Adjoint-based direct data assimilation of GNSS time series for understanding the current state of postseismic deformation and its short-term prediction following the 2003 Tokachi-oki earthquake

*Masayuki KANO[1], Shin'ichi Miyazaki[2], Yoichi Ishikawa[3], Kazuro Hirahara[4,5]

1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Faculty of Science, Kyoto University, 3. JAMSTEC, 4. Riken, 5. Kagawa University

プレート沈み込み帯で観測される様々な時定数を持つ断層すべり現象は、主にプレート境界面の摩擦特性の違いを反映していると考えられる[例えばYoshida and Kato, 2003]。従って摩擦特性を観測データから推定することにより、より定量的にプレート境界のすべりの挙動を知ることができる。Kano et al. [2013]は、速度状態依存摩擦構成則を仮定して計算される断層すべりの数値シミュレーションに、断層すべり速度を観測データとしてアジョイント法により同化し、プレート境界の摩擦特性を推定する手法を開発し、数値実験を行った。さらに、2003年十勝沖地震の地震後15日間の余効すべりの断層すべり速度[Miyazaki et al. 2004]を同化し、摩擦特性の空間分布の推定を通して、その後15日間の余効すべりの短期推移予測性能が向上することを示した[Kano et al. 2015]。しかしながら、Kano et al. [2015]において使用したデータは、運動学的インバージョンにより推定されたプレート境界における日毎の断層すべり速度であり、インバージョンの際のすべりの平滑化によるバイアスが含まれている可能性がある。そこで、Kano et al. [2020]では先行研究で開発したアジョイント法を改良し、GNSSデータの地震後の日毎の累積変位を直接データ同化することにより摩擦特性を推定し、断層すべりの現状把握と短期推移予測を行う手法を開発した。
その結果、地震後15日間のGNSSの累積変位を説明可能な摩擦特性が、Kano et al. (2015)と同様、A–B ~ O(10 kPa), A ~ O(100 kPa), L ~ O(10 mm)として推定され、摩擦特性の推定により、その後15日間のGNSSデータの短期推移予測精度が向上することが分かった。一方で、得られた摩擦特性のオーダーは同じものの、Kano et al. [2015]で推定された摩擦特性を用いると、GNSSデータの海溝方向の変位が最大数十%程度過小評価されることが分かった。これはデータ同化に用いる観測データの違い、すなわち断層すべり速度推定に用いるすべりの平滑化の影響、を反映していると考えられる。
また、摩擦特性に加え、数値シミュレーションにおける初期条件（地震発生直後の断層すべり速度）の同時推定を行い、摩擦特性の推定のみを行った場合の結果と比較した。よい初期条件が得られている場合には、GNSSデータの再現と短期推移予測という観点で両者の結果に大きな差異は見られなかった。実際の問題においては、運動学的インバージョンで得られた断層すべり速度を初期条件として用いるのが現実的であり、またこの初期条件には上述の通りバイアスが含まれていることから、初期条件と摩擦特性を同時に推定するのがよいと考えられる。

© The Seismological Society of Japan