

チリ共和国, エル・サルバドル斑岩型銅鉛床における金属鉛化作用
佐藤 颯哉 秋田大学大学院国際資源学研究科,

El Salvador 鉛床はチリ共和国アタカマ州の斑岩銅・モリブデン鉛床で, 42Ma の花崗閃緑岩の貫入に伴って形成されている. ここでは Gustafson and Hunt (1975)が変質鉛物と硫化鉛物の組合せと切断関係に基づいた石英脈のステージ区分を提案している. 近年の他のいくつかの斑岩型鉛床での走査型電子顕微鏡カソードルミネッセンス(SEM-CL)を用いた石英と鉛石鉛物の晶出順序の検討によると, 石英の沈殿時期と鉛石鉛物の晶出時期が必ずしも一致しないことが明らかになっている. 本研究では石英脈区分の模式地である El Salvador 鉛床において, 薄片記載および SEM-CL 観察によって石英と鉛石鉛物の関係を再検討し, 金属鉛化作用の過程について考察を行った.

Gustafson and Hunt (1975)による石英脈ステージ区分は A 脈, B 脈, D 脈に分けられ, A 脈は石英, カリ長石, 硬石膏と鉛染状の黄銅鉛, 斑銅鉛, 輝水鉛鉛によって構成される脈でカリ長石ハローを伴う. B 脈は石英, 硬石膏, 輝水鉛鉛, 黄銅鉛の脈で変質ハローを欠く. D 脈は黄鉄鉛, 硬石膏と少量の石英からなり, セリサイトおよび緑泥石ハローを伴う. A, B, D 脈は切断関係によって, それぞれ早期から後期に形成された. これらの石英脈に加えて本研究では, 黄銅鉛±石英±硬石膏とセリサイトおよび緑泥石ハローを伴う黄銅鉛脈に区分した.

顕微鏡観察の結果は以下の通り. A 脈の黄銅鉛, 斑銅鉛, 輝水鉛鉛は母岩のカリウム変質帯を構成するカリ長石, 硬石膏, 石英中に, また脈中の石英粒子間に単独粒子もしくはカリ長石, セリサイト, 緑泥石, 硬石膏を伴って晶出している. また母岩の斜長石を切る曹長石細脈中に硬石膏, 石英, カリ長石, 黄銅鉛, 斑銅鉛, 輝水鉛鉛が晶出している. B 脈中の輝水鉛鉛, 黄銅鉛は鉛物組合せや粒度などが変化する境界に晶出しており, また石英および硬石膏に包有される. 顕著なセリサイト・緑泥石変質を伴う D 脈では, 黄鉄鉛は脈と母岩との境界や石英粒子中に晶出し, 黄銅鉛は石英および硬石膏に包有されている. セリサイトおよび緑泥石は, 斜長石や黒雲母を置換している. 黄銅鉛脈はセリサイト・緑泥石変質を伴い, 石英および硬石膏が黄銅鉛帯に沿って晶出している. さらに石英および硬石膏中に自形の黄銅鉛が包有される.

脈を構成する石英の CL 強度は, A 脈では強～中, B 脈では中, D 脈では中～弱, 黄銅鉛脈では中もしくは中～弱を示す. A 脈および B 脈と, D 脈および黄銅鉛脈を構成する石英はそれぞれ異なる CL 組織を呈し, 前者が均質な組織もしくは CL 強度差の小さな成長層による累帯構造を呈し, 後者が CL 強度差の大きな成長層による累帯構造を呈する. A 脈では均質な CL 組織を切る弱 CL 石英細脈中に硫化鉛物が晶出していることが多く, 均質で CL 強度の高い石英粒子中に包有されることは稀である. B 脈および D 脈では脈を構成する主要な石英中に硫化鉛物が包有され, D 脈の粗粒な黄鉄鉛は弱 CL の石英帯によって取り囲まれる.

流体包有物は A 脈および B 脈の均一な強 CL 強度の石英中では、高塩濃度包有物と気相優勢型包有物が認められる。黄銅鉱帯に沿って晶出している顕著な累帯構造を呈する石英中の流体包有物は、2 相である。

脈を構成する石英の CL 強度は A, B, D 脈の順に弱くなり、高温から低温で形成されたことを示している。鉍石鉍物を胚胎する石英の CL 組織は、A 脈の硫化鉍物の晶出は脈を主に構成する石英よりも遅く、B 脈、D 脈および黄銅鉱脈ではほぼ同時期に、また D 脈の粗粒な黄鉄鉍は石英よりも先に晶出したことを示す。一方、A 脈のカリウム変質帯を構成する鉍物中に硫化鉍物が晶出していることは、銅成分に富んだ A 脈の熱水が硫化鉍物の晶出に関与したことを示している。カリウム変質を被った斜長石中の鉍物組合せは、斜長石の曹長石化によって放出された Ca^{2+} と熱水中の SO_2 が反応して、硬石膏が沈殿するのと同時に、酸化還元によって発生した H_2S が硫化鉍物の沈殿を引き起こしたことを示唆する。この反応は $\sim 500^\circ\text{C}$ で生じたと思積もられる。B 脈は、脈の石英、硬石膏、硫化鉍物の晶出がほぼ同時であることから、 $400\text{-}500^\circ\text{C}$ で生じたことを示している。D 脈の鉍化作用は 400°C 以下で生じたと思積もられる。この鉍化作用では斜長石および黒雲母のセリサイト化によって熱水は中和されることによって硬石膏や硫化鉍物が沈殿した。

黄銅鉱帯を伴う脈は母岩の変質、石英の CL 組織、流体包有物の特徴が D 脈と一致するが、黄銅鉱が脈の大部分を占有することは、この脈が D 脈を形成した熱水より明らかに銅成分に富んでいたことを示す。前述のカリウム変質をもたらした熱水は銅成分に富んでおり、この熱水が D 脈の形成温度まで冷却されることによって、熱水中の塩化銅の溶解度が低下し、黄銅鉱脈や A 脈中の石英粒子間の粘土鉍物とともに晶出している黄銅鉱が沈殿したことを示す。El Salvador 鉍床においてはカリウム変質をもたらした流体が金属鉍化作用を引き起こしたと結論される。

(指導教員：渡辺 寧)