

## 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11月～2009年4月) Short-term slow slip event with non-volcanic tremors in southwest Japan (November, 2008 – April, 2009)

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、深部低周波微動に同期して短期的スロースリップイベント(SSE)が周期的に発生している<sup>1,2)</sup>。これらの活動は防災科学技術研究所の高感度加速度計(傾斜計)によって捉えられている。2008年11月から2009年4月にかけての深部低周波微動の活動<sup>3)</sup>については、紀伊半島北部、愛知県、四国西部において短期的 SSE 起源と思われる傾斜変化が見られた。それぞれの活動において防災科研 Hi-net の傾斜計で観測された傾斜変動をもとに、逆解析を行ない短期的 SSE の断層面が推定できたエピソードを時系列順に並べると以下の通りである。

- (1) 2008年11月紀伊半島北部
- (2) 2009年2月愛知県
- (3) 2009年4月四国西部

以下では、各エピソードについてその特徴を述べる。

### (1) 2008年11月紀伊半島北部での活動

2008年11月10日から17日にかけて紀伊半島北部において深部低周波微動が観測された<sup>3)</sup>。このエピソードは、伊勢湾に近い北側から南側に向けて活動が移動した。また、この活動の前半部10日から12日にかけては、同時に深部超低周波地震(VLFE)<sup>4)</sup>が発生している。このなかで11月10日から14日にかけて、紀伊半島北部の SSE による傾斜変化がとらえられた(第1図)。

この5日間の傾斜ベクトル、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。推定断層面は深部低周波微動活動(橙色の点)および深部超低周波地震(茶色の星)の震央位置と非常に調和的である。この地域における SSE を伴った活動は、2008年6月の活動<sup>5)</sup>以来約5か月ぶりである。また、今回の活動はこの地域における活動では、比較的大きい部類に入る規模のものであり、推定のモーメントマグニチュードはMw6.2である。この規模は、2008年3月<sup>6)</sup>と6月<sup>5)</sup>を合わせた規模のものである。

### (2) 2009年2月上旬愛知県中・東部での活動

2009年2月5日から14日にかけて愛知県において深部低周波微動が観測された<sup>3)</sup>。このエピソードは、2月10・11日の休止期をはさんで微動の発生域が愛知県中部から北東部に移動する傾向が見られた<sup>3)</sup>。このなかで2月6日から9日にかけて、愛知県中・東部の SSE による傾斜変化がとらえられた(第3図)。この4日間の傾斜ベクトル、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4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(VLFE)<sup>4)</sup>の震央位置とほぼ重なる。ただし観測された傾斜変化は最大でも0.04 μrad程度と小さく、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。2008年8～9月にもこの地域で SSE が発生しているが<sup>5)</sup>、今回の活動領域の東隣にあたる。ほぼ同様な領域での活動は2008年5月以来である<sup>5)</sup>。

### (3) 2009年4月四国西部での活動

2009年4月2日から17日にかけて四国西部において深部低周波微動が観測された<sup>3)</sup>。このエピソードは、微動の発生域が東から西に移動する傾向が見られた<sup>3)</sup>。このなかで4月7日から14日にかけて四国西部の SSE による傾斜変化が明瞭にとらえられた(第5図)。傾斜変化には12日の前後で傾向の変化が見られた。このため12日の前後で期間を分けて解析を行った(期間(a)および(b))。それぞれの期間の傾斜ベクトル、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6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の震央位置と良く重なる。期間(b)では超低周波地震(VLFE)が発生した。超低周波地震の震央位置もこの期間の断層モデルと良く重なる。

微動の発生域は期間(b)では期間(a)より西に移動している。推定された断層モデルの位置も期間(b)では期間(a)より西に求められ関連が示唆される。しかし、Bootstrap 法により断層パラメタの誤差を推定したところ、断層モデルの位置の違いは有意ではなかった(解析手法の詳細は2)参照)。傾斜記録にある程度の傾向の変化は見られるものの、今回の解析手法ではすべりの時空間変化を推定するには十分でないと推測される。今後さらなる検討が必要である。

