

学 位 論 文 題 名

浅熱水性金銀鉱床の流体包有物に関する研究

学位論文内容の要旨

金と銀は、地殻中の存在度がそれぞれ 0.004ppm、0.07ppmと著しく稀少であるとともに美しい光沢をもつことなどから、貨幣、装飾品をはじめとして古今東西を問わず広く利用かつ珍重されてきた。最近では、これら伝統的な利用に加えて、金は電気・熱の良導体であることや展延性に富むことなど物理的・化学的に多くの優れた性質を有するために工業用原料、とくに電気通信機械部品をはじめ先端技術産業に広く利用され、また、銀はとくに写真感光剤としての消費量が急増しており、それらの需要量は今後さらに増大することは確実である。しかしながら、我国における金銀の自給率は、年々低下の一途をたどっており、最近では95%以上を輸入に依存している。たとえば、1991年における金の消費量は264.9tで、イタリアに次いで世界第2位(全体の10.4%)であるが、国内の鉱山からの生産量は、わずか9.9t(金鉱山からは7.7t)である。また、銀は3,378t消費され、これはアメリカ合衆国に次ぐ消費量で世界の19.3%を占めているが、国内鉱山からの生産量は97tのみである。このような金銀鉱物資源の需給状況の不均衡を是正し、安定供給を図るためには、国内における有望鉱床の発見・開発が急務である。

本研究は、我国の金銀鉱物資源の供給源として最も重要な浅熱水性金銀鉱床、すなわち金銀石英脈型鉱床・多金属鉱脈型鉱床・黒鉱型鉱床を対象とし、それぞれの鉱石の特徴、とくに金銀鉱物の存在状態・鉱物組み合わせ・化学組成について検討するとともに、流体包有物から鉱床の生成温度と鉱液の塩濃度の鉱床内における空間的变化を明らかにすることを目的として行った。その結果、流体包有物の均質化温度と解凍温度は、各鉱床のタイプにおける鉱液の性質、およびその変化のプロセスの差異を反映して、それぞれ特有の分布パターンを示すことが判明した。さらに、同一の鉱床型においても、流体包有物データは、鉱物の組み合わせや鉱物の化学組成の差異に密接に関連した特徴を示すことが明らかとなった。これらの成果は、浅熱水性金銀鉱床の富鉱部形成の条件を明確にするとともに、鉱石の性状の把握に極めて有効であり、鉱化帯や鉱床内での探査範囲の限定、未開発鉱床における稀少金属鉱物賦存の可能性の評価等、鉱床探査の指針として有用であることが示された。

本論文は7章より構成されており、各章は以下のような内容である。

第1章では、序論として我国の金銀鉱物資源の現状・問題点からみて、浅熱水性金銀鉱床の重要性和新鉱床発見・開発の必要性を挙げ、研究の動機、目的並びに意義を明らかにしている。また、本研究に関連する研究史、並びに本研究の内容と成果についての要旨を記している。

第2章では、流体包有物の生成機構と生成後に生じる変化について述べ、流体包有物研究の目的・原理・方法・前提条件に関する著者の研究の基本的見解を記している。

第3章では、浅熱水性金銀鉱床のうちの金銀石英脈型鉱床の研究成果について述べている。すなわち、我国でも有数の浅熱水性金銀石英脈型鉱床の賦存地帯である北海道北東部と南西部にそれぞれ位置する珊瑚鉱床および光竜鉱床を対象として、地質・鉱床、鉱石の

産状・構成鉱物の特徴、金銀鉱物と閃亜鉛鉱の化学組成の分析結果を示し、流体包有物の均質化温度と解凍温度の測定結果について述べている。そして、それらのデータをもとに浅熱水性金銀石英脈型鉱床の鉱液の性質とその変化の要因を明らかにし、この型の鉱床の生成温度は約 200°~300°C であること、ガス濃度の高い鉱液の沸騰が金銀鉱石生成の主要因であることを解明している。

第4章では、多金属鉱脈型鉱床の研究結果について述べている。すなわち、我国最大の銀鉱床である豊羽鉱床のうち、北西部に位置して銀品位が著しく高い鉱脈と、数年前から探査が開始されて現在なお継続中の南西地域の鉱脈の研究結果について述べている。北西部鉱脈については、鉱石の産状、金銀鉱物と閃亜鉛鉱の共生関係および化学組成、そして流体包有物の均質化温度と塩濃度の測定結果が示されている。その結果、閃亜鉛鉱の FeS 量、流体包有物データは鉱脈下部から上部へと低下することが判明した。これは、約 250°C で塩濃度が約 4 wt.% の鉱液と 150°C の浅層地下水との混合によるものであり、この混合による鉱液の温度低下と希釈が鉱石沈澱の主要因であることを解明している。また、南西地域の鉱脈については、鉱石の鉱物組み合わせ、エレクトラム・閃亜鉛鉱・黄錫鉱の化学組成、流体包有物データから、本地域の鉱化作用が錫・インジウム・ビスマスなどの稀少金属を随伴し、北西部鉱脈よりも、より高温・高塩濃度の鉱液から生成したことを解明している。さらに、閃亜鉛鉱-黄錫鉱温度計と流体包有物の均質化温度との比較についても検討し、両者に整合性のあることを明らかにしている。

