【55】

氏　　　名	後藤忠徳（ごとうただのり）
学位(専攻分野)	博　士（理　学）
学位記番号	理　博　第1867号
学位授与の日付	平成9年7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	Study on the Electrical Resistivity Structure around the Seismogenic Zone in the Crust （地震発生域周辺における地下比抵抗構造の研究）
論文調査委員	（主査）教授 住友則彦　教授 荒木　徹　助教授 大志万直人

論文内容の要旨

日本列島の内陸部では，大小様々な大きさの地震が起きている。これら内陸地震の活動の場を研究する事は，地球科学の上でも，防災を考える上でも非常に重要である。中でも地震発生域周辺の地下比抵抗構造の研究は，地震発生の条件に種々の制約を与えうると考えられる。それは岩石の比抵抗は，温度や含水率などの変化によって桁単位で大きく変化するので，比抵抗構造は，地下の温度構造や間隙水の分布について有力な情報を反映すると考えられるからである。

これまでの研究では，地殻の地震活動は低比抵抗域との関連で論じられることが多かった。しかし，従来の比抵抗構造解析では観測点直下の表層付近の比抵抗異常の補正がなされておらず，その結果，求められた抵抗構造が大きくゆがめられている可能性があった。

本論文では，わが国で代表的な微小地震活動域の一つとして，岐阜県中部の跡津川断層周辺，また，群発地震活動域として南九州のえびの群発地震域である加久藤カルデラ周辺を取り上げ，これらの地下の詳細な比抵抗構造に関する研究を行っている。

申請者は，これらの地域で，自然の広帯域の電磁場変動を観測し，MT法（地磁気・地電流法）を用いて深さ約15kmまでの精密な地下比抵抗構造を明らかにした。この際，観測点直下の浅部比抵抗異常の補正を行った後にインバージョンを行えるよう，解析手法に工夫を加えている。これらの結果から，まず，跡津川断層の比較的地震活動が不活発な中央部では，深さ3～5kmに，断層を横切って，水平方向に広がる高比抵抗層が存在し，その下の下部地殻（深さ10km以上）には低比抵抗層が存在している事を明らかにした。これに対して，地震活動が活発な断層西部域では，断層の北側にのみ深さ3～10kmに高比抵抗層の存在を確認したが，断層の南側には広がっていない事を明らかにした。さらに，断層西部域の下部地殻の抵抗は，断層中央部ほどは低くない事も明らかにした。

申請者はこれらの比抵抗構造の解釈として，断層中央部の高比抵抗層下の下部地殻の低比抵抗層の原因は，別に明らかにされている地震波反射面の存在などから，岩石の空隙中に存在する自由水によると考え，その水の供給源は，例えばフイリッピン海プレートの沈み込みに伴って地下深部にとりこまれた水の可能性などを議論している。また，断層西部域の下部地殻よりも，中央部のほうがより低比抵抗を示す事に対しては，断層中央部ではその下に広がっている高比抵抗層が地下深部から上昇する自由水を下部地殻にトラップしており，逆に断層西部域では，そのような高比抵抗層が広くは存在しないため，水は断層面に沿って上部地殻に上昇して来ていると考え，この結果，断層西部域周辺の岩石の有効応力が低下し，地震が起きやすくなると考えている。これらの推測は跡津川断層周辺の地震活動の特色とも矛盾しない。

他方，加久藤カルデラ周辺の比抵抗構造を詳細に見ると，えびの群発地震の震源域はその周辺部よりむしろ高い比抵抗値を示すことが分かった。地震活動域の深さの下限の空間的分布や，地震波トモグラフィーの結果から，震源域とその周辺の熱的構造には大きな差はないと考えられるので，震源域はその周辺よりも岩石の空隙率が低く，従って含水率が低いため高比抵抗値を示すと考えている。更に，このことから震源域の岩石は，その周辺部に比べて強度が高く，大きな歪みを蓄積し