ほぼ同じ領域での活動は2008年9~10月以来である<sup>5)</sup>。

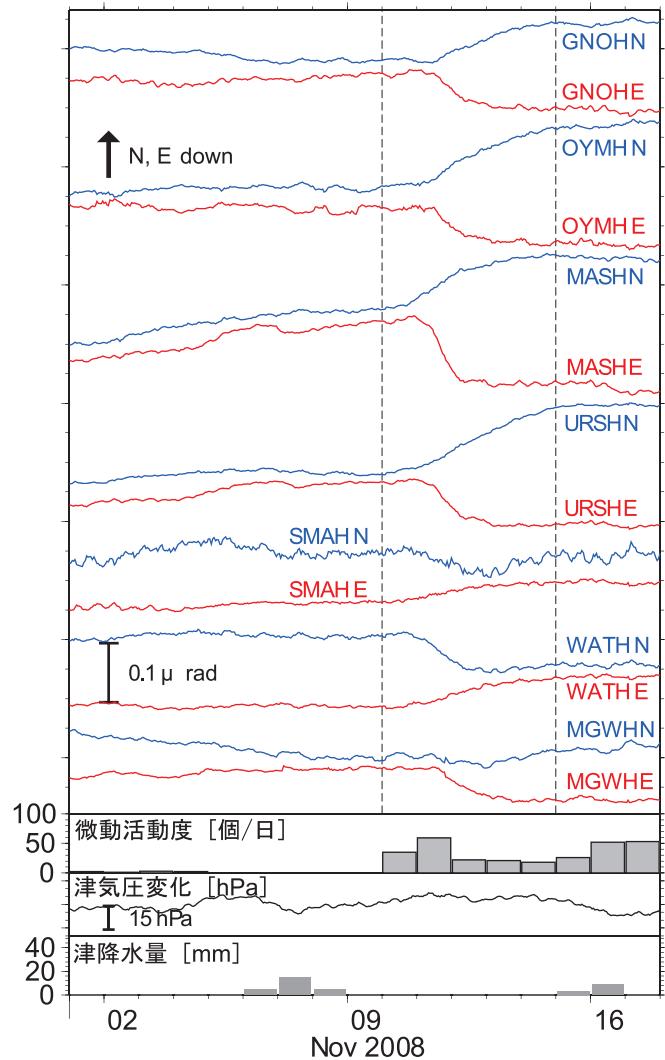
### 謝辞

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。

(木村尚紀・関根秀太郎・廣瀬仁・小原一成)  
Hisanori Kimura, Shutaro Sekine, Hitoshi Hirose, and Kazushige Obara

