# 9-3 西南日本における短期的スロースリップイベント (2007 年 5-10 月) Short-term slow slip events with non-volcanic tremors in southwest Japan (May - October, 2007)

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

2007 年 5 月から 10 月の期間中に西南日本の深部低周波微動<sup>1)</sup>に同期して発生した短期的スロー スリップイベント<sup>2),3)</sup> (SSE) について報告する.

#### (1) 2007年6月長野県南部

6月14日から17日にかけて,長野県南部において深部低周波微動活動が観測された.これに伴う傾斜変化を調査した.第1図に微動の震央に近い観測点の傾斜記録を示す.ここで傾斜記録は, BAYTAP-G<sup>4)</sup>により潮汐・気圧応答成分補正後のものである.これを見ると,同じ時期に低気圧が 通過した影響が大きく,微動活動に対応する傾斜変化も含まれている可能性もあるが検出は難しい. なおこの活動の地殻変動が気象庁の歪計で観測されている<sup>5</sup>.

第2図にこの期間の傾斜変化ベクトルと、2006年8月下旬にほぼ同じ場所で発生した微動活動・ それに伴うSSEの断層モデル、およびそのモデルから計算される傾斜ベクトルを示す<sup>®</sup>. さらに 2006年8月の活動と比べ、今回の微動活動の中心がやや北東側に位置することを考慮し、同じ断 層モデルの幾何・すべりベクトルで断層位置のみ北東にずらせた場合のモデル計算の結果も示した. これを見ると、一部の観測点で計算値と同程度の大きさの傾斜変化があり、微動を伴うSSEによ る地殻変動をとらえている可能性もあるが、気圧変化などによる擾乱に隠されていると考えられる.

(2) 2007年8-9月四国西部

8月下旬から9月上旬にかけて、四国西部において微動を伴った SSE が 2 回の活動時期に分かれ て発生した.第3回にこの期間の傾斜時系列を、四国西部の微動活動度とともに示した.SSE によ る傾斜変化は微動活動に対応した (a) 8月 28日から9月 3日; (b) 9月 9日から 12日; の期間にそ れぞれ観測された.第4回 a,b に、これらの 2 期間の傾斜変化ベクトル、そのデータから推定され た SSE の断層モデル、およびそのモデルから期待される傾斜変動ベクトルを示した.期間 (a) では 四国西部の内陸側(東側)で、期間(b)ではそのすぐ西側の海岸付近で、SSE が微動を伴い発生し たと考えられる.両者を合わせた規模は Mw = 6.0 となり、この領域で発生する典型的な SSE と同 等である.すなわち普段は連動して活動する 2 つの領域が、今回は別々に活動したものと考えられ る.なお期間 (b) では微動・SSE とほぼ同じ領域で深部超低周波地震<sup>7</sup>(VLFE) が検出されている.

(3) 2007年9-10月愛知県

9月下旬から10月上旬にかけて、愛知県付近において微動を伴ったSSEが2回の活動時期に 分かれて発生した.第5図にこの期間の傾斜時系列を、愛知県付近の微動活動度とともに示した .SSEによる傾斜変化は微動活動に対応した(a)9月25日から10月1日;(b)10月5日から9日;の 期間にそれぞれ観測された.第6図a,bに、これらの2期間の傾斜変化ベクトル、そのデータから 推定されたSSEの断層モデル、およびそのモデルから期待される傾斜変動ベクトルを示した.傾 斜変化が最大でも約0.05µradian 程度と非常に小さいため、精度良くすべりの位置を推定するのは 非常に難しいが、期間(a)では愛知県東部、期間(b)では(a)の西隣りの愛知県中部にSSEが発生 したと考えられる.これは微動の活動領域ともよく一致している.両者を合わせると Mw = 5.8 と なり、四国西部と比較してひとまわり小さい(地震モーメントは約半分)規模といえる.期間(a) に VLFE が1イベント検出されている.

## (4) 2007年10月伊勢湾

10月上旬の愛知県の活動の約1週間後に、その南西の伊勢湾西部(志摩半島北部)を中心とする 領域で微動が発生し、それに同期した傾斜変化が僅かに見られた.第7図にこの期間の傾斜時系列 を、同領域の微動活動度とともに示した.微動活動の震央に近い MASH でほぼ西傾斜のセンスの ゆっくりした変化が見られる.10月16日から19日の変化をSSEによるものと仮定し、断層モデ ルを推定した結果を第8図に示した.SSEの断層面は微動および VLFE活動とほぼ同じ場所に求め られた.ただし利用できる観測点がソースの片側に偏っているため、深さや面積を制約するのは難 しい.

#### 謝辞

気象庁のホームページで公開されている気象台等の気象観測データを使用させていただきました.記 して感謝いたします.

(廣瀬仁・関根秀太郎・小原一成)

## 参考文献

1) 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 (2007年5-10月), 本会報.

- 2) Obara, K., H. Hirose, F. Yamamizu, and K. Kasahara, Episodic slow slip events accompanied by non-volcanic tremors in southwest Japan subduction zone, Geophys. Res. Lett., 31 (23), doi:10.1029/2004GL020848, 2004.
- 3) Hirose, H. and K. Obara, Repeating short- and long-term slow slip events with deep tremor activity around the Bungo channel region, southwest Japan, Earth Planets Space, 57 (10), 961-972, 2005.
- 4) Tamura, Y., T. Sato, M. Ooe, M. Ishiguro, A procedure for tidal analysis with a Bayesian information criterion, Geophys. J. Int., 104, 507-516, 1991.
- 5)気象庁,2007年6月15日頃から17日頃にかけての長野県南部の低周波地震活動に伴う歪計の変化及び推定されるすべり候補点,第174回地震予知連絡会気象庁資料,2007.
- 6) 防災科学技術研究所,西南日本の短期的スロースリップ活動(2006年06月~11月),連絡会報, 77,358-365,2007.
- 7) Ito, Y., K. Obara, K. Shiomi, S. Sekine, and H. Hirose, Slow Earthquakes Coincident with Episodic Tremors and Slow Slip Events, Science, 315, 503-506, 2007.



