

日本海で育む磯根資源利用推進事業

杉浦大介・高橋拓実

目 的

着水型ドローンを用いた海藻類の簡便な資源量推定手法を開発するため、アカモクが漁獲される風合瀬地先の藻場をモデル海域として、以下の3つの試験を行った。(1) ドローン空撮による広域の藻場と底質の判別を行い、その精度を検証する。(2) ドローン着水撮影によって海藻類の種同定が可能な条件を把握する。(3) 空撮による画像取得の際の水面反射を軽減する手法を検討する。

材料と方法

1. 潜水調査

2022年6月15日に調査を行った。海岸線とほぼ平行に距離100 mのラインを3本(水深3.7-4.7 m)、20 m間隔で設定した。各ラインの左右0.5 mずつ、計1 m幅の範囲で海藻類の被度を観察し、距離10 mの区画毎に集計した。

2. 着水ドローン調査

着水型ドローン(プロドローン社製 PD4-AW-AQ)の底面に機体カメラとして GoPro Hero6 Black を装着した。ビデオ解像度は 720 p、画角は広角とし、アングルは機体の進行方向に傾斜させ、フレームレートは 60 fps として以下の調査を行った。

(1) 空撮による広域の藻場と底質の判別

2022年6月21日に撮影を行った。潜水調査の各ラインに沿って高度30 m、速度5 m/sで飛行しながら動画を撮影した。Windows 10の「映画&テレビ」を用いて、動画から約4秒ごとに画像を抽出し、隣接画像が約40%重なるようにした。海底地形に基づき目視・手作業で画像を結合した。目視で藻場を判別できた場合、画像処理ソフト ImageJ のポリゴン選択機能を用いて藻場の輪郭を抽出し、面積を算出した。

(2) 着水撮影による海藻類の種同定

2022年6月21日と7月5日に撮影を行った。潜水調査の10 m区画の中央付近に着水して動画を撮影した。水中での照度を補うため、機体に GoPro ライトモジュールを装着・点灯した。6月21日の調査では各ライン2-4区画で、7月5日の調査では各ライン5区画で着水・撮影した。

(3) 静止空撮動画を用いた水面反射の影響軽減

2022年6月9日に海岸付近の1地点において、高度20 mで10秒間静止して動画を撮影した。動画編集ソフト PowerDirector 18 (Cyberlink) のレンズ補正機能を用いて動画の広角歪みを補正し、1フレームごとに32枚のPNG画像を取得した。統計解析環境 R で動作するプログラム Temporal minimum filter¹⁾ (TMF) を用いて、画像群の各ピクセルにおける最小輝度値を合成した画像を得た。

結 果

1. 潜水調査

各ラインの海藻被度は全種合計で88-92%だった。各ラインの大半の区画でノコギリモクとツルアラメが優占していた。アカモクの観察された区画は少なく、最も岸寄りのラインの2区画において被度20%で生育したほかは最大で被度5%だった。中間および沖合のラインでは区画によってヤツマタモクが被度10-20%で生育し、第2または第3優占種となっていた。

2. 着水ドローン調査

(1) 空撮による広域の藻場と底質の判別

水深の浅い岸寄りのラインでは画像の結合は可能であり（図1）、目視で判別した藻場面積は1,516㎡（図1の全範囲の24.2%）だった。広角視野では周縁に歪みがあった。アングルを進行方向に傾けたため、太陽光を背にして飛行すると水面の反射の映り込みが軽減された。調査ライン外の極めて浅い水域では空撮で

