

衝突破壊実験生成物の3次元形状分布測定

Measurement of 3D shape distribution of fragments ejected by impact experiments

島田 玲^{1*}, 土山 明¹, 門野 敏彦², 道上 達広³, 荒川 政彦⁴

SHIMADA, Akira^{1*}, TSUCHIYAMA, Akira¹, KADONO, Toshihiko², MICHIKAMI, Tatsuhiro³, ARAKAWA, Masahiko⁴

¹ 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, ² 大阪大学 レーザーエネルギー学研究センター, ³ 福島工業高等専門学校, ⁴ 神戸大学大学院理学研究科

¹Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science Osaka University, ²Osaka University Institute of Laser Engineering, ³Fukushima National College of Technology, ⁴Graduate School of Science, Kobe University

太陽系の歴史の中で、衝突現象は小惑星や小衛星といった小天体の形成や進化に重要な役割を果たしてきた。小惑星表面に存在するレゴリスも、小天体や宇宙塵などの物体の衝突によって生成されたと考えられる。小惑星探査機はやぶさによって持ち帰られたイトカワ表面のレゴリス粒子の初期分析がおこなわれ、マイクロX線CTにより粒子の表面構造やサイズおよび3次元形状分布が明らかにされ [1]、高分解能走査型電子顕微鏡による粒子表面の微細構造が観察された [2]。また、粒子表面での宇宙風化 [3] や太陽風希ガスの打ち込み [4] があったことが明らかにされ、これらを総合した小惑星表層で起こる諸現象が解明されようとしている。

本研究では、イトカワのレゴリス粒子との比較を目的として、クレーター生成と衝突破片粒子の回収実験をおこなった。実験は神戸大学の2段式ガス銃を用いて行った。衝突速度は4 km/s とし、ナイロン製の弾丸 (直径 2.2 mm、長さ 2.5 mm) を用いた。また、ターゲット (10 × 10 × 3 cm) は大理石 (圧縮強度 96.9 MPa) と石灰岩 (同 53.9 MPa) の2種類を用いた。レゴリスの形成過程を考慮すると、衝突の際、高速の破片は脱出速度を上回ることによって宇宙空間に散逸し、低速の破片成分のみが表面に残りレゴリスとなったと思われる。したがって、実験の破片粒子とレゴリス粒子を比較する際には、破片の速度を区別して回収する必要がある。しかし、数少ない実験 [5,6] を除き、チャンバー内に飛散した破片全体を回収する従来の多くの実験では、そのようなことは困難であった。そこで本研究では、ターゲットの周囲を発泡スチロールの緩衝材で囲むことにより、高速の破片は緩衝材に貫入し、低速の破片は底面に落下することから、破片を速度で分けて回収した。

得られた破片は、大阪大学の高分解能X線CT装置 (Elescan) を用いて解析した。これまでの実験では、レゴリスやマイクロメーター、顕微鏡を用いて破片の解析が行われてきたため、大量の破片の詳細な形状データをとることは困難であった。今回の実験ではX線CTを用いて破片を楕円体近似することで、破片の3次元データを得ることに成功し、同様の手法で解析されたイトカワ粒子のデータとも比較することが可能となった。

得られた3次元データより、破片のサイズ分布及び3次元形状分布を求め、破片の速度やターゲット間での比較を行った。その結果、大理石、石灰岩双方のターゲットにおいて、高速の破片の方がより球に近い形状をもつ傾向にあることが分かった。また、イトカワ粒子との比較を行ったところ、低速の破片の方が近い形状分布を持つことが分かった。すなわち、クレーター形成破壊の破片の低速度成分であると考えられるイトカワ粒子の起源を支持する結果となった。

[1] Tsuchiyama A. et al. (2011) *Science*, 333, 1125-1128. [2] Matsumoto T. et al., (2012) JGUM abstract, this volume. [3] Noguchi T. et al. (2011) *Science*, 333, 1121-1125. [4] Nagao K. et al. (2011) *Science*, 333, 1128-1131. [5] Asada, N. (1985) *J. Geophys. Res.* 90, 12445-12453. [6] Yamamoto S. and Nakamura A. M. (1997) *Advances Space Res.*, 20, 1581-1584.

キーワード: 衝突実験, クレーター形成破壊, レゴリス, X線CT

Keywords: Impact experiments, Cratering, Regolith, X-ray microtomography