

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 ② 餌料海藻造成手法の検討		
予算区分	県単		
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) 北川 真衣 (副) 滝澤 紳、小林 俊将、高梨 脩、渡邊 成美		
協力・分担関係	国立研究開発法人水産研究・教育機構東北区水産研究所、田老町漁業協同組合、重茂漁業協同組合、越喜来漁業協同組合		

<目的>

アワビやウニ類は餌の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主要な餌料であるコンブの生育量は、冬期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、近年はこの時期の水温が高めに経過する影響でコンブの生育量が少ない年が続いている。この餌料海藻不足への対策としては、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、既存の海中造林では、海藻類の養成開始直後に芽落ちしやすく、その養成は不安定である。さらには天然餌料海藻の芽がウニの摂餌圧を被る冬期までに十分な量の海藻類を養成できておらず、海中造林でウニの摂餌圧を抑制するまでには至っていない。また、ウニの除去には多大な労力と経費を要すること、除去した痩せウニの事業規模での活用方法が確立していないことから、これらの対策は普及していない。

以上のことから、天然餌料海藻の芽出し時期にウニの摂餌圧を分散させることで天然餌料海藻（主にコンブを対象）の芽を守り、繁茂させるための、簡便で効果的な餌料対策を検討する。

<試験研究方法>

スジメやコンブといった大型褐藻類を餌料として冬期に漁場に設置し、それをウニに摂餌させることで天然コンブの幼葉に対する摂餌圧を分散して天然コンブの幼葉を守る手法を検討した。令和2年度は、スジメを餌料として用い、外湾と内湾の2漁場において実証試験を行った。

1 外湾

(1) 概要

外湾のモデル海域として宮古市重茂地先で試験を行った。

(2) 試験漁場

水深5～6mの岩盤、転石帯において、海底5m×5mの範囲にスジメを設置する「スジメ給餌区」を設定し、その周辺海底を「対照区」とした。

(3) スジメの成熟～養成

3L フラスコ内のスジメ無基質配偶体を令和2年7月17日から、照度6,000 lx、光周期9L15D、水温15℃の条件下で成熟を促し、芽胞体を確認した時点で通気を開始した。9月10日、幼葉を肉眼で確認した後、100L パンライト水槽で止水・通気による培養に移行した。培養条件は、照度最大約10,000 lx（光源の直近）～最小約1,000 lx（光源の最遠）、光周期9L15D、水温20℃に設定した。本培養により生産したスジメ種苗を10月28日（沖出し1回目）及び11月18日（沖出し2回目）、垂下ロープ各25本に挟み込み、それを試験漁場付近の延縄式養殖施設に垂下し、養成を開始した。なお、挟み込みは、長さ3.5mの垂下ロープの下方部分2mにスジメ種苗10株とした（図1）。

(4) 試験漁場へのスジメ設置

令和3年2月24日、沖出し1回目のスジメ7本、沖出し2回目のスジメ13本の計20本を、垂下ロープごと試験漁場のスジメ給餌区に設置した（図2）。垂下ロープは両端に土俵袋で作製した錘を結び付けて固定した（図3）。

スジメ設置の際、計測用のスジメも別途、両沖出し回次の垂下ロープを1本ずつ回収し、垂下ロープ1

mあたりの重量及び全長を計測した。

(5) 生物生息量調査及びモニタリング

令和3年2月24日、スジメ給餌区へのスジメ設置前に、試験漁場の生物生息量調査を実施した。本調査は全てスキューバ潜水により行い、2m×2mの方形枠（2カ所）内の固着性以外の徒手採捕可能なサイズの動物（概ね1cm³以上）及び大型海藻類を採集した。採集したエゾアワビ、キタムラサキウニは個体毎に殻長・殻径と重量、その他の動植物は種類別に個体を計数し、総重量を計測した。また、スジメ設置1カ月後の3月19日、スジメ給餌区に加え、スジメ給餌区の端から0m（スジメ給餌区に隣接している場所）、5m、10m及び15m離れた地点を対照区として、スキューバ潜水により目視で観察した。



