

第 352 回地震調査委員会資料

南海トラフ孔内（間隙水圧）観測による
浅部ゆっくりすべりモニタリング

令和 3 年（2021 年） 1 月 13 日

国立研究開発法人 海洋研究開発機構



南海トラフ孔内（間隙水圧）観測による浅部ゆっくりすべりモニタリング（2020/11/1-2020/12/31）

● 孔内観測点及び DONET によるゆっくりすべり（SSE）モニタリング

現在、JAMSTEC では南海トラフに設置された 3 点の孔内観測点（C0002・C0010・C0006、図 1 及び図 2）と DONET 海底観測点によって南海・東南海地震震源域近傍の SSE 及び低周波微動^(注)のモニタリングを実施している。孔内観測点に設置された間隙水圧計を用いて、これまで小規模の SSE を捉えてきた（e.g., Araki et al., 2017, Ariyoshi et al., 2020）。

● SSE モニタリングの結果の図

SSE モニタリングの結果を、直近 2 ヶ月間の 2020 年 11 月 1 日～2020 年 12 月 31 日（図 3）と直近 1 年間の 2020 年 1 月 1 日～2020 年 12 月 31 日（図 4）について示す。熊野灘から室戸沖にかけて発生した低周波微動の時空間分布を、直近 2 ヶ月間の 2020 年 11 月 1 日～2020 年 12 月 31 日（図 5）と直近 1 年間の 2020 年 1 月 1 日～2020 年 12 月 31 日（図 6）について示す。また、2011 年以降に孔内観測点において観測された SSE による間隙水圧変化を図 7 に示す。

● 直近 2 ヶ月（図 3・5）及び 1 年間（図 4・6）の SSE モニタリング結果

直近 2 ヶ月では、12 月 6 日頃から DONET 1 の B ノード東側から低周波微動が活発化しており（図 5）、活動域は B ノード東側から西側に向かって広がっている傾向がみられ（図 5）、2020 年 12 月 31 日末の時点でも活動は継続中である。一方、12 月 13 日頃から SSE に起因する間隙水圧変動もみられ（図 3）、その変化量は 2011 年以降の SSE と比較して最大規模となっている（図 7）。

^(注) 長期孔内観測点及び DONET 観測点に設置された広帯域地震計記録（2～8 Hz）にエンベロープ相関法（Ide, 2010; Ide, 2012）を適用することでイベントの検出を行い、低周波微動カタログを作成した。低周波微動カタログに対して、海洋研究開発機構において自動読み取り手法（Horiuchi et al., 2009）を適用して作成している通常地震の自動検出カタログ（以下、地震カタログ）及びエアガン地下構造探査のショットリスト（2019 年 12 月 16 日～2020 年 1 月 22 日、8 月 6 日～8 月 30 日）との照合を行い、それぞれのカテゴリに存在するイベントを通常地震及びエアガン信号として低周波微動カタログから除去している。ただし、低周波微動カタログには、低周波微動以外にもゆっくり地震・除去しきれなかった通常地震やエアガンなどのイベントも含まれている。

2020 年 3 月に観測された超低周波地震のメカニズム解は、DONET 観測点に設置された広帯域地震計記録に 0.03-0.05 Hz のバンドパスフィルタを適用し、2 秒のデシメーション処理を行った波形に対して、グリッドサーチによって推定した（Nakano et al., 2018）。

参考文献：

- Araki, E., D. M. Saffer, A. J. Kopf, L. M. Wallace, T. Kimura, Y. Machida, S. Ide, E. Davis, IODP Expedition 365 shipboard scientists, Recurring and triggered slow-slip events near the trench at the

Nankai Trough subduction megathrust, *Science*, **356**, 1157-1160, doi: 10.1126/science.aan3120, 2017.

- Ariyoshi, K., T. Iinuma, M. Nakano, T. Kimura, E. Araki, Y. Machida, K. Sueki, S. Yada, T. Nishiyama, K. Suzuki, T. Hori, N. Takahashi, S. Kodaira, Characteristics of Slow Slip Event in March 2020 revealed from borehole and DONET observatories, *Front. Earth Sci.*, doi: 10.3389/feart.2020.600793.
- Horiuchi, S., Y. Horiuchi, S. Yamamoto, H. Nakamura, C. Wu, P. A. Rydelek, M. Kachi, *Geophys. Res. Lett.*, 36(5), L00B04, doi:10.1029/2008GL036572
- Ide, S., Striations, duration, migration and tidal response in deep tremor, *Nature*, **466**, 356-359, doi:10.1038/nature09251, 2010.
- Ide, S., Variety and spatial heterogeneity of tectonic tremor worldwide, *J. Geo. Res.*, **117**, B03302, doi:10.1029/2011JB008840, 2012.
- Nakano, M., T. Hori, E. Araki, S. Kodaira, S. Ide, Shallow very-low-frequency earthquakes accompany slow slip events in the Nankai subduction zone. *Nat Commun* 9, 984 (2018) . <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03431-5>

