

修士論文

ダイクと断層からなる火山性地震の 震源過程に関する研究

東北大学大学院理学研究科

地球物理学専攻

鳥淵 和也

(指導教員 西村 太志 准教授)

平成 20 年

要旨

一般に、火山性地震の観測波形は多様であると言われている。通常の地震であれば、その波形は断層運動によって発生した P 波や S 波、構造に起因する表面波などで特徴づけられるのに対し、火山性地震の波形には、これらの波に加え比較的単調な振動も時々認められる。また、火山性地震の発震機構は比較的大きな非ダブルカップル成分を示すことがある。狭い領域に存在する地震群でも発震機構に系統的な特徴が認められないことも多い。これらのことは、火山性地震が断層運動だけで発生しているのではなく、より複雑な震源を考える必要があることを示している。そこで本研究は、このような多様性のある火山性地震の発生機構を理解することを目的として、Hill (1977) が提案しているダイクと断層が近接して存在している系を考え、震源破壊過程の数値シミュレーションを行う。

本研究は、近接した 1 つの断層と 1 つのダイクからなる震源モデルを考える。ダイク内の流体と周囲の弾性体の運動を波動方程式で表し、断層に摩擦構成則を適用し、差分法を用いて数値計算を行う。既存の断層がダイクに対して垂直方向に伸びているとして、ダイク内の流体の圧力を徐々に高めていくと、次の一連の過程が分かった。ダイク内の流体の圧力を増加することにより、ダイク周囲の応力が増し、剪断応力の高まった断層が滑り始める。断層破壊は S 波速度よりも遅いスピードで伸展し、その後、剪断応力の値が小さい領域で自然に止まる。また、断層破壊に伴う応力変化がダイクに伝播し、ダイクの共鳴振動が励起される。このような震源過程により、P 波と S 波に加えダイクの共鳴振動による

単調な波が地震波形に現れることが明らかとなった。

続いて、断層の破壊開始点の位置による影響について調べた。その結果、破壊開始点の位置によっては断層破壊が起こらないことがあること、断層運動が停止する位置は概ね初期応力分布に規定されていることが分かった。また、断層が長いほど、あるいは断層-ダイク間の距離が短いほどダイク振動は大きくなる。ダイク内の体積弾性率の変化は断層の長さにあまり影響を与えない。一方、体積弾性率が大きいほどダイク振動が大きくなることが分かった。また、摩擦構成則の動摩擦係数を小さくすると形成される断層が長くなるとともに、ダイク振動も大きくなる。これらのパラメータを変えることにより、ダイクの共鳴振動と断層から励起される地震波の振幅比が 10 倍程度は変化しうることが分かった。

岩手山や富士山で発生する火山性地震を調べた結果、比較的狭い領域で頻発している火山性地震の中には、P 波と S 波の後に震源領域での共鳴振動により励起したと考えられるイベントが発生していることが分かった。これらの多くは、非ダブルカップル型の発震機構を示し、その中に系統的な特徴を見いだすことができないというこれまでに報告されている解析結果をもとに考えると、このような領域では多数のダイクと断層の相互作用により火山性地震が発生していると推察することができる。

本研究では、ダイクと断層の相互作用を取り入れた複合的な火山性地震の震源モデルを数値シミュレーションに基づき調べた。火山性地震の発生機構を説明するために提案されている共鳴振動モデルの多くは、その励起源の具体的な機構を示すものは少ない。本研究は、火山性流体の流入によるダイク内の流体の圧力増加に起因し、近接した断層の運動が励起されるとともに、ダイクの共鳴振動が誘発されることを初めて示すことができた。本研究のモデルを発展させることにより、観測データとの定量的な比較が可能となり、火山性地震の発生過程の理解が深められる。