

(5) 海洋研究開発機構による観測

1. はじめに

海洋研究開発機構では、南海トラフにおいて地震・津波観測監視システム（以下「DONET」）の海底地震計のデータおよび、DONET に接続した掘削孔内での間隙水圧等の連続観測データの解析にもとづいて、プレート境界浅部におけるスロー地震の解析を行ってきた。ここでは、DONET1 と 2 が整備された後の解析結果を示す。

2. 浅部超低周波地震

紀伊半島の西岸沖から室戸沖にかけてカバーする DONET2 の観測開始後の 2015 年 8 月から 10 月にかけて、紀伊水道沖、潮岬沖、熊野海盆の順に、浅部超低周波地震の発生を DONET1 と 2 で相次いで捉えた。震源深さ、断層メカニズム解から、付加体底部のプレート境界すべりと推定した。これにより、陸から離れた場所で数年に一度発生する現象を、真上で確実に捉えられることを示した（図 1）¹⁾。

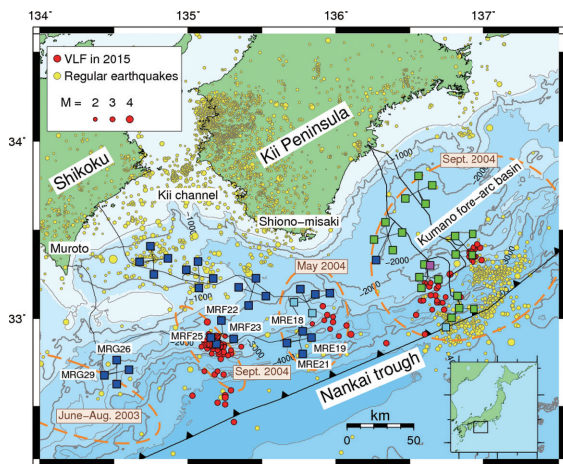


図 1 超低周波地震の分布（赤）と通常地震（黄）の比較 ¹⁾。

3. 浅部ゆっくりすべり

1944 年の南海地震の震源域（熊野灘沖）とその沖合の 2 か所の掘削孔内での間隙水圧等の連続観測データ、及び、DONET で得られた海底地震計データを 2011 年～2016 年の 6 年間について解析したところ、南海トラフ巨大地震の発生が想定されている震源域の海溝軸近傍において、何度も繰り返し「ゆっくりすべり」が発生していることが明らかになった ²⁾。

観測された「ゆっくりすべり」は、8～15 か月間隔で繰り返しており、地震によって誘発されたり、低周波微動を伴って活動したりしていることがわかった。これらの「ゆっくりすべり」によって解放される歪（ひずみ）は、海洋プレートの沈み込みによって発生する歪の 30

～55% に相当することから、海溝軸近くでは、「ゆっくりすべり」によって頻繁に蓄積された歪を解放することが、海底及び海底下での高感度かつ連続的な観測データに基づいた解析で、世界で初めて明らかになった（図 2）。

この結果は、最新の海底測地観測の結果と合わせると、「ゆっくりすべり」が地震発生帯固着域で進行している歪エネルギー蓄積のプロセスと深い関係があることを示唆している。

