

リモートセンシング観測とローバフィールドワークによる月火成活動史の解明

Study of the moon evolution using the remote sensing observation and in-situ observation using a rover

杉原 孝充[1], 倉田 あゆみ[2]

Takamitsu Sugihara[1], Ayumi Kurata[2]

[1] 宇宙開発事業団, [2] 筑波大

[1] NASDA, [2] Tsukuba Univ

月のマグマ生成と供給系の問題を解決するためには、今後の高性能リモセン観測とローバを用いた現地探査が重要である。

アポロの成果から月は人類が直接的な試料をもつ唯一の固体天体であり、最近の米月探査機 Clementine, Lunar Prospector によるリモセン観測により、月の物質構造についてさらなる新しい情報が得られ始めている。それに伴って、現在の月の生成・進化に対する理解は新しい局面を迎えつつある。月進化を明らかにするために火成活動の成因に焦点を当てた場合、特に重要なのは海を形成した火成活動である。このとき海の火成活動の重要な問題点として、マグマ生成に関する起源物質の化学不均質とマグマ供給系があげられる。本講演では筆者等の Clementine 可視-近赤外分光イメージデータを用いた海の火成活動に関する研究を通して、月におけるマグマ生成およびマグマ供給系についての現状での問題点をまとめ、今後の日本のリモートセンシング探査およびローバを用いた月構成岩石のその場観察探査によって明らかにすべき課題について言及する。

海の玄武岩の化学組成は、特に TiO₂ 含有量で 1%以下から 10%以上まで変化し、その化学組成の違いは起源物質の化学不均質を反映している。そのため海の玄武岩の活動推移を化学組成、噴出位置の両面から明らかにし、少なくとも水平分布について不均質の規模を明確にすることは月初期進化過程を考察する上で重要な情報となる。このような目的により、特に化学組成変化の激しい晴れの海周辺のマグマ活動推移を検討してきている。の結果、晴れの海では high-Ti 玄武岩から very low-Ti 玄武岩まで活動が進むに連れて変化するが、それに伴い噴出位置も北部に移動していく。これは地下における化学組成の水平不均質を示しているのかも知れない。しかし、晴れの海よりも先行して活動した、隣接する静かの海の玄武岩の活動推移をみると、low-Ti 玄武岩の活動に始まり、high-Ti 玄武岩、very high-Ti 玄武岩の活動で終息する(倉田、2001)。しかし、晴れの海で見られたような化学組成変化に伴う活動位置の変化は見られない。静かの海の情報が見出す意味については現在のところまだ不明であるが、今後より高空間分解能リモートセンシング探査により詳細を理解する必要がある。そのような探査としては 2004 年打ち上げ予定の SELENE 計画がある。

月の場合、マグマ供給系にも大きな問題がある。アポロ以来の大まかな理解では、月の地殻はマグマオーシャンから浮遊してきた斜長岩で構成されていると考えられている。しかし、本当に斜長岩のみの地殻の場合、玄武岩質マグマより十分に低密度な地殻のため大量なマグマを短期間に輸送、噴出する供給系が実現できない可能性がある。また、一連と考えられる海の玄武岩の化学組成は比較的大きく変化しているにもかかわらず、マグマを冷却し化学組成を変化させる場であるマグマだまりの存在については不明な点が多い。マグマ供給系は地殻進化の場そのものであるため、マグマ供給系についての理解は地殻進化プロセスについても制約を与えることができる。月には Marius hills 地域にドームとコーンと呼ばれる、小規模な火山性地形がたくさん分布している。地形学的にドームは海の玄武岩より高粘性な溶岩より構成され、またコーンは噴石丘であると推定される。Clementine 分光画像データから TiO₂ 含有量についてドーム・コーンを周囲の海の玄武岩と比較すると、直接下位の海の玄武岩と不適合元素である TiO₂ 含有量の大きな違いは見られない。よって、ドーム・コーンは海の玄武岩と一連の活動であると考えられる。しかし、分光データでは SiO₂ 含有量に関する情報は得られないため、地形との比較を行うための粘性率に関する議論はできない。ドーム、コーン共に直径 1-10km 程度の小さな地質体である。このような小さな対象では、化学組成データの得られるリモセン観測(X線、ガンマ線分光)の空間分解能を大きく下回る。つまり、ドーム、コーンの成因を明らかにするためには、現地探査によるその場観察が必要となる。分光カメラと化学分析可能な観測機器を搭載したローバを用いて、ドーム、コーンを現地探査することで、構成物質の産状および主要元素化学組成が明らかにする事ができる。そのデータを用いて、熔融実験により相関係と粘性率を求めれば、海の玄武岩との成因関係、マグマ移動メカニズムに関する情報が得られる。これにより、月のマグマ供給系について新たな理解が可能となるであろう。現在、SELENE に引き続く探査計画として、月軟着陸ミッション SELENE-B (仮称) が計画されつつあり、現在上記したような目的による Marius hills ドーム・コーン探査をそのミッションに提案している。