

豊かな海づくり実践活動推進事業報告書

－令和5年度－

令和6年3月

公益社団法人 全国豊かな海づくり推進協会

は し が き

水産動植物の増殖及び養殖の推進、生育環境の保全、資源の適切な管理及び都市と漁村の交流の実践に関する活動など「豊かな海づくり」の取組が全国規模で推進され、各地で様々な活動が積極的に進められています。

「豊かな海づくり実践活動推進事業」は、「豊かな海づくり」に関する取組の支援を行い、その結果の報告書を当協会ホームページに掲載することで、取組の普及、定着促進を図ろうとするものです。

令和5年度は、漁業者が中心となって実施した栽培漁業の取組や漁場造成、養殖技術開発など17の取組に加え、水産・海洋高等学校の生徒が中心となって実施したエゾバフンウニの種苗生産試験とアカモクの増殖試験の2つの取組に対し支援いたしました。

本書が、各地で取り組まれている「豊かな海づくり」の参考となれば幸いです。

令和6年3月

公益社団法人全国豊かな海づくり推進協会
会 長 坂 本 雅 信

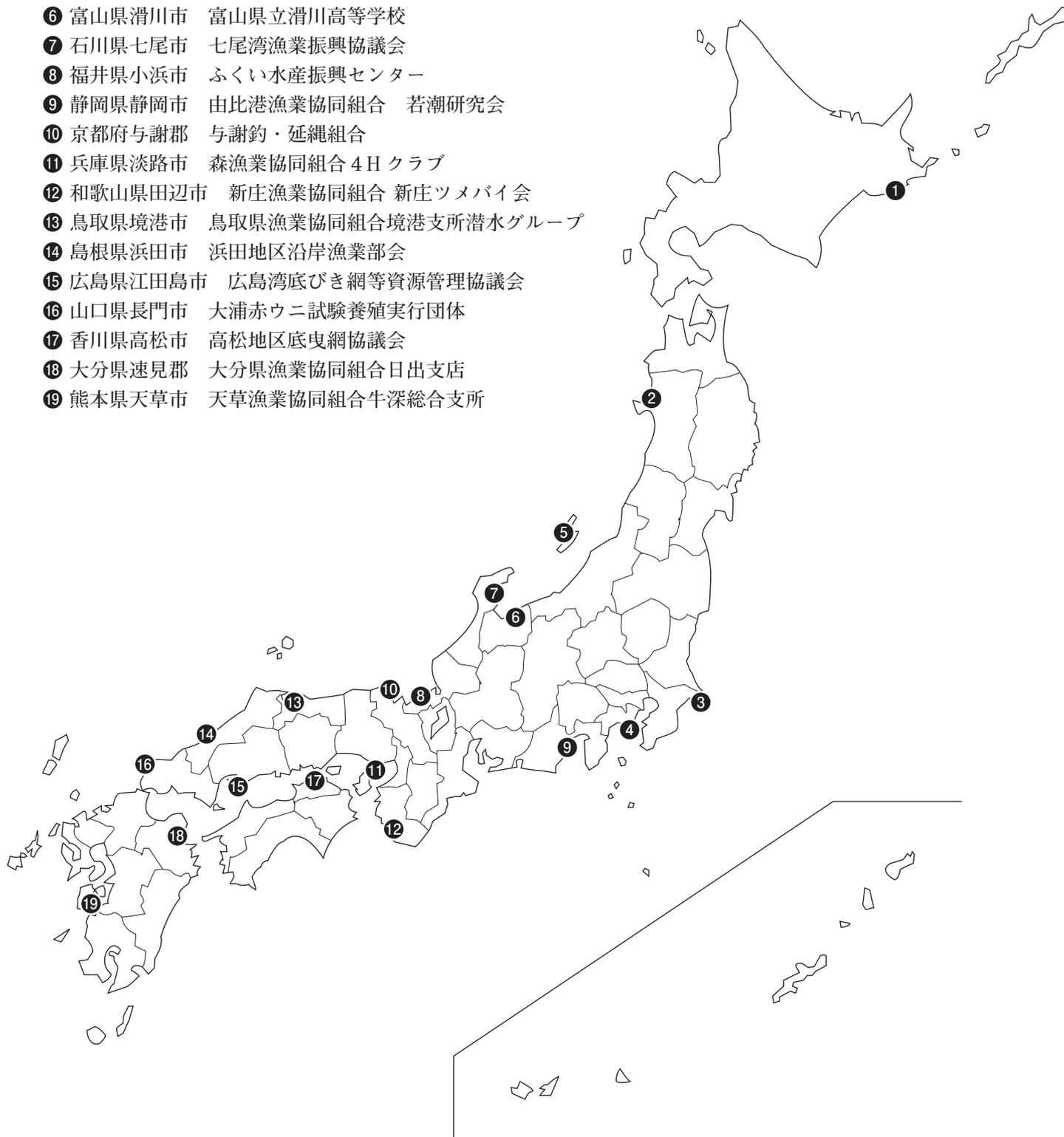
目 次

令和5年度豊かな海づくり実践活動推進事業実施機関の所在地	1
【漁業者が中心となって構成する組織・団体による活動】	
漁港内区域を活用したクルマエビ養殖手法の検討	
秋田県漁業協同組合 中央支所 五里合地区 五里合クルマエビ生産研究会	3
銚子沖キンメダイの好適水温帯の把握	
外川支所漁業者協議会	6
チョウセンハマグリ資源復活に関する活動	
三和漁業協同組合上宮田支所	11
環境変動に応じた佐渡地域におけるワカメ養殖技術の改善	
佐渡市ワカメ養殖研究会	16
ナマコ種苗放流事業	
七尾湾漁業振興協議会	21
アカアマダイ種苗の放流技術の向上について	
ふくい水産振興センター	24
ワカメ養殖における自家生産種苗の有効性の検討	
由比港漁業協同組合 若潮研究会	27
延縄漁業でのマフグ資源の適正利用に向けた取組	
与謝釣・延縄組合	31
小型魚礁設置による基礎生産性の向上	
森漁業協同組合 4Hクラブ	35
マガキガイの種苗生産	
新庄漁業協同組合 新庄ツメバイ会	39

マナマコ増殖実証試験	
鳥取県漁業協同組合境港支所潜水グループ	44
マナマコの資源増殖を目的とした種苗放流	
浜田地区沿岸漁業部会	48
餌料藻場礁を活用したマナマコ放流試験	
広島湾底びき網等資源管理協議会	53
アカウニの養殖試験	
大浦赤ウニ試験養殖実行団体	58
イカ産卵器具（産卵床）設置事業	
高松地区底曳網協議会	63
ナマコ幼生育成技術開発	
大分県漁業協同組合日出支店	67
磯焼け漁場から駆除したウニの陸上養殖に適した餌料の検討	
天草漁業協同組合牛深総合支所	70
【水産・海洋系高等学校の生徒が中心となって構成する組織・団体による活動】	
ウニの種苗生産及び放流	
北海道厚岸翔洋高等学校 水産クラブ	74
アカモクの増殖試験	
富山県立滑川高等学校 海洋クラブ	78

令和5年度豊かな海づくり実践活動推進事業実施機関の所在地

- ① 北海道厚岸郡 北海道厚岸翔洋高等学校 水産クラブ
- ② 秋田県男鹿市 秋田県漁業協同組合 中央支所 五里合地区 五里合クルマエビ生産研究会
- ③ 千葉県銚子市 外川支所漁業者協議会
- ④ 神奈川県三浦市 三和漁業協同組合上宮田支所
- ⑤ 新潟県佐渡市 佐渡市ワカメ養殖研究会
- ⑥ 富山県滑川市 富山県立滑川高等学校
- ⑦ 石川県七尾市 七尾湾漁業振興協議会
- ⑧ 福井県小浜市 ふくい水産振興センター
- ⑨ 静岡県静岡市 由比港漁業協同組合 若潮研究会
- ⑩ 京都府与謝郡 与謝釣・延縄組合
- ⑪ 兵庫県淡路市 森漁業協同組合 4H クラブ
- ⑫ 和歌山県田辺市 新庄漁業協同組合 新庄ツメバイ会
- ⑬ 鳥取県境港市 鳥取県漁業協同組合境港支所潜水グループ
- ⑭ 島根県浜田市 浜田地区沿岸漁業部会
- ⑮ 広島県江田島市 広島湾底びき網等資源管理協議会
- ⑯ 山口県長門市 大浦赤ウニ試験養殖実行団体
- ⑰ 香川県高松市 高松地区底曳網協議会
- ⑱ 大分県速見郡 大分県漁業協同組合日出支店
- ⑲ 熊本県天草市 天草漁業協同組合牛深総合支所



