螢石浮選の速度論に関する研究*

麻 生 欣次郎¹・森 祐 行¹
野 寄 剋 彦²・木 村 哲 夫³
吉 原 恒 一⁴

Studies on the Kinetics of Fluorite Flotation

Kinjiro ASO, Sukeyuki MORI, Katsuhiko NOYORI,
Tetsuo KIMURA and Koichi YOSHIHARA

In the earlier work(1) the authors have reported that during the course of flotation operation, different kinds of the order of reaction rate appear with the progress of reaction successively.

In the present paper, an attempt has been made to explain the various models of flotation mechanism and the physical meaning of flotation rate constants on 0th, 1st and 2nd order reaction.

Flotation rate curve of the Fluorite-Sodium oleate system was studied. A graphic representation of the flotation rate to the yield of mineral was drawn in differential form. It was found that during initial stages of flotation, 0th order reaction was predominant which was followed by 1st order reaction and subsequently more higher order reaction.

From the graph, K_0 , the 0th order rate constant and K_1 , the 1st order rate constant were obtained, and physical meaning of these constants were discussed in detail. It was observed that the values of K_0 and K_1 were found to be decreased when the concentration of sodium oleate used was more than 0.175 g/l. This may be due to that the increase of the concentration of sodium oleate makes the contact angle of fluorite smaller and the quantity of mineral particles attached to bubble decreases. It was also observed that the value of K_0 decreases, and the value of K_1 is constant when the height of froth layer increases. This may be due to that in the 0th order reaction, the stability of froth layer is decreased with the increase of the height of froth layer. In the 1st order reaction at the high froth layer, the assumption of a constant saturation of mineral particles in the froth layer may be able to explain this phenomenon from the standpoint of mass balance. The addition of MIBC to sodium oleate (0.5 g/l) seems to increase the value of K_0 and K_1 . The effect of MIBC may be the same as the one of the decrease of sodium oleate.

1. は じ め に

著者等はさきに、浮選速度解析に関し、浮選速度曲線を反応次数の変化、つまり、2種以上の反応次数をもった速度曲線として解析することを試みた。そして反応次数、0, 1, 2次のそれぞれの場合についての浮選機構のモデルとその時の速度定数の意味を説明し、1本の速度曲線の中で浮選時間の経過に従って、異なった2種以

上の浮選機構が逐次、現われてくるという考え方を示した。

今回、浮選としては比較的単純な螢石-オレイン酸ソーダ浮選をとりあげ、オレイン酸ソーダ濃度を変えた場合、フロス層を高くした場合およびオレイン酸ソーダ水溶液 (0.5 g/l) に MIBC (4-メチル・2-ペンタノール) を添加した場合にどのような浮選速度曲線を示すのか、浮選速度の測定を行なってみた。その結果、微分形による浮選速度の表示法を用い、初期において0次反応、ついで1次反応が現われ、その後さらに高次の反応が現われることを観察し、上記の解析法が現実的に妥当な方法であることを確めた。さらに、0次および1次反応の部分について、それぞれの速度定数 K_0 および K_1 を求め、

* 昭和47年度日本鉱業会春季大会にて一部講演

* 昭和48年度日本鉱業会春季大会にて一部講演

¹ 九州大学工学部採鉱学教室

² 東邦亜鉛株式会社

³ 元九州大学工学部採鉱学教室

⁴ 三菱金属株式会社

昭和50年3月13日受理

それらがどのように変化するかを調べ、その物理的意味について若干の推論を行なった。

2. 試 料

不二鉱業株式会社、平岩鉱山(岐阜県武儀郡上之保村)産の螢石を次のように調製した。鉱山から採取してきた品位の高い塊状の螢石鉱石を破砕し、純粋な螢石結晶と思われる碎片をハンド・ピッキングにより選り出し、メノウ乳鉢で粉碎した。フルイ分けによって整粒した後、さらに水中でデカンテーションを行ない微粒子を除き、乾燥の後、最終的に200~270メッシュの整粒試料を調製した。試料は顕微鏡観察、X線回析分析、分光分析および化学分析を行ない不純物を調べた。その結果、不純物としての鉱物はほとんどが石英であった。化学分析の結果は SiO_2 2.75%, MgO 0.66%, Ca が CaO として 69.46%であった。F の直接分析は行なっていないが不純物のほとんどが石英であることを考慮して上記の CaO を CaF_2 に換算すると 96.70%の螢石となる。試料の比重は測定の結果 3.18 であった。

