

氏名	平原和朗 ひら ほん かず ろう
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第 661 号
学位授与の日付	昭和 56 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
研究科・専攻	理学研究科地球物理学専攻
学位論文題目	Three-dimensional seismic structure beneath the Japan Islands—The subducting Pacific and Philippine Sea plates— (日本列島下の 3 次元速度構造—沈み込む太平洋およびフィリピン海プレート—)
論文調査委員	(主査) 教授 三雲 健 教授 岸本兆方 教授 三木晴男

論 文 内 容 の 要 旨

日本列島下の上部マントルの構造に大きい横方向の不均質性が存在することは最初、宇津 (1967) によって指摘され、これをもとに high-V, high-Q と呼ばれる、周囲より地震波伝播の速度が大きく減衰の小さいいわゆるプレートが日本列島下に沈み込んでいることが明らかにされた。プレート内外の速度構造はその後さらに詳しく研究されて来たが、これらの研究は基本的にはある断面に沿った 2 次元的解析であり、しかもプレートの位置や形状については、深発地震分布をもとにいくつかの仮定を置いて推定したものである。

申請者の研究はこのような仮定なしに、多数の地震波走時の観測データのみから、日本列島下に沈み込む太平洋プレートとフィリピン海プレートの構造を明らかにしようとしたもので、特にプレートの 3 次元的形態、プレートの厚さ、プレートが達している深さや、さらにプレート内の速度構造と力学的及び熱的状态、深発地震分布やこれらの地震の発生機構との関係などの解明を目的としている。

このため申請者は、Aki らが用いた inversion 法を拡張し、モデル・スペース内とスペース外にある多くの観測点での観測データを同時にもちい、3 次元的に分割した多数のブロック内での速度の perturbation と震源要素を未知数として、damped least squares と呼ばれる方法を用いて問題を解決した。

主論文は 3 部に分かれるが、第 1 部では日本付近に発生した 20 個の中深発・深発地震の 330 個所に上る国内と世界の観測点で観測された約 3,500 の P 波走時データをもちい、317 個のブロック内の走時異常を計算した。この結果、東北日本下においては、沈み込む太平洋プレートに相当する、最大約 6% の高速度層が存在し、これが約 100km の厚さを持ち、30°の傾斜角で日本海下約 600km の深さ迄達していることが明らかになった。

主論文第 2 部では、同じ地震群から発生した S 波の観測データをもちいて、日本列島下の shear velocity の 3 次元構造を推定し、先に P 波観測から求めた compressional velocity の構造と比較することにより、太平洋プレートの周囲の上部マントルの温度差や部分熔融状態を議論し、さらに Poisson 比の分

布を求めて tectonics を論じた。得られた S 波速度構造の異常は先の P 波のそれと良い対応を示し、最大 8% 程度に上る高速度層の存在が確められた。

主論文第 3 部において、申請者は西南日本下の 200km より浅い上部マントルの 3 次元速度構造を特に詳細に研究し、この地域でのフィリピン海プレートの沈み込みを明らかにするとともに、日本列島南方にしばしば発生する巨大地震の発生機構との関連性を追究した。このため日本周辺に起った 42 個の浅発・中深発地震の 118 個所で観測された約 3,000 個の P 波走時データの inversion を実行し、全部で 558 個に上るブロック内の走時異常を計算した。この結果、西南日本下において、伊豆半島西方より東海—近畿—四国—九州—琉球地域一帯にかけ沈み込んでいるフィリピン海プレートの形状が極めて明らかとなった。さらにこの高速度プレート内の局地的速度異常の地学的意味や、地震発生との関連性を論じている。

参考論文 1 は主論文第 1 部に続くもので、太平洋プレートについてさらに詳しく議論を行い、2 部はフィリピン海プレートの上面を推定したもの、さらに第 3 部はこゝでもちいたのと同様な inversion 法を適用して地震波減衰係数 Q の世界分布を推定したもので、何れも主論文と密接な関係を有する。

論文審査の結果の要旨

世界に分布する島弧下に沈み込む海洋プレート及び最上部マントルの構造については、1967 年の宇津及び Oliver and Isacks の研究以来、数多くの研究があり、特に典型的 subduction zone である日本列島下のプレート構造は多くの研究者の関心の対象であった。しかしながら、プレートの位置や厚さ及び達している深さを含む 3 次元的形状や、プレートと深発地震分布・発生機構との相互関係については、従来の研究が 2 次元断面に限られていたために、必ずしも充分には解明されていなかった。

