

石英中の常磁性格子欠陥の性質とE S R年代測定およびその応用

Characteristics of paramagnetic defects in quartz, ESR dating and its applications

豊田 新 [1]

Shin Toyoda [1]

[1] 岡山理大・理・応物

[1] Applied Phys., Okayama Univ. Sci.

<http://www.dap.ous.ac.jp/~toyoda/abs99-1.html>

地球表層に普遍的に存在する鉱物である石英は、地質学的時間にわたって安定なE S R信号を示すため、年代測定に有用な鉱物としてその手法の確立に向けて研究が進められてきた。石英を用いて断層運動、テフラ、堆積物のE S R年代測定が試みられてきた。本講演では、石英中の常磁性格子欠陥とその性質を概観し、年代測定の応用にあたっての特長と問題点、今後の課題についてまとめる。

地球表層に普遍的に存在する鉱物である石英は、地質学的時間にわたって安定なE S R信号を示すため、年代測定に有用な鉱物としてその手法の確立に向けて研究が進められてきた。石英を用いて断層運動、テフラ、堆積物のE S R年代測定が試みられてきた。本講演では、石英中の常磁性格子欠陥とその性質を概観し、年代測定の応用にあたっての特長と問題点、今後の課題についてまとめたい。

1. 自然の石英中に見られる常磁性格子欠陥とその性質

自然の石英中には次のような常磁性格子欠陥によるE S R信号が観測されてきた。

(1) アルミニウム中心

ケイ素を置き換えたアルミニウムが、自然放射線によって石英中に生じた電氣的ホールをとらえた準安定な状態である。アルミニウム27の原子核による超微細構造及び核四重極分裂を示すため、粉末のスペクトルは複雑になる。そしてその信号の形の角度依存性が大きいため、少なくとも250 μm以下の粒径にして、角度依存性を平均化する必要がある。その複雑なスペクトルのうち信号強度として取るピークは論文によってまちまちである。

したが、この問題についての最近の演者らの研究成果について報告する。

(2) チタン中心

ケイ素を置き換えたチタンが、自然放射線によって生じた電子をとらえた状態である。電氣的中性を保つため、一価の陽イオンとして、水素、リチウム、ナトリウムのどれかを伴っている。これらの陽イオンによる超微細構造が観測されるが、分裂の幅はそれほど大きくない。また、粉末スペクトルの角度依存性もアルミニウム中心ほど大きくない。

(3) ゲルマニウム中心

チタン中心と同様、ケイ素を置き換えたゲルマニウムが電子をとらえた状態である。人為照射を行った石英に観測されるが、加熱実験を行うと200℃までに消滅して熱的に安定でないため、自然の石英中には観測されないと考えられる。断層粘土で報告されているゲルマニウム中心は、その後の研究で、メチルラジカルの一部ではないかと提案されている。

(4) E1'中心

酸素空格子に生じた $S_i = S_i$ の結合がホールをとらえて結合が切れ、不対電子をもつ状態となっているのがE1'中心である。この信号は他の信号と異なり、試料を加熱することによって増大する。これは、加熱によって酸素空格子におけるケイ素同士の結合に、アルミニウム中心などからのホールが供給されるためであると考えられる。演者らは、この性質を用いて石英中の酸素空格子量を相対的に定量する方法を提案し、この方法を用いて、酸素空格子が熱的に非常に安定であり、花崗岩の年代測定に用いられる可能性があることを示した。

2. テフラの年代測定

テフラの年代測定においては、石英中のE S R信号の消滅の機構が噴火時の加熱とはっきりしているため、年代が確実に求められることが期待できる。また、信号の消滅温度がカリウム-アルゴン法やフィッシュン・トラック法の閉鎖温度よりはるかに低いので、過剰アルゴンや部分消滅の問題もはるかに少ないと考えられる。しかしながら、これまでの年代測定の実施例はそれほど多くなく、また、他の測定法とのクロスチェックも残念ながら不十分である。今後測定例を増やすことが重要な今後の課題である。

3. 断層の年代測定

石英を用いたE S R年代測定の手法は最初に断層に適用されたが、断層運動によるE S R信号の消滅の機構

は、完全消滅の条件をとともいまだに議論が続いている。応力による石英の破碎に伴う消滅、断層運動の摩擦熱、摩擦の石英粒子表面への効果、といったこれまで提案されている機構について講演ではまとめたい。