硫化鉱物の単極電位と浮遊性*

正 会 員 向 井 滋**

正 会 員 若 松 貴 英***

Relation between the Electrode Potential of Sulphide Minerals and their Floatability

Shigeru MUKAI, and Takahide WAKAMATSU

In this study, the electrode potential of sulphide minerals, pyrite and galena, were measured at first in some electrolyte solution such as KCl, NaCl, KCN, NaOH or Na₂S with varying the electrolyte concentration; and then the electrode potential and the floatability were also measured with varying pH value both in xanthate solutions and in solutions containing xanthate and KCN in order to discuss the relation between the electrode potential of sulphide minerals and their floatability.

In a solution of KCN, Na₂S or NaOH, the electrode potentials of pyrite and galena are much affected decreasingly with increasing of the electrolyte concentration. Conversely, in a solution of NaCl or KCl the increase in electrolyte concentration makes a slight change of the electrode potential. In a xanthate solution with varying pH, the electrode potential of sulphide minerals changes from the potential governed by the xanthate ion to the potential governed by hydroxyl ion at the pH value prescribed by the xanthate concentration. Also, in the xanthate solution containing potassium cyanide, it changes from the potential governed by xanthate ion to the potential governed by cyanide ion. The floatability of sulphide minerals remarkably decreases at pH value where the electrode potential changes.

From the experimental results, it was confirmed that the electrode potential of minerals relates closely with their floatability i. e. collection by xanthate and depression by alkali or cyanide.

1. 緒 言

浮遊選鉱の基礎となる界面現象の研究において、鉱物の有する電位を注目したのは相当古くから見受けられる。しかし、界面動電位からの研究が多く単極電位からの研究は少ない。

著者らは、鉱物の浮選溶液中の単極電位と浮選現象との関係に注目し、はじめに鉱物の代りに水銀を使用し水銀の単極電位と接触角を測定し、水銀の単極電位と浮遊性との間に相関関係のあることを明らかにした¹⁾。

本研究は、天然の硫化鉱物について、浮選溶液に接した硫化鉱物の単極電位と浮遊性との関係を検討しようと試みたものである。

2. 試料および測定法

鉱物試料として柵原鉱山産の黄鉄鉱および神岡鉱山産の方鉛鉱を選定した。これらの鉱物は大割された鉱石片

より割目の少ないものを選び、これをおよ15×6×3.5 mm 程度の直方体に成型し、つぎにカーボラダムを用いてガラス板上でよく研磨して表面を滑らかに仕上げ最後に純水でよく洗浄して真空乾燥を行なった。真空乾燥は測定の直前まで行なった。鉱石と導線との接続部は接触抵抗を少なくするために鉱石試片の上部約 5mm の部分に金蒸着を施こした。

単極電位の測定は第1図に示すように硫化鉱物試片を

第1図 硫化鉱物の単極電位測定装置図

* 昭和37年7月21日受理

** 工博・京都大学工学部教授 資源工学科

*** 京都大学工学部助手 資源工学科

第2図-(1) 硫化鉱物の単極電位の時間的变化

1つの電極とし他方の電極には飽和カロメル電極を用い、両極間の電位差を横河製P-1型ポテンシヨメーターを使用して測定した。測定温度は $25 \pm 0.1^\circ\text{C}$ である。

硫化鉱物の単極電位の測定において、時間の経過に従って電位の変化が認められる。電位の時間的变化の一例は第2図のようである。一般に時間とともに単極電位は上昇あるいは下降するが、ある時間経過すると一定値を示す。定常値に達する時間は系によって幾分異なるが、約1時間半後には電位の変化はほとんど認められない。この一定値になった値をもって単極電位の値とした。

溶液中の溶存ガスは単極電位の値を左右する。酸素、水素、ハロゲンガスなどは電極反応に影響を与え、特に酸素ガスは酸化還元反応に直接の影響を与える¹⁾。本実験においては、電極反応に影響のない窒素ガスにより酸素を可能な限り除去した条件において測定を行なった。