図1 沖出しをしたスジメ（外湾）



図2 スジメ設置の様子（外湾）

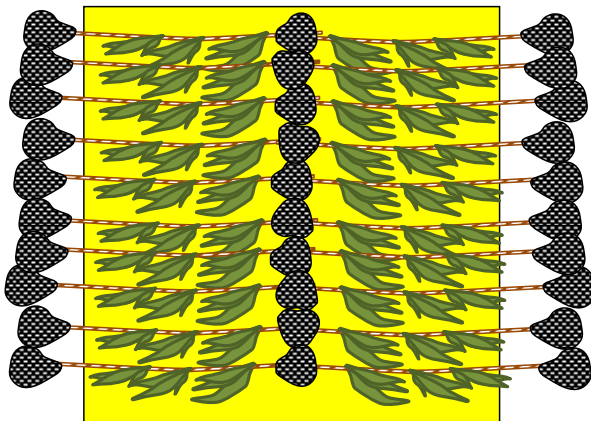


図3 スジメ設置のイメージ（外湾）

2 内湾

(1) 概要

内湾のモデル海域として大船渡市越喜来湾奥で試験を行った。

(2) 試験漁場

水深4～5mの砂地にある独立した根3個をそれぞれの試験区とした。試験区とした根は、試験区②を中心に、試験区①は北西方向に10m、試験区③は東方向に3m離れている。なお、試験区①は、スジメを設置せず、ウニの密度を400g/m²とし、試験区②は、スジメを設置し、ウニの密度を400g/m²とし、試験区③は、スジメを設置せず、ウニの密度を0g/m²とした。

ウニの密度は根の投影面積を基に算出した。試験区内のウニの密度調整は令和2年11月25日にスキューバ潜水により実施した。その後、スジメの設置前にウニが多数移動し、試験区内のウニ密度が設定密度

から大幅にずれたため、スジメ設置日の令和3年2月17日に試験区内のウニの密度を再調整した。さらに、試験区②を中心とした半径15m範囲のウニを除去した。

(3) スジメの成熟～養成

給餌用のスジメは2種類用意した。1つ目は、3Lフラスコ内のスジメ無基質配偶体を令和2年7月17日から、照度6,000 lx、光周期9L15D、水温15°Cの条件下で成熟を促し、芽胞体を確認した時点で通気を開始した。9月10日、幼葉を肉眼で確認した後、100Lパンライト水槽で止水・通気による培養に移行した。培養条件は、照度最大約800 lx (光源の直近)～最小約70 lx (光源の最遠)、光周期9L15D、水温20°Cに設定した。2つ目は、3Lフラスコ内のスジメ無基質配偶体を令和2年7月31日から、照度9,000 lx、光周期9L15D、水温15°Cの条件下で成熟を促し、芽胞体を確認した時点で通気を開始した。その条件のまま、挟み込み時まで、適宜スジメの密度を調整しながらフラスコ内で培養した。

11月9日、上記2種類のスジメ種苗のうち、1つ目の種苗は垂下ロープ7本に、2つ目の種苗は垂下ロープ3本にそれぞれ挟み込んだ後、令和2年11月17日、試験漁場付近の延縄式養殖施設に垂下し、養成を開始した。なお、挟み込みは、長さ約8mの垂下ロープの下方部分4.5mにスジメ種苗約23株とした(図4)。

上記2種類のスジメ種苗は養成後、同様の生長を示したことから、以後の作業や測定においては区別せずに用いた。

(4) 試験漁場へのスジメ設置とスポアバッグ設置

令和3年2月17日、試験区②にスジメを垂下ロープごと設置した(図5)。垂下ロープを計2本、予め根に設置済みのU字ボルトに結束バンドを用いて固定した。船上から定期的にも視観察を続け、目測でスジメの量が半分程度に減少した3月10日にスジメを再設置した。なお、スジメの再設置は、2月17日に設置したスジメを垂下ロープごと取り除いた後、別のスジメの垂下ロープ2本を用いて2月17日と同様に行った。スジメの設置と再設置の際、計測用に別途、垂下ロープを1本ずつ回収し、垂下ロープ1mあたりの重量及び全長を計測した。

