

月におけるsub-kmサイズクレーターの累積密度と地質の相関

Correlation between the the steep slope part of the crater size-frequency and geologic provinces of the moon

本田 親寿 [1], 並木 則行 [1]

Chikatoshi Honda [1], Noriyuki Namiki [2]

[1] 九大・理・地球惑星

[1] Depart. Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ., [2] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.

月の海における平均的なクレーター密度分布が、直径300m 4kmの領域において急勾配になる原因についてはよく理解されていない。本研究では、Neukum and Wise(1976)の追試を行い、衝突盆地起源の二次クレーターの影響だけでは説明できないことが示された。また、この領域におけるクレーター密度分布と地質図との対比を行った結果、地質区分の年代を表していない。さらにray materialやalbedoの低い玄武岩、玄武岩質溶岩の厚さ、フリーエア重力異常とも相関がない。地形の高さについては、大まかにみると弱い相関があるように考えられる。しかし、そのメカニズムについては現在不明である。

太陽系の地球を除いた地球型惑星とその衛星、木星型惑星の氷衛星、小惑星においては、地球に比べて地形の浸食作用が弱いので、クレーターの地形は形成してから長時間保存される。クレーターは時間とともに次々に形成されるため、惑星衛星の表層の形成年代が古くなるほど、表層に残っているクレーターの数は多くなる。従ってクレーターの数密度と直径の関係（即ち、クレーター密度分布）は、衝突体のサイズ分布を反映しており、クレーターの直径が小さいほどクレーターの数密度は冪乗則分布に従って大きくなっている。この関係は、クレーターの直径 D と、そのクレーターの直径 D 以上のクレーター累積密度 σ を用いて $\text{Log } \sigma = a + b \text{ Log } D$ と表すことができる。冪数 b は両対数グラフで直線の傾き、 a は直径1 kmでのクレーター累積個数密度を表し、一般に時間とともに増加する値である。ただし、クレーター密度分布は、衝突体の速度・密度分布、被衝突体の表層もしくは内部構造、二次クレーターの形成、クレーター形成後の地形の侵食・緩和などの影響によって、上式のような単純な冪乗則分布から外れている。典型的な例が月の海における平均的なクレーター密度分布であり、 b に着目すると直径300 mと4 kmを境にして、三つの部分に分けることができ、 $4 \text{ km} > D > 300 \text{ m}$ においてクレーター密度分布は $b = -3 \sim -4$ と、その他の領域におけるクレーター密度分布に比べて急勾配になっている。その原因として、最も一般的に考えられているのは、直径数100 kmの衝突盆地（Wilhelms et al., 1978）や直径数10 kmのクレーター（Shoemaker, 1965）を起源とする二次クレーターの影響である。二次クレーターのみを抽出して導き出された密度分布（ $b = -3 \sim -4$ ）と、直径300 m 4kmの領域でのクレーター密度分布の b がほぼ一致するため、急勾配は二次クレーターの密度分布を反映しているというのがこの仮説の根拠である。次に考えられている原因は、衝突体のサイズ分布である。そもそもクレーター密度分布は、クレーターを形成する衝突体のサイズ分布を反映しているはずである。よってクレーター密度分布が急勾配になる原因も衝突体のサイズ分布が急勾配になっているためだとも考えられる（Neukum and Wise, 1976）。本研究では、月の海におけるクレーター密度分布が、直径300 m 4 kmの領域において急勾配になる原因について考察するために、まず最初にNeukum and Wise(1976)の追試を行った。その結果、衝突盆地起源の二次クレーターが形成していないと考えられるTycho craterの ejecta blanketや、Copernicus craterの ejecta blanketとfloorのクレーター密度分布が急勾配を示した。よって衝突盆地起源の二次クレーターだけでは急勾配になることを説明できないことが分かる。さらに、月の海以外の地域においても、クレーター密度分布は急勾配になることから、急勾配になる原因は、月の海特有の現象や特徴だけでは説明できないことも分かる。次にNeukum and Wise(1976)の仮説を検証するために、 a の値の年代差・地域差について調査した。直径4 km以上におけるクレーター密度分布の a の値は、地質区分の年代を表すことが知られている。Neukum and Wise(1976)の仮説に従えば、急勾配の領域におけるクレーター密度分布の a の値も同様に、地質区分の年代に対応しているはずである。そこで、統計地域の形成年代と a の値を比較して調べた。但し、月の地質図（Wilhelms et al., 1987）の年代区分そのものが、少なくとも部分的に、クレーター年代学に基づいていること、地質図上の年代区分に不確実性があることを考慮して、より詳細な地質図との相関についても検証を行った。その結果、地域的に連続なクレーター密度分布と形成年代別に分けられた地質区分を比較すると、急勾配になっている領域におけるクレーター密度分布は、地質区分の年代を表していないことが分かる。さらに急勾配になっている部分の値は、ray material, albedoの低い玄武岩質溶岩、玄武岩質溶岩の厚さ（De Hon, 1979）、フリーエア重力異常値（Konoqliv et al., 1998）とは相関がない。よって、これらの特徴はクレーター密度分布には影響していないと考えられる。一方、地形の高さ（Smith et al., 1997）とクレーター密度分布は大まかに見て相関がありそうである。しかし、この相関関係が如何なるメカニズムに由来するのか、現在のところは不明である。