

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 渡邊 俊一

論 文 題 目

Generalization of GNSS-A seafloor precise positioning and
geodetic applications to the subduction seismic processes

(GNSS-A海底精密測位の一般化と沈み込み帯における地震プロセスへの測地学的応用)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授 田所敬一

副 査 名古屋大学大学院環境学研究科 教 授 山岡耕春

副 査 名古屋大学減災連携研究センター 教 授 鷺谷 威

論文審査の結果の要旨

本論文は、海底地殻変動の解析手法を高度化するとともに、その手法を日本列島周辺における観測データに適用し、大地震の発生に関する諸過程を明らかにしたものである。海底地殻変動観測とは、海底に設置されている海底局の位置をGNSS測位と音響測距を組み合わせて決定し、その変位を測定する手法であり、複数の機関がシステムおよび解析手法の開発を行ってきた。現在では、本システムを用いて日本列島周辺の海底で地震時、地震後、地震間における地殻変動が観測されるようになり、海溝型巨大地震の観測研究に不可欠なツールとなっている。本論文では、様々な機関で独自に開発されてきた海底地殻変動解析手法を統一的に記述できるような定式化を行い、これを組み込んだ汎用的な解析が可能な標準ソフトウェアを開発した。この手法を東北地方太平洋沖地震後の観測データに適用し、海底における地殻変動の時空間分布等を明らかにした。

本論文の前半では、海底地殻変動観測を実施している各機関で独自に開発してきた解析手法を統一的に記述できる観測方程式を提唱している。高精度な海底地殻変動解析において特に問題となるのが、主として黒潮等の大規模海流に起因する海中音速構造の傾斜（空間変化）である。海中音速構造の傾斜のモデル化は開発を行った機関により異なるが、本論文では、これらのモデルを包含する一般的な観測方程式を示した。特に、従来解析手法では推定が困難であった比較的小さな海中音速構造の傾斜も推定が可能となった点は、傾斜推定の誤りに起因する海底局位置のバイアスの低減に大きく貢献するものである。また、観測データ（入力ファイル）のフォーマットの標準化、および上述の観測方程式を組み込んだ海底局位置決定のための標準ソフトウェアの開発も行い、その有効性について実データの解析結果をもとに検討している。短時間の音速変化への対応などの課題は残るものの、海流を反映した海中音速構造の時空間変化がうまく推定され、従来解析手法と同等以上の安定性で海底局位置の時系列が得られることが確認された。

本論文の後半では、東北地方太平洋沖地震後10年間にわたって複数の機関が実施した計11カ所での海底地殻変動観測結果を上述のソフトウェアを用いて解析した結果に基づき、プレート境界直上の海底における地震後の地殻変動（余効変動）の時空間変化について主に報告している。この結果から、本震時の破壊域やその周辺では海洋プレート直下のマントルがゆっくりと変形する現象（粘弾性緩和）による変動が本震後10年程度経過した後も継続していることが明らかになった。この変動は、福島沖の海底でも観測されており、先行研究で津波の波源域のひとつとして挙げられていた福島沖の海溝軸付近での本震時のすべりが要因であると推定された。これらに加えて、本震の主たる破壊域の周辺海域では、地震後2～3年程度の期間は、プレート境界のゆっくりとしたすべり（余効すべり）が卓越していたことが明

らかになった。

本論文で報告されたデータフォーマットの標準化によって、海底地殻変動観測を実施している機関の間におけるデータ交換が容易となり、今後の共同観測・研究の促進が見込まれる。解析ソフトウェアの標準化によって、国内外の研究機関に対して海底地殻変動観測への新規参入を促す効果も期待され、これまで地殻変動の直接測定が行われていない海域での地震学的、測地学的な新たな知見の獲得にもつながると期待される。解析アルゴリズムの見直し等の効果もあり、本ソフトウェアでは海底局位置解析にかかる時間を大幅に短縮することに成功した。このことは、海底地殻変動観測における課題のひとつであるリアルタイム観測への道を拓くものである。また、東北地方太平洋沖地震の震源域とその周辺において明らかになった地震後の地殻変動様式の違いは、長期にわたる海底地殻変動のモニタリングと高精度な解析結果を得る手法がなければ得られなかったものであり、同地震の震源過程や地震サイクルの理解を深める上で極めて重要な知見であり、地震学および測地学上寄与するところが大きい。

よって、本論文の提出者である渡邊俊一氏は、博士（理学）の学位を授与される資格があるものと判定した。