

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 理学 )	氏名	佐脇 泰典
論文題目	近地深発地震波形記録を含む広義レシーバ関数が示す 南海トラフ沈み込み帯の陸域並びに海域下の不均質構造		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>南海トラフ沈み込み帯のプレート境界部では、M8クラスの大地震の発生域の深部および浅部延長部でそれぞれスロー地震が発生する。スロー地震はプレート境界面上のゆっくりとした断層のずれ動きとして解釈されている。スロー地震の発生場となるプレート境界面上とその周囲や下盤の海洋地殻内では、周囲と比べP波速度とS波速度の比 (<math>V_p/V_s</math>) が大きく、高間隙圧下の流体の存在が指摘されている。一方、プレート境界面周囲の地震波速度不均質構造、特にプレートの沈み込み方向やプレートの走向方向の詳細な空間変化は詳しく調べられていない。さらに、これまでに指摘されているスロー地震の発生様式の空間変化と不均質構造の対応も十分に知られていない。</p> <p>本論文では、南海トラフ沈み込み帯深部と浅部の詳細な不均質構造とその空間変化の理解を目的として、広義のマルチバンドレシーバ関数(広義RF) 解析および広義RFを用いた不均質構造のイメージングを行った。従来のレシーバ関数に加えて、最近提案されたブラインドデコンボリューション法で得られるグリーン関数を含めて広義RFとした。解析対象領域は、沈み込み帯深部として紀伊半島と、沈み込み帯浅部として日向灘で、ともに活発なテクトニック微動の活動が知られている地域である。</p> <p>紀伊半島下、特にその北東部では広義RFによりフィリピン海プレートの上面に沿って連続的に負の振幅のピークがイメージングされた。特に、プレート間の固着が強い領域から深さ約35km までは深さ方向に狭く鋭いピークを示す負のシグナルとしてイメージングされた。さらに、それより深部側では負のピークが深さ方向に幅を持って広く分布した。前者は沈み込む海洋性地殻と大陸地殻が接する境界として、後者は海洋性地殻とウェッジマントルが接する境界として解釈された。間欠的な活動を示すテクトニック微動の発生域は鋭い負のピークが得られた領域に対応し、断続的なテクトニック微動の発生域はピークが深さ方向に幅を持つ領域に対応する。つまり、上盤側の岩相の違いによりテクトニック微動の活動様式が変化している可能性が指摘された。</p> <p>日向灘の広義RFの計算には海底地震観測記録を用いた。先ず、海底地震計の水平動成分の設置方位を遠地地震Rayleigh 波の偏向解析から得た。その結果、浅海底に設置された海底地震計の設置方位の推定誤差が、深浅海と比べて増大する結果が示された。この理由として、浅海底では水平動成分で観測されるRayleigh波のS/Nが海流により生じるノイズで低下、さらに上下動成分ではinfragravity 波によりRayleigh 波のS/Nが低下した可能性を述べた。</p> <p>日向灘で得られた広義RFは、直達波からの遅れ時間として2 秒前後に、一連の負と正の振幅からなる顕著な相を呈した。この相は、九州パラオ海嶺直上における海底堆積層底面に分布するS波低速度層(LVZ)の上面からの変換波に対応する。テクトニック微動が観測される領域では、LVZ 上面に対応する負のピークがプレート境界面より3 km 以上浅くイメージングされた。さらにLVZは日向灘から南西諸島北東部にかけて水平距離100km 以上の範囲に分布することも示された。テクトニック微動がほとんど観測されていない北東側では、LVZ上面の負のピークの深度はプレート境界面とほぼ一致する。ここでは大陸地殻が沈み込む海洋性地殻と接している可能性を示唆し、深部と同様に浅部も上盤側の岩相によりスロー地震活動が変化している可能性を示す。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

沈み込み帯のプレート境界部付近の地震波不均質構造の研究は、スロー地震や巨大地震を含む通常の地震やテクトニック微動などのスロー地震の発生場の理解の基礎となる。特にモホロビッチ不連続面やプレート境界面など地震波速度の急変が予測される地震波速度不連続面では、地震波が効率よく反射・変換するため、観測される地震波のモデル化において、その空間的広がりや音響インピーダンスは基礎的な情報となる。一方で、地震波速度不連続面の位置、特にその深さと音響インピーダンスで特徴づけられる不連続面の空間分布の詳細を述べた研究はあまりない。

本論文では、スロー地震、特にテクトニック微動の活動が活発な紀伊半島と日向灘に着目した。近地深発地震波形を用いた広帯域レシーバ関数やブラインドデコンボリューション法によるグリーン関数に基づき、速度不連続面付近の音響インピーダンスコントラストを調べて、特にプレート境界部付近の地震波速度不連続面の特徴を精査した。得られた地震波速度不連続面の空間的特徴と、その付近で発生するテクトニック微動の活動様式を比較して、第一義的には上盤プレートの岩相の違いによりテクトニック微動の活動様式が変化する可能性を示した。

従来のレシーバ関数法では主に1Hz以下の周波数帯域が解析に使用される。このためレシーバ関数によりイメージングされる地下の不連続面の空間分解能は、周囲で発生するスロー地震活動との比較において十分ではなかった。本論文では解析に近地地震波形を加えたこと、ベイズ情報量基準に基づく時間領域デコンボリューション法をレシーバ関数解析で用いたこと、さらには近年開発されたブラインドデコンボリューション法で得られるグリーン関数をイメージングに導入するなど工夫を加えたことで、解析に用いる周波数帯域を1.9Hzまで拡張し、結果として空間分解能を向上させた点が高く評価された。

本論文では、海底下の地震波不連続面の推定に際して自己浮上式海底地震計の記録を利用した。通常、自己浮上式の海底地震計は、船舶からの投げ入れ方式で海底に設置されるため、水平動成分の設置方位は既知ではない。ここでは遠地地震のRayleigh波の偏向解析によりその設置方位を独自に推定した。その上で水深約2200~2600mより浅海底に設置された海底地震計では、設置方位の推定誤差が大きくなることを指摘した。この原因を固体地球および海洋物理学的視点から検討し、海底流がRayleigh波水平動成分のS/Nを悪化させるとともに、コンプライアンスノイズがRayleigh波の上下動波形自体を歪めた可能性を指摘した点も高く評価された。

独自のアイデアに基づき従来のレシーバ関数や最近のブラインドデコンボリューション法で得られるグリーン関数を広義レシーバ関数法として整理したこと、結果として上盤プレートの岩相がその近傍で発生するテクトニック微動の活動様式に寄与する可能性を示したことなどが本論文の中で高く評価された。今後、本研究の成果に基づき、海域から陸域にかけてプレート境界面上の音響インピーダンスコントラストの精査が進み、スロー地震や大地震などの発生場の理解が大きく進展する可能性を与える重要な成果である。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。また、令和5年1月16日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 令和5年 3月 23日以降