

## 第 367 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 4 年（2022 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(2021/11/1-2021/12/31)

● 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<sup>(注)</sup>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., 2021）。

● 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 2021 年 11 月 1 日～2021 年 12 月 31 日（図 3）と直近 1 年間の 2021 年 1 月 1 日～2021 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 2021 年 11 月 1 日～2021 年 12 月 31 日（図 5）と直近 1 年間の 2021 年 1 月 1 日～2021 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、2021 年 11 月 1 日に和歌山県南方沖で M5.0 の地震、2021 年 12 月 3 日に紀伊水道で M5.4 の地震が発生したが、低周波微動および通常地震については特に目立った活動は見られない（図 3a、図 5）。C0002 および C0010 における間隙圧変化から推定した暫定的なすべりモデルを図 7 に示す。なお、エアガン発振期間に検出された通常地震及び低周波微動は、誤検知が多く含まれるため非表示としている。

<sup>(注)</sup> 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の地震の自動検出カタログ（以下、地震カタログ）との照合を行い、地震カタログに存在するイベントを通常の地震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の地震も含まれている。

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）。本資料では、3 観測点以上で観測され、M3 以上かつ Variance reduction が 0.3 以下のもの（Yamamoto et al., 2022）を表示している。

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, (2017): Recurring and triggered slow-slip events near the trench at the Nankai Trough subduction megathrust, *Science*, **356**, 1157-1160, doi:

10.1126/science.aan3120

- 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, (2021): 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, (2009): Home seismometer for earthquake early warning, *Geophys. Res. Lett.*, 36(5), L00B04, doi:10.1029/2008GL036572
- Ide, S., (2010): Striations, duration, migration and tidal response in deep tremor, *Nature*, **466**, 356-359, doi:10.1038/nature09251
- Ide, S., (2012): Variety and spatial heterogeneity of tectonic tremor worldwide, *J. Geo. Res.*, **117**, B03302, doi:10.1029/2011JB008840
- Nakano, M., T. Hori, E. Araki, S. Kodaira, S. Ide, (2018): Shallow very-low-frequency earthquakes accompany slow slip events in the Nankai subduction zone. *Nat. Commun.*, 9, 984, doi:10.1038/s41467-018-03431-5
- Yamamoto, Y., K. Ariyoshi, S. Yada, M. Nakano, T. Hori (2022): Spatio-temporal distribution of shallow very-low-frequency earthquakes between December 2020 and January 2021 in Kumano-nada, Nankai subduction zone, detected by a permanent seafloor seismic network. *Earth Planets and Space*, accepted.

