

博多湾における自然・人工海岸の地形と 環境のモニタリング手法の検討

LIU JINZUO¹, 清野聡子², SONG YAWEN³, 池松伸也⁴, 木下英生⁵

¹学生会員 九州大学 工学部 (〒819-0395 福岡市西区元岡 744)

E-mail: liu.jinzuo.756@s.kyushu-u.jp

²正会員 九州大学 工学部 (〒819-0395 福岡市西区元岡 744)

E-mail: seino@civil.kyushu-u.ac.jp

³学生会員 九州大学 工学部 (〒819-0395 福岡市西区元岡 744)

E-mail: song.yawen.035@s.kyushu-u.ac.jp

⁴非会員 九州大学 工学部 (〒819-0395 福岡市西区元岡 744)

E-mail: s.ikematsu@et.kyushu-u.ac.jp

⁵非会員 九州大学 環境工学研究教育センター (〒819-0395 福岡市西区元岡 744)

E-mail: h.kinoshita@civil.kyushu-u.ac.jp

博多湾では 20 世紀以来、埋立地の工事が盛んに行われてきた。そのため人工海岸も数多く存在する。本研究では、人工砂浜・自然砂浜の地形変化調査を通じて、海岸侵食の現象を把握する。将来的には、簡易的なモニタリングが望まれるが、そのための基礎調査手法を見出す。顕著な変化が見られた区域の勾配や植物被覆率などを分析した。海岸の地形や環境の変化の原因を特定し、解決策を講じることができると考えられる。

Key Words: *coastal erosion, artificial coast, landfill, Hakata bay, coastal management*

1. はじめに

(1) 研究背景

海面は、過去約 8000 年の間に海の強い波によって現在のように変化した。しかし、この 20 ~ 30 年の間に海岸の変化が進んでいる。近年の海面上昇による砂浜の減少との推測もある。しかし、世界的に見ても、依然として大きな砂浜を保っているところは多い。したがって、海岸侵食の主な原因は、近年進行している人間の建設活動にあると考えられる。近年、大量の海岸工事や河川工事が継続的に実施されている。砂浜の砂は主に河川に由来する。近年では河川資源の開発利用、河川内の砂利採取やダム建設により、砂浜に流入する砂の量が大幅に減少している。

日本では、発展を背景に、埋め立てなどの臨海開発が 30 ~ 40 年近く続いている。日本の海岸侵食量は年間 160ha に達する。さらにこの侵食量は増加している。2020 年の東京オリンピックでサーフィン競技が

行われる九十九里海岸は、全長 60 km という国内でも大規模な海岸線のひとつです。しかし、40 年にわたる海岸侵食で、すでに約 30km の海岸線が侵食され、海陸境界線が 100m 以上後退している。このような海岸侵食は全国各地で多く発生しており、多くの砂浜が消失している。

砂浜の潮間帯は多くの生物の生息地であり、海岸侵食の進行はこれらの生物に大きな影響を与える。海岸侵食による弊害は、海岸線を生育環境とする動植物にも影響を与える。魚類、貝類などの海洋生物を除いては、海岸線に生息する各種植物やプランクトンなど、生態系維持に重要な役割を果たす生物の生息空間も大きく減っている。これらの生物の数は大幅に減少し、生態系を破壊する要因となっている。

(2) 海岸侵食の影響

海岸侵食が進み、多くの砂浜が失われているが、

海岸は波の力を弱め、津波による被害を防ぐことができる。このまま海岸浸食が進むと、内陸部では津波への抵抗力が大幅に弱まり、高潮による浸水の可能性が高まる。近年、こうした高潮災害で道路や市街地が甚大な被害を受けたという新聞をよく目にする。人々の生活や社会経済に深刻な影響を与えている。高潮浸水などを避けるためには、砂浜の地形変化を調べる必要がある。

(3) 研究対象

博多湾は1962年から埋立地造成が相次いでおり、人工海岸が多い、現存する人工海岸の地形変化は観察しやすい。本研究では、博多湾にある4つの海岸を対象とする。生の松原海岸は自然海岸、愛宕浜海岸、福浜海岸と名島海岸は人工海岸である。



