

石英過酸化ラジカル中心の先第四紀年代測定への適用可能性

Applicability of peroxy radical center in quartz to pre-Quaternary dating

西村 剛志[1], 福地 龍郎[2], 今井 登[3]

Takeshi Nishimura[1], Tatsuro Fukuchi[2], Noboru Imai[3]

[1] 山口大大学院・理工・地球科学, [2] 山口大学・理・地球科学, [3] 地調・地化

[1] Dept. Earth Sciences, Yamaguchi Univ., [2] Earth Sci., Yamaguchi Univ., [3] GSJ

石英中には幾種類もの格子欠陥（点欠陥）が存在し、自然放射線により励起した不対電子を捕獲している。このような格子欠陥に捕獲された不対電子は、電子スピン共鳴（ESR）装置を用いることにより ESR 信号として検出される。ESR 信号強度は自然放射線の下で時間と共に増大して行くので、ESR 年代測定法によって年代値を決定することができる。このような放射線に対する ESR 信号の性質は石英以外の鉱物にも認められ、主に第四紀の年代測定に利用されている。第四紀以前に生成した鉱物の年代値についてはこれまで数例の報告がされているが、今日ではその信憑性に問題があることが明らかになっている。そこで今回、石英中の ESR 信号の高線量 線照射による挙動について詳しく調べ、先第四系への年代測定適用の可能性について考察してみた。

今回の実験では、山口県内に分布する放射年代（Rb-Sr 年代測定法）が既知の 2 種類の花崗岩（秋穂花崗岩：約 92Ma、防府花崗岩：約 97Ma）からフッ酸を用いて抽出した石英粒子の他、標準試料として珪砂（昭和化学株式会社製）を使用した。ESR 測定は、Bruker 製 X バンド EPR 装置（E500 CW）を使用して室温で行った。ESR 測定の結果、秋穂及び防府花崗岩中の石英粒子からは酸素空孔起源の E' 中心の他、格子間酸素起源の過酸化ラジカル中心（peroxy radical center）、非架橋酸素起源の NBOHC が検出された。各石英試料には、日本原子力研究所高崎研究所の Co-60 線源を利用して、約 100～1800kGy までの 線照射を行った。その結果、E' 中心と NBOHC は放射線照射により不規則な挙動を示したが、過酸化ラジカル中心は放射線量に対してほぼ比例的に増加した。また、両花崗岩中の石英粒子から検出される過酸化ラジカル中心は、標準試料として用いた珪砂から検出される過酸化ラジカル中心よりもずっと放射線感度が高いことが明らかとなった。過酸化ラジカル中心は、石英ガラスからは 線照射により容易に検出されているが、通常、石英からは検出されないと考えられている。両花崗岩中の石英粒子は、フッ酸処理により外部の放射性元素からの 線の寄与を除去しているが、石英粒子内部にも微量ながら放射性元素が含まれており、地質時代を通じて、これらの放射性元素から放出された 線や 反跳により結晶中にアモルファス領域が生じている可能性が考えられる。各 線照射により得られた過酸化ラジカル中心の信号強度から最小二乗法により回帰直線（曲線）を求め、回帰直線（曲線）を外挿して両花崗岩の総被曝線量を求めると、約 224 kGy（秋穂花崗岩）及び約 171 kGy（防府花崗岩）となった。Nambi & Aitken (1986) のデータを利用して放射性元素濃度から計算した年間線量率で総被曝線量を割ると、両花崗岩中の石英の ESR 年代値は、それぞれ約 58Ma（秋穂花崗岩）及び約 60Ma（防府花崗岩）となった。これらの年代値は、以前報告された Rb-Sr 年代値よりもずっと若いことが分かる。

ESR 年代値と Rb-Sr 年代値の不一致の原因を明らかにするため、両花崗岩の全岩と石英中に含まれる Pb 同位体、²³⁸U 及び ²³²Th 濃度を ICP 質量分析により求めた。その結果、両花崗岩とも全岩と石英中の Pb 同位体比はほぼ誤差範囲内で一致しており、試料中における閉鎖系は成立しているのに対して、²⁰⁶Pb / ²³⁸U 及び ²⁰⁸Pb / ²³²Th 比は両花崗岩とも全岩よりも石英の方が高くなっていることが明らかとなった。一つの閉鎖系においては、²⁰⁶Pb / ²³⁸U 及び ²⁰⁸Pb / ²³²Th 比は、年代が経つにつれて高くなると考えられるので、石英粒子は、花崗岩中の他の鉱物よりも後から晶出したことを示している。従って、今回得られた ESR 年代値は、花崗岩中の石英の晶出年代を示している可能性がある。過酸化ラジカル中心は非常に熱的に安定な信号であると考えられているが、今後、過酸化ラジカル中心の閉鎖温度や石英内部の 線による放射線感度の変化について詳しく調べることを計画している。