

日本海で育む磯根資源利用推進事業

杉浦大介

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深浦町風合瀬地先の藻場をモデル海域として、ドローン着水撮影によって海藻類の種同定が可能な水深や藻体サイズを把握するための試験を行った。

材料と方法

1. 潜水調査

2023 年 6 月 12 日に調査を行った。風合瀬海岸南端の海岸線とほぼ平行に距離 100 m のラインを 3 本（水深 3.4-7.4 m）、20 m 間隔で設定した（図 1）。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

水深間の比較のため、水深の浅い 2022 年度の風合瀬漁港東側¹⁾に加え、水深の深い風合瀬海岸南端を調査地とした（図 1）。なお調査はホンダワラ類の藻体サイズの小さな冬季に行った。

着水型ドローン（プロドローン社製 PD4-AW-AQ）に以下の 2 種類のカメラを装着した。機体底面に装着する機体カメラとして GoPro

Hero7 Black を、また吊り下げ装置を用いて垂下する水中カメラとして GoPro Hero7 Silver を用いた。機体カメラおよび水中カメラの画角は広角とした。機体カメラのアングルは機体の進行方向に傾斜させた。

風合瀬海岸南端において 2023 年 11 月 16 日に撮影を行った。上記 2023 年 6 月に潜水調査を実施した最も岸寄りのライン（水深 5 m）（図 1）において機体カメラによる空撮を行った後、着水して水中カメラを海面から 1 m 垂下させて撮影を行った。当日の機器通信不調により、海底直上までは垂下できなかった。

風合瀬漁港東側において 2024 年 2 月 17 日に撮影を行った。2022 年 6 月に潜水調査を実施した最も岸寄りのライン（水深 3.7 m）（図 1）において機体カメラによる空撮を行った後、着水して同じく機体カメラによる撮影を行った。

撮影した映像のうち、空撮映像からは目視により藻場の存否を推定した。また水中映像からは生育している藻類の形態の目視観察に基づき、可能な範囲で同定を行った。

ドローンによる空撮および着水撮影に影響する水質の指標として、JAXA の人工衛星 GCOM-C/SGLI による全懸濁物質濃度（表層の有機および無機懸濁物質の合計濃度）を用いた。過去 2 年間のうち潜水またはドローン調査を行った 2022 年 6 月、2023 年 6 月および 11 月、2024 年 2 月の月平均値（解像度 250 m）を JASMES ポータルサイト (https://www.eorc.jaxa.jp/JASMES/index_j.html) より取得し、調査海域周辺の海図（図 1）に投影した。なお月平均値を用いた理由は、気象条件による人工衛星の欠測領域を減らすためである。

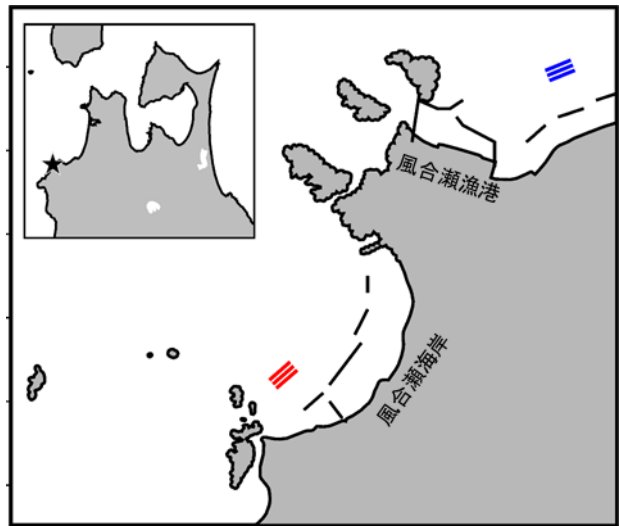


図 1 潜水および着水ドローン調査ライン
青線：2022 年潜水、赤線：2023 年潜水

結 果

1. 潜水調査

各ラインの海藻被度は全種合計で70-100%だった。各ラインの全ての区画で、ケウルシグサ、ヨレモク、ノコギリモクの3種が主要な構成種だった。それらに次いでツルアラメとフシスジモクが多くの区画で観察されたが、被度は低い傾向だった。アカモクは最も岸寄りのラインでのみ観察され、被度は最大5%だった。ホンダワラ類の合計被度が60%以上に達した区画が最も多かったのは、沖側の調査ラインだった（図2）。

ライン3（沖）	75	50	40	45	55	80	65	70	45	21
ライン2（中間）	40	55	60	51	35	45	35	26	30	45
ライン1（岸）	32	41	60	56	36	51	40	32	22	61

