

Chrysotile 蛇紋石の高温高压脱水分解の機構と速度論

Dehydration Kinetics and Mechanism of Serpentine (Chrysotile) at High Pressure and Temperature

早川 拓馬[1]; 加藤 工[1]; 久保 友明[1]

Takuma Hayakawa[1]; Takumi Kato[1]; Tomoaki Kubo[1]

[1] 九州大理

[1] Kyushu Univ.

1. はじめに

地球内部と表層との水循環の解明は、地球科学的に第一級の問題である。その素過程として、スラブ中のカンラン岩が、部分的に水によって変質されて生成した蛇紋石が、地球深部への水輸送の主要な貢献をしていることが考えられている。本研究は、沈み込むスラブ（カンラン岩部分）の H₂O 成分を保持する能力を評価するため、Chrysotile 蛇紋石の脱水分解の機構と速度論を明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

出発物質には、北海道幌満の天然蛇紋岩中の蛇紋石（Chrysotile）を用いた。高温高压発生は、試料回収実験では九州大学設置の MAX90、放射光 X 線その場観察実験では KEK-PF（BL14C）の MAX 及び Spring-8（BL04B1）の SPEED1500 を利用した。両実験共に、ヒーターはカプセルと兼用とし、グラファイトを使用した。回収試料は、粉末 X 線回折装置によって相同定を行い、SEM を用いて組織観察や分析を行った。回収実験の一部とその場観察実験では、反応の起こらない領域で一定時間保持（約 400 °C・90 分）し、反応の進行条件の制御することも試みた。

3. 結果

回収試料の粉末 X 線回折のデータから、3.6GPa・560 °C - 700 °C の温度圧力条件において、Chrysotile はまず Talc と Forsterite を生成し、最終的には Forsterite と Enstatite に脱水分解する反応順序であることがわかった。この傾向は蛇紋石の最高温安定タイプである Antigorite に対する報告例と同様なものである。560 °C と 700 °C（3.6GPa）では反応進行状況が得られた。560 °C では 2 時間の温度保持後にも Enstatite が晶出せず、Chrysotile が分解途中であったが、700 °C においては保持温度到達から 30 分程で Chrysotile がほぼ消失した。

放射光 X 線その場観察実験は、600 °C・700 °C にそれぞれ昇温・保持した。温度 600 °C（3.6GPa）では、温度保持開始後 15 分ほど経過した後 Enstatite が晶出を開始し、試料回収実験の 560 °C のデータと同じ Enstatite へと分解が至らない状況が一部ながら見られた。温度 700 °C（3.7GPa）の実験では、保持温度到達とほぼ同時に Enstatite が生成し始めており、回収実験での 700 °C の反応傾向とほぼ一致していた。本実験においては、試料回収実験との結果の一致を裏付けることができた。

SEM による観察からは、Chrysotile が結晶粒界に沿って分解し、そこから Forsterite と Talc の分解している組織と、分解相の領域から Enstatite が非常に小さな自形結晶（数 μm 以下）として生成していることが見られた。

4. 考察

温度圧力一定の本実験条件で、Chrysotile の脱水分解は時間の経過と共に Talc を生じ、最終的に Talc が減少する方向に反応が進行する。ゆえに、脱水分解反応中に表れた Talc は準安定であるといえる。また、反応前に温度保持した試料の反応速度がより遅かった事実は、この温度保持によって分解反応速度自体が遅くなったのではなく、Chrysotile の結晶粒界の歪エネルギーが解消され、脱水分解生成相の核生成が抑制されたためと考えられる。

5. 議論

今回の結果からは、最も冷たいスラブ条件では Chrysotile が完全に分解を終了することなく、準安定の Talc が深部へ沈み込み、その結晶構造内の水を少量ではあるが DHMS 相に引き継ぐ可能性が示唆される。