硫化鉱物によるザンセート吸着量の測定においては、純粋と考えられる鉱物を手選し、メノウ乳鉢で砕き、150~200meshの粒度のものをふるいわけ、スライムがなくなるまで水洗し、真空乾燥器で乾燥して測定に供した。試料をザンセート溶液中に浸し、溶液の初濃度および平衡濃度の差からザンセートの吸着量を求めた。水溶液のザンセート濃度は近紫外線吸収スペクトル法により測定した。なお、試料鉱物が水溶液によく接触するように、真空ポンプにより鉱物粒子に付着した空気を除き測定に供した。吸着量の測定において、鉱粒から由来する可溶性物質によるザンセートの消費や、器壁に対する吸着による誤差が考えられる。そのため純水中に鉱粒を浸し一定時間放置後、上澄液によりザンセートが消費されるか否かをあらかじめ検討した。その結果ザンセートの消費はほとんど認められなかった。溶液のpHの変化により吸着量はかなり変化する。本実験ではpH調節を行わないザンセート溶液のみの自然pH(約6.3)で測定を行なった。

硫化鉱物によるザンセート吸着量の平衡に達する時間を調べた結果は第3図に示すようである。第3図の結果はポタシウムエチルザンセートの濃度100mg/lに対するものである。第3図から、黄鉄鉱によるザンセートの吸着量はほぼ2時間の経過で一定の吸着量に達することが

第2図-(2) ザンセート溶液中における黄鉄鉱の単極電位の時間的变化

第3図
黄鉄鉱によるザンセートの吸着量の時間的变化

認められる。したがって吸着量の測定値には、3時間後の測定値を採用した。

鉱物の浮遊率の測定はCooke²⁾が用いたバブルピックアップ法により行なった。試料の粒度は35~48mesh、温度は $25 \pm 0.1^\circ\text{C}$ である。鉱粒に条件付与する時間は単極電位あるいは吸着量測定における平衡時間を考慮して約60minとした。浮遊率は与えられた濃度のザンセート水溶液のpHの調節を行わない時の鉱粒の気泡に対する付着量を100とし、これに対してpHを調節した時の鉱粒の気泡に対する付着量の比で示した。

測定に供したザンセートは研究室で合成し、常法の再結晶法により精製した。pHの調整は、アルカリ性側に対してはすべてカ性ソーダを使用した。また蒸留水は、 10^{-6}mho 以下の電導度を有する純水である。かつ無機電解質はすべて試薬特級を使用した。

3. 実験結果および考察

3.1 溶液のpHの変化と硫化鉱物の単極電位

第4図
溶液のpHの変化と硫化鉱物の単極電位

溶液の pH 値は鉄物の電位を決定する 1 つの因子である。純水に酸性ソーダを添加して pH を変化した場合の黄鉄鉱および方鉛鉱の単極電位を測定した結果は第 4 図に示すようである。第 4 図の結果から、黄鉄鉱および方鉛鉱の単極電位は pH の増加にしたがい減少し、pH と単極電位とは直線関係にあることが認められる。

3.2 電解質溶液の濃度変化と硫化鉄物の単極電位

各種の電解質水溶液中に浸漬したときの黄鉄鉱および方鉛鉱の単極電位を測定した結果は、第 5 図および第 6 図に示すようである。

第 5 図および第 6 図に示されているように、NaCl あるいは KCl 水溶液中における黄鉄鉱あるいは方鉛鉱の単極電位は、これらの電解質の濃度変化にかかわらずほとんど変化しない。しかし Na₂S 水溶液中における黄鉄鉱および方鉛鉱の単極電位は Na₂S の濃度変化とともに著しく変化する。Na₂S 水溶液は濃度の増加にしたがいかなりアルカリ性を呈するが純水の pH のみを変化した時の単極電位の変化（第 4 図参照）と比較して著しく異なっている。KCN 水溶液中の黄鉄鉱の単極電位は KCN の濃度変化とともに著しく変化する。しかし方鉛鉱の単極電位はさほどに変化しない。KCN 水溶液も濃度の増加にしたがいアルカリ性を示すが、第 4 図の結果と比較して著しく異なっている。

