

研究分野	3 生産性・市場性の高い産地形成に関する技術開発	部名	増養殖部
研究課題名	(2) アワビ・ウニ等の増殖に関する研究 ① ドローンによる海藻現存量の把握手法の検討		
予算区分	国庫（水産基盤整備事業）		
試験研究実施年度・研究期間	平成31年度～令和5年度		
担当	(主) 渡邊隼人 (副) 及川仁、小林俊将		
協力・分担関係	国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所、沿海漁業協同組合、広域振興局水産部・水産振興センター		

<目的>

アワビやウニ類は餌となる海藻類が不足すると、肥満度や身入りの低下、成長の停滞が生じる。これまでの調査結果から、本県沿岸に生育する海藻類のうちアワビ等の主要な餌料であるコンブの生育量は、冬季の海水温の高低に左右されることが明らかにされており、近年は冬季の水温が高めに推移することが多いためコンブの生育量が少ない年が多くなっている。このような餌料海藻不足への対策として、これまでの試験で海中造林やウニ除去が一定の効果があることが確認されている。しかし、これらの対策の導入にあたっては、各漁場の藻場の分布状況の特徴を把握したうえで、最も効果が見込める漁場を選定して実施する必要がある。また、藻場の分布状況は種苗放流漁場の選定に際しても有益である。

藻場の分布状況や海藻類の現存量の把握については、これまで潜水による調査を行っており、広範囲に漁場全体をとらえることが困難であったことから、近年他の道県で導入が検討されているドローン空撮画像による藻場解析手法の確立を試みた。本調査により、より簡易的にコンブ場等大型海藻類の藻場を把握する統一したモニタリング方法の確立に向け、ドローンやAIを活用した藻場解析手法の構築を目指した。

<試験研究方法>

令和5年7月にB漁場、11～翌年1月に県内沿岸域4漁場（A、B、C及びD漁場）において、ドローンを用いた空撮を行った。撮影機材はB漁場ではMavic Pro Platinum (DJI社製)、A、C及びD漁場ではSplash Drone4 (SwellPro社製)を使用した。Splash Drone4は自動操縦機能を備えており、専用アプリでルート設定を行い、水平移動、垂直移動、写真撮影、着陸を自動で操作した。撮影時のカメラは常に鉛直下向きになるように設定し、汀線から沖側へ約100～250m及び汀線と平行に約200～600mの範囲について、画像同士が50%ほど重なるよう飛行高度は100mに設定して撮影した。

撮影画像の合成及び藻場面積の計算は、地理情報システムソフト (QGIS) を用いて行った。撮影時に画像に付与された位置情報及び画像に写った地形等を用いて画像を張り合わせて合成した。その後、合成画像上の藻場の有無を目視で判別し、藻場があると判断された部分を手作業で範囲指定して面積を算出した。同様に実施した過去の調査と本調査で得た合成画像のうち、重複して撮影した範囲（以下、共通範囲という）について、藻場面積をそれぞれ算出し、比較した。

機械学習による藻場判別について、QGISのプラグインソフト (Semi-Automatic Classification Plugin) を用いて行った。合成画像上の藻場、砂浜、岩場及び海の一部を目視判別し、それらを教師データとして自動分類 (教師付き分類) した。なお、令和5年度はAIによる解析に適した画像を取得することができず、予備的に解析した結果が実態と大きく乖離したものとなったため、藻場判別を実施しなかった。

次式により面積一致率を求め、教師付き分類の藻場判別精度を評価した。

【面積一致率＝目視判別により算出された藻場面積/機械学習により算出された藻場面積×100】

水中ドローンによる空撮画像の検証について、令和6年1月にD漁場において、水中ドローンを用いた海中の撮影を行った。撮影機材はSEASAM (notilo plus社製)を使用した。湾内の北部及び南部の2地点において、

船上から水中ドローンを潜航させ、100mロープラインに沿って海底を撮影した。各地点で撮影した動画と画像の海藻類の繁茂状況と空撮画像を比較検証した。

<結果の概要・要約>

各調査実施漁場の実施月と撮影範囲面積及び推定された藻場面積を表1に示した。

1 A漁場(調査実施日:令和5年12月)

令和5年12月に対象海域の撮影を行い、71,188 m²の範囲の合成画像を作成した。合成画像の全域で藻場を判別することが可能で、藻場面積は408 m²であった。令和5年は夏季に高水温が継続し磯根の海藻類が広範囲にわたって枯死したことから、12月時点ではほとんど残存していなかったと考えられる。

