固定カメラを用いた高知県安芸漁港における打上げ現象の時空間分布の把握

大西　左海[1]・出口　博之[2]・片山　裕之[3]・佐藤　慎司[4]・村井　亮介[5]

[1]正会員　五洋建設株式会社　技術研究所（〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町1534-1）
E-mail: sakai.oonishi@mail.penta-ocean.co.jp (Corresponding Author)
[2]正会員　五洋建設株式会社　技術研究所（〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町1534-1）
E-mail: hiroshi.deguchi@mail.penta-ocean.co.jp
[3]正会員　五洋建設株式会社　技術研究所（〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町1534-1）
E-mail: hiroyuki.katayama@mail.penta-ocean.co.jp
[4]正会員　高知工科大学　工学研究科長（〒782−8502高知県香美市土佐山田町宮ノ口185）
E-mail: sato.shinji@kochi-tech.ac.jp
[5]高知大学　教育研究部自然科学系農学部門 (〒783−8502 高知県南国市物部乙200)
E-mail: murai_ryosuke@kochi-u.ac.jp

土佐湾に面した高知県安芸漁港では，台風来襲時に沖防波堤において数10m規模の波の打上げが生じることが知られている．本研究では，漁協建屋内に設置した固定カメラによる連続撮影を実施・継続中であり，暴浪時を含む撮影映像から，打上げ高の時空間分布の把握を行う手法について検討した．その結果，2024年台風10号来襲時には，沖防波堤天端から発生した最大約40mに達する打上げ現象と，1時間に最大約80回の10m以上の打上げが観測された．撮影した打上げ映像を用いて画像解析による検討を行った結果，コマ画像間の輝度差を基に二値化する従来手法により，打上げ高の時空間分布を概ね把握できることを確認した．一方，空と海の境界が不明瞭な暴浪時における打上げ水塊の輪郭は同手法によって捉えることが難しく，映像の目視確認による補正が必要であった．

Key Words : *runup height, wave overtopping, 4K video camera, image analysis*

1. はじめに

高知県安芸市安芸漁港では，台風来襲時に数10 m規模の顕著な波の打上げ現象が生じることが知られている[注1)]．当現象は沖防波堤において生じているため，護岸における場合のような打上げ水塊・飛沫による陸域への直接被害は比較的少ないと考えられる．しかし，現象のスケールを考慮すると，打上げ時に生じる越波流量は大きく，港内静穏度へ及ぼす影響は深刻となる場合も想定される．そのため，安芸漁港特有の高波打上げ現象を理解し，メカニズムを解明することは重要である．

小林ら[1)]は，安芸漁港東浜海岸の底質粒径調査および数値解析による検討を行い，当該海岸における粗い粒径が急な海底勾配を形成し，打上げ高を助長している可能性を指摘した[1)]．しかし数値解析では，高波来襲時の現地気海象条件を完全には考慮できておらず，実際に確認されている数10 m規模の打上げの再現はできていない．

そこで本研究では，現象の理解に向けた基礎的検討として，現地の打上げ現象の画像解析を用いた定量的把握と，打上げ発生時の気海象条件の把握を目的とした．

現地観測に基づく波の打上げ高の把握は，観測用に現地設置したカメラ映像を用いるもの[2),3),4),5)]，CCTV等現地に既設のライブカメラを用いるもの[6)]，ステップ式波高計を用いるもの[7)]，LiDARを用いるもの[8)]や超音波式水位計を用いるもの[9)]等数多く検討されている．しかし，本研究で対象とするのは沖防波堤で生じている打上げ現象であり，また規模も大きいため，対象地点付近への直接設置を必要とする計測法は適当ではない．

そのため，現地より約300 m遠方に位置する建物内に固定カメラを設置して打上げ映像を撮影し，画像処理による打上げ高検出を試みた．横田ら[3)]の手法を参考に，遠方撮影・台風による暴浪時の適用性について検討を加えた．また，顕著な打上げが生じている時刻と，当時の気海象条件を同期し，その関連性について検討を行った．