また NaOH 水溶液中の黄鉄鉱および方鉛鉱の単極電位は、第 4 図に示したように pH の変化により示されるが、第 5 図に示したプロットは NaOH の濃度の関数として単極電位を示したものである。第 5 図および第 6 図の結果から NaOH 水溶液中の方鉛鉱および黄鉄鉱の電

第 5 図
各種電解質溶液の濃度変化による黄鉄鉱の単極電位

第 6 図
各種電解質溶液の濃度変化による方鉛鉱の単極電位

位は NaOH の濃度変化によりかなり変化することが認められる。

以上硫化鉄物の単極電位の測定が、可能な限り脱酸素の状態で行なわれていることおよび水素イオン濃度の変化による単極電位を考慮に入れて、NaCl, KCl, KCN, Na₂S, NaOH 水溶液の単極電位と濃度との関係はそれぞれの電解質に特有の値を示すことが認められる。

3.3 ザンセート水溶液の濃度変化と硫化鉄物の単極電位

ポタシウムエチルザンセート、ポタシウムイソプロピルザンセートおよびポタシウムイソアミルザンセートの 3 種について、ザンセートの濃度を変化した時の黄鉄鉱および方鉛鉱の単極電位を測定した結果は第 7 図および第 8 図に示すようである。第 7 図および第 8 図に示されているように、ザンセートの濃度の増加にしたがい方鉛鉱および黄鉄鉱の単極電位は負の方に増加する。測定に使用した 3 種のザンセートを比較すれば、アミルザンセートの場合がもつとも負の大きな値を示すことが認められる。

3.4 ザンセートの吸着量と硫化鉄物の単極電位

方鉛鉱および黄鉄鉱について、エチルザンセートの濃度と吸着量との関係を求めた結果は第 9 図に示す。第 9 図に示されているように、方鉛鉱および黄鉄鉱によるザンセートの吸着量はザンセートの濃度が増加するにしたがい指数関数的に増加する。第 9 図に示された結果を両対数目盛により図示すれば第 10 図のようである。

ザンセートの濃度と方鉛鉱および黄鉄鉱によるザンセートの吸着量との関係は実験の結果から Freundlich の式

$$\Gamma = \kappa C_1^{1/n} \dots \dots \dots (1)$$

第 7 図
ザンセートの濃度を変化した場合の黄鉄鉱の単極電位

第 8 図
ザンセートの濃度を変化した場合の方鉛鉱の単極電位

で示される。ここに Γ は吸着量, C は平衡濃度, κ および n は定数である。(1)式について対数をとれば

$$\log \Gamma = \log \kappa + \frac{1}{n} \log C$$

$$= \eta + \xi \log C \quad \dots\dots\dots (2)$$

となる。この(2)式を両対数目盛により図示すれば、吸着量と溶液濃度とは直線関係になることを示している。

ザンセートの濃度と黄鉄鉱および方鉛鉱の単極電位との関係の実験の結果は第7図および第8図に示すようであり、(3)式で示される。

$$E = a + b \log C \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに E は単極電位, a および b は定数である。

(2) 式および(3)式から電位と吸着量との関係を求めれば(4)式のようなである。

$$E = a + b(\log \Gamma - \eta) / \xi$$

$$= a - \frac{b\eta}{\xi} + \frac{b \log \Gamma}{\xi}$$

$$= p + q \log \Gamma \quad \dots\dots\dots (4)$$

(p, q は定数)

(4) 式から、単極電位と吸着量の対数とは直線関係になる。第11図および第12図は、方鉛鉱および黄鉄鉱について単極電位の測定値とザンセートの吸着量の測定値との関係、(4) 式の関係を示したものである。

Bordeaux および Hackerman⁴⁾ は、金属鉄に対するステアリン酸の吸着と単極電位との測定から、つぎの実験式を与えている。

$$\Delta E = a + b' \log \theta \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここに ΔE は単極電位の変化, θ は表面被覆率, a' および b' は定数である。この(5)式は本実験の黄鉄鉱一

