

## 7-2 西南日本における短期的スロースリップ・イベント(2010年11月~2011年5月) Short-term slow slip events with non-volcanic tremor in southwest Japan (November, 2010 - May, 2011)

防災科学技術研究所  
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

2010年11月から2011年5月にかけて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。これまでのイベントの履歴については、連絡会報<sup>1)</sup>を参照されたい。

### (1) 2010年11月 四国東部

11月9日頃から四国東部の観測点において、深部低周波微動と同期した短期的SSEによる傾斜変化がとらえられた(第1図)。11月9日から12日までの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、および推定されたモデルから計算される傾斜変化ベクトルを第2図に示す。井川(IKWH)・木屋平(KYDH)・新宮(SINH)・貞光(SADH)観測点で $0.05 \mu \text{ rad}$ を越える明瞭な傾斜変化が観測された。SSEのすべり領域は愛媛・徳島県境付近に位置し、同期間の微動活動域を含むものである。SSEの規模はMw5.8と推定された。四国東部で断層モデルが推定されたイベントが発生したのは、2008年10月(Mw5.9)以来、約2年ぶりである<sup>5)</sup>。

### (2) 2010年11月 愛知県東部

11月14日頃から愛知県東部の観測点において、深部低周波微動・深部超低周波地震<sup>6)</sup>(VLFE)と同期した短期的SSEによる傾斜変化がとらえられた(第3図)。11月14日から19日までの6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、および推定されたモデルから計算される傾斜変化ベクトルを第4図に示す。豊橋北(THNH)・足助(ASUH)観測点で約 $0.07 \mu \text{ rad}$ の傾斜変化が観測された。SSEのすべり領域は、同期間の微動・VLFEの活動域とよく一致する。SSEの規模はMw5.9と推定された。この地域で断層モデルが推定されたイベントが発生したのは、2009年2月(Mw5.7)以来、約1年9ヶ月ぶりである<sup>7)</sup>。

### (3) 2010年11月 三重県北部

11月26日頃から三重県北部の観測点において、深部低周波微動・VLFEと同期した短期的SSEによる傾斜変化がとらえられた(第5図)。11月26日から27日までの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、および推定されたモデルから計算される傾斜変化ベクトルを第6図に示す。観測された最大傾斜変化量は松坂観測点(MASH)で約 $0.07 \mu \text{ rad}$ であった。SSEの規模はMw5.9と推定された。すべり領域は同期間の微動・深部超低周波地震の活動域と概ね一致する。ただし、特に活動域の北側で、明瞭な変動を記録した観測点がないため、SSEの断層モデルを精度良く推定するのは難しい。この地域で断層モデルが推定されたイベントが発生したのは、2010年5月(Mw5.9)以来、約6ヶ月ぶりである<sup>8)</sup>。

(4) 2010年12月 四国西部

12月9日頃から四国西部の観測点において、深部低周波微動・VLFEと同期した短期的SSEによる傾斜変化がとらえられた(第7図)。12月9日から15日までの7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、および推定されたモデルから計算される傾斜変化ベクトルを第8図に示す。最大傾斜変化量は宇和観測点(UWAH)で約 $0.1 \mu \text{ rad}$ であり、伊方(IKTH)・日吉(HIYH)観測点でも $0.05 \mu \text{ rad}$ 以上の傾斜変化が観測された。SSEの規模はMw6.0と推定された。SSE断層は愛媛県西部に位置し、同期間の微動・VLFEの活動域とよく一致する。この領域で断層モデルが推定されたイベントが発生したのは2010年8月(Mw6.2)以来、約4ヶ月ぶりである<sup>8)</sup>。

(5) 2011年1月 四国西部

1月10日頃から愛媛県中部の観測点において、深部低周波微動と同期した短期的SSEによる傾斜変化がとらえられた(第9図)。1月10日から13日までの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、および推定されたモデルから計算される傾斜変化ベクトルを第10図に示す。観測された最大傾斜変化量は池川観測点(IKKH)で約 $0.08 \mu \text{ rad}$ であった。SSEの規模はMw5.7と推定された。SSEのすべり領域は愛媛県中部に位置し、同期間の微動の活動域とよく一致する。また、このイベントのすべり域は前述(4)の2010年12月に発生した短期的SSEの東隣に位置している。