図2 2023年6月12日の風合瀬海岸南端におけるホンダワラ類の被度（%）
各セルの値は距離10mの区画における潜水による目視観察結果を示す

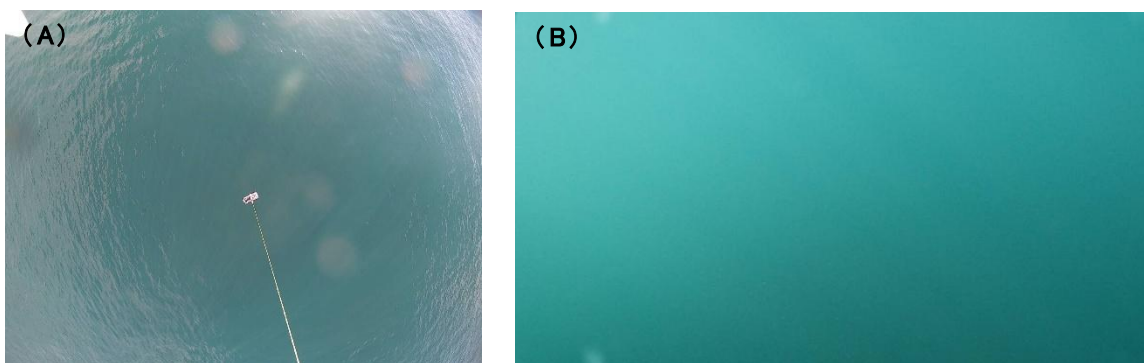


図3 風合瀬海岸南端（水深5m）におけるドローン撮影画像
（A）空撮画像、（B）水面下1mからの水中画像

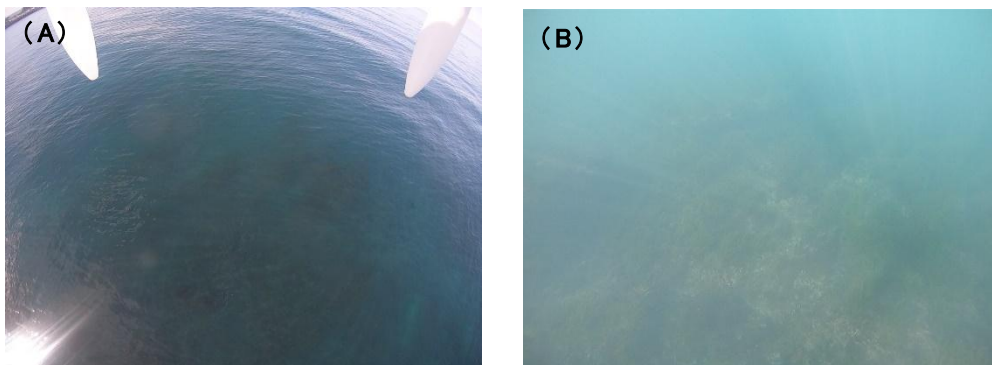


図4 風合瀬漁港東側（水深3.7m）におけるドローン撮影画像
（A）空撮画像（褐色領域が藻場）、（B）水面直下からの水中画像（ノコギリモクらしき藻類）

2. 着水ドローン調査

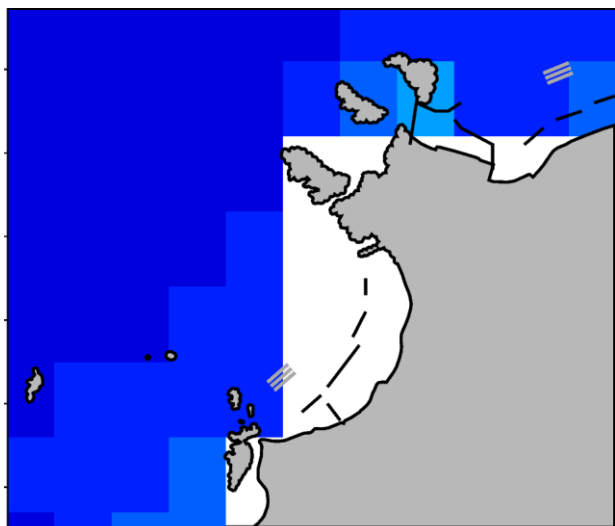
風合瀬海岸南端（水深5 m）において、空撮では藻場を確認できなかった（図3A）。着水撮影では、透明度が低く、水中カメラから約4 m下方の海底や海藻は確認できなかった（図3B）。

風合瀬漁港東側の海岸（水深3.7 m）において、空撮では藻場を確認できたが、構成種は不明だった（図4A）。着水撮影では、透明度は低かったものの、海底が確認された（図4B）。正確なサイズは不明だったが、