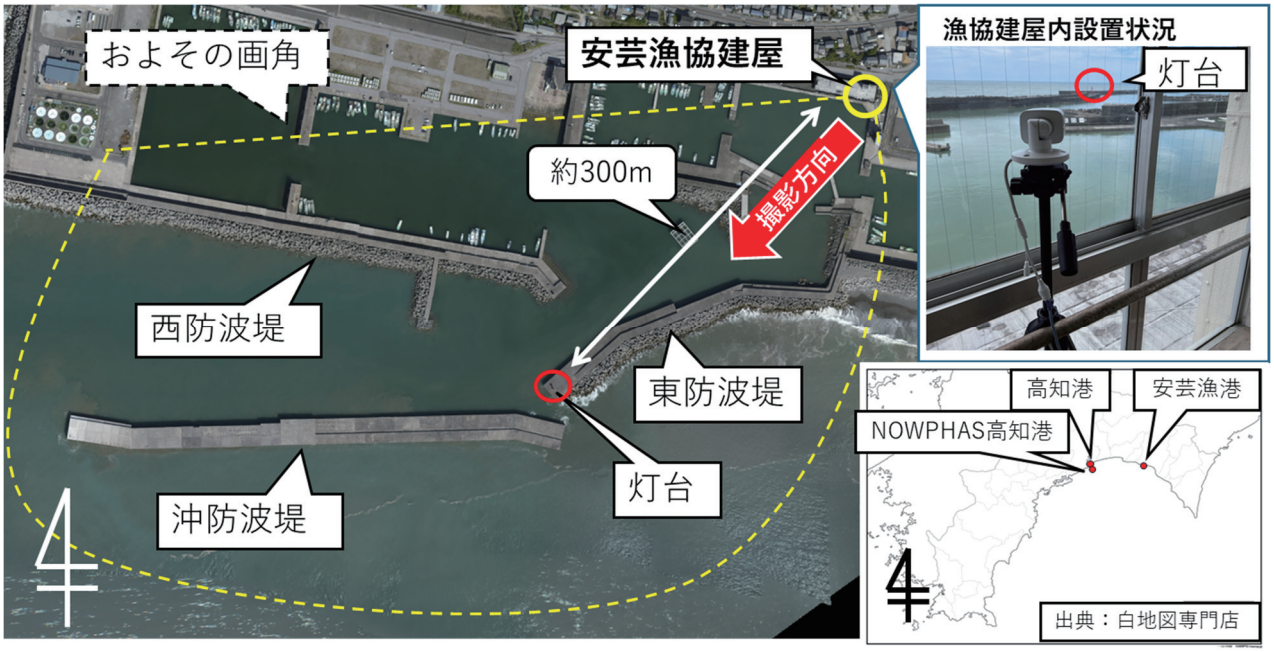


図-1　安芸漁港のレイアウトおよびカメラ設置位置

2.　打上げ高算出の手法

(1)　カメラの概要

安芸漁協建屋内 4F にカメラを設置した．設置位置と港内レイアウトを図-1 に示す．設置したカメラは，Dahua 社の固定焦点眼球ネットワークカメラ IPC-HFW2441S-S である．画質は，4K (3840×2160 pixel)であり，20 fps で撮影した．カメラ画角を図-2 に示す．設置位置から，沖防波堤上の灯台が中心となるように画角を設定した．

カメラを設置したのは，2024 年 7 月 12 日からであり，2025 年 5 月現在も撮影を継続中である．日中の映像のみを対象とするため，撮影時間は毎日 5:00-19:00 の 14 時間とした．カメラには容量 1 TB のロガーが接続されており，撮影した映像は，1 時間ごとの撮影データファイル（約 2.63 GB)として保存される．ロガーは，約 3 週間分のデータを保持することができ，ロガー容量が最大に達すると，古いものから上書きされていく．今回対象としたのは打上げが発生している時間帯のデータ（主として台風来襲時のもの）であり，平時のデータすべては必要ではない．そのため，撮影は連続して行っているが，台風が来襲した後，台風を含む期間に絞って映像を回収する運用としている．

(2)　打上げ高算出の手法

映像からの波の打上げ高の算出手法としては，横田らの手法 [3]を採用し，画像処理を行った．以下では概略と，本研究における処理について述べる．処理の流れを図-3 に示す．処理には OpenCV を利用した．



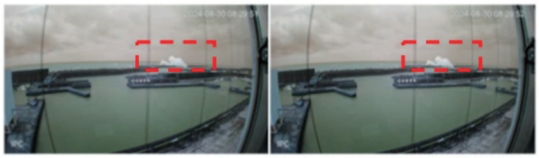
図-2　安芸漁協建屋内カメラの画角

まず，撮影した映像をフレーム画像に分割する．今回は 20 fps で撮影しているため，1 s につき 20 枚の画像に分割される．1 時間であれば，3600 s×20 枚で 72000 枚分のフレーム画像が生成される．

次に，フレーム画像の対象領域を設定する．元の画角は，遠方の漁協建屋内から撮影しているため，広範囲となっている．本研究では，沖防波堤からの打上げに着目するため，図-3(1), (2)に示すように沖防波堤周辺を対象領域として設定した．対象範囲内のピクセル数は，X 方向：1000 pixel (沖防波堤延長で約 500 m)，Y 方向：550 pixel (灯台位置で約 110 m)である．

