

氏名	かな お まさ き 金 尾 政 紀
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学位記番号	論 理 博 第 1310 号
学位授与の日付	平 成 8 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Study on Shear Wave Structure for the Crust in the Lützow-Holm Bay Region, East Antarctica (東南極, リュツォ・ホルム湾地域における地殻のS波構造の研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 渡 辺 晃 教 授 尾 池 和 夫 教 授 安 藤 雅 孝

論 文 内 容 の 要 旨

地球内部における地震波の速度分布は内部構造を決めるための最も重要な情報である。直接、手にとって調べることができない地下深部の物質についての知識は、多くの場合、岩石・鉱物の高温高圧下での弾性波速度と地球内部の速度構造との対比から推定されたものである。地球内部の構造や状態を表す物理量に関して、P波やS波などの実体波および表面波の走時解析から得られる速度構造だけではなく、コーダ波の減衰 Q_c やS波のスプリッティングによる速度構造の異方性、また、広帯域地震波を用いたレシーバ関数インバージョンなどのさまざまな新しい解析手法による情報が得られつつある。本研究において、申請者は昭和基地が位置する東南極リュツォ・ホルム湾地域に焦点を当て、上部マントルおよび地殻深部構造について上記のさまざまな手法を用いて詳細な調査を行った。一方、この地域についてのテクトニクス研究は内外の研究者によって精力的に進められ、リュツォ・ホルム湾周辺は、東南極の中でも最もその地殻進化過程の解明がなされている地域の一つである。また、一般に、南極大陸は島孤などに比べて安定した構造をなしており、地殻構造およびその形成過程の研究には最適の場所であると考えられる。

申請者は昭和基地において広帯域地震計による観測を行い、多くの遠地地震記録を収集した。記録された遠地地震を4つのグループに分け、それぞれについてモホ面でのPS変換波を対象にしてレシーバ関数解析を行い、求められたS波の速度構造が波の到来方向によって明らかに相異なることを見つけた。この際、レシーバ関数インバージョンにおける解の信頼性について十分な評価を行っている。その主な結果および考察について次のように要約することができる。

観測点(昭和基地)から沿岸に沿った東北東方向(Backazimuth 50-100°)において、それにほぼ直交する内陸方向(Backazimuth 120-160°)と比較して、中部地殻(深さ15-20km)のS波速度が際だって大きいことが確かめられた。これは、地表で観察される物質の配列および高圧高温下での岩石実験による変成岩速度との対比などの考察から、この地域が東北東方向の圧縮場による広域変成作用を受けた結果であると解釈している。また、みずほ高原における人工地震によるアレー観測によって、24-25kmの深さに反射層を見つけたが、これは変成作用をもたらした圧縮場によって地殻が厚くなるとともに、変成岩の

層構造化がおこった結果であると考えている。これらの事実および考察から、500Maの Gondwana 超大陸形成に伴うパン・アフリカン変動において形成されたと考えられるテクトニクスと矛盾しない結果が得られている。

リュツォ・ホルム湾方向 (Backazimuth 210-250°) の速度構造が内陸方向 (Backazimuth 120-160°) のそれに比べて、モホ面および地殻内部境界面が不明瞭で遷移的 (深さとともに速度が移り変わる) であることが確かめられている。これは他の大陸縁辺部においても見られる事実であり、さらに、リュツォ・ホルム湾沿岸から内陸 900km のドーム基地に至るブーゲー重力異常の測定結果からも同様に大陸縁辺部の構造が示唆されている。このような速度構造の特徴は 150Ma の Gondwana 大陸の分裂を引き起こした北西 - 南東方向の伸長場によって形成されたものであると推論している。

さらに、遠地震の SKS 波のスプリッティング方向は N49°E であるのに反して、浅い地殻内地震の S 波については N133°E であることを確かめている。このような速度異方性の違いは、それぞれ地殻深部および地殻浅部の状態を表すものであり、上記二つの活動期の特徴を示すものとして興味深い。また、近地震のコーダ波の解析によって求めた地殻の減衰係数は島孤などに比べて非常に小さい事実など新しい知見を得ている。

