

超高温変成作用を受けたジルコンのカソードルミネッセンスとその年代学への応用 Cathodoluminescence of ultrahigh-temperature metamorphosed zircon and its application to geochronology

鹿山 雅裕 [1]; Krishnan Sajeev[2]; 西戸 裕嗣 [1]

Masahiro Kayama[1]; Sajeev Krishnan[2]; Hirotsugu Nishido[1]

[1] 岡山理大自然研; [2] 岡山理大・自然研

[1] Res. Inst. Nat. Sci., Okayama Univ. Sci.; [2] RINS, Okayama Univ. of Sci.

ジルコンの微小部年代測定において、成長ドメインなどの分域構造を確認する必要性からカソードルミネッセンス (CL) 像観察が必須になっている。CL には、放射線損傷やそれに伴う構造欠陥、さらに極微量の不純物元素などの検出や空間分布解析に威力を発揮する分析手段である。今回、ジルコンの CL が変成作用によりどのように影響を受けるか、また変成年代との関係などを検証すべく、各地の超高温変成帯から採取された試料について検討した。

測定にはイタリア、インドおよびスリランカ産堆積岩中のジルコンを使用した。いずれも 1000 近くの超高温変成作用を受けている。最高温度に達した際の年代は試料ごとに異なり、U-Pb 年代測定法から各々 35、500 および 550 Ma と求められている。CL スペクトル測定および CL 像観察は、SEM-CL 装置および MiniCL 検出器を使用し、加速電圧 15 kV、照射電流 1.0~2.0 nA の条件で行った。

CL 像観察から、どの試料もジルコン粒子の外縁において強く、内部において微弱な発光パターンを示すことが明らかとなった。外縁部の CL スペクトル測定結果から、全ての試料に共通して、3つのブロードなバンドスペクトルが認められた。(1) 300 nm 付近にピーク波長を有する UV 領域のバンドスペクトル。結晶化の際に生じた構造欠陥に起因する、(2) 青色領域 (390 nm) のバンドスペクトル (3) 黄色領域 (580 nm) のバンドスペクトル。放射線起源の構造欠陥もしくは不純物である Yb^{2+} に帰属される。UV 領域のバンドスペクトル強度は、イタリアのジルコン (35 Ma) で最も強く、インド (500 Ma)、スリランカ (550 Ma) の順に低くなる。一方、青色および黄色領域のバンドスペクトルは、これとは逆に、古い年代の試料ほど強度は低下する。

この原因を考える上で、加熱処理をしたジルコンを対象にした CL スペクトル測定の結果は非常に重要である (Nasdala et al., 2002)。ラマンスペクトル解析および X 線回折測定の結果から、放射線によりメタミクト化したジルコンは、800 以上の加熱により再結晶化することが知られている。1000 まで熱処理したジルコンの UV 領域のバンドスペクトルは、熱処理を行っていない試料と比べ非常に強い発光強度を示す。このような、熱処理による発光強度の増加は、温度上昇によるジルコンの再結晶化とそれに伴う構造欠陥の生成に起因する。一方、黄色領域のスペクトルピークは、逆に非熱処理試料の方が大きな強度を示す。これは、熱処理により放射線起源の発光中心が解消したことによる。このような現象は、今回測定したジルコンにおいて初めて確認された。

試料ごとに、各バンドスペクトルの強度が異なる理由として、被曝線量の差が考えられる。ジルコンが結晶化し生成した段階から受けた放射線の影響は、超高温変成作用によりその履歴がリセットされる。したがって、変成後の放射線による各種効果のみ蓄積され保存されたと考えられる。そのため、CL 強度は、変成年代とよい相関を示すものと考えられる。この関係により、例えば、微小部を対象とした U-Pb 年代測定法では不可能な極微小領域 (マイクロメートルオーダー) を対象とした変成年代の推定や超高温変成過程の解明などへの応用が期待される。