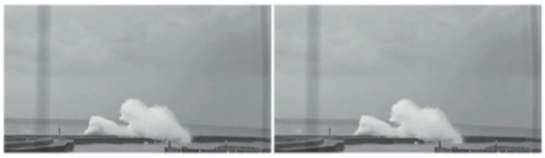
次に，分割したフレーム画像をグレースケールに変換する．これにより，画像内の各ピクセルに対して，0-255 の値を取る輝度値が割り当てられる．その後，変換後のフレーム画像について，次の瞬間のフレーム画像との輝度値の差分を取る．差分をとる画像の時間間隔は，0.2 s (4 フレーム)とした．

次に，先に求めた各ピクセルの輝度差に対して，ある基準値を設けて二値化処理を行う．この処理により，



t=0 s　　t=0.2 s

(1)　映像よりフレーム画像を切り出す(0.2 s 間隔)

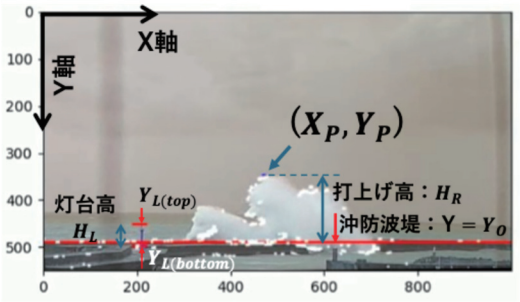


t=0 s　　t=0.2 s

(2)　対象領域を設定しグレースケールに変換する



(3)　前後のフレーム画像の輝度差を基に二値化処理を行う



(4)　オープニング処理を行い，打上げピークの座標を基に打上げ高に換算する（白の画素が抽出ピクセル群）

図-3　打上げ高算出の流れ

フレームの前後で輝度の変化量が大きいピクセルを抽出する．最後に，雲の動きなど水塊以外の動きを捉えたピクセルの影響を除くため，サイズ 5×5 pixel のカーネルによるオープニング処理を行った．**図-3(3), (4)**を比較すると，風により振動した窓ガラスのワイヤーによる縦線や水平線等がオープニング処理により除去できている．

画像内のピクセル座標を**図-3(4)**に示す．以上の処理で抽出したピクセル群の中で，Y 座標が最小のピクセルが打上げピークの候補を示す．そのピクセル座標を抽出し，沖防波堤ライン(**図-3(4)**中の Y=Y_O)からのピクセル数を用いて，高さが既知の画像内物体と比較し，簡易的に打上げ高を計算する．本研究では，東防波堤上の灯台と比較することとした．打上げ高H_Rは，打上げピークの Y 座標Y_P，沖防波堤の Y 座標Y_O，灯台高H_L，灯台上部の Y 座標$Y_{L(top)}$，灯台下部の Y 座標$Y_{L(bottom)}$を用いて，

$$H_R = H_L \frac{|Y_P - Y_O|}{|Y_{L(top)} - Y_{L(bottom)}|} \quad (1)$$

と表せる．ここで，$H_L = 10$ m で既知であり，また固定カメラのため，画像内の灯台高さ，沖防波堤 Y 座標は一定で$|Y_{L(top)} - Y_{L(bottom)}| = 51$ pixel，$Y_O = 490$ pixel であった．これらの値を用いて，式(1)により，時系列的に取得した打上げピークの Y 座標から打上げ高の換算を行った．また，打上げピークの X 座標X_Pを用いて，沖防波堤上の打上げ位置についても時系列的に取得した．

なお本研究では，顕著な打上げに着目するため，沖防波堤天端から 10 m 以上の打上げとなった事象のみを対象とした．打上げピーク座標は自動検出により取得し，目視による映像確認と比較を行い，値の修正，誤検知の除去，および見逃しの追加を行っている．また，カメラから沖防波堤までの距離約 300 m に対して沖防波堤の奥行き幅は小さいため，今回の検討では奥行きによる打上げ高補正は行わないこととした．

3.　打上げ高算出の結果および考察

(1)　撮影期間の有義波高・周期の整理

カメラを設置した期間内においては，2024 年 8 月 29-30 日の台風 10 号来襲時に，安芸漁港にも高波浪が発生した．その期間の撮影データを抽出して確認したところ，顕著な打上げ現象を捉えることができていた．**図-4** に，一例として 8 月 30 日 5:23 ごろに撮影された打上げを示す．この画像の打上げ高は，本検討の打上げ高算出手法により 30.6 m と算出されている．

設置開始時である 2024 年 7 月 12 日以降の有義波高・有義波周期（NOWPHAS 高知港[注2)]）を，**図-5** に示す．台風 10 号が安芸漁港に来襲した 8 月 29-30 日の撮影時間帯をハッチングした．これを見ると，台風 10 号の来襲期間のみ，有義波高が連続して 3.0 m を超えていることが分かる．また，1997-2024 年の NOWPHAS 高知港データを用いて有義波高が 3.0 m を超える頻度を分析した結果，年間に 6.5 回程度生じる事象であることが分かった．



