

放射光 X 線その場観察実験によるパイロライトと MORB の密度直接決定

Direct density determination of Pyrolite and MORB by in situ X-ray experiments.

実平 武[1]; 入船 徹男[1]; 西山 宣正[2]; 末田 有一郎[3]; 井上 徹[4]; 山崎 大輔[1]; 新名 亨[5]; 栗尾 文子[6]; 越智 公嗣[7]; 舟越 賢一[8]

Takeshi Sanehira[1]; Tetsuo Irifune[1]; Norimasa Nishiyama[2]; Yuichiro Sueda[3]; Toru Inoue[4]; Daisuke Yamazaki[1]; Toru Shinmei[5]; Ayako Kurio[6]; Kimitsugu Ochi[7]; Kenichi Funakoshi[8]

[1] 愛媛大・地球深部研; [2] 東大・物性研; [3] 愛媛大・地球深部研; [4] 愛媛大・地球深部研; [5] 岡大・固体研; [6] 愛大・理工・生地; [7] 愛大・理工・生地; [8] 高輝度光セ

[1] GRC, Ehime Univ.; [2] ISSP, Univ of Tokyo; [3] GRC, Ehime Univ; [4] GRC, Ehime Univ.; [5] ISEI; [6] Earth Sci., Ehime Univ; [7] Earth Sci, Ehime Univ; [8] JASRI

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

パイロライトは地球深部マントルの代表的な組成をもつ仮想的な岩石である。一方、MORB は沈み込む海洋リソスフェアの上部を構成する岩石である。これらの岩石の高温高圧下での相関係や相互の密度関係は沈み込むスラブのダイナミクスを考察する上で重要であり、これまで多くの研究が報告されてきた (Irifune 1993, Ono et al., 2001 など)。これらの研究において、岩石の高温高圧下での密度決定は主に 1) 急冷回収実験に基づく岩石の高温高圧下における高压相の割合の決定、2) 各構成高压相の状態方程式を用いて高温高圧下における密度を計算、の 2 つのステップにより行われてきた。本研究では特に 660km 地震波不連続面付近の条件下でパイロライトと MORB 中の鉱物の密度を、放射光 X 線その場観察実験と回収試料の組成分析から直接決定し、従来の結果と比較した。

高温高压実験はアンピルの先端サイズが 3mm と 2.5mm 用のセルを用いた。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。出発物質にはパイロライト、MORB 組成のガラス、圧力マーカーの 3 つを使用した。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 の状態方程式より算出した。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 1873 K まで上昇させた。加熱保持時間はほとんどの実験において 5 時間であるが、一部 1.5 時間の実験も行った。X 線回折パターンは保持時間中収集した。急冷後、試料を回収して鏡面研磨をした後 SEM-EDS により化学組成分析を行った。

実験は合計 5 回行った。確認された相は概ね、これまでの結果と調和的であった。密度を計算するにあたりパイロライト、MORB 中の各鉱物の中でも特に大きな割合を占め、且つ複雑な化学組成をもつ MgPv と Mj に注目し、本実験によるそれぞれの鉱物の密度の直接決定の結果と、様々な状態方程式から密度を計算した場合の結果との比較を行い、従来の各高压相の状態方程式の精度を検討した。

1 MgPv

MgPv の密度に関しては MgSiO₃ 端成分 (Funamori et al., 1996, Fiquet et al., 1998, Wang et al., 1994) など、もしくは Fe, Al の固溶した状態方程式 (西山 2001) から計算した密度が、直接決定の結果と一致することが分かった。一方、Zhang and Weidner (1999) の状態方程式を用いた場合、直接決定の結果よりも密度を約 3% 程度高く見積もることが分かった。MgPv の状態方程式の Al の効果については、最近様々な議論がなされている。Zhang and Weidner (1999) が AlMgPv の体積弾性率を端成分よりも約 10% 低く見積もっているのに対し、Andraut et al., (2001) は AlMgPv の体積弾性率が端成分よりもむしろ約 2~5% 程度高くなると報告している。このような結果の矛盾には、MgPv に固溶する Al の複雑な置換機構が注目されているが (Navrotsky 1999, Brodholt 2000 など) 一致した見解はなされていない。しかし、地球深部における多成分の固溶した MgPv の密度の議論をするにあたっては端成分、もしくは Fe, Al の固溶した状態方程式が最も良いと考えられる。

2 Mj

Mj の密度計算で使用した状態方程式では、Py62Mj38 組成の Wang et al., (1998) の状態方程式を用いた結果がもっとも直接決定の結果と調和的であった。Py20Mj80 組成の Morishima et al., (1999) の状態方程式を使用した場合は約 1% 程度ではあるが、直接決定の密度よりも低く見積もられた。しかしいずれの状態方程式からの計算結果も直接決定の結果に非常に近い値を示しているため、Mj の状態方程式における他の元素 (Fe, Ca など) の影響は低いと考えられる。