

クレータの粘性緩和による月の熱史推定

Lunar thermal history inferred from viscous relaxation of craters

牧野 陽介[1]; 児玉 信介[1]; 山口 靖[2]

Yousuke Makino[1]; Shinsuke Kodama[1]; Yasushi Yamaguchi[2]

[1] 名大・環境・地球環境科学; [2] 名大・環境・地球環境科学

[1] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ

粘性緩和は、重力の作用で地形の起伏が緩和される現象で、その速さは岩石の粘性、つまり岩石の温度に強く依存する。約 40 億年前の月形成直後には、月の地殻はまだ熱く、粘性緩和が広く起こっていたと考えられる。一方、月探査衛星ルナ・プロスペクタによる月表面のトリウム(Th)分布の観測結果から、カリウム(K)、リン(P)などの放射性同位元素を多く含む KREEP 玄武岩は、月全球に均一に分布しているのではなく、嵐の大洋や雨の海を含む PKT (Procellarum KREEP Terrane)地域に集中していることが分かった(Haskin,1998)。PKT 地域の地殻下部には、KREEP 玄武岩の起源となる KREEP 元素の濃集層があるのではないかと推測されている。もしそうならば、KREEP 元素の発熱により、PKT 地域は周囲よりも地殻温度が高かったことが考えられる。本研究では、クレータ地形から粘性緩和量を算出し、月の過去の地殻温度分布やその時間変化を推定した。

クレータ形成直後におこるマントルリバウンドや、周囲のクレータからのイジェクタ堆積の影響が少ない直径 100 km 程度のクレータを対象に選び、層序にもとづいて形成年代(先ネクタリス紀、ネクタリス紀、インプリウム紀、エラトステネス紀、コペルニクス紀)ごとに分類し、それらのクレータの位置、直径、深さを調べた。クレータ内には周辺のクレータ形成時に放出されたイジェクタが堆積しているので、クレータの真の深さを求めるためには、イジェクタ層厚分を差し引く必要がある。補正するイジェクタ量はクレータの形成年代や位置によって異なるため、年代別のイジェクタ層厚分布図を新たに作成した。その際、大きなクレータ(直径 50 km 以上)からのイジェクタ分布は実験で得られたイジェクタ分布則から個別に計算し、小さなクレータ(直径 50 km 以下)からのイジェクタ量はクレータサイズ頻度分布(Hartman, 1999)から概算し、最終的に両者を合算した。こうして得られたイジェクタ層厚分布図に基づき、個々のクレータについてイジェクタ堆積前の真の深さを見積もり、深さ/直径比を算出した。修正作用を受けて浅くなったクレータの深さ/直径比は、年代の若いクレータの形状に関する経験式(Pike, 1974)から予測される深さ/直径比よりも小さくなるので、そのずれを粘性緩和によるものと仮定し、粘性緩和量を見積もった。さらに、Liboutry (1987)の粘性緩和モデルに基づいて、粘性緩和量から地殻の粘性率を算出した。最後に、Mackwell (1998)による岩石の粘性-温度関係から地殻温度を見積もった。

最も古い年代区分である先ネクタリス紀(39-46 億年前)にできたクレータが最も浅く、それより新しい年代になるにつれて、クレータの深さが Pike (1974)の予測値に次第に近づいていく傾向が見られた。これは地殻が次第に冷えてゆき、粘性緩和が起こらなくなっていく様子を表していると考えられる。また、粘性率と PKT 地域との位置関係を調べてみると、PKT 地域の中心に近いほど地殻の粘性が低くなっている傾向が見られ、このことから PKT 地域は周囲よりも地殻の温度が高かったと考えられる。PKT の内部と外部の粘性率の差は、地殻の平均温度に換算すると、15 程度となった。