漁港内区域を活用したクルマエビ養殖手法の検討

1 実施団体

実施団体名 秋田県漁業協同組合 中央支所 五里合地区 五里合クルマエビ生産研究会

住 所 秋田県男鹿市五里合神谷字長者森 15

代表者名 杉本 貢

実施年数 2年目

団体の概要 五里合クルマエビ生産研究会は、港内区域を活用したクルマエビ養殖手法を検証するため、令和4年に五里合増殖協議会の分会として設立された。

五里合増殖協議会は、平成21年に、主にバイ貝の増殖を目的に結成され、10年以上の取組の結果、令和元年度秋田県青年・女性漁業者交流大会において、「バイ貝の資源復活を目指した取組」で最優秀賞となった。

会員は、現在16人（R5.12月末）であり、地区の全ての漁協正組合員を会員としている。

2 地域及び漁業の概要

秋田県男鹿市五里合地区は、秋田県の中央に突き出た男鹿半島の北部に位置し、半農半漁の集落が点在する人口1,234人（R4.12月末）の地域である。

秋田県漁業協同組合 中央支所 五里合地区は、五里合漁港を根拠地とし、正組合員16人、准組合員2人（R5.12月末）の計18人が所属している。

地先では、定置漁業権漁場及び共同漁業権漁場で定置網、共同漁業権漁場でさし網、釣りなどを操業しており、特に、秋サケの定置網漁業が重要である。

五里合地区における令和4年の漁獲量は189トンである。



図1 実践活動地域の位置

3 課題選定の動機と目的

グループが活動している五里合地先は遠浅の砂浜海岸であり、定置網やさし網により、アジ、ブリなど四季折々の魚介類が漁獲される。

中でもクルマエビは、主にさし網で漁獲されているものの、漁獲量の減少傾向と漁労の手間がかかることなどを理由に、操業者数も減少傾向にあった。

近年の男鹿市全体でのクルマエビ漁獲量は、1トンに満たず低位で推移していたものの、令和元年には急増して1.0トンを漁獲した。一方で、漁獲量の急増にもかかわらず単価は高水準で推移した（図2）。

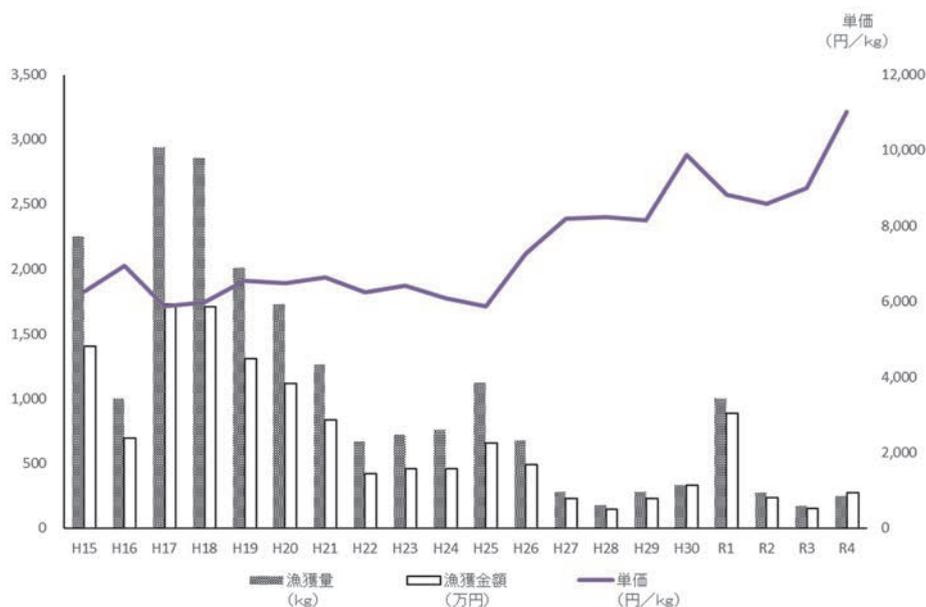


図2 男鹿市におけるクルマエビの漁獲量・金額の推移

このような状況をうけ、特に、漁獲量が多かった五里合地区では、今後操業者が増える可能性があり、適切な資源管理のあり方を検討する必要がある。

そこで本活動では、五里合地区でのクルマエビ資源の安定を図ることを目的とし、これまでに実施されてきた種苗放流と資源管理に加え、天然資源だけに頼らない漁業生産を実現するため、漁港内でのクルマエビ養殖の可能性を検討する。

本県のクルマエビ種苗は公益財団法人秋田県栽培漁業協会が生産しているが、その供給は秋となっており、養殖サイズまで育成するには漁港内や陸上水槽等で越冬しさせる必要がある。

令和3年以前は漁港内水域に実験区域を設けて越冬試験を実施したが、いずれも波浪による種苗の流出や、食害生物が網外から侵入し種苗を捕食していたことから、令和4年度からは陸上水槽を整備し、これらの影響を除外したうえで越冬試験を実施してきた。

4 活動の実施項目及び方法

五里合漁港内にある秋田県漁業協同組合管轄の倉庫内に、昨年度整備した水槽と同じ底面積5㎡、水量約2tのものを新たに3基整備し(合計6基)、底面に3から5cmの厚さになるように砂を敷き詰めた。取水は昨年度と同様に港内取水としているが、取水口を海洋ゴミや藻が溜まりにくい湾奥部へ移動し、水槽の増加に伴い取水ポンプも増設した。

令和5年度投入種苗の飼育試験は、種苗が供給開始となる9月下旬から10月中旬までの期間に開始し、給餌回数は1日1回、給餌量は体重の10%とした。また、飼育水温については、昨年より5℃高い20℃を維持するようボイラーで加温することとした。令和4年度投入種苗については年度を跨いで引き続き飼育試験を継続した。

種苗は、公益財団法人秋田県栽培漁業協会が生産したもの(全長約35mm)を用い、収容尾数は1,000尾/㎡の密度となるよう1水槽辺り5,000尾とした。

5 活動の実施結果

① 令和4年度投入種苗について

令和4年10月13日に投入した種苗は、令和5年2月時点では約3,300尾（生残率：22.2%）の生存と推察されたものの、その後の記録的豪雨による港内水質の悪化や記録的猛暑の影響などを受け、最終的（令和5年12月時点）には180尾（生残率：1.2%）へと大幅に減少した。

また、当初は夏頃の出荷を目標として飼育していたが、成長が芳しくなかったことから12月まで飼育期間を延長した。しかし、最終的なサイズは目標としていた140～180mmには及ばず、100mm～140mm程度に留まった。

目標サイズには満たなかったが、生産したクルマエビの一部は市内の道の駅の産直コーナーで試験販売を実施し、初日で完売となった。



写真1 試験販売の様子

② 令和5年度投入種苗について

令和5年度の種苗は10月3日に投入した。水槽の水温変化（図3）については、種苗搬入時の23℃から徐々に低下し、10月下旬から20℃を下回り始めたため、ボイラーによる加温を実施し水温を維持した。



図3 飼育水温の変化

種苗の平均全長については、搬入時は35mmであったが、飼育開始から4か月余りとなる2月13日時点では、平均91mm（n=10、投入時比+56mm, R4 同時期比+37mm）と、令和4年度投入種苗より高成長となったが、これは早期からのボイラー加温（昨年度は1月中旬から実施）による温度維持の効果と考えられる。生残数については方形枠による確認を行ったところ昨年度同時期と同等数（約3,300尾、生残率：22.2%、2月中旬時点）と推察される。

6 次年度に向けた課題とその解決策

今回の試験では昨年度に引き続き陸上水槽での飼育を実施したが、早期からの水温コントロールを新たに実施したことで、種苗をより大きく成長させることができ、当初の目標である夏頃の出荷の可能性も見えてきた。しかし、高い水温を維持するためには止水飼育となってしまい、水質悪化を防ぐためにも定期的な砂替えの必要が出てきてしまったことから、負担を軽減するためにも、通常期は掛け流しで飼育し、厳寒期はろ過器を導入し閉鎖循環型の飼育へ切り替える必要があると考えられる。

銚子沖キンメダイの好適水温帯の把握

1 実施団体

実施団体名 外川支所漁業者協議会
住 所 千葉県銚子市外川町5-1
代表者名 金野一男
実施年数 3年目（最終年度）

2 地域及び漁業の概要

銚子市の沖合域では黒潮と親潮が交わり、沿岸域には利根川から栄養豊かな水が流れ込むことから、地先海域は日本屈指の好漁場である。豊富な水産資源に支えられ、さば類やいわし類を中心とした水産加工業も発展している。

銚子市漁業協同組合は、平成8年に銚子市内の6つの漁業協同組合が合併して設立された。組合員は大中型まき網、沖合底びき網、大目流し網などの沖合漁業から、小型底びき網、一本釣り、はえ縄などの沿岸漁業に至るまで、様々な漁業を営んでいる。そして、外川支所については、キンメダイ立縄漁業を中心とした沿岸漁業が主力となっている（図1）。

