

低高度 UAV を用いた干潟上の表在底生生物の検出に関する研究

山口大学大学院創成科学研究科 学生会員 ○森岡知大
 山口大学大学院創成科学研究科 正会員 山本浩一
 山口大学大学院創成科学研究科 正会員 神野有生
 山口大学大学院創成科学研究科 正会員 関根雅彦

1. 目的・背景

山口湾にはカブトガニ(絶滅危惧I類)が生息している。カブトガニ幼生生息調査は山口湾のカブトガニ生育場等の保全を目的とし2006年から毎年行われている。しかし干潟は歩行が困難であることや、大人数の観測者を必要とすること、また調査者の練度によって個体数の計測結果に差が発生することなどの問題がある。そこで本研究は低高度 UAV 撮影によって干潟面の画像を取得し、カブトガニ幼生の検出・生息密度調査に適した画像処理方法を開発することにより客観性の高いカブトガニ子息密度調査方法を開発することを研究目的とした。

2. 研究方法

本実験は2020年9月20日に山口県山口市の樫野川河口干潟で UAV および固定カメラによる撮影を行なった。あらかじめ干潟上で踏査し、発見した11個体のカブトガニを対象にそれぞれの個体の横に一辺30cmのABS製正方形プレートを標識として設置した。その標識が撮影範囲に入るように以下の条件で撮影を行った。固定カメラ(DJI Osmo Pocket)では撮影高度約1.3mになるよう三脚で固定し、3秒間隔の4Kタイムラプス画像(4000×2250)を最低2分間撮影した。UAV(DJI Phantom 4 Pro V2.0)では撮影高度約3m, 6m, 9mからそれぞれ2分間の4K動画撮影(4096×2160)を行った。撮影後にカブトガニの体幅を測定した。DJI Phantom 4 Pro V2.0で撮影した動画は秒ごとのタイムラプス画像とし、ImageJ FIJI(画像解析ソフト)にて画像群として読み込んだ。その後SIFT(スケール不変の特徴量変換)¹⁾を適用し UAV による撮影位置のブレを補正した。次に時間メディアンフィルタを用いた背景差分を実施してカブトガニの画像の候補を抽出した。次に時間メディアンフ

ィルタを用いた背景差分²⁾を実施してカブトガニの画像の候補を抽出した。ブレ補正画像群の各画素の各チャンネルの輝度の時間的な中央値を計算して中央値画像を生成し、背景画像として使用した。ブレ補正画像群と生成した背景画像を32bit グレースケール化し、ブレ補正画像群から生成した背景画像の差分をとり、差分画像群を生成した。このままでは干潟面の照り返しなどによる微小なノイズが多いため差分画像群にガウシアンぼかし処理を行い、微小ノイズを除去した。次にぼかし処理後の差分画像群を二値化し、粒子解析を行った。ただしブレ補正で画像の重なりが無い領域は粒子解析の解析対象外としている。二値化を行う際の閾値は10.000とした。粒子解析は粒子の最大値と最小値に制限を設けることなく行なった。画像処理手順におけるガウシアンぼかしの標準偏差 σ の値を1pixelsから10pixelsまで変化させることによって粒子検出後の検出結果が変化する。そこでこの検出結果の変化から、適切なガウシアンぼかしの標準偏差値を求めるために精度と感度の二つの項目について調べた。

ここで精度 A は(1)、感度 S は(2)のように定義される。ここで n :画像数、 i :画像番号、 h_i :画像中のカブトガニ個体数、 P_i :画像中の検出粒子数、 ND_i :不検出数。

$$A = \sum_{i=1}^n h_i / \sum_{i=1}^n P_i \quad (1)$$

$$S = \sum_{i=1}^n P_i / (\sum_{i=1}^n P_i + \sum_{i=1}^n ND_i) \quad (2)$$

3. 研究結果

図-1に UAV(高度9m)で撮影した画像群のガウシアンぼかしの σ と精度、感度それぞれの関係を示す。高度9mでは $\sigma=5$ pixels付近で精度、感度が1に近くなった。撮影高度9mでは $\sigma=5$ pixelsで最もカブトガニを精度よく検出できたと考えられた。

