八茎選鉱工場の選鉱廃滓処理について*

行 武 清**

On the Tailing Disposal at YAGUKI Mill

Kiyoshi Yukutake

1. は じ め に

八茎選鉱工場は昭和33年10月に銅鉄鉱石の粗鉱 200 t/日を処理する選鉱パイロットプラントの試験操業が開始されて以来、逐次プラントの増設を行い、昭和43年4月に2000 t/日の処理設備となった。

増処理に対応して廃滓堆積場の延命を考え、昭和38年より選鉱廃滓処理の一環に坑内充填が立案され、昭和41年にサイクロン、シツクナー、マルスポンプを主設備とする廃滓の坑内流送を開始した。

その後昭和46年8月にタングステン鉱石の別系統による処理設備が、又昭和48年4月には銅鉄系の廃滓中に含まれる微量の灰重石を浮選で回収する設備が稼動を始めた。

この間に廃滓の処理操作方法についても、省力化を加味した検討が加えられ、設備の改善を進めると共に廃滓中に残留する浮選剤の多様化に適応した処理工程を取り入れて来たので操業経過と現況を取纏め報告する。

2. 選鉱廃滓の性状

八茎鉱山で採掘している銅、鉄、タングステン鉱床は典型的な接触交代鉱床であり、八茎石灰岩層の下盤際に型成されている。

表1は八茎選鉱廃滓の代表的な性状を示したもので、石榴石、灰鉄輝石、緑簾石等のスカルン鉱物と石灰石、粘板石および微量の硫化鉱物、磁鉄鉱、モンモリロナイト等の鉱物で構成されている、現在の選鉱廃滓量は68.7 t/hで、パルプ量にすると270 m³/h、パルプ濃度18.3%である。

3. 選鉱廃滓の前処理

3・1 八茎選鉱廃滓の沈降特性

(1) 選鉱廃滓を自然放置した場合の鉱液 pH と濁度の経時変化

八茎選鉱廃滓の鉱液 pH は高く、通常10.2～10.5の値を示し、且つ、難沈降性でそのまま長期間（鉱質によ

表1 選 鉱 廃 滓 の 性 状

1. 鉱物組成		2. 化学成分		3. 粒度分布			
鉱 物	重 量 %	成 分	%	粒 度	重 量 %		
				mesh	micron	各 別	Σ
柘 榴 石	62.35	SiO ₂	36.94	+ 70	210	5.5	5.5
炭 鉄 輝 石	22.20	Al ₂ O ₃	3.90	100	149	7.9	13.4
緑 簾 石	2.30	Fe	15.03	145	105	13.6	27.0
石 灰 石	5.15	CaO	25.50	200	74	13.2	40.2
粘 板 岩	5.30	MgO	1.45	280	53	11.7	51.9
そ の 他	2.70	Cu	(0.044)	400	37	7.6	59.5
		S	0.202	-400	- 37	40.5	100.0
計	100.00	Zn	0.02	計		100.0	
		Pb	0.006				
		Mn	0.54				
		Bi	0.015				
		FeO	3.42				
		WO ₃	0.026				

* 昭和50年10月14日本会第55回例会にて発表

** 日鉄鉱業㈱八茎鉱業所

ては数ヶ月間) 静置しておいても、上澄液の濁度(浮遊物質質量)が排水基準値まで下がらないことがある。

選鉱廃滓上澄液を 15ℓ のポリ容器に入れて、放置し pH (採取時の pH 10.44) の経時変化を見ると pH 9.5 までは比較的早く(4日間)低下していくが、それ以降の pH の変化は緩慢で、20日間経過後で 9, 4, 40日間経過後で 9.0 であった。

上澄液の濁度の経時変化も緩慢で、水面下 5cm の濁度で示すと、静置 24 時間後で 7500 p.p.m, 20 日間後で 2160 p.p.m, 40 日間経過後でも 900 p.p.m と高い値を示している。したがって選鉱廃滓を pH 調節剤、沈降剤等を使用せずに処理することは難しく、効果的に沈降させるためには更に pH のコントロールが必要である。

図 1 は坑内より採取してきた比較的に高純度の構成鉱物別のサンプルを各鉱物別に純水を使用し、小型ボールミルで湿式磨鉱して調整した鉱液の pH および濁度の経時変化を測定した結果である。

