

クレーターサイズ頻度分布による月の微小地質区分の新しい年代推定法について

On the determination of lunar surface age for the detailed small geologic unit by the new method

本田 親寿 [1]; 諸田 智克 [2]; 春山 純一 [3]

Chikatoshi Honda[1]; Tomokatsu Morota[2]; Jun'ichi Haruyama[3]

[1] 宇宙研; [2] 宇宙研; [3] JAXA/宇宙研

[1] ISAS; [2] JAXA/ISAS; [3] ISAS/JAXA

固体惑星表面のクレーターサイズ頻度分布は、惑星表面の地質区分について形成年代をグローバルに調査できる点で有効である。月の海を例に挙げると、クレーターサイズ頻度分布は冪指数によって主に三つの部分から成り立っている。クレーターの直径4 km以上と、直径300 m以下は冪指数がおおよそ-2となっている。また、クレーターの直径300 m以上4 km以下においては冪指数が-3.4 (Neukumらによるクレーター生成関数によると-3.0~-3.4)と急勾配を示している。一般にクレーターサイズ頻度分布と惑星表面の形成年代の間に相関が認められる領域は、クレーターの直径約4 km以上の冪指数が約-2の部分である。クレーターの直径300 m以上4 km以下のクレーターサイズ頻度分布は、一般的な解釈としては直径4 km以上のクレーターサイズ頻度分布から外挿して得られる冪指数約-2の冪乗則を天体衝突による一次クレーターとし、一次クレーター形成時の放出物によって形成される冪指数約-3.4を示す二次クレーターと一次クレーターの足し合わせで説明されることが多い。しかし、最近の小惑星 Itokawa の探査の結果 Itokawa のクレーターサイズ頻度分布 (中村良他、本連合大会) が詳細に調べられた。Itokawa は長軸直径550 m程度のItokawaの脱出速度は約20 cm/secと非常に小さいため一次クレーターからの放出物による二次クレーターは形成されないと考えられる。こうした仮定に立ってItokawaのクレーターサイズ頻度分布を調べた結果、Neukumのクレーター生成関数と同じ関数が得られた。Itokawaの重力環境におけるクレーターの形成過程と、Itokawaのクレーターサイズ頻度分布から類推すると、月の海における急勾配領域のクレーターサイズ頻度分布は冪指数-3以上の一次クレーターと二次クレーターの混合であると考えられる。この類推によって、急勾配領域のクレーターサイズ頻度分布が一部の月面の形成年代を説明できることと、Namiki and Honda (2003)の結果から急勾配領域のクレーターサイズ頻度分布がある大きなクレーター (Aristarchus crater; 直径40 km)からの距離に反比例して減少することを両方説明できる。

しかし、急勾配領域のクレーターサイズ頻度分布から二次クレーターの形状的特徴からのみによって二次クレーターの影響を差し引くことは困難である。また、過去の研究から月の海の多くの地質区分の面積は1000 km²以下であることから、予想される急勾配領域のクレーターの数は数十から100個程度であることが予想される。この個数について検定を行った結果、この数の範囲について最尤法によって得られるクレーターサイズ頻度分布の冪指数は -3.4 ± 1.0 と大きく変動することが分かった (諸田智克他、本連合大会)。この結果は、急勾配領域のクレーターサイズ頻度分布から、月面の地質区分の形成年代を有意に推定することができないことを意味している。

本研究では、クレーターサイズ頻度分布が飽和密度に達していると考えられているクレーターの直径約300 m以下のクレーターサイズ頻度分布から、月面の形成年代を推定する方法を提案する。一般にクレーターの直径約300 m以下のクレーターサイズ頻度分布は、経験的飽和密度分布 (幾何学的飽和密度分布の約1~10%)に達していると言われている。一方、クレーター形成と同時に月面は砂礫から成るレゴリスが形成され、クレーターの増加と共にレゴリス層の厚さは増加する。形成年代が新しい地域は古い地域に比べてレゴリス層の厚さが薄い。クレーター形成過程において、天体衝突とクレーターの大きさの間に成立しているスケールリング則は月表層の性質 (例えば、レゴリスと岩石の強度) に依存する。つまり、同じ規模の天体の衝突であっても、レゴリス層のみを掘削して形成されるクレーターは、レゴリス層が非常に薄い地域のクレーターの直径よりも大きくなると考えられる。その結果、飽和密度に達していたとしても両地域のクレーターサイズ頻度分布を比較すると、レゴリス層の厚い地域のクレーターサイズ頻度分布の方が相対的に大きな値を示す。また、直径約300 m以下のクレーターの数は非常に多く、小さな地質区分であっても統計的に十分な数のクレーターをカウントできる点でこの方法は優れている。ただし、同時にレゴリス層の厚い地域のクレーターは微小クレーターの形成によって消去され易いという点も考慮しなければならない。これらの効果を考慮した上で、飽和密度に達した領域のクレーターサイズ頻度分布を用いた年代決定法について議論する。