3. 実験装置および方法

実験装置の模式図を第1図に示す。浮選セル⑨はアクリル樹脂製のシリンダー型浮選セル(内径 50 mm, 高さ 200 mm)である。攪拌はマグネティック・スターラ⑩で行ない、攪拌による渦巻き防止のために取りはずしできる十字形の邪魔板⑮(厚さ 2 mm, 長さ 50 mm)をセル内部に差し込んでいる。セルの下部には窒素ガス導入用として内径 0.28 mmφの毛細管をうめこんでいる。浮選セルの上部は単に円筒を切ったままであり、同じ円筒から切り出された各種の高さの円筒を積み重ねることによって自由にフロス層の高さを設定することができる。フロス層を形成した最上部にはセルと同じ径の孔を持つ正方形のアクリル板(厚さ 10 mm, 300×300 mm)のをせる。実験に際し、この板より上部に形成されたフロスを所定時間間隔毎に逐次切りとることによって単位時間の浮揚量を測定して浮選速度を求める。フロスの切り取り方は第2図に示すように厚さ 2 mm のアクリル板で作られた箱(100×100×50 mm)を2個用い、うすく削られた箱の端をくっつけ合うようにして、なるべく箱の下面

① N_2 gas bomb.	⑨ Flotation cell.
② Hg manometer.	⑩ Regulator of pulp level.
③ Receiver.	⑪ Agitator.
④ Pressure regulator.	⑫ Speed change gear.
⑤ Needle valve.	⑬ Synchronous motor.
⑥ Flow meter. (Float type)	⑭ Photo-electric cell tachometer.
⑦ Flow meter. (Soap film)	⑮ Guard plate. (to prevent vortex)
⑧ Manometer. (water column)	

第1図 実験装置概略図

第2図 フロス切り取りの状態

にフロスが付着しないようにしてフロスを切り取る。切り取られたフロスは用意されたビーカーに蒸留水で洗浄しながら移し、ガラス・フィルターでろ過し、乾燥の後、秤量し浮揚産物の重量を求める。

浮選条件は次に述べるようになるべく条件が一定に保たれるように努力した。試料 50 g と蒸留水 500 ml を攪拌容器に入れ、空気が混入しない程度にマグネティック・スターラで攪拌し、試料を十分に濡らす。その後、所定のオレイン酸ソーダ溶液あるいは、さらに MIBC を添加した溶液 500 ml を加えて10分程度攪拌する。使用した試薬は東京化成工業 K.K. 製の E.P. 級試薬であり、購入に際してはいずれも製造時のロット番号が同一なものを求めて、品質の同一な試薬を使用した。この溶液には 0.05 N の NaOH を 20 ml 加えることにより pH を11程度で一定になるようにしている。攪拌停止後、試料を沈降させ上澄液を 200~300 ml 洗浄びんに分取する。条件付けされた試料を残余の溶液と共に浮選セルにそそぎ込み、同時に、あらかじめ分取しておいた上澄液で試料が残留しないように洗い流しながら浮選セルに全ての試料を移してしまう。浮選セルの中では試料の注入と同時に攪拌を始めて、試料の沈積を防ぐ。ついで、パルプ層の液面を浮選セルの上端まで上昇させる。このとき、試料の一部が水位調節用連通管内に入ることがある