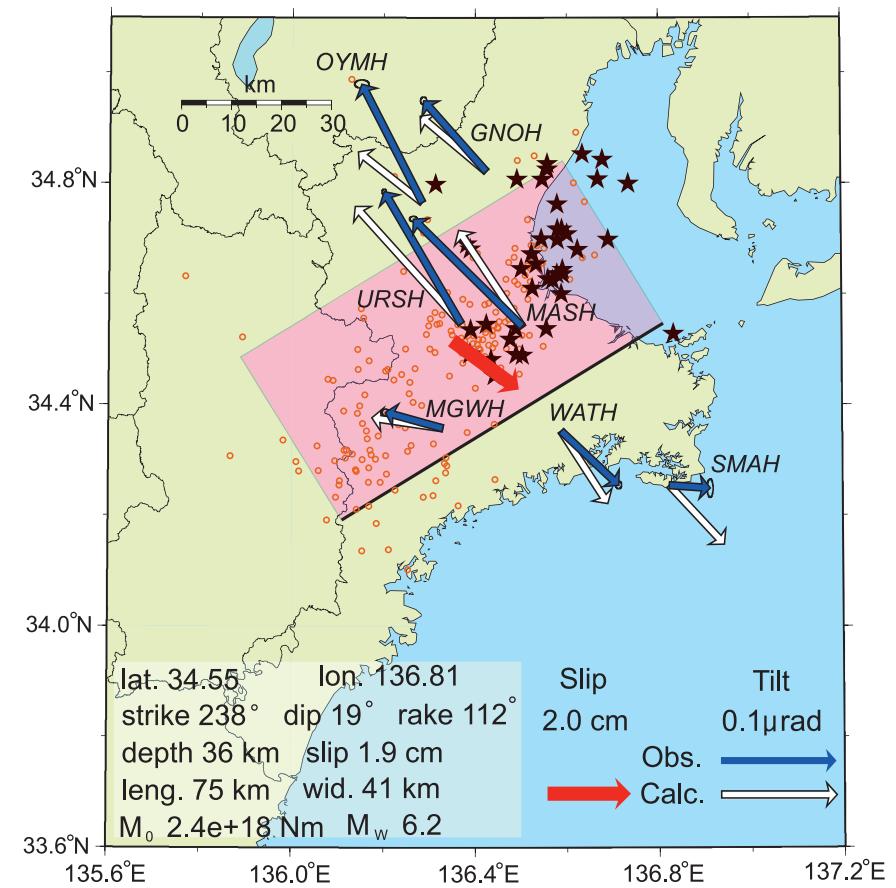
### 参考文献

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) 小原一成, 西南日本における深部低周波微動活動(2008年11月-2009年4月), 本会報.
- 4) 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.
- 5) 廣瀬仁・関根秀太郎・小原一成, 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), 連絡会報, 81, 539-548, 2008.
- 6) 廣瀬仁・関根秀太郎・小原一成, 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.
- 7) 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.



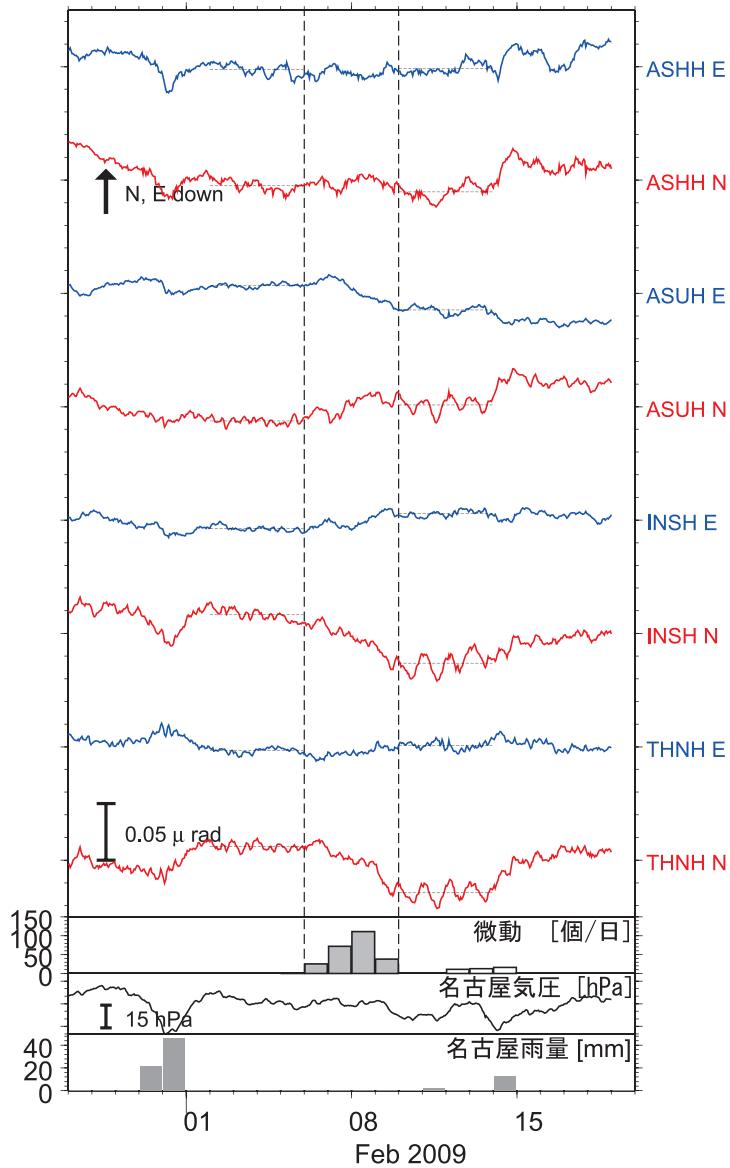
第1図 2008年11月1日から17日までの紀伊半島北部の観測点での傾斜時系列。上方向が東、北下がりである。観測点位置は第2図に示した。BAYTAP-G<sup>7)</sup>により傾斜・気圧成分およびトレンドを除去した記録を示している。なお、気圧成分の除去には気象庁津地方気象台の観測値を使用している。あわせて紀伊半島北部における微動活動度、津地方気象台の気圧、雨量を表示した。

Fig.1 Time series of tiltmeter records, daily tremor counts of this episode, atmospheric pressure and precipitation from Nov. 1 to 17, 2008. '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.2. The records are plotted after removing their linear trend, and tidal and atmospheric pressure components estimated by BAYTAP-G<sup>7)</sup>.



