

火山が創る鉱物資源

地圏資源環境研究部門 鉱物資源研究グループ
渡辺 寧

むずかしい金属鉱床形成の解明

青森県にある恐山の山頂部に金の濃集が見られるように、火山活動と金属元素の濃集・沈殿とは切っても切れない関係にあります。火山を形づくるマグマに金属元素が含まれているためですが、マグマの中の金属元素がどのような過程を経て鉱床を作るのかは意外にわかっていません。これは金属鉱床が地表下数百m～数kmの深い場所に形成されるために、山体の残っている火山の近くでは鉱床が発見されず、逆に鉱床が開発されているところでは火山がすでに原形をとどめていないことが多いからです。また、金属鉱床はすべての火山に伴っているわけではなく、むしろ鉱床を伴う火山はきわめて稀なのです。

北海道札幌市の最高峰、無意根山（写真）は、約300万年前に安山岩の溶岩を噴火して形成した火山です。その北方には、銀・インジウム・亜鉛・鉛・銅を採掘している豊羽鉱山があります。豊羽鉱山の坑内の岩盤温度は現在でも100度以上と高く、金属元素に富む鉱脈が形成されてから、まだあまり時間が経過してい



写真 無意根山を東方から望む

ないことがわかっています。従って、鉱脈がどのようにしてできるかを研究するにはまたとない現場なのです。

私たちの「マグマ-熱水系モデル」

私たちは、地表や坑内での調査や物理探査をもとに、次のような「マグマ-熱水系モデル」を考案しました（図）。無意根火山での溶岩の噴出後、山頂から約2km下部にマグマとマグマから分別した熱水が貯留しました。そこでマグマに含まれていた熱水は、高温の火山ガスと塩水に分別します。SO₂に富む火山ガスは上昇して火山噴気帯周辺の安山岩と反応

することにより、明ばん石や蛋白石からなる酸性変質岩を形成しました。

一方、塩水には、銀や亜鉛・鉛等の金属元素が多く溶け込み、その大きな密度のために火山ガスとは別に側方に流動します。この塩水は山頂から約3km北方に流れたところで遭遇した断層帯を上昇して、地表から浸透してきた水（天水）と混合することにより、黄鉄鉱や閃亜鉛鉱などの金属硫化鉱物や石英となり鉱脈として沈殿します。同時に、鉱脈周辺の岩石に緑泥石や絹雲母を主とする中性熱水変質を引き起こしています。そして鉱脈形成後、さらに残液の熱水は断層を伝って上昇し、鉱山の東方、湯ノ沢にカオリナイトを主成分とする粘土変質帯を形成しました。

このような結果は、火山周辺で金属鉱脈を探す際の指標を与えてくれます。金属鉱床形成には、火山形成後に引き続いて起きる大規模なマグマの貫入が必要であり、火山体に熱水変質帯が発達しているかないかはその判別の鍵となります。さらに熱水で変質した岩石の鉱物の組み合わせや化学組成を吟味して、マグマの貫入に伴って発達した熱水系のどの部分を観察しているのか、地質構造の解析によりどの部分に金属元素の濃集が期待できるのかを理解することが重要です。

