

# 硫化鉍物の浮選における陽イオンの影響

藤 井 雄 二 郎

## 1. 緒 言

硫化鉍物の浮選において陽イオンは硫化鉍物の浮遊性に顕著な影響を示すが、その影響は陽イオンの種類および濃度によって異なっている。

陽イオンは浮選鉍液中に調節剤として添加される場合のほか、鉍物から溶出して硫化鉍物の浮遊性に影響を与える場合がある。したがって、浮選法による分離回収において良好な成績をうるためには、硫化鉍物の浮遊性に対する陽イオンの影響に関する広範な知見を明らかにすることが必要である。しかし、硫化鉍物の浮遊性に対する陽イオンの影響を究明した従来の研究は主として特定の硫化鉍物に対する特定の陽イオンの影響を取扱ったものであり、各種の硫化鉍物についていろいろな陽イオンがいかなる影響を与えるかは詳細にはいまだ明らかにされていない。

本研究は捕収剤としてエチル・ザンセート・カリウムを使用したとき、各種硫化鉍物の浮遊性に対する陽イオンの影響を浮選の実際操業に比較的近い条件において、多数の陽イオンにつき、きわめて広い濃度範囲にわたって実験的に明らかにし、硫化鉍物の浮選における陽イオンの影響に関する基礎資料をうることを目的として行なうものである。

## 2. 閃亜鉛鉍の浮遊性に対する陽イオンの影響

### (1) 鉍物試料および試薬

鉍物試料には新潟県岩船郡朝日鉍山株式会社朝日鉍業所産の閃亜鉛鉍を用いた。塊鉍を中砕し、純鉍のみを手選し、さらに粉碎、ふるい分けを行ない、 $-65+100$ メッシュの粒子を準備し、浮遊率の測定試料とした。浮遊率の測定にあたり、可溶性物質およびスライムを除去するため水洗し、さらに水中に浸漬後減圧して吸着ガスを排除したのち測定に供した。

陽イオンは第1水銀、第2水銀、銀、銅、鉛、コバルト、ニッケル、カドミウム、アルミニウム、クロム、第1鉄、第2鉄、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、マンガン、亜鉛およびナトリウムイオンを用いた。これらの水溶液は各塩類を水に溶解して調製した。

捕収剤としてエチル・ザンセート・カリウムを使用し、常法により合成、精製した。ザンセート水溶液は $250\text{mg/l}$  ( $1.56 \times 10^{-3}\text{mol/l}$ )の濃度として使用した。

### (2) 測定装置および測定方法

浮遊率の測定には内径約11mmの改良ハリモンド管を使用した。

鉍物試料1.000gをとり、所要濃度の陽イオン水溶液50mlを加え20分間静置し、続いてザンセート溶液5.56mlを加え、ザンセート濃度 $1.56 \times 10^{-4}\text{mol/l}$ となし、静かに攪拌し20分間静置する。次に鉍物試料をハリモンド管に移し、一定圧力のもとで空気を送り気泡を発生させる。一定時間ごとに浮鉍を取出し、乾燥後秤量し、原鉍重量に対する浮鉍の積算重量%をもってその条件における浮遊率とした。

### (3) 浮遊率の測定結果および考察

閃亜鉛鉍の浮遊性に対する銅、第1水銀、鉛、コバルトおよびアルミニウムイオン濃度の影響を求めた結果を第1図～第5図に示す。

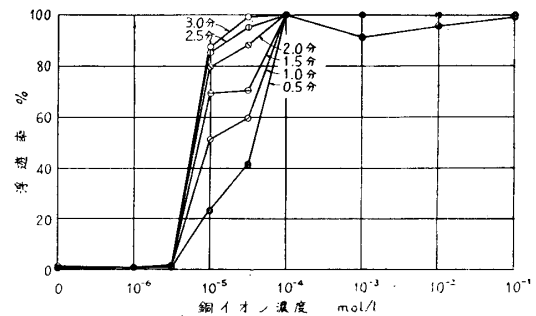
第1図において、銅イオンは $3.16 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$ 以下の濃度のとき閃亜鉛鉱の浮遊率にほとんど影響を与えない。しかし、 $3.16 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$ の濃度を越えると濃度の増加にしたがい浮遊率は顕著に増大し、 $1 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$ 以上の濃度範囲における浮遊率はいずれもきわめて高い。この濃度範囲においては、銅イオン濃度の増加に伴う浮遊率の低下は認められない。

