

P 波・S 波を用いた飛騨地域における深部低周波地震の震源決定
Location of Low-Frequency Earthquakes in the Hida Mountains, Japan Using P and S waves

○林栄昌・James J. MORI・大見士朗

○Eisho HAYASHI, James J. MORI, Shiro OHMI

Deep (15 to 30km) low-frequency earthquakes (DLF) which occur in the regions close to volcanoes are thought to be related to fluid or magma activity in the subsurface. In this study, we detected the DLF and determined the hypocenter that occurred close to the active volcano Yake-dake during 2013 and 2014. Detection of low-frequency earthquake was performed using waveform correlations, and P- and S-wave arrival times were determined from envelope waveforms. Our hypocenters show a near vertical cluster of earthquakes at depths of 15 to 35 km, which is located about 2 km north of the summit of Yake-dake. Furthermore, we calculated the focal mechanisms using the ratio of P to S wave amplitudes. From these results, the near vertical pattern of low-frequency earthquakes may be related to a pathway of fluid or magma underneath Yake-dake.

1. はじめに

火山地域で発生する深部低周波地震(Deep Low frequency earthquake, DLF)は、地下深部の流体やマグマ活動に起因すると考えられている(e.g. Aso et al., 2013). しかし、DLFの物理的なメカニズム等は必ずしも詳細には理解されていない。また、気象庁の震源決定はS波走時のみを用いて行っていることも多く、必ずしも精度は高くない。活火山周辺のDLFイベントの高精度な震源分布・発震機構は、火山活動を解明する手がかりとなる。そのため、本研究では、2014年5月に岐阜・長野県境の飛騨山脈南部に位置する焼岳火山周辺での群発地震活動後に活性化したDLFの検出を行い、震源と発震機構解を推定した。そして、気象庁が決定したイベントとの比較、さらにはDLFと火山活動について考察する。解析には、焼岳火山の西側に位置するHi-net・京大防災研・気象庁の観測点計7点を使用した。東側の観測点は、飛騨山脈で強い減衰が見られるため解析には使用できなかった。また、解析期間は、2013年5月から2014年5月までの1年間である。

2. DLFの検出・震源決定

DLFイベントの検出には、Matched filter method (e.g. Shelly et al., 2007)に基づく、各観測点での連続波形記録とテンプレート地震の相互相関解析を適用した。これによりテンプレートとしたDLF地震と類似性の高いイベントを検知す

ることを可能にした。次に、P波・S波をエンベロープ波形のそれぞれ、上下動成分・水平成分に分割して読み取り、hypomh(Hirata and Matsu'ura, 1987)を用いて、震源再決定を行った。気象庁では用いられていないP波走時を取り入れることで、震源深さの評価を適確に表すことができた。その結果、気象庁が算出した震源に対し東へ約5km移動し、焼岳北方約2kmにおいて深さ15~35kmに垂直なクラスター状のDLF活動が認められた[Fig.1]。また、これらのDLFイベントは、南北方向に約6kmの空間的な広がりを持ち、東西方向には密に分布していることが分かった。推定される震源決定誤差は、水平方向・鉛直方向ともに1~2km程度である。以上より、本研究では気象庁カタログとは異なった新たな震源分布を得ることを可能にした。

3. DLFの発震機構

DLFイベントの発震機構は、グリッドサーチ法によって算出した。断層運動に対応するdouble-coupleとマグマ等の貫入に対応するCLVD解を仮定し、strike・dip・slipの各パラメータから求められた観測点でのP波・S波振幅比の理論値と観測値のRMS(二乗平均平方根)が最小になる解を求めることで、DLFの発生メカニズムとして最適な発震機構を決定した。

4. 結果

発震機構解の結果より、焼岳火山周辺で発生するDLFは、double-couple成分よりもCLVD解によって説明されることが確かめられた[Fig.2]. すなわち、活動様式は断層運動ではなく、マグマ等の貫入・移動によることが示唆された.

これらの結果より、2014年5月焼岳周辺での群発地震活動後に活性化したDLF活動は、焼岳火山直下のマグマ等の流体の分布やその活動が関係していることが考えられる. また、鉛直方向の震源分布は、これらの流体の分布や移動経路に対応することが示唆される.

5. 参考文献リスト

Aso, N., K. Ohta, and S. Ide (2013) Tectonic, volcanic, and semi-volcanic deep low-frequency earthquakes in western Japan, *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto

Hirata, N. and Matsu'ura, M. (1987) Maximum-likelihood estimation of hypocenter with origin time eliminated using nonlinear inversion technique, *Phys. Earth Planet. Interiors*, Vol.47, pp.50-61

Shelly, D. R., Beroza, G. C., and Ide, S. (2007) Non-volcanic tremor and low-frequency earthquake swarms, *Nature*. 446, 305-307, doi:10.1038/nature05666.

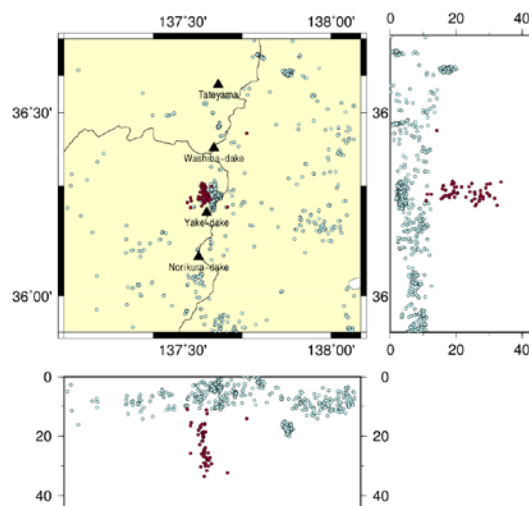


Fig.1 Red circles show the locations of better quality locations for the low-frequency earthquakes in this study. Blue circles show the shallow ordinary earthquakes from the JMA catalogue.

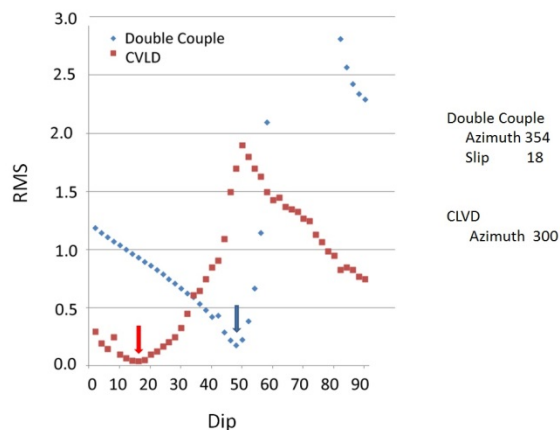


Fig.2 RMS error for the fit of the S to P amplitude data as a function of dip for double-couple and CLVD mechanisms. Arrows show the minimum values for the two types of mechanisms.