ザンセート系および方鉛鉱一ザンセート系について求めた結果と一致する。

3.5 ザンセート水溶液の pH を変化した場合の硫化鉱物の単極電位

ポタシウムエチルザンセートの濃度が10mg/l, 25mg/l および100mg/l について、それぞれの溶液の pH 値を種々変化した場合の黄鉄鉱の単極電位は第13図に示すようである。線 I はザンセートを添加しない純水の pH のみを変化した場合の黄鉄鉱の単極電位の変化を示すものである。ザンセートが10mg/l のとき、pH 値が6~8の範囲では黄鉄鉱の電位はほぼ +50mV 前後を示し、pH の変化にかかわらず一定値を示している。しかし pH 値が9より大になれば黄鉄鉱の単極電位は pH の増加とともに低下し、ザンセートを添加しない場合の単極電位、すなわち曲線 I に示されている単極電位とほぼ一致して変化する。ザンセート濃度が25mg/l, 100mg/l の水溶液においても、黄鉄鉱の単極電位は10mg/l の濃度の場合と同様な傾向を示す。

ポタシウムエチルザンセート水溶液の pH を変化した場合の方鉛鉱の単極電位の測定結果は第14図に示すようである。方鉛鉱の単極電位は黄鉄鉱により得られた結果と同様な傾向を示している。この傾向は先に報告したザンセート水溶液の pH を変化した場合の水銀の単極電位の測定結果と一致している。

以上の実験の結果から、ザンセート水溶液の pH を変化した場合の硫化鉱物の単極電位はザンセートの濃度が

第9図 エチルザンセートの硫化鉄鉱物に対する吸着等温線

第10図 エチルザンセートの硫化鉛鉱物に対する吸着等温線

第11図 黄鉄鉱の単極電位とエチルザンセートの吸着量との関係

第12図 方鉛鉱の単極電位とエチルザンセートの吸着量との関係

第13図 ポタシウムエチルザンセート(KEX)
水溶液の pH を変化した場合の黄鉄鉱
の単極電位

第14図 ポタシウムエチルザンセート(KEX)
水溶液の pH を変化した場合の方鉛鉱
の単極電位

稀薄な場合は比較的低い pH 値において pH の影響を受け、ザンセート濃度が太なる場合は高い pH 値において pH の影響を受けることが認められる。

3.6 ザンセート水溶液中における硫化鉱物の臨界浮遊条件

ポタシウムエチルザンセートを使用した時の黄鉄鉱の浮遊率を測定した結果は第15図のようである。第15図の測定結果から、ポタシウムエチルザンセートの濃度が10 mg/l のときは pH 値が約 9, 25mg/l のときは pH 値が約 10, 100mg/l のときは pH 値が約 11から浮遊率が顕著に低下する。

単極電位の測定値を示した第13図と浮遊率の測定値を示した第15図とを比較対照すれば、黄鉄鉱の単極電位は溶液の pH 値がある一定の値を越えて大になれば、ザンセートイオンに基づくと考えられるほぼ一定の単極電位から pH の変化に基づくと考えられる電位に変化し、pH の増加とともに単極電位が変化し始める pH 値付近で黄鉄鉱の浮遊率も低下し始めることが認められる。

ポタシウムエチルザンセート水溶液について、pH を変化した時の方鉛鉱の浮遊率の測定結果は第16図に示すようである。第16図と第14図とを比較すれば方鉛鉱の単極電位と浮遊性との関係は黄鉄鉱により得られた結果と同様の傾向を示していることが認められる。この傾向は水銀についての実験の結果と一致する。

第15図 ポタシウムエチルザンセート(KEX)
水溶液の pH を変化した場合の黄鉄鉱
の浮遊率

第16図 ポタシウムエチルザンセート(KEX)
水溶液の pH を変化した場合の方鉛鉱の
浮遊率

以上のことから、pH の変化により黄鉄鉱および方鉛鉱の抑制と硫化鉱物の単極電位の変化とが一致することが明らかである。

ポタシウムエチルザンセート水溶液の pH を変化した時の黄鉄鉱および方鉛鉱の単極電位および浮遊率の測定結果から臨界曲線を求めれば、第17図および第18図のようである。ただし、単極電位の測定結果から求めた臨界曲線はザンセートイオンに基づくと考えられる電位が pH の変化に基づくと考えられる電位に変わり始める点をプロットしたものであり、一方浮遊率の測定結果から求めた臨界曲線は、pH の変化により浮遊率が低下し始める点をプロットしたものである。第17図および第18図から単極電位と浮遊率から求めた両臨界曲線はきわめてよく一致することが認められる。

