

X線吸収法による含水玄武岩メルトの密度の圧力変化の研究

Study of density of hydrous basaltic melt at high pressure using X-ray absorption method

浦川 啓¹⁾, 坂巻 竜也²⁾, 西田 圭祐²⁾, 鈴木 昭夫²⁾, 大谷 栄治²⁾, 片山 芳則³⁾

Satoru URAKAWA, Tatsuya SAKAMAKI, Keisuke NISHIDA, Akio SUZUKI, Eiji OHTANI, Yoshinori KATAYAMA

¹⁾岡山大学 ²⁾東北大学 ³⁾原子力機構

4GPa、1700Kまでの条件下において含水玄武岩マグマの密度測定に成功した。これまでの実験で得られた無水玄武岩マグマの密度と比較することによって、水の部分モル体積の圧力依存性を求めた。この結果、マグマ中の水が大きな圧縮率を持つことが明らかになった。

キーワード：高圧、マグマ、密度、水

1. 目的

地球は46億年前の誕生直後に化学組成の異なる核とマントルに分化した。その後も、化学組成の変化を伴う内部構造の進化を続けている。このような、地球の進化過程では珪酸塩メルト（マグマ）が物質分化に大きな役割をはたしており、高温高圧下におけるマグマ物性の解明は地球の進化に関わる重要な基礎研究である。我々はマグマの密度に着目して、その圧力変化をSPRING-8のBL22XUを利用してX線吸収法で研究している。2007年下期の実験では、マグマの密度に対する水の影響について調べた。水などの揮発性物質がマグマ中に溶解することにより密度や粘性などのマグマ物性が大きく変わることが知られている。しかし、水を含んだマグマの密度が高圧下でどのように変化するかを定量的に調べた例は、その重要性にもかかわらず、これまでほとんど無い。そこで、今回、含水玄武岩マグマの密度の圧力変化とマグマ中の水の部分モル体積の評価を目的に研究を行った。

2. 方法

マグマの密度測定はBL22XUビームラインでX線吸収法より行った。高圧発生にはDIA型キュービックプレス(SMAP-180)を使い、アンビルには先端6mmで溝付きのWCアンビルを使用した。出発試料は単結晶ダイヤモンドのシリンダーにレニウムと白金の二重蓋で封入した。入射X線と透過X線の強度(I_0 と I)は50 μm ×50 μm のサイズの単色X線(約23keV)を試料部に導入し、イオンチェンバーを用いて測定した。プレスを水平移動させることにより、円筒形試料の半径方向のX線吸収プロファイルを得て、 $I/I_0 = \exp(-\mu\rho t)$ の関係から密度を決定した。このとき、試料の吸収係数は標準状態で吸収測定から求めた値を用いた。

3. 研究成果

レニウム+白金の二重蓋により高温高圧条件でも脱水することなく、含水マグマをダイヤモンドカプセル中に保持することができた。この結果、4GPa、1700Kまでの条件下において含水玄武岩マグマの密度測定に成功した。図1に含水マグマの密度測定の実験結果を示す。含水マグマの密度は4GPaの圧力でも、無水の玄武岩マグマより有意に小さいことがわかる。

4. 結論・考察

水の影響は大きく、マグマの密度を大きく減少させている。これまでにBL22XUで測定した無水マグマの密度測定結果と比較して、マグマ中における水の部分モル体積を求めた(図2)。この結果は水の部分モル体積の圧力変化を、総合的な実験から明らかにした初めての例である。この水の部分モル体積の圧力依存性から、様々な組成の含水マグマの密度が予測可能であり、地球科学的意義が大変大きい成果である。

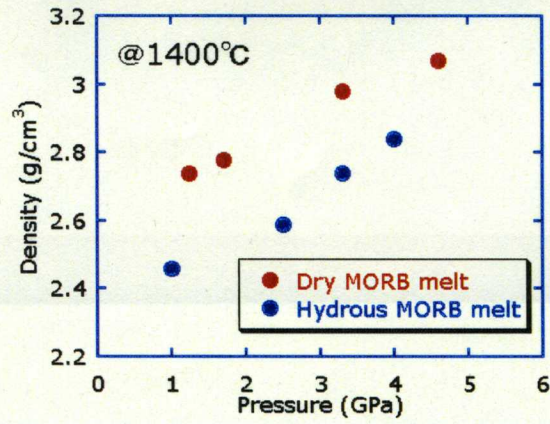


図1. 圧力増加に伴う無水・含水マグマの密度変化

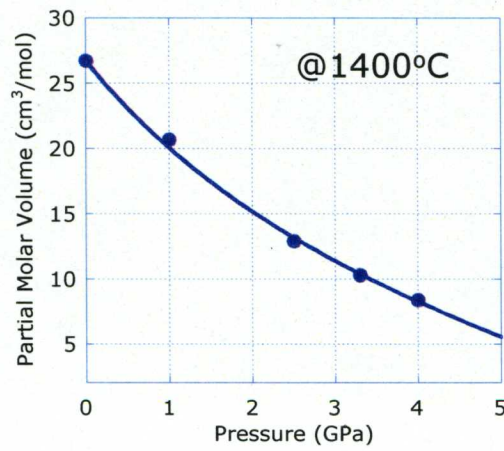


図2. 水の部分モル体積の圧力依存性

5. 引用(参照)文献等