.2	0.5	0.1	0.3	tr	1.0
Pb ⁺⁺	tr	nil	tr	tr	tr	tr	tr	tr	7.0	tr	nil	tr
Zn ⁺⁺	11.3	tr	37.6	26.8	15.0	17.9	4.7	7.5	209.5	350.1	226	103.4
Na ⁺	34.8	96.5	25.0	26.5	100.1	34.8	24.0	27.9	14.1	43.3	36.0	24.0
SO ₄ ⁻⁻	277.4	205.7	703.9	143.1	705.5	711.5	416.1	518.5	507.2	342.0	217.4	235.9
Cl ⁻	73.8	6.8	21.1	42.1	63.4	70.2	14.1	35.1	16.6	28.1	7.1	28.1
CO ₃ ⁻	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil
CN ⁻	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil
SiO ₂	26.8	20.0	50.4	26.9	16.4	14.2	9.0	18.6	664.7	47.4	25.5	25.0

第8図

溶存物質の含有量
と自然凝集度の相
関。

一次スライム固有の諸特性と自然凝集度との間の相関関係を検討することが可能となる。まずスライム試料の化学分析結果とつぎ合わせてみると、主要化学組成と分散剤必要量との間には、関連性はとくに認められないことがわかった。液の水素イオン濃度との間の関係もありはつきりしないが、大体の傾向として原液あるいは試料バルブの pH の低いものほど、自然凝集度の強いことが観察される（第2表）。

ところが一次スライム試料原液中の溶存物質の分析結果（第3表）を、自然凝集度と対照して考察してみると、2, 3 のものについて若干興味ある相関性が認められた。すなわち溶存物質のうち、とくに Al⁺⁺⁺, Zn⁺⁺, SO₄⁻⁻ のような多価イオンの含有量 [ppm] が自然凝集度（テルナイト必要量）と正相関を示すことが認められた（第8図）。この結果は一次スライムバルブのコロイドとしての性質を暗示するものであつて、これによつて一次スライムが一般に強い自然凝集現象を示す原因の一端を察知することができよう。

4. 結 論

本研究は選鉱一次スライムの粒度分布特性ならびに沈降特性に関する実験と考察を行ったものである。まず国内各選鉱工場における一次スライム分級法を概説し、10鉱山から送付を受けた12種の一次スライム試料について、粒度分布特性を調べた結果を記述した。次にその試料の微粒部分(-37μ)の沈降特性を、沈降天秤を用いて精査し、分散剤添加によって、その自然凝集度を判定し、見掛けストークス粒径分布、溶存物質の量、その他試料スライム固有の性質との相関性について考察した。

以上の実験研究の結果を要約すれば、次の通りである。

1) 一次スライムの粒度分布特性(フルイ分析結果および粒度別成分分布)をRosin-Rammler-Bennett線図によって表示することにより、それらの定量的表現を可能にした。この結果、一般に供試一次スライムの粒度は意外に粗く、平均、粒度特性値 $d' = 50\mu$ 、粒度分布指数 $n = 1.03$ で、 -37μ が平均 56.6% に過ぎないという事実が明らかにされた。また粒度別成分分布についてみると、 Al_2O_3 が比較的微粒部に、S および SiO_2 が比較的粗粒部に集まっている傾向が一般的である。

2) 試料一次スライムの微粒部分(-37μ)の沈降天秤による沈降曲線を利用し、分散剤の添加による見掛けストークス粒径分布の変化を測定するという方法によって、スライムパルプの自然凝集度を定量的に判定した。

3) 一次スライム微粒部分の“完全分散状態”における粒度分布(ストークス粒径分布)を、RRB線図にプロットすることにより、この分布がRosin-Rammler 粒度分布関数によく当てはまることを示した。

4) スライムパルプ中の溶存物質のうち、多価イオンとくに Al^{+++} 、 Zn^{++} 、 SO_4^{--} の量はいずれも自然凝集度と正相関を示すことが明らかにされた。

以上の結論として、選鉱一次スライムの処理(とくに分級法)について、現在の操業法に対する改善案を提起することができる。すなわち、

(i) 一次スライムの中には別途処理ないしは局部的系統分割を行う必要がないと考えられる $+37\mu$ の粒子がかなり多く含まれているが、これらは真の有害スライム(主として -37μ)と区別して考慮すべきである。

