

分化天体の衝突破壊条件

Impact condition of collisional disruption for differentiated bodies

岡本 千里 [1]; 荒川 政彦 [2]; 村澤 佳奈 [3]; 渡邊 誠一郎 [4]

Chisato Okamoto[1]; Masahiko Arakawa[2]; Kana Murazawa[3]; Sei-ichiro Watanabe[4]

[1] 名大・環境・地球環境; [2] 名大・環境; [3] 名大・環境・地球環境; [4] 名大・環境学・地球環境科学

[1] Earth and Environmental Sci., Nagoya Univ.; [2] Grad. School Env. Studies, Nagoya Univ.; [3] Earth and Environmental Sci., Nagoya Univ.; [4] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

現在得られている隕石にはコンドライトとエコンドライト(石質隕石、石鉄隕石、鉄隕石)がある。エコンドライトは分化天体の衝突破壊により形成されたと考えられる。鉄隕石の起源として M-type 小惑星が挙げられる。この小惑星は分化天体の金属コアであると言われており、分化天体が衝突により破壊され、そのコアである金属鉄が宇宙空間に放出されたと考えられている。また、氷衛星には熱進化の段階により、雪からなる表層とその内部に氷のコアを持つものがある。これまでの研究から、太陽系形成初期にこのような層構造を持つ天体が多数存在したと思われる。層構造を持つ天体の衝突破壊現象は、均質な構造を持つ天体のもとは異なると考えられる。そこで層構造を持つ天体の衝突時の振る舞いを調べれば、様々な種類の小惑星(e.g. S-type、M-type、A-type)の形成や小惑星帯の衝突進化に制約条件を与えることができると考えられる。本研究では高空隙マントル-シリケートコア構造を持つ天体の衝突破壊条件と破片サイズ分布の特徴を調べた。

衝突破壊実験は名古屋大学に設置された2段式軽ガス銃を用いて行った。ターゲット試料には、球形の石膏中に直径約17mmのガラス玉を埋め込んだものを用いた。試料は、石膏層の厚みを0、2.10、3.60、9.60mmと変化させ、表層である石膏層と内部のガラス玉の破壊の進行を観察した。弾丸は7mg(サイズ約2mm)のナイロン製のもので、これをおよそ3.5km/sにまで加速し試料に衝突させた。衝突の様子は、高速度デジタルカメラで撮影し、衝突により生じた破片の大きさ、破片速度等を計測した。

破壊様式は石膏層の厚みにより変化した。まず、石膏層の厚みがない場合(ガラス玉のみ)は粉々に破壊された。石膏層の厚みが2.10mmの試料では石膏層が完全に破壊され、内部のガラス玉も粉々に破壊された。石膏層の厚みが3.60mmの試料では、石膏層は完全に破壊されたが、ガラス玉には直径3mm程度のクレーターが形成されるにとどまった。ガラス玉にはクラックが多数見られたが完全には破壊されなかった。石膏層の厚みが9.60mmの試料は石膏層に直径約10mm程のクレーターが形成された。クレーターの深さは中のガラス玉までは達せず、ガラス玉は破壊されなかった。破片サイズ分布の解析から、石膏層が3.60mmの試料では、石膏破片数がガラス破片数を大きく上回り、サイズ分布は石膏破片数により決まっていることが分かった。このとき最大破片はガラス玉であった。一方、石膏層が2.10mmの試料ではガラス破片数が石膏破片数を大きく上回り、サイズ分布はガラス破片数により決まっている。この場合、最大破片は石膏であったがガラス破片の中で最大のものは最大破片と近い値であった。石膏層の厚みが2.10mmとガラス玉の試料では破片のサイズ分布は同じような傾向を示し、最大破片の大きさも非常に似ていることが分かった。これは、石膏層の厚さが弾丸サイズ程度の場合、石膏層により弾丸はほとんど減速されず、直接ガラス玉にぶつかるためと考えられる。層構造を持つ試料においては、高空隙マントルの厚さが弾丸サイズを超えるまでは衝突破壊条件がシリケートコアのみで決まっている可能性がある。