

## 8-2 西南日本における深部低周波微動活動 (2023 年 11 月～2024 年 4 月) Activity of deep low-frequency tremor in southwest Japan (November, 2023 – April, 2024)

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<sup>1)</sup>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<sup>2)</sup>、短期的スロースリップイベント<sup>3)</sup>や周期 20 秒に卓越する超低周波地震<sup>4)</sup>を伴うことがある。2023 年 11 月から 2024 年 4 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<sup>5)</sup>を伴った顕著な活動は、以下のとおりである。

- ・2023 年 11 月 30 日～12 月 13 日頃、四国西部から豊後水道。この活動は愛媛県西部で開始した後、東方向への活動域の移動がみられた。東側での活動は 12 月 7 日頃から低調となる一方、豊後水道では 12 月 6～13 日頃に活動がみられた (第 2, 5 図)。この領域での顕著な微動活動は、四国西部については 2023 年 5 月以来、豊後水道については 2023 年 8 月以来となる (第 3 図)。
- ・2023 年 12 月 23 日～2024 年 1 月 2 日頃、四国中部から西部。この活動は愛媛県東部で開始し、東西方向への活動域の拡大がみられた。(第 2, 5 図)。この領域での顕著な微動活動は、2023 年 9 月以来となる (第 3 図)。
- ・2024 年 4 月 10 日～26 日頃、四国西部から豊後水道。この活動は豊後水道西部で発生し、4 月 15 日頃まで東方向への活動域の移動がみられた。愛媛県中部での活動は 4 月 21 日頃までで低調となった。豊後水道では 4 月 26 日頃まで微動活動がみられた (第 2, 6 図)。なお、4 月 17 日 23 時 14 分頃に豊後水道で発生した Mw6.2 (深さ 38 km. 防災科研 F-net 解) の地震後、同地域では余震活動が活発となり、微動カタログにはこの影響が含まれるため、地震波形と併せて微動の発生を確認している (第 7 図)。この領域での顕著な微動活動は、2023 年 11～12 月以来となる (第 2, 3 図)。

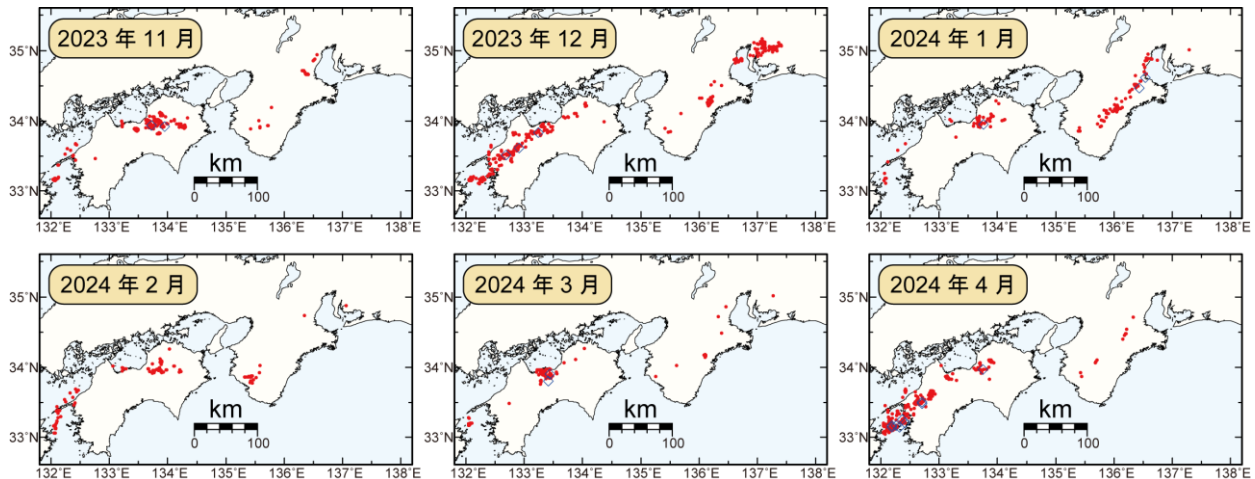
以上の活動のほか、傾斜変動から短期的スロースリップイベントの断層モデルが推定されていない期間にも、東海地方から紀伊半島南部では 2023 年 12 月 22 日～2024 年 1 月 6 日頃 (第 4 図) に、四国東部から中部では 2023 年 11 月 1 日～12 日頃 (第 5 図) および 2024 年 1 月 26 日～27 日頃 (第 6 図) に、四国中部では 2024 年 3 月 22 日～4 月 3 日頃 (第 6 図) に、それぞれ微動活動の活発化がみられた。

