

## 桜島で発生する噴火に伴う地震のソースメカニズムの解析

## Analysis of the source mechanism of earthquakes associated with eruptions of Sakurajima volcano

○高橋龍平・中道治久

○Ryohei TAKAHASHI, Haruhisa NAKAMICHI

Sakurajima volcano is one of the most active volcanoes in Japan. The seismic event is observed to be associated with the eruption. The event contains a significant very-long-period (VLP) signal that indicates the volume change accompanied by volcanic fluid transport. The source process is helpful for understanding what causes an eruption. We used the waveform inversion method to reconstruct the source mechanism of the VLP event. Our result shows the best-fitting model was a model with a 6-moment tensor. This result represents a composite source associated with horizontal crack dominantly and other minor sources.

## 1. はじめに

桜島火山は、現在全国で最も活発的に噴火活動をしている火山の1つである。先行研究では深さ1-2kmの円筒震源を使ったモデルにより噴火時の地震が説明されている(Uhira and Takeo, 1994)。また、その後の研究では深さ2kmにおける等方震源の膨張と円筒震源の収縮、その後続く火口付近の等方膨張と水平収縮によって噴火の初期過程が説明されている(Tameguri et al., 2002)。一方、以上の過去の研究で使用された波形インバージョン解析におけるグリーン関数計算では地形効果の影響が考慮されていない。さらに、Tameguri et al.(2002)による高時間分解能のモデルについても、初動の震源がガスの発泡によるものとされるが、ガスの発泡か否かについてはさらなる検討が必要である。マグマの発泡現象については超長周期地震の発生で説明されている例があり(Chouet et al., 2006)、また超長周期地震の発生は地下のマグマや火山ガスなどの流体の移動によって生じるソースの体積変化を示唆しているとされる(e.g. Chouet and Matoza, 2013)。噴火時において桜島で発生する超長周期地震のソースメカニズムおよびソースの体積変化量が分かることで、ソースの圧力変化が分かるようになり、発泡現象の可否についても明らかになると考えられる。桜島では、年間に100以上の多数の噴火が発生しており、同じようなイベントが繰り返し発生している可能性が高い。今回は、噴火時に監視カメラで2.4kmを超える噴石の飛散が観測された2022年7月24日20時05分のイベントの解析結果を報告する。

## 2. 解析イベントの基準

桜島の5箇所設置されている広帯域地震計の記録から噴火に伴う地震の超長周期帯のシグナルのソースメカニズムを明らかにする。超長周期帯域のシグナルが強く、SN比が上下動成分について全観測点で10超であり、稼働していた広帯域地震観測点数が最も多かった2022年7月24日20時05分の噴火時のデータについて解析を実施した。

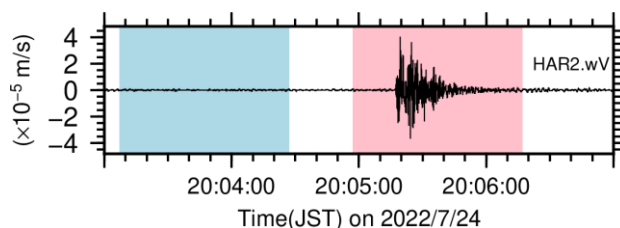


図1 2022年7月24日20:05噴火時における、噴火口から約3kmの位置にある観測点HAR2の上下動成分の観測波形。図2において青の時間窓はノイズ部分、赤の時間窓はシグナル部分として振幅スペクトルを抽出。