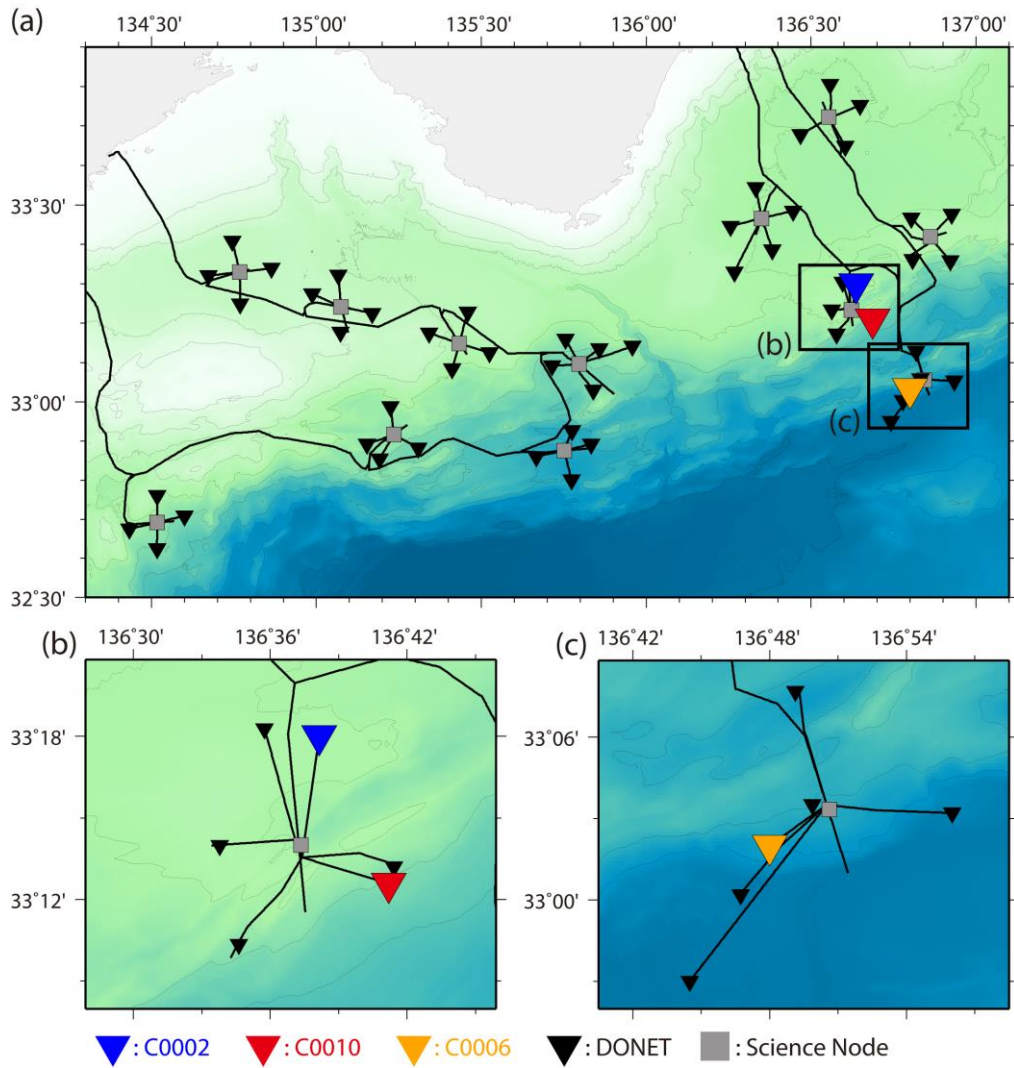


図 1 南海トラフ東南海地震震源域沖合に設置された 3 点の長期孔内観測点 (C0002、C0010、C0006) と DONET の観測点配置図。▼・▼・▼・▼は、それぞれ C0002・C0010・C0006・DONET 観測点を示す。(a) DONET 全域。(b) 孔内観測点 (C0002、C0010) 周辺。(c) 孔内観測点 (C0006) 周辺。