(松澤孝紀・田中佐千子 (防災科研)・小原一成 (東大地震研))  
MATSUZAWA Takanori, TANAKA Sachiko, and OBARA Kazushige

### 参考文献

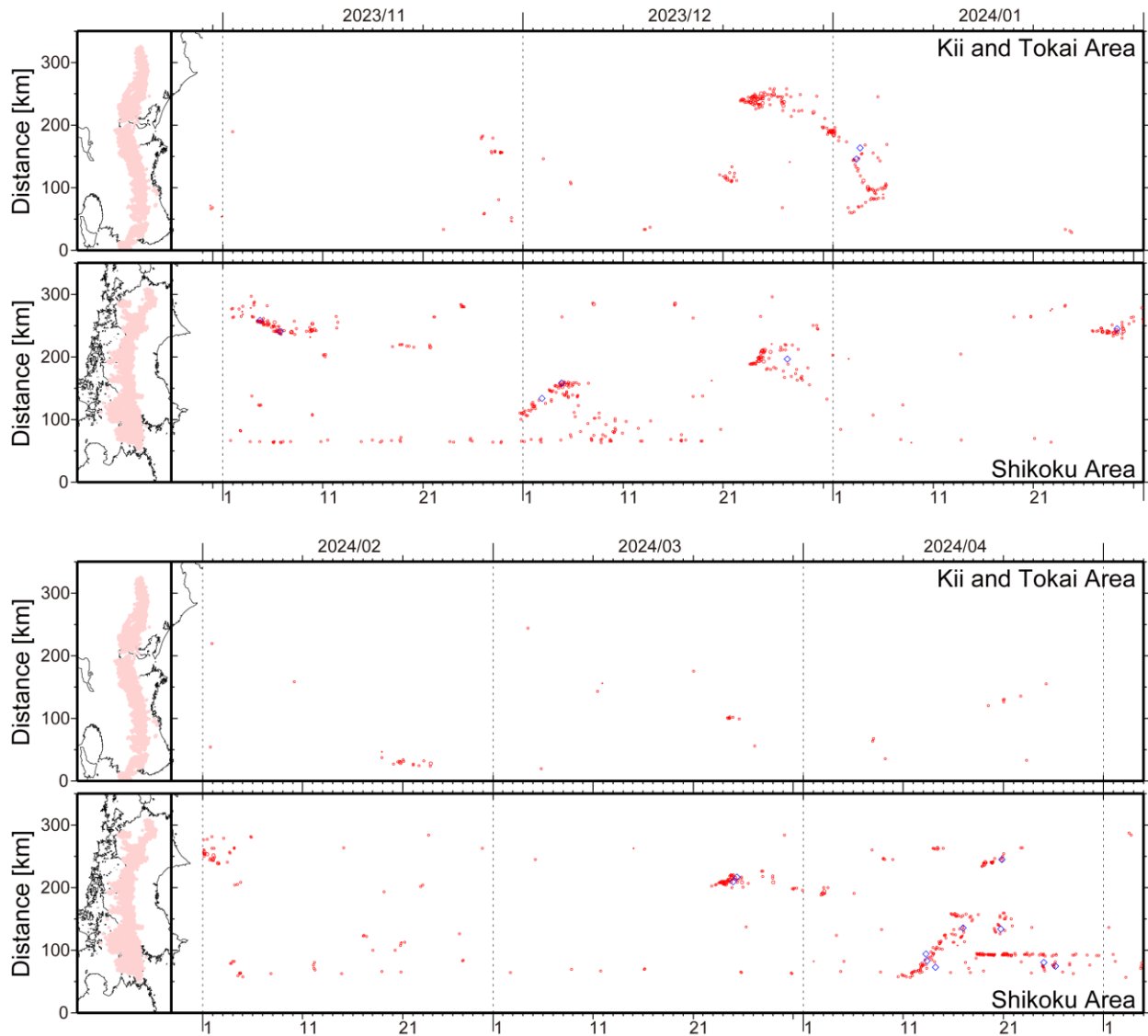
- 1) Obara (2002), *Science*, **296**, 1679-1681.
- 2) Obara & Hirose (2006), *Tectonophysics*, **417**, 33-51.
- 3) Obara et al. (2004), *Geophys. Res. Lett.*, **31**, L23602.
- 4) Ito et al. (2007), *Science*, **315**, 503-506.
- 5) 防災科学技術研究所 (2024), *予知連会報*, **112**, 西南日本における短期的スロースリップイベント (2023 年 11 月～2024 年 4 月).

