

高圧下における月の玄武岩メルトの密度および粘性

Density and viscosity of lunar basaltic magma under high pressure

前田 信[1], 大谷 栄治[1], 鈴木 昭夫[2], 舟越 賢一[3], 寺崎 英紀[4], 岡田 卓[4]
Makoto Maeda[1], Eiji Ohtani[2], Akio Suzuki[3], Kenichi Funakoshi[4], Hidenori Terasaki[5], Taku Okada[6]

[1] 東北大、理、地球物質科学, [2] 東北大・理・地球物質科学, [3] 高輝度光セ, [4] 筑波大・地球

[1] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku Univ., [2] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University, [3] Faculty of Science, Tohoku Univ., [4] JASRI, [5] Geosci., Univ. of Tsukuba, [6] Geoscience, Univ. of Tsukuba

<http://rance.ganko.tohoku.ac.jp>

月で発見されている玄武岩質なマグマのうち最も始源的であると考えられている、Apollo 15 green glass-C 組成マグマについて、高圧下における密度と粘性係数を測定した。このマグマの密度は 12.0 GPa, 2200 と 12.5 GPa, 2500 で、それぞれ 3.50 g/cm³, 3.48 g/cm³ と推測された。また、それらの結果からこの組成についての体積弾性率(K)が 17.9 GPa、その圧力微分(K')が 6.5 という値が得られた。粘性係数は 3.1 GPa, 1640 °C で 0.64 Pa s という値が得られた。

高圧下におけるマグマの物性は、惑星内部におけるマグマの動きや、惑星表層でのマグマの噴出形態を議論する上で非常に重要である。今回我々は、月の形成過程や月表面における噴出形態を議論するために、月で発見されている玄武岩質なマグマのうち最も始源的であると考えられている、Apollo 15 green glass-C 組成のマグマについて、密度測定と粘性係数測定を行った。この組成のマグマについての密度測定は Smith and Agee (1997)で行われているが、3.0 GPa, 1645 という比較的低い圧力での密度が決定されているのみである。また、高圧下でのこのような多成分系のメルトの粘性係数測定はほとんど行われていない。

我々はこの組成のマグマについての圧縮曲線をより精密に決定するため、より高圧側での密度測定を行った。密度測定は、ダイヤモンドを密度標準物質に使用した浮沈法を用いて決定した。これは既に圧力 - 密度関係のわかっているダイヤモンドがメルト中において浮くか沈むかで、メルトの密度を決定する方法である。実験は東北大学理学部設置の MA8 型高圧発生装置を用いて、10-15 GPa, 2200, 2500 の条件で行った。その結果、12.0 GPa, 2200 と 12.5 GPa, 2500 において、ダイヤモンドの密度と green glass 組成マグマの密度が等しくなることがわかった。それぞれの条件におけるマグマの密度は、3.50 g/cm³, 3.48 g/cm³ であると推測される。またこれらの結果と Smith and Agee (1997)での結果から、3 次の Birch-Murnaghan の状態方程式を用いて最適化することにより、green glass-C 組成マグマについての体積弾性率(K)とその圧力微分(K')を求めることができた。その結果、K=17.9 GPa, K'=6.5 という値が得られた。この値は Smith and Agee (1997)で予測されていた値(K=18.0 GPa, K'=5.3) という値と調和的である。

粘性測定は、Pt 球を用いた落球法で決定した。実験は SPring-8 の BL04B1 ビームライン設置の SPEED1500 を用いて圧力を発生し、X線ラジオグラフィを用いたその場観察で行った。圧力は MgO 圧力スケールを用いて決定した。試料融解後 Pt 球はゆっくりと落下しはじめ、その後一定速度に達した。球が落下した時の条件は、3.1 GPa, 1640 である。終端速度はこの一定速度になったところで決定した。粘性係数はこの終端速度からストークスの式を用いて決定することができる。その結果、この条件における green glass-C 組成マグマの粘性係数は、0.64 Pa s であった。