

# 論文審査の結果の要旨

氏名 疋田 肇

月の地殻の厚さ分布は、月の起源や進化過程を解明する上で重要な制約条件を与える。これまで Apollo 計画によって月面に設置された地震計による月震の解析から、月の表側の平均の地殻厚さが 60 km 程度と見積もられているが、限られた場所のデータに基づくものであり、また最近の再見積もりによって、平均厚さがずっと薄く 30–45 km であるという可能性が示唆されている。一方、当初の月震の解析結果を拘束条件として、重力データ、地形データの解析から月表層での地殻の厚さ分布が求められているが、これらの解析では、いずれも地殻の密度が一様と仮定し、地殻の平均厚さとマンツルの密度を適当に決めて行っているために不確定性が大きく、現状で月の地殻の厚さ分布が十分に分かっているとは言えない。本論文では、他の月探査データの情報も取り入れ、地殻の密度の水平方向の分布を与え、また深さ方向にも変化することを考慮して、月の地殻厚さの分布について可能な範囲を推定している。

本論文は 9 章から構成される。第 1 章は導入の章であり、月の地殻の厚さを推定する意義と過去の同種の研究のレビューおよび本研究の目的について述べられている。また第 2 章では本論文の解析に用いた地形・重力データについての説明をおこなっている。第 3 章では地殻の密度について、Lunar Prospector の  $\gamma$  線の分光観測から推定された月面の鉄の存在度マップに対して、Apollo サンプルの鉄存在度とノルム密度の関係を適用することによって、月の水平方向の地殻密度モデルを構築している。この密度推定においては、Apollo 岩石試料の空隙率の頻度分布から月面の地殻物質の空隙率を見積もっている。鉛直方向については、空隙率が圧力によって閉じていくことを考慮し、深さ方向の空隙率分布を Apollo 岩石試料の弾性波速度の圧力変化に関する実験結果と固体の弾性定数と空隙率の理論をもとに推定した。

第 4 章では月面の海を覆う玄武岩層について、玄武岩の最大の厚さをクレーター直径-深さの関係に従って見積もり、従来の玄武岩層の厚さ分布を修正し、より現実に近い厚さ分布を求めた。玄武岩層の下に位置する地殻については密度を推定する方法がないので、月面の鉄存在度の最頻値である 5.5 wt% の鉄を持つ地殻である

場合と、高地岩石の鉄存在度のおよその上限である 10 wt% の鉄を持つ地殻である場合の二通りを仮定した。第 5 章では本論文で用いる地形・重力データから地殻の厚さを推定する具体的な手法について詳述されている。第 6 章では地殻-マントル-コアからなる簡単な月の質量分布モデルを用い、月質量・慣性モーメントの制限を満たすマントル密度 ( $\rho_{Mantle}$ )・地殻-マントル境界層の基準となる位置 ( $R_M$ ) の関係を求めた。これらの関係は本論文で地殻厚さ分布を求めるための基準値として用いられる。またこの解析の結果、過去の研究において仮定された 3 つのパラメータ ( $\rho_{Crust}$ ,  $\rho_{Mantle}$ ,  $R_M$ ) の組み合わせは、月の質量・慣性モーメントの組み合わせを満たさないことが示された。

以上の準備にもとづいて、第 7 章では二通りの海の玄武岩層モデル・二通りの海の下の地殻密度の仮定に対し、月の質量・慣性モーメントの制限を満たすマントル密度・地殻-マントル境界層の基準となる位置の組み合わせから、地殻の厚さが最大・最小になる地殻モデルを構築した。その結果、地殻の平均の厚さは 46 – 82 km の範囲にあることが分かった。全てのモデルで最も地殻の薄くなる場所は Crisium basin (17 °N, 59 °E) であり、最も地殻の厚くなる場所は South-Pole Aitken basin の北東 (24 °S, 129 °W) であることが示された。続いて第 8 章では第 7 章の結果に基づき、月震観測に適した場所の推定・月の材料物質についての検討を行っている。最後に第 9 章に論文のまとめを記述している。

以上述べてきたように、本論文は月の地殻の厚さについて、従来の方法に比べてより現実的な月地殻モデルに対して、地殻の厚さ分布の可能な範囲を明らかにしたものである。まだ地殻厚さを一意に決定することは出来ないが、本研究で得られた地殻厚さ分布の範囲は、今後の観測に対して示唆を与えるものである。本研究の成果は月の起源に関する研究に重要な進展をもたらすものである。従って、審査委員全員は、本論文が博士（理学）の学位論文として十分な価値があるものと判定した。