

レゴリスへの衝突におけるインパクターの破壊の程度

長岡宏樹^[1]、岡本尚也^[1]、中村昭子^[1]、長谷川直^[2]

- 1 神戸大学大学院理学研究科
- 2 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

はじめに

多くの隕石は小惑星のかけらであり、コンドライト母天体は太陽系形成のごく初期に熱的活動を停止したと考えられるため、太陽系初期の情報を得られると考えられている。いくつかの隕石には様々な母天体由来と思われる岩片が混じっているものがあり、これらの隕石は異なった天体由来の物質が破片として集まってできた角礫岩化したものである。例えば、筑波隕石には炭素質コンドライトの破片が含まれていることがわかっている[1]。また、ベスタ起源だと考えられている HED 隕石には一般的に 5 vol. %の炭素質コンドライトが含まれており[2]、ベスタ表面上には炭素質コンドライトが衝突してもたらされたであろう黒い物質が存在している[3]。このように他天体由来物質の破片を含んで角礫岩化した隕石は小惑星表面に存在するボルダーもしくはレゴリスに他天体由来のインパクターが衝突し、その破片がレゴリスと共に固化することによって形成されたと考えられている[4]。加えて、イトカワの表面上に存在する約 6 m サイズのブラックボルダー[5]も他天体由来の炭素質コンドライトかもしれない。これらの事から小惑星物質が他天体由来の物質を取り込むことは普遍的な現象であると言えるだろう。

本研究において、まずはレゴリスに他天体由来の隕石が衝突したときの破壊の程度を実験的に調べることを目的として、弾丸の破壊の程度を調べた。

これまでに、神戸大学の火薬銃を用いた実験で、初期発生圧力を弾丸の引張強度で規格化した無次元衝突圧力と最大破片質量を元の弾丸質量で割った最大破片質量割合との関係を調べた。その実験結果を図 1 に示す。衝突速度は 5-960 m/s、弾丸は直径 3, 5mm のパイロフィライトと直径 5mm の玄武岩、標的はシリカサンドとアルミ板を用いた。図 1 では、同じ弾丸物質で異なる標的物質において、破壊の程度が調和的であること[6]、引張強度の約 10 倍の圧力で壊れ始めることが示された。今回はより高速度領域での衝突実験を行い、結果を議論する。

実験方法

弾丸の加速に宇宙科学研究所の二段式軽ガス銃を使用し、弾丸は直径 3.2mm の玄武岩、標的はシリカサンドを用いた。衝突速度は小惑星帯での衝突速度~5 km/s[7]を模擬する 2-5 km/s である。衝突後の弾丸破片は目開き 500 μ m のふるいを用いて回収した。

結果と議論

今回の km/s オーダーでの衝突実験結果も含めたものを図 2 に示す。これまでの 100 m/s オーダーでの衝突実験から予想される最大破片質量割合よりも大きくなった。これは強度と歪速度の関係 ($\sigma \propto \dot{\epsilon}^{3/(m+3)}$ m: ワイブルパラメータ[8]、玄武岩では 9 という値が得られている[9]) により歪速度の増加に伴い弾丸の動的強度が大きくなったことが要因かもしれない。今回の場合、低速度衝突実験と比較して、歪速度が約 1 桁大きいことから弾丸強度が約 2 倍大きくなると推定した。しかし、約 2 倍大きくなっただけでは説明できない。そのため、図 3 に示すように弾丸破片に付着している砂が影響していると考えられる。

謝辞

衝突実験をサポートしてくださいました、黒澤耕介さんと田端誠さんに感謝いたします。

参考文献

- [1] Nakashima D. et al. (2003) *Earth, Planetary Science Letters*, 212, 321-336.
- [2] Zolensky M. et al. (1996) *Meteoritics*, 31, 518-537.
- [3] Reddy V. et al. (2012) *Icarus*, 221, 544-559.
- [4] Rubin A. et al. (1983) *Meteoritics*, 18, 179-196.
- [5] Hirata N. et al. (2012) *Meteoritics & Planetary Science*, submitted.
- [6] 長岡他、2012 年惑星科学会秋季講演会
- [7] Bottke W. et al. (1994) *Icarus*, 107, 255-268.
- [8] Grady D. and Kipp M. (1980) *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.*, 17, 147-157.
- [9] Benz W. and Asphaug E. (1994) *Icarus*, 107, 98-116.

