

8 - 2 西南日本における短期的スロースリップイベント (2007年11月~2008年3月)

Short-term slow slip events with non-volcanic tremors in southwest Japan(November, 2007 - March, 2008)

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

2007年11月から2008年3月にかけて西南日本の深部低周波微動 1) に同期して発生した短期的スロースリップイベント 2,3) (SSE) について報告する。

(1) 2007年11月三重県中部

2007年11月10日頃から奈良県南東部で微動活動が開始し、それから数日かけて、北東および南西方向へ活動域が移動した。その北東方向の三重県中部へ移動した微動に同期した SSE による傾斜変化が付近の防災科研 Hi-net 観測点においてとらえられた。第1図に示すように、11月15~16日の2日間に比較的明瞭な傾斜変化が現れた(図に示した傾斜記録は BAYTAP-G 4) により潮汐・気圧応答成分を補正した後のものである。以下同じ) 第2図にこの2日間の傾斜変化ベクトル、そのデータから推定された SSE の矩形断層モデル、およびそのモデルから計算される傾斜変化ベクトルを示した。この領域での典型的な活動領域 5) のやや南側に位置する。この約4か月後の2008年3月に、北側の活動領域で SSE・微動・深部超低周波地震 6) (VLFE) の同期エピソードが観測されている ((5) 項参照)。

(2) 2007年12月豊後水道

2007年12月19日から24日にかけて、四国西部の観測点において、深部低周波微動活動にともなう傾斜変化がとらえられた。第3図に、代表的な観測点での傾斜記録を示した。第4図に活動期間の傾斜変化ベクトル、そのデータから推定された SSE の矩形断層モデル、およびそのモデルから計算される傾斜変化ベクトルを示した。ここに示すように、ほぼ豊後水道域のみを活動域とする SSE の断層モデルが推定された。微動源の震央分布とも良く対応する。なおこの活動と同様な SSE は2003年4月にも観測されている。

(3) 2008年1月長野県南部

2007年12月31日から2008年1月6日にかけて、長野県南部から愛知県北東部を活動域とする SSE とそれに同期した深部低周波微動が発生した。近傍の観測点での傾斜記録を第5図に示し、第6図にはこの期間の傾斜変化ベクトル、そのデータから推定された SSE の矩形断層モデル、およびそのモデルから期待される傾斜変化ベクトルを示した。SSE の規模は $M_w = 5.9$ と推定された。今回と同様な SSE は2006年8月下旬に観測されている 7) 。

(4) 2008年2月四国東部

2008年2月13日から17日にかけて、四国東部を活動域とする SSE とそれに同期した深部低周波微動が発生した。近傍の観測点での傾斜記録を第7図に示し、第8図にはこの期間の傾斜変化ベクトル、そのデータから推定された SSE の矩形断層モデル、およびそのモデルから期待される傾

斜変化ベクトルを示した．SSEの規模は $M_w = 5.7$ と推定された．今回と同様な SSE は 2006 年 11 月上旬に観測されている 7) ．

(5) 2008 年 3 月三重県中部

2008 年 3 月 5 日から 7 日にかけて，三重県中部を活動域とする SSE とそれに同期した深部低周波微動・VLFE が発生した．近傍の観測点での傾斜記録を第 9 図に示し，第 10 図にはこの期間の傾斜変化ベクトル，そのデータから推定された SSE の矩形断層モデル，およびそのモデルから期待される傾斜変化ベクトルを示した．推定された断層面は志摩半島北西部を中心とする領域に位置し，微動や VLFE の震央とも調和的である．推定された矩形断層の北東部は伊勢湾まで広がっているが，その周辺にモデルを制約できるデータが存在しないために，すべり領域を制約できていない可能性がある．その部分を除けば，(1) で述べた，この地域の典型的な活動の再来と考えられる．

(6) 2008 年 3 月四国西部

2008 年 3 月 14 日から 17 日にかけて，四国西部を活動域とする SSE とそれに同期した深部低周波微動・VLFE が発生した．近傍の観測点での傾斜記録を第 11 図に示し，第 12 図にはこの期間の傾斜変化ベクトル，そのデータから推定された SSE の矩形断層モデル，およびそのモデルから期待される傾斜変化ベクトルを示した．この地域では約半年周期で $M_w = 6.0$ 程度の規模の SSE が繰り返し発生しているが 2) 今回もその再来だと考えられる．

