

アジョイントトモグラフィー法による地球内部不均質構造の推定

#三好崇之・大林政行・東野陽子・坪井誠司

独立行政法人 海洋研究開発機構

Determination of Earth structure using adjoint tomography method

#Takayuki MIYOSHI, Masayuki OBAYASHI, Yoko TONO, and Seiji TSUBOI

従来、地球内部不均質構造モデルは波線理論に基づく走時トモグラフィー法により推定されてきたが、波動理論とアジョイント法を組み合わせたアジョイントトモグラフィー法による推定が進みつつある（例えば、Tape et al. 2009; Zhu and Tromp 2013）。我々は、日本列島を含む東アジア地域および関東平野を対象に、観測波形を再現する構造モデルを得ることを目的としてアジョイントトモグラフィーを実施している。本発表では、東アジア地域を対象とした反復2回の結果を示す。

インバージョンで使用した地震は、Harvard CMTカタログよりhalf duration が5秒以内でM5.5以上の147地震を選んだ（Fig. 1）。地震波形は、東アジア地域で収録された広帯域地震観測記録からS/N比の良好な記録を選択した。1地震の平均観測点数は約100点である。理論波形はスペクトル要素法（Komatitsch and Tromp 2001）を用いて三成分の変位波形を計算した。インバージョンの初期構造モデルはObayashi et al. (2009)による走時インバージョンによる三次元P波速度構造である。観測波形と理論波形について30-150秒のバンドパスフィルタを施し、実体波と表面波の位相を切り出した。地震波速度に関するパラメータのmisfitカーネル（Fig. 2）は、アジョイント法による単純化（Liu and Tromp 2006）を利用して計算を実施し、最急降下法によりP波速度、S波速度および密度を更新した。アジョイントトモグラフィー法では、理論波形計算とカーネル計算に大規模計算が必要で、今回の規模では1回の反復に約10万CPU時間を要する。計算は京コンピュータの32ノード（256CPUコア）で実施し、京コンピュータにおいて複数のジョブが並走することで実質的な計算時間は大幅に短縮された。

結果の一例をFig. 3に示す。修正された構造モデルで計算された理論波形は、観測波形を再現するように改善され（Fig. 4）、波形全体のVR値は初期モデルから約10%向上した。得られた構造モデルは、初期構造モデルよりも速度が数%程度小さくなり、とくに日本列島やフィリピン海の深さ100kmで修正がなされた。今後、波形データと反復回数を増やし、より短周期側の15秒程度の波形再現を目指す。

本研究は、HPCI 戦略プログラム（分野3）「防災・減災に資する地球変動予測」の「地震の

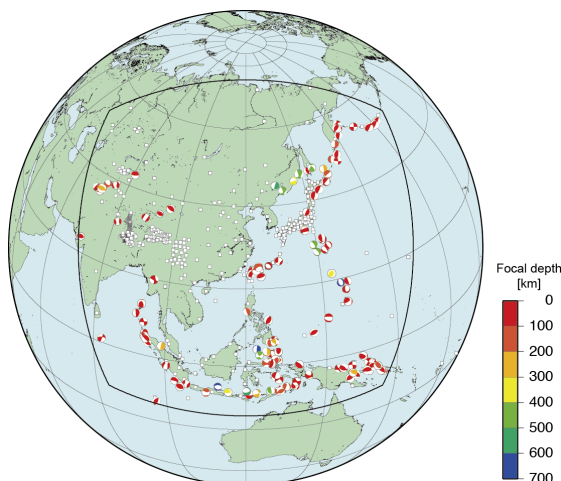


Fig. 1 本研究で使用した地震と観測点の分布。黒枠内がインバージョンの対象領域。

予測精度の高度化に関する研究」の一部として行われました。謝辞：研究の一部に防災科学技術研究所 F-net の波形データを使用しました。記して感謝いたします。

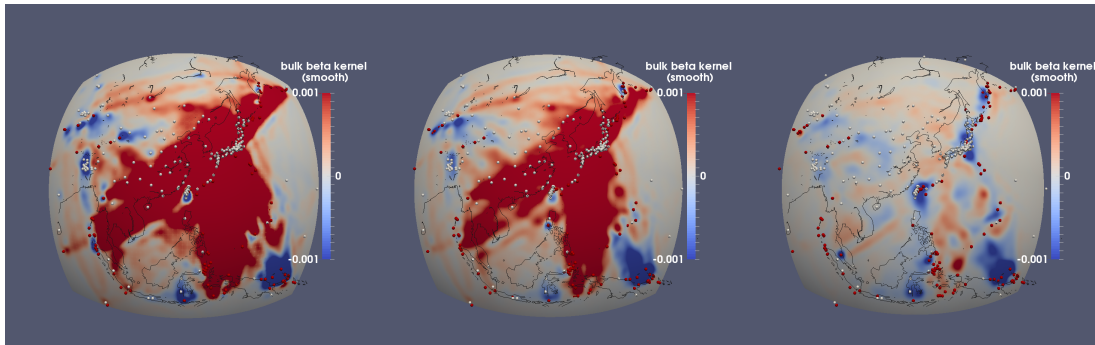


Fig. 2 S波速度に対応する misfit カーネル。赤は速度を遅く、青は速度を速く修正することを意味する。左から深さ 50km, 100km, 200km.

