# 高周波地震動の振幅分布から推定した御嶽山噴火前後の火山性微動

## の震動源

# Estimation of tremor location of volcanic tremor on Ontake volcano from spatial distribution of high-frequency seismic amplitudes

## 気象庁気象研究所\*\*

## Meteorological Research Institute, JMA

2014 年 9 月 27 日 11 時 52 分頃に発生した御嶽山の噴火に先立ち、11 時 41 分頃から火山性微動が観 測された。この火山性微動のうち、11 時 45 分頃から始まった連続微動の噴火時刻前後の震動源を推定 した結果を報告する。

震動源の推定には、Kumagai et al. (2010)による Amplitude Source Location (ASL)法を用いた。 この手法では、サイト特性を補正した微動振幅の空間分布が距離減衰式を満たすような震動源をグリッ ドサーチで探索する。この際、特に5Hz 程度以上の高周波数帯において地殻の強い構造不均質により震 源の放射特性が見かけ上等方的になる現象(例えば Takemura et al., 2009)を利用している。

本解析には第1図に示す名古屋大学の開田(NU.KID1)と濁河(NU.NGR1)、気象庁の田の原上(V.ONTA) 及び田の原(V.ONTN)の4点の上下動成分の波形を用いた。4観測点における上下動成分の波形と解析 を行った時間帯(11時45分から12時10分)を第2図に示す。観測された波形には5-10Hzのバンドパ スフィルタをかけ、30秒のタイムウィンドウを15秒ごとに移動させてRMS振幅を計算し、距離減衰式 へのフィッティングを行った。解析の際、微動の波動はS実体波(Vs=2.3km/s)から構成されているも のと仮定し、内部減衰のパラメータはQ=50を用いた。各観測点のサイト特性は2014年8月から9月に かけて周辺で発生した非火山性地震のコーダ波のRMS振幅比を用いて補正した。

ASL 法で推定した震源位置の偏りを調査するため、9月10日から12日にかけて多発した火山性地震 の震源をASL 法で推定した。火山性地震は連続波形を目視で確認し、第1図で示した4観測点で囲まれ る領域で発生したと推定されるものを連続波形から切り出した。その結果を第3図(a)に示す。第3 図(b)には気象庁が走時を用いて決定した火山性地震の震源(9月1日~30日)を示した。走時から 決定された火山性地震の震源は主に9月27日の噴火発生以降のものであり、噴火以前の震源の個数は 限られているが、噴火前後で火山性地震の活動域が変化していないと考えた場合、ASL 法で推定した地 震の震央は走時から決定された地震の震央域より約1km 程度東側に推定されている。また、ASL 法によ る地震の震源深さは走時によるものと比較すると約1~3km 程度浅く推定されている。

ASL 法で推定された火山性微動の震源推定結果を第4図に、残差分布の例を第5図にそれぞれ示す。 震源推定結果は11時45分から52分(第4図a)と11時52分から12時10分(第4図b)に分け、カ ラーバーで示す経過時間ごとに色分けして示している。噴火発生前の震央(第4図a)は北東 南西方 向にばらついているが、これは解析に使用した観測点が4点に限られており、第5図に示す通り北東 南西方向に残差の小さい領域が広がりやすいためである。ASL 法では火山性地震がやや東側に推定され る傾向を考慮すると、火山性微動の震央は主に剣ヶ峰山頂付近と推定される。また、震源の深さは時刻 が経過するにつれ深い方向に移動しているように見える。一方、噴火発生後(第4図b)の震央も噴火 発生前と同様に北東 南西方向にばらついているが、震源深さもランダムにばらついているようである。 噴火発生後は火山性地震が多発しており、振幅を計算した際に火山性地震の影響を受けている可能性が ある。

第4図(a)から読み取れる震源の移動が観測点配置の影響を受けた見かけ上のものかどうかを調べ るため、震源深さの時系列とともに各観測点における振幅比を検討した。その結果を第6図に示す。第 6図から、震源が深い方向へ移動している時間帯は、田の原上(V.ONTA)に対する田の原(V.ONTN)観 測点の振幅比が系統的に大きくなっていることがわかる。水平方向の移動では濁河や開田の振幅比も変 化することが予想されるがそのような変化は見られないので、震源は深さ方向に移動している可能性が 高い。

以上のように、本調査では御嶽山の噴火発生直前にかけて震源が深くなる方向へ変化していることを 発見した。その震源移動の原因は、(1)点震源が深い方向へ移動している現象のほか、(2)もともと微 動の震源域がある広がりを持っているなかで、主要動を放出する領域が浅部から深部に移動した、とい う2つが考えられる。現時点では本解析の結果を説明しうるメカニズムは不明であり、他の観測データ も利用したより詳細な解析が必要である。

### 謝辞

本解析にあたり、名古屋大学が維持・管理する地震波形データを使用いたしました。

#### 参考文献

- Kumagai, H., M. Nakano, T. Maeda, H. Yepes, P. Palacios, M. Ruiz, S. Arrais, M. Vaca, I. Molina, and T. Yamashima (2010): Broadband seismic monitoring of active volcanoes using deterministic and stochastic approaches, J. Geophys. Res., 115, B08303, doi:10.1029/2009JB006889.
- 2) Takemura, S., T. Furumura, and T. Saito (2009): Distortion of the apparent S-wave radiation pattern in the high-frequency wavefield: Tottri-Ken Seibu, Japan, earthquake of 2000, Geophys. J. Int., 178, 950-961, doi:10.1111/j.1365-246X.2009.04210.x.





Fig.1 Locations of seismic stations used in this study.



成分はいずれも上下動であり、火山性微動の振幅はそれぞれの最大値で規格化している。





第3図 (a) ASL 法で推定した 2014 年9月 10日から 12日にかけての震源分布 (b) 気象庁が走時を用いて決定した 2014 年9月1日から 30日の震源分布 この地図の作成には国土地理院発行の「基盤地図情報(数値標高モデル)」を使用した。

- Fig. 3 (a) Hypocenter distribution for the period from 10, Sep. to 12, Sep. estimated by ASL method.
  - (b) Hypocenter distribution for the period from 1, Sep. to 30, Sep. estimated using phase arrival times by JMA.





Fig. 4 Hypocenter distribution of volcanic tremor estimated by ASL method.



第5図 11時 53分00秒の震動源を推定した際の残差分布 この地図の作成には国土地理院発行の「基盤地図情報(数値標高モデル)」を使用した。 Fig. 5 Spatial distribution of residuals at the time of 11:53:00.



## 第6図 火山性微動の震源深さの時系列及び各観測点における田の原上(V.ONTA)に対する振 幅比の時系列

Fig. 6 Temporal variations of hypocentral depth and amplitude ratios of each station with respect to V.ONTA.