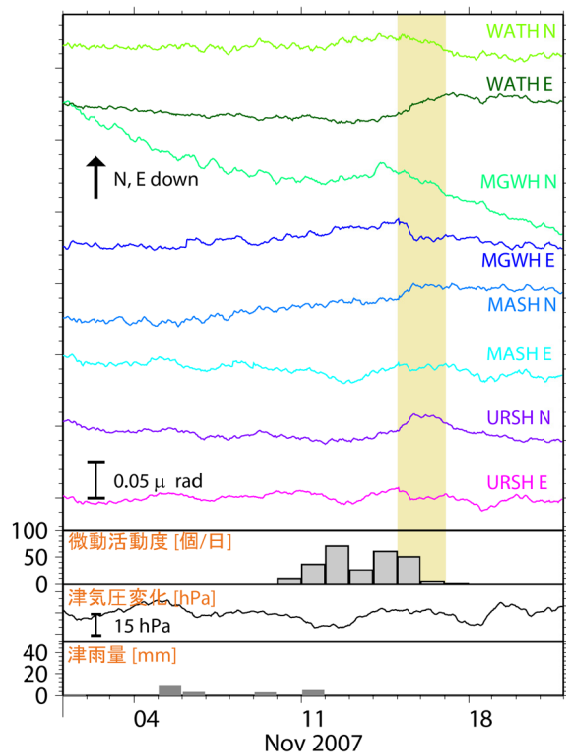
謝辞

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)

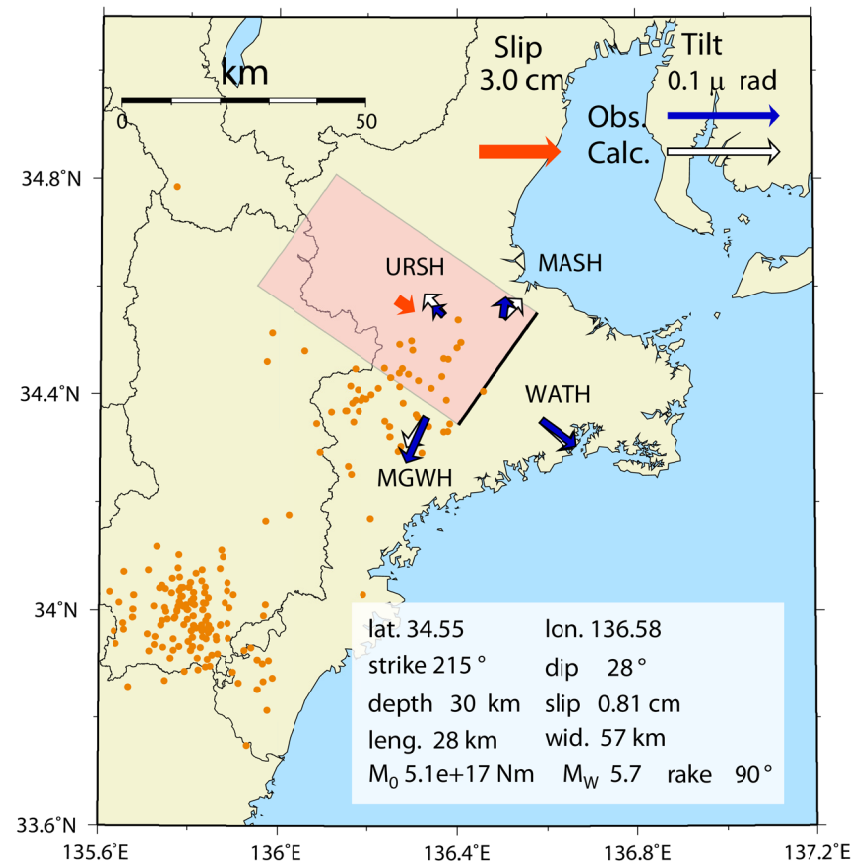
参考文献

- 1) 防災科学技術研究所，西南日本の深部低周波微動活動 (2007 年 11 月～2008 年 4 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) Hirose, H. and K. Obara, Short-term slow slip and correlated tremor episodes in the Tokai region, central Japan, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L17311, doi:10.1029/2006GL026579, 2006
- 6) 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.
- 7) 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 6 月～11 月)，連絡会報，77, 358-365, 2007.



