

月面ボルダールの衝突破壊による細粒化過程

Collisional disruption of meter-sized boulders of the Moon

安藤 滉祐¹、*諸田 智克¹Kosuke Ando¹, *Tomokatsu Morota¹

1.名古屋大学大学院環境学研究科

1.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

月などの天体表面はcm以下の粒子であるソイルからcm以上のボルダールまで様々なサイズの物質で覆われている。このような表層構造は新鮮な岩盤への天体衝突で巨礫（ボルダール）が形成され、その後天体衝突などの作用を繰り返すことによって細粒化が進み、形成されると考えられている。このような細粒化プロセスについてはこれまで実験や理論からモデルがたてられてきた。一方で近年、月周回衛星「かぐや」やLR0などによって月表面の高解像度画像が得られ、実際の画像データの解析によるボルダールの細粒化プロセスの検出が可能となってきた。Basilevsky et al. (PSS, 89, 118-126, 2013) は、形成年代が知られている月面の直径180~950 mのクレーター12個に着目し、クレーター周囲に存在する直径2 m以上のボルダールの数密度を計測した。彼らはクレーターの形成年代とボルダールの数密度の関係から、2 mサイズのボルダールの寿命を4000万~8000万年と見積もった。しかしこの研究では、クレーター形成時にボルダールが放出されやすい新鮮な地表と、そうでない古い地表に存在するクレーターを区別しておらず、それぞれのクレーターに伴うボルダール数密度の違いが形成年代によるものであるか、初期状態の違いであるかが分からないなどの問題が残されていた。また、ボルダールのサイズ頻度分布の時間進化については議論していない。そこで、本研究ではこれらの改善点をふまえ、ボルダール細粒化プロセスを検出すること、また、ボルダールサイズ頻度分布の時間進化のモデルを構築し、画像解析の結果と比較をすることでボルダール破壊を支配するパラメーターに制約を与えることを目指す。

本研究では、直径92.5kmのCopernicusクレーターと直径77.3kmのKingクレーターのフロアを解析領域とした。このようなクレーターのフロアは形成時に融解・固化を経験しており、新鮮な岩盤が形成されるため、その後この領域に形成される小クレーターから放出されるボルダールはその初期の数密度やサイズ頻度分布などに大きな差がないと期待される。このような領域に存在する直径210~920 mの小クレーターについてCopernicusで12個、Kingで4個に着目し、その周囲1半径の領域に存在する小クレーター形成時に放出されたと考えられる直径5 m以上のボルダールのサイズ頻度分布を計測した。また、小クレーターの周囲1/2半径分の領域に存在する小クレーター形成以後に形成されたと考えられる直径10m以上の微小クレーターのサイズ頻度分布からクレーター年代学を用いて小クレーターの形成年代を決定した。ボルダールの数密度と小クレーターの形成年代を比較することで、ボルダール消失の時間スケールの決定を行った。また、衝突天体のサイズ分布と衝突頻度、ボルダールの衝突破壊に対する強度をパラメーターとして、衝突破壊によるボルダールサイズ頻度分布の時間進化モデルを構築し、観測結果との比較を行った。

各小クレーターで観測されたボルダールのサイズ分布の形状が大きく変化していないことから、ボルダールの消失時間に強いサイズ依存性はないことが分かった。また、それぞれの小クレーターの形成年代と、その周囲に存在するボルダールの数密度からボルダール数密度の時間進化を求めた結果、直径5 m以上のボルダールの数密度は年代とともに減少しそのタイムスケールは数千万年程度であることが分かった。またモデル計算の結果から、衝突破壊によるボルダールのサイズ頻度分布の時間進化は衝突天体のサイズ分布の傾きや衝突頻度、ボルダールの破壊強度に大きく依存することが分かった。ボルダールの減少の観測結果とモデル計算の比較から、先行研究で挙げられている衝突天体のサイズ分布のうち、ベキの傾きが-3程度のパラメーターを与えると、モデル計算ではボルダールのサイズ頻度分布の傾きの絶対値が小さくなる一方、観測からは大きな傾きの変化が見られなかった。このため、月面におけるcmサイズの天体の衝突頻度の傾きが-3よりも大きいことを示唆している。

キーワード：月、ボルダール、衝突破壊

Keywords: Moon, boulder, collisional disruption