

## 2011 年東北沖地震による 2008 年岩手・宮城内陸地震余震域への静的応力降下と地震活動の低下 Aftershock activity of the 2008 Iwate-Miyagi inland earthquake suppressed by stress shadow of the 2011 Tohoku earthquake

鈴木 悠平<sup>1\*</sup>; 遠田 晋次<sup>2</sup>; 吉田 圭佑<sup>1</sup>; 岡田 知己<sup>3</sup>  
SUZUKI, Yuhei<sup>1\*</sup>; TODA, Shinji<sup>2</sup>; YOSHIDA, Keisuke<sup>1</sup>; OKADA, Tomomi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東北大学理学研究科地球物理学専攻, <sup>2</sup> 東北大学災害科学国際研究所, <sup>3</sup> 東北大学地震・噴火予知研究観測センター  
<sup>1</sup>Department of Geophysics, Graduate school of Science, Tohoku university, <sup>2</sup>International Research Institute for Disaster Science, Tohoku university, <sup>3</sup>Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Tohoku university

東北地方太平洋沖地震(以下, 東北沖地震)によって, 東日本の各地で誘発地震活動が活発化した。それらは静的応力変化(例えば, Toda et al., GRL, 2011)や動的応力変化(Miyazawa et al., GRL, 2011), 間隙流体圧の変化(Terakawa et al., EPSL, 2013)などによって説明されている。一方で, 東北沖地震によって地震活動が静穏化したとされる地域はきわめて限られる。東北沖震源付近(Kato & Igarashi, GRL, 2012)と2004年中越地震余震域(廣瀬・遠田, 地震学会秋季大会, 2011), 2008年岩手・宮城内陸地震余震域(Suzuki & Toda, AGU fall meeting, 2013)のみである。そのうち, Suzuki & Toda (2013)は岩手・宮城内陸地震の余震活動の低下の原因を東北沖地震による静的クーロン応力(CFF)の低下に求めた。しかし, 余震域の断層(以下, レシーバ断層)の情報が少なく, 静穏化が応力低下によるものとの確認に至っていない。

そこで, 本研究では岩手・宮城余震域において既存データの約40倍となる4106個の発震機構データを求め, より詳細な応力/地震応答の時空間解析とモデル化を行った。メカニズム解は, 2008年岩手・宮城内陸地震緊急観測グループ・原子力安全基盤機構(JNES)による臨時観測データ, 東北大学・気象庁・防災科学技術研究所(Hi-net, F-net)の定常観測データを用いてHardebeck & Shearer (BSSA, 2002)の手法にしたがって求めた。気象庁初動解と精度の良いF-netモーメントテンソル(VR?80%)も併用した。得られたメカニズム解のほとんどは逆断層型と横ずれ断層型を示す。この2つの断層タイプの比率は空間的に不均質で, 余震クラスターごとに特徴がある。これらのクラスター別の静穏化を調べたところ, 余震域南部で逆断層, 横ずれ断層がそれぞれ卓越する2つのクラスターにおいて, 東北沖地震後の地震活動の低下が顕著であった。また, 得られた全てのメカニズム解節面を同余震域に潜在するレシーバ断層とし, Iinuma et al. (JGR, 2012)の東北沖地震の震源断層モデルを用いて $\Delta$  CFFを計算した。媒質は半無限均質弾性体(Okada, BSSA, 1992)を仮定し, 見かけの摩擦係数0.0, 0.4, 0.8の場合をそれぞれ計算した。その結果, 0.0の場合で80%以上, 0.8の場合では50%以上の節面で $\Delta$  CFFが負となった。また前述の2つのクラスターでは,  $\Delta$  CFFが負となる節面が卓越していたことがわかった。

$\Delta$  CFFによる地震応答は, 速度・状態依存摩擦構成則をもとにDieterich (JGR, 1994)によって定式化されている。ある時刻に応力がステップ状に増加した場合, 地震活動の急増の後ベキ乗則に従って時間減衰する(大森公式)ことが物理的に説明されている。このDieterichモデルによる地震活動の時系列計算には複数のパラメータが必要である。ここでは, 上記で得られた $\Delta$  CFFの他に, 2000年から岩手・宮城本震までの震源データから推定された常時地震活動レート, 東北沖地震までの余震活動から最尤法で推定された応力蓄積速度, 構成パラメータと法線応力の積 $A\sigma$ , 岩手・宮城本震に伴う $\Delta$  CFFをパラメータ値として採用した。これらの条件のもと, 上記の大量のレシーバ断層への $\Delta$  CFFを使った地震応答をすべて計算し, その平均値の時系列と観測された地震活動の時系列を比較した。その結果, モデルでは東北沖地震時に地震発生のステップ的な増加が起こり, 観測値とは整合しなかった。このモデルと観測との不一致の原因として, 1) 東北沖地震後の地震検知率低下による余震データの欠損, 2) 余効変動による応力蓄積速度の変化, 3) 流体による摩擦の低下(摩擦係数が0.0で差が最も小さい), などが考えられる。

謝辞: 本研究では, 2008年岩手・宮城内陸地震合同余震観測グループ, 科学研究費補助金・新学術領域「地殻流体」および原子力安全基盤機構(JNES)による観測データを使用して推定したメカニズム解, 気象庁一元化処理震源, 気象庁初動解, F-netモーメントテンソルを使用しました。

キーワード: 誘発地震, 静的クーロン応力変化, 速度・状態依存摩擦則, 地震活動静穏化

Keywords: induced earthquake, static Coulomb failure stress change, rate-and state-dependent friction law, seismic quiescence