

七里御浜井田海岸の波浪打上げ高による海浜変形に関する一考察

名古屋大学大学院 学生会員 ○小林 泰輔 名古屋大学大学院 学生会員 金 信雄
 岐阜工業高等専門学校 正 会 員 菊 雅美 名古屋大学大学院 正 会 員 趙 容桓
 名古屋大学大学院 正 会 員 中村 友昭 名古屋大学大学院 フェロー 水谷 法美

1. 研究の背景および目的：三重県南部に位置する七里御浜海岸では海岸侵食が深刻な問題となっており，特に侵食が著しい井田海岸では，消波ブロックや人工リーフの設置，養浜の実施など様々な海岸侵食対策が行われている．渡邊ら（2017）は，七里御浜井田海岸の海浜変形機構を解明することを目的として，これまでに現地海岸での UAV-SfM/MVS 測量を行い，沖波波浪エネルギーと井田海岸の地形変形特性の関係性を明らかにした．ただし，海浜の地形変形は，遡上帯の波浪打上げ高によって傾向が変わるため，本研究では 2016 年度に実施された現地観測の結果に基づいて，井田海岸に襲来した波浪の打上げ高と，海浜変形が発生した標高との関係について考究する．

2. 研究手法

2.1 UAV-SfM/MVS 測量：本研究では，図-1 に示すように，七里御浜井田海岸に設置されたネットワークカメラ（同図中青星）の撮影範囲（総延長約 450 m）を対象に，2016 年 6 月 14 日，8 月 30 日，11 月 26 日の 3 回にわたって UAV-SfM/MVS 測量を用いた現地観測を実施した．観測後は SfM/MVS ソフトウェア，Agisoft 社 PhotoScan Professional Edition を用いて，DEM（Digital Elevation Model：数値標高モデル）を作成した．**2.2 ネットワークカメラ：**著者ら（2013）は，井田海岸を常時観測できるネットワークカメラシステムを構築している．ネットワークカメラシステムで撮影した静止画から，遡上帯付近で形成されたバームの後退や出現が見られた期間を海浜変形が発生したケースとしてみなした．**2.3 波浪情報：**尾鷲沖に設置された GPS 波浪計によって観測されている NOWPHAS のデータから有義波高（ H_s ），有義周期（ T_s ），波向きを使用した．

3. 観測結果と考察

3.1 標高の変化：UAV-SfM/MVS 測量の結果から図-1 に示す 20 m 間隔の計 20 側線での断面図を作成した．図-2 に側線 S8 と N8 の結果を示す．同図の横軸は護岸の位置を 0 とした法線方向の距離である．6 月 14 日と 8 月 30 日の観測結果を比較すると，図-2(a)から標高約 4 m 以下での侵食が確認できる．一方，図-2(b)では岸沖方向 44-48 m 付近での堆積と，それより沖側での侵食が確認できる．また，8 月 30 日と 11 月 26 日の観測結果を比較すると，図-2(a)，(b)ともに標高約 4 m 以下での堆積が確認できる．**3.2 海浜変形をもたらす波浪条件：**玉田ら（2009）が提案した不規則波の 2%超過打上げ高 $R_{2\%}$ を用いて，井田海岸の地形変形特性と $R_{2\%}$ の関係性を考察した． $R_{2\%}$ は既往の算定式に三重県熊野市で観測された潮位を加えた式(1)より算出した．

$$R_{2\%} = \left\{ 2.99 - 2.73 \exp \left(-0.57 \times \tan \beta / \sqrt{H_s / L} \right) \right\} \times H_s + Tide \quad (1)$$

ここで， $\tan \beta$ は海底勾配（ $=1/7$ ）， L は波長である．また，七里御浜海岸は汀線方向が N から約 20° 時計回りに傾いている NNE 方向から SSW 方向であり，さらに，波浪が汀線に対して斜めに入射する時，見かけの海底勾配が変化することが予想される．そこで，斜めに入射する波浪の波向きによる $\tan \beta$ の変化を考慮した式(2)を用いて波向きを考慮した 2%超過打上げ高 $R'_{2\%}$ を算出した．

$$R'_{2\%} = \left\{ 2.99 - 2.73 \exp \left(-0.57 \times \frac{|\sin(\theta - 20^\circ) \times \sin \beta|}{\sqrt{1 - \sin^2(\theta - 20^\circ) \times \sin^2 \beta}} / \sqrt{H_s / L} \right) \right\} \times H_s + Tide \quad (2)$$

ここで， θ は N を 0° とした時計回りの波向きである．2016 年 4 月 1 日から 11 月 30 日までの H_s ， $R_{2\%}$ ， $R'_{2\%}$ ， θ を図-3 に示す．赤枠は，ネットワークカメラから海浜変形が確認された期間を示す．同図より， θ が汀線に垂直である 110° との差が大きくなると， $R_{2\%}$ と $R'_{2\%}$ の差が大きくなる傾向が確認できる．また，これらの期間における $R_{2\%}$ と $R'_{2\%}$ の最大値と，側線 S7~S10，N7~N10 における海浜変形が発生したバームの標高との関

