

オルソ画像から読み取った七里御浜海岸の構成物の変化に関する一考察

岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○ 矢島 幹大
 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. はじめに

三重県南部の七里御浜井田海岸では、海岸侵食が顕在化して久しい。侵食対策として、人工リーフや消波ブロックの設置、養浜が行われているものの、侵食を食い止めるには至っていないのが現状である。有効な侵食対策を検討するためには、現地海岸における漂砂機構を解明する必要がある。

漂砂特性は粒径によって異なるため、現地海岸の粒径分布特性を把握することは重要である。しかし、広域にわたる現地海岸を対象としたふり分け試験には、多大な労力を要する。そこで、菊ら¹⁾は、UAV (Unmanned aerial vehicle: 無人航空機) による空撮画像に粒径解析ソフト BASEGRAIN を適用し、現地海岸における粒径分布特性の把握に有用であることを示した。さらに、著者ら²⁾は、2017 年に行った観測結果に BASEGRAIN を適用し、七里御浜海岸の時空間変化特性を考究した。ただし、観測間に生じた礫の中央粒径の変化については検討していない。一方、解析に使用するオルソモザイク画像からは、消波ブロックや漂流物などを読み取ることができる。そこで、本研究では、2018 年に実施した現地観測の結果から礫浜の構成物を読み取り、その変化について考究することを目的とする。

2. 現地観測および 3D モデルの再構築

現地観測は、2018 年 5 月 26 日、2018 年 9 月 17 日、2018 年 11 月 4 日に実施した。UAV には DJI Phantom 4 (カメラ解像度 4000×3000pixel) を使用し、自動操縦アプリ DJI GS Pro (Ground Station Pro) により空撮を行った。撮影条件は、オーバーラップ率を 90%、サイドラップ率を 80% とし、撮影高度は対地高度 8 m とした。空撮時には、自動抽出可能な 42cm 四方の対空標識を設置した。対空標識の中心を GCP として GNSS 測量を実施し、後処理により平面直角座標系に基づく座標値を算出した。

3D モデルの構築には、Agisoft PhotoScan Pro を使用した。森ら³⁾を参考に、カメラのアラインメントの設定精度を「低」とするとともに、GCP を自動抽出することにより、作業者により生じうる誤差を排

除した。その結果、作成した 3D モデルにおける GCP の RMSE は、全てのモデルで 3 cm 以下となった。

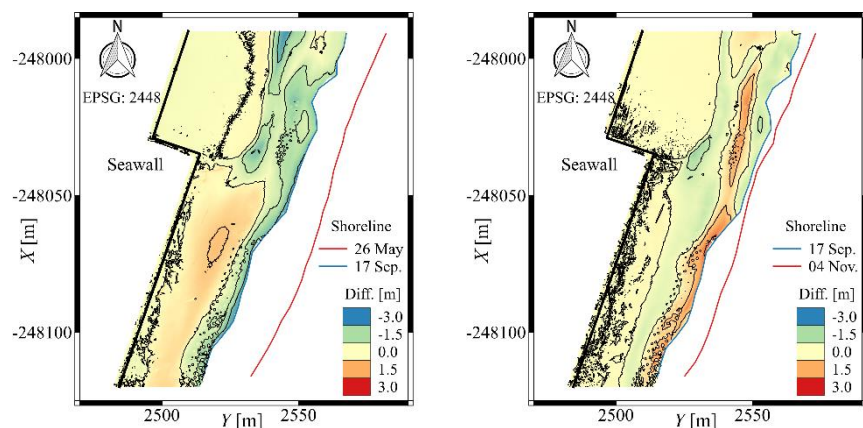
構築した 3D モデルから DEM (Digital Elevation Model: 数値標高モデル) とオルソモザイクを作成・出力した。オルソモザイクは、2 m 四方 (解像度 5 mm/pixel) の画像に分割した。そして、分割したオルソモザイク画像について、礫浜の構成物の属性を目視により判別した。なお、目視による判別であるため、BASEGRAIN でも解析可能な粒径が分布している画像を「礫」、BASEGRAIN では解析できない細粒分を含んだ画像を「砂」、画像中に消波ブロックが含まれているものを「ブロック」と判断した。さらに、画像中に植生や流木が含まれているものをそれぞれ「植生」、「漂流物」と分類した。また、水面は正しく解析できないため、DEM については水際より陸のデータを抽出した。具体的には、5 月 26 日と 11 月 4 日については標高 1 m、9 月 17 日は標高 2 m 以上をそれぞれ対象にした。

3. 礫浜の地形および構成物の変化

3.1 2018 年 5 月から 2018 年 9 月の変化

図-1 に、観測間の DEM の差分を示す。現地海岸では、 $X=-248050\text{m}$ より北側の護岸前面にて大規模な養浜が行われている。本稿では、養浜が行われている $X=-248050\text{m}$ 以北を「北側」、 $X=-248050\text{m}$ 以南を「南側」と表記する。同図(a)より、波打ち際の変化に着目すると、5 月に比べて 9 月は大きく後退していることがわかる。また、北側の標高は 5 月から 9 月にかけて低下しているのに対し、南側では上昇しており、北側と南側で異なる傾向を示している。9 月 17 日の観測前には、台風 1820 号と台風 1821 号が相次いで日本に接近・上陸した。図-2 に、NOWPHAS で観測された尾鷲沖の有義波高 $H_{1/3}$ および有義波周期 $T_{1/3}$ を示す。同図より、台風 1820 号と台風 1821 号時にはそれぞれ、 $H_{1/3} = 10\text{ m}$ 以上および $H_{1/3} = 8\text{ m}$ 以上の高波が観測された。これらの波浪が地形変化をもたらしたと考えられる。

