

氏 名	スキル マリヤント Sukir Maryanto
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 3137 号
学位授与の日付	平 成 19 年 3 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	Mechanisms of Harmonic Tremors at Sakurajima Volcano, Japan (桜島火山のハーモニック微動の発生機構)
論文調査委員	(主 査) 井 口 正 人 助教授 須 藤 靖 明 教 授 町 田 忍

論 文 内 容 の 要 旨

桜島火山など活動的な火山ではハーモニック微動と呼ばれる正弦波的な規則正しい振動が長時間観測される。桜島火山ではその多くが、B型地震と呼ばれる火口直下の浅部において発生する地震が群発し、その波形が単純化していく過程において発生するが、稀に爆発的噴火に引き続いて発生する火山性微動の波形が単純化する過程で発生することがある。申請者は前者をHTB (Harmonic Tremor after B-type earthquake swarm)、後者を顕著な噴火を伴うことからHTE (Harmonic Tremor after Eruption)と呼称し、それぞれについて解析を行い、その発生メカニズムを考察した。

まず、その両者についてスペクトル、振動軌跡、モーメントテンソルを調べることにより地震学的な特徴の相違と類似性を明らかにした。HTB、HTEともこれまで知られているようにいずれも基本周波数とその整数倍にピークがあるスペクトル構造を持つが、HTBのピーク周波数は長時間にわたってほぼ一定の周波数範囲にあるのに対し、HTEのピーク周波数は数分間で高周波側に移動する。最も顕著なものでは周波数が約4倍に増加した。振動軌跡を調べることにより両者はともに、Love波が時々混在するもののRayleigh波が卓越することを明らかにした。また、Rayleigh波の振動軌跡には波動の伝播方向に回転するものと伝播方向と逆方向に回転するものがあるが、地震計の設置深度を考慮することにより回転方向の相違が説明できることを示した。更にハーモニック微動のRMS振幅の空間的な分布から震源の深さとそのモーメントテンソルを求めた。いずれの震源も山頂火口直下の深さ0.3~0.5km付近の浅い場所に求まった。また、モーメントテンソルの解析により鉛直方向の力が卓越する膨張と収縮を繰り返す震源により両者は励起されることを示した。

申請者は震源の深さがこれまでに推定されているガス溜りの深さに一致することからガス溜りの共鳴がHTBとHTEを励起しているものと推定した。次に、スペクトルの時間変化の相違を引き起こす原因について考察した。HTBでは火口周辺の地盤が隆起する傾斜変動が検出されるが、HTEの発生では逆に沈降する傾斜変動が観測される。このことは、HTBは火孔が閉塞した状態で発生するのに対し、HTEは噴煙の放出を伴うことに対応するものと考えた。HTEではHTBと同様に基本周波数とその整数倍にピークがあり、その特徴を説明するため、開いてはいるもののガス溜りの直径に比べて十分小さい火孔が開放している共鳴体により発生していると考えた。また、ピーク周波数が高周波側に移動することについては、深部のマグマ溜りが収縮することからマグマ頭の上昇によってガス溜りの長さが短くなったと推定した。最終的に、HTBは火道上部の溶岩ドームにより封入された安定したガス溜りの振動であるのに対し、HTEは噴火により溶岩ドームの一部が破壊された結果、小さな火孔からガスが抜けることによってマグマが深部から上昇し短縮しつつあるガス溜りの振動であると結論付けた。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

ハーモニック微動はその波形が規則的であるという特徴がゆえにこれまで世界中の多くの火山において研究が行われてきた。その多くがスペクトルに関するものであり、様々なパターンのスペクトルの時間変化が示されており、スペクトルの特

微からその震源において波動を励起する震源の時間関数の規則性が議論されている。これまでの研究ではハーモニック微動を地震学的な問題として研究されており、火山活動との関連性、特に、ハーモニック微動が発生しているときの噴火活動との関連性については調べられていない。また、震源そのもののメカニズムについては、振動軌跡の様式が、震源を取り巻く観測点とモードで異なり、しかも時間変化を示すことから震源における力のかかり方については何も明らかにされていないのが実情であった。また、震源の位置については火口付近の浅い場所と推定されているだけで、定量的な見積りはされていなかった。

このようなこれまでの研究に関する問題点に対して申請者は、火山活動の活発な桜島のハーモニック微動について1982年から2002年の約20年間の記録を調べることにより、これまでよく知られているB型地震の群発後に発生するハーモニック微動以外にも、発生回数は少ないものの噴火発生直後に発生するものがあることを指摘し、地震活動と噴火活動との時間経過に基づいて2種類に分類し、この両者について解析を行った。一連の地震活動の推移におけるハーモニック微動の位置づけについてはこれまでなされていない。

振動様式が複雑で様々な波動のタイプが混在することに対しては、申請者は地表近くの軟弱地盤の影響を受けにくい地中地震計のデータを使用することにより観測点やモード、時間変化によらずRayleigh波が卓越することを見出した。更に申請者は振動軌跡の回転方向が地中地震計の深さによって異なることを利用し、Rayleigh波であることを確認した。また、ハーモニック微動の5観測点3成分の記録のRMS振幅分布を利用してモーメントテンソルを求め、あわせて震源の深さを定量的に見積もった。ハーモニック微動についてはこのような試みは初めてのことである。

更に申請者が、これら2種類の微動のスペクトルのピーク周波数の時間変化の相違について、地盤変動や表面現象などの観測から得られるデータから火道上部の状態を推定し、その震源のモデルに関して考察を加えたことは高く評価できる。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。