

2012年宮城沖プレート内ダブルット地震の震源断層モデルから検討した 日本海溝近傍における海洋プレート内レオロジー

Fault model of the 2012 off-Miyagi intraslab earthquake doublet and its implication for rheological signature of incoming Pacific plate

*久保田 達矢¹、日野 亮太²、鈴木 秀市²

*Tatsuya Kubota¹, Ryota Hino², Syuichi Suzuki²

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 東北大学大学院理学研究科

1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Graduate School of Science, Tohoku University

2012年12月7日、日本海溝そばのプレート内において深い逆断層型地震(~60km, Mw7.2, サブイベント1)と浅い正断層型地震(~20km, Mw7.1, サブイベント2; 時間差は約10秒) からなるMjma7.3の地震が発生した。震源域の周辺では、プレートの折れ曲がりによって浅部と深部それぞれで引張・圧縮の応力場が発達していることが知られている(e.g., Chapple and Forsyth, 1979 JGR)。両サブイベントのメカニズムはそれぞれが発生した深さにおける応力場と対応するため、この地震の破壊過程はプレート内部の応力場について議論するのに有用と考えられる。我々はこれまで、沖合津波記録と遠地地震波形記録からこの地震について詳細な震源モデルの推定を行ってきた(久保田, 2017 東北大博論)。本研究は、この地震の震源断層モデルの推定精度を評価したうえで、東北沖地震前後の地震活動や室内実験で得られた岩石の強度などと比較し、プレート内部の応力場やレオロジー的性質について考察を行った。

震源断層モデルの推定では、まず津波記録の逆解析から津波の波源分布を推定し、Global CMT解から期待される各サブイベントの海底変動分布と比較した。その結果、波源の沈降域はサブイベント2により、隆起域は両方のサブイベントの変動の重ね合わせにより生じていることが分かった。次に、サブイベント2について、津波波源分布の沈降域をもっともよく説明する一様すべり矩形断層モデルを、余震分布(Ohata et al. 2015, AGU FM)を参考にしながらグリッドサーチにより探索した。最後に、津波波源分布からサブイベント2の断層モデルから計算される上下変動を差し引いてサブイベント1による上下変動を抽出し、これを最もよく説明するサブイベント1の矩形断層モデルを、遠地実体波から得られたCMT解の情報を参考にしながら探索した。探索結果のうち、変動分布の説明度が比較的良好な断層モデルを抽出し、それに基づいて断層モデルの推定精度を考察した結果、得られた断層モデルの深さ方向の広がり、サブイベント1が~45-70 km、サブイベント2が~5-35 km (上端は海底と一致) の範囲にあることが分かった。

推定された正断層サブイベントの下端の深さ(~35 km)は、2007年に同海域で海底地震計を用いた観測により得られた正断層型地震の下端(~25km, Hino et al., 2009 G3) より有意に深い。この正断層型地震の深さ変化(~10 km)は、プレートの折れ曲がりによって生じる応力の深さ勾配(~15 MPa/km) を考えると、東北沖地震によってサブイベント2の震源域周辺に生じる水平引張の静的応力変化(~20MPa)では説明できない。そのため、東北沖地震発生前の時点ですでにプレートが深さ35km近くまで降伏し、強度と同程度の応力レベルまで低下しており、東北沖地震による静的応力変化が加わることで強度レベルを超え地震活動が活発化したと考える必要がある。このような応力場を説明するには、正断層型地震発生域下限の近傍において、室内実験から期待される岩石強度(e.g., Byerlee, 1978) よりも強度が顕著に低下している必要がある。構造探査の結果から示唆される海洋プレート表層部(< ~5km) に存在する流体(Fujie et al., 2018 Nature Comm) や、プレート表層に発達する正断層を介した流体のプレート内部への流入(e.g., Faccenda et al., 2009 Nature Geo) を考えると、この強度低下の原因は流体によるものと推測され、日本海溝付近において流体は深さ35 km程度まで流入していると示唆される。

サブイベント1の断層下端の深さは70kmと推定されたが、この深さはプレート年代から期待される脆性-延性(brittle-ductile)の遷移深さ(~55km)よりも有意に深い。これは、東北沖地震後に起こる粘弾性緩和(e.g., Tomita et al. 2017 Science Adv)に伴ってプレート深部での歪み蓄積速度が大きくなり、それによって延性破壊強度が増加(e.g., Scholtz, 1988)してbrittle-ductileの遷移深さが深部に移動したことで、脆性破壊ができる深さ範囲が深くなったことで断層破壊がプレートの深部まで及んだと考えられる。この結果は、東北沖地震のような、粘弾性緩和の影響が大きい巨大プレート境界型地震の後には、沈み込むプレート内の深部で発生する逆断層型地震の規模が大きくなる可能性を示唆している。

キーワード：2011年東北沖地震、プレート内地震、レオロジー、応力、津波

Keywords: The 2011 Tohoku-Oki earthquake, Intraplate earthquake, Rheology, Stress, Tsunami