小型ボールミルで湿式磨鉱した直後の各サンプルの pH 値を pH の高い順に列記すると、下記の通りである。

緑簾石(軟質) > 拓榴石(軟質) > モンモリロナイト > 拓榴石 > モンモリロナイト(含石灰分)
10.86 10.66 10.64 10.51

図1 構成鉱物別 鉱液の pH 及び濁度の経時変化 (ボールミル磨鉱)

緑簾石 > 灰鉄輝石(含ガーネット) > スレート > 灰鉄輝石 > 石灰石
10.40 10.20 10.10 9.92 9.68~9.70

緑簾石(軟質)、モンモリロナイト(含石灰石)が共に pH 10.86 で最も高く、最低の石灰石で 9.68~9.70 であった。尚同種の鉱物でも緻密なものよりは、軟質化したものの方が高い pH 値を示している。

各構成鉱物鉱液(上澄液)の濁度は pH 値と深い相関性を示し、pH の高い鉱物の鉱液ほど静置後の上澄液の濁度低下が小さい傾向を示した。

上記の結果と廃滓構成鉱物の比率より、八基選鉱廃滓鉱液が高 pH、難清澄性であるのは緑簾石、拓榴石等のスカルン鉱物の鉱質に起因するものと思われる。

(2) 各種 pH における沈降特性

pH 調節剤として硫酸及び水酸化ナトリウムを用い、選鉱廃滓の pH を変化させた場合、液中懸濁物が凝集する pH 領域は比較的明確である。

図 2 の如く、pH > 8.2 および pH > 12.2 の領域では懸濁物の凝集がおり、清澄な上澄液が得られるが、中間の 8.2~12.2 の pH 領域では分散状態で清澄液が得られない。

(3) 凝集剤を使用した場合の沈降特性

(註) ○—○ 消石灰
△—△ " +スミフロック FN-20H 6.6g/t-Solid
□—□ " +スミフロック FN-20H 6.6g/t-Solid
◇—◇ " +スミフロック FN-20H 6.6g/t-Solid + PAC 200g/t-Solid

図2 選鉱廃滓の沈降試験

表2 消和生石灰の分析値

成分%	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Co ₂	H ₂ O
サンプル							
A	61.4	9.3	2.1	0.22	0.30	7.4	18.8
B	59.7	11.1	1.4	0.17	1.0	6.8	19.3
C	52.7	14.9	3.0	0.38	1.3	10.0	16.7
D	55.8	11.9	2.6	0.25	0.78	11.7	16.4
平 均	57.4	11.8	2.3	0.26	0.85	9.0	17.8

(参考資料) 従前使用の某社消石灰

成分%	T-CaO	MgO	不溶解分	有 効 石 灰	粒度-200メッシュ%
某社消石灰	72.7	0.6	0.7	64.6	97.4

表3 消石灰の使用実績

期 間	消石灰使用量 (t)	廃 滓 量 (t)	消石灰使用量 kg/t (廃さい当り)	備 考
47年上期	348.3	275,741	1.26	工業用消石灰
下期	303.2	287,315	1.06	
48年上期	335.5	277,692	1.21	消和生石灰使用割合45%
下期	535.6	286,275	1.87	
49年上期	※13.9 514.8	248,604	2.13	※粉砕設備故障のため工業 用消石灰使用 消和生石灰100%使用
下期	582.1	258,435	2.25	
50年上期	638.4	213,919	2.98	

選鉱廃滓(自然 pH 10.17)に凝集剤として PAC (ポリ硫酸アルミニウム), 消石灰 (兼 pH 調節剤), スミフロック FN-20H (ノニオン系高分子) を, pH 調節剤として硫酸を使用し, 各種 pH 領域での沈降特性を求めたものを図2に示す。要約すると,

(イ) 消石灰を添加して廃滓の pH を自然 pH より高くしていくと, pH 11.6 附近より懸濁物の凝集がおり, 凝集界面が認められるようになるが, このときの pH 値は水酸化ナトリウムで pH 調節した際に凝集が始まった pH 値 12.2 に比べ, 0.6 低い値であり, 界面の沈降速度も大きく, 消石灰は沈降促進剤としての効果が大きいことが認められる。この場合の沈降速度及び清澄度は pH の上昇につれて大きくなる傾向を示している。

