

## 海底水圧計データを利用した津波波源自動解析システム Marlin の開発

鈴木亘<sup>1</sup>・久保田達矢<sup>1</sup>・中村武史<sup>2</sup>・近貞直孝<sup>1</sup>・三好崇之<sup>1</sup>

(1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 一般財団法人電力中央研究所)

東日本太平洋沖合に展開される日本海溝海底地震津波観測網 S-net と、熊野灘から室戸沖の南海トラフ沿いに展開される地震・津波観測監視システム DONET という大規模多点リアルタイム海底観測網の構築により、津波を沖合でより迅速かつ確実に捉えることが可能になった。Tsushima et al. (2009, <https://doi.org/10.1029/2008JB005988>) は海底津波観測データを活用してリアルタイムに推定した津波初期波高分布 (津波波源) に基づく近地津波予測手法を提案した。その後も tFISH として改良が重ねられ、現在は気象庁により運用され津波警報の更新に用いられている。このアプローチでは、巨大地震において見られる震源過程の空間的な不均質性に起因した複雑な津波の襲来にも対応が可能となる。また津波波源の迅速な把握は、南海トラフや日本海溝・千島海溝沿いの大地震直後に必要とされている破壊領域の評価にも効果を発揮すると期待される。防災科学技術研究所 (防災科研) では、上述の研究開発を踏まえると共に、S-net と DONET を管理運用しデータ分析している知見と、MOWLAS によるリアルタイム地震情報と大規模計算機環境やシミュレーションの知見を有する利点を活かして、S-net または DONET の敷設海域において地震が発生した際に自動的に津波波源を推定し、その津波波源に基づくフォワード計算により沿岸の津波を計算するシステム Marlin (tsunaMi height Analysis based on ReaL-time INversion) を開発し、リアルタイムデータを通じた稼働検証と高度化を行っている。

Marlin の基本的な考え方は tFISH と同様であるが、津波波源を短時間で安定的に推定することや、津波の影響を可能な限り広範囲に対して詳細に予測することを目指した工夫を図っている。自動解析のトリガには地震発生後 5~10 分程度で推定される防災科研の AQUA システムによる CMT を用いており、CMT 解に基づき一定以上の海底地殻変動が想定される範囲を波源推定の対象範囲と定めることで、安定的な逆解析を図っている。また逆解析手法として水圧波形をデータとする標準的な手法のほかに、2 種類の手法を用いた解析により安定的な推定を図る。1 つは Kubota et al. (2018, <https://doi.org/10.1093/gji/ggy345>) が提案した非津波性ノイズの影響を低減するため、微分した水圧波形をデータとする逆解析手法である。非津波性ノイズはステップやドリフトといった変動として水圧波形に乗ることがあるため、微分することによりその影響を低減できると期待される。もう 1 つは Tsushima et al. (2014, <https://doi.org/10.1002/2014GL059863>) で提案された tFISH/RAPiD のように、津波波源初期モデルからの修正値を、観測水圧波形と初期モデルに基づく計算波形の差分をデータとして推定する手法で、Marlin では初期モデルを AQUA の CMT 解に基づき推定する。現在、細かい設定等は引き続き検討が必要であるが、水圧計データのみでは拘束が難しい箇所も推定ができるという点で、地震発生直後の安定的な推定に資すると考えられる。推定され

た津波波源を基に可能な限り広範囲に対して津波の影響を評価するため、防災科研のスーパーコンピュータの GPU を用いて非線形予測計算を実施する。沿岸域で 90m 格子地形モデルを用いることにより、S-net 海域では千葉県から北海道道東まで、DONET 海域では四国西部から愛知県までの沿岸域に対する概観的な沿岸津波高や浸水深分布を計算する。

以下の図は 2016 年 11 月 22 日福島県沖の地震 ( $M_{JMA}7.4$ ) による S-net 海底水圧計データを用いた Marlin による解析を再現した結果である。地震から 5 分後までのデータ（直後の 3 分間は逆解析に用いない）の結果では、微分した水圧波形を用いることで短時間のデータでも時間をかけた解析と同様に沈降がメインと推定されている。その後、波源領域は実際よりも大きい推定結果であったが、各観測点で波源からの津波が観測された 30 分後までのデータを用いた結果ではコンパクトな波源が推定されている。この津波波源に基づき、震源域の沿岸のほか実際に 1 m 以上の津波が観測された仙台港周辺である程度の津波高が予測されている。