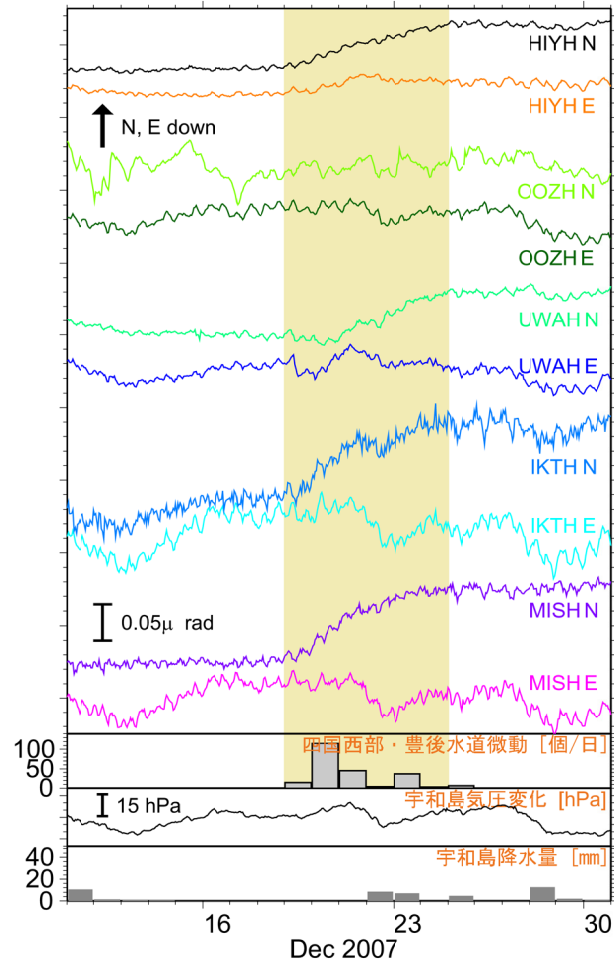
第1図 2007年11月1~21日の三重県中部地域における傾斜時系列。観測点位置は第2図に示した。記録は上方向への変化が北・東下りの傾斜変動を表す。気圧・潮汐・リニアトレンド成分を除去後の記録を示した。色で示した時間範囲の傾斜変化量をSSEによるものと仮定した。同地域での微動活動度・気象庁津観測所での気圧変化および雨量をあわせて表示した。

Fig. 1 Time series of tiltmeter records, daily tremor counts, atmospheric pressure change and daily precipitation in Mie prefecture, northern Kii peninsula from November 1 to 21, 2007. 'N' and 'E' followed by a station code with four characters denote the northward and eastward ground down components, respectively. The tilt changes during the colored time window are assumed to be caused by a SSE. The atmospheric pressure and precipitation were observed at the JMA Tsu meteorological observatory. The displayed tilt records are ones after removing tidal components and atmospheric pressure responses estimated with BAYTAP-G and their linear trends.