令和2年12月4日に、コンブ母藻を収容したスポアバッグを各試験区の根の直近に設置した。令和3年2月17日、スポアバッグ内のコンブ母藻は枯死流失してほとんどなくなっていたことから、スポアバッグを回収した。

(5) 生物生息量調査及びモニタリング

令和2年11月25日、各試験区内のウニの密度調整にあたり、スキューバ潜水により試験区③の根表面の固着性以外の徒手採捕可能なサイズの動物(概ね1cm³以上)を取り除く形で採集した。令和3年2月17日、スジメ設置作業と共に、2(2)に記述した半径15m範囲のウニの除去、ウニの密度再調整、各試験区の動植物の観察をスキューバ潜水により実施した。さらに、3月10日のスジメ再設置の際、潜水により目視で観察し、1カ月後の試験漁場の様子を確認した。



図4 沖出しをしたスジメ (内湾)



図5 スジメ設置後の試験区② (内湾)



図6 試験区に設置したスポアバッグ (内湾)

<結果の概要・要約>

1 外湾

(1) スジメの成熟～養成

設置時の給餌用スジメの様子を沖出し日別に図7、8にそれぞれ示した。また、給餌用スジメの総重量及び平均全長を図9に示した。令和3年2月24日における給餌用スジメの1m当たりの重量と平均全長は、令和2年10月28日沖出しで重量1.17kg/m、平均全長85.1cm、11月18日沖出しで重量1.81kg/m、平均全長94.6cmであった。重茂地先の水深5mにおける日平均海水温は、10月28日からの20日間(11月17日)で平均16.5℃(最高17.6℃、最低15.1℃)であり、11月18日から20日間(12月7日)で平均14.2℃(最高15.6℃、最低12.9℃)であった(東北ブロック沿岸水温速報)。一方、スジメ種苗の沖出しの目安は、海水温が17℃以下とされている(青森県水産総合研究センター増養殖研究所だより第108号)。よって、より好適な水温環境で養成ができた沖出し2回目のスジメの方が生育が良好となったと推察される。

測定結果から、スジメ給餌区には約64kg((1.17kg/m×2m/本×7本)+(1.81kg/m×2m/本×13本))のスジメを設置したと推定される。一方、令和3年2月24日の生物生息量調査では、試験漁場のキタムラサキウニの生息密度は153g/m²であった。ウニ類の海藻摂餌量と水温ならびにサイズとの関係(町口1997)を基に、スジメ設置前である令和3年1月16日から2月15日の日平均海水温(8.7℃)でのキタムラサキウニの日間摂餌量をキタムラサキウニ個体重量の9%とすると、スジメ給餌区内の1か月間のキタムラサキウニの摂餌量は10.3kgと推定される。よって、スジメ給餌区内には、キタムラサキウニ摂餌量の6倍のスジメを設置したことになり、設置量としては十分であると考えられた。

(2) 生物生息量調査及びモニタリング

令和3年2月24日に実施した生物生息量調査の結果を図10、試験漁場の様子を図11、図12に示した。動物の生息密度はキタムラサキウニ4.5個体/m²(153g/m²)、イトマキヒトデ4.6個体/m²(27.5g/m²)、ヤドカリ類0.4個体/m²(0.5g/m²)であった。植物は、方形枠(2カ所)内には大型海藻類は確認されず、無節石灰藻が優占し、フクロノリが僅かに観察された。方形枠(2カ所)外で、大型褐藻類の幼葉が僅かに観察された(図13)。

3月19日には、スジメ給餌区では、設置したスジメの垂下ロープが波によって移動し、偏りが多少生じていたものの、大半のスジメが残っていた(図14、15)。キタムラサキウニウニやアワビがスジメを摂餌している様子が観察された(図16、17)。スジメ給餌区内では、キタムラサキウニは少なく、スジメによるむち打ち効果によるものと推察された。また、植物は、大型褐藻類の幼葉が観察された(図18)他、フクロノリが一定量観察された。一方、同日の対照区においては、対照区0mには大型褐藻類の幼葉は見られず、フクロノリが一定量観察された(図19)。また、キタムラサキウニが一定数観察され、マナマコも確認された(図20)。対照区5mでは、大型褐藻類の幼葉は見られず、フクロノリとスガモが観察され、キタムラサ