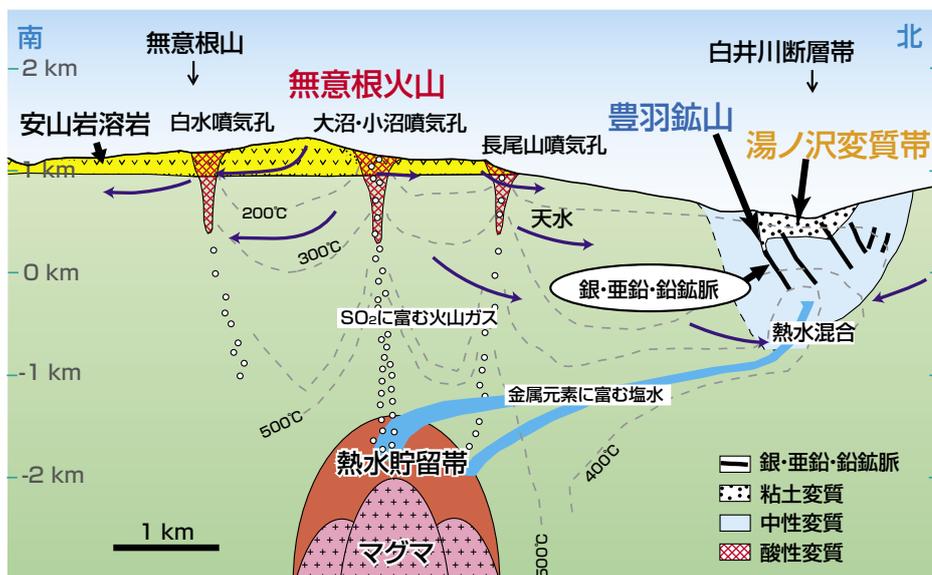


図 無意根-豊羽マグマ熱水系モデルの断面図

海底熱水系

地質情報研究部門 海底系地球科学研究グループ
飯笹 幸吉

海底の火山活動でできる硫化物鉱床

海底にできた煙突状の穴(チムニー)から勢いよく熱水がふき出している海底熱水活動は、地球上でもっとも活動的な地質現象のひとつです。ここでは地球内部の変動が、海底火山の活動に伴う熱水循環によって熱および重金属などの物質の移動として観察されます(写真)。この熱水循環は、海底深部から銅、鉛、亜鉛、鉄、金、銀などを海底の表層に硫化物の形で供給しています。そしてそこには、熱水域に特有の生態系が作り出されています。

産総研では、研究テーマのひとつとして、わが国周辺海域をはじめ中央海嶺の活動的な海域の海底熱水系に関する基礎的な調査・研究を行っており、有人潜水艇、無人探査機、海底掘削器などによっ

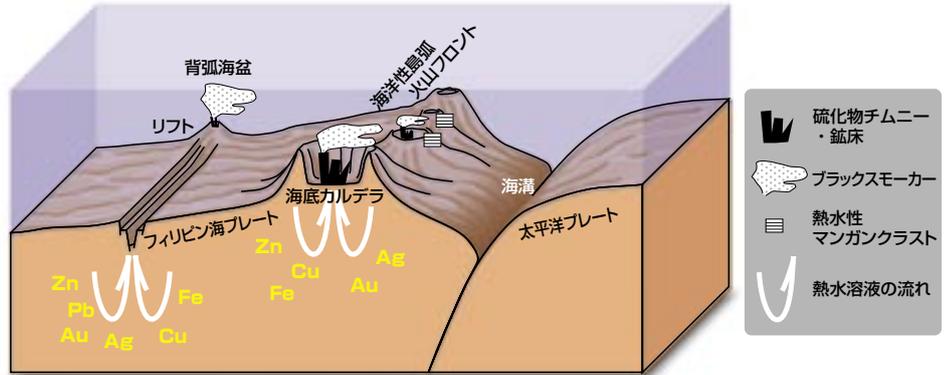


図1 日本周辺海域の潜在的な硫化物鉱床の分布と産状の概念図

てデータを集めて、物質の移動・濃集のメカニズムの解明と鉱床の形成機構のモデル化を進めています。

日本周辺海域の硫化物鉱床の分布

東京の南方海域には、本州弧に匹敵するほどの大きさで、伊豆・小笠原弧が分

布しています。この海底には、海溝の西側に活動的な海底火山や島嶼が南北方向に数多く存在しています。海溝に沿って並んだ火山のラインを火山フロントと呼びます。さらに、この火山フロントの西側には、背弧リフトと呼ばれる細長い凹地状の海底地形が南北に連なって形成されています。