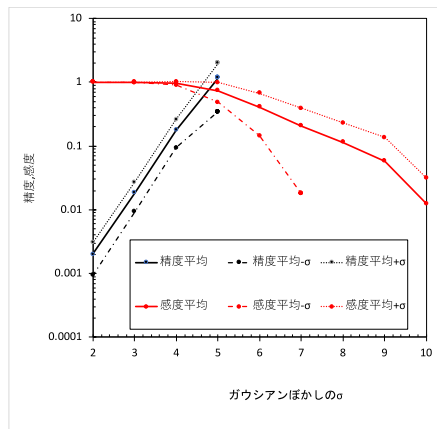


図-1 UAV(高度 9m)で撮影した画像群のガウシアンぼかしの σ と精度、感度

図-2 にガウシアンぼかし処理を $\sigma=5\text{pixels}$ で行った検出結果の例を示す。UAV による撮影高度 9m で 2 分間のホバリング撮影と画像解析によって、現地で発見したカブトガニを画像上で検出することができた。

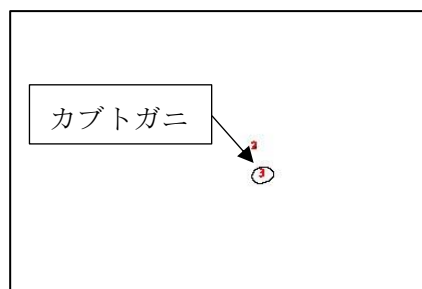
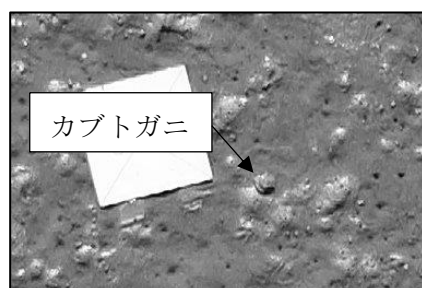


図-2 ガウシアンぼかし処理を $\sigma=5$ で行った検出結果の例(上:元画像,下:処理画像)

この方法でカブトガニ以外に検出される候補として干潟上のカニや貝類が考えられるので、これらを自動的に峻別する方法を検討した。図-3 にカブトガニとカニと貝類の平均移動速度の頻度分布を示す。平均移動速度は本解析方法によって取得した、各種表在底生生物の画像上の座標データから 3 秒ごとの平均移動速度を取得したものである。カブトガニは

高度 9m から UAV 撮影した 7 個体の合計 218 データ。カニは高度約 1.3m から固定カメラ撮影した 2 個体の合計 53 データ。貝類は高度約 1.3m から固定カメラ撮影した 8 個体の合計 230 データである。なお、カニと貝類の判別は画像を目視により行った。

カブトガニ以外に検出される候補である貝類やカニに比べ、カブトガニの平均移動速度は 0.1cm/s 以上に多く分布しておりカブトガニ以外の表在底生生物との峻別に移動速度を用いることができると考えられる。

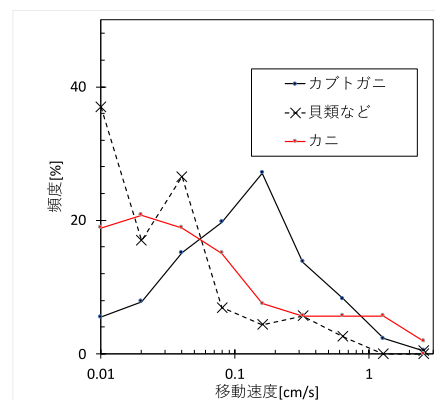


図-3 カブトガニとカニと貝類などの平均移動速度の頻度分布(本アルゴリズムにより検出された表在底生生物の移動速度: 3 秒間における移動距離/3 秒)

4. 結論

干潟面の UAV 撮影を高度 9m から 2 分間撮影することによって干潟上の表在底生生物の検出が可能であることが明らかになった。撮影高度に限らず検出処理中のガウシアンぼかしの σ の値を大きくすることで点の集合体のみを検出することが可能であると分かった。カブトガニは他の干潟上の表在底生生物の 10 倍程度の速度を持っていることから他の干潟上の表在底生生物との峻別に用いることができると考えられる。

参考

- 1) Lowe, David G. (2004). "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints", International Journal of Computer Vision. 60 (2): 91–110.
- 2) 三宅 一永, 米田 政明, 長谷 博行, 酒井 充, 丸山 博: "メディアンフィルタを用いた背景差分" 画像電子学会誌 30(3), 251-259, 2001