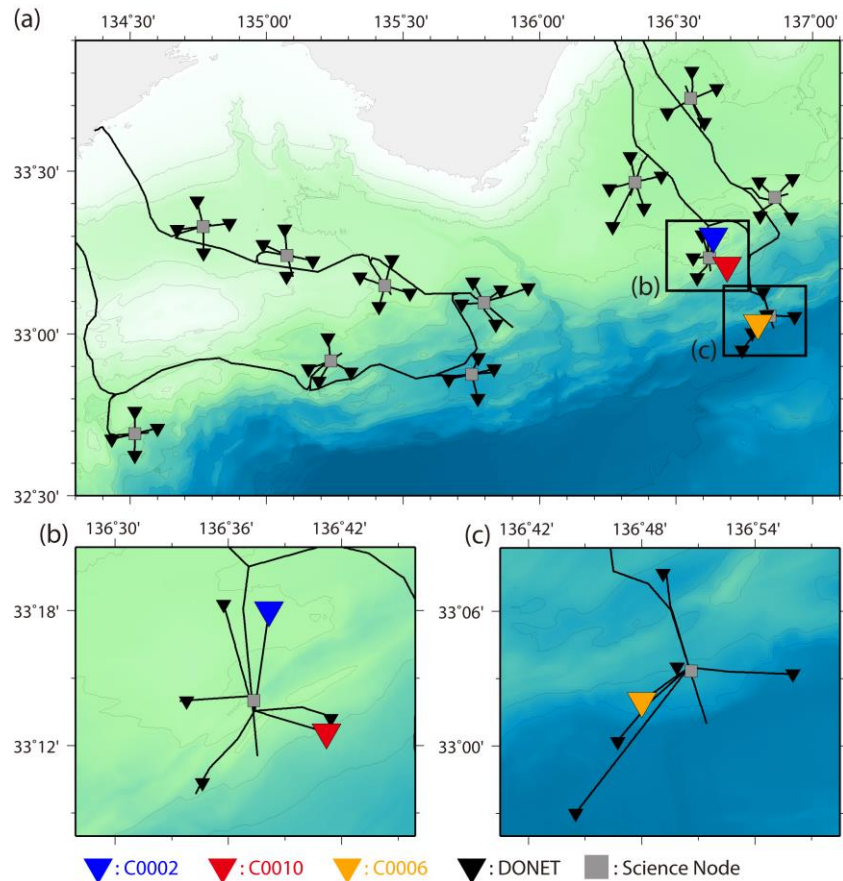


図1 南海トラフ東南海地震震源域沖合に設置された3点の長期孔内観測点とDONETの観測点配置図。▼・▼・▼・▼は、それぞれC0002・C0010・C0006・DONET観測点を示す。(a) DONET全域。(b) 孔内観測点(C0002、C0010)周辺。(c) 孔内観測点(C0006)周辺。

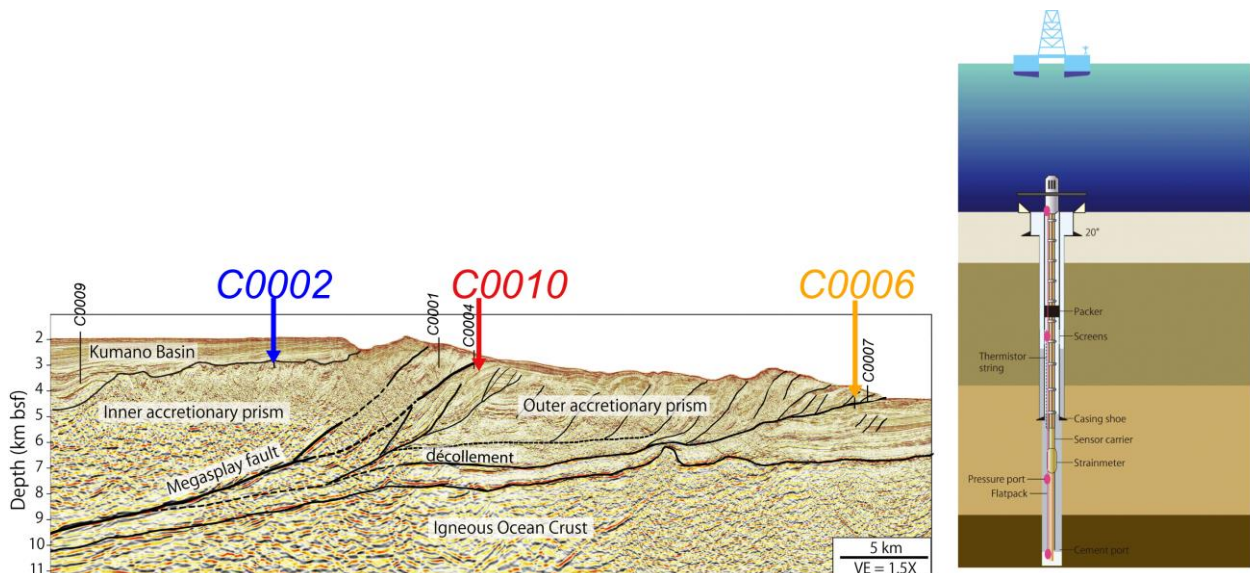


図2 南海トラフ東南海地震震源域沖合に設置された3点の長期孔内観測点(C0002、C0010、C0006)の設置位置(地震断面図に投影)。海底下980m(C0002)、650m(C0010)、495m(C0006)まで掘削した孔内における地殻内の間隙水圧・体積歪(C0010、C0006)・地震動などの記録をDONETケーブルを用いてデータ伝送することにより連続リアルタイム観測を実施している。

