

ウラン鉱石中の石英の放射線損傷の研究(2) - ESRによる常磁性格子欠陥の定量と鉱床の年代 -

The radiation effects observed in quartz in uranium ores (1) ESR analysis of paramagnetic defects and the ESR ages

豊田 新[1], 小室 光世[2], 磯部 博志[3], 浅井 貴之[4], 柳瀬 信之[5]

Shin Toyoda[1], Kosei Komuro[2], Hiroshi Isobe[3], Takayuki Asai[4], Nonuyuki Yanase[5]

[1] 岡山理大・理・応物, [2] 筑波大・地球科学, [3] 熊大・理・地球科学, [4] 岡山理大・理・応用物理, [5] 原研・陸域研

[1] Applied Phys., Okayama Univ. Sci., [2] Geoscience, Tsukuba Univ, [3] Dept. Earth. Sci., Fac. Sci., Kumamoto Univ, [4] Applied Phys. Okayama Univ. Sci., [5] Terres. Res. G., JAERI

<http://www.dap.ous.ac.jp/~toyoda/gakkai/index.htm>

ESR(電子スピン共鳴)によって熱的に非常に安定であり、高い被曝線量に対しても応答性のよい、石英中の熱処理後の $E1'$ 中心(酸素空格子中に1個の電子が存在する常磁性格子欠陥)を用いて、ウラン鉱床の年代やその消長を研究した。ウラン鉱床中のウラン濃度とESR信号強度の相関がみられた。ジンバブエの鉱床の場合、古いウランの濃集の時期と、ごく最近(約600万年ころ)のウランの濃集の時期があることが明らかになった。また、オーストラリア、クンガラウラン鉱床においては、1次鉱床と2次鉱床とでそれぞれ傾きの異なるアイソクロンが観測された。また、Heイオン照射実験の結果についても報告する。

1. はじめに

ESR(電子スピン共鳴)年代測定は、自然放射線によって生成し、地質学的時間に鉱物中に蓄積する常磁性格子欠陥の量を計測することによって、自然放射線による被曝線量を求め、年代を得る(Ikeya, 1993)。これまでこの方法による年代測定が第四紀に限られてきたのは、測定に用いるESR信号(常磁性格子欠陥)の寿命がせいぜい1000万年程度であること、また蓄積線量が高くなると信号が飽和してしまうためであった。ウラン鉱床は濃集したウランによって年間線量率が非常に高くなり、また、年代も古いものが多い。しかし、熱的に非常に安定であり、高い被曝線量に対しても応答性のよい、石英中の熱処理後(*)の $E1'$ 中心(酸素空格子中に1個の電子が存在する常磁性格子欠陥)の生成と消滅の性質が最近になって明らかにされてきた(Toyoda and Ikeya, 1991, Toyoda et al., 1996)ため、この信号を用いることによって、ウラン鉱床の年代やその消長を研究することが可能になってきた。

2. ウラン鉱床中の石英に見られるESR信号

講演ではウラン鉱床中のウラン濃度と石英中の信号強度の相関を示す。ジンバブエの鉱床の場合、古いウランの濃集の時期と、ごく最近(約600万年ころ)のウランの濃集の時期があることが明らかになった(Toyoda et al., 1998)。また、オーストラリア、クンガラウラン鉱床においては、1次鉱床と2次鉱床とでそれぞれ傾きの異なるアイソクロンが観測された。また、カソードルミネッセンスのリムの見られる試料でESR信号強度が大きく、リムの見られない試料では信号強度が小さかった。

3. ESR信号の生成過程

自然の石英中の酸素空格子の生成過程については、石英中の極微量のウラン、トリウム、反跳核種によって生成するのか(Odom and Rink, 1989)、あるいは石英外部の α 線及び β 線によって生成するのか(Toyoda et al., 1996)議論中である。ウラン鉱床の石英については、外部のウラン濃度と相関があることから、外部からの放射線によって生成することは明らかである。ここで、外部の α 線によるESR信号生成の効率を調べるために、Heイオンの照射実験を行った。講演ではこの実験結果の定量的な議論を行う。また、Heイオン照射によって生成した $E1'$ 中心の加熱に対する応答は、電子線照射によって生成した信号と大きく異なっていることがわかった。ウラン鉱床の石英に見られるESR信号の加熱に対する応答は後者にきわめて近いことから、ウラン鉱床の石英においては α 線によって生成する酸素空格子量は、 β 線、 γ 線によって生成するものに比べて無視できるほどの量しかないと予想される。

謝辞

本研究は日本原子力研究所の黎明研究による研究費を用いて行われた。

(*) 200 Gy以上の線照射を行って十分な量のホール中心を石英中に生成させた後、加熱処理(300 15分)を行うと、そのホールが反磁性の(2個の電子を持つ)酸素空格子に移動し、再結合することによってE1'中心が生成する。この時のこの信号の強度が石英中の酸素空格子の量を代表していると考えられる(Toyoda and Ikeya, 1991, Toyoda and Hattori, 2000, in press)。

引用文献

Ikeya, M. (1993) The applications of electron spin resonance, dating, dosimetry, and imaging, World Scientific, 500p.

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

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

Toyoda, S., Komuro, K., Sato, K., Ikeya, M., and Yoshida, H. (1998) *Radiochemica Acta*, 82, 331-334.

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

Toyoda, S. and Hattori, W. (2000 in press) *Appl. Radiat. Isot.*