- 6) Maeda & Obara (2009), *J. Geophys. Res.*, **114**, B00A09.
- 7) Obara et al. (2010), *Geophys. Res. Lett.*, **37**, L13306.

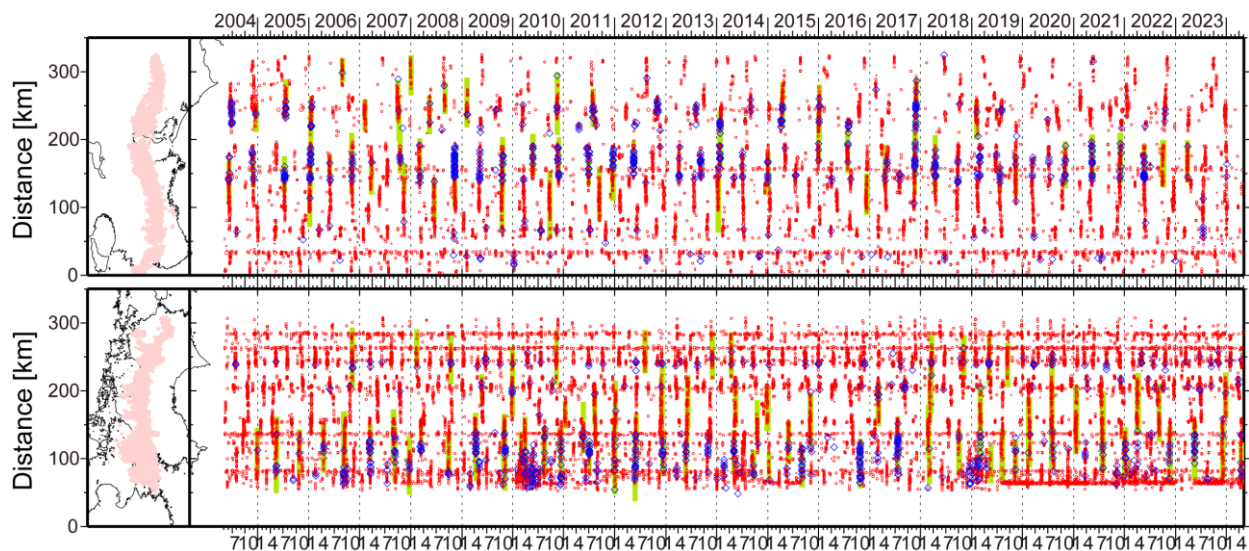


第 1 図 西南日本で発生した深部低周波微動及び深部超低周波地震<sup>4)</sup>の月別震央分布。赤丸が当該期間の微動の震央を表す。この震央はエンベロープ相関・振幅分布ハイブリッド法<sup>6)</sup>及びクラスタリング処理<sup>7)</sup>によって 1 時間毎に自動処理された微動分布の重心である。青菱形は深部超低周波地震の震央を示す。

Fig. 1 Monthly epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes<sup>4)</sup> in southwest Japan from November 2023 to April 2024. 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 amplitude<sup>6)</sup> and clustering process<sup>7)</sup>. Blue diamonds indicate epicenters of deep very low-frequency earthquakes.