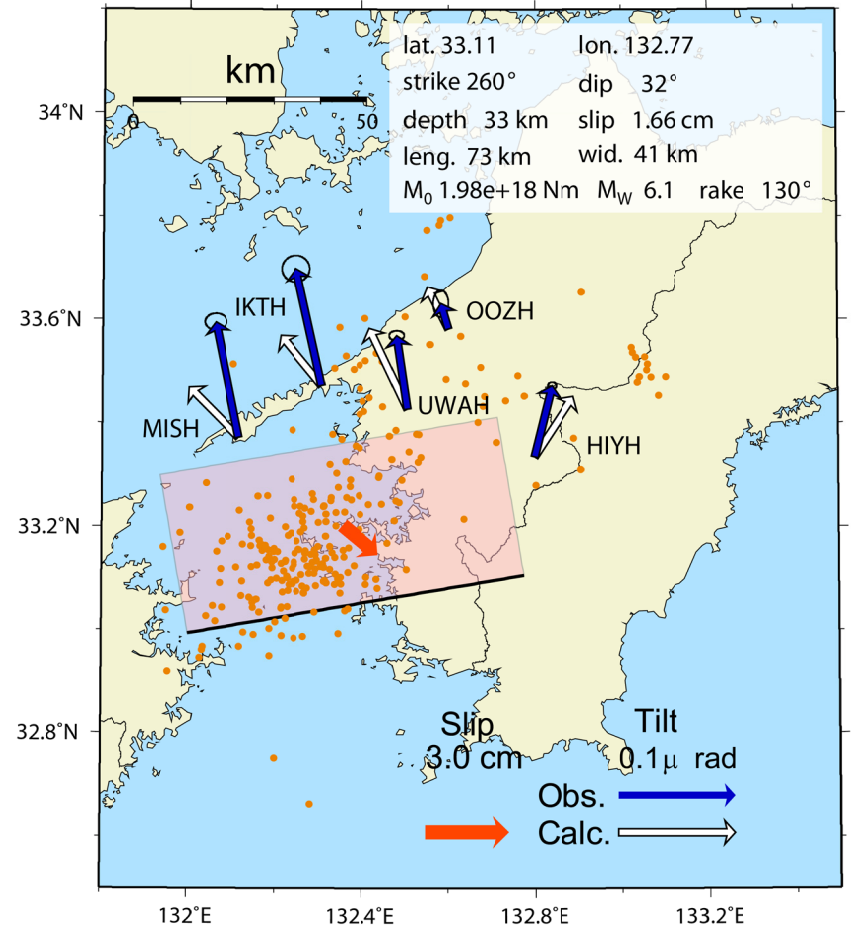
第2図 2007年11月三重県中部SSEの断層モデル。11月15日から16日の期間に観測された傾斜変化ベクトル(青矢印)・このデータから推定されたSSEの断層モデル(赤矩形・矢印)・モデルから計算される傾斜変化ベクトル(白抜き矢印)を示す。同じ期間の微動の震央を橙点で示した。

Fig. 2 Observed tilt change vectors for two days from November 15, 2007 (blue arrows), the estimated fault slip (a red arrow) and rectangular fault location and geometry (a pink rectangle) based on the tilt change vectors, and the calculated tilt changes due to the fault model (open arrows) for the November 2007 SSE in the middle part of Mie prefecture, northern Kii peninsula. Orange dots show epicenters of the tremor activity for this time period.



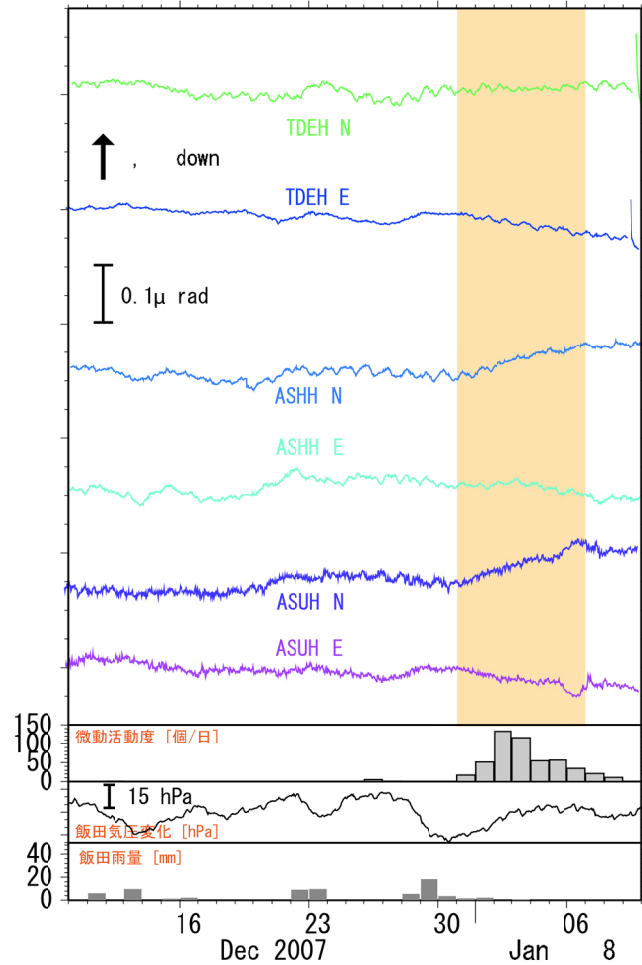
第3図 2007年12月11~30日における、四国西部の観測点での傾斜時系列。図の見方は第1図と同様。観測点位置は第4図に示した。四国西部・豊後水道域における微動活動度・気象庁宇和島観測所での気圧変化および雨量をあわせて表示した。

Fig. 3 Same as Fig. 1 but for the records observed around the western Shikoku area from December 11 to 30, 2007. The atmospheric pressure and the precipitation were observed at the JMA Uwajima meteorological observatory. The station locations and the tilt changes during the colored time window are shown in Fig.4.