図-4　顕著な打上げ高の例(2024年8月30日5:23ごろ)

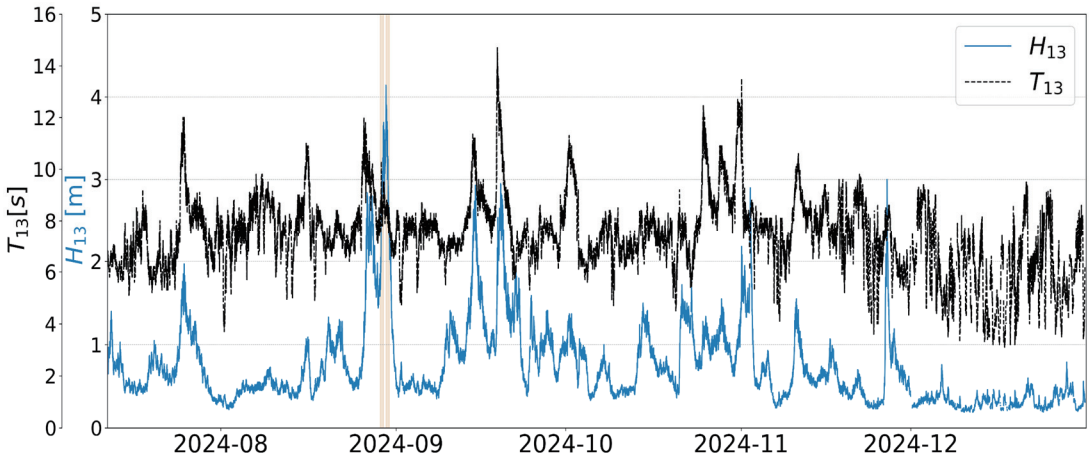


図-5 撮影期間におけるNOWPHAS高知港の有義波高・有義波周期

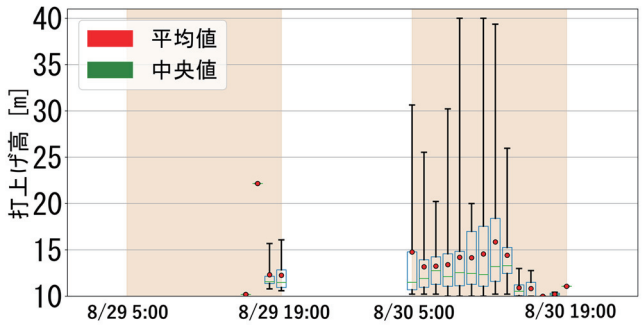


図-6 打上げ高の整理を示す箱ひげ図

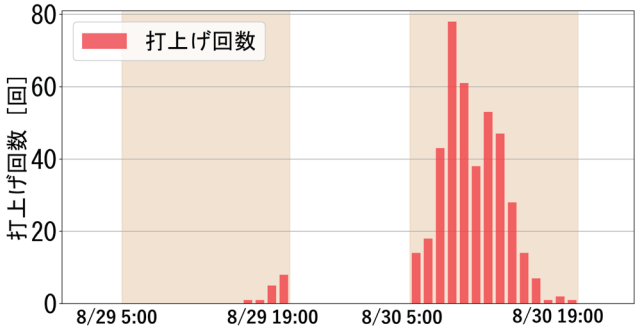


図-7 1時間ごとの打上げ回数

(2) 打上げ高の自動検出結果

平時の撮影データの一部，および有義波高 3.0 m を超える期間の映像を目視確認したが，顕著な打上げが確認されたのは台風 10 号が来襲した 2024 年 8 月 29-30 日のみであった．そのため，これらの期間の撮影データのみを対象に，先の手法による打上げ高の自動検出を行った．

自動検出を適用したのちに目視による確認を行ったところ，一部補正は必要であったが，見逃しは少なく，打上げ高は概ね良好に取得できていることが分かった．**図-6** に，1 時間ごとの最大打上げ高・平均打上げ高を箱ひげ図に整理したものを示す．箱ひげ図のひげはその時間帯における最大値・最小値を示す．また**図-7** に，1 時間ごとの打上げ回数について整理したものを示す．打上げは，先述のように 10 m 以上のものを対象としてある．

顕著な打上げが確認されたのは，8 月 29 日 15:00 から，夜間早朝を除いて 8 月 30 日 19:00 までであった．対象期間中の最大打上げ高は，8 月 30 日 9:12 ごろ，および同日 11:01 ごろに観測された 40.0 m であり，ついで同日 12:24 ごろに観測された 39.4 m であった．また，打上げ回数が最も多かったのは，8 月 30 日 8:00-9:00 の 1 時間で 78 回，ついで 1 時間後の 61 回であった．最大打上げ高と最大打上げ回数を記録した時間帯は一致しておらず，打上げ現象には時間的なばらつきがみられた．

