

月の海の火成活動:クレメンタイン UVVIS データを用いた月の海の地質解析

Lunar mare volcanism on the nearside of the Moon: A geologic study of lunar mare basalt using Clementine UVVIS data

児玉 信介[1]; 山口 靖[2]

Shinsuke Kodama[1]; Yasushi Yamaguchi[2]

[1] 名大・環境・地球環境科学; [2] 名大・環境・地球環境科学

[1] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ

月内部の化学組成や熱進化を理解する上で、月の海の玄武岩の化学組成や年代、層序を把握することは非常に重要である。月の海の玄武岩を調べるためには、広範囲にデータを得ることができるリモートセンシング観測が有効である。これまでに、地上望遠鏡による観測や探査機で得られた高解像度写真によって、玄武岩の組成分布、層序が一部の地域で詳しく調べられた。その結果、玄武岩の組成は水平方向にかなり不均質であり、地域によって噴出時期が大きく異なることが明らかになった。

玄武岩の組成や年代が地域によって異なることは、玄武岩の原物質である上部マントル物質の組成が水平方向に不均一である可能性を示唆しており、また、火成活動の変遷が地域ごとに異なっていたことが予想される。このため、月内部の組成や進化を理解するためには、海の玄武岩の組成分布や層序を地域ごとに詳しく調べ、それを広い範囲で比較することにより、月の火成活動の変遷を明らかにする必要がある。そこで本研究では、米国の月探査衛星クレメンタインが取得した多重分光画像データを用いて月の海の地質解析を行い、海の玄武岩の組成分布と層序の関係を詳細に把握して火成活動の時間・空間変化を明らかにした。

本研究では、米国地質調査所によって作られたクレメンタインデータセット (DIM: Digital Image Model) を用いて解析を行った。DIM は 5 バンド (0.4-1.0 μm) 空間分解能 100m の分光画像で構成されており、あらかじめ輝度校正や位相角補正などの前処理が施されている。このデータセットを用いて、岩相マッピング、玄武岩ユニットの分類、層序構築を行った。岩相マッピングでは、DIM から空間分解能 500m のアルベド画像、バンド比画像を作成し、岩石の明るさや組成の違いをもとにユニットの境界を決定した。玄武岩ユニットの分類では、DIM から空間分解能 100m の鉄・チタン分布図を作成し各ユニットの化学組成を求め、さらに空間分解能 100m の画像から反射スペクトルを抽出した。これらのデータをもとに玄武岩のグループ分けを行って地質判読図を作成した。

玄武岩の層序は、隣接するユニットの境界線の形状や、ユニット中に分布する衝突クレータの底部やイジェクタの化学組成などをもとに決定した。離れた地域間の玄武岩の層序比較には、アポロ、ルナで採取された月サンプルの年代や、クレータ年代学に基づいて作成された年代マップを利用した。月サンプルの年代は、アポロやルナ探査機の着陸地点を含むユニットに対して割り当てた。

各地域ごとの解析では、これまでの地上望遠鏡観測や高解像度衛星写真では認識されなかった玄武岩ユニットが新しく認識された。また、玄武岩の種類も従来より多く分類することができた。月の海の玄武岩は、ほとんどが月の表側に分布しており、東側と西側に大別される。これまでに、月サンプルの年代測定や高解像度写真を用いた研究により、海の玄武岩は東側のほうが古く、西側ほど新しいということが知られている。本研究では、地域ごとの解析の結果、東側では南部ほど層序が下位にあり (年代が古い)、北部ほど上位になる (新しい) ということがわかった。一方西側では、東側のような南北方向での差異は見られず、海の中心部に向かって新しくなるという傾向が認められた。

月内部の組成分布を把握する上で重要なチタン含有量は、東側の中央部に位置する静かの海 (直径 600km) と、西側の嵐の大洋中央部にある直径 400-500km の領域の玄武岩で多く、そこから離れるにしたがってチタン含有量が少なくなることがわかった。また、これら 2 地域では、鉄含有量も多い。このことから、静かの海と嵐の大洋中央部の地下には他地域よりもチタンと鉄の多い玄武岩の起源物質が存在していることが推測され、月の上部マントルは垂直方向だけでなく、水平方向でも数百 km のスケールで不均質であると考えられる。しかし、この 2 地域以外でも高チタン量玄武岩の存在が確認されており、より正確なチタン量分布を求めるためには、玄武岩の体積などを考慮した解析を行う必要がある。

本研究で求めた玄武岩の層序とチタン含有量の関係からチタン量の時間変化を調べた結果、月の海全体でみるとチタン量は時間の経過とともに増減を繰り返している。しかし、高チタン量玄武岩が分布する地域について詳しく解析を行った結果、チタン含有量は時間の経過とともに増加することがわかった。このことから月内部では、時代は異なっている、それぞれの地域で同じようなマグマの生成・進化プロセスが存在していたことが考えられる。