第2図において、第1水銀イオン濃度が $1 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$ を越えると濃度の増加とともに浮遊率は顕著に上昇し、 $3.16 \times 10^{-5}$ および $1 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$ の濃度における浮遊率は100%に近い値を示す。 $1 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$ の濃度を越えれば浮遊率は急激に低下し始め、 $3.16 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$ 以上の濃度における浮遊率は0%に近い値を示す。この濃度範囲においては銅イオンの場合と異なった傾向を示している。閃亜鉛鉱の浮遊性に対し第2水銀および銀イオンは第1水銀イオンと同様な影響を与えるが、銀イオンの場合はさらに高い濃度範囲において浮遊率が上昇し特異な傾向を示す。

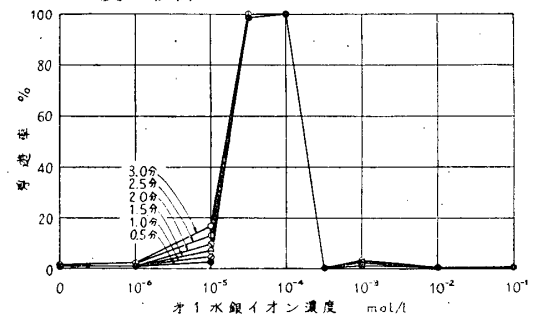
第3図において、鉛イオン濃度 $1 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ を越えると濃度の増加とともに閃亜鉛鉱の浮遊率は上昇するが、 $1 \times 10^{-2}$ および $1 \times 10^{-1} \text{ mol/l}$ の濃度における浮遊率は低下する。カドミウムイオンも閃亜鉛鉱の浮遊率を増加させる程度は少ないが、鉛イオンと同様の傾向を示す。

第4図において、コバルトイオンは $1 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ 以下の濃度のとき閃亜鉛鉱の浮遊率に影響を与えない。しかし、 $1 \times 10^{-1} \text{ mol/l}$ のきわめて高い濃度において浮遊率は上昇し、ニッケルイオンとともに他の陽イオンの場合には見られない特異な傾向を示す。

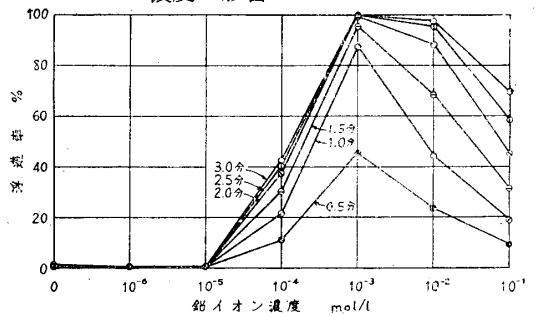
第5図において、アルミニウムイオン濃度 $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-1} \text{ mol/l}$ のきわめて広い範囲にわたり閃亜鉛鉱の浮遊率はいずれも0%に近い値を示す。クロム、第1鉄、第2鉄、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、マンガン、亜鉛およびナトリウムイオンも同様に浮遊率に影響を与えない。



