

SPA 盆地の構造と月内部組成

○上本季更 1. 6、大竹真紀子 1、春山純一 1、山本聡 2、松永恒雄 2、中村良介 3、横田康弘 2、諸田智克 4、小林進悟 5、岩田隆浩 1 1. 宇宙航空研究開発機構、2. 国立環境研究所、3. 産業技術総合研究所、4. 名古屋大学、5. 放射線医学総合研究所、6. 東京大学

背景

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、最近の研究では、Pieters et al. (2001) [2] と Ohtake et al. (2009) [3] 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が存在すると報告している。更に Ishihara et al. (2009) [4] では、SPA 盆地の中心でも 20~30km の地殻が存在すると推測している。盆地中心に斜長岩が存在する場合、impact melt から再分化した可能性の他に、地殻が剥ぎ取られることなく残存したという可能性も挙げられ、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異なる。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を目的とした。

手法

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。解析した地域は、SPA 盆地ほぼ全域である。また、地形情報は先行研究の Hiesinger et al. (2004) [5] の結果を基に、鉱物データと同じく「かぐや」搭載の LALT データから標高図を作成した。

MI データより鉱物を種類に応じて赤、緑、青に色分けし鉱物分布マップとしたもの (RGB 図) に、地形データにより判別できた地形的リングを重ね合わせた。また、特に本研究で着目した地殻物質である斜長岩の分布も表示した。斜長岩の同定方法は、波長 1250nm に特徴的なスペクトルの吸収をもつという斜長石の特徴を利用し、波長 1050nm 地点と 1550nm 地点の反射スペクトルを直線で結んだ時、波長 1250nm 地点でスペクトルがその直線よりも深く吸収がみられるものとした。

結果

4 つの地形的リングに沿って、鉱物の分布の仕方を区分できた (図 1)。リング A から B、C にかけては斜長石を多く含む岩石が広がっており、リング C から D においては斜長石、単斜輝石、斜方輝石など、さまざまな鉱物がパッチ状に分布している。また、リング D の内側においては、単斜輝石が一様に広がっているという特徴がみられた。

また、盆地内の 19 箇所が斜長岩がみられた (図 2)。これについても地形定リングと照らし合わせたところ、みられた斜長岩のうち 15 箇所がリング A から B 間に存在し、リング B からリング D の間には斜長岩は 4 箇所存在するという特徴がみられた。リング D の内側には、斜長岩はみられなかった。

更に、地形情報より、リング C から D の間の地形的起伏 (標高差 2 km 以上) に対し、リング D を境にその内側の起伏 (標高差 1 km 以下) が緩やかになっているという特徴がみられた。

考察

盆地のリング B の外側において斜長岩が多く分布していること、RGB 図、地形情報ともよく合致することから、このリング B の内側が隕石衝突により崩れた領域であると推測でき、このリングを excavation cavity と推定した。また、リング B より内側において見つかった 4 箇所の斜長岩については、その存在要因として、もとより存在した地殻物質である可能性、盆地形成時における impact melt pool から分化した可能性が挙げられる。しかし、リング D 内の起伏が外側の地域に対し緩やかであること、リング D 内の鉱物組成が外側の地域に対し一様であること、また、過去の多重リング盆地のモデルでもっとも内側のリングの内部が impact melt pool であると推測されていたことから、4 つ目のリングの内側の領域が impact melt pool であると推測すると、これら 4 箇所の斜長岩はいずれもリング D の領域の外側にあるので、impact melt pool 由来ではないと推測でき、これら 4 箇所の斜長岩は残存あるいは再落下した地殻物質である可能性が高い。一方で、リング D 内が impact melt pool であるとすると、先行研究のクレータースケールリング則から計算できる impact melt pool の直径とよく一致する。これより、同盆地規模の衝突盆地においても、従来のクレータースケールリング則が使用できる可能性を推測できた。

更に、RGB 図による鉱物分布の特徴と地形情報による 4 つのリングがよく一致していることから、本研究で SPA 盆地の鉱物学的情報と地形的情報を対応づけることができた (図 3)。

- [1] Spudis et al., (1994) Science, 266, 1848-1851
- [2] C. M. Pieters et al., (2001) JGR, vol106, No. E11D.
- [3] Ohtake et al., (2009) Nature [461 \(7261\)](#): 236-40
- [4] Ishihara et al., (2009) GRL, vol36, L1920
- [5] Hiesinger et al., (2004) LPSC, 35th, #1164
- [6] Head, (2010) GRL, vol37, L02203

