

## 南海トラフ沿いで発生する浅部超低周波地震の自動震源決定システムの開発

山本 麦、森脇 健（気象庁）

### はじめに

南海トラフ地震の想定震源域においては、三重県南東沖や日向灘周辺（種子島東方沖、大隅半島南東沖、日向灘及び宮崎県東方はるか沖）などの固着域よりも浅部側で浅部低周波地震（微動）や浅部超低周波地震（VLFE）などのスロー地震活動が繰り返し発生していることが知られている。これらの浅部のスロー地震活動は、三重県南東沖ではプレート境界での浅部スロースリップと同期して観測された事例が報告されており[Nakano et al. (2018)]、これらの発生状況を把握することはプレート境界の固着状況を監視したりスロー地震の発生様式などの理解を進めたりする上で重要である。そのため気象庁では、南海トラフ沿いのスロー地震活動の発生状況を監視するために準備を行ってきた。西南日本の南海トラフ沿いの深部低周波地震（微動）[森脇(2017)]と三重県南東沖における浅部低周波地震（微動）[Tamaribuchi et al. (2022)]の検出はすでに実施しており、結果を南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会で報告している。浅部 VLFE については Asano et al. (2015)や Baba et al. (2020, 2021)を参考にして、VLFE 震源決定手法の開発、さらに自動処理システムの開発を行ってきた。本発表では、VLFE 震源決定手法と、自動処理システムの開発について説明する。

### データ・解析手法

VLFE の震源決定には、気象庁の深部低周波地震の震源決定に使われているマッチドフィルター法（MF 法）[森脇(2017)]を適用した。南海トラフ沿いの紀伊半島南東沖から日向灘周辺にかけての浅部の VLFE を検出するため、データとしては国立研究開発法人防災科学技術研究所の広帯域地震観測網 F-net の西南日本の観測点の連続波形を使用した。各観測点の 3 成分の連続波形に対して 0.02~0.05Hz の通過帯域を持つバンドパス・フィルターを施し、100Hz から 1Hz にリサンプリングし、解析波形とした。MF 法で用いるテンプレートは、OpenSWPC[Maeda et al. (2017)]で計算した理論波形とした。理論波形をテンプレートとすることにより、VLFE がこれまで観測されていない新たな領域での検知が可能となることが期待できる。テンプレートは、Hirose et al. (2008)のデータに基づきプレート境界面上とトラフの周辺の領域に配置した。MF 法ではテンプレートと解析波形の相関を 1 秒間隔で計算し、全ての観測点の相関係数の総和が閾値を超えた時にイベント検出したとする。さらに、MF 法により検出したイベントの精密な震源を決定するために、テンプレートの周りに仮想震源を配置し、テンプレートと仮想震源の震央位置の違いに応じた走時差を考慮したグリッドサーチを行った。震源決定したイベントについては、目視で通常地震や遠地地震を除外し、最終的な震源リストを作成した。

## 自動震源決定システムの開発

サーバでの cron 起動により毎正時に、現在時刻から 2 時間前を開始時刻として 1 時間分のデータを用いて、イベント検出、震源決定を実行した。また、処理の高速化を図るため、MF 法のプログラムのソースコードを並列化した。これにより実時間の約 4 倍の速度で処理を実施することが可能となった。

## 結果

本手法を用いて、紀伊半島南東沖から日向灘周辺にかけての南海トラフ沿いの浅部の広い領域で、VLFE を検出した。日向灘周辺では、VLFE の活動が 2023 年 4 月中旬から種子島の東方約 150 km のトラフ軸付近で始まり、5 月中旬までトラフ軸の走向に沿ってゆっくりと北側へ移動し、その後 6 月中下旬には活動が休止した。2024 年 8 月 8 日の日向灘の地震 (M7.1) の発生後も、2023 年の活動域とほぼ同じ領域で検出され、活動は 8 月 8 日からトラフ軸付近の広範囲な領域で始まり、その後、活動域は緩やかに北側に広がっていき、下旬には南側に移動して休止した。いずれの場合も VLFE の震源は、種子島東方沖から大隅半島南東沖、日向灘及び宮崎県東方はるか沖までの南海トラフ軸に沿って決定され、震源域は Asano et al. (2015) の日向灘における 2010 年の浅部の VLFE の震源域とほぼ一致している。紀伊半島南東沖では、2023 年 8 月中旬頃から 9 月下旬にかけて VLFE を検出した。紀伊半島西部から四国東部の南方沖では、2018 年 2 月下旬頃から 5 月下旬にかけて VLFE を検出した。震源域は、Takemura et al. (2022) によって決定された VLFE の震源域とほぼ一致している。

本手法により、現在時刻から約 1 時間前までの VLFE のイベント検出、震源決定が可能となり、ほぼ準リアルタイムでの計算が実現した。

## 謝辞

東京大学地震研究所の小原一成教授と武村俊介博士には、解析にあたって有益な助言を頂きました。本解析では国立研究開発法人防災科学技術研究所広帯域地震観測網 F-net の連続地震波形記録を使用しました。記して感謝いたします。