

巨大地震による強震動予測のための強震動生成域に対する距離減衰式の適用  
 Application of a Ground Motion Prediction Equation to Strong Motion Generation Areas towards  
 Predicting Strong Ground Motions due to Great Earthquakes

○宮澤 理稔・瀨瀬 一起

○Masatoshi MIYAZAWA, Kazuki KOKETSU

We examined the attenuation characteristics of strong ground motions from strong motion generation areas (SMGAs) of great earthquakes, the 2003 Mw8.3 Tokachi-Oki earthquake and the 2011 Mw9.1 Tohoku-Oki earthquake, using the source distance from observation stations to the SMGA. For the 2003 Tokachi-Oki earthquake, the observed peak values of ground motions at most of the stations are due to the first asperity, or SMGA, thus the source distances are measured from this asperity. For the 2011 Tohoku-Oki earthquake, we used two of five major SMGAs because the wave packets from these areas are clearly identified in observed waveforms over a wide area. The observations of the ground motions are rather consistent with the prediction by Si and Midorikawa (1999) using total magnitude of the earthquake, while the prediction using the magnitude of the individual SMGA of the model underestimates the ground motions.

## 1. はじめに

プレート間で発生する巨大地震に伴い多様な周期を持つ波が観測されるが、構造物に被害をもたらす様な短周期の強震動を発生している領域は強震動生成域 (Strong Motion Generation Area: SMGA) と呼ばれている。SMGA は必ずしも地震時の大滑り域とは対応するとは限らず、滑り域内に特徴的に存在している。巨大地震に伴う強震動予測のためには、SMGA の推定とその強震動の距離減衰特性の理解が重要である。距離減衰特性は、地震動予測式 (Ground Motion Prediction Equation: GMPE) として多くの地域や地震のタイプについて経験的に数多く得られているが、巨大地震に存在する個々の SMGA に着目して調べられたことはない。本研究では 2003 年十勝沖地震 (Global CMT catalog に基づく Mw8.3) と 2011 年東北地方太平洋沖地震 (同 Mw9.1) について、SMGA に対する距離減衰式の適用可能性を調べた。

## 2. 解析とその結果

解析には K-NET および KiK-net で記録された波形を用いた。2003 年十勝沖地震については、Kamae & Kawabe (2004) による asperity (SMGA) が知られているが、多くの観測点で記録される強震動の peak ground acceleration (PGA) 及び peak ground velocity (PGV) は第一番目の Mw7.5 に相当する

SMGA の破壊に寄るものと考え、これに対する距離減衰の関係を求めた。観測から得られた値は、司・翠川 (1999) の GMPE が SMGA に対して予測するよりも有意に大きな値を取り、モデルでは観測値を過小評価することが分かった (Fig. 1)。2011 年東北地方太平洋沖地震については、Kurahashi & Irikura (2013) が報告している 5 つの SMGA のうち 2 つの SMGA (SMGA1, SMGA3) を用い

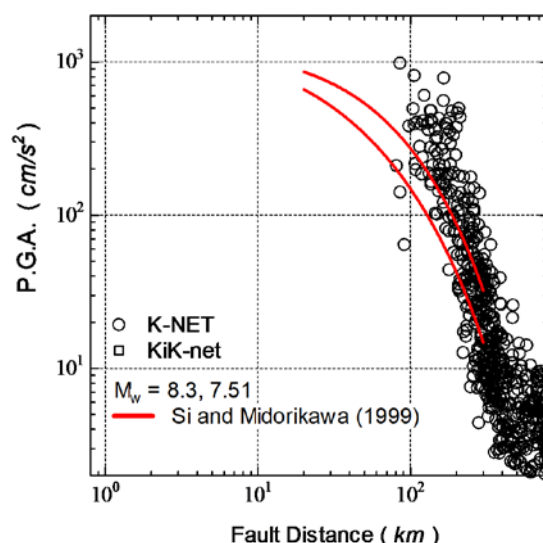


Figure 1: Attenuation characteristics of PGA for the 2003 M8.3 earthquakes. Fault distance is the distance from the correspondent asperity.

