

論文審査の結果の要旨

氏名 山 本 希

本論文は、活火山周辺で観測される火山性微動の発生メカニズムを、火山体周辺に設置した広帯域地震計の観測記録に基づき解明したものである。活火山周辺で観測される火山性微動と呼ばれる振動は、通常の断層運動とは様相の異なり、火山直下におけるマグマや熱水・火山ガスといった火山性流体の運動と密接な関係があると考えられている。そこで、その発生場所・発生メカニズムを解明することは、火山現象の理解・噴火予知の両面において重要である。

本論文の構成は、1. 有珠火山における広帯域地震観測、2. 阿蘇火山における広帯域・短周期地震観測、3. 境界積分法による流体亀裂の数値解析、4. 流体亀裂数値解法の阿蘇火山火山性微動への応用、となっている。火山性微動は、その多様な発生メカニズムにより数ヘルツから数十秒にわたる幅広い周波数を含み、その発生過程の解明には広帯域地震計による観測が不可欠であるため、筆者は、先ず、有珠火山および阿蘇火山において行った広帯域地震観測とその解析より明らかになった火山体直下での微動発生源の位置や運動学的メカニズムについて纏めている。

有珠火山では、有珠火山 2000 年噴火の際に広帯域地震観測を実施、周期約 12 秒の微弱な長周期火山性微動を検出した。解析の結果、微動源は地下約 5km に位置し、そのメカニズムは球体の膨張・収縮と亀裂の閉口・開口の和に相当すること、求められた微動源位置は岩石学的に見積もられたマグマ溜りと一致し、さらに微動の時間的变化は測地的に観測された地表隆起と強い相関を示すなどを明らかにした。

さらに筆者は、阿蘇火山で常時観測される周期約 15 秒の長周期微動が、火口直下に存在する亀裂状火道の振動であることを広帯域地震観測データから明らかにしてきたが、本論文では、地震計アレイ・地震計ネットワークによる観測データも用いて、長周期微動に同期して発生する短周期微動の振動源の解析も行った。その結果、短周期微動の振動源が長周期微動源の亀裂状構造の上端付近に位置し、円筒状の振動源が径方向に運動することによるものであることを明らかにした。

上記のような観測データの解析は、振動域に働く力源を明らかにするも

のであるが、その力源を生み出す物理過程をデータ解析だけから明らかにすることは困難である。そこで筆者は、火山性微動源のひとつの有力な振動源モデルである流体を含んだ薄い亀裂（流体亀裂）の運動を効率よく数値的に計算する手法として、亀裂内流体と亀裂外固体の弾性的カップリングに関して境界積分法を用いた定式化を行った。この定式化により、従来用いられてきた時間領域差分法による計算に比べ、効率よく安定に流体亀裂の振動を計算することができるようになった。この部分が本論文のもっとも独創的な部分である。流体亀裂のモデル自体は既存のモデルであるが、この新たな定式化により物理パラメータの幅広いレンジに対して流体亀裂の挙動を網羅的に調べることが可能となり、観測データ及びその解析結果との比較検討、定量的なモデル化を詳細に実施できるようになった。

この手法を阿蘇火山火山性微動への応用したのが、最後の章である。その結果、長周期微動源の亀裂は、大きさが $2500 \times 1000 \times 25$ m 程度であり、その内部はガス重量の多いガス-粒子混合物であることが明らかになった。さらに、推定された物理パラメータを用い、この流体亀裂の共鳴振動を検討した結果、長周期微動に同期して発生する短周期微動は、亀裂共鳴に伴った亀裂内流体の運動によって生じる上端での圧力変化によって引き起こされている可能性を示した。これにより、上述の短周期微動の震源メカニズムから示唆された火道システムの運動という枠組みの中での長周期微動・短周期微動の相互作用が定量的に示された。

筆者は、以上のように、広帯域地震計を用いた観測研究と独自の数値解析法の定式化による流体亀裂モデルの数値実験を通じて、阿蘇火山直下での火山性流体の挙動そして火山性流体・火山体相互作用の場としての火道システム全体の振舞いを明らかにした。この様に火山性微動の観測研究とその物理過程の定量的モデル化を統一して行った研究は極めて希であり、それを可能とした要因は、本論文で新たに開発した流体亀裂モデルの境界積分法による定式化である。これは従来の研究にはない独創的な内容であり高く評価できる。また、有珠火山では火山深部でのマグマの動きを地震学的に検出する事にも成功した。これらの成果は、活火山における物質輸送・流体システム全体の理解に新たな知見を与えるものである。

なお、本論文の有珠火山に関する研究は、川勝均・小山順二・蓬田清との共同研究であるが、論文提出者が中心となって観測・解析を行ったもので、その寄与は十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。