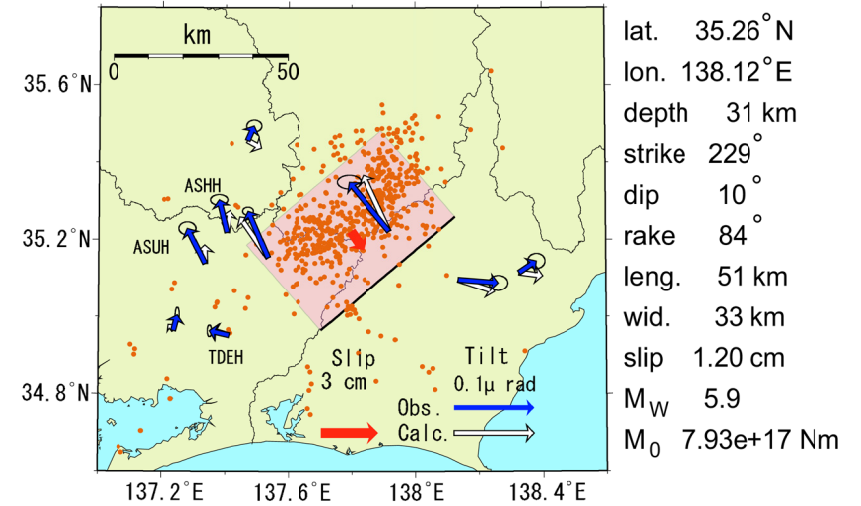
第4図 2007年12月豊後水道SSEの断層モデル。図の見方は第2図と同じ。12月19日から24日の期間の傾斜変化に基づくモデルを示す。

Fig. 4 Same as Fig. 2 but for the December 2007 Bungo channel short-term SSE.



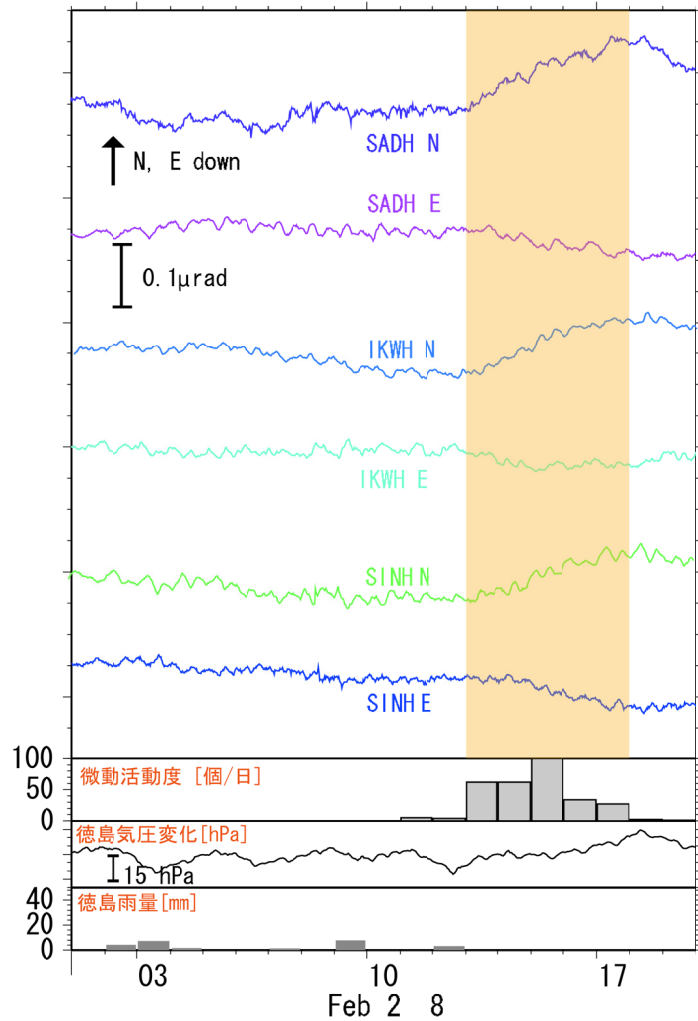
第5図 2007年12月10日から2008年1月9日までの、愛知県東部地域の観測点における傾斜時系列。図の見方は第1図と同様。観測点位置は第6図に示した。長野県南部・愛知県東部付近における微動活動度・気象庁飯田観測所での気圧変化および雨量をあわせて表示した。

Fig. 5 Same as Fig. 1 but for the records observed around the eastern Aichi area from December 10, 2007 to January 9, 2008. The atmospheric pressure and precipitation were observed at the JMA Iida meteorological observatory. The station locations and the tilt changes during the colored time window are shown in Fig. 6.