また、銚子漁港は地元だけでなく県外のまき網やはえ縄漁船による水揚げも多く、日本屈指の水揚量を誇っている。

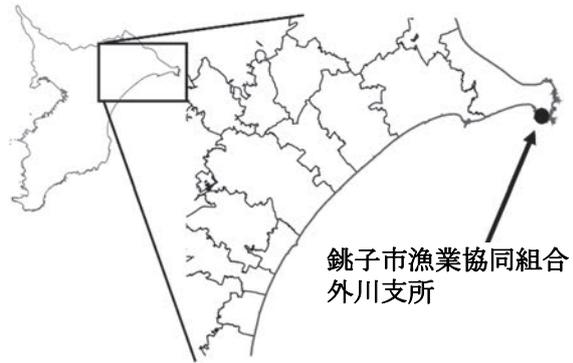


図1 銚子市漁協外川支所の位置

3 課題選定の動機と目的

外川地区では昭和62年頃からキンメダイの資源管理に取り組んでいる。しかしながら、その間に年間水揚量が400tを下回った不漁の時期が2回あり、いずれの時期も漁場周辺の年間平均海面水温が21.5℃以下と平年並の漁獲量があった年と比較すると低水温であったことから、キンメダイの釣獲状況と水温には何らかの対応関係があることが想定され、資源管理の取組を評価する上で、海洋環境と資源動向の関係を把握する必要性を感じた。

そこで、キンメダイの分布に適する水温があることを仮定し、キンメダイの漁獲状況と漁場水温との対応関係を調べることで、キンメダイが分布する適水温を明らかにすることを目的とした。

4 活動の実施項目及び方法

(1) キンメダイの生息水深と底層水温の把握

作業開始前に魚群探知機にキンメダイの反応があった場所で記録式の小型水深水温計により鉛直方向の水温を数m毎に観測する(図2)。観測は漁具に取り付けたセンサーに錘を付け、センサーが毎秒1mで沈むように調整しながら行う(図3)。また、作業野帳に魚群探知機による魚群の反応 感度がある水深、観測時の潮流等を記録し、作業日誌にその日の漁獲状況や投縄数を記載する。

なお、令和5年9月下旬にセンサーが故障し、10月下旬には予備のセンサーを海中で紛失してしまったため、11月は水温観測が実施できず、12月から新たな水温計(測定方法は同様)を導入し、観測を継続した。



[観測機器]

製造業者 株式会社 村山電機製作所
読出器 型式: SBT-500SR-II
センサー 型式: SBT-500
測定範囲 -5~40℃
0~500m

図2 小型水深水温計(左側のセンサーを海中に沈めて使用)



図3 水温観測の様子

(2) 収集データの解析

ア 底層水温の時系列解析

銚子沖でキンメダイが分布する底層(水深200m及び300m)の水温が数日~十数日間隔でどのように変化しているか解析し、特徴的な状況について、海面水温の分布や黒潮流路の位置との関係を観察する。

イ キンメダイの分布水温の把握と漁況との関係

キンメダイの好適水温を把握するため、収集した情報からキンメダイの分布水温を把握

するとともに、分布水温と1投縄当たりの漁獲量との関係を解析する。

5 活動の実施結果と考察

(1) 実施結果

令和3年8月6日から水温観測を始め、令和6年1月31日までに、計248回の水温観測を実施した。観測回数は最も多い月で令和4年6月の17回、最も少ない月で令和6年1月の3回であり、月平均観測回数は8.6回であった。

調査期間中、黒潮流路は年間を通して犬吠埼から40～80マイルの距離で離接岸を繰り返し、短期間に30マイル以上の大きな振幅が8回(令和3年1回、令和4年5回、令和5年2回)見られた(図4上段及び縦線)。また、黒潮の振幅が大きい時期は各年で異なっていた。

銚子沖の年間の水温変動の傾向は、表層水温は明瞭な季節的变化を示し、水深200mと300mでは水温の変動幅は小さかったが、黒潮が大きく離岸すると、どの時期においても水温が一時的に低下することが多かった(図4中段～下段)また、表層水温の下降期においても、水深200m、300mの水温はわずかに上昇傾向で推移した。

魚群探知機では、キンメダイ

は主に底層付近に反応があったが、稀に中層付近でも反応があった。キンメダイの反応があった水深帯の水温変動の傾向は、概ね横ばいではあるが、わずかに表層水温の下降期に上昇し、上昇期に下降する傾向が見られた。一方、CPUE(1投縄当たりの漁獲量)は大きく変動して推移し、水温上昇期(3～8月)には急な水温上昇時に突発的に高い値(50kg以上)を示し、急な水温下降時にはCPUEの減少が多く見られた(図5)。また、水温上昇

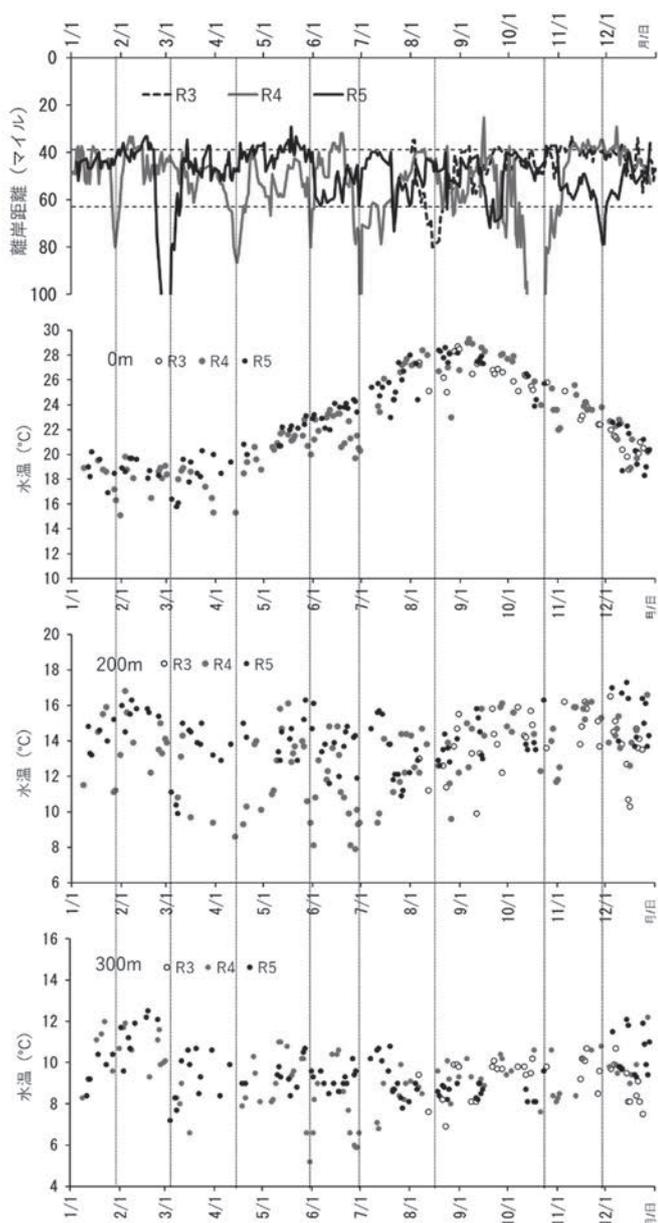


図4 調査期間中の犬吠埼から南東方向の黒潮離岸距離(上段)及び銚子沖キンメダイ漁場の表層(中段上)、水深200m(中段下)と水深300m(下段)の水温推移

※縦線は短期で30マイル以上の振幅が見られた時点

期の CPUE が大幅に増加した際には大型銘柄（1 kg 以上）の漁獲も増加することが多かった。令和 5 年は令和 3～4 年と比較すると CPUE が高い日が多く（令和 3 年 2 日、令和 4 年 5 日、令和 5 年 27 日）、時期も 2～9 月と広範囲であった。なお、令和 4 年 3 月中旬～4 月中旬にかけてセンサーの故障、令和 5 年 9 月下旬及び 10 月下旬～11 月においてもセン

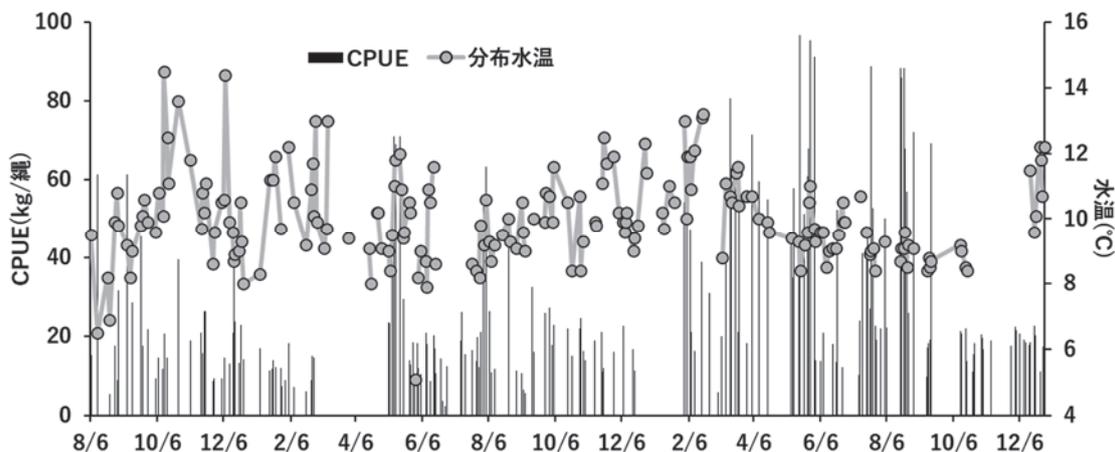


図5 キンメダイの分布水温と1投縄当たりの漁獲量(CPUE)の推移

サーの故障および機器の海中での紛失があり、計測が実施できなかった。

調査期間内ではキンメダイの分布水温は5～14℃台で推移し、最低水温は令和4年5月の5.1℃、最高水温は令和3年10月の14.4℃であり、平均水温は10.0℃であった。出現頻度は9℃が36%と最も高く、8～11℃が全体の88%を占めていた(図6)。

