

オルソモザイク画像から BASEGRAIN によって算出される礫粒径の妥当性

岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○ 井上 雄太
 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. 背景と目的

三重県南部に位置する七里御浜海岸では、ダムの建設や港整備などによって土砂の供給量が減少し、海岸侵食が深刻化している。有効な侵食対策を行うためには、現地海岸の地形変化や構成物分布の特性を解明する必要がある。

七里御浜海岸は礫浜であり、砂礫の挙動は粒径によって異なるため、現地海岸の礫の大きさに着目することは重要である。しかし、広域にわたる現地海岸でふるい分け試験を実施することは大変な労力を要するため、現実的ではない。そこで、菊ら¹⁾は、UAV (Unmanned Aerial Vehicle, 無人航空機) で空撮した画像から、画像解析ソフトウェア BASEGRAIN によって礫の粒径を算出し、ふるい分け試験との比較から礫浜に対する BASEGRAIN の適用性を明らかにした。さらに、矢島ら²⁾は、現地海岸の 3D モデルから出力したオルソモザイク画像に BASEGRAIN を適用して礫の粒径を算定するとともに、礫の粒径に着目しながら現地海岸の断面変化について考察した。ただし、BASEGRAIN をオルソモザイク画像に適用した際の算定精度について検証を行っていない。そこで、本研究では、礫浜の構成物分布について考究する前段階として、オルソモザイク画像から BASEGRAIN によって算出される礫粒径の妥当性について検討する。

2. 現地観測条件

七里御浜井田海岸にて UAV 測量を行った。各観測日の条件を表-1 に示す。UAV には DJI Phantom 4 を使用し、同表に示すように任意の地点に 1 つの枠を設置し、護岸からの対地高度を 8~10 m に設定して海岸全体を撮影した。撮影画像から Agisoft Metashape によって 3D モデルを構築し、設置した枠周辺のオルソモザイク画像を出力した。また、枠内表面の礫を採取してふるい分け試験を行い、表-

表-1 観測条件

Case	観測日	枠 [m]	撮影高度 [m]	D_{50} [mm]
1	2017/7/6	1.2 × 1.2	8	25.1
2	2019/5/4	1.0 × 1.0	8, 9, 10	57.0
3	2019/8/22	0.84 × 0.84	8	28.4

1 に示す中央粒径 D_{50} を得た。

3. 中央粒径による BASEGRAIN の算定精度

Case 1 のオルソモザイク画像を BASEGRAIN で解析し、図-1 の結果を得た。同図から、解析結果は粒径を過大評価していることがわかる。また、紙面の都合上割愛するが、Case 3 のオルソモザイク画像についても BASEGRAIN の解析結果は中央粒径 $D_{50} = 52.3$ mm であった。このため、 $D_{50} = 25$ mm 程度の礫の場合、画像中の礫が小さいために BASEGRAIN にて 1 つ 1 つの礫を判別できず、算定精度が悪くなることがわかった。

対地高度 8 m で撮影した Case 2 のオルソモザイク画像を BASEGRAIN で解析したところ、 $D_{50} = 69.6$ mm と算定された。BASEGRAIN で解析した画像をみると、1 つ 1 つの礫を判別できていた。このことから、 $D_{50} = 57.0$ mm 程度であれば BASEGRAIN を適用できる可能性があることがわかった。

4. BASEGRAIN の算定精度向上に関する検討

(1) 解析方法・条件

前述のように、Case 2 において BASEGRAIN の適用性が示されたことから、算定精度を高めるための条件について検討した。本検討では、撮影高度の違いに加え、3D モデルから出力したオルソモザイク画像の光量・色・明瞭度を、0 を基準として表-2 のように変化させた。このうち色に関しては、-100 にすると白黒になり、100 にすると色が濃くなる。表-2 のように画像条件を変化させ、BASEGRAIN による画像解析とふるい分け試験結果を比較した。

(2) ふるい分け試験との比較

表-3 および図-2 に、中央粒径値と粒径加積曲線

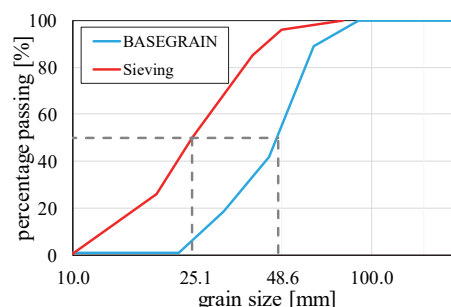


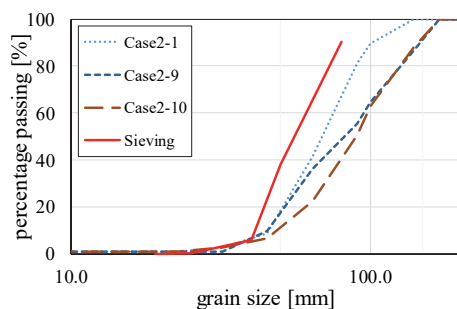
図-1 粒径加積曲線(2017/07/06)

