7-3 西南日本の短期的スロースリップ活動(2006年6月~11月)

A short-term slow slip event with deep low-frequency tremors at southwest Japan (from August to November, 2006)

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

西南日本においては,周期的に活動する深部低周波微動 1)(微動)活動に伴って短期的スロース リップ 2)(短期的 SSE)が発生しており,防災科学技術研究所の高感度加速度計(傾斜計)におい て,変動が見られている.2006 年 6 月から 11 月にかけては,西南日本の数地域において微動活動 が見られ,それに伴い短期的 SSE 起源と思われる傾斜変化が見られた.傾斜変動が防災科研 Hi-net の数観測点で観測され,逆解析によって短期的 SSE の断層面が推定できた地域を時系列順に並べる と以下の通りである.

- (1) 2006年6月 紀伊半島北部
- (2) 2006 年 8 月 長野県南部
- (3) 2006年9月 四国西部
- (4) 2006年11月四国東部
- (5) 2006年11月紀伊半島北部

以下にそれぞれの活動についての特徴を述べる.なお微動活動の詳細は西南日本における深部低周 波微動活動 3)を参照されたい.

(1) 2006年6月 紀伊半島北部の活動

三重県において、5月28日頃活発化した微動活動に伴い傾斜変動が発生した.この活動は約6ヶ 月周期で発生する微動活動と調和的である.同様の周期活動と見られる2006年1月の活動とは違い、 北東側から南西側に向かって微動活動が活発化した.それに伴い傾斜変動も見えているが、変動変 化が2006年1月の活動と比較するとゆるやかな動きをしている.この様子は微動活動の活動期間が やや長めであった事とも調和的である.第1図に傾斜変動が顕著に現れた観測点の傾斜記録を、第 2図に傾斜記録から推定した短期的SSEの断層面を示す.推定された短期的SSEの大きさは Mw 5.8 である.

(2) 2006 年 8 月 長野県南部の活動

この地域では、以前から周期的に微動活動が起こっており、ひとつ前の活動は 2006 年の1月であ るが、以前の活動においては、顕著な傾斜変動はみられなかった.今回の活動では、気象庁の体積 歪計にも変化が見られており、以前の活動より、大きな活動であったと推測される.しかし、その 変動量はごく少量であり、他の地域と比較すると、約4分の1程度の大きさであった.第3図に変 動が観測された点での特徴的な波形を示し、第4図 に逆解析による推定断層面を示している.推定 された短期的 SSE の断層面は微動活動と調和的であり、フィリピン海プレート上で発生しているも のと推定される.また、その大きさは Mw5.7 であると推定される.

(3) 2006年9月 四国西部

2006年9月7日から豊後水道側で活動が活発化し始めた微動活動は徐々に活動を東の方向に移動 した.この活動も第5図にみるとおり、2006年6月の紀伊半島の活動と同じように傾斜変化がそれ までのものと比較すると少し緩やかであるように見える.傾斜変化は第6図にみられるように、微 動活動に伴って西側の観測点から順番に変動が見られた.全体を1枚の断層面であると仮定して、 断層面を推定したのが、第7図で示した断層面である.断層面の位置はこれまでこの地域で発生し てきた微動活動に伴う短期的 SSE の推定断層面と調和的である.なお、推定された短期的 SSE の規 模は Mw6.2 であり、この地域における微動活動としては、比較的大きいと考えられる.

(4) 2006年11月四国東部

11月4日から四国中部から東部にかけて発生した微動活動に対応して、数点の観測点において傾斜変化が見られた.この地域においては、周期的に微動活動が起こった際に、変化を示すのは、微動活動直近の観測点(新宮観測点)のみであり、短期的SSEの断層面を推定することはできなかった.第8図に今回の活動で見られた傾斜変動を示す.第9図に、逆解析によって求められた短期的SSEの推定断層面を示す.推定された断層は微動活動と調和的である.また,推定された短期的SSEの規模はMw6.0 であり、他の地域と比較しても比較的大きな活動であった可能性がある.

(5) 2006年11月紀伊半島北部

四国東部の活動と時期をほぼ同じくして,紀伊半島北部において約5ヶ月で北東—南西方向にバ イラテラルに微動活動が活発化した.2006年1月の活動と同様に伊勢湾内でも微動活動はあり,小 規模だが,愛知県側でも微動活動は認められた.この活動も紀伊半島付近での周期的活動と調和的 である.第10図に紀伊半島内の観測点の特徴的な傾斜記録を示し,第11図に傾斜記録から逆解析 によって推定された短期的 SSE の推定断層面を示す.今回の活動は伊勢湾の内部にまで,微動活動 があるのが特徴であるが,推定された断層面も伊勢湾内に延びており調和的である.推定された短 期的 SSE の規模は Mw6.1 であった.なお,愛知県側での活動に対応した傾斜変動は観測すること ができなかった.

