

Mantle Wedge Anisotropy from Tectonic Tremors beneath the Bungo Channe

*Motoko ISHISE¹, Aitaro KATO¹

1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

【はじめに】

Tectonic tremorの発見（Obara, 2002）以来、「スロー地震」と総称される多様な振動現象が世界中の沈み込み帯で確認されている。スロー地震は、プレート境界の巨大地震と同じような発震機構をもち、かつ活動場所がプレート境界型地震の推定震源域と隣接していることから、プレート境界型の巨大地震発生準備過程との関連性が示唆されてきている。そのため、スロー地震の発生メカニズム、活動様式、発生場などについて、現象解明に向けた研究が精力的に進められている。本研究では、南海トラフ沈み込み帯のスロー地震活動のうち、豊後水道における深部低周波地震のエピソードに注目し、その発生場周辺域における地震波異方性構造について検討を行った。

【解析方法】

異方性構造の推定には、Ishise & Nishida (2012)のS波スプリッティングパラメータの連続測定法を用いた。一般的なS波スプリッティングパラメータの推定（Ando et al., 1980）では、直達S波1パルス分の水平動2成分のデータからひと組のS波スプリッティングパラメータ（速いS波の振動方向、速いS波と遅いS波の到達時間差）を求める。一方、本解析では、連続波形記録全体に対して事前に設定した時間窓をずらしながらS波スプリッティング解析を連続的に実施し、異方性パラメータを連続的に測定する。今回の解析では、時間窓30秒、時間ステップ15秒としたため、15秒ごとのS波スプリッティングパラメータを得た。また、polarization解析も実施し、波線の入射角と到来方向も求めた。同様の方法によりCascadia地方の地殻異方性が推定されている（Bostock & Christensen, 2012）。

【データ】

佐多岬半島にあるN.MISHとN.IKTHのHi-net連続波形記録を使用した。Kato & Nakagawa (2020)によって検出された深部低周波地震活動が、豊後水道から始まり西へ進展したエピソードを含む4期間について、それぞれ1か月分の連続波形記録解析に用いた（2012年5月、2013年10月、2015年1月、2015年9月）。

【結果】

いずれの期間・観測点においても、深部低周波地震活動が活発な期間の解析において信頼性の高いS波スプリッティングパラメータが得られた。期間を問わずその値は観測点ごとに安定している：異方性の方向は、両観測点ともに西北西-東南東方向で、N.MISHの方がより東西系に卓越している。時間差については、N.MISHでは0.25~0.3秒付近にピークが見られ、N.IKTHでは0.05秒付近と0.25秒付近の2ヶ所にピークが見られる。

【議論・結論】

Cascadiaやメキシコではtectonic tremorのシグナルを用いた異方性推定が行われてきているが（Bostock & Christensen, 2012; Huesca-Perez et al., 2016）、当該地域では先行例がない。そこで、豊後水道下のtremorと波線経路が似ているスラブ内地震を用いて、tremorのシグナルから得られた異方性の妥当性について検討を行った。用いた地震数は、N.MISHが92地震、N.IKTHが83地震である。これらの地震の直達S波を用いたS波スプリッティング解析の結果、スラブ内地震の解析で得られたS波異方性パラメータは、低周波地震の活動時に観測された異方性とよく似た値であった。この結果はtremorシグナルから得られた異方性の妥当性を示唆している。次に、豊後水道下のtremorシグナルやスラブ内地震の解析で得られた異方性が、波線が通過した領域（上部地殻、下部地殻、マントルウェッジ）のうち、どの部分の異方性の特徴を反映しているのかについて検討を行った。上部地殻については、N.IKTH近傍の地殻地震を用いた通常のS波スプリッティング解析の

結果、北西－南東方向に速く、 <0.025 秒の時間差の異方性が得られた。これらの値は、tremorシグナルから得られた方向と大きく異なるうえ、時間差についてもtremorから得られる値の10分の1程度しかない。したがって、上部地殻の異方性の影響は考慮しなくてよいと判断される。下部地殻については、佐多岬半島の深さ25km周辺のP波方位異方性は小さい($<1\%$)ことが示されている(Ishise & Oda, 2008)。この場合、S波の異方性もP波と同様に小さいと考えられるため、下部地殻の異方性の影響も小さいと考えられる。よって、tremorシグナルから得られたS波スプリッティングパラメータは、主にマントルウェッジの異方性に起因すると考えられる。さらに、マントルウェッジ内で0.2秒以上の到達時間差が生じる場合の異方性の原因について検討を行った：マントルウェッジ内の伝播距離10km、平均S波速度4km/secとし、到達時間差としてN.IKTHの中央値(0.22秒)を使用した場合、異方性の強さ($(V_{s_{fast}} - V_{s_{slow}}) / V_{s_{average}}$)は約9%と見積もられた。この値は一般的な上部マントルの異方性の大きさ(4%程度)と比べて優位に大きく、マントルウェッジの蛇紋岩化が示唆される。当該地域のような低角沈み込み帯のマントルウェッジに蛇紋岩が形成されている場合、これによる異方性の方向はプレートの沈み込み方向と平行となる(プレート等深度線と直交)。この方向は、本研究で観測された異方性の方向と矛盾しない。

謝辞：本研究は、JST, CREST, JPMJCR1763および科研費(20K04099)の支援を受けました。