

Validation of SSE detection capability of the present GNSS-A observation network

*Yusuke Yokota¹, Tadashi Ishikawa²

1. Institute of Industrial Science, University of Tokyo, 2. Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard

GNSS-音響測距結合方式(GNSS-A)による海底地殻変動観測技術は長期的スケールにおける海底の精密な地殻変動場を連続的に検出することができる唯一の観測技術である。これまでに、東北沖地震の巨大な地殻変動場、その余効変動場、南海トラフ沿いや南西諸島海溝沿いの固着状態などのきわめて重要な地震学的知見を提供しており、地震学において重要な役割を持っている。

近年、GNSS-Aは観測システムの高度化と洗練、解析システムの開発が進み、cmオーダーの観測精度で年スケールの地殻変動場を検出できるようになった。たとえば、観測頻度を向上させるための音響システム開発やシミュレーション研究、海中音速構造の複雑性の理解とその検出などが進められた。2019年時点では、地点によって違いが大きいものの、頻度は4-10回/年、精度は1.5-2.5 cm (1- σ)を達成している。これにより、従来は捉えられなかった非地震性の海底地殻変動場をある程度の感度で検知することが可能となった。

2018年までの観測結果には、南海トラフ沿いのいくつかの観測地点で非地震性の地殻変動と考えられる信号が見られており、かなり明瞭なものから不明瞭なものまで観測点や時期によってさまざまな信号が得られている。そこで、Nishimura et al. [2013, JGR] を参考に c-AIC [Akaike, 1974, IEEE TAC; Sugiura, 1976, CSTM] を用いた識別方法によって、これらの信号の分析を行い、豊後水道沖、紀伊水道沖、熊野灘沖の3領域について非地震性の地殻変動は統計的に尤もらしく、SSEによるものと推定されることがわかっている。

これらの信号は数多くあるはずのSSEによる地殻変動のうち巨大な信号のみが検出されていると考えられる。今後、観測網の整備、他の観測手法による結果との議論や検出の可否の議論を行っていく上では、GNSS-A観測網のSSE検出能力を適切に把握しておく必要がある。本稿では、疑似データによる数値試験と実際のデータに対する統計検定の結果から、海底地殻変動場の検出能力についての評価を行う。

現状のGNSS-A観測網において、最高の精度が達成されている場合における観測感度を疑似データによる試験で調査した。疑似データは現在の観測能力に合わせて数値的に誤差を与えて生成する。得られた1000ケースほどの疑似データに対して、c-AICによる識別を行い、地殻変動を含むかどうかを検定していく。その結果からは、4-5 cm程度の地殻変動を検知することはできるが、それ以下の場合、誤検知率や空振り率が高くなってしまふことが示された。またいくつかの時定数の地殻変動を含む疑似データに対してモデルによる時定数の推定精度を調査したところ、時定数の決定精度が低いことも示された。これは現在の観測頻度が隔月程度であることが主な原因と考えられる。

合わせて、それぞれの観測点の個別の感度検証も行った。観測点ごとの時系列データから、いくつかのデータを省いて地殻変動の有無を検定した時の各パラメータの決定精度を検証した。この時、省いたデータが多くなっても地殻変動に関する推定パラメータが安定している場合は高感度の観測地点、データの除去により簡単に推定パラメータが不安定になる場合は低感度の観測地点である。この検証により、たとえばASZ1(足摺岬の沖合)とHYG1(日向灘の沖合)の2点を比較すると、ASZ1がより不安定であることがわかる。近傍2点でも生じてしまうこの違いの原因については、海中音速構造以外の要因も含めて今後検証する必要がある。

また、現状のGNSS-A観測網の能力を考慮して、水藤 [2016, 測地学会誌] と同様の手法でSSEの検出範囲の推定も実施した。この結果からは沖合の海底観測点近傍でのSSEの検出能力が新たに得られたと解釈できる

が、検出不能な領域も広く、観測網の拡張が求められる。

参考文献：

Yokota, Y., T. Ishikawa and S. Watanabe (2018): Seafloor crustal deformation data along the subduction zones around Japan obtained by GNSS-A observations, *Scientific Data*, 5:180182,

doi:10.1038/sdata.2018.182

Yokota, Y., T. Ishikawa and S. Watanabe (2018): Gradient field of undersea sound speed structure extracted from the GNSS-A oceanography, *Mar. Geophys. Res.*, doi:10.1007/s11001-018-9362-7