

学位論文題名

汎地球測位システム(GPS)から求めた
アジア北東地域のプレート運動

(Plate Motion in the Northeast Asia Determined from
Global Positioning System(GPS) Observation)

学位論文内容の要旨

日本海東縁部からサハリンにかけての地域で発生する地震は、ユーラシアプレートと北米プレートの相対運動が原因であると考えられてきた。しかし近年、それらのメガ・プレートとは独立した形でオホーツクプレートやアムールプレートといったマイクロプレートが存在し、それらの相対運動がこの地域の地震活動の原因であるとする説が提唱されている。これらのマイクロプレートは、拡大軸を持たず、またプレート境界と想定される場所での地震活動度が低いことから、この地域での地震・地殻変動観測データの絶対的な不足もあるから、それらの運動を従来と同様な古地磁気学的・地震学的手法で決定することは困難である。そこで今回我々は、同地域でその地震活動の直接的な原因と考えられている、アジア北東地域でのプレート運動を明らかにするために、GPS (Global Positioning System) を用いた広範囲な観測を行った。

GPSを用いた地殻変動観測を行うことにより、観測点でのプレートの速度ベクトルが求められるため、プレート運動の決定に必要な速度と向きデータを同時に直接測定することが可能である。あるプレート内部での最低2観測点での速度ベクトルが求まれば、プレート境界ははっきりしなくともプレート運動パラメータの推定が可能であり、先に述べたようなマイクロプレートの運動の推定に強力な手段となりうるものと判断した。

現在、GPSの国際組織であるIGS(International GPS Service for Geodynamics)がGPS衛星の精密軌道暦を推定するために、世界中にGPS観測網のグローバル・ネットワークを構築して観測を行っている。しかし、本研究の対象地域であるロシア極東地方を主とするアジア北東地方にはGPS観測点が全くなく、世界的に見てもGPS観測の空白地域となっていた。そのため、この地域のプレートキネマティクスを既存の観測網から得られる測地学的データだけから明らかにすることはできない状況にあった。

そこで、我々は自らこの観測空白域にGPS観測網を構築し、その観測データを解析することによってアジア北東部のプレート運動を明らかにすることを目標にした研究をスタートさせた。サハリン、カムチャッカ、ウスリー(沿海州)地方など、いままで全くGPSの観測点が設置されていなかった地域において、現在まで13点に及ぶGPS観測点を設置することができた。また、各観測点では短い観測期間で高精度の速度ベクトルを推定するために、できるだ

け連続観測データの取得を目指した独自のシステムを開発した。

これらの観測網から得られたGPS観測データと、IGSが中国、韓国そして日本に設置しているグローバルGPS観測点のデータを統合して、高精度GPS解析ソフトウェアとGPS衛星精密軌道暦を用いた基線解析を行った。それにより各観測点でのプレート運動をあらゆる速度ベクトルを精度よく求めた。

その結果、以下のようなことが明らかになった。

サハリン北部のOKHAでは、ユーラシアプレートに対する速度ベクトルがゼロになり、この付近にユーラシア・オホーツクプレート相対運動の回転極が存在することが明らかになった。この結果は、Seno[1996]によって地震のメカニズムによるスリップベクトルから求められた回転極と一致する。

カムチャッカ南部のPetropavrovsk-Kamchatkyでは、太平洋プレートの沈み込みの影響が強く、速度ベクトルは北西方向に求まった。北部のEssa, Kluch, Kortbergではすべて西南西方向の速度ベクトルが得られた。この速度ベクトルの方向は、太平洋プレートとオホーツクプレートとのカップリングによる変形と、オホーツクプレートの運動方向とのベクトル和の方向に調和的である。しかし、Kluchを除いて誤差が大きく、精度の高い議論を行うためにはより多くのデータの蓄積が必要である。

アムールプレート上にあると考えられてきた韓国やロシア沿海州地方の観測点では、ユーラシアプレートに対して東に約1cm/yrの速度ベクトルが観測された。この観測結果から、アムールプレートがユーラシアプレートから独立して東進運動を行っていることが測地的に明らかにされた。また、従来、オホーツクプレートに属していると考えられてきたサハリン南部のYuzhno-Sakhalinskが、約8mm/yrの東向き速度ベクトルをもっていることが明らかにされた。この結果は、Yuzhno-Sakhalinskがアムールプレートに属していることを示している。また、この結果と国土院の全国GPS観測網から得られた北海道北部の速度場や地震活動、第4紀地殻変動を合わせて検討した結果、北海道西方沖に存在するとされていたアムール・オホーツクプレートの境界が、北緯44度付近で東側にトランスフォームし北海道北部で内陸に上陸していることが推定された。しかし同時に、1971年にサハリン南西沖で発生したモネロン島地震(M=7.1)の存在がこれらプレート運動からは直接的に説明されず、今後の問題として残った。

また、中国の3観測点Sheshan, WuhanとXianでは、ともに約1cm/yrの東向き速度ベクトルが観測された。これは、インドプレートのユーラシアプレートへの衝突の影響による南中国ブロックの東向きの運動を示しているものと考えられ、VLBIによる観測結果や、地質学的に推定された速度ベクトルと調和的な結果であった。

