

火星流動化クレーターの体系化と探査項目

A systematization of fluidized craters on Mars and targets of exploration

出村 裕英 [1], 栗田 敬 [2]

Hirohide Demura [1], Kei Kurita [2]

[1] 東大・理・地球惑星, [2] 東大・地球惑星

[1] Dept. Earth and Planet. Phys., Univ. of Tokyo, [2] Dep. Earth & Planet. Phys., Univ. of Tokyo

流動化イジェクタを伴う火星クレーターの多様性が、二重ローブ型とその派生型で理解されることが、Viking デジタル画像を精密に解析した結果明らかになった。また、そのイジェクタの層序がこれまで考えられてきたものと逆であること、ローブの広がりや緯度依存性の特徴的なパターンから、これまで考えられてきたような、単なる揮発成分由来のクレーターという描像を改める写真地質学的証拠が得られた。

火星流動化クレーターは2つの成因の異なるフローから成っている。この層序から、内側ローブが揮発成分由来、外側ローブが大気効果由来の流れに相当することが示唆された。つまり、火星揮発成分指示器は二重ローブ型最小直径である。

流動化イジェクタを伴う火星クレーターの多様性が、二重ローブ型とその派生型で理解されることが、Viking デジタル画像を精密に解析した結果明らかになった。また、そのイジェクタの層序がこれまで考えられてきたものと逆であることと、ローブの広がりや緯度依存性の特徴的なパターンから、これまで考えられてきたような、単なる揮発成分由来のクレーターという描像を改める写真地質学的証拠が得られた。

従来、火星流動化クレーターの成因には、揮発成分由来説と大気効果由来説とが提唱されてきた。しかしながら、そのイジェクタローブの広がりや緯度依存性を持つことから、気候に左右される何らかの流動化因子が強く示唆され、前者が有力であった。しかも、火星上で過半数を占める流動化クレーターは一重ローブ型であることから、後者の効果はあったとしても、主要因ではないと考える方が大勢であった。また、火星流動化クレーターは、一重ローブ型・二重ローブ型・多重ローブ型・その他、と大別される。なぜ一回のクレーター形成過程で複数回のフローイベントが起こるのかも謎のまま残されていた。火星流動化クレーターが、仮に流動化因子、特に揮発成分の指示器だとしても、その形成過程を理解しなければ、どの特徴がなにを意味しているかは定かではない。本研究では、生画像をキャリブレーションし直して、デジタル画像に基づく「存在しない特徴」と「見えない特徴」とを区別する精密な記載、もっとも新鮮なクレーターのみのデータベースの作成を、それぞれ行った。

流動化イジェクタ形成過程を制約する最重要項目は層序である。これまで、2段重ねの地形から二重ローブ型は直径の小さい内側ローブが薄い外側ローブの上に乗っていると無条件に考えられていた。しかし、斜め衝突の二重ローブ型において、明瞭なクロスカッティングがみられ、直径の小さい内側ローブが厚くかつ下位にあり、大きい外側ローブが薄く全体を被覆していることが本研究でわかった。また多重型は、決壊もしくは溢れ出し構造が見られるので、このより外側の薄い多重ローブは一つの流れが分岐したことによる見かけの構造であることがわかった。更に最も新鮮な二重型が統計上一重型に遷移していることから、二重型の外側ローブが不完全なものが一重型であることが示唆された。また、本研究の最も新鮮なクレーターのデータベースでは二重型が75%も占めた。これまでの一重型が多数という報告は、外側ローブが消し去られて見かけ上一重型になったものが多かったためと理解された。これらの結果、二重ローブ型が火星流動化クレーターの基本形であると認識された。

また、ローブの広がりや緯度依存性は、新鮮な二重ローブ型の内外ローブそれぞれについて、赤道について対称なパターンがみられた。すなわち、極域ほど広がりや大きさを再確認した。本研究ではさらに内側ローブは緩やかだが、外側ローブは凍土帯前線（南北緯30度）よりやや極側40度付近を境に急激に変化してランパート（イジェクタローブの末端嶺）も消失する傾向がみられた。質量の外側への掃き寄せがランパートを作るとすると、ランパートは外側ローブの広がりを抑制する防波堤のようなもので、極域ではそれが形成されないということを意味している。また赤道域のランパートは走破距離が増すほど顕著になるということが、一クレーター内についても統計的にも明らかとなった。これは、ランパートが大量に巻き込まれた表層レゴリスので作られていることを示唆し、自由粒子の欠けている凍土帯が極域とそれ以外との違いを生んでいると解釈できる。

火星流動化クレーターは2つの成因の異なるフローから成っている。この層序から、厚い内側ローブがターゲット流動化因子由来、薄い外側ローブが大気効果由来に相当するであろうことが示唆された。このことは、前者の流動化因子が揮発成分と仮定して、火星揮発成分指示器がこれまでの単なる流動化クレーター（ランパートクレーター）最小直径ではなく、2重ローブ型最小直径であることを示している。揮発成分が流動化に寄与しなければ、衝突実験で見られるような、ランパートを伴う薄い外側ローブのみの一重型を作るだろう。今後、精密な火星高度データが手にはいるようになれば、二重ローブ型クレーターの外側ローブの中央が、削り込みで周囲の

原面よりも低いことが示されるかもしれない。火星クレーターのイジェクタの体積は推定掘削分よりも大きいことが知られているが、表層レゴリスの浸食・再配置による見かけのものという可能性がある。また、顕著なレゴリス再配置が火星特有のランパートを作っているのならば、ランパートの有無は削り込み・巻き込みの可能な表層レゴリス自由粒子の量とサイズ分布とを反映していることになる。