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。

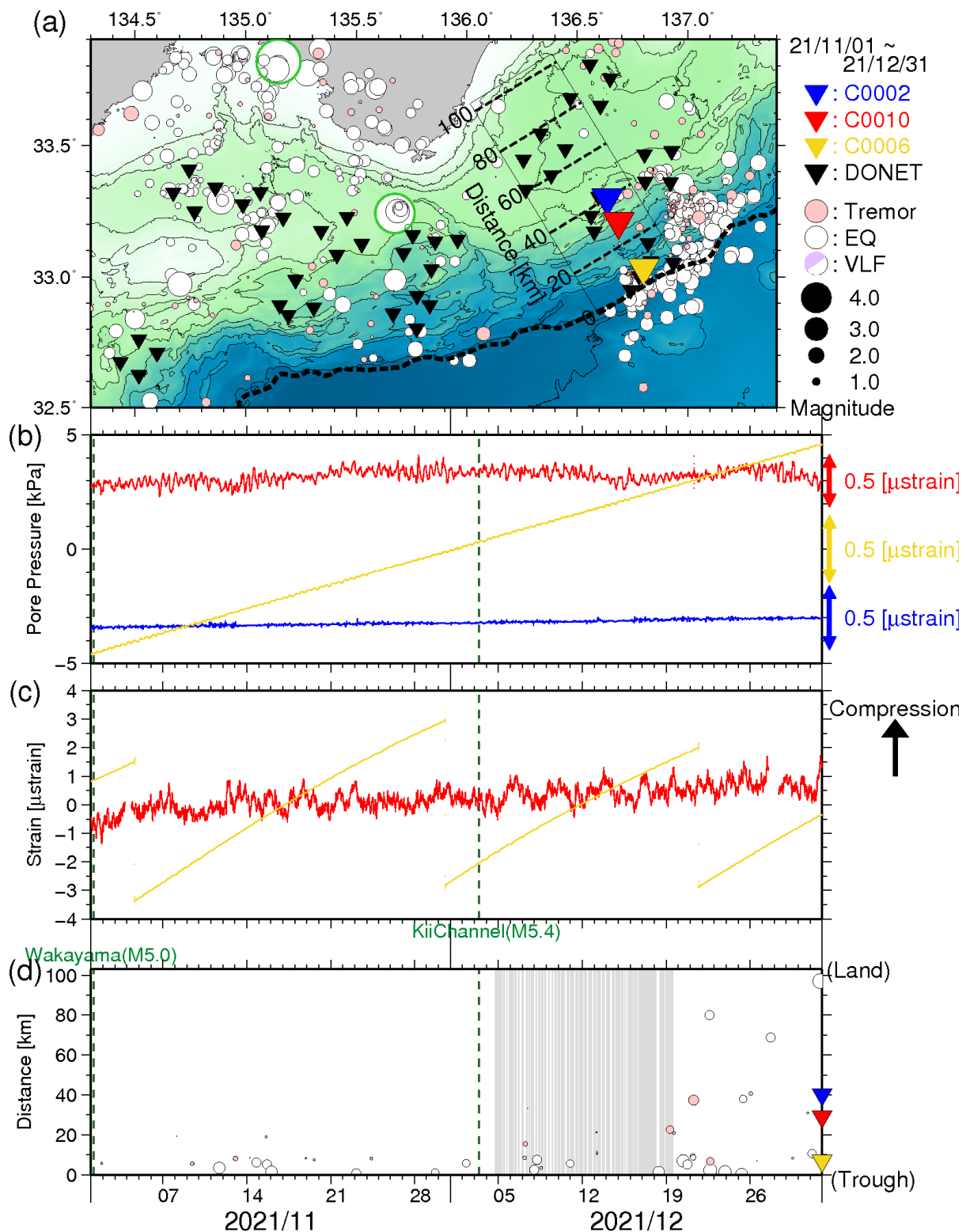


図3 直近2ヶ月間のSSE・低周波微動モニタリング(2021年11月1日~2021年12月31日)。(a)低周波微動と通常地震の震央分布図(●:低周波微動、○:通常地震)。それぞれ震源深さが、0~15km及び0~60kmの範囲に決まったイベントのみを表示。○は11月1日和歌山県南方沖地震(M5.0)と12月3日の紀伊水道地震(M5.4)。▼▼▼は、それぞれC0002・C0010・C0006・DONET観測点を示す。破線はトラフ軸を示す。(b)長期孔内観測点における間隙水圧変化(—:C0002、—:C0010、—:C0006)。(c)長期孔内観測点における体積歪変化(—:C0010、—:C0006)。(d)図3a中に実線で示した矩形領域内における、低周波微動と通常地震の時空間分布。灰色はエアガン発振期間。縦軸は、トラフ軸からの距離(km)を示す。(b-d)の緑点線は、11月1日の和歌山県南方沖地震と12月3日の紀伊水道地震を示す。

