

海洋底に形成される衝突クレーターに関する実験的研究: 層構造試料に対するクレーター形成

Experimental study on impact crater formed on sea floor with the subsurface structure of sediment and oceanic basalt

土肥 弘嗣 [1]; 荒川 政彦 [2]

Koji Dohi[1]; Masahiko Arakawa[2]

[1] 名大・理・地球; [2] 名大・環境

[1] Earth & Planetary Sciences, Nagoya Univ.; [2] Grad. School Env. Studies, Nagoya Univ.

はじめに: 衝突クレーターは、小天体の衝突によって固体天体表面に形成される地形で、大気を持たない固体天体上で普遍的に見られる地形である。また、衝突現象は天体の進化に大きな影響を与えるため、その結果形成される衝突クレーターは天体の進化を考える上で重要である。そのため、古くから衝突とクレーター形成に関する研究が行われてきた。衝突クレーターから衝突現象が天体に与える影響を知るためには、クレーターサイズと衝突条件(衝突速度、衝突体の大きさ、天体の密度、重力など)の関連性を知る必要がある。そこでクレーター形成実験の結果から、クレーターサイズと衝突条件を関連付けるクレータースケールリング則が提案されてきた。

衝突現象が地球でも起きていることは、地球表層の衝突クレーターから確認できる。それゆえ、衝突現象によって地球の表層環境や、生命の進化は影響を受けたと考えられる。また、地球表面の7割が海で覆われていることから、多くの衝突現象が海で起こると考えられる。このことから海洋底に形成される衝突クレーターに注目した。海底地殻は堆積層-基盤岩の層構造を持っている。一方、層構造がクレーター形成に及ぼす影響はよく知られていない。そこで、本研究では海洋底に形成されるクレーターの特徴を明らかにするために、堆積層-基盤岩を模擬した二層構造試料に対する衝突実験を行った。本研究は海水の影響がない場合の海洋底衝突を模擬している。海水の影響を考慮した実験は今後行う予定である。

実験方法: 海洋底へのクレーター形成を模擬するために、堆積層-基盤岩層構造を模擬した2層構造試料に対して衝突実験を行った。試料は、基盤岩として玄武岩(50mm×50mm×50mm)を用い、堆積層として石膏、セメント、シリカ粉末(0.25μm)を用いて3種類の2層構造試料を作成し、堆積層の物性の違いによるクレーター形状の変化を調べた。また、それぞれの試料で堆積層の厚みを変化させ、堆積層の厚みとクレーター形状の関係を調べた。衝突実験は名古屋大学に設置された2段階軽ガス銃を用いて行った。なお実験はすべて正面衝突で行われた。弾丸はナイロン製弾丸(7mg)を用い、衝突速度は3.3km/s-4.4km/sで行った。衝突後、試料を回収し、形成されたクレーターサイズを計測することで変化の様子を調べた。

実験結果: 実験から、クレーター形状は堆積層の厚みと種類に依存するという結果が得られた。クレーターの形態は堆積層の厚さが薄くなるにつれて、おわん型 平底型 同心円型と変化する。クレーター体積、直径、深さは堆積層の厚さとともに系統的に変化した。まず、クレーター体積および直径は堆積層厚さとともに増加し、平底型から同心円型へクレーター形態が変化する境界付近で、最大値を示した。次に、クレーターの深さ変化はクレーター形態によって異なり、以下の実験式で示されることが分かった。

お碗型: $d_{cr} = d_i$

平底型: $d_{cr} = T$

同心円型: $d_{cr} = T + d_b$

: $d_b = d_{bi} \exp(-T/l)$

ここで d_{cr} はクレーターの深さ、 T は堆積層の厚み、 d_i は T が下層の影響を受けない時のクレーター深さ、 d_b は玄武岩にできる穴の深さ、 d_{bi} は堆積層がない時の玄武岩にできる穴の深さ、 l は堆積層の物性で決まるような特性距離である。このように試料の種類によってクレーターの形態が変化する境界が異なる。セメント試料は、同心円型クレーターの領域が3種類の試料の中で1番小さく、シリカ試料は他の2種類の試料と比べて平底型クレーターの領域が大きいことが分かった。