

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

ダイヤモンドカプセルと Re+Pt のメタルシールを組み合わせることによって、高温高圧条件下において含水マグマの密度測定に成功した。無水条件での密度測定結果と比較したところ、マグマの密度に及ぼす水の影響を定量的に議論することができた。

キーワード：高圧、マグマ、密度、水

1. 目的

地球や惑星の進化、また現在観測されている様々な火成活動を理解する上でマグマは重要な研究対象である。そこで本研究では高温高圧下におけるマグマの密度に着目した。地下深部のマグマは、周囲の岩石との密度差が駆動力となって移動する。このため、高圧条件下におけるマグマの密度を正確に決定することが出来れば、地球内部におけるマグマの挙動を理解することができる。

様々な地球科学的観測から、沈み込むプレートによって多量の水が地球内部に持ち込まれていることが示唆されている。高温高圧下で岩石が部分融解してマグマが発生したとき、水はマグマに濃集するという性質を持っている。つまり、沈み込み帯で発生するマグマは含水状態であると考えられる。水はマグマの密度に大きな影響を及ぼすことが考えられる。そこで本研究では含水マグマの密度測定を行って、マグマの密度に及ぼす水の影響定量的に調べた。

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封入した。入射 X 線と透過 X 線の強度 (I_0 と I) は $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ 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。今回の出発組成には、水を含んだ玄武岩組成ガラスと FeS を用いた。含水メルトをダイヤモンドカプセル内に封入するために、レニウムと白金のディスクで二重に蓋をした。

3. 研究成果

ダイヤモンドカプセルにレニウム+白金のダブルシールをすることによって水が漏れることなく、高温条件下において含水マグマを保持することができた。その結果、高温高圧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。今後さらに高圧条件下における密度測定を進めていく予定である。また、地球型惑星の核構成物質のひとつである FeS のメルトの圧力下の密度も鋭角に測定する事ができた。

4. 結論・考察

測定結果から、水はマグマの密度を大きく減少させることが明らかになった。さらに、これまでに行った無水マグマの密度測定結果と比較することによって、マグマ中における水の部分モル体積を高圧条件下において求めることができた。高温高圧条件下における水の部分モル体積の報告は数少なく、今回の結果は水の部分モル体積の圧力変化について貴重な制約条件のひとつとなる。地球内部におけるマグマの重力的安定性や地球の分化プロセスに対する水の影響を議論するためには、今後さらに精密な実験が必要である。

5. 引用(参照)文献等

- Agee, C.B. Crystal-liquid density inversions in terrestrial and lunar magmas, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 107, 63-74, 1998.
- Ohtani, E., Suzuki, A., Ando, R., Urakawa, S., Funakoshi, K., and Katayama, Y. Viscosity and density measurements of melts and glasses at high pressure and temperature by using the multi-anvil apparatus and synchrotron radiation, in *High-Pressure technology for Geophysical Applications*, ed. Chen, J. et al., Elsevier, Amsterdam, 2005.