

## 放射光を用いた X 線回折実験による含水ケイ酸塩メルトの構造の研究

## A study on structure of hydrous silicate melt by X-ray diffraction experiments using synchrotron radiation

# 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 Irfune[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、沈みこむ海洋プレートによって含水相や流体相として絶えず地球内部にもたらされている。このようにして地球内部にもたらされた水は、鉱物の融点を著しく低下させ含水マグマを形成する。こうして生成された含水マグマは、再び地表に上昇し日本に見られるような火山列を形成している。このように、地球内部で実際に存在していると考えられる含水マグマは無水のものとは大きく異なる特徴を持つ。例えば、 $MgO-SiO_2-H_2O$  系において生成されるマグマの組成は、約 5 GPa まででは  $SiO_2$  組成に富み、それより高圧の領域で生成されるマグマは、 $MgO$  成分に富むものへと急激に変化していく。この低圧下における  $SiO_2$  成分に富むマグマの成因は、水がシリカのネットワーク構造を  $SiOH$  の形で分断してマグマへ溶け込むためであると理解されている。一方、高圧領域における  $MgO$  成分に富むマグマの生成メカニズムは明らかにされていない。このような含水マグマの圧力に伴う組成変化をミクロな視点で理解するためには、含水マグマの構造を圧力とともに観察する必要がある。

含水マグマの構造は、これまで含水珪酸塩ガラスの一気圧における構造から類推されてきた。このような一気圧下での研究は、核磁気共鳴法やラマン分光法などのさまざまな分析手法を用いることができるため、構造に関する多くの情報が得られる。しかしながら、ガラスの構造から液体(マグマ)の構造、特に高圧下での構造を推測する手法には限界がある。従って、圧力下における含水マグマの構造を正確に把握するためには、高温高圧下での直接観察が必要である。ところが、このような実験はこれまで実験技術の困難さにより行われていない。このような実験を行うためには、特に、高温高圧下で含水マグマを長時間にわたり安定的に封入するための試料容器の開発が不可欠である。そこで本研究では、単結晶ダイヤモンドスリーブと白金製の蓋を組み合わせて、高い X 線透過性を併せ持つ液体用の試料容器を開発した。このような技術的開発の結果、これまで得られなかった高圧下における含水マグマの構造データを、X 線その場観察実験によって収集することに成功した。

出発物質の化学組成は、 $Mg_2SiO_4$ (Fo)、 $MgSiO_3$ (En)、および Fo50En50 であり、それぞれの試料の含水量は 20.4 wt%、15.2 wt%、18.3 wt% である。実験は、マルチアンビル型高圧発生装置とシンクロトン放射光を組み合わせた実験システムを用いて行った。実験は約 15 GPa、1700 までの圧力温度条件で行った。また、含水マグマの高圧 X 線回折測定は、Ge 半導体検出器を使用してエネルギー分散法によって収集した。また、最終的なフーリエ解析によって得られる構造データの空間分解能を向上するため、回折角を 3-25 ° の範囲で変化させ任意の数点(約 10 点)で測定を行った。

得られた X 線回折パターンについて構造解析を行った結果、今回調べた 3 つの組成の中距離構造に関して、3 GPa までの大幅な収縮および、3-5 GPa での長距離化が見られた。ここで、珪酸塩液体における中距離構造は  $SiO_4$  四面体どうしの繋がり (...-Si-O-Si-...) によるネットワーク構造に対応している。この中距離構造の圧力ともなう変化は、含水マグマの非重合化から重合化への変化に対応した挙動を表していると考えられる。即ち、3 GPa までで分断されたネットワーク構造が、それより高圧の領域において再構築されていることを意味している。この重合化のメカニズムは、 $SiOMg + SiOH \rightarrow MgOH + SiOSi$  という関係式で表現できる。この式の左辺は、低圧領域での非重合化された含水マグマを表わしており、右辺は本研究においてみられた高圧下における再重合化された含水マグマを表わしている。この式で示されるように、本研究で見られた重合化は、低圧から高圧にかけて OH 基が Si から Mg に移ることによって生じていると解釈することができる。つまり、高圧下において、水は  $SiO_2$  より  $MgO$  成分と結びつきやすくなるということを示唆している。このことから、上記のメカニズムは先に述べた高圧下での  $MgO$  成分に富むマグマの成因としても説明が可能である。