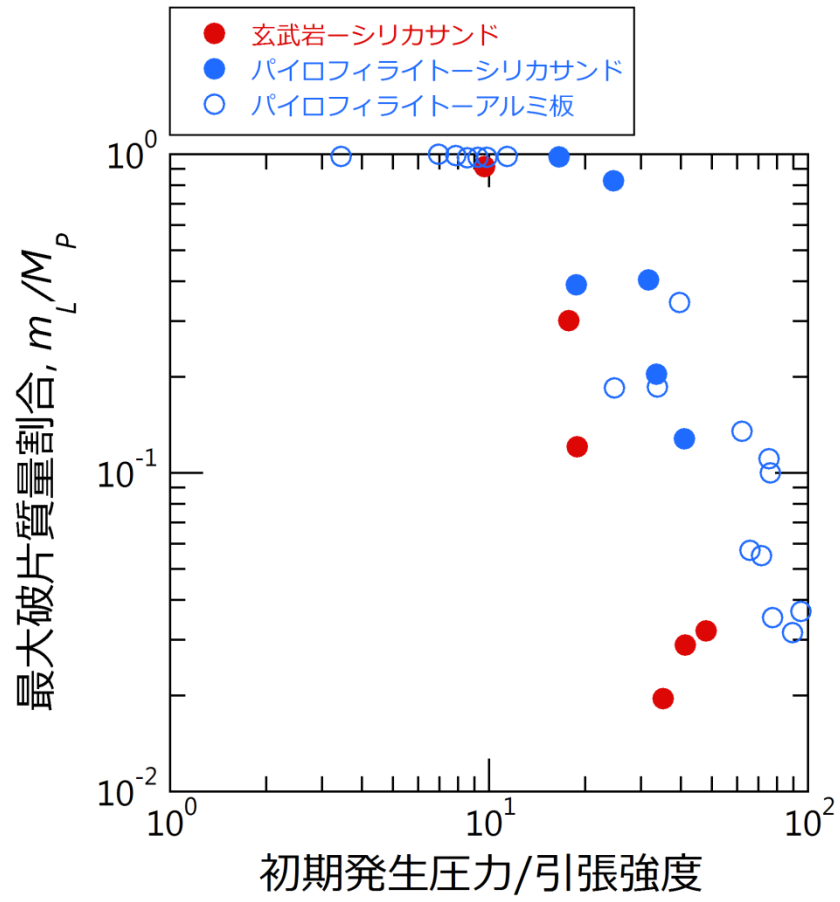


図1 最大破片質量破片割合と初期発生圧力を引張強度で規格化したものの関係。

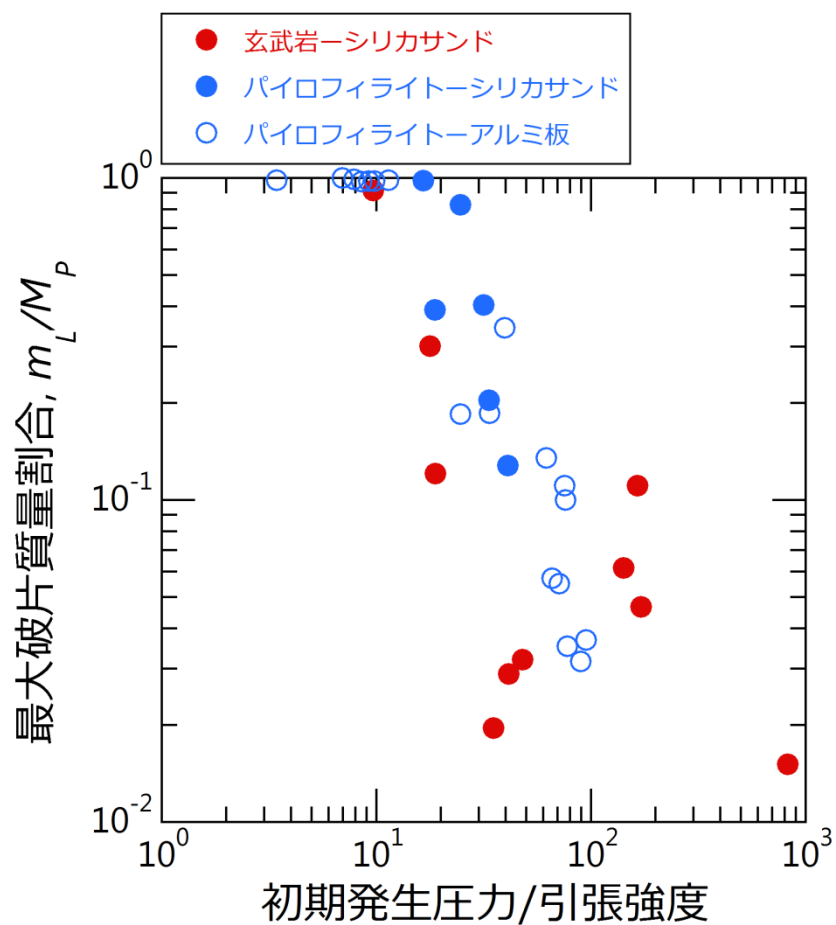


図2 最大破片質量破片割合と初期発生圧力を引張強度で規格化したものの関係。これまでの実験結果に今回の高速度領域での実験結果を加えた。



図3 衝突後の弾丸破片。弾丸破片に砂が付着していることがわかる。