

6-3 東海・紀伊半島・四国における短期的スロースリップイベント (2018 年 11 月～2019 年 4 月)

Short-term slow slip events in the Tokai area, the Kii Peninsula and the Shikoku District, Japan (from November 2018 to April 2019)

産業技術総合研究所

Geological Survey of Japan, AIST

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

歪・傾斜・地下水位の変化から短期的 SSE の断層モデルを推定したイベントについて、その解析結果を報告する。

2018 年 10 月 31 日から 11 月 8 日午前にかけて、四国中部～東部で深部低周波地震活動が観測された（第 1 図）。第 2 図は周辺の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果は BAYTAP-G により気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2018 年 10 月 21 日から 30 日のデータを用いて 1 次トレンドを除去したものである。

第 3, 4 図はそれぞれ第 2 図[A], [B]の変化を説明する短期的 SSE の推定結果（順に Mw 5.5, 5.6）である。今回の活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は、2017 年 11 月 3 日から 5 日（Mw 5.4；第 3, 4 図の灰色矩形 1）、2018 年 3 月 10 日から 24 日（順に Mw 6.1, 5.6；同 2, 3）、2018 年 8 月 8 日から 11 日（Mw 5.5；同 4）、2018 年 10 月 10 日午後から 15 日（Mw 5.8；同 5）である。

2018 年 12 月 17 日から 12 月 21 日頃に、豊後水道～四国西部で深部低周波地震活動が観測された（第 5 図）。第 6 図は周辺の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果は BAYTAP-G により気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2018 年 12 月 10 日から 18 日午前のデータを用いて 1 次トレンドを除去したものである。

第 7 図は第 6 図[A]の変化を説明する短期的 SSE の推定結果（Mw 6.0）である。今回の活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は、2018 年 7 月 18 日から 21 日（Mw 5.9；第 7 図の灰色矩形 1）、2018 年 7 月 22 日から 25 日（Mw 5.7；同 2）、2018 年 8 月 8 日から 11 日（Mw 5.5；同 3）、2018 年 9 月 29 日午後から 10 月 6 日（順に Mw 5.8, 5.9, 5.8；同 4-6）である。

2019 年 1 月 11 日午後から 12 日午前にかけて、四国地方で深部低周波地震活動が観測された（第 8 図）。第 9 図は周辺の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜・地下水位の観測結果である。これらの結果は BAYTAP-G により気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2018 年 12 月 28 日から 1 月 11 日午前のデータを用いて 1 次トレンドを除去したものである。

第 10 図は第 9 図[A]の変化を説明する短期的 SSE の断層モデルの推定結果（Mw 5.7）である。今回の活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は、2018 年 7 月 22 日から 25 日（Mw 5.7；第 10 図の灰色矩形 1）、2018 年 8 月 8 日から 11 日（Mw 5.5；同 2）、2018 年 9 月 29 日午後から 10 月 4 日午前（順に Mw 5.8, 5.9；同 3, 4）、2018 年 12 月 18 日午後から 21 日（Mw 6.0；同 5）である。

2019 年 1 月 19 日午後から 24 日午前にかけて、奈良県南部で深部低周波地震活動が観測された（第 11 図）。第 12 図は周辺の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜・地下水位の観測結果である。これらの結果は BAYTAP-G により気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2019 年 1 月 5 日から 19 日午前のデータを用いて 1 次トレンドを除去したものである。

第 13 図は第 12 図[A]の変化を説明する短期的 SSE の断層モデルの推定結果（Mw 5.6）である。今回の活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は、2018 年 2 月 11 日午後から 14 日午前（Mw 5.6；第 13 図の灰色矩形 1）、2018 年 6 月 22 日午後から 25 日午前（Mw 5.6；同 2）、2018 年 9 月 19 日午後から 30 日午前（順に Mw 5.8, 5.4, 5.5, 5.8；同 3-6）である。

2019 年 2 月 3 日から 12 日午前にかけて、東海地方で深部低周波地震活動が観測された（第 14 図）。第 15-17 図は産総研・気象庁・静岡県・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果は BAYTAP-G により気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2019 年 1 月 24 日から 2 月 2 日のデータを用いて 1 次トレンドを除去したものである。

第 18, 19, 20 図はそれぞれ第 15-17 図[A], 第 15-17 図[B], 第 15-17 図[C]の変化を説明する短期的 SSE の断層モデルの推定結果（順に Mw 5.9, 5.6, 5.3）である。今回の活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は、2018 年 9 月 19 日午後から 10 月 15 日（順に Mw 5.8, 5.4, 5.5, 5.8, 5.8, 5.7, 5.3；第 18-20 図の灰色矩形 1-7）である。

上記のイベントに続き、2019 年 2 月 10 日から 18 日にかけて、紀伊半島で深部低周波地震活動が観測された（第 21 図）。第 22 図は周辺の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果は BAYTAP-G により気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2019 年 1 月 29 日から 2 月 9 日のデータを用いて 1 次トレンドを除去したものである。

第 23, 24 図はそれぞれ第 22 図[A], [B]の変化を説明する短期的 SSE の断層モデルの推定結果（順に Mw 5.8, 5.5）である。今回の活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は、2018 年 6 月 22 日午後から 25 日午前（Mw 5.6；第 23, 24 図の灰色矩形 5）、2018 年 9 月 19 日午後から 30 日午前（順に Mw 5.8, 5.4, 5.5, 5.8；第 23, 24 図の灰色矩形 1-4 で、第 18-20 図の灰色矩形 1-4 と同じ）、2019 年 1 月 19 日午後から 24 日午前（Mw 5.6；第 23, 24 図の灰色矩形 6）である。

2019 年 2 月 28 日から 3 月 3 日にかけて、紀伊半島で深部低周波地震活動が観測された（第 25 図）。第 26-27 図は周辺の産総研・気象庁・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果は BAYTAP-G により気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2019 年 2 月 19 日から 27 日のデータを用いて 1 次トレンドを除去したものである。

第 28, 29 図はそれぞれ第 26-27 図[A], 第 26-27 図[B]の変化を説明する短期的 SSE の断層モデルの推定結果（順に Mw 5.7, 5.6）である。今回の活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は、2018 年 9 月 22 日午後から 30 日午前（順に Mw 5.4, 5.5, 5.8；第 28, 29 図の灰色矩形 1-3）、2019 年 2 月 3 日から 15 日（順に Mw 5.9, 5.6, 5.3, 5.8；同 4-7）である。

2019 年 3 月 2 日から 9 日にかけて、四国地方で深部低周波地震活動が観測された（第 30 図）。第 31-32 図は周辺の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果

は BAYTAP-G により気圧応答成分，潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き，2019 年 2 月 15 日から 3 月 1 日のデータを用いて 1 次トレンドを除去したものである。

第 33, 34, 35 図はそれぞれ第 31-32 図[A], 第 31-32 図[B], 第 31-32 図[C]の変化を説明する短期的 SSE の断層モデルの推定結果（順に Mw 5.6, 6.2, 6.0）である。なお[B], [C]は変化量が大きく広範にわたるため，断層面の長さの上限（「解析方法」を参照）を 200 km として推定している。したがって，2 か所以上で同時期に発生した短期的 SSE を 1 枚の断層面で説明している可能性がある。今回の活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は，2018 年 7 月 22 日から 25 日（Mw 5.7；第 33-35 図の灰色矩形 1），2018 年 8 月 8 日から 11 日（Mw 5.5；同 2），2018 年 9 月 29 日午後から 10 月 4 日午前（順に Mw 5.8, 5.9；同 3, 4），2019 年 1 月 11 日午後から 12 日午前（Mw 5.7；同 5）である。

2019 年 3 月 29 日から 4 月 7 日にかけて，紀伊半島において深部低周波地震活動が観測された（第 36 図）。第 37 図は周辺の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜・地下水の観測結果である。これらの結果は BAYTAP-G により気圧応答成分，潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き，2019 年 3 月 21 日から 28 日のデータを用いて 1 次トレンドを除去したものである。

第 38, 39 図はそれぞれ第 37 図[A], [B]の変化を説明する短期的 SSE の推定結果（Mw 5.4, 5.6）である。今回の活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は，2018 年 1 月 4 日から 5 日（Mw 5.3；第 38, 39 図の灰色矩形 1），2018 年 6 月 22 日午後から 25 日午前（Mw 5.6；同 2），2019 年 1 月 19 日午後から 24 日午前（Mw 5.6；同 3），2019 年 2 月 10 日から 15 日（Mw 5.8；同 4），2019 年 2 月 16 日から 18 日（Mw 5.5；同 5）である。

2019 年 4 月 17 日から 21 日にかけて，豊後水道から四国西部において深部低周波地震活動が観測された（第 40 図）。第 41 図は周辺の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果は BAYTAP-G により気圧応答成分，潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き，2019 年 4 月 7 日から 16 日のデータを用いて 1 次トレンドを除去したものである。

第 42 図は第 41 図[A]の変化を説明する短期的 SSE の推定結果（Mw 5.7）である。今回の活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は，2019 年 1 月 11 日午後から 12 日午前（Mw 5.7；第 42 図の灰色矩形 1），2019 年 3 月 2 日から 4 日午前（Mw 5.6；同 2），2019 年 3 月 4 日午後から 6 日（Mw 6.2；同 3），2019 年 3 月 7 日から 9 日（Mw 6.0；同 4）である。

2019 年 4 月 22 日から 23 日にかけて，東海地方において深部低周波地震活動がほとんど観測されなかった（第 43 図）が，愛知県の産総研・気象庁の観測点における歪の観測結果には変化が見られた（第 44 図）。これらの結果は BAYTAP-G により気圧応答成分，潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き，2019 年 4 月 14 日から 22 日午前のデータを用いて 1 次トレンドを除去したものである。

第 45 図は第 44 図[A]の変化を説明する短期的 SSE の推定結果（Mw 5.6）である。今回の活動域付近における最近の短期的 SSE の活動は，2018 年 6 月 19 日午後から 25 日午前（Mw 5.9；第 45 図の灰色矩形 1），2018 年 10 月 13 日から 15 日（Mw 5.3；同 2），2019 年 2 月 3 日から 6 日午前（Mw 5.9；同 3），2019 年 2 月 6 日午後から 9 日午前（Mw 5.6；同 4），2019 年 2 月 9 日午後から 12 日午前（Mw 5.3；同 5），2019 年 2 月 28 日から 3 月 1 日午前（Mw 5.7；同 6），2019 年 3 月 1 日午後から 3 日（Mw 5.6；同 7）である。

解析方法

短期的 SSE の断層面推定には、各観測点の水平歪 4 成分、体積歪、地下水压、もしくは傾斜 2 成分の記録を用いる。地下水压は、O1 および M2 分潮の振幅を BAYTAP-G [Tamura et al., 1991] により計算し、GOTIC2 [Matsumoto et al., 2001] により推定した地球固体潮汐および海洋荷重潮汐 (O1 および M2 分潮) との振幅比を用いて、体積歪に変換する。歪・地下水・傾斜ともに、観測波形から BAYTAP-G により、気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除く。また、イベント直前の期間を用いて 1 次トレンドも取り除く。微動活動も参考にして、数時間～半日単位で活動開始・終了時期を判断し、その期間の変化量を短期的 SSE による変化量とする。その際、歪については Matsumoto et al. [2010] の手法で理論潮汐歪を用いてキャリブレーションを行っている。

