

統計的グリーン関数法を用いた2016年熊本地震本震の特性化震源モデルの推定

Estimation of characterized source model of the mainshock in the 2016 Kumamoto earthquakes using the stochastic Green's function method

*小穴 温子¹、壇 一男²、宮腰 淳一²、藤原 広行³、森川 信之³、前田 宣浩³

*Atsuko Oana¹, Kazuo Dan², Junichi Miyakoshi², Hiroyuki Fujiwara³, Nobuyuki Morikawa³, Takahiro Maeda³

1. 清水建設、2. 大崎総合研究所、3. 防災科学技術研究所

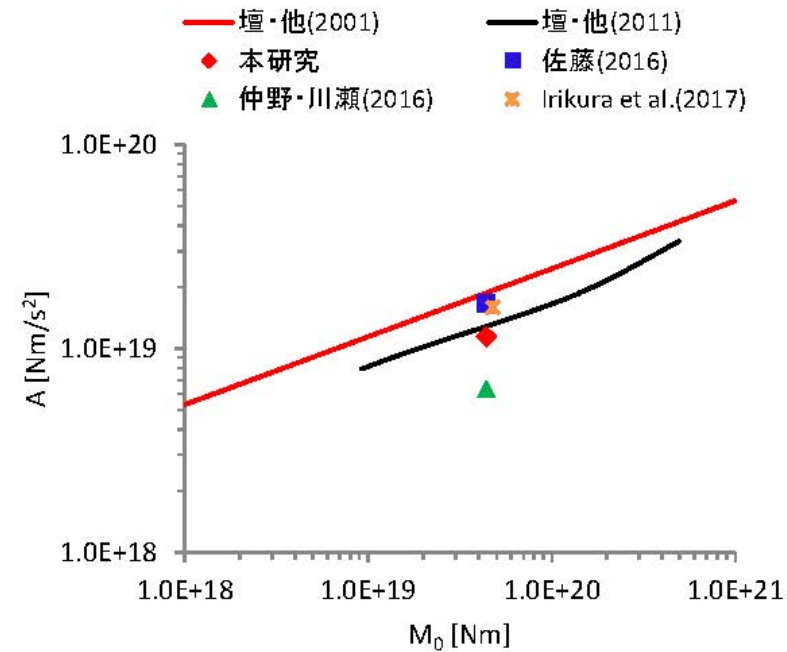
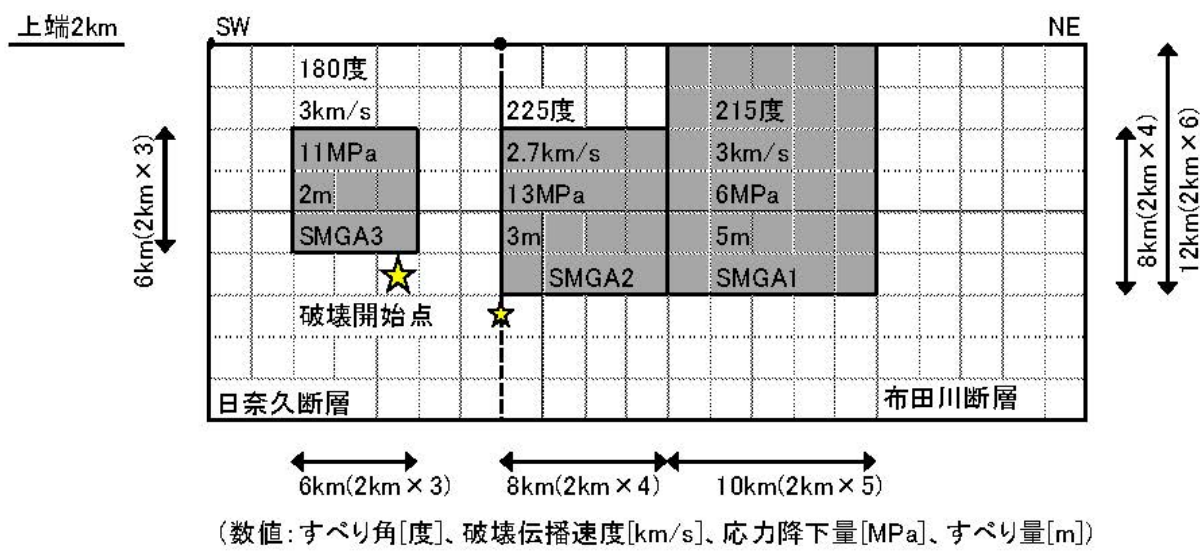
1. Shimizu Corporation, 2. Ohsaki Research Institute, 3. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

