

概 要

本報告は、重点研究「海溝沿い巨大地震の地震像の即時的把握に関する研究」(平成 22 年～27 年度)において得られた成果を、巨大地震の規模等の把握・震源断層の広がりやすべり分布の把握・余震分布の把握・地震動分布の把握というテーマに分けてとりまとめたものである。

第 1 章では、巨大地震の規模等の把握について報告する。これは平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震の発生の際に顕在化した巨大地震の規模把握の問題に取り組んだ結果開発した手法を中心に記述している。1.1 節では、強震動域の広がりに基づく手法などの様々な早期規模推定法について記述している。1.2 節では、フィルターの遮断周期を様々に変えた場合の変位の最大振幅から規模を推定する手法について記述している。1.3 節では、強震動の継続時間から推定される断層破壊の伝播に関して記述している。1.4 節では、発震機構の分類手法に関して記述している。

第 2 章では、震源断層の広がりや断層すべり分布の推定手法について報告する。2.1 節では震度分布のみから震源域を推定する手法について記述している。2.2 節では、長周期地震波動の重ね合わせを用いて、巨大地震の大すべり域を推定する手法について記述している。2.3 節では、平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震について遠地及び近地地震波形を用いて解析した詳細な震源過程について記述している。2.4 節では、平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震前後に発生した主な地震の震源過程解析結果について記述している。2.5 及び 2.6 節では、長周期において優れた特性を示す GNSS データ等を用いて津波波源を即時推定する手法について記述している。

第 3 章では、自動震源決定を含め余震を早期かつ正確に推定するための手法について報告する。3.1 節では、逐次的にベイズ推定を用いて信頼性の高い震源位置を推定する手法について記述している。3.2 節では、地震頻発時にも用いることができるよう、エンベロープデータに基づく震源推定手法について記述している。3.3 節では、高精度の震源を得るために南海トラフ域で行った自己浮上式海底地震計観測と、推定した海溝外側の地震活動域について記述している。3.4 節では、海域の地震観測能力向上のために開発した長期型自己浮上式海底地震計について記述している。3.5 節では、震源決定精度向上を目的として、日本列島の地殻構造を推定した結果について記述している。3.6 節では、更にその三次元速度構造を用いて高速に震源決定を行う手法について記述している。3.7 節では、平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震後に各地で活発化した地震活動の状況について記述している。

第 4 章では、地震発生直後に長周期を含めた地震動を推定するための手法について報告する。4.1 節では、様々な周期の地震動と複数の地盤構造情報との相関について調査した結果と、それを用いた地震動分布推定手法について記述している。4.2 節では、平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震において観測された地震動の特徴について記述している。4.3 節では、データ同化手法を用いてリアルタイムに地震動の時間履歴を推定する手法について記述している。

ここで報告している手法のいくつかは、平成 25 年 3 月の気象庁における津波警報の改善のための手法として採用された。

Summary

This report presents the results of the project “Research on rapid estimation of the parameters for large earthquakes along trenches”, which was conducted by the Seismology and Tsunami Research Department, MRI, over six years from FY 2010 to FY 2015. The report consists of four chapters.

Chapter 1: Estimation of earthquake magnitude and related parameters

Chapter 2: Estimation of fault rupture length and slip distribution

Chapter 3: Estimation of aftershock distribution

Chapter 4: Estimation of distribution of strong ground motion

Chapter 1 reports on methods of rapid estimation of earthquake magnitude and source parameters that were developed to overcome difficulties encountered during determination of the magnitude of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (2011 Tohoku earthquake hereafter). Section 1.1 describes various methods for the rapid determination of magnitude of great earthquakes. Section 1.2 describes a method of magnitude estimation based on peak ground displacement for various cut-off periods. Section 1.3 describes the characteristics of rupture propagation inferred from the duration of strong motion. Section 1.4 describes a method for categorizing focal mechanisms.

Chapter 2 reports on methods for rapid estimation of the length of rupture of the earthquake fault and the slip distribution. Section 2.1 describes a method for estimation of the length of rupture of the earthquake fault from the distribution of seismic intensity. Section 2.2 describes a method to estimate the area of large coseismic slip by using an array technique for long-period seismic waves. Section 2.3 describes the source process analysis for the 2011 Tohoku earthquake. Section 2.4 describes the source process analyses for major aftershocks of the 2011 Tohoku earthquake. Sections 2.5 and 2.6 describe real-time methods for estimation of tsunami source parameters using both of onshore GNSS data and offshore tsunami data.

Chapter 3 reports on methods of hypocenter determination, related studies of aftershocks, and improvements in the precision of hypocenter determinations. Section 3.1 describes an automated method of hypocenter determination that uses Bayesian analysis. Section 3.2 describes an automated method for estimation of aftershock distributions by using envelope data. Section 3.3 describes seismicity recorded by pop-up OBSs in the outer rise area of the Nankai trough. Section 3.4 describes long-term pop-up OBSs that were developed to improve seismic observation data in offshore areas. Section 3.5 describes a crustal structure model of the Japanese islands estimated to improve the precision of hypocenter determinations. Section 3.6 describes a method for fast determination of hypocenters by using 3D traveltimes tables. Section 3.7 describes seismicity activated after the 2011 Tohoku earthquake in various areas of Japan.

Chapter 4 reports on methods for estimation of the distribution of strong ground motion. Section 4.1 describes the relationship between subsurface structure and ground motion of various periods. Section 4.2 describes the strong ground motion of the 2011 Tohoku earthquake. Section 4.3 describes a method for estimation of seismic wave propagation by using a data assimilation technique.

Some of the methods described here have been used to improve tsunami warnings since March 2013.