オルソモザイク画像から読み取った礫浜の構成分布を図-3 に示す。同図(a)から、5 月は養浜上に流



(a) 2018 年 5 月と 9 月の差分

(b) 2018 年 9 月と 11 月の差分

図-1 観測間の DEM の差分

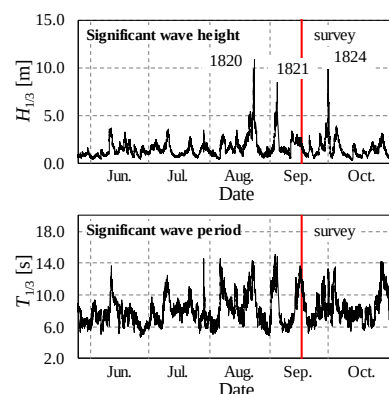
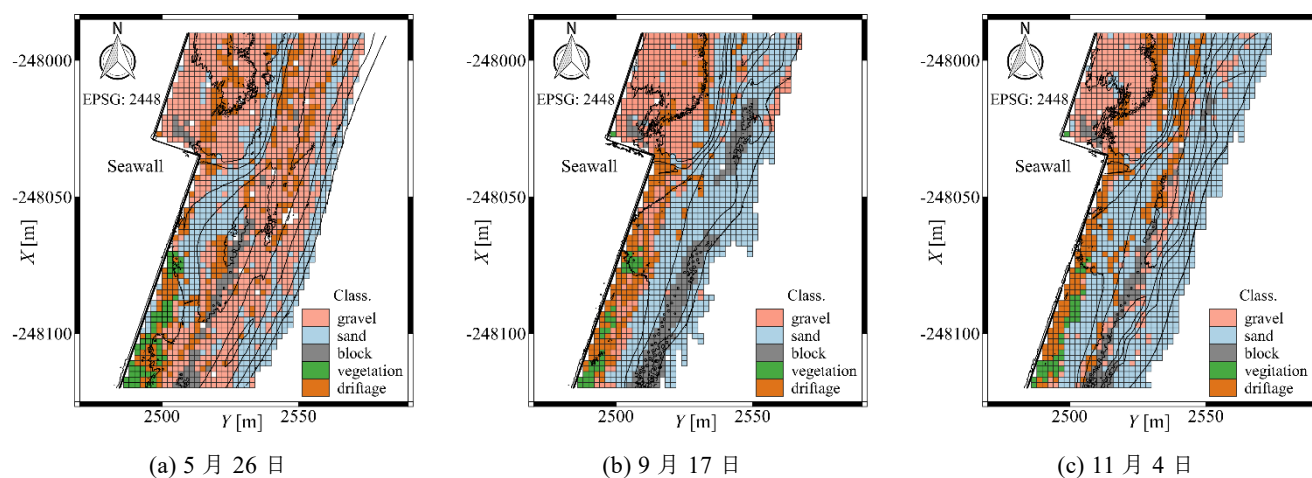


図-2 NOWPHAS による尾鷲沖の波浪状況



(a) 5 月 26 日

(b) 9 月 17 日

(c) 11 月 4 日

図-3 礫浜の構成分布

木が線上に配置していることがわかる。また、養浜部以外では、礫は標高 3~5 m の部分に広く分類している。9 月になると、同図(b)に示すように、構成物の分布は大きく変化し、南側の護岸前面や養浜上を除き、全体的に細粒化したことがわかる。また、標高が 2~4 m となったことで、これまで埋没していた消波ブロックが出現している。さらに、図-1(a)との比較から、南側で標高が上昇したのは、消波ブロック背後であることがわかる。このことから、護岸前面に到達した高波により底質が運ばれ、さらに、沖への底質の流出を消波ブロックが防いだ可能性が示唆される。

3.2 2018 年 9 月から 2018 年 11 月の変化

図-1(b)より、9 月から 11 月にかけては、波打ち際が沖側へ前進している。図-3(c)の等高線に着目すると、標高 1 m から 2 m までの間隔が広く、打ち際は緩勾配となっていることがわかる。また、図-1(b)から、南側では 9 月に波打ち際だった場所の標高が上昇している。11 月の礫浜の構成物に着目すると、

図-3(c)より、南側では消波ブロック周辺の標高が 3~4 m となり、再び埋没している。また、養浜天端を除いて、11 月も細粒分が広く分布しているものの、南側の消波ブロック周辺では礫が確認できる。

9 月から 11 月までには、図-2 に示すように、台風 1824 号に伴う有義波高 10 m の高波が尾鷲沖で観測されている。しかし、上述のように、浜は堆積傾向であった。同図から、10 月 28 日に観測されている $T_{1/3} = 13.5$ s の長周期的な波が、現地海岸に堆積をもたらした可能性があると考えられる。

今後は、現地海岸に堆積をもたらす波浪条件や、現地海岸の地形変化に及ぼす消波ブロックの影響について、礫の中央粒径の変化とともに検討する。

参考文献: 1) 菊ら: UAV による七里御浜海岸の空撮画像を用いた礫粒径の算定に関する研究, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol. 73, No. 2, 1_588-1_593, 2017. 2) 矢島ら: UAV による空撮画像から算定した礫浜の中央粒径の変化に関する一考察, 平成 29 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, II-062, pp. 187-188, 2018. 3) 森ら: 礫浜海岸を対象とした UAV-SfM/MVS 測量における最適な解析方法に関する一検討, 平成 30 年度土木学会中部支部研究発表会概要集, 2019, 印刷中。