(ii) 溶存物質その他の影響により、一次スライムは一般に強度の自然凝集現象を呈する。このようなスライムパルプは現在使用されているような重力利用の静的分級機では、絶対に真の分級はできない。しかも分散剤の添加は、後の浮選への影響が問題となる。このような条件下で、効果的な精度のよい分級のできる装置は、現在のところ湿式サイクロンより外にはない。湿式サイクロンでは、内部の強い遠心力とパルプ層間の剪断力によつ

て、ブロックが機械的に破壊されるからである¹⁵⁾。

(iii) 以上2点を総合し、さらにスライム系浮選の不成績を考慮に入れ、著者は一般論として、一次スライム中の極微粒部(例えば -15μ ないし -20μ)を、湿式サイクロン分級によつて分離除去し、残りの粗粒部を単独または本系統に合体して浮選するのが、操業上もつとも有利ではないかと考える。もちろんこの方策の適用には例外があり、鉱石の性状や浮選速度論的な観点などから、慎重に検討する必要があることは言うまでもない。

謝辞 本研究の実施ならびに発表に当つて、東京大学名誉教授山口吉郎、同講師三野英彦の両先生から、始終懇篤な御指導と御鞭達を頂いた。また前講師山田復之助先生からは、貴重な御助言を賜った。試料採取と実験については、東京大学助手杉本三喜男、前助手岩瀬定松、技官鈴木利男、および大学院学生井上外志雄の諸氏に負うところ大であつた。さらに生野、花岡、日立、尾太、尾小屋、足尾、妙法、紀州、豊羽、細倉の10鉱業所からは、実験試料を提供して頂いた。ここに記して心から謝意を表する次第である。

なお本研究はその経費の一部を文部省科学研究費交付金によつたことを付記する。

— 参 考 文 献 —

- 1) S. G. Bankoff: Experiments in Slime-Coatings in Flotation. Trans. AIME, **153** (1943), 473~478.
- 2) G. R. M. Del Giudice: A Study of Slime Coatings in Flotation. Trans. AIME, **112**, (1935), 398~412.
- 3) J. Dobref: Ein Verfahren zur Ermittlung des Oberflächen-Formfaktors. Bergakademie, (Mai 1959), 292~294.
- 4) A. C. Dorenfeld: Slime Coatings: How To Explain and Control Them. Engineering and Mining Journal, **154** (May 1953), 87~91.
- 5) A. M. Gaudin: Flotation. McGraw-Hill Book Co., Inc. (1957), 143~145.
- 6) 今泉常正・広岡耕三: 選炭廃水の凝結度および凝結剤に対する感受性について. 選炭, 11巻52号 (1961年3月), 150~156.
- 7) S. Kiesskalt: Zum deutschen Normblatt für die graphische Erfassung von Kornverteilungen. Erzmetall, **8** Beiheft (1955), B63~72.
- 8) 日本鉱業会選鉱専門委員会: 最近の浮選の諸問題について. 第18回選鉱研究会議事録. 日本鉱業会誌, 73巻827号, (1957年5月), 307~323; 同73巻828号 (1957年6月), 383~398.
- 9) E. Puffe: Graphische Darstellung und Auswertung von Siebanalysen auf Grund der Rosin-Rammler-Gleichung. Erzmetall, **1** (1948), 97~103.
- 10) E. Rammler: Zerkleinerungstheoretische Grundlagen des Nassdienstes von Brikketfabriken. Bergbautechnik, **5** (Dez. 1955), 618~627.
- 11) S. C. Sun: The Mechanism of Slime-Coating. Trans. AIME, **153** (1943), 479~492.
- 12) A. F. Taggart: Handbook of Mineral Dressing. John Wiley & Sons, Inc. (1945), Sec. 12.
- 13) A. F. Taggart: Elements of Ore Dressing. John Wiley & Sons, Inc. (1951), 265~281.
- 14) H. Trawinski: Der Klassiereffekt, dargestellt im Rosin-Rammler-Bennett-Netz. Erzmetall, **8** (April 1955), 162~170.
- 15) H. Trawinski: Klassierung und Sortierung in Zentrifugalabscheidern, ohne Anwendung einer Schwerflüssigkeit. Erzmetall, **8** Beiheft (1955), B151~164.

[illegible]

◎提携または合併
△南発調査中
×おもな長期買込