が、これは連通管内の水の流れを注意深く制御して実験途中でパルプ中に落下しないようにする。マグネティック・スターラの回転数は 600 r. p. m. 程度で一定に調節している。窒素ガスの流量をあらかじめ約 50 cc/min に設定しておき、ガスの流入を開始して浮選を行なう。実験中にはガスの流量と圧力をそれぞれ石けん膜流量計⑦と水柱マンメータ⑧によって測定している。窒素ガスの流量調節はレシーバー③圧力調整器④ならびにニードルバルブ⑤によって行なう。

4. 解 析 法

4.1 微分形による浮選速度の表示

速度曲線を取り扱う場合、積分形として表示するよりは微分形の速度曲線として表示の方が数式的、概念的にわかりやすい。実験技術の面からいえば積分形として表示すると第4, 7, 9図にみられるように滑らかな曲線が得られやすいのに対し、微分形では第5, 8, 10図にみられるように測定の誤差が大きく表現されるので、より精密な測定技術が要求されることになる。しかしながら、現実的な実験技術として、例えば10分間の測定を行なう場合に試料採取を10分間に1回だけまとめて採取するか、それとも1分毎に10回に分割して採取するかという測定精度の問題であり、精度よく速度そのものを測定するように実験をうまく設定することによって、解析するに十分な精度で微分形の速度曲線を得ることができる。また、速度定数を求める場合に、微分形で表示されたグラフにおいては初期残留物量 (W_i) がわからなくてもグラフから速度定数を直接求められる利点があり、微分形で速度曲線を表示するということは浮選速度を解析する際の有意義な方法である。

4.2 反応次数と速度定数

浮選開始後、時間 t (min) までに排出された鉱物の積算重量 (積算歩留) を Y (g)、パルプ中に排出されずに残留している鉱物の重量を W (g)、初期残留物重量 (その条件下で最終的に浮揚されると考えられる量) を W_i (g) とすると次式がなりたつ。

$$W = W_i - Y \quad (1)$$

浮選速度 v (g/min) は次式で表わされる。

$$v = -dW/dt \quad (2)$$

また (1) 式より (2) 式は次式のように表現される。

$$v = dY/dt \quad (3)$$

気泡導入量等の浮選条件が一定に保たれると考えれば、 v は W あるいは Y の関数と考えられ、次のように表現される。

第3図 モデル的な浮選速度曲線（微分形）

- A; 0 次反応, $-dW/dt=K_0$, $K_0=0.5(\text{g/min})$
 B; 1 次反応, $-dW/dt=K_1W$, $K_1=1(\text{l/min})$
 C; 2 次反応, $-dW/dt=K_2W^2$, $K_2=10(\text{l/g} \cdot \text{min})$

$$v=-dW/dt=K_nW^n \quad (4)$$

あるいは,

$$v=dY/dt=K_n(W_i-Y)^n \quad (5)$$

ただし, K_n は定数である。

速度曲線の解析に当っては $(-dW/dt)$ と W あるいは (dY/dt) と Y の関係を実験的に求めることになる。

浮選速度式における反応次数およびその定数のもつ物理的意味は浮選機構のモデルを設定することによって定まる。ひとつのモデルとして, 1 本の速度曲線の中で, (4) あるいは (5) 式における n の値が 0, 1, 2 と変化した場合を図示すると第 3 図に示すような速度曲線が得られる。即ち, $n=0$ では切片 K_0 の横軸に平行な直線, $n=1$ では勾配 K_1 の直線, $n=2$ では曲線となる。

各反応次数に対する浮選機構として次のようなモデルが考えられる¹⁾。

i) 0 次反応は鉱粒による気泡の飽和が主要因となっている状態。

(4), (5) 式において $n=0$, 第 3 図の A の部分であり,

$$-dW/dt=K_0 \quad (6)$$

あるいは,

$$dY/dt=K_0 \quad (7)$$

このとき, K_0 の内容は次のように考えられる。一定の大きさの気泡が単位時間当り N_B (個/min) 発生している時, 1 個の泡が設定された条件の下で飽和しうる鉱物の重量を k_B (g/個) とし, フロス層の強さを表わす定