図-1 調査地点

(4) 研究目的

本研究では、人工海岸と自然海岸の地形変化を調べることで、現在の海岸浸食現象を把握する。将来的には簡単なモニタリングができるようになり、そのための基礎的な調査方法を見出す。

2. 研究方法

(1) 現地調査

これらの海岸で四季に、海岸ごとに特徴が明確な測線を設定して定点調査を行う。測線は汀線から陸域境界線までの直線とする。スマートフォンで高所(3m)からの写真を撮影し、RTK-GNSSで空間位置情報を記録した。Agisoft (Agisoft LLC)で写真を重ね合わせ、標高、緯度、経度など空間位置情報データを入力した。3Dモデルを作成した。1mの範囲で30-40枚の写真を撮る。オーバーラップの度合いは約80%であった。本研究における標高測定の基準点は東京

湾の平均海面である。

(2) データの処理と分析

各海岸の標高データを整理し、各海岸の断面図を作成し、写真を合成した。具体的には、次のようになる。

- 標高データを整理して各海岸の断面図を作成する、
- Agisoftで写真を合成処理して空間位置情報を入力する、
- 顕著な変化が見られた箇所を詳細に分析する、
- 各測線の勾配の向きと砂の流れの分析を行う、
- 各測線の変化率の計算する(砂の増加、減少)、

以上の分析を総合すると、海岸の変化をもたらした主な地域と要因が明らかになる。

2.3 海岸現状観測

調査範囲を拡大する、外部からの影響を受けやすい場所を重点的に監視しながら、他にも影響を受けやすい区域を探す。海岸の長期監視を行う



図-2 愛宕浜海岸

3. 結果と分析

愛宕浜海岸と生の松原海岸を例に、本研究のデータ処理方法、分析手法、分析結果について詳しく説明する。

(1) 愛宕浜海岸

福岡市西区愛宕にある愛宕浜海岸。1982-1988年に建設された人工海岸である。海岸の全長は1.1kmである。砂浜の幅は満潮時に約50m、干潮時に約70m

である。海岸全体を両側の突堤と正面の離岸堤に囲まれ、内部に安定した区域を形成している。

まず調査当日、愛宕浜海岸の地形変化を分析する。愛宕浜海岸の地形標高データを処理し、各測線の断面図を作成する。断面図（図3）と地形写真（図4）の分析によって、A2とA4の地形が大きく変化している。合成写真と比較すると、この二箇所に浜崖がある。波が直撃するため、離岸堤の開口部が最も大きな影響を受ける。

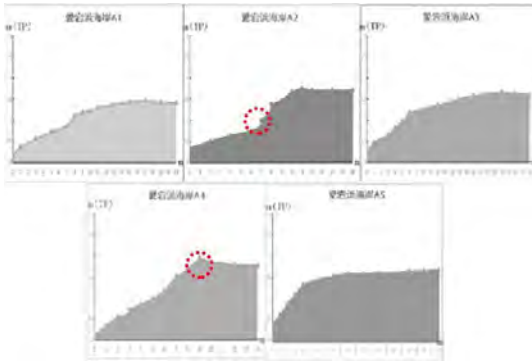


図-3 愛宕浜海岸断面図

標高データを上記の可視化分析に変換することで、愛宕浜海岸のうち、外部からの影響を受けやすい地域における、各測線の変化傾向と変化強度を分析することができる。海岸の現状を監視し改善するため、砂浜の現状を把握すると同時に、現状に至った要因を探る必要がある

そこで次に、砂浜の勾配と変化率を分析した。勾配分析を行う際には、空間位置情報から合成した DEM データを ArcGIS で勾配分析する。

勾配分析は、一般的に DEM データを使用して、バリエーション内の各像の勾配値を計算するために使用される。勾配値が大きいほど、地勢は急峻である；勾配値が小さいほど、地勢は平坦である。

