重 晶 石 の 石 鹼 浮 選

向 井 滋*
山 内 英 子**
木 村 皎 泰***

Soap Flotation of Barite

Shigeru Mukai
Eiko Yamauchi
Akiyasu Kimura

1. 緒 言

重晶石は BaSO_4 なる分子式で示されるバリウムの鉱物で、用途はペイントのエクステンダー (extender)、ゴム、アスベスト、紙の充填剤 (filler) として用いられる外、X—線の防禦剤、真鍮溶解におけるフラックス、油井用マッド、重液選炭の De Vooy's 法における重液材などに用いられている。

その被覆力と不活性さにより、重晶石の大量がペイント用に向けられている。この方面に使用されるものは BaSO_4 93%以上であることが要求され、95%以上の良質のものが要求されることも少くない。化学的に沈澱生成した BaSO_4 と ZnS との混合物であるリソポン (Lithopone) がペイントに使用され、 BaS と ZnSO_4 の混合物も同様の目的に用いられている。

重晶石の選鉱法は一般には手選、ウオッシング、ジグ、テーブルによる比重選鉱に限られている。しかし石鹼および陽イオン性界面活性剤による浮選法も研究的には有効であることが認められて来たが重晶石の浮選工場の数は少ない。

重晶石の比重選鉱を行なう場合、給鉱の粒度をどの程度に揃えるべきかが重要な問題になる。静水中の自由沈降において、等速沈降をなす重晶石と石英粒子との直径の比は、Newton-Rittinger の式が成立する粒度範囲においては 2.06 である。実際の比重選鉱は干渉沈降であり、Gaudin がジギングにおいて与えている比重 1.8 の重液中の沈降と考え、等速沈降比を補正すれば 3.0 になる。さらに鉱粒の沈降初期の加速度の影響を考慮すれば多少補正される。しかし一般に採用されているジグのストローク数から週期は規定され、等速沈降比は差程大にはなり得ない。

実際に行なわれている重晶石の比重選鉱の例を見れば、Devonshire Baryte Co. Ltd. においては、 $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$ "、

$\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{8}$ "、 $\frac{3}{8}$ — $\frac{1}{2}$ "、 $\frac{1}{2}$ —1" にサイジングした鉱石を別々にジギングによつて処理しており、給鉱の最大粒と最小粒の直径の比を 2 かそれ以下にとつている。この例は給鉱のサイジングを厳格に行なつての方である。いずれにしても重晶石の比重選鉱を行なう場合相当厳格なサイジングが必要であることが認められる。狭い粒度範囲に厳格なサイジングを行なうとすればこの粒度範囲からはずれる鉱量が相当であることを考慮せねばならない。しかも重晶石の硬度は 2.5—3.5 で石英の硬度に比して著しく軟かく粉碎の過程で微粉を生じ易い。以上のことから重晶石の比重選鉱においては、全粗鉱量に対する実収率は高い値を期待することはできない。

したがつて重晶石の選鉱法として、比重選鉱と同時に浮選法も当然考慮される必要があることは言うまでも無い。

2. 重晶石の浮遊性に関する基礎試験

重晶石の浮遊に関する捕収剤濃度と pH 値との関係を探るために、種々の溶液条件において気泡に対する重晶石粒子の付着量を測定した。

2—1 測定試料

単体の重晶石と見える塊を選び、これを 2—3mm 程度に砕き、ピンセットにより重晶石の単体粒子を手選し、めう乳鉢で粉碎し、35—48メッシュの粒子を準備した。これらの試料粒子は純水で充分洗滌したのち測定に供した。

2—2 捕収剤および pH 調節剤

捕収剤としてオレイン酸ソーダを使用した。純度は 94.7% のもので花王石鹼東京研究所において合成された極めて純度の高いものである。

溶液の pH 値の調節には塩酸および苛性ソーダの 1N $\frac{1}{10}$ N および $\frac{1}{100}$ N 溶液を使用した。

2—3 測定装置および方法

気泡に対する鉱物粒子の付着量の測定にはバブル・

受理 昭和36年7月5日

* 京都大学教授

** 京都大学工学部研究生

*** 栗本鉄工所設計部

ピック・アップ法を採用した。まず鉱物試料の一定量(1g)を測定管中にとり、純水中で鉱粒が気泡に付着しないことを確認したのち、pH 値一定の溶液 100ml と置換し 5 分間、ついで捕収剤の一定量を添加してさらに 5 分間恒温槽(25±1°C)中に保つ。次に気泡を鉱粒表面に数秒接触せしめ、気泡に付着した鉱粒を静かにとり出し、乾燥後秤量して付着量を求めた。なお溶液の pH 値はガラス電極により測定した。pH 値は付着試験直後の値をもつて示した。

