

9-2 西南日本における短期的スロースリップイベント (2008年5月~2008年10月)

Short-term slow slip events with non-volcanic tremors in southwest Japan (May - October, 2008)

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

2008年5月から10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) 5月中旬愛知県中部

5月14日から17日にかけて、愛知県中部の観測点において、深部低周波微動と同期した SSE による傾斜変化がとらえられた (第1図)。この4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第2図に示した。推定された断層モデルは、この期間に発生した微動および超低周波地震 5) (VLFE) の震央位置と重なる。ただし観測された傾斜変化は最大でも $0.05 \mu \text{ rad}$ 程度と非常に小さく、推定された断層パラメタの信頼性はあまり高くないと考えられる。

(2) 6月中旬三重県

6月15日から19日にかけて、三重県中部を中心とする観測点において深部低周波微動と同期した SSE による傾斜変化がとらえられた (第3図)。この5日間の傾斜変化から推定された SSE の矩形断層モデルを第4図に示す。2008年3月にもこの地域で SSE が発生しているが 6)、ちょうど今回の活動領域の北隣にあたる。ほぼ同様な領域での活動は 2007年11月以来である 6)。

(3) 8-9月愛知県東部

8月下旬から9月上旬の期間に、長野県南部から愛知県東部にかけて移動する微動活動が発生した 1)。このなかで愛知県東部の活動に対応する SSE による傾斜変化が8月31日から9月4日にかけてとらえられた (第5図)。変動量が小さいので解の精度はあまり高くないと考えられるが、おおよそ微動の震央位置と調和的な位置の SSE で、観測された傾斜変動を説明できる (第6図)。

(4) 9-10月四国西部

9月下旬から10月上旬の豊後水道から四国西部域にかけての微動活動 1) に同期し、9月27日から10月3日の期間に四国西部の観測点において明瞭な傾斜変化がとらえられた (第7図)。その最大変化量は観測点 UWAH で $0.2 \mu \text{ rad}$ という大きなものだった。これらの傾斜変化データから推定された SSE の断層モデルを第8図に示す。観測された傾斜変化は、

微動活動・VLFE 分布をおおよそカバーする領域の SSE で説明できる。

このイベントは今回報告する他のイベントに比べて傾斜変動量が大きく、また傾斜変動の立ち上がりの時刻が各観測点で変化しているため、それらの記録を使ってすべりの時間発展を推定することを試みた。プレート境界面を小断層に分割し、そこでのすべりの時空間変化を傾斜データから求めた。第 9 図にすべり速度分布のスナップショットを示す。すべり領域と微動の震央が同時に南西から北東方向へ移動していく様子が見られる。最大すべり速度は 3.2 m/yr ($\sim 1.0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$)。第 10 図にこの SSE のすべり分布を示す。UWAH 付近を中心とする、最大 5.6 cm のすべりが得られた。Mw=6.2。モーメントレート関数と微動活動の対比を第 11 図に示す。モーメント解放レートと微動活動度が良い対応を示している。第 12 図に示すように、ここで推定されたすべり過程から計算される傾斜変化は観測データの特徴を良く説明している。観測点 TBEH で 10 月 1 日頃に見られる比較的速い変化はモデルでは再現されていないが、この変化は同時期に見られる気圧変化もしくは降雨の影響が疑われる。

(5) 10 月四国東部

(4)で述べた四国西部の活動に引き続き、10 月中旬に四国東部で微動活動と SSE に伴う傾斜変動が観測された。第 13 図に示すように、10 月 13 日から 16 日にかけて四国東部の複数の観測点で傾斜変化が見られた（最大は SINH の $0.1 \mu \text{ rad}$ ）。この 4 日間の傾斜変化量から推定した SSE の断層モデルを第 14 図に示す。微動・VLFE の分布と調和的な位置にすべりが推定された。

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

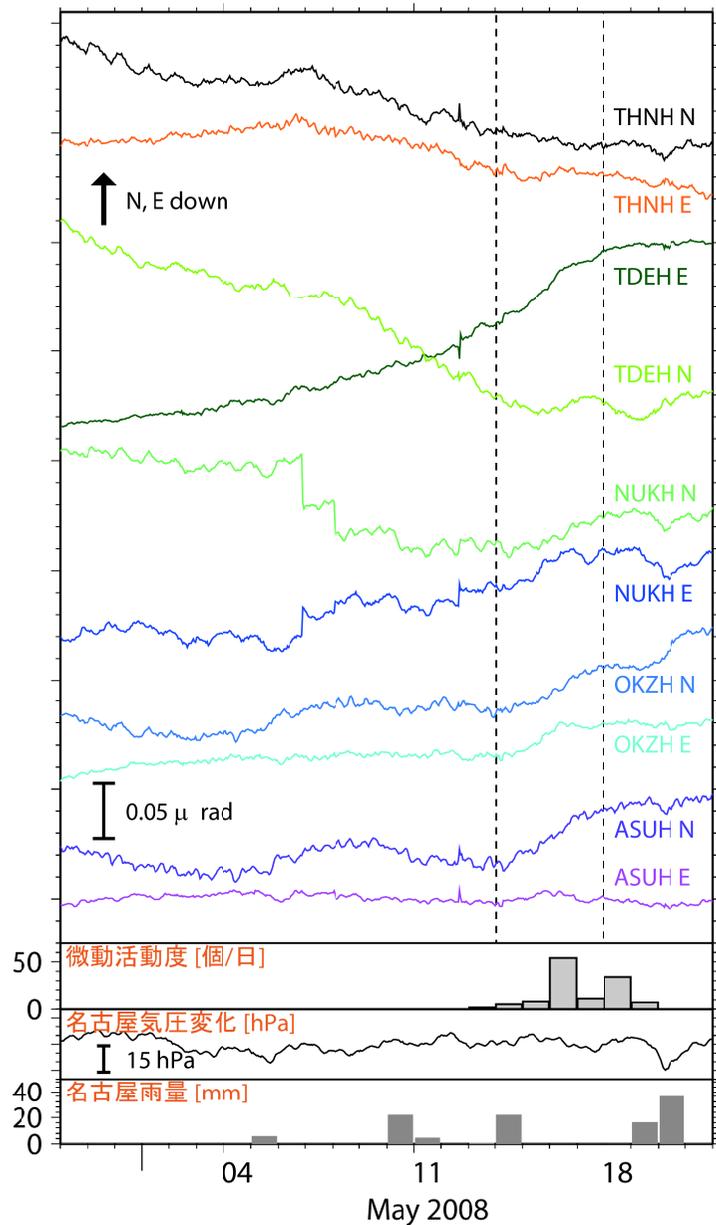
- 1) 防災科学技術研究所, 西南日本における深部低周波微動活動 (2008 年 5 月-2008 年 10 月), 本会報.
- 2) Obara, K., H. Hirose, F. Yamamizu, and K. Kasahara, Episodic slow slip events accompanied by non-volcanic tremors in southwest Japan subduction zone, *Geophys. Res. Lett.*, 31 (23), doi:10.1029/2004GL020848, 2004.
- 3) Hirose, H. and 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.