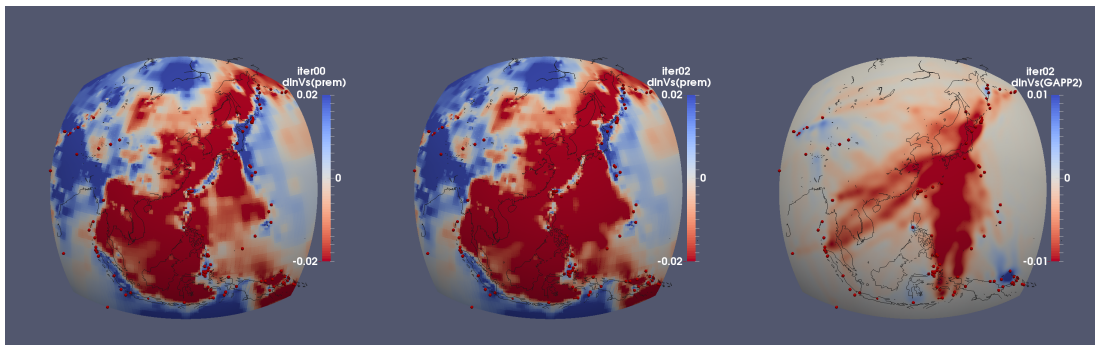


Fig. 3 深さ 100km の S 波速度の結果。左：初期モデル，中央：反復 2 回目（両者とも一次元モデルからのずれ）。右：初期モデルからの反復 2 回目の修正量。基準速度より遅い領域は赤で、速い領域は青で示す。目盛りの最大最小は 2%。

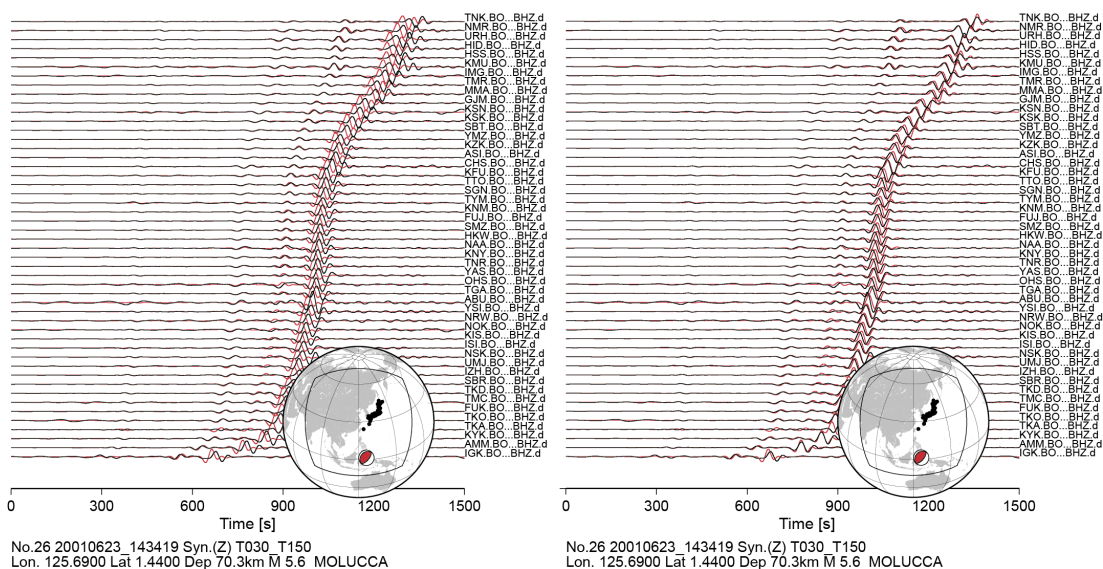


Fig. 4 F-net（鉛直成分）における波形改善の例。2001年6月23日（M5.6）インドネシアの地震。左：初期モデル，右：反復 2 回目。赤：理論波形，黒：観測波形。