

1. 論文タイトル：秋田県荒川マグマ熱水系に伴う鉍脈型銅鉍化作用(修士論文)
2. 著者氏名・所属：左部翔大 秋田大学大学院国際資源学研究所,
3. 指導教員名：渡辺 寧

要旨：典型的な火山弧であるが斑岩型鉍化作用が欠如する東北日本弧には新第三紀に形成された鉍脈型銅鉍床が多数存在する。本研究では鉍脈型銅鉍床と珪長質な貫入岩が隣接して存在する秋田県荒川地域を対象に、鉍床と貫入岩の関連を明らかにすることを目的として銅鉍化作用とマグマ熱水系の解明を行った。

荒川地域の中核をなす荒川鉍床の鉍脈群近傍には牛沢又岩体と呼ばれるデイサイト質貫入岩が存在する。このデイサイト中のジルコンを用いた LA-ICP-MS による U-Pb 年代測定によって、 8.10 ± 0.30 Ma の年代値を得た。

牛沢又岩体及びその周辺の堆積岩類は熱水変質作用を受けており、主に 4 つの変質帯に区分される。岩体中心部では普通角閃石の斑晶が緑泥石及び黒雲母変質を受けている。貫入岩外縁部及び周辺の堆積岩類はイライト変質を主体として、緑泥石及び黄鉄鉍変質を伴っている。さらにその外側には緑泥石変質を主体とし、イライト及びまたはスメクタイト変質を伴う変質帯が存在している。また、貫入岩体上部ではスメクタイト変質を受けている。このように貫入岩体の下部中心部から側方または上方に向かって熱水変質鉍物の組み合わせの変化が認められる。

荒川地域の鉍床は銅を主とし、鉛、亜鉛を伴う鉍脈型鉍床であり、鉍脈はほぼ全て NE 系の走向を持つ平行脈である。これらの鉍床は漸新統～中新統の萩形層と中新統の大倉又層、砂子淵層の各層と萩形層を貫く石英斑岩中に胚胎されている。荒川鉍床の鉍石は主に黄銅鉍、黄鉄鉍、閃亜鉛鉍、方鉛鉍、シャモス石、赤鉄鉍、石英からなり、重晶石、燐灰石、緑簾石を部分的に伴う。また、輝蒼鉛鉍、硫テルル蒼鉛鉍、都茂鉍、ヘッス鉍、パボン鉍、マチルダ鉍、ourayite が極少量含まれる。同鉍床の嗽沢本鍾では鉍脈際の母岩は Fe 緑泥石変質と付加型珪化変質を被っており、鉍脈から離れるにしたがって Fe-Mg 緑泥石、イライト及びまたはスメクタイト変質に漸移すると共に変質強度は弱くなる。

鉍化作用は 4 つの鉍化ステージから構成される。第 1 ステージでは水圧破碎された母岩の礫を膠結して黄銅鉍及び黄鉄鉍、石英と共に多量のシャモス石が晶出している。第 2 ステージは赤鉄鉍の晶出で特徴づけられ、石英及び黄鉄鉍を含む。第 3 ステージは櫛歯状石英からなり晶洞を形成する。櫛歯状石英には部分的に閃亜鉛鉍、方鉛鉍、黄銅鉍、黄鉄鉍が少量含まれる。第 4 ステージは晶洞中であり、重晶石を産する。

荒川鉍床の嗽沢本鍾、日蔭前鍾、小玉前鍾の石英中に産する流体包有物は第 3 ステージを切る二次包有物の一例を除いた全てが液相に富む気液二相包有物であり、均質化温度及び塩濃度は銅鉍化作用が最も優勢な第 1 ステージで $239.4 \sim 296.1^\circ\text{C}$ (平均 270.5°C) の均質化温度と $5.7 \sim 7.5$ wt. % (平均 6.4 wt. %) の NaCl 相当塩濃度を示す。第 3 ステージの櫛歯状石英では結晶の内部で $250.8 \sim 270.3^\circ\text{C}$ (平均 261.3°C) の均質化温度と、 $2.7 \sim 4.2$ wt. % (平均 3.2 wt. %) の NaCl 相当塩濃度を示し、結晶の外縁部においては $207.0 \sim 250.0^\circ\text{C}$ (平均 236.6°C)

の均質化温度と 2.7~3.7 wt. %(平均 3.1 wt. %)の NaCl 相当塩濃度を示す。

牛沢又岩体のデイサイト中の石英斑晶に含まれる流体包有物は全て二次包有物として存在し、岩塩を含む多相包有物と気相包有物及び気相に富む気液二相包有物からなる組み合わせと液相に富む気液二相包有物のみからなる組み合わせの 2 系列の fluid inclusions assemblage が存在し、多相包有物は 401.1~>487.2°C の均質化温度と 46.7~>58.0 wt. %の NaCl 相当塩濃度を示し、気相に富む気液二相包有物は 393.0~419.4°C の均質化温度と 2.6~3.7 wt. %の NaCl 相当塩濃度を示す。液相に富む気液二相包有物は 254.1~403.0 °Cの均質化温度と 4.7~9.3 wt. %の NaCl 相当塩濃度を示す。

牛沢又岩体のデイサイトから得られた 8.10 ± 0.30 Ma の年代値は、貫入する大倉又層及び砂子渕層の年代と矛盾せず、既存の荒川地域内の鉍化年代と一致する。

貫入岩中の多相包有物と気相に富む気液二相包有物は約 300 bar での相分離を示し、液相に富む気液二相包有物は約 150~300 bar の圧力が見積もられた。前者の 300 bar はマグマが定置した静岩圧環境において地下約 1.1 km に相当する。多相包有物の均質化温度の幅は浅所貫入による急激な圧力変化を示し、熱水期後期における 300 bar から 150 bar への圧力変化は静岩圧環境から静水圧環境への変化を記録していると考えられる。

鉍化作用初期の熱水が 260~280 °Cで 5.7~7.5 wt. %の塩濃度を示し、貫入岩における熱水期後期の熱水と約 50 °Cの温度差と 0~2 wt. %の塩濃度差を示すことは、鉍化流体の起源が貫入岩における熱水期後期の熱水であること示す。また、鉍化作用後期の熱水が 2.7~4.2 wt. %の塩濃度を示し、その下限が 2.7 wt. %で一定していることは、鉍化作用後期の熱水が海水起源であることを示唆する。

貫入岩中の二系列の流体包有物は、マグマ-熱水系における熱水期前期の相分離を伴う高温・高塩濃度流体と熱水期後期のやや低温・低塩濃度流体に相当し、前者が小規模なカリウム変質帯を形成し、後者がイライトを主とする変質帯を形成すると共に鉍化流体を形成したと考えられる。この熱水は鉍床下部において、伏在する萩形層の安山岩やドレイトの岩床と低い水/岩石比で反応したと推定され、鉍化作用の進展と共に海水の混入を経て赤鉄鉍や櫛歯状石英及び重晶石が形成されたと考えられる。また、銅の沈殿は熱水の温度と塩濃度の低下によって発生したと考えられる。

本研究による鉍脈型鉍床と貫入岩における熱水変質作用及び流体包有物の研究や年代測定、鉍化ステージ区分や硫黄同位体比の分析などから牛沢又岩体を形成した約 8 Ma のデイサイト質マグマが熱水の供給源としての鉍床関連火成岩であることが明らかとなった。貫入したデイサイト質マグマから分離した熱水期後期の熱水が深所の火成岩類との水-岩石反応を経て裂罅系に流入し、温度と塩濃度の低下によって銅鉍化作用をもたらす、海水の混入を経て鉍脈群を形成したと結論付けられる。