

GNSS データを用いた東海地方スロースリップイベントの解析
 Estimation of the Spatiotemporal Evolution of the Slow Slip Event in the Tokai Region, Central
 Japan, Using GNSS Data

○坂上啓・西村卓也・福田淳一(東大地震研)・加藤照之(東大地震研)

○Hiromu SAKAUE, Takuya NISHIMURA, Jun'ichi FUKUDA(ERI, Univ. of Tokyo)
 Teruyuki KATO(ERI, Univ. of Tokyo)

In the Tokai region, central Japan, the long-term slow slip events (L-SSEs) have been observed on the subducting Philippine Sea Plate in 2000-2005 and 2013-2016. In addition, many short-term slow slip events (S-SSEs) have been observed in the Tokai region since 1996. We used GNSS data at 251 stations (231 GEONET stations operated by GSI and 20 stations operated by ERI) in the Tokai region from 1996 to 2016. After removing linear trend, steps caused by antenna replacement and coseismic deformation of large earthquakes from observed timeseries, we applied a modified Network Inversion Filter (NIF) [Fukuda et al. (2008)] to estimate spatiotemporal evolution of SSEs. The results indicate that 43 S-SSEs of spatiotemporal evolution of S-SSEs (M_w 5.8~6.1) with low frequency tremors (LFTs) occurred around the Ise Bay in 1997-2016. For example, an M_w 5.9 episode is estimated from December 26, 2015 to January 12, 2016. Estimated daily rate distribution with LFTs suggests that migration of S-SSE with LFTs are continuously 70 km along strike in this event.

1. はじめに

海洋プレート沈み込み帯におけるプレート境界型地震の発生域周辺では、スロースリップイベント (SSE) が発生しており、世界各地で観測されている。SSE は通常の地震と異なる非常にゆっくりとした非地震性の断層すべりで、GNSS や傾斜計、ひずみ計等の測地学的手法を用いて観測されている。また、SSE はプレート境界において蓄積されるひずみの解放プロセスの一部を担っていると考えられている。

東海地方では 2000-2005 年と 2013-2016 年に長期的 SSE の発生が報告されている。加えて、長期的 SSE の発生領域よりも深い領域で継続期間が数日から 2 週間程度の短期的 SSE が数ヶ月程度の間隔で繰り返し観測されている。東海地方の GNSS データを用いて長期的 SSE の時空間発展を推定した結果は数多く報告されているが、短期的 SSE の時空間発展も同時に推定した先行研究はほとんどない。本研究では、東海地方で観測されている長期的 SSE と短期的 SSE の時空間発展を同時に推定することで、東海地方におけるプレート境界の固着の状態の時空間変化やひずみの蓄積-解放プロセスのモデル化を目指している。

東海地方では 2000 年の三宅島-神津島火山活動、

2004 年紀伊半島沖地震や 2011 年東北地震の余効変動といった、東海地方におけるプレート境界の固着やすべりによらない長期間 (数か月以上) にわたる地殻変動も観測されている。しかし、継続期間が数日から 2 週間程度である短期的 SSE の解析には、継続期間が数か月以上のこれらの変動は影響しないと仮定し、短期的 SSE に焦点を当てて解析を行った。

2. データ及び解析手法

1996 年 1 月 1 日から 2016 年 12 月 31 日の期間の東海地方にある国土地理院(231 点)と GPS 大学連合(20 点)の GNSS データに対し、GIPSY Ver 6.2 を用いて日々の座標値を推定した。推定された日々の座標値の時系列データにはプレート境界の固着の状態や SSE によるシグナルに加えて、年周・半年周成分やアンテナ交換等の人為的なオフセット、1 章で言及した地殻変動が系統的なノイズとして含まれる。これらの系統的なノイズのうち、地震時変位と人為的オフセットを時系列データから除去した。また、2008 年 1 月 1 日から 2011 年 3 月 10 日の期間の平均的なプレート境界の固着の状態を基準とするため、この期間の線形トレンドも除去した。

この時系列データに対し、改良型の Network

Inversion Filter (NIF) [Fukuda et al. (2008)]を用いてフィリピン海プレート上でのすべりを推定した。この手法は、Segall & Matthews (1997)によって提案されたNIFを改良したものである。NIFでは推定されるすべりに過度なスムージングがかかるという問題点があったが、改良型のNIFではこの問題点を改善し、すべりの時空間発展をより高い解像度で推定することが可能となった。