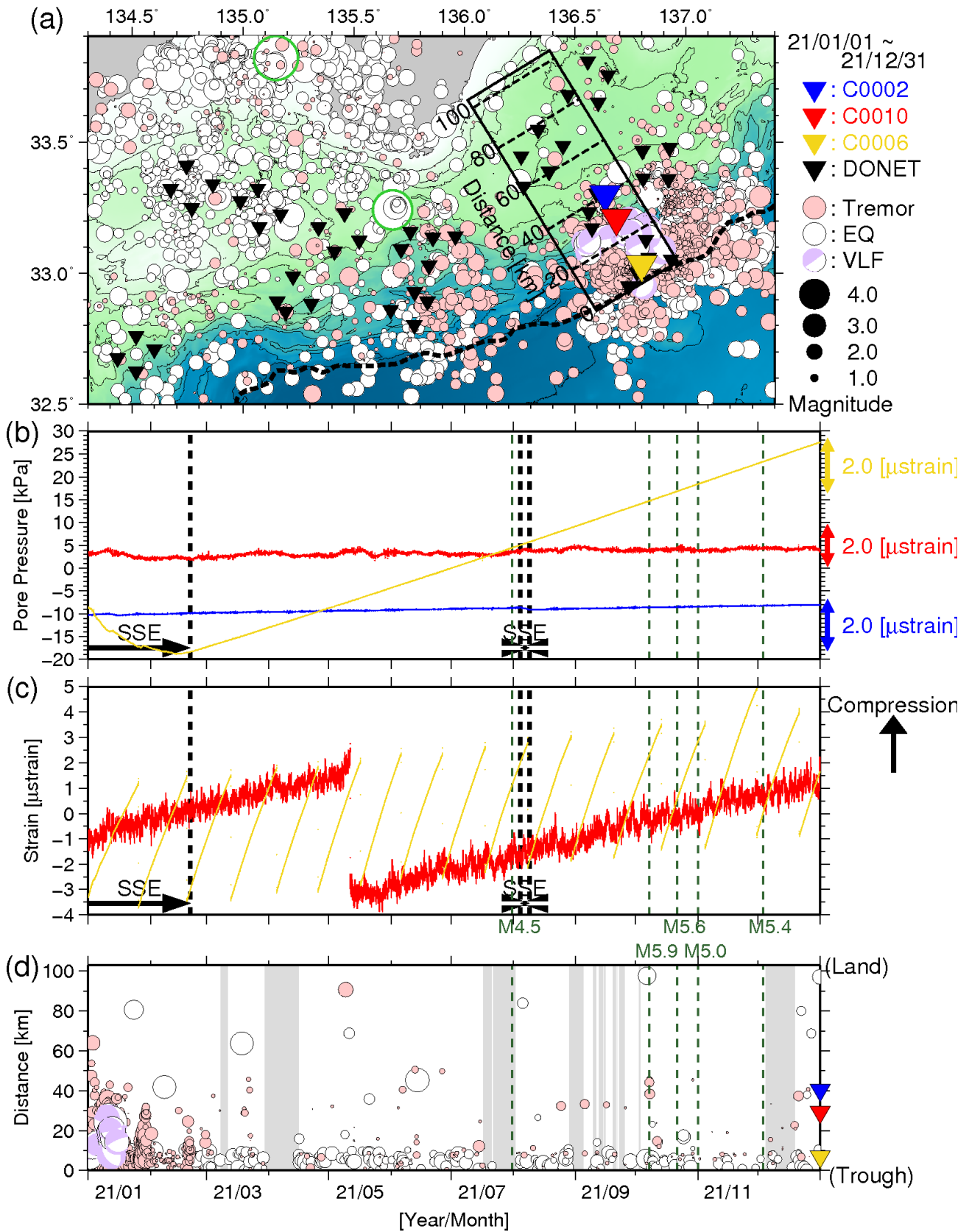


図4 直近1年間のSSE・低周波微動モニタリング(2021年1月1日~2021年12月31日)。図3と同様のシンボルにて表示。(a)低周波微動と通常地震の震央分布図。(b)間隙水圧変化。(c)体積歪変化。(d)時空間分布。超低周波地震のメカニズム解(●)も合わせて示す。体積歪変化は、基準値を超えると歪計内のバルブを開けてリセットするため、相対値のみを使用。灰色はエアガン発振期間を示す。(b-d)の緑点線は、7月31日徳島県南部地震、10月7日千葉県北西部地震、10月21日東海道南方沖地震、11月1日和歌山県南方沖地震、および12月3日紀伊水道地震を示す。

