

氏名	もり 森	たけ 健	ひこ 彦
学位(専攻分野)	博士(理学)		
学位記番号	理博第2264号		
学位授与の日付	平成12年11月24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	静穏期の阿蘇火山で発生する短周期火山性微動 HB-Tremor の震源メカニズム		
論文調査委員	(主査) 助教授 須藤靖明	教授 石原和弘	教授 古澤保

論文内容の要旨

活火山においては、活動状態に応じ、様々な原因によって発生する振動現象があり、波形も変化に富んでいる。これらの振動は、火山性地震と火山性微動とに大別されるが、明瞭な区分が困難な振動もある。火山性地震は一言で言えば火山体内部での破壊現象であるが、原因が蓄積されたひずみの解消やマグマの移動によるものから、爆発地震にみられるように破裂型のものまである。火山性微動は火山体内部で流体が関与する振動で、一般に比較的継続時間が長い現象であるが、短時間で終わる振動もある。また、周期の異なるいくつかの振動が前後して発生する現象も観測されている。このように火山における振動現象は複雑であるが、火山活動とりわけ噴火過程に密接に関わることから、その本質の解明は火山地震学における重要な研究課題で、特に、火山性微動は火山体内部での物質の移動に大きく関わる現象であるため、重要な研究対象である。

本論文は、阿蘇火山において火山活動の静穏期に発生した周期の異なる振動が前後して発生する短周期火山性微動に注目し、火山性の振動現象を理解する上で必要であるという見地から、その発生源と発生メカニズムを求め、相互の関係を明らかにし、さらに、この振動現象と連動して発生した周期約15秒の超長周期火山性微動を含めて、これら3つの振動現象の発生過程を考察したものである。

ここで注目した短周期火山性微動は10Hz前後の高周波成分とその1~2秒後に現れる2Hz前後の低周波成分から構成される継続時間が約5秒以下の振動である。この振動現象を本論文ではHybrid-Tremor (HB-Tremor) と呼び、高周波成分をHF-Part、低周波成分をLF-Partと区分した。HB-Tremorの特性を解析するために、火口周縁に約70点からなる高密度観測網を設置し、HF-PartとLF-Partの震源位置と震源メカニズムを求めた。震源位置はセンブランス法によって求め、震央位置がHF-Part、LF-Part、両者とも第1火口東南でほぼ同じであったが、LF-Partの深さがHF-Partより500m程度深く、HF-PartとLF-Partの震源が異なることを示した。

HF-Partの震源メカニズムについては、RMS振幅分布が方位による変化よりも距離減衰に強く依存することから等方的なメカニズムと推定した。LF-Partについては、モーメントテンソルインバージョン法によって、ダブルカップル型のメカニズムを得た。

次に、HF-PartとLF-Partの震源メカニズムからそれぞれの震源パラメータと発生過程の考察を行った。HF-Partは、等方成分の地震モーメントの大きさから、小さな体積変化量で発生していることを示し、HF-Partの発生時に第1火口南壁の噴気量が増加する様子が認められたことから、HF-Partは蒸気及びガスの小規模な噴出によって発生する地震であると推定した。LF-Partは、浅部でのHF-Partの発生による体積変動が水蒸気を媒体に深部へ伝播することで発生するもので、すべり面に水と蒸気の2相状態が存在したせん断破壊による低周波地震であると推定した。

一方、広帯域地震計の波形記録には、HB-Tremorの発生時刻とほぼ同時刻に、引きの振動から始まる周期約15秒の超長周期微動(LPT)の発生が認められ、LPTの初動部付近には短周期の振動が付随し、この短周期の振動がLF-Partと同じ周波数成分の振動であったことから、LF-PartとLPTはほぼ同時刻に発生していることが判明した。また、LPTの震源

モデルである引っ張り割れ目の圧力軸が、LF-Partの圧力軸と一致していたことから、せん断破壊を伴いながら引っ張り割れ目が閉じることによってLF-PartとLPTが連動して発生するものと推定した、以上のことから、HB-Tremorは、蒸気及びガスの小規模な噴出によって発生する地震(HF-Part)とせん断破壊による低周波地震(LF-Part)が合わさったHybrid型地震であり、さらに、LF-Partであるせん断破壊とLPTである引っ張り割れ目の収縮が同時であることから、Hybrid型地震には、超長周期微動(LPT)をも含む振動現象であると結論した。

