

GRACE及びGPSデータから求めた2004年スマトラ-アンダマン地震の アフタースリップ及び粘弾性緩和モデル

Postseismic deformation following the 2004 Sumatra-Andaman earthquake deduced from GRACE and GPS measurements

長谷川 崇^{1*}, 福田 洋一¹, 田中 愛幸², 宮崎 真一¹, 付 広裕¹, 橋本 学³, 山本 圭香⁴

Takashi Hasegawa^{1*}, Yoichi Fukuda¹, Yoshiyuki Tanaka², Shin'ichi Miyazaki¹, Guangyu Fu¹,
Manabu Hashimoto³, Keiko Yamamoto⁴

¹京都大学理学研究科地球惑星科学専攻, ²東京大学地震研究所, ³京都大学防災研究所, ⁴総合地球環境学研究所

¹Department of Geophysics, Kyoto Univ., ²ERI, Univ. Tokyo, ³DPRI, Kyoto Univ., ⁴RIHN

1. はじめに

2004年スマトラ-アンダマン地震は、地震に伴う重力変化が重力観測衛星GRACEにより測定された初めての地震である。我々はこれまでの研究で、ポストサイスミックな重力変化がアフタースリップによって説明できることを示した (Hasegawa et al. [GJI, Submitting])。GRACEデータからは、Nicobar諸島沖の深さ20kmより浅い領域で時定数が約3カ月程度の急激な滑りが生じた後、震源断層全域の深さ40kmより深い領域で時定数が数年の緩やかな滑りが生じたことが推定された。得られたアフタースリップの規模は、浅部での滑りがMw9.0、深部での滑りがMw9.2に相当し、本震と同規模のものであった。さらに、このアフタースリップモデルは、GPSにより観測された地表変位データともよい調和を示した。

一方で、1年以上の時間スケールでは、粘弾性緩和により重力変化や地表変位が生じている可能性もある (Pollitz et al. [GRL, 2006]; Panet et al. [GJI, 2007])。そのため、重力変化が全てアフタースリップにより生じたと仮定して推定された我々の従来のモデルは、1年以上の時間スケールの滑り量の見積りに誤差が含まれている可能性がある。より現実的なモデリングのためには、粘弾性緩和とアフタースリップの両方を考慮してGRACE及びGPSデータを解釈する必要がある。そこで、本研究では、粘弾性緩和とアフタースリップの両方を考慮して、地震後5年間のGRACEとGPSデータを説明する余効変動モデルを作成した。

2. 方法

まず、適当な粘弾性構造を仮定して、地震時の断層変位により生じる粘弾性緩和を重力変化と地表変位について計算した。そして、観測データと粘弾性緩和モデルの残差をアフタースリップにより解釈した。粘弾性緩和とアフタースリップの効果の和が、GRACE及びGPSデータに最もよく一致する粘弾性構造とアフタースリップモデルを探索することで、余効変動を解釈した。粘弾性応答により生じる重力変化と地表変位の計算には球対称粘弾性地球モデルでのDislocation理論 (Tanaka et al., JGI, 2006) を、断層変位により生じる弾性変形は球対称成層地球でのDislocation理論 (Sun et al., GJI, 1993) を用いた。

3. 結果

アセノスフェアの厚さが50kmで、粘性率が 10^{17} 、 10^{18} 、 10^{19} [Pa s]の3種類の粘弾性構

造を用いたフォワードモデリングの結果、粘性率が 10^{19} [Pa s]の場合にGRACEとGPSデータを最もよく説明する余効滑りモデルを作成することができた。粘性率が 10^{19} [Pa s]の場合、地震後1年以内では、粘弾性緩和により生じる重力変化と地表変位は無視できるほど小さかった。このことから、地震後1年以内の余効変動は主にアフタースリップによって引き起こされており、推定された滑りモデルもHasegawa et al. [GJI, Submitting]の結果と大差なかった。一方、1年以上の時間スケールでは、アフタースリップの影響が支配的であるものの、粘弾性緩和の効果が無視できなくなることが示された。このため、従来のアフタースリップモデルを修正する必要があることがわかった。

今後はインバージョンによるモデリングから、より詳細なアフタースリップの時間発展を求める。また、GRACEデータがどの深さ領域の滑り分布の分解能の改善に有用か、checkerboard resolution testにより議論する予定である。

キーワード: GRACE, GPS, 2004年スマトラアンダマン地震, アフタースリップ, 粘弾性緩和

Keywords: GRACE, GPS, 2004 Sumatra-Adnaman earthquake, Afterslip, Viscoelastic relaxation