

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

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

三重県の南部に位置し、礫浜海岸である七里御浜海岸では、土砂供給源となっている熊野川流域上流のダム建設や熊野川河口での川砂利採取などにより、土砂供給が妨げられ、海岸侵食が顕在化している。侵食対策として、人工リーフの整備や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には、現地海岸における漂砂機構の解明が求められている。

地形変化を生じさせる漂砂の特性は、礫の粒径によって異なるため、礫の粒径分布を把握することは重要である。礫の粒径分布を把握する方法としては、ふるい分け試験が代表的である。しかし、ふるい分け試験は多大な時間と労力がかかるため、広範囲にわたる現地海岸を対象とした実施には適さない。一方、近年、3次元測量の手段の1つとして注目されている UAV (Unmanned Aerial Vehicle, 無人飛行機) は、従来の航空写真に比べて低高度で飛行させるため、高解像度の画像を得ることが可能である。この長所を活かし、UAV によって撮影した画像から、礫の時空間分布の変化を算定可能になれば、大変有用といえる。そこで、菊ら¹⁾は、UAV によって撮影した現地海岸の画像から SfM/MVS 技術によって 3D モデルを構築した。そして、出力したオルソ画像から画像解析ソフトウェア BASEGRAIN を用いて、礫の時空間分布を算定した。本研究では、同様の手法を用いて、最新の現地観測データから礫の中央粒径を算定し、断面と礫粒径の変化について考究することを目的とする。

2. 現地観測の概要

2016 年 11 月 26 日、2017 年 1 月 5 日、5 月 2 日、7 月 6 日、11 月 12 日に、七里御浜海岸にて現地観測を行った。観測では、UAV として DJI Phantom 4 (搭載カメラの解像度: 4000×3000 pixel) を用い、護岸からの対地高度を 20 m として七里御浜海岸全体の空撮を行った。その後、対地高度 8 m で海岸の一部を低空飛行し、撮

影した。また、地形の時間的な変化を算定するためには、3D モデルに座標を付与する必要がある。そこで、UAV での空撮前に 42cm 四方の対空標識を設置した。そして、対空標識の中心を GCP (地上基準点) として、GNSS 測量を行った。各観測において、GCP を 10 点以上設け、後処理によって平面直角座標系に基づく 3 次元座標を得た。

3. BASEGRAIN による解析

現地観測によって撮影した画像から、3D モデリングソフトウェア PhotoScan を用いて 3D モデルを構築した。そして、構築した 3D モデルから、DEM (数値標高モデル) とオルソモザイク画像を出力した。オルソモザイク画像は、表-1 に示す範囲を対象に、解像度を 3.74572 mm/pixel として、500 pixel 四方で書き出した。書き出したオルソモザイク画像 (1.872860 m 四方) を用いて、BASEGRAIN により中央粒径を算定した。BASEGRAIN は、図-1 に示すように、画像内に写る 1 つ 1 つの礫を楕円形であると仮定して自動認識する。そして、楕円形の長軸と短軸の関係から 1 つ 1 つの礫

表-1 オルソモザイクの出力範囲

X_{min} [m]	X_{max} [m]	Y_{min} [m]	Y_{max} [m]
-248110.670	-247988.877	2492.331	2583.558

