

410km 不連続面における含水超塩基性ケイ酸塩メルトの密度

Density of hydrous ultramafic silicate melt at 410km discontinuity

松影 香子[1]; 唐戸 俊一郎[2]

Kyoko Matsukage[1]; Shun-ichiro Karato[2]

[1] 茨城大理・地球; [2] イェール大 地質地物

[1] Department of Environmental Science, Ibaraki Univ.; [2] Yale University, Department of Geology and Geophysics

地球内部における珪酸塩メルトは高い反応性及び移動性から、多様な元素を大量に高速で長距離移動させることが可能であり、その振る舞いは地球内部での元素移動に大きな役割を果たしている。地球浅部の低圧条件下では、珪酸塩メルトは周りの固体よりも低密度のため、地表に向かって移動し火山を形成することは良く知られている。しかし、メルトは非圧縮率が固体よりも1桁も小さく、圧力の上昇とともに周りの珪酸塩固体と比べて急激に密度が増す。Stolper et al. (1981)は、この様なメルトの性質から、珪酸塩メルトが上部マントル下部条件では周りの固体よりも重くなりマントル中を落下していく可能性があることを予想した。近年、無水の塩基性～超塩基性珪酸塩メルトにおいてこのような高圧下での液体/固体の密度逆転が観測された(Agee and Walker, 1988; Suzuki et al., 1998 など)。一方、Bercovici and Karato (2003)は、かんらん石 ウォズリアイトの相転移で特徴付けられている410km不連続面(=14GPa)において、含水ウォズリアイトからかんらん石への減圧相転移にともなう脱水反応で含水珪酸塩メルトが形成さうこと、またこの含水メルトが元素移動において重要な役割を演じることを指摘した。本研究では、410km不連続面で形成されうる含水超塩基性珪酸塩メルトの密度を高温高圧下で決定し、珪酸塩メルトに対する水の寄与を定式化することによって、Bercovici and Karato (2003)によって地球深部での存在が予見された含水メルトのマントル中の振る舞いについて議論するのを目的とする。

密度測定の実験と推定 410km不連続面での含水珪酸塩メルトの化学組成はSiO₂-Al₂O₃-CaO-FeO-MgOパイロライトの含水融解実験(Inoue and Sawada, 1992)をもとに推定した。密度測定に用いた出発物質は含水量が5wt%になるように調整した。メルトの密度測定は単結晶密度マーカー浮沈法を用いた(Kushiro, 1976)。実験は温度2170K、圧力は7.9-16.2GPaで行った。高温高圧発生にはKawai型のマルチアンビル装置(Yale大学)を用いた。密度マーカーには直径200μm程度のかんらん石と直径80-100μmのダイヤモンド単結晶を用いた。本研究で測定した含水超塩基性メルトとSuzukiらが測定した無水塩基性～超塩基性メルトの密度の比較からH₂Oのメルトの密度への寄与を推定した。

H₂Oの410km不連続面での密度への寄与(=部分モル体積)は、以下の二段階の計算によって求めた。まず、様々な温度圧力下で決定された9種類の異なる化学組成を有する無水及び含水の珪酸塩メルトの密度をBirch-Murnaghanの状態方程式及び熱膨張率をもちいて14GPaにおける密度に補正した。さらに、その補正された9種類の珪酸塩メルトの密度からBottinga and Weillの式を仮定してH₂Oの部分モル体積を計算した。その結果H₂Oの部分モル体積は6-8 cm³/molとなった。この値は低圧で測定されたものに比べ非常に小さく、高圧下では質量の小さい水が超塩基性～塩基性珪酸塩メルトに加わっても急激に密度が下がるわけではないことが示唆された。上部マントルに普通に存在する固相であるかんらん石の組成はFo=89-92程度である。この様なかんらん石と超塩基性珪酸塩メルトが密度逆転を起こすための含水量は普通の地温勾配を有する410km不連続面(圧力14GPa、温度1800K)において、およそ最大で9wt%となった。このことから、含水メルトはある限られた条件において410km不連続面に安定に存在することが可能であると考えられる。