

強震記録から推定された2011年東北地方太平洋沖地震群の曲面断層上での震源過程 Rupture processes of the 2011 Tohoku-Oki earthquake sequence on the curved fault derived from strong-motion records

鈴木 亘^{1*}, 青井 真¹, 関口 春子², 功刀 卓¹

SUZUKI, Wataru^{1*}, AOI, Shin¹, SEKIGUCHI, Haruko², KUNUGI, Takashi¹

¹ 防災科学技術研究所, ² 京都大学防災研究所

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

2011年東北地方太平洋沖地震(以下、東北沖地震と呼ぶ)は、東北地方から関東地方にかけての広範囲にわたり非常に強い地震動をもたらした(青井・他, 2012, 地震第2輯)。われわれは強震記録を用いて東北沖地震の震源過程の推定を行い、地震波放射特性を検討してきた。解析に用いている強震記録の周波数帯域は被害に直接結びつく地震動の帯域より低い、推定されたすべり分布、すべり破壊の時間進展と地震波放射過程は東北沖地震の強震動生成を理解するために有用な知見となる。また東北沖地震の約30分後の3月11日15時15分に茨城県沖で発生したM7.6の最大余震は関東地方に再度強い揺れをもたらすなど、東北沖地震直後の余震群により断続的に強震動が続いた。本研究ではこれら東北沖地震群の震源過程をお互いに整合的な曲面断層モデルで解析することで、それぞれのすべり分布や時間進展を比較し地震波励起の関係について検討を図る。

曲面断層の表現とインバージョン手法は鈴木・他(2010, 地震学会)に基づいており、Nakajima and Hasegawa(2006, GRL)、Nakajima et al.(2009, JGR)、Kita et al.(2010, EPSL)をコンパイルした太平洋プレート上面形状データの北緯35.5度から40.5度程度の範囲について深さ8 kmから60 kmの形状をNURBS(スプライン関数の一種)により表現した。これにより東北沖地震本震、15時8分の岩手県沖の余震(M7.4)、15時15分の茨城県沖の最大余震(M7.6)の断層面を柔軟に構築することが可能となった。

本震についてK-NETおよびKiK-netによる0.01-0.125 Hz速度波形記録を用いて解析した結果では、宮城県はるか沖の破壊開始点より浅い領域に低周波数帯域に富む地震波を放射した大すべりが見られ、破壊開始点より陸側の領域で加速度波形に見られる2つの波群を生成した可能性のある2回の破壊が生じ、破壊開始から100秒後以降に福島県沖で関東地方に強い揺れをもたらした破壊が生じたという特徴が見られる。これは矩形断層を用いた結果と大局的には共通した特徴である。矩形断層は東北沖地震の震源域の平均的なプレート形状を模して、特に破壊開始点付近をよく近似しているが、プレート形状は沈み込みにつれ傾斜角が急となり、また走向も震源域南部および北端では矩形断層の走向とは異なる。このように形状に差異の見られる福島県沖での100秒後以降の破壊の規模は、曲面断層による結果の方が大きめに推定されている。

茨城県沖の最大余震について、南北およそ100 km東西およそ80 kmの範囲のプレート境界面を切り出し、0.01-0.25 Hzの強震記録を用いて震源過程を推定した。破壊開始点の水平位置は気象庁による震央位置とし、小断層は深さ2.5 kmごとに走向方向約10 kmの広がりを持つように分割した。すべりの大きい領域は破壊開始点よりも沖側に広がり、最大すべり7.5 mが破壊開始点の東南東約20 kmの領域に推定された。このすべり領域は2008年に発生したM7.0の地震の震央の南に広がる。破壊開始後約8秒間の破壊は顕著ではなく、8秒後から破壊開始点東方の大すべり域の破壊が開始して、この領域の破壊は10秒以上継続した。その後の破壊は破壊開始点南部と陸よりの領域でも見られる。南部での目立った破壊は銚子沖で終了している。モーメントマグニチュードは7.9であり、Global CMTの推定値と同規模でF-netによる7.8より大きい。プレート境界モデルより10 km程度深い気象庁の破壊開始点深さと15度程度傾斜角が急なF-netの震源メカニズムから構築した矩形断層を用いた解析でも、破壊開始点より沖側にすべりの大きい領域が推定されている。ただし断層面形状以外はほぼ同じ解析条件であるが最大すべり量は13 m弱と大きく、すべり量などをより信頼性高く推定しスケーリングなどの議論に用いるためには、曲面断層により断層面形状をできるだけ正確にモデル化することが望ましいと考えられる。