(3) 打上げ位置の空間分布

顕著な打上げが生じた位置について，打上げピークの X 座標X_Pを基に簡易的に取得した．2024 年 8 月 29-30 日における打上げ位置の空間分布を**図-8** に示す．X 軸は沖防波堤ラインを示しており，0 pixel が東端，1000 pixel が西端で，延長は約 500 m である．安芸漁協へのヒアリングでは，X=200 pixel 付近に位置する沖防波堤屈曲部において顕著な打上げが生じているという報告があった．打上げ回数に着目すると，沖防波堤の中心付近と，屈曲部を含む両端部から約 100 m 地点において特に多くなっていた．今後もデータを蓄積することで，顕著な打上げが生じる位置の傾向を確認できると考える．

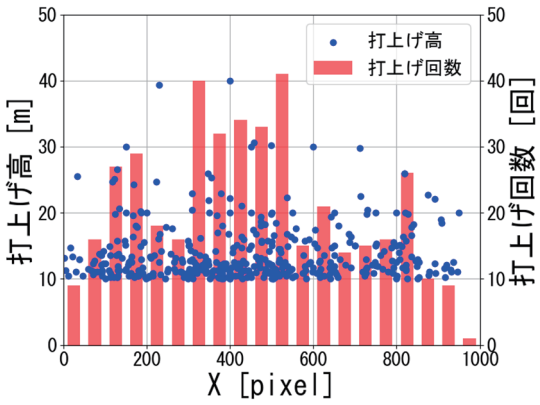


図-8 顕著な打上げが生じた沖防波堤上の位置

(4) 打上げ高の自動検出における課題

本手法は微小時間における輝度の変化が基準値を超えた画素を抽出してピーク検出を行うものである．そのため，台風通過時のように雲や雨の影響で輝度差が時間的に変化する場合，適切な基準値を設定する必要がある．

図-9 に，基準値を 10, 15, 20 と変化させた際の打上げの見逃し数と，空の代表ピクセルの平均輝度を，8 月 30 日のデータに対して 1 時間ごとに示した．基準値を大きくするほど，見逃し数も増加している．これは，空と打上げ水塊の輝度差が比較的小さい時間帯のピクセルが検出不可能になるためである．また，基準値 15, 20 を用いて検出された打上げ高は，目視と比較して過小であった．これは打上げ水塊の輪郭として検出できるピクセル数が減り，オープニング処理により復元できずに除去されたためである．加えて，基準値 5 以下も検討したが，打上げより上方の雲の移動など誤検知が大きく増加した．そのため，中間程度の基準値 10 が有効であった．

一方で，台風来襲時の中でも最接近時には特に顕著な打上げが多数発生するが，同時に豪雨・暴浪となり空の輝度が大きくなるため，本手法ではその時間帯においては見逃しが増加する傾向にあった．例として図-10 に，暴浪時に確認された顕著な打上げを示す．沖防波堤天端上の巨大な打上げが目視によって確認できる．しかし，背景となる空も水塊と同様に白くなっているため，打上げ水塊による輝度の変化が小さい．そのため先述の手法では波の輪郭を検出できず，雨滴を誤検知している(図-11)．そこで暴浪時のみを対象に，図-12 に示す別手法による打上げ高の自動検出を試みた．本手法は，佐藤ら[10]のものを参考にした．

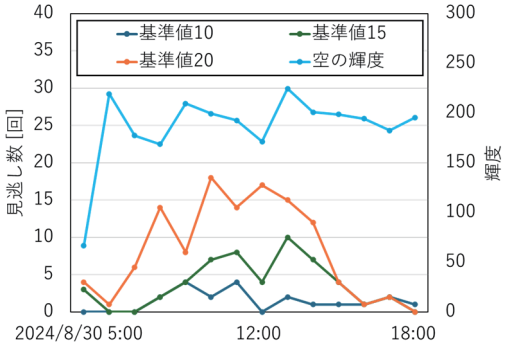


図-9　基準値ごとの打上げ見逃し数と空の輝度



図-10　暴浪時の打上げ画像 (2024 年 8 月 30 日 11:01 ごろ)

本手法では，フレーム画像の前後の差分ではなく，一枚の画像における輝度値を基に打上げピークの抽出を行う．まず先の手法と同様に映像からフレーム画像の切り出しを行い，対象領域の設定とグレースケールへの変換を行う(図-10)．次に二値化処理を行う．中央値フィルター処理 (カーネルサイズ 51×51 pixel)を行い，画像内のある画素の輝度値x_{ij}に対して周囲の画素の輝度中央値R_{ij}を算出する．これらの比r_{ij}を基に，以下の式によって各画素をX_{ij}に二値化した．