断層面の推定は、板場ほか[2012]の手法を用いて次の 2 段階で行う。1 段階目では、断層面の位置 (0.1° 間隔) とすべり量 (1-50 mm) を可変とする。幅・長さともに 20 km に固定した断層面をフィリピン海プレート境界面[弘瀬ほか, 2007]上で動かし、各位置での最適なすべり量を探す。結果を示す図には、それぞれの位置で残差を最小にするすべり量を与えたときの、観測値とそのすべり量による計算値 (Okada [1992] による) との残差の総和の分布を示している。これにより、短期的 SSE が生じている可能性が高い領域を絞り込むとともに、次の 2 段階目で推定された結果の任意性を確認することができる。2 段階目では、1 段階目で絞り込んだ領域付近で、断層面の位置 (0.1° 間隔) ・すべり量 (1-50 mm) ・長さ (10-80 km の間で 1 km 間隔) および幅 (10-50 km の間で 1 km 間隔) を可変として残差を最小にする解を求める。ただし、計算に使用している観測点数が少ない場合や、断層面と観測点配置の関係によっては解の任意性が高くなるので注意が必要である。

なお、残差はノイズレベルによって規格化している。これは異種の観測値を統合するための処置である。ノイズレベルの定義は、気圧応答、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除いた後 (微動活動が活発な期間および周辺の日雨量 50 mm を超える時期を除く) の 24 時間階差の 2σ である。深部低周波微動の検出・震源決定には、エンベロープ相関法を用いている。

(落唯史・板場智史・松本則夫・北川有一・木口努・木村尚紀・木村武志・松澤孝紀・汐見勝彦)

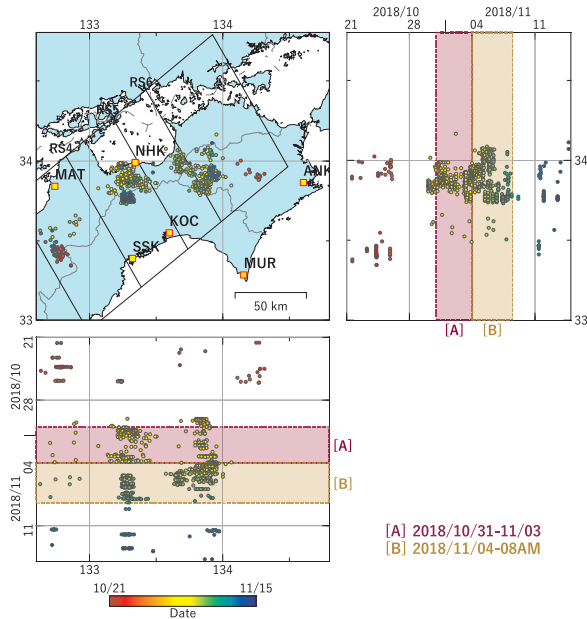
謝辞

短期的 SSE の断層モデル推定には、気象庁、静岡県の多成分歪計および体積歪計の記録を使用しました。気象庁の歪計データを解析する際には、気象庁によるキャリブレーション係数を使用しました。微動の解析には、気象庁、東京大学、京都大学、名古屋大学、高知大学、九州大学の地震波形記録を使用しました。低周波地震の震央位置表示には、気象庁の一元化カタログを使用しました。ここに記して感謝します。

参考文献

- 弘瀬冬樹, 中島淳一, 長谷川昭 (2007), Double-Difference Tomography 法による西南日本の 3 次元地震波速度構造およびフィリピン海プレートの形状の推定, 地震 2, 60, 1-20.
- 板場智史, 松本則夫, 北川有一, 小泉尚嗣, 松澤孝紀, 歪・傾斜・地下水統合解析による短期的スロースリップイベントのモニタリング, 日本地球惑星連合 2012 年大会, 千葉, 5 月, 2012.
- Matsumoto, K., T. Sato, T. Takanezawa, and M. Ooe, GOTIC2: A Program for Computation of Oceanic Tidal Loading Effect, J. Geod. Soc. Japan, 47, 243-248, 2001.
- Matsumoto, N., O. Kamigaichi, Y. Kitagawa, S. Itaba, and N. Koizumi (2010), In-situ Calibration of

- Borehole Strainmeter Using Green's Functions for Surface Point Load at a Depth of Deployment, Eos, Trans. AGU, Abstract G11A-0626.
- Okada, Y. (1992), Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space, Bull. Seismol. Soc. Am., 82, 1018-1040.
- Tamura, Y., T. Sato, M. Ooe and M. Ishiguro (1991), A procedure for tidal analysis with a Bayesian information criterion, Geophys. J. Int., 104, 507-516.

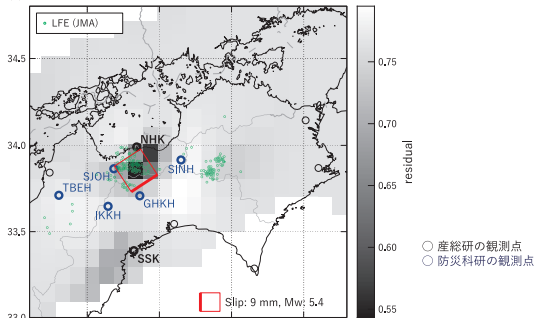


第1図 四国東部における低周波地震（気象庁一元化カタログによる）の時空間分布（2018/10/21～2018/11/14）。

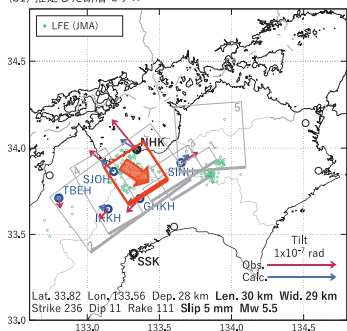
Fig. 1 Space-time distribution of deep low-frequency earthquakes by JMA unified hypocenter catalog in the Eastern Shikoku from October 21 to November 14, 2018.

[A] 2018/10/31-11/03

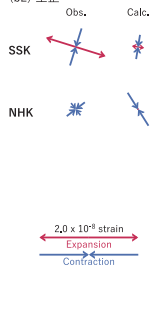
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル

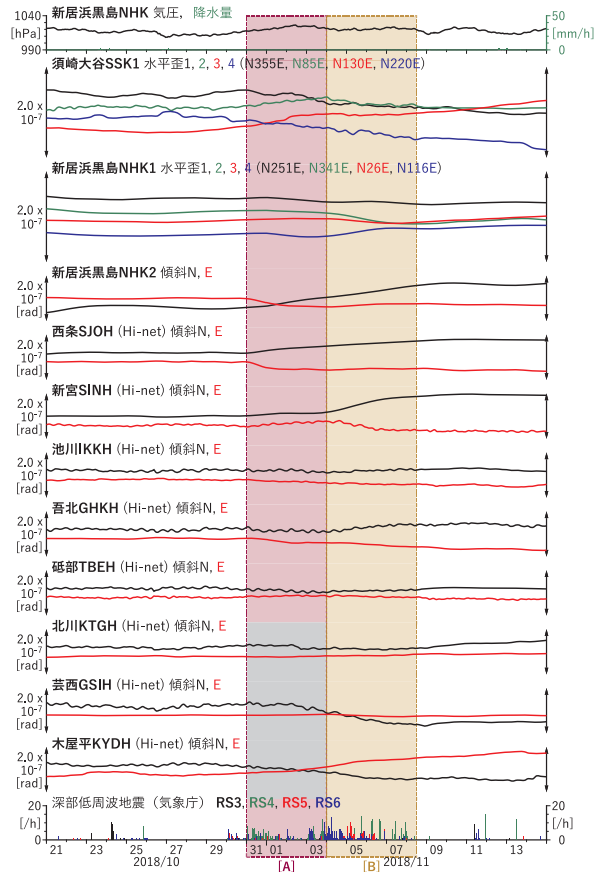


(b2) 主歪



第3図 第2図[A]を説明する断層モデル。以下の凡例の説明は以降の同様の図に共通。黒・緑・青の丸印はそれぞれ産総研・気象庁および静岡県・防災科研 Hi-net の観測点、緑の小さな丸印は気象庁の推定した低周波地震。 (a) 1段階目の結果。灰色の濃淡は残差の総和で、赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置（大きさは20x20 kmで固定）。 (b1) 2段階目の結果。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面。矢印は傾斜の観測値と計算値の比較。灰色矩形は最近周辺で発生した短期的 SSE の推定断層面（番号との対応は本文参照）。 (b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。 (b3) 体積歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

Fig. 3 Inferred fault models for Fig. 2[A]. The legends below are applicable for all corresponding figures. The black, green and blue circles show the observation sites of AIST, JMA (or Shizuoka Prefecture) and NIED Hi-net. The green small circles show hypocenters of the low-frequency earthquake (LFE) estimated by JMA. (a) The result of the first step. The length and width of the rectangular fault patch are fixed as 20 km and 20 km, and only the slip amount that minimizes the sum of residuals is estimated on each fault patch. The gray scale shows the distribution of sum of residuals and the red rectangle shows the place of the fault patch with the minimum residual. (b1) The result of the second step. The red rectangle shows the estimated fault model. The observed and calculated tilt changes are also shown on the map by the red and the blue arrows. The gray rectangles show the fault models of the recent events (see main text). (b2) The observed and calculated principal strain changes. (b3) The observed and calculated volumetric strain changes.

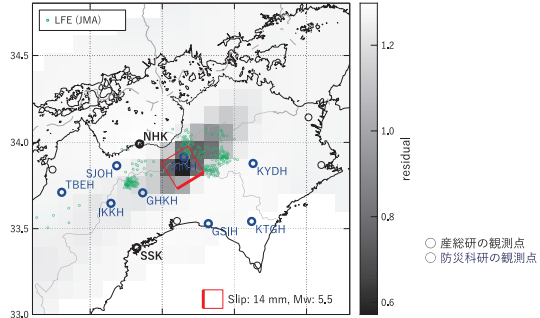


第2図 四国東部における歪・傾斜の観測結果と低周波地震の検出数（2018/10/21～2018/11/14）。

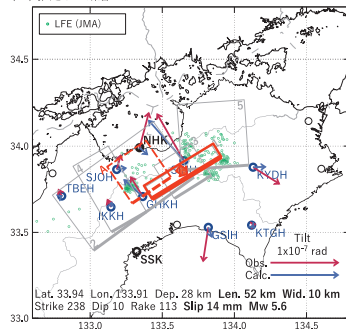
Fig. 2 Observed strain and tilt data and detected number of low-frequency earthquakes in the Eastern Shikoku from October 21 to November 14, 2018.