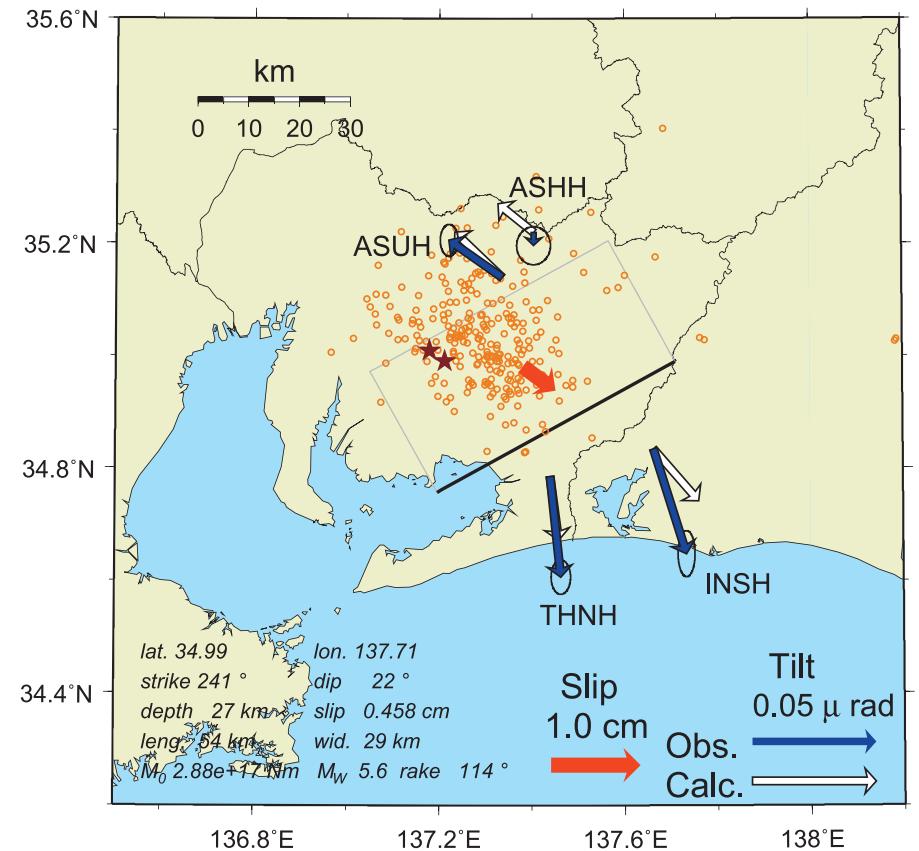
第2図 観測された傾斜変化ベクトル（青矢印）・このデータから推定されたスロースリップイベントの断層モデル（赤矩形・矢印）・モデルから計算される傾斜変化ベクトル（白抜き矢印）。11月10日から14日の期間の傾斜変化に基づくモデルを示す。オレンジ色はこの期間内に発生した深部低周波微動の震央位置を示している。また茶色星印は期間内に推定された深部超低周波地震の震央位置を示している。

Fig.2 Tilt change vectors (green arrows; ground downward direction), the estimated short-term slow slip model (red rectangle and arrow) from these tilt change data, and the calculated tilt changes due to this short-term slow slip event model (purple arrows) for the western Shikoku region. Brown Stars are epicenter of the VLF earthquakes. Epicenters distribution of deep low-frequency tremor activity is also plotted during the same time period.



