

強震動波形記録を用いた経験的グリーン関数法による2011年3月11日15時15分茨城県沖地震 ($M_w 7.9$) の震源モデル Source model of the 2011 Ibaraki-oki earthquake by the empirical Green's function method using strong-motion data

久保 久彦^{1*}, 浅野 公之¹, 岩田 知孝¹
Hisahiko Kubo^{1*}, Kimiyuki Asano¹, Tomotaka Iwata¹

¹ 京都大学防災研究所

¹ Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

2011年茨城県沖地震 ($M_w 7.9$) は2011年3月11日15時45分 (JST) に茨城県沖で発生した地震であり, 同日14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震 ($M_w 9.1$) の最大余震である. Kubo *et al.* (2012) では強震波形記録 (0.02-0.2 Hz) とGPSデータを用いた震源インバージョンによって2011年茨城県沖地震の時空間的なすべりモデルを構築した. 本研究では同地震の強震動生成と震源破壊過程の関係をより詳細に調べるために, 経験的グリーン関数法を用いた広帯域強震動波形のモデリング (0.1-10 Hz) を行い, 強震動生成領域 (Miyake *et al.*, 2003; 以下, SMGA) で構成される2011年茨城県沖地震の震源モデルを構築した上で, Kubo *et al.* (2012) による震源モデルとの比較を行った.

2011年茨城県沖地震の強震動波形記録において, S波の初動が到着して数秒後に, 大振幅の主要動が到着しているという特徴が見受けられる. このことから2011年茨城県沖地震における初期破壊の存在が示唆されるため, 本研究では震源で初期破壊が発生して数秒後に主破壊 (SMGAの破壊) が発生したという震源モデルを仮定する.

SMGAの破壊開始の位置と遅れ時間は, S波の初動と主要動の到達時刻の差を用いて, Takenaka *et al.* (2006) や Suzuki and Iwata (2007) と同様の手法で推定した. SMGAの大きさや配置, ライズタイム, 破壊伝播速度に関しては, 経験的グリーン関数法 (Irikura, 1986) による波形合成を行い, グリッドサーチすることによって決定した. その評価については加速度エンベロープと変位波形の残差の和により行った (三宅・他, 1999; Miyake *et al.*, 2003). 解析にはKiK-net 6観測点での強震動波形記録を用いた. 小地震の重ね合わせ数および大地震と小地震の応力降下量の比については, 観測スペクトル比を用いた source spectral ratio fitting method (Miyake *et al.*, 1999, 2003) によって決定した. 小地震と大地震の地震モーメント比についてはF-net 2観測点における観測スペクトル比の低周波数領域におけるフラットレベルから推定した. 経験的グリーン関数には2005年10月19日20時44分に茨城県沖で発生した地震 ($M_w 6.3$) を採用した.

解析の結果, SMGAの破壊は初期破壊から9秒後に震源から南東に約10kmから始まったことが分かった. 推定されたSMGAはKubo *et al.* (2012) が推定した大すべり領域よりも深い場所に位置しており, 一部が重なっている. SMGAの大きさは28km*28kmであり, 大すべり領域の大きさ (60km*30km) よりも一回り小さい. SMGAのライズタイムは2.8秒, 地震モーメントは 3.4×10^{20} Nm ($M_w 7.6$), 応力降下量は42MPaと推定された. SMGA内の破壊は主として南西方向に4.0km/sの破壊伝播速度で進展する. 他方で, Kubo *et al.* (2012) による震源モデルでは破壊は南東方向に伝播している.

本研究とKubo *et al.* (2012) の両方の結果を踏まえると, 2011年茨城県沖地震の震源破壊過程は次のように考えられる. 破壊開始から約10秒後に開始点よりやや浅いところで主破壊が開始した. 主破壊の前半では比較的短周期の地震波が多く放出された. 主破壊全体としては大きなすべりを伴いながら南東方向に進んでいった.

謝辞: 本研究では防災科学技術研究所 KiK-net, F-net で観測された強震動波形記録を使用しました.

キーワード: 2011年茨城県沖地震, 震源過程, 強震動生成領域, 経験的グリーン関数法

Keywords: The 2011 Ibaraki-oki earthquake, Source process, Strong motion generation area, The empirical Green's function method