

氏名	いちきまさひろ 市 來 雅 啓
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	理博第2041号
学位授与の日付	平成11年3月23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	Resistivity Structures of a Subduction Zone and a Seismically Active Area —Some Evidence of Fluid and its Role in the Earth's Crust and the Uppermost Mantle— (沈み込み帯と地震活動域における比抵抗構造 —地殻及び最上部マントルにおける流体とその役割—) (主査)
論文調査委員	教授 住友則彦 教授 尾池和夫 助教授 大志万直人

論 文 内 容 の 要 旨

地球内部の地殻および最上部マントルの研究において、近年水が重要な働きをしていることが認識されるようになって来ている。一方、岩石の比抵抗が含水率に強く依存することが実験的に確かめられていることから、地球内部の比抵抗構造の解析は水の状態を調べる有力な手法として注目されている。本論文は地殻及び最上部マントルにおいて最も水が重要な役割をしているとされるプレートの沈み込み帯と地殻の地震活動が活発な地域を選んで、マグネトテリック (MT) 法を用いて地下深部の比抵抗構造を推定し、水の存在や役割について考察している。

これまでに沈み込み帯の比抵抗構造の研究で、一般的に火山フロント付近の下部地殻に低比抵抗体の存在が明らかにされているが、主として沈み込み角度が低角の地域での研究が主であった。そこで申請者は高角度の沈み込み帯である南九州に着目し、火山フロント下の比抵抗構造の研究を行った。さらに、同地域では日向灘沿いに空間波長50kmを越える負の重力異常が存在している事が知られており、下部地殻付近に大規模な低密度の構造があることが予想されているのでこれとの関連性も調べた。

申請者は南九州の研究においては、基本的には海溝軸と直行する断面においての広域的な2次元比抵抗構造、加えて日向灘沿いの負の重力異常域を、南北に横切る平行な2本の測線上での1次元構造をそれぞれ推定した。前者においては、霧島火山帯の直下に幅10kmぐらいの低比抵抗体が、深さの60kmまでのび、深くなるにつれて裾を広げ、火山フロントの前弧側下部地殻につながるような構造を有する事を見いだした。この低比抵抗体は、火山フロントより背弧側の霧島火山帯直下などでは比抵抗値が1 Ω mを切る値であるのに対し、前弧側の下部地殻付近では10~30 Ω mの値を示している。また前弧側の低比抵抗体の上方、深さ10~20kmに高比抵抗体の存在を指摘している。他方、南北2測線においては1次元構造解析を行ったが、結果的には、南北方向へほぼ一様な2次元構造を確認するにとどまり、重力異常を十分に説明できる構造を抽出するには至らなかった。

得られた構造の解釈として、申請者は推定した低比抵抗体は沈み込むプレートからの脱水と関連していると考え、前弧側の下部地殻では低比抵抗で、しかも低密度であるブロックの存在が示唆されることから、これは自由水の存在と水の変成作用で生じた大規模な蛇紋岩の存在によると推定している。さらに、低比抵抗体の上部に存在する高比抵抗体は、自由水を停留させるキャップロック的役割をしていると解釈している。また、背弧側において推定された極低比抵抗体は部分熔融が原因であると考え、これは沈み込むプレートからの脱水が融解温度を下げる役割をした結果によるものと解釈している。

さらに申請者は、地震発生域の比抵抗構造の研究として宮城県北部の地震活動帯を選び詳細な地下の比抵抗構造を推定している。地震の発生の原因の一つとして、水が岩石の空隙に流入し、空隙圧が増加することで、有効応力が低下し摩擦強度

が低くなるために滑りが生じ易くなる事が考えられている。これを仮定すると、地震活動が盛んな震源域では水が存在し、含水率に敏感な岩石の比抵抗は低い値をとる可能性が考えられる。そこで本論文では、宮城県北部の地震活動域の比抵抗構造を詳しく調べた。現在実用化しているMT法のインバージョン解析は通常2次元構造を仮定して行われる。しかし、宮城県北部では地殻表層の不均質構造のためこの仮定が成り立たないので、MT法の応答関数が類似した観測点ごとにグループ化し、各グループ毎に表層の不均質構造の影響を軽減する工夫をし、2次元解析を行っている。さらに求められた構造の特徴的な部分について精密な感度チェックを行い、得られた比抵抗構造の分解能を確認し、比抵抗の低い部分に地震の震源が集中していること、比抵抗構造の境界を境にして、比抵抗の高い部分には地震が発生していないことを確認している。また、求められた表層近くの極低比抵抗体の下面の深さと地震の上限が一致していることも見いだしている。

