

9-1 西南日本における深部低周波微動活動 (2019 年 5 月～2019 年 10 月)

Activity of deep low-frequency tremor in southwest Japan (May, 2019 – October, 2019)

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

西南日本の沈み込み帯で発生する深部低周波微動¹⁾は、フィリピン海プレートの走向に平行な帯状の領域内で時空間的に集中して発生し²⁾、短期的スロースリップイベント³⁾や周期 20 秒に卓越する超低周波地震⁴⁾を伴うことがある。2019 年 5 月から 10 月までの 6 ヶ月間 (第 1, 2 図) で、短期的スロースリップイベント⁵⁾を伴った顕著な活動は、以下のとおりである。

- ・2019 年 7 月 21 日～29 日、紀伊半島北部から南部。この活動は三重県中部で開始し、北および南方向に、それぞれ 23 日および 29 日頃まで活動域の移動がみられた (第 2, 4 図)。この領域での顕著な微動活動は、2019 年 2 月以来となる (第 3 図)。
- ・2019 年 5 月 2 日～11 日、四国東部から中部。この活動は愛媛県東部で開始した。4 日頃から愛媛・徳島県境付近で活発化した後、東方向への活動域の移動がみられた (第 2, 5 図)。この領域での顕著な微動活動は 2019 年 2 月以来となる (第 3 図)。
- ・2019 年 9 月 12 日～19 日、四国東部から中部。この活動は、徳島・香川県境付近で開始した後、東西両方向への活動域の拡大がみられた。17 日頃からは活動が低調になりつつも、徳島県において活動がみられた (第 2, 5 図)。この領域での顕著な微動活動は 2019 年 5 月以来となる (第 2, 3 図)。
- ・2019 年 8 月 10 日～18 日、四国中部から西部。この活動は愛媛県西部で開始した。13 日頃にかけて東方向への活動域の移動がみられ、その後 18 日頃まで活動がみられた (第 2, 5 図)。この領域での顕著な微動活動は 2019 年 3 月以来となる (第 3 図)。
- ・2019 年 5 月 18 日～20 日、豊後水道。豊後水道の東部において、活動がみられた (第 2, 5 図)。この領域での顕著な微動活動は 2019 年 4 月以来となる (第 3 図)。

以上の活動のほか、傾斜変動から短期的スロースリップイベントの断層モデルが推定されていない期間にも、東海地方では、2019 年 8 月 3 日～7 日に (第 4 図)、東海地方から紀伊半島北部では、2019 年 6 月 23 日～7 月 2 日頃に (第 4 図)、紀伊半島南部では 2019 年 8 月 4 日～6 日頃に (第 4 図)、四国中部では 2019 年 5 月 16 日～24 日頃に (第 5 図)、それぞれ微動活動の活発化がみられた。豊後水道においては数年間隔で長期的スロースリップイベントが発生し⁶⁾、それと同期してそのすべり域の深部側に隣接する深部低周波微動発生領域内の浅部側の活動および南海トラフ付近の浅部超低周波地震の活動が活発化することが報告されている^{7), 8)}。2018 年後半から 2019 年前半頃においても、同様の深部低周波微動活動域浅部側の活発化が確認できる (第 6 図)。さらに、同時期より地殻変動もみられており (第 6 図)、これまでも見られていた長期的スロースリップイベントと同様なすべり現象が、同地域において発生した可能性が示唆される。

