

論文審査の結果の要旨

氏名 上村 彩

伊豆・小笠原沈み込み帯は、沈み込み角度が他の沈み込み帯に比べて大きく、しかも海溝軸の西数 10km の陸側斜面に蛇紋岩海山が転々と連なって存在している。更にこの沈み込み帯では、400km 以深では大地震が発生しているのに対して、100km 以浅では M7 を超える地震が殆ど発生していない。また、海溝斜面に東西方向の走向を持ったいくつもの海底谷が見られる。このような伊豆・小笠原沈み込み帯の特異性を解明することは、この海域のテクトニクスやプレート境界の物理状態を理解する上で極めて重要である。

本論文は、上記のような伊豆・小笠原沈み込み帯の特徴を明らかにする目的で、1998 年に実施された海底地震探査を扱ったものである。上村氏は、この探査当初より参加し、大量のデータを処理して本論文を作成した。本論文の研究目的は、調査海域の地震波速度構造の詳細を明らかにすることによって、伊豆・小笠原沈み込み帯のプレート境界の力学的特徴、速度構造と蛇紋岩海山の関係等を解明することである。

本論文は、6 章から構成されている。第 1 章は“緒言”であり、上述のような伊豆・小笠原沈み込み帯の地球科学的特徴、本研究の目的及び関連する過去の研究についてまとめられている。第 2 章は、この探査についての記述である。探査 1998 年に北緯 31 度、東経 141.5 度を中心とする海域で行われ、海溝軸に平行及び直交する 130km の測線が取られた。これらの測線上に合計 23 台の海底地震計(OBS)が設置され、エアガン及び火薬によるショットが行われた。尚、東西測線は蛇紋岩海山(TSFS)の頂上を通っている。

第 3 章は、データ解析手法について詳細に述べられている。上村氏は、この探査で得られた膨大なデータを丁寧に処理し、構造決定に必要なデータ（ショットの位置及び時刻データ、各 OBS における波形データ）を作り上げた。このデータから、2 段階にわたる解析によって対象海域の詳細な構造を決定することとした。第 1 段階は、波線追跡法による forward modelling である。この際、データの特性を十分活かし、5km 以浅の構造は稠密であるエアガンデータ、より深部の構造はエネルギーの大きい火薬のデータを用いている。次に forward modelling の結果を初期モデルとして inversion 解析を行った。これにより、得られた構造モデルの解像度評価を行った。更に、OBS の水平動成分に着目して S 波速度構造を求めることとした。OBS で観測される S 波は、震源から OBS までの経路中で P 波から S 波に変換したものと考えられる。上村氏は、現実的な構造モデルにおいて、層境界における変換係数を理論的に計算し、観測された S 波は、海底の堆積層の下面境界における PS 変換波であると推定した。第 4 章で示される S 波構造は、この堆積層下の変換波を仮定して推定されるものである。

第 4 章は、解析結果について述べられている。本論文のデータで用いたエアガンデータ

によって、地殻浅部の構造は良い精度で求められた。また、火薬のデータではプレート境界及び沈み込む太平洋プレート内モホ面からの反射が確認された。これにより、沈み込みの形状が押さえられることとなる。また、TFFS から 10km 以内の地殻浅部には地震波は減衰領域が存在することがわかった。また、東西測線において、沈み込むプレート直上の層（本論文ではプレート境界層（PBL）と呼ぶ）においては、水平方向の顕著な速度変化が見られる。この PBL の西側の部分は、過去の観測も考え合わせるとマントルウェッジ最上部（即ちフィリピン海プレート下の最上部マントル）に対応するものと思われる。本論文の結果によれば、この領域の地震波速度は 7.3-6.6 km/s で、マントルウェッジ部分の物質から期待される速度よりかなり低い。

第 5 章では、得られた構造の信頼性に関する議論とともに、岩石学的考察を交え、探査領域におけるテクトニクス、特に蛇紋岩下した上部マントル構成岩石の移動（蛇紋岩ダイアピル）についてのモデルを提唱した。

本論文で提出された構造モデルの解像度を評価すると、両測線ともほぼ 0.5 以上であった。また、火薬データのインバージョンで、最終的な走時残差が 68-75 msec にまで向上した。実際、本論文で提出されたモデルは、エアガン及び火薬の走時を大変よく説明している。また、本研究で得られた P 波速度は、過去の結果と矛盾しない。

本研究の探査海域にある TSFS は、地質学的調査・研究によってマントルウェッジ起源の蛇紋岩であると考えられている。一方、本研究のデータからは、TSFS から 10km の範囲に減衰域のあること、島弧側のマントルウェッジ近傍で、地震波速度が低下している可能性が高いことが明らかとなった。そこで、本論文では、以下のような蛇紋岩の流動プロセスを提案した。

- (1)沈み込むプレートの脱水によるマントルウェッジ橄欖岩の蛇紋岩化。
- (2)蛇紋岩化した橄欖岩の、プレート境界に沿って海溝軸側への移動。
- (3)蛇紋岩化した橄欖岩のダイアピルの上昇による TSFS 中への移動。

更に、このような蛇紋岩のプレート境界に沿っての移動は、プレート境界の摩擦特性の支配要因となりうる。特に蛇紋岩の移動はプレート境界の摩擦を下げる方向に作用することから、同海域で巨大プレート境界地震が発生していないという事実を説明することができる。

第 6 章は結論であり、本論文で得られた結果が簡潔にまとめられている。

以上のように、本研究は伊豆・小笠原沈み込み帯で実施された海底地震探査データを詳細に解析することにより、海溝軸に平行及び直交する 2 方向の速度構造モデルを求めた。海溝軸に直交する測線（東西測線）の東端付近には蛇紋岩海山（TSFS）が存在することが知られている。更に、プレート境界直上においては、水平方向に顕著に速度が変化することを見つけた。一方、TSFS から 10km の範囲には、地震波減衰領域があることがわかった。これらの地震波速度構造の特徴と岩石学的考察を合わせ、マントルウェッジでプレ

ート沈み込みによって蛇紋岩化した橄欖岩がプレート境界を移動し TFSF に達したという、移動モデルを提唱した。このモデルは、同海域における巨大地震発生の欠落もうまく説明することができる。

本論文は、詳細な解析によって伊豆・小笠原弧の地震波速度構造モデルを提出したこと、さらにその結果について地震学的な構造の議論に留まらずに、地質学的解釈を展開したこと、その結果が同地域の地震発生様式の理解に貢献したことが評価される。尚、本論文の第 2 章及び第 3-4 章の一部は、笠原順三・金澤敏彦・篠原雅尚・塩原肇・日野亮太・藤江剛の各氏との共同研究であるが、論文提出者である上村氏が主体となってデータ収集、解析、解釈を行ったもので、同氏の寄与が十分と判断される。

従って、博士（理学）の学位を授与できると認める。