(6) 2011年5月 四国西部

5月21日頃から四国西部の観測点において、深部低周波微動・VLFEと同期した短期的SSEによる傾斜変化がとらえられた(第11図)。5月21日から23日までの3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、および推定されたモデルから計算される傾斜変化ベクトルを第12図に示す。観測された最大傾斜変化量は大洲観測点(OOZH)で約 $0.07 \mu \text{ rad}$ であった。SSEの規模はMw5.9と推定された。SSEのすべり領域は愛媛県西部に位置し、同期間の微動・VLFEの活動域と概ね一致する。ただし、特に活動領域の東側で、明瞭な変動を記録した観測点が少ないため、SSEの断層モデルを精度良く推定するのは難しい。この領域で断層モデルが推定されたイベントが発生したのは前述(4)の2010年12月(Mw6.0)以来、約5ヶ月ぶりである。

謝辞

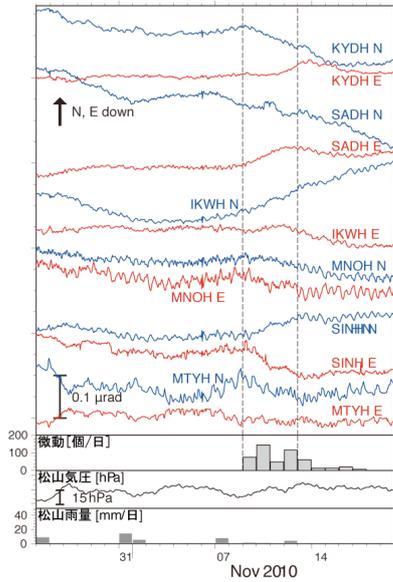
気象庁のホームページで公開されている気象台等の気象観測データを使用させていただきました。記して感謝いたします。

(木村武志・廣瀬仁)

Takeshi Kimura, and Hitoshi Hirose

## 参 考 文 献

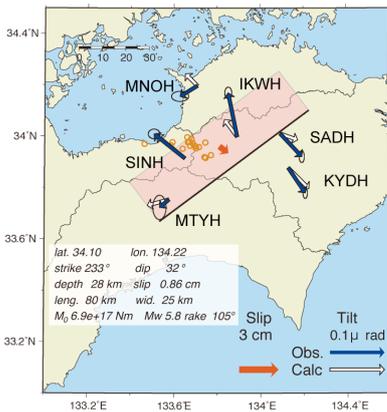
- 1) 松澤孝紀ほか, 西南日本における深部低周波微動活動 (2010年11月—2011年5月), 本連絡会報, 2011.
- 2) Obara, K., H. Hirose, F. Yamamizu, and K. Kasahara, Episodic slow slip events accompanied by non-volcanic tremors in southwest Japan subduction zone, *Geophys. Res. Lett.*, 31 (23), doi:10.1029/2004GL020848, 2004.
- 3) Hirose, H. and 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) 廣瀬仁ほか, 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, 2009.
- 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) 木村尚紀ほか, 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), 連絡会報, 82, 392-397, 2009.
- 8) 廣瀬仁ほか, 西南日本における短期的スロースリップイベント (2010年5月～2010年10月), 連絡会報, 85, 313-317, 2011.



第1図 2010年10月25日から11月19日までの四国東部の観測点での傾斜時系列。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・東下りの傾斜変化を表す。BAYTAP-G4)により気圧応答・潮汐成分を除去し、さらに直線リニアトレンドを補正した記録を示している。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、松山での気圧変化および雨量をあわせて表示した。

