

光ルミネッセンス法によるレスの年代測定

A review of current studies on optically and infrared stimulated luminescence dating of loess

塚本 すみ子 [1], 綿貫 拓野 [2], 福澤 仁之 [1]

Sumiko Tsukamoto [1], Takuya Watanuki [2], Hitoshi Fukusawa [3]

[1] 都立大・理・地理, [2] 都立大・院・地理

[1] Dept. of Geogrphy, Tokyo Metropolitan Univ., [2] Geography, Tokyo Metropolitan Univ., [3] Dept. of Geography, Tokyo Metropolitan Univ.

近年、レスの初磁化率の変動が深海底コアの浮遊性有孔虫殻の酸素同位体比変動と強い相関を持つことが明らかにされ、新しい地球環境変動のプロキシとして注目されている。しかし、古地磁気編年をのぞけば年代を決定できる手段がないことが多く、短いタイムスケールの変動を議論する場合の問題となっていた。このため、太陽光をあびることにより年代測定の時計がスタートするルミネッセンス年代測定法はレスの年代測定を行うために最も有効な手段と考えられる。今回の講演ではレスの光ルミネッセンス年代測定に関するこれまでの研究をレビューし、最新の測定技法や測定の際にとくに問題となる点についても述べる。

1. はじめに

近年、レスの初磁化率の変動が深海底コアの浮遊性有孔虫殻の酸素同位体比変動と強い相関を持つことが明らかにされ、新しい地球環境変動のプロキシとして注目されている。しかし、古地磁気編年をのぞけば年代を決定できる手段がないことが多く、短いタイムスケールの変動を議論する場合の問題となっていた。このため、太陽光をあびることにより年代測定の時計がスタートするルミネッセンス年代測定法はレスの年代測定を行うために最も有効な手段と考えられる。今回の講演ではレスの光ルミネッセンス年代測定に関するこれまでの研究をレビューし、最新の測定技法や測定の際にとくに問題となる点についても述べる。

2. ルミネッセンス法による堆積物の年代測定

ルミネッセンス法の中で、熱ルミネッセンス (TL) 法が堆積物の堆積年代の推定に用いられ始めたのは1970年代の終わり頃からである。Wintle and Huntley (1979)は、海底コア表面付近のTLがごく弱いことをつきとめ、その原因を太陽光による露光に求めた。また、このことを利用して南極海の海底堆積物試料の年代測定が可能であることを実証した。この研究を契機にして、石英を用いた砂丘砂の年代測定やレスの年代測定が数多く行われるようになった。しかし、TLで発光するトラップには、光刺激によりブリーチを受けるトラップと光の影響を全く受けないものがあるため、光を十分にあてた後でもTL強度は0にはならない。すなわち、十分に太陽光を浴びた堆積物の堆積時にも0になっていない。このため、TLで観測される光のうち、光によってブリーチされうるトラップからの光を分離しなければならなかった。これがTL法で堆積物の年代を求めることの最大の弱点であった。

光ルミネッセンス (OSLおよびIRSL) 法は、TL年代測定法で堆積物の年代測定を行う経験の中から生まれた。堆積物試料のTLから、光刺激によりブリーチされるトラップをすべて取り除くためには、数十時間太陽光に曝することが必要である。ところがトラップの光に対する敏感さには幅があり、光を浴び始めた当初にブリーチされるトラップは長時間の露光の後にブリーチされるトラップに比べ、常に光に対して敏感な性質を持っている。Huntleyらは、このことを逆に利用し、光をあてることによりトラップを励起して得られるルミネッセンスを観測することで堆積物の年代測定が可能であることを示した(Huntley, et al., 1985)。

3. レスの光ルミネッセンス年代測定とその問題点

レスは一般に細粒なため、年代測定を行う際に、鉱物分離を行うことが難しい。このため、有機物と炭酸カルシウムのみを除去した混合物をそのまま年代測定に用いる。ただし、粒径は水中での沈降速度の差から4-11 μm の細粒シルトサイズの粒子のみに揃える。このような鉱物の混合物のなかで、強いルミネッセンスを放つのは石英と長石である。長石のルミネッセンスは一般に石英より強く、とくに赤外光で励起した場合は長石のみからのルミネッセンスを得られることから、鉱物の混合物を用いる方法では、880nm付近の赤外光を励起光として用い、長石からのIRSLを測定することが多い。

ここで注意しなければならないことは、OSL, IRSLはともに、熱的に不安定な電子トラップ、つまり地質時代を通じて安定に存在しないトラップからの光を含んでいることである。TLの場合は、一定の速度で昇温すると、熱的に不安定なトラップからの光は低温側のピークとして現れるため、高温領域のTLのみを用いて年代測定を行えばよい。しかし、OSL・IRSLの場合は発光曲線から、熱的に安定 (= 地質時代を通じて安定) なトラップのみからの発光を取り出すことはできない。したがって、熱的に不安定なトラップを消すため、すべての試料を一定時間加熱 (プレヒート) してから測定を行う。このプレヒート条件の設定が、OSL, IRSL年代測定を行う上の一つの重要な問題点である。この問題を解決するためには、プレヒート条件を連続的に変化させ、被曝線量が一定の値

となる条件を選択する,「プレヒートプラトーテスト」を行う。レス中の長石の平均的な組成は,産地により異なると考えられるため,採取地域ごとにプレヒート条件を設定する必要があると考えられる。

また,レスの場合,鉱物の混合物を測定し,結果として長石からのルミネッセンスを用いているため,アノーマラスフェーディングが大きな問題となる。最近の研究では,長石の励起に一般に用いられている赤外光に代わり,石英の場合と同じ緑色光を用い,紫外領域の発光を測定することでこの問題を解決できるという意見もある。

講演では筆者らが実際に行っている中国甘肅省蘭州のレスの測定例を交えながら以上のような問題点やその解決法について紹介する予定である。