

雪の焼結とそのクレーター形成への影響

Sintering of snow and the effect to the formation of impact craters

荒川 政彦[1]

Masahiko Arakawa[1]

[1] 北大・低温研

[1] Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ.

<http://risu.lowtem.hokudai.ac.jp/~arak/>

はじめに：

原始太陽系星雲で生まれた氷微惑星の生き残りとして、彗星核やカイパーベルト天体などが候補としてあげられている。スターダストにより試料捕獲が試みられた Wild2 彗星はその表面の鮮明な画像が得られており、クレーター地形の解析から重要な発見がなされた。観測された2種類のクレーターは、pit-halo type, flat-floor type と呼ばれ、いずれもある程度の力学強度を持つ表面にしか現れないクレーターである。Wild2 の表面は、氷や揮発性物質の微粒子、レゴリスが焼結を起こし、力学強度を持つ可能性が高い。氷微惑星は高い空隙率を持つと予想されるが、それだけでなく上述したように焼結していた可能性が高い。従って、氷微惑星の衝突現象を研究する上で、空隙率とともに焼結度が重要なパラメーターとなる。そこで、クレータースケール則に対する空隙率と焼結度の依存性を調べる実験を開始したので、以下に報告する。

実験方法：

クレーター形成実験は、雪試料を用いて行った。試料は直径 13.5cm、高さ 10cm のステンレス容器に氷粉末 (< 500 μm) を詰めて準備した。実験は -5, -10, -18 で行った。試料の空隙率は、35~45%であり、標準の焼結時間は 15 分である。-10 の実験では、焼結時間を 3 分から 60 時間と変化させて焼結度の影響を調べた。衝突実験は、氷と雪の弾丸を用いて行った。弾丸サイズは 7mm で、雪弾丸の空隙率は 30~35%である。弾丸はヘリウムガス銃を用いて 3~150m/s に加速した。衝突時の様子は高速度ビデオカメラで撮影し、弾丸速度やイジェクタ形状・速度を計測した。実験後、クレーターの質量減少量や直径、深さ等を計測した。

実験結果と考察：

焼結時間が 15 分(一定)である場合、-10 では速度増加とともにクレーターサイズが大きくなるのが確認できる。速度が遅い場合、弾丸である雪は破壊されずに付着して残存するが、速度増加とともに弾丸は粉々に破壊し、その痕跡のみが氷微粒の環状構造として確認できる。温度が低くなると速度が同じでも、クレーターサイズは極端に大きくなる。これは低温のため雪の焼結が進まず、強度による抑制を受けなかったからだと考えられる。また、弾丸が氷の場合、破壊することなくクレーター中心部分に深く潜り込み、実験後に元のまま回収される。温度が高い場合、今度は焼結が進むのでクレーターサイズは小さくなる。クレーター体積と弾丸の運動エネルギーの関係は、各温度、弾丸種類毎にべき乗の実験式でフィットでき、そのべき指数は条件に関係なくほぼ 0.5 と一定である。相関関係は温度が低くなるほど上方に移動し、弾丸が氷と雪の場合では氷の方が、系統的にクレーター体積が大きくなる。今回の実験条件では、-5 と -18 で 3 倍程度のクレーター体積の系統的差が生じた。雪試料の強度は、焼結時間により大きく変化することが知られている。そこで焼結時間を 3 分から 60 時間の間で変化させ、クレーター形成実験を行った。-10、衝突速度 100m/s での回収試料を観察すると焼結時間が長くなるほど、クレーターサイズが小さくなることがわかる。クレーター体積と焼結時間の関係を調べると、クレーター体積は時間のべき乗で減少することがわかった。