

2015年8月桜島マグマ貫入イベントに伴う地震の震源—ASL法による推定—

Hypocenters of earthquakes associated with rapid magma intrusion into Sakurajima volcano in August 2015 - Estimation by the amplitude source location method -

*中道 治久¹、井口 正人¹、為栗 健¹

*Haruhisa Nakamichi¹, Masato Iguchi¹, Takeshi Tameguri¹

1. 京都大学防災研究所附属火山活動研究センター

1. Sakurajima Volcano Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

1. はじめに

火山噴火に前駆して群発地震が起こることはよく知られているが、噴火未遂となるケースも知られている。群発地震の発生初期には頻度および規模ともに小さいが、時間経過に伴い頻度および規模が大きくなる。このため地震波形が重なることにより、初動到達時刻を用いた震源決定では、肝心の群発地震活動がピークの時に発生数に対する震源決定数は少なくなる。また、一般的に火山性地震のS波初動到達時刻の読み取りは容易ではない。そこで、火山の群発地震について初動到達時刻によらない震源決定を模索する必要がある。そのため、火山において振幅を用いた震源推定（以下ASL法とする）が試みられてきた（例えば、Kumagai et al., 2013）。

2015年8月15日に桜島において明瞭な地殻変動を伴った群発地震が発生し、マグマ貫入イベントであったと解釈されている（Hotta et al., 2016）。群発地震の初動を用いた震源決定結果は既に為栗・他（2016）にて報告している。そこで、本報告では振幅を用いた震源推定結果を示す。

2. データと震源推定方法

本研究では、防災研究所、気象庁、国土交通省の桜島の地震観測点14箇所の短周期上下動地震波形データを用いた。ASL法では、放射方向によらず地震の振幅が震源からの距離に反比例するという仮定をしている。この仮定は、火山地形および不均質構造を考慮した地震波動計算から、周波数5Hz以上の高周波数側で成り立っていることが確認されている（Kumagai et al., 2011）。そこで、本研究では地震波形に5-9 Hzの帯域通過フィルターを施した。一方、地震計設置場所付近の地形や地盤によって、地震波の増幅特性（サイト特性）が異なるが知られており、ASL法適用に当たっては、サイト特性の補正が必要である。そこで、コーダ正規化法（Phillips and Aki, 1986）にてサイト補正値を求めた。九州地方周辺（E128.3~133.3°, N29~34°, 深さ10~600 km）の2012年4月から2016年3月に発生した140個のM4以上の地震を用いて補正値を求めた。ASL法では震源位置はグリッドサーチにて推定するが、グリッド設定範囲を水平範囲は桜島全体をカバーする範囲（E130.58~130.73°, N31.53~31.63°）の深さ-1~6 kmに設定し、水平方向に0.001°間隔、深さ方向に0.1 km間隔にグリッドを配置した。この範囲内に、既往研究の震源とマグマ貫入イベント時の地殻変動ソース（Hotta et al., 2016）が含まれる。ASL法の適用にあたって、減衰定数 $Q=50$ 、時間窓長10 sを用いた。時間窓でのRMS振幅をASL法のデータとした。グリッドから観測点のS波走時を考慮して時間窓の位置をシフトさせるが、走時計算には2通りの半無限均質速度構造を用いた。ケース1では $V_s = 1.44$ km/sで、ケース2では $V_s = 2.13$ km/sとした。ケース1は既往研究（例えば、為栗・他2016）や気象庁の震源で用いられている構造（ $V_p = 2.5$ km/s, $V_p/V_s = 1.73$ ）であり、ケース2はTsutsui et al. (2013)による2008年人工地震探査による結果の深さ地表から深さ6 kmのP波速度の加重平均値（ $V_p = 3.7$ km/s）に $V_p/V_s = 1.73$ を仮定した値である。群発地震発生当日の1日分の連続地震波形に対して1秒間隔でSTA/LTAのRMS振幅比でトリガーし、4点以上でトリガーが掛かった場合に14点のデータにてASL法による計算を行った。

3. 結果と議論

速度構造ケース1と2について規格化残差分布を比較すると、ケース1に比べて2の方が規格化残差0.5未満の範囲が狭い。ただし、両者ともに鉛直方向に広がっており、震源推定において深さの制約が悪いことを示している。同じ地震についてASL法による震源と為栗・他(2016)の初動による震源の比較をした。なお、速度構造はケース2を採用した。初動震源が火口直下の深さ1.5~4 kmに分布しているのに対して、ASL法では東方向にシフトしており、深さは-1~5 kmと広がっている。本研究では、ASL法にて250個の地震の震源推定をし、震源分布の時間変化を追った。そして、午前10時半以前の震央は比較的近接して分布しているが、10時半以降の震央は広がっており、特に東方向への拡大が顕著であることがわかった。また、震央は矩形の地殻変動源の水平位置を取り囲むように分布している(図参照)。

キーワード：桜島火山、震源、群発地震

Keywords: Sakurajima volcano, Hypocenter, Earthquake swarm

