

静岡県浜松市における津波土砂移動の特徴と砂浜生態系への影響

東北大学大学院工学研究科	学生会員	○渡邊 凌生
東北大学災害科学国際研究所	正会員	SUPPASARI Anawat
元 東北大学災害科学国際研究所	正会員	山下 啓
東北大学災害科学国際研究所	正会員	内田 典子
東北大学災害科学国際研究所	正会員	今村 文彦

1. 研究背景

静岡県浜松市は太平洋に面しており、海岸には砂浜や砂丘が広がっており、多様な砂浜植物のほかウミガメの産卵地になるなど貴重な生態系を有している。またこの地域は津波リスクの高い地域である。津波波源としては東海・東南海地震や南海トラフ巨大地震が想定されており、最大約15mの津波が想定¹⁾されている。この対策として浜名湖今切口から天竜川以西の海岸に大規模な防潮堤が、馬込川河口に水門が建設されている。しかしながら、従来の津波被害想定では浸水域の推定に留まり津波土砂移動やその影響について十分に検討されていない。特に、ウミガメの産卵巣や海浜植生のような砂浜生態系は浸水による死滅や侵食による流出が考えられる一方大規模攪乱による影響が検討されていない。

そこで本研究では、静岡県浜松市を対象に想定される津波波源モデルを用いて津波土砂移動計算を実施し、津波土砂移動の特徴と、津波による砂浜生態系への影響を検討した。

2. 条件・手法

(1) 数値モデル

津波による土砂移動は、津波伝播・遡上モデルである TUNAMI-N2 と津波移動床モデルである STM を組み込むことで計算した^{2,3)}。各ステップにおいて TUNAMI-N2 からは流速や推進、STM からは地盤高をそれぞれ相互に受け渡す。TUNAMI-N2 は、非線形長波理論に基づいた連続式と運動量保存式を解き、STM は掃流砂および浮遊砂の流砂量式を解くことで求められる。なお STM は単一粒径モデルである。

(2) 計算条件

計算対象領域は、南海トラフ巨大地震の津波波源を含む広域の第1領域から浜松市太平洋沿岸を含む第6領域とし、 $dx=2,430\text{m}$ の第1領域から $dx=10\text{m}$ の第6領域までを 3:1 接続しながら、Leap-Frog 法を用いた計算を行う。地形データは内閣府公表の南海トラフ巨大地震被害想定¹⁾に用いられた地形データ

から作成した。波源モデルは、静岡県浜松市において最大クラスの津波を伴うと想定される内閣府南海トラフ巨大地震モデル検討会公表のケース 1 を用いた。これは駿河湾～紀伊半島沖に大すべり域と超大すべり域を有する津波断層モデルである。再現時間は6時間、時間格子間隔は 0.05 秒とした。土砂移動計算は第6領域を移動床とし、粒径は Junaidi *et al.* (2009)⁴⁾ に基づき、 $D_{50}=0.29\text{mm}$ の砂が一様に分布していると仮定した。底面条件は土地利用に基づいて設定した。

(3) 砂浜生態系への影響評価

砂浜生態系への影響について、海浜植生やウミガメの産卵巣を想定し、津波の浸水と侵食によって生じる影響を評価した。ウミガメの営巣地や海浜植生の生息地として、標高 3m⁵⁾ 以上の砂浜・砂丘部を対象領域に設定し、各グリッドにおいて表-1 のように浸水の有無と侵食深を算出し組み合わせることで評価値を算定した。

3. 結果

(1) 津波土砂移動の特徴

津波による地形変化を図-1 に示した。1cm以上の侵食が水深約33mから発生しており、河口部のほか堤防や道路の背後で侵食が相対的に大きく、本計算で想定した粒径の砂地盤を10m以上侵食しうる程の流れが生じた。陸域での侵食量は約 $8.48 \times 10^6 \text{m}^3$ である一方、堆積量は $5.70 \times 10^6 \text{m}^3$ となり、約 $2.69 \times 10^3 \text{m}^3$ の土砂が流出する。このうち砂浜・砂丘部では約 $1.72 \times 10^6 \text{m}^3$ の流

表-1 津波による砂浜生態系への影響評価区分

		浸 水 [十の位]			
		な し	0	あ り	1
侵 食 深 h (cm) [一の位]	な し	0	0	10	
	$0 < h < 10$	1	-	11	
	$10 \leq h < 30$	2	-	12	
	$30 \leq h < 50$	3	-	13	
	$50 \leq h < 70$	4	-	14	
	$70 \leq h < 100$	5	-	15	
	$100 < h$	6		16	