第5章では、黒鉱型鉱床について述べており、金銀品位が比較的高い秋田県餌釣鉱床、積丹半島に分布する国富・余市元山・神恵内の各鉱床、そして、かつて金銀を主対象として開発されたことのある洞爺財田鉱床の研究結果について述べている。餌釣鉱床では、金銀鉱物は細粒緻密質黒鉱と中~粗粒黒鉱に濃集しており、鉱石の含銀量は銀鉱物とともに主要鉱物である四面銅鉱の量比に大きく支配されている。塊状黒鉱に含まれる流体包有物の均質化温度と閃亜鉛鉱の FeS 量から、金銀鉱石は約 240°~290°C で、高い硫黄活動度のもとで生成したことを明らかにしている。国富・余市元山・神恵内の各鉱床では、全体に金銀鉱物に乏しく、洞爺財田鉱床ではエレクトラムが粗粒黒鉱中に局部的に著しく濃集している。均質化温度は、積丹半島の鉱床全体で約 180°~300°C の範囲にあり、網状鉱・珪質黒鉱が緻密質黒鉱よりも高い傾向がある。また、洞爺財田鉱床の塊状黒鉱から得られた均質化温度と塩濃度は、それぞれ約 250°~300°C, 4.0~6.0 wt.% であり、閃亜鉛鉱の FeS 量が極めて低いことなどが判明し、洞爺財田鉱床の金銀鉱石が標式的黒鉱鉱床のそれと共通の特徴を有することを明らかにしている。

第6章は、第3章から第5章で明らかになった浅熱水性金銀鉱床の各鉱床型と流体包有物の特性との関係を総括し、また、金銀鉱石の生成条件と生成過程を考察して、これらと鉱床探査との関連について述べている。すなわち、流体包有物の均質化温度と解凍温度との関係は、各鉱床型がそれぞれ特有の鉱液の性質、とくに温度・塩濃度・ガス濃度を有し、また、その時間的・空間的变化を示して生成していることが述べられている。これは、流体包有物データが鉱化帯中の探査範囲や地域の限定、鉱床型の特定、鉱床内での富鉱部・末端部・下底部の判定、鍬押探鉱の引立・探鉱坑道内の試料の評価、試錐探鉱の岩芯の評価とより深部への探査の必要性の判断、鉱石の性状と構成鉱物の種類の推定、さらに鉱化時期などの特定に役立ち、鉱床探査の新しい指針を提示している。

第7章は、本論文の結論であり、本研究で得られた新知見と成果がまとめられている。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 ・ 佐 藤 壽 一

副 査 教 授 樋 口 澄 志

副 査 教 授 田 中 威

副 査 教 授 中 村 耕 二 (地球環境科学研究科)

学 位 論 文 題 名

浅熱水性金銀鉱床の流体包有物に関する研究

本論文は、金銀の供給源として重要な浅熱水性金銀鉱床の流体包有物の均質化温度・解凍温度そして鉱石鉱物の研究から、鉱床の生成条件・過程を明らかにして、金銀鉱床探査上有用な指針を提示したものである。

浅熱水性金銀鉱床は、その主たる鉱床型として金銀石英脈型、多金属鉱脈型、そして黒鉱型がある。これらの鉱床の成因および探査の研究は、地質・地質構造・層位等の主として生成環境に関する成果をあげてきたが、鉱石並びに鉱物を直接対象として鉱液から鉱石を形成する生成条件や生成過程に関してはあまり進んでいなかった。また、流体包有物が微小な粒径で多様な産状・分布を示すために、その研究には多数の試料採取とデータの累積が必要であり、流体包有物研究の探査への応用は極めて困難であった。

著者はまず、浅熱水性金銀鉱床の代表的三つの鉱床型に属する光竜・珊瑚金銀石英脈、豊羽多金属鉱脈、そして餌釣・国富・余市元山・神恵内・洞爺財田黒鉱鉱床を対象として、それぞれの鉱物中の流体包有物の均質化温度と解凍温度、そして鉱石の産状・組織・組成・性状、鉱物の共生関係・組成・性質を研究して、鉱床の生成温度と鉱液の塩濃度を明らかにした。すなわち、上記三型鉱床の推定生成温度と塩濃度は、それぞれ $220^{\circ} - 280^{\circ} \text{C} \cdot 2.5 \text{wt.}\%$ 以下、 $180^{\circ} - 320^{\circ} \text{C} \cdot 7 \text{wt.}\%$ 以下、 $240^{\circ} - 290^{\circ} \text{C} \cdot 6 \text{wt.}\%$ 以下である。さらに、鉱床の構成鉱物の共生関係と組成、とくにエレクトラム・輝銀鉱・閃亜鉛鉱、並びに閃亜鉛鉱・黄錫鉱の共生関係とそれぞれの組成から推定される生成温度も流体包有物データと整合性を有することを解明した。これらの生成温度と塩濃度が各鉱床型で、また、同一鉱床内でも鉱化時期によって変化するとともに、産出位置とも密接に関係することを明らかにした。これによって鉱床の温度などの生成条件や鉱液の濃度・流動方向・沸騰・希釈などの生成過程を推定することができ、鉱化帯中の探査範囲や地域の限定・鉱床型の特定、鉱体の富鉱部・末端部・下底の判定、ひ押探鉱坑道等の鉱石試料と試錐岩芯の評価、深部探査の必要性の判断、未開発鉱床の鉱石の性状と鉱物組成の推定、さらに鉱化時期の特定も可能となった。以上、これまで困難であった流体包有物の面から鉱床探査の新しい指針を提示している。

これを要するに、著者は、浅熱水性金銀鉱床の流体包有物と鉱物共生関係から鉱床の生成条件と生成過程を解明して、鉱床探査上有用な新知見を得ており、応用地質学および資源工学上寄与するところ大である。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。