

氏名	スリ ヒダヤティ Sri Hidayati
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	理博第3138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	Study on Volcano-tectonic Earthquakes at Sakurajima Volcano and its Surroundings (桜島火山とその周辺の火山構造性地震に関する研究)
論文調査委員	(主査) 教授 石原和弘 教授 町田 忍 助教授 須藤靖明

論文内容の要旨

桜島火山はわが国で最も活動的な火山であり、噴火機構やマグマ供給システムに関する数多くの研究がなされてきた。地盤変動からは、桜島の北方の始良カルデラの地下約10kmのマグマ溜りから桜島地下数kmの小さなマグマ溜りへのマグマの移動・上昇経路が存在すると考えられている。他方、地震観測からは、1970年代後半に、桜島の南西方向の地下10数kmから浅部への火山構造性地震の震源の移動現象が発見され、カルデラと反対方向の桜島の南西沖からも独立のマグマ上昇路が存在すると考えられた。

噴火活動が低下した1993年頃から始良カルデラの地盤は沈降から隆起に転じた。2003年11月から2004年3月にかけて桜島南西沖とカルデラ内部で地震が多発し、同年末にはカルデラの膨張が加速された。申請者は、1998年から2005年に発生した桜島と周辺地域の火山構造性地震の震源分布と発震機構を求め、火山構造性地震と火山活動の関係とマグマ供給系に関して考察を加えた。

桜島では震源分布から山頂火口から深さ4kmまでほぼ垂直に伸びる火道の存在が推定されている。申請者は、火道が想定される部分を通過する地震波が減衰を受けることを確認した。また、深さ2kmまでの発震機構は逆断層型が、2kmより深い部分では横ずれ型が卓越することを見出した。このような深さによる発震機構の違いを火道と震源の位置関係で解釈した。即ち、2kmより深い火道部分で収縮が生じると、その上部では水平方向に圧縮し、上下方向に伸張する歪場となるため逆断層型が卓越するのに対して、火道の側面に当たる2kmより深い部分では水平方向に圧縮および伸張する歪場が形成されるため横ずれ型が卓越すると解釈した。

申請者は、2003年11月からの約4ヶ月間に多発した桜島周辺の火山構造性地震の震源は、地質学的研究から推定されている始良カルデラ北東部から桜島の南西沖に至る地溝帯の地下4~10kmに分布することに注目した。この地溝にはカルデラ北東部から南西方向に向けて、若尊火山、1779年の海底噴火地点、桜島および1914年噴火時のM7の震源が配列している。カルデラ内の地震の発震機構は節面のひとつが地溝の走行と一致する横ずれ型であること、桜島南西沖の地震の発震機構は伸張軸が地溝の走行と直交する正断層型であることは、定性的にはこの地域のテクトニクスと調和的であることを示す。始良カルデラ北東部と南西方向でほぼ同時に地震活動が高まったことから、カルデラでのマグマ蓄積による応力増加によってこれらの地震が励起されたと考え、発震機構の違い、特に桜島南西沖の正断層型の発震機構を説明するには、カルデラ中心部から南西方向へのマグマ貫入を想定する必要があると考えた。

ひとつの作業仮説として、始良カルデラのマグマ溜りから桜島の地下を經由し南西方向に伸びる開口割れ目型のマグマの貫入路が存在するという考えを提案した。これを検証するために、水準測量が頻繁に繰り返された1970年代後半から1980年代の地盤の上下変動を吟味し、桜島南西沖の地震が多発した1976年から1980年までの期間には、桜島を北東-南西方向に横切るほぼ垂直な開口割れ目の開口により期待される地盤の沈降パターンが認められることを見出した。既存の二つの圧力源からなる地殻変動モデルに開口割れ目を加えても観測値をほぼ説明できることを示した。その上で、この新たなマグマ供給

系モデルをもとに1993年以降の火山活動の変遷の解釈を行った。

論文審査の結果の要旨

始良カルデラの地盤は桜島の噴火活動が低下した1993年以降はマグマ蓄積に伴う隆起膨張に転じ、2003年頃から桜島とその周辺で、深さ1kmから10数kmを震源とするマグニチュード1～2の火山構造成地震が多発した。申請者は、桜島とその周辺の地震観測データを解析して、最近8年間の火山構造成地震の詳細な震源分布と発震機構を求め、地質学的研究や地盤変動データと照合しつつ、火山活動と火山構造成地震の関係およびマグマ供給系に関して、新たな知見を得た。

従来の研究により、桜島の火山構造成地震は山頂火口から約4kmの深さまで垂直に伸びる直径約500mの円筒状の領域の周辺で発生していて、この領域が山頂火口と地下4kmにある浅部マグマ溜りをつなぐ火道に相当すると考えられていた。申請者は、その火口周辺で発生した火山構造成地震の地震波が火道に相当する部分を通過する場合に強い減衰を受けることを新たに見出し、火道の状態について新たな知見を得た。また、深さによる発震機構の違いを見出し、震源と火道の位置関係を注目して考察を加えた。即ち、火道の2kmより深い部分で収縮が生じると、その上部2kmより浅い部分では水平方向が圧縮され、上下方向に伸張する歪場となるため逆断層型が卓越するのに対して、火道の側面にあたる2kmより深い部分では水平方向に圧縮および伸張が卓越する歪場が形成されるため横ずれ型が卓越すると解釈した。

従来、桜島のマグマ供給系に関しては、地盤変動から桜島の北方の始良カルデラの地下約10kmのマグマ溜りから桜島へ移動・上昇する経路が、また、地震観測からは南西方向から独立した別のマグマ上昇経路が存在すると考えられていた。申請者は、桜島南西沖の地震と約20km離れたカルデラ北東部の地震が2003年11月からの数ヶ月間に集中して発生したことに加えて、震源分布がカルデラ北東部から桜島を横切り南西方向に至る地質学的研究から推定されている地溝帯および歴史時代の火山活動域と一致することに注目し、新たなマグマ供給系モデルを着想した。具体的には、桜島南西沖の地震の伸張軸が地溝帯の走行と直交する正断層型であることから、始良カルデラのマグマ溜りから桜島の地下を横切り南西方向に伸びる開口割れ目状のマグマの通路を想定し、そこにマグマが貫入したために、開口割れ目の先端に相当する桜島の南西沖で地震が発生したと解釈した。更に、1970年代後半から1980年代の地盤変動データを再検討して、2003年と同様に桜島の南西沖の地震活動が活発化した1976年から1980年の期間には、桜島の地下を北東から南西方向に横切る開口割れ目の拡大から予想される地盤変動パターンと整合的な変動が観測されていることを確認し、カルデラのマグマ溜りから桜島の地下を横切って南西方向に伸びるマグマ移動経路の存在を示す根拠とした。

申請者の提示したマグマ供給系の新たなモデルは、桜島とその周辺地域の地盤変動と地震活動の関係を統一的に説明しようとする意欲的なものであり、今後の火山構造成地震および桜島のマグマ供給系の研究に関して新たな指針を示したことは高く評価される。

よって、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。