

長期間測量および波浪推算結果を用いた台風襲来時の表浜海岸での地形変化

豊橋技術科学大学 正会員 ○豊田 将也
 豊橋技術科学大学 正会員 加藤 茂
 豊橋技術科学大学 正会員 片岡 三枝子
 京都大学 正会員 志村 智也

1. はじめに

近年の研究や、2021年に発行されたIPCC第6次評価報告書において¹⁾、海面上昇により多くの砂浜が消失する可能性が懸念されている。また気候変動により海岸侵食の一因となる台風の強度は増加する可能性が高いことも報告された。砂浜の存在は、グリーンインフラとしての意義（波浪の減衰等）だけでなく、快適な沿岸利用にも重要な役割を果たしており、持続可能な海岸の整備が求められている。

我が国には約19,000haの砂浜が存在しているが、数十年規模の長期にわたり観測されている地点は少ない。またデータの不足に起因して、台風に対して鋭敏な地点の検出や、砂浜に影響の大きい台風特性の把握に関する試みは十分に行われていない。

そこで本研究は、1999年から継続した断面測量が実施されている愛知県豊橋市の表浜海岸を対象に、長期波浪推算結果と組み合わせた解析を実施する。これにより、台風に対する鋭敏な地点の検出および砂浜への侵食が発生しやすい台風特性を把握する。

2. 研究手法

解析には豊橋技術科学大学の海岸工学研究室が保有する表浜海岸に関する岸沖断面測量データを使用する。測量は1999年5月から概ね週1回の頻度で実施されており（図-1）、表浜海岸に点在する4地点（高塚、寺沢、小島、西細谷）を対象としている（小島のみ2006年開始）。本研究では、1999年から2019年までの期間に表浜海岸に接近した台風（半径800km以内）を対象とする。その際、台風前時点で汀線距離が年平均値から大きく外れるデータは（10%以上）、自然変動量と台風起因の変動量の判別ができないため解析対象から除外し、残った56事例（元の総数：83事例）を対象とした（図-2）。

本研究では台風前後における測量結果から汀線変化量と断面積変化量を算出した。ここで汀線は実

施測量結果から T.P. +0.88m 高さと砂浜表面との交点と定義している。また外力条件として考慮する波浪については、Shimura et al. (2019)²⁾による JRA-55 を用いた長期波浪推算結果を用いた。具体的には、対象台風時の表浜海岸に該当する格子点の波高・周期を抽出し、侵食の有無と照合した。この処理を全台風に実施することで汀線変化と断面積変化に関するデータベース (DB) を作成する。DB では汀線変化に着目し、4 地点中 3 地点以上の侵食がみられた事例は侵食台風と判断し、反対に 3 地点以上の堆積がみられた事例は堆積台風とする。このプロセスにより侵食を引き起こす台風（侵食事例）とそれ以外の台風（堆積事例またはその他）に分類した。

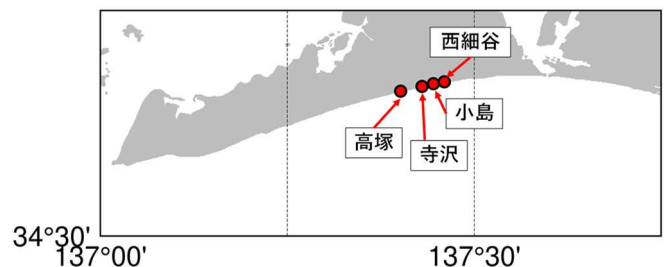


図-1 対象地点の位置関係

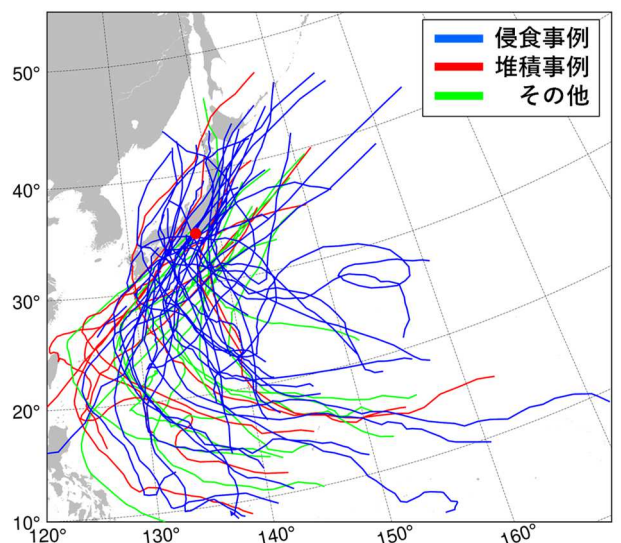


図-2 対象台風事例の経路図

(青：侵食，赤：堆積，緑：その他)