[B] 2018/11/04-08AM

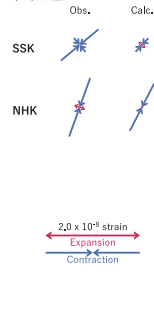
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル

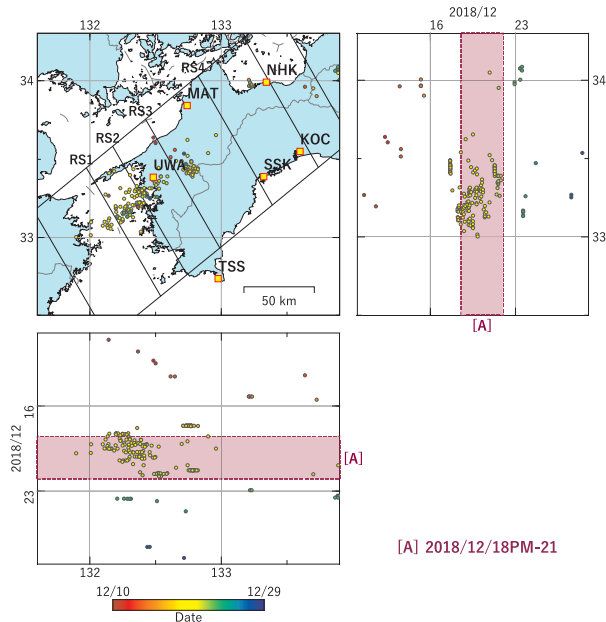


(b2) 主歪



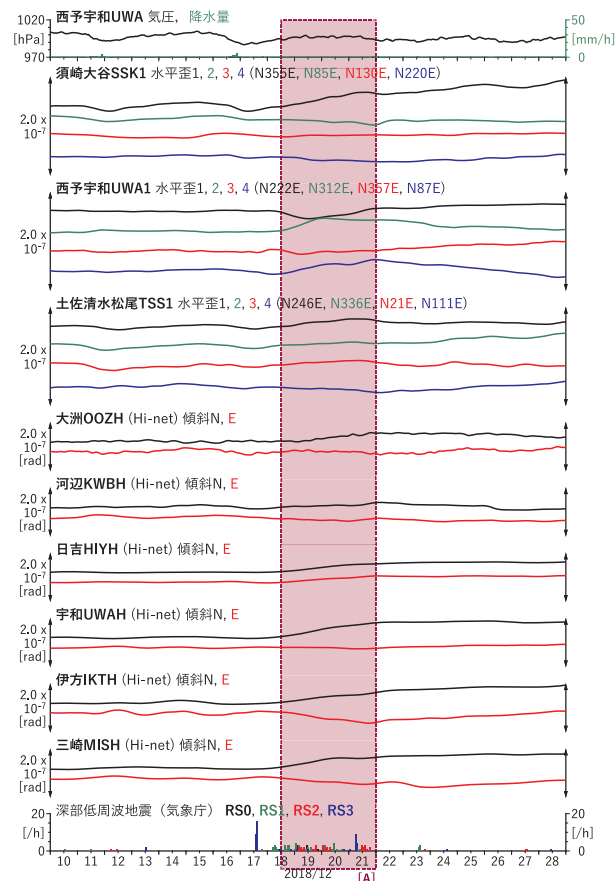
第4図 第2図[B]を説明する断層モデル。各図の説明は第3図を参照。

Fig. 4 Inferred fault models for Fig. 2[B]. See also the caption of Fig. 3.



第5図 四国西部における低周波地震（気象庁一元化カタログによる）の時空間分布（2018/12/10～2018/12/28）.

Fig. 5 Space-time distribution of deep low-frequency earthquakes by JMA unified hypocenter catalog in the Western Shikoku from December 10 to 28, 2018.

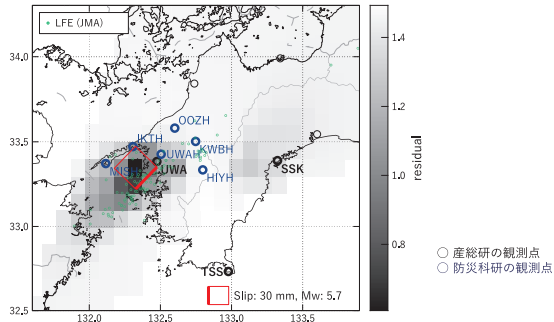


第6図 四国西部における歪・傾斜の観測結果と低周波地震の検出数（2018/12/10～2018/12/28）.

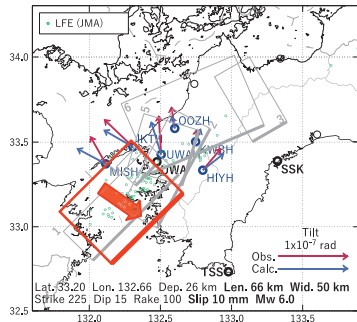
Fig. 6 Observed strain and tilt data and detected number of low-frequency earthquakes in the Western Shikoku from December 10 to 28, 2018.

[A] 2018/12/18PM-21

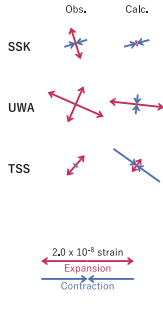
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル

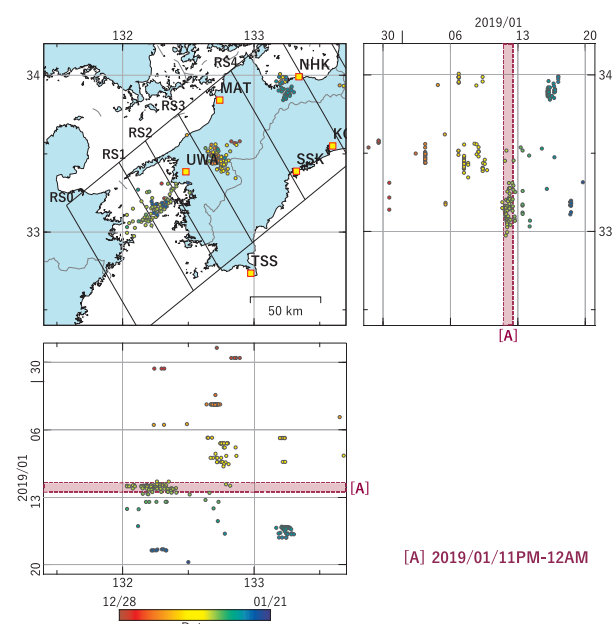


(b2) 主歪



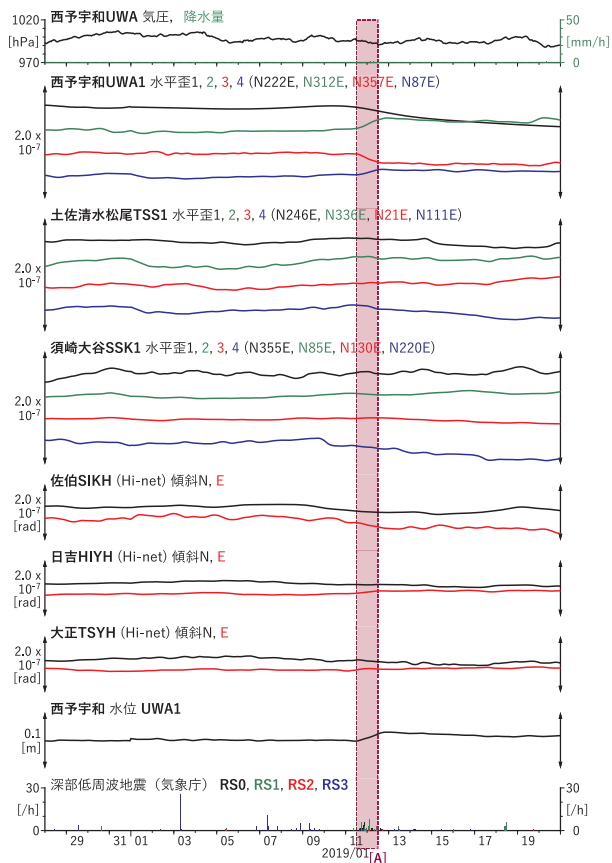
第7図 第6図[A]を説明する断層モデル。各図の説明は第3図を参照。

Fig. 7 Inferred fault models for Fig. 6[A]. See also the caption of Fig.3.

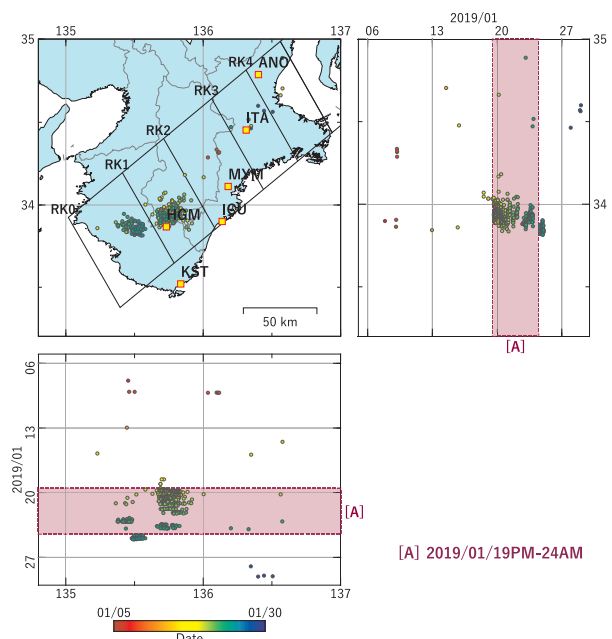


第8図 四国西部における低周波地震（気象庁一元化カタログによる）の時空間分布（2018/12/28～2019/01/20）.

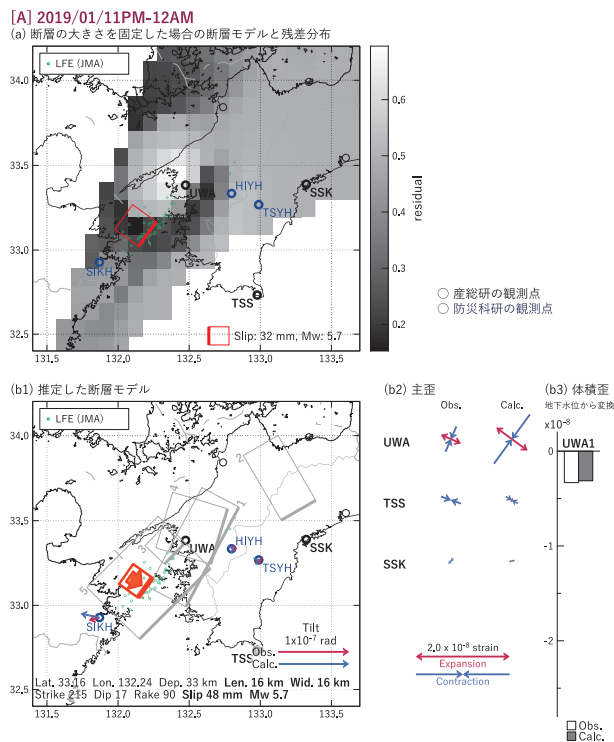
Fig. 8 Space-time distribution of deep low-frequency earthquakes by JMA unified hypocenter catalog in the Western Shikoku from December 28, 2018 to January 20, 2019.



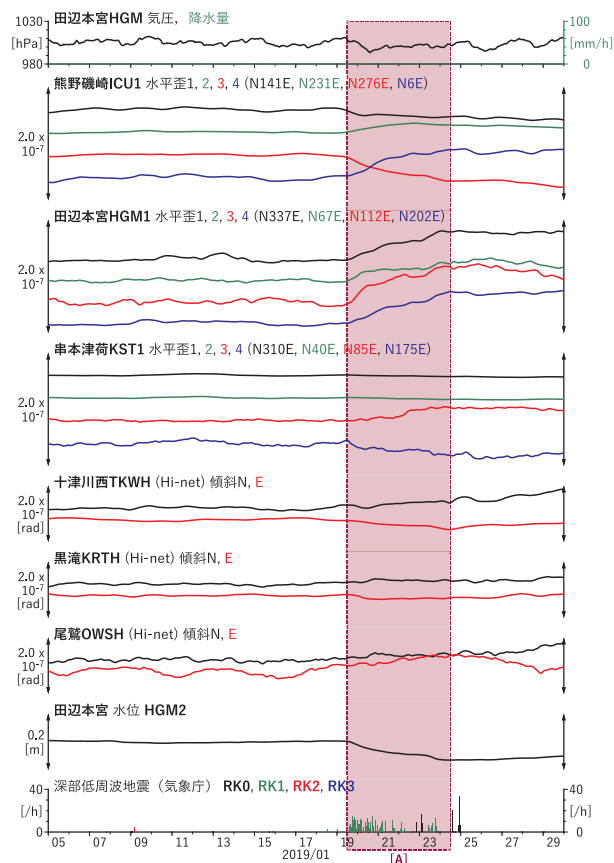
第9図 四国西部における歪・傾斜・地下水位の観測結果と低周波地震の検出数 (2018/12/28~2019/01/20)。
Fig. 9 Observed strain, tilt and groundwater level data and detected number of low-frequency earthquakes in the Western Shikoku from December 28, 2018 to January 20, 2019.



