

陸上のボアホール歪観測により検出した紀伊半島沖浅部 SSE

Detection of a shallow SSE Off the Kii Peninsula by an onland borehole strain observation network

板場智史(産業技術総合研究所)

Satoshi Itaba (Geological Survey of Japan, AIST)

1. はじめに

南海トラフ沿いでは、固着域より深部側で発生する深部スロー地震と、浅部側で発生する浅部スロー地震双方が発生していることが明らかになっている。深部スロー地震としては、地震学的観測手法により検出可能な微動や超低周波地震(VLFE)、測地学的観測手法により検出可能であり数日間程度の時定数を有する短期的スロースリップイベント(SSE)、数ヶ月以上の時定数を有する長期的SSEが発生している。一方、浅部スロー地震としては、微動やVLFEが発生することは明らかになっていたが、海域における高精度な測地学的観測の困難さ故に、近年までSSEは検出されていなかった。

産総研では、2017年現在、東海・紀伊半島・四国地方の17カ所の掘削井戸において歪や地下水、地震等の観測を行っている。この観測網では、観測網直下で発生する深部スロー地震活動の詳細な把握を目的としており、高感度なボアホール歪計を用いた深部SSEの詳細なモニタリングなどを行っている [Itaba *et al.*, 2010]。

2. 紀伊半島沖プレート境界におけるM6.5地震

2016年4月1日、紀伊半島沖のプレート境界においてM6.5の地震(以下、本震)が発生した。本震後、プレートの深部側において余震活動が活発化したが、数時間～半日以内には収束した。一方、Annoura *et al.* [2017] によると、本震の2日程度後から、本震震源の南東側(浅部側)20～40km程度の領域において浅部微動活動が活発化した。この微動活動は、本震によって誘発されたものと推定されるが、本震震源と空間で約20km、時間で約2日間のギャップが存在する。

3. 紀伊半島沖における浅部SSEの検出

本震に伴い、産総研のボアホール歪3観測点において、地震時のステップ状の変化(静的歪変化)に引き続いて、ゆっくりとした変化が観測された(図1)。このゆっくりとした歪変化をItaba and Ando [2011] の手法で解析したところ、紀伊半島沖において本震直後から浅部SSEが発生していたことが分かった(図2)。この地域における浅部SSEの発生を陸上観測網から検出したのは、これが初めてである。検出した浅部SSEは、本震直後からはじまっているほか、そのすべり範囲は、浅部微動の活発な活動領域～本震震源に近接する領域にまでおよんでおり、2. で示した本震と浅部微動との間の時間・空間のギャップを含有している。これらのことから、2016年4月のイベントでは、本震によって浅部SSEが誘発され、浅部SSEによって浅部微動が誘発されたものと推定される。また、固着域(図2では断層域)境界周辺では、SSEは発生するが、微動が発生しない環境であることが推定される。

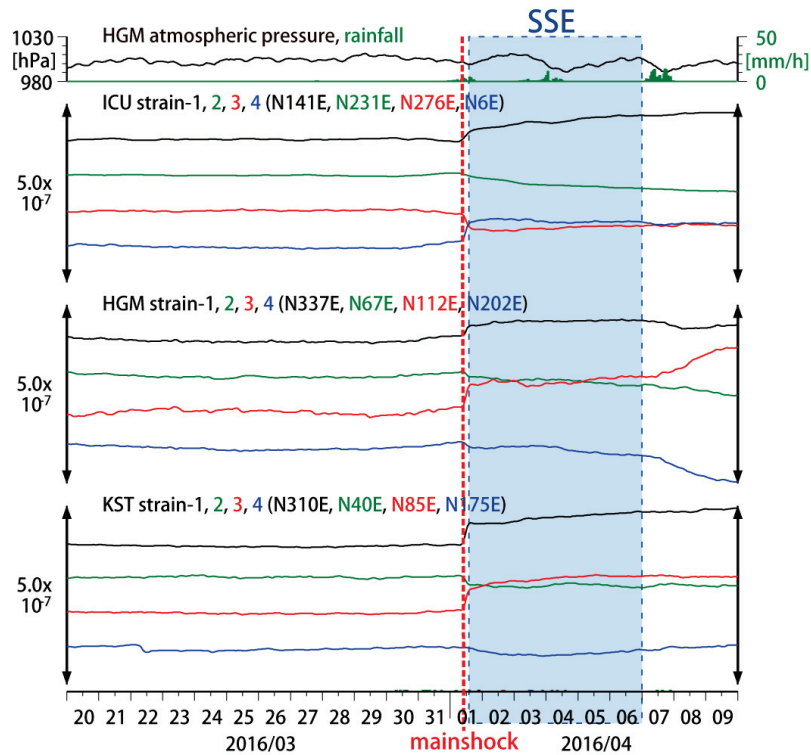


図1 紀伊半島3観測点における、紀伊半島沖の地震および浅部SSE発生前後の歪変化と、HGMにおける気圧・降水量。本震に伴うステップ状変化の直後から、ゆっくりとした変化が観測されている。