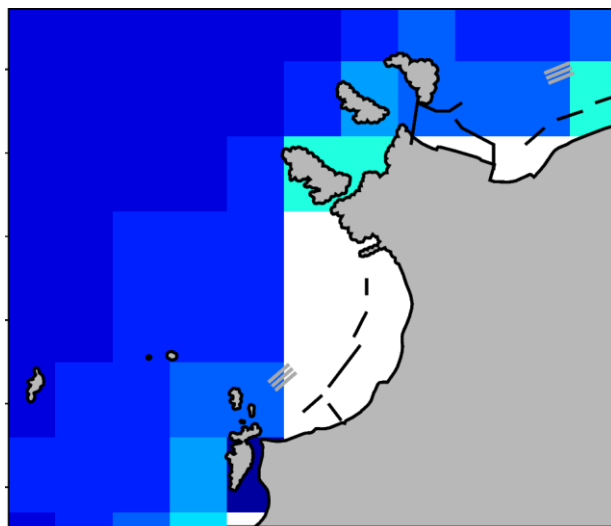
数十cm程度のノコギリモク幼体らしき海藻が優占していた。

調査海域周辺において、全懸濁物質濃度は2022年6月に最も低い傾向であり、同月の風合瀬漁港東側における潜水および着水ドローン調査ライン¹⁾の大半の領域では $1.0\text{--}1.5\text{ g m}^{-3}$ だった（図5）。次いで2023年6月に低い傾向であり、同月の風合瀬海岸南端における潜水調査ラインを含む領域では $1.5\text{--}2.0\text{ g m}^{-3}$ だった。2023年11月に最も濃度が高く、同月の風合瀬海岸南端における着水ドローン調査ライン周辺では $6.0\text{--}6.5\text{ g m}^{-3}$ に達した。2024年2月には海域全体で濃度が低下した。同月の風合瀬漁港東側における着水ドローン調査ラインを含む領域では欠測となったものの、周辺では 1.5 g m^{-3} 以下まで低下した。他方、同月に風合瀬海岸南端では広い範囲で $2.0\text{--}2.5\text{ g m}^{-3}$ となり、風合瀬漁港東側よりも高い傾向だった。

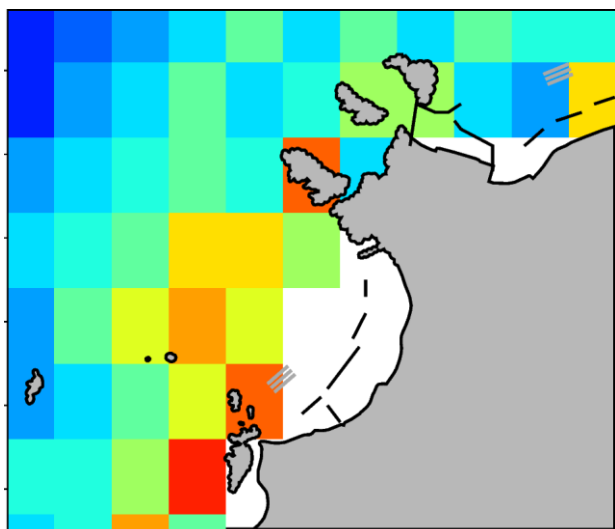
(A) 2022 年 6 月



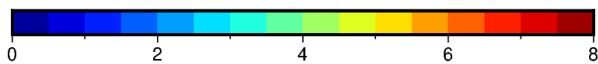
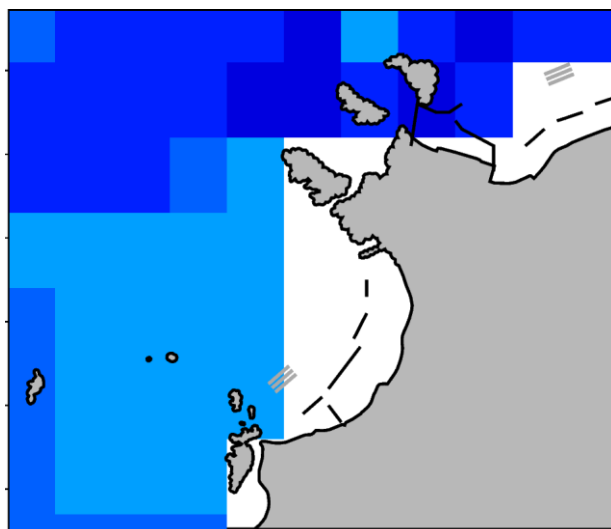
(B) 2023 年 6 月