2-4 測定結果

オレイン酸ソーダの濃度および pH 値を変化して気泡に対する重晶石の付着量を測定した結果を第 1 図に示す。

第 1 図 重晶石の付着量におよぼす NaOl の濃度および pH 値の影響

第 1 図に示されているように、オレイン酸ソーダ 0.25 ~ 10mg/l いずれの濃度においても、重晶石の付着量は pH 5~8 の範囲で pH 値の増大とともに増加し、pH 8~9.5 において最大の付着量を示す。さらに pH 値が増大すると付着量は減少し、pH 11.5~13.5 において 0 になる。

重晶石の付着量を同一 pH 値について比較すれば、各 pH 値についてオレイン酸ソーダの濃度が大きくなる程重晶石の付着量は大である。

以上の結果から明らかのように、重晶石の気泡に対する付着量はオレイン酸ソーダの濃度および水素イオン濃度により極めて顕著に変化する。

pH 約 8.0 以下の pH 領域において、pH 値の低下とともに気泡に対する付着量が減少することはオレイン酸の解離平衡から考えてオレイン酸イオンの減少の結果と思われる。pH 約 9.5 以上の pH 領域においては、近似的にオレイン酸イオン濃度は一定とみなし得る。それにもかかわらず pH 値の増大とともに付着量は減少する。この事は pH 値の増加により $[\text{OH}^-]$ が増加するため、 $[\text{OI}^-]/[\text{OH}^-]$ の比が減少し、 OI^- イオンと OH^- イオンの吸着競走の結果、 OI^- イオンの吸着量が減少するためであると思われる。ここに OI^- はオレイン酸イオンをあらわす。

以上重晶石の気泡に対する付着試験の結果から、重晶石はオレイン酸ソーダの濃度 0.25~10mg/l の範囲において pH 8~9.5 において最もよく浮遊することおよび各 pH 値についてオレイン酸ソーダの濃度の増加にとまない付着量は増大することが明らかである。

2-5 重晶石の臨界浮遊曲線

以上述べた付着量の測定結果に基づき、さらに付着試験を追加して重晶石の気泡に対する臨界浮遊曲線を求めた。第 2 図にその結果を示す。第 2 図の 2 つの曲線には

第 2 図 重晶石の臨界付着曲線

含まれているオレイン酸ソーダの濃度—pH 領域内で重晶石は浮遊し、2 つの曲線の外側の領域では浮遊しない。第 2 図の右側の曲線について見れば、オレイン酸ソーダの濃度と臨界 pH 値との間に第 3 図に示すように直

第 3 図 重晶石に対する臨界 pH 値と NaOl の濃度との関係

線関係が成立する。この関係を定量的に表わせば (1) 式および (2) 式で示される。

$$\log [\text{NaOl}] = 0.57 \text{ pH} - 12.2 \dots \dots \dots (1)$$

$$[\text{NaOl}] / [\text{OH}^-]^{0.57} = 10^{-4.2} \dots \dots \dots (2)$$

ここに $[\text{NaOl}]$ はオレイン酸ソーダの濃度をあらわす。単位は mol/l である。

以上 (1) および (2) の関係はオレイン酸ソーダを捕収剤として使用した時の浮遊の臨界条件すなわち浮遊臨界におけるオレイン酸ソーダの濃度と pH 値との関係を示すものである。

なお石英の気泡に対する付着試験の結果から、重晶石の浮遊するオレイン酸ソーダの濃度および pH 領域において石英は気泡に付着しないことが認められた。しかし実際の石鹼浮選においては石英がフロス中に相当混入することが屢々おこる。特にパルプ中に石英を活性化せしめる金属イオンが存在する時あるいはオレイン酸ソーダの濃度が大なる時この傾向が増大する。

以上の基礎試験の結果、オレイン酸ソーダを捕収剤として使用した時の重晶石の浮遊する条件を明らかにした。この基礎試験の結果を基にして、次に鉍石の浮選による回収の条件を求めるために浮選試験を実施した。

3. 鉍石の浮選試験

浮選試験機として 500g 京大式浮選機を使用した。原鉍石をブレイクラッシャー次いでクラッシングロール

で破碎し、全部を—65メッシュにして浮選試験に供した。使用した浮選剤は次のようである。

オレイン酸ソーダ
デュボン起泡剤 B23
 $\frac{1}{40}$ N NaOH 水溶液 (pH 調節剤)

オレイン酸ソーダおよび珪酸ソーダは、それぞれ純水に溶かして一定濃度の水溶液とし、ピペットにより滴下した。起泡剤は注射器により滴下した。起泡剤一滴の平均重量は 0.0027g である。

3-1 浮選試験 (I)

