

模擬低重力下における砂標的への クレーター形成実験Ⅱ

○木内真人¹, 中村昭子¹

¹神戸大学大学院理学研究科

小天体表面における重力加速度は微小であり、表面の衝突クレーターサイズが重力スケールリングまたは強度スケールリングのいずれに従うのかはわかっておらず、またこれまでに得られたスケールリング則が適用できるのかも未知である。クレーターサイズ頻度分布から天体表面の進化の過程を推定するためには、クレーター直径の重力依存性を理解することが重要である。しかし、重力がクレーター形成に与える影響はこれまで詳細には確かめられていない。Schmidt and Housen (1987) は模擬高重力下 (1~400 G) で高速度衝突実験を行った結果、クレーター直径 D と重力加速度 g について $D \propto g^{-0.17}$ という関係を得た。また、Gault and Wedekind (1977) は、模擬低重力下 (0.07~1G) で高速度衝突実験を行い、 $D \propto g^{-0.165}$ の関係を示した。一方、Takagi et al. (2007) では、重力加速度が 10^{-5} G 以下の環境で高速度衝突実験を行ったが、クレーター直径に重力加速度の影響は見られなかった。これらの先行研究の結果の違いの原因は、実験データが少ないこともありよくわかっておらず、詳しく理解するためにはさらなる実験が必要である。

そこで我々は、標的を定荷重ばねで吊るしながら落下させることで標的にかかる重力加速度を模擬的に小さくする装置を開発し、低速度での衝突実験を行った。本装置は、遠心加速器や落下塔など従来の実験装置と比べ、装置の規模が非常に小さくなっている (木内他、2013 年日本惑星科学会秋季講演会)。標的にはシリカサンド (粒径~150 μm) とガラスビーズ (粒径~500 μm) を用い、直径 8 mm のステンレス球弾丸を衝突速度 $1\sim4\text{ ms}^{-1}$ の範囲で衝突させた。標的にかかる重力加速度は 0.01 G~1 G の範囲で変化させた。また、実験は全て大気圧下で行った。結果、クレーター直径は 0.5 G~1 G の範囲ではシリカサンドでは重力加速度の -0.188 ± 0.008 乗に比例し、ガラスビーズでは 0.183 ± 0.007 乗に比例した。各標的におけるべきの値はほぼ一致しており、重力依存性が一致しているといえる。今回得られた重力依存性は先行研究の高速度衝突における結果 (Gault and Wedekind, 1977; Schmidt and Housen, 1987) と調和的であった。しかし 0.5 G 以下の範囲ではクレーターサイズに対する重力依存性は見られなくなった。この原因として、実験手法的な問題 (クレーターが形成し終わる前に容器が落下した可能性)、標的の強度の影響 (粉体の固着力の影響が大きくなり重力の影響を見えづらくした可能性)、大気圧の影響 (大気による封圧効果) などが考えられる。粉体の固着力を理論式 (Rumpf, 1970) を用いて見積もったところ、本実験条件では 0.5 G よりも小さい重力で形成されるクレーターサイズに対して固着力 (強度) の影響が無視できなくなっていることがわかった。しかし、標的の強度の影響だけでは上記の先行研究の結果の違いは説明できない。今後、実験手法や大気圧の影響についても確かめる必要がある。