

高圧下における MgO-SiO₂-H₂O 系メルトの構造Structure of MgO-SiO₂-H₂O melts under high pressure

山田 明寛 [1]; 井上 徹 [1]; 浦川 啓 [2]; 船守 展正 [3]; 舟越 賢一 [4]; 亀卦川 卓美 [5]; 入船 徹男 [1]

Akihiro Yamada[1]; Toru Inoue[1]; Satoru Urakawa[2]; Nobumasa Funamori[3]; Ken-ichi Funakoshi[4]; Takumi Kikegawa[5]; Tetsuo Irifune[1]

[1] 愛媛大・地球深部研; [2] 岡大・理・地球; [3] 東大院・理・地球惑星科学; [4] 高輝度光セ; [5] 物構研・高工ネ研

[1] GRC, Ehime Univ.; [2] Dept.of Earth Sci., Okayama Univ.; [3] Earth and Planetary Sci., Univ of Tokyo; [4] JASRI; [5] IMSS, KEK

水は、その存在量の多少に関わらず地球内部物質の物性や融解特性に著しい影響を与える。例えば、含水条件下におけるマントル鉱物の高圧熔融関係は無水条件とは大きく異なり、また、生成される初生メルトの組成は全く別の組成になることも明らかにされている。このような含水珪酸塩メルトの特性は、圧力下でのメルトの構造が大きく関わっていると考えられ、その構造変化を調べることは地球内部における含水マグマの状態を知る上でも非常に重要である。

これまで含水珪酸塩メルトの構造に関する実験的研究は、主に高温高圧条件下で生成した含水珪酸塩メルトの急冷回収物質である、含水珪酸塩ガラスの分析によって行われてきた。そこで本研究では、高圧下で直接含水珪酸塩メルトの構造変化を調べるため、単結晶ダイヤモンドと貴金属の複合カプセルを用いて、液体の構造解析を目的とした高温高圧 X 線回折実験を行った。

高温高圧 X 線回折実験は、KEK の AR-NE5C ビームライン設置の MAX80 キュービックタイプ高圧発生装置を用いて行った。X 線回折測定は、全て白色 X 線を用いたエネルギー分散型法で行い、回折角は 3 °から 25 °までの数点で固定した。出発物質は MgO-SiO₂-H₂O 系で、Mg/Si =1.0、1.5 および 2.0 の試料を用いた。含水量はそれぞれ 15.2、18.3、20.4 wt% である。

新たに導入したカプセルは、単結晶ダイヤモンドスリーブの上下両端を、Pt キャップで閉じることによって揮発性成分を含む液体の散逸を防ぐと共に X 線の透過を確保した。より安定的な条件下でデータを収集するため、熱電対は使用せず、電力-温度の関係を調べる実験を別途行った。そして、その実験より求めた関係を用いて、ダイヤモンド中の発生温度を見積もった。圧力標準物質には MgO, Pt を使用し、それらの格子定数の変化から圧力を決定した。複数の回折角で得た X 線回折パターンからメルトの X 線散乱強度を求め、フーリエ解析によりメルトの局所構造を求めた。

カプセルにダイヤモンドを使用することによって、試料以外の物質による吸収を大幅に減らすことができた。これによって、より正確なメルトの X 線回折強度の測定が可能になった。

珪酸塩メルトの中距離秩序を反映したメルトの X 線散乱強度曲線の第一ピークは、Mg/Si の大きなものほど高 Q 側にシフトしていた。これは Mg/Si の大きなメルトほど短い中距離秩序を有していることを意味しており、特に Mg/Si=2.0 のメルトでは、フォルステライトのような SiO₄ 四面体が繋がりを持たないネソ珪酸塩に近い構造を持っていることに対応する。一方、圧力によるピークシフトは Mg/Si の小さなメルトほど大きくシフトすることが分かった。これは含水条件下でも完全には非重合化されず、ネットワーク構造が圧力によって大きく収縮されているためと考えられる。

発表では、これまでに得られた 6.5 GPa までの含水 Mg 珪酸塩メルトの X 線回折データ、およびそれらをフーリエ解析した結果についても紹介する。