(関根秀太郎)

謝辞

気象庁ホームページで公開されている各観測所の気象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.

参考文献

- 1) Obara, K., Nonvolcanic Deep Tremor Associated with Subduction in Southwest Japan, Science, 296, 1679-1681, 2002.
- H. Hirose, 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
- 3) 小原一成,西南日本における深部低周波微動活動(2006年5~11月),本会報.
- 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.



- 第1図 2006年1月から6月までの防災科研 Hi-net 大山田観測点 (OYMH), 松 坂観測点 (MASH) および嬉野観測点 (URSH)の東西成分の傾斜時系列. 上方向が東下がりである. BAYTAP-G4) により傾斜・気圧成分を除去 した記録を示している. なお,気圧成分の除去には津気象台の観測値 を使用している.合わせてこの期間における微動活動度,津気象台の 雨量を表示した.微動活動が活発な時期(2006年1月及び6月)に合 わせて大きな傾斜変化が現れていることがわかる.
- Fig. 1 Time series of tiltmeter EW records at OYMH, MASH, URSH, daily tremor counts of this episode, atmospheric pressure and precipitation from January, 2006 to June. 'E' followed by a station code with four characters denote the northward and eastward ground down components, respectively. The atmospheric pressure and precipitation were observed at Uwajima meteorological observatory. These station locations are shown in Fig.2. The records are plotted after removing their linear trend, and tidal and atmospheric pressure components estimated by BAYTAP-G4).



- 第2図 観測された傾斜変化ベクトル(青矢印)・このデー タから推定されたスロースリップイベントの断層モ 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). 橙色は 2006 年 5 月 28 日から 6 月 5 日に発生した深部低周波微動の震央位 置を示している.
 - Fig. 2 Tilt change vectors (blue arrows; ground downward direction), the estimated short-term slow slip model(red rectangle area and arrow) from these tilt change data, and the calculated tilt changes due to this short-term slow slip event model (open arrows) for the Kii-peninsula region . Epicenters distribution of deep low-frequency tremor activity are also plotted during the same time period(May 28 Jun.5, 2006).



- 第3図 2006年8月10日から9月4日までの防災科研 Hi-net 喬木観 測点 (TKGH), 中津川観測点 (NTGH), 作手観測点 (TDEH), 龍山観測点 (TATH) および森観測点 (MRIH) における傾斜時 系列.上方向が東下がりである.BAYTAP-Gにより傾斜・気 圧成分を除去した記録を示している.なお,気圧成分の除去 には飯田測候所の観測値を使用している.合わせてこの期間 における微動活動度,飯田測候所の雨量を表示した.
- Fig. 3 Time series of tiltmeter records at TKGH, NTGH, TDEH, TATH, and MRIH, daily tremor counts of this episode, atmospheric pressure and precipitation from January, 2006 to June. 'N' and 'E' followed by a station code with four characters denote the northward and eastward ground down components, respectively. The atmospheric pressure and precipitation were observed at Iida meteorological observatory. These station locations are shown in Fig.4. The records are plotted after removing their linear trend, and tidal and atmospheric pressure components estimated by BAYTAP-G.



lat. $35.258^{\circ}N$ lon. $138.064^{\circ}E$ depth 25.8 km leng. 28.1 km wid. 48.7 km slip 0.877 cm strike 230.6° dip 11.6° rake 105° $M_0 4.79e+17 Nm$ $M_W 5.7$

- 第4図 観測された傾斜変化ベクトル(青矢印)・このデータ から推定されたスロースリップイベントの断層モデ 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). 橙色は 2006 年 5 月 28 日か ら 6 月 5 日に発生した深部低周波微動の震央位置を示 している.
- Fig. 4 Tilt change vectors (blue arrows; ground downward direction), the estimated short-term slow slip model(red rectangle area and arrow) from these tilt change data, and the calculated tilt changes due to this short-term slow slip event model (open arrows) for the south Nagano region . Epicenters distribution of deep low-frequency tremor activity are also plotted during the same time period (Aug. 27 Sep. 3,2006)



- 第5図2006年1月から6月までの防災科研Hi-net伊方観測点(IKTH), 三崎観測点(MISH)) の南北成分の傾斜時系列.上方向が北下がりである.BAYTAP-G4)により傾斜・ 気圧成分を除去した記録を示している.
 - Fig. 5 Time series of tiltmeter NS component records at IKTH and MISH, daily tremor counts of this episode, atmospheric pressure and precipitation from January, 2006 to June. 'N' followed by a station code with four characters denote the northward and eastward ground down components, respectively. The atmospheric pressure and precipitation were observed at Uwajima meteorological observatory. These station locations are shown in Fig.7.



