

山口湾干潟における低高度 UAV と機械学習を用いたカブトガニ幼生の検出

山口大学	学生会員	○森岡	知大
山口大学	正会員	山本	浩一
山口大学	正会員	神野	有生
山口県	非会員	上原	正義
山口大学	正会員	関根	雅彦

1. 背景および目的

カブトガニが生息する山口湾ではその生息密度の把握のため毎年生息数の調査が行われている。カブトガニ幼生の生息数調査にあたっては、干潟は歩行が困難であることや、多人数を必要とすること、調査者の練度による個体発見効率の差、目視調査範囲が不安定であるという問題がある。そこで本研究は低高度の UAV 撮影による干潟面の映像からカブトガニ幼生を検出することにより客観性の高い生息密度調査方法を開発することを目的とした。

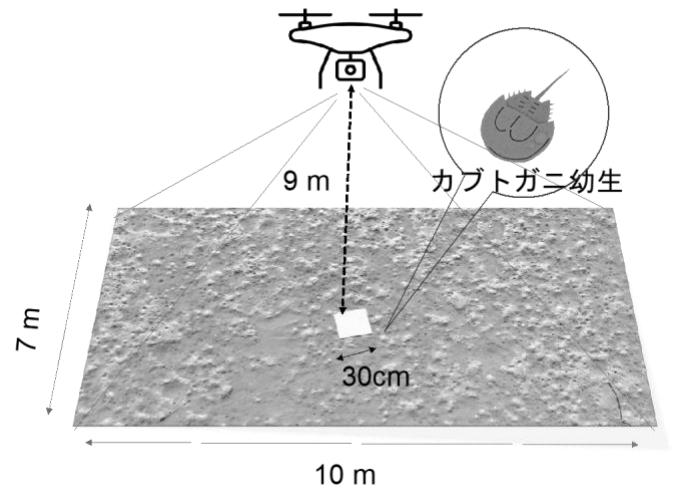


図-2 撮影の概要図

2. 研究方法

2.1 現地調査方法

2020年9月20日、2021年6月25日に山口湾の河口干潟（図-1）においてカブトガニが干潟面上に存在する状況で UAV により高度 9m から干潟面の 2 分間の 4K 動画撮影あるいは 1 分間の 2 秒間隔のタイムラプス撮影を行なった。図-2 に撮影の概要図を示す。干潟面には長さの基準となる物標を置いた（図-3）。

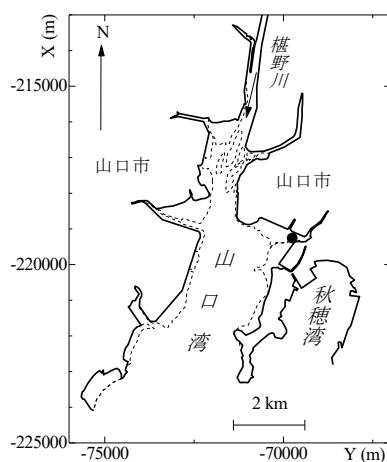


図-1 調査地点図（榎野川河口干潟）：座標は平面直角座標系第Ⅲ系

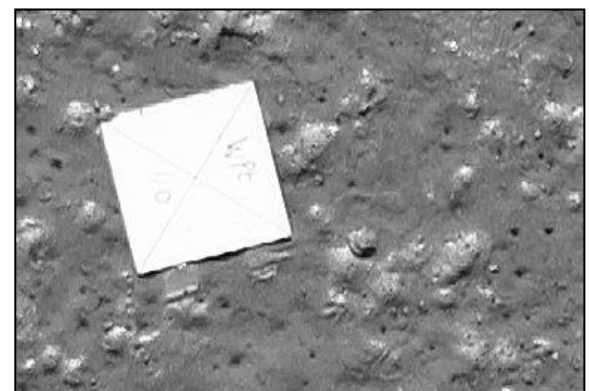


図-3 長さの基準となる物標
（一辺 30 cm 四方の ABS 製プレート）

2.2 カブトガニ軌跡の特徴量抽出方法

カブトガニなどの表在底生生物が移動する際、体表の反射光や影が移動するという干潟面の反射光と異なる特徴を持つことを利用し、カブトガニの移動軌跡を下記のようにして得た。

