

含水マグネシウム珪酸塩 (DHMS) 相の安定領域と地球内部への水の移動様式

Stability field of dense hydrous magnesium silicate phases and mobility of water in the earth's interior

當間 基正[1], 大谷 栄治[2], 久保 友明[3]

Motomasa Toma[1], Eiji Ohtani[2], Tomoaki Kubo[3]

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

[1] Institute of Mineralogy Petrology and Economic Geology, Tohoku Univ, [2] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University, [3] Tohoku Univ

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。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ために MgO-SiO₂-H₂O 系の高温高压実験を行った。また、スーパーハイドラス B 相に関して放射光を用い X 線その場観察実験を行った結果、約 30GPa、1000 付近でスーパーハイドラス B 相は含水 G 相とペリクレスに分解するものと考えられる。

地球内部での水の存在はマントル鉱物の流動性や、マグマの発生過程に関連して非常に重要である。中でも含水鉱物はスラブの沈み込みによって水の運搬、保持をする役割を担っている。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相や含水相中に貯えられる。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ために、MgO-SiO₂-H₂O 系の高温高压実験を行った。

高压発生には東北大学に設置の 700 トンおよび 3000 トンマルチアンビル高压発生装置 (SPIRIT700, SPIRIT3000) を用いた。出発物質には MgO, SiO₂, Mg(OH)₂ の試薬を含水 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封入した。

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。またこれに関する実験において、高エネルギー物理学研究機構放射光実験施設で高温高压 X 線その場観察実験を行った。含水 G 相に関しては MAX80 高压発生装置を用いて 18GPa の条件で、スーパーハイドラス B 相に関しては MAX 高压発生装置を用いて 30GPa の条件で行った。

後者の実験では焼結ダイヤモンドアンビルを使用した。回収試料の同定は微小部 X 線回折装置 (MacScience M18XCE)、顕微ラマン分光分析装置 (JASCO NRS-2000) を組成分析には EPMA (JEOL JXL8800M) を用いた。

スーパーハイドラス B 相は 18GPa で 1200 以下、20GPa で 1300 以下の温度で安定に存在する。一方含水 G 相は 18GPa で 1000 以下、20~22GPa で 1100 以下、25GPa で 1200 以下の温度で安定に存在する。これまでに行われた MgO-SiO₂-H₂O 系の相関係 (Ohtani et al., 1997; Frost et al., 1998; Shieh et al., 1998) と今回の結果を比較してみると低温のスラブ条件においてスーパーハイドラス B 相は約 1000km (約 30GPa) まで、含水 G 相は約 1300km (約 45GPa) まで含水相として存在し水を保持するであろうと推定される。それをもとにスーパーハイドラス B 相に関して放射光を用い X 線その場観察実験を行った結果、約 28GPa、1100 ではスーパーハイドラス B 相の X 線回折パターンが見られたが、約 30GPa、850 では含水 G 相とペリクレス (MgO) だけで、スーパーハイドラス B 相は見られなかった。この結果から、約 30GPa、1000 付近でスーパーハイドラス B 相は、含水 G 相とペリクレスに分解するものと考えられる。

さらに、スーパーハイドラス B 相について、より正確な分解温度を知るために、再び放射光を用いた X 線その場観察実験を行った。出発物質には、17GPa、900 で合成したスーパーハイドラス B 相の焼結体を用いた。その結果、30GPa で 600 から 700 の間に X 線回折パターンが変化し、スーパーハイドラス B 相が分解して、含水 G 相とペリクレス (MgO) とペロプスカイトへと変化した。沈み込むプレート内部において下部マントル最上部付近でこれらの反応が生じている可能性がある。