第11図 紀伊半島における低周波地震(気象庁一元化カタログによる)の時空間分布 (2019/01/05~2019/01/29)。
Fig. 11 Space-time distribution of deep low-frequency earthquakes by JMA unified hypocenter catalog in the Kii Peninsula from January 05 to 29, 2019.



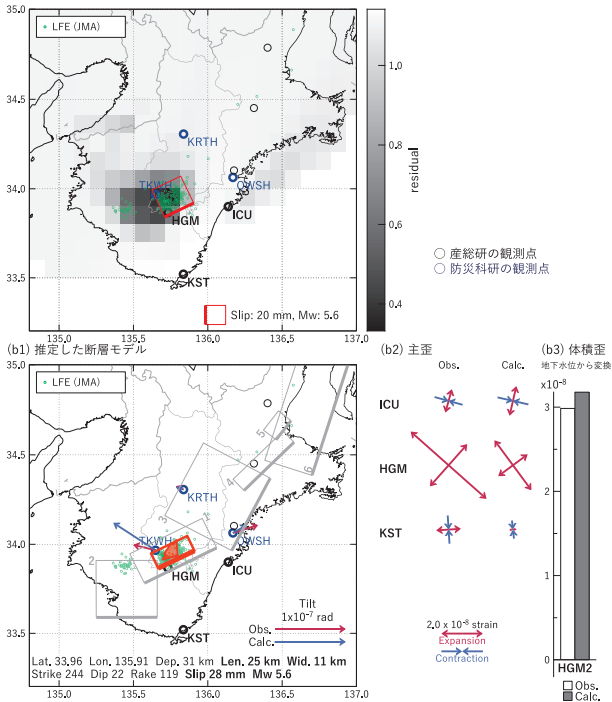
第10図 第9図[A]を説明する断層モデル。各図の説明は第3図を参照。
Fig. 10 Inferred fault models for Fig. 9[A]. See also the caption of Fig. 3.



第12図 紀伊半島における歪・傾斜・地下水位の観測結果と低周波地震の検出数 (2019/01/05~2019/01/29)。
Fig. 12 Observed strain, tilt and groundwater level data and detected number of low-frequency earthquakes in the Kii Peninsula from January 05 to 29, 2019.

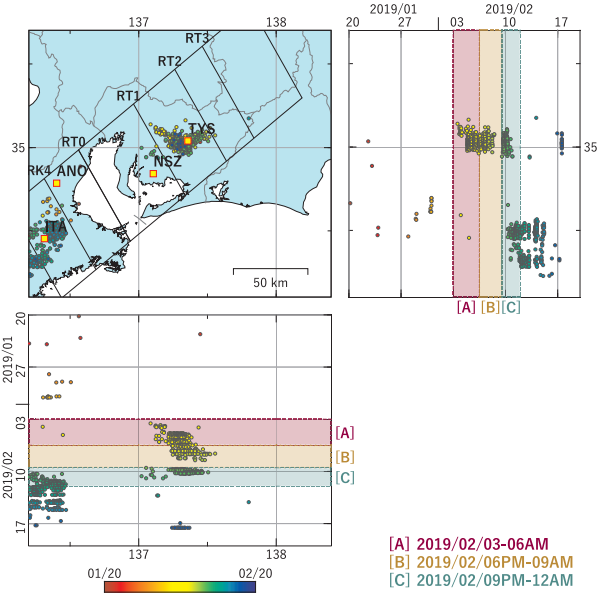
[A] 2019/01/19PM-24AM

(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



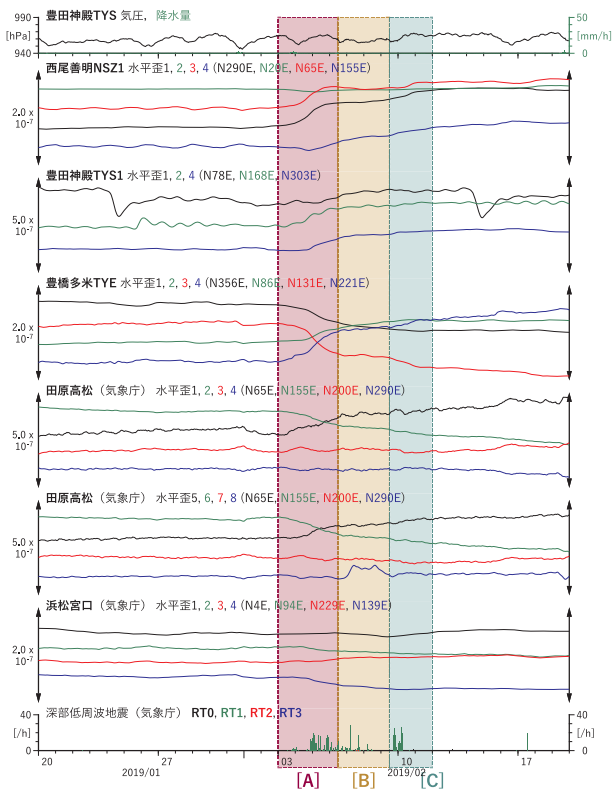
第 13 図 第 12 図[A]を説明する断層モデル。各図の説明は第 3 図を参照。

Fig. 13 Inferred fault models for Fig. 12[A]. See also the caption of Fig. 3.



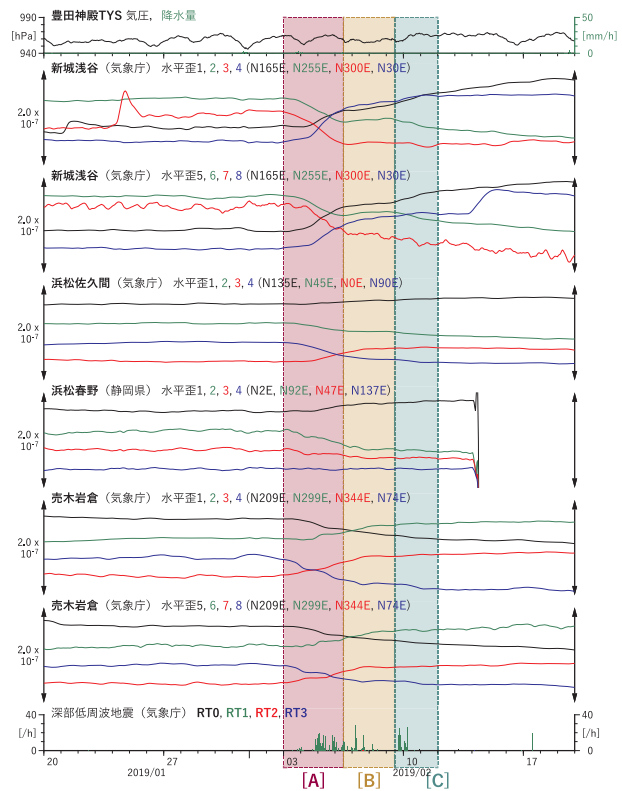
第 14 図 東海地域における低周波地震(気象庁一元化カタログによる)の時空間分布 (2019/01/20~2019/02/19)。

Fig. 14 Space-time distribution of deep low-frequency earthquakes by JMA unified hypocenter catalog in the Tokai region from January 20 to February 19, 2019.



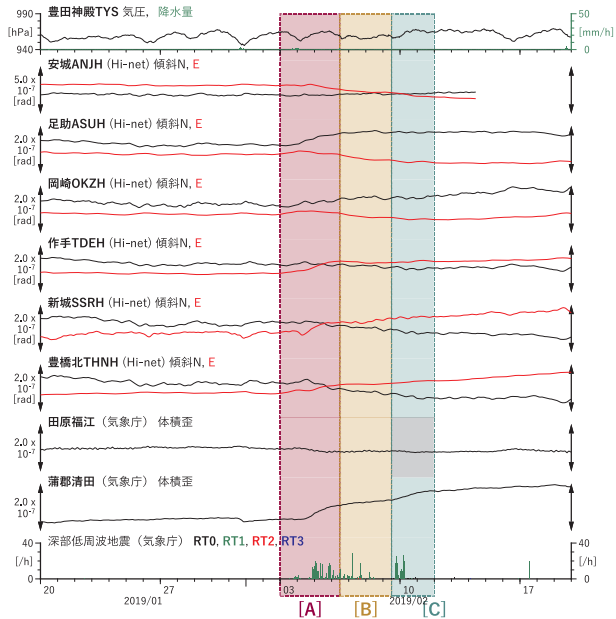
第 15 図 東海地域における歪・傾斜の観測結果と低周波地震の検出数 (2019/01/20~2019/02/19) (1)。

Fig. 15 Observed strain and tilt data and detected number of low-frequency earthquakes in the Tokai region from January 20 to February 19, 2019 (Part 1).

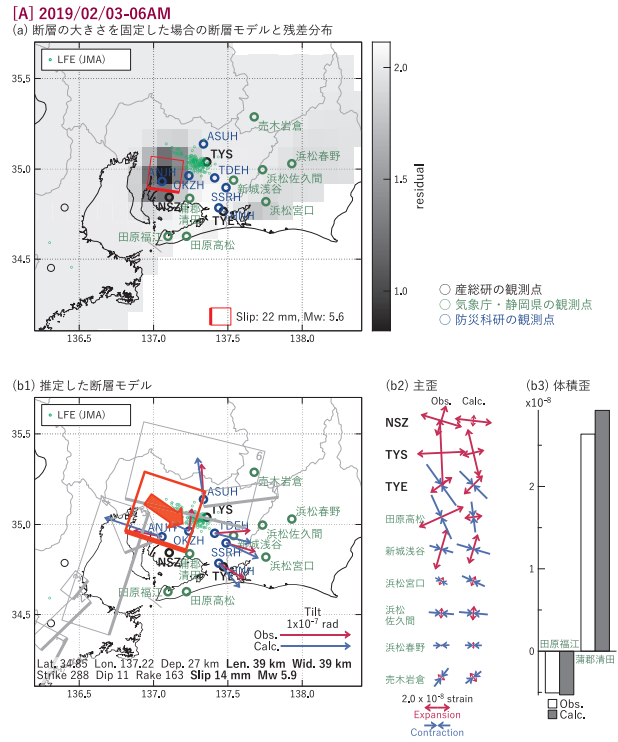


第 16 図 東海地域における歪・傾斜の観測結果と低周波地震の検出数 (2019/01/20~2019/02/19) (2)。

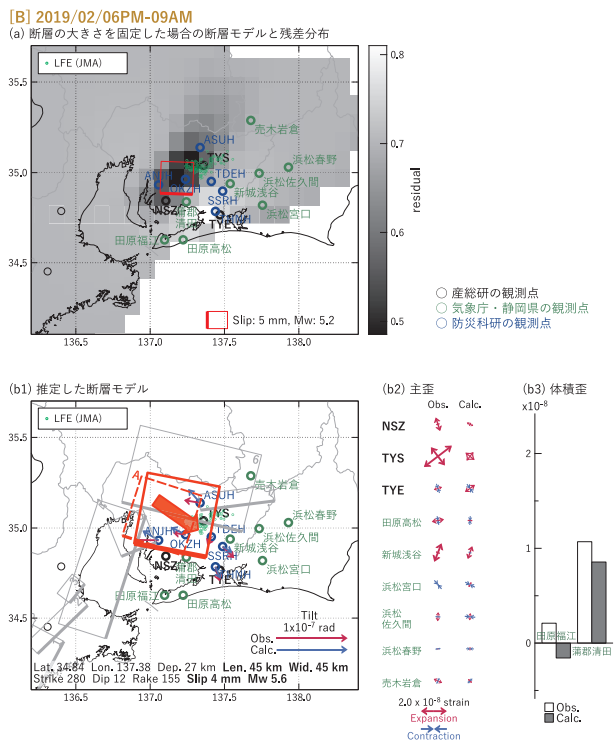
Fig. 16 Observed strain and tilt data and detected number of low-frequency earthquakes in the Tokai region from January 20 to February 19, 2019 (Part 2).