本研究では、観測記録が得られなかった地点における強震動予測を見据え、統計的グリーン関数法を用いて、2016年熊本地震の本震の観測記録をできるだけ再現するような特性化震源モデルの推定を試みた。

検討対象とした観測点は、KMMH16益城を含むKiK-net観測点7地点である。はじめに、観測記録から表層地盤の影響を取り除くため、工学的基盤上面における地震動を推定した。具体的には、5 Hz以下で地表記録と地中記録の伝達関数に合うような地盤モデルを同定し、それと地中記録を用いて、次元重複反射理論に基づき基盤波を求めた。ここで、水平2成分ともに同じ地盤モデルではぎ取ることが困難であったため、NS成分とEW成分は別々に検討した。次に、全国1次地下構造モデル(Koketsu et al., 2012)に基づき、地震基盤から工学的基盤(観測記録のはぎ取り位置)までの地下構造モデルを設定し、小地震記録のH/Vスペクトル比を参照しながら、卓越振動数が合うようにチューニングを行った。統計的グリーン関数は、特に震源に近い地点を重視し、Boore(1983)の統計モデルに準拠した振幅特性とBoore(1983)の経時特性モデルを用いて計算し、さらに香川(2004)のベル型の変位波形になるように収斂計算を行った。高周波遮断振動数 f_{max} は4 Hzとした。伝播経路のQ値は、佐藤(2016)の $62f^{0.87}$ (ただし、振動数 f が1 Hz以下で一定)とした。震源モデルは、強震動生成域SMGAのみのモデルを仮定した。SMGAの位置と面積は、Asano and Iwata(2016)の震源インバージョンの領域内で、観測記録を説明できるように試行錯誤的に設定した。SMGAのすべり量は、Asano and Iwata(2016)や引間(2016)のインバージョン結果を参照しつつ、計算結果の変位波形の振幅の大きさと長周期帯の応答スペクトルが観測記録と概ね整合するように設定した。応力降下量は、計算結果の加速度波形と速度波形の振幅の大きさ、短周期帯の応答スペクトルが観測記録と概ね整合するように設定した。断層全体の破壊開始点は気象庁の震源位置とし、布田川断層側の破壊開始点はそれよりも深い位置の断層南端部とした。破壊伝播速度は、益城町直下に位置する布田川断層の小さいほうのSMGAで2.7 km/s、日奈久断層側のSMGAと布田川断層の大きいほうのSMGAで3 km/sとした。

推定された震源モデルの短周期レベルは 1.14×10^{19} Nm/s²で、佐藤(2016)やIrikura et al.(2017)よりも小さく、仲野・川瀬(2016)よりも大きくなった。また、内陸地震の平均的な地震モーメントと短周期レベルの関係を表した壇・他(2001)よりも小さく、横ずれ断層の地震モーメントと短周期レベルの関係を表した壇・他(2011)よりも若干小さくなった。全地点の水平成分の観測記録と計算結果の応答スペクトル比の平均は、周期0.2~5秒で概ね1となり、観測記録の再現性が良好であることを確認した。ただし、周期5秒以上の長周期帯で1を若干下回った。これは、本検討ではSMGAのみのモデルとしており、全体の地震モーメントがF-net等の値の6割程度となっているためである。また、震源から近い地点では観測記録と計算結果の継続時間がよく整合した一方で、震源から遠い地点では計算結果のほうが観測記録よりも継続時間が短くなった。震源から遠い地点におけるグリーン関数の振幅および経時特性の設定については検討の余地がある。

キーワード：2016年熊本地震、統計的グリーン関数法、特性化震源モデル
Keywords: 2016 Kumamoto earthquake, Stochastic Green's function method, Characterized source model



※本研究、佐藤(2016)、仲野・川瀬(2016)の地震モーメント M₀ は F-net の 4.42×10^{19} Nm とした。佐藤(2016)と Irikura et al. (2017)の短周期レベル A は、SMGA の応力降下量と面積を用いて算出した。