(C) 2023 年 11 月



(D) 2024 年 2 月



全懸濁物質濃度 (g m^{-3})

図 5 調査海域における GCOM-C/SGLI による全懸濁物質濃度の分布（月平均値）

白色部：欠測領域、灰色の実線：潜水および着水ドローン調査ライン

考 察

風合瀬海岸南端においては、2023 年 11 月の着水ドローン調査の結果、2023 年 6 月の潜水調査で得られた海藻類の種組成との比較が可能な撮影データは得られなかった。2023 年 11 月には 2023 年 6 月よりも全懸濁物質濃度が大幅に上昇した影響により、撮影条件が悪化したと考えられた。濁りの強い条件における水中カメラを用いた海底付近の撮影事例²⁾はあるが、当日は機器通信不調により水中カメラを海底直上まで垂下できなかったため、このような条件における藻類の撮影可能性の十分な検証はできなかった。

一方、2024 年 2 月の風合瀬漁港東側においては、2022 年度¹⁾に同地点の優占種であることが確認されたノコギリモクと類似した海藻類の幼体が確認された。機体カメラを用いた着水撮影は、水深 3 m 台の浅い場所で、透明度および海底付近の光量次第では、数十 cm 以上のサイズの藻体に対しては適用の可能性が示された。2024 年 2 月の調査ラインを含む領域において、全懸濁物質濃度は欠測だったものの、水中映像の目視観察結果によれば、2022 年度の同地点における調査結果¹⁾と比べて濁りの影響が大きく、映像中の藻類の鮮明さは劣っており、正確な種同定は困難だった。透明度の高い条件で撮影するためには、波浪の静穏な日が数日間以上続いた後を選定することが望ましい。

青森県日本海においてホンダワラ類が数十 cm 以上に生長するのは主に春季から初夏である。また静穏な条件が得られやすい時期は、調査海域周辺の地形によって異なる可能性がある。例えば風合瀬海岸南端は、西向きに開放的な地形であり、晩秋から冬季には季節風の影響を受けて全懸濁物質濃度が上昇しやすい可能性がある。現時点の技術水準では、着水ドローンを用いた調査は春季から初夏に、波浪や陸水流入の影響が少ない海域を選定して実施することが有効と考えられる。

アカモクは風合瀬海岸南端と風合瀬漁港東側¹⁾で共通して、最も水深の浅い岸寄りの調査ラインに偏って生育していた。ノコギリモクは両海域で共通して全ての調査ラインで出現した。これは若狭湾³⁾や広島湾⁴⁾において、アカモクはノコギリモクより相対的に浅い水深帯に分布することと類似している。

ヨレモクは風合瀬海岸南端においてはホンダワラ類の中では優占種だったが、風合瀬漁港東側では観察された地点数が少なかった¹⁾。若狭湾において、ヨレモクはアカモクと同様に、流動に対して幅広い耐性の範囲を示し、またノコギリモクは流動の小さな深所に生育するが、流動が小さければ浅い水深帯まで分布を拡大する³⁾。風合瀬地先における全懸濁物質濃度の分布から、晩秋から冬季には風合瀬海岸南端よりも風合瀬漁港東側の方が波浪による流動が小さいことが示唆される。このことが、風合瀬漁港東側においてノコギリモクがヨレモクよりも相対的に優占した要因の一つとなっている可能性がある。

アカモクの分布域が主に浅い水深帯であることから、本種の分布を把握するための着水型ドローンの活用法としては、アカモクが伸長する春から初夏にかけては機体カメラによる空撮を使用して広域の分布を把握し、分布水深の下限域または藻体サイズの小さな時期における調査には機体カメラによる着水撮影を使用することが挙げられる。他方、相対的に深い水深帯に生育するノコギリモク等の多年生ホンダワラ類の分布を把握するためには、吊り下げ装置を用いた水中カメラの併用が有効と考えられる。

文 献

- 1) 杉浦大介・高橋拓実（2024）日本海で育む磯根資源利用促進事業．2022 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，407-409.
- 2) 高橋進吾・村井博・三浦創史・今男人（2023）着水型ドローンを用いた水産分野での応用研究－藻場分布調査と湖沼環境調査への応用－.2021 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，396-400.
- 3) 太田雅隆・二宮早由子（1990）ホンダワラ属海藻の分布と海水流動との関係．藻類，38，179-185.
- 4) 寺脇利信・吉川浩二・吉田吾郎・内村真之・新井章吾（2001）広島湾における大型海藻類の水平・垂直分布様式．瀬戸内海区水産研究所研究報告，3，73-81.