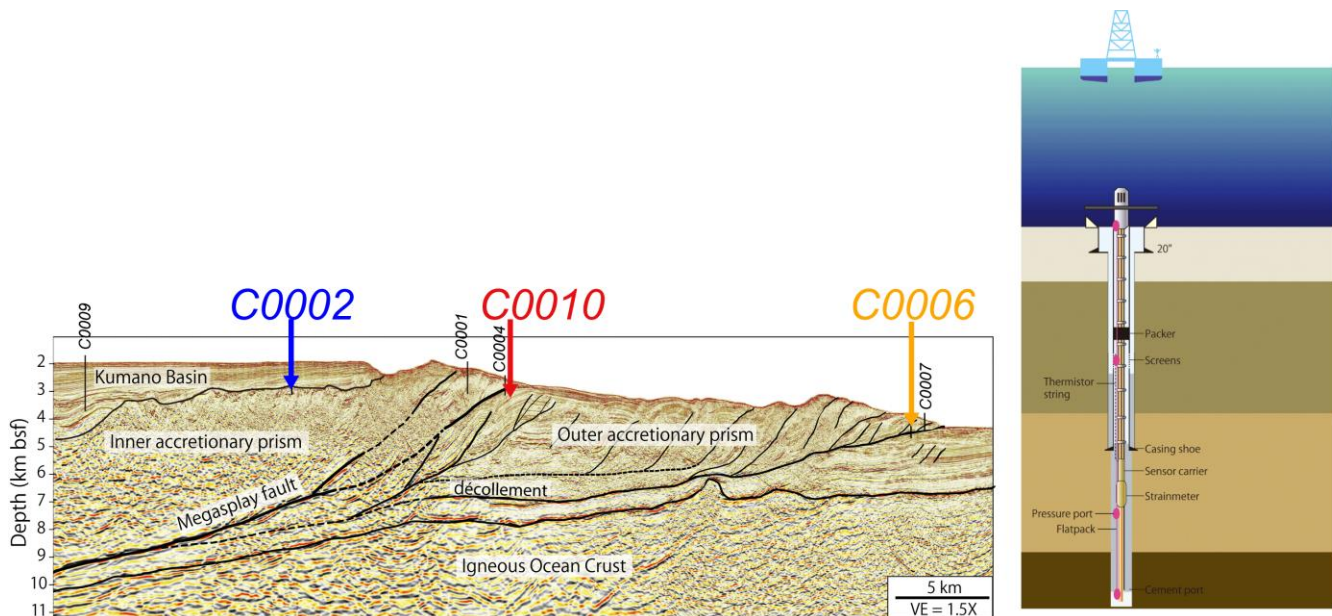


図 2 南海トラフ東南海地震震源域沖合に設置された 3 点の長期孔内観測点 (C0002、C0010、C0006) の設置位置 (地震断面図に投影)。海底下 980m (C0002)、650 m (C0010)、495 m (C0006) まで掘削した孔内における地殻内の間隙水圧・体積歪 (C0010、C0006)・地震動などの記録を DONET ケーブルを用いてデータ伝送することにより連続リアルタイム観測を実施している。

