

低速度再集積による regolith mixing

中村昭子（神戸大）、和田浩二（千葉工大）

小惑星への惑星間空間からの衝突により放出されたエジェクタ粒子のうち、脱出速度よりも小さな速度を持つものは、天体表面に再び衝突する。衝突速度が小さいものは跳ね返り、衝突速度が大きくなると再衝突した粒子そのものが破壊されるであろう。エジェクタ粒子の表面のもぐり込み深さは、エジェクタ粒子の再集積速度、大きさ、表面の状態、すなわちレゴリスの粒子サイズや空隙率による。

ガラスビーズ層への弾丸貫入実験と、円柱や球のゆっくりした貫入抵抗測定実験、および、DEMによるシミュレーションから、速度 70 m/s で重力に垂直な方向にガラスビーズ層に衝突する直径 6 mm のプラスチック球が受ける抵抗は、速度の 2 乗、1 乗にそれぞれ比例する項と速度によらない項の和であらわされることが示唆された（Nakamura et al. 2012）。

エジェクタ粒子速度によらない抵抗 F_0 は、レゴリス粒子密度 ρ_t 、表面重力加速度 g 、表面からの深さ z によって、

$$F_0 = k_0 \rho_t g z$$

と表すことができる（Katsuragi and Durian 2007）。無次元の比例定数 k_0 が粉粒体の種類によってどのように異なるのかを調べるために、粒径 50, 420, 1000 μm のガラスビーズと 140, 400 μm の海砂に円柱を貫入して貫入抵抗を測定する実験を行った。その結果、海砂は、ガラスビーズの数倍の抵抗力を示し、その値は貫入深さ 10 mm で約 50 kPa 程度であった。この結果を月面に適用すると、深さ 60 cm で 500 kPa 程度と予想されるが、アポロ計画による測定結果によれば、この値は月面で測定された抵抗力の最小のものに相当する（Lunar Source Book）。月レゴリスの内部摩擦角が 30-50° であること、土質力学の浅い基礎の支持力から類推するに貫入抵抗が内部摩擦角に依存するであろうことと調和的である。

今後、微小重力下での貫入過程をより詳しく調べるために、繰り返し実験を行うことができる自前の落下装置を持ちたいと考えている。また、エジェクタの天体への衝突は、表面に対して斜めに起こるので、斜め衝突についても調べていきたい。