キウニが一定数観察された(図21)。対照区10mでは、大型褐藻類の幼葉は確認できなかった。スガモが一定量観察され、キタムラサキウニも一定数観察された(図22)。対照区15mでは、大型褐藻類の幼葉は観察されなかった。また、フクロノリやスガモもほとんどなく、無節石灰藻が生えているのみであった(図23)。ウニは一定数確認された。

以上のように、令和3年3月19日には、大型褐藻類の幼葉はスジメ給餌区のみで確認され、対照区では確認されなかった。また、スジメ給餌区から離れるほど植物の現存量は少なくなり、スジメ給餌区からの距離10m以上で顕著であった。これらは、給餌用スジメの設置によってウニの摂餌圧が分散された効果と示唆される。



図7 設置時のスジメ (R2.10 沖出し) (外湾)



図8 設置時のスジメ (R2.11 沖出し) (外湾)

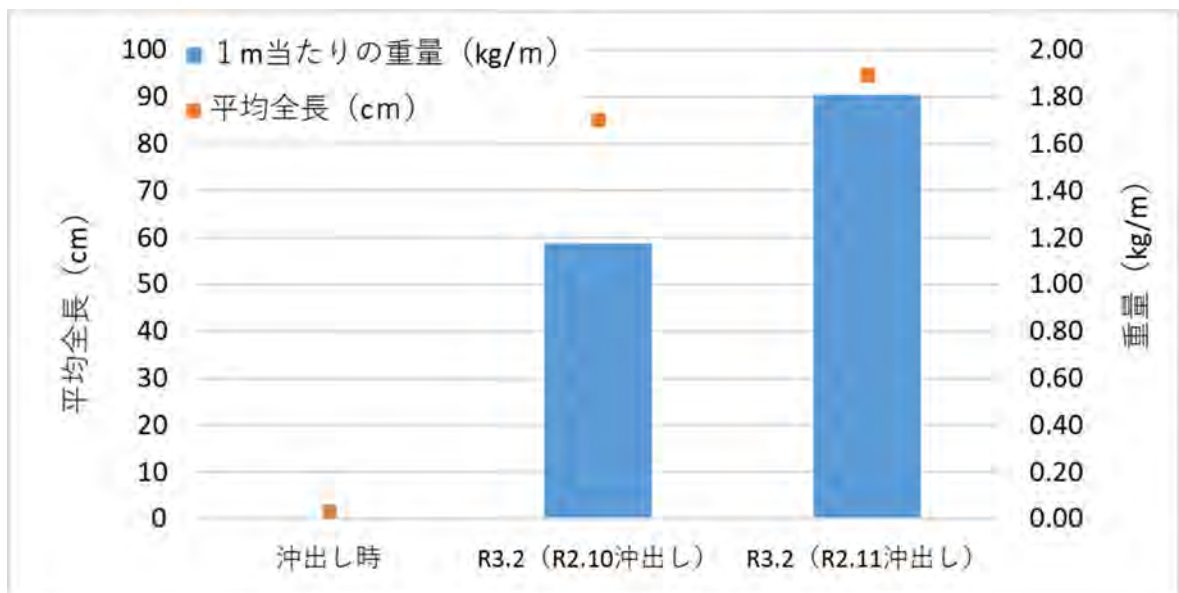


図9 給餌用スジメの1m当たり重量と平均全長 (外湾)