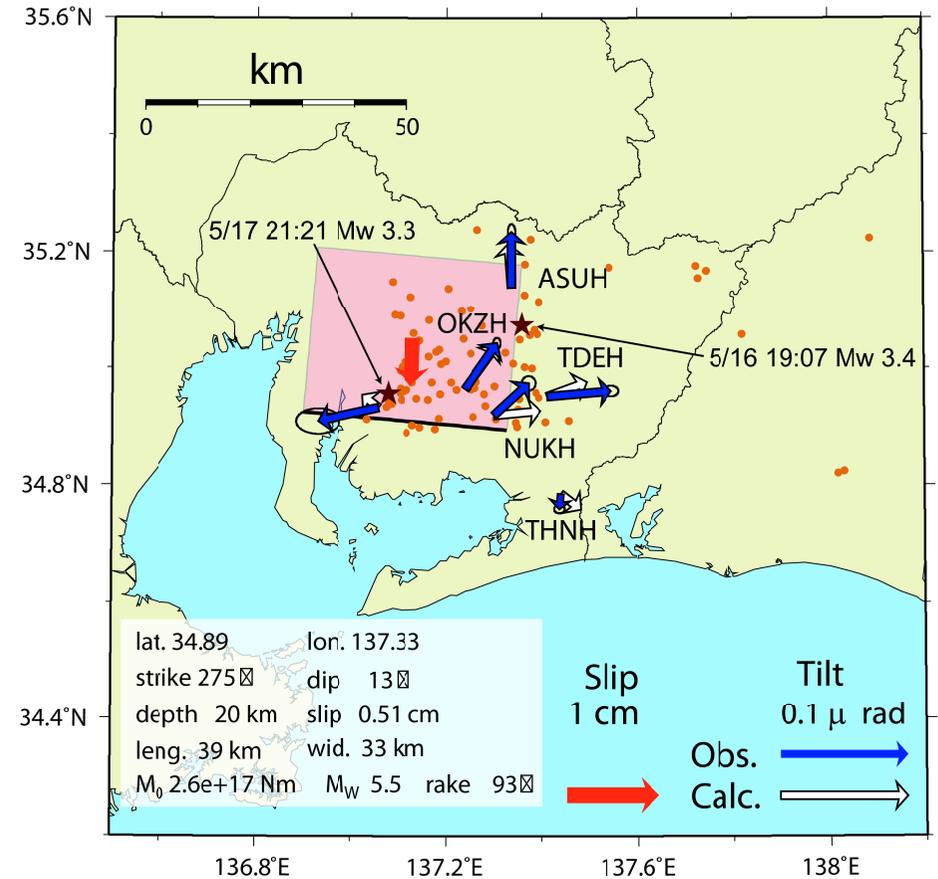
5) Ito, Y., K. Obara, K. Shiomi, S. Sekine, and H. Hirose, Slow Earthquakes Coincident with Episodic Tremors and Slow Slip Events, *Science*, 315, 503-506, 2007.

6) 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 (2007年11月-2008年3月), *連絡会報*, 80, 426-433, 2008.



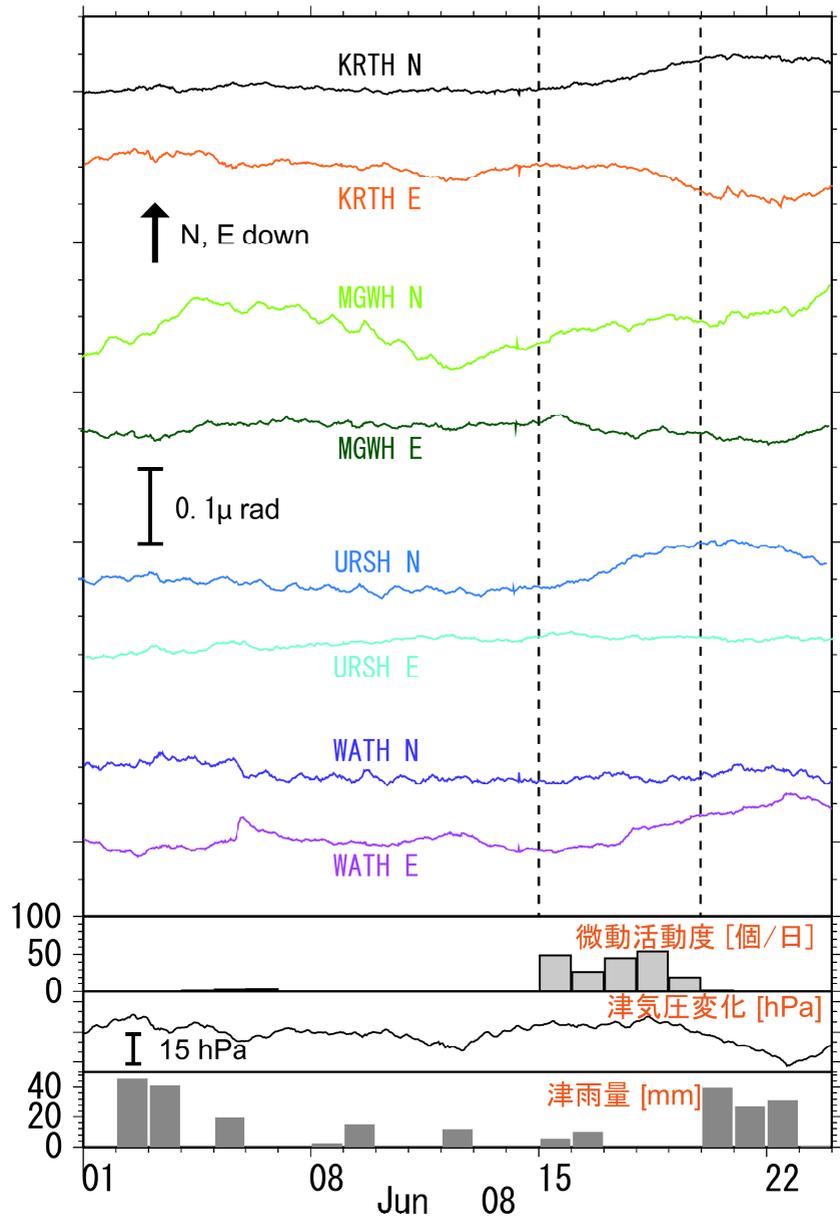
第1図 2008年4月28日から5月21日までの愛知県中部地域における傾斜時系列。観測点位置は第2図に示した。記録は上方向への変化が北・東下りの傾斜変動を表す。気圧応答・潮汐成分をBAYTAP-G 4)により除去後の記録を示した。点線で示した期間の傾斜変化量をSSEによるものと仮定した。同地域での微動活動度・名古屋での気圧変化および雨量をあわせて表示した。

