

多孔質小天体の強度支配クレーターの研究：石膏の爆薬クレーター実験

Strength Regime Craters on Small Porous Bodies: Explosive Crater Experiments with Gypsum Targets

小川 晃輝²、山崎 祐太郎¹、村上 雄一¹、*中村 昭子¹、門野 敏彦³、川合 伸明⁴、田中 茂⁴
Koki Ogawa², Yutaro Yamasaki¹, Yuichi Murakami¹, *Akiko Nakamura¹, Toshihiko Kadono³,
Nobuaki Kawai⁴, Shigeru Tanaka⁴

1. 神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻、2. 神戸大学理学部惑星学科、3. 産業医科大学医学部、4. 熊本大学パルスパワー科学研究所

1. Graduate School of Science, Kobe University, 2. Faculty of Science, Kobe University, 3. School of Medicine, University of Occupational and Environmental Health, 4. Institute of Pulsed Power Science, Kumamoto University

重力の相対的に小さい小天体では、レゴリス層下の基盤岩物質に達する衝突がおこった場合に、物質強度がクレータサイズを決定すると考えられる。このような強度支配域のクレータースケール則を得るために、岩石や模擬物質（石膏など）を用いた実験が行われてきた。その結果、標的物質のバルク空隙率が大きいほどクレーター効率が悪くなるという一般的な傾向が示されている。しかし、空隙率や弾丸／標的密度比によってクレーター形状が変化する（Okamoto and Nakamura, 2017）など、多孔質物質の衝突クレーター形成過程は複雑であり、従来の強度支配のスケール則に標的物質のバルク空隙率を単純に加味するだけではクレーター効率を統一的に表すことは難しい（Nakamura, 2017）。

重力支配域の衝突クレータースケール則構築において、弾丸衝突クレーターだけでなく爆発クレーターのデータが用いられ、クレーター形成過程への理解が深められた。特に、弾丸衝突実験で不可能な大規模クレーターを模擬するのに爆薬実験は有効であると考えられた（e.g., Holsapple, 1993）。本研究では、多孔質小天体模擬物質を用いた爆薬クレーター実験を行い、その結果と衝突クレーター実験の結果を比較する。多孔質物質の強度支配クレーター形成過程に対する理解を深め、小天体上の強度支配域クレーター解釈への応用を目的とする。

今回、われわれは、直径28–40 cm・高さ33–16 cm、密度 $1.1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ の石膏円柱標的を用意し、直径1.6 cm高さ2.3 cm、密度 $1.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ のSEP爆薬6 gを円柱上面から0–4.5 cmの深さに埋め込む爆薬クレーター形成実験を12回行った。SEP爆薬のエネルギー密度は $4.158 \times 10^6 \text{ J/kg}$ であるので、爆発エネルギーは $2.5 \times 10^4 \text{ J}$ であり、これは、衝突エネルギーにすると、今回用いたSEP爆薬と同じ密度・形状・サイズの弾丸で秒速2 km/sの衝突速度に相当する。

標的直径が小さすぎて標的の全体破壊に至ったもの、部分的な破壊となったもの、クレーターが形成したものがあった。部分破壊した標的は、破片を再構成してクレーター直径と深さを計測した。クレーターは、中心におわん型のくぼみ（ピット）を持ちその周囲（スポールゾーン）がはがれた形状であった。爆薬の埋め込みが深いほどクレーターの体積は大きい傾向があった。ピット直径に対するスポール直径が二段式軽ガス銃の結果よりも小さい傾向にあった。今後、爆薬量を変えた実験を行ってデータを収集し、衝突クレーターとの比較を進めていく予定である。

謝辞：石膏標的作りは、大村知美さん、長足友哉さん、岩佐海詩さん（神戸大学）に特にご協力いただきました。本研究は熊本大学パルスパワー科学研究所の共同利用によって行っており、爆薬実験は熊本大学爆発実験施設にて実施しました。

キーワード：クレーター、小天体、空隙率

Keywords: crater, small bodies, porosity