

オリビンの高圧相転移における水の分配

Partitioning of H₂O on high pressure phase transformation of olivine

井上 徹[1], 和田 智之[2], 佐々木 瑠美[2], 入船 徹男[2], 垠本 尚義[3]
Toru Inoue[1], Tomoyuki Wada[2], Rumi Sasaki[2], Tetsuo Irifune[2], Hisayoshi Yurimoto[3]

[1] 愛媛大・地球深部研, [2] 愛媛大・理・地球, [3] 東工大・院理工・地惑
[1] GRC, Ehime Univ., [2] Dept. Earth Sci., Ehime Univ., [3] Earth & Planet. Sci., TiTech

(はじめに)

水は地球表層に大量に存在する主要な揮発性成分の1つであり、その水がスラブの沈み込みによって常に地球内部に供給され、鉱物の物性や溶融温度に大きく影響を与えることが明らかにされてきている。特にマントルの主要構成鉱物はカンラン石であり、その高圧相の wadsleyite, ringwoodite には 3wt% もの H₂O が結晶構造中に含まれることが明らかにされてきてはいるが、では、それらの鉱物間の水の分配はいくらで、地球内部のどの層に相対的にどれくらい水が存在可能かは olivine-wadsleyite 間 (Chen et al., 2003) 以外はまだに明らかにされていない。地球内部の各境界層で存在する水の量は、その境界での水の分配に支配されているので、マントル中の各層間の水の相対量を知るためには、それらの相間の水の分配実験が必要である。本研究ではオリビンの高圧相転移の wadsleyite-ringwoodite、及び ringwoodite-perovskite 間における水の分配を明らかにし、上部マントル、マントル遷移層、及び下部マントル間の水の分配を明らかにした。

(実験方法)

本研究の含水系の出発物質には (Mg_{0.8}Fe_{0.2})₂SiO₄+16wt%H₂O になるように Fe₂SiO₄, Mg(OH)₂, SiO₂ の混合粉末試料を、無水系には (Mg_{0.8}Fe_{0.2})₂SiO₄ になるように Fe₂SiO₄, MgO, SiO₂ の混合粉末試料を用意した。実験装置は愛媛大学設置のマルチアンビル型高圧発生装置を使用し、wadsleyite-ringwoodite 間の水の分配を求める実験は 14.6~17.0GPa、1400 の条件下で、ringwoodite-perovskite の水の分配を求める実験は ~23.5GPa、1600 の条件下で行った。今回の実験は含水量測定に耐え得る大きな共存結晶を得ることを目的としているので、比較的大きい含水量を選択し、また温度も含水ソリダス直上になるよう設定した。実験は目的の圧力まで加圧、圧力を一定に保ちながら加熱した後、急冷減圧し回収した。回収試料は顕微ラマン分光装置、及び反射電子像により相の同定を、さらにエネルギー分散型電子顕微鏡により化学組成を測定した。また含水量は東京工業大学設置の二次イオン質量分析計により測定した。

(実験結果)

含水系で含水量測定に耐え得る 50 μm 以上の wadsleyite 及び ringwoodite の共存結晶、及び ringwoodite 及び perovskite の共存結晶を合成することに成功し、この共存結晶間での水の分配が明らかにできた。Wadsleyite と ringwoodite 間の水の分配係数は約 2 程度となり、また ringwoodite と perovskite 間の水の分配係数は約 10 かそれ以上となった。我々の以前の研究 (Chen et al., 2003) により wadsleyite と olivine 間の水の分配係数は約 5 程度と明らかにされているので、410km 以浅の上部マントル、410-520km 及び 520-660km 間のマントル遷移層、及び 660km 以深の下部マントル間での水の分配は 4:20:10:1 ということになる。すなわち、マントル遷移層に極めて高濃度に水が保持され、地球内部の水の貯蔵庫となっていることが考えられる。