又少量の高分子凝集剤の併用が沈降速度の増加に効果的であることを図2に見ることができる。

(ロ) 硫酸を添加して廃滓の pH を自然 pH より下げていくと, pH 8.0 付近より凝集が始まり, pH 値が低くなるに従い清澄度が良くなる傾向を示している。尚 PAC, 高分子凝集剤等の併用添加により, 界面の沈降速度, 清澄度ともに増大するが, 沈降速度の点では消石灰単独又は消石灰と高分子凝集剤併用の場合に比べ著しく劣る。

(ハ) pH 8.0~11.6 の領域では, PAC, 消石灰, 高分子凝集剤等を所定量添加しても凝集界面が得られなかった。

3.2 沈降剤の使用状況

選鉱廃滓の処理には, 工業用消石灰(カーバイト滓もある時期使用)を使用して来たが, 価格の上昇等もあり, 現在は近郊の化学工場より発生する石灰質残渣(消和生石灰と略称する)の利用に切替えた。消和生石灰はボールミルで粉砕し, 消和生石灰ミルクとして, 選鉱廃滓に添加している。

消和生石灰粉砕設備系統と仕様を図3に, 分析値と使用実績を表2, 表3に示す。

消和生石灰ミルクは, 廃滓パルプに対して pH 12 に保つ様に, pH 定値制御設備で自動添加し廃滓ダム, 或は坑内充填系へ送っている。又廃滓ダムへは選鉱廃滓以外に低 pH の坑内汚水, 降雨等の流入量に合せて, 凝集沈降の下限値である pH 11.6 以上を維持すべく別系統で石灰ミルクを添加し, 廃滓ダムの清澄度を管理している。

4. 廃 滓 の 処 理

4.1 操業の経過

八茎鉱山の選鉱廃滓は, 最初, 片倉沢廃滓堆積場に堆

符号	名 称	仕 様	動 力	台数
1	受ホッパー	容量 3 m ϕ , 12 m 3 , グリズリー 100 mm ホッパー出口 500 mm ϕ		1
2	テーブル ファイダー	テーブル径 1.2 m ϕ 3 r.p.m.	GM 1.5 kW	1
3	ベビー コンベヤー	W 300 mm $\times$ L 6.5 M	1 kW	1
4	ベビー コンベヤー	W 300 mm $\times$ L 6.5 M	1 kW	1
5	ベビー コンベヤー	W 300 mm $\times$ L 10 M	1 kW	1
6	ボールミル	4' $\frac{1}{2}$ $\times$ 16' ボール 1 吋	8P $\times$ 22 kW	1
7	スクリーン	神鋼 FS-11B 150 $\times$ 610 mm 0.6 m/m 目		1
8	スクリー コンベヤー	135 mm ϕ $\times$ 6 M 15 r.p.m.	GM 0.75 kW	1

図3 消 和 生 石 灰 粉 砕 設 備

積され、昭和37年5月から仁井田川廃滓堆積場（容量4551,000 t）に堆積を始めた。

その後堆積場の延命を考え、昭和38年より、選鉱廃滓の坑内充填が立案され、流送試験を経て、昭和42年2月にマルスポンプ（H-180型）、シクナー（30 m ϕ ）、サイクロン（MD-9型）等を主設備とする廃滓流送設備を完成し、採掘跡への充填を開始した。

廃滓流送設備は、計測制御機器の拡充を計り、昭和43年9月より3交代連続操業の一応の目安を得ることが出来た。昭和46年には廃滓発生量に合せて、マルスポンプ（H-225型）を1系列増設し、稼動に入り現在に至っている。

(1) 廃滓流送当初に発生しそ問題点

- (イ) 給水管のウォーターハンマー、
（対策）サクシオンチャンバーを 16 B $\times$ 2250 mm に改造。
- (ロ) H-180 (140 mm ϕ $\times$ 350 mm L) の回転数 40 r.p.m. のとき、管内流速 1 m/sec ではマルスポンプ Z 管に沈殿閉塞が発生した、
（対策）回転数 48 r.p.m. 1.22 m/sec へ変更。
- (ハ) ウォーターバルブへの異物かみこみ、
（対策）チップスクリーンの増設とストレーナー取付。
- (ニ) シクナーのスリップ、
（対策）両軸駆動へ変更。

