

ウラン鉱床及び花崗岩に含まれる石英中の酸素空孔の生成過程—パルス ESR 測定による緩和時間の測定—

The formation process of oxygen vacancies in quartz of uranium ore and of granites revealed by pulsed ESR measurements

豊田 新[1], 竹内 大輔[2], 小室 光世[3], 堀川 循正[4]

Shin Toyoda[1], Daisuke Takeuchi[1], Kosei Komuro[2], Yoshitada Horikawa[3]

[1] 岡山理大・理・応物, [2] 岡山理大・理・応物

, [3] 筑波大・地球科学, [4] 筑波大

[1] Dept. Appl. Phys., Okayama Univ. Sci., [2] Geoscience, Tsukuba Univ, [3] Tsukuba Univ

鉱物中に自然放射線によって生成され、地質学的時間に蓄積する常磁性（不対電子をもつ）格子欠陥の量を測定することによって、ESR（電子スピン共鳴）年代測定が行われる。この年代測定法の適用範囲が第四紀に限られるのは、不対電子を持つ常磁性の状態の寿命が、それより古い年代測定法に適用できるほど長くないためである。しかし、石英中の酸素空孔に関連した E1' 中心と呼ばれる欠陥については、その量が花崗岩の年代と相関があることが報告され (Odom and Rink, 1989)、年代測定の可能性が示されている。

筆者らは、E1' 中心が加熱によって増大する性質を解析することにより、E1' 中心の前駆体である酸素空孔の相対量を測定する方法を提案した (Toyoda and Ikeya, 1991)。そして、この方法を用いて酸素空孔量と花崗岩の年代との間により相関があることを示すとともに (Toyoda and Hattori, 2000)、酸素空孔の生成過程について議論を進めてきた。この生成過程については、石英中の微量の放射性元素の α 反跳核種によるものか (Rink and Odom, 1991)、石英外部からの β 及び γ 線によって生成するのか (Toyoda et al., 1996)、議論が分かれている。

今回、パルス ESR 測定により、スピン同士の距離に関連した、スピンスピン緩和時間を、人為的に照射をした試料、ウラン鉱床、また花崗岩の石英試料について測定した。つまり、同じスピン数を含む試料でも、阻止能の大きな α 反跳核種によって生成した格子欠陥は高密度であるので、スピン同士の相互作用が大きいため緩和時間が短くなり、阻止能の小さな放射線によって生成した格子欠陥では、スピン同士の相互作用が小さいため緩和時間が長くなることが期待できる。

茨城県高取鉱山の石英を板状に切り、日本原子力研究所高崎研究所のタンデム加速器によってヘリウムイオンを、また同所 1 号加速器によって電子線を照射した。また、ジンバブエのカニヤンバ鉱山の堆積型ウラン鉱床から、また岡山県産万成花崗岩から石英を抽出した。

パルス ESR 測定は、岡山理科大学総合機器センターの日本電子製パルス ESR 測定装置 (PX-2300) を用いて行った。Hahn のエコー法を用い第 1 パルスのパルス幅を 40ns とし、パルス間隔を変化させ、石英の E1' 中心によるスピンスピンエコーの減衰を測定した。そしてそのエコーの減衰曲線から横緩和時間（スピンスピン緩和時間）を求めた。その結果、ヘリウムを照射した試料、電子線を照射した試料については両方とも照射量を増加すると、緩和時間が減少する傾向が見られ、それぞれ、980-1900 ns、7100-16000 ns の範囲にあった。また γ 線を照射した試料では、15000 ns であった。一方、ウラン鉱床の石英については 3500-7100 ns、花崗岩の石英については 6200 ns という値が得られた。

ウラン鉱床及び花崗岩の石英については緩和時間がヘリウムイオンを照射した試料よりも大きく、電子線、ガンマ線を照射した試料の緩和時間に近い。照射量を増加すると、緩和時間が減少する傾向にあることから、スピンの平均的な密度を考慮した考察が必要であり、講演ではこの点についての検討の結果についても発表する予定である。

引用文献

Odom, A. L. and Rink, W. J. (1989) *Geology*, 17, 55-58.

Rink, W. J. and Odom, A. L. (1991) *Nucl. Tracks Radiat. Meas.*, 18, 163-173.

Toyoda, S. and Ikeya, M. (1991) *Geochem. J.* 25, 437-445.

Toyoda, S. and Hattori, W. (2000) *Appl. Radiat. Isot.*, 52, 1351-1356.

Toyoda, S., Rink, W. J., Schwarcz, H. P. and Ikeya, M. (1996) *Appl. Radiat. Isot.*, 47, 1393-1398.