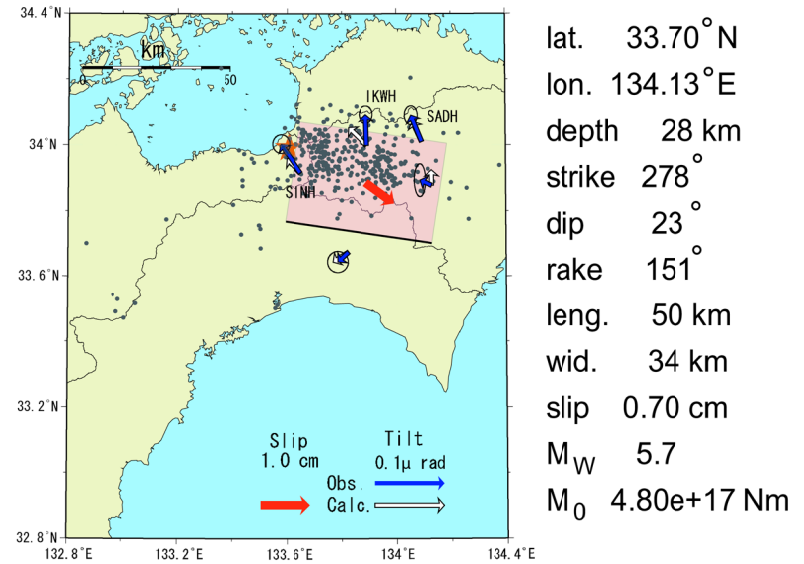
第6図 2008年1月の長野県南部SSEの断層モデル。図の見方は第2図と同じ。12月31日から1月6日の期間の傾斜変化に基づくモデルを示す。

Fig. 6 Same as Fig. 2 but for the January 2008 SSE around the southern Nagano area.



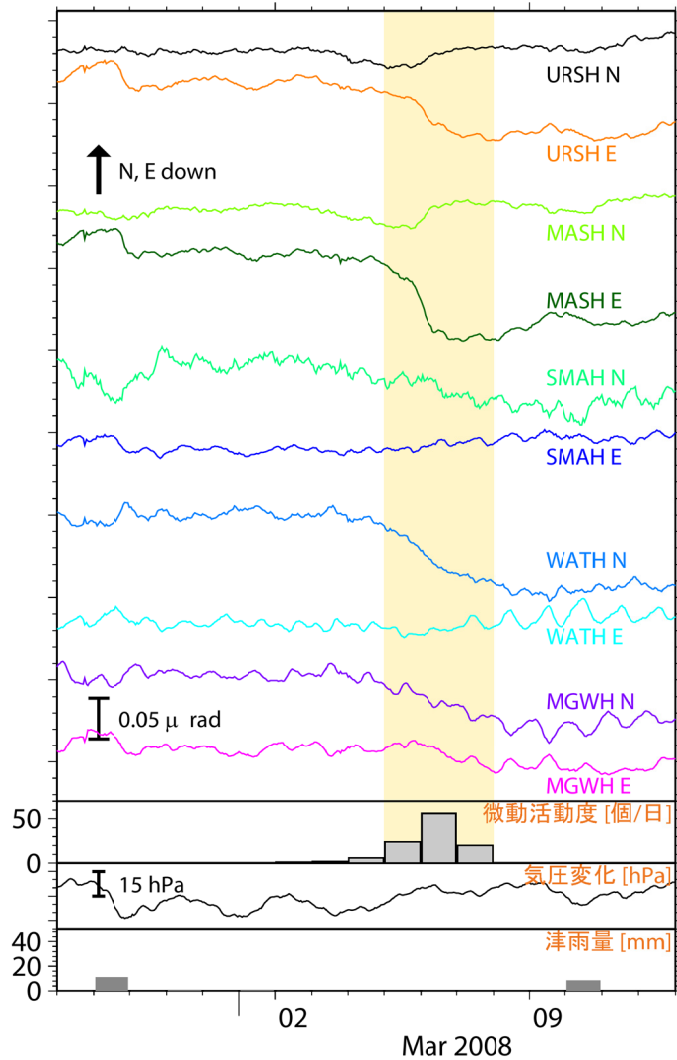
第7図 2008年2月1日から19日までの、四国東部の観測点の傾斜時系列。図の見方は第1図と同様。観測点位置は第8図に示した。四国東部における微動活動度・気象庁徳島地方気象台での気圧変化および雨量をあわせて表示した。