(2) 廃滓流送設備の計装

マルスポンプ設備の運転は、マルスポンプ制御盤で遠

隔操作、又は自動運転となっている。設備を起動すると共に制御盤の照光板が点灯し、運転の際に異常が発生すると照光板が点滅し、同時に警報ベルが鳴る。

選鉱廃滓は流れの途中にフレキシブルパイプとスプリング入トルクシリンダを組み込み、スイッチ ON で坑内充填系統に流れ、スイッチ OFF でダム放泥となる。

バルブ関係は減速電動機か、又はスプリング入りトルクシリンダ付ボールバルブで操作切替をする。

アジテーター、レベルはデイス、プレース、メント式液面伝送器でレベルを検出し、変換器を入れてサンダース弁を制御し、シクナースピゴットの抜き出し量を調整してレベルを維持している。

マルスポンプ吐出側のエアーチャンバーの空気補充はチャンバー内の液面を静電容量型レベル計で検出し、高圧コンプレッサーの自動運転にて補充する。

マルスポンプの送泥吐出圧はヒズミゲージ式圧力変換器で検出し、上下限警報付圧力指示計と組合せ、上限設定値でマルスポンプの電源遮断、下限設定値で警報ベルを鳴す。

エアーチャンバーの安全弁は 70 kg/cm 2 で動作する様に設定している。

(3) 坑内充填ヶ所

廃滓の坑内充填ヶ所の対象は、採掘空洞としては、比較的空洞容量の大きい石灰石の坑内採掘跡を主として当て、各切羽の坑井、サブレベル坑道、人道切上り等を鉄筋コンクリートで完全密閉している。パイプ流送配管は

表4 廃滓流送配管布設仕様

符 号	箇 所 名	レ ベ ル ML	単 距 離 m	累計距離	配 管 仕 様
㊦	マ ル ス ポ ン プ 座	242	0		
①	抗	227	122	122	5''φスケジュール60
②	前 立 坑 (下)	232	1,577	1,699	//
③	前 立 坑 (上)	316	84	1,783	//
④	石 灰 2 区 人 道 (下)	203	560	2,343	5''φガス管
⑤	石 灰 2 区 人 道 (上)	420	100	2,443	//
⑥	2 区 放 流 口	420	110	2,553	5''φポリナイト管
⑦	石 灰 5 区 人 道 (下)	316	260	2,043	5''φガス管
⑧	石 灰 5 区 人 道 (上)	334	18	2,061	//
⑨	5 区 放 流 口	334	50	2,111	5''φポリナイト管

表5 年度別廃滓処理実績

種別 \ 年度	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50上期
廃滓発生総量	451,308	458,058	552,656	561,128	554,696	545,594	563,056	563,976	507,039	213,916
坑内流量量	2,300	31,803	100,940	91,479	359,230	328,048	372,438	432,592	433,468	182,436
坑内充填比率	0.5	6.9	18.3	16.3	64.8	60.1	66.1	76.7	85.5	85.3

表6 マルスポンプ坑内充填流送の経常費 (送泥屯当り単価)

	41	42	43	44	45	46	47	48	49
物 品 費	32.9	32.9	23.0	27.7	13.5	21.9	19.4	18.7	9.5
労 務 費	88.7	88.7	47.4	46.9	12.9	15.5	18.9	21.3	27.1
電 力 費	20.6	20.6	12.6	15.0	9.8	9.8	9.3	8.2	13.1
修 繕 費	16.0	16.0	2.3	1.5	0.8	0.2	0.4	0.7	1.1
合 計	158.2	158.2	85.4	91.2	37.0	47.5	48.0	48.9	50.8

表7 マルスポンプ延運転時間と送泥量

種別 \ 型式	運転時間	送泥時間	送 泥 量	送 泥 時 間 当	備 考
H~180	21,134.9	20,745.5	1,377,439	66.41 t/Hr	昭42. 2~昭50.7
H~225	12,497.2	12,270.5	894,131	72.87 t/Hr	昭46.12~昭50.7

