

学 位 審 査 報 告 書

(ふ り が な) 氏 名	ヘッティ トウリアストウティ Hetty Triastuty
学位 (専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 号
学位授与の日付	平成 22 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) Temporal change in hydrothermal activity inferred from transition of characteristics of volcanic earthquakes at Kuchinoerabujima volcano, Japan (口永良部島の火山性地震の特性推移から推定した熱水活動の時間変化)	
論 文 調 査 委 員	(主査) 井口正人 准教授 岩田知孝 教 授 大倉敬宏 准教授

(続紙 1)

京都大学	博士（理 学）	氏名	Hetty Triastuty
論文題目	Temporal change in hydrothermal activity inferred from transition of characteristics of volcanic earthquakes at Kuchinoerabujima volcano, Japan （口永良部島の火山性地震の特性推移から推定した熱水活動の時間変化）		
（論文内容の要旨）			
火山噴火はマグマ性噴火と水蒸気爆発に大別される。マグマ性噴火の先行現象は、火山性地震の種類の变化や震源位置、発震機構、地震波スペクトルの時間変化からマグマの火山体深部への貫入と浅部への移動、発泡現象であると解釈されている。マグマ水蒸気爆発についても同様な種類の火山性地震が観測されるが、個々の種類の地震の特徴が調べられているだけで、その推移や特徴の変化、火山学的な解釈についてはなされていない。本研究では、水蒸気爆発を繰り返し、1999年以降、火山性地震の活動の活発化が繰り返される口永良部島火山における火山性地震の特性変化から、2006年の地震活動の活発化に伴う火口直下の熱水活動の時間変化を考察した。 口永良部島において発生する火山性地震は浅部火山構造性地震、低周波地震および長いコーダを持つモノクロマティック地震（高周波型、低周波型）に分類され、いずれも火口直下の0.5 km以浅の浅い場所において発生する。特に、低周波地震は深さ0.2 km以下の浅い場所に集中する。また、スペクトルは浅部火山構造性地震がコーナー周波数、低周波地震が低周波のピーク、モノクロマティック地震がシャープなピークで特徴づけられる。 浅部火山構造性地震と高周波モノクロマティック地震は、その初動は正断層型のメカニズムをもち、張力軸は西北西－東南東方向を示す。初動付近のスペクトルと発震機構の類似性から浅部火山構造性地震が、共役的な位置関係にある高周波モノクロマティック地震をトリガーしているものと推定される。一方、低周波地震については円筒形の収縮のメカニズム解が得られ、低周波モノクロマティック地震はその規則的な繰り返しである。 2006年の地震活動活発化は11月にそのピークを迎えたが、タイプごとの地震活動はモノクロマティック地震、低周波地震、浅部火山構造性地震の順序でそれぞれの活動のピークが推移した。震源位置やメカニズムには顕著な変化は見られないが、スペクトルは時間変化を示し、浅部火山構造性地震のコーナー周波数は5月から8月にかけて高周波となり、9月から12月初めにかけて低周波となった。コーナー周波数の低下は破壊域が大きくなったことを示す。これと同じ時期に低周波地震の卓越周波数とモノクロマティック地震のピーク周波数は高周波側へシフトした。 このような火山性地震の特性変化に加え、2006年の地震活動は、噴気温度の上昇、火口周辺の地盤の膨張と地下における消磁を示す地磁気変化、その後の噴気活動の活発化を伴ったことから、その過程を4つの期間に分けた火山性流体の貫入から火山ガス放出による浅部熱水系の縮退に至るとするモデルを提案した。第1期は火山性流体の貫入開始によるクラックの成長、第2期は流体に満たされたクラックがモノクロマティック地震を安定的に発生させる過程、第3期は火山性流体の貫入量の増加に伴う地盤の膨張過程であり、低周波地震が多発すると火山ガスの放出量が増加し、地盤の膨張速度が低下する。第4期は浅部火山構造性地震が多発することから、地盤の膨張に伴う破碎域の拡大と流体に満たされたクラックの縮退の過程である。			

(論文審査の結果の要旨)

火山における水蒸気爆発あるいはマグマ水蒸気爆発については、その前兆現象の発現が顕著でないだけでなく、その過程がよくわかっていない。九州南方にある口永良部島火山は過去にマグマ水蒸気爆発を繰り返してきたが、1980年の噴火を最後に30年間噴火が発生していない。その一方で、1999年以降火山性地震の活動は活発化しており、地震活動の活発化は将来の噴火につながる可能性が高い。申請者は1999年以降、最も地震活動が活動的であった2006年の活動を対象として、火山性地震のタイプ別の特性を明らかにした上で、その時間変化に着目して地盤変動や表面現象の変化などと統合的に解釈することにより、水蒸気爆発の可能性のある火山における浅部熱水系の時間変化モデルを示した。

口永良部島において発生する火山性地震は5種類に分類されるが、申請者は2006年に発生した浅部火山構造性地震、低周波地震、高周波および低周波モノクロマティック地震の4種類の地震について、震源位置、地震波スペクトル、振動軌跡および震源メカニズムの4つの項目について調べた。震源メカニズムについては稠密観測により震源メカニズムを高精度に決定し、ダブルカップル型の地震であることを確認した上で、対象観測期間に発生した地震の震源メカニズムを決定した。また、波形解析から浅部火山構造性地震が高周波モノクロマティック地震をトリガーしたものと推定した。低周波地震については波形インバージョン法によりメカニズムを円筒形収縮であると推定し、低周波モノクロマティック地震の基本要素であることを見出した。1つの火山における異なる種類の火山性地震の相互の関係について論じた例は他になく、評価できる。

申請者は、地震活動がモノクロマティック地震、低周波地震、火山構造性地震の順に推移することを指摘し、あわせて、これらの特性の時間変化に着目し、スペクトルについては、地震活動活発化に先行して浅部火山構造性地震のコーナー周波数が高周波に、ついで低周波に変化することを見出した。このような火口直下の極浅部において発生する地震について、スペクトルが時間変化を示すことが見出された例は他にない。

また、申請者が2006年10月に低周波地震が多発した時期以降、地盤の膨張率が低下したことに着目し、低周波地震発生による収縮量と火山体内の力源における体積膨張速度の関係を定量的に評価したことは高く評価できる。

本論文の最も評価すべき点は、火山性地震活発化に伴う火山性地震のスペクトルの変化に地盤変動、温度・地磁気変化、表面現象の推移など様々なデータを合わせて、浅部熱水系の活動の消長に対して火山性流体の貫入と火山ガス放出に伴う流体の放出過程としたモデルを提案したことにある。

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、平成22年1月25日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。