また調査期間中、漁場において表層の潮流の流向や流速についても観測したところ、銚子沖漁場では流向が北東方向(50度前後)の真潮で流速が2ノット前後の操業が最も多く、CPUEも高かった。

(2) 考察

銚子沖漁場におけるキンメダイの生息水深(200～300m)の水温は、年間を通して季節変化の影響が少なく、黒潮流路の離岸距離により突発的な水温変動が年間を通して発生するため、黒潮流路に強い影響を受けていると考えられる。調査期間中、操業の多くは真潮(北東へ向かう流れ)であり、分布水温の変動幅が年々小さくなる傾向があったことから、長期にわたり黒潮流路の大蛇行による漁場への接近や三陸沖への北偏が安定して続いていることで、冬場でも親潮系の冷水塊が漁場へ入ってくる機会が減少している可能性が高い。

銚子沖におけるキンメダイの分布水温帯は底層付近の10℃前後と想定され、水温上昇期(3～8月)と水温下降期(9～2月)の黒潮の離岸などの要因によ

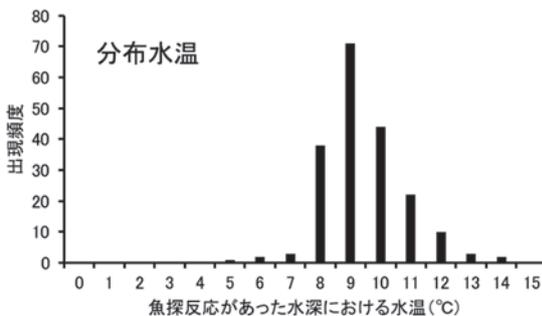


図6 キンメダイの分布水温における出現

る漁場周辺の急な水温変動がキンメダイの活性にも影響を与え、CPUEの変動に繋がっていると考えられる。水温変動によるCPUEの増加は水温上昇期に起こる場合が多く、大型個体の漁獲も増加することから、水温上昇期における突発的な水温上昇がキンメダイの活性を高め、漁獲量の増加に繋がる可能性が示唆された。反対に、突発的な水温低下はCPUEの減少を招き、漁獲量の減少に繋がるが多かったことから、今後黒潮の大蛇行が収束することで黒潮の勢いが弱まり、親潮系の冷水塊の差し込み等による急激な水温の低下が継続した場合、漁獲量が減少することが考えられる。

6 今後の展開

銚子沖は黒潮と季節的な消長が見られる親潮系冷水が交じり合う海域であることから、環境変動が大きい海域である。現在は過去にないほど長期に亘って黒潮の大蛇行が続いているため、銚子沖漁場では黒潮が近い状態が継続し、CPUEが高い日が増加していると考えられる。しかし、黒潮流路が漁場近くを流れることで潮流が速いため操業できない日も増加し、年間操業日数の減少につながっている側面もある。近年の操業体制では高いCPUEを維持していくことが重要であり、船団全体でも日々漁場の水温情報を共有してキンメダイの好適水温帯や時期毎の活性が高い状況を推測して漁を行っている。

キンメダイは国の資源評価でも環境要因を考慮した評価が行われており、私たちが長年行ってきた資源管理の取組が資源に与えてきた影響も少しずつ見えてきていると感じている。キンメダイの生態や資源の把握には水温だけでなく底層の潮流、餌生物や捕食者の存在などの要因も密接に関わっているが、黒潮の影響が強い銚子沖では水温に加え、特に底層の潮流を把握していくことが重要と考えている。今後も海洋環境が資源に与える影響を継続して観測する等、キンメダイの生態解明や資源評価に資する取組を船団として協力しながら実施していきたい。

チョウセンハマグリ資源復活に関する活動

1 実施団体

実施団体名 三和漁業協同組合上宮田支所
住 所 神奈川県三浦市南下浦町上宮田 540
代表者名 吉田一博
実施年数 3年目（最終年度）

2 地域及び漁業の概要

三浦市南下浦町上宮田地区は三浦半島南東部の東京湾口沿岸に位置し、交通や駐車場の便がよいこと、宅地開発により人口が急増したことなどが大きな理由で開けてきた。そしてこの一帯には、大型レストランや遊戯場、ファーストフード店など新しい商店が多く見られる。そのほか、当地区には、地域住民の日常生活と結びついた小さな商店がある。また当地区も含め市内での工業は中心的な産業ではなく、マグロ関連工場がある三崎地区以外では小さな町工場が点在する程度である。農業は、東京・横浜の大消費地に近いこと、三浦半島に広がる水はけのよい台地が広がっていること、気候が温暖であること、などいくつもの有利な立地条件に恵まれ、以前から大都市向けの野菜栽培が盛んである。他に比べて農家の専業率が高いこと、農地減少率が少ないことが地域の特徴である。市内の畑では、春や夏にはスイカ・メロン・キャベツ、秋や冬にも青首ダイコン・早春キャベツなど、一年中さまざまな野菜が作られている。

漁業については、定置網や刺網、海藻養殖、ナマコ桁網等の漁業が営まれている。昭和50～60年代は二枚貝を対象とした貝桁網等の漁業も盛んであったが、資源の減少により現在ではほとんど行われていない。

3 活動選定の動機と目的

近年、同地域では海水温上昇などの環境変化により水揚量が減少し、新たな漁業対象となる水産資源が求められるようになった。本県の相模湾沿岸（藤沢市鶴沼～辻堂沿岸）では継続した種苗放流によりチョウセンハマグリ漁獲が復活した事例があり、砂浜域が広がる上宮田地先でもかつては本種が漁獲されていたことから、同様の取組みにより資源が復活することが期待された。平成30年度から本種の種苗放流を試験的に実施し、その後のモニタリング調査では放流貝の定着を確認することができた。しかし、その数はまだ少なく、それらが親貝となって再生産が行われるようにするためには、今後も継続した種苗放流が必要と考えられた。本活動ではチョウセンハマグリ種苗放流を行うとともに、その定着・再生産状況をモニタリングすることで、上宮田地先におけるチョウセンハマグリ漁業復活の可能性を検討する。

4 活動の実施項目及び方法

(1) 種苗放流

チョウセンハマグリ資源の復活・増大のため、千葉県から購入したチョウセンハマグリ種苗を地先海面に放流する。放流前には種苗の一部を生物測定する。

(2) モニタリング調査

放流種苗の定着・再生産状況を確認するため、桁網、鋤簾調査によるモニタリング調査を行う。

(3) 桁網調査

三浦市南下浦町上宮田地先の放流海域（図1）において、桁網（図2）を用いてチョウセンハマグリ等の二枚貝を採捕する。採捕した二枚貝は種同定したうえ生物測定（殻長、体重など）を行う。



図1 調査海域



図2 使用した桁網

(4) 鋤簾調査

三浦市南下浦町上宮田地先の水深1m以浅の海面（図1）において、鋤簾（図3、表1）を用いてチョウセンハマグリ等の二枚貝を採捕する。採捕した二枚貝は種同定したうえ生物測定（殻長、体重など）を行う。



図3 使用した鋤簾

表1 使用した鋤簾の詳細

(単位: cm)

	網口幅	爪間隔	目合
鋤簾	50	1.5	2.5
	34	2.7	1.0
	50	2.0	2.0

5 活動の実施結果と考察

(1) 種苗放流

令和5年6月5日に、千葉県匝瑳市産のチョウセンハマグリ 350kg を購入し、上宮田地先の水深1.5～3m前後の海面に船上から放流した(図4、5)。放流前に無作為に抽出した30個体について測定を行ったところ、殻長27～47mm(平均30.8mm)、体重5.4～30.4g(平均8.7g)であり、平均体重から推定した放流個数は40,229個と推定された。今年度も小型の個体が多かったことから昨年度に比べてさらに放流数が多くなった(表2)。



図4 種苗の放流海域



図5 放流種苗と放流の様子

なお、当該海域では平成30年度から継続的にチョウセンハマグリの種苗放流を実施しており、累計放流数は推定で117,069個となる(表2)。

表2 上宮田地先における放流実績

放流日	放流重量(kg)	放流個数(推定)	殻長範囲(mm)	平均殻長(mm)	平均重量(g)	備考
2018/12/19	256	3,607	61.1-75.8	68.5	71.0	
2019/8/3	300	23,000	30.0-43.0	35.8	12.8	
2020/5/27	100	1,515	54.8-75.5	64.6	66.0	
2021/5/25	400	19,052				本事業による放流
	内) 大	2,208	69-87	76	103	
	小	16,844	29-41	34	9	
2022/5/25	356	29,666	31-52	35.8	12.0	
2023/6/5	350	40,229	27-47	30.8	8.7	
計	1,762	117,069				