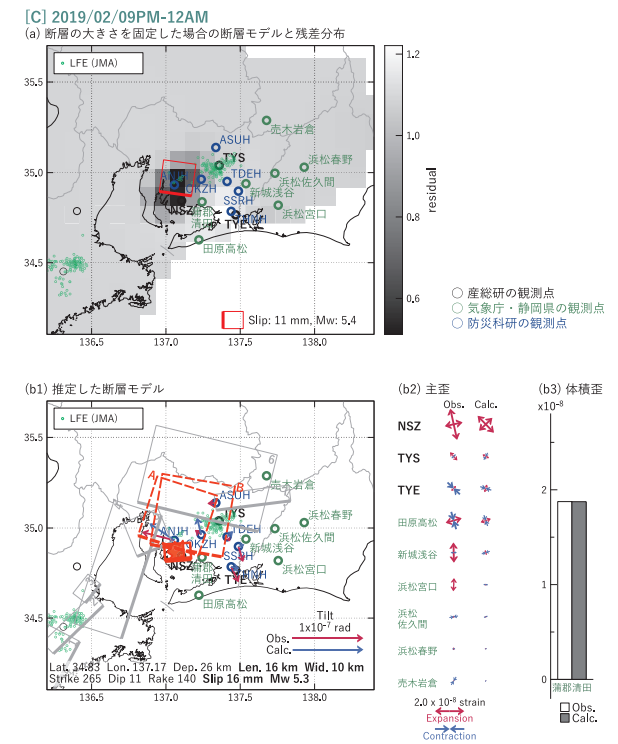
第 17 図 東海地域における歪・傾斜の観測結果と低周波地震の検出数 (2019/01/20~2019/02/19) (3) .
Fig. 17 Observed strain and tilt data and detected number of low-frequency earthquakes in the Tokai region from January 20 to February 19, 2019 (Part 3).



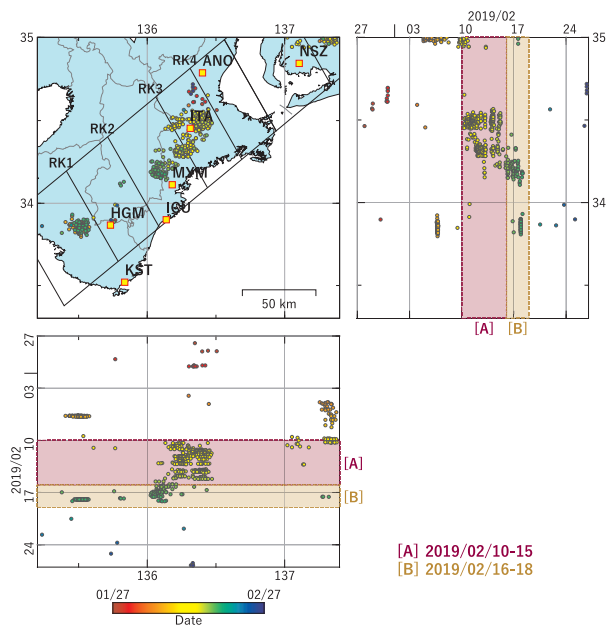
第 18 図 第 15-17 図[A]を説明する断層モデル. 各図の説明は第 3 図を参照.
Fig. 18 Inferred fault models for Figs. 15-17[A]. See also the caption of Fig. 3.



第 19 図 第 15-17 図[B]を説明する断層モデル. 各図の説明は第 3 図を参照.
Fig. 19 Inferred fault models for Figs. 15-17[B]. See also the caption of Fig. 3.

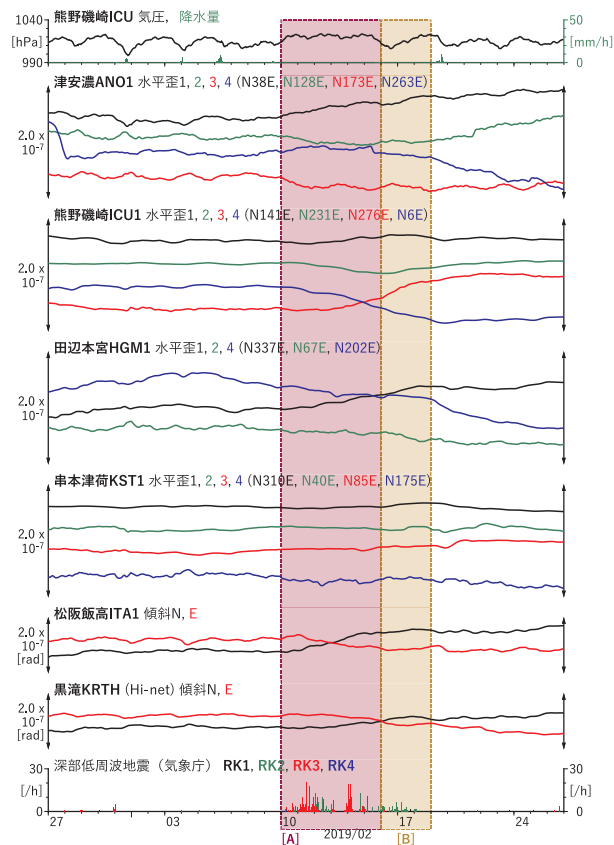


第 20 図 第 15-17 図[C]を説明する断層モデル. 各図の説明は第 3 図を参照.
Fig. 20 Inferred fault models for Figs. 15-17[C]. See also the caption of Fig. 3.



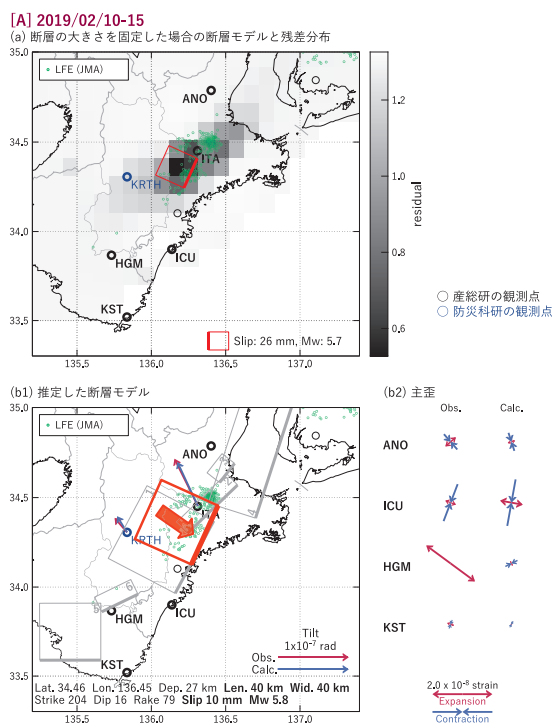
第 21 図 紀伊半島における低周波地震(気象庁一元化カタログによる)の時空間分布 (2019/01/27~2019/02/26)。

Fig. 21 Space-time distribution of deep low-frequency earthquakes by JMA unified hypocenter catalog in the Kii Peninsula from January 27 to February 26, 2019.



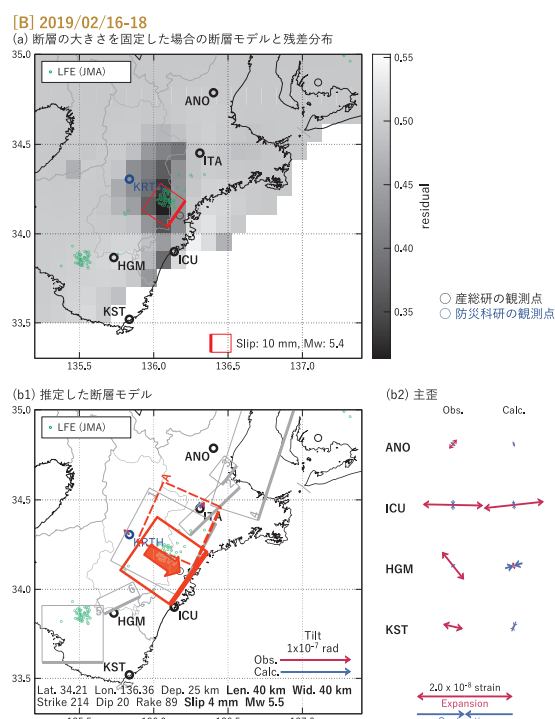
第 22 図 紀伊半島における歪・傾斜の観測結果と低周波地震の検出数 (2019/01/27~2019/02/26)。

Fig. 22 Observed strain and tilt data and detected number of low-frequency earthquakes in the Kii Peninsula from January 27 to February 26, 2019.



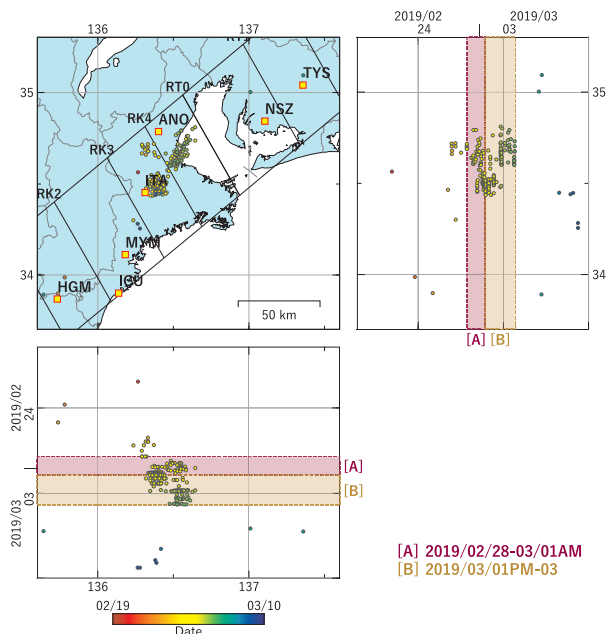
第 23 図 第 22 図[A]を説明する断層モデル。各図の説明は第 3 図を参照。

Fig. 23 Inferred fault models for Fig. 22[A]. See also the caption of Fig. 3.

