2011年東北沖地震に伴う地震時すべり分布の解像度向上と不確定性の評価

Improvement of spatial resolution and evaluation of uncertainty for the coseismic slip distribution of the 2011 Tohoku-oki Earthquake

*富田 史章¹、飯沼 卓史¹、木戸 元之²、日野 亮太³、太田 雄策³、縣 亮一郎¹、堀 高峰¹、内田 直希³ *Fumiaki Tomita¹, Takeshi linuma¹, Motoyuki Kido², Ryota Hino³, Yusaku Ohta³, Ryoichiro Agata¹ , Takane Hori¹, Naoki Uchida³

 国立研究開発法人 海洋研究開発機構、2. 東北大学災害科学国際研究所、3. 東北大学大学院理学研究科
Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, 3. Graduate School of Science, Tohoku University

2011年東北沖地震では、陸域の測地・観測網のみならず、海底測地観測技術(GNSS音響結合方式,海底水 圧計,海底地形差分)によりその巨大な地震時変動が捉えられ、50mを超える巨大な地震時すべりが宮城県沖 の海溝まで達したことが知られている [e.g., linuma et al., 2012, JGR; Sun et al., 2016, Nat. Comm.]. しか し、地震時すべりの海溝に沿った南北の広がりについては、海底測地観測点が宮城県沖に集中しているた め、解像度が低く,推定が困難になっている.また、すべりの広がりを議論する上でその不確定性の評価は必 須であるが、通常の線形インバージョンによる評価では未知パラメータのガウス性を仮定しているため、必ず しも正しいとは限らない.本研究では、これら問題に対して次の2つのアプローチで解決を図った:① 粘弾性 インバージョンの導入による地震後海底地殻変動データからの地震時すべり分布の拘束 [Tomita et al., 2020, EPS], ② MCMC法の導入によるすべりパラメータの不確定性の評価 [Tomita et al., 2020, AGU Fall Meeting].

粘弾性インバージョンの導入:地震後の過渡的な変動現象である粘弾性緩和は,地震時すべりによる応力変 化によって生じる.そのため,地震後測地データは,粘弾性緩和を介して,地震時すべりに関する情報を 持っている.そこで,粘弾性グリーン関数を用いて,地震時・地震後測地データから地震時・地震後断層すべ り分布を同時推定することで,地震後地殻変動データからの地震時すべり分布の拘束を試みた.なお,今回は シンプルな水平成層粘弾性構造 [Fukahata & Matsu'ura, 2005; 2006, GJI] を仮定して粘弾性グリーン関数を 計算した.その結果,地震後に追加された海底測地観測データ [Tomita et al., 2017, Sci. Adv.] により,地震時 すべり分布の空間解像度が向上することが確かめられた.通常の弾性インバージョンで推定された地震時すべ り分布は解像度の高い領域に地震時すべりがせまく集中していたのに対し,粘弾性インバージョンでは解像度 の高い領域が広がり,地震時すべりも弾性インバージョンでの推定結果よりも南北に広がっている様子が見ら れた.なお,地震時大すべり (すべり量20m以上)域の北限は39.2°N,南限は37°N付近であることが示され た.

MCMC法の導入: MCMC法では、未知パラメータのサンプリングにより非ガウス性の未知パラメータの事 後確率分布の推定も可能である.また、本研究では、Voronoi cellによって断層空間を分割し、その未知パラ メータ数もMCMC法で推定するReversible-jump MCMC (rj-MCMC)法 [Green, 1995] を用いることで、すべ りの平滑化条件無しで断層すべりを推定することを試みた.なお、今回は地震時測地データのみを用いて rj-MCMC法を実行し、その有用性を検証した.結果として、解像度が低い領域で非ガウス性の事後確率分布が 得られ、地震時大すべりが低確率で生じていた可能性がある領域が見いだされた.

本研究で実施した2つのアプローチにより、2011年東北沖地震に伴う地震時すべり分布の解像度向上と不

確定性の評価に関して、手法の高度化に成功した.今後は、より複雑な粘弾性構造を仮定した粘弾性イン バージョンを試みるとともに、その粘弾性インバージョンにrj-MCMC法を適用する予定である.

キーワード:2011年東北沖地震、粘弾性緩和、Reversible-jump MCMC法、海洋測地

Keywords: The 2011 Tohoku Earthquake, Viscoelastic relaxation, Reversible-jump MCMC technique, Seafloor geodesy