火山フロントや背弧リフトに存在する海底火山には、海底カルデラと言われる鍋底状の地形を持つものが多く、この海底カルデラでは、活発な熱水活動が生じています。熱水活動が盛んな海底カルデラでは、海水が海底の割れ目から深部にしみこんでいます。しみこんだ海水は、マグマだまりの熱によって暖められて、高温の重金属を含んだ熱水溶液になって再び海底面に上昇してきます。そして、重金属に富んだ黒鉄型鉱床と言われる潜在的な硫化物鉱床を生成します(図1)。琉球弧でも伊豆・小笠原弧と同様の現象が起きています。

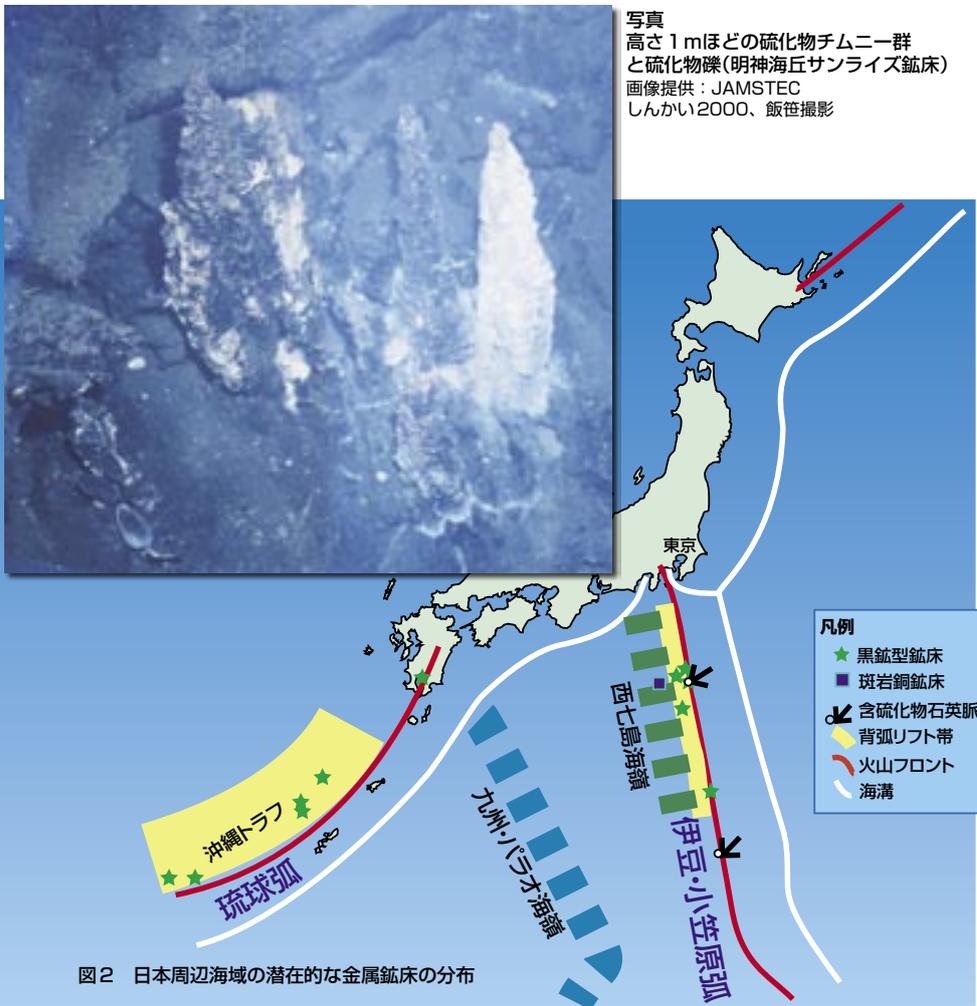


図2 日本周辺海域の潜在的な金属鉱床の分布

日本周辺海域の金属鉱床などの分布

日本周辺の排他的経済水域内には、上記のようにして生成した、金・銀・銅・鉛・亜鉛を多量に含んでいる潜在的な金属鉱床(図2の★印)が、火山フロントや背弧リフト内に数多く存在しています。