

# 津波の予測精度向上に関する研究

○林 豊、平田賢治、吉田康宏、高山寛美\*<sup>1</sup>、長谷川洋平\*<sup>2</sup>(地震火山研究部)

## 1. はじめに

津波の予測精度向上に貢献することを目的として、三つのアプローチで本研究を進めた。

一つは、沖合の津波観測値を沿岸での津波の予測に活用する手法の開発である。地震波形から推定される震源と規模に基づく現行の津波予報では、地震動の割に規模の大きい津波を励起する「津波地震」に対して、予測が過小評価となる可能性があり、その対策である。

二つ目は、歪計や広帯域地震計の観測波形を用いて地震の破壊様式を推定する手法の確立である。長周期の地震波を励起する断層破壊は、津波の初期波源の形成と関係が深いことに注目し、長周期の地震波の励起という側面から見た地震断層の破壊過程を求める研究である。

三つ目は、量的津波予報データベースに含まれる誤差に関して、種々の要因による誤差を定量的に解明することである。津波の予測精度を向上させるための効果的な戦略を見つけるための研究である。

以下、この三つに分けて主な研究成果の概略を列記するとともに、気象研究所における今後の津波研究の方針を示す。

## 2. 成果の概要

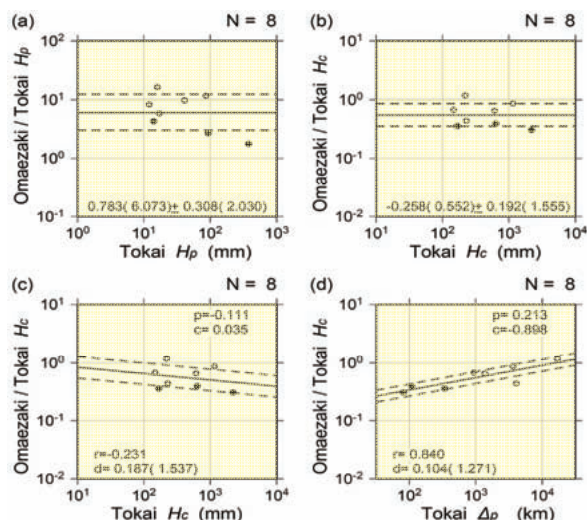
### 2. 1. 沖合津波観測値を利用した沿岸での津波予測

#### 2.1.1 海底水圧計の観測値

気象庁の東海沖・房総沖、海洋研究開発機構の室戸沖のケーブル式海底地震観測システムに設置された海底水圧計の観測値に、移動平均とチェビシェフ・ローパス・フィルタを適用することにより、津波成分を抽出した。これによって得られた沖合の津波計による津波波高を沿岸の検潮所での津波波高と比較し、その統計的関係を調べた(高山, 2008)。東海沖と御前崎の津波最大波高の例を第1図に示す。図の例では、津波最大波高の比を震央距離の関数と考えた(d)の方法が最も残差が小さい。

#### 2.1.2 衛星海面高度計の観測値

沖合における巨大津波実測値として、衛星海面高度計による2004年インド洋大津波時の観測値から海洋変動成分を除去して、津波成分を抽出した。また、その誤差の大きさから、衛星軌道直下の沖合で10cm程度以上の津波であれば、海面高度計の観測値から検出できる可能性があることが分かった(Hayashi, 2008)。



第1図: 東海沖水圧計と御前崎検潮所の津波最大波高の比較(高山,2008より)。

縦軸は、御前崎と東海沖の津波最大波高の比。ただし、(b)~(d)は東海沖の津波最大波高に震央距離の補正を行った場合。横軸は、(a)が東海沖の津波最大波高、(b)と(c)が震央距離の補正を行った東海沖の津波最大波高、(d)が東海沖と震央との距離である。実線は平均値(a,b)または一次回帰式(c,d)、破線はばらつき( $\pm\sigma$ )の範囲を示す。

### 2. 2. 歪計の観測波形による破壊様式の推定

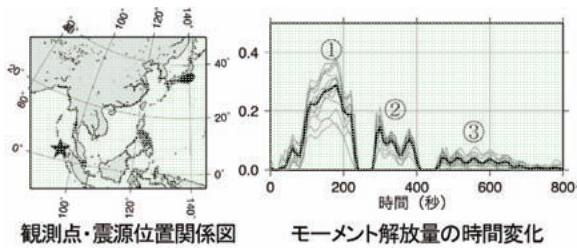
2004年スマトラ島沖地震について、日本国内の歪計の観測値を用いて断層破壊域の時空間分布を求める手法を開発・改良した(Yoshida, 2008)。その結果、スマトラ地震は破壊が3段階に分かれており、全体の地震の規模(モーメントマグニチュード9.0)が歪計のみから精度良く推定されることがわかった(第2図)。この手法を2006年と2007年の千島列島東方沖地震に適用し、両地震のモーメント解放量時間変化の特徴が異なっていることを見いだした。