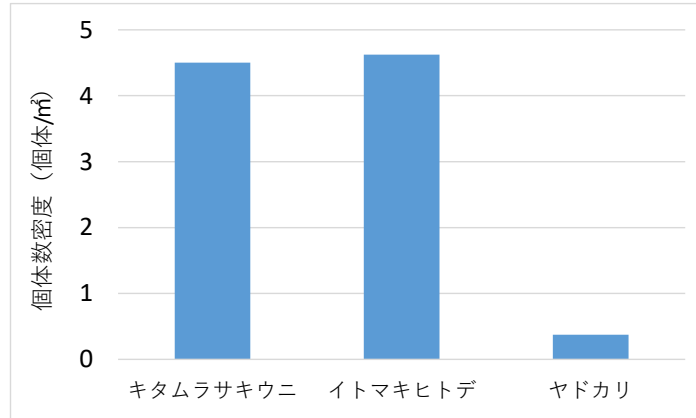


図10 試験漁場の生物生息量 (令和3年2月24日、外湾)



図11 R3.2.24 試験漁場 (外湾)



図12 R3.2.24 試験漁場 (外湾)



図13 R3.2.24 試験漁場 大型褐藻類幼葉 (外湾)

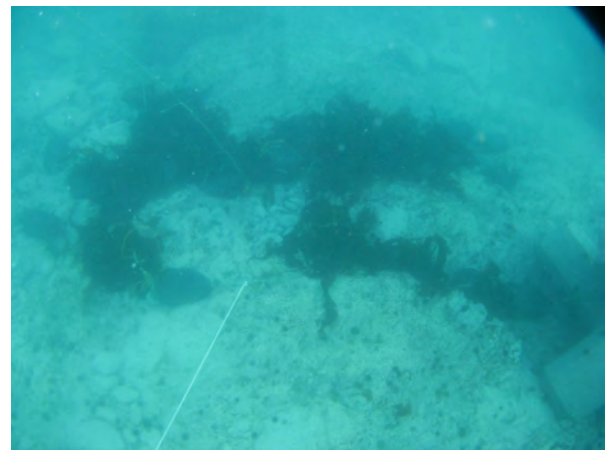


図14 R3.3.19 スジメ給餌区 (外湾)



図15 R3.3.19 スジメ給餌区 (外湾)

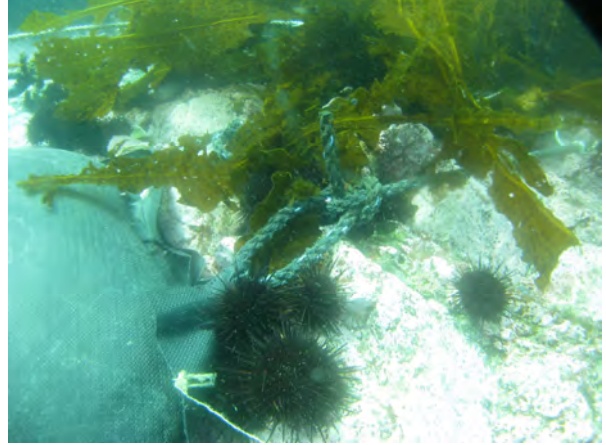


図16 R3.3.19 スジメ給餌区 (外湾)



図17 R3.3.19 スジメ給餌区 (外湾)



図18 R3.3.19 スジメ給餌区 大型褐藻類幼葉 (外湾)

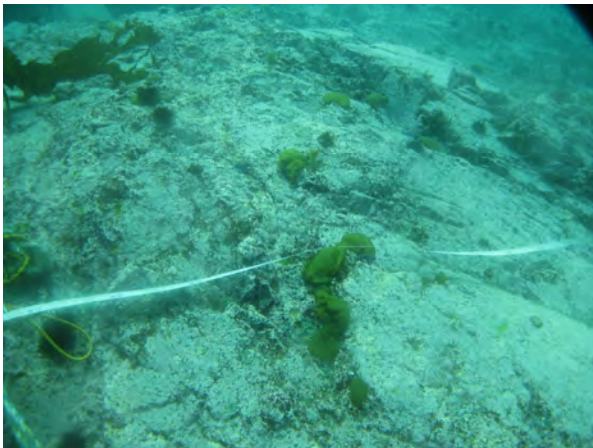


図19 R3.3.19 対照区0m (外湾)



図20 R3.3.19 対照区0m (外湾)