(2) モニタリング調査

ア 桁網調査

令和5年12月20日に種苗放流を行った海域において桁網調査を実施した。チョウセンハマグリは4個体が採集された(表3)。他の二枚貝としては、マツヤマワスレ5個体、バカガイ5個体が採集された。

表3 桁網調査で採集されたチョウセンハマグリ

殻長 (mm)	重量 (g)
90	179
87	153
78	112
75	108

イ 鋤簾調査

令和5年12月24日に放流海域の水深1m以浅の場所(図1)で調査を実施した。チョウセンハマグリは合計で14.7kg(個数不明)の貝が採集された。平均殻長78.3mm 平均重量126.0gとやや大きめの個体であった。また、殻長35-37mm、重量10-14gの個体が合計で7個体採集された。

表4 鋤簾調査での採集結果

調査日	令和5年12月24日	(参考) 令和4年12月20日
採集量(kg)	14.7	22.7
平均重量(g)	78.3	—
バカガイ採集量(kg)	0	3.8

調査で採集された個体から50個を無作為に抽出して殻長と重量を測定した結果を図6に示す。殻長が65~80mm、重量が50~130g未満の個体が主体であった。また、殻長x(mm)と重量y(g)の間には、 $y=0.0004x^{2.9062}$ ($R^2=0.9791$)と高い相関が見られた。

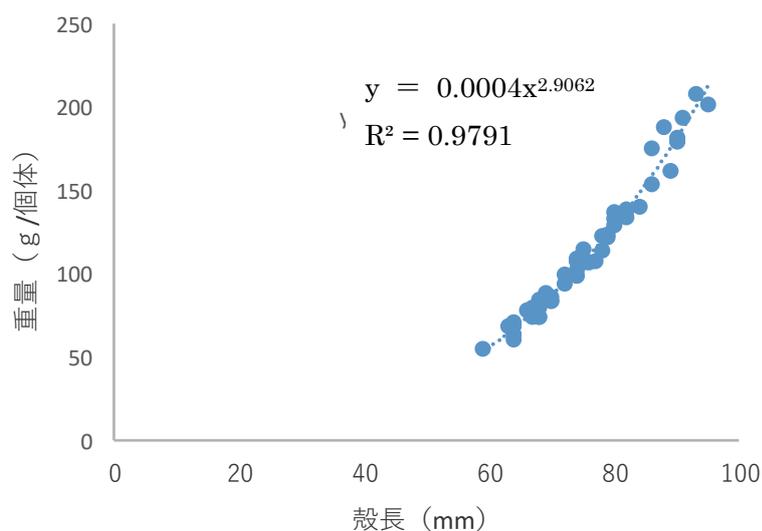


図6 鋤簾調査で採集されたチョウセンハマグリ of 殻長と重量

(3) 考察

今年度6月5日に放流した種苗は、殻長27~47mm、平均殻長30.8mmと、前年度よりもさらに小型貝が主体であった。「チョウセンハマグリの産卵期は7~9月で、殻長は1歳で15.5mm、2歳で31.0mm、3歳で46.5mm、4歳で62.1mm、5歳で77.6mm、6歳で93.1mm、7歳で108.6mmに成長する」との知見1)に従えば、今年度の放流種苗は2歳貝が主体と考えられる。一方で本海域におけるチョウセンハマグリの放流は2018年から始まり5年目となるが、表2に示すように放流年によって種苗の入手先における稚貝の発生状況が異なるため放流種苗の大きさが異なっており、採集貝の殻長の頻度分布から放流貝の成長を追跡するのは難しい。しかし、12月の鋤簾調査の採集貝の殻長頻度分布から貝の年齢を推定すると、主体は殻長が65~80mmの4~5歳貝が主に採捕されたものと考えられる。令和4年度調査ではそれぞれその時点で、小型群は同年度放流の2~3歳貝、大型群は2021年以前に放流された4~5歳貝が主に採捕されたものと考えられたが、今年度の鋤簾調査ではその間の世代が採集されたものとみられる。一方、桁網調査で採集された貝は、令和4年度調査での大型群、2021年以前に放流された5歳貝とみられる。

6 今後の展開

漁業として漁を継続するためにはさらなる資源量の増加が望まれる。そのためには同海域に放流した種苗が成長し、その資源が核となって再生産していくことが望まれる。今回の鋤簾調査において、殻長35~37mmの2歳貝が少ないながらも確認できた。これが放流貝の再生産によるものかどうかは現時点では不明であり、今後の課題である。当海域では平成30年度から継続的にチョウセンハマグリの種苗放流を実施しているが、資源量の増加は明らかではないことから、まずは再生産の動向を見極める必要がある。

本放流事業の問題点として、当組合が実施するチョウセンハマグリの放流事業はもっぱら県外産の天然種苗に依存しており、稚貝の発生状況によっては小型の種苗を確保できないという点があげられる。種苗の放流によって資源量の増加を期待するためには、将来的に安定した放流種苗の生産と供給が必要である。

参考文献

- 1) 熊田貴之・宇多高明・芹沢真澄(2007) : チョウセンハマグリの生息分布の予測モデル, 海岸工学論文集, 54, 1201-1205.
- 2) 三田久徳・清水利厚(2001) ; 九十九里浜の汀線部におけるチョウセンハマグリ稚貝の生息密度の変化, 千葉水試研報, 57, 241-246.

環境変動に応じた佐渡地域におけるワカメ養殖技術の改善

1 実施団体

実施団体名 佐渡市ワカメ養殖研究会
住 所 新潟県佐渡市八幡新町80-5
代表者名 河口 勤
実施年数 1年目

2 地域及び漁業の概要

佐渡島は、本土から35kmの海上に浮かぶ日本海最大の離島で、総面積は約856km²を有し、県の6.8%を占め、海岸線は281.8kmで新潟県総延長635.1km（本土330.3km、粟島23.1km）の44.4%を占めている。冬期間は北西の季節風が強く、梅雨時期から夏にかけては多雨・多湿であり、年平均気温は14℃前後で比較的温暖である。佐渡島内の人口は51,492人（男24,881人、女26,611人：令和2年国勢調査より）で、そのうち漁業就業者数は1,009人（海面漁業経営体数は714経営体：平成30年漁業センサス）となっており、小規模零細な経営体が多く漸次減少傾向にある

佐渡島周辺の沿岸、沖合は岩礁域が多く好漁場を形成し、沿岸域では採介藻・刺網漁業や大小の定置網、沖合ではいか釣り漁業、えび籠漁業等が主要漁業となっている（平成3年度漁業生産量：4,574t）なお、本県の海面養殖業は、内湾を有する佐渡島内に限られており、カキ類、海藻類の養殖に加え、近年では民間企業によるサケマス類の養殖が行われている。

3 活動選定の動機と目的

佐渡産養殖ワカメは、小型で葉薄なことから、他海域ワカメと比べてとりわけ柔らかく独特の食感であるとの高い評価を得ている。しかし、その特質の一般への認知度は低く、現状では一部の食通に好まれているに過ぎない。また、かつて2000tもの養殖ワカメを生産していたが、現在では100t程度に減少して供給量が大きく減少したことも認知度の低下を加速させている。さらに、近年の海水の高水温化による収穫量の減少（3分の1を廃棄）も相まって、本県で数少ない持続的に継続しているワカメ養殖業が消滅の危機にさらされている。

県は、昭和31年から20年間にわたり水産試験場がワカメ養殖の技術指導をしていたが、以降は技術確立されたものとして、漁業者が個々に養殖する状況が続いていた。しかし、近年海水の温暖化等の影響のためか漁業者自家培養種苗の質が低下してきたことなどから、これまでの個々の養殖形態では持続的な養殖の存続が難しいとの意見が大勢となっていた。これらのことから、これまで各個人で取り組んでいたワカメ養殖について、組織的な取り組みが必要であるとの結論に達してワカメ養殖の安定的な生産のために令和5年6月に佐渡市ワカメ養殖研究会を設立することとなった。

このワカメ養殖研究会では、ワカメ種苗の安定的な供給を実現することを目的とし、県外産の種苗の確保と供給並びに研究会が独自に種糸培養に取り組み、安定した種糸の供給を目的とした。また、戦後持続的に継続されているワカメ養殖の海水高水温化による収穫量減少をとどめるために、養殖技術を改善することにより安定的かつ収穫量の回復を図るとともに、佐渡産養殖ワカメの付加価値を広く認知させて養殖経営体の収益向上を図ることとした。