Fig. 1 Time series of tiltmeter records, daily tremor counts, atmospheric pressure change and daily precipitation in Aichi area, Tokai, from April 28 to May 21, 2008. 'N' and 'E' that follow a four-character station code denote the northward and eastward ground down tilt components, respectively. The tilt changes for the time window indicated by broken lines are assumed to be caused by an SSE. The atmospheric pressure and precipitation were observed at the JMA Nagoya meteorological observatory. The tilt records after removing tidal components and atmospheric pressure response estimated with BAYTAP-G are shown.



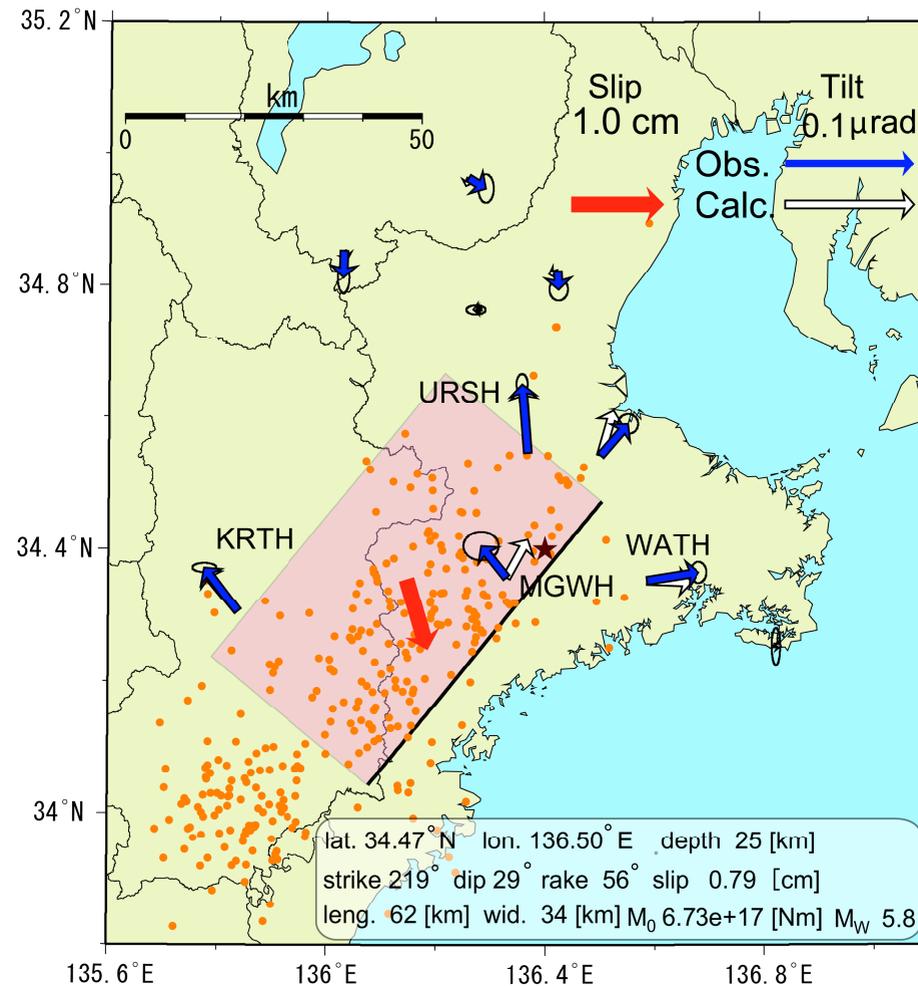
第2図 2008年5月愛知県中部SSEの断層モデル。5月14日から17日の期間に観測された傾斜変化ベクトル(青矢印)・このデータから推定されたSSEの断層モデル(赤矩形・矢印)・モデルから計算される傾斜変化ベクトル(白抜き矢印)を示す。同じ期間の微動の震央を橙点で、またVLFの震央を星印で示した。

Fig. 2 Observed tilt change vectors for four days from May 14, 2008 (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 May 2008 SSE in the central part of Aichi area, Tokai. Orange dots and stars show epicenters of the tremor activity and VLFs occurred in this time period, respectively.