表-2 解析条件

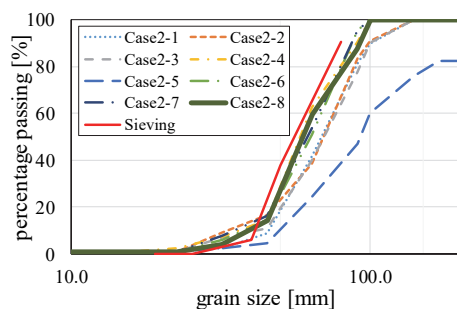
Case	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10
撮影高度 [m]	8	8	8	8	8	8	8	8	9	10
光量	0	0	0	0	50	-100	0	0	0	0
色	0	0	0	-100	-100	100	100	-100	0	0
明瞭度	0	100	-100	-100	-100	100	100	100	0	0

表-3 各 Case の中央粒径

Case	ふるい分け	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10
D_{50} [mm]	57.0	69.6	70.8	71.1	59.1	92.7	63.5	62.1	60.1	83.0	90.1



(a) 撮影高度による比較



(b) 画像加工による比較

図-2 粒径加積曲線(2019/05/04)

をそれぞれ示す。撮影高度に着目すると、図-2(a)から、撮影高度を 8 m とした Case 2-1 の粒径加積曲線はふるい分け試験の傾向を概ね捉えている。また、表-3 の Case 2-1, 2-9, 2-10 に着目すると、撮影高度が高くなるにつれて中央粒径は大きくなっており、ふるい分け試験により得られた中央粒径 57.0 mm との差異が生じている。オルソモザイク画像を確認したところ、撮影高度が高くなるにつれて、画像がぼやけて礫の境界が不明瞭になった。そのため、複数の礫を 1 つの礫と判断してしまい、礫粒径を過大評価したといえる。このことから、明瞭なオルソモザイク画像を得るには、撮影高度を 8 m にするとよいことがわかった。

撮影高度 8 m のオルソモザイク画像について、光量・色・明瞭度を変化させた結果、図-2(b)や表-3 に示すように、同じ撮影高度でも BASEGRAIN の算定結果に差異が生じることがわかった。このうち、粒径加積曲線と中央粒径ともに、ふるい分け試験結果に最も近いのは、Case 2-8 と判断できる。Case 2-8 における BASEGRAIN の算定結果を示した図-3

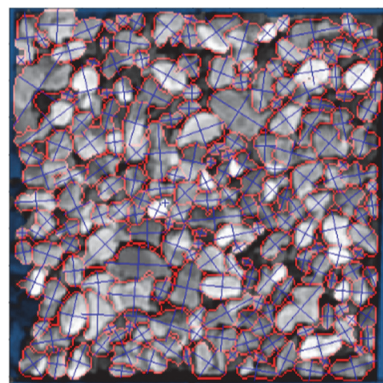


図-3 BASEGRAIN による Case 08 の解析結果

から、1 つ 1 つの礫をほぼ正確に検出できていることがわかる。Case 2-8 では、画像の光量を変化させず、色を白黒にして、明瞭度を 100 にした。これにより画像が鮮明となり、礫の輪郭がはっきりと視認できた。一方、中央粒径を過大評価している Case 2-5 に関しては、画像の光量を 50、色を白黒、明瞭度を -100 にした。この操作によって画像がぼやけ、礫の輪郭がはっきり視認できなかった。そのため、BASEGRAIN では複数の礫を 1 つの礫と判断していることがわかった。

5. 結論

本検討により、BASEGRAIN を用いてオルソモザイク画像から礫の粒径を算定する場合は、撮影高度を 8 m とし、礫の輪郭が鮮明になるよう、画像を白黒にして明瞭度を上げるとよいことがわかった。ただし、これは中央粒径が 50 mm 以上の場合であり、中央粒径が 25 mm 程度の礫の場合、1 つ 1 つの礫を判別できず、礫粒径を算定できないことを確認した。七里御浜井田海岸では定期的に養浜が行われており、養浜材の中央粒径はおおよそ 50 mm 以上である。そのため、七里御浜井田海岸に BASEGRAIN を適用することで、養浜材の移動動態を解明できる可能性が示唆された。

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, I_588-I_593, 2017. 2) 矢島幹大, 菊 雅美, 中村友昭, 水谷法美: 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.