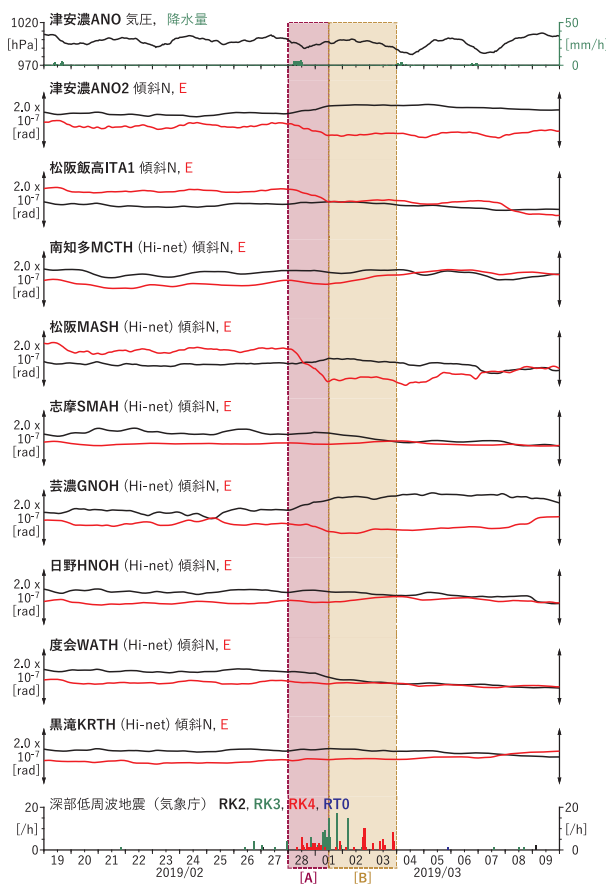


第 24 図 第 22 図[B]を説明する断層モデル。各図の説明は第 3 図を参照。

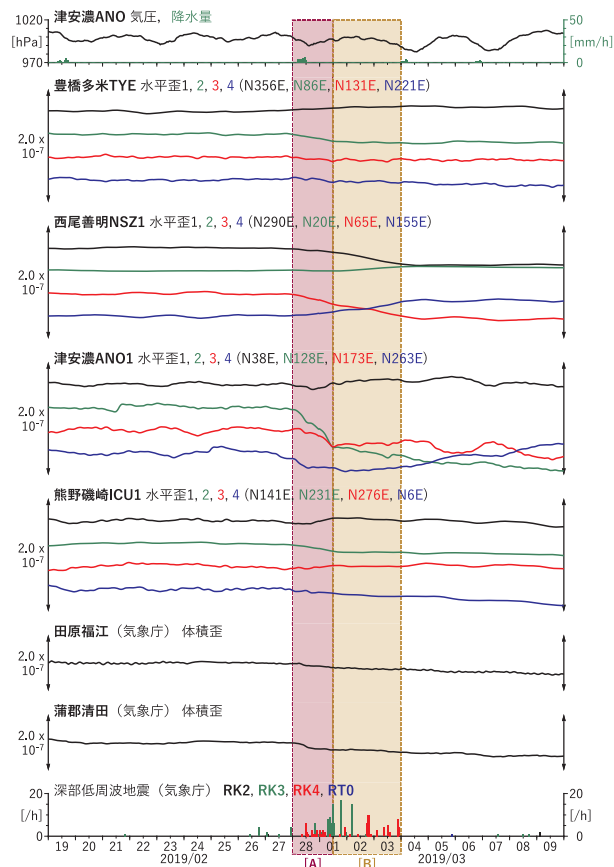
Fig. 24 Inferred fault models for Fig. 22[B]. See also the caption of Fig. 3.



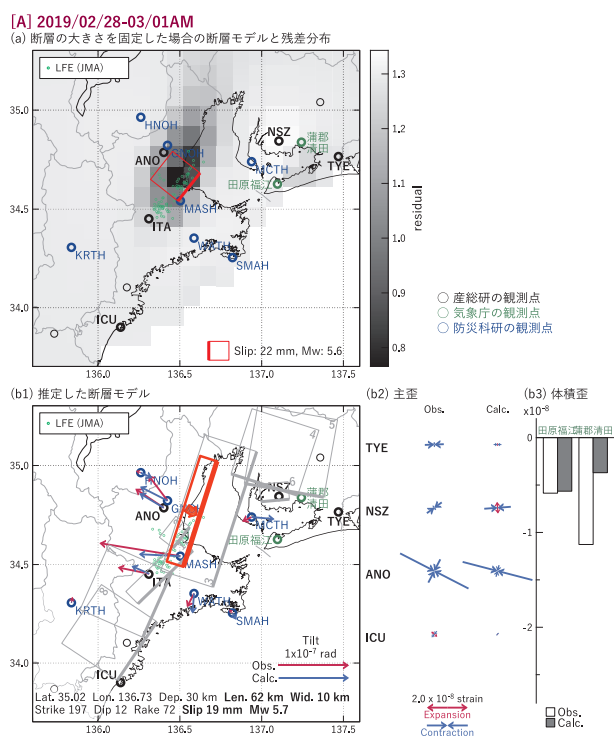
第 25 図 紀伊半島～東海地域における低周波地震(気象庁一元化カタログによる)の時空間分布(2019/02/19～2019/03/09).
Fig. 25 Space-time distribution of deep low-frequency earthquakes by JMA unified hypocenter catalog in the Kii Peninsula and the Tokai region from February 19 to March 09, 2019.



第 27 図 紀伊半島～東海地域における歪・傾斜の観測結果と低周波地震の検出数(2019/02/19～2019/03/09) (2).
Fig. 27 Observed strain and tilt data and detected number of low-frequency earthquakes in the Kii Peninsula and the Tokai region from February 19 to March 09, 2019 (Part 2).



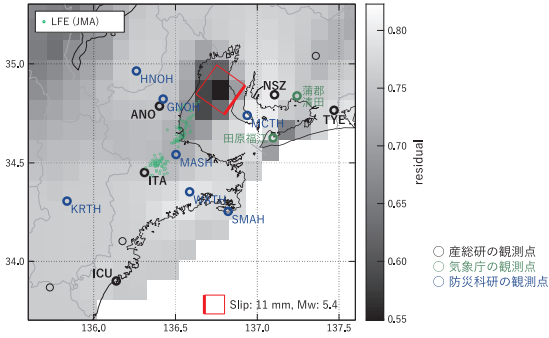
第 26 図 紀伊半島～東海地域における歪・傾斜の観測結果と低周波地震の検出数(2019/02/19～2019/03/09) (1).
Fig. 26 Observed strain and tilt data and detected number of low-frequency earthquakes in the Kii Peninsula and the Tokai region from February 19 to March 09, 2019 (Part 1).



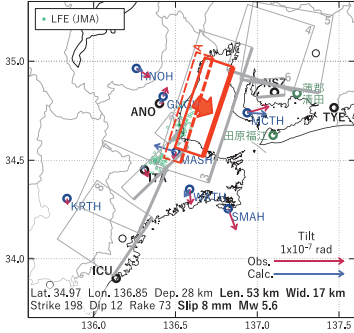
第 28 図 第 26-27 図[A]を説明する断層モデル。各図の説明は第 3 図を参照。
Fig. 28 Inferred fault models for Figs. 26-27[A]. See also the caption of Fig. 3.

[B] 2019/03/01PM-03

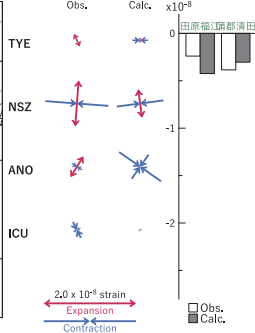
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



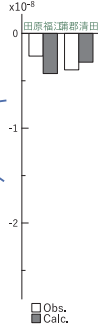
(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪

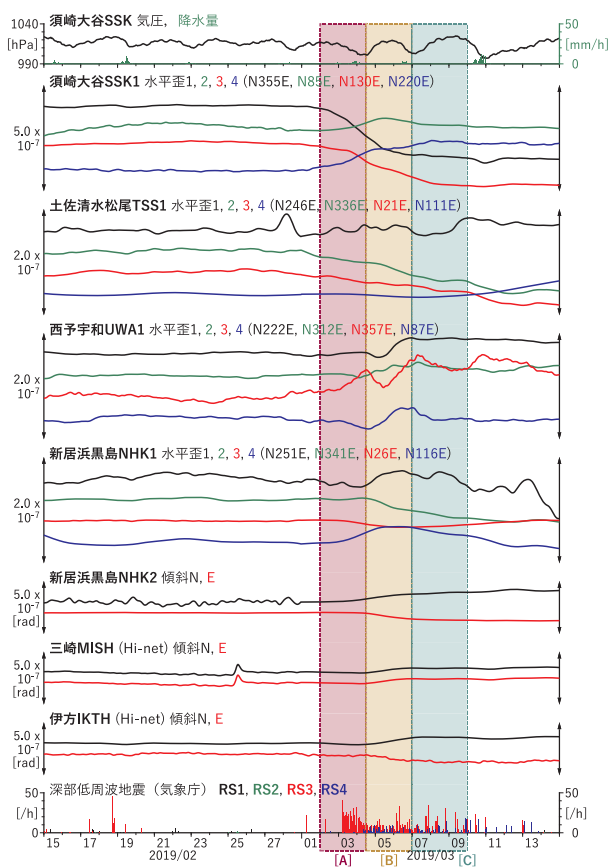


(b3) 体積歪



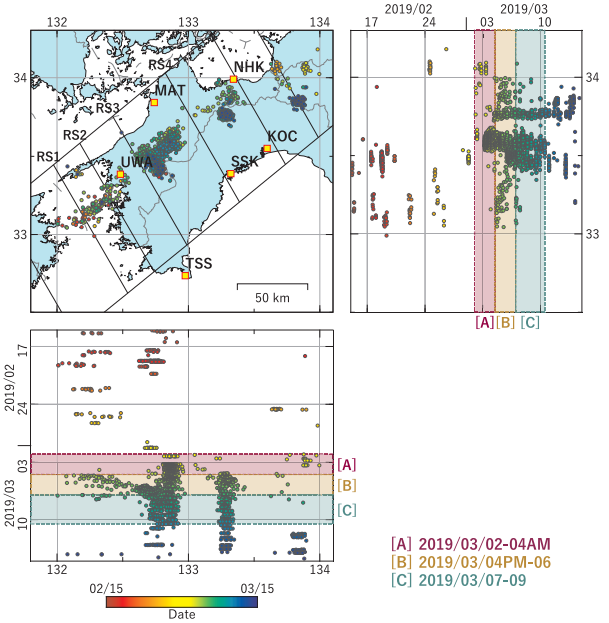
第 29 図 第 26-27 図[B]を説明する断層モデル。各図の説明は第 3 図を参照。

Fig. 29 Inferred fault models for Figs. 26-27[B]. See also the caption of Fig. 3.