申請者はこれらの問題を解明するために、最近発展して来た Aki らの stochastic inversion 法をさらに発展させ、多数の地震波走時の観測データを同時に用いて 3 次元速度構造を一挙に求める方法を採用した。この inversion によって求められた解の信頼性は各ブロックについて得られる標準偏差と resolution matrix の対角項の大きさを評価される。

論文第 1 部はこの方法を適用して島弧下に沈み込むプレートの 3 次元構造を明らかにした、この分野での最初の論文であって、太平洋プレートの 3 次元的形状が極めて明瞭となった。この結果、プレート上面の構造は非常にシャープであり、大陸側の low-V zone と著しい対照を示すが、これに反してプレート下面は漸移的性質を持つことが明らかとなった。後者は下面付近の温度分布が緩やかであることを示すものであり、沈み込み速度やプレート内の応力分布に関しても重要な示唆を与える。プレート内の速度異常は 50~250km の深さで +5~6%、350km で +3%、450km で +2%、大陸側の 350km での深さでは -2% 程度である。こゝで得られたもう一つの重要な結論は、太平洋プレートの厚さが従来想像されていたものより厚く、約 100km 程度の厚さを持ち、深発地震はこのプレートの上半部にのみ起り、下半部には起っていないという事実である。

これに続く参考論文第 1 部では、このような 3 次元速度構造にもとづく重力異常を計算して、観測されたブーゲー異常と比較し、北海道南西部の負の異常、関東地方南部の正の大きい異常、東北日本太平洋側の大きい正の異常の走向が、太平洋プレートの沈み込みによって説明されることを示した。

論文第2部は、第1部と同様の方法をもちいて初めて shear velocity の3次元速度構造を明らかにしたものであるが、太平洋プレートがP波に対応するS波速度異常を有することが明らかになった意義は大きい。プレート内のS波速度異常は50~250kmの深さで+6~8%、350kmで+5%、450kmで+2~3%、大陸側で-2~4%である。海洋プレートと大陸側でのP波とS波の速度コントラストを説明するためには、Eshelby-Walsh (1969) のモデルを仮定すれば、50~250kmの深さでは温度差600~800°C、部分熔融度5%以下、350kmでは温度差200~400°C、部分熔融度7%以下を要することを明らかにしている。

またP波とS波両方の結果から3次元的 Poisson 比の構造が初めて求められたが、沈み込む太平洋プレートは周囲のマントルより小さい値を持つこと、すなわちプレートは周囲より低温のために固いことが確かめられた。この他、西南日本下の地殻及び最上部マントルの Poisson 比は、東北日本より大きく、350kmの深さの日本海下では10~14%大きいことを明らかにしている。

論文第3部の研究によって、西南日本下に沈み込むフィリピン海プレートの詳細な3次元構造が明らかにされた。すなわち、伊豆半島下ではプレートの厚さは約30kmであるが、ここでは大陸プレートに衝突しており、もぐり込みが認められないこと、一方、東海地方以西ではプレート先端の位置は中部地方西部から琵琶湖下に達し、近畿・四国地方を斜めに横切る位置に迄伸び、10°の角度で約60kmの深さにまで達していること、九州地域ではさらに深く150~200km迄沈み込んでおり、他地域に比べてプレートの厚さがやゝ厚いこと、以上の地域では高速度プレートに対応する最上部マントル地震が発生していること等、多くの顕著な事実が得られた。

またこの他、高速度フィリピン海プレートの中に伊豆七島—硫黄島 ridge と九州—Palau ridge が入り込んでいる部分では低速度層の存在が認められ、この部分は低密度のためもぐり込みが起りにくい事を示唆した。さらに近畿・中国地方下の一部で100~150kmの深さに、過去のプレートの沈み込みの名残りとも考え得る小さい高速度層が存在することを述べており、このことは極めて興味深く重要な事実である。また以上のようなプレート構造や厚さの不均質性が南海トラフ沿いの巨大地震の発生過程や、最上部マントル地震を起す応力状況例えばプレート先端に平行な張力を説明出来る可能性のあることを示した。

以上のように申請論文は第1~3部及び参考論文を通じて日本列島下に沈み込む太平洋及びフィリピン海プレートの3次元構造を明確にするとともに、種々の新しい事実を明らかにしており、高く評価される。よって本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。