2 B漁場(調査実施日:令和5年7月、11月)

令和5年7月と11月に対象海域の撮影を行い、それぞれ63,300 m²、52,045 m²の範囲の合成画像を作成した。合成画像の全域で藻場を判別することが可能で、藻場面積は、7月は17,903 m²だったのに対し、11月は1,603 m²とおおよそ1割に減少していた。7月の空撮画像から海藻種がワカメであることが判別できたが、これは同時期に実施した潜水調査において出現した海藻類の大部分をワカメが占めていたことと一致した。空撮画像から、水深5m以浅の海域では藻体が確認できたため藻場の有無を判別することが可能であった。

藻場面積の7～8月の年変動について、令和元年29,339 m²、令和2年23,907 m²、令和3年23,279 m²、令和4年28,948 m²で推移していたが、令和5年には17,903 m²(前年比62%)と減少した(図1)。岩手県沿岸には令和4年2月中旬から4月中旬にかけて冷水が接岸し、海水温が低めに推移しており、その影響によりウニの摂餌が抑制されたことでワカメやコンブの幼芽が摂餌されにくくなり、海藻が繁茂したが、令和5年は冷水が接岸せず、水温が高く推移したため、海藻の繁茂が少なくなったと考えられる。季節変動について、7月にはワカメが優占していたが、10～11月にはほぼコンブのみが繁茂していることが確認された。7月に繁茂していたワカメがその後凋落して秋季を迎えたことで、藻場面積も減少したと考えられる(図2)。

3 C漁場(調査実施日:令和5年11月)

令和5年11月に対象海域の撮影を行い、124,268 m²の範囲の合成画像を作成した。合成画像の全域で藻場を判別することが可能で、藻場面積は937 m²であった。令和5年は夏季に高水温が継続し磯根の海藻類が広範囲にわたって枯死したことから、11月時点ではほとんど残存していなかったと考えられる。

共通範囲の藻場面積の年変動について、令和3年1,099 m²、令和4年1,068 m²であり、令和5年はやや減少した(図3)。

4 D漁場(調査実施日:令和6年1月)

令和6年1月に対象海域の撮影を行った。湾内北部及び南部の2地点の画像を取得したが、撮影した画像枚数が少なく、対象海域の合成画像の作成には至らなかった。空撮画像から、水深5m以浅の海域では海底の岩肌が広範囲にわたり露出しており、海藻類がほとんど繁茂していないことを確認した。一方、沖側の水深10m以深の海域では海底の状況は不鮮明で空撮画像のみでは判断できなかった(図4)。

水中ドローンによる空撮画像の検証について、空撮画像と水中ドローンで撮影した海中画像を比較したところ、空撮画像において海底の岩肌が露出し海藻類が確認できなかった水深5m以浅の地点では、水中ドローンで撮影した画像においても海藻類はほとんど確認できなかった。また空撮画像では確認が困難であった水深10m以深の地点では、鮮明に海底の状況を把握することができた(図5)。両地点ともに広範囲にわたりウニ類が高密度で生息しており、海藻類は確認できなかった。また濁りにより、海中の状況を確認しづらい地点もあった。

空撮画像の取得について、令和5年度に自動操縦機能を備えた機種を導入したことにより、1漁場の空撮に要した時間は令和4年度と比較しておよそ3時間から30分程度と大幅に短縮された。操縦者個人のスキルに左右されることなく、正確かつ短時間で撮影が可能となることから、自動操縦機能を備えたドローンの導入が有効であると考えられる。

画像解析について、教師付き分類の導入により、藻場の判別と面積算出は作業時間が1漁場あたり最大7日から約1時間（パソコン稼働約1日）に短縮された。更に、個人の基準に依存する目視判別と異なり、判別と算出結果の安定化が期待される。一方、AIによる画像解析に適した画像を取得する難易度が高いこと、藻場ではない箇所を藻場と判断する不一致が多いことから、引き続きより簡易で正確な手法として導入できるよう調査を行う必要がある。