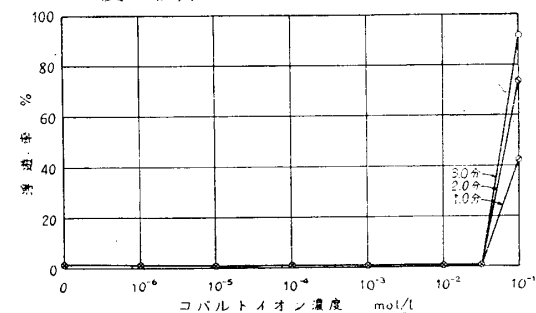
第1図 閃亜鉛鉱の浮遊性に対する銅イオン濃度の影響



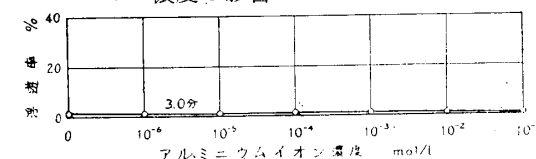
第2図 閃亜鉛鉱の浮遊性に対する第1水銀イオン濃度の影響



第3図 閃亜鉛鉱の浮遊性に対する鉛イオン濃度の影響



第4図 閃亜鉛鉱の浮遊性に対するコバルトイオン濃度の影響



第5図 閃亜鉛鉱の浮遊性に対するアルミニウムイオン濃度の影響

### 3. 方鉛鉱の浮遊性に対する陽イオンの影響

鉱物試料には岐阜県吉城郡三井金属鉱業株式会社神岡鉱業所産の方鉛鉱を用いた。試料の調製、試薬、測定装置および測定方法は閃亜鉛鉱の場合と同様である。方鉛鉱の浮遊性に対する第2水銀、カドミウムおよびクロムイオン濃度の影響を求めた結果を第6図～第8図に示す。

第6図において、第2水銀イオン濃度  $1 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$  のきわめて低い濃度から濃度の増加にしたがい方鉛鉱の浮遊率は上昇し、 $1 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$  の濃度における浮遊率は顕著に増大する。しかし、 $1 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$  の濃度を越えれば浮遊率は急激に低下し始め、 $1 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$  以上の濃度範囲における浮遊率はいずれも0%に近い値を示す。方鉛鉱の浮遊性に対し第1水銀、銀および銅イオンも同様な傾向を示す。

第7図において、カドミウムイオン濃度  $1 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$  以下の低い濃度範囲については濃度の増加にしたがい方鉛鉱の浮遊率はやや増大するが、その程度は僅少である。 $1 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$  の濃度を越えれば浮遊率は低下し始め、 $1 \times 10^{-4}$  および  $1 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$  の濃度における浮遊率はかなり低く、 $1 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$  以上の高い濃度範囲における浮遊率は0%に近い値を示す。鉛イオンもほぼ同様な傾向を示す。

コバルトおよびニッケルイオンは閃亜鉛鉱の場合と同様に比較的高い濃度範囲において方鉛鉱の浮遊率を増加せしめる。

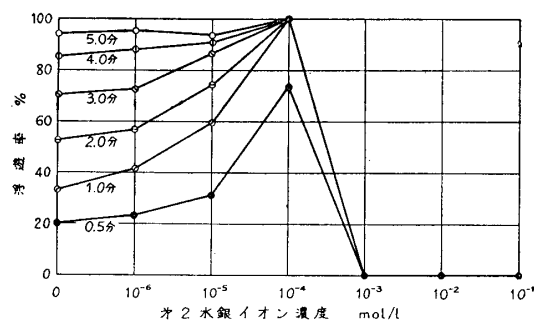
第8図において、クロムイオン濃度  $1 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$  のきわめて低い濃度から方鉛鉱の浮遊率が低下し、 $1 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$  の濃度における浮遊率は0%に近い値を示す。 $1 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$  以上の濃度範囲において再び浮遊率がやや増大するが、その程度は僅少である。アルミニウム、第1鉄および第2鉄イオンもほぼ同様な傾向を示す。

マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、マンガン、亜鉛およびナトリウムイオンはきわめて高い濃度において浮遊率をやや増大させる場合を除けば方鉛鉱の浮遊率にほとんど影響を与えない。

