

(Mg,Fe)SiO₃ ペロブスカイトとマグネシオウスタイト間の Mg-Fe 分配

Mg-Fe partitioning between (Mg,Fe)SiO₃ perovskite and magnesiowustite

小林 祐介[1]; 近藤 忠[2]; 大谷 栄治[3]; 長瀬 敏郎[4]; 宮島 延吉[5]; 八木 健彦[6]

Yusuke Kobayashi[1]; Tadashi Kondo[2]; Eiji Ohtani[3]; Toshiro Nagase[4]; Nobuyoshi Miyajima[5]; Takehiko Yagi[6]

[1] 東北大・理・地球物質; [2] 東北大・理; [3] 東北大、理、地球物質科学; [4] 東北大・総学博; [5] 東大・物性研; [6] 東大・物性研

[1] Dep. Mineral. Petrol. & Econ. Geol., Tohoku Univ.; [2] Sci., Tohoku Univ.; [3] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University; [4] Tohoku Univ. Muse.; [5] ISSP, Univ. of Tokyo; [6] Inst. Solid State Phys, Univ. Tokyo

1. はじめに

下部マントルの主要構成鉱物である(Mg,Fe)SiO₃ ペロブスカイト(Pv)とマグネシオウスタイト(Mw)は、互いに異なる Mg と Fe の比率を持って共存している。Pv への Fe(Fe²⁺, Fe³⁺)の分配の大きさを表すパラメーターとして、次の分配係数 K が定義される。

$$K = (X_{Fe}/X_{Mg})_{Pv} / (X_{Fe}/X_{Mg})_{Mw}, \quad X_{Fe} = Fe / (Fe + Mg)$$

下部マントル条件での K の変化、特にその圧力依存性については、研究者によって異なる結果が報告されており、まだよく分かっていない。DAC による実験に関しては、分析方法で異なる K の変化が報告されている。K を算出するにはまず、Pv の Fe 組成 $X[=Fe/(Fe+Mg)]$ と Mw の X を求める必要がある。過去の研究では、粉末 X 線回折法から求められた Pv と Mw の格子体積 V_0 と X との関係式から間接的に求める方法と、EPMA もしくは ATEM による組成分析から直接的に求める方法の 2 つで行われてきた。K が圧力の上昇に伴って増加し続けるという結果を出した Mao et al. (1997)、Andraut (2001) では前者の方法を、K は一定の値となるという結果を出した Guyot et al. (1988)、Kesson and FitzGerald (1991)、Kesson et al. (2002) は後者の方法を採用している。本研究では、下部マントル圧力温度下における Pv と Mw の Mg-Fe 分配の変化、特に圧力依存性の有無及び格子体積を用いた Mg-Fe 組成測定法の信頼性の検討を行うことを目的とした。

2. 実験方法

出発試料には、San Carlos 産のオリビン [$Fe\# (=Fe/(Fe+Mg))=0.12$] と、三宅島産玄武岩中の斑晶オリビン [$Fe\#=0.20(2)$] の粉末試料を使用した。高圧発生にはレバー式 DAC を用い、加圧後の出発試料に対して、東北大学理学部設置の Nd:YAG レーザーまたは KEK-PF 内の BL-13A 設置の Nd:YAG レーザーによる加熱を行った。測圧にはルビー蛍光法 (Mao et al., 1978)、測温には輻射温度計を用いた。本実験の圧力範囲は、23.0~53.6 GPa、温度範囲は 1500(100)~2200(200) K である。K を算出するのに、Andraut (2001) による Pv と Mw の格子体積 V_0 と X との関係式を用いた。 V_0 を求めるのに、KEK, PF, BL-13A 及び BL-18C にて、イメージングプレートを使用した角度分散法により、高圧下及び回収試料の粉末 X 線回折を行った。コリメーター径は BL-13A で 30 μ m、BL-18C で 40 μ m である。Pv と Mw の格子定数は、観測された各面指数の d 値を最小二乗法でフィッティングすることによって求めた。また、一部の回収試料について、東北大学理学部設置の EPMA (EDS) または東京大学物性研究所設置の ATEM (EDS) による組成分析を行い、K を求めた。

3. 実験結果

San Carlos 産オリビンを出発試料に用いた実験では、K の圧力依存性を示唆する結果が得られ、およそ過去の研究による実験値と一致した。しかし、K の温度、バルクの Fe# 依存性は確認されなかった。三宅島産オリビンを出発試料に用いた実験では、San Carlos 産オリビンを用いた実験よりも大きな K の値となった。Andraut (2001) による Mw の V_0 -X 関係式は、本実験値と整合的であった。Pv の V_0 -X 関係式は San Carlos 産オリビンから合成した Pv の実験値とは整合的であったが、三宅島産オリビンの実験値とは合わなかった。出発試料のわずかな微量元素の含有量、酸化状態の差が Pv の格子体積に影響を与えている可能性があり、今後さらに詳細な分析が必要である。