

第四紀地質体の精密年代測定 —OSL 法—

自然科学研究所 板谷徹丸

(株) 蒜山地質年代学研究所

Keywords: 地質学, 考古学, 自然防災, OSL 年代測定法

1. 背景と目的

光ルミネッセンス (optically stimulated luminescence; OSL) 法による年代測定は、一般に数十年前から数十万年前まで、つまり第四紀中〜後期における年代決定を得意とし (塚本・岩田, 2005), 放射性炭素 (^{14}C) 法 (約6万年前より新しい年代を持つ試料が対象) やカリウム-アルゴン (K-Ar) 法 (数十万年前より古い年代を持つ試料が対象) を用いても年代値を決定することが困難な年代を決定する方法として、考古学や第四紀学, 自然地理学に加えて防災に関連する分野での適用が期待されている (高田・長友, 1999)。また, 石英や長石など地表に普遍的に存在する鉱物を測定の対象とするため, その汎用性が大きな注目を集めている。本発表ではルミネッセンス年代測定法の原理を説明し, 近年主流となってきた single aliquot regenerative-dose (SAR) 法を用いた基本的な OSL 年代測定法についても紹介する。

2. 原理と測定法

自然界にはウラン (U), トリウム (Th), カリウム (^{40}K) など放射性元素から放出される α 線, β 線や宇宙線などの自然放射線が存在する。これら自然放射線は微弱であるが, 天然の鉱物 (結晶) 内に電子とホールを生成させる。電子とホールの量は被曝線量の増加に従いほぼ比例的に増加する (Aitken, 1998)。また被曝した結晶に適当な波長の光を当てることによって電子とホールとは再結合し, その際に電子が開放したエネルギーは光 (光ルミネッセンス: OSL) として発せられる。この特徴により採集した鉱物試料に特定の波長の光を照射し, ルミネッセンスを計測することで蓄積線量 (PD) を求めることができる。線量計などを用いて 1 年間に鉱物が吸収する放射線量 (年間線量: AD) を別途測定することにより, 式 (1) からその鉱物が自然放射線に曝された時間 (ルミネッセンス年代: T) を算出することができる。

$$T (\text{year}) = \frac{PD (\text{Gy})}{AD (\text{Gy/y})} \quad \dots (1)$$

SAR 法は鉱物粒子数ミリグラムからなる単分画 (1 cm 程度の 1 枚のディスクに鉱物粒子を付着させたもの) のみを用いて蓄積線量を評価する方法である。同じ分画について線量が既知の人工放射線 (γ 線, X 線など) 照射とルミネッセンス測定を繰り返してルミネッセンス応答曲線を求め, 内挿によって蓄積線量を求める。単分画試料を用いるため, 多分画付加線量法などで問題となっていた分画ごとのルミネッセンス特性, 不純物の割合, 試料量などの不均一性に起因する不正確さを回避できる。

3. 測定対象試料

数万年前〜数十万年前の年代を持つ火山灰, 土器, 黄砂 (レス) 中の石英と長石が主な対象となる。他に蒸発岩を構成する鉱物の析出年代や, 堆積前の運搬過程において太陽光に曝されてから堆積時に埋没した海成〜河成堆積物の年代測定も可能である。

4. 問題点

測定試料は, 年代を記録しはじめる際に火山噴火や土器の焼成による加熱, もしくは太陽光による光刺激などにより, それまで蓄積した電子を一度完全に解放する (タイムゼロイング) 必要がある。また, タイムゼロイング以降に蓄積した電子が解放されないようにするため, 試料採集および試料処理をすべて暗室などの光の当たらない場所で行わなければならない。