砂浜の勾配を分析することで砂の流れの方向も把握できる。

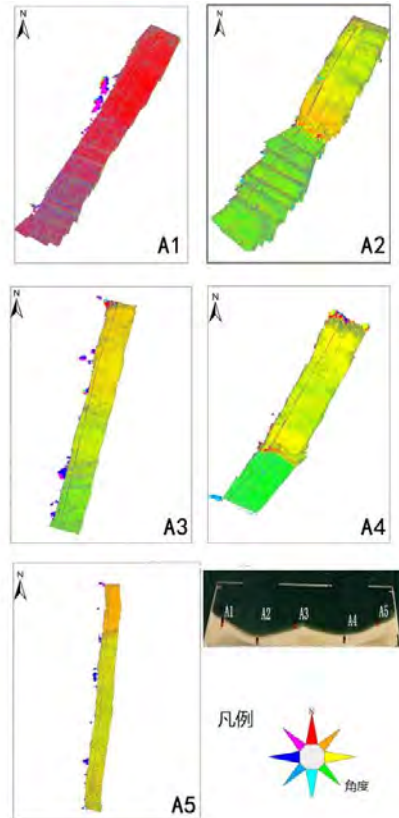


図-5 愛宕浜海岸勾配向き図

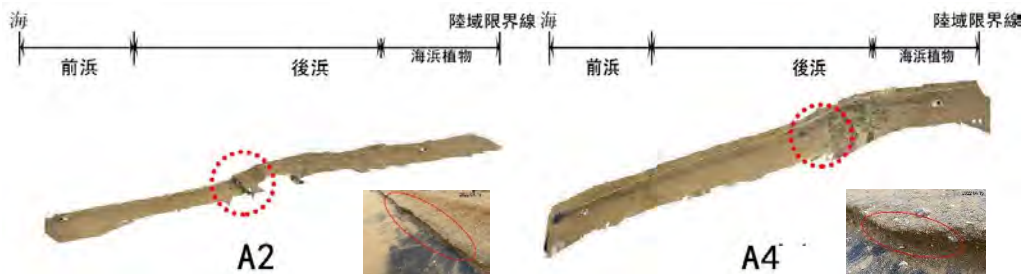


図-4 測線 A2, A4 の合成写真

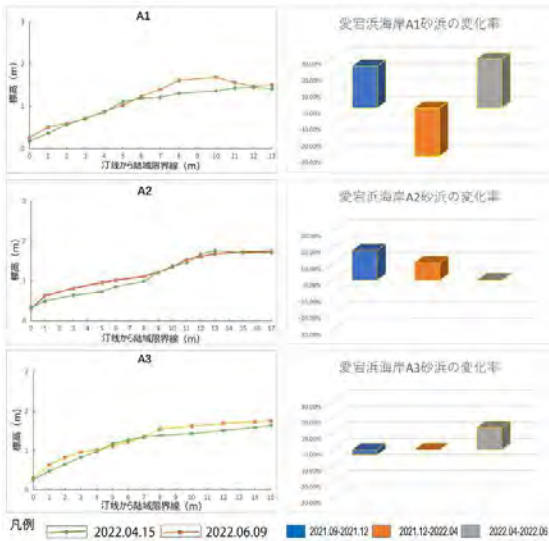


図-6 愛宕浜海岸断面重ね合わせ図と変化率

分析するによって、砂浜の前浜と後浜の砂の流れ方向は一致性がないことが分かった。愛宕浜海岸の前浜は主に離岸堤内部の海浜流の影響を受ける。海浜流の影響で砂が砂浜の西北側から東南側に流動する。これが愛宕浜の海岸浸食の主な原因である。海岸整備のために2021年12月と2022年6月に砂が増加した。2021年12月から2022年4月にかけて、A1の砂は大幅に減少し、その他の測線は増加している状態である。愛宕浜海岸は、離岸堤と突堤に囲まれているため、河口がない。人工的な方法以外に砂を補充する方法がない。そして、A2、A3砂の量が増えたのは、別の方向から沿岸漂砂である。

以上の砂浜の勾配の向きと変化率の分析から、愛宕浜の砂は西側から東側に流れ、堆積していたことがわかった。その過程で砂の一部が波に流されて離岸堤の外に流れていったと考えられる。