数を k_{f0} とすると K_0 は次式のように表現される。

$$K_0=k_{f0} k_B N_B \quad (8)$$

ii) 1 次反応は鉱粒と気泡の衝突が主要因となっている状態。

(4), (5) 式において $n=1$, 第 3 図の B の部分であり,

$$-dW/dt=K_1W \quad (9)$$

あるいは,

$$dY/dt=K_1(W_i-Y) \quad (10)$$

このとき, K_1 の内容は次のように考えられる。衝突, 付着の確率を考慮した 1 個の気泡の有効断面積を A^* (cm^2), 単位断面積, 単位時間当りの気泡発生数を N_B^* (個/min $\cdot\text{cm}^2$), フロス層に鉱粒が保持される確率をあらわす定数を k_{f1} とすると K_1 は次のように表わされる¹⁾。

$$K_1=k_{f1} A^* N_B^* \quad (11)$$

iii) 2 次反応は鉱粒と気泡の衝突にさらにフロスの強さの影響が加わっている状態。

(4), (5) 式において $n=2$, 第 3 図の C の部分であり,

$$-dW/dt=K_2W^2 \quad (12)$$

あるいは,

$$dY/dt=K_2(W_i-Y)^2 \quad (13)$$

このとき, K_2 の内容は次のように考えられる。フロス層において鉱粒が保持される確率がフロス層最下部まで浮揚された鉱粒の量に比例すると仮定し, その比例定数を k_{f2} とすると K_2 は次のように表わされる。

$$K_2=K_{f2}(A^* N_B^*)^2 \quad (14)$$

今, 2 次反応式においてはフロス層に鉱粒が保持される確率を単純な形に仮定したが, フロスの強さと鉱粒の量との定量的な関係を厳密に説明することは困難であり, 実際の速度曲線においては厳密に $n=2$ となるというよりは, むしろ $n>1$ の状態であると考えられる。

5. 実験結果および考察

5.1 オレイン酸ソーダ濃度を変えた場合の速度曲線

フロス層の高さを 1 cm に固定し, オレイン酸ソーダ濃度を変えた場合の速度曲線を第 4 図, 第 5 図に示す。第 4 図は積分形, 第 5 図は微分形である。第 5 図は第 4 図で接線を引くという作図法で求めたものではなくて, 1 分毎に測定された速度の測定値そのものを用いたものであり, グラフに示されている横軸に平行な多数の線は各々の区間における平均速度を示している。第 5 図における縦軸は 1 分毎に採取された鉱物の重量, 即ち浮選速度 dY/dt (g/min), 横軸は採取された鉱物の積算重量 Y (g) であり, この図は数式的には (7), (10) および (13) 式に対

第4図 オレイン酸ソーダ濃度を変えた場合の浮選速度曲線

応じていて、速度曲線の関数形を検討する上において便利である。

第4図には7種の実験結果を描いているが第5図は図が錯綜するのでそのうちの代表的な4種を示している。これらの速度曲線を第4章で述べた解析法によって検討してみると0.2 g/lの場合に顕著に認められるように、初期の段階で0次反応、ついで直線の1次反応が現われ、それ以後に曲線の1次より高次の反応が現われていると考えられる。他の濃度の場合においては曲線の部分はそれほど明瞭ではないが、直線の1次反応の部分は顕著に現われている。

測定値として得られた第5図のグラフから、それを直線または曲線の合成曲線として表現したものを第6図に示す。オレイン酸ソーダ濃度が減少するにつれて1次反応の部分の勾配（速度定数 K_1 ）は次第に大きくなっている。また、横軸に平行な0次反応の部分についてもオレイン酸ソーダ濃度が低下すると速度定数 K_0 は大きくなっている。1次より高次の曲線の部分についてはオレイン酸ソーダの濃度が低い場合に現われているが、濃度との関係は明確ではない。

