## 9-1 西南日本における深部低周波微動活動 (2010 年 11 月~ 2011 年 5 月 ) Activity of deep low-frequency tremor in southwest Japan (November, 2010 – May, 2011)

防災科学技術研究所

## National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

西南日本の沈み込み帯で発生する深部低周波微動<sup>1)</sup>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<sup>2)</sup>,短期的スロースリップイベント<sup>3)</sup>や周期 20 秒に卓 越する超低周波地震<sup>4)</sup>を伴うことがある.2010年11月から2011年5月までの7ヶ月間(第1,2 図)で,短期的スロースリップイベント<sup>5)</sup>を伴った顕著な活動は,以下のとおりである.

・2010年11月9日~22日,四国中部~東部.この領域における活動は,2010年7月以来,約4ヶ 月ぶりであった(第3図).愛媛・徳島県境付近で9日頃に開始した微動活動は,主として東方向 に伝播した.東側の活動は徳島県中部~東部に達し,22日頃まで活動がみられた(第5図).

・2010年11月13日~19日,東海地方.この領域での活動は,2010年3月以来約8ヶ月ぶりであった(第3図). 微動活動は,愛知県東部で13日頃に開始し,活発な活動は19日頃まで続いた.その後もこの領域では、断続的に小規模な活動が11月30日頃までみられた(第4図).

・2010年11月26日~27日,紀伊半島北部.この領域での活動は,2010年5月以来,約6ヶ月ぶりであった(第3図).26日頃より三重・奈良県境付近から微動活動が時開始し,その後北東方向へと活動域が拡大した(第4図).

・2010年12月9日~16日,四国西部.この領域における活動は2010年8月以来,約4ヶ月ぶりであった(第3図).豊後水道において,9日頃に開始した微動活動は,東側に活動域を移しつつ,16日頃まで活発な活動を示した(第5図).

・2011年1月9~15日,四国西部. この領域における活動は,2010年7月以来,約6ヶ月ぶりであった(第3図). 愛媛県中部において9日頃に開始した微動活動は,11日~13日頃にいったん西側に活動域を移した. その後,13~15日頃に活動開始点付近において,ふたたび微動活動がみられた(第6図).

・2011年5月20~23日,四国西部.この領域における活動は,2010年12月以来,約5ヶ月ぶり であった(第3図).20日頃に愛媛県西部において開始した微動活動は,23日にかけて東西方向へ と伝播した(第6図).

以上の微動活動の活発化については、それぞれの地域に固有の周期と概ね調和的であった.

豊後水道においては、南東側の領域を中心として 2010 年1月末より、微動活動が断続的に活発 化していた.この活発化は2010年6月頃から低調になり始め、2011年1月以降はかなり低い活動レー トとなっている(第7図).この活動は豊後水道で発生した長期的スロースリップのすべりの加速・ 減速に対応しており 6)、2011年1月以降の低い活動レートも、2003年の豊後水道における長期的 スロースリップ後にみられた、微動活動の沈静化に類似している.

短期的・長期的スロースリップイベントに伴う傾斜変化が明瞭ではない期間にも、微動活動が、 紀伊半島北部で2010年11月15日~23日に(第4図),四国西部で2010年11月16日~20日に(第 5図),紀伊半島南部で2011年2月21日~23日に(第4図),それぞれ活発化した.また、2011 年東北地方太平洋沖地震後の2011年3月12日~15日にかけても、四国東部および西部において それぞれ微動活動がやや活発化した(第6図).

[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

- 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.
- 3) 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 (2010年11月~2011 年5月),連絡会報,本号.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 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7)及びクラスタリング処理8)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 earthquakes4) in southwest Japan from November 2010 to May 2011. 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 amplitude7) and clustering process8). Blue diamonds indicate epicenters of deep very low-frequency earthquakes.





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 seven months from November 2010. 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8年間の時空間分布. 黄緑色太線は、傾斜計によっ て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 eight 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 tilt meters.



 第4図 2010年11月から2011年5月までの期間に東海・紀伊半島で発生した、主な深部低周波微動及び深部超低周波 地震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 2010 to May 2011. 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 2010年11月から12月までの期間に四国で発生した、主な深部低周波微動及び深部超低周波地震における震央
- 2010年11月から12月までの期間に四国で発生した、主な保部区周波域顕及の保部超低周波地震におりる震突 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. Daily epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes in Shikoku area for major episodes from November 2010 to December 2010. The time duration of each snapshot Fig. 5 is shown in the upper-left corner. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1.



- 第6図
- 2011 年 1 月から 2011 年 5 月までの期間に四国で発生した, 主な深部低周波微動及び超低周波地震における震 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. Daily epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes in Shikoku area for major episodes from January 2011 to May 2011. 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. Fig. 6



- (a) 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. (b) 2009年8月以降の期間の拡大図.
  (a) 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 are the tremor distribution which 第7図
- Fig. 7 occurred in the southeastern and northwestern region, respectively. Gray circles indicate the tremor in the other region. (b) Enlarged figure of (a) from August 2009 to June 2011.