

(Mg,Fe)O の高圧相と下部マントル最下部の構造

High pressure phase of magnesiowustite and its application to the structure of the lowermost mantle

近藤 忠[1], 大谷 栄治[2], 八木 健彦[3]
Tadashi Kondo[1], Eiji Ohtani[2], Takehiko Yagi[3]

[1] 東北大・理, [2] 東北大、理、地球物質科学, [3] 東大・物性研
[1] Sci., Tohoku Univ., [2] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University, [3] Inst. Solid State Phys, Univ. Tokyo

(Mg,Fe)O は下部マントルの主要構成鉱物のひとつである。しかし高圧下での挙動は MgO と FeO では異なっている。そこで、(Mg_{0.1},Fe_{0.9})O-(Mg_{0.6},Fe_{0.4})O の組成に対して、ダイヤモンドアンビルセルと外熱式及びレーザー加熱法によって、高温高圧相を調べた。実験は放射光を用いたその場観察法により、相の同定を行った。すべての組成において rhombohedral 相への転移が観察され、転移圧は Mg 成分側でより高圧側にシフトする。一方高圧側では、(Mg_{0.1},Fe_{0.9})O、(Mg_{0.2},Fe_{0.8})O に関して、FeO が NiAs 構造へ転移する条件に入っても高圧相転移は観察されなかった。MgO の影響により相転移圧が上昇しているものと思われる。

1. はじめに

(Mg,Fe)O は、下部マントル中でペロブスカイトと同様に主要構成鉱物の一つであると考えられている。マグネシウム端成分側の MgO が 227GPa でも岩塩構造を保持しているのに対し (Duffy et al., 1995) FeO では約 16GPa で磁気転移に伴う rhombohedral 相への転移を起こし、その後 70GPa, 約 600 K で NiAs 構造へと相転位する (Fei and Mao, 1994)。この高圧相は金属相であるとともに、磁気消失を起こしていることが実験や理論から知られている (Knittle and Jeanloz, 1986; Pasternuk et al., 1997, Cohen et al., 1998)。これは、低圧側では中間組成をもった岩塩構造の (Mg,Fe)O が連続固溶体を形成していても、高圧下で同じ岩塩構造が保持されているとは限らないことを示している。そこで我々は、(Mg,Fe)O の高圧下での挙動を高温高圧実験によって調べたので、その結果を報告する。

2. 実験

出発試料は (Mg_{0.1},Fe_{0.9})O、(Mg_{0.2},Fe_{0.8})O、(Mg_{0.4},Fe_{0.6})O、(Mg_{0.6},Fe_{0.4})O の組成のものを雰囲気炉で合成し、X線回折法及び EPMA による分析により、均一な単一相になっていることを確認した。高温高圧実験は、ダイヤモンドアンビルセルを用い、レニウムガスカートに空けた試料室に粉末状の試料を入れ、外熱法とレーザー加熱の2種類の方法で加熱を試みた。常温での圧力測定にはルビー蛍光法、高温での圧力決定には、金の状態方程式を用いた。相の同定には高エネルギー加速器研究機構の放射光実験施設内 BL-13B に設置されている、角度分散法 (イメージングプレート) による X線回折計を用い、その場観察を行った。使用した単色光の波長は 0.4422Å、コリメーターサイズは 50 ミクロンである。(Mg_{0.1},Fe_{0.9})O に関しては約 100GPa、600 K、(Mg_{0.2},Fe_{0.8})O は約 80GPa、700 K まで共に外熱法による加熱を行った。(Mg_{0.4},Fe_{0.6})O、(Mg_{0.6},Fe_{0.4})O は約 40GPa までの室温での加圧を行った。

3. 結果

室温下の圧縮過程ではすべての組成において、FeO と同様の rhombohedral 相への転移が見られた。(Mg_{0.1},Fe_{0.9})O では、FeO とほぼ同じ 16GPa 付近で転移が観察されるが、Mg 端成分側に組成が近づくに伴い転移圧は上昇し、(Mg_{0.6},Fe_{0.4})O では 40GPa を超えたあたりからわずかに歪が観察される。これは (Mg_{0.4},Fe_{0.6})O 組成より Mg 側では磁気転移が起きないとした Richet et al. (1989) の結果と異なり、FeO の磁気的影響が (Mg_{0.6},Fe_{0.4})O の組成でも現れていることを示している。一方、高圧側での相転移は分解相として現れるか、NiAs 相への転移が期待されるが、現在 (Mg_{0.1},Fe_{0.9})O は約 100GPa、600 K、(Mg_{0.2},Fe_{0.8})O は約 80GPa、700 K までの範囲で、rhombohedral 相以外の相は X線では確認されていない。これらの条件は FeO では既に NiAs 相の安定領域に入る条件 (Fei and Mao, 1994) であり、MgO 成分が加わったことで、転移の圧力・温度条件が FeO に比べかなり上昇している可能性がある。現在、回収試料について詳しい分析を行っており、講演で報告する予定である。