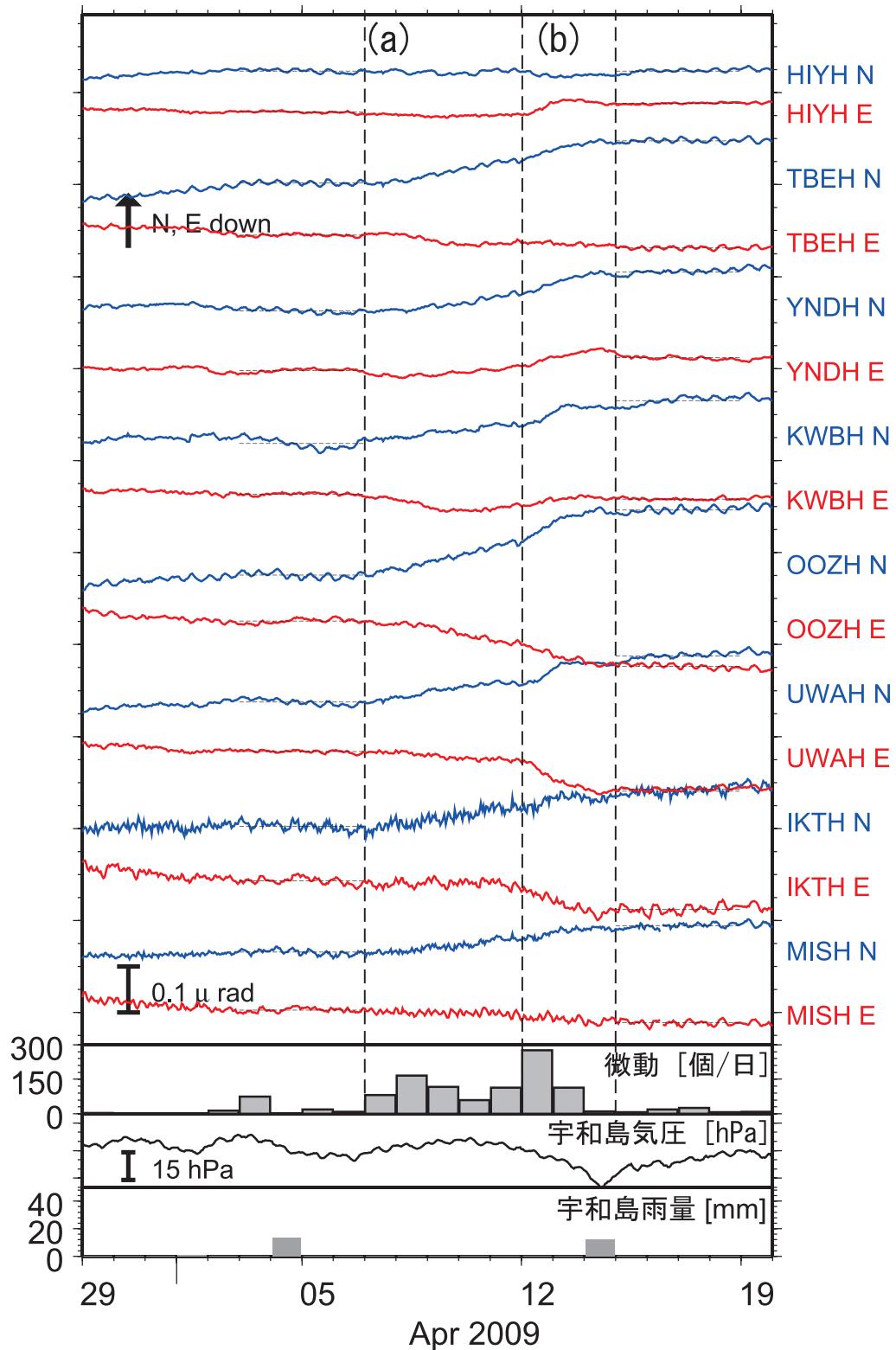
第3図 2009年1月27～2月19日における、愛知県中・東部および静岡県西部の観測点での傾斜時系列。図の見方は第1図と同様。観測点位置は第4図に示した。愛知県における微動活動度・名古屋での気圧変化および雨量をあわせて表示した。

Fig. 3 Same as Fig. 1 but for the records observed around the Aichi and Shizuoka prefectures from Jan 27 to Feb 19, 2009. The atmospheric pressure and the precipitation were observed at the JMA Nagoya meteorological observatory. The station locations and the tilt changes during the time window indicated by broken lines are shown in Fig. 4.



