

台風がもたらした礫浜の地形変化に関する一考察

岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○ 荒深 光左
 岐阜工業高等専門学校 正会員 菊 雅美
 名古屋大学 正会員 中村 友昭
 名古屋大学 フェロー 水谷 法美

1. 研究の背景と目的

近年、我が国では海岸侵食が深刻化している。これは主に、ダム建設や港整備などによる土砂供給量の減少など、人為的な要因により引き起こされていると考えられている。三重県南部に位置する七里御浜海岸でも、侵食が顕在化している。海浜の減少は生態系へ悪影響を及ぼすだけでなく、消波機能の減少による防災性の低減も招く。そのため、早急な侵食対策が求められているものの、これまで行われてきた養浜や人工リーフの設置などの対策では、依然として砂浜の回復には至っていないのが現状である。有効な侵食対策を行うためには、現地海岸の波浪と地形変化の関係性を詳細に把握する必要がある。

地形変化特性を明らかにするためには定期的な地形観測が必要であるが、従来の測量方法では時間や労力がかかり、急勾配や人の侵入が困難な場所での観測が難しいなどの問題がある。そこで、近年、安価かつ低労力、短時間で観測が可能な UAV-SfM/MVS 測量が注目されている。本研究では、UAV-SfM/MVS 測量によって、現地海岸の地形変化特性を把握することを目的とする。

2. 対空標識の作成

本研究では、UAV として DJI Phantom4 を使用する。UAV によって対地高度 20m で撮影した画像から、3D モデリングソフトウェア PhotoScan を用いて現地海岸の 3D モデルを作成し、DEM (数値標高モデル) を出力する。さらに、QGIS を用いて観測間の DEM の差分抽出や任意測線の断面図を作成する。

PhotoScan によって DEM を作成するにあたり、平面直角座標系に基づく位置情報を 3D モデルに紐づける処理が必要となる。その際に行う作業が対空標識の抽出と調整である。従来はこの作業を手動で行う必要があったが、広範囲におよぶ多数の画像を対象に行うには時間と労力がかかり、効率的ではない。また、手作業で行う調整には個人差が含まれ、3D モデルの精度に影響を及ぼす。そこで、本研究では、PhotoScan を用いて自動抽出可能な対空標識の検討および作成を行った。

事前試行として、空撮時に中心円の直径 4 mm の対空標識 (20 cm 四方) を用いたところ、対地高度 20 m で撮影した画像からは対空標識を自動抽出できなかった。一方、対地高度を 8 m とした撮影画像からは対空標識を自動認識できることを確認した。この結果より、中心円を 1 pixel 以上で表すことができれば自動抽出が可能になると仮定した。そこで、UAV に搭載されているカメラの焦点距離・センサーサイズ・解像度から、撮影高度と撮影範囲のシミュレーションを行った。その結果、図-1 から、撮影高度 20 m における 1 pixel あたりの撮影範囲は 8.2 mm と算定された。そこで、中心円の直径を 9 mm とした 42 cm 四方の対空標識を作成した。作成した対空標識を対地高度 20 m で空撮した結果、PhotoScan によって自動抽出されることを確認した。

3. 現地観測の概要

現地海岸における地形変化の検討には、2017 年 1 月 5 日、2017 年 7 月 6 日、2017 年 8 月 10 日、2017 年 11 月 12 日に撮影された画像を用いた。7 月 6 日は台風 1703 号、8 月 10 日は台風 1705 号、11 月 12 日は台風 1721 号および台風 1722 号がそれぞれ日本に上陸または接近した後である。

4. 台風による海浜変形

図-2 に、2017 年 8 月 10 日から 2017 年 11 月 12 日の間に生じた標高差 (DEM の差分) を示す。なお、水面は正しく解析できないため、汀線から護岸までの地形変化に着目する。同図から、 $X = -248000$ m 付近の広い範囲で 3 m 近い標高の減少がみられる。一