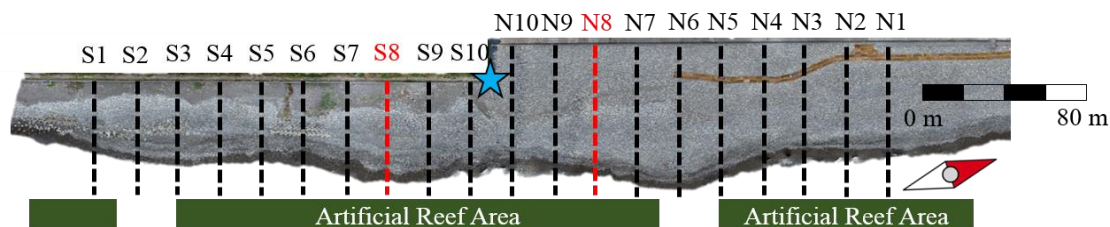
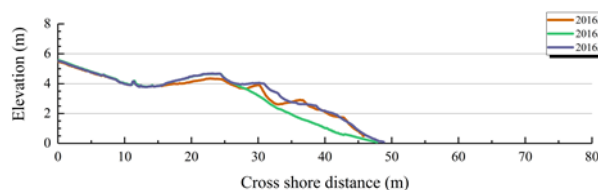
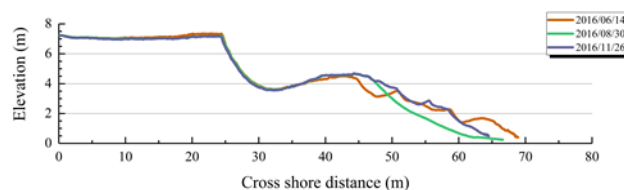


図-1 七里御浜井田海岸における観測範囲 (青星：ネットワークカメラ設置位置)

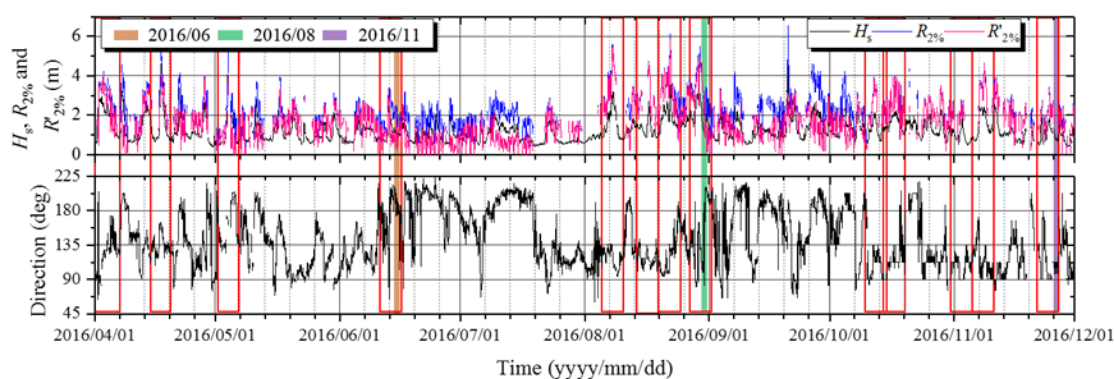


(a) 側線 S8

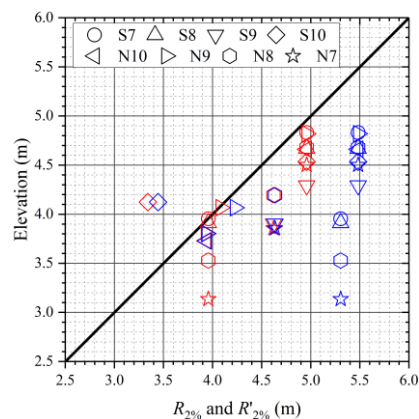


(b) 側線 N8

図-2 海浜断面図

図-3 観測期間における H_s , $R_{2\%}$, $R'_{2\%}$, θ

係を図-4 に示す。 $R_{2\%}$ と $R'_{2\%}$ を比較すると、 $R'_{2\%}$ の方が海浜変形が発生したバームの標高に比較的近い値を示しており、海浜変形には波向きの影響を考慮する必要性が示唆される。しかし、海浜変形が発生したバームの標高は、 $R'_{2\%}$ より過小評価される傾向が確認できる。この原因としては、Kim *et al.* (2017) が指摘したように、井田海岸に襲来する波浪の H_s が尾鷲沖波浪の H_s より小さくなる傾向があることや、井田海岸に設置されている人工リーフの波高減衰効果が考えられる。しかしながら、 $R'_{2\%}$ は海浜変形が発生したバームの標高に近い値を示しているため、 $R'_{2\%}$ と海浜変形が発生したバームの標高との間に相関関係があると考えられる。

図-4 $R_{2\%}$ (青) と $R'_{2\%}$ (赤) の海浜変形が発生したバームの標高との関係図

4. まとめ：本研究では、2016 年度に七里御浜井田海岸を対象に行った 3 回の UAV-SfM/MVS 測量から、波浪打上げ高による海浜変形特性について検討した。その結果、海浜変形の評価において、波向きを考慮する必要性が示され、 $R'_{2\%}$ と海浜変形が発生したバームの標高との間に相関関係がある可能性を示した。今後、2017 年度に実施された測量結果についても、波浪の打上げ高と海浜変形が発生したバームの標高との関係性について更なる考究を行う予定である。

参考文献：[1] 渡邊ら (2017), 土論 B2, Vol. 73(2), I_673-I_678. [2] Vu Thi Lan Huong・水谷法美 (2013), 土論 B2, Vol. 69(2), I_586-I_590. [3] 玉田ら (2009), 土論 B2 (海岸工学), Vol. 65(1), 936-940. [4] Kim *et al.* (2017), 土論 B3, Vol. 73(2), I_162-I_167.