第5図 オレイン酸ソーダ濃度を変えた場合の浮選速度曲線

第6図 オレイン酸ソーダ濃度を変えた場合の浮選速度曲線

0次反応と考えられる部分について速度定数 K_0 を、1次反応と考えられる部分について速度定数 K_1 (勾配) を求めて、オレイン酸ソーダ濃度との関係を第11図(A)および第12図(A)に示した。 K_0 , K_1 共にオレイン酸ソーダ濃度 0.3 g/l 以上では大きな変化はないが、0.3 g/l 以下の濃度では濃度の減少につれて急激に上昇している。オレイン酸ソーダ 0.175 g/l より低い濃度ではフロス層の崩壊が激しくて正確に測定できなかったが、0.125 g/l の場合に K_0 として 10 g/min 程の大きな値が得られた。

5.2 フロス層を高くした場合の速度曲線

オレイン酸ソーダ濃度を 0.5 g/l と一定の条件にして、フロス層の高さを 1, 6, 11, 16 cm に変化させた場合の速度曲線を第7図および第8図に示す。第8図ではフロス層 11 cm と 16 cm の場合が錯綜するので 16 cm の場合を描いている。フロス層 16 cm までは測定することができたが、フロス層をそれ以上高くするとフロス層の崩壊がひどくなり測定することができなかった。

第8図の速度曲線を見ると初期の段階において0次反応が現われ、ついで1次反応が現われていると考えられる。

第7図 フロス層を高くした場合の浮選速度曲線

第8図から作図により K_0 および K_1 を求めてフロス層の高さと K_0 および K_1 の関係を第11図(B)および第12図(B)に示す。 K_0 はフロス層が高くなると、わずかではあるが次第に小さな値となっている。 K_1 にはあまり大きな変化はみられず、フロス層を高くしても K_1 は一定と考えられる結果を示している。

5.3 MIBC を添加した場合の速度曲線

0.5 g/l のオレイン酸ソーダ水溶液に起泡剤として使用

第8図 フロス層を高くした場合の浮選速度曲線

される MIBC を添加した場合の速度曲線を第9図, 第10図に示す。この場合, フロス層は1 cm に固定している。MIBC 添加量 0, 6.5, 7.5, 8.5 ml/l の4種 の速度曲線を求めたが, 第10図には線が錯綜しないように3種だけ表示した。これらの速度曲線は明らかに初期の段階で0次反応が, それ以後に1次反応が現われていると考えられる。添加量 7.5 ml/l の場合には1次反応の後でさらに異なった曲線が現われているようであるが明確ではない。添加量 8.5 ml/l の場合には浮選速度が早くて正確な測定が困難となり, さらにそれ以上 MIBC を添加するとフロスの崩壊が激しくて測定ができなくなる。

第10図から作図により速度定数 K_0 および K_1 を求めて第11図 (C) および第12図 (C) に MIBC 添加量と

第9図 MIBC を添加した場合の浮選速度曲線

第10図 MIBC を添加した場合の浮選速度曲線

速度定数の関係を示す。MIBC の添加量が増すと K_0 , K_1 は共に急激に大きくなる。

5.4 0 次反応の速度定数 K_0 の変化に関する考察

第11図に 0 次反応と思われる部分から求めた速度定数 K_0 がオレイン酸ソーダ濃度、フロス層の高さおよび MIBC 添加量とどのような関係にあるかを示す。 K_0 はオレイン酸ソーダ濃度を増すと小さくなり、またフロス層を高くすると小さくなる。そして MIBC の添加量を増すと K_0 は大きくなる。本来なら第11図において(A) 図のオレイン酸ソーダ 0.5 g/l の点と (B) 図のフロス層の高さ 1 cm の点と (C) 図の MIBC 0 ml/l の点が同一の値を示すべきであるが (A) (B) (C) 各々、測定者、測定時期が異なったために完全に条件を一定にすることができず、その結果、差がでたものと思われる。しかし、各々の一連の実験における相対的な測定値としては十分満足できる結果が得られていると思われる。

