

津波シミュレーションを用いた藻場被害の予測手法と計算解像度が及ぼす影響について

復建調査設計(株)	正会員	○阿部 洋士
復建調査設計(株)	正会員	木村 裕行
東北大学災害科学国際研究所	正会員	Suppasri Anawat
東北大学災害科学国際研究所	正会員	今村 文彦

1. 目的

全国の沿岸部に分布する藻場は、魚介類の保育場・産卵場、水質浄化、炭酸ガスの吸収など、多様な役割を果たしている。2011年の東北地方太平洋沖地震津波では、東北地方沿岸部の藻場が津波で消失したことが確認されており、岩礁底よりも砂泥底で津波の影響が大きかったことが分かっている¹⁾。

吉田ら²⁾により瀬戸内海域を対象に藻場面積が多いほど漁獲量も多くなる傾向が確認されるように、藻場は漁業生産との関係が深いため、南海トラフ巨大地震津波で藻場が広域に消失した場合、漁業集落や水産業の復旧・復興に深刻なダメージを与えることが懸念される。

本研究では、津波による影響が大きいアマモ場を対象として、津波の影響範囲を概略的に把握するため、津波シミュレーションを用いた被害面積の推定方法を検討している。緻密なモデルによるシミュレーションは、より現実的な津波予測結果を得ることを可能にさせるが、一方で多大な計算負荷を招くことから、広域の推定において実用的かつ必要な計算空間解像度を検討している。

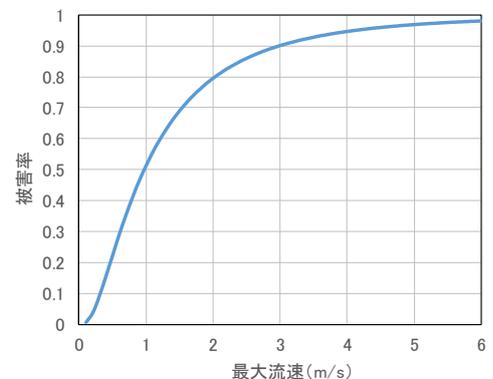


図-1 アマモの津波被害関数⁴⁾

2. アマモ場の被災条件

アマモ場の生育条件(物理的要因)として、波浪時の底層流速 60cm/s、砂面変動 3cm/月以内³⁾などが知られているが、津波や高潮などの長周期波に対する限界条件は分かっていない。

Suppasri ら⁴⁾は、2011年東北地方太平洋沖地震津波について、津波後のアマモ場の分布面積減少割合を被害率として、津波再現シミュレーションより得られた最大流速との関係を求めており(図-1)、流速 3m/s 程で被害率は 90%以上に達すると考えられている。

3. アマモ場の津波被害面積の推定方法

アマモ場の生育分布の情報には、生物多様性センターの自然環境調査 Web-GIS⁵⁾(図-2)に公開される環境省海域自然環境保全基礎調査(第5回)のデータを用いた。外力条件には津波シミュレーションより面的に得られる最大流速値を用い、上述の Suppasri ら⁴⁾の被害関数と組み合わせて、藻場分布位置での被害率を設定した。それを藻場面積に割り当てて、被害面積を算出している。



図-2 藻場の生育分布⁵⁾

4. 津波シミュレーション

対象津波は南海トラフ巨大地震津波(内閣府モデル case11, 2012)とし、対象地域(図-3)は大きな津波被害が予想され、かつ漁港数が多い愛媛県(最小計算領域は八幡浜市沿岸)とした。津波シミュレーションは、基礎理論を非線形長波理論とする固定床の波の伝播計算方法と、高橋ら⁶⁾により開発された掃流砂層と浮



図-3 対象地域

キーワード 津波シミュレーション, アマモ場, 被害予測, 津波被害推定, 土砂移動計算, 地形変化

遊砂層の砂量交換で津波時の土砂移動を表現する波の伝播計算方法の2種類で行った。シミュレーションの空間格子サイズは2430m, 810m, 270m, 90m, 30m, 10mとし、領域ごとの接続を1/3の格子サイズで行い、計算時間間隔は0.1sとして最大流速を算出している。なお、土砂移動ありの計算では、海底を0.267mmの単一粒径の砂地盤と仮定して計算を実施している。

5. 計算解像度と津波最大流速・被害面積推定結果との関係

(1) 土砂移動あり・なしでの最大流速の比較

図-4は、空間格子サイズ10~270mについて、藻場分布位置での土砂移動あり・なしの最大流速を比較したものである。10m格子では、土砂移動ありの場合、緻密な地形情報に基づく局所的な土砂洗掘・堆積が表現され、それに伴う最大流速の増大・低減が把握できている。全体的な傾向を見ると、増大するケースが多いことから、土砂移動なしでは捕捉できない大きな最大流速値を確認できるため、土砂移動ありのシミュレーションが有用であることが分かる。30m, 90m, 270mの順に、格子サイズが大きくなるほど、地形変化とそれに伴う流速変化が鈍化するため、土砂移動あり・なしでの流速の差異は小さくなっている。

(2) 計算解像度が及ぼす最大流速への影響

図-5は、土砂移動ありの場合について、同一藻場分布位置における10m格子の最大流速と30~270mの最大流速を比較したものである。30m格子では、局所的にばらつく場合もあるが全体的には10m格子と概ね同等の最大流速値が得られているようである。格子サイズが大きくなるにつれて、最大流速値は低減し、10m格子の最大流速値との差異が大きくなる傾向が確認される。

