

## 高圧下における玄武岩マグマの密度と核マントル境界におけるメルトの安定性

Density of basaltic magma at high pressure, and stability of the magma at the core-mantle boundary

# 大谷 栄治 [1], 前田 信 [1], 鈴木 昭夫 [2]

# Eiji Ohtani [1], Makoto Maeda [2], Akio Suzuki [3]

[1] 東北大、理、地球物質科学, [2] 東北大・理・地球物質科学

[1] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University, [2] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku Univ., [3] Faculty of Science, Tohoku Univ.

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

ダイヤモンド単結晶を密度標準物質とした浮沈法によって、MORBマグマの密度測定を行った。それによると2473Kにおいて15.3 GPaではダイヤモンドはマグマ中を浮上し、14.4GPaで沈降した。したがってMORBマグマの密度は2473K、14.9+0.5GPaにおいて3.52g/cm<sup>3</sup>となる。これまで報告されている様々な玄武岩マグマの圧縮特性を説明する玄武岩マグマの圧縮曲線はBirch-Murnaghanの状態方程式によって、体積弾性率 $K=16.8\text{GPa}$ 、その圧力変化 $K'=6.2$ で表わすことができる。このパラメータを用いて、4000Kで高圧における玄武岩マグマの圧縮曲線を推定すると、マントルの最下部において玄武岩マグマとペリドタイトとの間に密度逆転が存在する可能性がある。

ダイヤモンド単結晶を密度標準物質とした浮沈法によって、高温高圧下でのMORBマグマの密度の測定を行った。実験に用いた玄武岩はMORB組成をモデル化したもので、その化学組成はSiO<sub>2</sub>, 51.81wt.%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 15.95%; FeO 9.97%; MgO, 7.86%; CaO, 11.69%; Na<sub>2</sub>O, 2.72%でありカンラン石、輝石、斜長石の混合物からなる。実験は2473Kにおいて、13.4 GPa, 14.4 GPa, 14.9 GPa, 15.3 GPa, 16.3 GPaの条件で玄武岩マグマ中でのダイヤモンド単結晶の動きを調べることによって行った。それによると2473Kにおいて15.3 GPaではダイヤモンドはマグマ中を浮上し、14.4GPaで沈降し、14.9GPaではダイヤモンドは中立となることが明らかになった。この結果からMORBマグマの密度は2473K、14.9+0.5GPaにおいて3.52g/cm<sup>3</sup>であることが明らかになった。第1次近似として玄武岩マグマの体積弾性率 $K$ およびその圧力変化 $K'$ の温度依存性と化学組成依存性を無視すると、今回の結果とともに、これまで報告されている様々な玄武岩マグマの圧縮特性を説明する玄武岩マグマの圧縮曲線はBirch-Murnaghanの状態方程式によって、体積弾性率 $K=16.8\text{GPa}$ 、その圧力変化 $K'=6.2$ で表わすことができる。同様な方法でこれまで測定されたペリドタイトマグマの高圧下での密度を説明する圧縮曲線はBirch-Murnaghanの状態方程式によって $K=25.2\text{GPa}$ 、 $K'=6.2$ と表すことができる。

超高圧下におけるFe及びFe-FeO系の融点から見積もられる核マントル境界の核側の温度は約5000K程度であり(Boehler, 1994)、断熱温度勾配から推定される最下部マントルの温度は約3000K程度である。したがって、核マントル境界に大きな温度勾配の熱境界層が存在する。最近の高圧融解実験を外挿すると玄武岩のソリダス温度はカンラン岩のそれよりも低く核マントル境界付近で約4000K程度である(例えばHirose and Fei, 1998; Zerr and Boehler, 1997)。したがって、核マントル境界では、まずスラブ物質が融解する可能性がある。

実験で求められた玄武岩マグマの圧縮特性のパラメータを用いて、4000Kで高圧における玄武岩マグマとペリドタイトマグマの圧縮曲線を推定した。それによると、下部マントルの最下部において、玄武岩マグマとマントルペリドタイトの間に密度逆転が存在する可能性がある。一方、ペリドタイトマグマとマントルペリドタイトの間には密度逆転が存在しない。したがって、最近の地震波トモグラフィによって明らかにされた下部マントル最下部の超低速度層は、重力的に安定な玄武岩質マグマがこの部分に存在する可能性を示唆している。このような重力的に安定な玄武岩マグマは、核マントル境界にまで沈み込んだ海洋地殻が融解したものである可能性がある。この融解層は融解が進行するとともに、さらに、水素や水のような揮発性の物質が地球核の冷却によって供給されることによって、重力的に不安定になり、超苦鉄質マグマや超苦鉄質のキンバライトマグマが核マントル境界において生成し上昇する可能性がある。これは、キンバライトマグマの親マグマ (Superkinberlite magma) が核マントル境界に由来するとするHaggarty (1994)などの考えを支持するものである。