

学 位 審 査 報 告 書

（ふりがな） 氏 名	あべゆうき 安部祐希
学位（専攻分野）	博 士 （ 理 学 ）
学 位 記 番 号	理 博 第 号
学位授与の日付	平成 24 年 3 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研 究 科 ・ 専 攻	理学研究科 地球惑星科学専攻
（学位論文題目） Seismic structure of the crust and the uppermost mantle beneath Kyushu, Japan, as derived from receiver function analyses: Implications for volcanic processes （レシーバ関数を用いた九州地方の地殻および最上部マンタル の構造解析：火山活動の理解に向けて）	
論 文 調 査 委 員	（主査） 大倉敬宏 准教授 平原和朗 教授 中西一郎 教授

京都大学	博士 (理学)	氏名	安部祐希
論文題目	<p>Seismic structure of the crust and the uppermost mantle beneath Kyushu, Japan, as derived from receiver function analyses: Implications for volcanic processes (レシーバ関数を用いた九州地方の地殻および最上部マンツルの構造解析：火山活動の理解に向けて)</p>		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>申請者は、沈み込み帯でのマグマの生成・移動・蓄積過程を解明するために、遠地地震波形のレシーバ関数により、九州地方の地震波速度構造解析を行なった。</p> <p>まず申請者は、九州地方の最上部マンツルにおける地震波速度不連続面の形状を推定した。九州地方には 26-50Ma に形成された若いフィリピン海プレートが、30 度以上の高角度で沈み込んでいる。申請者は、さまざまな角度の不連続面を含む速度構造のもとで理論レシーバ関数もとめ、それを 1 次元の水平成層構造を仮定しスタックした。その結果、30-70° に傾く不連続面が推定される位置は仮定した位置と大きくずれることが明らかになった。そこで申請者は、波面法を用いて P 波と PS 変換波の走時差を計算し、傾斜する不連続面での地震波の変換点を求め、その点にレシーバ関数をスタックする、という新手法を開発した。そして申請者は、九州地方で得られた遠地地震波形に新しいスタック法を適用し、フィリピン海プレートの海洋性モホ面の形状を求め、その境界面と大陸性コンラッド面および大陸性モホ面を仮定した構造に対してのベクトリアルレシーバ関数を新手法でスタックすることで、九州全域の上部マンツルの不連続面形状を推定した。その結果、フィリピン海プレートの海洋性モホ面における S 波速度コントラストは 70-90km の深さまで 10%以上であることがわかった。このことから、海洋性地殻の含水率はその深さまで 3%以上であると考えられる。また九州地方の前弧域では、大陸地殻よりも直下のマンツルウェッジの方が低速度となる領域が存在することがわかった。この領域にはスラブ脱水流体が存在し、マンツルウェッジを蛇紋岩化していること、あるいはマンツルウェッジ内に高圧間隙水として存在していることが示唆される。さらに、中部九州では、海洋性モホ面の 10km 上に、スラブ上面に対応する不連続面が検出された。この不連続面は、水和していない高速度のマンツルウェッジと含水鉱物を含む低速度の海洋性地殻との境界であると考えられる。この不連続面の存在は、スラブ上面付近に急な温度勾配が存在することあるいは流体が浸透できない境界が存在することを示唆している。</p> <p>次に申請者は、阿蘇カルデラの地殻構造を推定した。阿蘇火山では 9 万年前に 4 回目の大規模火砕流噴火が発生し、巨大なカルデラ (18km×25km) が形成された。この噴火を引き起こしたマグマは地殻の熔融により生成されたことが知られている。また、深部低周波地震が発生していることから、現在の阿蘇カルデラの地殻深部にも流体の存在することが推測されている。そこで、申請者はカルデラ直下の地殻深部に蓄積されているマグマの存在を確かめるべく、阿蘇カルデラ内に地震観測点を設置し、既存観測点の波形データと合わせて、レシーバ関数の遺伝的アルゴリズムインバージョンを行い、地殻の速度構造を推定した。その結果、カルデラの西部および北東部の地下 15km から 20km の深さに低速度層が見出された。その低速度層は前述の流体存在域のまわり位置しており、この低速度層の S 波速度は 2.5km/s と見積もられた。この低速度層には最大で 15%のメルトか 30%の水が含まれると考えられ、この流体は阿蘇カルデラの大規模火砕流噴火と何らかの関係があることが示唆された。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