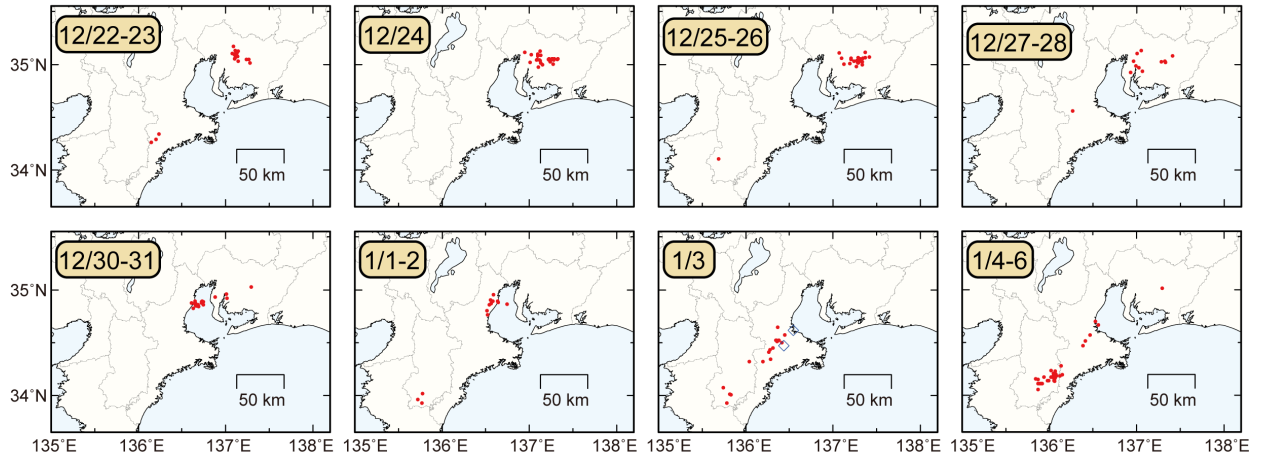


第 2 図 西南日本で発生した深部低周波微動（赤丸）及び深部超低周波地震（青菱形）の約 6 ヶ月間の時空間分布。  
 Fig. 2 Space-time plot of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes along the profile from southwest to northeast in southwest Japan for about six months. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1.



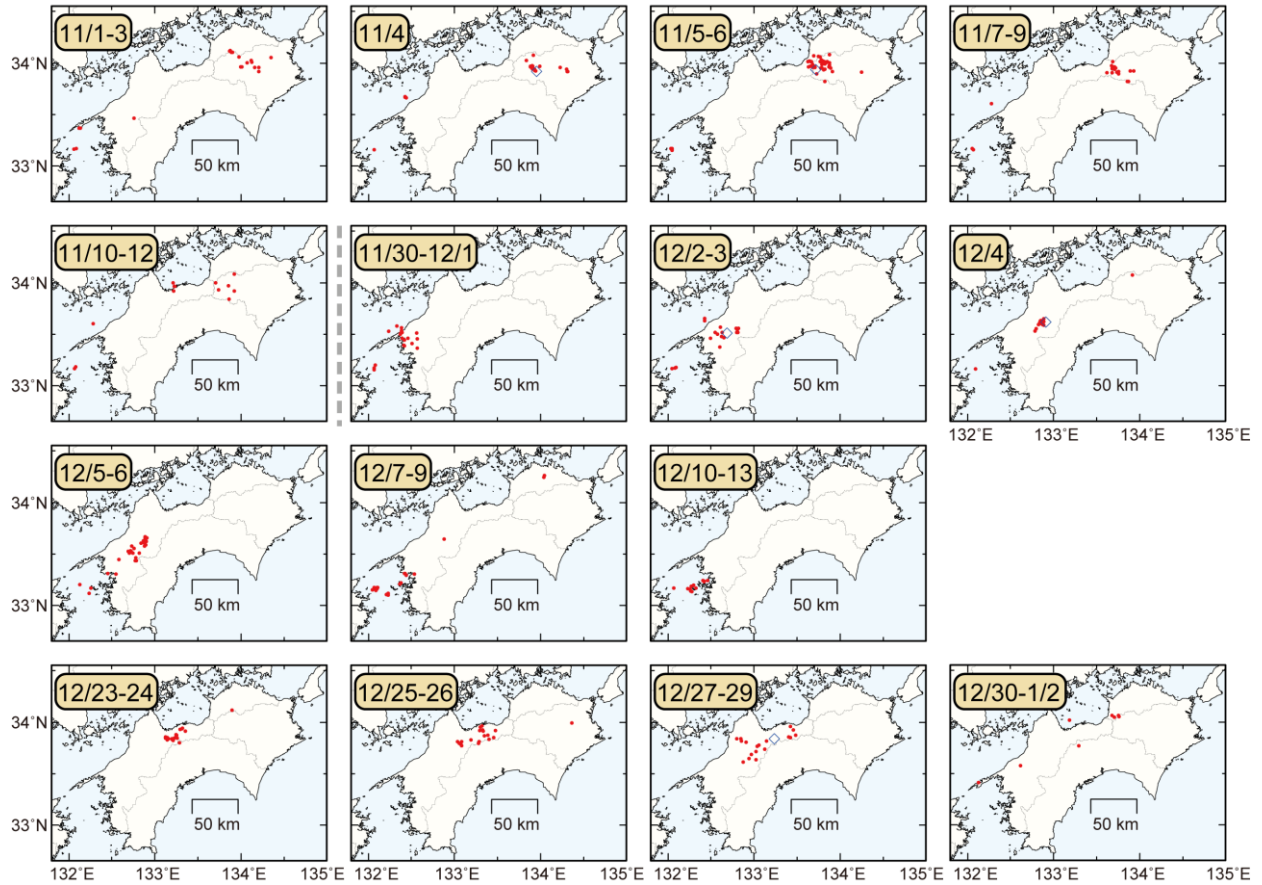
第 3 図 西南日本で発生した深部低周波微動（赤丸）及び深部超低周波地震（青菱形）の 2004 年 5 月から約 20 年間の時空間分布。黄緑色太線は、傾斜変動から検出された短期的スロースリップイベントを示す。

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 20 years from May 2004. 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.