日本海西岸部にある観測点Taejon, Vladivostok, Khabarovskそしてサハリン南部のYuzhno-Sakhalinskの速度ベクトルを用いてアムールプレートの運動パラメータの推定を行った。その結果、ユーラシアプレートに対する回転極が北緯71.6度、東経153.4度に求まり、回転速度は0.294rad/Maとなった。これから日本海東縁部でのオホーツクプレートとアムールプレートの収束速度が計算され、約2.1cm/yrから0.6cm/yrと推定された。これは従来のプレートモデルから期待される値と比較すると約1.5倍の大きさである。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 小 山 順 二
副 査 教 授 西 田 泰 典
副 査 助 教 授 笠 原 稔
副 査 助 教 授 森 谷 武 男
副 査 教 授 瀬 野 徹 三

(東京大学大学院理学系研究科 (東京大学地震研究所))

学 位 論 文 題 名

汎地球測位システム(GPS)から求めた アジア北東地域のプレート運動

(Plate Motion in the Northeast Asia Determined from
Global Positioning System(GPS) Observation)

最近、大地震の連続して発生した日本海東縁部からサハリンにかけての地域は、従来は、ユーラシアプレートと北米プレートの境界でその相対運動が原因で地震が発生していると考えられてきた。しかし近年、それらのメガ・プレートとは独立した形でオホーツクプレートやアムールプレートなどのマイクロプレートが存在し、それらの相対運動がこの地域の地震活動の原因であるとする説が提唱されている。これらのマイクロプレートは、拡大軸を持たず、またプレート境界と想定される場所での地震活動度が低いことから、それらの運動を従来と同様な古地磁気学的・地震学的手法で決定することは困難である。日本海東縁部およびサハリン島内の大地震の繰り返し間隔ならびにこの地域のテクトニクスを議論するためには、基本的なこの地域のプレート運動の枠組みを明らかにする必要があるが、この地域での地震・地殻変動観測データの絶対的な不足もあり、現在の変動を直接検証できなかった。

本論文は、新たな GPS (Global Positioning System) 観測網を独自に展開し、プレート間相対地殻変動の直接連続測定を2年間に渡り行うことにより、アジア北東地域でのプレート運動を明らかにしたものである。オホーツクプレートの存在とアムールプレートの存在とその運動が解明され、両プレートの境界である日本海東縁部およびサハリン島内ならびにその北方延長部でのプレート収束速度が、従来のモデルから期待される値の 1.5 倍の大きさであることを明らかにした。

本研究の対象地域であるロシア極東地方を主とするアジア北東地方には、この研究以前には GPS 観測点が全くなかった。そのために、まづ、本研究をすすめるデー

タ取得の観測網が必要であり、著者は、1994年北海道東方沖地震・1995年北サハリン地震のロシアとの共同観測に参加した事を契機に、1995年夏から、ロシア科学アカデミーの極東地域の研究機関と日本のGPS大学連合の支援の基に、サハリン、カムチャッカ、沿海州地方に順次、12点のGPS観測点の設置を行ってきた。また、各観測点では短い観測期間で高精度の速度ベクトルを推定するために、連続観測データの取得を目指した独自のシステムを開発した。

これらの観測網から得られた1995年夏および1996年夏から1997年11月までの観測データと、IGS (International GPS Service for Geodynamics) が中国、韓国そして日本に設置しているGPS観測点のデータを統合して、高精度解析ソフトウェアと衛星精密軌道暦を用いた基線解析を行って各点の日毎の座標値を求め、それにより各観測点でのプレート運動をあらわす速度ベクトルを精度よく求めた。

その結果、サハリン北部のOkhaでは、ユーラシアプレートに対する速度ベクトルがゼロになり、この付近にユーラシア・オホーツクプレート相対運動の回転極が存在することが明らかになった。この結果は、Seno et al. (1996)によって地震の震源メカニズムによるスリップベクトルから求められた回転極の位置と一致する。韓国とロシア・ウスリー(沿海州)地方の観測点では、ユーラシアプレートに対して東に約1cm/yrの速度ベクトルが観測され、これらの点を含むアムールプレートがユーラシアプレートから独立して東進運動を行っていることを測地学的に明らかにした。

また、従来、オホーツクプレートに属していると考えられてきたサハリン南部のユジノサハリンスクが、約8mm/yrの東向きの速度ベクトルをもっていることが明らかになり、この地点はアムールプレートに属している可能性を示唆している。この結果と国土地理院の全国GPS観測網から得られた北海道北部の速度場、最近の地震活動、約100年間の測地測量網による歪み場、第4紀地殻変動を合わせて検討した結果、北海道西方沖に存在するとされていたアムール・オホーツクプレートの境界は、北緯44度付近で東側にトランスフォームし北海道北部で内陸に上陸している可能性を提案している。

以上のデータからアムールプレートの運動パラメータの推定を行い、ユーラシアプレートに対するアムールプレートの回転極は北緯71.6度、東経153.4度に求まり、回転速度は0.147rad/Maとなった。これから日本海東縁部でのオホーツクプレートとアムールプレートの収束速度が計算され、約2.1cm/yr～0.6cm/yrと推定された。これは従来のプレートモデルから期待される値と比較すると約1.5倍の大きさである。これは、この地域のプレート運動の枠組みを与えるとともに、地震テクトニクスに大きく貢献する物である。

よって審査員一同、申請者が北海道大学博士(理学)の学位を授与される資格を有するものと認める。