### 2. 3. 津波の予測誤差発生の要因

#### 2.3.1. 分岐断層

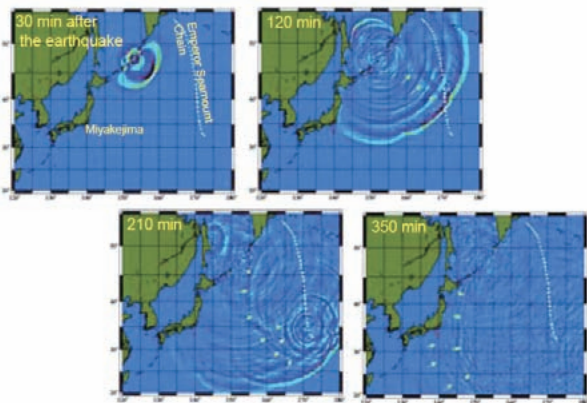
2004年スマトラ沖で最も大きな津波が発生したスマトラ北西沖プレート境界の断層すべり量は、地震波解析と津波解析で食い違い、津波解析による値の方が系統的に大きくなり、同海域において何らかの二次的な津波発生現象が起きたことを示唆している(Seno and Hirata, 2007)。プレート境界の運動以外の、二次的な津波発生機構として、陸側プレート中の

\*1 現 気象大学校、 \*2 現 気象庁地震火山部



第 2 図：スマトラ地震のモーメント解放量時間変化 (Yoshida, 2008 より)。

日本の歪計のみから破壊が三段階に分かれていたこと、および地震の規模(Mw9.0)が精度良く推定できた。



第 3 図：2006 年 11 月千島列島東方の地震に伴う津波の数値計算 (長谷川・ほか, 2007 より)

天皇海山列で散乱し、日本の太平洋側に達する伝播経路の津波の存在が読取れる。

分岐断層が連動した可能性があることが分かった。従来の津波予測において、分岐断層は全く考慮されておらず、津波を予測する上で考慮・検討すべき新たな誤差要因である。

### 2.3.2. 海山による散乱波

2006年11月千島列島東方の地震による津波(第3図)では、第一波の到達から数時間経って、顕著な後続相が太平洋岸の検潮所で観測され、これが天皇海山列起源だと考えられることを、一昨年の成果発表会で速報した(長谷川・ほか, 2007)。その後、後続相が長周期成分をほとんど含まないこと、北太平洋中央部に連なる天皇海山列南端の欽明海山を起源とする散乱波であることを、観測波形のスペクトル時系列解析と散乱波理論による考察等から明らかにした(Koshimura *et al.*, 2008)。この事例は、津波の後続相の挙動の予測に際して、複数の伝播経路を考慮すべきことを示している。

なお、この事例では、検潮所において後続相の津波波高が時間とともに指数関数的に減衰したことも分かった。

### 3. まとめ

海底水圧計の観測値と沿岸での津波観測値の関係について、津波監視の現場で活用しうる経験式を導いた。この経験式を用いることで、海底水圧計の観測値から津波地震を認識できる可能性もあり、実用化によって、津波予測の改善に貢献すべき技術だと考えている。今後は、海底水圧計のほかGPS波浪計などのセンサーも含めた沖合津波観測成果について、津波監視への活用可能性を模索する研究に取り組む。

歪計や広帯域地震計を活用して地震の破壊様式を求める手法については、今後は、即時に震源過程を推定できる手法の開発を目指す。

津波の予測誤差発生要因について、系統的な調査には至らなかったが、近年発生した津波の事例解析を通じて、陸側プレートの分岐断層や海山による津波散乱波が津波挙動に大きな影響を与えること、津波の減衰過程の一端が解明できた。今後は、これらに着目した津波発生・伝播メカニズムの研究を進めていく。

### 参考文献

- (1) 高山寛美, 2008: 沖合と沿岸の津波の最大波高の統計的関係, 気象研究所研究報告, accepted.
- (2) Hayashi, Y., 2008: Extracting the 2004 Indian Ocean tsunami signals from sea surface height data observed by satellite altimetry, *J. Geophys. Res.*, **113**, C01001.
- (3) Yoshida, Y., 2008: The rupture process of the 2004 Sumatra-Andaman earthquake viewed from strainmeter data, *J. Earthq. and Tsunami*, accepted.
- (4) Seno, T. and K. Hirata, 2007: Did the 2004 Sumatra-Andaman Earthquake involve a component of tsunami earthquakes?, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **97**, S296-S306.
- (5) 長谷川洋平・高山寛美・林 豊, 2007: (特別報告)太平洋をUターンした津波—千島列島付近の地震による津波の数値解析結果—, 平成18年度気象研究所研究成果発表会要旨集, 10-11.
- (6) Koshimura, S., Y. Hayashi, K. Munemoto, and F. Imamura, 2008: Effect of the Emperor seamounts on trans-oceanic propagation of the 2006 Kuril Island earthquake tsunami, *Geophys. Res. Lett.*, **35**, L02611.

本研究は、融合型経常研究「津波の予測精度向上に関する研究(平成18～20年度)」として行なわれたものである。

主任研究者: 高山寛美(平成18～19年度), 前田憲二(平成20年度), 研究分担者: 長谷川洋平(平成18年度), 平田賢治(平成19～20年度), 林 豊, 吉田康宏, 中田健嗣