

MgAl₂O₄ スピネルの 40 GPa 領域までの相転移 X 線その場観察In situ X-ray observation of the phase transformations in MgAl₂O₄ at pressures to 40 GPa

入船 徹男[1], 井上 徹[1], 安東 淳一[2], 肥後 祐司[3], 実平 武[1], 舟越 賢一[4], 内海 渉[5]
Tetsuo Irifune[1], Toru Inoue[2], Jun-ichi Ando[3], Yuji Higo[1], Takeshi Sanehira[4], Kenichi Funakoshi[5], Wataru Utsumi[6]

[1] 愛媛大・理・地球, [2] 広大・理・地球惑星, [3] 愛媛大・理・生地, [4] 高輝度光セ, [5] 原研・関西研
[1] Dept. Earth Sci., Ehime Univ., [2] Dept. Earth Sciences, Ehime Univ., [3] Earth and Planetary Systems Sci., Hiroshima Univ., [4] Earth Sci., Ehime Univ., [5] JASRI, [6] JAERI

MgAl₂O₄ スピネルの高温高压下での相変化を SPring-8 の放射光と多アンビル装置を用いた X 線その場観察によりおこなった。一部は焼結ダイヤモンドアンビルを用い、30GPa を大きく越える圧力、温度 1500C 程度までの条件下で実験をおこなった。20 - 35GPa の範囲では、MgO と Al₂O₃ への分解、CaFe₂O₄ 構造、および e 相が観察されたが、Funamori et al. (1998) による CaTi₂O₄ 構造は見られなかった。現在更に高压領域の実験をおこない、これらの相の相互関係の検討をおこなっている。

(はじめに)

MgAl₂O₄ スピネルはマントル最上部の温度圧力条件下において、かんらん岩の主要構成鉱物である。スピネルは約 15GPa 付近の圧力で MgO と Al₂O₃ の単純酸化物に分解する (Liu, 1995; Ohtani et al., 1975) が、Liu (1980) は更に 25 GPa 程度の圧力でこれが未知の相 (e 相) に転移すると報告した。一方で Irifune et al. (1991) は同様の条件下で CaFe₂O₄ カルシウムフェライト構造が安定であるとしている。また、Funamori et al. (1998) は更に高い 40GPa 付近の圧力で、CaTi₂O₄ 構造の相の生成を確認している。これらの構造および関連構造を持ったアルミナス相は、沈み込んだ海洋地殻物質において重要な構成物質である可能性が強く、その安定相関係や密度関係を明らかにすることは地球科学的に興味深い。我々は SPring-8 の放射光と大型多アンビル装置 SPEED-1500 を利用し、また焼結ダイヤモンドアンビルも併用した X 線その場観察により、MgAl₂O₄ スピネルの圧力 20 - 40GPa、温度 1500C 程度の条件下での相変化の解明をおこなった。

(実験)

出発物質は単結晶スピネルを粉砕した粉末に、圧力マーカーの金粉を混合したものを半焼結して用いた。高温高压セルの構成は Irifune et al. (1998) で示したものに近いが、断熱性や X 線透過性の向上等を考慮して、材料や形状に若干の変更を加えた。実験は SPEED-1500 と SPring-8 の白色 X 線を用いたエネルギー分散法による。アンビルにはトランケーション 2.0 および 1.5mm の超硬合金、あるいは焼結ダイヤモンドを用いた。実験は加圧後の昇温過程および 1500C 付近で長時間 (~1 時間) 保持する間に、X 線回折データを収拾して相の同定をおこなった。圧力はアンダーソンスケールに依って金の格子体積から見積もった。

(結果と考察)

これまでに 1500C で 23, 26, 31GPa の実験をおこなった。23GPa の実験では MgO と Al₂O₃ の単純酸化物への分解が確認された。26GPa の実験では昇温過程の 1000C 以上で e 相に対応する回折線も認められたが、最終的に 1500C で得られたのは上記単純酸化物とカルシウムフェライト相の混合物であった。この付近の圧力に両者の相境界があるものと推定される。一方焼結ダイヤモンドアンビルを用いた実験では、1000C 付近で 35 GPa に達し最初に単純酸化物が出現後、1300C ではほとんどカルシウムフェライト相になったが、若干の e 相も認められた。1500C、31GPa で 1 時間保持後はほとんどカルシウムフェライト相になったが、わずかに e 相も認められた。今回の実験範囲では CaTi₂O₄ 構造の相は確認できなかったが、現在さらに圧力を上げた実験を計画している。e 相の存在については、昇温過程の比較的低温で出現する準安定相である可能性が強いが、この点についても更に今後検討を要する。