9-1 西南日本における深部低周波微動活動(2015年11月~2016年4月) Activity of deep low-frequency tremor in southwest Japan (November, 2015 – April, 2015)

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

西南日本の沈み込み帯で発生する深部低周波微動¹⁾は、フィリピン海プレートの走向に平行な帯 状の領域内で時空間的に集中して発生し²⁾,短期的スロースリップイベント³⁾や周期 20 秒に卓越す る超低周波地震⁴⁾を伴うことがある。2015 年 11 月から 2016 年 4 月までの 6 ヶ月間(第 1,2 図)で、 短期的スロースリップイベント⁵⁾を伴った顕著な活動は、以下のとおりである。

- ・2015年12月28日~2016年1月14日,紀伊半島北部から東海地方.この活動は三重県北部で開始し,12月31日頃にかけて南西方向に活動域の拡大がみられた.1月1日頃からは愛知県西部の領域で活動が開始し、東方向への活動域の移動がみられ、愛知県東部まで到達した.その後、1月10日頃から活動は弱まりつつも、1月14日頃まで継続した(第2,4図).この領域での顕著な微動活動は2015年4月以来となる(第3図).
- ・2015年10月29日~11月8日,四国中部から西部.この活動は,愛媛県西部で開始し10月31 日頃から東西両方向への活動域の拡大が11月5日頃までみられた.その後活動は弱まりつつも, 11月8日頃まで継続してみられた(第2,5図).この領域での顕著な微動活動は,2015年5月 ~6月以来となる.なお,本活動は前号の報告⁶にも含まれている.

これらの活動については、概ねそれぞれの地域における特徴的な周期で発生している.

以上の活動のほか,傾斜変動から短期的スロースリップイベントの断層モデルが推定されていな い期間にも,紀伊半島北部では2016年4月1日~4日に(第4図),紀伊半島南部では2015年11 月25日~28日および2016年3月30日~4月2日に(第4図),四国東部では2016年4月14日 ~22日に(第5図),四国東部から中部では2015年12月26日~2016年1月5日に(第5図), 四国中部では2016年1月8日~12日および2016年4月29日~5月3日に(第5図),豊後水道 では2015年11月8日~12日に(第5図),それぞれ微動活動の活発化がみられた.

紀伊水道を挟んだ和歌山県西部および徳島県東部の微動発生領域では,2014年の半ばから2015 年半ばにかけて,微動活動の活発化がみられた(第6図).これと同期して,紀伊水道を挟んだ両 側では GNSS 記録からも地殻変動がみられ,長期的スロースリップイベントの可能性が指摘され ている^{6,7)}.地殻変動は現在も継続しているようにみられるものの,本期間について微動活動の顕 著な活発化はみられない(第6図).日向灘・足摺沖の領域では,4月半ば以降浅部超低周波地震 が活発化している⁸⁾.豊後水道においては,長期的スロースリップイベントの発生と,深部低周波 微動および浅部超低周波地震の活発化の同期がこれまで複数回確認されている⁹⁾.2015年後半か ら GNSS 記録では若干の変動がみられるものの,微動活動の顕著な活発化はみられない(第7図). なお,GNSS 記録として国土地理院提供の GEONET F3 解を利用した.

> [松澤孝紀・田中佐千子(防災科研)・小原一成(東大地震研)] Takanori Matsuzawa, Sachiko Tanaka, and Kazushige Obara

参考文献

- 1) Obara, K., 2002, Nonvolcanic deep tremor associated with subduction in southwest Japan, Science, 296, 1679-1681.
- 2) Obara, K., Hirose, H., 2006, Non-volcanic deep low-frequency tremors accompanying slow slips in the southwest Japan subduction zone, Tectonophysics, 417, 33-51.
- Obara, K., Hirose, H., Yamamizu, F., Kasahara, K., 2004, Episodic slow slip events accompanied with non-volcanic tremors in southwest Japan subduction zone, Geophys. Res. Lett., 31, L23602, doi:10.1029/2004GL020848.
- 4) Ito, Y., Obara, K., Shiomi, K., Sekine, S., Hirose, H., 2007, Slow earthquakes coincident with episodic tremors and slow slip events, Science, 315, 503-506.
- 5) 防災科学技術研究所,西南日本における短期的スロースリップイベント(2015年11月~2016 年4月),予知連会報,本号.
- 6) 防災科学技術研究所,西南日本における深部低周波微動活動(2015年5月~2015年10月), 予知連会報,95,323-329.
- 7) 国土地理院, 近畿地方の地殻変動, 予知連会報, 95, 285-287.
- 8) 防災科学技術研究所,日本周辺における浅部超低周波地震活動(2015年11月~2016年4月), 予知連会報,本号.
- 9) Hirose, H., Asano, Y., Obara, K., Kimura, T., Matsuzawa, T., Tanaka, S., Maeda, T., 2010, Slow earthquakes linked along dip in the Nankai Subduction Zone, Science, 330, 1502, doi:10.1126/ science.1197102.
- 10) Maeda, T., Obara, K., 2009, Hypocenter distribution of deep low-frequency tremors in Nankai subduction zone, Japan, J. Geophys. Res., 114, B00A09, doi:10.1029/2008JB006043.
- 11) Obara, K., Tanaka, S., Maeda, T., Matsuzawa, T., 2010, Depth-dependent activity of non-volcanic tremor in southwest Japan, Geophys. Res. Lett., doi:10.1029/2010GL043679.