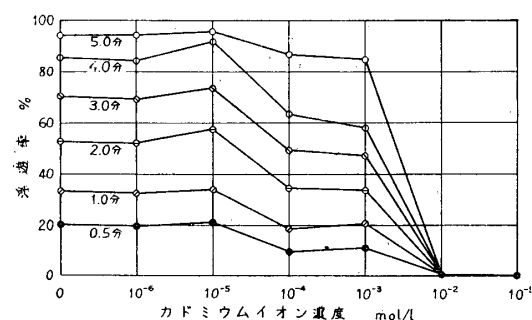
### 4. 黄鉄鉱の浮遊性に対する陽イオンの影響

鉱物試料には岡山県久米郡同和鉱業株式会社柵原鉱業所産の黄鉄鉱を用いた。

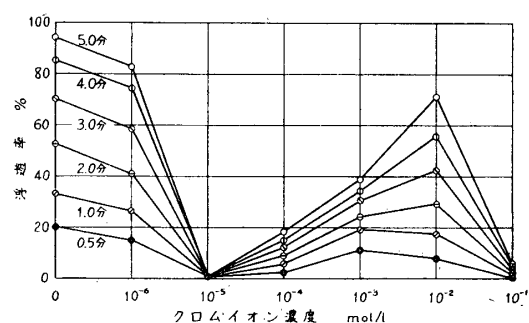
第1水銀、第2水銀、銀および銅イオンはきわめて低い濃度範囲において、濃度の増加にしたがい黄鉄鉱の浮遊率を増加せしめるが、さらに高い濃度においては浮遊率を低下せしめ、方鉛鉱



第6図 方鉛鉱の浮遊性に対する第2水銀イオン濃度の影響



第7図 方鉛鉱の浮遊性に対するカドミウムイオン濃度の影響



第8図 方鉛鉱の浮遊性に対するクロムイオン濃度の影響

の場合と同様の傾向を示す。鉛およびカドミウムイオンについても方鉛鉱の場合と同様な傾向を示した。

黄鉄鉱の浮遊性に対するニッケルイオン濃度の影響を求めた結果を第9図に示す。ニッケルイオンは $1 \times 10^{-4} \text{mol/l}$ 以下の濃度範囲において黄鉄鉱の浮遊率に大きな影響を与えない。しかし、 $1 \times 10^{-4} \text{mol/l}$ の濃度を越えると浮遊率が低下し始め、 $1 \times 10^{-3} \text{mol/l}$ 以上の濃度範囲における浮遊率は低下する。コバルトイオンも黄鉄鉱の浮遊率に対しほぼ同様な影響を与え、閃亜鉛鉱あるいは方鉛鉱の場合と異なっている。

アルミニウム、クロム、第1鉄および第2鉄イオンは濃度の増加にしたがい黄鉄鉱の浮遊率にやや複雑な変化を与える場合があるが、低い濃度から浮遊率を低下せしめ、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、マンガン、亜鉛およびナトリウムイオンは黄鉄鉱の浮遊率に特に大きい影響を与えない。

#### 5. 黄銅鉱の浮遊性に対する陽イオンの影響

鉱物試料には和歌山県東牟婁郡三菱金属鉱業株式会社妙法鉱業所産の黄銅鉱を用いた。

第1水銀および銀イオンはきわめて低い濃度範囲において黄銅鉱の浮遊率を上昇せしめるが、第2水銀および銅イオンの場合は浮遊率の上昇が認められない。さらに高い濃度において、これらのイオンは濃度の増加にしたがい浮遊率をかなり急激に低下せしめる。

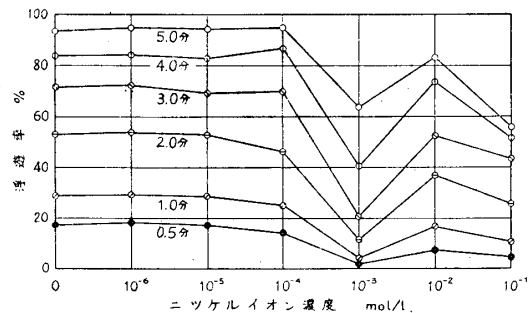
鉛、カドミウム、コバルトおよびニッケルイオンは比較的低い濃度範囲において黄銅鉱の浮遊率を若干上昇せしめる場合があるが、その程度は比較的小さく、また高い濃度範囲において浮遊率を低下せしめる。