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{R_{ij}} \tag{2}$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 1\left(r_{ij} \geq a\right) \\ 0\left(r_{ij} < a\right) \end{cases} \tag{3}$$

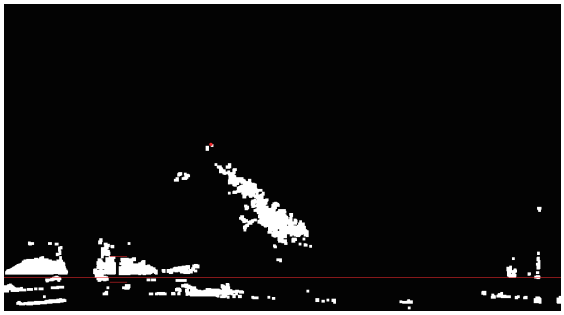
ここで，aは二値化処理時の基準値であり，図-12(1)では 0.95-1.05 の間で最適値を検討し，1.03 を採用した．



図-11　従来手法による暴浪時の打上げ高の見逃し
(白の画素が抽出ピクセル、青の画素がピーク)



(1)　二値化処理後の画像



(2)　オープニング処理後，打上げピークの検出
(赤の画素がピーク)

図-12　暴浪時における顕著な打上げ検出の流れ

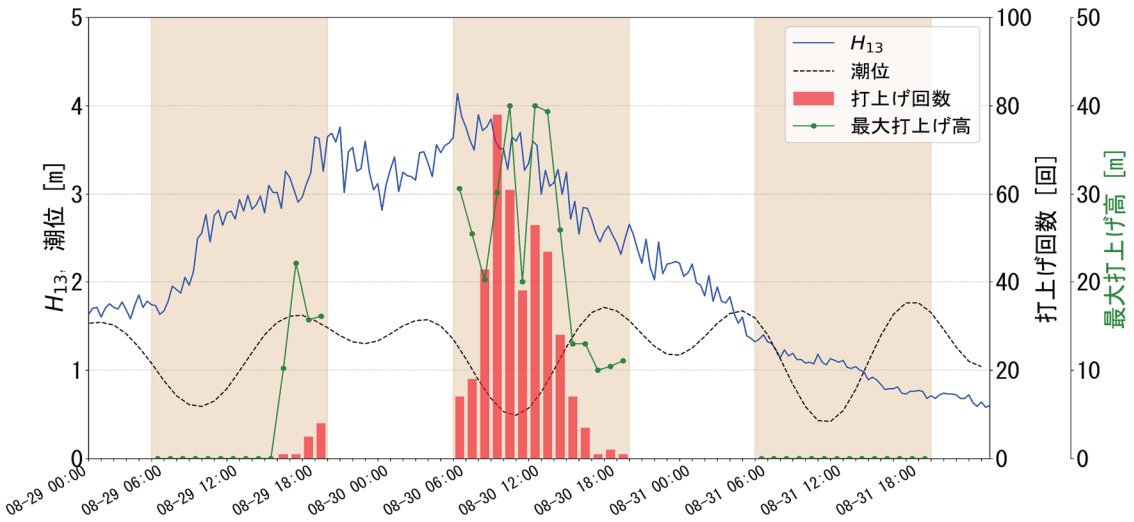


図-13　打上げ回数・最大打上げ高と有義波高・潮位変動の関係

最後にオープニング処理を一度行い，打上げピークの抽出を行った(**図-12(2)**)．なお，**図-12(2)**の灯台付近で白くなっているのは，窓のワイヤー・防波堤と周囲の輝度差による．本手法では，周囲のピクセルと比較して輝度の変化が大きいピクセルを移動水塊の縁として検出することで，暴浪時であっても空と水塊を部分的に判別することができた．この手法も基準値を適切に設定する必要があるが，横田らの手法と組み合わせて本手法による補完を実施することで，暴浪時を含めた自動検出も実施できる可能性が示唆された．なお，鳥など移動物の映り込みも発生し，誤検知を完全に消し去ることは現実的ではないため，目視による映像確認も必須と考えられた．

(5)　気海象条件と打上げ現象の関係

映像から取得した打上げに関する代表値と，その時間の気海象条件との比較を実施し，関連性を検討した．

図-13 に，1 時間ごとの打上げ回数および最大打上げ高と，NOWPHAS 高知港における有義波高および近隣の検潮所である高知港[注3)]における潮位変動を示す．有義波高に着目すると，8 月 29 日午前より波高が増加し 3.0 m を超えるとともに顕著な打上げが生じ始め，8 月 30 日 8:00-9:00 の間には期間中最大となる 78 回の打上げが確認されている．その時刻は有義波高のピークの 3 時間後に相当する．その後は，有義波高の低減に伴い打上げ回数も減少していき，翌 8 月 31 日には一度も打上げは見られなかった．なお有義波周期については，対象期間中は 8 秒前後と変化が少なく，影響は小さいと考えられた．また潮位の影響については，打上げのピーク付近の時間帯において干潮となっていた．このことは打上げ現象において，防波堤に衝突する直前の波浪変形が重要である可能性を示唆している．

