衝突破壊過程の標的サイズ効果~小さい標的の場合

高沢 晋、 中村 昭子 (神戸大)

背景: デブリ円盤内などで起こっている塵どうしの衝突現象はこれまで詳細に調べられていない。また、惑星間塵 の供給源と考えられている小天体どうしの衝突によって、塵サイズの破片がどのくらいできるのかも未だよく知られ ていない。そこで本研究は~mmという小さなサイズの標的を用いた衝突破壊実験を行うことにより塵サイズどうし の衝突破壊過程を調べ、またより小さな放出破片がどのくらいできるのかを調べることを目的としている。

実験: 神戸大の小型軽ガス銃を用い、ガラス球(直径3.2mm)を速度242~275m/sでパイロフィライト(一辺2.8~ 7.3mm)に衝突させた。放出した破片を無傷で捕獲するため、標的の周りを超低バルク密度の発泡スチロールペー パーで覆った。

M_T [g] U [m/s]

Takagi et a

本研究

(1984)

290

258

641

620

242

結果: エネルギー密度と最大破片質量割合の関係をプロット したのが右図。衝突破壊強度Q*($m_{L} / M_{T} = 0.5$ となるときのQ) は、 \sim cmの標的を用いた過去研究よりも大きい。これは下の Weibull(1934)の式を用いると説明が可能である。

Y_T ∝ L_T ^{-(3/Φ)} Y_T:標的強度(Q*に相当) Φ:Weibullパラメーター

パイロフィライトの中は他の実験で約11だとわかっている。 過去研究とのグラフのずれは標的サイズの違いによるY_Tの違い によるものであると考えられる。



1 L 10⁻

 10^{-8}

10-6

破片質量 / 標的質量

0.0001

0. 01

m

Mт



放出破片の質量分布を示したのが左図(現時点で全破片質量の約30%を分析)。m / M_T = 10⁻⁸ 付近(50~60µm)でグラフに折れ曲がりが見られる。これは単に<50µmの破片は発泡スチロールペーパー内に多く埋もれているだけかもしれない(今後の解析で検出可能)。もしくは、標的内のひびのサイズ分布が影響している結果なのかもしれない(この折れ曲がりは有意)。花崗岩のひびのサイズ分布はこの付近で折れ曲がりがみられている(Housen and Holsapple, 1999)。

破片の質量分布を過去研究と比較したのが左図。衝突条件が違っても破片サイズの小さい領域(Regime III)ではグラフの傾きは似ているということが言われていた(Takagi et al. 1984)。 標的サイズが~mmの本研究のグラフもRegime IIIでは傾きが似ている。