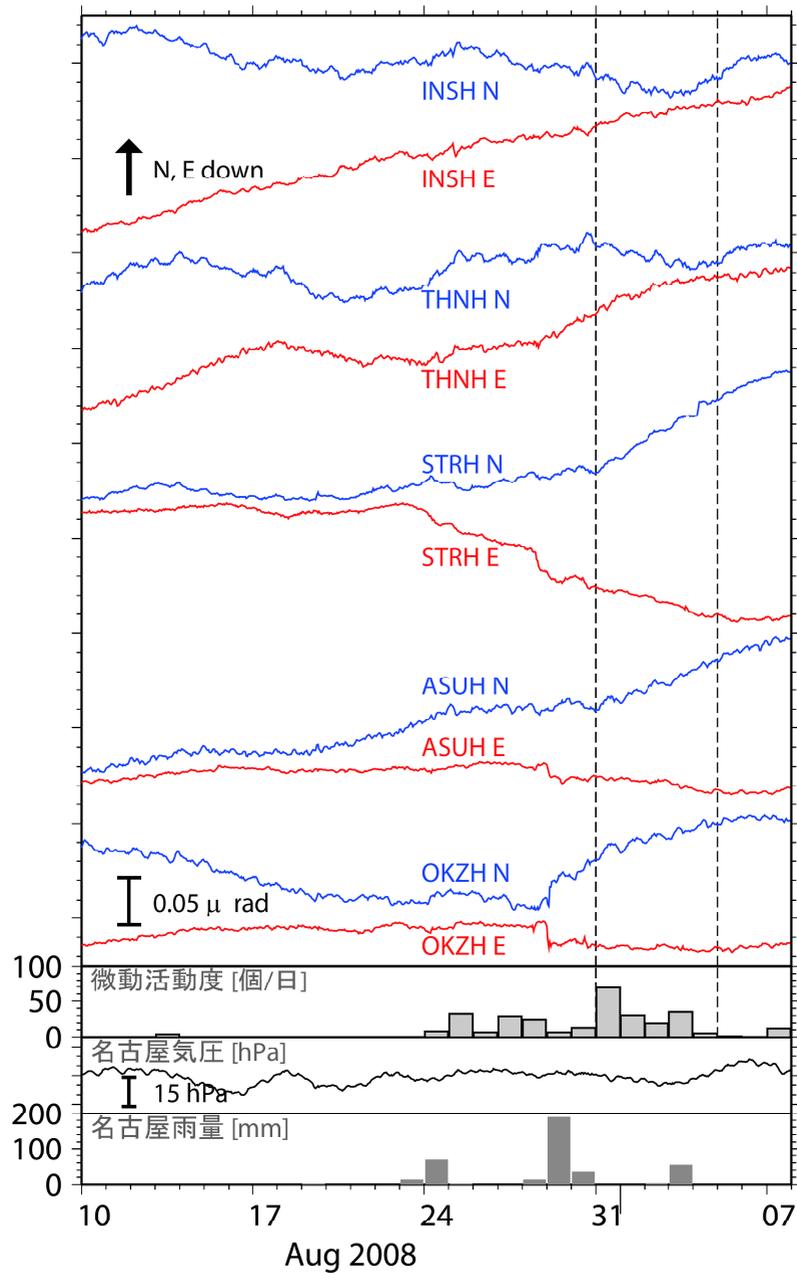
第3図 2008年6月1~23日における、紀伊半島北部の観測点での傾斜時系列。図の見方は第1図と同様。観測点位置は第4図に示した。紀伊半島北部における微動活動度・津での気圧変化および雨量をあわせて表示した。

Fig. 3 Same as Fig. 1 but for the records observed around the northern Kii peninsula from June 1 to 23, 2008. The atmospheric pressure and the precipitation were observed at the JMA Tsu meteorological observatory. The station locations and the tilt changes during the time window indicated by broken lines are shown in Fig. 4.



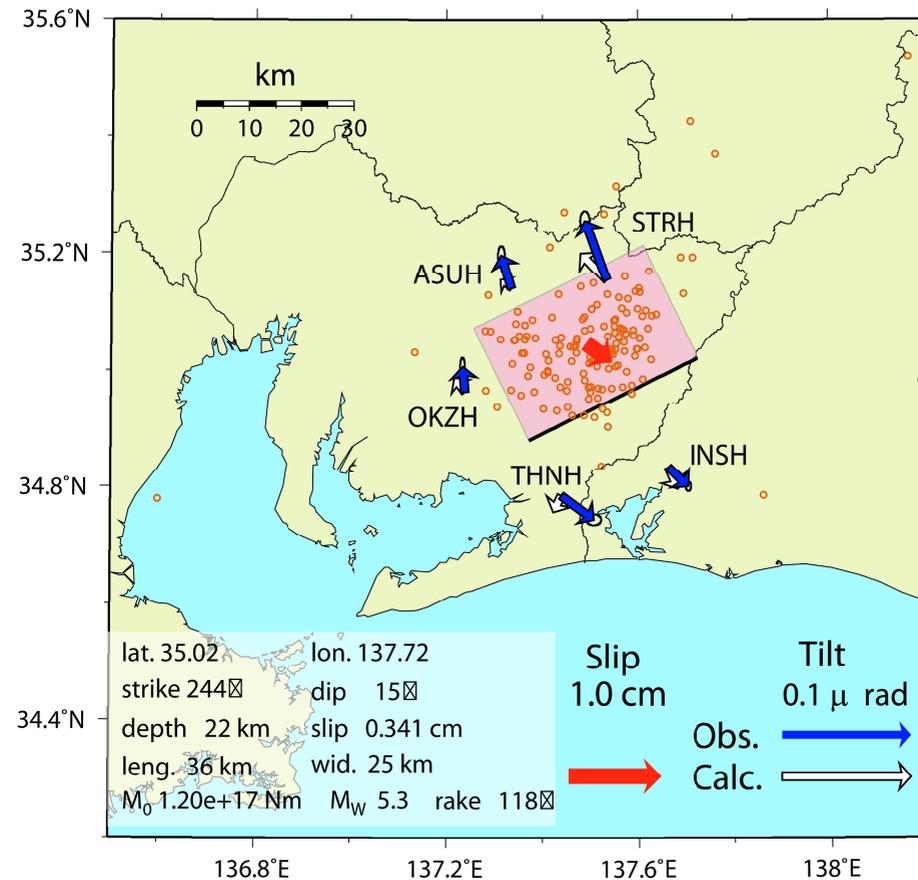
第4図 2008年6月三重県SSEの断層モデル。図の見方は第2図と同じ。6月15日から19日の期間の傾斜変化に基づくモデルを示す。

Fig. 4 Same as Fig. 2 but for the June 2008 Mie prefecture short-term SSE.



