

中・大規模地震における地震波エネルギーの推定  
 Estimation of Radiated Energy for Moderate and Large Earthquakes

○木内亮太・Jim Mori  
 ○Ryota KIUCHI, Jim MORI

Seismic radiated energy is important parameter to characterize the source physics of the earthquake. A lot of researchers have been tried to estimate the radiated energy for many earthquakes, but the reason why the variation of estimated radiated energy exists is not understood. The key to find the factor of this variation is that strike-slip events have higher radiated energy than normal and thrust events for large earthquakes (e.g., Perez-Campos and Beroza, 2001; Convers and Newman, 2011). However, the estimated radiated energy is not well corrected for radiation pattern in previous studies. In this study, we improve the radiation pattern correction to estimate the radiated energy for large earthquakes, and estimate them for moderate earthquakes too. In addition, we consider about the focal mechanism dependence of radiated energy. For large earthquakes, we can estimate the radiated energy with less standard deviation, and show that the estimated radiated energies depend on focal mechanisms as shown in previous studies.

### 1. はじめに

地震時に解放されるひずみエネルギーは断層上で消費される摩擦エネルギーと岩石破壊エネルギー、そして地震波として消費される地震波エネルギーの3つに分けられる。このうち地震波エネルギーは観測される地震波から直接推定することができ、震源での動的な情報を含んだ重要なパラメータである。しかしながら、これまでの研究から、推定誤差だけでは説明することの難しいバラつきが存在しており、個々の地震によってその値が大きく異なる。

これに対する一つの可能性としては、大規模地震において、遠地P波から推定された見かけ応力（地震波エネルギーと地震モーメントの比に剛性率を乗じた量）が横ずれ型のメカニズムを持つ地震が正断層や逆断層のメカニズムを持つ地震に比べて大きいというメカニズム依存性を示していることである（e.g., Perez-Campos and Beroza, 2001; Convers and Newman, 2011）。しかしながら、横ずれ型地震の際には観測される遠地P波が放射パターンの節に近くに集まるため、振幅値の補正が難しく過度の補正を施している可能性が考えられる。そこで本研究では、放射パターンの補正に関して改良を行い、再度遠地実体波を用いて地震波エネルギーの推定を行った。

またこの大規模地震で確認された見かけ応力の

メカニズム依存性が大規模地震以外では確認されていない。そこで、本研究ではこの性質が中規模地震でも有しているのか、また規模によってその性質がどう変化するかを調べるために、近地波形データを用いて同様に地震波エネルギーの推定を行う。

### 2. 方法

大規模地震に関する解析では Boatwright and Choy (1986) の解析手法を改良して用いている。この手法では放射パターンの補正時に使用するメカニズム解が一つだけで表現されているが、それは次の三点の理由から困難がある。

- ① 推定されたメカニズム解の誤差
- ② 地球内部での散乱による、理論的な波線とは異なる地震波の入射
- ③ 点震源仮定（実際は破壊が進展する間にメカニズム解が変化する）

これらのことを踏まえて本研究では、用いるメカニズム解の誤差を考慮した上で放射パターンの補正を行う。具体的には、補正值に関して strike, dip, rake それぞれの数値に $\pm 7.5^\circ$ の幅を与えて計算した後にその平均を取り解析に用いる。

中規模地震に関しては、国内のネットワークである防災科学技術研究所Hi-netの地震波形水平2成分のS波部分を用い、M5程度の地震を対象とし

て解析を行った。また観測点近傍におけるサイト特性や震源と観測点間における経路の影響を除くために経験的グリーン関数法を用いた。

### 3. 結果及び考察

大規模地震に関して、今回の放射パターン補正に関して改良を行った解析から、従来の方法で求められた横ずれ型での地震波エネルギーが過大に見積もられていることがわかった (Fig. 1)。さらに改良後の手法ではより誤差の小さな安定的な解析が可能となった (Fig. 2)。しかしながら、横ずれ型で大きいという見かけ応力のメカニズム依存性はやはり存在することが分かった。本発表では中規模地震に関する結果についても合わせて考察する予定である。

### 4. 参考文献リスト

Boatwright, J., and G. L. Choy (1986), Teleseismic estimates of the energy radiated by shallow earthquakes, *J. Geophys. Res.*, 91, 2095-2112 .

Convers, J. A., and A. V. Newman (2011), Global evaluation of large earthquake energy from 1997 through mid-2010, *J. Geophys. Res.*, 116, B08304, doi: 10.1029/2010JB007928.

Perez-Campos, X., G. Beroza (2001), An apparent mechanism dependence of radiated seismic energy, *J. Geophys. Res.*, 106, 11,127-11,136.

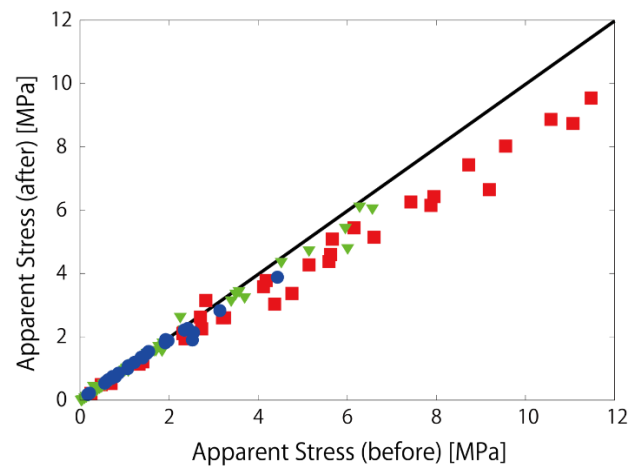


Figure 1. The comparison of apparent stresses estimated from the method of Boatwright and Choy [1986] (before) and its improved method (after). The red squares, green triangles, and blue circles show strike-slip, thrust, and normal fault events respectively. The black solid line shows that apparent stresses estimated from these methods are equivalent.

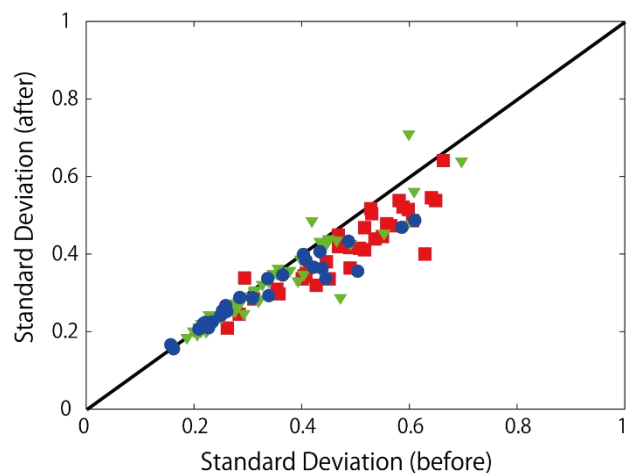


Figure 2. The comparison of standard deviations estimated from the method of Boatwright and Choy [1986] (before) and its improved method (after).