

## 蒸発成分を持つ粉体流によるランパートクレーター形成シミュレーション

## Experiments on the formation of rampart crater by grain flow with evaporating phase

# 栗田 敬[1], 安田 敦[2]

# Kei Kurita[1], Atsushi Yasuda[2]

[1] 東大・地震研, [2] 東大地震研

[1] ERI, Univ. of Tokyo, [2] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo

火星にはランパートクレーターと呼ばれる、特異な形状を示すクレーターが多数存在する。その特徴は、放出物(エジェクタ)は一部は弾道軌道によって運ばれたものではなく地表面にそった重力流によって運ばれたものであること、1回の衝突イベントに対応して複数回のエジェクタ堆積が起こっていること、などであり、いずれもターゲットである火星地殻中に水・氷のような揮発性成分が多量に存在し衝突時にそれらがエジェクタに混入したために生じた結果であると考えられている。したがってランパートクレーターの存在は火星地殻中の水環境を調べるうえで重要な情報を提供してくれることになる。近年 Mars Global Surveyor による高解像度画像が得られるようになり、ランパートクレーター形成に関しても詳細な特徴が明らかにされてきており(その一部は今合同大会惑星科学セッション「P071: 惑星の表層の科学 2002」において見ることができる)。それらに対応した形成機構の物理的描像が求められている。本講演はアナログ実験の立場からランパートクレーターの形態のいくつかの特徴を再現することを目指した試みである。

ランパートクレーター形成時に放出されたエジェクタの内で重力流的挙動を示すものは地表面をかなり侵食した形跡を残しており、重力流が大きな運動量を持っていたことを示している。一方後に残されたエジェクタの体積は必ずしも多くはない。特に地表面に大きな条痕・引っ掻き傷を残している場合、その末端部には原因となったような岩石ブロックが認められない。これらのことは重力流を構成していた物質中に後に揮発して消滅した成分が多量に存在していた可能性を示唆している。本研究ではこの点に注目し、揮発性成分を大量に含む粉体流の流動実験を行なった。実験系は揮発性成分として液体窒素を用い、粉体成分として小麦粉、火山灰を用いた。実験では小麦粉・液体窒素のサスペンションを小麦粉や火山灰(火砕流堆積物)でつくった平坦なターゲット面にある高度より落下させ、その挙動を観察した。液体窒素・小麦粉のサスペンションはよく混合されており、粘性流体として流動するが、流動にしたがって蒸発が進行し、最終的には運搬したターゲット物質とサスペンション構成物質が周辺部に残される。注目すべき点はターゲット物質表面に残された放射状の条痕であり、ターゲット物質の存在しない外側まで連続した軌跡を残している。ターゲット物質表面ではこれは侵食溝であり、外側の末端部には少量のサスペンション物質が残されている。またその軌跡は放射状ではあるが、直線的ではなく多くの場合カーブをしている。観察によるとこれらは表面張力でできたサスペンションが下面から蒸発したガスを放出させ、ホーバークラフトのように下面との摩擦を軽減させて移動していくことがわかった。このために地表面のでこぼこや傾斜の影響を受けやすく、直線状ではなくカーブした軌跡を描く。

これらの特徴は新鮮なランパートクレーターやペデストラルクレーター(ランパートクレーターの一種)の内側ローブ表面で見られる状痕と極めてよく類似している。火星表面の温度・圧力条件は最近では水の三重点以下であり、液体状態を経ずに気化が進行する。しかしながらインパクトで形成される Vapor Plume のような短時間の現象においてはその内部では過渡的に高温・高圧が実現され、液体状態も出現する。上記の実験とのアナロジーにより以下のような描像を描くことができる; インパクトにより掘り起こされ、破碎された地殻中の凍土が Vapor Plume に取り込まれる。Vapor Plume は火星大気条件下では重力崩壊を起こし、粉体・ガスの混相流として重力流的挙動を示す。これは火山における噴煙柱崩壊による火砕流の形成と類似のプロセスである。凍土ブロックは流動中には地表面を侵食し、条痕を残し、しかし高温状態のガスにさらされて激しく発泡・気化を行なう。サスペンション流体の下部からの激しいガス放出に支えられて長距離の移動が可能となる。

一方現在までのところランパートそのものの形成は再現されていない。表面が拡大していく同心円状ながれ(axisymmetric particle-laden gravity current)ではランパートを残すために前面に質量を集中させるためには特別なメカニズムが必要であると考えられる。