

岩石の衝突破片形状と石の形状についてのアンケート調査報告

道上達広 (近畿大学工学部)

研究会では、(1) 岩石の衝突破片形状として、Michikami et al. (2016) Icarus 264, 316-330 の内容と (2) 石の形状のアンケート調査報告として、道上達広ほか (2015) 近畿大学工学部紀要、人文・社会科学編 45 の内容についての発表を行った。以下はその要旨となる。

岩石の衝突破片形状

室内実験において、衝突破壊における破片の形状の分布は、実験条件に依らず、特徴的かつ普遍的な分布になっていると言われていた。それは破片の長軸 a : 中間軸 b : 短軸 c の比が、分布に拡がりはあるものの、平均で $2:\sqrt{2}:1$ である。すなわち平均で b/a が 0.7、 c/a が 0.5 程度になっている[1]。しかしながら、この破片形状は、衝突エネルギー密度 Q が 4000J/kg 以上と大きく、激しいカタストロフィック破壊によって得られたデータであった(ここで Q は 標的が単位質量あたりに受ける弾丸の運動エネルギーで、弾丸の運動エネルギー÷標的の質量 で定義される)。標的の一部しか壊れないクレーター形成 (Q が 200J/kg 以下) における c/a の平均値は、カタストロフィック破壊の c/a の平均値 0.5 より小さい値をとることが予想される。過去の研究において、クレーター形成からカタストロフィック破壊まで、破壊によって飛び出した岩石の破片の形状を系統的に調べた実験的研究はない。そこで、本研究では、衝突エネルギー密度 Q を 150J/kg (クレーター形成) から 15000J/kg (カタストロフィック破壊) の広い範囲で衝突実験を行い、玄武岩の衝突破片形状の変化を調べることを目的とした。

実験はJAXA 宇宙科学研究所にある2段式軽ガス銃を使用し、弾丸に直径7.14mm、質量0.218gのナイロン球を用いた。標的の材料として密度3000kg/m³の玄武岩を用い、一辺が5cmから15cmの立方体に対して衝突実験を23ショット行った。弾丸の衝突速度は1.60km/sから7.13km/sの範囲である。衝突の際の真空度は200Pa以下で、高速度カメラで撮影することによって、放出された破片の様子を調べた。衝突破壊によって生じた破片は、 b 軸の大きさが4mm以上のものをノギスで直接測定した。実験は3回に分けて行い、2回目と3回目については飛び出した破片がチャンバーにぶつかり2次破壊が起こらないようにチャンバー内をウレタンシートで覆った。また、標的の形状を立方体だけでなく、球、直方体、平板についても5ショット行った。

得られた結果は、破片形状の軸比の b/a の平均値は破壊の程度に依らず、ほぼ 0.7 で一定の値をとるのに対して、 c/a の平均値はクレーター形成 ($Q \rightarrow$ 小) に近づくほど、値が小さくなっていることが今回の実験で初めて分かった (例えばクレーター形成では、約 0.2)。また、破片形状は標的形狀に影響されず (ただし、平板などの極端な形は除く)、 Q に強く依存する傾向が見られた。

今回の実験結果を小惑星イトカワに応用することを考える。小惑星探査機はやぶさのホームポジションにおける画像データから、小惑星イトカワの大きなボルダー 21 個の見かけ上の 3 軸比を測定した。その結果、 c/a の平均値は 0.46 であった。これはカタストロフィック破壊と同程度の値である。つまり、小惑星イトカワの母天体は、かなり激しい破壊を受けた可能性がある。イトカワ母天体が激しい破壊を経験したことは、イトカワ微粒子の化学組成の分析結果からも指摘されている[2]。今回の実験結果とボルダーの軸比から予想される結論は、それを支持する結果となった。

参考文献

[1] Fujiwara., et al. (1978) Nature 272, 602-603.

[2] Nakamura, et al. (2011) Science 333, 1113-1116.

石の形状のアンケート調査報告

図形の形状軸比に関するアンケート調査を、図形をランダムに配置することによって行った。その結果、アンケートの設問の仕方によって結果が大きく変わることが分かった。各設問によって得られた結果は以下の通りである。

- ・多くの学生が好きな四角形、好きな楕円形はそれぞれ正方形、円形である。
- ・多くの学生が自然界にある石ころとして最も自然だと思ふ図形 (楕円形近似) は、黄金比 ($b/a \sim 0.62$) であり、これは自然界にある石ころの形状と一致することが考えられる。また、この傾向は年齢の若い小学生でも変わらない。
- ・多くの学生が自然と考える衝突破壊における破片形状 (石ころの場合) は、とても長細く ($b/a \sim 0.3$)、これは実際の衝突破壊によって生じた破片形状 (b/a の平均値 ~ 0.7) と大きく認識がかけ離れている。