ザンセート無添加で pH のみを変化した場合の黄鉄鉱あるいは方鉛鉱の単極電位は第4図に示されるように pH 値と直線関係にある。したがって、電位 E は(6)式で示される。

$$E = b_1(\text{pH}) + a_1 \dots \dots \dots (6)$$

ここに a_1, b_1 は定数である。

第17図

ポタシウムエチルザンセートを使用した場合の黄鉄鉱の臨界浮遊曲線

第18図

ポタシウムエチルザンセートを使用した場合の方鉛鉱の臨界浮遊曲線

一方、ザンセートの濃度変化による黄鉄鉱あるいは方鉛鉱の単極電位は先に示したように (7) 式で示される。

$$E = a + b \log [X^-] \quad \dots\dots\dots (7)$$

ここに $[X^-]$ はザンセートイオンの濃度を示す。いま、第17図あるいは第18図に示された臨界曲線を、pH の変化に基づく単極電位とザンセートの濃度変化に基づく単極電位が相等しい点を考えれば、(6) および (7) 式から

$$b_1(\text{pH}) + a_1 = a + b \log [X^-] \quad \dots\dots\dots (8)$$

(8) 式の関係を $[\text{OH}^-]$ で表わせば、水の解離定数 K_w を用い、

$$\log \frac{[X^-]}{[\text{OH}^-]^{b_1/b}} = \frac{a_1 - a - b_1 \log K_w}{b} = \text{const. (一定)}$$

したがって、 $[X^-]/[\text{OH}^-]^m = \text{const.} \quad \dots\dots\dots (9)$

ただし、 $m = b_1/b$ を表わす。さらに $b_1 = b$ の場合は、 $m = 1$ となり Barsky の関係と一致する。

以上の実験の結果から、鉱液の pH の変化による硫化鉱物の浮遊性の変化は、ザンセート濃度によつて規制されるある一定の pH 値以下においては硫化鉱物表面にザンセートイオンが優先的に吸着し、その pH 値以上においては水酸イオンが硫化鉱物に優先的に吸着するいわゆる競争吸着の結果に基づくものであると考えられる。

第19図 種々の KCN 濃度の水溶液における pH の変化による黄鉄鉱の単極電位

第20図 種々の KCN 濃度の水溶液における pH の変化による方鉛鉱の単極電位

3.7 ザンセートとシアンイオンとが共存する場合の硫化鉱物の単極電位

黄鉄鉱を用い、種々の KCN 濃度の溶液について、pH を変化した場合の硫化鉱物の単極電位を求めた結果は第19図のようである。第19図において線 I は KCN 無添加で、pH のみを変化した場合の黄鉄鉱の単極電位である。黄鉄鉱の単極電位は KCN 濃度の増加ならびに pH の増加にしたがい、より負の値をとる。すなわち、pH 値が約 9.5 に達するまでは pH の増加にしたがい黄鉄鉱の単極電位は著しく負の方向に増加するが、pH 値が 10 以上になれば黄鉄鉱の単極電位は pH の増加にかかわらずほぼ一定の値を示す。さらに、pH が高くなると黄鉄鉱の単極電位は pH の変化に依存する電位すなわち線 I の電位を示す。

KCN の稀薄水溶液において HCN は H^+ と CN^- と解離平衡を保つ。

$$\text{ここに } \frac{[\text{H}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]} = k (4.7 \times 10^{-10}) \quad \dots\dots\dots (11)$$

したがって溶液中に KCN を $C \text{ mol/l}$ 添加するとすれば

$$C = [\text{CN}^-] + [\text{HCN}] \quad \dots\dots\dots (12)$$

(10), (11) および (12) 式より

$$[\text{CN}^-] = \frac{kC}{[\text{H}^+] + k} = C \left\{ 1 + \frac{[\text{H}^+]}{k} \right\} \dots\dots\dots (13)$$

