

論文審査の結果の要旨

氏名 桑 野 修

本論文は本論の5章と付論の3章からなり、三宅島2000年噴火活動中に観測された長周期地震波パルス（VLP パルス）にともなう地電位差変動の物理メカニズムを解明するため、地電位差データの再解析を行うことでその波形特性を明らかにし、VLPに伴う体積歪の不均質への地下水応答が界面動電現象を介して遍在する電流源を形成するという物理モデルを提唱して現象を記述する基礎方程式の定式化と数値計算法の開発を行い、それらの結果に基づいて地電位差変動を説明する力源の性質や位置を推定した。得られた力源は、地震波解析から推定されるものと調和的であることが示され、このことによって、地電位差変動観測がVLPパルスのような地殻変動の地下体積歪分布を推定する手段の一つたりえることを世界にさきがけて実データと物理モデルに基づいて実証したものである。第1章はイントロダクションであり、三宅島2000年活動の推移を概観し、その中でカルデラ形成期に繰り返し観測されたVLPパルスとそれに伴って観測された地電位差変動を紹介している。その地電位差変動は従来から界面動電現象を介した地下水流動による電流源の生成をソースに持つと考えられていたが、定常状態の記述に基づいた従来モデルではその地下水流動を駆動する物理的実体の理解が不十分で定量的なモデル構築が困難であったことを指摘し、VLPパルスに伴う応力分布を考慮した非定常モデルを構築する必要性を論じている。この章に関連して付論のA章では、本論文全体の基礎となる界面動電現象について従来の研究によって得られている知見を概観し、B章ではマクロな系に対する界面動電現象の定式化を行っている。

第2章では、地電位差データの再解析、すなわちVLPパルスに伴う地電位差変動を抽出する目的にとってはノイズとなる地球外部電磁場ソースによる誘導成分を除去するための独自の手法の開発と、その手法を適用することで得られたS/N比の高いVLPパルスに連動する地電位差変動の性質について述べている。S/N比をあげたことによって、島内8ヶ所の全観測点でVLPパルスに連動する地電位差変動が捉えられていたこと、その振幅とVLPパルス地震波形振幅との間で明瞭な正の線形関係が存在することが明らかとなり、すべてのVLPパルスイベントに対してスタッキングを行うことでさらにS/N比の高い地電位差波形データが得られた。第3章では、体積歪の空間不均質によって地下水が駆動され、界面動電現象を介して生じた遍在する電流源による地表での電位分布を計算するための基礎方程式の導出と、その数値計算法の開発について記述している。その数値計算法に基づき、幾種類かの点力源モデルによる電流源の分布を明らかにし、地表で観測されるべき地電位差分布の性質について議論した。その結果、地表の電位分布に強く寄与するのは地下浅部の地下水流による電流源であること、この

ことから従来考えられていた膨脹源ではソース直上が正の電位分布となり観測された地電位差分布を説明できないこと、波形の時定数から地下水流動の拡散定数が推定できるが、その値は通常地下深部で考えられている値にくらべてかなり大きく、地電位差変動をもたらすソースが透水率の良い地下浅所に存在する可能性が高いことを指摘した。

第4章では、第3章で開発した数値計算法を用いて、第2章で得られた S/N 比の高い地電位差波形の振幅分布を再現する力源モデルパラメタをインヴァージョンによって推定した。力源メカニズムを点鉛直開口クラックと仮定してその力源パラメタを推定した結果、最適な力源の位置は火口の南に位置する観測点 st#5 の直下、深さ約 1200m、走向 N50E と決定された。この結果は VLP パルスのモーメントテンソルインヴァージョンで得られていた震源位置、走向と調和的であった。また、ゼータ電位や比抵抗などの周辺物理パラメタの取りえる値の範囲を考察し、VLP パルスの地震モーメントが 10^{17} (Nm) のオーダーであれば物性的に現実的な範囲で観測値の振幅分布が説明できることを示した。なお、付論の C 章の中で、三宅島の火山岩のゼータ電位を決定するために行った室内実験についての記述、議論を行っている。最後の第5章では、本論文の全成果をまとめている。

以上のように、本論文では、基礎となる室内実験、データ解析から物理モデルの提唱、数値計算法の開発に至るまですべて本論文提出者が独自に研究を進め、VLP パルスに伴った地電位差変動を説明する有力な物理モデルを提唱することに成功した。そのことによって、体積歪変動分布を推定する新たな観測手法、解析手法が創出されたことになり、今後火山噴火、地震メカニズム解明の場において広く用いられることになると期待できる。したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。