

| | |
|----------|---|
| 氏名 | 井口正人 |
| 学位(専攻分野) | 博士(理学) |
| 学位記番号 | 論理博第1243号 |
| 学位授与の日付 | 平成6年5月23日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第2項該当 |
| 学位論文題目 | A Vertical Expansion Source Model for the Mechanisms of Earthquakes Originated in the Magma Conduit of an Andesitic Volcano: Sakurajima, Japan (上下方向への膨張震源モデル: 安山岩質火山桜島の火道内において発生する火山性地震の発生機構) |
| 論文調査委員 | (主査) 教授 中川一郎 教授 尾池和夫 教授 安藤雅孝 |

論文内容の要旨

火山性地震は波形の特徴からいくつかの型に分類され、それぞれの型の地震と噴火との関連が従来から議論されてきた。近年、火山の火口周辺の観測網が整備され、火山噴火が発生した際には、火山性地震の発震機構が初動の押し引き分布から調べられてきたが、これまでは火山性地震の型ごとに解析がなされており、分類された地震の型の相互間における発震機構の比較はなされていない。とくに、爆発的噴火に先行して発生する「B型」と呼ばれる地震の震源位置や発震機構に関する研究では、初動が不明瞭であるために、通常用いられる地震解析手法を適用することができない。

申請者は、桜島火山の火口周辺に設置された地中地震計によって得られた波形記録を用いたスペクトル解析から、B型地震を高周波B型地震と低周波B型地震に分け、これに従来から分類されていたA型地震と爆破地震をあわせて4種類とし、それぞれの型の地震について、震源位置、P波初動の押し引き分布およびS波の振動方向を同じ手法で解析を行なっている。その結果、高周波B型地震、低周波B型地震および爆発地震は、10 Hz以上の高周波成分が欠如していること、火口直下の半径約200 mの円筒内の深さ3.5 km以浅に集中して発生していること、初動の極性が揃っていること、S波ではSV成分が卓越しSH成分に乏しいことから、A型地震とは異なる発震機構をもつと推定している。

つぎに、これらの解析結果をもとにして、それぞれの型の地震の発震機構を定量的に表現するために、P波初動の振幅分布からモーメントの2階微分テンソルを見積もって、A型地震ではダブル・カップル成分が卓越し、高周波B型地震、低周波B型地震および爆発地震では上下方向のダイポール成分が卓越していることを見だしている。申請者は、これらの地震の発震機構を震源位置およびスペクトル構造とあわせて議論することにより、A型地震は、断層型の力源で、火道周辺の岩右のせん断破壊によって発生しており、高周波B型地震、低周波B型地震および爆発地震は、体積膨張型の力源で、マグマに満たされた火道内のガス相の膨張によって発生していると推論している。また、このモデルに基づくS波の振動方向と

振幅の理論値を求め、それらが実測値と矛盾しないことを示している。

申請者は、さらに、高周波 B 型地震、低周波 B 型地震および爆発地震が火道内の深さ 2～3 km の狭い領域内で発生していることがら、これらの地震のスペクトルの違いは震源過程の相違であるとし、地震に伴う地盤変動や表面現象の相違から、火道の状態によって震源過程が決まるのではないかと推論している。そして、申請者は、最初の上方向への膨張の後、水平方向の力が働いていることを示し、初動に後続する波動の解析による震源過程の解明を、今後の課題として挙げている。

申請者は、最後に、スペクトルの類似した桜島火山の低周波 B 型地震を阿蘇火山の低周波地震と、また、桜島火山の高周波 B 型地震を三宅島火山の高周波地震とそれぞれ比較し、火山性地震の発震機構は、噴火様式による火道の形状にも依存することを指摘している。

参考論文 7 篇は、いずれも、本研究で取り扱われている火山性地震および解析手法について述べたものである。参考論文 2 では、B 型地震に S 波が含まれていることを示し、S 波の解析によっても発震機構が推定できる可能性を示したものである。参考論文 4 では、高周波 B 型地震および低周波 B 型地震の震源分布と押し引き分布を詳細に調べている。参考論文 5 は、これらの地震に伴う地盤変動と表面現象について調べたものであり、地震の発震機構を推定する上で別の観測から裏付けしたものである。また、参考論文 6 と 7 は、桜島火山と同じく安山岩質火山である諏訪之瀬島の火山性地震・微動を分析し、桜島火山と類似の型の火山性地震・微動が発生していることを示している。

