

Numerical simulations of guided waves propagating in subducting oceanic crust (2)

*Jun Kawahara¹, Kazuki Kidoguchi¹, Takahiro Shiina²

1. Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, 2. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

沈み込む海洋性地殻の近傍で地震が発生すると、その内部にトラップされて伝わる地震波が地表で観測されることがある(e.g., Fukao, 1983; Hori et al., 1985; Miyoshi et al., 2012)。日高山脈西部では、北海道東部の太平洋スラブ内地震によって発生し、スラブの海洋性地殻内部を海溝軸と平行に伝わるガイド波が、明瞭な後続波群として観測される (Shiina et al., 2014)。日高山脈直下のマントルウェッジに相当する深さには地震波の低速度域が存在しており (Kita et al., 2010, 2012)、この低速度域と海洋性地殻が接触することにより、ガイド波の一部が地表に向けて放出されると推測されている。椎名(2015)はこの地域の地下構造を反映した2次元構造モデルに基づく数値シミュレーションを行い、ガイド波が地表で観測されるためには、日高山脈下の低速度域が太平洋スラブ直上付近にまで分布している必要があることを示した。一方で、ガイド波の地表観測波形の詳しい特徴と地下構造との関係は未だ詳細な検討がなされていない。

前回 (2021年度秋季大会S01P-01)、我々は椎名(2015)と同様なシミュレーションを行い、海洋性地殻内部を伝播するガイド波の地表観測波形に対して、海洋性地殻の地震波速度や内部構造の違いが与える影響を調べた。地下構造モデルとして大陸上部地殻、大陸下部地殻、マントルウェッジ、海洋性地殻、スラブマントルの5層を仮定し、マントルウェッジ層の一部を低速度域 (地震波速度が大陸下部地殻と同じ) に置き換えた。ただし椎名(2015)と異なり、各層の厚さは一定とした。各層のパラメータも椎名(2015)を参考としたが、海洋性地殻についてはP波速度6.5 km/sまたは7.0 km/sの単一層、もしくは平均P波速度がこれらに等しい2層構造の場合を検討した。海洋性地殻内にダブルカップル点震源を与え、2次元P-SV波 (卓越周波数2.0 Hz) を放射して、差分法による波形合成を行い、地表で観測されるガイドP, S波 (P, S波それぞれの後続波) の特長を調べた。その結果、海洋性地殻の地震波速度や内部構造の違いはガイド波の走時や振幅に明瞭な影響を与えること、特に2層構造ではガイド波の継続時間が顕著に伸び、波形も複雑になることが示された。

日高山脈西部でガイド波が観測される地震の震源と観測点を含む鉛直断面に沿って、実際の海洋性地殻は上向きに凸に湾曲していると推測される (Shiina et al., 2014; 椎名, 2015)。このような湾曲・屈曲も海洋性地殻内部のガイド波が地表に漏れ出る一因となり得る(e.g., Martin and Rietbrock, 2006)。そこで今回、椎名(2015)のモデルと同様に屈曲した海洋性地殻を仮定してシミュレーションを行い、屈曲がガイド波に与える効果を調べた (図)。その結果、震央により近い距離でガイド波が明瞭に観測されるとともに、特にガイドS波について振幅や継続時間を増加させる効果が認められた。

これまでのシミュレーションで得られたガイド波の振幅や波形は、仮定する点震源の放射特性にも強く依存する。そこでガイド波の観測波形に対して、最大ピーク着震時を中心とする5.12秒間の振幅スペクトルを求め、その形状とピーク周波数を震源時間関数 (卓越周波数2.0 HzのRicker wavelet) と比較した。得られたスペクトルの形状は仮定したモデル間で多様に変化し、多峰性を示す場合もあり、系統的な特徴は見いだせなかった。ただしガイドP波の最大ピーク周波数は入射波の卓越周波数より高く (3 Hz前後)、ガイドS波については入射波と大差ない傾向が見られた。

結論として、観測されるガイド波の波形や継続時間に対して、海洋性地殻の内部構造だけでなくその形状も強く影響することが示唆された。一方、ガイド波のスペクトル特性と海洋性地殻の内部構造等の間に単純な関係は見られなかった。

図：シミュレーションの一例：A：大陸上部地殻、B：大陸下部地殻、C1：マントルウェッジ、C2：マントルウェッジ内の低速度領域、D：海洋性地殻、E：スラブマントル。星印は震源。赤はP波、緑はS波を表す。