図4 廃滓流送配管系統模式図

充填ヶ所に応じて変えるが、従来までの代表的な配管例を図4、表4に示す。

(4) 坑内送泥量と経常費

マルスポンプ設備での坑内送泥量と経常費の実績は表5、表6、表7の通りである。

4・2 前処理工程の最近の改善

浮選操業に使用する、浮選剤が多様化するにしたがい、残留浮選剤が、凝集沈降剤として添加している消和生石灰と作用して、廃滓シックナー、廃滓ダムにおいて発生

表8 廃滓流送設備機器仕様

順	名 称	型 式 寸 法	摘 要
1	最終尾鉱タンク		
2	流路切換装置	50φ100mm(ストローク)	エアシリンダーにて動作
3	サイクロン給鉱タンク		
4	サイクロン	MD-9×6	フィードシム開口面積415.3cm ² アベックスバルブ28 ボルテックスファインダー77 フィード圧1Kg/cm ²
5	スラリーポンプ インタークタンク		
6	スラリーポンプ インタークタンク of 警報器	能研 OLSスイッチFP-1	
7	サイクロン	自家製20"	フィードシム開口面積2026.8cm ² アベックスバルブ90 ボルテックスファインダー150 フィード圧1.2Kg/cm ²
8	サイクロンアンダー 流路切換装置		エアシリンダーにて動作
9	サイクロン	MD-9×2	フィードシム開口面積415.3cm ² アベックスバルブ48 ボルテックスファインダー58 フィード圧0.4Kg/cm ²
10	仁井出川ダム 上下流切換タンク		
11	チップスクリーン	700×900	1.2KW 振動電動機
12	スラリーポンプ	SPL-C×2 200×160	ラプフレックスカップリングによる電動機直結駆動 980r.p.m. 3.7KW
13	シ ッ ク ナ ー	30,000×3,900	3.7KWサイクロ減速機×2 $\frac{1}{15}$ r.p.m
14	シ ッ ク ナ ー of タンク		
15	シ ッ ク ナ ー 上 澄 水 ポンプ	エハラ 150MSIM	シ ッ ク ナ ー 上 澄 水 を 選 鉱 用 水 と す る た め 操 返 タンク まで 返 水 す る。
16	№1 アジテーター	2,100×3,000×1,800	3.7KW サイクロ減速機による直結駆動 インペラ径1,200mm 50 r.p.m
17	№2 アジテーター	2,100×3,000×1,800	№1に同じ
18	№1 マルスポンプ	H-225	シリンダ径180φ ストローク450mm 回転数46 r.p.m 吐出圧(Max)60Kg/cm ² 300HP 485 r.p.m
19	№2 マルスポンプ	H180	シリンダ径180φ ストローク350mm 回転数48 r.p.m 吐出圧(Max)80Kg/cm ² HP485 r.p.m
20	第1系統 水スライム切換装置	V ₁ : 自動ボールバルブ6B V ₂ : 4B	V ₁ : アジテータ出口自動ボール弁 V ₂ : 用水自動ボール弁 V ₃ : サクションチャンパー開放用自動ボール弁
21	第2系統 水スライム切換装置	V ₃ : " 2B	(V ₃ はスライム給鉱中では開放となる)
22	坑口放泥弁	5Bヘマコック	サイクロ減速機による遠隔操作
23	№1 エアーチャンパー		チャンパー内液面検出に静電容量型レベル計を使用、高圧 コンプレッサーと連動するLK101(LK102)
24	№2 エアーチャンパー		液面上昇でコンプレッサー起動
25	圧力発信器		ヒズミゲージ式圧力変換器
26	高圧、空気供給装置	高圧、3段式コンプレッサー SVL-233A	5.5KW 600 r.p.m 0.26 m ³ /min 100 Kg/cm ²
27	石灰添加槽レベル発信器	LK101(LK102)	静電容量型レベル計、上下限検出用
28	石灰溶解槽レベル発信器	"	" "
29	pH 発信器		尾鉱タンク内バルブのpH値測定、HP計と同調する。
30	シ ッ ク ナ ー レ ー ス リ ッ プ 警 報 器	ESRT-100	
31	石 灰 溶 解 槽	2,400φ×2,400	
32	石 灰 添 加 槽	1,200口×1,800	
	吐 出 圧 力 計		圧力低下: 警報のみ: 圧力上昇 マルスポンプ停止
	pH 計	V-EIC	石灰添加装置と連動でpH 設定値によって添加槽バルブの開 度を自動調整する。

図5 廃滓流送設備系統図

図6 廃滓処理バランスシート

する泡沫にスライムが付着し、粘稠性のスカムを作る。

その消泡対策に消泡剤、界面活性剤の添加や泡沫の回収脱水を試みたが、いづれも問題がある。結局、発生源と考えられる一部の廃滓に、シッケナー O.F (pH 11.9) を加えて予備処理することによってシッケナー給鉱口附