論文審査の結果の要旨

火山地帯においては、多様な地震が発生する。桜島や浅間山など安山岩質火山に見られる「B 型」と呼ばれる地震は、爆発的噴火に先行し、マグマの上昇を示す顕著な現象である。にもかかわらず、その初動が不明瞭であるために、これまでは、その震源域や発震機構の考察があまりすすんでいなかった。B 型地震の発震機構の解明は、火山性地震の研究のなかでも、大きな課題の 1 つであった。

申請者は、この課題を調べるために、観測および解析において、いくつかの工夫を試みている。地表に設置されていた地震計を地中に埋設することにより、ノイズの少ない地震波形を記録し、それを解析に使用している。火山性地震を A 型地震、高周波 B 型地震、低周波 B 型地震および爆発地震の 4 種類に分類し、それぞれの型の地震について、同じ方法を適用して解析を行なっている。その際、上下動だけでなく、水平動も含めた 3 成分の地震波形を用いることにより、火山性地震の解析ではこれまであまり利用されていなかった S 波も含めて、発震機構を推定している。とくに、高周波 B 型地震、低周波 B 型地震および爆発地震では、S 波の存在そのものが大きな問題であったが、その存在を明瞭にして、それを解析に利用したことは高く評価できる。

申請者は、火山性地震の発震機構を表わすために、モーメントの 2 階微分テンソルを導入して、A 型地震、高周波 B 型地震、低周波 B 型地震および爆発地震の発震機構の相違を定量的に明らかにしている。従来の火山性地震の分類は、震源の位置やスペクトル構造の相違など地震波形の記録上の見かけの相違に基づくものであり、発震機構が異なるかどうかは明らかではなかったが、モーメントの 2 階微分テンソルを導入することにより、A 型地震と高周波 B 型地震、低周波 B 型地震および爆発地震の相違を明確にして発

震機構と対応させた意義はきわめて大きい。また、申請者は、発震機構をそれらの震源位置およびスペクトル構造と併せて議論することにより、A型地震は火道周辺の岩石の破壊によって発生しているのに対して、高周波B型地震、低周波B型地震および爆発地震はマグマに満たされた火道内におけるガス相の上下方向の膨張によって発生していると推論している。発震機構を火山特有の構造である火道の存在に関連づけたことは、従来よくわかっていなかった火道内のマグマの力学的挙動の解明に1つの手がかりを与えたことになり、火山学における意義は深い。

申請者は、高周波B型地震、低周波B型地震および爆発地震のスペクトルの相違は、それぞれの型の地震の震源過程の相違によるとしている。この研究では、初動に着目して解析をすすめているので、震源過程そのものが明らかにされているわけではない。しかし、申請者は、震源過程の相違が生じる原因について考察を行ない、地震波動の解析から、最初の上下方向への膨張の後、水平方向の力が働いていることを示し、後続の波動の解析により震源過程が明らかにできる見通しを述べていることは評価できる。

申請者は、桜島火山の低周波B型地震をこれと類似した阿蘇火山の低周波地震と、また、桜島火山の高周波B型地震を三宅島火山の高周波地震とそれぞれ比較し、発震機構が噴火様式による火道の形状にも依存することを指摘している。この指摘は、噴火様式の相違を軽視した議論が多かった従来の火山性地震の発震機構に関する研究に対して、問題を提起した点で高く評価できる。

参考論文7篇は、いずれも、火山性振動およびその解析手法について述べたものである。参考論文4は、高周波B型地震および低周波B型地震の震源分布と押し引き分布を詳細に調べたものであり、発震機構の研究の上で基礎となったものである。また、参考論文5は、これらの地震と地盤変動および表面活動との関係を論じており、これらの地震の発生機構を考察する際の基礎となっている。参考論文6と7では、桜島火山と同じ安山岩質火山である諏訪之瀬島の火山性地震を取り扱い、桜島火山と類似の火山性地震が発生していることを示している。

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。

なお、主論文および参考論文に報告されている研究実績を中心とし、これに関連した研究分野について試問した結果、合格と認めた。