

月のシニユアスリルが玄武岩溶岩流の熱浸食で生成した仮説の可能性

The possibility of hypothesis that sinuous rille on the moon generated by thermal erosion of lava flow

本田 親寿[1]; 藤村 彰夫[1]

Chikatoshi Honda[1]; Akio Fujimura[1]

[1] 宇宙研

[1] ISAS

シニユアスリルは固体惑星表層で特徴的な地形のひとつである。月において全長 300km に渡るシュレーターバレーが望遠鏡で観測されて以来、この河川のような地形の成因はさまざま考えられてきた。探査機アポロによってもたらされた月岩石試料の分析によって、月に水が存在しないことが証明されて以来、月の表層に残った河川地形であるとする仮説はなくなった。その一方で、地球の玄武岩に比べて鉄やチタンに富んだ玄武岩で構成されている月の海上にシニユアスリルが多く存在していることから、玄武岩溶岩流地形の形成に伴って、もしくは玄武岩溶岩流によって形成されたとする仮説は多くの研究者によって支持を得ている。しかし、どのようなメカニズムによって形成されたのかについては、議論の余地が残っている。地球の玄武岩溶岩流のように constructional な溶岩堤防の跡がシニユアスリルであるとする仮説もあるが、高解像度画像を見る限りにおいて溶岩堤防が発見されていないことから、玄武岩平原が後から噴出してきた玄武岩溶岩流によって熱的に浸食されて形成されたものであると本研究では仮定した。シニユアスリルを形成した玄武岩溶岩流の化学組成はアポロによって持ち帰られた玄武岩試料のものを仮定して、その化学組成によって決定される溶岩の物理パラメータ（密度、粘性、熱伝導率、比熱）を用いた。この溶岩流の温度状態によってどのように物理パラメータが変化するか定量的に見積もった。また、低太陽高度の画像の解析から月の海に地形として残っている玄武岩溶岩流のほとんどの厚さは 20m 以下であることから、噴火地点での溶岩流の厚さは 20m 以下の範囲で与えて計算した。更に、噴火地点での溶岩流の温度は 1200 ~ 1600 の範囲で与えて計算した。過去の研究によって、水に乏しく地球の玄武岩に比べて密度の高い月の玄武岩溶岩が揮発性成分の発砲に依らず浮力のみで噴火するためには、溶岩の温度が 1600 以上である可能性があることが示されていることから、計算に与えた温度設定は妥当なものであると考える。最後に計算結果は実際のシニユアスリルの地形（深さ）と比較するため、計算に必要な地面の傾斜は、実際にシニユアスリルが存在している場所の値を用いることとした。

一方で本研究では、アポロのステレオ画像から作成された等高線地図とアポロの高解像度写真を用いてシニユアスリルの地形的特徴を抽出することを試みた。この結果は最終的に熱浸食モデルの計算結果と比較するためのものである。等高線地図からは、リルの流れ方向に沿ってリルの外側の高度を読み取り、この高度変化を傾斜として計算のパラメータに用いた。一方、リルの流れ方向に沿ってリルの内側の高度を読み取り、外側と内側の高度差をリルの深さとした。また、高解像写真はリルの内側にできる影から深さを推定することを試みた。双方のデータを総合的に解釈して、シニユアスリルの深さがどのように変化しているか定量的に決定し、熱浸食のモデル計算と比較する。

モデル計算によると、玄武岩溶岩流によって形成される熱浸食地形は、実際にシニユアスリルが存在する場所の範囲では地面の傾斜にほとんど依存しないことが分かった。さらに、アポロの持ち帰った玄武岩試料の化学組成の範囲では、形成される熱浸食地形は溶岩流の化学組成にほとんど依存しないことが分かった。逆に、噴火地点での溶岩流の厚さと温度に熱浸食地形は大きく依存している。定性的には、噴火地点での溶岩流の厚さが小さいほど、また噴火地点での溶岩流の温度が高いほど、形成される熱浸食地形の深さ変化は大きくなるのが当然ではあるが分かった。モデル計算による深さ変化と、実際のシニユアスリルの深さ変化がおおよそ一致する場合の溶岩流の噴出率と体積は、その他の地点で推定されている溶岩流の値とも一致することから、モデル計算に与えた値は妥当であると考えた。溶岩流の熱浸食モデルによって実際のシニユアスリルを定量的に説明できることから、シニユアスリルは constructional な成因ではなく熱浸食が成因であることが分かった。