

論文審査の結果の要旨

氏名 大嶽 久志

本論文は 6 章から構成されている。第 1 章では本研究の背景について述べられている。月の海に存在する玄武岩のチタン含有量と生成年代との関係について、過去の月探査計画（アポロおよびルナ計画）で回収された試料の分析結果と、最近のリモートセンシングにより得られた結果との間で相違があるという問題点を述べ、玄武岩のチタン含有量・噴出規模の時間変化について、月の海全体における傾向がまだ明らかになっていないことを論じている。その全容を把握するためには、月の海について地下方向も含めた化学組成構造を把握する必要があると述べている。また、インブリウム盆地（直径約 1160km）は、その内側のほぼ全体が大規模な玄武岩溶岩流で覆われており、玄武岩は幅広い生成年代（39～23 億年前）と、広い範囲のチタン含有量（0.5～11wt%）を示すため、溶岩流の化学組成と噴出の規模・分布との相関を把握するためには最も適した場所の一つである。このことから本研究ではインブリウム盆地の化学組成構造を研究対象としている。

第 2 章では、今までに提唱されている海の玄武岩の起源モデルについてまとめている。海の玄武岩の起源モデルには、集積岩の再溶融モデル、同化モデル、沈み込みモデルの三つがあり、いずれのモデルも、過去の月探査計画で回収された試料の研究によるチタン含有量が多いほど年代が古いという結果に基づいている。

第 3 章では、本研究で使用したデータについてまとめている。クレータのイジェクタ（噴出物）の数百メートル規模の物質分布を解析対象とするために、米国のクレメンタイン衛星による高空間分解能の分光画像データが必要であることを述べている。

第 4 章では、インブリウム盆地での表層の玄武岩の分布を求め解析している。その結果から、この海の表層に分布する玄武岩はインブリウム期からエラトステニアン期にかけて噴出規模が大きく減少し、かつチタン含有量は低チタン玄武岩から高チタン玄武岩へと増加したことを述べている。

第 5 章では、地下の玄武岩の分布について解析した結果について述べている。まず、クレータ半径の 0.14 倍の深さから掘り起こされたクレータ・イジェクタが、クレータ中心からクレータ半径の 1.1～1.5 倍の領域に分布することをクレータ形成の理論モデルから導き、その結果を室内の衝突実験および地球上のクレータの野外調査結果を用いて検証している。次に、このクレータリム付近の領域に分布するイジェクタ組成に着目すると、同じ大きさのクレータについてはローカルな領域内で互いに近い化学組成を有することが分かった。したがって、等しい深さでの溶岩流の化学組成および水平方向の分布が得られる。また、クレータサイズを変えて同様のことを行うと、深さ方向の溶岩流化学組成の分布も得られる。このことを 328 個のクレータそれぞれに適用し、初めて地下の

玄武岩の化学組成構造を明らかにした。この結果、低チタン玄武岩の分布は、高チタン玄武岩より古く大規模であり、活動の最終期には少量の高チタン玄武岩を噴出して活動が終わったことが示された。このような化学組成構造が示されたことは過去にはなく、世界で初めての解析結果を得ることができた点は高く評価すべきである。

第6章では、第4章・第5章での玄武岩分布に関する解析結果より得られた、玄武岩起源モデルへの制約条件をまとめ、それらに基づいて今までの玄武岩起源モデルの検証を行っている。これまでのモデルは、月面上の限られた場所からの回収試料の分析結果に基づいたものであった。本研究で得られたインブリウム盆地の玄武岩におけるチタン含有量と年代との関係は、回収試料による研究とは異なるため、これまでの玄武岩起源モデルは改良が必要であることが示されている。

本研究は、分光観測データから、海の玄武岩の地下方向を含めた化学組成構造を求める手法の考案と検証を行っている。それをインブリウム盆地の海に適用することにより、初めてその領域での化学組成構造を明らかにすることができたという点で高く評価される。これにより、この場所でのマグマ化学組成の時間的・空間的な変化についての知見が得られた。本研究での化学組成構造の推定方法・考え方は、月面上の他の地域、および他の天体にも応用が可能であることから、惑星科学において重要な研究手法が得られたと考えられる。

なお、本研究の一部は水谷仁 宇宙航空研究開発機構 名誉教授との共同研究による結果も含んでいるが、論文提出者が主体的に分光画像データの解析、化学組成構造を求める手法の考案と検証、得られた化学組成構造に関する解釈を行っており、その寄与は十分と判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。