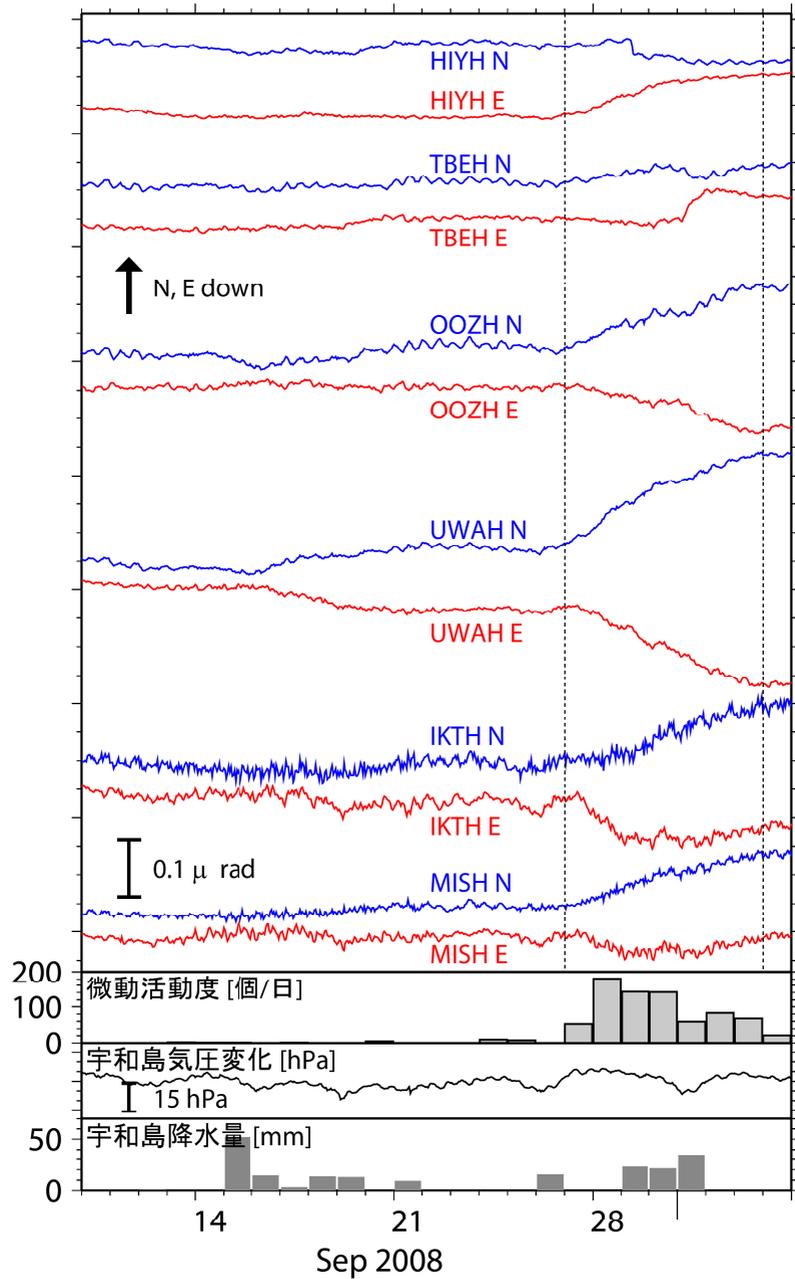
第5図 2008年8月10日から9月7日までの、愛知県東部地域付近の観測点における傾斜時系列。図の見方は第1図と同様。観測点位置は第6図に示した。東海地域における微動活動度・名古屋での気圧変化および雨量をあわせて表示した。

Fig. 5 Same as Fig. 1 but for the records observed around the eastern Aichi area from August 10 to September 7, 2008. The atmospheric pressure and precipitation were observed at the JMA Nagoya meteorological observatory.

