

別紙 1-1

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 TSANG Pui Wai Debbie

論 文 題 目

Age of ore-related intrusions and formation conditions of ore-bearing veins at Cerro Colorado porphyry copper mine, northern Chile

(チリ北部に位置するセロコロラド銅鉱山における鉱床形成に関連する貫入岩体の年代決定及び鉱石を含む鉱物脈の形成条件)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院環境学研究科 教 授 竹内 誠

副 査 名古屋大学宇宙地球環境研究所 教 授 榎並正樹

副 査 東京大学大学院理学系研究科 教 授 Simon Wallis

論文審査の結果の要旨

本論文は斑岩銅鉱床 (porphyry copper deposits—PCD) の形成過程の解明に向けて、ジルコン U-Pb 年代測定、岩石の全岩組成分析、石英脈中の流体包有物の形成温度決定を通して、火成作用と鉱床の形成時期や形成条件を論じたものである。

PCD は収束プレート境界域の火成活動にともなって形成されるが、具体的な課程についてまだ共通見解を得られていない点が多く、新しい鉱床を発見の障害になっている。本研究は 1) PCD と火山活動時期の関係、2) PCD 形成に必要な硫黄の起源という二つの未解決問題に着目し、チリ北部に位置するセロコロラド PCD 鉱山におけるコアの野外観察と地球化学的分析に加え、放射年代測定及び流体包有物分析を行った。

1)の問題に対して、鉱床を形成したマグマの結晶化時期を示す年代を明らかにするために、LA-ICP-MS 及び SHRIMP を用いてジルコン U-Pb 年代測定を数多く行い、野外観察で決定した岩層の前後関係と組み合わせて 60–50 Ma (百万年前) の間に数百万年継続する 2 回以上の鉱床形成イベントがあったことを示した。野外での産状や顕微鏡観察での結果から、このうち古い方の鉱床形成イベントは火山性角礫岩の形成と同時期であり、鉱床形成は火山活動と関係があったことを明らかにした。

2)の問題に対して、斑岩周辺に密集して形成されている黄銅鉱(CuFeS_2)やモリブデナイト(MoS_2)などの鉱石を含む石英脈の石英の微細組織観察を行い、4 つの異なる微細領域(Q1~Q4)を識別した。それらの形成温度を明らかにするために、それぞれの領域中に含まれる流体包有物の均質温度を分析し、石英形成温度が 200–600°C であり、一番高い温度が Q3 領域に集中することを見出した。また、金属硫化鉱物が同 Q3 に集中することによって、高温な流体が鉱床の形成に関わっていると結論した。物鉱床の形成において還元された S は SO_2 と H_2O の不均化反応によって供給されると考える研究者が多いが、Q3 を形成した高温流体の温度は、その反応が起こる温度より高温であるため、還元された S は外部から供給された可能性が高いと判断し、PCD 形成には珪長質マグマから金属を抽出したあと、S 含有量の多い苦鉄質マグマからの S の供給があると想定される。さらに、流体包有物から推定された圧力が低圧から高圧まで値が大きくばらつき、この圧力低下は急な脆性変形による短期的な圧力解放と地表までの流路の形成でよく説明され、火山岩の角礫化と脱ガス、または噴火が起きたことを示す。高温かつ大きく変動する圧力を示す流体の存在はマグマ活動が活発な活火山の山体における状態と一致し、火山活動と PCD 形成が密接に関係していることを明らかにした。

以上のように、本研究は、斑岩銅鉱床の成因に関する新しい知見を提供し、現在活動中の島弧火山体の下方に PCD のような金属鉱床が形成される可能性があることが示唆され、今後、新 PCD 鉱床探査において有用な情報提供できたと考える。

よって、本論文の提出者 TSANG Pui Wai Debbie さんは博士 (理学) の学位を授与される資格があるものと判定した。