

Mg₂SiO₄ のポストスピネル相転移カインेटクスに対する水の影響Effects of water on mechanisms and kinetics of the postspinel transformation in Mg₂SiO₄

細矢 智史[1], 久保 友明[2], 大谷 栄治[3], 近藤 忠[2], 鈴木 昭夫[1]

Tomofumi Hosoya[1], Tomoaki Kubo[2], Eiji Ohtani[3], Tadashi Kondo[4], Akio Suzuki[5]

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

[1] Inst. Min. Petro. and Eco., Tohoku Univ., [2] Tohoku Univ, [3] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University, [4] Sci., Tohoku Univ., [5] Faculty of Science, Tohoku Univ.

ポストスピネル相転移のメカニズムや相転移速度に対する水の影響を調べるため、マルチアンビル型高圧装置を用いて高温高圧実験をおこなった。その結果、含水条件ではこれまで報告されている eutectoid 相転移に加え、それとは異なる相転移メカニズムが観察された。またその新しいメカニズムによりポストスピネル相転移速度が上昇する傾向もみられた。

地球内部に沈み込むスラブの挙動は 660km 不連続面に対応するポストスピネル相転移によって大きな影響を受けると考えられている。ポストスピネル相転移は負のクラウジウス クラペイロン勾配をもつために、低温のスラブ内部では周囲のマントルよりも深部で相転移が起こり、プレートの沈み込みが妨げられる可能性がある。しかしスラブ内部の低温条件下ではポストスピネル相転移が平衡に進行せず、相転移の深さがさらに深くなる可能性がある。よってポストスピネル相転移のメカニズムやカインेटクスを明らかにすることはスラブのダイナミクスを理解する上で重要である。また最近になって、スピネル相中に最大で約 3wt% の H₂O が含まれることが報告されている。H₂O は鉱物の物性に大きな影響を与えられている。そこで本研究ではポストスピネル相転移のメカニズムやカインेटクスに対する水の影響を調べた。

出発物質として Mg(OH)₂、MgO、SiO₂ の粉末を混合して、Mg₂SiO₄+0.5wt%H₂O、Mg₂SiO₄+3wt%H₂O の 2 つの組成を得た。まずはじめに約 23GPa、1400 の条件で hydrous 相を合成した。高圧実験には東北大学理学部設置のマルチアンビル型高圧発生装置(MAP-3000)を用いている。試料部はジルコニアの圧力媒体、円筒状のランタンクロマイトのヒーター、モリブデン電極、白金カプセルからなる。合成した hydrous 相に対し、走査型電子顕微鏡による組織観察とフーリエ変換型赤外分光光度計を用いた含水量の測定をおこなった。その結果、hydrous 相の粒径は Mg₂SiO₄+0.5wt%H₂O 系の場合約 6 ミクロン、Mg₂SiO₄+3wt%H₂O 系の場合約 32 ミクロンで両者に大きな違いがあることがわかった。しかし、hydrous 相の含水量に関してはこの 2 つの系での違いはみられず、両者とも約 0.2wt% と見積もられた。また合成した hydrous 相中には少量の MgSiO₃ ペロブスカイト相やイルメナイト相が存在していた。

ポストスピネル相転移実験は、合成した hydrous 相を出発物質として約 25GPa、800-1000 の条件でおこなった。加熱保持時間は数秒から 10 時間である。実験方法は hydrous 合成実験の場合とほぼ同じである。1000 においてポストスピネル相転移途中の試料が回収されたので、走査型電子顕微鏡を用いて相転移組織の観察をおこなった。その結果 2 つの相転移メカニズムが観察された。一方はポストスピネル相がスピネル相の粒界に核生成し、ラメラ状に成長するメカニズムで、これは過去の研究で報告されていた eutectoid 相転移(Poirier et al., 1986) と同一のものであると考えられる。もう一方はポストスピネル相がスピネル相とともとあったペロブスカイト相との粒界から核生成し、成長するメカニズムである。これはこれまでに報告されていない新しいメカニズムである。この相転移メカニズムの場合、相転移の核生成、成長が従来の eutectoid 相転移と比べ促進される傾向がみられた。さらに相転移後の粒成長も促進される。また出発物質の組成の違いにより、Mg₂SiO₄+0.5wt%H₂O 系では eutectoid 相転移が、Mg₂SiO₄+3wt%H₂O 系では新しい相転移メカニズムが卓越しているのが認められた。今回観察された新しい相転移メカニズムは、沈み込むスラブ内部のポストスピネル相転移カインेटクスを考えるうえで重要な役割を果たす可能性がある。