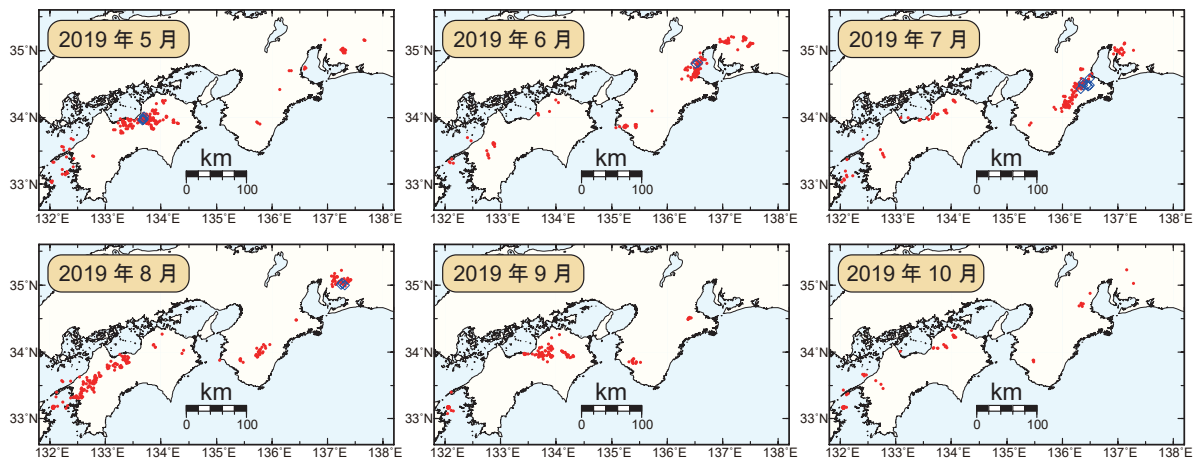
謝辞：本資料の作成にあたり、国土地理院のデータを使用させていただきました。

[松澤孝紀・田中佐千子 (防災科研)・小原一成 (東大地震研)]