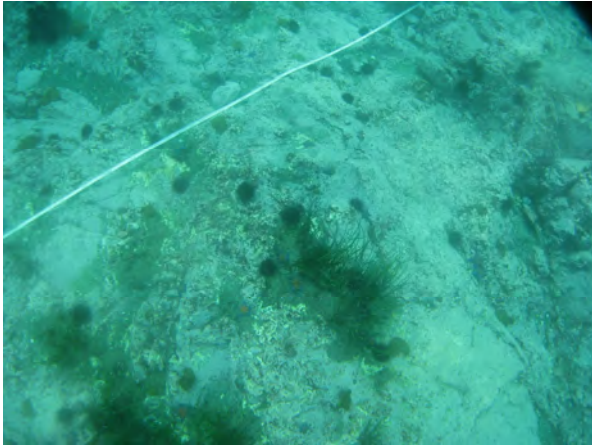


図21 R3.3.19 対照区5m (外湾)



図22 R3.3.19 対照区10m (外湾)



図23 R3.3.19 対照区15m (外湾)

2 内湾

(1) スジメの成熟～養成

設置と再設置時の給餌用スジメを図24、25にそれぞれ示した。また、給餌用スジメの1m当たりの重量及び平均全長を図26に示した。給餌用スジメの1m当たりの重量と平均全長は、令和3年2月17日には重量0.21kg/m、平均全長44.0cm、3月10日には重量0.56kg/m、平均全長72.6cmであった。1m当たりの総重量、垂下ロープの長さ及び設置本数から設置したスジメの総重量は、2月17日には1.9kg、3月10日には5.0kgと推定された。また、2月17日に設置し、3月10日に回収したスジメの総重量は1.3kgであった。

(2) 生物生息量調査及びモニタリング

令和2年11月25日の生物生息量調査の結果を図27に示した。動物の生息密度は、キタムラサキウニが7.5個体/m² (144.7g/m²)、イトマキヒトデが1.4個体/m² (22.7g/m²)、ヒレガイが個体0.2個体/m² (1.7g/m²)であった。植物は、試験区内には大型海藻類、小型海藻類ともに確認されなかった。

令和3年2月17日の各試験区の様子を図28～33に示した。試験区①では、植物はフクロノリが優占し、大型褐藻類の幼葉は見られなかった。動物は、キタムラサキウニが優先し、イトマキヒトデをわずかに確認した。試験区②では、植物はアオサ類を確認した他、大型褐藻類の幼葉もわずかに確認した。動物はキタムラサキウニが優占し、イトマキヒトデが少数観察された。試験区③では、植物はアオサ類が観察され、大型褐藻類の幼葉もわずかに確認された。動物は、周囲から移動してきたキタムラサキウニと、肉植性巻貝が少数確認された。

3月10日の各試験区の様子を図34～図42に示した。試験区①では、2月同様フクロノリが優占し、ケウルシグサも確認された一方、コンブやワカメの幼葉は確認されなかった。動物はキタムラサキウニが優占し、イトマキヒトデが少数観察された。試験区②では、植物はアオサ類が優占し、大型褐藻類の幼葉が確認された(図39)。2月17日に設置したスジメは目測で半分程度に減少しており、ウニ類のものと推察される摂餌痕も確認された(図43)。試験区③では、植物はアオサ類が優占し、大型褐藻類の幼葉が確認された(図42)。動物はキタムラサキウニが少数、小型の肉植性巻貝が極少数確認された。

以上から、給餌用のスジメを設置することによってウニの摂餌圧が分散され、大型褐藻類の幼葉が保護されることが示唆された。



図24 R3.2.17 設置時のスジメ (内湾)



図25 R3.3.10 再設置時のスジメ (内湾)

