## 9-1 西南日本における深部低周波微動活動 (2009 年 11 月~ 2010 年 4 月 ) Activity of deep low-frequency tremor in southwest Japan (November, 2009 – April, 2010)

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。2009 年 11 月から 2010 年 4 月までの半年間(第 1 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。

・2009年10月29日~11月10日,四国西部.この地域での活動は2009年4月以来,6ヶ月ぶりであった(第3図).一旦,北東方向に移動した後,南西方向に移動し,活動域は豊後水道に達した(第2図)<sup>6)</sup>.この期間の微動活動および,これに伴って発生した短期的スロースリップイベントの詳細は前号の報告<sup>6),7)</sup>を参照されたい.

・2009年12月22日~2010年1月10日,四国中部.この地域の活動は,2009年5月以来7ヶ月 ぶりであった(第3図).微動活動は27日に活発化し,同日18時以降はやや東側に移動し,その 後東西両方向に移動した(第2,5図).この移動する活動に連続するように,その東側の香川・徳島・ 愛媛県境付近で12月30日から微動活動が始まり,2010年1月上旬にはさらに東側で活動が続いた(第 5図).

・2010年2月19日~3月6日,四国西部.19日に豊後水道で活動が活発化したのち,28日以降は, 北東側の四国西部へと活動域が移動した(第6図).

・2010年3月27日~4月1日,四国西部.27日~28日に豊後水道において微動が活発化した(第6図).この活動がいったん小さくなった29日より,北東方向にやや離れた四国西部で微動活動が開始した.その後活動域は南西側の豊後水道に達する付近まで移動した.

以上の短期的スロースリップイベントによる傾斜変動を伴う活動について,2009年10月~11月 の四国西部,2010年12月の四国中部の活動はそれぞれの地域に固有の周期と調和的であった.

豊後水道においては、南東側の領域を中心として1月末より微動活動が断続的に活発化し(第2, 6,7図)、上述のように短期的スロースリップイベントも2月下旬と3月下旬に見られ、固有の発 生間隔よりも短い間隔で発生している.この期間豊後水道においては、長期的スロースリップに対 応するとみられる地殻変動が GPS や傾斜計で捉えられており<sup>8)</sup>、長期的スロースリップイベントの 発生との関連が示唆される.また、同様な微動活動の傾向が2003年豊後水道長期的スロースリッ プイベントの発生時にも見られている(第3,7図).やや距離は離れているが、日向灘地域でも付 加体の内部で発生すると考えられる浅部超低周波地震<sup>9)</sup>が2003年半ばと同様に、2010年2月~3 月に活発化している<sup>8),10)</sup>.

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,小規模な微動活動が, 東海地方で2010年3月中旬(第2,4図)に,紀伊半島中部で2010年3月中旬(第2,4図)に, 和歌山県南西部で2010年1月中旬(第2,4図)に,四国中部で4月中旬(第2,6図)に発生した. 深部低周波微動は,しばしば遠地で発生した大地震の表面波や近地地震にトリガーされて活発化す ることがある.2010年1月10日1時44分に遠州灘で発生した M4.6の地震の直後に,愛知県中部 と三重県中部で一時的に微動が見られた(第4図).

(松澤孝紀・小原一成・田中佐千子)

Takanori Matsuzawa, Kazushige Obara, and Sachiko Tanaka

参考文献

- 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.
- 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) 木村武志・木村尚紀・廣瀬仁・小原一成・関根秀太郎,西南日本における短期的スロースリッ プイベント(2009年12月~2010年4月),連絡会報,84,379-383.
- 小原一成・松澤孝紀,2010,西南日本における深部低周波微動活動(2009年5月~2009年11月), 連絡会報,83,429-435.
- 7) 木村尚紀・木村武志・関根秀太郎・廣瀬仁・小原一成, 2010, 西南日本における短期的スロースリッ プイベント(2009年5月~2009年11月),連絡会報,83,436-443.
- 8) 木村武志・浅野陽一・廣瀬仁・小原一成, 2010, 豊後水道長期的スロースリップイベントに伴う 傾斜変動, 連絡会報, 84, 398-401.
- 9) Ito, Y., Obara, K., 2006, Dynamic deformation of the accretionary prism excites very low frequency earthquakes, 33, L02311, doi:10.1029/2005GL025270.
- 浅野陽一,2010,日本周辺における超低周波地震活動(2009年11月~2010年4月),連絡会報, 84,6-7.
- 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.
- 12) 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 (in press).



- 第1図 西南日本で発生した深部低周波微動及び超低周波地震の月別震央分布.赤丸が当該期間の微動 の震央を表す.震央はエンベロープ相関・振幅分布ハイブリッド法<sup>11)</sup>及びクラスタリング処 理<sup>12)</sup>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<sup>4)</sup> の震央を示す.
- Fig. 1 Monthly epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes in southwest Japan from November 2009 to April 2010. Red circles indicate epicenters of tremor for the period shown at 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<sup>11)</sup> and clustering process<sup>12)</sup>. Blue diamonds indicate epicenters of deep very low-frequency earthquakes<sup>4)</sup>.



第2図 西南日本で発生した深部低周波微動及び超低周波地震の約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 from November 2009. 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及び超低周波地震の 2003 年から約7年間の時空間分布.
- 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 seven years from January 2003. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1.



- 第4図 2009年11月から2010年4月までに東海・紀伊半島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.1月9日~10日のスナップショットにおける三重県中部の円(緑破線)は,1月10日に 遠州灘のフィリピン海プレート内深さ26kmで発生した M4.6の地震の直後に発生した微動の位 置を示す.
- Fig. 4 Daily epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep low-frequency earthquakes in Kii and Tokai area for major episodes from November 2009 to April 2010. 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. Dashed green circle in the snapshot from January 9-10 indicates the tremor activity occurring just after the M 4.6 earthquake at the depth of 26 km within the Philippine Sea plate in the Enshu Nada region on January 10.



第5図 2009年11月から2010年1月中旬まで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.

Fig. 5 Daily epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep low-frequency earthquakes in Shikoku area for major episodes from November 2009 to the middle of January 2010. 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 2010年1月下旬から2010年4月まで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.
- Fig. 6 Daily epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep low-frequency earthquakes in Shikoku area for major episodes from the end of January 2010 to April 2010. 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7図 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す.
- Fig. 7 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.