

飛行 Drone による砕波帯の撮影方法と白波被覆率の検討

岩手大学 学生会員 ○豊間根汐里 正会員 小笠原敏記

1.はじめに

気候変動や極端気象の要因と考えられる地球温暖化は国際的にも注目されており、この温暖化現象の中心となる大気中の温室効果ガスである二酸化炭素の対策が問題となっている。大気中に放出された二酸化炭素の多くを海洋が吸収しており、大気と海洋間での二酸化炭素輸送過程には白波砕波の気泡や飛沫が関係していることが知られている。従来の白波砕波の被覆率の推定には、現地観測において海洋観測レーダーを用いたものが挙げられるが、定点観測のために撮影範囲や方向が限定される(小林ら 2006)。そこで本研究では、飛行自由度が高い小型無人飛行機 Drone を用いて白波を撮影し、画像解析より被覆率を推定することを試みた。

2.白波面積と被覆率の算出

(1)Drone の概要

図-1 に示す Parrot Bebop Drone はスマートフォンやタブレットで利用できる「Free Flight」というアプリと連携して操作することができる。動画はフレームレート 30fps の 1920×1080pixel で撮影される。飛行高さを指定でき、飛行高さは最大 100m、飛行範囲は 2km、フライト時間は約 10 分である。



図-1 : Drone

(2)撮影方法

撮影場所は図-2 に示す岩手県洋野町の有家の海岸で行った。この時の気候と波浪状況は表-1 に示す。

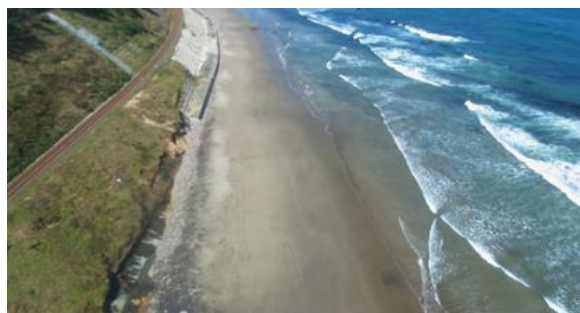


図-2 : 撮影現地

気温(°C)	平均風速(m/s)	有義波高(m)	有義波周期(sec)
22.4	5.84	0.87	9.11

表-1 : 撮影日の気候と有義波

(3)画像解析

撮影動画 90 秒間を 0.1 秒間隔で図-3 に示すような静止画像に分割し、大津の方法により図-4 に示すような二値化画像に変換する。画像ごとに閾値が決定されるが、平均は 0.565 となった。Drone のカメラには角度があり、斜方向から撮影するため、撮影画像の幾何補正が必要となる。二値化画像の白い pixel の総和を求め、キャリブレーションから得られた m/pixel の値を基に実測値を算出した。

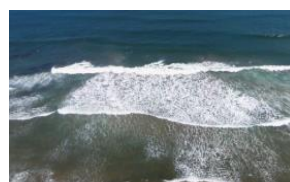


図-3 : 撮影原画像



図-4 : 二値化処理後の画像

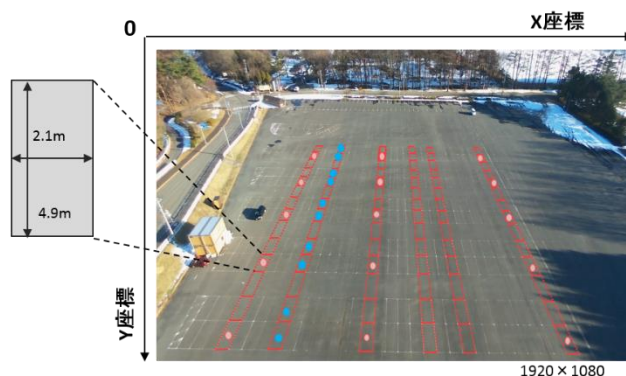


図-5 : キャリブレーションに用いた駐車場

図-5 は、等間隔に区切られた駐車場を高さ 50m の位置で撮影した画像を示す。画像の Y 座標の位置によって駐車場 1 マスの大きさが異なることから、赤線で示した 6 列の場所を幾何補正に用いた。図-6 は、Y 座標での 1pixel 当たりの長さを示す。Y 座標が大きくなるにつれて 1pixel 当たりの長さは指数関数的に小さくなる。また、1pixel における横の長さに比べて縦の長さの変化が急であることがわかる。X 座標の変化によっ

キーワード 白波 砕波帯 白波被覆率 Drone

岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学工学部社会環境工学科・019-621-6889

て長さや面積は大きく異ならないので Y 座標による変化のみを考慮した. 図-5 の丸印で示す 15 箇所の駐車場実面積と式を用いて算出した面積を比較したところ, 誤差は-4.79~+6.72%となった. 幾何補正に用いる式は指数関数であるため, Y 座標が 0 に近づくほど無限大になる. そこで面積の誤差が大きくならないように, 解析対象を図-7 に示すような Y 座標 330~1080pixel の範囲とし, 白波面積を算出した.

