

津波の痕跡データベースを用いた津波遡上モデルの精度検証

防衛大学校 学生会員 ○江口 友規

防衛大学校 正会員 嶋原 良典

防衛大学校 正会員 多田 毅

1. 背景と目的

津波の遡上現象をシミュレーションすることは、ハザードマップの作成や災害発生時の対応の計画といった社会的意義を考慮すると非常に重要である。内閣府は平成 24 年に津波の浸水想定第 2 次報告を作成し HP に情報を公開、各行政機関はこれに基づき災害時の対応について検討している。一方で、遡上解析で使用する各種モデルは水理実験や解析解によって導かれたものが主であり、実際の遡上現象を反映しているかを検討する必要がある。

本研究では、実際の津波の記録である東日本大震災における仙台平野の痕跡高と、数値計算によって再現した津波による計算値を比較することにより、遡上解析の再現度について確認する。痕跡高と計算値の比較においては、単純な数値の比較だけでなく空間的な分布を確認することで、差が大きい場合の原因について考察する。また、遡上計算における条件を変更して計算値の結果を比較することで、それぞれの結果に対する寄与を考察する。

2. 手法

本研究では陸上遡上を含む非線形長波モデルを、Staggered leap-frog 法による有限差分法で計算した。計算格子は最大 1215 m から空間接続して最小 5 m の領域（図-1）で計算を行った。地形は建物や樹木などを取り除いた数値標高モデル（DEM）、計算時間は 120 分である。

一方、遡上現象への影響を評価するため、以下の 2 点について条件を変更して結果の比較を行う。

(1) 断層モデル

藤井・佐竹モデル Ver.4 (2011) (以下, F.S.) および東北大モデル (2011) (以下, T.U.)

(2) マニングの粗度係数

粗度係数を全域 0.025, 0.035 の場合と土地利用に

基づく粗度モデルとで比較

なお、(1) の比較においては、マニングの粗度係数を 0.025 とする。

計算値との比較に使用する痕跡のデータについては、多田ら (2018) の研究において各痕跡の正確性について精査されたデータベースを使用する。このデータベースにおいては、スプラッシュや漂流物による痕跡など、非線形長波モデルで再現できない要因によると疑われる痕跡が除外されている。

再現性の評価については、以下の幾何平均 K と幾何平均偏差 κ を用いる。

$$\log K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log K_i$$

$$\log \kappa = \left[\frac{1}{n} \left\{ \sum_{i=1}^n (\log K_i)^2 - n(\log K)^2 \right\} \right]^{\frac{1}{2}}$$

(n : 地点数, $K_i = R_i/H_i$, R_i : i 番目の地点での津波痕跡高, H_i : i 番目の地点での計算値)

これらの指標が $0.95 < K < 1.05$, $\kappa < 1.45$ であれば再現度が高いとされている。

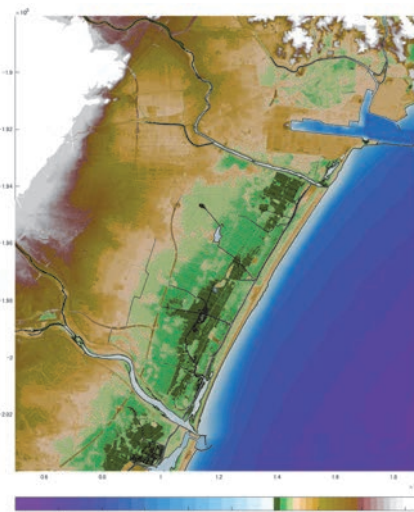


図-1 空間格子 5 m の計算領域

キーワード 仙台平野, 津波遡上, 評価指標, 粗度

3. 結果と考察

(1) 断層モデルの違いによる浸水高への影響

F.S.では $K=0.62$, $\kappa=1.75$, T.U.では $K=0.79$, $\kappa=1.41$ となり, T.U.の方が両指標において再現度が高いという結果になった. しかしながら, F.S.においても, 全ての痕跡の箇所において再現度が低いという結果ではない. 各痕跡の箇所における計算値ー痕跡高の差は図-2 のとおりである. 沿岸部での再現度が高い一方で, 内陸部において再現度が悪く, 特にF.S.では痕跡高よりも2~3 m 程度過剰に計算していた.

