

4.1. 海底地震観測による余震分布の解析

4.1.0 緒言（総論）

(1) 調査研究の目的と概要

(a) 課題名 海底地震観測による余震分布の解析

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
東京大学地震研究所	教授	金沢敏彦	kanazawa@eri.u-tokyo.ac.jp

(c) 調査研究の目的

陸上の基盤観測網と同程度以上の観測点密度（15～20km間隔）で自己浮上式海底地震計を設置し、高精度の余震分布を求めるためのデータを得る。余震域の海底の地殻構造を反射法地震探査によって明らかにすることによって、高精度の余震分布を求める際に必要な処理に必要な地震波速度構造モデルを構築する。これらの観測により得られたデータを、陸上の観測網の地震記録と統合して解析することにより、特に余震震源の深さの精度の向上をはかる。高精度の三次元的余震分布により、本震の震源過程と海溝型大地震の詳細を議論するための基礎資料を得る。

(2) 調査研究の成果

(a) 調査研究の要約

平成15年9月30日から10月2日にかけて、新日本海事（株）「新竜丸」により、自己浮上式短周期型海底地震計28台と自己浮上式広帯域海底地震計1台を、平成15年十勝沖地震震源域に設置し、海底地震計による余震観測を開始した。観測域は、本震直後に陸上観測網から余震活動が活発であると思われる領域とした。海溝に近い領域では、地震計の設置間隔は約15kmであり、陸よりの領域では、余震が発生している領域がより深部であることを考慮し、約20kmとした。同年10月19日から21日にかけて、海洋科学技術センター（現、独立行政法人海洋研究開発機構）「なつしま」により、本震の震央に近い領域に設置された9台の海底地震計を回収した。この領域は、今回の高密度海底地震計観測網の南西部にあたる。1台は回収を試みたが、残念ながら回収できなかった。この航海では、未回収の1地点を含む同一の9点および新規の2点に、観測を継続するために、短周期型海底地震計を再設置した。さらに、同年10月18日と19日に、気象庁「高風丸」により、7台の短周期型海底地震計が、観測網を拡大するために新規設置された。結果として、海洋科学技術センターのケーブル式海底地震計3台を含むのべ41地点（前期32地点、後期40地点）で、余震観測を行った。使用した自己浮上式海底地震計はのべ47台である。

本緊急調査研究においては、同年11月時点でまだ海底で余震観測を行っていたこれら自己浮上式海底地震計の観測データを緊急に解析するため、11月17日から20日にか

て用船航海（新日本海事（株）「新辰丸」）を実施して、余震域に設置していた海底地震計の全数 37 台を回収した。

海洋科学技術センター（現、独立行政法人海洋研究開発機構）では、平成 15 年 12 月 11 日？ 27 日の間 2003 年十勝沖地震震源域周辺において、同センターの深海調査研究船「かいいい」を用いた反射法探査を実施した。調査測線は震源を含む海溝軸に直交した襟裳海山に至る測線である。

(b) 調査研究の成果

平成 10 月 19 日から 21 日にかけて回収した自己浮上式海底地震計 9 台からは、同年 10 月 1 日から回収時までの連続海底地震記録が得られた。これらの記録には、多数の余震が記録されており、回収後すぐに緊急解析のためのデータとして資された。これらのデータからの緊急解析結果は、本震付近の余震活動を、早い段階で正確に明らかにしたばかりでなく、他の研究を進めるにあたっても重要な情報となった。

平成 10 年 11 月 17 日から 21 日にかけて回収された 37 台の自己浮上式海底地震計からは、設置から約 2 ヶ月間の連続海底地震記録が得られた。これは、これまでの海底地震計を用いた余震観測に比べて空間的密度が高いばかりでなく、陸域地震観測網の空間的密度よりも高い。海溝域で起こるプレート境界型の地震の余震観測を、このような多数かつ高密度で 2 ヶ月間行ったことは今回が世界で初めてであり、高精度の余震分布を求めるには十分なデータを得ることができた。