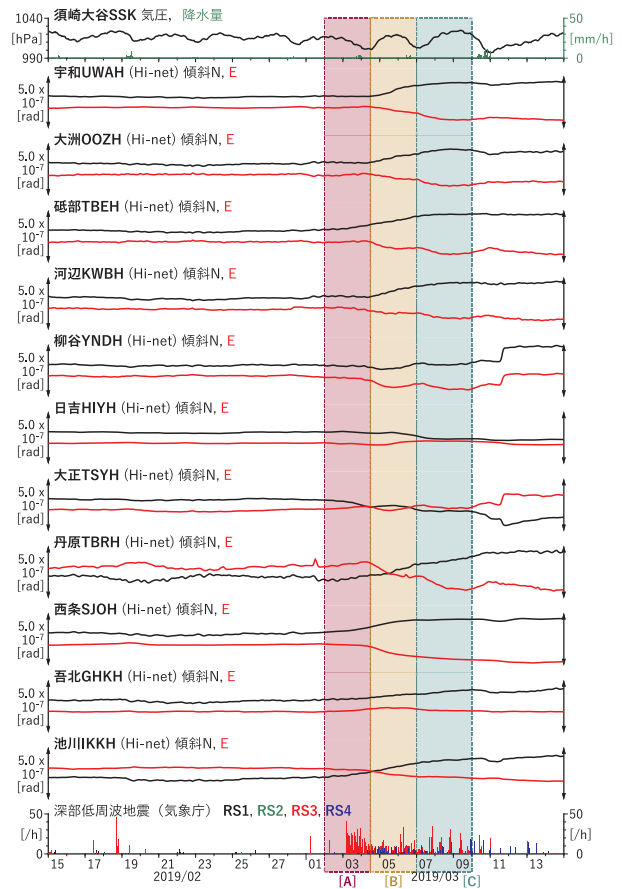
第 31 図 四国西部における歪・傾斜の観測結果と低周波地震の検出数 (2019/02/15~2019/03/14) (1).

Fig. 31 Observed strain and tilt data and detected number of low-frequency earthquakes in the Western Shikoku from February 15 to March 14, 2019 (Part 1).



第 30 図 四国西部における低周波地震(気象庁一元化カタログによる)の時空間分布 (2019/02/15~2019/03/14).

Fig. 30 Space-time distribution of deep low-frequency earthquakes by JMA unified hypocenter catalog in the Western Shikoku from February 15 to March 14, 2019.

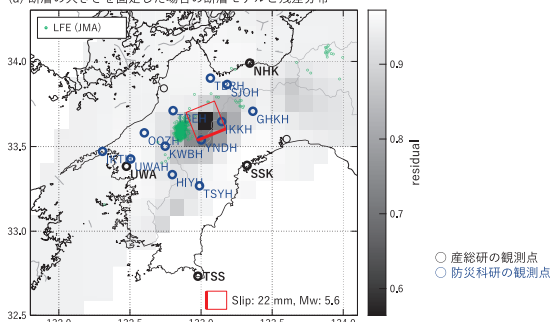


第 32 図 四国西部における歪・傾斜の観測結果と低周波地震の検出数 (2019/02/15~2019/03/14) (2).

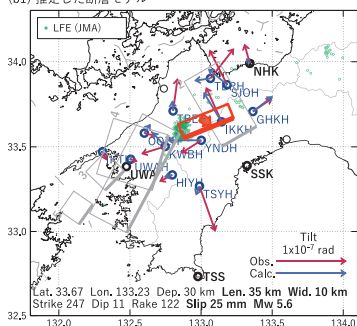
Fig. 32 Observed strain and tilt data and detected number of low-frequency earthquakes in the Western Shikoku from February 15 to March 14, 2019 (Part 2).

[A] 2019/03/02-04AM

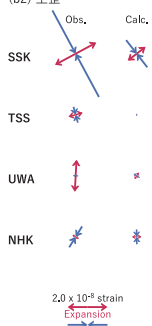
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b) 推定した断層モデル



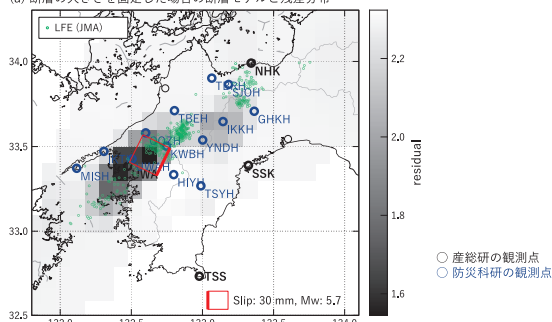
(b2) 主歪



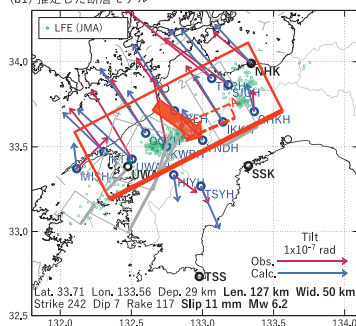
第 33 図 第 31-32 図[A]を説明する断層モデル。各図の説明は第 3 図を参照。
Fig. 33 Inferred fault models for Figs. 31-32[A]. See also the caption of Fig. 3.

[B] 2019/03/04PM-06

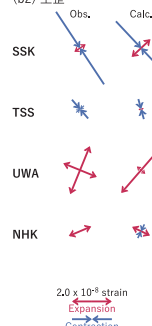
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b) 推定した断層モデル



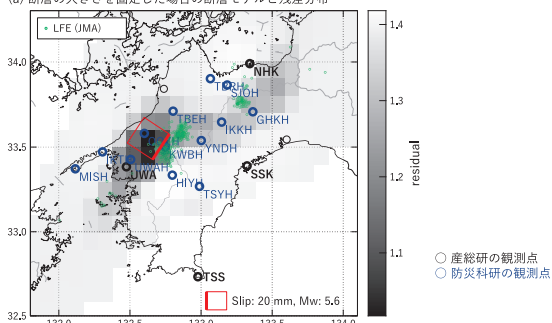
(b2) 主歪



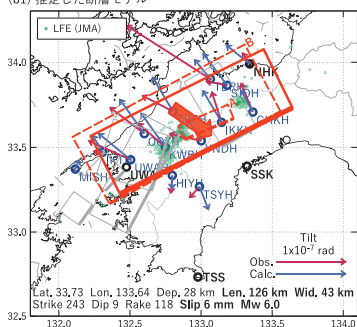
第 34 図 第 31-32 図[B]を説明する断層モデル。各図の説明は第 3 図を参照。
Fig. 34 Inferred fault models for Figs. 31-32[B]. See also the caption of Fig. 3.

[C] 2019/03/07-09

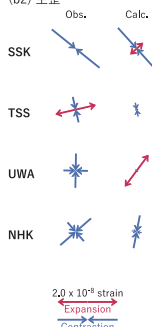
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



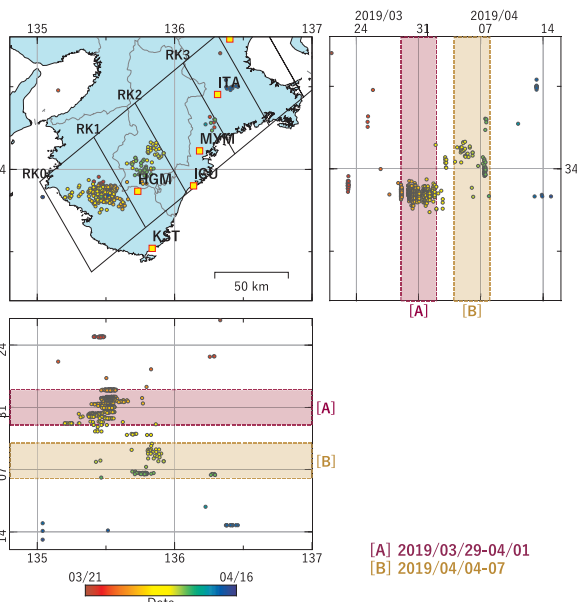
(b) 推定した断層モデル



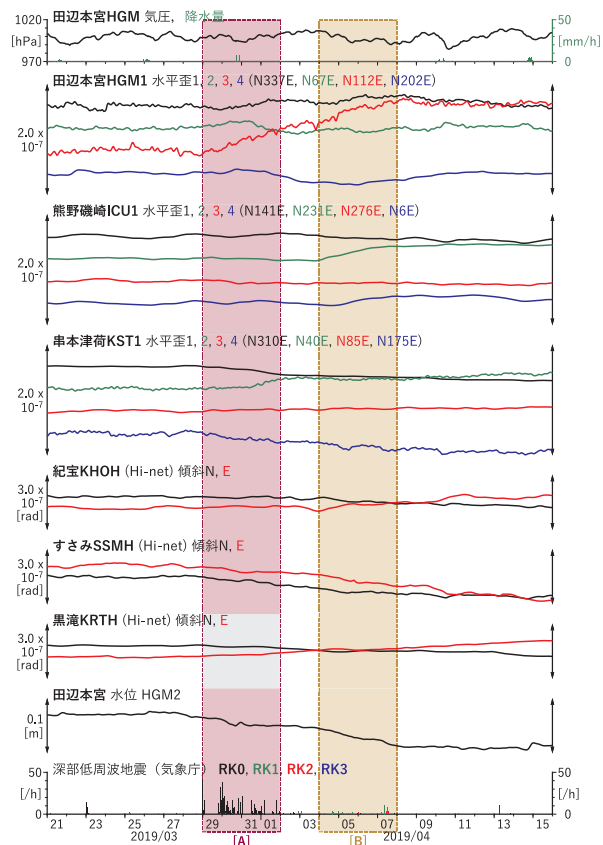
(b2) 主歪



第 35 図 第 31-32 図[C]を説明する断層モデル。各図の説明は第 3 図を参照。
Fig. 35 Inferred fault models for Figs. 31-32[C]. See also the caption of Fig. 3.

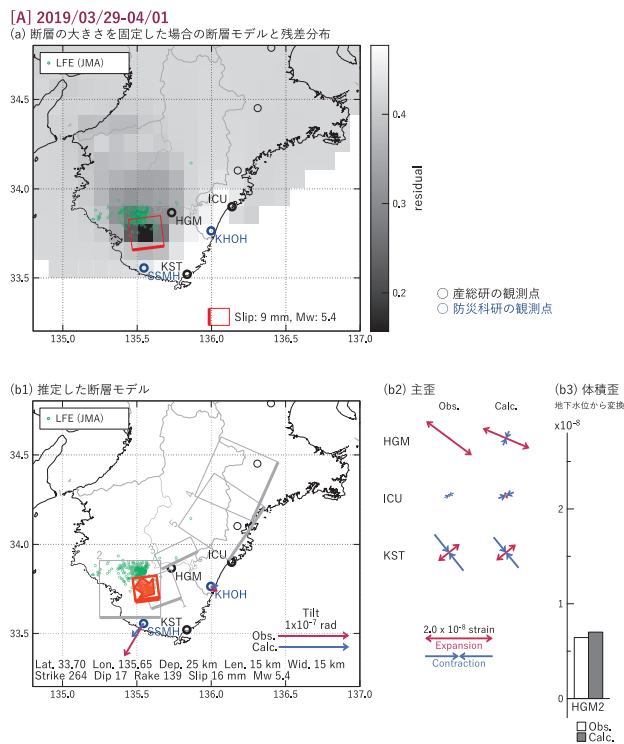


第 36 図 紀伊半島における低周波地震(気象庁一元化カタログによる)の時空間分布 (2019/03/21~2019/04/15)。
Fig. 36 Space-time distribution of deep low-frequency earthquakes by JMA unified hypocenter catalog in the Kii Peninsula from March 21 to April 15, 2019.



