

Spatial relationship between rupture area of two large inter-plate aftershocks of the 2011 Tohoku earthquake and slow-earthquake activity

*Hisahiko Kubo¹, Tomoaki Nishikawa²

1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

1. はじめに

Nishikawa et al. (2019) では、S-netや陸域観測網の観測記録および地震活動記録を利用することで、日本海溝沿いで発生している微動・超低周波地震・スロースリップイベント・繰り返し地震・群発地震といったスロー地震の活動域を推定し、それらが空間的にすみ分ける形で発生していることを明らかにした。本研究では2011年東北地震の後に発生したプレート境界型の余震のうち、2011年茨城県沖地震（2011年3月11日15時15分、Mjma 7.6）と2011年岩手沖地震（同日15時8分、Mjma 7.4）に着目し、それらの断層破壊領域とNishikawa et al. (2019) によるスロー地震活動の空間的な関係に関して調べる。後者に関しては本研究で新たに震源過程解析を行った。

2. 2011年茨城県沖地震と周辺のスロー地震活動

2011年茨城県沖地震のup-dip側のプレート境界上には沈み込む海山がMochizuki et al. (2008)によって推定されており、Nishikawa et al. (2019) によると、この海山が位置する領域において微動活動が存在している。2011年茨城県沖地震の断層破壊過程に関しては、Kubo et al. (2013)が強震波形記録と地殻変動記録を用いたジョイント震源インバージョンによって推定している。その結果によると、この地震は主としてup-dip方向に破壊が進展していき、海山の手前で終了したことが分かっている。

プレート境界上に存在する海山がどのように振る舞うのかはこれまで様々な議論がなされてきている。例えばScholz and Small (1997)では沈み込む海山がハードバリアとして振る舞うことを提案している。しかしながら茨城県沖の海山では微動が発生していることを鑑みると、Mochizuki et al. (2008)が提案したように、海山がソフトバリアとして振る舞っていると考えるのが妥当である。Mochizuki et al. (2008)では水分に富んだ堆積物が海山と一緒に沈み込み、それがプレート間カップリングを弱めている可能性を述べている。このソフトバリアの領域が地震破壊の進展先に存在していたことによって、2011年茨城県沖地震の破壊が止まったと考えられる。

3. 2011年岩手県沖地震と周辺のスロー地震活動

まず2011年岩手県沖地震の震源過程解析に関して説明する。2011年茨城県沖地震を解析したKubo et al. (2013)と同様な解析を行うが、震源インバージョン手法はKubo et al. (2015)によるFully Bayesian multiple-time-window source inversionを用いた。断層モデルとして全国1次地下構造モデル（Koketsu et al. 2012）の太平洋プレートの上面形状に沿うものを作成した。破壊開始点の水平位置は気象庁の震央情報を使用した。データには、防災科研K-NET・KiK-netによる地震動波形記録（S波部分、周期5-50秒）と、国土地理院GEONETによる30秒サンプリングの電子基準点記録から算出した地震前後の静的地殻変動記録を用いた。強震波形のGreen関数として、藤原・他（2009）による三次元地下構造モデルから観測点毎に観測点直下の一次元速度構造を抜き出し、それに基づき離散化波数積分法（Bouchon 1981）と反射・透過係数行列法（Kennett and Kerry 1979）により点震源の波形を計算した。地殻変動のGreen関数として、半無限均質媒質を仮定し、Okada (1992)のプログラムを用いて計算した。

2011年岩手県沖地震のup-dip側には、微動・超低周波地震・繰り返し地震・群発地震が分布している（Nishikawa et al. 2019）。予備的な震源過程解析の結果、震源を中心とした領域に大きなすべりの領域が見られており、2011年岩手県沖地震の破壊はスロー地震の活動域には及ばなかったと考えられる。また2011年

岩手県沖地震の周辺では過去にもM7クラスのプレート境界型地震が発生しており、1960年三陸沖の地震（Mjma 7.2）や1989年三陸はるか沖の地震（Mjma 7.1）がそれにあたる。それぞれの余震活動域は2011年岩手県沖地震の大すべり領域よりもup-dip側に位置しており、上記のスロー地震の活動域、とくに繰り返し地震・群発地震の活動域と重なる。なお1989年三陸はるか沖の地震の余震活動に関しては、地震後の非地震性滑りによって誘発された可能性が指摘されている(Kawasaki et al. 2001; Uchida et al. 2004)。