オレイン酸の添加量を 800g/t、パルプ濃度を 15% と一定にして、パルプの pH 値を変化した場合の浮選成績を求めた。泡沫採取開始後 5~8 分のものを第 1 フロス、その後さらに浮遊するものを第 2 フロスとした。浮選試験の結果は第 1 表に示すようである。

第 1 表 浮 選 試 験 (I)

実験 番号	鉍 種	鉍 量		BaSO ₄ の品位 (%)	実収率 (%)	pH	浮選時間 (分)	起泡剤 (滴)
		(g)	(%)					
1	原 鉍	295.5	100.00	64.8	100.00			
	フロス 1	170.0	57.53	71.8	63.77		8	2
	フロス 2	116.0	39.26	59.7	31.18		7	
	尾 鉍	9.5	3.21	1.0	0.05	7.2		
2	原 鉍	295.0	100.00	69.6	100.00			
	フロス 1	199.0	67.46	80.4	77.96		7	2
	フロス 2	86.5	29.32	52.3	22.04		8	
	尾 鉍	9.5	3.22	0	0	7.6		
3	原 鉍	295.0	100.00	69.7	100.00			
	フロス 1	223.0	75.59	81.2	88.07		6	3
	フロス 2	57.5	19.49	40.9	11.44		4	
	尾 鉍	14.5	4.92	7.0	0.49	7.9		
4	原 鉍	294.5	100.00	69.7	100.00			
	フロス 1	220.0	74.70	75.6	80.97		6	3
	フロス 2	56.0	19.02	67.8	18.49		6	
	尾 鉍	18.5	6.28	6.0	0.54	8.2		
5	原 鉍	293.7	100.00	67.6	100.00			
	フロス 1	273.5	93.12	70.3	96.89		5	5
	フロス 2	13.5	4.60	45.7	3.11		2	
	尾 鉍	6.7	2.28	0	0	9.3		
6	原 鉍	291.2	100.00	67.0	100.00			
	フロス 1	261.5	89.80	69.3	92.82		5	10
	フロス 2	22.2	7.62	57.7	6.56		2	
	尾 鉍	7.5	2.58	16.0	0.62	10.1		

第 1 表に示されているように、
(i) フロス採取開始後 7~15 分間で、原鉍石の 93~98% が浮遊する。

(ii) pH 7.2~10.1 の範囲内では鉍液の pH 値の変化による実収率の変化および石部の抑制効果は認められない。

(iii) 浮鉱の BaSO_4 品位は、原鉱品位65~70%のものが僅かに69~81%に上昇するのみで、目標とする品位には遙かにおよばない。

すなわち、オレイン酸ソーダ 800g/t 程度の使用においては、原鉱石の大部分が浮鉱となり、目的の産物は得られないことが判明した。

石鹼浮選における pH の影響については、1934年に Taggart, del Giudice および Ziehl が方鉛鉱—オレイン酸系について報告し、Gaudin はヘテロポーラー化合物は pH 値の変化により表面活性の程度が変化することを報告し、さらに Gaudin, Vincent は菱鉄鉱—ヘプリック酸の系について接触角を測定した実験の結果から鉱物表面の接触角は溶液の pH 値によつて著しく変化することを示している。これらの実験の結果から石鹼浮選においても、鉱物の浮遊率は鉱液の pH 値の変化により変化することが推察される。

筆者らの実験の結果は第1図および第2図に示したようであり、重晶石の浮遊率はオレイン酸ソーダの濃度 0.25~10mg/l の範囲では、pH 8~9.5において最高を示し、それよりも酸性の側においては浮遊率は低下する。一方石英はこの pH の領域においては浮遊しないこ

とが認められた。

浮選試験 (I) の結果は、pH 7.2~10.1の範囲で pH の変化による差異は認められず、重晶石、石英ともによく浮遊することを示している。浮選試験 (I) においては、オレイン酸ソーダの添加量は 800g/t でありこれは濃度に換算して 140mg/l となり第1図に示した実験における場合に比して著しく高い。浮選試験 (I) の結果における脈石も共に浮遊する現象はおそらく、捕収剤の添加がある限度を超えて大になれば、pH あるいは抑制剤による抑制効果は認められなくなることに原因するものと思われる。

3-2 浮選試験 (II)

浮選試験 (I) の結果から、脈石の抑制が必要であることが認められる。脈石の抑制には前記のように、捕収剤の添加量を減少することが必要であるが、まず捕収剤としてオレイン酸ソーダの添加量を 800g/t と一定にして珪酸ソーダの添加量を 100~1000g/t と変化した場合について浮選試験を行ない珪酸ソーダの抑制効果を求めた。

浮選試験の結果は第2表に示すようである。

第2表 浮選試験 (II)