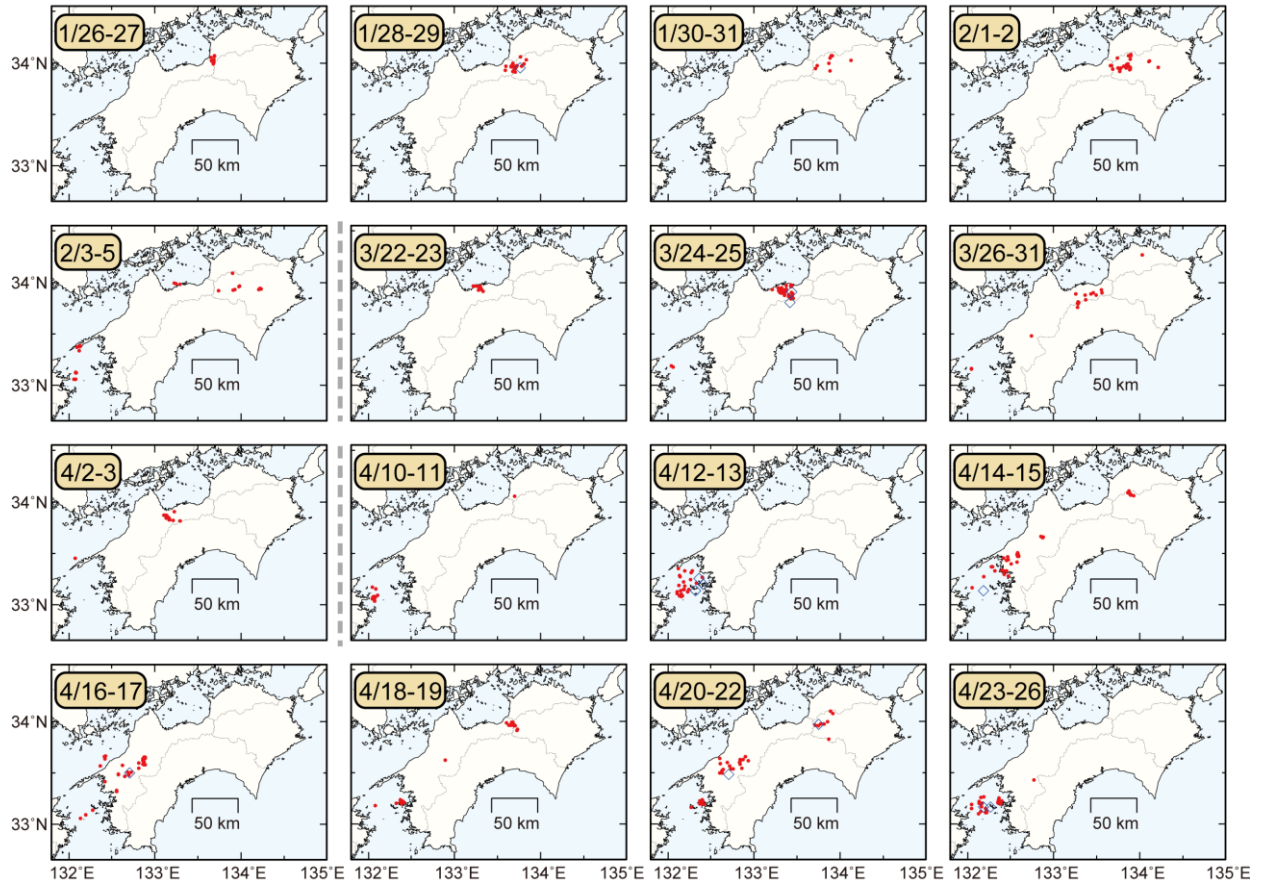
第 4 図 2023 年 11 月から 2024 年 4 月までの期間に東海・紀伊半島地域で発生した、主な深部低周波微動及び深部超低周波地震の活動における震央分布スナップショット。赤丸が当該期間の微動、青菱形が超低周波地震を表す。