- 第1図 2007年6月1日から19日までの東海地域における傾斜時系列.記録は上 方向への変化が北・東下がりの傾斜変動を表す.気圧・潮汐・リニアトレンド成分を除去後の記録を示した.色で示した時間範囲が長野県南部での 微動活動の時期に対応する.同地域での微動活動度・気象庁飯田観測所での気圧変化および降雨量をあわせて表示した.
- Fig.1 Time series of tiltmeter records, daily tremor counts, atmospheric pressure change and daily precipitation in the Tokai area from April 1 to 19, 2007. 'N' and 'E' followed by a station code with four characters denote the northward and eastward ground down components, respectively. The colored time window corresponds to the tremor activity in the southern Nagano area. The atmospheric pressure and the precipitation were observed at the JMA Iida meteorological observatory. The records after removing tidal and atmospheric pressure components estimated by BAYTAP-G and removing their linear trends are shown.



- 第2図 傾斜変化ベクトル図.2007年6月15日から17日の期間の傾斜変化ベクトル(青矢印)・2006年8月のSSEの断層モデル(灰色矩形)・そのモデルから計算される傾斜変化ベクトル(灰色矢印)・2006年8月イベント時の微動の震央(灰色点)・今回(2007年6月)の微動の震央分布(橙点)・その震央分布の中心に重なるように2006年8月SSEの断層を移動した断層位置(緑矩形)・およびそのモデルから計算される傾斜変化(白矢印).
  - Fig.2 Observed tilt change vectors for three days from June 15, 2007 (blue arrows), the August 2006 SSE fault model (a gray rectangle), calculated tilt changes due to this fault model (gray arrows), tremor epicenters during the 2006 episode (gray dots), tremor epicenters during the June 2007 episode (orange dots), assumed fault location for the 2007 episode (a green rectangle), and calculated tilt changes due to this fault model (white arrows with green broken lines).



- 第3図 2007年8月15日から9月14日までの約1か月間における,四国西部の4観測点(観測点位置は第4図に 示した)の傾斜時系列.図の見方は第1図と同様.四国西部における微動活動度・気象庁宇和島観測所での 気圧変化および降雨量をあわせて表示した.
  - Fig.3 Time series of tiltmeter records, daily tremor counts, atmospheric pressure change and daily precipitation in the western Shikoku area from August 15 to September 14, 2007. This chart was drawn on the same convention as Fig. 1. The atmospheric pressure and the precipitation were observed at the JMA Uwajima meteorological observatory. These station locations and the tilt changes during the time windows marked with colors are shown in Fig. 4.



第4図 2007年8-9月四国西部スロースリップイベントの断層モデル.(a)8月28日から9月3日;(b)9月9日から12日;の期間に観測された傾斜変化ベクトル(青矢印)・ このデータから推定された SSE の断層モデル(赤矩形・矢印)・モデルから計算される傾斜変化ベクトル(白抜き矢印)を示す.同じ期間の微動の震央を橙点で, 深部超低周波地震の震央を茶色の星印で示した.

Fig.4 Observed tilt change vectors (blue arrows; ground downward direction), the estimated slow slip fault models (red rectangle areas and arrows) from these tilt change data, and the calculated tilt changes due to these slow slip models (open arrows) for the August (a) and September (b) 2007 western Shikoku SSEs. Epicenters of the tremor activity (orange dots) and the deep very low frequency earthquakes (brown stars) during the same time periods are also plotted.



- 第5図 2007年9月16日から10月16日までの,愛知県東部地域の観測点における傾斜時系列(観測点位置は 第6図に示した).図の見方は第1図と同様.愛知県付近における微動活動度・気象庁名古屋地方気象台 での気圧変化および降雨量をあわせて表示した.
  - Fig.5 Same as Fig. 1 but the time series data around the Aichi area from September 16 to October 16, 2007. The station locations are shown in Fig. 6. Tremor activity around the area and atmospheric pressure and precipitation at the JMA Nagoya meteorological observatory are shown.



第6図 2007年9-10月の愛知県付近でのSSEの断層モデル.図の見方は第4図と同じ.(a)9月25日 から10月1日;(b)10月5日から9日;の期間のモデルを示す.

Fig.6 Same as Fig. 4 but for the September (a) and October (b) 2007 SSEs around the Aichi area.



- 第7図 2007年9月25日から10月22日までの,志摩半島付近の観測点の傾斜 時系列(観測点位置は第8図に示した).図の見方は第1図と同様.伊勢 湾付近における微動活動度・気象庁津地方気象台での気圧変化および降 雨量をあわせて表示した.
- Fig.7 Same as Fig. 1 but the time series data around the Shima peninsula from September 25 to October 22, 2007. The station locations are shown in Fig. 8. Tremor activity around the Ise bay and atmospheric pressure and precipitation at the JMA Tsu meteorological observatory are shown.



第8図 2007年10月伊勢湾付近でのSSEの断層モデル.図の見方は第4図と同じ. Fig.8 Same as Fig. 4 but for the October 2007 SSE around the Ise bay.