

鉱物分布からみる月 SPA 盆地の地質構造 Geological structure of lunar SPA basin

大竹 真紀子², 上本 季更^{1*}, 春山 純一², 山本 聡⁴, 松永 恒雄³, 中村 良介⁴, 横田 康弘³, 小林 進悟², 諸田 智克², 岩田 隆浩²

Makiko Ohtake², Kisara Uemoto^{1*}, Junichi Haruyama², Satoru Yamamoto⁴, Tsuneo Matsunaga³, Ryosuke Nakamura⁴, Yasuhiro Yokota³, Shingo Kobayashi², Tomokatsu Morota², Takahiro Iwata²

¹ 東京大学, ² 宇宙航空開発研究機構, ³ 国立環境研究所, ⁴ 産業技術総合研究所

¹University of Tokyo, ²JAXA, ³NIES, ⁴AIST

月裏側にある South Pole-Aitken 盆地 (SPA 盆地) は、巨大隕石衝突により形成され、その内側では月内部物質であるマントル物質が露出していると考えられており、月の起源の解明に繋がる月内部の元素・鉱物組成を直接的に把握するのに最も重要な地域であると考えられてきた。特に衝突の中心部においては、掘削深度が大きいこと、表層の斜長石に富む地殻はすべて外へ飛散し、マフィック鉱物に富む岩石が広がっている可能性が高いとされてきた [1]。しかし、SPA 盆地は月裏側であることや、月における他の巨大衝突盆地と比較しても特別に規模が大きいことなどから、形成メカニズムや詳細な掘削領域などは未だ明確には把握されておらず、マントル物質の露出の有無についても不明である。一方最近の研究では、Pieters et al. (2001) が、盆地の衝突の中心から比較的近い場所に地殻物質である斜長岩 (斜長石 90vol.%以上) が存在するとし [2]、また、Ohtake et al. (2009) も同じく中心に近い場所に斜長岩が存在すると報告している [3]。また、Ishihara et al. (2009) は、盆地内の地殻厚が 20~30km あったと報告している [4]。斜長岩が存在する場合、地殻が剥ぎ取られることなく残存したという可能性が挙げられ、特に衝突の中心付近では地殻はすべて剥ぎ取られたとされていたこれまでの研究と相異なる。しかし、SPA 盆地は形成年代が古く、盆地表面には新しい隕石衝突や岩石の宇宙風化などの影響によって盆地内では岩石の混合がおこっており、また特に巨大な衝突盆地であることから、従来のクレータースケール則が当てはまらない可能性も高いので、地殻が中心部にも残存していたという可能性は十分に考えられる。月内部物質の組成を詳細に調査するためには、月内部物質が露出している領域を限定する必要があるが、これらの理由から露出領域限定は極めて困難であると言える。そのため本研究では、月内部物質を覆っていた地殻に注目し、その鉱物学的な分布から、巨大隕石衝突によって地殻が剥ぎ取られた領域を推定し、盆地の地質構造を推測することで、隕石衝突後の地質の変動を復元し、内部物質露出領域に制約を与えることができると考えた。過去の研究では、主に地形学的情報を基に SPA 盆地の地質構造を推測しているが、本論では、主に月鉱物の分布傾向から盆地構造の推測を行い、更に地形学情報も重ね合わせることで、従来より更に正確な地質構造を考察する。

本研究では、研究手段として月周回衛星「かぐや」搭載のマルチバンドイメージャ (MI) による分光観測データを用い、SPA 内部のクレーターおよびその周辺の反射スペクトル解析を行うことで、鉱物に特徴的な吸収を観察した。そこで斜長石に富む岩石の存在の確認をするともに、輝石 (吸収 900~1000 nm 付近)、カンラン石 (吸収 1050 nm 付近) を観察することにより、各観測地点の岩石種を調べた。解析した地域は、SPA 盆地ほぼ全域である。また、地形情報は同じく「かぐや」搭載の LALT データから標高図を作成した。

結果、盆地の中心からみて Pieters et al. (2001) の研究で見られた斜長岩とほぼ同じ箇所において、斜長岩が見つかった。そのほかにも 19 箇所、計 20 箇所斜長岩 (> 90vol.%斜長石) がみられた。また、地形情報では、盆地内に 4 つのリングが見出された。

結果から、特に盆地の縁に沿った地域に比較的多く分布していることが明らかとなった。この範囲は地形情報から引いた二番目のリングよりも外側の地域とほぼ一致しており、多重リング盆地の典型的なモデルでは、二番目のリングの内側が地殻の掘削が起きている領域であり、二番目のリングの外側には地殻物質は広く分布していると推測していることから、鉱物学的観点からも盆地の地質構造を推定できたことになる。また、二番目のリングより内側において 4 箇所斜長岩が見つかっており、二番目のリングを地質学的境界であると考え、外側の斜長岩と区別して考える必要がある。その存在要因として、地殻物質が衝突の掘削により剥ぎ取られずに残っている可能性、また、盆地形成時におけるインパクトメルトから分化した可能性、あるいは、盆地外部からもたらされた (壁面が崩壊した、ejecta として飛来したなど) 可能性が挙げられるが、これら 4 箇所の斜長岩はいずれも四番目のリングの外側にあり、四番目のリングの内側は、過去の多重リング盆地のモデルや、地形情報、斜長岩が見つかっていないことから、インパクトメルトの領域であると考察できるため、これら 4 箇所の斜長岩は、地殻がはぎ取られずに残っているものであると推測した。

[1] D.Spudis et al.,(1994)Science,266,1848-1851

[2] C.M.Pieters et al.,(2001)Journal of Geophysical Research,vol.106,No.E11

[3] Ohtake et al. , (2009)Nature461(7261):236-40

[4] Ishihara et al.,(2009)GRLvol.36,L19202

キーワード: 月, South Pole-Aitken 盆地, マルチバンドイメージャ, 斜長岩
Keywords: Moon, South Pole-Aitken basin, Multiband Imager, Anorthosite