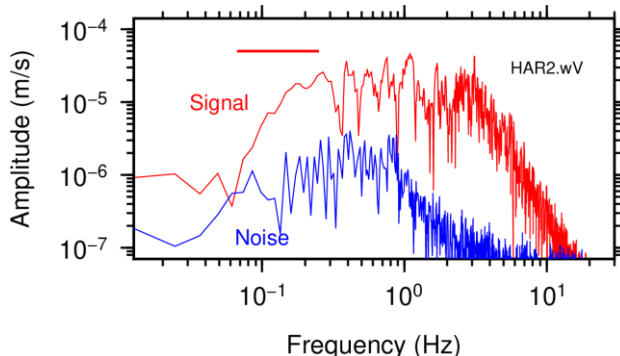


図2 シグナル部分とノイズ部分の振幅スペクトル。赤線は今回の解析対象とした周波数領域。

### 3. 桜島で発生する超長周期地震と解析手法

図2の振幅スペクトルから、0.25Hz付近でちょうどピークの切れ目があることより、振幅スペクトルから0.067-0.25Hzのバンドパスフィルタをかけた。この超長周期地震のソースメカニズムを求めるため、波形インバージョン法を用いた(Ohminato et al., 1998; Auger et al., 2006)。ソース位置は、数値標高モデルから地形データを40m立方のメッシュに切り分けてグリッドサーチを実施した。サーチ範囲については、水平面は爆発地震の震源位置の分布から(西村, 2022)噴火口を囲むように東西に1600m、南北に1400mの範囲をサーチ範囲とした。深さ方向のサーチ範囲は、先行研究で得られたソース位置および解析した波形の伝播速度が約1.3km/sで水平面および東西・南北断面にて大きく楕円状の粒子軌跡が見られるといった表面波の特徴も見られることから、地表付近から海拔下3000mの範囲に決めた。モーメントテンソル6成分+シングルフォース3成分、モーメントテンソル6成分、シングルフォース3成分、開口クラック、円筒震源の5つのモデルについて点震源を仮定した。

### 4. 解析結果及び議論

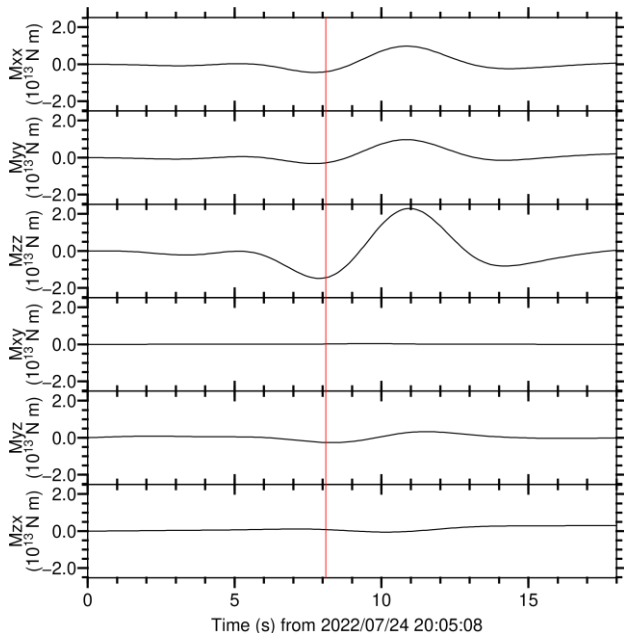


図3 6成分モーメントテンソルモデルにおける最適震源位置での震源時間関数。赤線は空振記録から推定した噴火発生時刻。

震源位置はいずれも先行研究(Uhira and Takeo, 1994)よりも浅く、仮定したモデルのうち最も波形を説明していたのはモーメントテンソル6成分のモデルであった。先行研究で推定されていた円筒震源は、モデルの中で最も波形のフィッティングが合わなかった。

モーメント6成分のモデルについては、非対角成分のMxy, Myz, Mzx成分については対角成分のMxx, Myy, Mzz成分と比較して振幅値は極めて小さい。Mxx, Myy, Mzzの最大振幅値の比は約1:1:2.3で、モーメント6成分の主軸を求めると、(22.94, 9.87, 9.42) × 10<sup>12</sup> N mとなっており、およそ1:1:2.3であることから、メカニズムは水平の開口クラックに近いことが推定される(図3)。

求められた震源時間関数について、空振発生前までに小さな収縮が発生し、空振発生後に膨張に転じるような動きが見られる(図3)。この震源時間関数の形から、収縮後にマグマ中の揮発成分の泡が膨張して圧力回復するというChouet et al.(2006)のモデルと類似した現象が起こっていると推測される。

今後は使用可能な広帯域地震観測点が多い期間のうちに発生したイベントを可能な限り多く解析し、桜島で発生する超長周期地震のソースメカニズムについて明らかにする。