実験番号	オレイン酸ソーダ (g/t)	珪酸ソーダ (g/t)	鉱種	鉄量		BaSO_4 の品位 (%)	実収率 (%)	pH	浮選時間 (分)
				(g)	(%)				
7	800	100	原 鉱	246.8	100.00	67.8	100.00	9.3	5 3
			フロス 1	214.0	86.71	73.2	93.61		
			フロス 2	16.7	6.77	58.2	5.81		
			尾 鉱	16.1	6.52	6.0	0.58		
8	800	200	原 鉱	244.2	100.00	64.7	100.00	9.5	5 3
			フロス 1	210.0	86.00	70.8	94.09		
			フロス 2	19.7	8.07	44.5	5.55		
			尾 鉱	14.5	5.33	4.0	0.36		
9	800	400	原 鉱	244.7	100.00	69.7	100.00	9.2	5 3
			フロス 1	188.0	76.83	84.0	92.57		
			フロス 2	23.7	9.69	49.3	6.85		
			尾 鉱	33.0	13.48	3.0	0.58		
10	800	600	原 鉱	249.0	100.00	66.5	100.00	8.9	5 3
			フロス 1	181.7	72.91	82.0	89.92		
			フロス 2	26.5	10.63	62.7	10.03		
			尾 鉱	41.0	16.46	2.0	0.05		
11	800	800	原 鉱	248.1	100.00	66.2	100.00	8.8	5 3
			フロス 1	169.5	68.32	83.2	85.80		
			フロス 2	32.0	12.90	64.2	12.50		
			尾 鉱	46.6	18.78	6.0	1.70		

12	800	1000	原 鋳	247.6	100.00	62.8	100.00	8.8	5 3
			フロス 1	199.5	80.57	74.6	95.73		
			フロス 2	12.0	4.85	49.3	3.80		
			尾 鋳	36.1	14.58	2.0	0.47		

第2表の結果から次のことが認められる。

- (i) 珪酸ソーダの添加量 400g/t 以上において、尾鋳量は若干増加する。
- (ii) 珪酸ソーダの添加量 800g/t の時尾鋳量は最も多く、原鋳量の18.78%を示す。
- (iii) 精鋳品位は73~84.0%であり、珪酸ソーダを添加しない第1表の結果より若干高い。

石鹼浮選において、脈石の抑制剤として珪酸ソーダは最も普通に使用されるものの一つである。しかし捕収剤としてオレイン酸ソーダを使用せずオレイン酸のみを使用する場合は珪酸ソーダが水に溶解して生じた Na^+ イオンがオレイン酸と反応してオレイン酸ソーダを形成し溶解性を増加し捕収剤としての活性を増長することもあり得る。

浮選試験(II)の結果によれば、珪酸ソーダはある程度浮選成績の向上に寄与するものである。しかしその程度はとうてい目標の製品を得るまでの充分満足すべきものではない。石鹼浮選における珪酸ソーダの抑制

効果は、純粋鋳物について充分他の因子を排除し純粋化して行なわれた実験の場合は別として、鋳石の浮選試験においてはこの程度のものであろう。既述のように抑制剤の効果は、捕収剤の濃度に密接に関係し、さらに pH の影響も受けるので、捕収剤濃度(添加量)および鋳液の pH との相関において検討することが必要である。

3-3 浮選試験(Ⅲ)

浮選試験(II)の結果から、珪酸ソーダの添加は脈石の抑制にある程度は有効であることが認められた。しかし依然として石英を主体とする脈石の抑制は充分でなく浮選成績は満足すべきものではなかつた。

それゆえ 目標とする 浮選成績獲得の 端緒を得る 目的で、珪酸ソーダ 600g/t を添加し、オレイン酸ソーダ 500g/t を 5 回に分割添加した場合を Before pH 8.7 と 11.2 の 2 つの場合について試験した。

浮選試験の結果は第3表に示すようである。

第 3 表 浮 選 試 験 (Ⅲ)

実験 番号	鋳 種	オレイン酸 ソーダ (g/t)	珪酸ソーダ (g/t)	浮 選 時 間 (分)	起泡剤 (滴)	pH	鋳 量 (%)	BaSO ₄ の品位 (%)	実 収 率 (%)	積 算 実 収 率 (%)
13	原 鋳		600			8.7	100.00	73.5	100.00	
	フロス C ₁	50		4			23.18	95.7	30.19	30.19
	フロス C ₂	50		4			15.89	94.7	20.48	50.67
	フロス C ₃	50		3			9.27	95.4	12.04	62.71
	フロス M ₁	50		3	2		11.48	84.0	13.12	75.83
	フロス M ₂	300		5	6		28.04	61.2	23.35	99.18
	尾 鋳					7.9	12.14	5.0	0.82	0.82
14	原 鋳		600			11.2	100.00	74.2	100.00	
	フロス C ₁	50		3			43.09	94.0	54.58	54.58
	フロス C ₂	50		3			19.44	88.6	23.21	77.79
	フロス C ₃	50		3			6.56	82.8	7.32	85.11
	フロス M ₁	50		3	2		5.15	68.3	4.74	89.85
	フロス M ₂	300		4	4		10.77	57.7	8.38	98.23
	尾 鋳					8.6	14.99	8.8	1.77	1.77

