

内3-28

早稲田大学大学院理工学研究科

博士論文概要

論文題目

兵庫県明延鉱山およびその周辺地域の
錫～多金属鉱化作用
～B副族元素の自然界における挙動～

申請者

古里子 正純

MASANORI FURUNO

資源および材料工学専攻
資源科学研究

平成3年12月

<博士論文概要>

地球上には様々なタイプの鉱床が存在する。また、これらの鉱床を構成する有用金属元素の濃集過程は多岐にわたり、自然界(マグマや熱水溶液中)における元素の複雑な挙動について明らかにされたのは、まだその一部に過ぎない。明延鉱床およびその周辺地域は、Ag, Cu, Zn, In, Snなどの周期表におけるB副族元素を主体とする多種の金属元素が濃集する鉱床が分布し、B副族元素の地球化学的諸性質を明らかにするのに極めて適していると考えられる。

著者は、B副族元素を主体とする金属元素の热水溶液中の挙動を明らかにすることを目的として、鉱床胚胎母岩である舞鶴層群の地質調査を行うとともに、鉱床の性状や多金属帯と金銀帯の分布調査、顕微鏡観察並びにEPMA分析による鉱石タイプおよびB副族元素を主要成分とする鉱物の産状と化学組成に関する研究を進めてきた。その結果、多金属鉱脈と金銀鉱脈とが一連の鉱化作用により形成された可能性が高いことを指摘し、錫-多金属鉱化作用の特徴やB副族元素の濃集メカニズム、鉱化作用の重複現象などが明らかにされた。この論文は明延鉱山およびその周辺地域の錫-多金属鉱化作用に関する研究結果を取りまとめたもので、8章から構成される。

第1章は“緒言”で、本研究の目的と意義、およびこの論文の各章ごとの概要が記載されている。

第2章は、明延鉱山およびその周辺地域の西南日本内帶における地質学的位置および環境を明確にするために、この地域が所属する「舞鶴帯」の地質概要を述べたものである。「舞鶴帯」は福井県の西端からはじまり、近畿地方北部を経て中国地方まで幅10~20kmの細長い地帯であり、これを構成する地層と岩石は、中～上部二疊系(舞鶴層群)、下～中部三疊系、上部三疊系および夜久野岩類である。「舞鶴帯」の二疊系と三疊系は舞鶴層群下部層の塩基性火山岩類を除くと、ほとんどが陸源の碎屑性堆積岩類からなる地層で、砂岩や礫岩が多く、陸棚性堆積物であることを示唆している。夜久野岩類は超塩基性～塩基性～酸性にわたる火成岩および変成岩を含む複合岩体であるが、最近は舞鶴層群の岩石類と一連のオフィオリティック層序をなすものはH-MORBの化学組成を示すのに対し、中部層の塩基性火山岩類に伴うものは塩基性から酸性にまたがる広い岩相を有し、化学組成は島弧的性質を示す。以上のことから明延鉱山およびその周辺地域の中～上部二疊系舞鶴帯の岩石類は、火山弧における一連の地質作用により形成されたと考えることができる。生野層群および貫入岩脈類は、島弧に典型的なカルクアルカリ岩系列の性質を示し、その火成活動は本地域の主鉱化作用をもたらしたものと推定される。

第4章は、明延鉱山およびその周辺地域に分布する鉱床の概要を述べたものである。本地域の鉱床はPb-Zn-Cu-Sn-Wを主とする多金属鉱脈とAu-Agを主とする金銀鉱脈とに大別される。多金属鉱脈は、明延鉱床を中心として多金属帯を形成し、その南側にはこれを取り囲むようにして西の大身谷鉱床と東の神子畠鉱床を含む金銀帯が発達する。明延鉱床と神子畠鉱床の間の多金属帯～金銀帯境界部には、鉱石鉱物の組合せの上で両帶の中間的な性質を有する漸移帶が存在する。また、多金属鉱脈が舞鶴層群の塩基性火山岩類中に富鉱部を形成するのに対して、金銀鉱脈は主として同層群中の泥質岩あるいは夜久野岩類の変斑れい岩・変閃岩中に胚胎する。多金属鉱脈、金銀鉱脈ともにNW-SB～WNW-ENE系が最も優勢で、ほぼ同じ应力場において形成されたと考えられる。さらに多金属鉱脈の胚胎母岩である舞鶴層群中には、これらと同生の塊状硫化物鉱床が賦存し(ABE and SEKIN E, 1963)、後期鉱化作用(白亜紀～古第三紀)によって形成された鉱脈の多金属性の一部を規制しているものと思われる。