Fig. 1

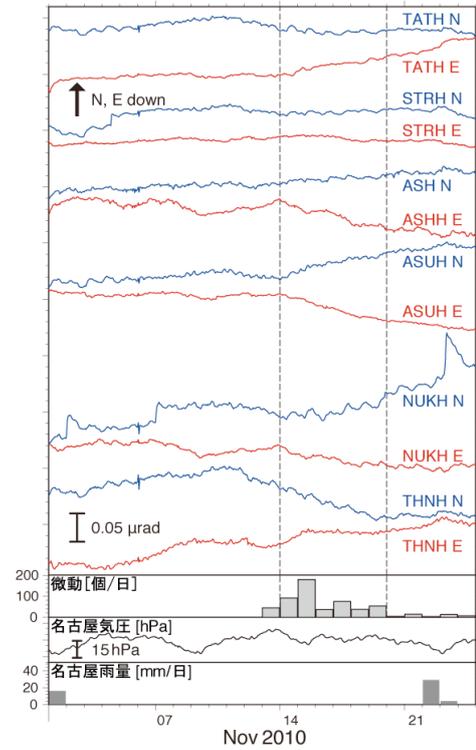
Time series of tiltmeter records, daily tremor counts, atmospheric pressure change and precipitation around the eastern Shikoku from October 25, 2010 to November 19, 2010. 'N' and 'E' that follow a four-character station code denote the northward and eastward ground down tilt components, respectively. The tilt changes for the time window indicated by broken lines are assumed to be caused by and SSE. The atmospheric pressure and precipitation were observed at the JMA Matsuyama meteorological observatory. Station locations are shown in Fig.2. The displayed tilt records are ones which were detided and atmospheric pressure-corrected with BAYTAP-G and were detrended.



第2図 2010年11月四国東部SSEの断層モデル。11月9日から12日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円、VLFの震央を星印で示した。

Fig. 2

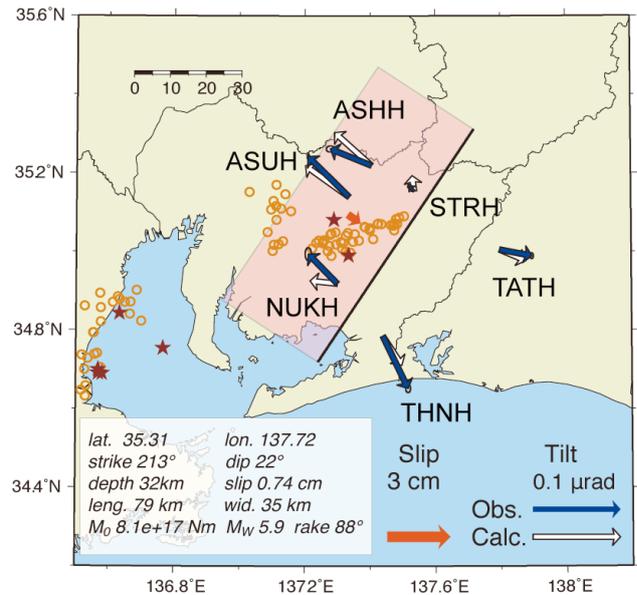
Observed tilt change vectors for four days from November 9, 2010 (blue arrows), the estimated fault slip (a red arrow) and rectangular fault location and geometry (a pink rectangle) based on the tilt change vectors, and the calculated tilt changes due to the fault model (open arrows) for the November 2010 SSE in the eastern Shikoku. Orange circles and stars show epicenters of the tremor activity and VLFs occurred in this time period, respectively.



第3図 2010年11月11日から24日までの愛知県東部における傾斜時系列。図示方法は第1図と同様。同地域の微動活動度、名古屋での気圧変化および雨量をあわせて表示した。

Fig. 3

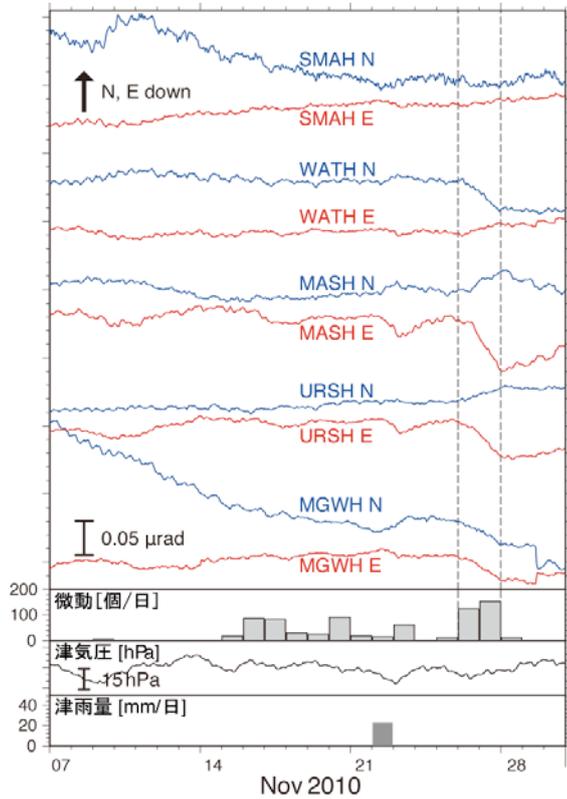
Same as Fig. 1 but for the records observed around the eastern Aichi area from November 11 to 24, 2010. The atmospheric pressure and the precipitation were observed at the JMA Nagoya meteorological observatory. The station locations and the tilt changes during the time window indicated by broken lines are shown in Fig. 4.