論文審査の結果の要旨

活火山においては、その活動状態に従い様々な振動現象が発生する。この現象は火山性地震、すなわち火山体内部での破壊によるものと、火山体内部で流体が関与する火山性微動とに大別されるが、明瞭な区別が困難なものもある。これらの振動現象は、火山活動とりわけ噴火過程と密接に関わることから、その本質の解明は火山地震学における重要な研究課題である。特に、火山性微動は火山体内部での物質移動に大きく関わる現象であるため、その研究は重要である。

申請論文は、阿蘇火山において火山活動が静穏な状態にある時期に特徴的に発生した高周波成分と低周波成分の振動が連動した現象に注目し、それをHybrid Tremor (HB-Tremor)と名付け、それぞれの発生位置および発生メカニズムを推定し、火口直下でそれらが連動し一つの振動現象となる発生過程モデルを構築し、その本質を明らかにすることを試みたものである。

申請者は、まず、火口周辺に高密度な観測点を展開し、HB-Tremorを観測し、高周波振動(HF-Part)と低周波振動(LF-Part)の震源を走時を用いたセンブル解析で求めた。震央はほぼ同じ位置であったが、HF-Partはほぼ地表近くに、LF-Partはそれよりも500m程度深くなり、HF-PartとLF-Partの震源が異なることを明らかにした。それぞれの震源メカニズムの検討から、HF-Partは等方的で、蒸気及びガスの小規模な噴出によって発生する地震であると推定し、LF-Partはダブルカップル型で、すべり面に水と蒸気の2相状態が存在したせん断破壊による低周波地震であることを明らかにした。

さらに、申請者は、広帯域地震計の観測記録にみられる、引きの振動で始まる周期約15秒の超長周期微動(LPT)の初動部付近に見られる短周期の振動がLF-Partであることを示し、LPTとLF-Partがほぼ同時刻に発生し、LPTの引っ張り割れ目の圧力軸とLF-Partのせん断破壊の圧力軸とがほぼ一致していることを明らかにした。

その上で、阿蘇火山で、火山活動が静穏期となった時期に頻発していた高周波振動、低周波振動および超長周期微動の一連の振動現象を連動した地震活動ととらえ、ややもすると定性的に議論されてきた火山性微動の研究を、発生位置とメカニズムの解明を行い、それらの連関を見出して、定量的に説明し、客観的に判断できる結果を提示したことは、高く評価できる。

また、火山で発生する周期の異なる連動性の振動現象のうち、高周波振動は物質の破壊現象に関連し、火山体内部に存在する流体がそれに励起されて低周波振動が発生するという考えがあるが、今回得られた結果は、先行する高周波成分が流体の膨張収縮に、後発の低周波成分がすべり面には、流体が関わる、一種の破壊現象であることを示した。これは従来考えられていたこととは異なるもので、従来の考え方に問題を提起したものであり、また、このように、2ないし3の異なる振動が連動して発生する現象について、それぞれの震源位置が相違し、発震機構も異なることを示したことは、新たな知見として評価できる。このような観測結果が得られたことは、他の火山では、ほとんど不可能な活動火口へきわめて接近して、高密度な観測網を構築出来たことによるものである。申請者は、観測網の構築に積極的に関わり、観測を行い、データの収集に努力した。

以上のように、本論文は、活火山において、その発生位置とメカニズムが注目される火山性微動の中のHB-Tremorの発生位置と発生過程を詳細に検討したもので、いままでこれらの現象を火山性微動ととらえていたが、一連の地震現象であると明確にし、火山における火山性微動活動に対し、新たな視点を与えたものであり、阿蘇火山の火山活動と密接に関わる火山性微動の発生要因を考える上で、今後の研究の発展につながり、本論文は博士(理学)の学位論文として価値のあるものと認められた。

参考論文3編のうち2編は本研究の基礎となったものであり、残りの1編は九重火山の火山活動を地震活動・地盤変動が

ら論じたもので、いずれも申請者の活発な研究活動を示すものである。

なお、平成12年9月1日に本論文の内容とそれと関連する研究業績について口頭試問を行った結果、合格と判断した。