

MORB 中のアルミナス相に関する高温高压 X 線その場観察実験

In situ X-ray diffraction study of aluminous phase in MORB under high pressure and temperature.

実平 武[1]; 入船 徹男[1]; BRUNET Fabrice[2]; 山崎 大輔[1]; 新名 亨[3]; 末田 有一郎[4]; 井上 徹[5]; 舟越 賢一[6]

Takeshi Sanehira[1]; Tetsuo Irifune[1]; Fabrice BRUNET[2]; Daisuke Yamazaki[1]; Toru Shinmei[3]; Yuichiro Sueda[4]; Toru Inoue[5]; Kenichi Funakoshi[6]

[1] 愛媛大・地球深部研; [2] エコールノルマルコウトウケンキュウシヨ; [3] 岡大・固地研; [4] 愛媛大・地球深部研; [5] 愛媛大・地球深部研; [6] 高輝度光セ

[1] GRC, Ehime Univ.; [2] CNRS, Ecole normale supérieure, Paris; [3] ISEI; [4] GRC, Ehime Univ; [5] GRC, Ehime Univ.; [6] JASRI

<http://www.ehime-u.ac.jp/~grc/>

MORB 中のアルミナス相は下部マントル条件下で安定に存在する相と考えられており、MORB が下部マントルまで沈み込んだ際のダイナミクスを議論する上で重要な相の一つである (Ono et al., 2001 など)。しかし、アルミナス相の高温高压下における組成や結晶構造に関して一致した見解は得られていない。Irifune and Ringwood (1993) ではアルミナス相の合成実験を行った結果、カルシウムフェライト型では完全には X 線回折パターンを説明することができず、減圧の過程で複数の相に分解した可能性があることを報告している。又、Akaogi et al., (1999) ではカルシウムフェライト型アルミナス相の化学組成の単純系の一つである CaAl₂O₄-MgAl₂O₄ 系において中間組成に六方晶系の対称性をもつアルミナス相を合成している。このことはアルミナス相の結晶構造が化学組成に依存していることを示唆する。そこで本研究ではアルミナス相を放射光 X その場観察実験により合成し、その X 線回折パターンからアルミナス相の高温高压下での結晶構造及び回収試料の化学組成を調べる実験を行った。

実験で使用したセルはアンビルの先端サイズが 3mm である。圧力媒体はマグネシアとジルコニアからなり、ヒーターにはランタンクロマイドを使用した。又、X 線透過用の窓とサンプル容器にはグラファイトを使用した。出発物質には Irifune and Ringwood (1993) において、アルミナス相の合成実験に使用されている酸化物混合物を使用した。圧力マーカーには MgO, Au, NaCl を体積比で 50:1:50 の比になるよう混合したものを使用した。圧力は Anderson et al., (1989) の Au の状態方程式から算出した。実験では SPring-8 設置の SPEED-1500 を使用し、室温下で目標荷重まであげた後、温度を上昇させた。加熱保持時間は 5 時間である。

X 線回折パターンはエネルギー分散法により収集し、そのパターン解析のプログラムとして PC-GSAS を使用した。入力原子パラメーター及び、空間群として、六方晶系のアルミナス相に関しては CaMg₂Al₆O₁₂ 組成の Miura et al., (2000) のデータを、カルシウムフェライト構造に関しては Decker and Kasper (1957) のデータを使用した。又、減圧後の 1 気圧下でのパターンも収集し高压下のパターンとの比較を行った。回収試料は鏡面研磨した後、SEM (EDS) により化学組成分析を行った。

実験は圧力約 22 GPa、1873 K の条件で行った。高温高压下で確認された相はアルミナス相とメージャライトであった。アルミナス相の X 線回折パターンを PC-GSAS により解析した結果、Miura et al., (2000) の六方晶系のアルミナス相の構造が最もよくパターンを説明することができた。一方カルシウムフェライト型の構造では、今回得られたパターンを説明することができなかった。高温高压下における六方晶系アルミナス相の格子定数及び、密度を求めた結果、 $a = 8.550$ (1), $c = 2.732$ (1), $V = 172.96$ (3), $D = 4.130$ (6) (化学組成は下記参照) となった。回折パターンは常温常圧下においても変化することはなく、Irifune and Ringwood (1993) の報告のような減圧の過程で分解する可能性は低いことが分かった。同様に常温常圧下での格子定数、密度を求めた結果、 $a = 8.747$ (1), $c = 2.782$ (1), $V_0 = 184.32$ (4), $D_0 = 3.876$ (5) となった。回収試料の組成分析は粒径が非常に小さいため困難であったが、ランダムに点分析を行った結果、アルミナス相の組成はおよそ (Mg_{0.67}, Na_{0.23}, Ca_{0.07}, Fe_{0.06})(Al_{1.43}, Si_{0.46}, Ti_{0.01})₀₄ であった。

Ono et al., (2001) では MORB 中のアルミナス相は、カルシウムフェライト型の構造が安定であると報告しており、実際カルシウムフェライト型のアルミナス相の状態方程式の研究も行われている (Ono et al., 2002)。カルシウムフェライト型と本研究の六方晶系のアルミナス相の相互の安定性の違いについては今のところはっきりはしないが、圧力、温度に加えて Na, Ca, Mg の固溶量が重要な要因であると考えている。現在、より高圧力条件下でのアルミナス相の合成実験が急冷回収実験により進行中であり、それらのデータも含めて本講演で議論する予定である。