なお、過去の論文と表記を統一するため、2020 年 4 月以降の提出資料では **C0002** を青色、**C0010** を赤色で示している。

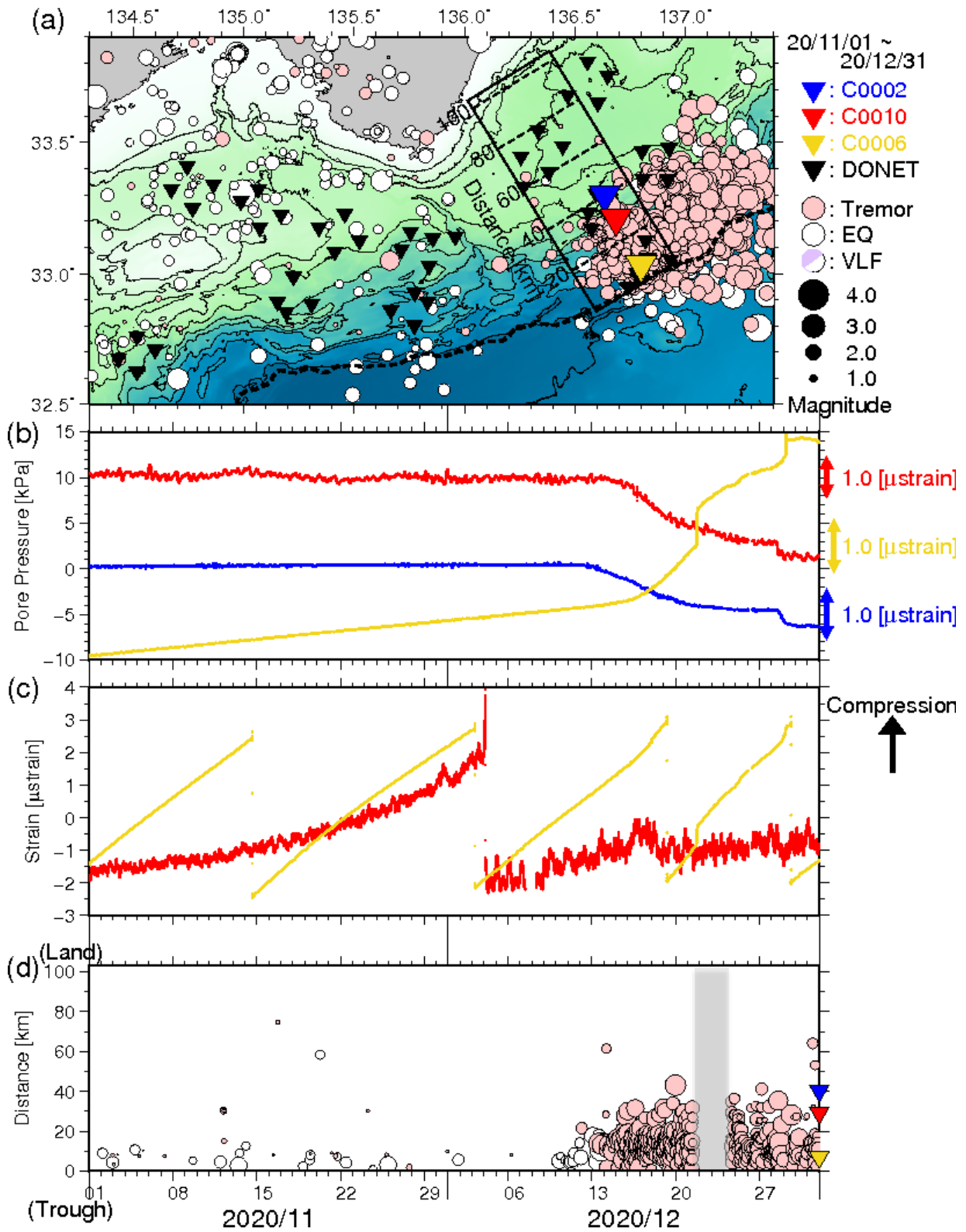


図3 直近2ヶ月間のSSE・低周波微動モニタリング(2020年11月1日~2020年12月31日)。
 (a) 低周波微動と通常の地震の震央分布図(●:低周波微動、○:通常の地震)。それぞれの震源深さが、0~15 km及び0~60 kmの範囲に決まったイベントのみを示す。▼、▼、▼、▼は、それぞれC0002・C0010・C0006・DONET観測点を示す。破線はトラフ軸を示す。(b) 長期孔内観測点における間隙水圧変化(—:C0002、—:C0010、—:C0006)。(c) 長期孔内観測点における体積歪変化(—:C0010、—:C0006)。(d) 低周波微動と通常地震の時空間分布。図3a中に実線で示した矩形領域内において発生したイベントについて示す。縦軸は、トラフ軸からの距離(km)を示す。12月21日以降、サーバ入替のため微動と地震カタログの照合は未処理である(灰色部分は未収録)。

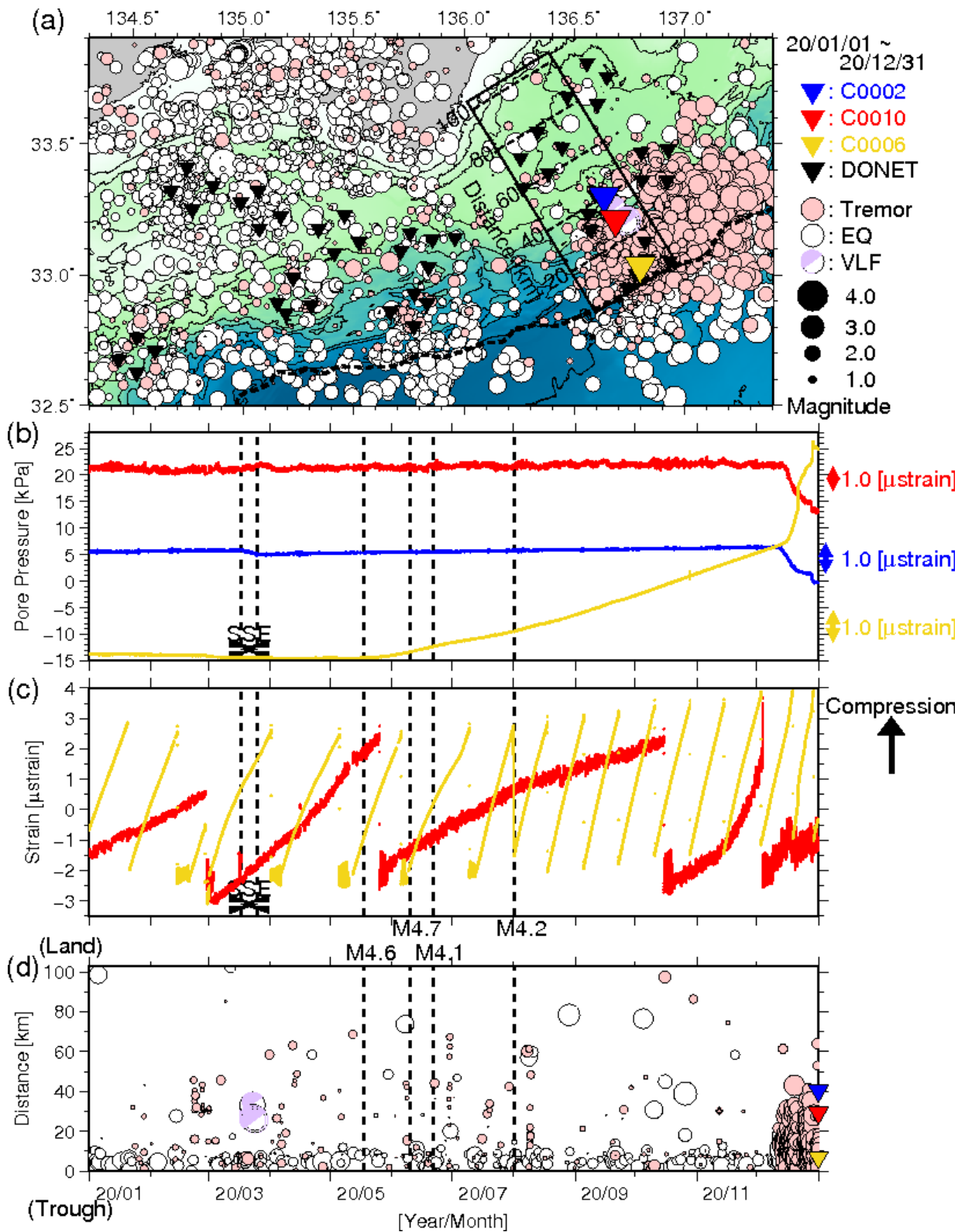


図4 直近1年間のSSE・低周波微動モニタリング(2020年1月1日~2020年12月31日)。図3と同様のシンボルにて表示している。(a)低周波微動の震央分布図。(b)間隙水圧変化。(c)体積歪変化。(d)低周波微動の時空間分布。超低周波地震のメカニズム解(●)についても低周波微動と同様に示す。体積歪変化は、基準値を超えると歪計内のバルブを開けてリセットするため、相対値のみを使用。なお、2020年2月28日はノードA交換に伴うC0010水圧計の不具合のため、2020年3月2日、16日および4月16日は測器の状態確認や再起動のため、2020年5月10日~12日および6月3日、12月7日~8日、21日~24日はサーバの不具合のため、各期間において一部データが欠測している。点線で示す地震情報については、図3および図6を参照。