第3表の結果から

- (i) 実験13において、フロス M₁ までを精鋳とすれば精鋳品位は93.14%、実収率75.83%になる。
- (ii) 実験14において、フロス C₃ までを精鋳とすれば精鋳品位は91.42%、実収率は85.11%になる。

- (iii) 浮選成績はオレイン酸ソーダの一括添加よりも分割添加の方が良好である。

すなわち実験13においてはオレイン酸ソーダの添加量 200g/t、実験14においては 150g/t 程度の添加で充分目的とする精鋳が得られることが判明した。実収率は片刃

の繰返し処理により、また精鉱品位は精鉱のクリーニングによりさらに向上することが期待されるものである。

3-4 浮選試験 (Ⅳ)

浮選試験 (Ⅲ) の結果から、脈石を抑制し目標とする

品位の精鉱を得るためには捕収剤の添加量を減少することが必要であることが判明した。したがって珪酸ソーダの添加量を 600~800g/t と一定にし、オレイン酸ソーダの添加量を 50~1000g/t に変化させた場合の浮選成績を求めた。実験の結果は第 4 表に示すようである。

第 4 表 浮 選 試 験 (Ⅳ)

No.	オレイン 酸ソーダ (g/t)	珪 酸 ソーダ (g/t)	鉱 種	鉱 量		BaSO ₄ の品位 (%)	実収率 (%)	総 合 実収率 %	pH	起泡剤 (滴)	浮選 時間 (分)
				(g)	(%)						
15	50	800	原 鉱	246	100.00	72.1	100.00	44.57	10.2	3	3 4
			フロス 1	64	26.02	94.4	34.05				
			フロス 2	20	8.13	93.3	10.52				
			尾 鉱	162	65.85	60.7	55.43				
16	50	800	原 鉱	248	100.00	77.4	100.00	51.81	10.7	2	6 4
			フロス 1	96	38.71	96.7	48.36				
			フロス 2	9	3.63	73.7	3.45				
			尾 鉱	143	57.66	64.7	48.19				
17	100	800	原 鉱	245	100.00	70.3	100.00	71.62	10.1	3	3 5
			フロス 1	96	39.18	91.4	50.92				
			フロス 2	42	17.15	84.9	20.70				
			尾 鉱	107	43.67	45.7	28.38				
18	100	800	原 鉱	249	100.00	76.7	100.00	81.59	11.0	4	4 5
			フロス 1	161	64.66	91.8	77.42				
			フロス 2	9	3.61	88.6	4.17				
			尾 鉱	79	31.73	44.5	18.41				
19	200	600	原 鉱	234	100.00	73.1	100.00	87.63	9.1	2	2 6
			フロス 1	115	49.15	94.7	62.72				
			フロス 2	45	19.23	93.3	24.91				
			尾 鉱	74	31.62	28.6	12.37				
20	200	800	原 鉱	246	100.00	71.9	100.00	89.36	9.4	2	2 8
			フロス 1	131	53.25	90.6	67.12				
			フロス 2	44	17.89	89.4	22.24				
			尾 鉱	71	28.86	26.5	10.64				
21	300	600	原 鉱	245	100.00	72.7	100.00	94.62	9.2	2	2 6
			フロス 1	143	58.37	89.4	71.82				
			フロス 2	45	18.37	90.2	22.80				
			尾 鉱	57	23.26	16.8	5.38				
22	300	800	原 鉱	247	100.00	67.9	100.00	97.70	9.8	1	2 6
			フロス 1	134	54.25	86.6	69.20				
			フロス 2	58	23.48	82.4	28.50				
			尾 鉱	55	22.27	7.0	2.30				
23	400	800	原 鉱	247	100.00	69.1	100.00	94.65	9.4	2	2 6
			フロス 1	131	53.04	82.8	63.59				
			フロス 2	59	23.89	89.8	31.06				
			尾 鉱	57	23.07	16.0	5.35				

