

日本の太平洋沿岸における地形による津波の周波数応答の推定
 Estimation of Topographic Tsunami Response Functions in the Pacific Coast of Japan

○宮下卓也・森信人

○Takuya MIYASHITA, Nobuhito MORI

Wave response due to topography plays a dominant role in long wave behavior such as tsunamis. Understanding tsunami response functions in real bathymetry can lead to a better prediction of early warning system. This study estimated response functions of tsunamis due to bathymetry using a Monte-Carlo tsunami simulation, targeting on the Pacific coast of Japan. The estimation method was based on the linear wave theory and its spectral convolution. Ratios of tsunami waveform spectrum at an onshore point to one at an offshore point were obtained from the Monte-Carlo tsunami simulation. The characteristic response features were elucidated by the geometric mean of the spectral ratios. The spectral peaks of these response functions in bays agreed with ones derived from an approximate estimation theory. Besides, the detailed frequency-dependent responses were estimated.

1. はじめに

我が国において、地震津波(以下、津波)は特に甚大な被害を及ぼしてきた。他の自然災害と比べ、津波は現象自体の空間・時間スケールが非常に大きいという特徴を持つ。これらは規模が比較的小さく高頻度の地震に対しても発生しうるものであり、沿岸域で津波がどのように増幅し、どの程度長く継続するのかを科学的に定量化することは、予測および避難に対して急務な課題である。これらの津波の特徴的な現象は、津波波形の多様性と地形による効果が大きな影響を与えている。津波挙動は地形との応答・共振現象に支配され、地形ごとに異なる応答特性(応答関数)を持つため個別に解明することが重要である。これを踏まえ本研究では、多数の地震津波シナリオを考慮した津波シミュレーション結果より、地形による津波の応答関数を推定することを目的とする。

2. 研究方法

本研究では、Rabinovich (1997)の理論的アプローチを基本に、沿岸地形による津波の応答関数を推定する。波源域から沿岸域に津波が進行する過程で、津波通過地点の地形の影響を受け波形が変化することを考える。単位外力に対するこの地形の応答を $w(t)$ 、波源の時系列波形を $E_t(t)$ とすると (t は時間)、沿岸地点における津波の水位変動 $\zeta_t(t)$ は次式のように畳み込み積分で表される。

$$\zeta_t(t) = \int_0^{\infty} w(\tau)E_t(t - \tau)d\tau \quad (1)$$

周波数 f 領域における式(1)の左辺のスペクトルは、右辺の2関数のスペクトルの積となることがフーリエ変換によって示せる。

$$S_t(f) = W_t(f)Z(f) \quad (2)$$

ここで、 $S_t(f)$ 、 $W_t(f)$ 、 $Z(f)$ はそれぞれ $\zeta_t(t)$ 、 $w(t)$ 、 $E_t(t)$ のスペクトルである。津波伝播の物理過程を考慮すると、応答関数のスペクトル $W_t(f)$ は次の独立した3つの関数に分離できる。

$$W_t(f) = Y_t(f)Q_t(f)P_t(f) \quad (3)$$

ここで、 $Y_t(f)$ 、 $Q_t(f)$ 、 $P_t(f)$ はそれぞれ外洋、陸棚、湾での津波伝播・共振に関するスペクトルである。

式(3)のスペクトル応答関数 $W_t(f)$ を推定するため、まずランダム過程を用いて地震すべり分布を人工的に多数生成し、それぞれの地震津波シナリオについて津波計算を行った。つづいて、各シナリオの波源域と沿岸域の時系列波形から、スペクトル比と求め、その幾何平均をとり、特徴的な周波数増幅特性を抽出した。計算結果及びピーク周波数の妥当性は発表時に示す。

参考文献

- Rabinovich, A. B. (1997). Spectral Analysis of Tsunami Waves: Separation of Source and Topography Effects. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 102 (C6): 12663-76.