

ポストスピネル相転移における水の影響

Effect of water on the postspinel phase transformation

肥後 祐司[1], 井上 徹[2], 入船 徹男[2]

Yuji Higo[1], Toru Inoue[2], Tetsuo Irifune[1]

[1] 愛媛大・理・生地, [2] 愛媛大・理・地球

[1] Dept. Earth Sci., Ehime Univ., [2] Dept. Earth Sciences, Ehime Univ.,

最近、660km 地震波速度不連続面とポストスピネル相転移圧力との不一致が報告されている(Irifune et al., 1998)。本研究では、水がポストスピネル相転移にどの程度影響を及ぼすかを明らかにするために高温高压実験を行った。その結果、含水量 2.0wt%、1600 では hydrous -phase は無水の -phase の安定領域より少なくとも 0.2GPa 以上高压下においても安定であることが明らかになった。この結果は、上の 660km 地震波速度不連続面の不一致を解消する方向に働くことになる。

1. はじめに

地球内部の水はマントル物質の融解温度、圧力さらに生成するマグマの化学組成やマントル鉱物の相転移境界に大きな影響を与えることが明らかにされつつある。特に、オリビンの高压相の 及び 相に数 wt% の H₂O が結晶構造中に含まれることが明らかにされ、これに伴い、 - - 相転移境界にも影響を及ぼすことが報告されている(Inoue, 1998)。また、最近、660km 地震波速度不連続面の原因と考えられているポストスピネル相転移の圧力が、不連続面の圧力より 1600 で 2GPa 程度低いことが報告されている(Irifune et al., 1998)。昨年、我々は Mg₂SiO₄ - H₂O 系での高温高压実験によって含水系でのポストスピネル相転移圧が無水系に較べ高くなることを報告した。今回は実験セルに改良を加え含水系でのポストスピネル相転移境界をより詳細に明らかにした。

2. 実験方法

本実験の出発物質には、無水系に forsterite の粉末、含水系には Mg₂SiO₄ - H₂O 系において、含水量が、3.0wt%、2.0wt%、1.0wt% になるように、Mg(OH)₂、MgO、SiO₂ の混合粉末試料を用いた。試料は白金のカプセルに封入し、圧力発生には愛媛大学理学部設置のマルチアンビル型高压発生装置(ORANGE 2000)を使用した。圧媒体は温度勾配が小さくなるように LaCrO₃ を使い、ヒーターは白金を使用した。実験の温度圧力範囲は、20 ~ 23GPa、1600 である。試料は急冷したのち減圧、回収した。回収した試料は、エネルギー分散型走査電顕(EDS)および微小部 X 線回折分析装置を用いて生成相の同定および化学組成分析を行い SIMS (東京工業大学) によって生成相の含水量を測定した。

3. 結果と考察

20 ~ 23GPa における含水系での主な鉱物組み合わせは 1600 では、hydrous -phase、ilmenite(or perovskite)、magnesiowustite であり superhydrous phaseB, phaseD 等の含水相は見られなかった。また、SIMS による含水量の測定結果によると含水量 1.0wt% の出発物質から合成された hydrous -phase 中におおよそ 1wt% の H₂O が含まれていた。これは hydrous -phase 中に H₂O が約 2 ~ 3wt% 含まれうるとの報告(例えば, Kohlstedt et al., 1996; Inoue et al., 1998; Yusa & Inoue, 2000) と矛盾せず、さらに anhydrous -phase と hydrous -phase が連続固溶体を形成することを示唆するものである。一方、perovskite 中には ~0.1wt% の H₂O が含まれたが測定誤差を考えるとほぼ無水であると思われる。

相転移境界は、含水量 1.0wt% では hydrous -phase、perovskite、magnesiowustite の共存相が無水系でのポストスピネル相転移境界付近で見られたが、その共存する圧力範囲は狭い(<0.2GPa)。それ以上の圧力では無水系と同じ perovskite、magnesiowustite の相組み合わせであった。含水量 2.0wt% では hydrous -phase 単一相の安定領域が高压側に広がり、現在までの実験結果からは無水系よりも少なくとも 0.2GPa 以上高い圧力まで安定である。以上の結果から含水量が増えるとより高压まで hydrous -phase が安定になることがわかった。しかし、含水量 3.0wt% では MgO に富むメルト (Mg/Si > 2) が生じ、これに伴い ilmenite(or perovskite) が見られるので hydrous -phase の安定領域は含水量 1 及び 2wt% のときより狭くなった。

このような、含水量の違いによる生成相やポストスピネル相転移圧の変化は先の 660 km 地震波速度不連続面の不一致を水の影響によって解消できる可能性があり、また地球深部での含水量を制約する。現在、より高压下での実験および鉄を含む系での実験も行っており、当日はこれらの結果も含めて紹介する。