論文審査の結果の要旨

日本列島のような大陸プレートの下に海洋プレートが沈み込んでいる変動帯では、上部マントルから上部地殻にかけて様々な不均質構造があり、それに関連した地震・火山などの地殻活動が活発であることが知られている。近年、不均質構造は基本的には沈み込むプレートに起源を有する水が、不均質構造の形成や地殻の活動に大きな役割を果たしていることが次第に明らかにされつつある。しかし、このような構造解析は地震学的手法のみからでは自ずから限界がある。これに対して、MT法（地磁気地電流法）等による比抵抗構造探査は質的に異なった情報をもたらすことが期待され、構造探査の有力な手段の一つにあげられている。これは、岩石の比抵抗が含水率に極めて敏感であるからである。従って、今回、申請者が上部マントルや地殻内に存在する水が構造や地殻の活動に影響することを想定して、国内のそれぞれ代表的な二つの場所を選び、詳細な比抵抗構造を明らかにし、これらへの解釈を与えたことは大変価値の高い研究である。

申請者はまず、南九州の日向灘から高角度で沈み込むフィリピン海プレートに関連した火山フロント下およびその周辺の上部マントルから上部地殻に至る比抵抗構造に焦点を絞り、海溝軸に直交する測線と、平行な2測線において高密度の広帯域MT観測を行い、インバージョン法により精密な構造解析を行った。申請者は表層付近の3次元的不均質を考慮して、その影響が解析された2次元構造に出ないような処理を行った後、2次元インバージョンを実行した。この結果から、霧島火山帯直下に深さ60kmまで伸び、しかも下部に行くに従って水平に広がるような構造を持つ低比抵抗体（数 Ωm ）を見つけたこと、また、それが火山フロントの前弧側の下部地殻の低比抵抗（数十 Ωm ）にもつながる事を見いだしている。解釈として、前者、すなわち背弧側の低比抵抗は沈み込むプレートから脱水した水が融解温度を下げた結果として地殻に部分溶解をもたらす極めて低い比抵抗値を示すとしていることは、可能性の高い解釈と評価できる。また、後者、すなわち前弧側の下部地殻の低比抵抗に対しては、同じくプレートからの脱水した自由水を原因と考えており、この自由水が上部地殻にある高比抵抗体によって停留されていると推定している。さらにそれらの自由水の作用で変成させられた蛇紋岩が下部地殻に大量にあり、それは日向灘から南九州内陸にまでおよぶ大規模な負のブーグ異常を説明しようとの解釈は新しいもので今後の検証が待たれる。

申請者が選んだ今一つのフィールドは、宮城県北部の地震活動帯である。地震活動と比抵抗構造との関連性は国内の地殻比抵抗構造を研究するグループによって10年以上にわたって観測研究がなされてきたが、これまでの構造解析結果では、求められた比抵抗構造の分解能が十分でないため、地震活動域との関連を十分な精度で論じることが難しかった。今回申請者は観測点をグループ分けをし、且つ表層の3次元的不均質構造の影響を努めて軽減する方法を採用して、それぞれについて2次元インバージョンを行い、最終的に局所的な構造を分離し、広域的な2次元構造の抽出に成功している。さらに得られた構造の中で特徴的なものに対して綿密な感度チェックを実施して、構造の分解能を確認している。これらの結果から、微小地震の震源が上部地殻の比抵抗の低い部分に集中していること、逆に地震活動が不活発な所は比抵抗が高い事を見いだしたことは、地殻内の地震発生メカニズムを考える上で極めて価値の高い知見を与えたと判断される。

申請者が本研究で見だし、考察した上部マントルから上部地殻に至る比抵抗構造への水の関与、さらに、地震発生機構に関連した水の働きなどは、なお検証の余地を多く残すものではあるが、綿密な観測と精密な構造解析から導かれたモデルおよびその解釈は極めて説得力に富むもので、この研究分野の将来への展望を強く示唆したものとして高く評価できる。

以上の観点から、本申請論文は、博士（理学）の学位として価値有るものと認めた。なお、平成11年1月27日、主論文に

報告されている研究内容と、これに関連する分野について口頭試問を行った結果、合格と認めた。