なお、研究会の発足初年度の最大の目的は、持続的種苗供給の確保のために、研究会の運営の安定・軌道化に重点を置いた。

4 活動の実施項目及び方法

(1) 研究会の運営

研究会は令和5年6月に会員数30名の参加のもと、持続的な佐渡島内でのワカメ養殖の安定化を目的として発足・設立した。研究会の運営には、新潟県佐渡地域振興局農林水産振興部水産庁舎と佐渡市の助言・指導のもと、また、技術的助言については、新潟県水産海洋研究所佐渡水産技術センターの指導のもとに活動を開始した。

(2) 種苗培養

研究会による種苗生産は、佐渡市所管の深層水施設において実施した。母藻は令和5年5月に採取された佐渡市水津産を使用し、生産方法は三陸方式になった。

生産は、海水温18℃に至りワカメ胞子が活発になる6月に種付けを開始した。母藻は3時間陰干ししたのちに海水にて胞子を放出させ30cmステンレス枠に種糸を浸漬した。



写真1 胞子放出作業

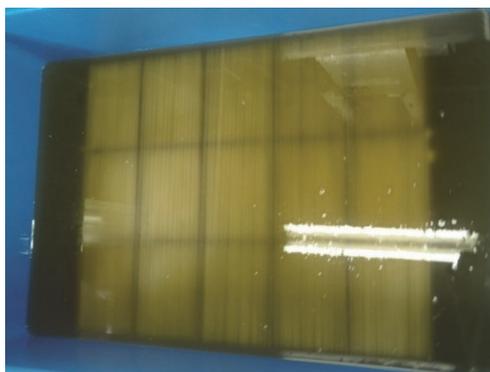


写真2 種糸枠の胞子液への浸漬

その後5001パンライト水槽に収容して、3日間は照明を遮断して、4日目以降からは水槽表面照度を3,000luxとして一か月育成した。その後徐々に照度を低下させたが、水温が上昇して25℃に達してからは完全に照明を遮断した。その後、水温28℃以上で胞子が死滅することを避けるために、水温27度以上にならないよう夏季期間中、深層水の間接室温管理により調整した。エアレーションは行わず、海水交換は期間中に2回行った。9月に入ってから、高さ調整可変式蛍光灯により照明を1,500luxで開始して、2,000lux、20日後には3,000luxにした。



写真3 照度調整育成状況

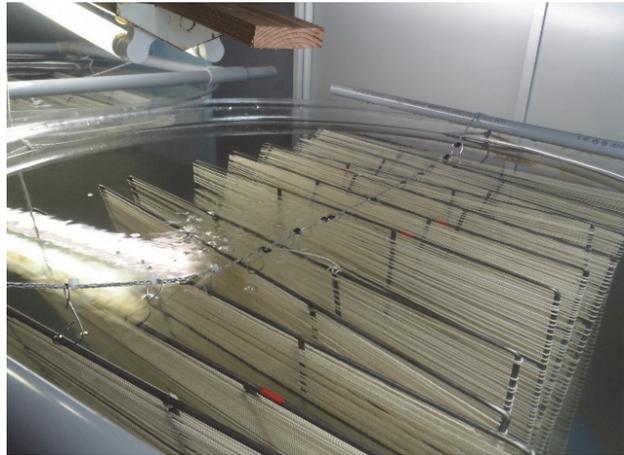


写真4 500L パンライト水槽による培養

10月からは、水温 23 度を下回るので海面仮沖出しを行って芽吹きさせることと予定していたが、本年の特異的な海面高水温（平年比 4℃高温）により食害が懸念されたことから、天然光を寒冷紗で照度調整した屋内陸上水槽で実施した。

(3) 種苗確保と配布

会員はいずれも従来通り自家培養による種苗生産を行っていたが、近年の生産不調により個々に県外産（三陸産）を購入していた。しかし、研究会が設立されたことから、研究会が一括購入して会員に配布することとして経費削減に取り組んだ。また、温暖化対策として、西日本産種苗の養殖試験することとし鳴門産の種苗の入手を試みた。

これに加えて、新潟県水産海洋研究所が佐渡市黒姫産の母藻によるフリー培養による種苗生産を行い、研究会に提供した。

5 活動の実施結果

(1) 研究会の運営

研究会の運営にあたっては、年 1 回の総会と年 3 回の役員会を開催して、会員総意の決議により活動を行った。研究会が実施した種苗生産は不調であったものの、研究会独自の種苗生産を実施する生産体制を確立することができた。一方、研究会の目的である種苗の安定供給については、諸般の事情により西日本産の入手ができず、三陸産の種苗確保のみとなったが、その他の試験区を合わせて希望者に配布した（表 1）。なお、研究会運営収支については、助成金等もあったことから問題はなく、今後の独立採算制を見込める運営を行うことができた。

(2) 種苗培養

深層水施設によるワカメ種苗は、9月に芽吹き開始を確認したものの、新芽の生育は不調であった。これは、高水温対策として沖出しを遅らせるために芽吹き開始時期も遅らせたこ

とや照度不足が原因と考えられた。芽吹き状況は芳しくなかったが、沖出し後の生長を期待して令和5年11月21日から令和6年1月9日の期間に配布希望者に希望数量を配布した(表1)。

表1 種糸の配布状況一覧

	三陸産	深層水	県
種糸長さ (m)	710	970	80
配布人数	8	11	4

(3) 種苗確保と配布

令和6年2月8日に赤泊地区の成育状況調査を実施した。各沖出し試験区の成育状況を表2に示す。深層水、三陸産ワカメは3割程度の出来具合で生育状況では不調であった。また、フリー培養試験区に至っては、珪藻に巻かれて枯死していた。一方、ここ数年不調であった自家培養ワカメは8割程度とまずまずの出来であった。

表2 赤泊地区の成育測定結果(令和6年2月8日)

	自家培養	三陸産	深層水	県
株数/m	85	2	17	0
平年比 (%)	80	5	20	-
平均長さ(cm)	42.8	22.5	44.8	-



写真5 赤泊地区の自家培養生育状況

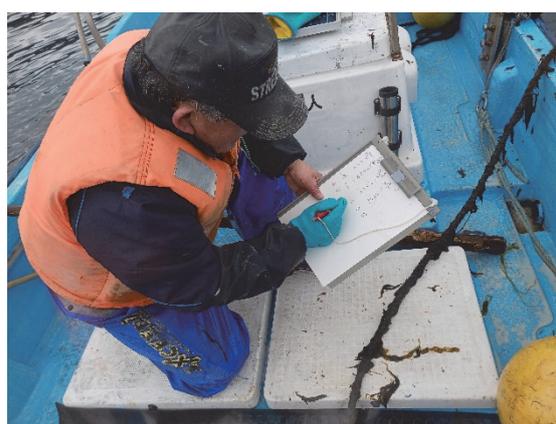


写真6 赤泊地区の養殖ワカメの測定

令和6年2月15日の役員会においての各地区の生産状況の報告を表3に示す。各地区の養殖ワカメ育成状況は、近年不調であった自家培養ワカメが地区によって相違があるものの全島的には好調であったが、自家培養以外の種糸はいずれも不調で、2月8日に現地確認

した赤泊地区の測定結果よりも悪いとのことであった（表3）。今後、3月からの収穫出荷の結果をとりまとめて、来年度の課題解決のための基礎資料とする。

表3 各地区の生産状況

地区	歌見・黒姫	鷺崎	片野尾	水津	赤泊	多田
全般	不調	好調	やや好調	不調	やや好調	やや好調
深層水	不調	不調	不調	不調	不調	不調
三陸産	不調	不調	不調	不調	不調	不調
自家培養	好調	好調	やや好調	不調	好調	好調

※2/15現在時点聞き取り

6 次年度に向けた課題とその解決策

研究会の種糸培養は、深層水による間接冷房により育成水温を 27℃以下に維持できたことから、夏季の孢子休眠については問題がなかった。しかし、10月からの仮沖出しを陸上水槽としたことで芽吹き不良となったと考えられた。次年度では、陸上水槽における芽吹きにおいて、照度を十分に確保するとともに、ビニール袋等で食害防除した種糸の海面仮沖出しなど複数の芽吹き行程をリスク分散して実施することとする。なお、当研究会は、良質な種糸を安価で安定的に供給することを会員から強く求められており、研究会の持続的な運営を実現するためにも、良質な種糸の生産及び配布を次年度の最大の目標とする。

ナマコ種苗放流事業

1 実施団体

実施団体名 七尾湾漁業振興協議会
住 所 石川県七尾市袖ヶ江町イ部 25 番地
代表者名 竹内大生
実施年数 2年目

2 地域及び漁業の概要

七尾市は、能登半島の中央に位置し、古くから能登の中心地として栄えてきた。石崎奉燈祭などの文化財、全国的に有名な和倉温泉をはじめとした観光資源など様々な地域資源に恵まれている。

七尾市の主要産業の一つが漁業である。七尾市は北湾、西湾、南湾の3つの水域に分かれた七尾湾に囲まれており、七尾湾ではナマコ漁、サヨリ漁、貝桁漁などの様々な漁業が盛んに行われている。

