3-42 2011 年 3 月 9 日三陸沖地震 (M7.3)

– 測地データおよび地震活動から推定される前震およびその余効変動 –
 The March 9, 2011 M7.3 Sanriku-Oki earthquake:
 Coseismic fault model and possibilities of the following its afterslip based on the geodetic and aftershock distribution data

東北大学大学院理学研究科

## Graduate School of Science, Tohoku University

2011年3月9日に発生した三陸沖地震(M7.3)の地震時断層モデルを,東北大学のGPS観測網 及びGEONET 観測点と東北大学の海底水圧計データを用いて推定した.GPS観測点では最大で 2cm 程度の東向き変位が観測された.震源からおよそ50km 西北西にある海底水圧計では2.1hPa の水圧減少(2.1cmの観測点隆起)が観測された(第1図).これらを満足する断層モデルは1981 年(M7)の東側および2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震(M9)の北側に位置す る(第2図).また,3月9日の地震から3月11日のM9の地震間に発生した余震活動の推移を詳 細に見ると,M7.3の地震発生後10時間後では推定された震源断層周辺に余震が集中しているが, 次の10時間ではそれが南側に拡大しているように見える(第3図).これは地震発生後20-30時間 後でも同様である.またM9の震央より南側にM7.3の余震は存在しない.これらは地震発生後余 効すべりが南側に進展し,すべりの先端部分に応力集中が起きたことにより余震が発生した可能性 を示唆する.

日本海溝で発生する M7 級の地震では余効変動がしばしば観測される.3月9日 の地震後にも 余効すべりと考えられる変動が複数の観測センサーで検出された.第4回は歪計・GPS および海 底圧力計によって捉えられた3月9日 の地震後の地殻変動である.地震発生後も継続する変動が 共通に捉えられており,余効すべりがあった<sup>1)</sup>ことが強く示唆される.現時点では,すべり量とそ の分布の推定には至っていないものの,GPS で観測された変位ベクトルの方向を,3月9日 の地 震時とそれ以後の期間とで比較すると,地震後の期間は有意に南側に偏っており,このことは余効 すべりが前震の震源域よりも南側に拡大したとする上で述べた仮説と矛盾しない.(太田雄策,日 野亮太,稲津大祐,伊藤 喜宏,中島淳一,飯沼卓史,長田幸仁,立花憲司,出町知嗣,三品正明, 三浦哲(現所属:東京大学地震研究所),大園真子(現所属:北海道大学大学院理学研究院))

## 参考文献

1) 東北大学大学院理学研究科,2011年東北地方太平洋沖地震の前震及び周辺の海溝型地震の余 震活動の特徴について,連絡会報,86,印刷中,2011.



- 第1図. 海底水圧計によって捉えられた地震時ステップ. 地震時ステップ推定は (b) 図中の影をつけた部分の前後の差を取ることで行った. 観測点の位置は図2を参照のこと.
- Fig.1. Ocean bottom pressure data time series. Horizontal axis denotes lapse time from the March 9, 2011 earthquake by hour. Vertical axis denotes ocean bottom pressure change. The gray, red and blue lines denoted Site 1, TM1 and TM2, respectively. The shadowed zone shows the omitted time window for the coseismic step estimation.



- 第2回. 観測された水平変動場および推定された断層モデルから期待される水平変動場および上下変動場. 推定 された断層面を赤矩形で示す. 青色菱形は海底水圧計の位置を示す. 灰色丸印は2011年3月9日以降3 月11日までの地震の震央を示す. 赤星印はそれぞれ(北側)1980年(M7.0)の震央,(南側)2011年(M9) の震央を示す.メカニズム解は防災科研 F-net によるもの.
- Fig.2. A comparison between observed and calculated coseismic displacements of horizontal components (a) and vertical component (b). Black arrows denote observed displacements caused by the main shock with their associated error ellipses or bars. White arrows indicate calculated displacements from the estimated fault model. The model fault geometry is shown by the red rectangle with broken and solid lines indicating the lower and upper edges of the faults, respectively. The thin small circles denoted aftershock distribution between after the March 9 main shock and the 2011 Tohoku earthquake. The red thin dashed rectangular shows the range of rose diagram calculation for coseismic displacement in Fig. 5.



- 第3図. 2011年3月9日のM7.3 地震後からの余震の時空間発展. 各パネルはM7.3 地震後からの10時間毎の余震 分布を示す. 右下図は全期間の余震分布を示す. 各余震の色はM7.3 地震後からの経過時間を示す. 0-10 時間では震源断層周辺に余震が集中しているのに対し, それ以降では特に南側に余震が広がっているよう に見える.
- Fig. 3. Spatiotemporal aftershock distribution between the March 9 earthquake and the 2011 Tohoku earthquake. Each circle colors denotes the lapse time from the March 9 earthquake main shock. Bottom-right figure shows the entire aftershock distribution for the period between the occurrence times of the March 9 earthquake and the 2011 Tohoku earthquake.



- 第4図. (a) 3月9日の前震前後における KNK 観測点における体積歪の変化. (b) 宮城県沿岸域の GPS 観測点にお ける東西 (赤) および南北 (青) 各成分の変位時系列. 誤差棒は3σの信頼区間. (c) 海底圧力の時間変化. GJT3と P02 観測点の圧力差を示した. (d) 観測点配置.
- Fig.4. (a) Volumetric strain time series at Kinka-san (KNK) site (b) Sub-daily (every 3 hours) GPS time series at the coastal sites for the period from the occurrence of the March 9 earthquake to 00:00, March 11 (UTC). (c) Ocean bottom pressure change. Time series of the change in the pressure difference between GJT3 and P02 sites around the M7.3 earthquake is shown. (d) Observation site distribution for this figure.



- 第5図. (a) 3月9日から3月11日までの地震後余効変動(水平成分).共通誤差を除去するために図中灰色四角の内部を平均し、それを全ての観測点から差し引いた.図中青破線四角は(b)でローズダイアグラムを計算した範囲.(b)(a)で求めた地震後余効変動の変位方向のローズダイアグラム.赤色バーは地震時,青色バーは地震後変位をそれぞれ示す.
  Fig.5. (a) Horizontal postseismic deformation between the March 9, 2011 earthquake and the end of March 10. Blue arrows denote observed significant postseismic deformation with their associated error ellipses (3-sigma confidential level). The gray arrows denote the observed deformation smaller than the error ellipses. Black dashed rectangular represents averaging area for subtraction of the common-mode noise
- Fig.5. (a) Horizontal postseismic deformation between the March 9, 2011 earthquake and the end of March 10. Blue arrows denote observed significant postseismic deformation with their associated error ellipses (3-sigma confidential level). The gray arrows denote the observed deformation smaller than the error ellipses. Black dashed rectangular represents averaging area for subtraction of the common-mode noise. Blue dashed rectangular shows the range of rose diagram calculation (Fig. 5(b)). The small colored circles denote the aftershock distribution for the period between the March 9 earthquake and the 2011 Tohoku earthquake as in Fig.4. (b) Rose diagram denoting horizontal GPS displacement directions. The red and blue bars in the rose diagram represents the coseismic and postseismic displacement direction frequencies.