- 第1図 西南日本で発生した深部低周波微動及び深部超低周波地震⁴⁾の月別震央分布.赤丸が当該期間の微動の震央を表す.この震央はエンベロープ相関・振幅分布ハイブリッド法¹⁰⁾及びクラスタリング処理¹¹⁾によって 1時間毎に自動処理された微動分布の重心である.青菱形は深部超低周波地震の震央を示す.
- Fig.1 Monthly epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes ⁴⁾ in southwest Japan from November 2015 to April 2016. Red circles indicate epicenters of tremor for the period shown in the upper-left corner. The epicenter is the centroid location from one hour distribution estimated by the hybrid method based on the envelope correlation considering the spatial distribution of amplitude ¹⁰⁾ and clustering process ¹¹⁾. Blue diamonds indicate epicenters of deep very low-frequency earthquakes.



第2図 西南日本で発生した深部低周波微動(赤丸)及び深部超低周波地震(青菱形)の約6ヶ月間の時空間分布. Fig.2 Space-time plot of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes along the profile from southwest to northeast in southwest Japan for about six months. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1.



第3図 西南日本で発生した深部低周波微動(赤丸)及び深部超低周波地震(青菱形)の2003年から約13年間の 時空間分布. 黄緑色太線は,傾斜変動から検出された短期的スロースリップイベントを示す.

Fig.3 Space-time plot of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes along the profile from southwest to northeast in southwest Japan for about 13 years from January 2003. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1. Thick light green lines are short-term slow slip events detected by Hi-net tiltmeters.



- 第4図 2015年11月から2016年4月までの期間に東海・紀伊半島地域で発生した,主な深部低周波微動及び深部 超低周波地震の活動における震央分布スナップショット.赤丸が当該期間の微動,青菱形が超低周波地震 を表す.
- Fig.4 Daily epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes in Tokai and Kii area for major episodes from November 2015 to April 2016. The time duration of each snapshot is shown in the upper-left corner. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1.



- 第5図 2015年11月から2016年4月までの期間に四国地域で発生した,主な深部低周波微動及び超低周波地震の 活動における震央分布スナップショット.赤丸が当該期間の微動,青菱形が超低周波地震を表す.
- Fig.5 Daily epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes in Shikoku area for major episodes from November 2015 to April 2016. The time duration of each snapshot is shown in the upper-left corner. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1.



- 第6図 (a)GNSS データ(国土地理院 GEONET F3 解)による,三隅を基準点としトレンドおよびアンテナ交換に よるオフセットを除去した,各 GEONET 点における変位.青,赤,橙,緑,黒,紫色の×印はそれぞれ, 阿南2(950422),白浜(031112),串本(940070),那智勝浦2(021012),紀和(021000),三重熊野(950315) での東方向の変位を示す.トレンドの除去には2012~2013年の期間の傾きを用いた.各 GEONET 点の 位置は,(b)内の地図中にそれぞれの色に対応した四角で示す.(b)紀伊水道西側から紀伊半島南部の各領 域における,2001年以降の微動活動の積算個数の時系列.積算個数は各領域の全期間の活動数で規格化さ れており,その活動数をそれぞれ右側に示した.積算個数を示した線に対応する色で,図内の地図中に領 域をそれぞれ示した. 灰丸は,上記以外の領域の微動分布を示す.
- Fig.6 (a) Time series of eastward displacement at GEONET stations from the F3 solution of GEONET GNSS data of GSI, using Misumi as a reference station. Blue, red, orange, green, black, and purple lines are displacement at Anan2 (950422), Shirahama (031112), Kushimoto (940070), Nachikatsuura2 (021012), Kiwa (021000), and Miekumano (950315), respectively. Data is detrended using the period from 2012 to 2013. Antenna offset is also removed. Locations of GEONET stations are indicated in an inset map in (b). (b) Normalized cumulative number of tremor in several regions around Kii Channel and southern Kii. Number of tremors in each region is indicated at the right of each line. Tremor distribution in each region is indicated by circles in the inset map. The color of circles corresponds to the color of lines of cumulative number. Gray circles indicate the tremor in the other region.



- 第7図 (a)GNSS (国土地理院 GEONET F3 解)による、上対馬を基準点とした高知大月の東方向の変位. トレンドは 2012 年から 2013 年のデータを用いて除去している. (b)豊後水道南東側 (赤線)及び北西側の領域 (青線)における 2001 年からの微動活動積算個数. 図中の地図には南東側,北西側に位置する微動の分布を それぞれ赤丸,青丸で示した.また,灰丸は上記以外の領域の微動分布を示した.
- Fig. 7 (a) Time series of eastward displacement of Kochiotsuki from the F3 solution of GEONET GNSS data of GSI, using Kamitsushima as a reference station. Data is detrended by the data from 2012 to 2013. (b) Cumulative number of tremor since January 2001 in the southeastern (red line) and the northwestern (blue line) region in the Bungo channel. Red and blue circles in the inset map show the tremor distribution which occurred in the southeastern and northwestern region, respectively. Gray circles indicate the tremor in the other region.