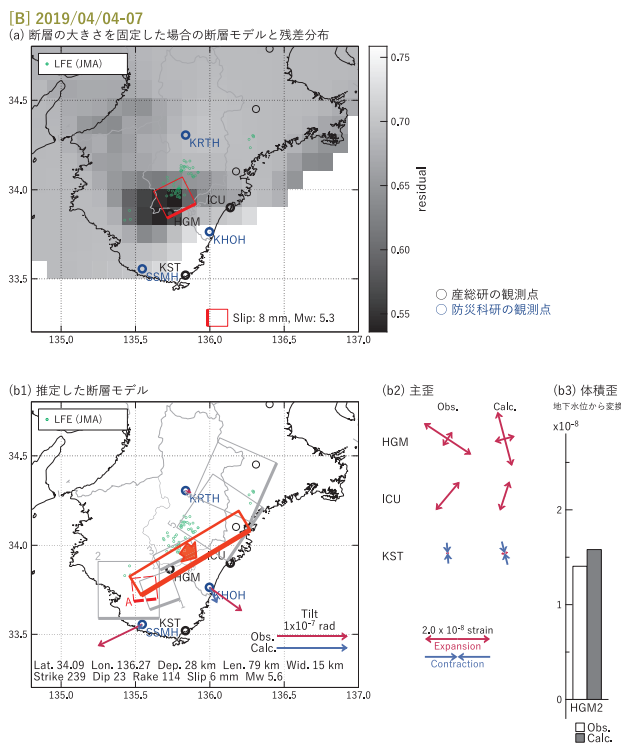
第 37 図 紀伊半島における歪・傾斜・地下水位の観測結果と低周波地震の検出数 (2019/03/21~2019/04/15)。

Fig. 37 Observed strain, tilt and groundwater level data and detected number of low-frequency earthquakes in the Kii Peninsula from March 21 to April 15, 2019.



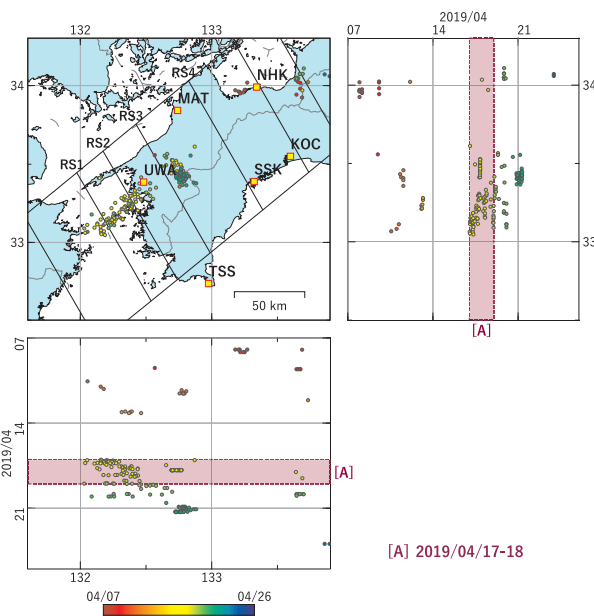
第 38 図 第 37 図[A]を説明する断層モデル。各図の説明は第 3 図を参照。

Fig. 38 Inferred fault models for Fig. 37[A]. See also the caption of Fig. 3.



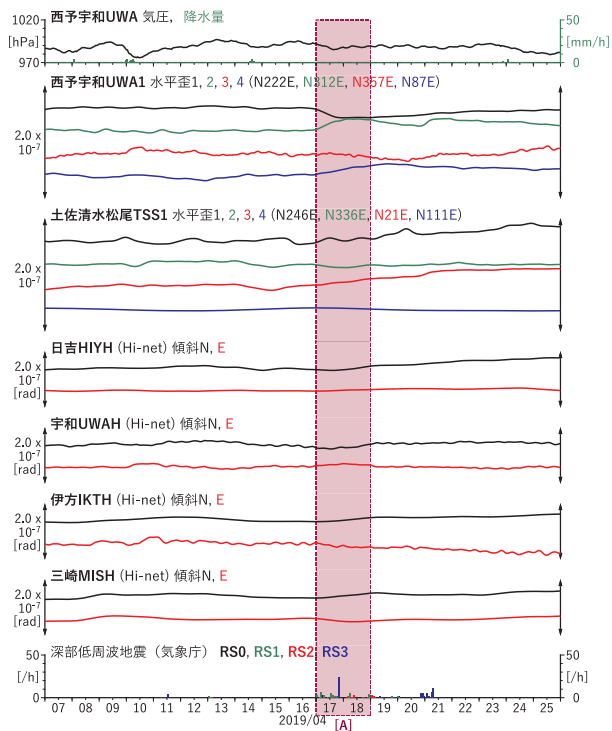
第 39 図 第 37 図[B]を説明する断層モデル。各図の説明は第 3 図を参照。

Fig. 39 Inferred fault models for Fig. 37[B]. See also the caption of Fig. 3.



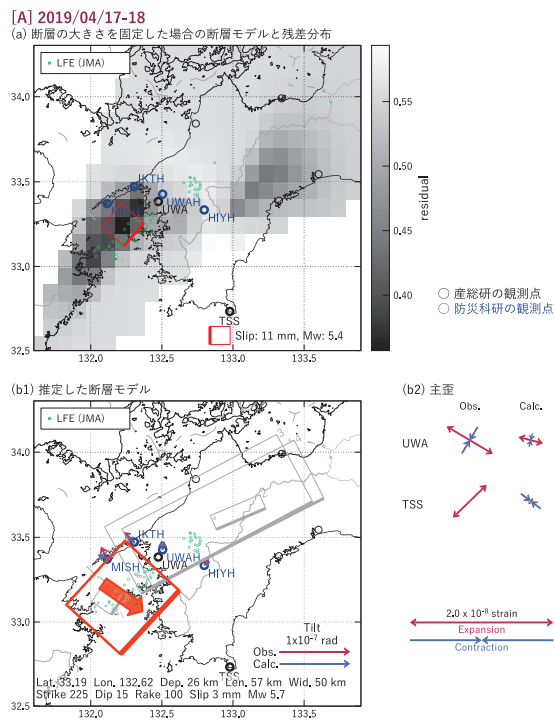
第 40 図 四国西部における低周波地震(気象庁一元化カタログによる)の時空間分布 (2019/04/07~2019/04/25)。

Fig. 40 Space-time distribution of deep low-frequency earthquakes by JMA unified hypocenter catalog in the Western Shikoku from April 07 to 25, 2019.



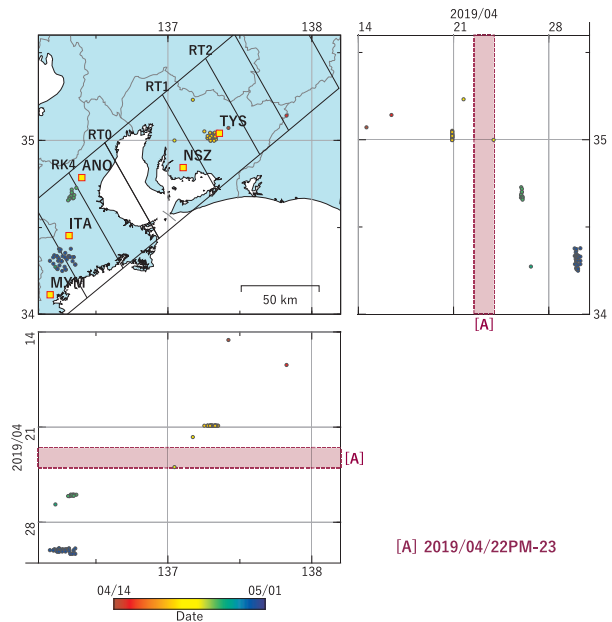
第 41 図 四国西部における歪・傾斜の観測結果と低周波地震の検出数 (2019/04/07~2019/04/25)。

Fig. 41 Observed strain and tilt data and detected number of low-frequency earthquakes in the Western Shikoku from April 07 to 25, 2019.



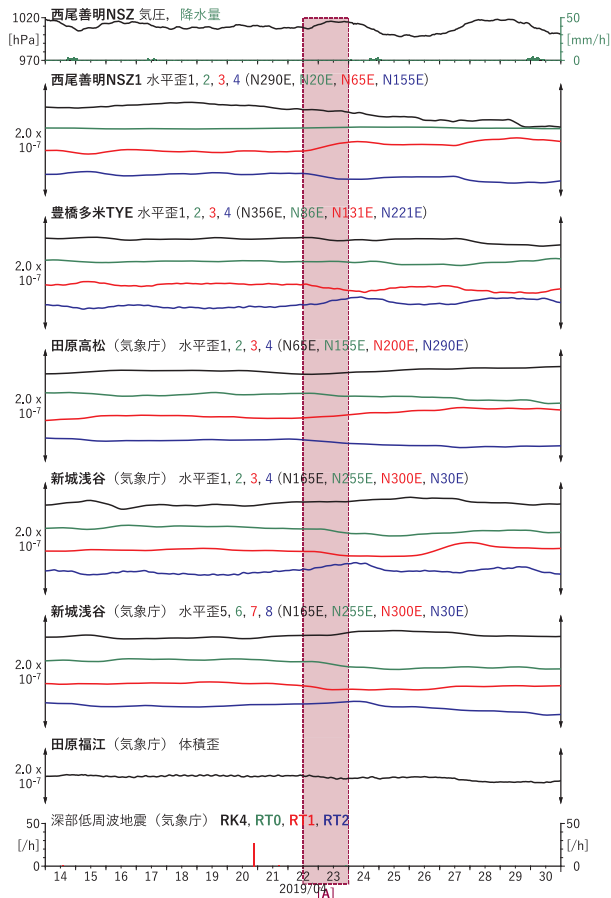
第 42 図 第 41 図[A]を説明する断層モデル。各図の説明は第 3 図を参照。

Fig. 42 Inferred fault models for Fig. 41[A]. See also the caption of Fig. 3.



第 43 図 東海地域における低周波地震(気象庁一元化カタログによる)の時空間分布 (2019/04/14~2019/04/30)。

Fig. 43 Space-time distribution of deep low-frequency earthquakes by JMA unified hypocenter catalog in the Tokai region from April 14 to 30, 2019.

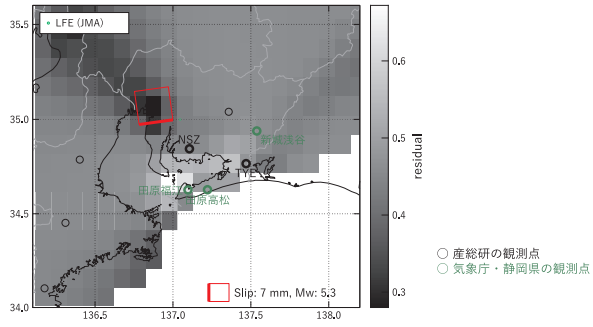


第 44 図 東海地域における歪の観測結果と低周波地震の検出数 (2019/04/14~2019/04/30)。

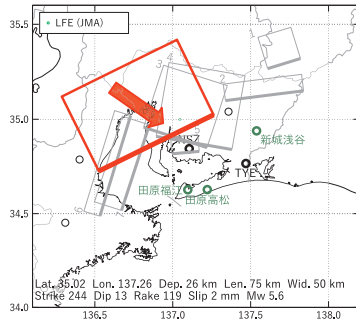
Fig. 44 Observed strain data and detected number of low-frequency earthquakes in the Tokai region from April 14 to 30, 2019.

[A] 2019/04/22PM-23

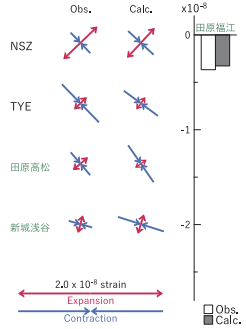
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



(b3) 体積歪



第 45 図 第 44 図[A]を説明する断層モデル。各図の説明は第 3 図を参照。

Fig. 45 Inferred fault models for Fig. 44[A]. See also the caption of Fig. 3.