

大気中で形成されるクレーター周囲の起伏構造に関する 実験的研究

澤みゆう¹, 荒川政彦¹, 保井みなみ¹, 白井慶¹, 豊田優佳里¹, 笹井遥¹, 豊嶋遙名¹

¹神戸大学大学院 理学研究科

1. 背景

大気を持つ天体での衝突現象において、衝突体と大気の相互作用の理解は重要である。火星や金星で見られるランパートクレーターの成因には大気の影響が考えられており、低速度衝突実験では弾丸の後続流がリムを崩壊させランパート状の形状を形成することが示唆されている[1]。また、高速度衝突実験ではエジェクタカーテンの形状が大気密度や圧力に依存し、その堆積形態に影響することが報告されている[2]。

チェリャビンスクの隕石衝突では、衝撃波が地表に到達し、建物被害を引き起こした[3]。これらの研究から、大気中の高速度衝突現象では隕石の減速、分裂、衝撃波発生、エジェクタの形態変化など多様な現象が発生し得ることが分かる。

しかし、先行研究の多くは低速度領域に集中しており、高速度衝突における大気と弾丸の相互作用やそれらの地表への影響に着目した実験的研究は少ない。本研究では、高速度衝突実験を通じて大気地表に及ぼす影響を評価し、シャドウグラフ法を用いた詳細な観測を行った。

2. 手法

衝突実験には神戸大の横型二段式軽ガス銃を用い、350Pa~70kPaの周囲圧力下で弾丸速度を2km/s,4m/s,5km/sと変化させて実験を行った。弾丸は直径4.7mmのポリカーボネート球で、標的は固体天体表面を模擬した粒径100 μ mの石英砂を用い、20°傾斜させて設置した。衝突の様子は高速カメラ2台で撮影し、一方は可視光、もう一方は密度差を可視化するシャドウグラフ法で観察を行った。形成されたクレーターは二次元変位計でクレーター直径と深さを計測した。一部の実験では、高速赤外線カメラによる温度観測も行った。

3. 結果

30kPa以上の気圧下では、衝突直前の弾丸は温度が約270°Cまで上昇し、可視光では発光が観察された。シャドウグラフ法により弾丸周囲に衝撃波の形成が観察できたが、衝撃波が標的の表面に直接影響を与える様子は確認できなかった。衝突直後(~20 μ s)に噴出するプルームは、真空下では鉛直方向に拡散し、クレーター周囲に特徴的な構造は形

成されなかった。一方、高気圧下では周囲の大気が噴出物の運動を抑制し、地面を這うように高温(~250°C)のプルームが移動した。この地面を這う高温物質の移動により、下流側のクレーター周囲に線状構造が形成された可能性がある。

衝突後~1ms以降で成長するエジェクタカーテンは、真空では同心円状に広がったが、大気中では弾道付近に穴が生じた。この現象は、シャドウグラフ法で観察された弾丸の後続流が関与していると考えられる。このエジェクタカーテンの形状の違いは、地表の堆積形態に影響を与えている可能性がある。

参考文献

[1]Suzuki et al.(2013) Icarus 225, 298–307. [2]Schultz.(1992b) Journal of Geophysical Research, 97(E7), 11,623–11,662. [3]Popova et al.(2013) Science, 342, 1069-1073