

海洋音響測距における速度構造と波線追跡法による精度検証 海底地殻変動観測 における推定精度向上に向けて Accuracy due to ray tracing and velocity structure in acoustic ranging to develop seafloor geodetic observations

永井 悟^{1*}, 江藤 周平², 田所 敬一¹, 渡部 豪¹, 坂田 剛²

NAGAI, Satoru^{1*}, ETO, Shuhei², TADOKORO, Keiichi¹, WATANABE, Tsuyoshi¹, SAKATA, Tsuyoshi²

¹ 名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター, ² 名古屋大学大学院環境学研究科

¹Earthquake and Volcanology Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya Univ., ²Graduate School of Environmental Studies, Nagoya Univ.

プレート境界及びその周辺域における地震活動や地殻変動、特にプレート境界型地震発生準備過程を理解する上では、海域における時空間分解能の高い地震及び地殻変動観測が必要不可欠である。GPS/音響結合方式での海底地殻変動計測システムの開発を各研究グループが進めてきたが、その時空間分解能はプレート間運動速度に比べると、十分に精度がよいものではない。海底局(ベンチマーク)位置決定の誤差要因には、測距データの信号到着時刻読取による誤差、海上局位置の決定誤差、などがあるが、現解析において主要な誤差要因は、海中音速構造のモデル化、特に時空間変化によるものである。1回の観測における海底局の位置決定精度は1-5cmで、観測時の海況に左右される。よって、繰り返し観測を通して有意な変動を検出するには数年が必要となる。すなわち、短期間での観測では、プレート間の挙動変化(たとえば、プレート間カップリングの変化)をとらえることは現観測・解析手法では不可能である。本講演では、音響測距データ解析の高度化に関する実解析・理論解析、また、それらの評価について報告する。海底局位置は、地震学における震源決定や地震波走時トモグラフィーといった解析とほぼ同様な解析によって得ることができる。そこで、既存の地震学的手法を適用することにより、その精度向上を図る。

まず、観測データ解析では、音響測距データから海中音速構造の時間変化を含む3次元空間変化の情報を抽出した。解析では、空間的に連続した短時間データから、その時間帯における平均的な音速の水平成層構造モデルを推定した。得られた複数のモデル間の比較、及び、各モデルを推定された際に得られた走時残差から、海中音速構造の3次元時空間変化をある程度見積もることができた。観測走時に影響を与える海中音速変化の要因は、海表面近くよりも、深さ600mより浅部における海流や深さ300m前後における小スケールの速度異常によるものと示唆される。海中音速変化の原因は流れである事は結論付けられるが、厳密に言及するには情報が不十分なため、今後の課題である。

また、理論走時計算を通して、観測データによって得られた走時変化の検証、および、速度構造のモデル化による誤差についての評価、を行った。同時に、波線経路の近似によって生じる走時差を厳密解との比較も含めて、理論的に考察した。観測データに対応する走時変化は速度異常域を通るときの理論走時によって説明ができ、これは観測走時に関する議論でも参考にした。水平成層速度構造モデル化による走時差は最大でも0.1ms程度であった。また、走時の厳密解は、速度一定、または、深さに比例して変化する1層については既に提示されているが、複雑な速度変化に対しては速度を深さの関数として表記する必要がある。詳細については、発表時に報告する。

これらの解析を通して、音響測距理論走時データによる海底局位置決定精度の検討や3次元トモグラフィー手法への適用を進めている。今後の観測(計画)においては、精度を向上させるためには、海中音速構造の時空間変化を容易に検出できるような観測体系を提案・実施していく必要がある。既存の観測データに対しては、海中音速構造の時空間変化をデータから抽出し、その影響を何らかの方法で取り除く事が最も有効な手段であると考えられる。

キーワード: 海底地殻変動観測, 音響測距, 海中音速構造, 波線追跡法, トモグラフィー

Keywords: seafloor crustal deformation measurement, acoustic ranging, ocean acoustic velocity structure, ray tracing method, tomographic inversion