

粘弾性応答を考慮した2011年東北沖地震の余効すべりの時空間分布 Spatio-temporal afterslip distribution of the 2011 Tohoku-Oki earthquake considering viscoelastic response

鈴木 翔太¹; 伊藤 武男^{1*}; 里 嘉千茂²; 兵藤 守³
SUZUKI, Syota¹; ITO, Takeo^{1*}; SATO, Kachishige²; HYODO, Mamoru³

¹名古屋大学大学院環境学研究科, ²東京学芸大学教育学部, ³海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域
¹Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, ²Faculty of Education, Tokyo Gakugei University, ³Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

1. はじめに

2011年3月11日に東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)が発生した。この地震による地殻変動がGEONETや海底地殻変動観測点により観測されており、地震時には日本列島が東向きに変動した。地震後の変動は陸上の観測点では東向きの変動であるが、「宮城沖1」などの海底地殻変動観測点では西向きの変動を示している。地震後の地殻変動の主な原因としては、余効すべりと粘弾性応答があげられる。余効すべりは地震時に破壊した領域の周辺で応力が集中し、その応力集中を緩和するために発生するゆっくりとしたすべりであり、主に地震時と同じ方向の地殻変動が地表では観測される。また、粘弾性応答は地震時のすべりによりアセノスフェアに再分配された応力の緩和現象にともなう地殻変動であり、変動パターンは複雑である。本研究では、これらの2つの現象を考慮し、GEONETと海底地殻変動観測のデータをインバージョン解析することで、2011年東北沖地震の地震時、地震後のすべりの時空間分布を見積もる。

2. 解析手法

断層面上のすべりと地表面での変位の関係を表すグリーン関数は有限要素法を用いて計算した。有限要素法を用いることで、3次元的なプレートの沈み込みの形状や地殻・マントルなどの物性値を考慮した上で弾性的・粘弾性的な地殻変動を計算できる。本研究では東日本の2600×1500×400kmの領域をモデル化した。上部マントルの粘性率はOhzono et al. (2012)を参考に $4.0 \times 10^{18} \text{Pa} \cdot \text{s}$ を採用した。地殻変動データはGEONETと海底地殻変動観測点から得られたものを用いた。観測されたデータには年周変化が含まれているため、最小二乗法によりそれらを取り除いた。インバージョン解析には、すべりがなめらかになるような先験情報を導入した。このすべりのなめらかさの強さを決めるハイパーパラメータは、ノイズリダクションや地震時のMwから最適と思われる値を選択した。

3. 結果・考察

地震時のすべりは宮城沖の海溝付近に位置しており、最大すべりは海溝付近で約60mとなった。また、余効すべりの領域は地震時の破壊領域とは相補的な関係があり、過去のプレート境界での大地震の破壊領域とも相補的な関係があった。余効すべりの大きさは粘弾性を考慮した解析の場合は地震後2.5年間で最大で2mに達し、粘弾性を考慮しない場合では最大で4mに達した。余効すべりによるモーメントマグニチュードは地震後2.5年間で8.06に達しており、余効すべりは今後も発展すると思われる。また、余効すべりの分布は粘弾性を考慮しない場合に比べ、福島沖の余効すべりは顕著に小さくなっており、海底地殻変動観測によって観測された、「宮城沖1」の西向きの変動も粘弾性応答で説明可能であった。このことから上部マントルの粘弾性応答に起因する地殻変動の影響は大きく、逆解析にて考慮する必要がある。

キーワード: 余効すべり, 粘弾性応答, 有限要素法
Keywords: Afterslip, Visco-elastic response, FEM