

## 7) - 4 津波シミュレーションによる過去の海溝型地震の 震源モデル構築に関する研究開発【基盤】

### Study on Constructing Tsunami Source Models of Subduction-zone Earthquakes by Tsunami Simulation

(研究期間 平成 18~20 年度)

国際地震工学センター  
International Institute of Seismology and Earthquake Engineering

藤井 雄士郎  
Yushiro Fujii

We performed tsunami waveforms inversions for the following events: 1) West Java earthquake on July 17, 2006, 2) Kuril earthquakes on Nov. 15, 2006 and Jan. 13, 2007, 3) Bengkulu, southern Sumatra earthquake on Sep. 12, 2007 to construct the tsunami source models. We found that 1) most of the large slips occurred on shallow parts of the fault, indicating that the earthquake shares the same characteristics with “tsunami earthquakes”, 2) the seismic moment of the Nov. 2006 event was larger than that of the Jan. 2007 event, and 3) the large slips on deeper part did not cause large tsunami in spite of the great magnitude.

#### 【研究目的及び経過】

地震・津波防災の観点から、高精度な地震動及び津波予測手法の確立は人命や建築物、ライフラインの被害予測において、非常に重要な課題である。2004 年スマトラ島沖地震では、特に甚大な被害をもたらす津波に対する研究の重要性が再認識された。巨大津波をもたらす地震の発生様式や活動履歴を明らかにするには地形・地質学的な調査結果と地球物理学的な知見を総合的に解釈する必要がある。

本研究では、津波シミュレーションにより過去および現代に発生した海溝型地震の震源モデルを構築し、該当地域における地震の発生様式や活動履歴を明らかにすることを目的とする。研究期間中に津波を伴う地震が相次いで発生したため、検潮所などの観測機器による津波記録のインバージョン解析により、各地震の震源モデル(津波波源モデル)の構築を行った。

#### 【研究内容】

海域で地震が発生すると、地震の断層運動による海底地形変動が起こり、それが上にある海水の上下運動となることで津波が発生する。震源域で発生した津波は海中を伝わり、やがて陸地に到達し浸水・遡上する。その間に観測される津波データには海岸の検潮所、陸地での浸水・遡上高の他、海底津波計(音波計や圧力計)や人工衛星による海面高度データなどがある。この一連の津波伝播・遡上過程は、ある断層モデルを仮定し、適切な海底地形データや陸上の地形データを用いれば数値シミュレーションにより、再現可能である。

津波データのインバージョンとは、上記とは逆の経路を津波の観測データから辿ることにより情報を震源まで

戻し、震源像を推定する手法である。津波伝播をシミュレーションで正確に再現できれば、より真実に近い震源像を得ることができるため、シミュレーションに用いる海底地形データにはより正確であることが求められる。本研究では、全地球的な海底地形データに、船舶の航行に用いられる海図やローカルな海底地形データを融合させるなどの工夫をし、従来の研究に比べて津波伝播シミュレーションの高精度化を図っている。また、解析には、近年急速に整備・拡充されつつある検潮所や海底津波計など、最新の津波データを積極的に活用した。

本研究で震源モデルを構築した地震は以下の通りである。

- 1) 2006 年 7 月ジャワ島沖地震
- 2) 2006 年 11 月と 2007 年 1 月の千島列島地震
- 3) 2007 年 9 月スマトラ島南沖地震

#### 【研究結果】

本研究で構築した各地震の震源モデルと得られた知見について以下に述べる。

- 1) 2006 年 7 月ジャワ島沖地震

2006 年ジャワ島沖地震の検潮所における津波波形記録のインバージョンを行い、津波波源モデルを構築した(図 1)。この地震の津波波源域は震央から東側におよそ 200 km に渡り延びている。断層面全体が同時に破壊したモデルを仮定した場合、断層の東側で 1.4~2.5 m の最大すべり、震央付近で 0.5 m に達するすべりが求められた。推定された大きなすべりのほとんどは断層面の浅い領域に集中していることから、この地震は地震動に比べて異常に大きな津波を引き起こす「津波地震」であったと考えられる<sup>1)</sup>。

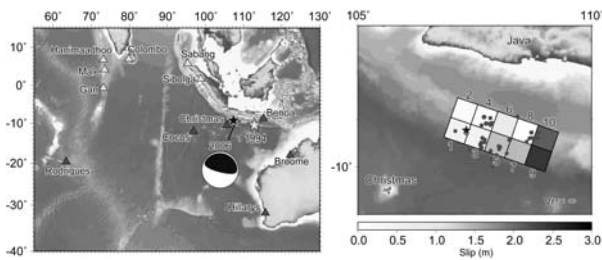


図 1 (左) インバージョンに用いた検潮所 (赤三角) の位置。(右) 断層面全体が同時に破壊した場合 (破壊伝播速度 $\infty$ ) のインバージョンで得られたすべり量分布。