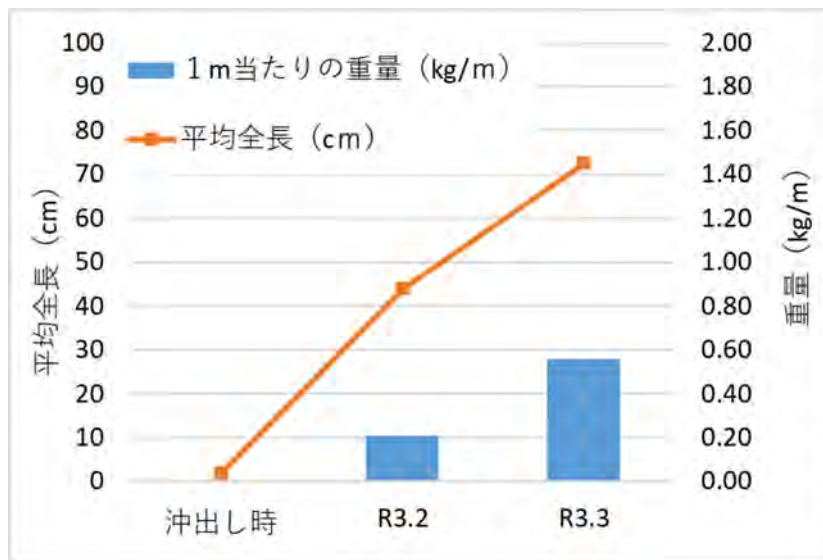


図26 給餌用スジメの1m当たりの重量と平均全長 (内湾)

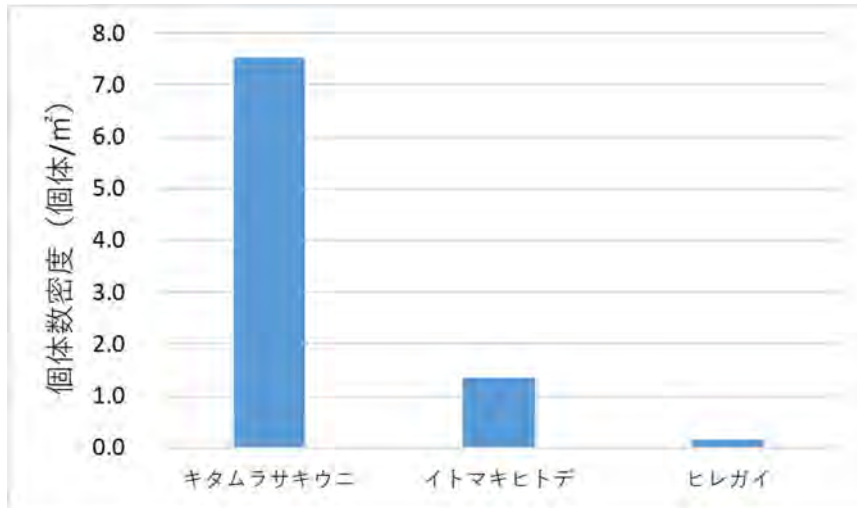


図27 試験漁場の生物生息量 (R2.11.25 内湾)



図28 R3.2.17 試験区① (内湾)

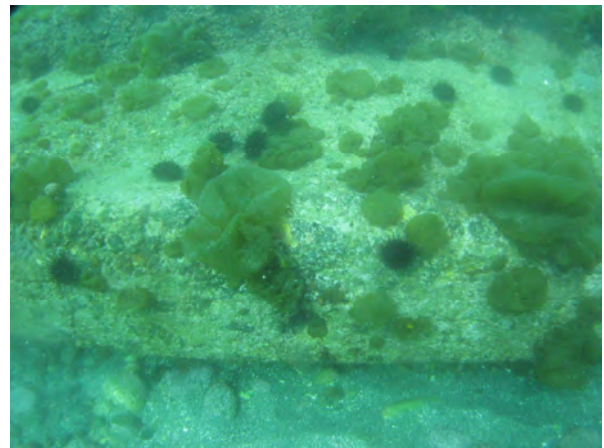


図29 R3.2.17 試験区① (内湾)



図30 R3.2.17 試験区② スジメ設置前 (内湾)



図31 R3.2.17 試験区② スジメ設置前 ((内湾)



図32 R3.2.17 試験区③ (内湾)



図33 R3.2.17 試験区③ (内湾)

