

レゴリスのグレージング衝突実験

¹山本 大晟,²中村 昭子

1 神戸大学理学部惑星学科, 2 神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻

火星などの惑星や月などの衛星、その他の小惑星には、レゴリス上にクレーターが形成されている。天体への衝突は、垂直衝突だけでなく、斜め衝突によっても引き起こされる。ある衝突角度*i*での惑星間天体による斜め衝突の確率*dP*は以下の式で表される (Shoemaker, 1961)。

$$dP = 2 \sin i \cos i di$$

この式をもとに、衝突角度が2度以下の衝突が起こる確率を計算すると、 $P \approx 1 \times 10^{-3}$ となり、およそ1000個に1個の割合で、2度以下で形成されたクレーターが存在するということが分かる。また、クレーターには惑星間天体によって直接形成されたものだけでなく、1次クレーターから放出されるエジェクタによって形成された2次クレーターも存在する。

そこで我々は、衝突角度10度以下のグレージング衝突(かすめ衝突)によってどのような衝突痕が形成されるのか、衝突後にどのように跳弾するのかについて確かめて、実際の天体への斜め衝突クレーターにどのように応用できるかについて調べるために実験を行う。

ガス銃によって、数百 m/s の衝突速度かつ、10度未満の衝突角度で実験を行う。衝突角度は砂場表面から2度、4度、6度に変えて行う。弾丸は、衝突角度ごとに、鉄(7.67 g/cm³)、ガラス(2.57 g/cm³)、多孔質アルミナ(1.51, 1.64, 1.69 g/cm³)、ナイロン(1.10 g/cm³)の4種類で行う。ターゲットは、粒径~650-800 mm のシリカサンドを用いる。

クレーターの形状は、衝突角度が小さくなるにつれて弾道の方向に沿って細長い形状になることが知られている(e.g., Gault and Wedekind, 1978)。本実験においても、弾丸の進行方向のクレーターの長さでそれに垂直な方向のクレーターの長さを割った比であるクレーター扁平率が、衝突角度が大きいほど1に近い値、すなわち円形に近い値になることが分かる。また、いくつかのクレーターの前後に線状の構造が見られた。前後の構造は、特に衝突角度が2度の場合かつ弾丸密度の比較的小さいガラス、多孔質アルミナ、ナイロンにおいて見られた。これらの構造は、フォボスのグループや火星のクレーターチェインのような地形と類似している。

弾丸の衝突後の速度と衝突前の速度の比である反発係数を、高速度カメラで得られた画像から調べた結果、反発係数の水平成分は衝突角度が小さくなるにつれて大きくなるという結果が得られた。衝突角度と跳弾角度の関係を先行研究(Gault and Wedekind, 1978)と比較したところ、本研究の結果は、衝突速度6.1 km/sの結果よりも衝突速度1.8 km/sの結果に概ね近い傾向を示した。