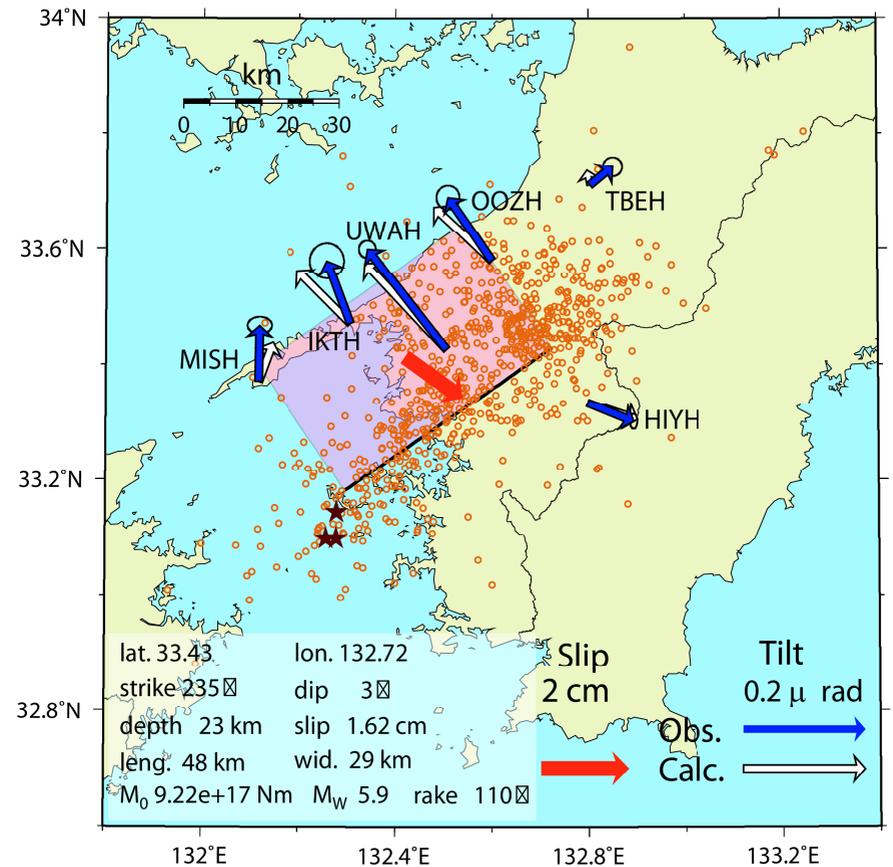


第6図 2008年8-9月の愛知県東部 SSE の断層モデル。図の見方は第2図と同じ。8月31日から9月4日の期間の傾斜変化に基づくモデルを示す。

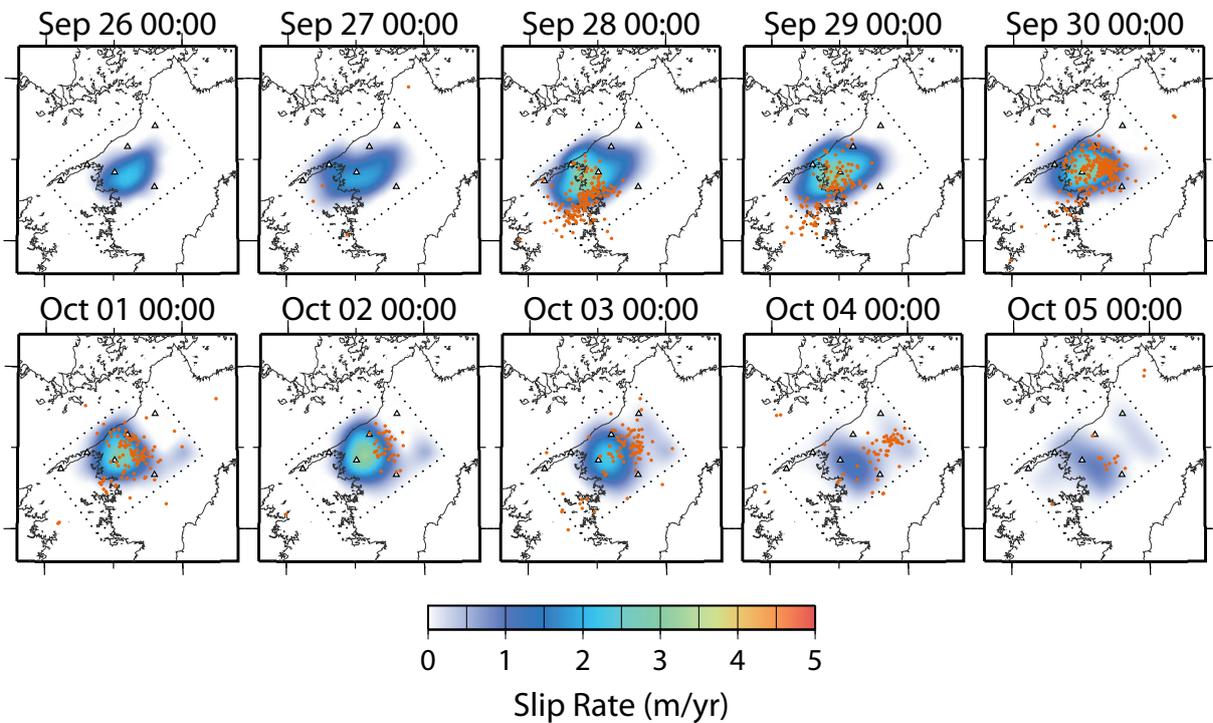
Fig. 6 Same as Fig. 2 but for the August-September 2008 SSE around the eastern Aichi area.



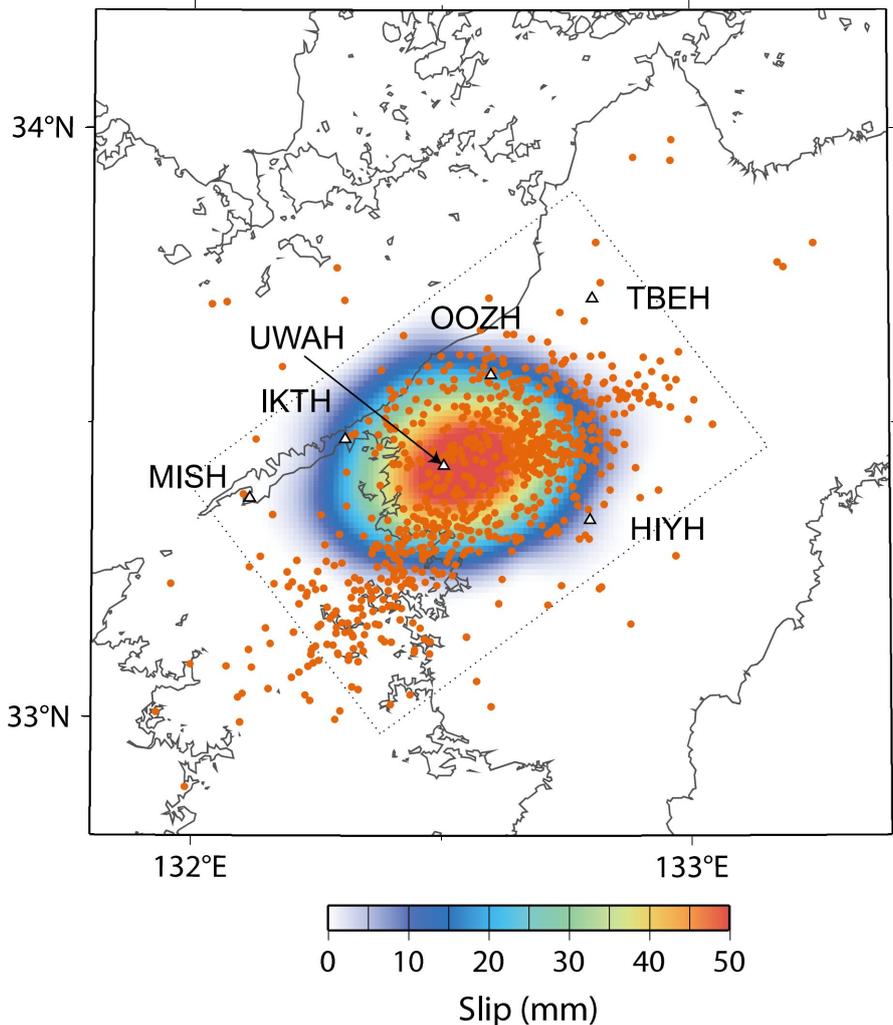
第7図 2008年9月10日から10月4日までの、四国西部の観測点の傾斜時系列. 図の見方は第1図と同様. 観測点位置は第8図に示した. 四国西部における微動活動度・宇和島での気圧変化および雨量をあわせて表示した.
 Fig. 7 Same as Fig. 1 but for the records observed around the western Shikoku area from September 10 to October 4, 2008. The atmospheric pressure and precipitation were observed at the JMA Uwajima meteorological observatory.



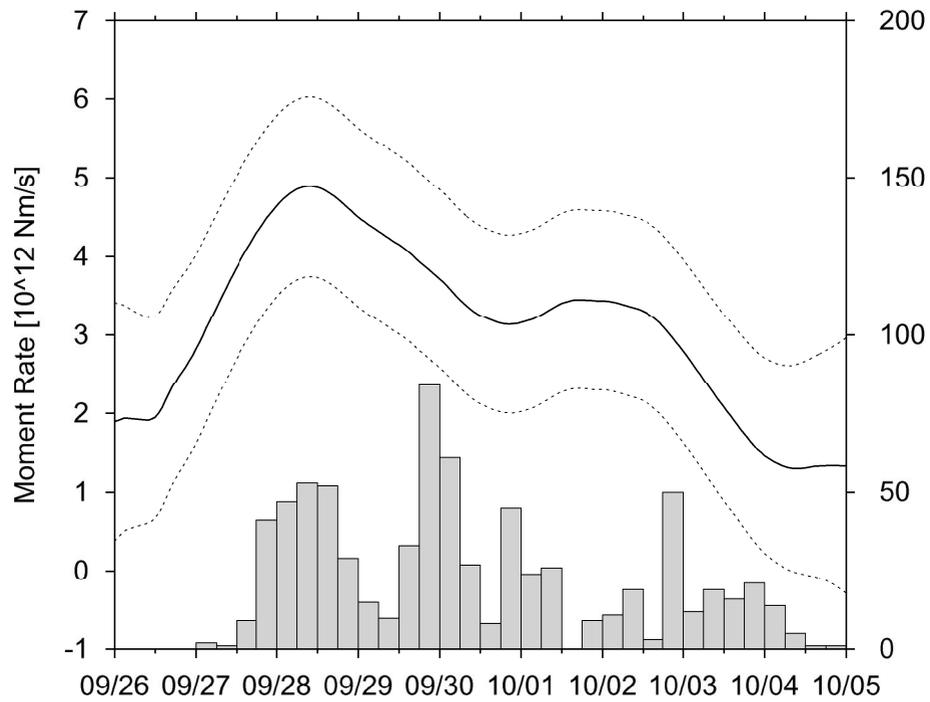
第8図 2008年9-10月四国西部でのSSEの断層モデル. 図の見方は第2図と同じ. 9月27日~10月3日の期間の傾斜変化に基づくモデルを示す.
 Fig. 8 Same as Fig. 2 but for the September-October 2008 western Shikoku SSE.