24	400	800	原 鋇	247	100.00	71.1	100.00	99.69	10.9	4	3
			フロス 1	152	61.54	82.8	71.69				
			フロス 2	68	27.53	72.3	28.00				
			尾 鋇	27	10.93	2.0	0.31				
25	600	800	原 鋇	245	100.00	66.3	100.00	100	11.0	2	2
			フロス 1	137	55.92	84.5	71.24				
			フロス 2	81	33.06	57.7	28.76				
			尾 鋇	27	11.02	0	0				
26	800	800	原 鋇	249	100.00	67.2	100.00	99.53	11.0	4	2
			フロス 1	144	57.83	84.0	72.29				
			フロス 2	79	31.73	57.7	27.24				
			尾 鋇	26	10.44	3.0	0.47				
27	1000	800	原 鋇	243	100.00	74.1	100.00	100	11.0	8	2
			フロス 1	181	74.49	82.4	82.81				
			フロス 2	46	18.93	67.3	17.19				
			尾 鋇	16	6.58	0	0				

第4表の結果から

- (i) オレイン酸ソーダの添加量 200g/t 以下においてはフロス1の品位は90%以上、最高96.7%に達し、オレイン酸ソーダの添加量が200g/tを超えれば添加量の増加に従い精鋇品位は低下の傾向を示し、600g/t以上においては浮選試験(Ⅱ)の結果とはほぼ同様の結果を示す。
- (ii) オレイン酸ソーダの添加量 200g/t 以下について見れば実収率は34.05~67.12%を示し、オレイン酸ソーダの添加量の増加に従い実収率は増加する。実収率のこの値は決して高い値ではない。しかしフロス2が殆んど単体粒子から成る場合はこれを再処理することにより重晶石の回収を行なうことができる。したがって仮りに実収率を表に記載した総合実収率とみなせば、オレイン酸ソーダ200g/t添加において総合実収率87.6~89.4%、オレイン酸ソーダ300g/t添加においては総合実収率94.6~97.7%を示す。
- (iii) オレイン酸ソーダの添加量 200g/t 以下においては精鋇品位はオレイン酸ソーダの添加量の減少に従い上昇し、実収率は減少する。

以上のように、オレイン酸ソーダの添加量は重晶石浮選において精鋇品位ならびに実収率に顕著な影響を与え、特に重晶石の精鋇に対して要求される高品位精鋇は捕収剤の添加量を可能な限り減少することにより得られることが判明した。

本実験の結果から、鋇液の pH 8~9、珪酸ソーダ600~800g/t 添加の場合、オレイン酸ソーダの添加約200g/t 添加で良好な浮選成績が得られることが認められた。オレイン酸ソーダ200g/tの値はパルプ中のオレイン酸ソーダの濃度に換算すれば約35mg/lに相当する。この値は前記基礎試験の結果と対照すればなお高いように思われるが、実際の鋇石の浮選においてはスライム、脈石による捕収剤の消費などが考えられ、さらに短時間における高い実収率の要求から、この程度の添加量の増量は妥当であろう。

3-5 浮選試験 (V)

浮選試験(Ⅳ)の結果から、珪酸ソーダ600~800g/t、オレイン酸ソーダ200~300g/t添加により一応目標とする浮選産物が得られることが判明した。この結果を基にして、さらに精鋇品位の向上を期待し精鋇の精選試験を試みた。

オレイン酸ソーダを添加してフロスを採取し、尾鋇(T)を除き、次に浮鋇に水のみを補充して繰返し浮選し、浮鋇と沈鋇(M)とに分離し、さらに浮鋇は繰返し浮選し、浮鋇(精鋇C₁)と沈鋇(C₂)とに分離した。

なお、粗選精鋇、第1回精選精鋇および第2回精選精鋇の品位はそれぞれ第5表のM、C₂、C₁、の項に記載したようである。

実験の結果は第5表に示すようである。

第 5 表 浮 選 試 験 (V)

