

高空隙率標的に形成される衝突孔のサイズスケーリング：彗星表面への応用

Scaling of impact-generated cavity-size for highly porous targets and its application to cometary surfaces

*岡本 尚也¹、中村 昭子²*Takaya Okamoto¹, Akiko Nakamura²

1.千葉工業大学惑星探査研究センター、2.神戸大学理学研究科惑星学専攻

1.Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology, 2.Department of Planetology, Graduate School of Science, Kobe University

近年の盛んな探査計画によって非常に大きな空隙率を持つ小天体が見つかってきただけでなく、その詳細な画像から小天体表面の多様な姿が明らかになってきた。中でも9P/Tempel 1 彗星や67P/Churyumov-Gerasimenkoの表面のくぼみは、月面上に形成された単純クレーター（お椀型クレーター）とは異なり非常に浅く見えるような形態、すなわち(深さ)/(直径)比が小さいような形態を示している。そのようなくぼみの形成メカニズムとして、表面下の揮発性物質の昇華によって内部が空洞化して崩壊するといったもの(Vincent et al., 2015)や衝突後の天体表面の活動、例えば昇華や粘性緩和などによる崩壊(e.g. Cheng and Dombard 2006, Thomas et al., 2013)が議論されている。しかし、そもそもそのような非常に空隙率の大きな天体に、衝突そのものによってどのような形状のくぼみができるかはあまり理解されていない。そこで我々は衝突によって形成される孔（キャビティ）の形状を調べるため空隙率~94-50%を持つ標的を作成し、衝突実験を行った。生成されたキャビティは標的表面よりも少し内部に最大径を持つような形状（カブ型形状）が観察された(Okamoto et al., 2013)。我々はこのカブ型のキャビティの最大径と深さを調べた。本研究で得られたデータと、先行研究で使われた空隙率>~30%を持つ標的への衝突実験のクレーターサイズの結果を合わせることで、広範囲な標的的空隙率空間で適用可能な衝突キャビティのサイズのスケーリング関係を得た。

得られたスケーリング関係を彗星表面に応用した。Deep Impact計画では人工の衝突体をTempel 1彗星へ衝突させた。計画で行われた衝突の条件をスケーリング関係に適用したところ、衝突クレーターの周辺では表面圧縮強度は 10^1 - 10^3 Paのオーダーであることがわかった。粒子間力によって表面強度が決まっていることを仮定すると、クレーター周辺の粒子径は $> \sim 50$ μm であることが推定された。また、スケーリング関係から深さ/最大径比を計算を行ったところ、彗星表面が圧縮強度100 Paよりも小さい極めて弱い強度で構成されていた場合、その値は単純クレーターが持つ ~ 0.2 という値よりも小さな値をとることがわかった。すなわちこれは昇華や粘性緩和といったその後の表面活動なしに、衝突のみでも浅く見えるクレーターが形成可能であることが示唆された。

キーワード：空隙率、高速度衝突実験、彗星

Keywords: porosity, hypervelocity impact experiment, comets