

超高空隙率雪球の衝突破壊と破片速度分布に関する実験的研究

○ 嶋生有理¹、荒川政彦¹、保井みなみ¹、土肥弘嗣¹、河村恵里¹
¹名古屋大学 環境学研究科

背景：氷微惑星の生き残りと思われる彗星核は、氷よりも低い密度を持つことから大きな空隙率を持っている。こうした超高空隙率氷微惑星は放射性熱源などによって熱進化する。これにより、密度や強度が多様な氷微惑星となり、現在の多様な氷天体の起源となったかもしれない。そこで、熱進化する氷微惑星の再集積過程を明らかにするため、空隙率と焼結度を独立に変化させた雪試料を用いた衝突破壊実験を行った。

実験方法：実験は北大低温研の大型無風低温室で行った。ターゲットは直径 60mm の球形治具に 31.0-62.4g の平均粒径 250/100/10 μ m の氷粒子を入れ、押し固めて作成し、飽和水蒸気圧下で 1 時間から 1 ヶ月間焼結させた。焼結温度は -10 $^{\circ}$ C と -15 $^{\circ}$ C とした。弾丸は直径 15mm \cdot 1.1g の 30% 雪球、直径 15mm \cdot 1.6g の氷円柱、直径 10mm \cdot 0.3g の 30% 雪円柱を用いた。弾丸の加速には He ガス銃を用い、衝突速度を 30-440m/s とした。これにより、衝突のエネルギー密度を 10-3,000J/kg とした。衝突の様子は高速度デジタルビデオカメラで撮影した。撮影速度は毎秒一万コマ、シャッタースピードは 10 μ s とした。実験後、回収した破片質量を測定し、映像から破片速度を測定した。

結果：本研究では、空隙率とエネルギー密度によって 4 種類の破壊モードが観察された(図 1)。弾丸がターゲット内に捕獲される

Sticking、ターゲット表層が壊れる Cratering、カタストロフィックに破壊する Disruption、弾丸が貫通したように見える Penetrate である。Sticking と Penetrate は空隙率 70% で見られた。これは破壊が圧縮破壊によって起きているため、65% 付近に急激な物性変化があることを示唆している。反対点速度とエネルギー密度の関係は焼結度に依らず、空隙率の増加とともに傾き n も増加することがわかった。これは破片の放出中心点の深さが増大することに起因すると考えられる。最大破片とエネルギー密度の関係から 40-70% 雪試料の衝突破壊強度を求めた。空隙率 40-60%、衝突破壊強度 10-70J/kg の試料について最大破片と反対点速度の関係を調べたところ、これらは同じ直線に乗ることがわかった(図 2)。これは、各試料の引張強度とバルク音速が比例しているためだと考えられる。

