

粘性ターゲットへの低速衝突で見られる地形

鈴木絢子¹、熊谷一郎²、栗田敬³

¹東洋大学経済学部、²明星大学理工学部、³東京科学大学地球生命研究所

火星の衝突クレーターのほとんどは、特徴的な堆積地形を伴っており、流動化エジェクタクレーターと呼ばれる。エジェクタ堆積物が、(月のクレーターのよう) 空中を飛翔して堆積したのではなく、地面を這う流れによって堆積したと考えられている (Carr, et al., 1977)。流動化の媒質として、火星の地下にある水や、氷が融解した結果としての水 (例えば、Carr et al., 1977; Mouginis-Mark, 1978)、火星大気 (例えば、Schultz and Gault, 1979; Suzuki et al., 2007) が提案されている。媒質ではなく、エジェクタ流が流れる面の特性に原因を求める研究もある (Wada and Barnouin-Jha, 2006)。

流動化エジェクタクレーターのエジェクタ流が、水と岩石物質の混相流であるという仮説をもとに、泥ターゲットへの衝突を試みた室内実験がいくつかある (Gault and Greeley, 1978; 高田ほか, 2004)。それぞれ、流動化エジェクタクレーターと類似の地形の形成に成功した。それらの結果を、実験室スケールから流動化エジェクタクレーターのサイズヘスケーリングするためには、泥ターゲットの物性値や衝突条件と類似地形の形成を定量的に議論する必要がある。

本研究の目的は、泥ターゲットでの粘性やプロジェクタイトルの衝突速度と、できる地形との関係を明らかにすることである。本発表では、泥ターゲットを用いた衝突システムの構築を目標にした予備実験の結果を報告する。

ターゲットの泥は、市販の高級荒木田土 1.2kg と水 0.5kg をよく混合して作成した。この泥の粘性を回転式レオメータで調べたところ、ひずみ速度が速いほど粘度が下がる特性で、ひずみ速度が 1 s^{-1} のときの粘度は 94 Pa s であった。幅、奥行きがともに 30 cm、高さ 5 cm のアクリル容器の底に厚さ 2 cm の発泡スチロールを置き、その上に半透明ゴミ袋を開いたビニールシートを被せた。ビニールシートの上に泥を厚さ 1 cm になるように流し込んだ。泥の下にビニールシートを敷く手法は、高田ほか(2004)を参考にした。

プロジェクタイトルは直径 20 mm のスチール球を用いた。落下高さは、81, 101, 141, 181 cm の 4 通りとした。それぞれの落下高さに対応する推定衝突速度 V は、 $V = \sqrt{2gh}$ (g は重力加速度, 9.8 m s^{-2} ; h は落下高さ) で見積もった。それぞれ、4.0、4.5、5.3、6.0 m s^{-1} である。スチール球を泥層に衝突させたあと、できた地形をデジタルカメラで撮

影し、観察した。

スチール球が泥層に衝突すると、多数の細かい滴と一枚の連続的なシート状の泥が発生した。細かい滴は速い放出速度をもっており、アクリル容器を超えた位置に落下した。一方、連続的なシートはクレーター孔の周囲に堆積した。連続エジェクタの先端には土手状の小さな盛り上がりが見られた。このような先端に土手をもつ連続エジェクタは、本実験の4ショット全てで観察され、この衝突速度や泥の粘度の範囲では流動化エジェクタクレーターの類似地形が観察されることがわかった。本実験の連続エジェクタは全て1枚のローブのように見え、Gault and Greeley (1978) や高田ほか (2004) で観察されたような複数のローブを持つ地形は観察されなかった。これは衝突速度が遅いためであると考えられる。

今後は、さまざまな粘度の泥ターゲットと衝突速度を調査し、流動化エジェクタクレーターが形成される条件を調査する。

Carr, M. H. et al. (1977) Martian impact craters and emplacement of ejecta by surface flow. *J. Geophys. Res.*, 82 4055-4065.

Gault, D. E. and Greeley, R. (1978) Exploratory experiments of impact craters formed in viscous-liquid targets: Analogs for Martian rampart craters? *Icarus*, 34, 486-495.

Mouginis-Mark, P. J. (1978) Morphology of Martian rampart craters. *Nature*, 272, 691-694.

Schultz, P. H. and Gault, D. E. (1979) Atmospheric effects on Martian ejecta emplacement. *J. Geophys. Res.*, 84, 7669-7687.

Suzuki, A. et al. (2007) Modes of ejecta emplacement at Martian craters from laboratory experiments of an expanding vortex ring interacting with a particle layer. *Geophys. Res. Lett.*, 34, L05203.

Wada, K. and Barnouin-Jha, O. S. (2006) The formation of fluidized ejecta on Mars by granular flows. *Meteorit. Planet. Sci.*, 41, 1551-1569.

鈴木絢子, 栗田敬 (2016) 火星衝突クレーターの特異なエジェクタ地形と劣化過程. *地学雑誌*, 125, 13-33.

高田淑子ほか (2004) 教室で行う宇宙の実験-6: 火星の表層環境を理解しよう. *宮城教育大学環境教育研究紀要*, 7, 97-102.