

## ウェーブレット変換を用いた広帯域震源インバージョン手法の開発 Wavelet domain inversion for estimating broadband source process

○ 鈴木亘・岩田知孝

○ Wataru Suzuki, Tomotaka Iwata

Estimating the source process from broadband strong motions is recent challenging issue. We try to reveal it using the wavelet coefficients as a target of inversion. Introduction of wavelet transforms makes it possible to evaluate the fitting between the observed and synthetic seismic records according to its frequency-dependent characteristics. For low-frequency range, target is a time series of wavelet coefficient itself, while that for high frequency is a series of the absolute value of wavelet coefficient. We confirm the validity of this new inversion method by numerical test and apply it to the 2000 Western Tottori earthquake.

### 1. はじめに

1Hz以下の低周波数強震記録による震源インバージョンは詳細な震源過程を明らかにしてきた。震源の物理の理解を深め、強震動予測のための震源のモデル化を考える上で、さらに高周波数帯域まで含む広帯域強震動放射の時空間分布を解明し、その周波数依存性を検討して、震源での広帯域強震動生成過程を知る必要がある。このような試みとしてMiyake (2003)は、周波数領域のインバージョンにおいて高周波数ほど位相の重みを小さくすることにより、周波数ごとの強震動放射強度分布を推定した。浅野・岩田(2007)は低周波数(1 Hz以下)の速度波形と高周波数(1 Hz以上)の加速度エンベロープをターゲットとして、断層面上のすべり量、最大すべり速度、破壊時刻分布の推定を行うJoint source inversion法を提案している。本研究では、強震記録のウェーブレット係数に着目し、周波数帯域毎の地震波特性に応じた評価を行うことによる広帯域震源過程を推定する新しいインバージョン手法の構築を行う。

### 2. インバージョン手法

波形合成には、高周波数帯域まで含む広い周波数帯域の波形を再現することのできる経験的グリーン関数法を用いる。Ji *et al.* (2002)の震源インバージョンに倣い、Yamada and Ohkitani (1991)で提案されたMeyer-Yamadaのウェーブレットを基底として速度波形を変換したウェーブレット係数を評価対象とする。このウェーブレットは周波数帯域でコンパクトサポートであり、効果的な帯域制限フィルタとして働く。高周波数帯域のウェーブレット係数列は地震波形同様に位相の変動

が激しく、位相まで含めて合成記録を観測記録に合わせることは困難である。そこで低周波数帯域では係数列そのものを合わせ、高周波数帯域では係数列の振幅のみを合わせるエンベロープ的な評価を行うことで、広帯域強震動のフィッティングを図る。推定する未知変数は、各小断層での相対的なすべり速度強度と破壊時刻とする。この逆問題は非線型なので、非線型最小二乗法の反復解法により未知変数の推定を行う。

### 3. 2000年鳥取県西部地震への適用

2000年鳥取県西部地震は観測点分布が良好であること、詳細な低周波数震源像が得られており結果の比較検討が可能であることから、開発した手法の有効性を検討するのにふさわしいと考えられる。まず手法の妥当性を検証するために、鳥取県西部地震を模した問題設定による数値実験を行った。小地震記録のS/N比を考慮して0.2-0.39, 0.39-0.8, 0.8-1.6, 1.6-3.2 Hzの4帯域に対応するウェーブレット係数を用い、1.6 Hzを境に低周波数帯域と高周波数帯域に分け、前述のように評価法を変えている。破壊時刻はすべり速度強度に比べてインバージョンでの感度が低く、分布の再現性は初期モデルの破壊伝播速度に依存していることが分かった。破壊伝播速度が適切に設定されていれば、記録にノイズが付加された場合についても、仮定した強度分布は良好に再現されることが確認された。また低周波数帯域のみ、高周波数帯域のみを用いたそれぞれ解析でも、仮定した分布はよく再現された。実データを用いて、低周波数帯域と高周波数帯域についてすべり速度強度と破壊時刻分布の推定を行っている。