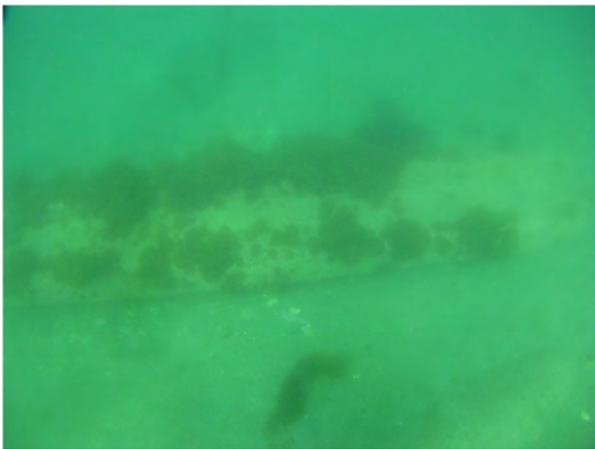


図34 R3.3.10 試験区① (内湾)



図35 R3.3.10 試験区① (内湾)



図36 R3.3.10 試験区② スジメ回収前 (内湾)



図37 R3.3.10 試験区② スジメ再設置後 (内湾)



図38 R3.3.10 試験区② スジメ再設置後 (内湾)



図39 R3.3.10 試験区② 大型褐藻類幼葉 (内湾)

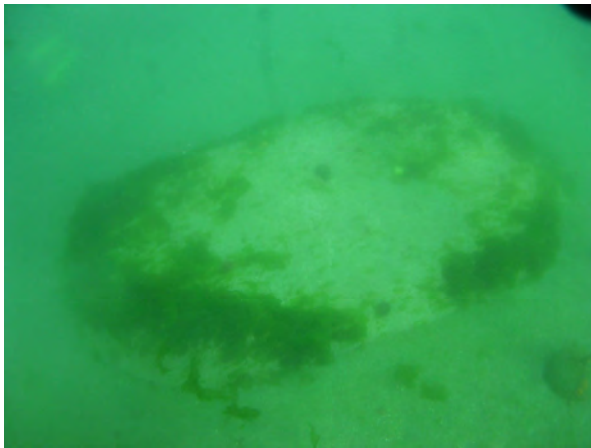


図40 R3.3.10 試験区③ (内湾)

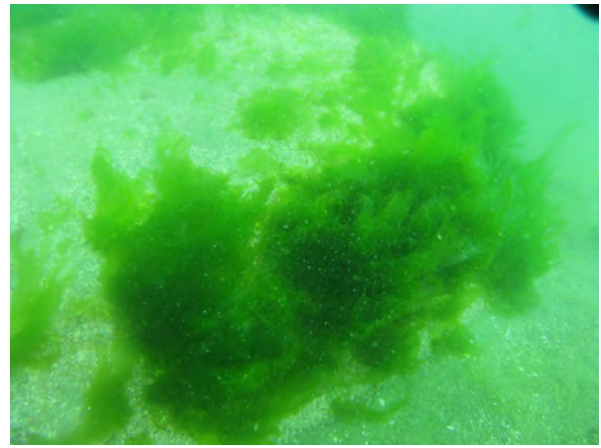


図41 R3.3.10 試験区③ (内湾)



図42 R3.3.10 試験区③ 大型褐藻類幼葉 (内湾)



図43 R3.3.10 回収したスジメ (内湾)

<今後の問題点>

岩手県沿岸では、天然コンブは初夏に最大現存量を記録することから、当該時期までの間、本試験による天然コンブの幼葉の保護効果について定期的なモニタリングを継続する必要がある。

スジメは給餌用海藻として有効であることが示唆されたが、本技術の現場展開を踏まえ、給餌用海藻の選択

肢を多くするため、スジメに加えてコンブやワカメも給餌用海藻としての特徴を整理するとともに早期育成技術を確立する必要がある。

<次年度の具体的計画>

漁場での実証試験について、令和3年度夏季までモニタリングを継続する。また、スジメ、コンブ、ワカメについて、早期育成・養成方法を検討する。

<結果の発表・活用状況等>

1 広報等

北川 アワビ・ウニの餌対策～視点を変えた新たな試み～（いわて漁連情報12月号）