以上より，顕著な打上げが確認されたのは NOWPHAS 高知港における有義波高が 3.0 m 以上となった時間帯のみであった．これは，安芸漁港で顕著な打上げが発生する条件の一つと考えられる．今後も観測を継続してデータを蓄積し，顕著な打上げが生じる際の気海象条件を精緻に分析することが，現象の理解につながると考える．

4.　結論

本研究では，台風期に高知県安芸漁港で生じる顕著な打上げ現象の理解のため，現地に固定カメラを設置し，撮影画像から打上げ高・打上げ回数の把握を試みた．主要な結論は以下である．

1) 2024 年台風 10 号来襲時に生じた最大約 40 m に達する顕著な打上げ現象の撮影に成功した．
2) 横田らの手法は対象が遠方であっても，豪雨・暴浪が卓越するタイミングを除けば，打上げ高を概ね自動検出できることを確認した．
3) NOWPHAS 高知港における有義波高が 3.0 m を超える場合に安芸漁港において顕著な打上げが発生することを発見した．
4) 一般には潮位が高い時に打上げが増加すると考えられるが，潮位が低い時間帯においても打上げが高頻度に生じ得ることを明らかにした．

一方で暴浪時を含む画像処理には課題があり，新たな手法の検討や，目視での映像確認も行うことが現状では必須と考えられた．

今後も撮影を継続してデータを蓄積し，打上げと潮位・風速等の気海象条件との関連付けを行う．そして得られた気海象条件を基に数値シミュレーションを実施し，打上げ高の再現・要因分析を進める．

謝辞：安芸漁協協同組合様に，建屋内のカメラの設置をご快諾頂いたことで本研究は進めることができました．ここに謝意を表します．

NOTES

注1) 朝日新聞：台風 24 号接近　高波打ち寄せる高知・安芸漁港，2018.9.30 投稿，https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=Nvuz-XURPjg.

注2) 全国港湾海洋波浪情報網. https://www.mlit.go.jp/kowan/nowphas/.

注3) 気象庁：潮位表 高知. https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/tide/suisan/suisan.php?stn=KC.

REFERENCES

(1) 小林誠，片山裕之，田村仁，佐藤慎司：高知県安芸漁港の高波浪来襲特性，土木学会論文集 B2（海岸工学)，Vol..79, No.17, pp. 23-17108, 2023. [Kobayashi, M., Katayama, H., Tamura, H. and Sato, S.: A STUDY ON CHARACTERISTICS OF HIGH WAVE SPLASH AT AKI FISHING PORT, KOCHI PREFECTURE, *Japanese Journal of JSCE*, Vol. 79, No. 17, 2023.]

(2) 横田雅紀，山城賢，上久保祐志：越波動画にもとづく打上げ高の解析自動化に関する検討，土木学会論文集 B3（海洋開発）, Vol.76, No. 2, pp. I_660-I_665, 2020. [Yokota, M., Yamashiro, M. and Kamikubo, Y.: STUDY ON THE OBSERVATION METHOD OF WAVE RUN-UP HEIGHT BASED ON VIDEO FRAME ANALYSIS, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B3 (Ocean Engineering)*, Vol. 76, No. 2, pp. I_660-I_665, 2020.]

(3) 横田雅紀，中角航大，山城賢，上久保祐志：越波打上げ高の解析精度向上に関する検討，土木学会論文集 B3（海洋開発），Vol. 78, No.2, pp. I_793-I_798, 2022. [Yokota, M., Nakazumi, K., Yamashiro, M. and Kamikubo, Y.: VIDEO FRAME ANALYSIS USING MORPHOLOGICAL NOISE REMOVAL FOR WAVE RUN-UP HEIGHT OBSERVATION, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B3 (Ocean Engineering)*, Vol. 78, No. 2, pp. I_793-I_798, 2022.]

(4) 福原直樹，竹下哲也，加藤史訓，寺西琢矢，秋田雄大，橋本孝治：画像処理技術を用いたうちあげ高計測手法に関する検討，土木学会論文集 B2（海岸工学), Vol. 75, No. 2, pp. I_1267-I_1272, 2019. [Fukuhara, N., Takeshita, T., Kato, F., Teranishi, T., Akita, T. and Hashimoto, K.: MEASUREMENT METHOD FOR WAVE RUNUP HEIGHT USING IMAGE PROCESSING TECHNOLOGY, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B2 (Coastal Engineering)*, Vol. 75, No. 2, pp. I_1267-I_1272, 2019.]