- 第6図 2006 年9月1日から9月26日までの防災科研 Hi-net の観測点での特徴的 傾斜時系列.上方向が東,北下がりである.BAYTAP-Gにより傾斜・気圧 成分を除去した記録を示している.なお,気圧成分の除去には気象庁宇和 島特別地域気象観測所の観測値を使用している.合わせてこの期間におけ る微動活動度,宇和島特別地域気象観測所の気圧,雨量を表示した.
 - Fig. 6 Time series of tiltmeter records, daily tremor counts of this episode, atmospheric pressure and precipitation from Sep. 1, 2006 to 26. 'N' and 'E' followed by a station code with four characters denote the northward and eastward ground down components, respectively. The atmospheric pressure and precipitation were observed at Uwajima meteorological observatory. These station locations are shown in Fig.7. The records are plotted after removing their linear trend, and tidal and atmospheric pressure components estimated by BAYTAP-G.



- 第7図 観測された傾斜変化ベクトル(緑矢印)・このデータから推定され たスロースリップイベントの断層モデル(赤矩形・矢印)・モデル から計算される傾斜変化ベクトル(紫矢印). 橙色は 2006 年 9 月 7 日から 18 日に発生した深部低周波微動の震央位置を示している.
 - Fig. 7 Tilt change vectors (green arrows; ground downward direction), the estimated short-term slow slip model (red rectangle area and arrow) from these tilt change data, and the calculated tilt changes due to this shortterm slow slip event model (purple arrows) for the western Shikoku region . Epicenters distribution of deep low-frequency tremor activity are also plotted during the same time period(Sep.7 – Sep. 18,2006)



- 第8図 2006年10月25日から11月15日までの防災科研Hi-netにおける特徴的な傾斜時 系列.上方向が東,北下がりである.BAYTAP-Gにより傾斜・気圧成分を除去 した記録を示している.なお,気圧成分の除去には気象庁徳島観測所の観測値を 使用している.合わせてこの期間における微動活動度,気象庁徳島観測所の気圧, 雨量を表示した.
 - Fig. 8 Time series of tiltmeter records at TKGH, NTGH, TDEH, TATH, and MRIH, daily tremor counts of this episode, atmospheric pressure and precipitation from Oct. 25, 2006 to Nov. 15. 'N' and 'E' followed by a station code with four characters denote the northward and eastward ground down components, respectively. The atmospheric pressure and precipitation were observed at Tokushima meteorological observatory. These station locations are shown in Fig.9. The records are plotted after removing their linear trend, and tidal and atmospheric pressure components estimated by BAYTAP-G.



- 第9図 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スロー スリップイベントの断層モデル(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). 橙色は 2006 年 11 月 6 日から 11 月 11 日に発生した深部低周波微動の震央位置を示している.
 - Fig. 9 Tilt change vectors (blue arrows; ground downward direction), the estimated short-term slow slip model(red rectangle area and arrow) from these tilt change data, and the calculated tilt changes due to this short-term slow slip event model (open arrows) for the eastern Shikoku region . Epicenters distribution of deep low-frequency tremor activity are also plotted during the same time period (Nov. 6 11, 2006)



- 第10 図 2006 年10 月 10 日から11 月 15 日までの防災科研 Hi-net における特徴的 な傾斜時系列.上方向が東,北下がりである.BAYTAP-G により傾斜・ 気圧成分を除去した記録を示している.なお,気圧成分の除去には気象庁 津観測点の観測値を使用している.合わせてこの期間における微動活動度, 津観測点の気圧および雨量を表示した.
 - Fig. 10 Time series of tiltmeter records, daily tremor counts of this episode, atmospheric pressure and precipitation from Oct. 10, 2006 to Nov. 15. 'N' and 'E' followed by a station code with four characters denote the northward and eastward ground down components, respectively. The atmospheric pressure and precipitation were observed at Tsu meteorological observatory. These station locations are shown in Fig.10. The records are plotted after removing their linear trend, and tidal and atmospheric pressure components estimated by BAYTAP-G.



- 第11 図 観測された傾斜変化ベクトル(青矢印)・このデータから 推定されたスロースリップイベントの断層モデル(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). 橙色は 2006 年 11 月 4 日から 11 月 13 日に発生した深 部低周波微動の震央位置を示している.
 - Fig. 11 Tilt change vectors (blue arrows; ground downward direction), the estimated short-term slow slip model (red rectangle area and arrow) from these tilt change data, and the calculated tilt changes due to this short-term slow slip event model (open arrows) for the Kii-peninsula region. Epicenters distribution of deep low-frequency tremor activity are also plotted during the same time period (Nov. 4 13, 2006)