Takanori Matsuzawa, Sachiko Tanaka, and Kazushige Obara

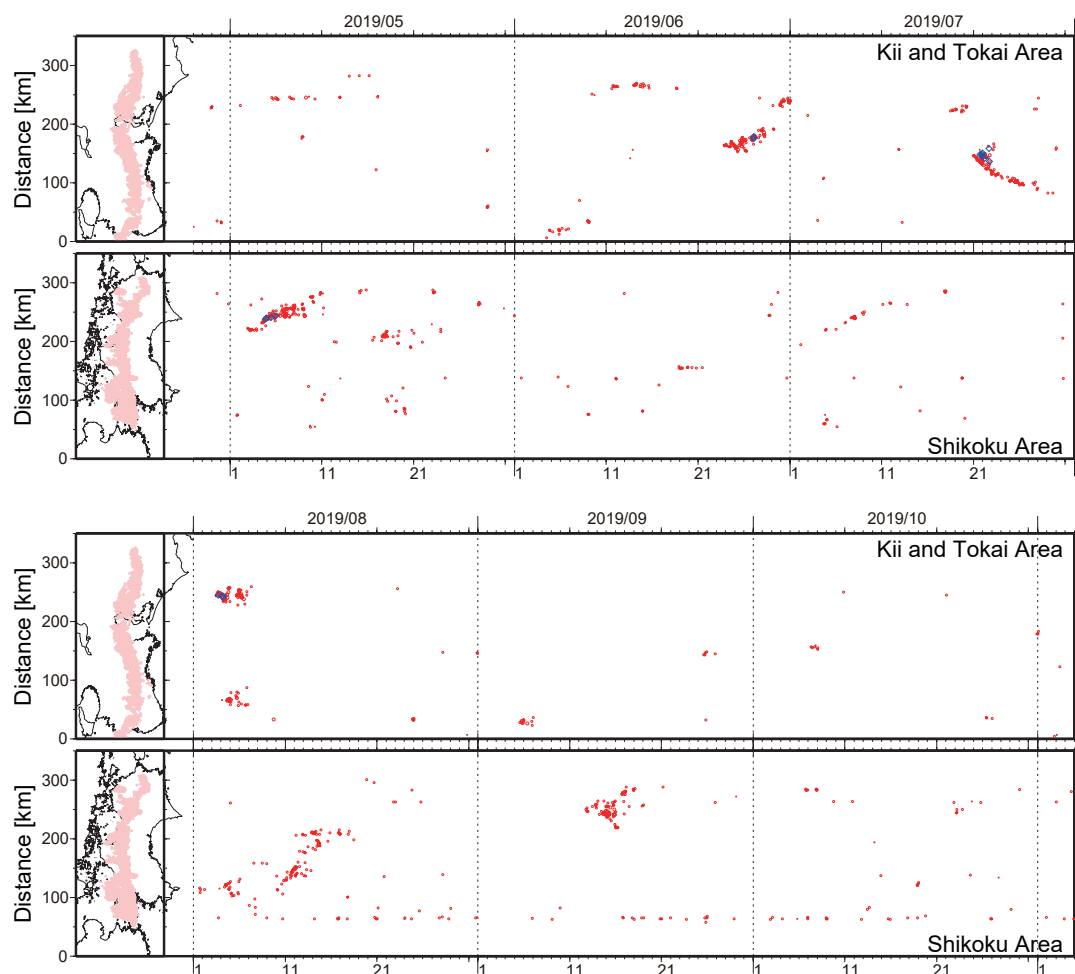
参考文献

- 1) Obara, K., 2002, Nonvolcanic deep tremor associated with subduction in southwest Japan, *Science*, 296, 1679-1681.
- 2) Obara, K., Hirose, H., 2006, Non-volcanic deep low-frequency tremors accompanying slow slips in the southwest Japan subduction zone, *Tectonophysics*, 417, 33-51.
- 3) Obara, K., Hirose, H., Yamamizu, F., Kasahara, K., 2004, Episodic slow slip events accompanied with non-volcanic tremors in southwest Japan subduction zone, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L23602, doi:10.1029/2004GL020848.
- 4) Ito, Y., Obara, K., Shiomi, K., Sekine, S., Hirose, H., 2007, Slow earthquakes coincident with episodic tremors and slow slip events, *Science*, 315, 503-506.
- 5) 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 (2019 年 5 月～2019 年 10 月), 予知連会報, 本号.
- 6) Takagi, R., N. Uchida, K. Obara, 2019, Along-strike variation and migration of long-term slow slip events in the western Nankai subduction zone, Japan, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 124, 3853-3880, doi:10.1029/2018JB016738.
- 7) Hirose, H., Asano, Y., Obara, K., Kimura, T., Matsuzawa, T., Tanaka, S., Maeda, T., 2010, Slow earthquakes linked along dip in the Nankai subduction zone, *Science*, 330, 1502, doi:10.1126/science.1197102.
- 8) 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 (2015 年 5 月～2015 年 10 月), 予知連会報, 95, 323 - 329.
- 9) Maeda, T., Obara, K., 2009, Hypocenter distribution of deep low-frequency tremors in Nankai subduction zone, Japan, *J. Geophys. Res.*, 114, B00A09, doi:10.1029/2008JB006043.
- 10) Obara, K., Tanaka, S., Maeda, T., Matsuzawa, T., 2010, Depth-dependent activity of non-volcanic tremor in southwest Japan, *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2010GL043679.



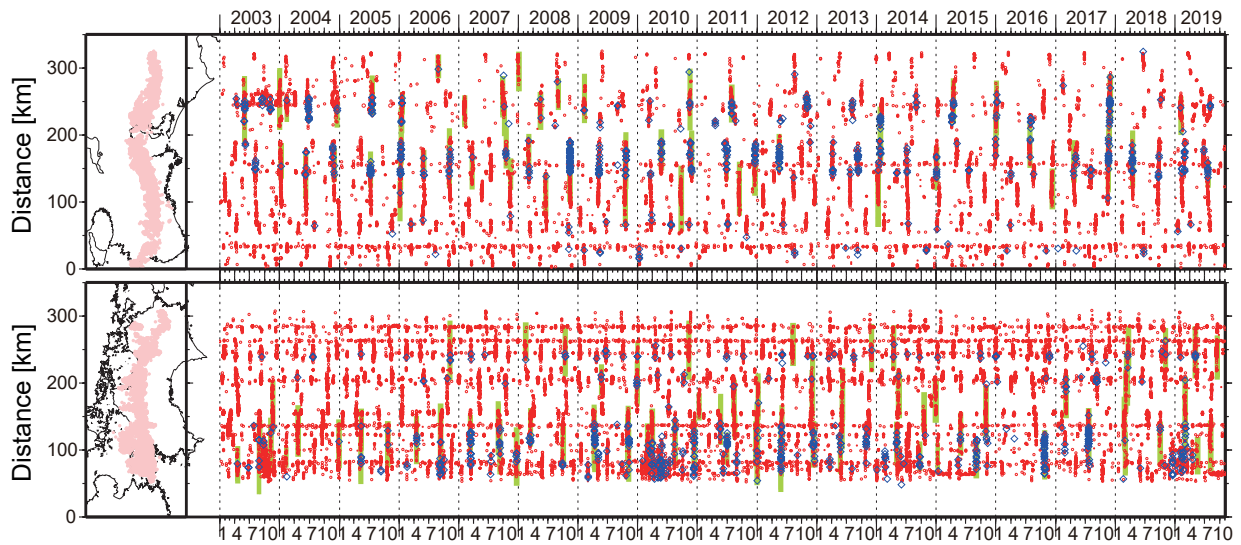
第 1 図 西南日本で発生した深部低周波微動及び深部超低周波地震⁴⁾の月別震央分布。赤丸が当該期間の微動の震央を表す。この震央はエンベロープ相関・振幅分布ハイブリッド法⁹⁾及びクラスタリング処理¹⁰⁾によって 1 時間毎に自動処理された微動分布の重心である。青菱形は深部超低周波地震の震央を示す。

Fig. 1 Monthly epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes⁴⁾ in southwest Japan from May 2019 to October 2019. Red circles indicate epicenters of tremor for the period shown in the upper-left corner. The epicenter is the centroid location from one hour distribution estimated by the hybrid method based on the envelope correlation considering the spatial distribution of amplitude⁹⁾ and clustering process¹⁰⁾. Blue diamonds indicate epicenters of deep very low-frequency earthquakes.



