

熱発光計測による岩石の変形・破壊現象の検出

Thermoluminescence sensitivity of rock-forming minerals of deformation and fracturing

森 敏和[1]; 土屋 範芳[1]

Toshikazu Mori[1]; Noriyoshi Tsuchiya[1]

[1] 東北大・院・環境科学

[1] Environmental Studies, Tohoku Univ.

<http://geo.kankyo.tohoku.ac.jp/>

鉱物の熱発光現象(Thermoluminescence:TL)は、結晶中の格子欠陥や不純物などに由来する。その発光挙動はそれらの量や含まれている不純物によって変化することが知られており、熱発光の観測から鉱物の構造欠陥と履歴の違いを特徴づけることが可能であると考えられている。本研究では、人工的に変形・破壊現象を生じさせた花崗岩について石英の熱発光を測定し、力学的刺激による変形・破壊現象に対する熱発光の感受性を検討した。また、同時に TL による岩石変形検出の可能性を探る。

実験試料には福島県飯館村産出の花崗岩を用いた。これを直径 36mm、長さ 72mm に成形し、一定の応力で長時間一軸圧縮をかけ続ける。さらに、圧縮した試料を粉碎後、石英の手選、薬品処理などを行い、粒径を 0.250-0.074mm にそろえる。試料には自然放射線による影響が残っているため、これを取り除くため加熱処理を行った後、Co60 を照射線源とするガンマ線を約 480Gy 照射する。実験を行う温度は室温から 400 °C までで、昇温速度は 40 °C/min とした。測定には光電子増倍管(PMT)および本研究室開発の分光計測装置を用いた。

観測された主な発光ピークは 98 °C で最大となる 735nm を中心とするものと 125 °C で最大となる 460nm を中心とするものの二つである。このうち 735nm のピークには圧縮応力に変化に対して大きな変化は見られなかったが、460nm のピークでは圧縮応力や負荷をかけた時間に対して次のような変化が生じた。まず、ピーク強度は全体的に応力の増加に伴って減少する傾向が見られた。圧縮時間が長いものでピーク強度がより低くなる傾向が見られたことも合わせると、鉱物が受けた負荷を TL が反映していると考えられる。ここで特異的なのが約 130MPa の応力をかけた場合で、全体的に減少傾向であるピーク強度が突出して高くなる現象が見られた。電子捕獲中心の分布範囲が現れる、ピークの半価幅を見た場合、圧力の増加に対して全体的に減少する傾向が見られた。半価幅に関しては特異な現象は見られなかった。

上述の通り、TL は結晶中の格子欠陥や不純物などに由来する電子捕獲中心によって起こる現象である。発光量は蓄積された放射線エネルギーの量に比例するため、試料に同量のガンマ線を照射した本研究の場合、発光強度の増減は結晶中の電子捕獲中心濃度の増減に影響されると考えられる。このことから、一定の応力で圧縮した試料について、圧縮応力の増大や圧縮時間の延長に対して発光強度が減少したことを併せて考慮すると、圧縮による歪みで電子捕獲中心の濃度が減少したのではないかと考えることができる。しかし、約 130MPa の応力をかけた試料では特異的に発光強度の増加が認められ、それ以上の応力ではまた発光強度は減少した。この結果から、次のようなモデルが推定される。130MPa までは圧縮による歪みから結晶の構造が変化し、460nm を中心とした発光の発光源となる電子捕獲中心の濃度が減少する。圧縮応力が 130MPa 前後に達すると、歪みによって結晶に生じた格子欠陥が新たな電子捕獲中心となり、捕獲中心の濃度が一時的に増加する。しかし、さらに圧力を大きくすると新たに生じた捕獲中心は壊れ、元からあった捕獲中心もさらに減少する。この結果、前述のような発光挙動を示すのではないかと考えられる。

以上より、花崗岩中の石英の TL には力学的変化に対する感受性があると考えられる。また、さらに詳細に研究を進めることによって、岩石の変形や応力履歴の検出などを行う新たな指標として用いることができるのではないかと期待される。