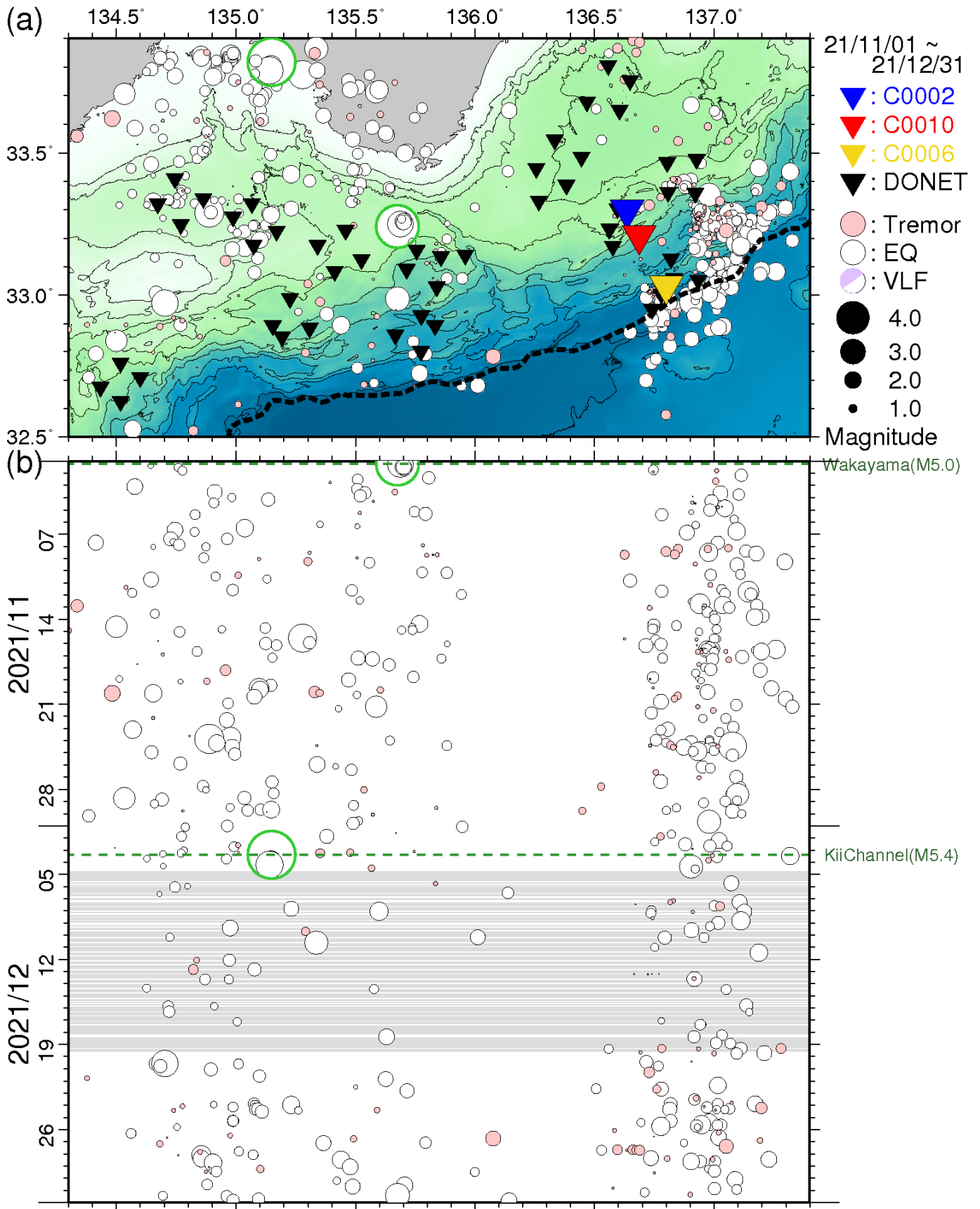


図 5 直近 2 ヶ月間において熊野灘から室戸沖にて発生した低周波微動と通常地震の時空間分布 (2021 年 11 月 1 日~2021 年 12 月 31 日)。図 3 と同様のシンボルにて表示。(a) 震央分布図。(b) a に示した震央を経度方向へ投影した時空間分布図。