キーワード：津波土砂移動，津波移動床モデル，南海トラフ巨大地震，東海地震，砂浜生態系，海浜植生

連絡先：〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1 3F-E305

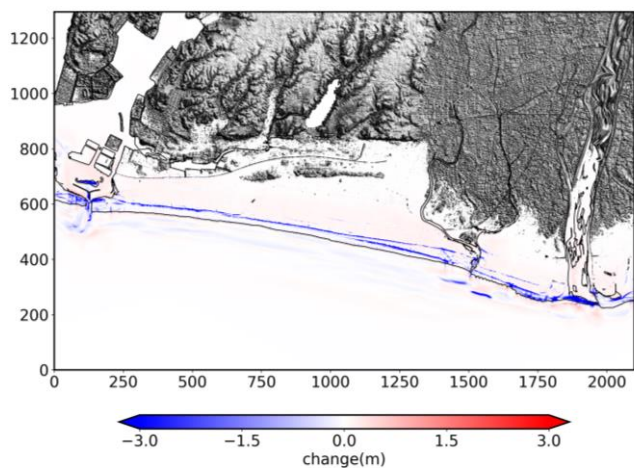


図-1 南海トラフ巨大地震津波ケース1による地形変化

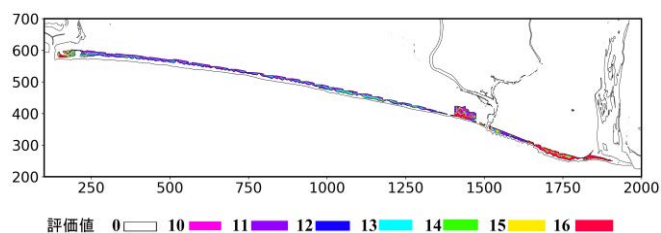


図-2 砂浜生態系への影響評価値

出土砂量となった。

次に、土砂の沖合への流出量を推定するため浜松市遠州灘海岸の限界水深（12m）以深を深水域とし定義して深水域への流出土砂量を算出した。その結果、約 $1.24 \times 10^6 \text{ m}^3$ の砂資源が深水域へ流出する可能性が示された。沖合への流出土砂量が大きくなることで津波後地形の自然回復が困難になるリスクが大きくなる可能性がある。

(2) 砂浜生態系への影響

浜松市遠州灘海岸の砂浜・砂丘における生態系への影響評価値の分布を図-2に示し、評価値ごとの砂浜面積を表-2に示した。本計算で想定した津波シナリオでは、ほぼすべての砂浜で浸水が生じるため、ウミガメの卵や砂浜に生息する海岸性昆虫はほぼすべて死滅する可能性が考えられる。また砂浜の約88.8%の面積で侵食が生じる。ここで、約38.4%の面積で侵食深が30cm以上となり、ハマゴウやハマニガナのような根の短い植生が流出すると考えられる。さらに約26.6%の面積では侵食深が70cm以上となり、ハマボウフウやコウボウムギのような根の長い海浜植生であっても流出する可能性が考えられる。

4. 議論

数値実験の結果を用いることで、砂浜・砂丘における津波の浸水・侵食によって生態系へ影響が生じる範囲の

表-2 津波による砂浜生態系への影響評価値

影響評価値	面積(m ²)	割合
0	200	0.01%
10	187,700	11.17%
11	571,800	34.01%
12	276,600	16.45%
13	125,200	7.45%
14	72,600	4.32%
15	80,800	4.81%
16	366,200	21.78%
対象領域の砂浜面積	1,681,100	100%

推定を行った。しかし、将来発生すると考えられる津波に対して砂浜生態系を考慮した保護計画や復興計画を策定するためには、それぞれの生物種ごとに影響を推定する必要だと考えられる。そのため海岸に生息する種の同定やその生息範囲の把握のほか、それぞれの種の津波による浸水や侵食への耐性といった知見が必要である。

5. 結論

本研究では、数値計算を用いて静岡県浜松市における津波土砂移動の特徴を明らかにし、その砂浜生態系への影響を検討した。静岡県浜松市においては河口部などで大規模な地形変化が起こり、砂浜・砂丘の約 $1.72 \times 10^6 \text{ m}^3$ の土砂が流出する可能性が示唆された。また津波による砂浜生態系へのリスクを推定し、砂浜面積の約21.79%で根の長い種を含むほとんどの海浜植生が流出する可能性が示唆された。今後生物種ごとの影響を推定するために生息範囲のほか津波による浸水や侵食への耐性に関する知見が必要である。

参考文献

- 1) 内閣府(2012), 南海トラフの巨大地震による津波高・震度分布等, 2012年8月29日発表, http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/1_1.pdf, 2020年11月10日閲覧
- 2) 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, Vol. 46, pp.606-610, 1999.
- 3) 高橋智幸, 黒川貴博, 藤田将孝, 島田広昭, 津波による土砂移動の粒径依存性に関する水理実験. 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 67(2), I_231-I_235, 2011.
- 4) Junaidi, 青木, 加藤, 片岡, 三枝子, 若江, 尼崎貴大: 中田島砂丘における飛砂の特性と短期的地形変化に関する研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 65, No. 1, pp. I_621-I_625, 2009.
- 5) 遠藤和正, 榊原秀作, 宇多高明, 石川仁憲, 古池鋼: 浜松篠原海岸の養浜後の汀線前進と沖合侵食の再現計算, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.71, No.2, I_781-I786, 2015