

論文審査の結果の要旨

氏名 辻 健

本論文は7章からなる。第1章は、イントロダクションであり、プレート沈み込み帯の巨大地震に伴って活動する分岐断層と、付加体発達に深く関与する主スベリ面（デコルマ面）の研究の現状の紹介とその重要性の指摘が行われている。そして、本論文の目的として、地球物理学的手法により両者を解析し、その特性を明らかにすることが述べられている。対象海域は、地質学的・地球物理学背景が詳しく調べられている南海トラフで、研究手法として反射法地震探査データを用いた解析が主であることが示されている。

第2章では、過去の分岐断層とされる延岡衝上断層の岩石試料の地震波速度の測定により、分岐断層周辺の物性分布を明らかにしている。断層上盤は泥質千枚岩から構成されており、顕著な地震波速度異方性を確認した。特に断層コア直上では、音波速度が非常に速くQ値（減衰定数の逆数）が大きいことを指摘し、石英の充填によって開口クラックが少ないためであると解釈した。一方、下盤の変形は顕著で、上盤より音波速度が遅く速度異方性も小さいことを示した。P波速度・S波速度・密度構造から理論的なAVO効果が見積もられ、実際に紀伊半島沖の反射法地震探査データにおける活動的な分岐断層のAVO効果と比較し、その下盤側が高間隙水圧状態であることを推定した。陸上試料から分岐断層周辺の物性を推定する試みは本研究が初めてである。

第3章では、紀伊半島沖の活動的な分岐断層の構造を調べるために、弾性波動シミュレーションを適用している。弾性波動シミュレーションの震源波形には、海底面の反射波形、又はエアガンの発信波形を用いるのが一般的である。しかし、海底反射面と分岐断層の卓越周波数は大きく異なるため、海底反射面を減衰させた波形を震源波形に用いる必要がある。本論文では減衰波形を得るために、スペクトル分割法を用いて付加体内部のQ値を100～130と推定し、そのQ値から海底反射面の減衰波形を計算した。減衰波形を震源とした弾性波動シミュレーションの結果から、強振幅を持つ分岐断層の大部分は上盤の音波速度が下盤に比べて速いことを明らかにした。深部分岐断層に対して弾性波動

シミュレーションを行い、その構造を推定したのは本研究が初めてである。

第4章では、サイスミックアトリビュートを反射法地震探査データに適用することによって、深部に比較して従来の解析では明瞭でなかった浅部の分岐断層の三次元的な形状を求めている。また浅部の分岐断層における間隙水圧のコントラストが小さいことを推定した。さらに一枚の断層が数枚に分岐する地点で反射面の振幅値が変化していることが示された。これは断層の分岐によって間隙水が放出され、断層における間隙水圧コントラストが小さくなったと解釈された。本研究により、これまで不明であった分岐断層の詳細な形態が明らかにされるとともに、断層面の物性も推定されたことは高く評価できる。

第5章では、デコルマ面の発達に伴う物性変化を調べるため、室戸岬沖南海トラフで取得された三次元反射法地震探査データに、ニューラルネットワークを用いたサイスミックアトリビュート解析を適用している。その結果、最も海側に発達する前縁断層がデコルマ面に収斂する地点を境界として、デコルマ面の特性が大きく異なることを明らかにした。この結果は、別途掘削で得られた物質科学的な情報ともよく一致し、サイスミックアトリビュート解析によるデコルマ面の特性の推定が有効であることを初めて示した。

第6章では、反射法地震探査データから得られる区間速度を用いて、南海トラフ付加体内部の間隙水圧分布を定量的に推定する理論的な手法を開発した。すなわち、クラックの形状を実験室データと検層データから推定し、Differential Effective Medium (DEM) 理論を用いることで、有効圧に依存した理論的な音波速度を計算した。これを、実際の反射法地震探査データから得られる区間速度と比較することによって付加体内部の有効圧分布を推定し、さらに全圧との差から付加体内部の間隙水圧分布を求めた。定量的な間隙水圧分布の推定はこれまでになく、デコルマ下の堆積物が高間隙水圧状態であることが明らかになった。

第7章では、第2章から第6章で示された分岐断層とデコルマ帯の特性をまとめ、総合的な解釈が行われている。従来の研究では、分岐断層とデコルマ帯の発達は個別に議論されていたが、本論文では両者の構造発達が密接に関連していることを指摘し、観測結果を合理的に説明するモデルを提案している。

なお、本論文の第2章と第5章は共同研究であるが、論文提供者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提供者の寄与が十分であると判断する。したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。