

曲率のある面への衝突クレーター形成

鈴木 絢子, 長谷川 直, 岡本 千里 (ISAS/JAXA)

1. 背景

小惑星など小さな天体上でのクレーター形成は、大きな天体上でのそれと様々な点で異なる。例えば、標的の空隙率や衝突面の形状が不規則なこと、重力や衝突速度が小さいことなどである。

不規則な形状の面にできたクレーターは、これまで探査された小天体 (ex. Phobos, Ida) 上で見られている。実験室でも Fujiwara et al., 1993 によって再現され、曲率が大きくなると体積・直径は大きくなり、深さは浅くなることが示されている。しかし、弾丸と標的の密度比や、衝突速度依存性は調べられていない。そこで本研究では、まず曲率のある面にできたクレーターから定量的なパラメータを得る手段を確立し、体積や深さの変化について考察を行った。

2. 実験概要

実験は宇宙科学研究所にあるスペースプラズマ実験施設の二段式軽ガス銃を用いて行った。標的は直径 11 cm の石膏の球で、バルク密度は 1.05 g/cm^3 、引っ張り強度は 2.03 MPa である。弾丸は直径 3.2 mm の球で、アルミニウムとナイロンを用いた。それぞれ約 3.3 km/s で標的に衝突させ、できたクレーターを観察した。

3. 結果と考察

衝突後に得られたクレーターを高精度 3次元形状測定システム (COMS MAP-3D) を用いてスキャンし、3次元データを取得した。この3次元データのクレーターのない部分を用いて球面を近似的に求め、衝突前表面を推定し、それとの差分としてクレーターのプロファイル (深さ) や体積を得た。得られた3次元データの一例を図1に示した。

図2は、深さ直径比と弾丸と標的の密度比の関係を示したグラフである。平面にできたクレーター (Yasui et al., 2012) と比較して、曲面にできたクレーターの方が浅くなった。この傾向は Fujiwara et al., 1993 とも整合的である。また図3は平面と曲率のある面にできたクレーターにおける体積を比較したグラフである。平面にできたクレーターよりも、曲

率のある面にできたクレーターの方が、クレーター効率で7~8倍程度大きいことがわかった。Fujiwara et al., 1993の結果では、クレーター効率の増加割合は、曲率が大きくなるほど大きくなり、曲率が0.2程度のときの増加割合は7~8倍程度であったが、本研究のような標的や弾丸が異なる条件でも同程度になることがわかった(図4)。今後は、密度比や衝突速度、曲率を変えた実験を行い、曲面にできるクレーターのスケール則を構築する。

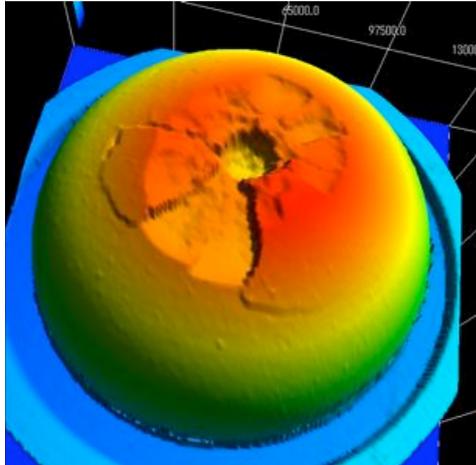


図1：得られた3次元データの例

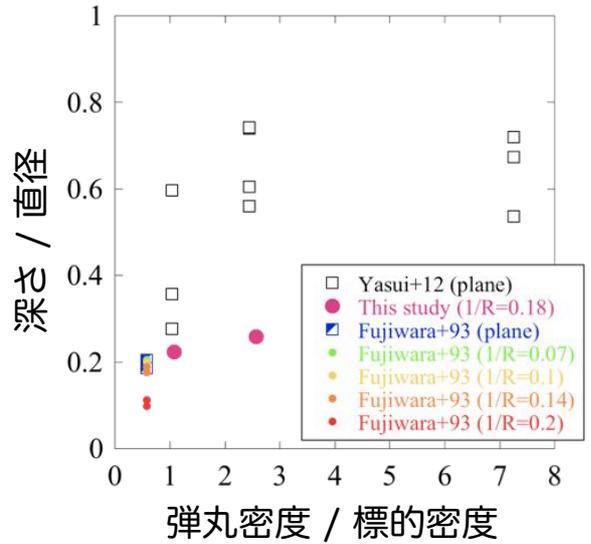


図2：深さ直径比の比較

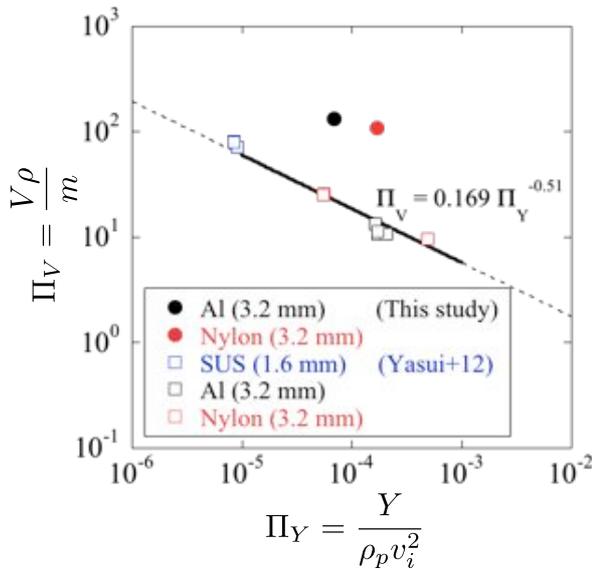


図3：平面と曲率のある面にできたクレーターの体積の比較

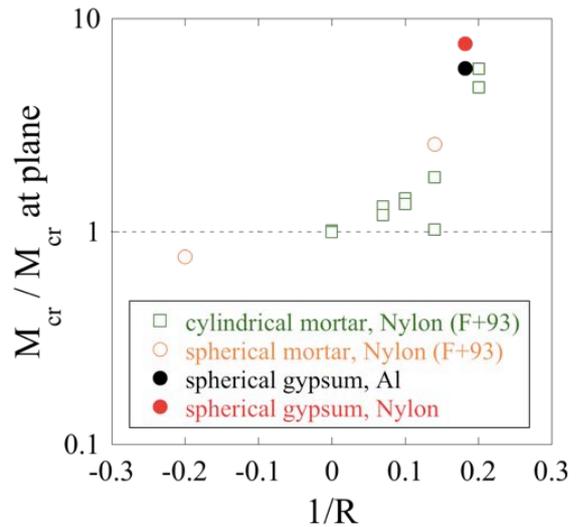


図4：曲率と体積増加率の関係