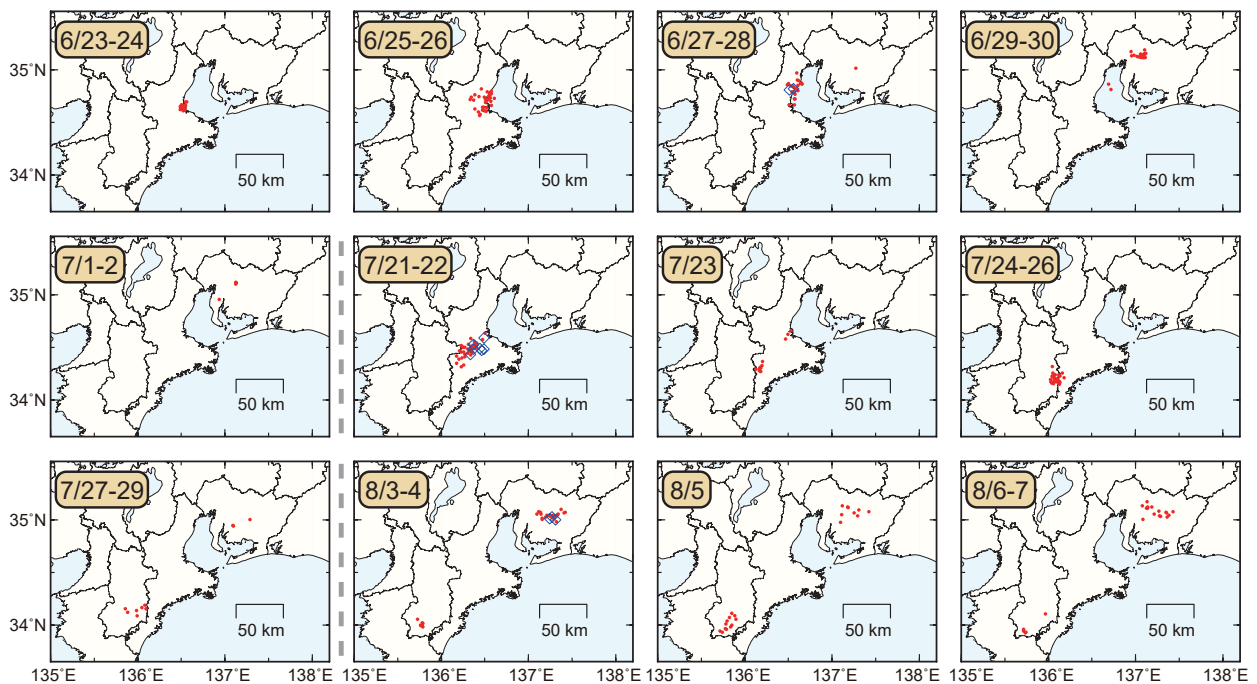
第 2 図 西南日本で発生した深部低周波微動（赤丸）及び深部超低周波地震（青菱形）の約 6 ヶ月間の時空間分布。

Fig. 2 Space-time plot of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes along the profile from southwest to northeast in southwest Japan for about six months. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1.