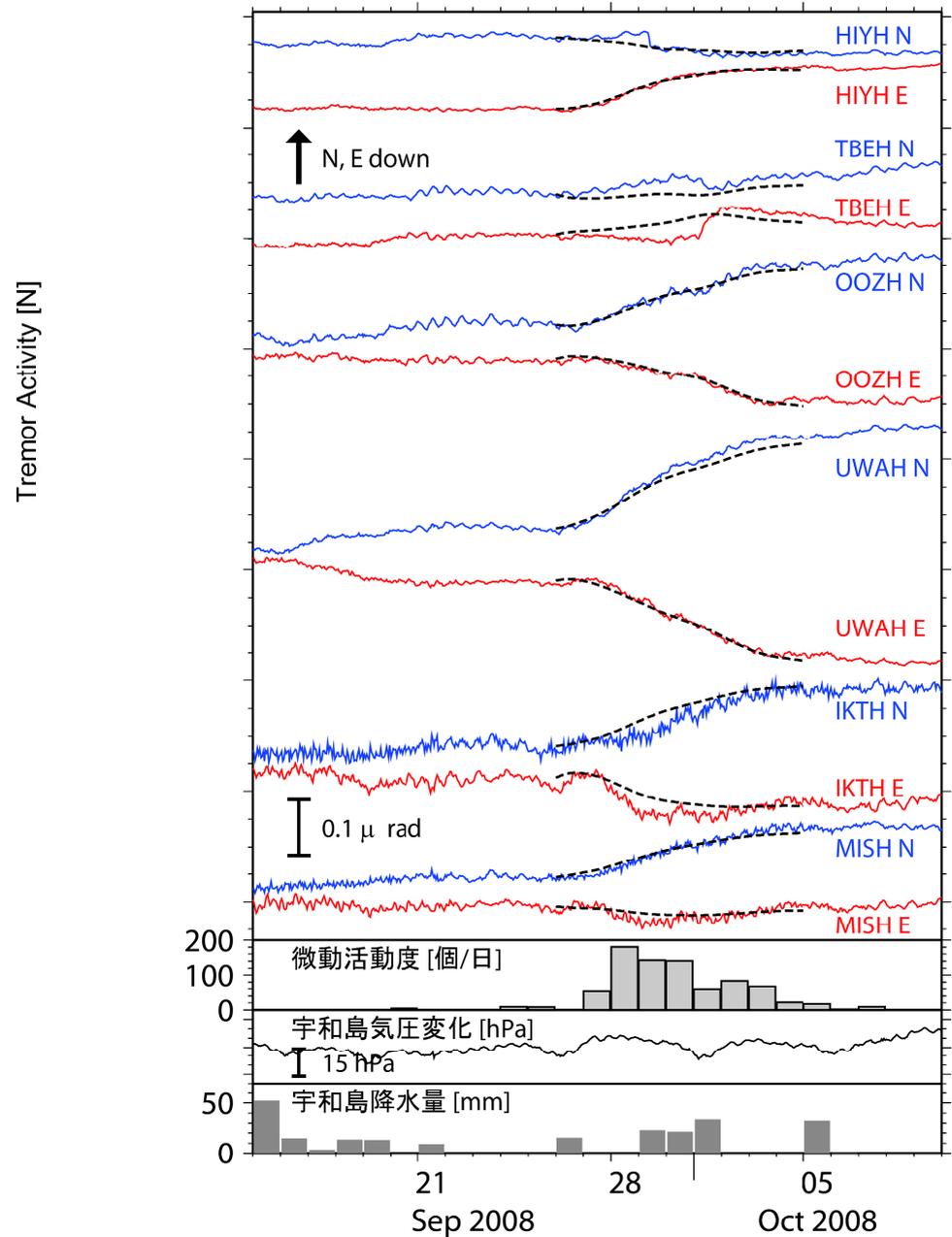
第 9 図 2008 年 9-10 月四国西部 SSE のすべり速度分布のスナップショット. 各フレームの上部に時刻を示した (1 日毎). 微動の震央分布を橙点で示した.
 Fig. 9 Daily snapshots of slip rate distributions for the September-October 2008 western Shikoku short-term SSE. Time epochs are displayed on the top of each frame. Orange dots show tremor epicenters.