キーワード UAV, カブトガニ, 干潟, 機械学習, 生息密度調査
 連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山本浩一 TEL0836-85-9320

取得された映像を2秒インターバルの60枚あるいは30枚の画像群とした。2分間の動画1本あたり合計31組の2秒間隔30枚のタイムラプス画像を生成した。その後ブレ補正、時間軸方向の輝度補正を実施し、画像周辺の無効領域を削除した。

時間軸方向フィルタ処理、二値化、収縮・膨張処理等を行って粒子解析により特徴量を抽出した。抽出された特徴量は軌跡の粒子面積、周長、近似楕円形の長軸と短軸、真円度、フェレー径、最小フェレー径、縦横比、稠密度の9項目である。

2. 3 特徴量の機械学習によるカブトガニの識別

2. 3. 1 機械学習の実施方法概要

特徴量に対して機械学習（線形SVMによる2クラス分類）を実施した。検証にあたっては訓練データをランダムに分割し、半分を学習データ、もう半分を検証データとした。学習データ・検証データ・テストデータの概要を表-1に示す。訓練（学習・検証）データとテストデータの組み合わせについては同日の撮影画像を用いた場合のケース①、別日の撮影画像を用いた場合のケース②を実施した。

2. 3. 2 同日の画像からの推定方法(ケース①)

2020年9月20日の6回の2分間撮影のうち1回分を学習・検証用に使い、5回分をテストに用いた。

2. 3. 3 別日の画像からの推定方法(ケース②)

2020年9月20日の6回の2分間撮影のうち6回分を全て学習・検証用に使い、2021年6月25日の30回の2秒間隔30枚のタイムラプス撮影をテスト用に用いた。

表-1 同日の撮影画像を用いた場合（①）、別日の撮影画像を用いた場合（②）のそれぞれの訓練（学習・検証）データ・テストデータ数

ケース	訓練		テスト
	学習	検証	
①	3070	3070	27577
②	16718	16719	45427

3. 研究結果

3. 1 同日の画像からの推定結果(ケース①)

2020年9月20日の6回の2分間撮影のうち5回

分を学習・検証用に使い1回分をテストに用いたケースの結果を表-2に示す。機械学習の識別結果を、混同行列を用いて整理したところ、再現率（陽性予測の正解数/実際の存在数）は20.4%、適合率（陽性予測の正解数/陽性予測数）は84.6%であった。すなわち検出された場合、実際に存在するカブトガニを8割程度見逃していることになるものの、検出された場合8割強はカブトガニであると判定された。

3. 2 別日の画像からの推定結果(ケース②)

機械学習の識別結果を、混同行列を用いて整理したところ、再現率（陽性予測の正解数/実際の存在数）は41.4%であったが、適合率（陽性予測の正解数/陽性予測数）は1.6%であった。すなわち、実際に存在するカブトガニの4割程度は検出されるが、検出されたうち9割強はカブトガニ以外のデータが含まれた。

表-2 学習・検証と同日のテストデータの識別結果（ケース①）

	検出された	検出されない
カブトガニである	55	215
カブトガニでない	10	27297

表-3 学習・検証と別日のテストデータの識別結果（ケース②）

	検出された	検出されない
カブトガニである	7	10
カブトガニでない	408	45002

4. 結論

干潟上のカブトガニの軌跡に他の底生生物の軌跡や干潟上の反射光と異なる特徴があることを利用して高度9mのUAVによって干潟面を撮影し、軌跡の特徴量を計算し、機械学習を行うことにより干潟上のカブトガニを検出する方法を開発した。干潟上のカブトガニ幼生が判別できる可能性はあるが、まだ成績は十分とはいえず、今後の識別能力の向上が課題である。

謝辞 本研究は「令和2年度ふしの干潟いきもの募金」の協力を得た。