(2) 生の松原海岸

福岡市西区の北端にある生の松原海岸。自然海岸である。海岸の全長は1.54kmである。砂浜の幅は約30mで、面積は40haである。河口がある。自然に砂が補給されている。背後には松の防風林がある。全海岸の後浜に海浜植生が分布していた。

生の松原海岸の地形変化を分析する。生の松原海岸の地形標高データを処理し、各測線の断

面図を作成する。断面図から分かるように、砂浜の勾配はあまり変わらない。荒天の影響で波が強くなったため、前浜は波に打たれ、地形変化に大きな影響を与えた。波の強度が増したため、もともとは後浜が侵食されて、前浜になった。

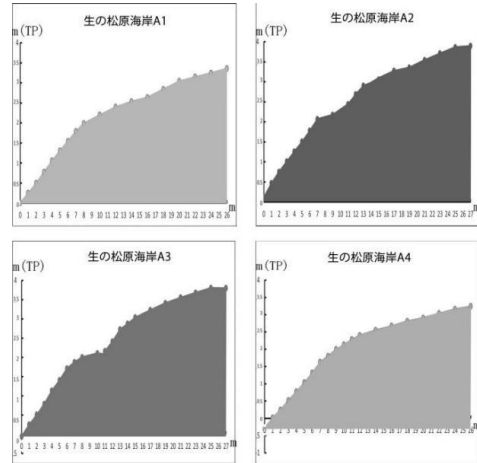


図-7 生の松原海岸断面図

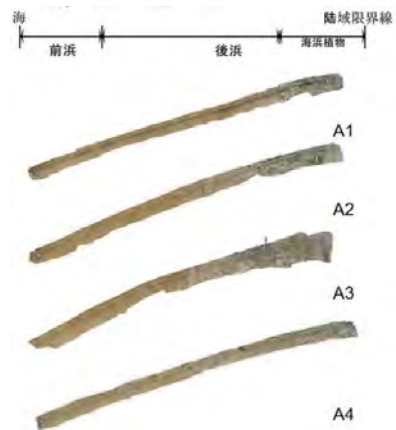


図-8 生の松原海岸各測線の合成写真

生の松原海岸には人工構造物が建設されていないため、海岸の海浜流は複雑な反射過程を経ない。基本的に自然の波の作用に従って流れる。A2の向きは東北に流れて、A3は西北に流れる。砂は沿岸流によって海岸の中部に移動する。そして離岸流によって海に流れ、海岸浸食を引き起こす。

また、海岸植物に覆われた自然海岸での砂の

流れにも注目したい。海浜植物が砂の流失に対して抵抗作用を持っていることが知られている。しかし、この抵抗作用はどのような場合で効果があり、砂の流失を防ぐのにどれだけ効果があるのか、次の分析が必要である。

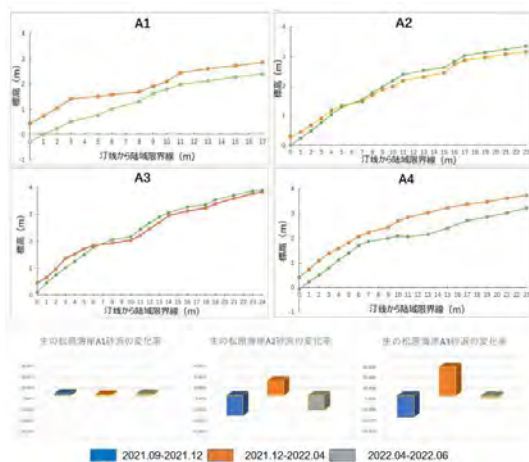


図-9 愛宕浜海岸勾配向き図

かけて、A2 と A3 の砂が大幅に増える。愛宕浜のような人工海岸とは異なり、生の松原海岸の土砂流失は前浜だけでなく、後浜でも顕著な変化が見られた。これは、海岸の後浜に砂の流失を抑える方法がある。愛宕浜後浜は植物に覆われていないため、砂は通年失われた状態である。生の松原海岸には海岸植物が分布しており、季節によって生長状況が変化する。これが後浜の砂変化率の起伏の原因と考えられる。そこで生の松原海岸の植物被覆率の分析を行った。



