

高温高压下における SuB 相と G 相の安定領域と下部マントルへの水の移動様式

Stability of superhydrous phase B and phase G at high pressure and temperature, and water transportation into the lower mantle

大谷 栄治[1], 當間 基正[2], 岡本 猛[3], 久保 友明[4], 鈴木 昭夫[5], 近藤 忠[4]

Eiji Ohtani[1], Motomasa Touma[2], Takeshi Okamoto[3], Tomoaki Kubo[4], Akio Suzuki[5], Tadashi Kondo[6]

[1] 東北大、理、地球物質科学, [2] 東北大・理・地球物質, [3] 東北大・理・地学, [4] 東北大・理, [5] 東北大・理・地球物質科学

[1] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University, [2] Inst. Min. Pet. Econ. Geol., Tohoku Univ., [3] Inst Min Petrol and Econ Geol, Tohoku Univ, [4] Tohoku Univ, [5] Faculty of Science, Tohoku Univ., [6] Sci., Tohoku Univ.

Superhydrous phase B と phase G の高温高压下での安定領域を明らかにする実験を行った。Superhydrous phase B は 18GPa で 1200C 以下, 20GPa で 1300C 以下で安定に存在する。18~20GPa の圧力において温度の上昇につれて, Superhydrous phase B->phase B+liq->wadslyite+MgO+liq-> anhydrous phase B+MgO+liq と変化する。phase G は 18GPa において約 1000C 以下で安定であり, 1000C 以上では含水 wadslyite+stishovite+liquid が共存する。20~22GPa では約 1100C 以下で G 相が存在し, この温度以上で ringwoodite+stishovite+liquid が安定に存在する。25GPa においては 1200C 以下では含水 G 相, この温度以上では perovskite+stishovite + liquid が安定に共存する。

沈み込むプレートはもっとも重要な水の供給源である。海洋底堆積物や海洋底玄武岩, そして海洋下マントルのリソスフィア部分に様々な含水鉱物として貯えられた水はプレートの沈み込みとともにマントル深部に運ばれる。このようなマントル深部への水の移動は, 上部マントルにおいては, 内部の温度が約 6 GPa で 600.C 以下の冷たいスラブにおいて効果的に進む。上部マントルから深部に運ばれた水はマントル遷移層では含水ウオズレアイト(beta 相) や含水リングウダイト(gamma 相) 中に貯えられる。スラブの温度条件では, マントル遷移層や下部マントルにおいては, スーパーハイドラス B 相, 含水 G 相と呼ばれる含水相が存在する。本研究においては, これらの含水相の安定領域を明らかにする為の高温高压実験を行った。

高温高压実験には東北大学に設置の 1000 トンおよび 3000 トンマルチアンビル高压装置 (SPIRIT1000, SPIRIT3000) を用いた。出発物質には MgO, Mg(OH)₂, SiO₂ の試薬を G 相(Mg_{1.24}Si_{1.76}H_{2.48}O₆) とスーパーハイドラス B 相(Mg₁₀Si₃H₄₀O₁₈) の組成で混合したものを使用した。また, 出発物質は実験中の水の散逸を避けるために白金のカプセルに挿入した。実験はスーパーハイドラス B 相に関しては, 圧力 18GPa から 20GPa までの圧力範囲で行い, 含水 G 相に関しては, 圧力 18GPa から 25GPa の範囲で行った。含水 G 相の実験においては, 高エネルギー物理学研究機構放射光実験施設の MAX80 高压装置を用いた高温高压 X 線その場観察実験を 15GPa の条件で行った。回収試料の同定には微小部 X 線回折装置 (MacScience M18XCE), 顕微ラマン分光分析装置 (JASCO NRS-2000), EPMA (JEOL JXL8800M) を用いた。

スーパーハイドラス B 相は 18GPa で 1200C 以下, 20GPa で 1300C 以下の温度で安定に存在する。一方, 18~20GPa の圧力において, 温度の上昇につれて以下のように共存相が変化する。Superhydrous phase B->phase B+liq->wadslyite+MgO+liq-> anhydrous phase B+MgO+liq。一方含水 G 相は 18GPa において約 1000C 以下で安定であり, 1000C 以上では含水 wadslyite+stishovite+liquid が共存する。20~22GPa においては約 1100C 以下で G 相が存在し, この温度以上で ringwoodite+stishovite+liquid が安定に存在する。25GPa においては 1200C 以下では含水 G 相が安定であり, この温度以上では perovskite+stishovite + liquid が安定に共存する。

以上の実験結果とこれまで行われた MgO-SiO₂-H₂O 系の相関係 (例えば Ohtani et al., 2000; Sieh et al., 1999) を総合して, 2% 以下の少量の水が存在するペリドタイトの高压含水相の圧力変化を検討した。それによると低温のスラブ条件において約 1000km (約 30GPa) までスーパーハイドラス B 相が含水相として存在し, 約 1300km (約 45GPa) 程度まで含水 G 相が水を保持する。したがって, 沈み込むプレート内部には約 200km 付近の浅い脱水域とともに約 1000~1300km にスーパーハイドラス B 相と含水 G 相の分解に伴う脱水反応域がある。浅い脱水域で完全に脱水しなかったスラブにおいては, 下部マントル上部の深い脱水反応で流体を生じる可能性がある。この流体は主として上部のマントル遷移層に貯えられる可能性がある。一方, 含水 G 相の安定領域を超える下部マントル深部での水の存在様式と水の移動様式については, 今後さらに詳しく研究する必要がある。