

## 海溝に沿って伝播する特異な地震波のメカニズム：波動伝播シミュレーションによる解釈

### The mechanism of anomalous seismic wave propagating along trench revealed by FDM simulation

野口 科子<sup>1\*</sup>, 前田 拓人<sup>1</sup>, 古村 孝志<sup>1</sup>

Shinako Noguchi<sup>1\*</sup>, Takuto Maeda<sup>1</sup>, Takashi Furumura<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院情報学環/地震研究所

<sup>1</sup> CIDIR/ERI, The University of Tokyo

海溝軸近くで起こる震源の浅い地震（特にアウターライズ地震）の際に、震源から数百～千 km 以上離れた限られた観測点において、顕著な後続相が観測されることがある。この後続相は S 波の到来から数百秒以上遅れて現れ、走時から期待される伝播速度は  $1\sim 1.5$  km/s と遅く、粒子軌跡はレイリー波の特徴を示す。卓越周期は  $10\sim 20$  s 程度であり、地殻内を伝わる通常のレイリー波と同等の大きな変位振幅を示すこともある。この後続相については、おそらく Nakanishi et al. (1992) による、千島海溝付近の地震の際に北海道の上ノ国観測点でみられた例の報告が最初であろう。また、Yomogida et al. (2002) は波線追跡法により、この後続相が海溝沿いにトラップされたレイリー波である可能性を議論している。以降、F-net 広帯域観測網の整備により、同様の観測例が多くあることが分かってきた。例えば、2005 年三陸沖アウターライズ地震（Mw 7）の際に、伊豆諸島の青ヶ島で観測されている（Noguchi et al., 2010; 2011）。また、2007 年の千島沖のアウターライズ地震（Mw 8.1）の余震の際にも北海道の太平洋岸で観測されており、最近では 2010 年 12 月の小笠原諸島付近のアウターライズ地震（Mw 7.4）の際にも、関東付近で観測された。この後続相は、伝播経路が海溝に沿っている場合に現れ、限られた観測点でみられる他、陸域または陸側に近い地震では現れないという特徴がある。こうした位置関係から、この特異な後続相は、Yomogida et al. (2002) が既に議論しているように、海溝に沿って長距離を伝播してくる途中で生成したものであることは疑いがない。また、後続相の現れる観測点は、十勝沖の海溝会合点、千葉沖の海溝の三重会合点などに近い場所に限られており、このような海溝の走向が変わり、水深や堆積物の厚さが変化する場所が何らかの役割を果たしているものとみられる。そこで、これら特異な後続相のメカニズムを調査するため、さまざまな条件下での 2D・3D 差分法（FDM）によるシミュレーションを行う。

まず、2005 年三陸沖アウターライズ地震における青ヶ島（F-net AOGF 観測点）の観測事例について、J-EGG500 による海底地形、J-SHIS による深部基盤構造および大大特によるプレート境界面に基づいて震央から観測点にかけての鉛直プロファイルを作成し、それを用いて 2D-FDM シミュレーションを行った。FDM 計算では、海水と海底の力学的な相互作用を考慮するため、岡本・竹中 (2005) に基づき、海底面の流体/固体境界面では境界を越えないようグリッドを選んで差分計算を行う手法をとった。シミュレーションの結果、浅い地震により海中で重複反射する海中音波と海底を伝播する表面波とがカップリングした波（境界波）が強く生成し、これが約 1 km/s で海底を伝播した後に、陸域の手前の海底斜面でレイリー波に変換して、特異な位相が陸域の観測点で観測されるというメカニズムが明らかになった。すなわち、水深の深い海溝での境界波の低速度での伝播、そして傾斜する大陸斜面での表面波への変換の二つが後続相の生成に重要な役割を果たしていることがわかった。

また、地下構造モデルを置き換えてケーススタディを行い、海水層、堆積層および海底地形が後続相に及ぼす影響を詳しく調べた。その結果、海水層の厚さは海底の境界波の伝播速度と卓越周期を支配し、堆積層の厚さは境界波の伝播速度に影響することがわかった。また、海底斜面の傾斜によって、境界波のレイリー波への変換と反射の比率が変わり、観測される後続相の振幅に影響することがわかった。以上の 2D シミュレーションは地震波が水深の深い海溝部分を通ってくる場合を想定しているが、さらに、海溝や会合点を含む 3 次元的な構造の影響を検討するため、3D-FDM によるシミュレーションを行った。その結果、海底の境界波が海溝軸沿いにトラップされて伝播する様子がみられた。これは、海溝沿いの厚い海水層により表面波あるいは境界波の低速度帯が形成されているためである。こうして、誘導された境界波は、海溝の折れ曲がり部分で海溝の外に漏れ出して海底斜面でレイリー波に変換し、陸域へ到達する。この結果から、三陸沖アウターライズの地震の場合は、海溝にトラップされた地震波が千葉県沖の三重会合点に到達してレイリー波に変換し、結果として青ヶ島およびごく近傍の限られた点のみで観測されたものと考えられる。これにより、特異な後続相が限られた地震と観測点の組み合わせにのみ見られる原因が説明できる。

防災科学技術研究所広帯域地震観測網（F-net）の連続地震観測記録を利用させていただきました。

キーワード: 海中音波, 海溝トラップ波, レイリー波, 差分シミュレーション, アウターライズ地震

Keywords: ocean acoustic wave, trench trapped wave, Rayleigh wave, FDM simulation, outer-rise earthquake