図-11 生の松原海岸の植物被覆率

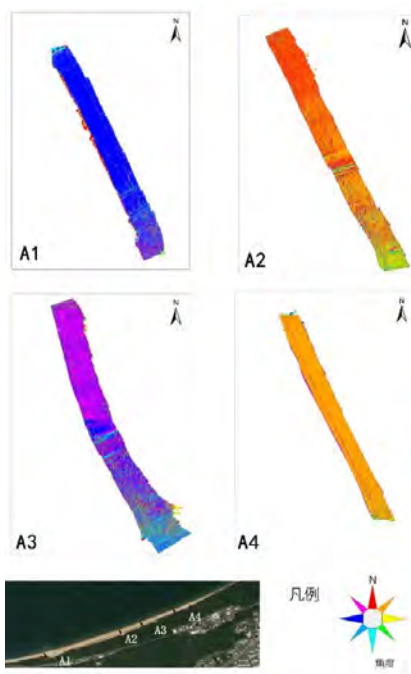


図-10 生の松原海岸断面重ね合わせ図と変化率

生の松原海岸では 2021 年 12 月と 2022 年 6 月に砂が減る。この期間の変化率が増加している状態である。2021 年 12 月から 2022 年 4 月に

以上の分析から、海岸の砂が流失する原因は、波の以外に植物被覆率の影響も考えられる。砂が減少した主な区域は砂浜の後浜であることが初歩的に判断された。

冬季、砂浜の表面は植物被覆率が低くなり、強風の影響を受けて、植物の葉の下を覆っていた砂が流失しやすくなったと考えられる。

4. まとめ

海岸の可視化分析を行って、特異点を見つけ出し、海岸の現状を把握する。また、顕著な変化が見られた区域の勾配や植物被覆率などを分析した。海岸の地形や環境の変化の原因を特定し、解決策を講じることができると考えられる。このような簡単なモニタリング手法を用いることで、海岸の現状把握、海岸の日常維持や浸食要因の分析に役立てることができると考えられる。今後、海岸整備の維持管理量を減らすために提案することも考える。

参考文献

- 1) 国土交通省 (2005) : 海岸の現状と課題, p21.
- 2) 季小梅・張永战・朱大奎 (2006) : 人工海浜

研究進展. 海洋地質動態.

- 3) 芹沢真澄・宇多高明・宮原志保 (2014) : 海岸実務者のための海浜変形予測モデル, 第24回海洋工学シンポジウム, 日本海洋工学会・日本船舶海洋工学会, CD-ROM, 論文No. OES24-001
- 4) 小林昭男 (2018) : 海岸の侵食対策と修復—美しく安全で快適な海岸をめざす技術, ベース設計資料.
- 5) 宇多高明・前田尚志・小川展弘・大谷靖郎・大木康弘・五十嵐竜行 (2017) : 侵食の進む九十九里浜におけるヘッドランドと養浜による対策検討, 日本沿岸域学会, 研究討論会 2017, 公演概要集 No. 30, セ

ッション5, 5-2, CDROM.

- 6) 新穂修・甲斐由将・吉田恵介・久原明子・山西純・桃崎悦子・井上慶司 (2013) : 博多湾における港湾埋立事業と環境保全・創造に向けた事業の両立, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol. 69, No. 2, I_592-I_597.
- 7) 福岡市 (2016) : 博多湾環境保全計画 (第二次) .

(Received March 28, 2022)

(Accepted August 22, 2022)

DISCUSSION ON MONITORING METHOD OF TOPOGRAPHY AND ENVIRONMENT OF NATURAL AND ARTIFICIAL COAST IN HAKATA BAY

Jinzuo LIU, Satoquo SEINO, Yawen SONG, Shinya IKEMATSU and Hideo KINOSITA

Since the 20th century, there have been frequent land reclamation projects in Bodo Bay. So there are a lot of artificial coasts. This study investigated the topographic changes of artificial sand beaches and natural sand beaches to grasp the phenomenon of coastal erosion. It is hoped that simple monitoring can be carried out in the future, for which basic investigation methods should be found. The slope and plant coverage of the areas with significant changes were analyzed. Causes of changes in coastal topography and environment can be identified and solutions can be sought.