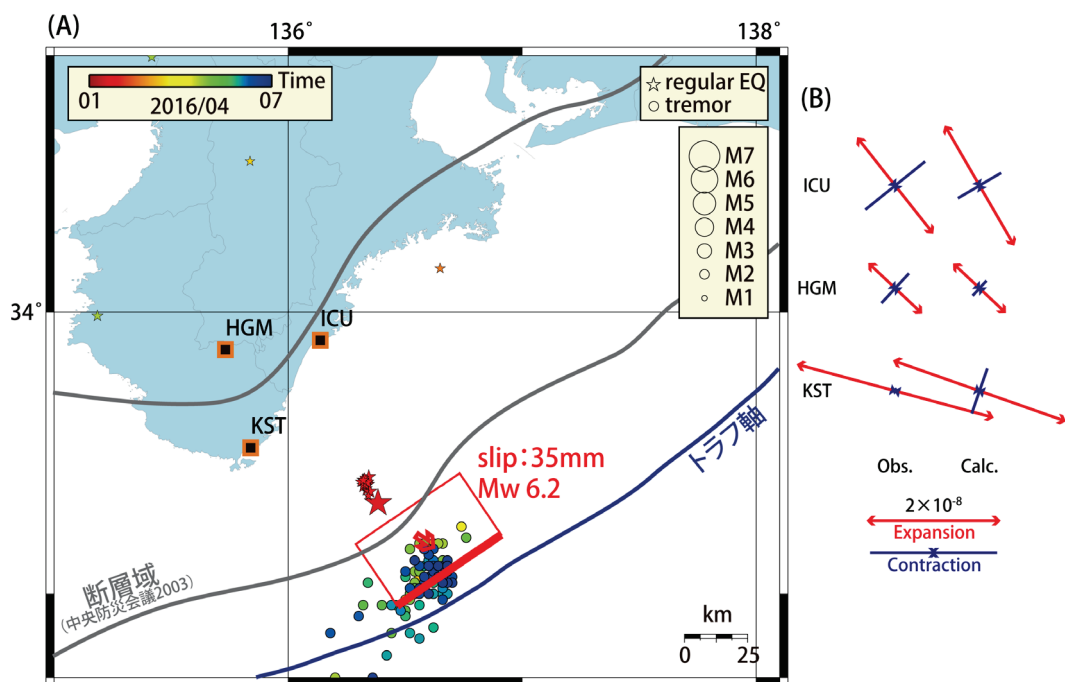


図2 (A) 2016年4月1日～6日に発生した浅部SSEの推定断層面(赤色矩形)、浅部微動・通常地震の震央分布、および解析に使用したボアホール歪観測点の位置図。浅部微動(○印)の震源は、Annoura *et al.* [2017] を、通常地震の震源(☆印)は、気象庁一元化震源をそれぞれ使用した。震源の色は、浅部微動・通常地震が発生した時間を示す。(B) 3観測点における主歪の観測値および浅部SSEの断層モデルからの計算値の比較図。推定された断層面は、観測された歪変化をよく説明できていることが分かる。

4. 今後に向けて

この浅部SSEが発生した地域におけるすべり欠損速度は約3cm/year [Yokota *et al.*, 2016]、プレート収束速度は5~6.5cm/year [Heki and Miyazaki, 2001] と推定されている。これらのことから、この領域では浅部SSEがしばしば発生していると推定される。実際、国際深海科学掘削計画 (IODP) において構築された、紀伊半島沖の2カ所の掘削点における孔内観測システムの海底下間隙水圧観測により、この領域において浅部SSEが繰り返し発生していることが、近年明らかになっている [Araki *et al.*, 2017]。2016年4月のイベントについても、1カ所の掘削点において間隙水圧変化を観測し(1カ所は作業により欠測)、本震の1.5日程度後から浅部SSEが発生したことが示されている。今後は、歪・傾斜・GNSSなどの陸上観測だけでなく、このような海底下間隙水圧観測等の海域観測とも積極的に連携し、深部・浅部のSSEの詳細な発生様式や、微動とSSEの関係、固着域周辺のすべり分布などを明らかにしたい。

謝辞: 気象庁の一元化震源を使用させていただきました。

引用文献

- Annoura, S., T. Hashimoto, N. Kamaya, and A. Katsumata (2017), Shallow episodic tremor near the Nankai Trough axis off southeast Mie prefecture, Japan, *Geophys. Res. Lett.*, **44**, 3564–3571, doi:10.1002/2017GL073006.
- Araki, E., D. Saffer, A. Kopf, L. M. Wallace, T. Kimura, Y. Machida, S. Ide, E. Davis, IODP Expedition 365 shipboard scientists (2017), *Science*, **356** (6343), 1157-1160, doi:10.1126/science.aan3120.
- Heki, K. and S. Miyazaki (2001), Plate Convergence and Long-Term Crustal Deformation in Central Japan, *Geophys. Res. Lett.*, **28**, 2313-2316.
- Itaba, S., and R. Ando (2011), A slow slip event triggered by teleseismic surface waves, *Geophys. Res. Lett.*, **38**, L21306, doi:10.1029/2011GL049593.
- Itaba, S., N. Koizumi, N. Matsumoto, and R. Ohtani (2010), Continuous observation of groundwater and crustal deformation for forecasting Tonankai and Nankai earthquakes in Japan, *Pure Appl. Geophys.*, **167**, 1105–1114, doi:10.1007/s00024-010-0095-z.
- Yokota, Y., T. Ishikawa, S. Watanabe, T. Tashiro, and A. Asada (2016), Seafloor geodetic constraints on interplate coupling of the Nankai Trough megathrust zone, *Nature*, **534**, 374-377, doi:10.1038/nature17632.

