

論文審査の結果の要旨

氏名 付 広裕

本論文は6章からなり、3次元不均質地球モデルにおいて潮汐力及び地震によって生じる重力変化を理論的に求めたものである。第1章はイントロダクションであり、先行研究のレビューがなされ、それらの問題点を論じることにより、本研究の位置づけと地球科学的意義について述べている。

第2章では、3次元不均質地球モデルに関する、一般的な変形場を求める理論が展開されている。そこでは球対称構造に対する変形場に対して微小な摂動場を付け加えることにより、不均質構造に対する変形場が表現できるとして定式化を進めている。球対称地球モデルの解はTakeuchi and Saito (1972)、Sun (1992)などの先行研究で得られているので、摂動解を求めることが本論文の主眼となる。一般に地球の3次元不均質構造には、地震波速度の不均質性と密度の不均質性とがある。本研究に類似した理論にMolodenskiy (1977)のものがあるが、そこでは密度の効果は無視して、P波速度とS波速度の効果のみを研究したものである。本研究では密度の効果についても計算公式を導きだした。またMolodenskiyの潮汐理論では、2次の潮汐力ポテンシャルに対する地球の応答しか計算されていないが、本研究では3次以上の一般の潮汐力ポテンシャルに対する地球の応答も計算できる。以上を要するに、3次元不均質な地球について、潮汐力に対する変形理論を完成させたものと評価できる。さらにこの理論を発展させ、内部力源である点ディスロケーションに対する地球の変形応答の定式化を行った。これは、準静的な地球変形問題としては世界で初めての業績であり、審査委員会は高く評価した。

次に第3章では、2章で展開された理論に基づく数値計算が実例として示されている。まず数値計算コードが正しいものであることを確認するために、Molodenskiy and Kramer (1980)と同一の3次元不均質地球モデルについて、半日周潮の重力潮汐定数の空間分布を計算した。計算結果は、強度も変動パターンも概ねMolodenskiy and Kramer (1980)を再現することができ、計算コードに大きな誤りがないことを確認している。さらに本研究ではZhao (2001)が提案した3次元不均質P波速度モデルに基づいて、Karato (1993)の経験式を利用して、密度とS波速度モデルを作った。この三つのモデルを本研究の入力データとした。さらに、半日潮汐に関する重力潮汐ファクタ変化を計算した。計算結果によると、三つのパラメーターの不均質性が重力潮汐定数に与える効果のオーダーは同じ程度であることが分かった。密度の効果は無視できるとされていた、従来の暗黙の仮定を明快に否定する結果を得た。まとめて計算すると、不均質構造の影響で重力潮汐定数は、日周潮は0.15%、半日周潮と長周期潮汐は0.15%程度変化することがわかった。これは現在のレベルの観測で検出するには小さいけれども、本研究の理論的な価値は近い将来の観測技術が進化したときには認められることとなるだろう。

さらに、第4章では本研究では、3次元不均質地球モデルにおける、準静的なDislocation理論が提案されている。一般的なDislocationの解は、モーメント・テンソルの六つの独立な成分に対応した独立解の線形結合で表現できる。そこで本研究では、1つの横ずれ断層型の解、2つの縦ずれ断層型の解および3つの開口断層型の解を独立解に選び、その各々について、3次元不均質がもたらす摂動効果を定式化している。これは先行研究ではできなかったことであり、本研究の業績として認めることができる。

さらに第5章では、4章の理論を用いて、シミュレーション計算がなされている。計算例では

日本の南方(30° N, 135° E)に点震源を仮定し、震源の深さは300キロメートルと637キロメートルと100キロメートルの3例について結果を示した。計算結果は、地震による重力変化は、地球が球対称であるときに比べて、3次元不均質性によって1.3%ぐらいの影響があらわれることがわかった。

最後の第6章では、まとめとして結論および将来の研究についての展望が述べられている。

以上を要約すると、本研究には、3次元不均質な地球が、潮汐力のような外力や地震のような内力に対してどのように応答するかを重力変化の観点から完全な形で定式化し、実際にモデル計算を行った、世界で初めての研究というきわめて重要な意義を認めることができる。したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。