九州地方や東北地方などに代表される沈み込み帯では、海洋性地殻内の含水鉱物が、プレートの沈み込みとともにマントルへと運ばれ、マントル物質を溶融させることでマグマが生成されると考えられている。また、九州地方で過去に発生した大規模カルデラ噴火では、溶融し上昇したマントル物質により地殻物質が融解し、大量のマグマとして噴出したと考えられている。しかし、九州地方の最上部マントルの流体の移動経路は、いまだ明瞭には示されておらず、また、カルデラ直下におけるマグマの蓄積過程も明らかではない。本論文は、これらの問題に答えるためにレシーバ関数を用いて九州の地殻および最上部マントルの地震波速度構造を解析したものであり、その内容は二部で構成されている。一つは九州に沈み込むフィリピン海 (PHS) プレートの形状および最上部マントルの地震波速度構造に関する研究、一つは阿蘇カルデラの地殻構造に関する研究である。

レシーバ関数 (RF) とは、遠地地震の P 波の水平成分を鉛直成分でデコンボリューションした時間関数で、地下の地震波速度不連続面で PS 変換した後続波を強調したものである。RF を適切な地震波速度モデルで深さ変換し、多点の RF を空間的にスタックすることで不連続面の形状を推定することができる。しかし申請者は、PHS プレートが高角度で沈み込む九州では、RF を一次元の速度モデルで深さ変換した場合にはプレート境界面の形状を正確には推定できないことを指摘した。直達 P 波と急傾斜不連続面での PS 変換波の入射角が大きく異なるためである。

そこで申請者は、この問題点を改善するために、波面法を用いて P 波と PS 変換波の走時差を計算し、傾斜する不連続面上での変換点を求め、その点に RF をスタックする、という独創的な手法を開発した。変換点を求める際には、スネルの法則が満たされることを条件としており、従来の方法と比べて精度の高いスタックが行われている。またこの手法は、不連続面の形状が未知の場合や 3 次元の速度モデルにも適用可能であるなど、応用範囲の広い優れたスタック法である。そして申請者は RF のトランスバース成分を新手法により用いてスタックし、九州全域における PHS プレート内の海洋性モホ面の形状を決定することに成功した。また変換面における PS 波の振動方向を計算し、RF の振幅情報を用いることで、九州全域の最上部マントルの地震波速度不連続面における速度変化率を推定することにも成功した。大量の波形データを解析することにより得られたこれらの結果は、九州地域においてはこれまで例がなく、評価できる。そして、PHS プレート上面の海洋性地殻は 70-90km の深さまで含水鉱物を保持していること、九州東海岸付近では浅部のマントルにも大量の流体が含まれていることなど、申請者が示した結果は、東北地方とは異なる沈み込み帯での流体の輸送過程を解明する手がかりとなり、これらの研究成果には非常に高い評価を与えることができる。

また申請者は、阿蘇カルデラ内の RF 断面図には、カルデラ直下に存在する速度不連続面での多重反射波の影響が大きく含まれることを示し、RF に遺伝的アルゴリズムインバージョンを適用して速度構造解析を行なうことにより、カルデラ西部と北東部の地殻深部 (深さ 15- 20 km) には、S 波速度が 2.5km/s の低速度層が存在することを初めて明らかにした。このことは、カルデラ噴火の準備過程を考える上で非常に重要な研究成果である。また、カルデラ内外でモホ面の深度には変化がないことをはじめて見いだした点も、別府島原地溝帯の成因に制約をあたえる重要な成果であり、高く評価できる。なお申請者は、この研究を遂行する上で、カルデラ内の観測点を増補するため、カルデラ東部の 5 カ所に地震計を設置し、地震観測を 2 年以上にわたって行ない、RF 解析の空間解像度の向上を達成した。この点も評価に値する。

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、平成 24 年 1 月 23 日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った。その結果合格と認めた。

要旨公開可能日： 年 月 日以降