水中ドローンによる空撮画像の検証について、これまで藻場の状況を確認する主な方法は潜水調査であったが、潜水技術を有する人員が必要であり負担が大きかった。水中ドローンを導入することで、潜水を行わずに海底の状況を正確に確認することができ、また海藻類が繁茂している場合には種の判別も可能であると考えられる。一方、濁りがある場合には画像が不鮮明となり、海底の状況を正確に把握することが困難であることも想定され、今後も引き続き調査を行い検討する必要がある。

空撮ドローンのみでは水深の深い海域の海藻類の繁茂状況を把握することが困難であるが、空撮画像と水中ドローンを組み合わせて調査することで、空撮ドローンのみでは把握できない深場の情報を補完でき、より正確な藻場モニタリングが可能になると考えられる。今後は撮影した水中画像から海藻類の分布状況を定量的に評価する方法を検討する必要がある。

表1 各漁場の調査実施月と撮影範囲面積及び藻場面積

年度	調査場所	A 漁場	B 漁場		C 漁場	D 漁場
R4	調査時期	欠測	R4.7	R4.10	R4.8	/
	撮影範囲面積 (m ²)		135,139	204,983	68,326	
	藻場面積 (m ²)		28,948	8,745	1,068	
R5	調査時期	R5.12	R5.7	R5.11	R5.11	R6.1
	撮影範囲面積 (m ²)	71,188	63,300	52,045	124,268	欠測
	藻場面積 (m ²)	408	17,903	1,603	937	欠測

