【169】

氏　名	廣　野　修　一　郎（ひろ　の　しゅう　いち　ろう）
学位の種類	工　学　博　士
学位記番号	工　博　第　65　号
学位授与の日付	昭和39年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第項1該当
研究科・専攻	工学研究科鉱山学専攻
学位論文題目	**微量成分による硫化鉱物鉱床の研究**
論文調査委員	（主査）教授 瀧本　清　教授 吉住永三郎　教授 平松良雄　教授 向井　滋

論　文　内　容　の　要　旨

本論文は，硫化鉱物中に含有される微量成分の配分挙動を明らかにして，鉱床の生成機構や成因の推定に用いうる一つの指標を与えようとしたもので，緒言，結言を含めて5章からなっている。

第1章は緒言であって，従来の研究結果を総括的に批判し，著者がおこなった研究の目的および方針について述べている。すなわち従来硫化鉱物中に含有されている微量元素に関する分光分析的資料はかなりあるが，それらは定性的ないし半定量的なものが多く，その大部分が希元素の検出やそれらの鉱物資源の確保を主目的としたものであり，試料鉱物の生成条件や地質的履歴についてはほとんどふれていない点を指摘している。したがって，鉱床学の研究に微量成分を利用するためには，まず結晶化学や地球化学的立場から微量成分に関する知識を深め，その鉱床学的意義を把握することが先決であることを述べ，これまでに成因の解明されている各種型式の鉱床から生成条件や地質的履歴の確認されている多数の単体試料を採取し，これらについて精度の高い分析方法によって系統的な研究がなされるべきであると論じている。

第2章では研究試料を採取した各鉱山の地質鉱床および試料の産状・生成条件などについて詳述している。上述したように，この種の研究では研究試料の選択や採取の方法が最も重要な意味をもっている。著者はこのために，埼玉県秩父鉱山，長崎県対州鉱山，福井県中竜鉱山および栃木県足尾鉱山の4鉱山を選択し，おのおのから目的にかなった適当な試料を水平および垂直に分布する多数の地点において採取している。

秩父鉱山の鉱床は高熱交代作用によって生成した接触交代鉱床に属し，各種のスカルン鉱物をはじめ，磁鉄鉱・黄鉄鉱・磁硫鉄鉱・閃亜鉛鉱・硫砒鉄鉱・方鉛鉱などを主要鉱物とする。鉱物の共生関係ならびに産状，鉱石の組織などから判断して，本鉱山では鉱体の上部から下部に向って低温型―中温型―高温型の順序で各種温度型の鉱床が顕著な累帯配列を示しているのが認められる。

対州鉱山の鉱床は中温熱水性の鉱脈鉱床に属する。本鉱山においては，鉱床の上部から下部に向かって次に示すような特徴ある組合せの帯状分布が認められる。すなわち，少量の方鉛鉱・閃亜鉛鉱を伴なう方

解石帯—方鉛鉱・閃亜鉛鉱を主とし少量の方解石・磁硫鉄鉱を伴なう鉛・亜鉛帯—磁硫鉄鉱を主とし少量の閃亜鉛鉱・黄銅鉱・硫砒鉄鉱を伴なう磁硫鉄鉱帯—石英を主とし少量の黄銅鉱・硫砒鉄鉱・磁硫鉄鉱を伴なう石英帯が順序よく配列しており，鉱物の共生関係からすれば下部ほど高温生成の傾向を示している。

中竜鉱山の鉱床は上記の秩父鉱山と同じく高熱交代作用によって生成した接触交代鉱床に属する。本鉱床ではスカルン鉱物の産状に著しい特徴があり，不毛の結晶質石灰岩帯から中心の鉱化帯に向って，珪灰石・透輝石帯—透輝石・ザクロ石帯—灰鉄輝石帯が順序よく配列している。鉱石鉱物は磁鉄鉱・磁硫鉄鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱などが主で，上記のスカルン帯をそれぞれ交代して塊状または鉱染状に生成している。

足尾鉱山の鉱床は浅所生成の高温熱水性鉱床に属し，いわゆるゼノサーマル型鉱床の典型的なものである。鉱床は大別して鉱脈鉱床，塊状の交代鉱床（河鹿鉱床）および鉱染状鉱床からなり，黄銅鉱・黄鉄鉱を主とし，少量の閃亜鉛鉱・磁硫鉄鉱・方鉛鉱などを随伴する。

以上からもわかるように，これらの鉱石試料は同一の鉱床から産出するものでも，それらの生成条件によって，それぞれ著しい特徴と差違とを示すものである。

第3章では鉱石中の微量成分の検出・定量・鉱物の合成・加熱実験および格子常数の測定などの諸方法について詳述している。分析方法のうち，著者がおもに利用したX線螢光分析法については，従来は本法を鉱石の分析に用いた例が少なく，他の方法ほどには一般化していないので，螢光X線強度におよぼす共存元素の吸収・励起効果や試料の粒度の影響などを基礎実験によって検討し，定量のための分析曲線を作製している。とくに閃亜鉛鉱中の FeS 分の定量に関しては，試料中に他鉱物が不純物として夾雑してくるのを防ぐために，ごく少量（約1 mg）の試料で高い精度の分析が可能な方法を考案してこれを用いている。

