

氏名（本籍）	Mpho Keeditse（ボツワナ）
専攻分野の名称	博士（資源学）
学位記番号	国博甲第6号
学位授与の日付	令和4年3月22日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	国際資源学研究科・資源学専攻
学位論文題目（英文）	ボツワナ北西部カラハリ銅鉱化帯コエマカウゾーン5鉱床の銅・銀 鉱化作用 (Copper-silver mineralization in the Khoemacau Zone 5 deposit, Kalahari Copperbelt, Northwest Botswana)
論文審査委員	(主査) 教授 渡辺 寧 (副査) 教授 Andrea Agangi (副査) 教授 大場 司 (副査) 教授 Antonio Arribas

論文内容の要旨

本博士論文研究は、ボツワナ南西部からナミビアにかけて連続するカラハリ銅鉱化帯の成因を解明するために、コエマカウ地域のゾーン5鉱床を対象として地質学、鉱物学、地球化学的研究を行ったものである。この地域の鉱床は「堆積岩胚胎銅鉱床」と区分される鉱床タイプに属し、コンゴからザンビアに広がる中央アフリカ銅鉱化帯と並び、アフリカの主要な銅の供給源になると目されている。これまで、このタイプの鉱床の成因として、1) 母岩である堆積岩形成時の続成作用に伴う鉱化作用、2) 堆積岩形成後の造山運動に伴う熱水活動による鉱化作用、3) 両方の鉱化作用が重複したもの、とする成因説が提案されている。本研究では、これらの説を検証することを1つの大きな目的とした。

本研究地域には、下位から Kgwebe 層、Kuke 層、Ngwako Pan 層、D'Kar 層、Mamuno 層、Okwa 層が分布している。Kgwebe 層はバイモーダルな火山岩から構成され、Ngwako Pan 層は主として砂岩から構成される。この砂岩は酸化を受け赤鉄鉱が形成されている。上位の D'Kar 層は浅海性のシルト岩・泥岩等の碎屑岩と炭酸塩岩からなり、碎屑岩には炭質物が多く含まれている。銅・銀鉱化作用は D'Kar 層の下部に特徴的に形成している。

鉱石は、せん断を受けた鉱脈状、片理面に平行な石英一方解石脈、片理面と直交する石英一方解石脈、角礫状、劈開面に鉱石鉱物が伴われることで形成されている。鉱化帯での鉱石鉱物は、続成期と熱水期に分けられ、続成期には黄鉄鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱が、熱水期には、これらの鉱物に加えて、硫砒鉄鉱、Ni-Co-Fe 硫セレン化物、輝コバルト鉱、グローコドット鉱、輝銅鉱、班銅鉱、自然銀、銅藍を含む。鉱石鉱物は地層下部で輝銅鉱、班銅鉱、上部で黄銅鉱に富む。

続成期の硫化鉱物はフランボイダル黄鉄鉱が再結晶化した組織が認められる。熱水期に形成された班銅鉱、黄銅鉱、銅藍には約 0.1%の銀が含有される。

鉱脈を形成する方解石の炭素、酸素同位体組成分析結果は、これらの方解石が堆積岩中のものよりも低い酸素同位体を示すが、炭素同位体には差異は認められない。硫化鉱物の硫黄同位体組成は、鉱物種によらず、-36‰から+12‰の広い範囲の組成を示し、地層下位から上位にかけて同位体組成値が大きくなる傾向が認められた。石英中の初生流体包有物の塩濃度は 19-25wt.% (NaCl 換算) で、充填化温度は 160-170 度に集中し、圧力補正後の温度は約 250 度と計算された。

以上の結果から、ゾーン5 鉱床の成因に関して以下の結論を得た。1) 母岩堆積後の続成作用時の鉱化作用に熱水期の鉱化作用が重複した。続成作用時の鉱化作用は銅と銀に乏しく、これらの元素は熱水時に熱水により運搬されてきた。2) 硫化鉱物を形成した硫黄は、生物活動起源のものと熱水起源のものがあり、これらが様々な割合で混合した。3) 鉱化作用は、金属元素に富む高塩濃度熱水が、下位の酸化層から上位の還元層に流入することにより還元され、金属元素が硫化物として沈殿することでもたらされた。4) 炭酸塩鉱物の炭素・酸素同位体組成は、これらの元素が造山運動に伴う変成作用に関連していることを示唆した。

論文審査結果の要旨

以上の論文の内容は、公表論文 Mpho Keeditse, Yasushi Watanabe, Antonio Arribas, Takuya Echigo, Catherine Knight, Oarabile Disang, Hannah Buamono (2022) Diagenetic and epigenetic origins for Cu-Ag mineralization in the Khoemacau Zone 5 deposit, Kalahari Copper belt, Northwestern Botswana. *Resource Geology*, DOI: 10.1111/rge.12286 に公表されている。以上の結果は学位審査委員会で審査され、秋田大学博士後期学位論文審査基準を満たしていると判定された。