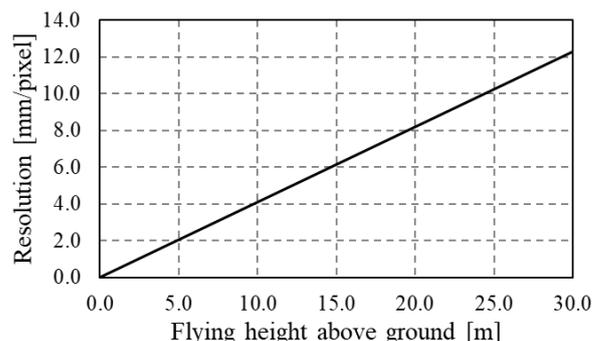


図-1 画像解像度と撮影高度のシミュレーション

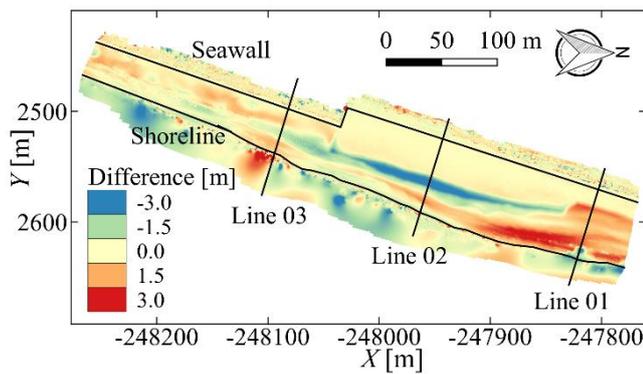
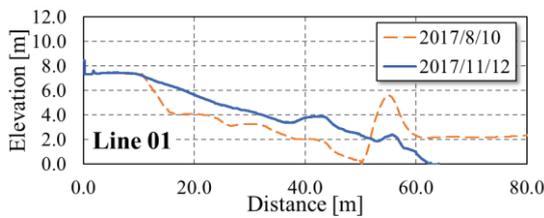
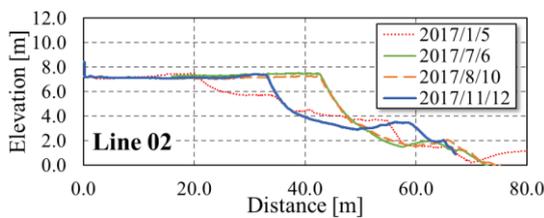


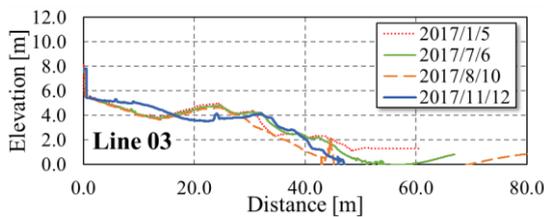
図-2 2017年8月10日と11月12日の標高差



(a) Line 01



(b) Line 02



(c) Line 03

図-3 任意測線における断面標高の経時的変化

方, 最北部 ($X = -247900 \sim -247800$ m) では, 汀線付近の標高が大きく増加している. また, $X = -248100$ m 以南においては, 北部のような大きな標高差は生じていないものの, 護岸前面まで地形変化がみられる.

図-2 中に図示した任意の測線における断面図を図-3 に示す. 各図において, 護岸を $x = 0$ m としている. 同図(b)より, Line 02 では, 1月から7月の間に標高 7 m の範囲が $x = 20$ m から $x = 42$ m まで延伸している. これは現地海岸において養浜が行われたためである. また, 7月と8月との比較から, 台風 1705 号の影響は大きくないことがわかる. しかし, 8月と11月を比較すると, 養浜の範囲が $x = 33$ m まで大き

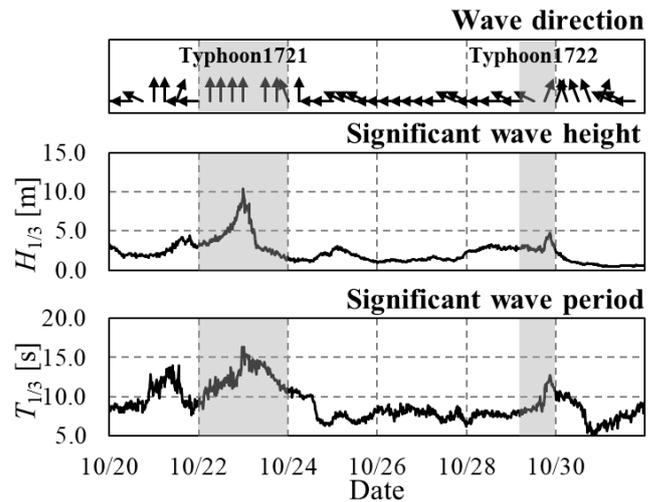


図-4 台風 1721 号と台風 1722 号の接近時における尾鷲沖の波浪状況

く後退しており, さらに, $x = 50 \sim 60$ m において堆積が確認できるなど, この期間中に大きな地形変化が生じたと判断できる. また, 図-3(c)に示す Line 03 では, 11月の観測において, $x = 25$ m 付近の侵食によって埋没していた消波ブロックの出現を確認した. Line 03 では, 波打際だけでなく護岸前面でも堆積がみられることから, 護岸まで到達する高波が $x = 25$ m 付近の礫を運搬したと考えられる. 一方, 図-3(a)より, Line 01 では 8月から11月の間に堆積が生じていることがわかる. このことから, 海岸線沿いに北上する流れが Line 02 付近で侵食された礫を運搬した可能性が示唆される. 以上から, 台風 1721 号および台風 1722 号は現地海岸に著しい地形変化をもたらしたと判断できる.

全国港湾海洋波浪情報網 NOWPHAS の尾鷲沖の波浪情報に基づく, 台風 1721 号と台風 1722 号が接近した期間の波浪状況を図-4 に示す. 同図より, 台風 1721 号の接近時に $H_{1/3} = 10.44$ m の有義波高が観測されている. さらに, 有義波周期 $T_{1/3}$ も大きいことから, うねりを伴った非常に大きい高波が生じていたといえる. また, 台風 1721 号の接近時には SSW~S 方向の波が卓越している. このような波浪状況が北上する強い流れを発生させたとも推測される. 一方, 尾鷲沖と現地海岸は 20km 程度離れているため, 今後, 地形変化をもたらす波浪条件についてさらなる詳細な検討が必要である.

謝辞: 本研究の一部は, 科学研究費補助金・若手研究 (A) (研究代表者: 岐阜工業高等専門学校・菊 雅美, 課題番号: 26709035) の助成を受けたことをここに付記し, 感謝の意を表す.