(3) 津波によるアマモ場の被害面積の推定結果

図-6は、空間格子サイズ10~270mの流速結果よりアマモ場の被害面積を推定した結果である。解像度が高い10m格子(土砂移動あり)では、被害面積は約750,000m²(被害前面積約1,100,000m²)、被害率は約68%にも達した。

10m格子の被害率は、30m格子との差が1%程度で小さいが、90m, 270m格子とでは10%近い差が確認された。図-5より、格子サイズが大きくなるほど最大流速が低減する傾向が見られたため、90m, 270m格子による推定結果への信頼性は10m, 30m格子に比べて低く、被害推定には最低でも30m格子サイズ程度の解像度が必要であると考えられる。また、格子サイズに関わらず、土砂移動あり・なしによる被害率の差は1%程度でその影響は小さいが、10m, 30m格子では土砂移動ありの方が高い被害率となっている。これは、土砂移動ありでは地形変化に伴う局所的な流速増大が把握できているためであり、土砂移動なしでは被害面積を過小に推定する可能性があることから、被害推定に土砂移動ありの計算が有用性であることが分かる。

6. まとめ

本稿では、土砂移動あり・なしの津波シミュレーションを用いて、アマモ場の津波被害面積の推定について検討し、土砂移動ありの津波シミュレーションがアマモ場の被害推定に有用であることが分かった。被害面積の推定においては、10~270m格子での推定結果の比較より、地形状況に応じた信頼性のある最大流速値と被害面積値を得るため、大きくても30m程度の計算空間解像度が必要であることが分かった。

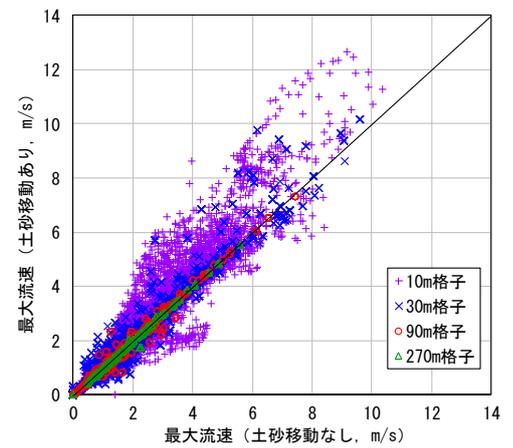


図-4 土砂移動による最大流速への影響

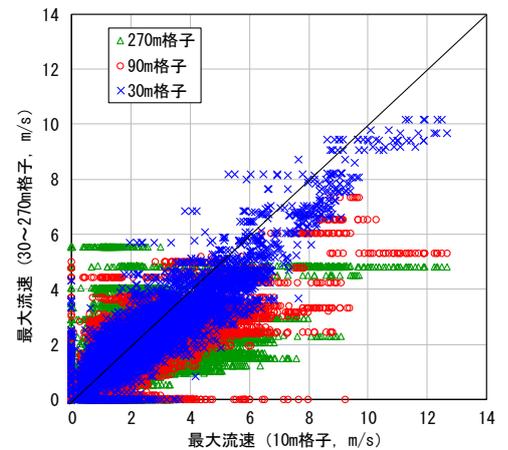


図-5 10m格子最大流速との比較

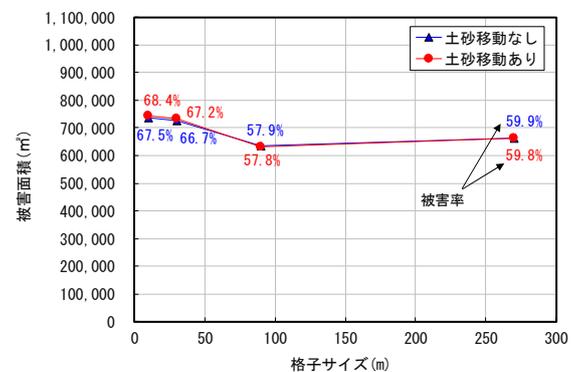


図-6 計算解像度と推定被害面積との関係

参考文献

- 1) 河村知彦・高見秀輝・早川淳・村岡大祐・玉置仁, 三陸沿岸の岩礁藻場における地震と津波の影響およびその後の変化, 日本水産学会誌, 第 83 巻, 4 号, pp.672-676, 2017.
- 2) 吉田吾郎・堀正和・崎山一孝・浜口昌巳・梶田淳・西村和雄・小路淳, 瀬戸内海の各灘における藻場・干潟分布特性と主要魚種漁獲量との関係, 日本水産工学会誌, 第 47 巻, 1 号, pp.19-29, 2010.
- 3) 国土交通省港湾局監修/海の自然再生 WG : 海の自然再生ハンドブック (第 3 巻藻場編), pp.55,93, 2003.
- 4) Suppasri, A., Fukui, K., Yamashita, K., Leelawat, N., Ohira, H., and Imamura, F.: Developing fragility functions for aquaculture rafts and eelgrass in the case of the 2011 Great East Japan tsunami, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 18, 145-155, 2018.
- 5) 生物多様性センター, 自然環境調査 Web-GIS, <http://gis.biodic.go.jp/webgis/index.html>
- 6) 高橋智幸・首藤伸夫・今村文彦・浅井大輔, 掃流砂層・浮遊砂層間の交換砂量を考慮した津波移動床モデルの開発, 海岸工学論文集, 第 46 巻, pp.606-610, 1999.