第5章は、本地域の鉱床から産する鉱石を生成順序および鉱石鉱物の組合せから分類し、各々について記載した。鉱石は多金属鉱脈産のもの(A型)と金銀鉱脈産のもの(B型)に大別した。前者のうち早期生成で脈石に乏しく、多量の閃亜鉛鉱と黄銅鉱からなり、母岩の綠泥石化作用で特徴づけられる鉱脈をA-1型(Cu-

Zn脈), 晩期生成で石英を主成分とし, Sn-Wの鉱化の顯著な鉱脈をA-2型(Sn-W脈)とした。後者の金銀鉱脈も鉱物組合せの違いから、舞鶴層群の泥質岩を母岩とするB-1型(大身谷型)と、変班れい岩中に胚胎するB-2型(神子畑型)に細分した。また、多金属帶と金銀帶の間には、鉱石鉱物の組合せの上で両帶の中間的な性質を有する漸移帶が発達することから、この鉱脈産の鉱石をAB型とした。

第6章は、Cu, Zn, Ag, In, SnなどのB副族元素で構成されるいくつかの鉱石鉱物の産状と化学組成について述べたものである。本地域においては鉱脈群および単位鉱脈オーダーで、水平的・垂直的帯状分布が明らかにされており(阿部, 1963; 池田, 1970), 大局的にはNB-SW系断層とNW-SE鉱脈裂隙との交差部を中心として、中心から外側へ、下部から上部へ向かって、Sn-W帶→Cu-Sn帶→Cu-Zn帶→Pb-Zn帶なる帯状分布が認められる(中村ほか, 1976)。本研究においては新たに、(1) 多金属鉱脈の深部ではSiやFeを多量に含有する錫石や本邦稀産のInを主成分とするインジウム銅鉱などが特徴的に産しているのに対し、多金属鉱脈の浅部ないし周縁部ではAsを主成分とする金銀鉱物が多いこと、(2) 漸移帶の鉱脈から産する四面銅鉱は、多金属鉱脈と金銀鉱脈から産する四面銅鉱の中間的化学組成を有すること、(3) 多金属鉱化作用後期(Cu-)Sn-W期に形成の鉱脈と金銀帶および漸移帶の鉱脈中では、とともにピアース鉱系鉱物と含銅輝銀鉱が銀鉱物の主体をなすことが判明した。したがって、多金属鉱脈と金銀鉱脈とは一連の鉱化作用により形成された可能性が高く、とくに(Cu-)Sn-W期の多金属鉱脈とその走向方向の延長部にある神子畑鉱床の金銀鉱脈とは密接な関係があることが明らかとなった。

第7章では、前述の各章の記載に基づいて元素の濃集過程を討論した。明延鉱床およびその周辺地域の多金属鉱脈と金銀鉱脈とは一連の鉱化作用により形成され、それらの生成条件は深部から浅部に至るまで狭い範囲(温度: 250~330°C, 硫黄フュガシティー: $10^{-12} \sim 10^{-11}$ atm)におさまるにも関わらず、金属元素の垂直的・水平的累帶分布が存在する。これは一連の元素濃集過程が熱水溶液の温度勾配だけに依存するのではなく、18電子殻構造を有するB副族元素の陽イオンの特性に関係していることを示唆する。つまり、B副族元素のうち、Cu⁺, Zn²⁺およびGa³⁺イオン、あるいはAg⁺, Cd²⁺, In³⁺およびSn⁴⁺のイオンは全く同じ電子配置を有するため、イオン化した状態ではほぼ同一元素として取り扱うことができる。したがって、同様の(温度, 圧力)条件下の溶液中では、これら元素の挙動は極めて類似し、沈殿固化する際には、その大きさ(イオン半径)や結びつく元素が異なっているため、中心から外側へ、下部から上部へ向かって累帶配列を形成する濃集分布を示すと考えたのである。本地域の鉱床で認められる含Si, Fe錫石、カンフィールド鉱、Cu-Ag-Fe-S系鉱物など、本来なら同一鉱物相中に入りにくいはずの元素どうしが結びつき稀産な鉱物を生成している事実も、これらのB副族元素が同一鉱液中で挙動していたことを裏付けている。

第8章は、これまで述べてきたことを総括し、結論を記述したものである。