

下部マントル条件における CaMgSi₂O₆-CaFeSi₂O₆ 系の相関係Phase relations in the system CaMgSi₂O₆-CaFeSi₂O₆ under the lower mantle conditions

藤野 清志[1], 小田原 廉紀[1], 宮島 延吉[2], 八木 健彦[2], 富岡 尚敬[1], カウシク ダス[1], 佐々木 洋平[1]

Kiyoshi Fujino[1], Reki ODAWARA[2], Nobuyosi Miyajima[3], Takehiko Yagi[4], Naotaka Tomioka[2], Kaushik Das[2], Youhei Sasaki[5]

[1] 北大・理・地球惑星, [2] 東大・物性研

[1] Divi. of Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ., [2] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ., [3] ISSP, Univ. of Tokyo, [4] Inst. Solid State Phys, Univ. Tokyo, [5] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.

下部マントル条件における CaMgSi₂O₆-CaFeSi₂O₆ 系の相関係を調べる目的で 輝石粉末試料を出発物質に 20-40 GPa, 1700-2000 °C でのレーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセルによる高温高圧実験, 放射光による X 線回折実験, 回収試料の分析電顕による観察・測定で調べた。その結果, 上記温度圧力条件での安定相の組み合わせは, Di₁₀₀Hd₀-Di₈₀Hd₂₀ (Di は CaMgSi₂O₆, Hd は CaFeSi₂O₆) では (Mg,Fe)SiO₃ ペロブスカイトと CaSiO₃ ペロブスカイト, Di₈₀Hd₂₀-Di₅₅Hd₄₅ では上記 2 種のペロブスカイトおよびマグネシオウスタイトとスティショバイト, そして Di₅₅Hd₄₅-Di₀Hd₁₀₀ では CaSiO₃ ペロブスカイトとマグネシオウスタイトおよびスティショバイトであった。

1. はじめに

地球深部の鉱物構成を考えると, CaO 成分を無視することはできない。特に下部マントルでは, (Mg,Fe)SiO₃ ペロブスカイトとならんで CaSiO₃ ペロブスカイトが存在すると考えられている。そこで両者の安定条件や互いの固溶関係が問題になる。そうした観点から, ダイオブサイド (CaMgSi₂O₆) が下部マントル条件でどのような相になるかの研究がこれまでに行われ, それらの結果は, ダイオブサイドは MgSiO₃ と CaSiO₃ の 2 つのペロブスカイト相に分解し, 両者の間にはほとんど固溶関係がない, との方向に固まりつつある。しかし, この系に鉄が加わったときにどうなるかは, まだあまり研究例がない。

そこで本研究では下部マントル条件における CaMgSi₂O₆-CaFeSi₂O₆ 系の相関係および (Mg,Fe)SiO₃ と CaSiO₃ の両ペロブスカイトの固溶関係などを調べることにした。

2. 実験

出発物質にはダイオブサイド (Di) -ヘデンバーチャイト (Hd, CaFeSi₂O₆) 系の天然および合成の輝石の粉末試料を用いた。高温高圧実験は東大物性研八木研究室で, 両面レーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセルを用いて, 20~40 GPa で行った。温度は直接測定してないが, 約 1700~2000 °C と思われる。試料は放射光による X 線回折実験を高圧下および常圧下で行って生成相を同定し, その後分析電子顕微鏡で観察・測定して組成を決めた。

3. 結果と考察

放射光 X 線と分析電顕による解析の結果, 30 GPa 前後約 1700~2000 °C におけるこの系の安定相の組み合わせは, 以下のものであった。Di₁₀₀Hd₀~Di₈₀Hd₂₀ では (Mg,Fe)SiO₃ ペロブスカイトと CaSiO₃ ペロブスカイト, Di₈₀Hd₂₀~Di₅₅Hd₄₅ では上記 2 種のペロブスカイトおよびマグネシオウスタイトとスティショバイト, そして Di₅₅Hd₄₅~Di₀Hd₁₀₀ では CaSiO₃ ペロブスカイトとマグネシオウスタイトおよびスティショバイト, の組み合わせがそれぞれ安定であった。

また, (Mg,Fe)SiO₃ ペロブスカイトへの各種陽イオンの固溶関係については, 上記圧力範囲で Fe は Fe/(Mg+Fe+Ca) 比で 0.09 位まで固溶し, その固溶量は圧力とともに増大する傾向にあった。一方, Ca の固溶量は圧力の増加とともに減少する傾向にあったが, まだ分析精度の問題があり, 引き続き検討中である。