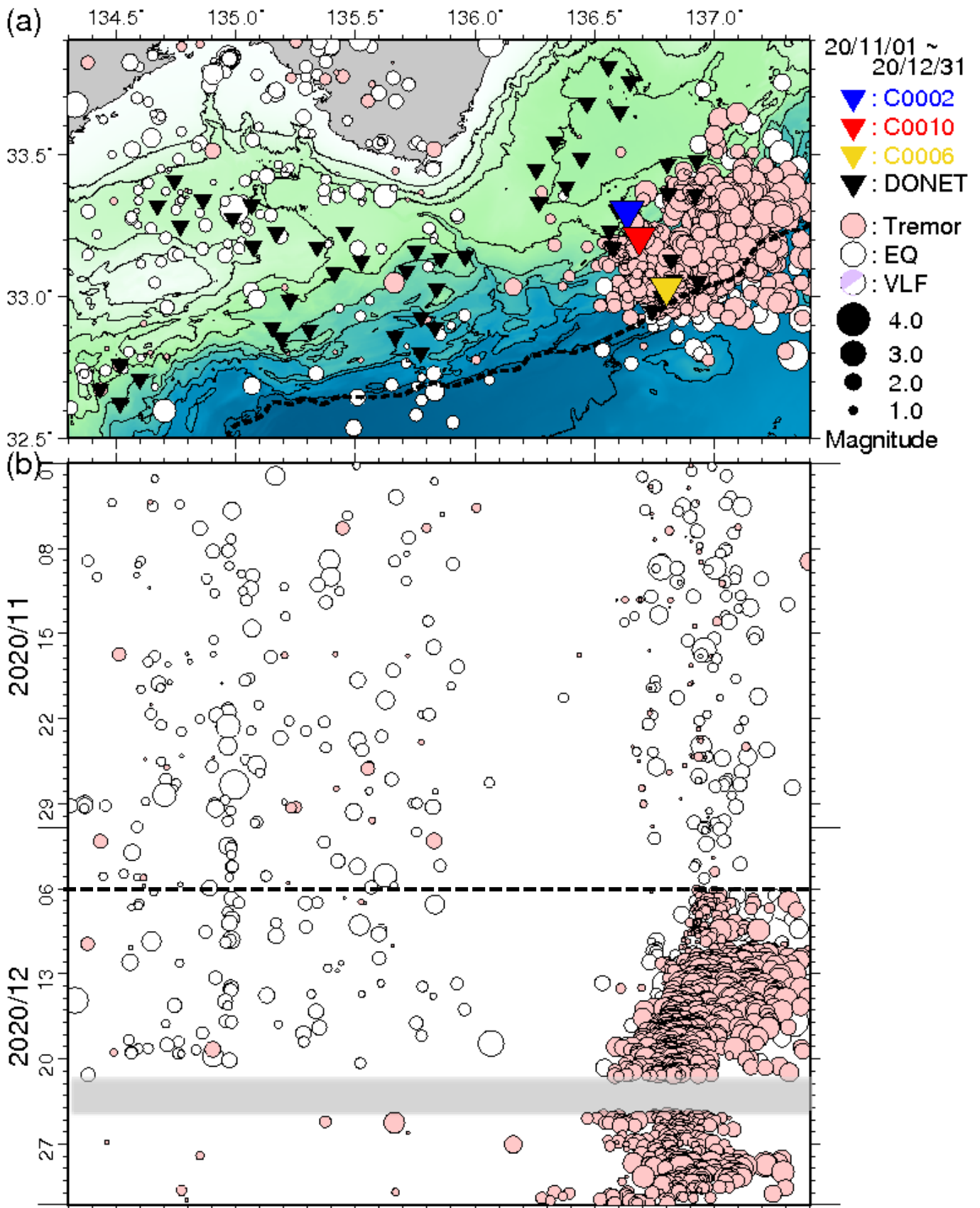


図5 直近2ヵ月間において熊野灘から室戸沖にて発生した低周波微動の時空間分布（2020年11月1日～2020年12月31日）。図3と同様のシンボルにて表示している。(a) 低周波微動の震央分布図。(b) aに示した震央を経度方向へ投影した低周波微動の時空間分布図。点線（2020年12月6日）は低周波微動が活発化した時刻。12月21日以降、サーバ入替のため微動と地震カタログの照合は未処理である（灰色部分は未収録）。

