

GNSS データを用いたアンサンブルカルマンフィルタによる豊後水道長期的 SSE のすべり発展推定
 Estimation of Slip Evolution of Long-term Slow Slip Events in the Bungo Channel
 with Ensemble Kalman Filter, using GNSS data

藤田萌実・西村卓也・平原和朗・兵藤守・宮崎真一

Megumi FUJITA, Takuya NISHIMURA, Kazuro HIRAHARA, Mamoru Hyodo, Shin'ichi MIYAZAKI

Long-term Slow Slip Events (L-SSEs) occur in the down-dip side of the seismogenic zones on the megathrust plate interface. Although L-SSEs release accumulated strain in the L-SSE zones, they can increase strain in the up-dip seismogenic locked zones. Therefore, better understanding of the temporal evolution of L-SSEs is very important for earthquake hazard assessment. In this study, we applied a data assimilation method EnKF (Ensemble Kalman Filter) to the slip rate estimated with inversion method, using observed GNSS data around the Bungo Channel, southwest Japan. We succeeded in estimating the frictional parameters and the slip evolutions in the L-SSE zones with EnKF using the real observational data for the first time. Our results also suggest that EnKF enable short-term predictions of the slip rate for several months, such as predicting the end of the L-SSE as of the middle of the L-SSEs.

長期的スロースリップイベント(L-SSE)は海溝型巨大地震発生域深部のプレート境界面で発生する応力解放過程であると同時に、巨大地震発生領域への応力擾乱を与える過程でもある。L-SSE のすべり発展の推定及びその予測は、海溝型巨大地震発生域での応力蓄積過程を定量的に評価する上で重要な課題である。

L-SSE に関してそれぞれ独立に進められてきた数値シミュレーション研究と、インバージョン研究を統一的に理解するために、データ同化による解析が有効であると考えられる。データ同化手法を用いることで、物理モデルと観測データの両方に基づいた、より現実的な SSE の振る舞いの再現やその発生予測が可能になると期待される。本研究では、逐次データ同化手法の一つであるアンサンブルカルマンフィルタ(EnKF)の実際の観測データへの適用を目標として、より現実的なモデルの構築と実観測データ解析を行った。

本研究では、均質半無限弾性体中にフィリピン海プレートの三次元形状を導入した解析領域を設定した。断層面上を 5,400 個の小断層セルに分割し、弾性体の運動方程式と速度状態依存摩擦則を連立して、各セルにおけるすべり速度 V 及び状態変数 θ の時間発展を計算する。その際、状態変数 θ の発展には Slowness 則を用いた。また、解析領域中に L-SSE 発生領域として半径 35 km の円形速度弱化パッチを設定した。観測デー

タとして、GNSS データの逆解析により推定された豊後水道 L-SSE 領域のすべり速度[横井(私信)]を使用した。初期アンサンブルの摩擦パラメータの選出については、先行研究の Hirahara and Nishikiori (2019)による手法にグリッドサーチを組み合わせ、初期値依存性の軽減と解析の不安定性の改善を同時に実現した。

結果として、2010 年の豊後水道 L-SSE を対象とした実験において、観測値を用いて適切に修正された摩擦パラメータやすべり速度の解析値が得られた。この結果は、EnKF を用いた解析で初めて実観測データに基づいて、L-SSE 領域の断層摩擦パラメータ及びすべり速度の時間発展の推定に成功したものである。また、L-SSE 発生期間中において、そのイベントの終了する時期の予測といった数か月程度の短期的な予測が可能であることが示唆された。

本研究が実観測データ解析に使用したモデルでは、L-SSE 領域の浅部側に存在すると考えられている固着域の影響を考慮していないが、内陸のブロック運動をモデルに含めることで、固着域の影響を考慮した上で実際の GNSS データを説明するモデルの構築が可能であることが示唆された。今後、更なるモデルの更新と実際の GNSS データを用いた解析により、豊後水道 L-SSE の発生メカニズムや固着域との相互作用の検証及び将来の発生予測への応用が期待される。