鉱物の単位格子恒数（Å）の測定には，X線回折法により SiO_2 や Si をそれぞれ内部標準，外部標準物質として使用して，その値を精密に測定している。

著者はまた，クレラッドの ZnS—Geothermometer が天然の閃亜鉛鉱にも適用できるかどうかを再検討するためにつぎのような実験を行なっている。すなわち，まず，FeS を合成し，ついで天然の閃亜鉛鉱中にこの FeS を固溶体として添加するための加熱実験およびその加熱実験から得られた固溶体（Zn, Fe）S について，単位格子恒数（Å）の測定ならびに FeS 分の定量を著者が考案した方法を用いておこなっている。

第4章では，上記の実験から得られた硫化鉱物中の微量成分の挙動とそれらの鉱床学的意義について考察している。

まず，鉱物中における微量成分の存在状態およびこれらが鉱物の単位格子恒数の値（Å）におよぼす影響について考察し，ついで微量成分の配分と鉱床の温度型，鉱床の形成された深さ，鉱物の生成温度（共生関係ならびにクレラッドの ZnS—Geothermometer から直接または間接に求めた）などとの関係，さらに一つの鉱物中における各種の微量成分相互の配分関係などを，スピアマンの順位差法によって相関係数で示し，それぞれの場合の意義について論じている。

まず，鉱物中における各種の微量成分の存在状態ならびに鉱物の単位格子恒数（Å）の値におよぼす影

響については，著者はそれぞれの成分元素を，たとえば，溶離体のような形で宿主鉱物中に包有されている微小な独立鉱物の主成分または副成分として含有されているものと，いわゆる類質同像的置換などによる成分として存在するものとに大別し，これらのうちで鉱物の単位格子恒数（Å）の値に影響をおよぼす微量成分は，閃亜鉛鉱中にあっては FeS，MnS，CdS，黄鉄鉱中にあっては Co および As など，いずれも固溶体の形で含有されているものであることを多数の実験結果から明らかにしている。

つぎに，鉱物中の微量成分の配分と各種の地質条件との関連性については，たとえば，黄鉄鉱においては， As 成分は鉱床の深さ，鉱床の温度型および鉱物の生成温度とはいずれも負の相関関係を有するのに対して，Co 成分および Co 対 Ni の成分比はともに上記の3者とは正の相関関係を有することを示している。閃亜鉛鉱においては，Mn 成分は鉱床の深さ，鉱床の温度型および鉱物の生成温度の3者とはすべて負の相関関係を有することを示している。磁硫鉄鉱においては， As 成分は鉱床の深さおよび鉱物の生成温度とはいずれも負の相関関係にあり， Co 対 Ni の成分比は逆にこれらの2者とは正の相関関係を有することを示している。以上のことは，これを総括的にみれば，硫化鉱物の生成温度と鉱床の深さとは，微量成分の配分挙動の観点からすれば全く同一の相関関係にあることとなり，少なくとも本研究の試料を採取した上記の諸鉱床のように火成活動に関連して生成したものでは，鉱床の形成された深さが深いほどその生成温度が高かったことを示唆しており，鉱床学的には，きわめて重要な資料を提供している。

第5章は結論であって，鉱物中の微量成分の配分挙動は鉱床学的に重要な意味を有するものであり，適当な方法によるならば鉱床の成因を考究するための有力な指標となりうることを強調している。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

鉱床中における鉱物の生成条件とくにその生成温度を知ることは，鉱床の生成機構を明らかにしその成因を究明するうえにきわめて有力な手段であって，これに対して従来からいろいろな方法が行なわれてきたが，いずれも一長一短があり，また適用範囲が限られている。たとえば，鉱物の共生関係や組織などから相対的に生成条件を推定する方法は，鉱物の種類が少なくてそれらの共生関係や組織が簡単である場合には利用できないし，鉱物中のガスまたは液体包有物によるデクレピテーション法は一般に硫化鉱物のような不透明な鉱物には適用できない。また最近クレラッドによって提案された ZnS—Geothermometer は，閃亜鉛鉱が磁硫鉄鉱と緊密に共生する場合（すなわち， FeS によって飽和されている状態）でなければ生成温度計とはなりえないものである。

本研究は上記のような事情に鑑み，とくに硫化物に適した地質温度計を得るために計画・実施されたものである。すなわち，著者は従来からその存在は認められていたが，鉱床の成因論的見地からはほとんどかえりみられていなかった鉱物中の微量成分をとりあげ，宿主硫化鉱物中に配分される微量成分の挙動と鉱物の生成条件との相関関係を統計的に明らかにし，これらのあるもの，とくに固溶体の形で含有されている微量成分のなかには鉱物の生成環境と密接な関係を示すものがあることを見出し，その配分の変化を一つの指標として，目的の鉱物がその変化のどの位置にあるかを実験的に定めることによって，鉱物の生成環境を推定し，究極的には鉱床の生成機構を解明し，その成因を究明するための一手段にしようと試みて，かなりの成功を収めたものである。この研究は微量成分の地球化学的研究分野の発展に貢献し，鉱床

の探査や鉱体内における富鉱部のプランヂ方向の推定などの実際面にも利用できる地質鉱床学的指標を与えたものであって，学術上，工業上寄与するところが少なくないと考える。よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。