

S型小惑星にみられる岩塊の統計的解析：岩塊は衝突起源なのか？

○丸山智志¹ 宮本英昭¹ 奥元良² 竹内洋人¹

¹東京大学総合研究博物館 ²三菱総合研究所（東京大学理学系研究科 修了）

近年の探査機によって得られたS型小惑星表層の可視光画像中には多数の岩塊が確認できる。小惑星エロスの岩塊の総量は、クレーター形成の際の基盤岩の破碎で生成されたと説明できるが、イトカワの場合は同様の方法では説明しきれていない。しかし、こうした見積もりや比較には主に全球的に取得されている中・低解像度画像が用いられており、1ピクセルあたり数cm以下の解像度をもつ高解像度画像は使われていない。本研究では、はやぶサ、ニア・シューメーカー探査機の取得したこれら高解像度画像中の岩塊の分布の示す特徴に注目し、画像中の岩塊をすべてマッピングし、データベースを作成した。

得られた累積サイズ頻度分布の特徴を小惑星ごとにまとめると、エロスに関しては傾きが1)画像によらずに共通して-2という値を示し、2)各画像中の解像度限界に対してほぼ一定の割合のサイズ付近で横ばいになる。前者はインパクトイベントで生成される破片のサイズ分布に一致し、後者はマッピングの際のバイアスで説明出来るため、衝突起源説と調和的である。一方、イトカワの場合は傾きが1)画像毎にばらつき(-3.0±0.6)があり、2)傾きの変化も一定の規則によらず小さいサイズ何段階かに分けて変化する。これらの特徴はやはりエロスと同様の衝突起源説では説明出来ない。

しかし、エロス表面では岩塊はまばらにしか存在しないのに対して、イトカワ表面は岩塊で飽和している。つまり、イトカワ上の岩塊は互いに重なっている可能性がある。さらに、イトカワ上のレゴリスは小天体の衝突に励起される全球的な振動で分級しており、小さな岩塊は大きな岩塊の上には乗っていないという特徴があるので、サイズ頻度分布の傾きの変化は小さな岩塊が隠されることによって起きていると考えられる。この効果を確認するため、1)累積サイズ頻度分布の個数の規格化の際に大きな岩塊の占める面積を除く、2)単一のベキ指数を示す岩塊群を小さなものから順に降り積もらせて上から見えるもののみを数える、という2種類の検証を行った。これら2手法はどちらも縦方向への分級を支持する結果を示すため、イトカワ表層の岩塊は縦方向に顕著に分級していることが分かった。イトカワの高い空隙率も、小さな岩塊の潜る余地があるという点で重要である。エロスはサイズが大きく、効果的に振動が励起されずに分級が進行しなかったことと、空隙率が低いために同様の特徴は現れなかったと考えられる。

また、傾きが衝突実験で生じる破片のサイズ頻度分布に比べて大きい原因としては、イトカワ表面で岩塊が飽和するために、小天体の衝突によって大きいものが破壊され徐々に傾きが変化した効果が考えられる。O'Brien et al. (2003) で用いられた手法に、岩塊の一部が宇宙空間に失われる効果を加えて計算した結果もこの予想を支持する。なお、エロスではレゴリスへの衝突確率が卓越するために岩塊への衝突回数はイトカワに比べて少なく、この効果は顕著には現れない。

以上の検証より、小惑星エロスとイトカワの表層を覆う岩塊は、一見異なる分布の特徴を示すものの小天体の衝突という効果を考慮することによって統一的に説明でき、両者はともに衝突起源説と調和的である。