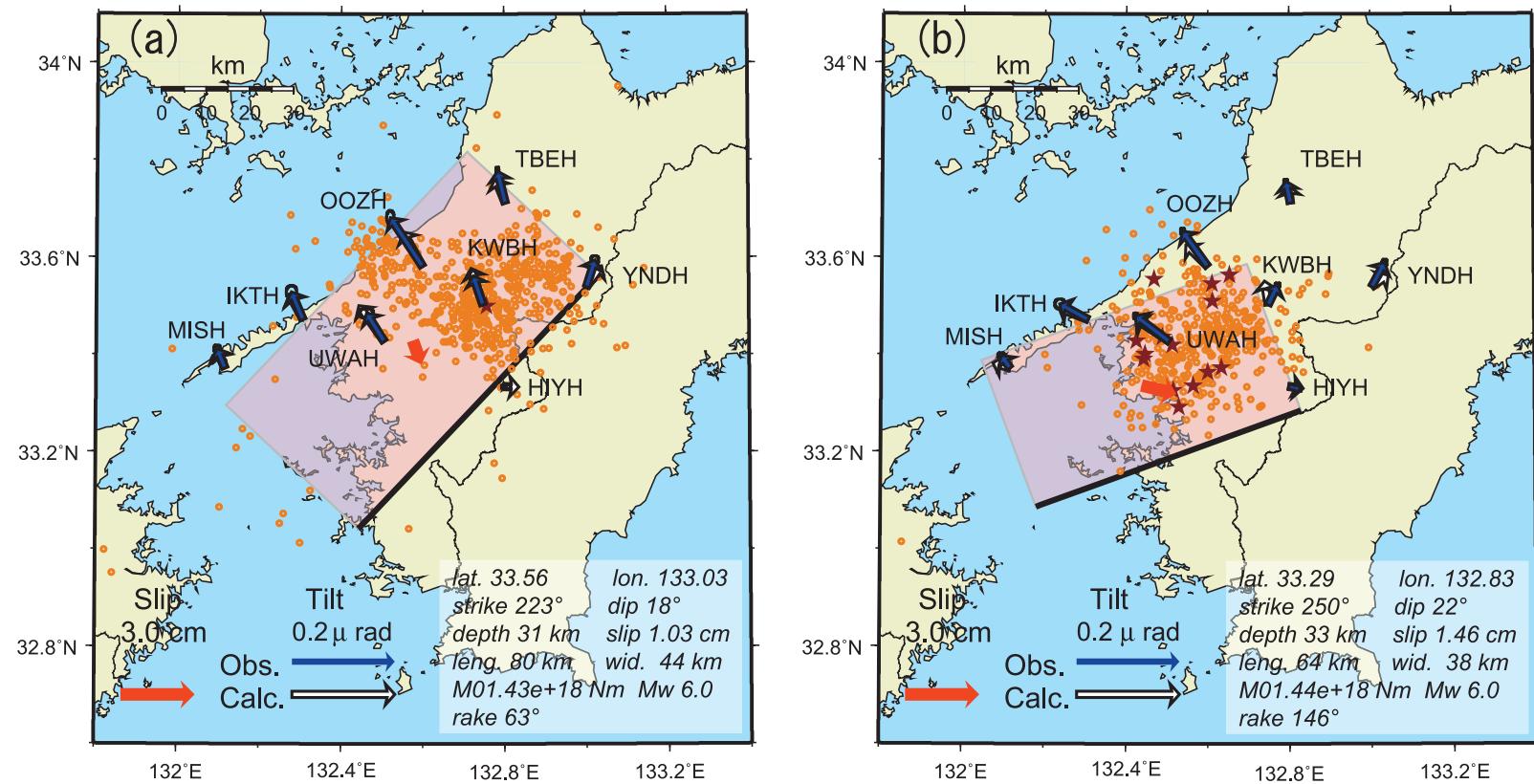
第4図 2009年2月愛知県SSEの断層モデル。図の見方は第2図と同じ。2月6日から9日の期間の傾斜変化に基づくモデルを示す。

Fig. 4 Same as Fig. 2 but for the February 2009 Aichi prefecture short-term SSE.



第5図 2009年3月29～4月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6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. 5 Same as Fig. 1 but for the records observed around the western Shikoku Aichi from March 29 to April 19, 2009. The atmospheric pressure and the precipitation were observed at the JMA Uwajima meteorological observatory. The station locations and the tilt changes during the time window indicated by broken lines are shown in Fig. 6.



第6図 2009年4月四国西部SSEの断層モデル。図の見方は第2図と同じ。4月7日から11日(期間(a))および12日から14日(期間(b))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 April 2009 western Shikoku short-term SSE. Fault models estimated from tilt records from April 7 to 11 (period (a)) and 12 to 14 (period (b)) are shown.