表9 ウォーターバルブ原単位

年度	46	47	48	49
坑内充填量の比率 (%)	H-225	36.9	41.8	64.4
	H-180	63.1	58.2	35.6
ウォーターバルブ原単位 (円/t)	H-225	5.00	10.77	6.7
	H-180	3.45	2.8	2.83
同上合計 (円/t)	4.02	6.14	5.32	4.96

(註) 昭和48年4月よりバルブ部品は34%の単価アップ

近でのシャワーリングで泡沫が処理出来る様になった。

図5、表8に廃滓流送設備のフローシートと機械仕様を示し、廃滓処理のバランスシートは図6の通りである。

4.3 消耗部品の問題点と対策

廃滓処理の物品費を大別すると、凝集沈降剤としての消石灰とマルスポンプのウォーターバルブ部品が大きなウェイトをしめている。

ウォーターバルブの原単位の推移は表9に示す通りであり、これを見るとH-225型のバルブコストが最も大である。

現在H-225型マルスポンプの運転に当って、最も大きな問題点にされるものに、バルブボデーのナットネジ山の伸びによる分解不能、バルブの動作不良での極部磨耗の発生による破損があげられる。

H-225型ウォーターバルブについての破損状況、

(イ) 交換ケ数に対する破損ケ数の比率、81.3%

表10 ウォーターバルブ再生加工費

部 品 名 種 別		電 接 加 工 (電接棒)	旋盤加工費	計	購 入 価 格
H-225	バルブボデー	420 円	2,000 円	2,420 円	29,350 円
	バルブシート	690	2,000	2,690	24,200
H-180	バルブボデー	550	2,000	2,550	10,600
	バルブシート	740	2,000	2,740	9,160

表11 日鉄カルコン粒度分布

粒度 種別	メッシュ +70	70~100	100~145	145~200	200~280	280~400	400
W %	0.05	0.1	0.4	0.6	0.95	3.7	94.2
ΣW %	0.05	0.15	0.55	1.15	2.10	5.8	100.0

図 7

(四) 破損状況の比率

a. ボデーネジ部の破損	23%
b. ナットネジ山の伸びによる分解不能	61%
c. ナットネジ山の破損による脱落	4%
d. バルブ動作不良	12%

上記の様にトラブルの元はネジ部分に集中している、1個当りの寿命は予期していたより、大分短く、最も多い使用時間は250時間程度である。

こうしたバルブの現状を少しでも改善するために、頻度の多い故障を中心に対策を考え、バルブの構造を根本的に変えて見た、改造型バルブは形、大きさ、重量は大巾に変更はせず、現在使用のボデーの欠陥だけをなくす様に試作した、八基改良型バルブと従来のバルブを図7に示す。

八基改良型バルブ試作品の問題点は、ナット止めリング外れとナットの弛みによるラバー押えの脱落、ラバー押えネジ解体不能、ラバー押えの片磨耗である。

上記から推察するとバルブシート内でボデーガイドが上、下運動時に異状のふらつき、ネジ部の負担と片磨耗の原因となっているものと思われるので、これに対する対策を検討している。

一方、コスト低下の策として、現在は磨耗ボデー、シートの肉盛、旋盤加工とナットの切断除去後のネジ部、再仕上による再生をおこなっている。

5. 廃滓の有効利用

廃滓シツクナーで濃縮した、スライムを60メッシュでふるい別け、アンダーサイズをカラーコーンで再濃縮し、40%~50%のバルブとしてタンク車で建材メカーへボード板加工の配合用に出荷している。

販売実績は昭和47年4月から昭和50年9月迄に4434tとなる。

日鉄カルコンの粒度分布を表11に示す。

6. あとがき

以上、選鉱廃滓処理の経過と現況を総括的に述べたが、最近の諸経費の昂騰によるコストの上昇に対して、設備保全に技術的改善を加え、原価節減を計ると共に一層の環境公害防止にも対処するに当り、諸賢のご指導とご教示をいただければ幸いである。

参 考 文 献

- 1) 根本昌吾：昭和49年度、日鉄鉱業選鉱部門 技術交流会資料
- 2) 瀬戸春夫：日鉱誌、90巻、1035号(1974) 282~287,