

月高地地殻の化学組成から推定するマグマオーシャンの固化過程 Solidification of the lunar magma ocean suggested by composition of the highland crust

大竹 真紀子^{1*}; 小林 進悟²; 武田 弘³; 諸田 智克⁴; 石原 吉明¹; 松永 恒雄⁵; 横田 康弘⁵; 春山 純一¹; 山本 聡⁵; 小川 佳子⁶; 唐牛 譲¹; 佐伯 和人⁷
OHTAKE, Makiko^{1*}; KOBAYASHI, Shingo²; TAKEDA, Hiroshi³; MOROTA, Tomokatsu⁴; ISHIHARA, Yoshiaki¹; MATSUNAGA, Tsuneo⁵; YOKOTA, Yasuhiro⁵; HARUYAMA, Junichi¹; YAMAMOTO, Satoru⁵; OGAWA, Yoshiko⁶; KAROUJI, Yuzuru¹; SAIKI, Kazuto⁷

¹宇宙航空研究開発機構, ²放射線医学研究所, ³千葉工大, ⁴名古屋大, ⁵国立環境研究所, ⁶会津大, ⁷大阪大
¹Japan Aerospace Exploration Agency, ²National Institute of Radiological Sciences, ³Chiba Inst. of Technology, ⁴Nagoya University, ⁵National Institute for Environmental Studies, ⁶The University of Aizu, ⁷Osaka University

研究背景と目的: これまでに月高地地殻の Mg 値 (Mg/[Mg+Fe] のモル%比) が月の表側より裏側で高く、裏側を構成する岩石の方が表側よりもより未分化なマグマより結晶化した事が報告されている [1]。Mg 値の他にもう 1 つ Th 濃度もマグマの分化過程の情報源として重要である。Th は液相濃集元素であり、マグマの冷却過程で液相に濃集するため先に結晶化した岩石はより Th 濃度が低い。実際の月面観測からも月裏側の高地地殻は表側に比べて Th 濃度が低い事が報告されており [2]、Mg 値と Th 濃度の結果は定性的には整合している。本研究では Mg 値と Th 濃度の相関を調べる事により観測された月表と裏側の Mg 値や Th 濃度の違いがマグマオーシャンの固化時に形成した結果かどうかを評価し、また地殻形成時のマグマオーシャンの組成推定を試みる。

研究手法: かぐやの γ 線データを用いて Th 濃度のグリッドデータを作成する。その後、かぐやの反射スペクトルデータを用いて Th 濃度に対応する解像度を持つ Mg 値データを作成する。一方、マグマの分化過程シミュレーションプログラム (メルツ) [3] を使い、マグマオーシャンの初期組成を仮定した場合に想定される Mg 値と Th 濃度の変化を計算により求め、これと実測の比較を行う。計算にはマグマオーシャンの組成は地球の地殻+マントル組成やこれまでに推定されている月マグマオーシャン組成を出発時の組成として用いた。

結果: 観測された Mg 値と Th 濃度にはマグマの分化過程から想定される負の相関があり、また相関は 2 本のトレンドに分かれているように観察される。一方、シミュレーションによるマグマの分化トレンドと実測値を比較すると、上記 2 つのトレンドのうちの 1 方と地球の地殻+マントル組成から開始した場合のトレンドが類似し、月マグマオーシャン組成から開始した場合は 2 つのトレンドともに大きく異なる事が解った。

考察: 観測された Mg 値と Th 濃度に負の相関がある事は、これらパラメータが実際にマグマオーシャンの固化過程を反映している事を示すと考えられるが、2 つのトレンドの成因については現状不明である。一方でシミュレーション結果と実測値の比較は、従来の月マグマオーシャン組成推定の再評価が必要である事を示唆し、実測値を説明する為には従来よりも Mg 値の高い月マグマオーシャン組成が必要となる可能性もある。ただし今回のシミュレーションは計算条件等の評価が充分でなく、今後より詳細な検討が必要である。

[1] Ohtake, M. et al. (2012) Nature GeoSci. 5, 384-388. [2] Kobayashi, S. et al. (2012) Earth Planet. Sci. Lett. 337, 107-116. [3] Ghiorso and Sack (1995) Contrib. Mineral. Petrol. 119, 197-212.

キーワード: 月, かぐや, セレーネ, 地殻, マグマオーシャン
Keywords: Moon, Kaguya, SELENE, Crust, Magma Ocean