No.	オレイン 酸ソーダ (g/t)	硅 酸 ソーダ (g/t)	鉍 種	鉍 量		BaSO ₄ の品位 (%)	各精鉍の BaSO ₄ 品位(%)	実収率 (%)	積 算 実収率 (%)	pH	浮選 時間 (分)
				(g)	(%)						
28	300	600	原 鉍	214	100	67.7		100.00		9.6	
			C ₁	67	31.30	95.4	95.4	44.10	44.10		3
			C ₂	27	12.62	84.0	92.1	15.65	59.75	8.0	4
			M	42	19.63	74.1	86.6	21.47	81.22	8.4	6
			T	78	36.45	34.9		18.78	100.00	8.9	
29	275	600	原 鉍	197	100	68.7		100.00			
			C ₁	70	35.53	96.4	96.4	49.89	49.89		3
			C ₂	23	11.68	86.1	93.9	14.64	64.53	8.1	3
			M	33	16.75	71.8	88.1	17.52	82.05	8.6	6
			T	71	36.04	34.2		17.95	100.00	8.8	
30	250	600	原 鉍	210	100	66.9		100.00		8.9	
			C ₁	74	35.24	93.7	93.7	49.34	49.34		3
			C ₂	25	11.90	84.5	91.4	15.03	64.37	7.8	3
			M	35	16.67	71.8	86.3	17.89	82.26	7.8	5
			T	76	36.19	32.8		17.74	100.00	8.1	
31	225	600	原 鉍	208	100	66.4		100.00			
			C ₁	52	25.00	97.0	97.0	36.50	36.50		2
			C ₂	30	14.42	88.2	93.8	19.15	55.65	7.9	3
			M	41	19.71	72.8	86.8	21.59	77.24	8.1	5
			T	85	40.87	37.0		22.76	100.00	8.3	
32	200	600	原 鉍	216	100	66.4		100.00		8.9	
			C ₁	59	27.31	95.0	95.0	39.09	39.09		4
			C ₂	30	13.89	87.0	92.3	18.20	57.27	7.8	4
			M	39	18.06	75.1	87.1	20.43	77.72	7.9	5
			T	88	40.74	36.3		22.28	100.00	8.1	
33	200	600	原 鉍	230	100	78.3		100.00		9.2	
			C ₁	52	22.61	97.0	97.0	29.71	29.71		
			C ₂	20	8.69	95.0	96.4	11.19	40.90		
			M	83	36.09	90.6	93.3	44.30	85.20		
			T	75	32.61	33.5		14.80	100.00	8.0	
34	150	600	原 鉍	241	100	67.6		100.00		9.6	
			C ₁	37	15.35	97.3	97.3	22.09	22.09		2
			C ₂	31	12.86	95.7	96.6	18.20	40.29	7.9	2
			M	56	23.24	82.0	90.0	28.19	68.48	8.3	3
			T	117	48.55	43.9		31.52	100.00	8.9	
35	100	600	原 鉍	238	100	66.8		100.00		9.8	
			C ₁	12	5.04	98.5	98.5	7.43	7.43		2
			C ₂	25	10.50	94.7	95.9	14.89	22.32	7.8	2
			M	47	19.75	87.4	91.2	25.84	48.16	8.3	3
			T	154	64.71	53.5		51.84	100.00	9.2	

第 5 表の結果から次のことが認められる。

回精選を行なった場合は91.4～96.6%に上昇する。

(i) 粗選精鉍の品位は86.3～93.3%であるが、第 1

(ii) オレイン酸ソーダの添加量 100～150g/t におい

ては第1回精選により95.9～96.6%の極めて高品位の精鉍が得られる。

(iii) オレイン酸ソーダの添加量200、225、275g/tの場合も第1回精選の精鉍品位はそれぞれ96.4%、93.8%、93.9%と目標とする精鉍品位93%を凌駕する。

(iv) 第2回精選を行なった場合は、オレイン酸ソーダの添加量 100～300g/t の範囲で 精鉍品位は 93.7～98.5%の値を示し、本実験の総べてを通じて目標の品位93%を超え、93.7%の値を示した一つの実験結果以外は95%以上であり、多くは97%以上の値を示している。

(v) 実収率は片刃の繰返し処理による回収の程度により変化するが、まず片刃の単体分離の程度から判断して、粗選精鉍の実収率をもつて実収率を示すものとすれば、オレイン酸ソーダの添加量 100g/t のとき48.16%、150g/t のとき68.48%、200～300g/t のとき77.24～85.20%の値を示している。オレイン酸ソーダの添加量 200～300g/t における実収率は第4表に示した実験結果を考慮に入れば90%以上を期待することも可能と思われる。

以上の結果から、オレイン酸ソーダの添加量 200g/t 以下の場合は第1回精選により目標とする精鉍品位の産物を得ることが可能であるが実収率は少々低く、オレイン酸ソーダの添加量 200～300g/t においては第1回精選において、93%前後の精鉍が得られるが、さらに第2回精選を繰返すことにより安定して高品位の精鉍が得られることが判明した。本実験の実収率は82%前後の値を示したが、第4表の結果を対照すれば90%以上も期待できるように思われる。

3-6 浮選試験 (VI)

以上の浮選試験の結果から、本鉍石については浮選により目標とする産物を得ることが可能であることが認められた。しかし前記の浮選試験はいずれも鉍液の濃度が15%固体と一定として行なわれたものである。特に石鹼浮選においては鉍液の濃度が浮選成績に影響を与えることも考えられるので、鉍液の濃度を14～40%の間で変化して、浮選試験 (V) の場合と全く同様な実験を行ない鉍液の濃度の影響を求めた。

実験の結果は第6表に示すようである。

第6表 浮 選 試 験 (VI)