(13) 式から KCN の添加濃度 C が一定の場合は pH の変化により溶液中の $[\text{CN}^-]$ は変化する。すなわち pH 値が pK よりも小なる pH 領域では $[\text{CN}^-]$ は pH により著しく変化する。一方、 $[\text{H}^+]$ が k に比して小なる場合、すなわち pH 値が pK よりも大で $[\text{H}^+]$ が k の値に比して無視できる pH 領域では $[\text{CN}^-]$ は pH の変化にかかわらず一定の値を示す。第19図に示された黄鉄鉱の単極電位の変化は、上記の pH の変化による $[\text{CN}^-]$ の変化と一致して顕著に変化する。一方、pH の変化にかかわらず $[\text{CN}^-]$ の変化しない領域においては電位は一定値を示し、KCN 水溶液中の黄鉄鉱の単極電位は $[\text{CN}^-]$ と密接な関係にあることが認められる。

第20図は種々の KCN 濃度の溶液について、pH を変化した場合の方鉛鉱の単極電位を求めた結果である。第20図から方鉛鉱の単極電位は、pH 値が約9より大なる水溶液においては KCN の濃度に依存せず、KCN 無添加で pH のみを変化した場合の電位とほぼ同じ値を示す。このように黄鉄鉱の場合と方鉛鉱の場合とは、KCN 水溶液中における単極電位の pH による変化の傾向は全く異なつた傾向を示す。

第21図 ポタシウムエチルザンセート、シアン化カリウムの共存する水溶液中における黄鉄鉱の単極電位 (I, II, III, IV, V の曲線は第19図に示したもの)

第22図 ポタシウムエチルザンセート、シアン化カリウムの共存する水溶液中における方鉛鉱の単極電位

第23図
ポタシウムエチルザンセートおよびシアン化カリウムの共存する水溶液中における黄鉄鉱の浮遊率

第24図
単極電位の測定結果より求めた黄鉄鉱および方鉛鉱の臨界浮遊曲線

ポタシウムエチルザンセートおよび KCN の共存する水溶液中における黄鉄鉱の単極電位を測定した結果は第21図に、方鉛鉱についての測定結果は第22図に示すようである。第21図より黄鉄鉱の電位はザンセート濃度 25mg/l KCN 濃度 10mg/l を含む水溶液中では pH 値約8.5；ザンセート濃度 25mg/l, KCN 濃度 100mg/l を含む水溶液中では pH 値約8まではザンセートイオンに基づくと考えられる電位を示し(第7図参照), それ以上の pH 領域ではシアンイオンに基づくと考えられる電位に変化する。さらに pH 値がきわめて高くなると水酸イオンに基づくと考えられる電位に変化することが認められる。第22図より方鉛鉱の単極電位はザンセート濃度25mg/l, KCN 濃度 25mg/l の水溶液, およびザンセート濃度100 mg/l, KCN 濃度 100mg/l の水溶液いずれにおいても, pH の増加にしたがいザンセートイオンに基づくと考えられる電位から水酸イオンに基づくと考えられる電位に変化し, このような溶液条件ではシアンイオンの共存による電位の変化は認められない。

つぎに、ポタシウムエチルザンセートおよび KCN の共存する水溶液中における黄鉄鉱の浮遊性を検討した結果は第23図に示すようである。同じ溶液条件における黄鉄鉱の単極電位を測定した結果(第21図)と対比すれば、ザンセートイオンに基づくと考えられる電位からシアンイオンに基づくと考えられる電位に変化する pH 値付近で黄鉄鉱の浮遊性も顕著に減少することが認められる。

このように黄鉄鉱の単極電位と浮遊性とがきわめてよく相関することから、ザンセートイオンに基づくと考えられる電位とシアンイオンに基づくと考えられる電位とが相等しい点をもつて臨界浮遊点とみなし、単極電位の

測定結果より黄鉄鉱の臨界曲線を求めた結果は第24図のようである。なお第24図には単極電位から求めた方鉛鉱の臨界曲線をも併記した。

この結果は、従来より接触角の測定あるいは実際の浮選試験などから得られた臨界浮遊曲線ときわめてよく一致する。

以上のことから、ザンセート水溶液、ザンセート・KCN 水溶液の pH を変化した場合の黄鉄鉱および方鉛鉱の単極電位と浮遊率との間には密接な相関関係の存在することが明らかである。

