

2次標的を用いたサイズ - 速度関係の導出

松本真由子¹, 中村昭子², 長谷川直³

¹神戸大学, ²宇宙航空開発研究機構

背景

火星で起きた衝突によって生成した高速度エジェクタの一部が、衛星であるフォボス・ダイモスにも存在すると考えられている。火星から衛星までどのくらいの量の物質が届いているかを調べるには、エジェクタのサイズと速度の関係が重要である。高速度のエジェクタでもサイズが小さすぎると火星大気の摩擦によって減速するために火星まで届かない。2020年代の火星の衛星探査計画の中には、フォボス・ダイモスのサンプルリターン計画がある。持ち帰ったサンプルにおける火星由来物質の含有量を議論するためにも、サイズが小さく速度が大きい場合のエジェクタのサイズと速度の関係を理解することは重要である。

過去に行われたサイズ - 速度分布の研究では、エジェクタのサイズが小さく、速度が大きいものについて詳しく調べられていない。そのような粒子は、高速度カメラで捉えにくいためである。小さい粒子を捉えるにはレンズの倍率を上げる必要があるが、そうすると視野が狭くなってしまい、粒子がすぐにフレームアウトしてしまうため、速度の導出に必要な単位時間あたりに進んだ距離を計測することができない。

そこで本研究は2次標的を用いて1次衝突で生成したエジェクタを2次衝突させ、1次標的と2次標的をそれぞれ別の高速度カメラで観測し、1次衝突から2次衝突の時刻の差と1次標的から2次標的までの距離をもとに算出したエジェクタの速度と、2次標的に生成したクレーターのサイズをもとに算出した1次衝突のエジェクタのサイズを用いてエジェクタのサイズ - 速度関係を導出することを目的としている。

実験方法

実験方法は、まず2次標的として用いる強化ガラス板に神戸大のガス銃、宇宙研の二段式軽ガス銃を用いて弾丸を打ち込み、ガラス板にできるクレーターサイズのスケールリング則を得る。次に玄武岩に弾丸を打ち込み、そこで発生する玄武岩のエジェクタをガラス板に2次衝突させる。この際、カメラはガラス板の裏側から衝突を捉える。それぞれ別の高速度カメラで撮った玄武岩への1次衝突の弾丸衝突時刻とガラス板にエジェクタが2次衝突する時刻を計測し、この時間の差と1次標的から2次標的までの距離をもとにエジェクタの速度を算出する。そして、ガラス板にできたクレーター面積を

Image Jで測定し、そこからクレーター直径を求める。先に調べたスケーリング則をもとに、クレーター直径とエジェクタ速度の値を用いてエジェクタサイズを算出し、高速度エジェクタの実測値を得た。その後、先行研究で得られていたエジェクタのサイズ-速度関係と比較して考察を行った。また、1次衝突での放出角度や先端エジェクタの速度を調べることで、2次衝突でより高速なエジェクタが観測できないかを考察した。

結果とまとめ

これまでは得られていなかった高速度エジェクタの実測値が得られた。また、月や火星の2次クレーターの観測から推定されていた値と一致した。しかし、ガラス板にできたマイクロクレーターの存在からもわかるように、実測値よりもさらに小さいマイクロメートルサイズ以下のエジェクタも衝突時に生成されることが予想できる。本研究で得た値は今後の同様な実験における基礎データとすることができるが、より小さいエジェクタを観測するには、1次衝突におけるエジェクタの放出角度を正確に予測し、カメラの倍率を上げてより小さいエジェクタの2次衝突の時刻を捉える必要がある。