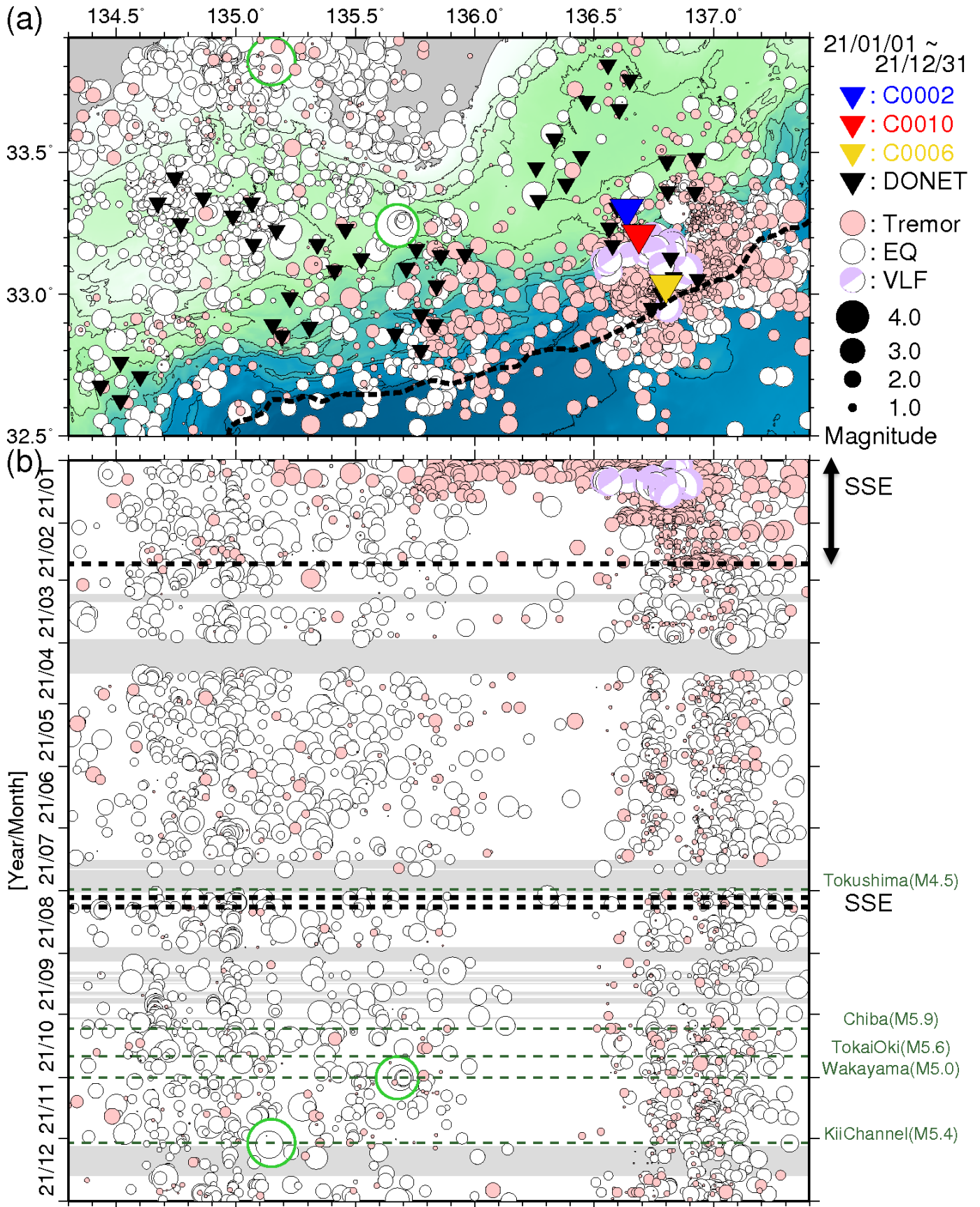


図 6 直近 1 年間において熊野灘から室戸沖にて発生した低周波微動と通常地震の時空間分布 (2021 年 1 月 1 日~2021 年 12 月 31 日)。図 4 と同様のシンボルにて表示。(a) 震央分布図。(b) a に示した震央を経度方向へ投影した時空間分布図。超低周波地震のメカニズム解も合わせて示す。



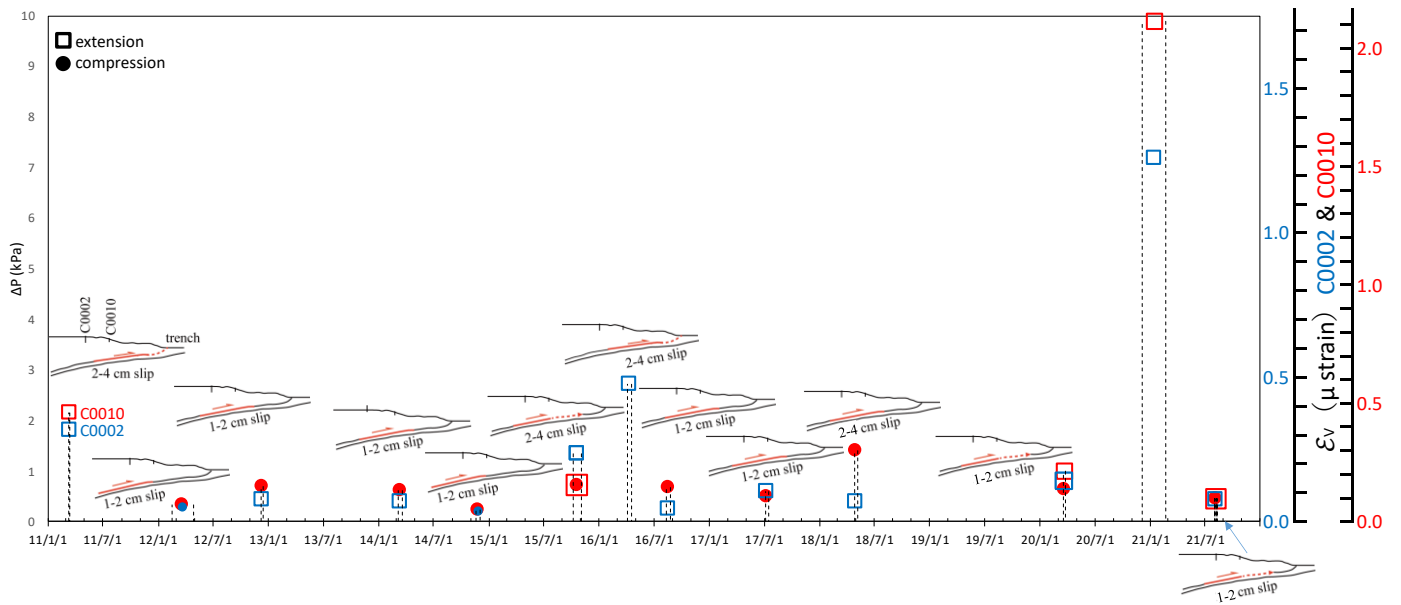


図7 孔内観測点において観測された SSE 発生時の間隙水圧変化 (Araki et al., 2017; Ariyoshi et al. 2021) を加筆・修正)。間隙水圧変化 ( $\Delta P$ ) とそれらを体積歪 ( $\epsilon_v$ ) に換算したスケールを縦軸に示している。●・□は、それぞれ圧縮・伸長方向の間隙水圧変化を示す。青・赤のシンボルは、それぞれ C0002・C0010 の間隙水圧変化を示す。