

## 衝突クレーターリングにおけるターゲットレオロジーの影響：湿った砂の場合 The effect of target rheology on impact cratering.: case for a wet sand

瀧田 晴菜<sup>1\*</sup>, 隅田 育郎<sup>1</sup>  
Haruna Takita<sup>1\*</sup>, Ikuro Sumita<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 金沢大学大学院自然科学研究科

<sup>1</sup> Kanazawa University

はじめに：惑星・衛星には隕石の衝突によりできたと考えられるクレーターが存在している。その形態はお椀型の単純クレーター、内部に中央丘などの構造をもつ複雑クレーターの他に、ランパートクレーターと呼ばれるクレーター周辺地形が花びら状になっているもの、ピットクレーターと呼ばれる中央部分に狭くて深い穴があいたクレーターが存在する。このさまざまなクレーター形態は表層のレオロジーの違いが一因であると考えられる。

先行研究では乾いた物質をターゲットとして用いた衝突実験が数多く行われ、クレーター形態、スケーリング則が求められている（例：Walsh et al, 2003）。しかし、液体を含むターゲットに対する実験（例：Gault & Greeley, 1978）、ターゲットレオロジーに注目した実験は少ない。そこで本研究ではターゲットに湿った砂を用いて、その飽和度を変えることによりレオロジーを変え、ターゲットレオロジーと形成されるクレーターの関係について調べることを目的とする。

実験方法:アクリル容器（直径 180mm、高さ 90mm）に海岸の砂（粒径 0.2 mm）を詰め、ステンレス球を電磁石から自由落下させ衝突させる。形成過程は高速度カメラで撮影し、レーザー変位計を用いて、クレーター断面形状を測定し、直径・深さを求める。ターゲットに乾いた砂（充填率 51.3 ± 0.1%）を用いた場合は、球の大きさ（直径=10mm-22.2mmの間で7通り）、球を落とす高さ（h=200-1100mmの間で9通り）を変えて実験を行った。湿らせた砂の場合は落とす球は直径 22.2mm、落とす高さは 1100mm で固定し、充填率は 50 ± 2% に揃えて、水分飽和度 S を 0 から 80% まで変えて実験した。また、湿った砂の降伏応力を回転型粘性率計を用いて、せん断速度 10rpm で測定した。

実験結果：乾いた砂ではクレーターは単純クレーターと中央丘クレーターの2種類が見られた。衝突エネルギーが大きくなると中央丘クレーターが形成された。湿った砂では S が増加するに伴い、円錐型クレーター（S=0-3.3%）、穴の外側にリングが形成される円筒型のリングクレーター（S=4.1-5.5%）、円筒型クレーター（S=5.8-72.5%）、円錐型より丸みのあるボウル型クレーター（S=74.1-77.4%）と変化した。直径は S の増加に伴い小さくなり、リングクレーターから円筒型へと推移する S=6-10% で緩やかに変化し、その後一定の値で推移し、60-75% で再び増加する傾向が見られた。

クレーターと降伏応力：降伏応力 ( $\sigma_y$ ) の飽和度に対する依存性はクレーターサイズ・形態の飽和度に対する依存性と良く似た形をしている。慣性力に起因する応力は  $\sigma_y \sim (mv^2/R)/\pi R^2$  ( $m$ : 球重量、 $v$ : 終端速度、 $R$ : 球半径) より、約  $1.8 \times 10^5$  [Pa] と見積もられる。dry な場合は  $\sigma_y / \sigma_y \sim 10^{-2}$ 、wet な場合は  $\sigma_y / \sigma_y \sim 10^{-1}$  であり、 $\sigma_y / \sigma_y > 10^{-1}$  になると、形態が大きく変化したことになる。

### 参考文献

[1] Gault, D. E. & Greeley, R. *ICARUS* 34, 486-495. 1978

[2] Walsh, A. M., Kristi, H. E., Habdas, P. and de Bruyn, J. R., *Phys Rev Lett.* 91, 104301, 2003

キーワード: 衝突クレーター, 湿った砂, レオロジー, 実験

Keywords: impact cratering, wet sand, rheology, experiment