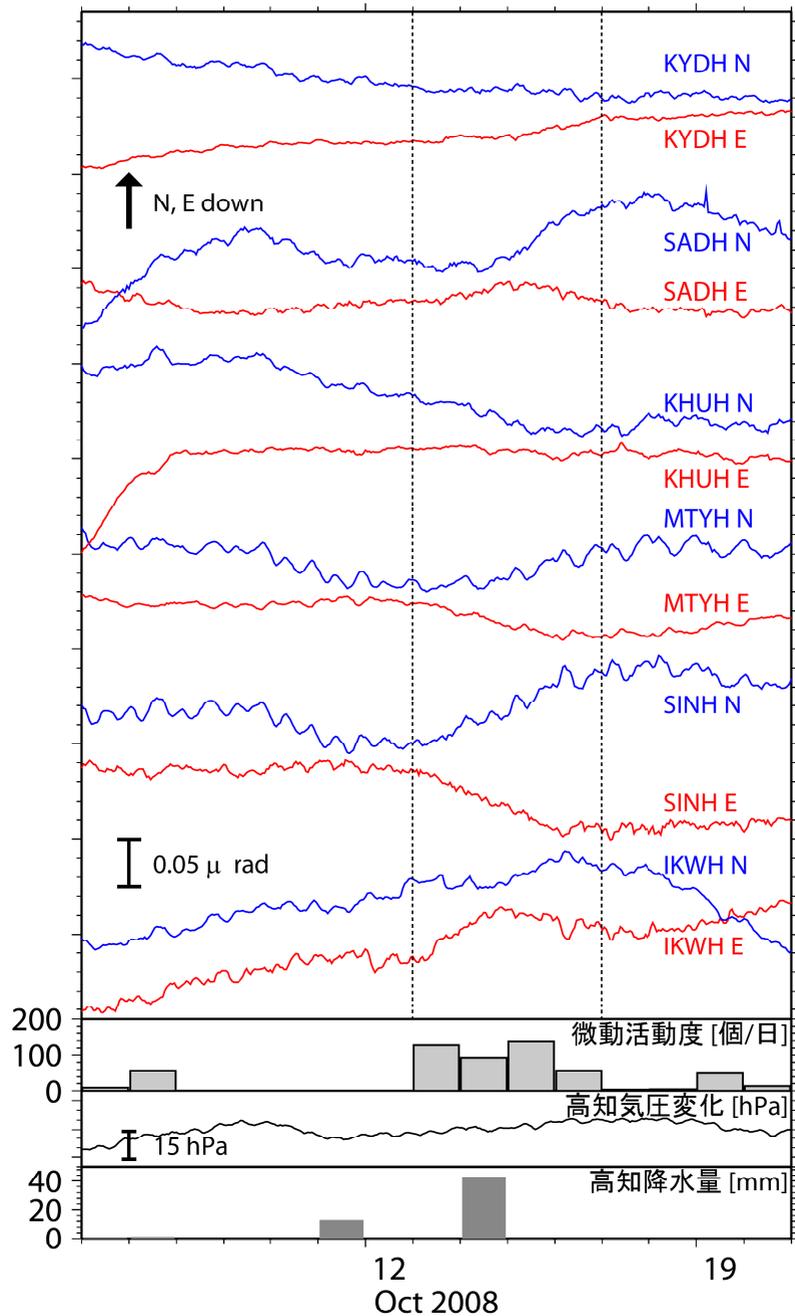
第 10 図 2008 年 9-10 月四国西部 SSE のすべり量分布と微動震央分布.
 Fig. 10 Cumulative slip distribution of the September-October 2008 western Shikoku short-term SSE. Orange dots show tremor epicenters.



第11図 2008年9-10月四国西部SSEのモーメントレート関数(実線、左軸; 点線は 1σ の誤差範囲)と6時間毎の微動活動度(棒グラフ、右軸).
 Fig. 11 Moment rate function (solid curve) with 1σ error range (dotted curves) and the number of tremors for every six hours (bars) of the September-October 2008 western Shikoku short-term SSE.

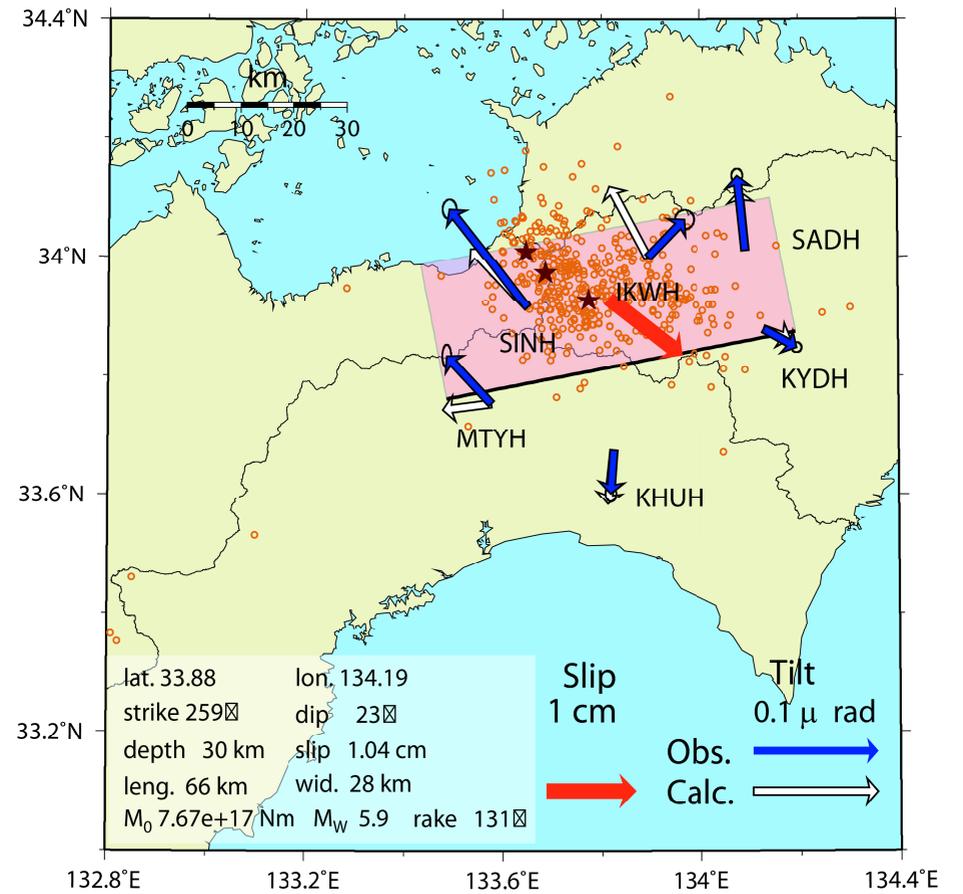


第12図 2008年9-10月四国西部SSEの観測傾斜データ(青・赤線)と、推定されたすべり過程による計算値(点線)の比較.
 Fig. 12 Observed (red and blue curves) and computed tilt records (broken curves) for the September-October 2008 western Shikoku short-term SSE.



第13図 2008年10月6~20日における、四国東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14図に示した。四国中・東部における微動活動度・高知の気圧・雨量をあわせて表示した。

Fig. 13 Same as Fig. 1 but for the records observed in the eastern Shikoku area from October 6 to 20, 2008. The atmospheric pressure and precipitation were observed at the JMA Kochi meteorological observatory.



第14図 2008年10月四国東部SSEの断層モデル。図の見方は第2図と同じ。10月13日から16日の期間の傾斜変化に基づくモデルを示す。

Fig. 14 Same as Fig. 2 but for the October 2008 eastern Shikoku short-term SSE.