

カソードルミネッセンスによるアルカリ長石にみられる離溶組織のキャラクタリゼーション

Cathodoluminescent characterization of exsolution texture in alkali feldspar

鹿山 雅裕 [1]; 中野 聡志 [2]; 西戸 裕嗣 [1]

Masahiro Kayama[1]; Satoshi Nakano[2]; Hirotsugu Nishido[1]

[1] 岡山理大自然研; [2] 滋大・教

[1] Res. Inst. Nat. Sci., Okayama Univ. Sci.; [2] Fac. Edu., Shiga Univ.

近年、カソードルミネッセンス (CL) を用いた地球科学への応用が活発になされている。特に、アルカリ長石は、その CL 発現が他のケイ酸塩鉱物と比べ顕著であることから、数多くの研究がなされてきた。しかし、その多くは、累帯構造の判別や、極微量に存在する不純物元素の検出などの定性的なものに限られている。今回新たな応用として、アルカリ長石の構造欠陥および微量元素の空間分布やそれらの性状を CL を用いて解析し、これを基にアルカリ長石に作用した熱水交代過程の推定を試みた。

今回測定には、Patagonian Andes, Chile に産する閃長岩中のアルカリ長石を用いた。二度の熱水交代作用を受けており、その過程は複雑である。750 nm 以上において、非常に均質なアルカリ長石 ($\text{Or}_{40}\text{Ab}_{59}\text{An}_1$) として結晶化した (CF: Clear Feldspar)。その後、600~700 nm の間に高温の熱水交代作用を受け、不純物として存在する Fe がリムに、Ca がコアに移動しゾーニングを形成した。さらに、約 250 nm の度低温下において熱水交代作用を受け、マイクロメーターオーダーの離溶組織 (PMP: Patch Micro Perthite) を、さらに 200 nm 以下になりレンズ状のアルバイト (Ab-lense) と脈状のオーソクレス (Or-vein) を生じた。

CL スペクトル測定には、走査型電子顕微鏡 (JEOL:5410LV) に回折格子型分光器 (Oxford:Mono CL2) を組み込んだ SEM-CL を用いた。得られた CL スペクトルは、標準光源を用い感度補正を行った。高分解能の CL 画像撮影装置は MiniCL (Gatan 社製) を用い、またフィルターを介することにより単色化した CL 像観察も可能となっている。いずれも加速電圧 15kV、照射電流 1.0~2.0 nA の条件で行った。

各組織に対して CL スペクトル測定を行った結果、赤色~赤外領域に共通してバンドスペクトルが認められる。この発光は Fe^{3+} による不純物中心に起因する。ピーク波長は、組織ごとに異なり、Ab に富む PMP および Ab-lense において 765 nm、Or に富む PMP および Or-vein で 750 nm 付近に位置する。中間的な成分を有する CF のピークは 760 nm 付近にあることから、Or 成分に富む組織ほど、ピーク位置は短波長側に位置することが分かる。また、発光強度も組織ごとに異なる。Ab-lense および Ab に富む PMP において、CL 強度は大きい。CF の発光は、 Fe^{3+} に富むリムで極めて強く、 Fe^{3+} の少ないコアで弱い。一方、Or-vein の CL 強度は、他の組織と比べ微弱である。各組織におけるバンドスペクトル強度は、 Fe^{3+} 含有量と正の相関を示す。さらに、熱水交代作用を受けていない CF にのみ、400 nm 付近をピーク波長とする青色領域のバンドスペクトルがみられる。この発光は、 Al-O^- -Al 欠陥中心に起因する。発光強度は、 Fe^{3+} による赤色領域のバンドスペクトル強度および Fe^{3+} 含有量と負の相関を示す。

以上の結果を基に、フィルターを介して単色化した CL 像観察を行った。750 nm で単色化した CL 像から、長石粒子のコアからリムに向かって不連続な発光強度の増加が認められ、これは Fe-Ca のゾーニングパターンに対応する。CL 像は EPMA による Fe 元素マップより格段に鮮明で、ゾーニング組織の詳細を明らかにしている。CL 像でのみ、Ab-lense において不規則な発光パターンが認められる。一方、450 nm で単色化した CL 像においては、CF にのみ顕著な発光がみられた。一方、熱水交代作用により生じた各組織には、発光が認められない。CL スペクトル測定の結果も考慮すると、アルカリ長石中の Al-O^- -Al 欠陥中心は熱水交代作用により解消されたと考えられる。また CL 像から、1 マイクロメーター以下の蛍石による発光が認められる。長石粒子中に蛍石は高い頻度で存在し、その分布は組織に依存する。熱水交代作用を受けていない CF にもっとも多く分布し、熱水交代作用を受けたリムにおいて認められない。このことから、熱水交代作用により蛍石は分解されたと推察される。