浸水高の計算値が, 沿岸部で適切で内陸部で過剰になることから, 一見粗度係数が小さすぎるのかのように見える. しかし, 同じ粗度係数でありながら, 断層モデルが異なるだけで減衰が大きく異なるということは考えにくい. そこで, 計算値についてF.S.からT.U.を引いた差を確認すると, 仙台東部道路の盛土の東側や七北田川の堤防の南側など, 標高データが大きく変化しているところで, F.S.は浸水高が高くなっていた. これらのエリアでは陸上を遡上する津波の流量がF.S.の方が大きく, これが浸水高の過剰計算につながったと考えられる.

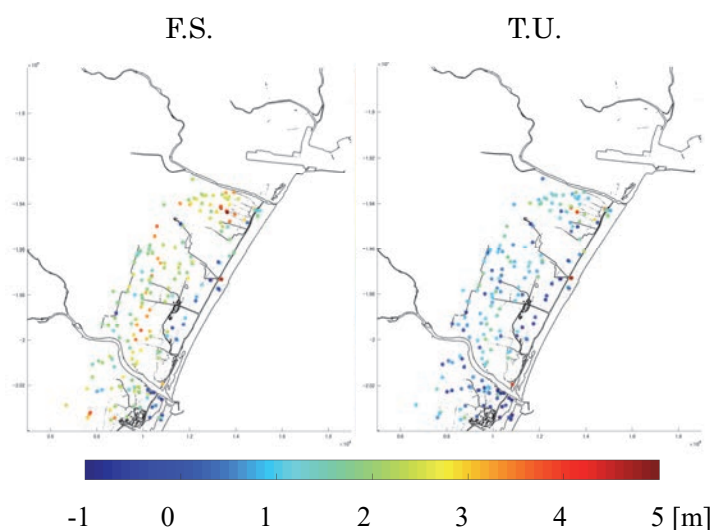


図-2 各断層モデルにおける計算値と痕跡高の差.

(2) 粗度係数による浸水高への影響

粗度係数による影響は, 2種類の断層モデルにおいて同じ傾向が見られたため, 以降の議論はT.U.を用いて進めていく.

粗度係数を0.025とした場合には $K=0.79$, $\kappa=1.41$ であったのに対し, 土地利用を反映した粗度モデル

では $K=0.79$, $\kappa=1.42$ でほぼ一致した. 痕跡を採取していない箇所における浸水状況もほぼ一致したことから, 仙台においては粗度係数を0.025として計算して適切であるように見える. しかしながら, もし粗度係数が遡上解析にほとんど影響を与えない場合, 0.025以外の粗度係数でも同じ結論が得られることが考えられる. そのため, 粗度モデルにおいてもっとも大きな値であった0.035を計算領域の陸地全域に適用して計算を行った.

粗度係数を0.035とした場合, $K=0.81$, $\kappa=1.38$ となり, 指標の値はごくわずかに改善した. 浸水高の差を確認すると, 沿岸部粗度を上げると沿岸部で浸水高が上昇し, 内陸部で浸水高が下降する傾向が確認できた. (図-3) しかしながら, その差は大半が50 cm以内であり, 断層モデルの違いほどの影響は生み出さなかった.

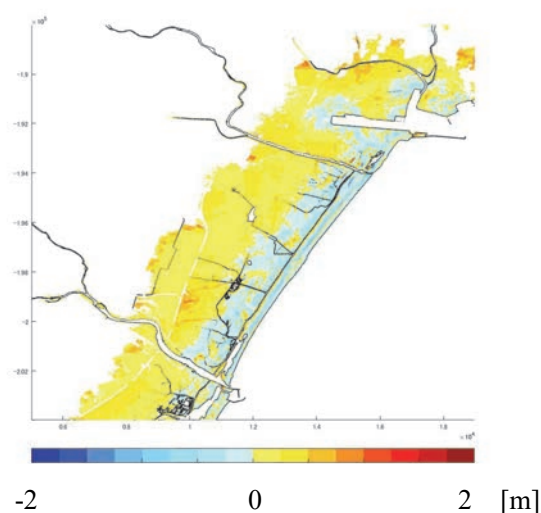


図-3 浸水域における浸水高の差 (T.U.)

(粗度係数0.025) - (粗度係数0.035) で作成

参考文献

- 1) 国土交通省 水管理・国土保全局海岸室, 国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室 (2012): 津波浸水想定の設定の手引き
- 2) 多田ら (2018): 痕跡調査結果に基づく津波遡上解析のための遡上高・浸水高データベースの作成