第4図 2010年11月愛知県東部の短期的SSE断層モデル。11月13日から18日に観測された傾斜変化ベクトルを青矢印で示す。その他の図示方法は第2図と同じ。

Fig. 4

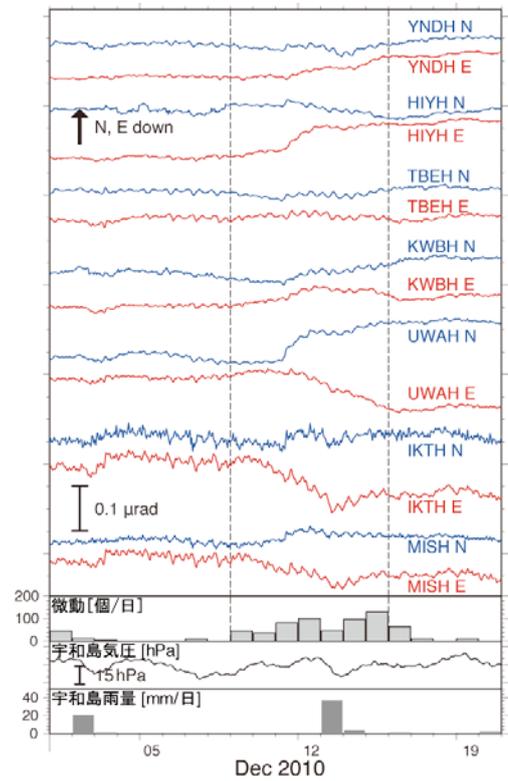
Same as Fig. 2 but for the November 2010 SSE around the eastern Aichi area.



第5図 2010年11月7日から30日までの三重県北部における傾斜時系列. 図示方法は第1図と同様. 同地域の微動活動度, 津での気圧変化および雨量をあわせて表示した.

Fig. 5

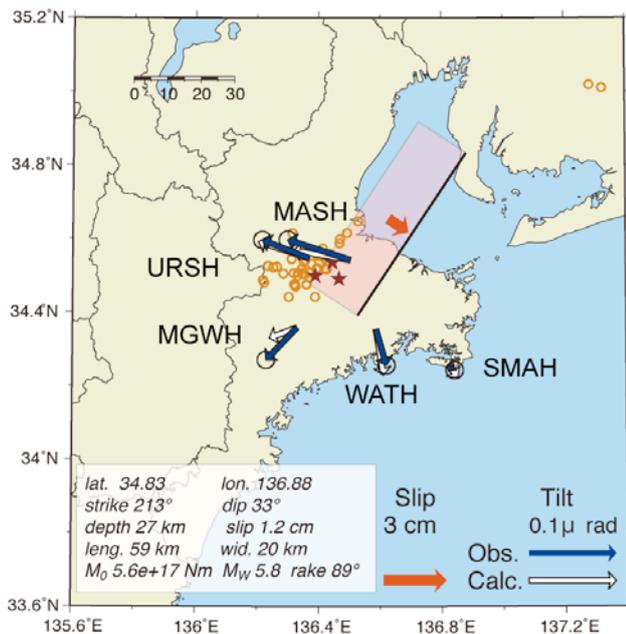
Same as Fig. 1 but for the records observed around the northern Mie area from November 7 to 30, 2010. The atmospheric pressure and the precipitation were observed at the JMA Tsu meteorological observatory. The station locations and the tilt changes during the time window indicated by broken lines are shown in Fig. 6.