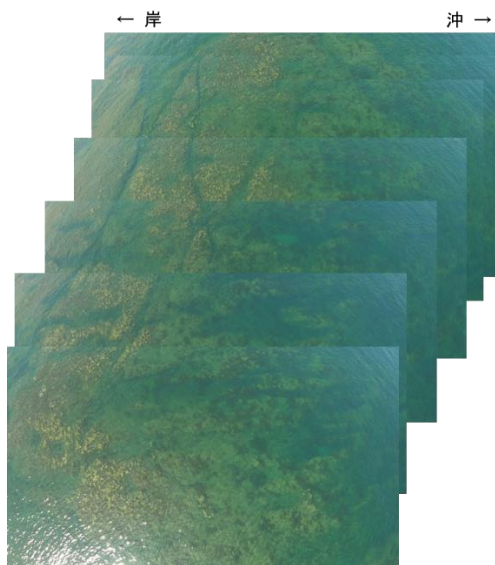


図1 6月21日の空撮画像
（最も岸寄りのライン、目視で結合）



図2 6月21日（岸ライン）の水中画像
（淡黄色：ノコギリモク、濃緑褐色：ツルアラメ）



図3 6月9日の静止空撮動画由来の画像
（A）TMF適用前、（B）TMF適用後

も優占種のアカモクが同定できた。

(2) 着水撮影による海藻類の種同定

着水撮影で種同定が可能だったのは、潜水調査で優占種だったノコギリモクとツルアラメといったサイズが大きく、また葉状部の形態が特徴的な種に限定された（図2）。潜水調査でそれらに次いで優占したアカモクやヤツマタモクは同定が困難だった。6月21日、7月5日の調査とも降雨による濁りの影響で海中の透明度はやや低かった。水深の深い調査ラインでは海藻類の識別は困難だった。

(3) 空撮画像の質の改善

TMF適用前（図3A）と比べて、適用後の画像（図3B）は水面の反射の映り込みが軽減され、目視による海藻類と底質の識別が容易となった。他方、TMF適用後には海藻類や底質の輪郭のにじみも確認された。

考 察

空撮動画より抽出された画像から目視で推定された海藻類の被度は、潜水による被度観察結果と比べて顕著に低く、過少推定された可能性が高い。改善策としては、例えば後述する TMF 等の前処理を施したうえで、類似した傾向を持つ画素の含まれる領域ごとに底質分類²⁾を行うといったことが挙げられる。

着水撮影により海藻類の種同定が可能な条件として、色彩や形態が特徴的な大型種であることの他、機体カメラを用いた場合は透明度や水深に強く制限されると考えられた。本研究で主な対象とした大型褐藻類は、海中で水流による揺動を受けて形態が変化するため、水中動画から連続的に抽出された画像は、将来、機械学習による海藻類の種同定³⁾を行うための教師データとして活用できる可能性がある。水中動画データを効率的に収集するため、十分な水深がある海域では船舶から撮影機材を垂下し³⁾、船舶の航行が困難な水深の浅い海域においては着水ドローンを用いるといった使い分けが考えられる。

TMF を用いた水面反射の軽減により、画像から海藻類の色彩情報を収集しやすくなる利点がある半面、にじみによる海藻類の形態情報の劣化も懸念された。本手法を広範囲の藻場面積推定に活用するためには、

比較的水深が浅く、海底地形の平坦な海域が最も適していると考えられた。

文 献

- 1) I GD Yudha Partama, Ariyo Kanno, Motoyasu Ueda, Yoshihisa Akamatsu, Ryutei Inui, Masahiko Sekine, Koichi Yamamoto, Tsuyoshi Imai, Takaya Higuchi (2018) Removal of water-surface reflection effects with a temporal minimum filter for UAV-based shallow-water photogrammetry. *Earth Surface Processes and Landforms*, 43(12), 2673-2682.
- 2) Jinghu Li, Lili Wang, Qianguo Xing (2021) Detection of coastal green macroalgae based on SLIC, CNN and SVM. 2021 International Conference on Communications, Computing, Cybersecurity, and Informatics (CCCI), Beijing, China, 1-5.
- 3) R. D' Archino, A.C.G. Schimel, C. Peat, T. Anderson (2021) Automated detection of large brown macroalgae using machine learning algorithms-a case study from Island Bay, Wellington. *New Zealand Aquatic Environment and Biodiversity Report* 263, 36 pp.