

小天体模擬標的に対する衝突__圧密領域の密度推定

山崎 祐太郎¹, 中村 昭子¹, 長谷川 直², 鈴木 絢子²

¹神戸大学,²宇宙科学研究所

背景

炭素質コンドライトは太陽系初期に形成された凝集物質である。その形成過程や経験した過程を調べることは太陽系の歴史を紐解くことに繋がる。炭素質コンドライトは可視赤外線反射スペクトルの類似性から C 型小惑星が母天体だと考えられている。しかし、平均密度は C 型小惑星と炭素質コンドライトで異なり、C 型小惑星の平均密度が 1.4 g/cm^3 、空隙率 40% (Britt et al., 2002)、炭素質コンドライト (CM) が 2.3 g/cm^3 、空隙率 23% (Consolmagno et al., 2008) とその値は炭素質コンドライトの方が大きくなっている。これの要因として、天体の自己重力によるものや衝突圧密によるものが考えられる。天体の自己重力によるものは天体深部の密度が大きく、そこからでた隕石は天体のバルク密度と比較すると大きくなるということである。一方で、衝突圧密によるものは衝突によって圧密を受け密度が大きくなったということである。本研究では空隙率約 58%の石膏標的に対して衝突実験を行い、衝突表面下の空隙率変化を求める。

実験方法

衝突実験は宇宙科学研究所の二段式軽ガス銃を用いて減圧下 ($1.5\sim 6.5 \text{ Pa}$) で行った。弾丸には球形のガラス(直径 3.2 mm)、ナイロン(3.2 mm , 7 mm)と SUS(1.6 mm)を使用し、石膏標的に対して衝突速度 $1.5\sim 5.5 \text{ km/s}$ の範囲で衝突させた。衝突過程を高速度カメラで撮影し、フラッシュ X 線で衝突表面下を撮影した。

結果

X 線透過画像から圧密領域の空隙率を推定した。圧密領域は密度一定、圧密幅一定としてクレーターの質量変化と圧密領域の体積から圧密領域の空隙率を求めた。また、X 線透過率から推定したクレーター底の空隙率と求めた圧密領域の空隙率を比較した。

X 線透過画像から求めたクレーター側面の圧密幅は弾丸直径の約 $0.5\sim 2$ 倍となった。クレーター底の衝突方向に垂直な方向の圧密幅は弾丸直径の約 $1.5\sim 4.5$ 倍となり、単純に側面の圧密幅を 2 倍した値よりも大きくなった。各実験の圧密領域の平均空隙率はもとの標的の空隙率よりも小さくなっている。これは衝突圧密を受けた結果である。また、初期発生圧力が大きくなると圧密領域の空隙率は小さくなった。クレーター側面と底から求めた空隙率の値はほとんどの実験で近い値となった。

今後は石膏の強度と圧力減衰率から発生圧力が衝突点からどの程度の距離まで圧密領域を形成できるか調べ、実際の圧密領域の距離と比較して値の妥当性を確かめる。