

カソ - ドルミネッセンスによる断層岩 (マイロナイト化) の評価

Evaluation of mylonitization using cathodoluminescence method

鹿山 雅裕 [1]; 岡林 千充 [1]; 河本 和朗 [2]; 西戸 裕嗣 [1]

Masahiro Kayama[1]; kazumitsu okabayashi[1]; Kazurou Kawamoto[2]; Hirotsugu Nishido[1]

[1] 岡山理大自然研; [2] 大鹿中央構造線博・放大教養

[1] Res. Inst. Nat. Sci., Okayama Univ. Sci.; [2] Oshika MTL Museum

カソ - ドルミネッセンス (Cathodoluminescence : CL) は、その発光過程が物質に内在する構造欠陥や極微量の不純物元素の存在などを鋭敏に反映することから、他の分析手段では得られない貴重な情報を提供してくれる。今回、歪エネルギー密度の異なる断層岩の構成鉱物について CL 測定を行い、マイロナイト化に伴う斜長石の CL 挙動が系統立って変化することを見出した。

中央構造線に直交する長野県大鹿村高森山林道沿い分布する、原岩 (非持タイプトータル岩)、花崗閃緑岩源プロトマイロナイトおよび角閃石黒雲母花崗閃緑岩源プロトマイロナイトおよび花崗閃緑岩源ポーフイロクラスティック・マイロナイトおよび含ざく石花崗閃緑岩源マイロナイトを CL 測定に供した。

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 : MonoCL2) 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。測定条件は、加速電圧 15 kV および照射電流 1.0 nA とした。カラー CL 像観察には、冷陰極型の Nuclide 社製ルミノスコープ ELM-3R を使用した。

CL カラー画像観察から、原岩中の斜長石は全て黄色発光を示す。発光は黄色のみで構成され、その強度分布は比較的均一である。一方、プロトマイロナイトに属する断層岩中の斜長石は粒子全体にわたり黄色発光を示すものの、割れ目に沿って強い箇所もみられた。マイロナイト中の斜長石は青、黄～白の不均一な CL 発光が認められ、斜長石粒子の破砕面に沿って発光が著しい特徴をもつ。

各岩石中の斜長石について CL スペクトル測定を行った結果、共通して三つのスペクトルピークが見出された。400 nm、570～580 nm および 750 nm 付近をピーク波長とするブロードなスペクトルであり、それぞれ構造欠陥ならびに Mn^{2+} と Fe^{3+} の不純物中心に帰属される。しかし、各スペクトルピークの発光強度は試料ごとに異なる。

青色発光強度はプロトマイロナイトにおいて最も大きく、また斜長石粒子の中の割れ目付近で発光が著しいことから、剪断応力の増加に伴い構造欠陥密度が増したことを示す。これは、斜長石中に動的再結晶の原因となるような種々の構造欠陥が多く形成されるため、青色発光強度がプロトマイロナイト中の試料において最も高くなったと示唆される。一方、マイロナイトでは塑性変形により剪断応力を解消しているため、プロトマイロナイトに比べ欠陥中心による発光強度が低くなったと考えられる。

Mn^{2+} に起因する黄色領域のスペクトルにおいて、そのピーク波長は試料ごとに大きく異なる。プロトマイロナイト中の試料は 570 nm 付近にピーク波長を位置する。一方、原岩のそれは 580 nm 付近にあり、マイロナイトではその中間の 575 nm 付近に認められる。この発光は、 TO_4 四面体の Al を Mn^{2+} が置換しアクチベ - タとして作用したもので、 d^5 の励起状態 (4T_1) から基底状態 (6A_1) への遷移に基づく。 4T_1 のエネルギー - 準位は結晶場の強さにより変化し、結晶場が強いほど減少する傾向を示す。一般に結晶場の強さは、アクチベ - タと配位子との距離 (配位子間距離) の 4～6 乗に反比例する。したがって、プロトマイロナイト、マイロナイトおよび原岩の順に黄色 CL スペクトルピークが短波長側 (高エネルギー - 側) へ変位することは、配位子間距離がこの順に長くなるように変形したことを示唆する。これは、剪断応力の増加に伴う結晶構造 (TO_4 四面体結合) のわずかな変化を、 Mn^{2+} に起因する黄色 CL をスペクトル解析することにより鋭敏に検出できることを示す。