

## 衝突破片層の空隙率

大村知美<sup>1</sup> 木内真人<sup>1</sup> Guettler, Carsten<sup>2</sup> 中村昭子<sup>1</sup>

1 神戸大学大学院理学研究科 2 Max-Planck-Institute for Solar System Research

ラブルパイル天体やレゴリス層の空隙率はその反射率、熱伝導率、クレーター形成過程に影響を与える。粒子径が均一である仮想的なレゴリス層について、粒子間力(固着力)と重力の比から空隙率が推定されている (Kiuchi and Nakamura, 2014)。しかしラブルパイル天体やレゴリス層を構成する衝突破片はさまざまなサイズの粒子から構成されているため、空隙率の推定が難しい。そこで本研究では多分散の粉体試料を用いて、粒子径分布幅の変化が空隙率にどう影響するか、粒子間力と重力の比がどのように空隙率に影響するか、またそれとは別に衝突破壊実験を行い、得られた破片のサイズ分布及びそれを容器に充填した際の空隙率を調べた。

粒子径分布が空隙率に与える影響を見るため、同一組成の大小粒子 (それぞれメジアン径が 13  $\mu\text{m}$ 、73  $\mu\text{m}$  の海砂)を混合することで粒子径分布幅を変化させ、それをふるってランダム充填したときの空隙率を測定する実験を行った。その結果、混合した試料の空隙率は大小粒子の混合比率に対しほぼ線形的に変化した。これに対し、粒子径およそ 100  $\mu\text{m}$  以上の、本実験よりも粒子径が均一な粒子を用いて行われた同様の実験 (鈴木他、1984)では、小粒子の入り込みにより空隙率が最小となる混合比率が存在している。この違いは、本実験で使用した粒子は粒子径が小さく付着性が大きいので入り込みがあまり起こらなかったことによると考えた。それゆえ、空隙率を推定する際は粒子の付着性についても考慮する必要がある。

また粒子間力と重力の比が空隙率に与える影響を調べるため、ふるいを使ってランダム充填した粉体試料に、遠心加速装置を用いて 1-18 G の模擬重力を加える前後での空隙率を測定した。ここでは試料としてサイズ分布の異なる 4 種類の海砂、フライアッシュ、熔融アルミナ、玄武岩衝突破片を用いた。試料の粒子径は、それぞれメジアン径が 13  $\mu\text{m}$ 、24  $\mu\text{m}$ 、54  $\mu\text{m}$ 、73  $\mu\text{m}$  (海砂)、4.5  $\mu\text{m}$  (フライアッシュ)、5.3  $\mu\text{m}$  (熔融アルミナ)、29  $\mu\text{m}$  (玄武岩衝突破片)である。実験の結果からまずは粒子間力と重力の比がどのように空隙率と関係するかを調べた。模擬重力をかけることで粒子間力に対する重力を大きくすると空隙率は小さくなった。しかし粒子間力と重力の比が等しい場合でも空隙率は試料によって異なるため、空隙率は粒子間力と重力の比だけでは決定されないことがわかった。ただし、ここで粒子間力はころがり摩擦力 (Maugis, 1994; Dominik and Tielens, 1995)を仮定した。そこで、各試料の粒子径分布幅を粒子径分布のべき指数で表し、粒子間力-重力比が等しい場合における空隙率との関係を調べた。しかしはっきりした傾向が判断できないことから、空隙率には粒子間力と重力の比、粒子径分布のべき以外の要素、例えば粒子形状や最大/最小粒子径なども影響していると考えられる。

衝突破壊実験では、そこで得られた破片について粉体試料と同様にサイズと体積累積分

布のべき指数を決定し、またすべての破片を容器に流し込んだ際の空隙率を測定した。衝突破片全体のサイズ分布では $0.839 \pm 0.003$ 、直径  $300 \mu\text{m}$  以下の粒子については $0.58 \pm 0.02$ のべき指数が得られた。この粒子は先に述べた遠心加速装置を用いた実験にも使用した。その結果、同様のサイズ分布をもつ試料（海砂/メジアン径  $24 \mu\text{m}$ ）と比べランダム充填した際の空隙率は小さく、模擬重力を加えた際の空隙率の変化も小さかった。これは、海砂粒子が玄武岩破片と比べいびつな形状をしていることから、粒子形状が影響しているためではないかと考えられる。衝突破片全てを容器に流し込んだ際の空隙率は $0.40 \pm 0.03$ となり、小惑星上では破片サイズが大きくなり粒子間力が小さくなる代わりに、天体サイズが小さいため重力も小さくなっていることを考慮すれば、これはラブルパイル天体の空隙率 (Macroporosity: 0.3-0.6/Consolmagno et al., 2008) と調和的である。