

衝突弾丸物質の残存

中村昭子，小川諒（神戸大学大学院理学研究科），長谷川直（宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所），Guy Libourel, Clément Ganino, Patrick Michel（コートダジュール天文台等），Pierre Beck, Sandra Potin（グルノーブル第一大学），Suzanne Jacomet（パリ国立高等鉱業学校）

背景と目的 小惑星イトカワの black boulder¹⁾、小惑星 Vesta 表面の黒い物質²⁾、小惑星 Ryugu の比較的明るく青い岩塊³⁾など、それぞれの小惑星を構成する主要物質とは異なる反射率や反射スペクトルを持つ物質が探査機による観測で見つかっている。これらの物質の起源として、衝突によって他天体物質が持ち込まれた可能性が挙げられる。弾丸物質の衝突後のふるまいについて、弾丸物質の破壊の程度、弾丸物質の標的の表面への残存量や形態についての研究が行われている。我々が行った鉄隕石母天体を模擬する鉄鋼や鉄隕石に対する金属弾丸の衝突実験では、弾丸物質がクレーター表面を覆うことが示された⁴⁾。本研究は、岩石弾丸物質が標的にどのように残るかを調べることを目的とする⁵⁾。

実験 弾丸は直径約 3 ミリメートルの岩石で、衝突速度は 3~7 キロメートル毎秒とした。弾道に垂直な方向から撮影した高速度カメラ画像には、固体エジェクタの他に、すじ状のメルトエジェクタが観察された。一部の実験ではエジェクタの痕跡を捉えるために witness plate を設置した。また、標的に形成されたクレーターについて、電子顕微鏡（SEM）による観察と反射スペクトル測定を行った。

結果 witness plate をエネルギー分散型 X 線分光法 (SEM-EDX) により観察したところ、弾丸物質である数 10 ミクロンの岩石エジェクタが多数付着しており、その中に数ミクロンの鉄粒子を含んでいることがわかった⁶⁾。一方、標的にできたクレーターの断面を観察すると、岩石物質がクレーターの表面を数 10 ミクロンの薄い層となって覆っていた。この岩石質物質層には、より多くの鉄粒子が混在していた。(a)クレーター内部、(b)クレーター内部の岩石層を薬品で取り除いた表面、(c)クレーター以外の標的の表面の反射スペクトルを比べたところ、クレーター内部は、その凹凸のためにスペクトルが赤化していること、弾丸物質の特徴がクレーター内部の反射スペクトルに吸収として表れている場合があり、特に、含水弾丸衝突の場合には、反射スペクトルが 3 ミクロンの吸収を持つことがわかった。さらに、低温にした鉄隕石標的を覆った霜が、岩石弾丸メルトに水として取り込まれ標的の表面に留まることも示された。

まとめ 岩石弾丸物質は、鉄質標的への小惑星帯の典型的な衝突速度の衝突によって標的の表面に留まることがわかった。定量的な検討は今後の課題である。

参考文献 1) Hirata, N. and Ishiguro, M. (2011) 42nd LPSC, 1821. 2) Reddy V. et al. (2012) Icarus 221, 544-559. 3) Sugita, S. et al. (2019) Science 364, 252. 4) Ogawa, R. et al., submitted. 5) Libourel, G. et al. (2019) Science advances 5, eaav3971. 6) Ganino, C. et al. (2019) Planet. Space Sci. 177, 104684 (9 pages).