第7図 2010年12月1日から20日までの四国西部における傾斜時系列. 図示方法は第1図と同様. 同地域の微動活動度, 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

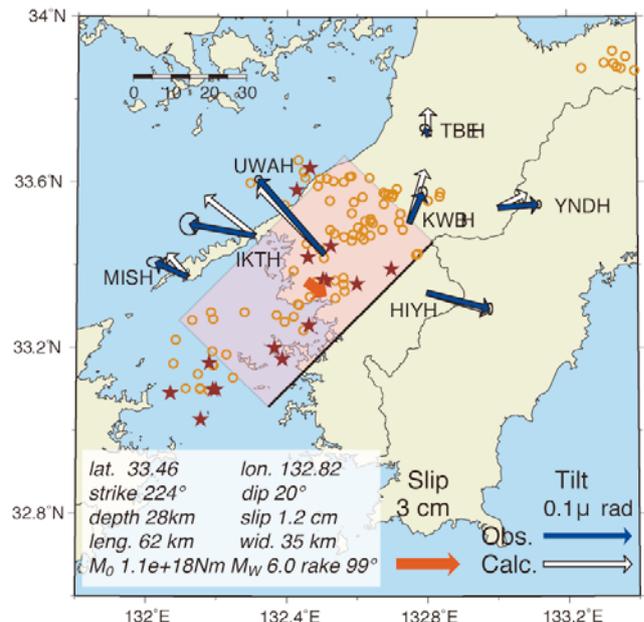
Same as Fig. 1 but for the records observed around the western Shikoku from December 1 to 20, 2010. The atmospheric pressure and the precipitation were observed at the JMA Uwajima meteorological observatory. The station locations and the tilt changes during the time window indicated by broken lines are shown in Fig. 8.



第6図 2010年11月三重県北部の短期的SSE断層モデル. 11月26日から28日に観測された傾斜変化ベクトルを青矢印で示す. その他の図示方法は第2図と同じ.

Fig. 6

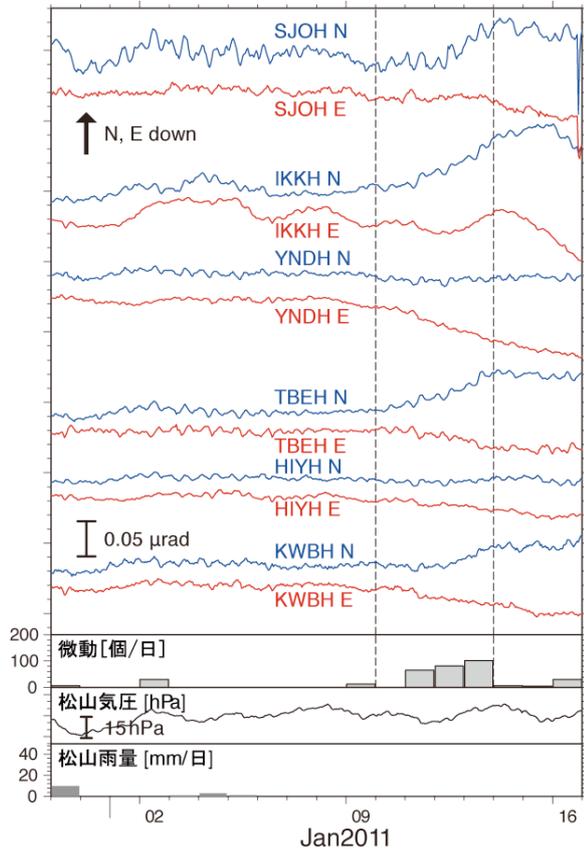
Same as Fig. 2 but for the November 2010 SSE around the northern Mie area.



第8図 2010年12月四国西部の短期的SSE断層モデル. 12月9日から15日に観測された傾斜変化ベクトルを青矢印で示す. その他の図示方法は第2図と同じ.

Fig. 8

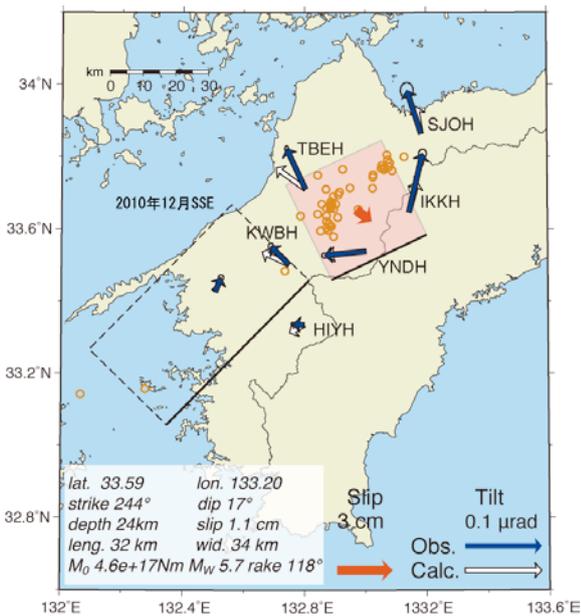
Same as Fig. 2 but for the December 2010 short-term SSE around the western Shikoku.



