

統計モデルを用いた小惑星エロス、イトカワ、リュウグウのボルダー空間分布評価

○道上達広（近大）

探査された小惑星の多くは、数多くのボルダー（岩塊）で覆われており、それらのボルダーの空間分布は、ボルダーの起源、経年変化を知る上で重要な手掛かりになると考えられる。ボルダーの起源として主に2つ挙げられる。1つは、隕石が小惑星表面に衝突し、クレーターが形成、そこから飛び出した破片が再び表面に降り積もったもの。もう1つは、過去に小惑星母天体が存在し、その母天体が激しい破壊を受け、その一部が再び集積し小惑星が形成、破片の一部が表面に堆積したものである。例えば、小惑星エロスの大部分のボルダーは前者で形成されたと考えられており、ボルダーの空間的な拡がり、クレーターに関係したクラスター分布になっている（Thomas et al., 2001）。一方、小惑星イトカワ、リュウグウの大部分のボルダーは後者で形成されたと考えられており、ボルダーの空間的な拡がり、比較的小惑星全体に満遍なく分布（ランダム分布）しているとされている（Saito et al, 2006; Michikami et al., 2008; Sugita et al. 2019; Michikami et al. 2019）。

クレーターの空間的な分布は、過去の研究でZスコアと呼ばれる統計量を使って定量的に調査されている（e.g. Squyres et al., 1997; Hirata et al., 2020）。しかしながら、ボルダーの空間分布に関しては、統計量を用いた定量的な研究はされていない。その理由として、ボルダーの場合、Zスコアをクレーターのようにそのまま適用できないからと考えられる。つまり、クレーターに対してZスコアを用いる場合の2つの仮定（1つ目は、全面積に占めるクレーターの総面積が比較的小さい、2つ目は、形成されたクレーターの位置は、お互いのクレーターの位置に依存しないこと）が、ボルダーの場合、成り立たない。

そこで本研究では、上記の2つの仮定を改良したZスコアを作成し、ボルダーの空間分布を定量的に調査することにした。具体的には、ボルダーのサイズ分布のべき指数、対象領域の面積に占めるボルダーの総面積の割合をパラメーターとして与え、ボルダー同士が重なり合う場合と重ならない場合で、Zスコアがどのように変化するかを、数値計算によって明らかにした。そして、小惑星エロス、イトカワ、リュウグウのボルダーの空間分布の観測データと、数値計算によるランダム分布の計算結果を比較し、それぞれの小惑星ボルダーの空間的な偏りを調査した。その結果、(i)小惑星エロスのボルダーは観測された30m以上のサイズすべてで、偏りがあり、空間的にクラスター分布、(ii)小惑星リュウグウのボルダーは予想に反して観測された5-10mでクラスター分布、20m以上でランダム分布、(iii)小惑星イトカワのボルダーも予想に反して観測された5-10mでクラスター分布、12m以上でランダム分布であることが分かった。これは、小惑星リュウグウ、イトカワの5-10mのサイズのボルダーは小惑星形成後、かなりの移動をした可能性を示している。