以上のように、本論文は、主として地震学的波形解析によってリュツォ・ホルム湾地域の地殻および上部マントルの速度構造を明らかにし、その形成過程を解明するための重要な情報を得ることができたと言える。参考論文12編は、昭和基地における地震観測に関連したものを含め、この地域の地殻構造についての考察を行ったものであり、主論文のための準備的研究にあたる。

論文審査の結果の要旨

南極大陸およびその周辺海域における地殻構造の研究は1957年の国際地球観測年以降、主に表面波や屈折法人工地震探査によって行われてきた。最近ではトモグラフィの手法によって波長数百 km スケールの表面波による速度モデルが得られているが、短周期実体波を用いた解析はあまり行われていなかった。近年急速に蓄積されている広帯域地震計によるデータを中心とした遠地震波形によるレシーバ関数解析をはじめとして、微小地震の S 波コーダ部分の解析による地殻の減衰係数やアレイ観測データの反射法的処理による反射面の調査など、比較的短い波長の実体波を用いて速度構造を詳細に議論しているのが本論文の特徴である。

申請者は第33次日本南極地域観測隊に参加し、昭和基地において越冬観測して得たデータを主に、その他の利用可能な地震波形データを加え、昭和基地を中心とするリュツォ・ホルム湾地域の地殻および上部マントル構造を総合的に解明した。さらに、このようにして得られた地殻構造を高圧実験から得られた変成岩の弾性波速度と対応させ、地質学的成果による変成岩の形成過程や地殻進化過程と関連づけて議論している。南極大陸の一地域に焦点を当て、速度構造をはじめとして様々な地球物理学的手法によって得られた成果を総合的にまとめ、地質学的解釈を含む地殻進化過程と関連づける研究はこれまでなかった。本研究によって、リュツォ・ホルム湾地域の地殻構造が解明されるとともに、その形成過程が明らかにされたが、これは、他の特徴ある地域においても同様に、現在のテクトニクスおよびその進化過程を知るため

の重要な研究手法となるものであり、高く評価できる。なお、申請者は現在も継続して、低温室内での実験により広帯域地震計の動作特性を詳細に研究し、速度構造研究の基礎となる高精度データの取得およびデータベースの作成に携わり、この研究の進展にそなえている。

本論文においては、遠地地震の広帯域波形によるレシーバ関数インバージョンによる速度構造を中心に議論が行われている。従って、この解析による解の信頼性を評価する必要がある。申請者はインバージョンにおける初期モデルの速度に1%程度の揺らぎを与え、4つの方位グループについてそれぞれ81通りの計算を行った。その結果、各層における速度に含まれる誤差は、中・下部地殻で最も大きく0.4km/s程度であり、上部マントルおよび上部地殻ではそれぞれ0.2km/sおよび0.1km/s程度であることが見積もられた。また、インバージョンにおける波形のフィッティングとモデルの安定性（minimum roughness norm）の関係を調べた後、両者を同時に満足する最適なダンピングファクターを用いて計算を行った。イタレーションは30回まで行い、モデルが安定になる最適解（global minimum）を求め、最終的な結果としている。本論文に示された、レシーバ関数解析によって得られた速度モデルの方位による不均質の研究は表面地質や変成岩の形成過程との対応で興味ある結果を得ているが、これは、上記の評価により充分信頼性のあるものであるとすることができる。今後の課題として、地殻内部層やモホ面の傾斜による影響を定量的に評価し、また、インバージョンにおいて大陸水床や海水などの地表面における低速度層の影響を考慮すれば、大陸地殻における、さらに詳細な構造研究の飛躍的進展が期待される。

申請者が、この地域の速度構造に関連して系統的に研究を進めてきたことを、参考論文からもうかがうことができ、極域という厳しい環境において観測研究を進める上で、十分な見通しと周到な準備のもとに着実に実行することができる能力を有していると判断される。

よって、本申請論文は、博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。

なお、平成8年5月21日、主論文に報告されている研究業績を中心とし、これに関連した研究分野について口頭試問した結果、合格と認めた。