

加熱と粉砕による粘土鉱物の非晶質化と断層すべり

Amorphization of clay minerals by thermal and mechanochemical processes, and its implications for seismic faulting

藤本 光一郎^{1*}

FUJIMOTO, Koichiro^{1*}

¹ 東京学芸大学

¹Tokyo Gakugei University

断層におけるナノ粒子や非晶質物質の存在は断層のすべり特性に影響を与えることから注目を集めてきた。一方、粘土鉱物は断層コアに普遍的に存在するが、加熱や機械的粉砕によって比較的容易に非晶質化することが知られている。本研究では、代表的な粘土鉱物であるカオリナイトとサポナイトの非晶質化について加熱と粉砕の二つの過程を検討した。

加熱はマッフル炉で大気雰囲気下で数十分～数時間、一定温度で加熱した。粉砕は遊星型ボールミルを用い、1～9時間、毎分400回転で粉砕した。処理後の試料はX線回折により特徴的なピーク強度の変化から非晶質化率（分解率）を評価した。

加熱実験：カオリナイトは470℃ではおよそ80分、560℃では16分で、800℃では2分以内、1000℃では1分以内で非晶質化した。また、サポナイトは680℃では約5000分、710℃では約300分、800℃では60分以内で分解してエンスタタイトに変化した。カオリナイトの非晶質化の活性化エネルギーは、98kJ/molとなり、これはカオリナイトの水溶液中への溶解の活性化エネルギーと近い値である。また、熱分析の一種であるDSCによって反応エネルギーを求めたところ、昇温速度によって若干の違いはあるが、およそ120kJ/molと求められた。

粉砕実験：カオリナイトはおよそ180分、サポナイトは540分でほぼ完全にピークが消え非晶質化した。粉砕容器内で発生する衝突エネルギーは近似的には5.3J/sと見積もられ、それがすべて非晶質化に用いられるとすれば、試料1kgの非晶質化に必要なエネルギーはカオリナイトは9550kJ/kg、サポナイトは28700kJ/kgと見積もられた。

大地震においては、数十秒のすべり時間で1000℃近い温度上昇が見込まれる。また、断層岩の粒径解析などから大地震の破壊エネルギーは断層物質1あたりになると1000～10000kJ/kgとなる。カオリナイトは大地震の破壊エネルギーによって非晶質化される可能性がある。一方でサポナイトはカオリナイトよりは非晶質化されにくいことが示唆された。これは台湾チェルンブ断層での観察結果(Hirono et al., 2008)と調和的である。実際の地震性すべりにおいては摩擦発熱と機械的粉砕、さらには水の関与も考えられることから、それぞれの寄与を検討する必要がある。

キーワード: 粘土鉱物, 非晶質, メカノケミカル, 摩擦発熱, 断層運動

Keywords: clay minerals, amorphous, mechanochemical, frictional heating, faulting