

論文審査の結果の要旨

氏名 栗原 亮

本論文は、火山地域において、通常地震よりも深いところで発生する深部低周波地震に注目し、その活動の実態を詳細に調べ、火山活動との関係を議論したものである。本論文は7章からなる。第1章で本研究の背景と目的を述べ、第2章で使用するデータと解析方法について説明している。第3章では、日本全国の火山地域において、連続地震波形の網羅的な解析を行い深部低周波地震活動の特徴と多様性を示した。第4章では、解析期間中に2度のマグマ噴火が発生した霧島火山地域に対して、深部低周波地震と火山活動の関係を調べ、第5章では、他にも顕著な火山活動のあった4火山を加えて比較している。第6章では、3～5章の結果に基づき、火山性深部低周波地震の発生場と発生メカニズムについて論文提出者の描像を述べ、第7章で全体の結論がまとめられている。

第3章は、本研究の主要な成果の一つである。日本全国の活動的火山周辺、および、それに準ずる地域から、52地域を選び、2004年～2018年の15年間にわたる深部低周波地震の新しいカタログを作成した。その作成は、主に、(1)精度の高い発生源位置推定、(2)イベント検出率の向上、(3)イベントのグループ分けによる時空間分布の特徴抽出、という3つの解析に基づいている。(1)と(2)は、既存の手法を用いたものであるが、多数の火山地域において系統的な解析が行われたのは、初めてである。(1)からは、各地域で、発生源が複数の小さなクラスターに分離して存在することが明らかになった。また、(2)によって、検出されたイベント数が飛躍的に増加し、統計的な議論が可能となった。(3)は、独自性が高く、特定の場所で特定の期間に群発するグループがあることなど、活動の新しい特徴が提示された。52地域に対する解析結果は、論文の付録として掲載されており、発生源位置、主なグループの発生時系列・発生間隔・マグニチュード、および、波形の特徴を示すパラメータが図示されている。

第2の主要な成果は、霧島火山新燃岳2011年噴火に関連する火山活動と、深部低周波地震の関係についての新たな発見であり、第4章に述べられている。新燃岳では、噴火の約1年前から、火口北西方向の地下約8kmを中心とする膨張が続いており、噴火に対応して収縮したことから、マグ

マはこの膨張源から噴出したと解釈されている。一方、本研究では、この膨張開始に同期して、深部低周波地震の発生が増加したこと、また、その震源は膨張源の反対側の火口東南東深部に分布していることを明らかにした。また、他の地域同様、異なるクラスターでの地震活動が、異なる時期に群発化しており、それぞれの群発時期が火口活動の特徴の転換期とよく同期していることも見出した。これらのことから、火口東南東の深部低周波地震発生域、北西の膨張源、火口という、水平方向に 10 km 以上、深さ方向約 30 km に点在する 3 つの地域が圧力的につながっていることを提案した。新燃岳に対する南東方向からのマグマ供給は、これまで考えられていなかったものであり、この結果は、新燃岳火山のマグマ供給系に対する新たな制約を与えるものである。

本研究は、深部低周波地震の発生メカニズムや噴火との因果関係を解明したものではない。むしろ、多くの地域に対して網羅的に解析を行うことにより、噴火が発生しても期待するほどの深部低周波地震活動のない例や、火山活動が低調であっても活発な深部低周波地震活動がみられる例、東北地方太平洋沖地震による深部低周波地震活動への影響は限定的であることなど、活動様式の多様性が浮き彫りになった。対象とする自然現象の実態をよく観察することは、自然科学の基本である。本研究は、今後の火山性深部低周波地震研究の基盤と位置付けられ、その波及効果は極めて高い。

なお、本研究は指導教員である小原一成、および 2 名の研究者との共同研究であるが、論文提出者が中心となって解析、解釈を行った。膨大なデータに対し、主体的に検討を進めており、研究全体への寄与は十分であると判断する。その証拠として、第 4 章の内容は、論文提出者を筆頭著者とした論文として既に公表されていることを申し添える。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。