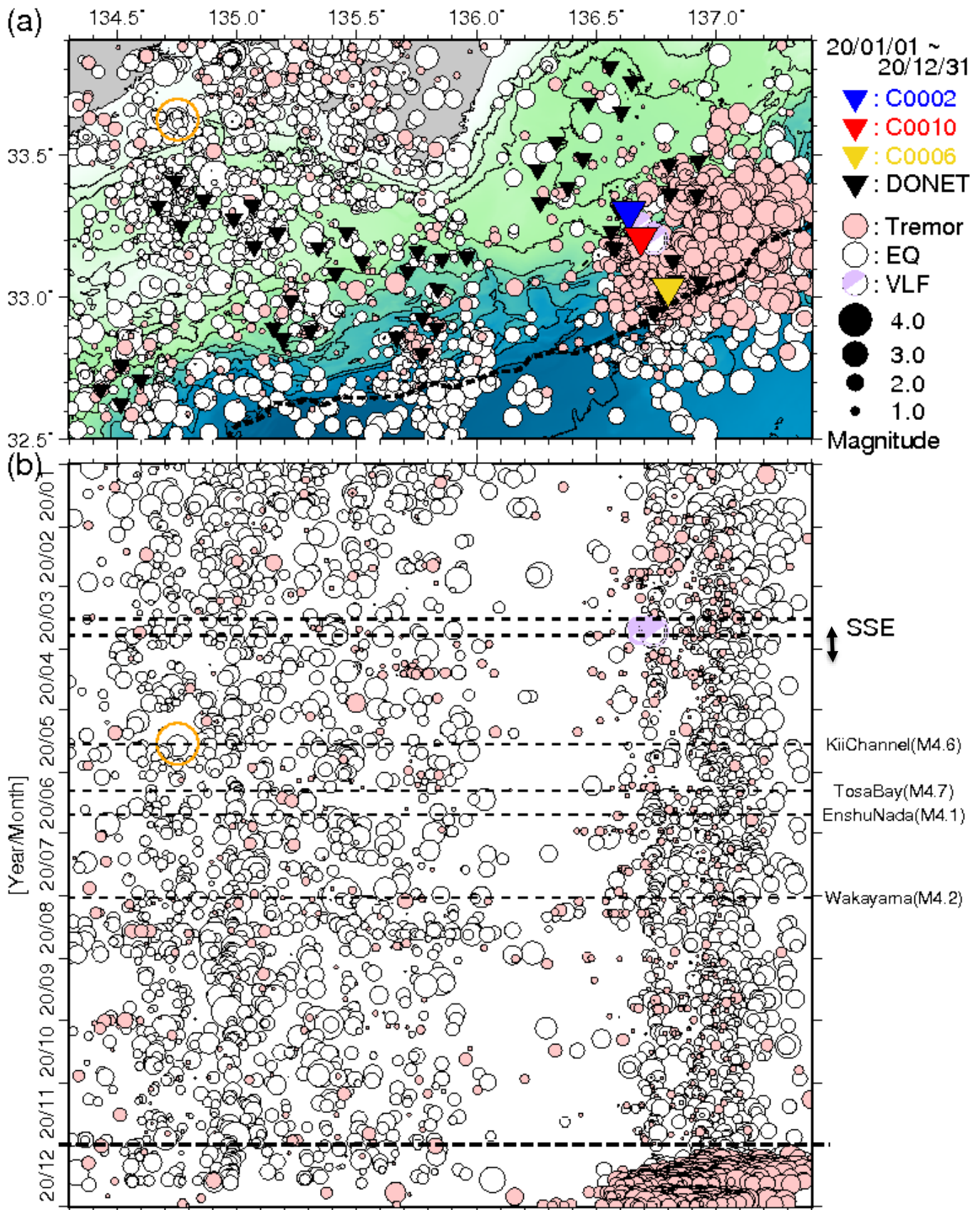


図6 直近1年間において熊野灘から室戸沖にて発生した低周波微動の時空間分布(2020年1月1日~2020年12月31日)。図3と同様のシンボルにて表示している。(a)低周波微動の震央分布図。(b)aに示した震央を経度方向へ投影した低周波微動の時空間分布図。超低周波地震のメカニズム解についても低周波微動と同様に示す。○は2020年5月17日に発生した紀伊水道地震を示す。