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 November 2023 to April 2024. 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 2023 年 11 月から 2023 年 12 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。

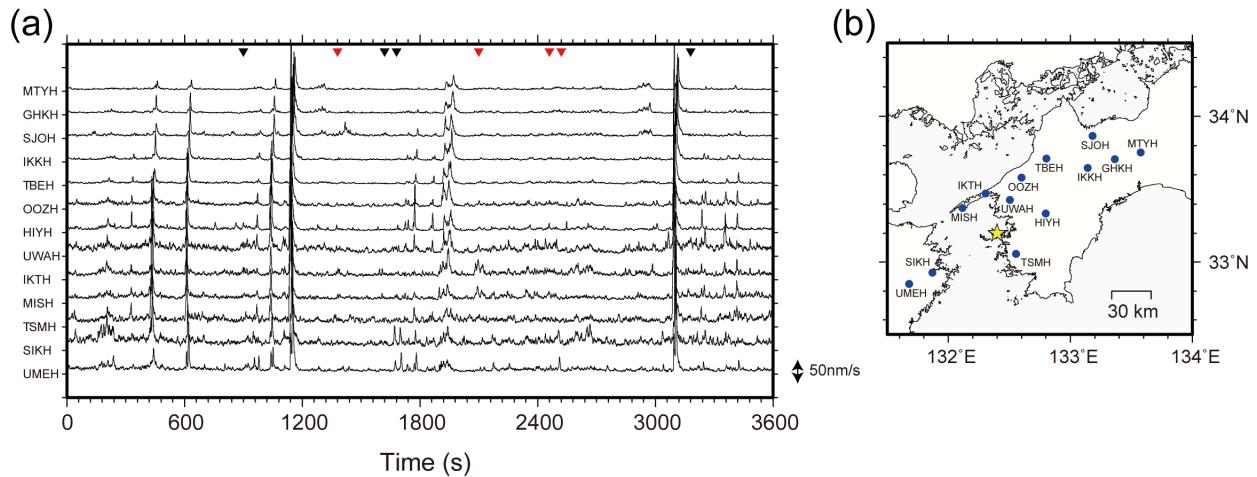
Fig. 5 Daily epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes in Shikoku area for major episodes from November 2023 to December 2023. The time duration of each snapshot is shown in the upper-left corner. Red circles and blue diamonds are the same as in Fig. 1.



第 6 図 2024 年 1 月から 2024 年 4 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. 6 Daily epicentral distribution of deep low-frequency tremor and deep very low-frequency earthquakes in Shikoku area for major episodes from January 2024 to April 2024. 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 7 図 (a) 豊後水道周辺の防災科研 Hi-net 観測点について、2024 年 4 月 18 日 22 時台の上下動地震波形記録に 2 ~ 8Hz のバンドパスフィルターを適用し、スムージングしたエンベロープ波形。図上部の赤および黒三角はハイブリッド法 6) により、東経 132.2 ~ 132.6 度、北緯 33.0 ~ 33.4 度の矩形領域に微動源が推定された時間 (2 分間の時間窓の先頭時刻) を示す。赤三角は地震波形から実際に微動が発生していることが確認できるものを、黒三角は 2024 年 4 月 17 日 23 時 14 分頃に豊後水道で発生した Mw6.2 の地震 (防災科研 F-net; (b) の黄色星印) の余震の影響とみられるものを示す。同地域では微動活動が継続しているものの、カタログには余震活動の影響も含まれている。(b) エンベロープ波形の表示に使用した観測点を青丸で示す。

Fig. 7 (a) Smoothed envelope waveforms at the stations around the Bungo Channel, from 22:00 to 23:00 on April 18, 2024 (JST). Envelope waveforms are calculated after applying a band-pass-filter between 2 and 8 Hz to the vertical component waveforms of the NIED Hi-net seismograms. Red and black inverted triangles at the top of the figure show the time of the tremor detected and located by the hybrid method6) (starting time of 2-min time window) within the rectangular region (132.2-132.6° E, 33.0-33.4° N), which include the active aftershock region of the Mw6.2 (NIED F-net; a yellow star in Fig. 7b) earthquake at 23:14 on April 17, 2024. Events with red triangles are confirmed as actual tremor by the visual inspection of observed waveforms, although events with black inverted triangles are considered as the aftershocks of the Mw 6.2 earthquake. Therefore, active tremor is continuously found in this region, while the tremor catalog is contaminated with the aftershocks. (b) Blue circles show the seismograph stations used in (a).