3. 結果

推定誤差 2σ を閾値として、閾値を超えるモーメントレートの加速が見られた期間を短期的 SSE とした。43 個の短期的 SSE (M_w 5.8-6.1) が 1996 年から 2016 年の間に伊勢湾周辺で推定された。例として、2015 年 12 月から 2016 年 1 月にかけて推定された短期的 SSE のすべりを Figure 1 に示す。2015 年 12 月 26 日から 2016 年 1 月 12 日に最大 7mm のすべりが推定され、この領域は 2013 年東海地方長期的 SSE のすべり域[Sakaue et al. (2017, JpGU)]よりも深部に位置する(Figure 1A)。また、モーメントマグニチュードは約 5.9 と推定された。Figure 1B は、1 日毎に推定されたすべり速度の空間分布を Figure 1A 中の A-B 軸に対するプロファイルを取ったものである。Figure 1B よりこの期間

中にすべりの中心が北東方向へと伝搬していく様子が示された。

その他の短期的 SSE の推定結果や長期的 SSE の発生の有無によって短期的 SSE の発生形態に変化が見られるかどうかといった考察については本講演で紹介する。また、1996 年から 2016 年の期間のプレート境界の固着の状態の時空間変化を連続して推定するためには、三宅島-神津島火山活動などの長期間に渡る地殻変動を GNSS 観測データから取り除かなければならない。これらの影響を補正するためのモデルを構築が今後の課題として挙げられる。

4. 謝辞

本研究では、東京大学地震研究所小原一成教授よりご提供頂いた深部低周波微動のカatalog及び国土地理院 GEONET データを使用しました。また、フィリピン海プレートの形状は気象研究所弘瀬冬樹研究官のホームページ (<http://www.mri-jma.go.jp/Dep/st/member/fhirose/index.html>) で公開されている数値データを使用し作成いたしました。ここに記して感謝いたします。

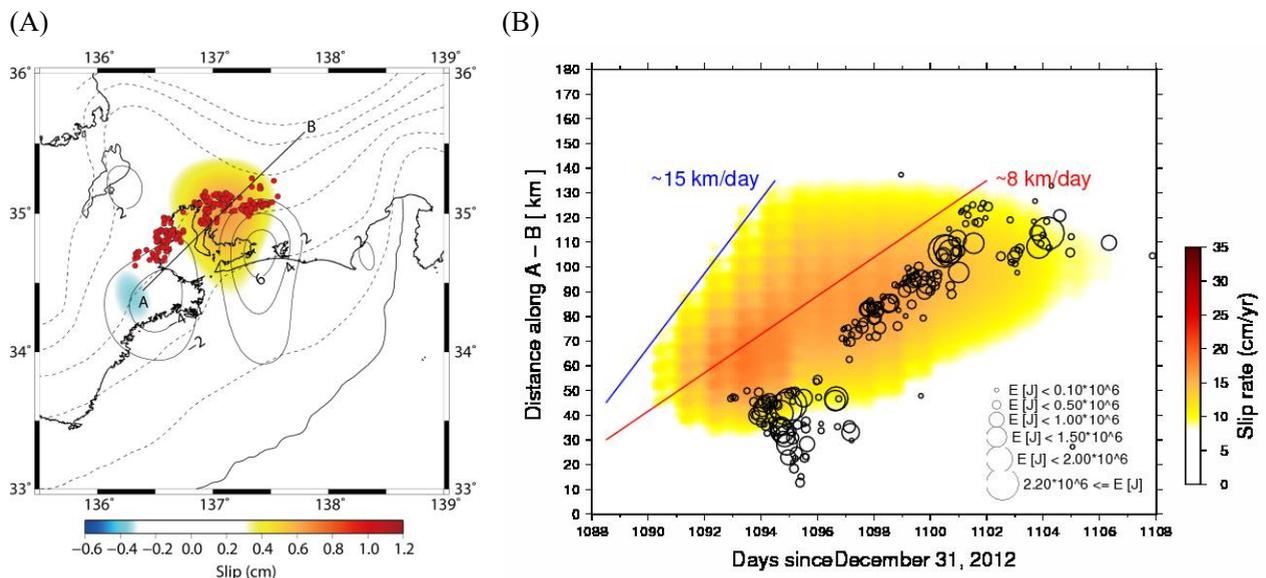


Figure 1 Estimated short-term SSE from December 26, 2015 to January 12, 2016. (A) Slip distribution from December 26, 2015 to January 12, 2016. Red circles represent epicenters of LFTs [Obara et al. (2010)]. Contours indicate cumulative slip distribution of a long-term SSE started in 2013[Sakaue et al. (2017, JpGU)]. (B) Temporal variation of slip rate distribution and epicenters of LFTs (black circles) projected along the profile A-B in Figure 1A.