

放射光 X 線を用いた高圧下における含水 Mg 珪酸塩メルトの構造

Static structure of hydrous magnesium silicate melt under high-pressure and high-temperature

山田 明寛[1]; 浦川 啓[2]; 舟越 賢一[3]; 井上 徹[4]; 入船 徹男[5]; 河村 雄行[6]

Akihiro Yamada[1]; Satoru Urakawa[2]; Kenichi Funakoshi[3]; Toru Inoue[4]; Tetsuo Irifune[5]; Katsuyuki Kawamura[6]

[1] 愛媛大・地球深部研; [2] 岡大・理・地球; [3] 高輝度光セ; [4] 愛媛大・地球深部研; [5] 愛媛大・地球深部研; [6] 東工大・理・地球惑星

[1] GRC, Ehime Univ.; [2] Dept.of Earth Sci., Okayama Univ.; [3] JASRI; [4] GRC, Ehime Univ.; [5] GRC, Ehime Univ.; [6] Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. Technology

マントル浅部の融解によって生成されるメルトの組成は、水の効果により SiO₂ 成分に富むことが久城らによって明らかにされた。これはメルト中の SiO₄ の網目構造を水が分断するためと考えられてきた。ところが、上部マントル深部に相当する圧力条件では、逆に MgO などの塩基性成分に富むメルトが生成されることが Inoue (1994) において明らかにされた。これまで、超高圧力下における含水マグマの構造に関する実験的研究は、その実験的困難さから全く手をつけられてこなかった。そこで本研究では、高圧力下での含水珪酸塩メルトの構造を高圧下で直接観察するため、高温高圧その場観察実験を行った。

高温高圧 X 線回折実験は SPring-8 の BL04B01 ビームラインにて行った。出発試料は、MgO-SiO₂-H₂O 系で 2 種類の Mg/Si の試料と、MgSiO₃ ガラスを事前に合成して用いた。更に、分子動力学計算(Kawamura, 1996)を用いて実験結果の検討を行った。含水系については、Ag-Pd カプセルを用いて X 線の回折パターンを収集することに成功した。ガラス、メルトの局所構造に関する情報は、X 線散乱強度曲線にフーリエ解析を行うことにより得た。

MgSiO₃ ガラス: ガラス中の SiO₄ 四面体構造は 14 GPa, 600K の条件まで大きな変化が見られなかった。一方、SiO₄ 四面体どうしの距離に相当する Si-Si 距離に関しては大きな変化がみられ、これは四面体どうしの結合角が圧縮により大きく減少したことを意味する。このことから、MgSiO₃ ガラスの高密度化は少なくとも 14 GPa まで SiO₄ 四面体どうしの圧縮が大きく関与しているといえる。

含水珪酸塩メルト: Mg/Si=1.8 および 2.0 の含水珪酸塩メルトの回折パターンを得た。解析より導かれた Si-O 距離から考えて、SiO_n 多面体の構造は両方のメルトにおいて大きな違いは見られなかった。一方、SiO_n 多面体どうしの相関に関しては大きな違いが見られ、Mg/Si=2.0 組成のメルトはその結晶構造を反映して液体中に各多面体が独立に存在していることを意味する。これに対して Mg/Si=1.8 のメルトでは、Si-Si 距離よりクラスターの鎖状構造が存在していることを意味している。分子動力学計算を用いた含水マグマの高圧下における構造変化の予測では、初成メルトの組成が Mg/Si が 2.0 以上となる圧力付近からは多面体どうしの構造変化が、急激に圧縮される傾向へと変化する結果となった。これは水の効果でメルトの組成が MgO 成分に富む組成となり、クラスターが全て独立に存在するようになることを意味している。