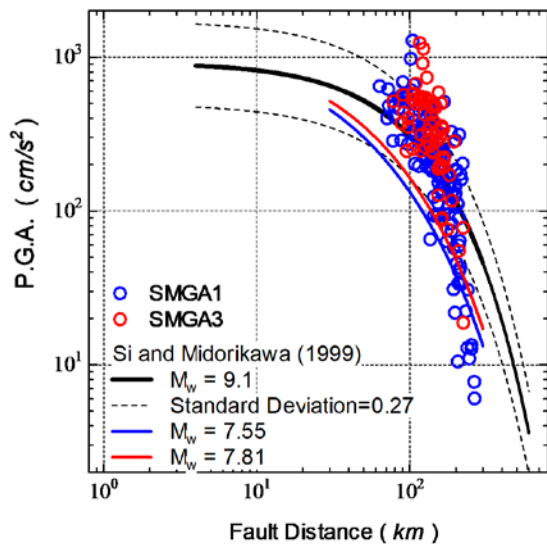


Figure 2: Attenuation characteristics of PGA from SMGA1 and SMGA3 during the 2011 M9.1 earthquakes. Fault distance is the closest distance from the corresponding SMGAs.

た。残りの3つのSMGAに関しては、対応するPGA及びPGVが明瞭に判別できる波形ではなかったため用いなかった。それぞれのSMGAに対してそのMwを用いた距離減衰式による予測値は、観測値を大幅に下回り(Fig. 2)、2003年十勝沖地震の時と同様の結果となった。

### 3. まとめ

2003年十勝沖地震及び2011年東北地方太平洋沖地震のいずれの場合も、SMGAに対して司・翠川(1999)のGMPEを用いて予測した場合、観測値を説明できず相当の過小評価することが分かった。この傾向は他に知られているGMPEを用いても同様であることが容易に想像される。

過小評価を解決するためには、いくつかの方法が考えられる。例えばMwにSMGAのMwではなく、地震全体のMwを用いると、観測をより説明することができる(Figs 1 & 2)。これはMidorikawa et al. (2012)が2011年東北地方太平洋沖地震に対して提案している、SMGAまでの最短距離を用いたGMPEと同様の考え方である。しかし、SMGAのMwを地震全体のMwに置き換えることは、SMGAから

輻射された波が、その破壊を含む断層全体の滑りが完了した時点で決まる総地震モーメントの情報を持っていることになり、これはSMGAの破壊完了より時間軸上で後の情報であるため、因果関係が崩れてしまう。更に2011年東北地方太平洋沖地震の場合、短周期側で求まるマグニチュードは明らかに9.0よりも小さいことが知られているにもかかわらず、長周期成分も含む地震全体の規模であるMw9.1を用いて再現できてしまう点が物理的に説明することができない。

またGMPEによる予測値の過小評価を解決するもう一つの方法として、断層距離の測り方を短くする方法もある。これは、SMGAの領域をこれまでのSMGAを包括するように大きく取ることに対応する。

### 謝辞

防災科学技術研究所のK-NET及びKiK-netの観測記録を用いました。本研究は、東京大学地震研究所・京都大学防災研究所、拠点間連携共同研究プログラムの援助を受けました。

### 参考文献

- Kamae, K. and H. Kawabe (2004), Source model composed of asperities for the 2003 Tokachi-oki, Japan, earthquake ( $M_{JMA} = 8.0$ ) estimated by the empirical Green's function method, *Earth Planet Space*, **56**, 323-327.
- Kurahashi, S. and K. Irikura (2013), Short-period source model of the 2011 Mw 9.0 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **103**, 1373-1393.
- Midorikawa, S., H. Miura, and T. Atsumi (2012), Strong motion records of the 2011 Tohoku earthquake and its attenuation characteristics, *J. Disaster Res.*, **7**, 693-700.
- 司宏俊・翠川三郎 (1999), 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, *日本建築学会構造系論文集*, **523**, 63-70.