第9図 2010年12月30日から2011年1月16日までの四国西部における傾斜時系列. 図示方法は第1図と同様. 同地域の微動活動度, 松山での気圧変化および雨量をあわせて表示した.

Fig. 9

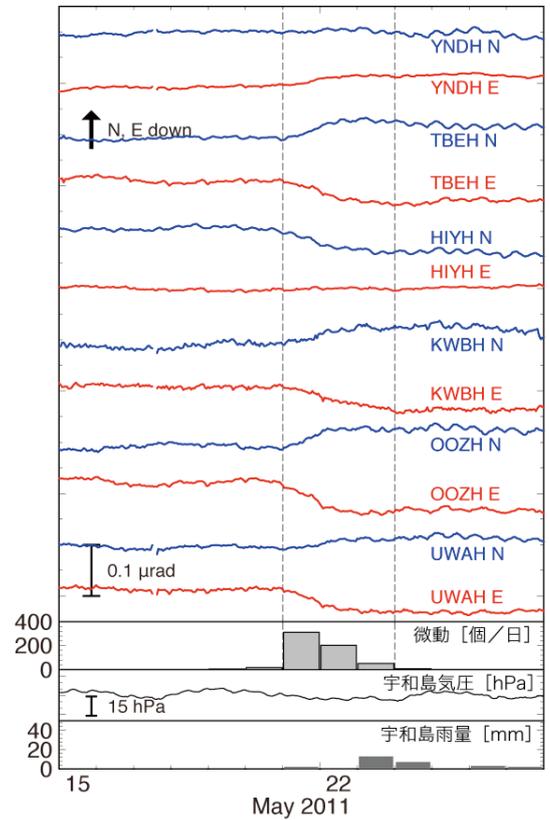
Same as Fig. 1 but for the records observed around the western Shikoku from December 30, 2010 to January 16, 2011. The atmospheric pressure and the precipitation were observed at the JMA Matsuyama meteorological observatory. The station locations and the tilt changes during the time window indicated by broken lines are shown in Fig. 10.



第10図 2011年1月四国西部の短期的SSE断層モデル. 1月10日から13日に観測された傾斜変化ベクトルを青矢印で示す. その他の図示方法は第2図と同じ.

Fig. 10

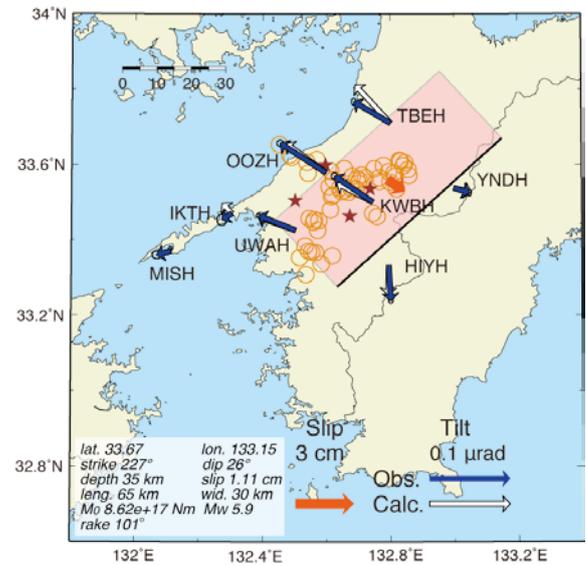
Same as Fig. 2 but for the January 2011 short-term SSE around the western Shikoku.



第11図 2011年5月15日から27日までの四国西部における傾斜時系列. 図示方法は第1図と同様. 同地域の微動活動度, 宇和島での気圧変化および雨量をあわせて表示した.

Fig. 11

Same as Fig. 1 but for the records observed around the western Shikoku from May 15 to 27, 2011. 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. 12.



第12図 2011年5月四国西部の短期的SSE断層モデル. 5月21日から23日に観測された傾斜変化ベクトルを青矢印で示す. その他の図示方法は第2図と同じ.

Fig. 12

Same as Fig. 2 but for the May 2011 short-term SSE around the western Shikoku.