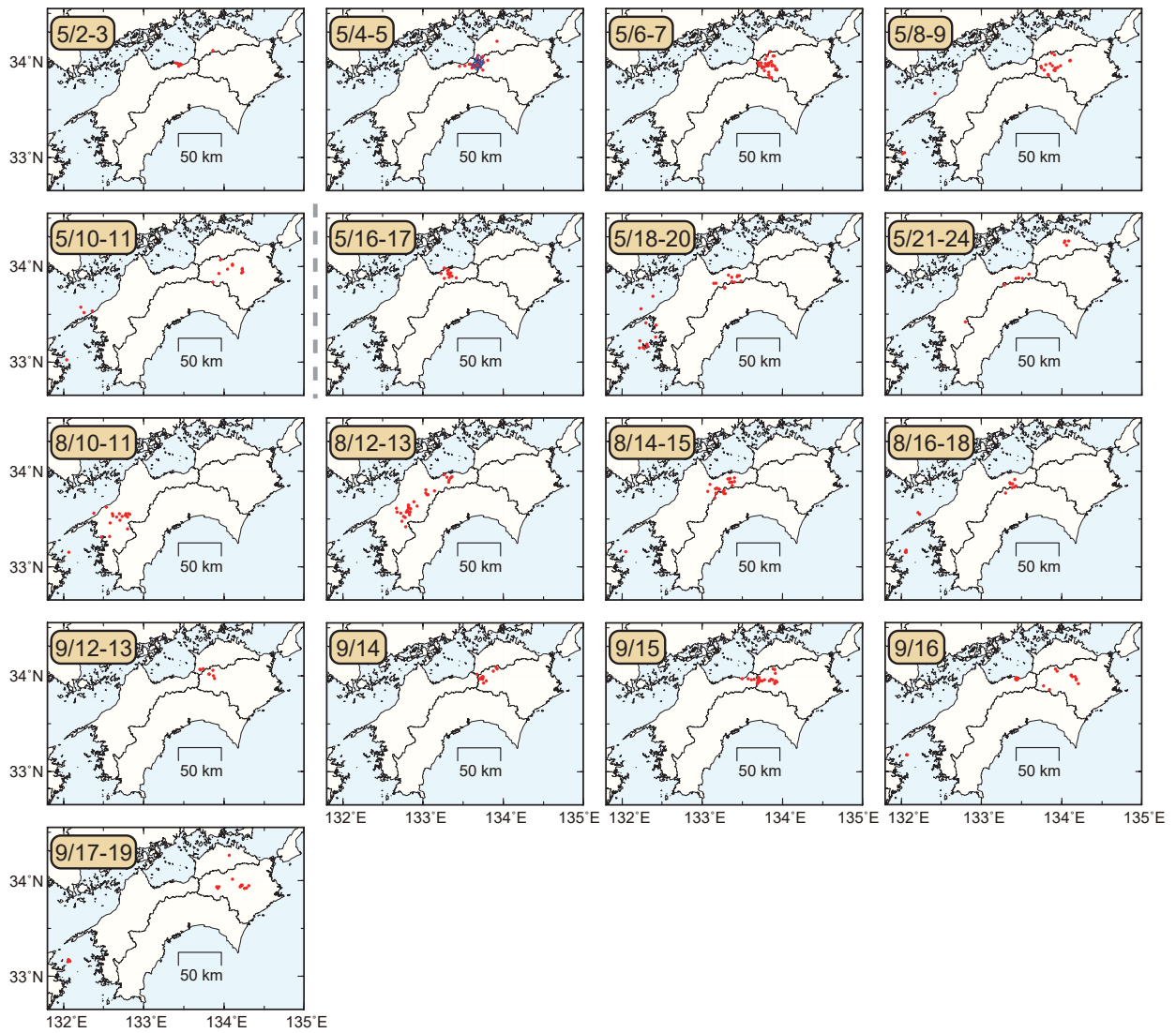
第3図 西南日本で発生した深部低周波微動（赤丸）及び深部超低周波地震（青菱形）の2003年から約17年間の時空間分布。黄緑色太線は、傾斜変動から検出された短期的スロースリップイベントを示す。

Fig. 3 Space-time plot of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes along the profile from southwest to northeast in southwest Japan for about 17 years from January 2003. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1. Thick light green lines are short-term slow slip events detected by Hi-net tiltmeters.