3. 解析結果

まず DB から得られた対象事例の分類について議論する。56 事例の台風のうち、侵食事例は 35 事例、堆積事例は 9 事例、その他が 12 事例であった。汀線距離と断面積では最も大きな侵食を及ぼした事例が異なっており、汀線距離を最も減少させたのは 2007 年台風 9 号であり（全地点平均で-32.3%）、断面積を最も侵食したのは 2007 年台風 4 号であった（-24.3%）。侵食を引き起こした台風の大半が表浜海岸から半径 150km 以内の近い地域を通過、または遠く離れていても「強い」勢力で西側を通過しており、表浜海岸周辺で強い風が吹きやすい状態にあることがわかった。一方で堆積事例およびその他の事例においては、台風前後で最も堆積した事例は、汀線距離および断面積でいずれも 2001 年台風 17 号であった（それぞれ 26.4%、13.1%）。堆積・その他の事例では、多くの台風（21 事例中 14 事例）が本州の南海上で東寄りの進路を取る傾向にあることがわかった。また侵食事例における最大有義波高の平均値は 4.25m（周期は 8.8s）であり、堆積およびその他の事例では 2.51m（8.0s）であった。尚、この最大有義波高の値は統計的に有意な差であることも明らかとなった（有意水準 5%、片側検定）。

続いて 4 地点の地点間の比較結果について議論する。地点間の汀線変化の相関を確認すると、「高塚」と「寺沢」、「高塚」と「西細谷」および「寺沢」と「西細谷」においては相関係数が 0.4 を超え比較的高い正の相関がみられた。一方で小島を含めた組み合わせでは正の相関（0.4 以上）はみられなかった。小島以外の 3 地点については、台風時の地形変化は概ね同じ傾向であるといえる。小島において他地点との相関がみられなかった要因として、2000 年代に「小島」で行われたエココスト事業が考えられる。これにより大規模な消波ブロック移設が行われたことで、小島海岸では他の地点と台風前後での地形変化が異なっているものと推察される。最後に各地点において、全ての台風事例によって砂浜で受けた影響量について比較する（表-1）。比較には各地点の台風前後で生じた差の積分値（累積台風影響量）を用いる。その結果、最も台風前後で地形変化が大きいのは西細谷であり、13.8%であった。一方で最も変化が小さいのは小島であり 7.2%であった。また小島

表-1 解析結果のまとめ

	高塚	寺沢	小島	西細谷
平均変化量 [%]	6.8	5.6	5.7	8.2
変化量の標準偏差 [%]	16.1	11.6	8.1	14.5
累積台風影響量 [%]	11.8	10.1	7.2	13.8

では、台風前後の変化量に関するばらつき（標準偏差）が他の 3 地点に比べて小さいことがわかった。小島では台風による侵食が大きい一方で、堆積変化が小さいことに起因している。したがって小島においては台風の特徴（経路、強度）を問わず侵食しやすい傾向にあるといえる。

4. 結論

本研究は愛知県表浜海岸を対象に、長期間断面測量データと長期波浪推算結果を用いて、台風による地形変化に関する解析を行った。その結果、表浜海岸では 4m を超える大きな有義波高を引き起こす台風時に侵食が発生しており、2.5m 程度の比較的小さな波高時には侵食は起こらず、台風によっては堆積する傾向があることが明らかとなった。また調査対象とした 4 地点の中で最も台風に対して鋭敏な地形変化（侵食・堆積）となるのは西細谷であるが、「侵食されやすい地点（台風に弱い）」という観点で比較すると小島であるといえる。小島では他の 3 点とは異なる変化傾向を示しており、他地点では大きく堆積した台風事例であっても微小な堆積または侵食となっていた。したがって台風に対して脆弱な砂浜といえる。一方で小島に対する測量は 2006 年より開始しており、他の 3 地点に比べてデータ数が少ない。より頑健な傾向を把握するためにも継続した測量によるデータの蓄積が求められる。

参考文献

1. IPCC, 2021. Summary for Policymakers, *Cambridge University Press*, pp3-32.
2. Shimura T., and N. Mori, 2019. "High-resolution wave climate hindcast around Japan and its spectral representation", *Coastal Engineering*, 151, pp.1-9.