### 2) 2006 年 11 月と 2007 年 1 月の千島列島地震

2005 年以降は、インド洋のみならず、太平洋においても深海底の津波計などが急速に展開された (図 2)。2006 年 11 月と 2007 年 1 月に発生した千島列島地震の検潮記録と深海底の津波計 (DART など) の記録を用いた津波波形インバージョンにより、両地震の震源モデルを構築した (図 3)。設定する断層モデルに関わらず、2006 年 11 月の地震の方が 2007 年 1 月の地震にくらべて地震規模が大きかったことを明らかにした<sup>2)</sup>。

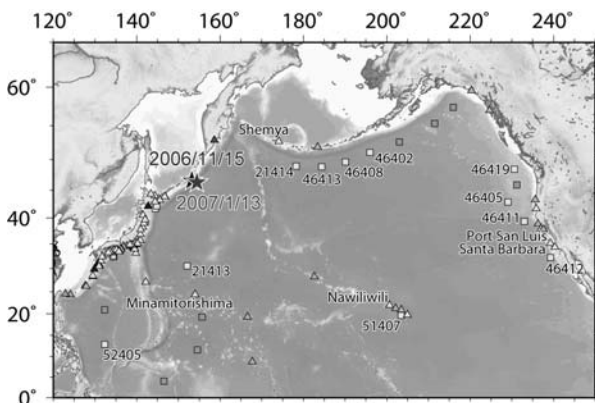


図 2 2006 年 11 月と 2007 年 1 月の地震の震央 (星印) と両地震による津波を記録した検潮所 (三角) と海底津波計 (四角) の位置。

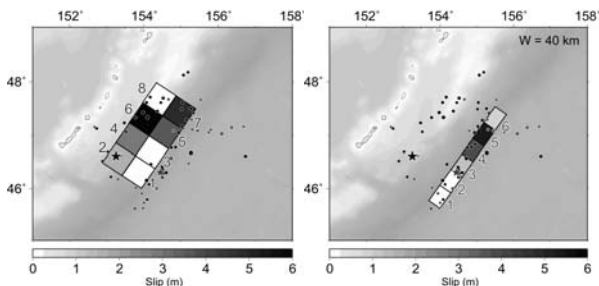


図 3 2006 年 11 月の地震 (左) と 2007 年 1 月の地震 (右) のすべり量分布。

### 3) 2007 年 9 月スマトラ島南沖地震

2007 年 9 月にスマトラ島南沖で発生した地震の津波波源を明らかにするため、検潮所と DART の潮位記録を用い、津波波形インバージョンによるすべり分布の推定を行った (図 4、5)。断層モデルとして、震源領域を 20 個の小断層に分割し、この内の 20 個、15 個、10 個を使うという 3 通りのモデルを設定した。インバージョンの結果、6~9m の最大すべりは震央から北西方向に 100~200 km、パガイ諸島南東付近に位置している。大きなすべりは海溝軸から 100 km 以上陸側で、断層面の深い場所 (深さ 24 km 以上) にあるため、この地震による津波の沿岸での高さや被害が、M8 クラスという地震規模の割にはそれほど大きくなかったと考えられる<sup>3)</sup>。

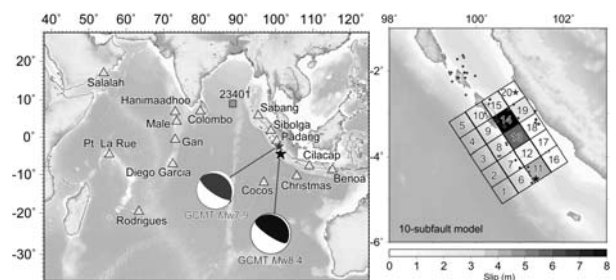


図 4 (左) 津波を記録した検潮所 (三角) と DART (四角) の位置。(右) 10 個の小断層を設定した場合のインバージョンで得られたすべり量分布。

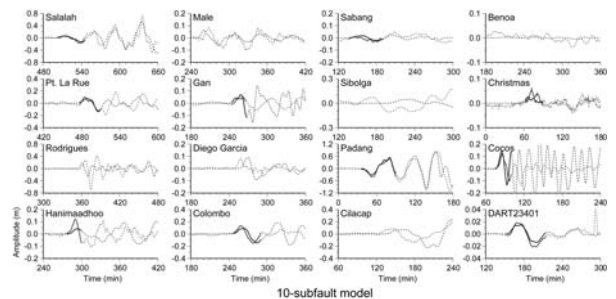


図 5 10 個の小断層モデルを設定した場合の理論津波波形 (青) と観測津波波形 (赤) の比較。

### 【参考文献】

- 1) Fujii, Y., and K. Satake (2006), Source of the July 2006 West Java tsunami estimated from tide gauge records, *Geophysical Research Letters*, **33**, L24317, doi:24310.21029/22006GL028049.
- 2) Fujii, Y., and K. Satake (2008a), Tsunami Sources of the November 2006 and January 2007 Great Kuril Earthquakes, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **98**, 1559-1571.
- 3) Fujii, Y., and K. Satake (2008b), Tsunami waveform inversion of the 2007 Bengkulu, southern Sumatra earthquake, *Earth Planets and Space*, **60**, 993-998.