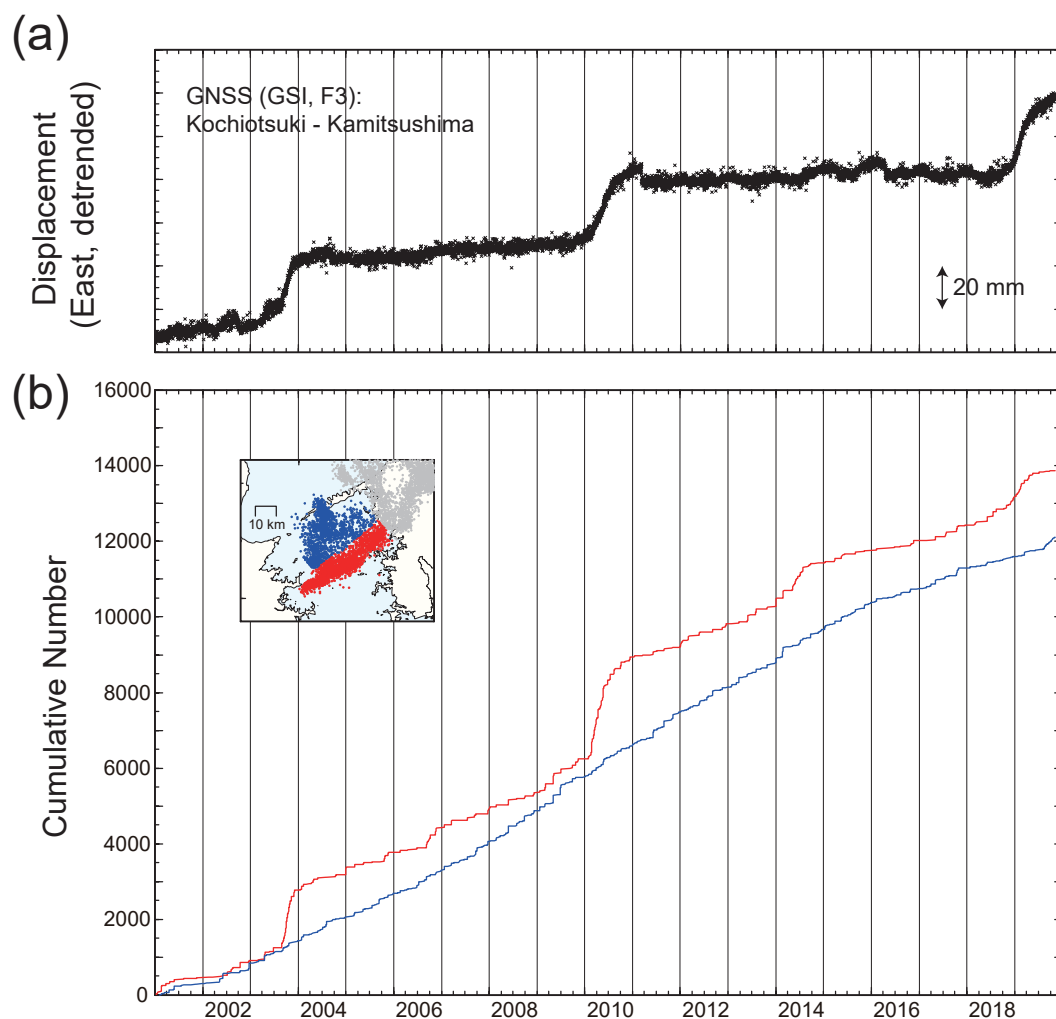
第4図 2019年5月から2019年10月までの期間に東海・紀伊半島地域で発生した、主な深部低周波微動及び深部超低周波地震の活動における震央分布スナップショット。赤丸が当該期間の微動、青菱形が超低周波地震を表す。

Fig. 4 Daily epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes in Tokai and Kii area for major episodes from May 2019 to October 2019. The time duration of each snapshot is shown in the upper-left corner. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1.



第5図 2019年5月から2019年10月までの期間に四国地域で発生した、主な深部低周波微動及び超低周波地震の活動における震央分布スナップショット。赤丸が当該期間の微動、青菱形が超低周波地震を表す。

Fig. 5 Daily epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes in Shikoku area for major episodes from May 2019 to October 2019. The time duration of each snapshot is shown in the upper-left corner. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1.



第6図 (a) GNSS データ（国土地理院 GEONET F3 解）による，上対馬を基準点とした高知大月の東方向の変位。トレンドは2013年一年間のデータを用いて除去している。(b) 豊後水道南東側（赤線）及び北西側の領域（青線）における2001年からの微動活動積算個数。図中の地図には南東側，北西側に位置する微動の分布をそれぞれ赤丸，青丸で示した。また，灰丸は上記以外の領域の微動分布を示した。

Fig. 6 (a) Time series of eastward displacement of Kochiotsuki from the F3 solution of GEONET GNSS data of GSI, using Kamitsushima as a reference station. Data is detrended by the data for one year in 2013. (b) Cumulative number of tremor since January 2001 in the southeastern (red line) and the northwestern (blue line) region in the Bungo channel. Red and blue circles in the inset map show the tremor distribution which occurred in the southeastern and northwestern region, respectively. Gray circles indicate the tremor in the other region.