(5) 水戸佳祐，八木澤 一城，佐野朝昭，橋本孝治，本田達也，本山賢司，渡部靖憲：苫前漁港における越波発生特性の解明，土木学会論文集 B2（海岸工学)，Vol. 73，No. 2, pp. I_829-I_834, 2017. [Mizuto, K., Yagisawa, K., Sano, T, Hashimoto, K., Honda, T., Motoyama, K. and Watanabe, Y.: THE CHARACTERISTICS ON WAVE OVERTOPPING IN TOMAMAE FISHING PORT, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B2 (Coastal Engineering)*, Vol. 73, No. 2, pp. I_829-I_834, 2017.]

(6) 南雅晃，対馬弘晃，林豊：ライブカメラ映像から抽出した 2024 年能登半島地震の津波時系列データ，土木学会論文集，Vol. 80, No. 17, 2024. [Minami, M., Tsushima, H. and Hayashi, Y.: TSUNAMI TIME SERIES DATA EXTRACTED FROM LIVE CAMERA IMAGES OF 2024 NOTO PENINSULA EARTHQUAKE, *Japanese Journal of JSCE*, Vol. 80, No. 17, 2024.]

(7) 加藤史訓，笹岡信吾，諏訪義雄，松藤絵理子，上原謙太郎，冨田雄一郎，北村康司，田向順光：うちあげ高観測システムの開発，土木学会論文集 B3（海洋開発），Vol. 67, No. 2, pp. I_738-I_743, 2011. [Kato, F., Sasaoka, S., Suwa, Y., Matsufuji, E., Uehara, K., Tomita, Y. Kitamura, Y. and Tamukai, Y.: DEVELOPMENT OF A WAVE RUNUP OBSEARVATION SYSTEM, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B3 (Ocean Engineering)*, Vol. 67, No. 2, pp. I_738-I_743, 2011.]

(8) 水野辰哉，松長悠太，松葉義直，西広人，琴浦毅，西畑剛，田島芳満：LiDAR の波浪うちあげ高計測への適用性検討，土木学会論文集，Vol. 80, No. 17, 2024. [Mizuno, T., Matsunaga, Y., Matsuba, Y., Nishi, H., Kotoura, T., Nishihata, T. and Tajima, Y.: EXAMINATION OF APPLICABILITY OF LiDAR TO WAVE RUN-UP MEASUREMENT, *Japanese Journal of JSCE*, Vol. 80, No. 17, 2024.]

(9) 福原直樹，加藤史訓，田方俊輔，水戸佳祐：うちあげ高観測に対する超音波式水位計の現地適用性の検証，土木学会論文集 B3（海洋開発），Vol.76 , No.2, pp.I_678-I_683, 2020. [Fukuhara, N., Kato, F., Tagata, S. and Mizuto, K.: FIELD APPLICABILITY OF ULTRASONIC-TYPE WATER LEVEL GAGE FOR GRASPING WAVE RUNUP HEIGHT, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B3 (Ocean Engineering)*, Vol. 76, No. 2, pp. I_678-I_683, 2020.]

(10) 佐藤弘起，佐藤和弘：シェーディング画像に良好なしきい値を設定できる変動しきい値式2値化処理法，一般社団法人 画像電子学会，2007. [Sato, H. and Sato, K.: Variable thresholding binarization method that can set a good threshold for shaded images, The Institute of Image Electronics Engineers of Japan, 2007.]

(Received March 17, 2025)
(Accepted July 22, 2025)

MEASUREMENT OF SPATIO-TEMPORAL DISTRIBUTION OF WAVE RUNUP AT AKI FISHING PORT USING A FIXED CAMERA

Sakai ONISHI, Hiroshi DEGUCHI, Hiroyuki KATAYAMA, Shinji SATO and Ryosuke MURAI

In Aki fishing port, facing Tosa Bay, it is known that runup of tens of meters scale has occurred on the offshore breakwater during mainly typhoon season. In this study, we have been taking images continuously, using a fixed camera newly installed in a building about 300 meters away. In addition, a method was investigated to measure the spatio-temporal distribution of wave runup from the taken images. As a result, we observed the highest runup height of about 40 meters from the offshore breakwater, and about 80 times of runup per hour during Typhoon Shanshan in 2024. Furthermore, it was confirmed that the spatio-temporal distribution of wave runup could be roughly measured, by using the conventional method of binarizing the difference in luminance values between frame images. On the other hand, when the boundary between the sky and the sea is unclear, like in stormy weather, it is difficult to measure runup by the method. Therefore, it is required to correct by visual confirmation of the movies.