うる可能性があり，時折顕著な群発地震を生じる原因ではないかと推測している。群発地震のいま一つの可能性として，霧島火山群より時折供給される深部地下熱水が，震源域の空隙率の低い岩石の下に蓄えられ，間隙圧を増した後に地震を引き起こすことも考えられる。しかしながら，このような地下水がかつて仮に存在したとしても，えびの地震から約30年たった現在では拡散してしまっているようで，震源域は現在高比抵抗値を示している。

以上のように，地震活動域と比抵抗構造との関係はかなり複雑である。しかしながら申請者は本論文で，従来，地震発生域は低比抵抗との関連が深いと考えられていたことに対して，むしろ周辺よりも高比抵抗を示す地域について注目する必要性を指摘し，高比抵抗層の存在が地下深部からの水の上昇に制限を与えており，結果として地震活動に制約を与えているのではないかと論じている。なお，参考論文３編は，中央構造線に関する比抵抗構造の予察的な解析，能登半島沖地震に伴う地磁気全磁力値の変化に関する考察，および跡津川断層周辺での予察的な地下構造解析に関する研究であり，主論文のための準備的基礎研究に当たる。

論文審査の結果の要旨

地震発生場の研究において，近年，地震活動は低比抵抗層に関係するのか，それとも高比抵抗層に関係するのかについて，様々な議論がなされている。しかしながら，これまでの地下の比抵抗構造の見積もりは，観測データの不十分，インバージョン法の不完全性，表層構造の影響除去の不備等のため，構造モデルの精度は低く，十分な議論に耐えうるには至っていなかった。

本論文では，従来に比べ，はるかに幅広い周波数帯（10kHz～1000秒）で自然の電磁場の測定が高精度でなされており，しかも調査対象で高密度の観測がなされている。また，データ解析においては，２次元インバージョンの最新の手法を取り入れると共に，従来行われていなかった観測点直下の表層付近の比抵抗異常（いわゆる static shift や galvanic distortion）の補正を行うため，インバージョンの過程で，特に static shift の補正を効果的に取り入れる新しいアルゴリズムを開発している。これにより従来の方法より簡便に static shift 補正を行うことができるようになったと同時に，表層付近の比抵抗値が既知の場合には，より簡単に補正を含むインバージョンが可能となった。この手法の開発により，地震活動域の比抵抗構造の見積もりを今までにない高い分解能で論じることが出来るようになったことは大いに評価される。

本論文において申請者は，まず跡津川断層周辺の詳細な比抵抗構造を求め，これと地震学的な構造に関する知見とを合わせ，断層周辺の地震活動度の特色との関連を詳しく論じている。またこのことから定性的ではあるが，深部地下水が微小地震の発生に関与する一つのモデルを提案している。従来，国内外の多くの研究から，下部地殻の低比抵抗の原因を自由水の存在によって説明する試みがなされてきたが，本論文のように下部地殻の低比抵抗層と上部地殻の地震活動を結びつけたモデルは数少なく，高く評価される。

申請者は次に，えびの群発地震の震源域は高比抵抗であることを見いだしているが，このことは従来一つの考え方として提唱されている，高圧地下水の上昇に伴う群発地震の発生とは調和しない。高比抵抗はむしろ空隙率の低い，従って含水率の低い岩石から構造されていると考えざるを得ない。このことから震源域の岩石の強度はむしろ周りよりも強いことが示唆され，大きな歪みを蓄積することが可能で，その結果として群発地震が時折発生すると指摘している。このように高比抵抗域と群発地震活動との関連を論じたのは申請者が初めてで地震発生の場の研究への貢献は高い。

本論文によって示された，地震活動への地下水の関与については，現段階では定性的にしか論じられていない。しかしながら地震発生に関して注目されている地下水の働きを明らかにする上で，本論文で示された地震発生域の詳細な地殻比抵抗構造の研究成果は地震発生への重要な制約を与えたものと考えられ高く評価できる。特に高比抵抗域では現時点での微小地震活動は低いが，その反面大きな地震や群発地震が起きる可能性があることを示唆したことは大きな問題提起である。

以上を総合して本申請論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。

なお，平成９年４月９日に，主論文に報告されている研究業績を中心に，これと関連した研究分野について試問した結果，合格と認めた。