Fig. 7 Same as Fig. 1 but for the records observed around the eastern Shikoku area from February 1 to 19, 2008. The atmospheric pressure and precipitation were observed at the JMA Tokushima meteorological observatory. The station locations and the tilt changes during the colored time window are shown in Fig. 8.



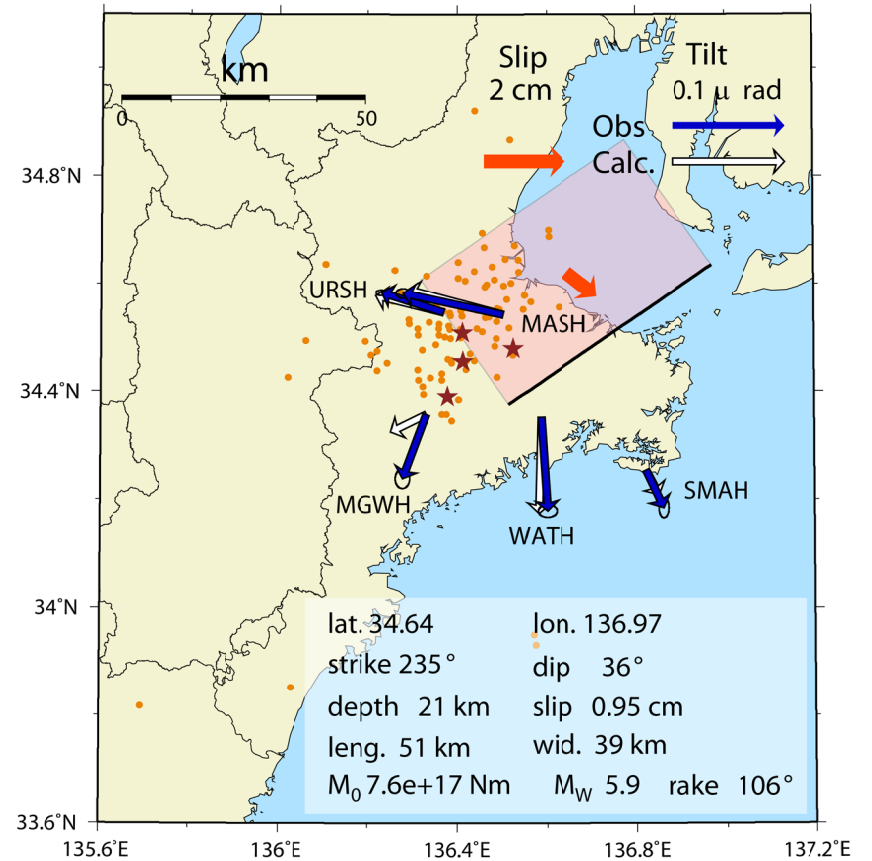
第8図 2008年2月四国東部でのSSEの断層モデル。図の見方は第2図と同じ。2月13～17日の期間の傾斜変化に基づくモデルを示す。

Fig. 8 Same as Fig. 2 but for the February 2008 eastern Shikoku SSE.



