

隕石母天体上の強度支配域のクレーターサイズ

神戸大・理 中村昭子

小天体表面のクレーター年代を推測するために、衝突条件（弾丸天体のサイズや衝突速度）とクレーターサイズの関係すなわちスケール則が用いられる。クレーターは、衝突によって物質強度に抗して表層が破壊され、また、重力に抗して表層物質が掘削されて放出される過程である。したがって、クレーターサイズは物質強度(Y)や重力加速度 (g) に依存する。強度依存性が重力依存性よりも顕著な場合、すなわち、

$$Y \gg \rho g D$$

の場合は、強度支配域と呼ばれる。ここで ρ は天体表層の密度、 D は特徴的スケールで、例えばクレーター直径である。小天体表面はレゴリス粒子層で覆われていると考えられるので、強度支配域で形成されるクレーターは、比較的小さな天体の大きなクレーターである。図1に、岩石天体について、天体サイズ毎の、強度に支配されてできるおよそのクレーターサイズ範囲を示す。

図1で仮定した天体強度は、岩石や隕石の典型的な値である。実際の小天体は、地上でわれわれが手にする地球岩石や隕石よりも小さな強度で大きな空隙率をもった物質でできている可能性がある。従来のスケール則は密な岩石について構築されたものであり、小惑星 Itokawa の表面衝突年代もそれを用いて推定されている (Michel et al., 2009)。Itokawa に対して、空隙を含む堆積岩への衝突実験で構築されたスケール則 (Suzuki et al., 2012) を用いると、従来の推定よりも古い衝突年代が見積もられることになる。

強度支配域のスケール則は、サンプルリターンで地上に持ち帰られた試料表面のマイクロクレーターに適用することにより、マイクロクレーターを形成した弾丸粒子のサイズ分布や組成の手がかりが得られる可能性がある。1970年代には月岩石のマイクロクレーターに関連した実験研究が行われており、それらの結果と最近の実験の蓄積をもとに、小さいサイズの弾丸で形成されるクレーターについて物質・速度依存性をスケール則の形で整理する必要がある。図2は、二段銃で得られた経験則 (Gault et al., 1973) やスケール則 (Suzuki et al., 2012) から予測されるマイクロクレーター直径と、静電加速器を用いて加速された微粒子でできたクレーターの直径とを比較したものである。後者のスケール則のほうが実験結果とよくあうことがわかった。

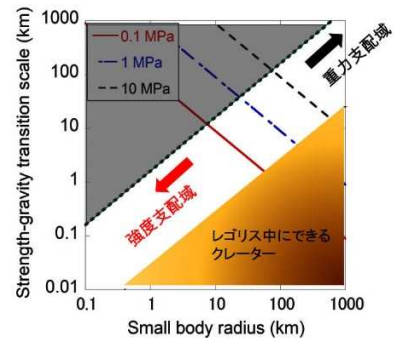


図1 強度支配域クレーターのサイズ領域。表面物質強度の大小によって、強度支配でできるクレーターのサイズ範囲が決まる。

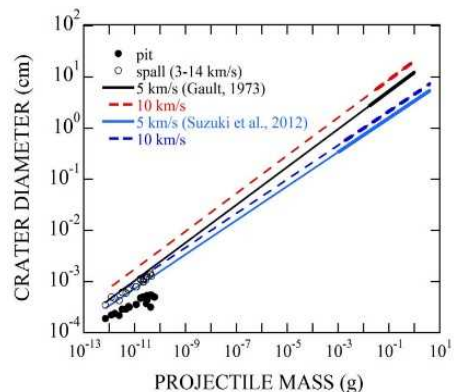


図2 二段銃による結果を元にした経験則やスケール則によるスポール直径予測と静電加速器を用いて作られたクレーターのスポールおよびピット直径の比較。