

海中音速構造の不均質性を考慮したGNSS/音響方式による海底地殻変動解析

Analysis for GNSS/acoustic ocean bottom crustal deformation considering the heterogeneity of sound speed structure in ocean

*衣笠 菜月¹、田所 敬一¹、寺田 幸博²、加藤 照之³

*Natsuki Kinugasa¹, Keiichi Tadokoro¹, Yukihiro Terada², Teruyuki Kato³

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 高知工業高等専門学校、3. 神奈川県温泉地学研究所

1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. National Institute of Technology, Kochi College, 3. Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefectural Government

GNSS (global navigation satellite system) 音響方式による海底地殻変動観測では、船舶やブイから海底に設置された海底局までの距離を音響信号で測距し、解析から得られる海底局位置の長期的な変化を観察する。1つの観測点に複数の海底局を設置してあるため、船舶による観測の場合海底局アレイの周りと各局の真上から測距している。解析では海底局間の相対位置、つまりアレイ形状は、時間的に変化しないものと仮定し、船舶による観測ごとに海底局アレイ位置を推定する手法をとっている。したがって、地殻変動を精度よく推定するには、まず正しいアレイ形状を推定することが必要となる。

海底局位置の推定誤差の主要な原因は、海中での音波の伝播速度が時間的にまた空間的に変化することにある。音速は、潮汐により半日から1日周期で変化し、また内部重力波により10分から1時間程度の周期で時間変化すると考えられている。1回の観測の間は海底局位置が変化しないと仮定して解析することで、長周期の時間変化は容易に推定できる。また短周期の変化は観測走時に含まれる雑音と見なせば、海底局位置のバイアス誤差の原因とはならないと考えられる。一方、空間勾配は音速が海水の温度と圧力、塩分によって変化することによって生じる。垂直方向の速度勾配は、音響測距と並行して行うCTD (conductivity, temperature, depth profiler) 測定でプロファイルが得られる。水平方向の空間勾配は主に温度勾配によって生じる。特に黒潮流域に設置された観測点では顕著な温度勾配が観測されている。我々は音速の水平勾配が海底局位置のバイアス誤差の最大の原因となると考えた。そこで本研究は海底局アレイ形状を高精度に推定することを目的として、海中音速の時空間変化を考慮した解析手法の開発を行った。

黒潮流域に設置された足摺沖と熊野灘沖の名古屋大学の観測点について、水平方向に一定の勾配を仮定した音速構造を推定する解析手法を開発し、適用した。その結果から水平勾配を考慮しない場合、音速の速い場所に位置する海底局は浅く、音速の遅い場所に位置する海底局は深く推定されることが分かった。音速の速い場所に位置する海底局の理論走時を小さくするには、定義上伝播距離を短くしなければならない。海底局アレイを囲むように円周航路で測距しているため、海底局の水平位置をずらしても観測中の走時残差の平均値を小さくする効果は小さい。以上から、海底局が浅く推定された理由が説明できる。以上の結果から、黒潮流域に設置された海底局位置を高精度に推定するには、音速構造の水平方向の不均質性を考慮することが不可欠であるといえる。また測距する際の船舶の航跡も解析精度に影響することが分かった。

キーワード：海底地殻変動、GNSS/音響、時空間変化、黒潮

Keywords: Ocean bottom crustal deformation, GNSS/acoustic, Temporal and spatial variation, the Kuroshio current