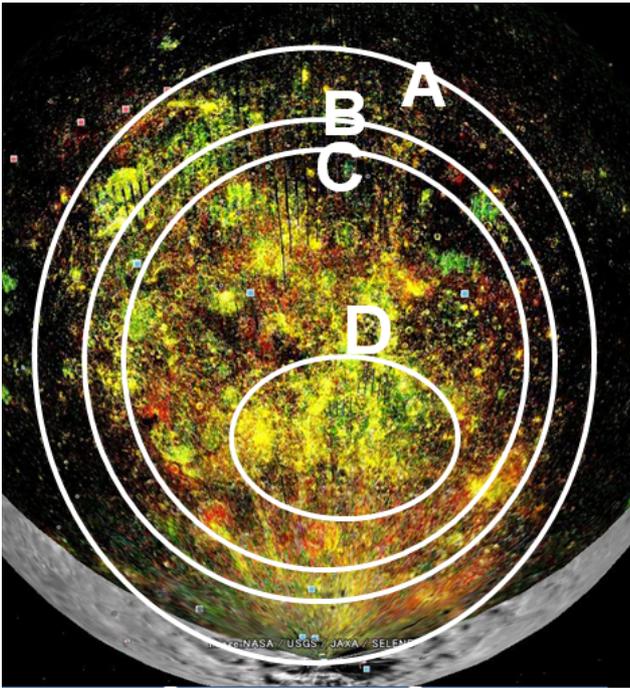


図 1. 鉱物を種類によって色分けした RGB 図と地形的リング A~D (白線) を照らし合わせた図。リング C~D に対し、リング D 内は一様に鉱物が分布しているという特徴がみられる。

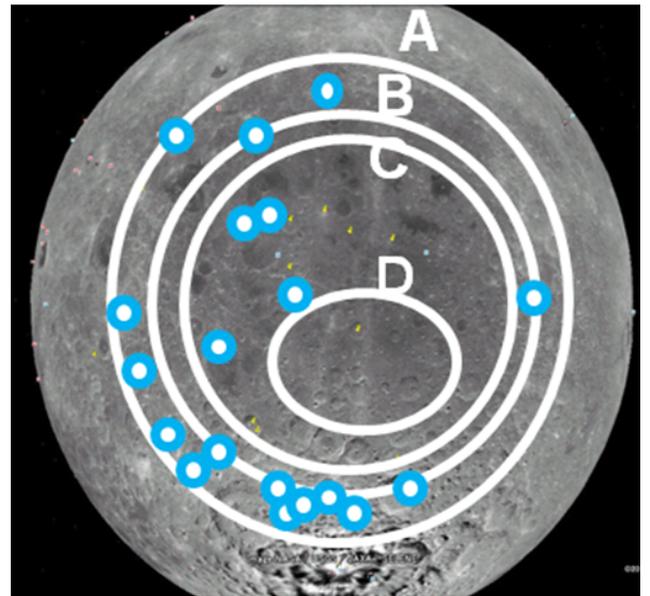


図 2. 斜長岩 (90% < 斜長石) (青丸) の分布を地形的リング A~D (白線) と照らし合わせた図。リング B を境に斜長岩の分布地域が急激に減少している特徴がみられる。

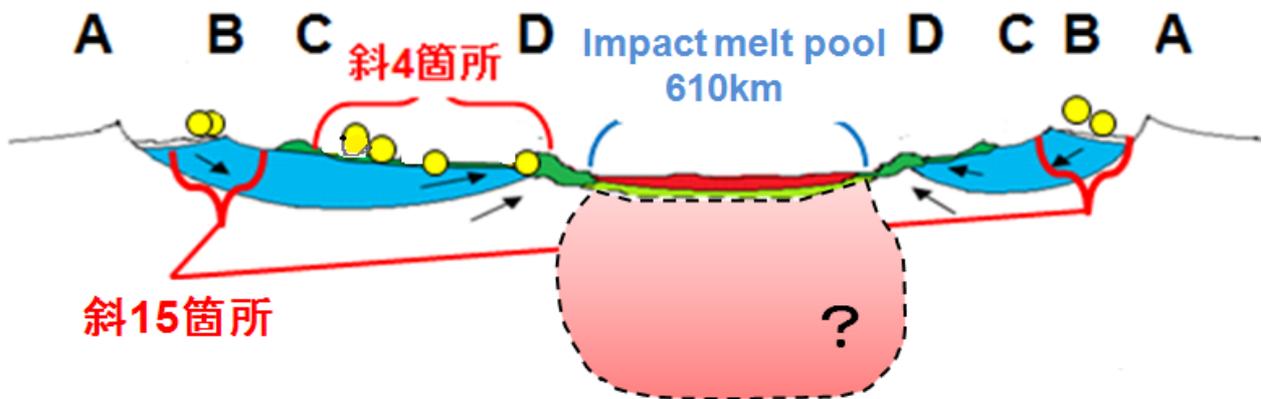


図 3. 得られた結果を踏まえ、Head (2010) [6]に倣い SPA 盆地を地質断面図に起こした図。黄色が斜長岩の一部、赤い部分が impact melt pool 領域。地下への広がりは推定できていないため、過去の研究で推測されている impact melt pool の形を基に点線で示した。