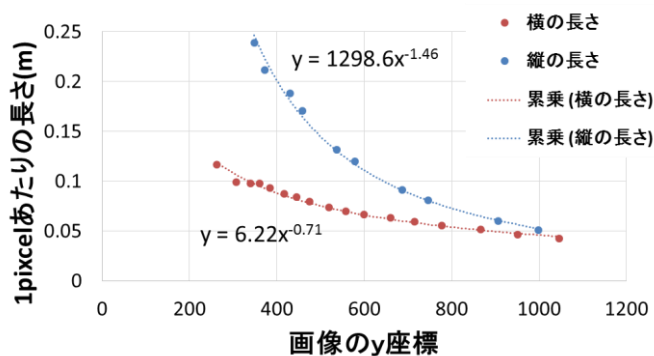


図-6: Y 座標による長さの変化

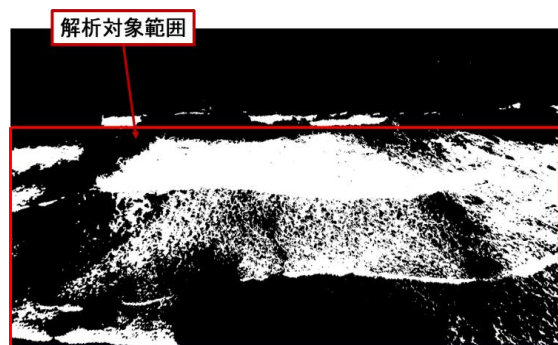


図-7: 解析対象範

(4) 白波面積と被覆率の時間変化

図-8 は, 算出した白波面積と無次元化した被覆率の時間変化を示す. 図中の破線は平均値を表している. ゼロクロス法を適用したところ, 図-8 の青線で表したように一波あたりの時間は観測日の有義波周期と大きく異なった. そこで解析画像より, 図-9 に示す青線か

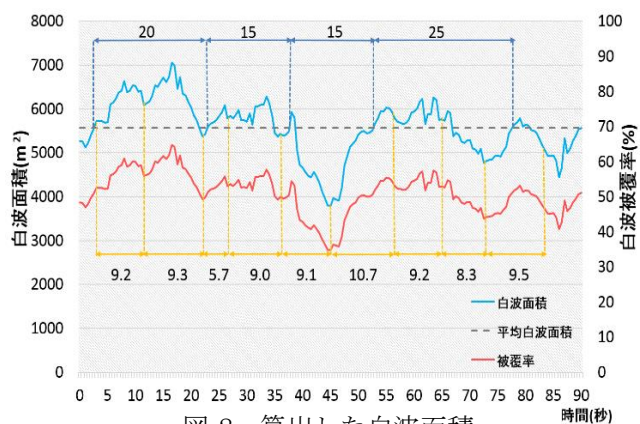


図-8: 算出した白波面積

ら赤線(Y=690pixel)に白波の先端が到達する時間間隔を求めたところ, 1 波あたりの伝播時間は図-8 の黄色の線のようになり, 有義波周期に近くなった. 3 波目の周期だけ他に比べて短い原因として, 青線と赤線の間あたりで波が発生したためと考えられる.

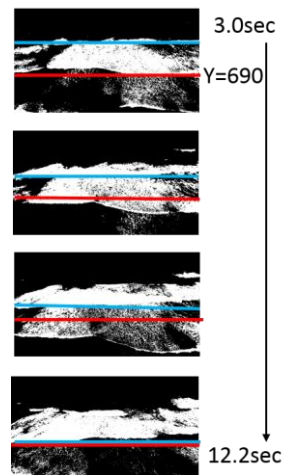


図-9: 1 波の白波の様子

図-10 は, 単位時間当たりの白波面積と 1 波当たりの白波被覆率を示す. 約 5400m²/s の白波が発生し, 1 波の被覆率が約 50% を占めることが明らかになった.

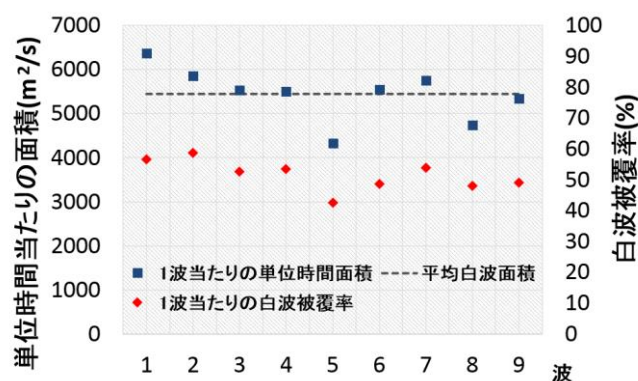


図-10: 単位時間当たりの白波面積と

1 波長における白波被覆率

3.まとめ

本研究では, Drone による白波撮影に試みた. 撮影映像から短時間の碎波の傾向と白波面積を定量することができた. しかし, キャリブレーションによる誤差はさらに改善する余地がある. また, 定点的観測と比べて長時間の観測には不利となるが, Drone の飛行の自由性から様々な場所での観測が可能である. 今回の観測地では白波被覆率が 1 波長当たり約 50% 占めることが明らかになり, 多くの大気を取り込まれていると推測される. 今後の課題として, 定量化した白波量から, 実際に取り込まれる二酸化炭素量の算出方法を確立することが必要である.

参考文献

海洋観測レーダと波浪推算モデルを用いた実海域での白波被覆率の解析 (小林ら 2006. 土木学会, 386-390)
気泡混入層厚に着目した風波の碎波指標 (小笠原ら 2002. 土木学会, 331-335)