

東日本沈み込み帯の方位異方性トモグラフィー: 3次元波線追跡法の影響

Anisotropic tomography of East Japan: Effect of 3-D anisotropic ray tracing

*綱嶋 椋¹、趙 大鵬¹、豊国 源知¹*Ryo Tsunashima¹, Dapeng Zhao¹, Genti Toyokuni¹

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター

1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University

地震波トモグラフィーは、地球内部の3次元構造不均質を解明する最も有効な手段の一つである(e.g., Zhao, 2015). 地震波異方性とは、地震波の伝播・偏光方向によってその伝播速度が変化する現象であり、地球内部のダイナミクスを反映すると考えられている(e.g., Zhao et al., 2023). トモグラフィーの手法に異方性を取り入れることで3次元異方性分布を推定することができる。一方で、トモグラフィー解析における3次元波線追跡では等方性速度のみを考慮することが多く、波線追跡における異方性の影響がどの程度なのか調べた研究は少ない。

本研究では、東日本沈み込み帯を対象として3次元P波方位異方性トモグラフィー解析(Wang & Zhao, 2008, 2013)をおこない、3次元波線追跡では方位異方性を考慮した。方位異方性を考慮した波線は等方性速度のみを考慮した波線からある程度屈曲することがわかっている(Tsunashima et al., 2024, submitted). 使用した観測データは、東日本およびその周辺において発生した近地地震の到着時刻であり、気象庁一元化検測値データから選択した。2019年から2023年までに発生した地震のうち、マグニチュードは1.5以上のものを選んだ。その後、Azuma et al. (2019)により推定されたS-netの地下の堆積層の厚さからP波の到着時刻を補正し、1次元速度モデルにより震源再決定をおこなった。震源が均質に分布するように震源を選択し、海域で発生した浅い地震は取り除いた。その結果、1,441個の観測点において11,811個の地震が選択され、316,965個のP波初動データが得られた。なお、解析ではコンラッド面とモホ面、そして沈み込む太平洋スラブ上面の形状(Zhao et al., 2022)を考慮し、太平洋スラブは4%の高速度領域とした。

まず地殻(深さ10 km, 25 km)において、陸域では等方性速度構造と速い速度の方向(fast-velocity direction, FVD)の分布は局所的だった。次にマントルウェッジ(深さ>40 km)において、火山フロントと背弧領域で低速度異常と海溝直交方向のFVD、北海道地方と関東地方の深さ80 km付近において扇形のFVDが見られた。この扇形のFVDはプレートの沈み込みと衝突にともなう3次元のマントル流を反映していると考えられる(e.g., Niu et al., 2016). そして太平洋スラブ内は、全体的に高速度領域でFVDの分布は複雑であり、スラブが横方向に変形している領域では海溝平行方向のFVDが見られた。これらの特徴は先行研究と調和的である(e.g., Jia & Zhao, 2023). また、上記で求めたモデルと等方性速度のみを考慮した波線追跡で求めたモデルとの比較では、この2つのモデルの間に差はほとんど見られず、等方性速度や方位異方性の振幅の差は最大で0.6%程度、FVDの角度の差は最大で6°程度であった。これは方位異方性を考慮した3次元波線追跡がトモグラフィーに与える影響が小さいことを意味する。

謝辞

本研究では、気象庁・文部科学省が協力してデータを処理した結果を使用した気象庁一元化情報を用いている。一元化データには、北海道大学、弘前大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、高知大学、九州大学、鹿児島大学、防災科学技術研究所、産業技術総合研究所、国土地理院、青森県、東京都、静岡県、神奈川県温泉地学研究所、横浜市、海洋研究開発機構および気象庁により提供された地震波形データが使用されている。