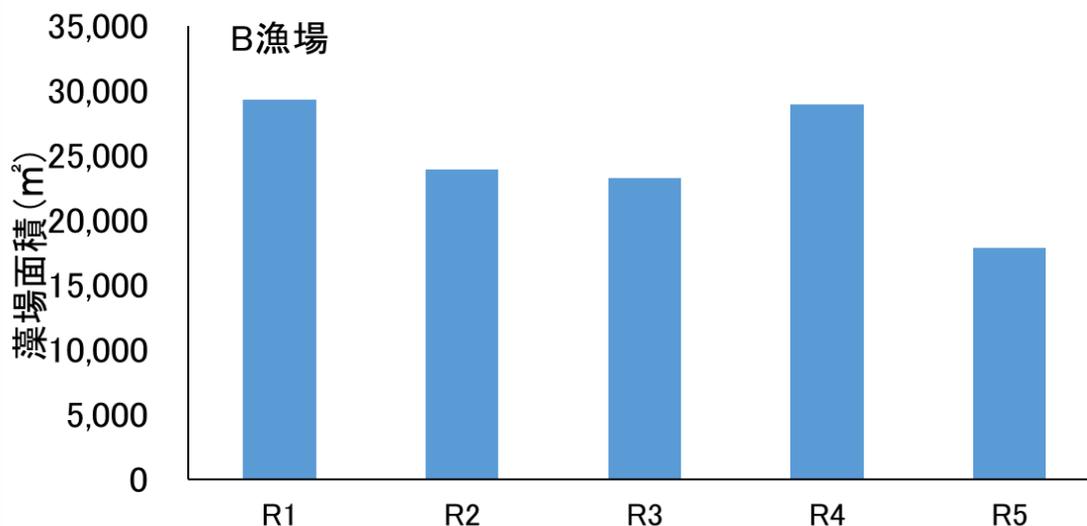


図1 藻場面積(B漁場)の年変動

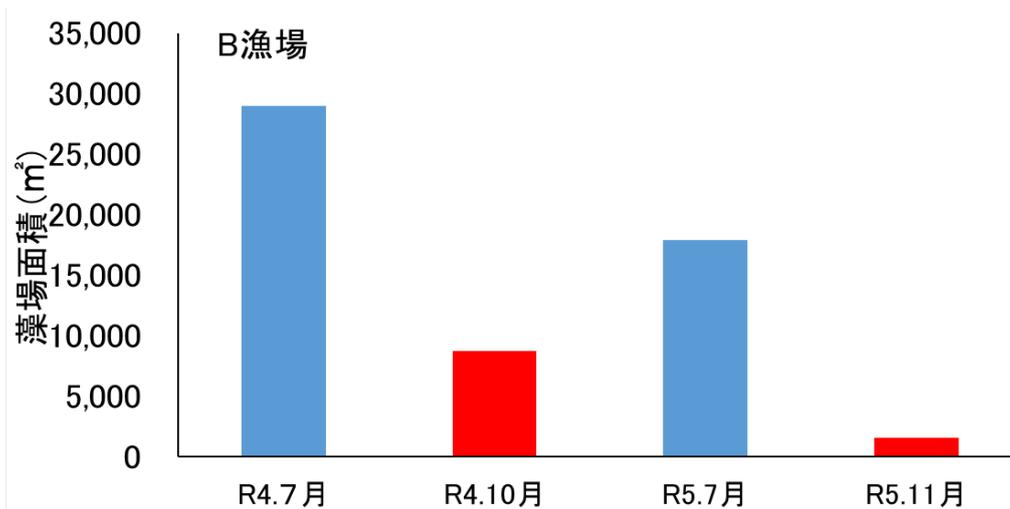


図2 藻場面積(B漁場)の季節変動

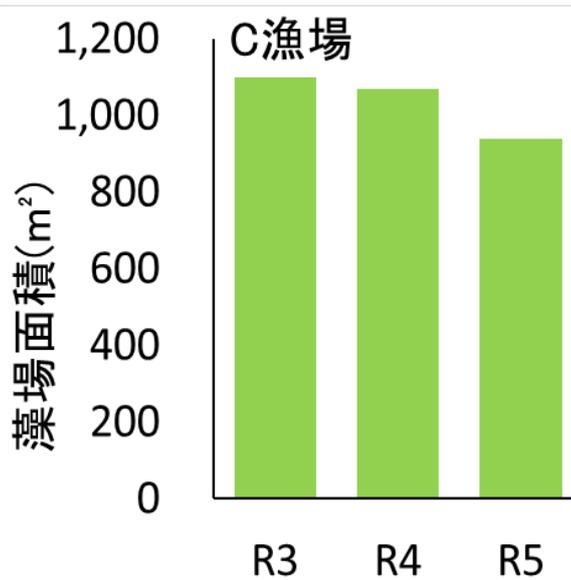


図3 藻場面積(C漁場)の年変動

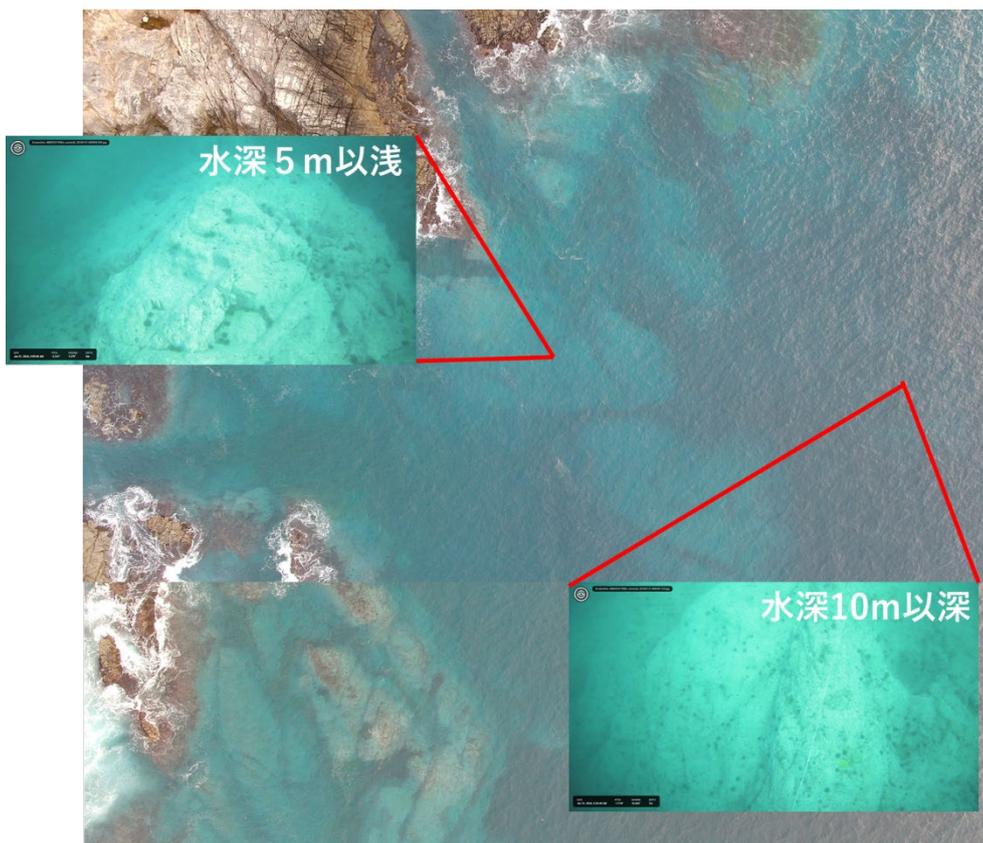


図4 D漁場の空撮画像

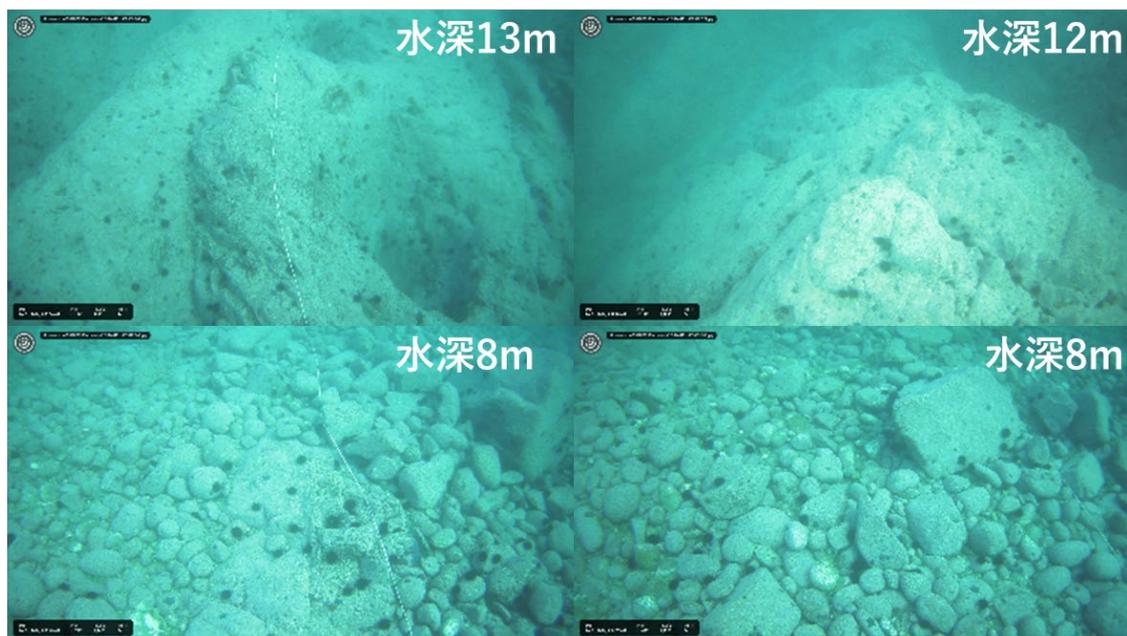


図5 D漁場の海中画像

＜今後の問題点＞

マニュアルを作成したうえで県内漁協等へドローンを使った調査方法の普及に努める必要がある。

＜次年度の具体的計画＞

同一調査漁場において、調査を継続し、藻場面積や生育場所の経年変化を把握する。
水中ドローンを用いて、海藻類、動物の密度や種類を把握する手法を構築する。

＜結果の発表・活用状況等＞

1 研究発表等

なし

2 研究論文・報告書等

なし

3 広報等

なし

4 その他

渡邊 ドローンを使った藻場撮影調査（藻場の保全・再生に関する意見交換会）

渡邊 餌料海藻類分布調査について（あわび生息調査報告会（吉浜漁協））