

氏 名	にしむらそう 西村 宗
学位の種類	博士 (理 学)
学位記番号	理 博 第 2695 号
学位授与の日付	平成 15 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	理学研究科地球惑星科学専攻
学位論文題目	Kinematic Features of Tectonics of Southwest Japan and the Ryukyu Arcs Revealed From the GPS Derived Velocity Field (GPS速度場から得られる西南日本弧と琉球弧の運動学的テクトニクス)
論文調査委員	(主 査) 教授 橋 本 学 教授 Mori, James J. 教授 竹 本 修 三

論 文 内 容 の 要 旨

近年の国土地理院によるGPS連続観測網(GEONET)の整備により、日本列島の広域地殻変動をその時間変化も含めて捉えることが可能となった。本論文は、この観測網のデータを活用して、西南日本及び琉球弧のテクトニクスの運動学的モデルを呈示するものである。

本論文は5部構成で、第1章の導入部に続き、GPS連続観測データの処理、琉球弧のブロック運動の推定、西南日本弧のブロック運動とすべり欠損の同時インバージョン、及び結論からなる。

使用するGPS連続観測データは、1996年3月から2002年3月までの毎日の観測点の座標値からなる。しかし、これには地震・火山活動及び非地震性すべりなどの地学現象に伴う変動や人為的な変動等研究対象とする経年的な変動とは異なる起源の変動がノイズとして加わる。本論文では、解析領域で発生した顕著な地震性変動とその余効変動、及び非地震性変動を適切な関数でモデル化し、最小二乗法で当てはめることにより、これらを除去した、さらに、南九州始良カルデラの膨張による局所的な変動を点膨張源モデルと並進運動の重ねあわせとして当てはめを行って、除去し、西南日本と琉球弧におけるGPS連続観測局の経年的な変動を抽出した。

抽出された経年変動を歪速度に直すことにより、琉球弧においては 10^{-7} /年を超える高い歪速度がみられないことを確認するとともに、上下変位速度の分布からも海洋プレート沈み込みに伴う特徴的な隆起・沈降が認められないことを確かめ、琉球弧の変動速度に剛体運動モデルを適用した。この時、琉球弧の回転の分布に基づいて琉球弧を3つに分割し、それぞれの剛体運動のオイラー極を推定した。その結果、中央部及び南部ブロックについては本州南方に、北部ブロックについては東シナ海にオイラー極が求まった。琉球弧全体を1つの剛体ブロックとして扱った場合の結果と比較し、AICによる検定から琉球弧が3つのブロックとして運動している方が、観測データをよりよく説明できることを示した。さらに、求まった剛体運動を用いて沖縄トラフにおける大陸側プレートとの相対運動を求め、沖縄トラフが南北方向に拡大し、しかも南に向けて拡大速度が増大することを示した。

西南日本弧では沈み込むフィリピン海プレートと大陸側プレート間のカップリングによる弾性変形がある。また、歪速度分布から構造線に沿った変形集中帯が認められる。このため、剛体ブロック運動とプレート間カップリングを同時に推定する必要がある。本論文では、32の小断層と3つの剛体ブロックを仮定して、種々の先験的情報を加えて、これらのすべり欠損あるいはオイラー極を同時推定した。この結果、西南日本外帯の運動とこれと調和する中央構造線の $\sim 9\text{mm}/\text{年}$ のすべり欠損、北部琉球弧と西南日本外帯ブロック間の相対運動とこれと調和する南九州の高ひずみ速度地域における $\sim 7\text{mm}/\text{年}$ のすべり欠損、四国沖の高いプレート間カップリングに対して日向灘での低カップリング、等を明らかにした。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

日本列島のテクトニクス研究の基礎となるデータは、これまで長期間の測地測量データ等精度及び密度の観点から、十分

なものとはいえなかった。しかし、GEONETの整備により、日本列島全域の地殻変動を連日追いかけることが可能となり、テクトニクス研究の精密化の可能性が開けてきた。申請者は、このデータから可能な限り多くの情報を抽出し、西南日本及び琉球弧のテクトニクスの運動学的描像をかつてない精度で描き出した。

申請者は、まず1996年3月から2002年3月までの毎日のGPS観測点の座標時系列から、地震・火山活動及び非地震性すべりなどの種々の地学現象に伴う変動等研究対象とする経年的な変動とは異なる変動をノイズとして客観的に除去した。すなわち、顕著な地震性変動はステップ関数、その余効変動及び非地震性変動を指数関数でモデル化し、これらのパラメータを同時推定することにより、精度よくこれらを除去した。この解析の副産物として、国土地理院つくば基準局の2000年半ばの異常変動をも検出したことから明らかなように、この手法はGPS連続観測データの標準的な解析ツールとして、利用度が高いものといえる。なおかつ、南九州に残る局所的な変動を、始良カルデラ下の点膨張源モデルと並進運動の重ねあわせとして当てはめ、除去することによって、西南日本と琉球弧における経年的な速度場を抽出したが、これは各種ノイズを除いた高精度の経年的な変動場として価値が高い。

続いて申請者は、抽出された速度場から運動学的な情報を抽出することを試みた。まず、琉球弧においては 10^{-7} /年を超える高い歪速度が見られないこと、上下変位速度の分布からも海洋プレート沈み込みに伴う特徴的な隆起・沈降が認められないこと等、緻密な議論に基づいて仮定の妥当性を検討した上で、琉球弧の変動速度に剛体運動モデルを適用した。この時、琉球弧の回転の分布に基づいて琉球弧を3つに分割し、それぞれの剛体運動のオイラー極を推定したが、琉球弧全体が1つの剛体ブロックの場合と比較し、AICによる検定から3ブロックのモデルの方が観測データをよりよく説明できることを示した。さらに、求めた剛体運動を用いて、沖縄トラフが南北方向に拡大し、しかも南に向けて拡大速度が増大することを示したことは、琉球弧と沖縄トラフのテクトニクスの議論に強い拘束条件を与えるものとして重要な知見である。

さらに申請者は、西南日本弧のモデル化を行った。西南日本弧では沈み込むフィリピン海プレートと大陸側プレート間のカップリングによる弾性変形がある。一方、歪速度分布から構造線に沿った変形集中帯が認められるため、これらを同時に推定する必要がある。申請者は、プレートや構造線の形状に基づき、32の小断層と3つの剛体ブロックからなるモデルを作成し、種々の先験的情報を加えて、これらのすべり欠損あるいはオイラー極を同時推定した。この結果、ブロックの運動とプレート境界面及び構造線におけるすべり欠損を推定することに成功した。特にこれまでの弾性変形モデルでは異常な海洋方向のすべりが得られた日向灘において地震活動と調和的な低カップリングを得たこと、南北方向に拡大していると考えられていた別府-島原地溝帯においては右横ずれの運動が卓越していること、南九州に新たな変形集中帯の存在を指摘しそのすべり欠損の定量的な見積りをしたことなど、西南日本のテクトニクス研究において貴重な知見を呈示したといえる。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。