3 活動選定の動機と目的

七尾湾は古くからナマコ漁が盛んな地域であり、ナマコはくちこ、このわた、きんこなど様々な食べ方で食べられ、馴染みのある海産物のひとつである。

当協議会でも、地元の小学校でナマコ料理教室を開催するなど普及活動に取り組んできた。

しかし、近年では漁獲量が減少傾向にあり、担い手も減ってきているのが現状である。これらの課題を解決するため、ナマコの資源量増加を目的として、昨年度に引き続き、簡易的な人工魚礁を活用した効果的な放流方法の調査・研究を実施する。

4 活動の実施項目及び方法

(1) ナマコ種苗放流

令和5年9月に七尾西湾および七尾南湾に株式会社長崎県漁業公社から購入した10,900匹のアオナマコの種苗を放流した。

七尾西湾においては、和倉町地先にあるナマコ増殖場周辺(図1)に約6,900匹のナマコ種苗を放流した。ナマコの種苗をただ放流するだけでは魚などの外敵に食べられてしまい、生存率が低くなることが予想されるため、ナマコの隠れ家として、牡蠣殻を活用した簡易的な人工魚礁である「貝藻くん」を3基設置し、そこに潜水土がナマコ種苗を直接附着させるという方法で種苗放流を行った。

七尾南湾においては、石崎町地先の防波堤横(図2)に別事業により貝藻くんが設置されていたため、防波堤横に約4,000匹のナマコ種苗を放流した。七尾南湾では、地元の特産品

であるナマコに触れる機会を作るため及び海の資源保護について考えるきっかけを作るために、石崎小学校5年生が船上から種苗放流を行った。



図1 七尾西湾（和倉町地先）



図2 七尾南湾（石崎町地先）



写真1 貝藻くん



写真2 貝藻くん設置



写真3 ナマコ種苗



写真4 ナマコ種苗



写真5 ナマコ種苗



写真6 七尾西湾におけるナマコ種苗放流



写真7 七尾南湾におけるナマコ種苗放流



写真8 七尾南湾におけるナマコ種苗放流

(2) 放流効果調査

ナマコ種苗を放流してから半年後の令和6年2月に潜水士の目視確認や水中カメラ撮影によって放流したナマコ種苗の定着状況を確認するモニタリング調査を予定していたが、令和6年1月に発生した能登半島地震の影響により調査は中止となった。

5 活動の実施結果と考察

2年目ということもあり、ナマコ種苗放流はスムーズに実施することができた。しかし、放流効果調査が中止となったため、令和5年度は種苗放流の実施結果は確認することができなかった。

能登半島地震によって七尾湾内で海底に廃棄物が堆積した場所や海底が隆起した場所等が確認されており、事業実施場所への地震の影響が懸念される。

6 問題点とその解決策

令和5年度は種苗放流の効果を調査することができなかったため、令和6年度は令和4年度及び5年度の事業に対する効果調査も実施したい。また、併せて能登半島地震によるナマコ種苗や設置した貝藻くんへの影響も確認したい。

アカアマダイ種苗の放流技術の向上について

1 実施団体

実施団体名 ふくい水産振興センター

住 所 福井県小浜市泊 26 福井県水産試験場 企画・先端研究部内

代表者名 青海忠久

実施年数 1年目

2 地域及び漁業の概要

主要漁業種類として底曳網漁業、定置網漁業があり、ズワイガニ、アカガレイ、ブリ類、サワラ類が多く漁獲され、生産金額は県全体で 75 億円（令和 3 年）となっている。一方で、嶺南地域では延縄漁も盛んに行われており、徹底された鮮度管理のもと水揚げされたアカアマダイは、「若狭ぐじ」として京都などで重宝されている。

3 活動選定の動機と目的

当センターは、福井県、沿海市町、各地区漁業協同組合、福井県立大学、民間企業等が会員となって令和元年 8 月 1 日に産学官連携組織として設立された団体である。主な活動として、産学官連携した共同研究の企画調整、当センターのコーディネーターによる技術支援、技術指導や講習会の実施による人材育成、放流用種苗の調達・供給による資源増殖の推進を行っている。その一環で、アカアマダイの放流活動を実施している。

アカアマダイは、前述のとおり、「若狭ぐじ」として福井県が誇るブランドであり、令和 2 年には厳しい基準をクリアしたものを「若狭ぐじ 極」として浜値向上に向けた取り組みも進められている（図 1）。しかしながら、その漁獲量は、1994 年の 190t をピークに近年 70t にまで減少しており、その状況を打開す



図 1 「若狭ぐじ極」の PR ポスター

るため、令和 3 年からアカアマダイの種苗放流を開始した。令和 3 年に約 6 千尾、令和 4 年に約 6 千尾の種苗を放流しているが、放流直後の狂奔遊泳や鳥による食害などが課題であり、放流効果を高める技術の習得および普及が必要となっている（図 2、3）。そのため、ホースを使用して海底に直接放流する方法や生簀網内で静置してから放流する方法など、先進地の取組を取り入れ、放流を行うこととした。

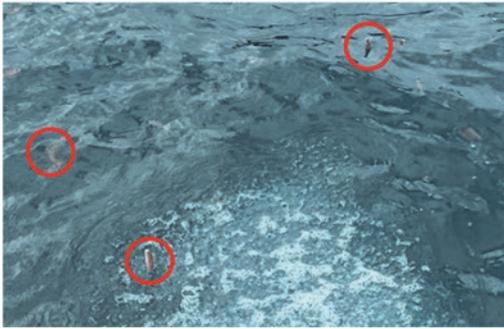


図2 狂奔遊泳する放流個体



図3 鳥による捕食の様子

4 活動の実施項目及び方法

- 活動項目

アカアマダイ種苗の放流

- 実施日時

令和5年12月12日

- 実施場所

福井県敦賀市色地先、おおい町大島地先、高浜町日引地先

- 実施項目および方法

① ホースを用いた海底への直接放流（以下、ホース式）

船上から海底まで長さ30m、口径75mmのホース（タイパワーホースWS、タイガースポリマー社製）を伸ばし、漏斗から種苗をホースへ流し込むことで放流した（図4、5、6）。



図4 放流で使したホース



図5 漏斗へ種苗を投入する様子



図6 船上からの放流の様子

② 生簀網内での静置（以下、生簀式）

生簀に設置した網へバケツで種苗を投入し、鳥に捕食されにくい夕方まで生簀網内に静置し、狂奔遊泳が落ち着いたことを確認してから放流した（図7、8）。



図7 生簀網の外観



図8 生簀網内の種苗の様子

5 活動の実施結果

山口県より、8,200尾の種苗を受入れ、各放流場所へ搬入後、放流を行った（表1）。

大島地先においては、水深20mの海域において、ホース式で放流を行うこととしていたが、悪天候により、漁港近くの海上からホース式にて放流を行った。放流後、種苗が海面に浮上してくる様子は見られず、鳥による食害も確認されなかった。

色地先、日引地先においては、生簀式で放流を行った。両地先とも17時に生簀網を開放し、放流を行ったところ、狂奔遊泳をしていた個体は数十尾と少なく、ほとんどが海底に向かって泳いでいく様子が確認できた。また、種苗をトラックから生簀に移す際に鳥が集まってくる様子が確認されたが、生簀を開放する時には周囲が暗くなっており、鳥の姿も確認されなかったため、生簀式においては、狂奔遊泳を抑える効果に加え鳥がいなくなってから放流できるという利点があると言える。

また、すべての地点で放流効果を把握するため、ヒレ抜去による標識付けを行った（図9）。

表1 各漁協の放流尾数および標識尾数（尾）

漁協名	放流尾数（内 標識尾数）
大島漁協	3,400（1,020）
敦賀市漁協	1,300（500）
若狭高浜漁協	3,500（500）



図9 ヒレ抜去作業

6 次年度に向けた課題とその解決策

大島地先で実施したホース方式は、陸上の漏斗口と海底の先端部との水圧差のためか、送り出しに時間がかかり、ホース内で種苗が滞留する場合があった。そのため、トラックから直接ホースを伸ばすなどして水流を付けることが推奨された。

色地先、日引地先で実施した生簀式は、網を引き揚げる際に、網底に溜まっている稚魚が多く見られ、網に引っ掛かる場合があった。種苗に注意して引き上げるとともに、生簀網へ投入してから引き上げるまで十分に時間を置くべきであると考えられた。また、種苗を投入してから静置している間に海鳥が頻繁に現れたので、天井網等を張ることが推奨された。暗くしたほうが種苗は落ち着きやすいため、暗幕がより良いと考えられる。

今回は、上記の解決策を実施し、より放流効果の高い手法を採用するとともに放流数も増やしていきたい。

ワカメ養殖における自家生産種苗の有効性の検討

1 実施団体

実施団体名 由比港漁業協同組合 若潮研究会
住 所 静岡県静岡市清水区由比今宿字浜 1127
代表者名 石川貴浩
実施年数 1年目（最終年度）

2 地域及び漁業の概要

静岡市由比地区は温暖な気候と海や山の自然に恵まれ、みかんやびわなどの果樹栽培が盛んなほか、サクラエビやシラスの産地となっている。特にサクラエビは本県のみで操業が行われており、水産加工業や飲食業等からなる地域経済を支える重要な産業であるが、近年はサクラエビやシラスの不漁により、漁獲量が減少している。