4.2 節で述べたように K_0 の内容は (8) 式の $K_0 = k_{f0} k_B N_B$ で表わされる。一連の実験において、単位時間当りの気泡量 N_B (個/min) はほぼ一定と考えられる。 k_B は 1 個の泡が設定された条件の下で飽和しうる鉱物の重量 (g/個) であり、これは物理的には接触角と関連している。即ち、接触角が大きくなると 1 個の泡の表面に支えられる鉱物の量は増大する。

オレイン酸ソーダ濃度を増すと K_0 が小さくなっていく

ること (第11図 (A)) は他の研究で得られた、オレイン酸ソーダ濃度が或る濃度以上になると接触角が減少するという実験結果²⁾ と一致している。フロス層の高さは各濃度共 1 cm に固定しており、フロス層の強さを表わす定数 k_{f0} は一定と考えられる。従って、オレイン酸ソーダ濃度の増大と K_0 の減少の関係は接触角の減少により、1 個の泡の飽和しうる量 k_B (g/個) が小さくなっていると解釈することができる。

フロス層を高くした場合には浮選機構のモデルを次のように考えてみる。パルプ層中において 0 次反応で鉱粒に飽和された気泡はそのままフロス層を形成するが、上方へ漸次上昇する際に脱水その他の理由で気泡は一部破壊されていく。このため、破壊によって液膜から離脱した鉱粒は他のフロスが飽和されているのでフロス層中を落下していくものと考えられる。従って、フロスに実際に保持されている鉱粒の量に変化はない。フロスが破壊することによって掻き出されるフロスの量が減少するため K_0 は小さくなるが、同一フロス層高さでは 0 次反応が現われ、フロス層の高さが大となると破壊されるフロスが多くなるので K_0 が小さくなると考えられる。すなわち、 $K_0 = k_{f0} k_B N_B$ において、フロス層に入ってくる $k_B N_B$ は一定であるが、フロス層が高くなるとフロス層の破壊によって k_{f0} が小さくなると考えられる。このことは他の研究で得られた起泡性試験において、フロス層の高さが大となると起泡性が低下するという実験結果³⁾ から説明づけられる。

第11図 0 次反応の速度定数 K_0 の変化

 第12図 1次反応の速度定数 K_1 の変化

起泡剤として使用されている MIBC を添加すると 5 ml/l 以上で急激に起泡性は低下し、10 ml/l 以上でフロスの形成ができなくなるという実験結果が他の研究により得られている³⁾が、 K_0 は MIBC を添加すると大きくなっていることから、MIBC の添加の影響は1個の泡の飽和量 k_B を大きくしているのではないかと考えられる。オレイン酸ソーダ濃度変化の場合から類推すれば接触角が増大すると考えられるが、他方 MIBC の添加は表面張力を上昇させるので、これの影響も考えられる。

5.5 1次反応の速度定数 K_1 の変化に関する考察

第12図に1次反応と思われる部分から求めた速度定数 K_1 がオレイン酸ソーダ濃度、フロス層高さおよび MIBC 添加量とどのような関係にあるかを示す。オレイン酸ソーダ濃度との関係では 0.3 g/l 以上の濃度では大きな変化はないが、0.3 g/l 以下の濃度では濃度の減少と共に K_1 は次第に大きくなる。一方、フロス層の高さを変化させても K_1 は変化せずほぼ一定と考えられる。またオレイン酸ソーダ 0.5 g/l の濃度で MIBC を添加すると K_1 が急激に大きくなっている。

K_1 の内容は (II) 式の $K_1 = k_{f1} A^* N_B^*$ で表わされるが、一連の実験において N_B^* つまり単位断面積、単位時間当りの気泡発生量はほぼ一定と考えられる。 A^* は衝突、付着の確率を考慮した気泡の有効断面積であり、 A^* が大きくなるということは気泡と鉱粒がより多く気