No.	パルプ濃度 (%)	鉍 種	鉍 量		BaSO ₄ の品位 (%)	各粒鉍の BaSO ₄ 品位 (%)	実収率 (%)	積 算 実収率 (%)	pH	浮選時間 (分)
			(g)	(%)						
36	14.3	原 鉍	216	100	66.4		100.00		8.9	
		C ₁	59	27.31	95.0	95.0	39.09	39.09		4
		C ₂	30	13.89	87.0	92.3	18.20	57.29	7.8	4
		M	39	18.06	75.1	87.1	20.43	77.72	7.9	5
		T	88	40.74	36.3		22.28	100.00	8.1	
37	20	原 鉍	337	100	69.5		100.00		9.4	
		C ₁	157	46.59	95.7	95.7	64.17	64.17		5
		C ₂	38	11.27	82.0	93.0	13.30	77.47	7.9	3
		M	46	13.65	64.2	87.5	12.61	90.08	8.2	3
		T	96	28.49	24.2		9.92	100.00	8.6	
38	25.2	原 鉍	418	100	71.2		100.00		9.4	
		C ₁	177	42.34	95.4	95.4	56.76	56.76		5
		C ₂	46	11.01	82.4	92.7	12.75	69.51	8.1	3
		M	61	14.59	75.1	88.9	15.40	84.91	8.5	3
		T	134	32.06	33.5		15.09	100.00	8.7	
39	30	原 鉍	517	100	68.5		100.00		9.4	
		C ₁	278	53.77	87.8	87.8	68.95	68.95		5
		C ₂	52	10.06	76.4	86.0	11.23	80.18	8.1	3
		M	64	12.38	58.7	81.6	10.61	90.79	8.4	3
		T	123	23.79	26.5		9.21	100.00	8.7	

40	35	原 鉱	605	100	71.4		100.00			
		C ₁	355	58.68	93.0	93.0	76.45	76.45		5
		C ₂	46	7.60	74.6	90.9	7.94	84.39	8.3	3
		M	60	9.92	48.7	85.4	6.77	91.16	8.6	3
		T	144	23.80	26.5		8.84	100.00	8.8	
41	40	原 鉱	682	100	70.8		100.00		9.6	
		C ₁	365	53.52	93.7	93.7	70.80	70.80		6
		C ₂	60	8.80	81.2	91.9	10.09	80.89	8.4	3
		M	62	9.09	39.1	85.2	5.02	85.91	8.9	3
		T	195	28.59	34.9		14.09	100.00	9.0	

第 6 表の結果からは鉱液の濃度と浮選成績との明確な関係は認められないが、鉱液の濃度30%以上において精鉱品位は少々低下する傾向がある。

石鹼浮選においては、スライムの悪影響は顕著であり、場合によっては全く選鉱が行なわれないことすらある。したがって原鉱石中に多少ともスライムが混入しているような鉱石の場合は当然パルプ濃度は浮選成績に大きな影響を与えるものと思われる。本試験に供した鉱石は脈石鉱物は殆んど石英であり、一次的スライムの混在は殆んど認められないもので、パルプ濃度の影響の比較的少ない部類に属する鉱石と考えられる。

4. 結 言

以上重晶石の浮選試験の結果について述べた。本実験の結果としてあげた捕収剤の添加量は決して絶対的のものではない。鉱石の種類が変われば変化するかもしれない。特にパルプ中に溶存する 2 価以上の金属イオンはオレイン酸イオンを消費するであろう。又 Colloidal あるいは Near Colloidal の粒子がパルプ中に存在する時は捕収剤イオンを吸着することもおこり得る。捕収剤の適正な添加量の決定には、それぞれの鉱石について慎重な試験が必要であることを付加する。

しかし乍ら一般に、特に石鹼浮選において精鉱品位の

向上あるいは脈石、母岩の抑制は極めて重要な問題である。この見地から抑制剤あるいは pH の効果を期待する場合、まず捕収剤の添加量に考慮することが必要である。捕収剤の添加量がある限度を超えて高くなればも早や抑制剤の効果は期待されなくなるであろう。

石鹼浮選において捕収剤としてオレイン酸を使用するかオレイン酸ソーダを使用するかが屢々問題になる。両者の比較において浮選時間が大きな因子となることが報告されている。この事はおそらくオレイン酸とオレイン酸ソーダとの水に対する溶解速度の相違に基くものである。特にパルプの pH 値が natural の場合のように低い時は両者の相違が顕著になるように考えられる。浮選における反応速度を支配するものとして、オレイン酸の溶解速度、オレイン酸ソーダの生成速度、その解離速度、鉱物との反応速度などが考えられ、浮選においてそのいずれが律速段階であるかを明らかにすることは残された今後の問題の一つである。

なお石鹼浮選においては方解石、燐灰石などのアルカリ土金属鉱物の分離が問題になる。本試験に供した鉱石は幸いにこの種の鉱物の含有は問題になる程度ではなかった。しかし一般に石鹼浮選において、これらの鉱物の抑制はまた重要な問題の一つである。