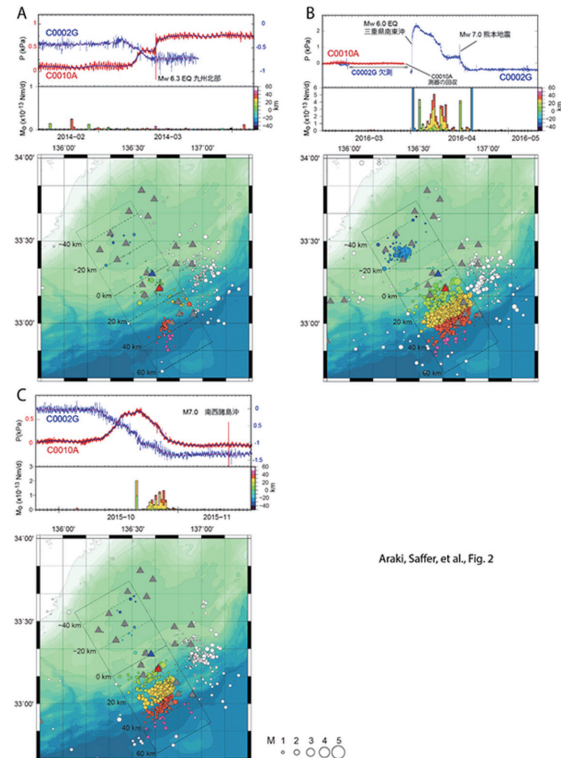


図 2 間隙水圧記録（青線・赤線、上段）を超低周波地震活動のモーメント解放量の時系列（中段）、及び、低周波微動の発生場所（下段地図）を比較したもの ²⁾。

4. 超低周波地震とゆっくりすべりの関係

プレート境界で起きたと考えられる三重県南東沖地震（Mw=5.9）が 2016 年 4 月 1 日に発生し、その直後から浅部超低周波地震の活発な活動が DONET によって観測された。同時に、浅部ゆっくりすべりが長期孔内観測システムによって観測され、これらのイベントは地震発生後、約 2 週間継続した。間隙水圧の変化と浅部超低周波地震による滑りの総量（累積モーメント解放量）を比較すると、4 月 3 日以降両者は非常によく似た時間変化を示す（図 3）³⁾。さらに、最終的なモーメント解放量が同程度であることも分かった。これらの結果から、浅部超低周波地震と浅部スロースリップが、共通のプレート境界断層すべりによって発生したと考えられる。

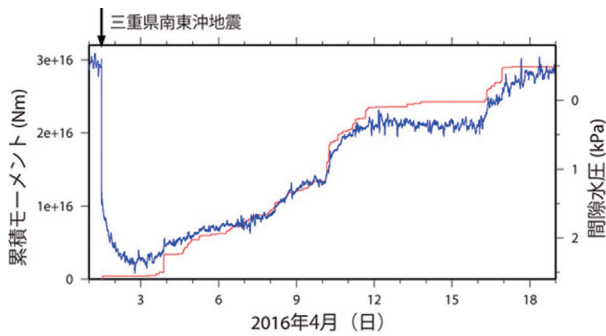


図3 超低周波地震の累積モーメント変化（青）とゆっくりすべりによる歪変化（青）の比較³⁾。

5. 浅部超低周波地震と付加体先端部構造の関係

広帯域地震計と水圧計のデータから、海底でのレイリー波の変位／水圧を測定することで、DONETの各観測点下における1次元S波速度構造を推定した。その速度構造から、付加体先端部の深さ5～10 km付近にS波速度が低下する領域が、南海トラフ沿いに新たに2箇所あることを発見し、また、その分布が浅部超低周波地震の震央分布と良く一致することを明らかにした（図4）⁴⁾。

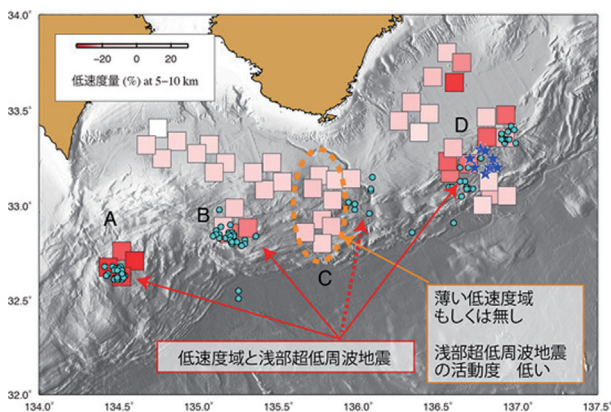


図4 低速度域の分布と海底観測によって決定された浅部超低周波地震の震央分布の比較⁴⁾。

6. おわりに

以上のように、トラフ軸に近い浅部スロー地震の震源域の真上で、高感度な歪観測することができたおかげで、ゆっくりすべりを捉えることに成功した。さらに、超低周波地震の発生する場所の付加体が低速度を示す傾向があることを明らかにした。

（堀 高峰）

参考文献

- 1) Nakano, M., T. Hori, E. Araki, N. Takahashi, and S. Kodaira, 2016. Ocean floor networks capture low-frequency earthquake event, *Eos*, 97, <https://doi.org/10.1029/2016EO052877>.
- 2) Araki, E., Saffer, D.M., Kopf, A.J., Wallace, L.M., Kimura, T., Machida, Y., Ide, S., Davis, E., 2017. Recurring and triggered slow-slip events near the trench at the Nankai Trough subduction megathrust. *Science* 356, 1157. <https://doi.org/10.1126/science.aan3120>.
- 3) Nakano M, Hori T, Araki E, Kodaira S, Ide S, 2018. Shallow very-low-frequency earthquakes accompany slow slip events in the Nankai subduction zone. *Nat Commun* 9:984. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03431-5>.
- 4) Tonegawa T., Araki E., Kimura T., Nakamura T., Nakano M., Suzuki, K., 2017. Sporadic low-velocity volumes spatially correlate with shallow very low frequency earthquake clusters, *Nat Commun* 8, 2048, [doi:10.1038/s41467-017-02276-8](https://doi.org/10.1038/s41467-017-02276-8).