

A study on non-volcanic tremor in an active fault zone

宮崎, 真大

<https://doi.org/10.15017/1500509>

出版情報 : 九州大学, 2014, 博士 (理学), 課程博士
バージョン :
権利関係 : 全文ファイル公表済

氏 名 : 宮崎 真大

論 文 名 : A study on non-volcanic tremor in an active fault zone
(活断層帯で発生する非火山性微動の研究)

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

非火山性微動は地震発生層の深部延長部分で発生し、その活動は地震発生における準備過程に関連していると考えられている。非火山性微動の多くは、沈み込み帯やトランスフォーム断層といったプレート境界で見つかっている。遠地地震によって励起された大振幅の表面波がもたらす動的応力などの微小な応力変化に対し、非火山性微動の発生が引き起こされることが知られている。Chao and Obara (2012)は、活断層帯の周辺においても、微動の誘発現象が観測されることを指摘した。内陸の活断層帯における浅部の地震と深部の微動の関連性を説明するためには、高い推定精度を持つ震源と、そのメカニズムを知る必要がある。

本研究では、Chao and Obara (2012)で指摘された非火山性微動の震源域の一つである日奈久断層帯において、定常地震観測網とは別に、臨時に設置している地震観測点から得られたデータを基に高精度の震源推定を行った。得られた誘発微動の震源は、活断層帯の走向方向に沿って分布し、地震発生層の直下で発生していることが明らかになった。このことは、誘発された微動が、断層帯の深部延長部で発生していることを表していると考えられる。

非火山性微動が、数多くの微小な断層運動によって放射される低周波数の波で構成されるということが先行研究によって明らかにされている。この特徴に基づき、観測された微動の波形に対してS波偏角解析を行い、発震機構解の推定を行った。得られた解は、この地域で見られる浅部の地震活動と同じ傾向を示し、得られた断層面解の一方は、断層帯の走向の方向に平行な傾向を示した。このことは、誘発された微動の震源域においても、浅部の領域と同じような応力条件下にあることを示していると考えられる。

微動が定常的に発生しているかを知ることは、震源域周辺の応力状態を理解する上で重要である。Matched-filter法を用いた解析により、この地域における非火山性微動の定常活動性の検出を試みた。検出されたイベントのほとんどは周囲のノイズと同等の振幅を持つが、振幅が比較的大きなものを三例見いだすことができた。これらは、外的な要因による応力擾乱とは関連性が見られないことから、震源域近傍においては応力が臨界状態にあることを示している。

日奈久断層帯の地震発生層には、P波速度の速い領域が走向方向に沿って分布している。断層帯の北東部には、深部にP波速度の遅い領域が存在している。本研究によって得られた結果から、日奈久断層帯における非火山性微動が、下部地殻から浅部の地震発生層の遷移領域で発生していると解釈できる。

Abstract

Numerous studies about non-volcanic tremor around the plate boundaries have revealed that the tremors are located on deep extension of a fault zone. They are sensitive to small stress change caused by various reasons such as the dynamic stress change induced by surface waves with large amplitudes from teleseismic events. Therefore, its occurrence is related to the stress accumulation on the seismogenic zone.

Chao and Obara (2012) found that non-volcanic tremors were excited by surface waves with large amplitudes from teleseismic events near the active fault zone. However, a relation of the triggering phenomena in an active fault zone with the stress changes remains unclear relative to plate boundaries because we have little information about the configurations of fault zones. In order to elucidate a relationship between shallow crustal earthquakes and tremors in the inland active fault zone, it is necessary to determine precisely the hypocenter and its mechanisms.

We deployed temporal seismic stations to establish a dense seismic station network in the Hinagu fault zone, Kyushu Island, Japan, which is one of the source regions of the non-volcanic tremor pointed out by Chao and Obara (2012). We obtained hypocenters with high-resolution relative to the previous study by using waveform data from the network. The tremors are located along the strike direction of the fault zone and beneath the seismogenic zone. This indicates that the tremors occurred on deep extension of the fault zone.

According to the previous studies, the non-volcanic tremor is superposition of overlapping shear faulting of many small low frequency earthquakes. Based on this characteristic, we

determined the focal mechanisms of the tremor by applying S-wave polarization analysis to entire tremor waveforms. The mechanisms have similarities to those of the shallow earthquake in this region. In addition, one of the nodal planes of the focal mechanisms was almost parallel to the strike direction of the active fault. This suggested that the stress condition near source region is same as the shallower seismogenic region. The relations between dynamic stresses and strains are unclear, however, the large normal stress relative to the shear stress may play a role in triggering.

It is also important to investigate the activities of non-volcanic tremor to understand the status of stress near source region. By using matched-filter technique, we attempt to detect the activities of non-volcanic tremor in this region. We obtain three events with relatively large amplitude. However, amplitude of most detected events is comparable with ambient noise level at the stations. These events seem to occur without external stress perturbation acting on the region. From the synthetic test about the detection capability, our results indicate state of stress condition on deep extension of a fault zone is close to critical condition to failure and the high possibilities of the slip occurred in deep extension of a fault zone.

In the seismogenic zone, the region that is characterized by high P-wave velocity (V_p) exists parallel to the strike direction of the Hinagu fault zone. The low V_p region is seen below the tremor zone and northeast part of the fault zone. Comparing the results with the velocity anomaly in this region, we interpret that the non-volcanic tremor in this region occurs in the transient zone from shallow seismogenic zone to the deep lower crust. These results are consistent with the model about the plate boundaries.