

## ウェーブレット領域インバージョンによる2000年鳥取県西部地震の広帯域地震波放射過程の推定

### Wavelet domain inversion of the 2000 Western Tottori earthquake for broadband seismic wave radiation process

# 鈴木 亘 [1]; 岩田 知孝 [2]

# Wataru Suzuki[1]; Tomotaka Iwata[2]

[1] 防災科研; [2] 京大・防災研

[1] NIED; [2] DPRI, Kyoto Univ.

大地震時の震源断層における広帯域強震動生成過程の解明は震源の物理の理解を深め、強震動予測のための震源モデル化手法の高精度化に寄与する重要な課題である。広帯域強震動生成過程を知るためには、波形合成手法、モデルパラメーター、波形一致度評価について統一的に取り扱った上で、周波数帯域ごとの地震波放射過程を推定する必要がある。我々はこの目的のために、ウェーブレット係数を評価対象とする震源インバージョン手法の開発を行ってきた（鈴木・岩田, 2007 地震学会）。今回は、開発された手法の安定性や解像度を数値実験により確認した後、2000年鳥取県西部地震に適用し、この地震の広帯域地震波放射過程を推定した。

本研究では、Ji et al. (2002) で提案されたウェーブレット領域インバージョンの、地震記録の周波数帯域ごとの特徴に応じた記録一致度評価を可能とするという利点を生かし、これを高周波数帯域まで拡張することにより、統一的に周波数帯域ごとの地震波放射過程を推定する。ウェーブレット係数の変動の緩やかな 1 Hz 以下の低周波数帯域については係数列について、係数の正負が激しく入れ替わる高周波数帯域についてはその二乗をとったスカログラムについて一致度の評価を行う。高周波数帯域の解析において、時間窓の幅の設定に任意性のある RMS エンベロープと異なり、ウェーブレット変換には解析周波数帯域に必要な時間窓が自動的に設定されるという特徴もある。広帯域波形合成のために、低周波数帯域は離散化波数法による理論波形で、高周波数帯域は実地震記録で構築したハイブリッドグリーン関数を用いた。解析周波数帯域は 0.0625-1 Hz の低周波数帯域と、1-2 Hz 及び 2-4 Hz の高周波数帯域とした。まず低周波数地震波のインバージョンにより地震波放射強度と破壊時刻の分布を推定し、続いて得られた破壊時刻を基に高周波数地震波放射強度分布を推定する。本手法は非線型逆問題であり、Levenberg-Marquardt 法を用いた最小二乗法の反復解法により問題を解く。非線型インバージョンの初期値依存性の悪影響を避けるため、低周波数帯域のインバージョンについて、粗いモデルパラメーター分布から段階的に細かい分布を推定していくマルチスケール手法をとる。また低周波数帯域のインバージョンでは、総地震モーメントを Global CMT project で推定された値に保つことと破壊時刻に関する空間的な平滑化という二つの拘束条件を課す。

ターゲットとする 2000 年鳥取県西部地震と同じ断層面と観測点の配置を用いて数値実験を行った。マルチスケール手法の有効性を検証するために、細かいパラメーター分布を一度に推定するインバージョンを比較として行った。破壊伝播速度が変化する場合、マルチスケール手法でのみ安定的に放射強度と破壊時刻の分布が得られることが分かった。高周波数帯域のインバージョンでは、深さ方向に広がる放射強度の強い領域について再現が充分でない場合が見られたが、水平方向の分布についてはよく再現されることが分かった。また時間窓を変化させたエンベロープインバージョン結果との比較から、エンベロープを用いる場合には解析周波数に適した時間窓を選ぶ必要があるが、スカログラムを用いるとその関係を意識せずともモデルの再現がよいことが示された。

続いて、本手法を実データへと適用した。0.0625-1 Hz 帯域についてのマルチスケールインバージョンより、低周波数地震波放射の強い領域（アスペリティ）が破壊開始点の南東から上部にかけて広がり、破壊開始点付近では放射強度が弱かったことが示された。また南東への破壊伝播は上方への伝播に比べて速かったことが分かった。これは既往の低周波数波形インバージョンと整合的な結果である。1-2 Hz 帯域の地震波が強く放射された領域は、破壊開始点南東のアスペリティの破壊が始まった付近に広がっていた。一方、2-4 Hz の地震波は、同アスペリティの破壊が終わる周縁部で強く放射されていた。これらの結果は、周波数帯域ごとの強震動生成がアスペリティ破壊の成長と終息に関連している可能性を示唆している。また 1-4 Hz の高周波数帯域地震波がアスペリティの内部とその周縁部の局在した領域から放射されている可能性が指摘できる。

謝辞：防災科学技術研究所の K-NET、KiK-net の強震記録、気象庁の震源情報、F-net 及び Global CMT project のモーメントテンソル解を使用いたしました。記して感謝いたします。