

複数ブイを用いた海底地殻変動観測手法の開発 Development of a new method for GPS/Acoustic seafloor positioning using multi-buoy system

生田 領野^{1*}; 向山 遼¹; 田所 敬一²; 安田 健二²; 千葉 春奈²; 佐柳 敬造³
IKUTA, Ryoya^{1*}; HARUKA, Mukaiyama¹; TADOKORO, Keiichi²; YASUDA, Kenji²; CHIBA, Haruna²; SAYANAGI, Keizo³

¹ 静岡大学, ² 名古屋大学, ³ 東海大学

¹Shizuoka Univ., ²Nagoya Univ., ³Tokai Univ.

はじめに

本研究では GPS/音響結合方式の海底地殻変動観測において、複数のブイを用い、海底に設置した海底基準局の位置決めを高時間分解能で行う手法を開発している。この手法と、駿河湾における試験観測の結果を紹介する。

GPS/音響結合方式の海底地殻変動観測では、通常1隻の観測船を航走させて海底の音響局を呼び出している。この手法では、浅い部分が非常に大きな変化を見せる海中の音速構造に対して、瞬間ごとに海上に観測点が1点しかないため、海中の音速構造の水平方向の変化を解くことが困難である。そのため現状では、水平成層構造を仮定し、音速構造が時間軸にのみ変化するモデルを用いて海底局位置の推定を行っている。そのため、海中の音速構造に水平方向の変化が存在する場合には、大きな海底局位置誤差の要因となる。

本研究では海上を多点にして同時に音響測距を行うことで、音速構造の水平方向の変化を推定し、より高精度で海底局位置を推定することを試みた。

観測システム

駿河湾では2007年からサイトSNWにて海底局の測位を行っており、プレートの運動に伴う海底地殻の動きが詳細に報告されている(Yasuda et al., 2014)。本研究ではSNWの海底局上で、2013年11月22日に2台の小型ブイ音響システムと観測船北斗(東海大学)を同時に用いて、海上3点の音響測距を行った。ブイ2台と観測船は、正三角形をなす3台の海底局とほぼ合同で60度回転した正三角形の配置とし、アンカーで係留した。海域の安全確保のために、朝航海に出て日没前に回収して帰港したため、全海上局が同時に音響測距を行えた時間は2時間であった。

解析手法

3つの海上観測点で得られた音響波形による片道走時データはそれぞれ、440, 274, 430個であった。海中の音速構造は、CTDを用いて計測した音速構造の鉛直プロファイル $D(z)$ と、時空間変化する係数 $S(t, X, x)$ を用いて、 $D(z)S(t, X, x)$ と表し、係数 $S(t, X, x)$ は、音速構造が空間的に一様な傾斜をもつものとして次式でモデル化した。 $S(t, X, x) = S(t) + dS(X + ax)$ 。 X, x はそれぞれ海底局とブイの位置である。 $S(t)$ は変動係数の時間変化の寄与、 dS は変動の空間変化率であり、 dSX は海底局位置の違いによる寄与、 Sx は海上局の位置の違いによる寄与である。ここで定数 a は、空間変化している層の全体に占める割合の指標と理解できる。 a が大きければ深い部分にまで空間変化の影響がおよび、海底局の違いによる走時変動への寄与が大きくなる。

結果

上記のモデルにより海底局位置を解析したところ、先行研究から予測される位置から19cmずれて求まった。過去の本海域での計測では一回の観測で、±10cm程度のばらつきで収まっているので、この結果は大きい。ただし、過去の計測では各回おおむね2日間にわたって観測を行っているのに対して本観測は2時間と極端に短く、本観測データを従来の水平成層モデルで解析すると、予測される値から約33cmずれて求まる。本モデルの適用により、短い時間でも、海底局位置解析の結果を向上させることができた。

キーワード: 海底地殻変動, GPS 音響結合方式, ブイ, 音速構造, 駿河湾

Keywords: Oceanbottom geodesy, GPS/Acoustic seafloor measurement, Buoy, Sound speed structure, Suruga Bay