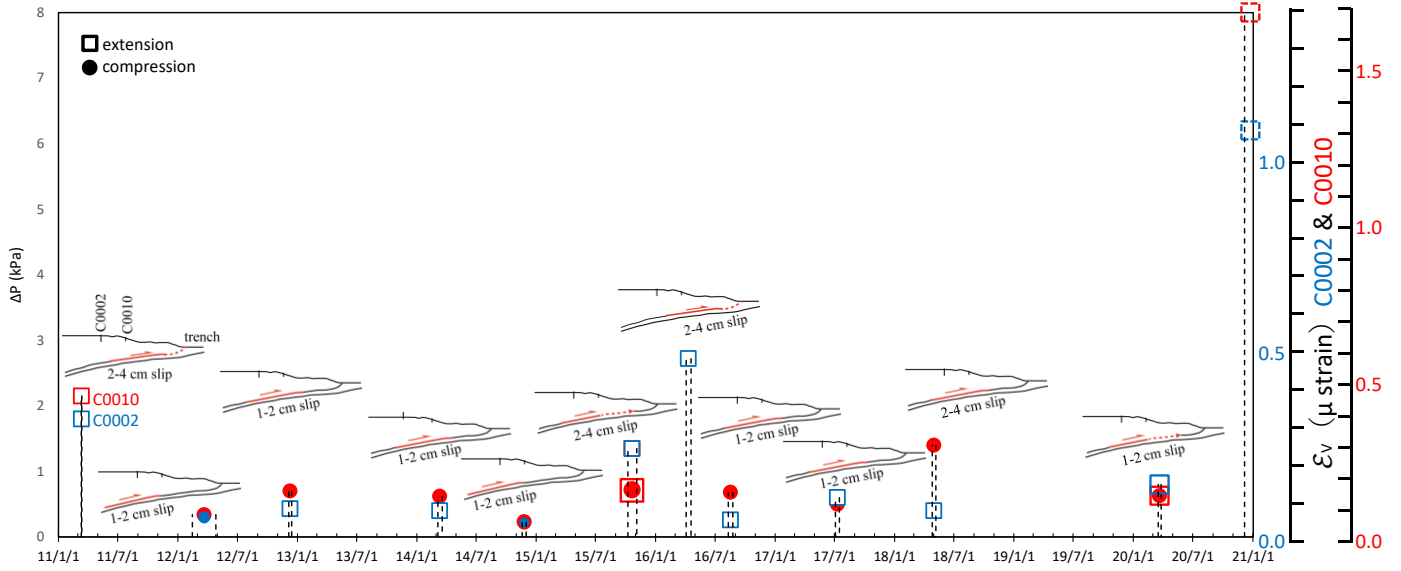
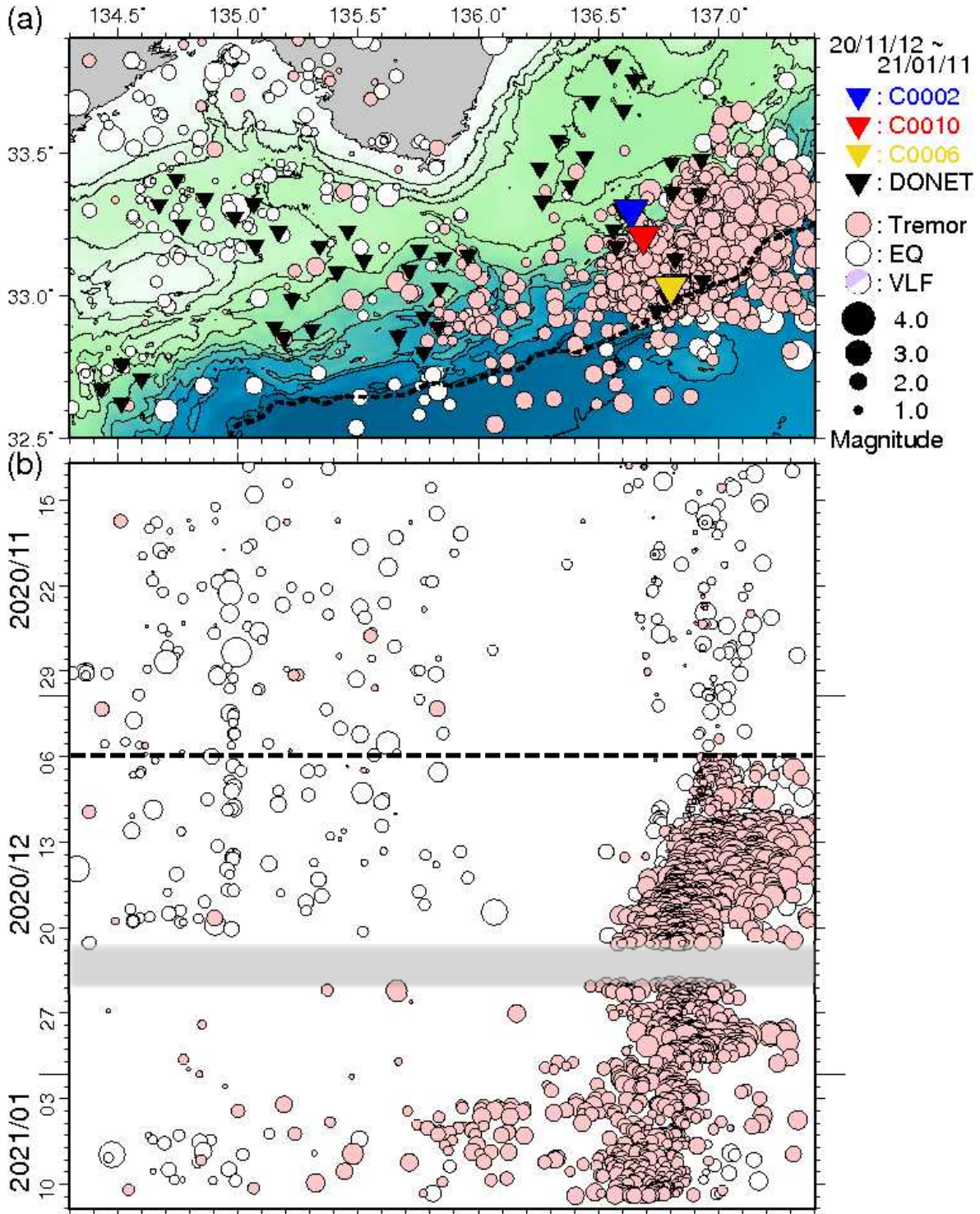


