

アンチゴライト蛇紋岩の塑性変形特性

Plasticity of antigorite serpentinite

安東 淳一 [1]; 寺田 優希子 [1]; 大藤 弘明 [2]; 片山 郁夫 [1]
Jun-ichi Ando[1]; Yukiko Tarada[1]; Hiroaki Ohfuji[2]; Ikuo Katayama[1]

[1] 広大・理・地球惑星; [2] 愛媛大, 地球深部研
[1] Earth and Planetary Systems Sci., Hiroshima Univ.; [2] GRC, Ehime Univ.

アンチゴライト蛇紋岩の安定領域内での変形特性を理解する目的で、固体圧式変形実験装置を用いた定歪速度実験と透過型電子顕微鏡 (TEM) による回収試料の微細組織の観察を行った。実験は広島大学とカリフォルニア大学リバーサイド校 (UCR) の改良 Griggs 型変形実験装置を用い、封圧 1 GPa と 3 GPa、温度は 350 -700、歪速度約 $2.0 \times 10^{-5}/s$ の条件で行った。実験試料には三波川変成岩および長崎変成岩中のアンチゴライト蛇紋岩を用い、直径約 7.0 mm × 高さ約 7.0 mm (広島大学)、直径約 3.0 mm × 高さ 8.0 mm (UCR) の円柱を実験試料とした。

実験の結果、以下の事が明らかになった。

1) 1 GPa の封圧条件の実験では、試料は定常クリープに達する前或いは直後付近で脆性破壊する。その最大試料強度は温度の増加に伴って増大する。

2) 3 GPa の封圧条件の実験では、温度の増加に伴って塑性強度が低下する流動特性が認められた。

3) 回収試料の微細組織観察の結果、アンチゴライトの (001) 面すべりが蛇紋岩の変形に重要な影響を与えている事が分かった。また、転位による顕著な微細組織は観察されなかった。この事は、1 GPa と 3 GPa の封圧条件ともに同様である。

これらの結果から、1 GPa における蛇紋岩の変形特性を以下の様に考える事ができる (3 GPa の実験に関して、詳細な回収試料の観察を継続している)。

TEM 観察の結果は、アンチゴライトの (001) 面がすべり変形が進行した事を示している。アンチゴライトの (001) 面は弱いファンデルワールス力で原子が結合した面である。TEM 観察の結果は、この弱い結合面が応力によって剪断され、あたかも転位クリープによって結晶面すべりが生じた様に変形している事を示唆している。転位クリープなどの熱活性過程機構によって塑性変形が進行する場合、物質の強度は温度の上昇に伴って減少する。しかし、蛇紋岩の (001) 面すべりは、(001) 面の持つファンデルワールス力を寸断すれば生じるので、ある臨界応力を越えた際に生じえる。即ち、温度依存性の無い現象と考えられる。これにより、蛇紋岩はかなり低温条件から塑性変形すると考えられる。

また、物質が塑性変形する際には、塑性変形によって物質中に導入された歪が、熱活性過程である回復現象によって解消される。転位クリープの様にある程度高温条件のもとで変形が進行する場合には、回復も効果的に生じている。しかし、蛇紋岩の様に低温の条件でも (001) 面すべりによって塑性変形が進行する場合には、回復が有効に働かないと考えられる。この様な場合、歪が試料内に急激に蓄積されてゆくと考えられ、ある時に破壊が生じ歪エネルギーを開放する。1 GPa の封圧条件の実験の場合、塑性強度が温度の増加に伴って増大するのは、温度の上昇に伴って回復が有効に働く様になり、破壊にいたる歪の蓄積が遅くなる為として理解できる。

以上の事は、蛇紋岩が地殻・マントル中で変形する際には、“応力依存 (非熱活性過程) の (001) 面すべり”と、“熱活性過程である歪の回復”という2つの素過程が競合し、その変形特性を規定する事を示している。これは、“熱活性過程である転位 (拡散) による変形”と“熱活性過程である歪の回復”という2つの素過程が競合するオリビンやガーネットといった他のマントル構成鉱物の塑性変形特性と大きな異なる点である。