4. 結 言

電解質水溶液、ザンセート水溶液、ザンセート水溶液の pH を変化した場合、さらにザンセートおよび KCN の共存する水溶液の pH を変化した場合について、それらの水溶液に浸漬した黄鉄鉱および方鉛鉱の単極電位を測定し、単極電位と浮遊性との関係を検討してつぎのような結果を得た。

(1) 浮遊選鉱において抑制剤として用いられる KCN、 Na_2S 、 NaOH などの電解質については、濃度の変化とともに黄鉄鉱および方鉛鉱の単極電位は顕著に変化する。しかし、 NaCl あるいは KCl などの電解質については濃度の変化にかかわらず単極電位は顕著な変化を示さない。

(2) ザンセート水溶液に浸漬した方鉛鉱および黄鉄鉱の単極電位はザンセートの濃度の変化とともに著しく変化し、電位 (E) とザンセート濃度 (C) との関係は $E = a + b \log C$ で表わされる。一方これらの鉱物によるザンセートの吸着量を測定した結果、吸着量 (Γ) とザンセート濃度との間には Freundlich の関係 $\log \Gamma = \eta + \xi \log C$ が成立する。したがって硫化鉱物の単極電位と吸着量との間には $E = p + q \log \Gamma$ なる関係が認められる。

(3) ザンセート水溶液の pH を変化した場合の硫化鉱物の単極電位は、ザンセートの濃度が稀薄な場合は低い pH 値から、ザンセート濃度が高い場合は高い pH 値から、pH の変化による影響を受け、単極電位が変化する pH 値で鉱物の浮遊性も変化する。

(4) 浮遊臨界条件を単極電位測定結果より求めれば、一般に浮遊率測定から従来認められている関係

$$[X^-]/[\text{OH}^-]^m = \text{一定}$$

が成立する。

(5) ザンセートイオン、シアニイオンおよび水酸イオンが共存する水溶液中における黄鉄鉱の単極電位を pH を変化して測定した結果、黄鉄鉱の単極電位は中性付近の pH 領域ではザンセートイオンが単独に存在する場合の電位を示し、さらに pH 値が高い場合はシアニイオンが単独に存在する場合の電位を示し、pH 値がかなり高い溶液中では水酸イオンが単独に存在する場合の電位を示して変化する。

また、ザンセート、KCN および水酸イオンの共存する水溶液中における黄鉄鉱の浮遊率を測定した結果、黄鉄鉱の浮遊性はザンセートイオンに基づくと考えられる電位からシアニイオンに基づくと考えられる電位に変化する pH 値付近で顕著に減少することを確認、3 者の共存する水溶液中においても黄鉄鉱の単極電位は浮遊性とよく相関する。

一方、ザンセート、KCN および水酸イオンの共存する水溶液中に浸漬した方鉛鉱の単極電位は、黄鉄鉱の場合と異なり、pH 値が約 9 より大なる水溶液においては、KCN の濃度に依存せずこの系についても鉱物の単極電位と浮遊性との間に密接な相関性のあることが認められる。

以上、浮選溶液に浸漬した黄鉄鉱および方鉛鉱の単極電位と浮遊性とは極めてよく相関することを確かめ、ザンセートによる捕収、ならびにシアニイオンあるいは水酸イオンによる抑制はそれらのイオンのいずれかが与えられた溶液条件にしたがつて鉱物界面と優先的に吸着する結果に基づいておこなうことを考察した。

参 考 文 献

- 1) 向井滋・若松貴美：日本鉱業会誌（昭和36年2月）77巻，872号，p.101
- 2) 武井武：実験電気化学（昭和30年）丸善，p.215
- 3) R. B. Cooke：Min. Eng., Vol. 1, p. 306 (1949)
- 4) J. J. Bordeaux, N. Hackerman：J. Phys. Chem., Vol. 61, p. 1323, (1957)

×

×

×