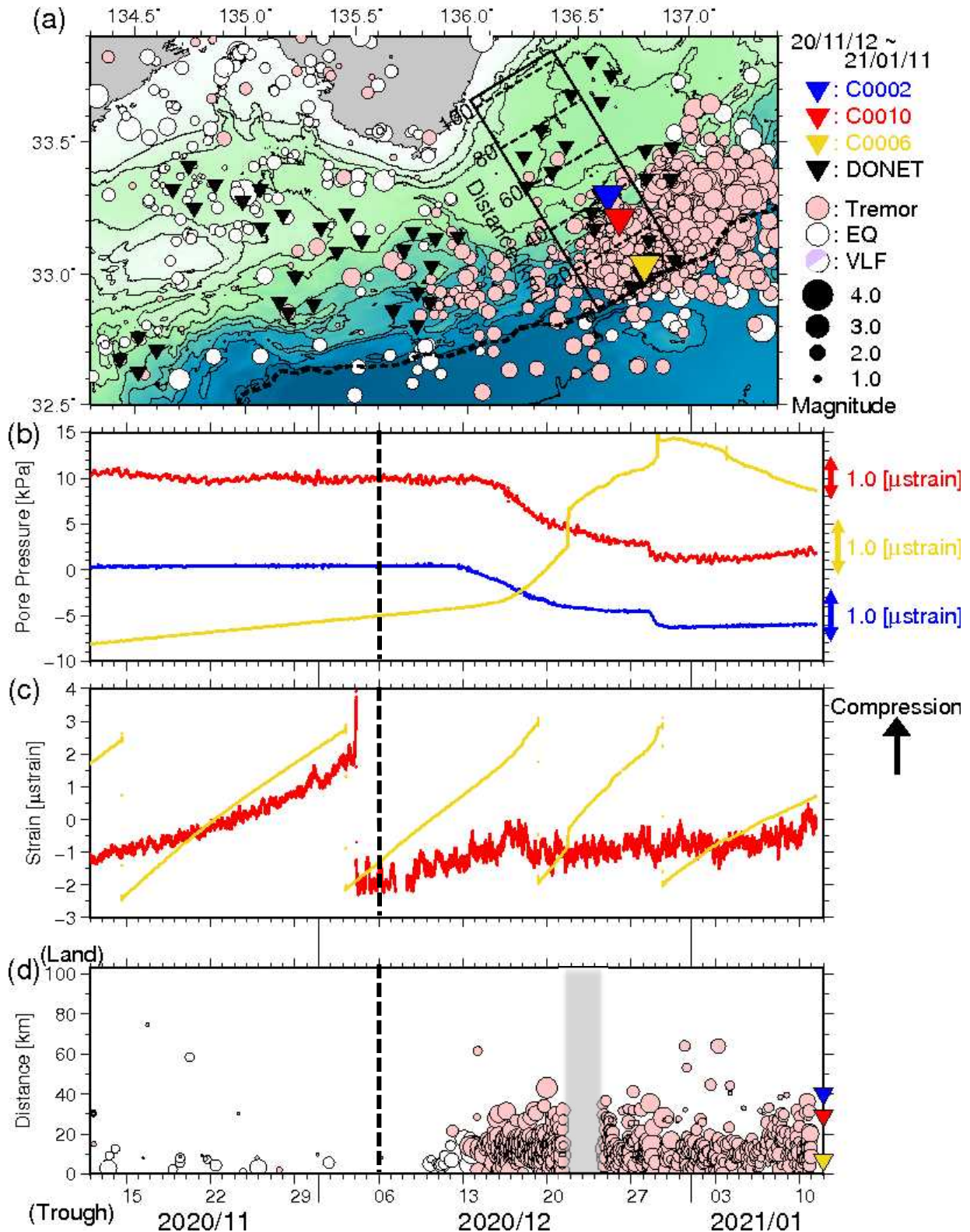
図7 孔内観測点において観測されたSSE 発生時の間隙水圧変化 (Araki et al., 2017; Ariyoshi et al. 2020) を加筆・修正)。間隙水圧変化 (ΔP) とそれらを体積歪 (ϵ_v) に換算したスケールを縦軸に示している。●・□は、それぞれ圧縮・伸長方向の間隙水圧変化を示す。青・赤のシンボルは、それぞれC0002・C0010 の間隙水圧変化を示す。

図1 紀伊半島南東沖の浅部低周波微動活動



直近 2 ヶ月間において熊野灘から室戸沖にて発生した低周波微動の時空間分布 (2020 年 11 月 12 日~2021 年 1 月 11 日)。(a) 低周波微動の震央分布図 (●: 低周波微動、○: 通常地震)。それぞれの震源深さが、0~15 km 及び 0~60 km の範囲に決まったイベントのみを示す。▼、▼、▼、▼ は、それぞれ C0002・C0010・C0006・DONET 観測点を示す。破線はトラフ軸を示す。(b) a に示した震央を経度方向へ投影した低周波微動の時空間分布図。点線は低周波微動が活発化した日付 (2020 年 12 月 6 日)。12 月 21 日以降、サーバ入替のため、微動と地震カタログの照合は未処理である (灰色部分は未収録)。

図2 紀伊半島南東沖における孔内地殻変動観測



直近2ヶ月間のSSE・低周波微動モニタリング(2020年11月12日~2021年1月11日)。(a)低周波微動と通常地震の震央分布図。図1と同様のシンボルにて示す。(b)長期孔内観測点における間隙水圧変化(—: C0002、—: C0010、—: C0006)。(c)長期孔内観測点における体積歪変化(—: C0010、—: C0006)。(d)低周波微動と通常地震の時空間分布。図2a中に実線で示した矩形領域内において発生したイベントについて示す。縦軸は、トラフ軸からの距離(km)を示す。12月21日以降、サーバ入替のため微動と地震カタログの照合は未処理である(灰色部分は未収録)。