

# 長石の熱発光減衰速度式と熱伝導モデルの連成モデル

佐藤貴啓\*・平野伸夫・土屋範芳（東北大学・院・環境科学）

## Coupled model of TL decay kinetics and heat conduction model of thermoluminescence of feldspar

Takahiro SATO\*, Nobuo HIRANO, Noriyoshi Tsuchiya

(Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University)

### 1. 背景

本研究は長石の熱発光による地熱探査法の開発に向けて、定量的な熱源推定のためのモデルについて検討を行った。

### 2. 熱発光の原理

熱発光は固体結晶中に放射線が入射して電子が励起してトラップされることで蓄積したエネルギーが、熱刺激によって光として放出される現象である。石英や長石などの鉱物の熱発光は複数のトラップによる発光曲線(Grow Curve, 以下 GC)が重複している。

TL 現象は Randall-Wilkins モデル (Randall and Wilkins, 1945) に従うとし、このモデルを実験で得られるパラメータに変換した Kitis らによるモデル (Kitis et al., 1998) を適用して TL 発光曲線を示す式を考案した。

### 3. TL の等温減衰実験と発光曲線の分解

試料は福島県石川産ベグマタイト中の正長石を用いた。これを 90, 125, 150°C の温度で 24, 168, 672, 1512, 3360 時間加熱し、減衰した熱発光を測定して GC を描画した。

Kitis らによるモデルを用いて、減衰前の正長石の GC を 6 つに分解した (図 1)。これを基に、加熱によって減衰させた熱発光の GC も分離した。

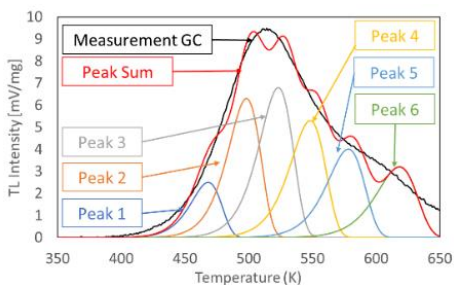


図 1：正長石熱発光のピーク分離

### 4. 熱発光強度のカイネティクスと熱伝導

このモデルでは、熱発光強度の減衰速度式と熱伝導方程式を連成させた。減衰速度式は式(1)のようになる。減衰項と蓄積項で構成され、前者は等温加熱による熱発光の減衰を 2 次また 3 次反応の反応速度式で記述した (図 2)。後者は照射線量あたりの熱発光強度と年間線量から年間蓄積強度を算出して定数とし、時間の関数として記述した。この式を 6 つのピークごとに記述し、それぞれ熱伝導方程式と連成させた。

$$I_{TLi} = \left( (n-1)k(T)\Delta t + \left( \frac{1}{I_{TLi-1}} \right)^{(n-1)} \right)^{\frac{1}{n-1}} + I_{Gy} \times AD \times \Delta t \quad (1)$$

$$k(T) = A_0 \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$$

$I_{TLi}$ : TL 積分強度 ( $t=t_i$ ),  $k$ : 反応速度定数,  $n$ : 反応次数,  $I_{Gy}$ : 線量あたり強度,  $AD$ : 年間線量,  $E_a$ : 活性化エネルギー,  $A_0$ : 頻度因子

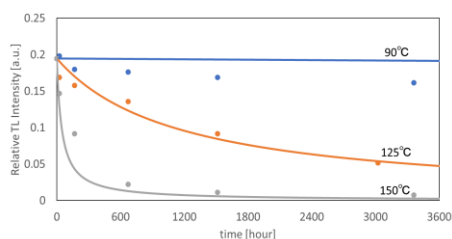


図 2：等温加熱減衰結果と 2 次反応の反応速度式のフィッティングの例 (Peak 4)

### 5. 考察

蓄積・減衰温度が最も低い Peak 1 で 21°C となり、通常の地温であれば熱発光のエネルギーが蓄積することから、本研究で検討したモデルに再現性があると考えられる。

Keywords: Thermoluminescence, Grow Curve, Geothermal Exploration, Heat Conduction

E-mail address: [taka.sato@geo.kankyo.tohoku.ac.jp](mailto:taka.sato@geo.kankyo.tohoku.ac.jp)