

## 箱根火山の群発地震発生域における 1995 年から 2010 年までの S 波スプリッティング解析 Shear-wave Splitting Analysis in the Focal Area of Earthquake Swarm at the Hakone Volcano from 1995 to 2010

丹原 裕<sup>1\*</sup>, 田所 敬一<sup>1</sup>, 行竹 洋平<sup>2</sup>, 本多 亮<sup>2</sup>, 伊東 博<sup>2</sup>

NIHARA, Yu<sup>1\*</sup>, TADOKORO, Keiichi<sup>1</sup>, YUKUTAKE, Yohei<sup>2</sup>, HONDA, Ryuu<sup>2</sup>, Hiroshi Ito<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学 環境学研究科, <sup>2</sup>神奈川県温泉地学研究所

<sup>1</sup>Grad. Sch. Environ. Stud., Nagoya Univ., <sup>2</sup>Hot Springs Research Institute

箱根火山は、現在でも活発な噴気活動が続いている活火山であり、たびたび群発地震が発生している。これまでの先行研究で、箱根火山域の群発地震の発生と地殻内流体との関係が議論されており、その発生原因については地下深部からの熱水活動によるものが考えられている。そこで、本研究では、箱根火山で発生した 2001 年と 2009 年の群発地震の震源域直上の観測点で 1995 年から 2010 年の間に連続的に収録された地震波形データを用いて、上部地殻のクラック分布を検出するのに有効な手段である S 波スプリッティング解析を行い、その周辺のクラック分布を明らかにし、群発地震の発生との関連性について議論する。

本研究では、2001 年と 2009 年の群発地震の震源域直上に設置された観測点 (KZR) において、1995 年 4 月から 2010 年 6 月までに収録した地震波形を用いた。それらの地震波形のうち、S-P 変換波の影響を避けるために各観測点への入射角が 35°以内で、S 波初動の明瞭なものを選び出し、解析に用いた。解析は、10Hz のローパスフィルタをかけた水平 2 成分の波形に対して、座標軸を 5°ずつ回転させ、片方の成分の波形の時間をずらしながら相互相関係数を計算していく方法を採用した (たとえば Shih and Meyer, 1990)。S 波スプリッティング解析から求められるパラメタは、はやい S 波の振動方向 ( ) と 2 つの波の到達時間差 (DT) であるが、相互相関係数が最も大きいときの座標軸の回転角度と時間差をそれぞれのパラメタとして採用した。また、相関係数に対しフィッシャーの z 変換を行い、z 値の 95% の信頼区間を求め、それを逆変換することでそれぞれのパラメタの信頼区間を計算した。その結果、DT の信頼区間が 20ms より大きい解析結果を信頼性に欠けるものと判断し除外した。

解析に用いたイベントを 2001 年および 2009 年に発生した群発地震のイベント (グループ I) とそれ以外のイベント (グループ II) の 2 つのグループに分けた。使用した地震数は、グループ I が 51 個、グループ II が 115 個であった。解析の結果、北を 0°とし時計回りに測った場合の の方向と DT の平均値は、それぞれグループ I で  $140 \pm 2^\circ$  と  $86 \pm 2\text{ms}$ 、グループ II で  $125 \pm 2^\circ$  と  $55 \pm 2\text{ms}$  となり、グループ間で と DT の両方に有意な違いがみられた。この の違いは反映している異方性の違いを示唆している。グループ I の震源は観測点直下の深さ 2.5km 以浅に、グループ II の震源は深さ 30km までの比較的広い領域に位置しているため、グループ I の結果は、群発地震発生時において群発地震震源域近傍に相対的に高い密度でクラック群が分布していたことを示唆している。また、クラックの配向方向は 2009 年の群発地震の震源の並びの方向と一致しており、群発地震の発生との関連性が示唆される。一方、グループ II の結果は、それらのクラックとは別の方向を向いたクラックが相対的に低い密度でより広域に分布していることを示唆している。また、グループ II の震源からのパス上にグループ I の結果から推定されたクラック構造が存在するとすれば、その構造の時間的变化を示唆している。つまり、群発地震の震源域近傍のクラックは、群発地震発生時以外は、広域に分布するクラックよりも低い密度で分布している可能性を示唆している。

以上のことから、群発地震の震源域近傍には、ごく浅部に周囲とは異なる方向に並んだクラック群が存在しており、群発地震の発生に伴ってそのクラック密度が高まる可能性があることが明らかになった。箱根火山域における群発地震は、これら浅部のクラック構造の中に選択的に地殻内流体が入り発生することが推定される。

キーワード: S 波偏向異方性, 箱根火山, 群発地震, 地殻内流体, クラック

Keywords: Shear-wave splitting, Hakone Volcano, earthquake swarm, crustal fluid, crack