

火星のElysium火山における溶岩流の研究

Morphological study of Martian lava flows

倉田 あゆみ [1], 栗田 敬 [2]

Ayumi Kurata [1], Kei Kurita [2]

[1] 東京学芸大, [2] 東大・地球惑星

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

火星の火山の大きさは、地球の火山の大きさに比べ桁外れに大きい。しかし、火星の火山と地球のホットスポットの火山の類似性がみられた。本研究では火山噴出物の1つである溶岩流に着目し、形態に影響を与えるマグマの物性や噴出率からマグマの種類、成分を特定する。本研究では火星の2大火山地域であるエリシウム地域の溶岩流をターゲットとした。

この溶岩流の断面アスペクト比は低粘性を示し玄武岩質に分類された。また、溶岩流の上流、中流には溶岩堤防がみられ、降伏応力から求めたシリカの含有率から玄武岩質と特定した。噴出率も地球の溶岩流に比べると高い。これらの結果からエリシウム火山のマグマは玄武岩質であると推定された。

火星は、地球よりも小さい惑星であるにもかかわらず、そこに存在する火山は、太陽系最大の火山をはじめ、地球上の火山に比べると桁外れに大きい。また、火星の火山は数が少なく、限られた地域に集中して存在しているという特徴を持っている。寿命も地球の火山に比べると長く、数億年は活動の期間があったと推定される。火山の分布、大きさ、数、寿命という点からみると火星の火山と地球の火山は、一見違うようにみえる。しかし、これらの相違はプレートテクトニクスの有無という点からみると地球のホットスポットの火山との類似性を示しているようにみえる。ホットスポットの火山の噴出物は、大部分は玄武岩質のマグマである。よって、火星の火山のマグマも玄武岩質である可能性が高い。マグマの種類や噴出様式が地球上のホットスポット火山のそれに対応したものであるのか確かめるためには定量的なデータに基づいた火星火山活動の研究が必要である。本研究では火山噴出物の1つである溶岩流に着目し、その定量的形態学上の特徴からマグマの物性や噴出率を特定した。ターゲットとした溶岩流は、火星の2大火山地域であるエリシウム地域のエリシウム火山北西450kmに位置する。ここエリシウム地域には、100kmを越える溶岩流が多数見つかり、溶岩流の保存状態がよいという特徴がある。使用した画像は、アメリカ、NASAの火星探査機Vikingの高解像度の画像である。

まず、溶岩流の最終形態から、マグマの物性、噴出率を求めるために地形パラメーター（溶岩流の幅、長さ、厚さ、溶岩堤防の幅、厚さ、チャンネルの幅）を画像から得る。この中で、地形高度に関してはVikingでは信頼性のあるデータが得られていない。そのため画像の明度から高度を決めるPhotoclinometryを用いて地形高度プロフィールを推定した。Photoclinometryの精度は、同じくアメリカ、NASAの火星探査機Mars Global Surveyorに搭載された高度計MOLAの高度データ（46°N, 0°Eに位置するランパートクレーター）と比較した結果、ほぼ一致しているとみなしてよい値であった。これらの地形パラメーターから、溶岩流をビンガム流体とモデル化し、溶岩流の形態に影響を与える物理的な特徴である降伏応力、粘性と噴出率を見積もった（Hulme, 1974; Moore et al, 1978）。ここで、降伏応力はシリカの含有率と正の相関があることから降伏応力からシリカの含有率を特定した。また、断面アスペクト比からその断面のずんぐり度がわかり、粘性が高いか低いということを推定した。

注目した溶岩流は長さ30 km余りでエリシウム地域の溶岩流としては小規模な溶岩流に分類されたが、地球上の玄武岩質の溶岩流の平均的な溶岩流の長さであった。また、平均的な厚さは~27 mでこれはエリシウム地域の溶岩流の平均的な厚みよりも小さい。火星の重力を考慮すると~19 mとなり、この値は地球上の大規模な玄武岩質の溶岩流にみられる値である。断面アスペクト比は 7×10^{-3} ~ 1×10^{-2} を示し、低粘性であることを示している。また、溶岩堤防は溶岩流の上流から中流にかけて成長し、末端部にいくにつれて溶岩堤防がなくなり、厚みが増加するという地形の変化がみられた。溶岩堤防は、溶岩流がビンガム流体であるという証拠を示している。溶岩流の縁では、降伏応力をこえる力が働かないために、流動が停止してしまうが、中央部では降伏応力を越える力が働くために流動し続けることができる。中央部が流れ去り、残された縁の高まりが溶岩堤防となる。このように溶岩堤防の幅や厚さは降伏応力の大きさに影響する。降伏応力から求めたシリカの含有率は、~41-43%という値を示す。溶岩堤防の形状から見積もられる噴出率は、625m³であった。この値は、地球上の火山の噴出率としては高い噴出率を示している。噴出率及び断面積から見積もった溶岩流の形成時間は31日、平均流速は、0.013m/sという値を示した。これらの結果はすべてエリシウム火山のマグマは、玄武岩質であることを示している。