泡に捕捉されやすくなるということを意味している。これは物理的には接触角が大きくなることと関連させて考えることができる。オレイン酸ソーダ濃度との関係において、濃度と共に K_1 が小さくなっていることは5.4節でも述べた k_B と同じく濃度と共に接触角が減少することによって、この A^* が小さくなっていると解釈することができる。

k_{f1} はフロス層まで浮揚された鉱粒がフロス層に保持されて排出される確率を表わしている。即ち、フロス層に到達した鉱粒は全部フロス層を経て排出される場合に $k_{f1}=1$ であり、 $k_{f1}=0$ の場合はフロス層に鉱粒が到達してもフロス層に保持されることができず、鉱粒は全く排出されない場合である。オレイン酸ソーダ濃度を変化させた実験においてはフロス層の高さを 1 cm に固定しているので k_{f1} は一定と考えられ、さらに起泡性実験の結果³⁾ から考えると $k_{f1}=1$ と考えられる。このような実験条件においてはパルプ層内で1次反応が進行している時にはフロス層の最上端でも1次反応がそのまま測定されていると考えられる。

フロス層の高さを高くした場合に1次反応が測定され、しかも、その速度定数 K_1 がほとんど変化せず一定であることに関しては次のように考えることができる。パルプ層とフロス層の界面で0次反応から1次反応へ変化した後のフロス層中の鉱粒保持の状態を考えると、フロスの破壊によってフロス層中を落下する鉱粒が下部の不飽和(1次反応)のフロス層に達したとき、これに捕

捉されると考えると、落下中の鉱粒は別にして、フロス層は、なお新たな飽和の状態が続くものと考えられる。落下鉱粒が不飽和フロスを飽和させる以上に存在する場合にはフロス層上部からの排出はなお0次反応として測定されることが考えられるが、余分の落下鉱粒がなくなった時点ではフロス層全体としてみると、0次反応が測定されている時点とは異なっているが、新たな飽和状態がなお維持されていると考えられる。パルプ層からは1次反応に基づき鉱粒の量が補給され、その分だけがフロス層上部から掻き出されると考えると収支はバランスする。この結果、ある時点から1次反応が表われ、しかも、その反応速度定数はパルプ内のそれと一致するものと考えられる。フロス層高さの如何にかかわらず K_1 が一定であることの説明も一応、以上の仮定のもとに成立する。第7図において各フロス高さの縦軸値の差は各時間においてフロス層中に保持されている鉱粒の量を表わしていると考えられるが、1次反応の開始後のこの値がほぼ一定になっていることは上記の仮説を裏付けているものと考えられる。

MIBC の添加の影響は前節の K_0 の考察と同じく、気泡の有効断面積 A^* を急激に増大させているのではないかと考えられる。

謝 辞

浮選速度の研究を始めてから既に久しい年月が過ぎ去った。研究の当初、熱意ある討論と有益な助言をいただき、その後も変わらぬ激励をいただいた九州大学理学部物理学教室、岡本寿夫博士に厚く御礼申し上げる。また東京大学、今泉常正教授、井上外志雄助教授の浮選速度論に関する多くの論文によって、研究に取り組むきっかけをつかみ、多くの示唆がえられたことを記し、両博士に深く敬意を表する。

参 考 文 献

- 1) 麻生欣次郎, 森 祐行: 浮選速度解析に関する一考察, 九大工学集報, V. 40, N. 5, p. 859~867 (1967)
- 2) 城戸博児, 森 祐行, 麻生欣次郎: 浮選に作用する支持力について, 日本鉱業会誌 (投稿中)
- 3) 麻生欣次郎, 森 祐行, 木村哲夫, 吉原恒一: オレイン酸ソーダ水溶液の起泡性に関する実験的研究, 浮選, No. 47, p. 6~10 (1972)