

エンスタタイトの高圧下での相転移メカニズム

Mechanism of high-pressure phase transition in enstatite

富岡 尚敬[1], Kurt Leinenweber[2], Thomas Sharp[2]

Naotaka Tomioka[1], Kurt Leinenweber[2], Thomas Sharp[2]

[1] 神戸大・理・地球惑星, [2] アリゾナ州立大・地質

[1] Earth & Planetary Sci., Kobe Univ., [2] Geological Sciences, Arizona State Univ

1. はじめに

珪酸塩鉱物の高圧相転移メカニズムは、沈み込みスラブ内部での物質変化を考える上で極めて重要である。このため、上部マントルの主要構成鉱物であるかんらん石の高圧相転移については、これまで数多くの研究がなされてきた。しかしながら、かんらん石同様上部マントルで主要な輝石の高圧相転移メカニズムについては、ほとんど研究例がない。また、衝撃変成を受けたコンドライトにおいて、輝石中でのイルメナイト相のトポタキシャルな成長が見いだされており (Tomioka and Fujino 1998), その形成過程を実験的に再現することは、衝撃変成過程の温度圧力履歴を考える上でも重要である。本研究では、エンスタタイト単結晶 (MgSiO_3) を用いた高圧下での相転移実験を行い、相転移メカニズムを調べることを目的とした。

2. 実験

相転移実験はアリゾナ州立大のマルチアンビル型高圧装置 (Big Blue) を用いた。出発物質はフラックス法で合成した MgSiO_3 エンスタタイト単結晶 (~200-500 micron) 数個をエンスタタイト粉末 (<50 micron) 中に埋め込み、レニウムカプセルに封入した。試料は 12 GPa, 1300 で3時間アニールした後 (ホットプレス), 20-24 GPa, 1250-1500 で0.17-2時間加熱した。回収試料は薄片にした後、レーザーラマン分光装置で相同定、光学顕微鏡、透過電子顕微鏡 (TEM) で組織観察を行った。

3. 結果と考察

光学顕微鏡下では、エンスタタイト単結晶は全ての回収試料で、より細粒 (~10-100 micron) の粒状の結晶集合体に再結晶しているのが観察された。ラマンスペクトルによると、20 GPa, 22 GPa の試料については一部が、24 GPa の試料についてはほとんどが、イルメナイト相に相転移している。また、それぞれの結晶の配向はランダムであった。24 GPa, 1250 から回収した試料について TEM でも観察したところ、エンスタタイト単結晶はイルメナイト相に加えて、一部がペロプスカイト相へも相転移しているのが確認されたが、イルメナイト相との特定の結晶方位関係は見られない。以上のエンスタタイト単結晶から相転移したイルメナイト相のランダムな配向から、少なくとも今回の実験条件 (イルメナイト相の安定領域内) では、エンスタタイトからイルメナイト相への相転移は、核形成と成長のメカニズムによって進行したと考えられる。Tenham コンドライト中に報告された固相転移によるエンスタタイト - イルメナイト互相が示すトポタキシーは、酸素の充填構造の剪断変形による相転移 (shear mechanism) の可能性を示している。Hattori et al. (2001) は FeGeO_3 において、shear mechanism による輝石からイルメナイト相への相転移が、輝石の安定領域に対して、20 GPa 近い過剰圧下で起こることを報告した。従って、 MgSiO_3 においても 30 GPa を越える圧力下で同様なイルメナイト相への準安定的な相転移が起きる可能性が高い。その場合、Tenham が衝撃変成過程で受けたピーク圧力は、衝撃によるメルトの急冷結晶から推測された結晶化圧力 (14-26 GPa) よりさらに高いことになる。今後更に高い過剰圧下での相転移実験を行いメカニズムを検討する必要がある。