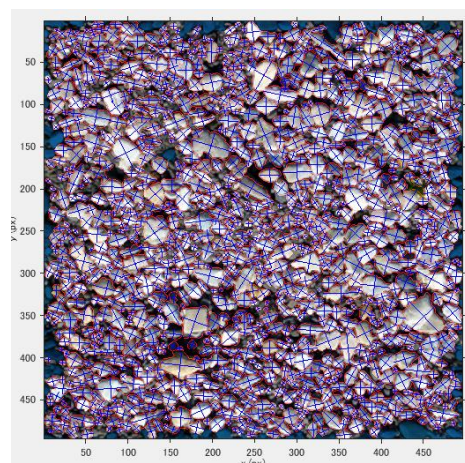


図-1 BASEGRAIN による解析例

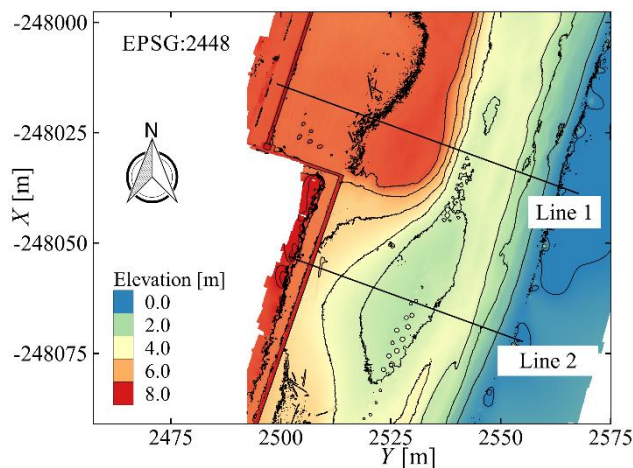


図-2 2017年11月のDEM

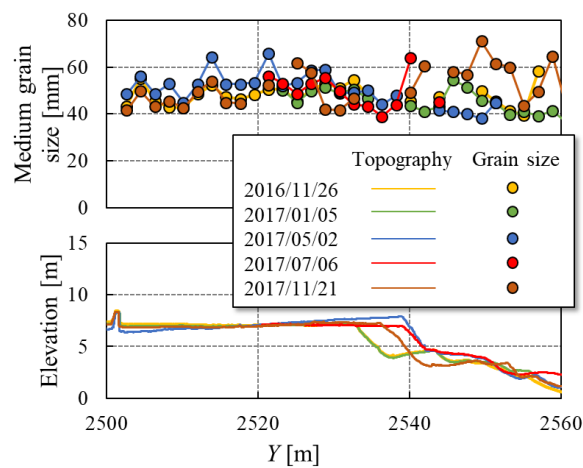
の粒径を計算することで、粒径加積曲線が算定される。自動解析の後、解析結果に対して手動で結合や分割を行うことも可能であるものの、本研究では菊らに倣い、後処理を行わなかった。また、BASEGRAINで解析を行う際、不鮮明な画像、流木が多く占める画像、細粒分が多い画像については、礫の粒径が計測できないと判断し、解析対象外とした。

4. 断面地形および礫中央粒径の時間的变化

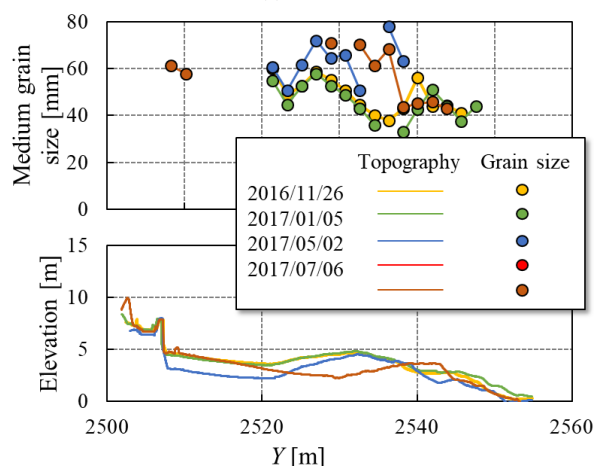
図-2に、2017年11月の観測によって得たDEMを示す。同図において、 $X = -248040$ m以北の標高8 mの一带は養浜によるものである。現地海岸では大規模な養浜が継続的に実施されており、養浜箇所から海側に向かって急勾配の地形となっている。

図-2中に示したLine 1およびLine 2における断面変化と礫の中央粒径を図-3に示す。同図(a)において標高8 mの地形に着目すると、2016年11月および2017年1月には $Y = 2530$ mまでであるのに対し、5月には $Y = 2540$ mまで達しており、この間に追加の養浜が実施されたと考えられる。しかし、2017年11月には $Y = 2535$ mまで後退しており、大きく侵食されたことがわかる。中央粒径に着目すると、養浜箇所では大きな変化は生じていない一方、養浜より海側の粒径は観測ごとに異なっている。特に、2017年11月には、汀線近傍の礫が粗粒化している。10月末に接近・上陸した台風1721号や台風1722号に伴う高波によって、地形と粒径の変化がもたらされたと推測される。

図-3(b)に示すLine 2では、1月から5月の間に、護岸から $Y = 2530$ mにかけて侵食が生じている。この範囲では、画像に占める細粒分や漂流物の割合が多く、解析が行えないという特徴がみられた。一方、2017年



(a) Line 1



(b) Line 2

図-3 断面変化と中央粒径の分布

11月には護岸前面で堆積が生じており、60 mm程度の礫が確認できた。前述の高波浪によって粗い礫が運搬され、堆積したものと推測される。また、菊らと言及したバーム護岸側で礫の中央粒径が極大値をとる傾向は、2017年7月および11月の観測でも確認できた。

5. おわりに

本研究では、BASEGRAINを用いて七里御浜海岸の中央粒径を求め、侵食・堆積による地形と中央粒径の変化について考察した。その結果、地形変化の発生後は、粗い礫が堆積しやすい傾向にあることを示した。

今後は、断面だけでなく、現地海岸全体を対象に粒径を算定し、さらに、NOWPHASによる波浪観測結果と併せながら、時空間分布の変化について詳細に検討する予定である。

参考文献: 1) 菊 雅美・中村 友昭・水谷 法美: 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.