黄銅鉱の浮遊性に対する亜鉛イオン濃度の影響を求めた結果を第10図に示す。亜鉛イオン濃度 $1 \times 10^{-6} \text{mol/l}$ を越えれば浮遊率は低下し、 $1 \times 10^{-5} \text{mol/l}$ の濃度において浮遊率はかなり低い値を示し、 $1 \times 10^{-4} \text{mol/l}$ 以上の濃度範囲においては浮遊率はさらに低い値を示す。

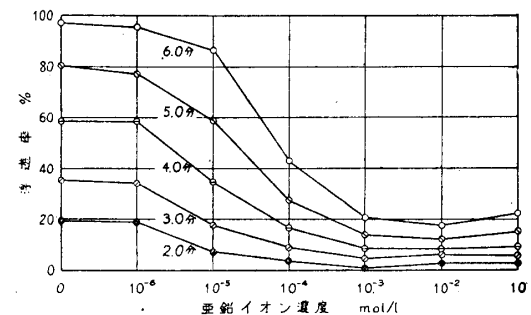
また、アルミニウム、クロム、第1鉄および第2鉄イオンは他の陽イオンと異なり低い濃度から黄銅鉱の浮遊率を低下せしめる特性を有し、濃度の増加にしたがい浮遊率をさらに低下せしめ、さらに、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、マンガンおよびナトリウムイオンは黄銅鉱の浮遊率にほとんど影響を与えない。

#### 6. 結 言

閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄鉄鉱および黄銅鉱の浮遊性に対する陽イオンの影響を浮選の実際操作に比較的近い条件において、多数の陽イオンにつき広い濃度範囲にわたり、ハリモンド管によって浮遊率を測定することにより詳細に求めた。得られた結果を要約すれば次のようである。



第9図 黄鉄鉱の浮遊性に対するニッケルイオン濃度の影響



第10図 黄銅鉱の浮遊性に対する亜鉛イオン濃度の影響

(1) 第1水銀，第2水銀および銀イオンはきわめて低い濃度範囲において濃度の増加にしたがい閃亜鉛鉱，方鉛鉱，黄鉄鉱および黄銅鉱の浮遊率を増加せしめるが，さらに高い濃度においては濃度の増加にしたがい浮遊率を低下せしめる。

銅イオンは閃亜鉛鉱，方鉛鉱および黄鉄鉱に対しては，第1水銀イオンなどの場合と同様に，きわめて低い濃度範囲において濃度の増加にしたがい浮遊率を増加せしめる。黄銅鉱に対してはこのような濃度範囲における浮遊率の増加は認められない。さらに高い濃度において濃度の増加にしたがい方鉛鉱，黄鉄鉱および黄銅鉱の浮遊率を低下せしめるが，閃亜鉛鉱についてはこのような浮遊率の低下は認められない。

(2) アルミニウム，クロム，第1鉄および第2鉄イオンは濃度の増加にしたがい方鉛鉱，黄鉄鉱および黄銅鉱の浮遊率を低下せしめる。閃亜鉛鉱についてはこのような浮遊率の低下は認められない。

(3) 鉛およびカドミウムイオンは比較的低い濃度範囲において，硫化鉱物の種類により浮遊率を若干上昇させる場合とほとんど影響を与えない場合があり，高い濃度範囲において浮遊率を低下せしめる傾向がある。コバルトおよびニッケルイオンは比較的高い濃度範囲において閃亜鉛鉱および方鉛鉱の浮遊率を増加せしめる。黄鉄鉱および黄銅鉱については高い濃度範囲において浮遊率をやや低下せしめ傾向がある。亜鉛イオンは閃亜鉛鉱，方鉛鉱および黄鉄鉱の浮遊率にほとんど影響を与えないが，黄銅鉱については濃度の増加とともに浮遊率をやや低下せしめる傾向が認められる。これらのイオンの硫化鉱物の浮遊率に対する影響は鉱物の種類により異なるが，その程度は比較的小さい。

(4) マグネシウム，カルシウム，ストロンチウム，バリウム，マンガンおよびナトリウムイオンは閃亜鉛鉱，方鉛鉱，黄鉄鉱および黄銅鉱の浮遊率にほとんど影響を与えない。