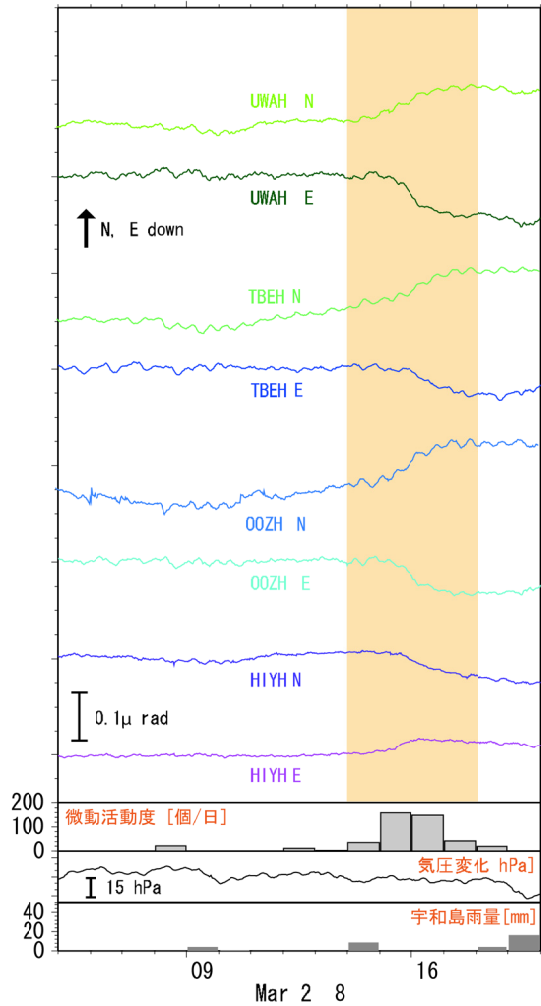
第9図 2008年2月25日から3月12日の期間の三重県中部地域における傾斜時系列。図の見方は第1図と同様。観測点位置は第10図に示した。微動活動度・気象庁津観測所での気圧変化および雨量をあわせて表示した。

Fig. 9 Same as Fig. 1 but for the records observed in Mie prefecture, northern Kii peninsula from February 25 to March 12, 2008. The atmospheric pressure and precipitation were observed at the JMA Tsu meteorological observatory. The station locations and the tilt changes during the colored time window are shown in Fig. 10.



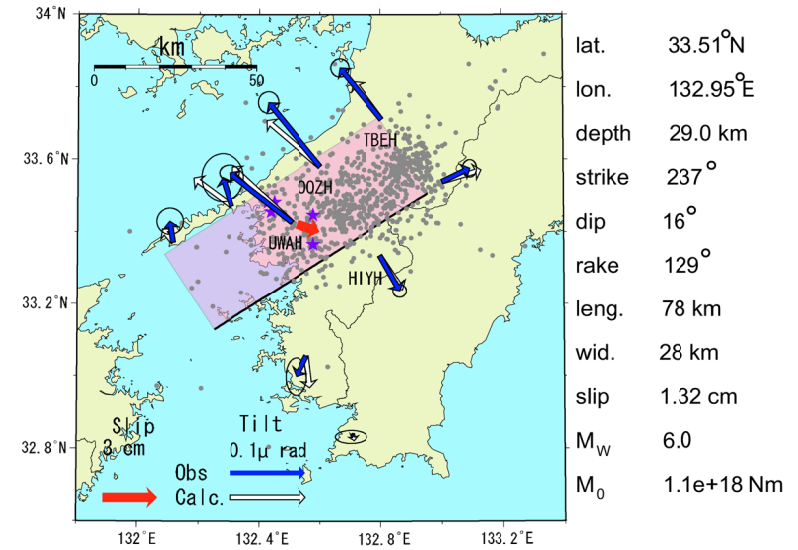
第10図 2008年3月の三重県中部 SSE の断層モデル。図の見方は第2図と同じ。3月5～7日の期間の傾斜変化に基づくモデルを示す。この期間中に検出された VLFE の震央を星印で示した。

Fig. 10 Same as Fig. 2 but for the March 2008 SSE in the middle part of Mie prefecture (stars show epicenters of very low frequency earthquakes).



第 11 図 2008 年 3 月 5～19 日における，四国西部の観測点での傾斜時系列. 図の見方は第 1 図と同様. 観測点位置は第 12 図に示した. 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雨量をあわせて表示した.

Fig. 11 Same as Fig. 1 but for the records observed around the western Shikoku area from March 5 to 19, 2008. The atmospheric pressure and the precipitation were observed at the JMA Uwajima meteorological observatory. The station locations and the tilt changes during the colored time window are shown in Fig. 12.



第 12 図 2008 年 3 月の四国西部 SSE の断層モデル. 図の見方は第 10 図と同じ. 3 月 14 日から 17 日の期間の傾斜変化に基づくモデルを示す.

Fig. 12 Same as Fig. 10 but for the March 2008 western Shikoku short-term SSE.