海底地殻構造調査によって、震源域周辺の浅部堆積層から深部プレート境界周辺の P 波速度構造情報が得られた。得られた P 波速度分布は 2 km/s から 6.5 km/s の範囲にある。これらの速度情報を活用することで高精度の余震分布の把握が可能となり、2003 年十勝沖地震発生過程の解明に寄与した。震源域付近の浅部速度構造は地形の段差に対応して、三つの区分に分かれることが分かった。特に陸側のブロックと中央ブロックとでは浅部構造の傾斜が異なりその境界は余震活動域の海側端付近に位置する。また、その場所で 2000 年に取得された海底地形データと比較すると、後方散乱強度および反射波パターンに差が見られることから、2003 年十勝沖地震の影響による地滑り（長さ 15km 程度）が発生したと推定される。震央直下付近約 25km の深さに比較的強振幅の反射波が観測された。2000 年のデータと比較すると、一部で反射強度が強くなっているように見える。

観測期間中頃に回収された 9 台の自己浮上式海底地震計と海洋科学技術センターのケーブル式海底地震計 1 台を用いて、緊急解析として本震震央付近の精密な余震分布が得られた。解析した期間は、平成 15 年 10 月 1 日から 20 日までである。その結果、余震は、深さ 15~20km に集中して発生しており、過去の構造探査実験で推定されているプレート境界の深さと調和的である。沈み込む海洋プレートのマントル内で発生したと思われる余震は、観測されなかった。余震は面を形成しており、この面が本震の破壊領域であると考え、本震の深さは、15~20km であることが推定される。回収された全海底地震計のデータを用いて、気象庁が震源を求めた余震について、震源決定を行った。広域の震源を決定するために 1 次元速度構造を用いた震源決定と、観測域内の余震震源位置を精密に決定するため、この海域で過去に行われた構造探査実験を参考した 2.5 次元速度構造を用いた震源決定の 2 種類の震源決定を行った。その結果、余震は、観測域全体に渡って、厚さ 5~10km の面

状の領域内に分布することがわかった。この余震が形成する面は、本震の破壊域、プレート境界を表していると考えられる。この面は、観測域南西では傾斜が緩やかで、北東に向かうほど傾斜が急になる。震央分布では、釧路海底谷の東の領域では、マグニチュードの大きな余震はあまり発生していない。さらに、水深が 3000m より深い領域では、発生する余震の数が減少する。これらの事実は本震破壊域を推定するために重要な情報である。海溝に近い部分で余震活動が低いのは、沈み込む海洋プレートと陸側のプレートのカップリングが小さくなることを示唆していると考えられる。また、本震のすべり量分布が大きいと推定されている領域では、規模の大きな余震が少なかった。

(c) 結論ならびに今後の課題

陸上地震観測網から決定された震源（一元化震源）と海底地震計で精密に決定された震源を比較すると、深さ分布では、一元化震源は海底地震計で決定された震源よりも震源が深く求まっている。特に陸域から遠い領域ではこの傾向が顕著である。また、一元化震源では深さ方向のばらつきが大きく、厚さ 30km 以上の領域に余震が分布するようにみえるため、破壊域と思われるプレート境界をはっきりとみることができない。震央分布では、深さ分布ほどのばらつきと系統的なずれはないものの、一元化震源は陸域から遠ざかるほど、海底地震計観測網で決定された震央よりも、震央を陸域から遠い地点に決定している。本震震央付近では、海底地震計観測網で決定した余震の震央は、一元化震源の震央より、10km 程度陸よりによっており、本震震央もややずれている可能性がある。

今後は、本震震源域深部の余震を陸域観測網と海底地震計観測網のデータを併せて、海溝近傍から北海道の下にいたる広域の地震分布を精度良く求める必要がある。また、このためには、本調査研究と過去の構造探査によって得られた地殻構造の情報を統合することによって、精度のよい 3 次元地震波速度構造モデルを構築する必要もある。