また、サクラエビ、シラスの禁漁期間である冬期に、一部の漁業者がワカメ養殖を行っている。

主要な漁獲物：サクラエビ、シラス

主な漁業種類：サクラエビ2そう船びき網漁業、シラス1そう船びき曳網漁業、
大型定置網漁業

3 課題選定の動機と目的

近年は高水温が主因と推定される生育不良により、ワカメ収穫量が減少している。由比港漁業協同組合若潮研究会では、毎年12月に他県から種苗を購入してワカメ養殖を行っているが、これまでの購入種苗だけでなく、自身の手で、地元漁港周辺海域に自生するワカメから種系を生産することを計画した。自生するワカメは、購入種苗と比較して高水温への耐性が強いと期待できるため、今後は自家生産種苗によるワカメ養殖への転換の可能性を検討することとした。

4 活動の実施項目及び方法

(1) 自家種苗を用いた種系生産

5月中旬に漁港周辺に生育しているワカメからメカブを採取した。採取後、メカブに付着している汚れを取り除き、30分程度日陰にて乾燥させた。その後、メカブを海水に漬し、遊走子を放出させ、種系を巻いた枠を設置した水槽に海水ごと投入した（写真2～5）。



写真1 港内に自生するワカメ

水槽は、漁港内の直射日光が当たらない場所に造られたビニールハウス内に設置され、水槽自体も寒冷紗を被せ、止水にて管理を行った。水槽内の海水は、蒸発等により水位が減少し、塩分濃度が上昇するため、定期的に塩分濃度を測定し水量の調整を行った。

発芽を促進するため、約半年後の11月中旬に種糸を漁港内の潮通しが良い場所に設置した。



写真2 採集したメカブを陰干し



写真3 海水を投入し遊走子を放出させる

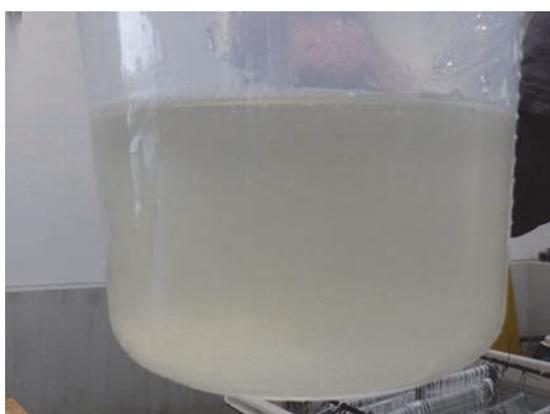


写真4、5 遊走子が放出された海水と、種糸水槽に投入している様子

(2) 養殖ロープの沖出し（購入種苗と自家種苗の比較）

種糸を神奈川県と長崎県の業者2者から購入し、12月上旬に長崎県からの種糸を、下旬に神奈川県からの種糸をロープに巻き付け、沖出しした（写真6～8）。いずれも種苗は3～5cmまで生育していた。

一方、自家生産した種糸については、仮沖出し中に藻食性魚類が原因と推察される食害により、芽がほとんど食べられてしまったため沖出しすることができなかった（写真9）。そこで、水槽で予備として保管しておいた種糸（種苗は5mm程度まで生育）を1月上旬にロープに巻き付け、沖出しを行った。



写真6 ロープへの種糸巻き付け作業



写真7 ロープに巻き付けられた種糸



写真8 沖での設置作業



写真9 食害にあった種糸

5 活動の実施結果と考察

購入した種苗については、沖出し後、地元で「ノコ」と呼ばれる珪藻類がロープを覆い、生長は不良であった。そこで、ブイの長さを調整し、ロープを海面に漂わせるようにしたところ、波によりロープが洗われ、1月上旬には付着物は大きく減少した。

沖出し約1か月後には、20～30cm程度まで生長し、ロープに密に生えているワカメが確認できた。さらに、その3週間後には、60cm程度まで生長しており、中には小さいメカブを形成したのもあった（写真10、11）。

2月中旬にワカメの間引きを主目的に、生長がよいものを選び170kg収穫した（写真12）。3月に本収穫を予定しており、本年は前年比約10倍となる750kgの収穫が見込まれる。

自家生産した種苗については、予備の種糸を用いたこともあり、あまり芽が出ていない状態での沖出しとなったため収穫には至らなかったが、沖出し約1か月後となる2月中旬にはやや密に生えている様子が確認できた（写真13）。この結果から、種付けから仮沖出しするまでの工程は順調であると考えられ、来年以降の自家生産種苗による養殖に期待できる結果となった。



写真10 順調な生育であった購入種苗



写真11 確認できた小さいメカブ



写真12 間引き収穫の様子



写真13 自家種苗の生育状況

6 今後の展開

今回活動を行った結果として、上述のように、種糸を水槽から仮沖出しした際の食害が課題として浮かび上がった。

そこで、予備の種糸を用いて、アルテミアふ化水槽を活用した生育を試みた。試験は、アルテミアふ化水槽に約2cm間隔で切断した種糸をいれ、エアレーションをしながら、海水掛け流した立体攪拌方式(写真14)で行った。その結果、開始から約40日後には、約3cmまで生長した種苗を確認でき、この種苗を養殖ロープに挿すことで、仮沖出しすることなく、購入種苗と同程度まで生長した種苗を沖出しすることが可能であることが推察された。



写真14 試験の様子

また、本県では、仮沖出しせず、自家種苗を水槽からそのまま養殖ロープに巻き付け、沖出ししている地区もあることから、翌年度はそのような方法も試験的に導入し、生育の比較を行う予定である。

延縄漁業でのマフグ資源の適正利用に向けた取組

1 実施団体

実施団体名 与謝釣・延縄組合
住 所 京都府与謝郡伊根町字日出 477 番地
代表者名 森田直弥
実施年数 1年目（最終年度）

2 地域及び漁業の概要

与謝釣・延縄組合は、伊根町と宮津市を拠点とする漁業者8経営体が参画しており、主に若狭湾西部海域である丹後海（図1）で操業を実施している。丹後海沿岸では、大・小の定置網漁業の他に、採貝藻漁業、刺網漁業等の多様な漁業が営まれている他、内湾域では、栄養豊富な餌料環境を利用して、トリガイやイワガキ、マガキ、アサリ等の二枚貝類の養殖が実施されている。また、釣・延縄漁業で「生産マニュアル」に基づいて生産されるアカアマダイについては、「丹後ぐじ」

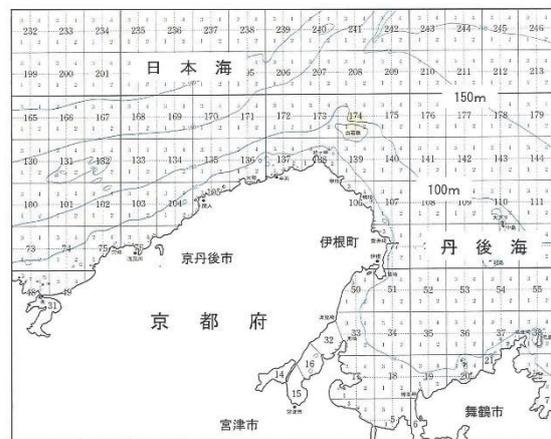


図1 京都府沿岸の漁場図

（京のブランド産品）としてブランド化されており、その生産量は平成25年の約12.5トンから令和5年には約3.3トンに、生産金額は約3千4百万円から約1千6百万円と減少しているが、単価（円/kg）は2,696円から4,830円と上昇している。生産量、生産額の減少や単価の上昇は、令和3年のマニュアルの見直しにより、生産量の多かった500gより小さいサイズがブランドから除かれたことも要因の一つである。

3 課題選定の動機と目的

近年、延縄漁場（水深80～160m）において、マフグが多獲される状況にある。マフグはトラフグに比べて安価であるが、その食味はトラフグに勝るとも言われており、山口県ではプライドフィッシュに指定されている。以上のことから、延縄漁業の有力な漁獲対象資源となり得る素材と考えられるが、現在、延縄漁業で使用されている漁具はアカアマダイ等を漁獲対象としたものであり、マフグにハリスや糸を切断される事例が多発しており、漁獲に至っていない資源が多数存在すると考えられる。

そこで、マフグに対応した漁具を導入して時期別、水深帯別に漁獲試験を実施し、分布状況を調査するとともに、令和5年の釣・延縄漁業でのマフグの漁獲量や単価等の傾向を調査することにより、延縄漁業でのマフグ資源の有効利用の可能性について検討した。

4 活動の実施項目及び方法

(1) マフグ資源の分布調査に向けて取組

与謝釣・延縄組合の6名が各々マフグ用の延縄釣具(各300針)を作成し、6月26日と7月19日に調査を実施した。調査を終了した船は、近隣の2つの漁港に帰港し、陸上で待機していた同組合の漁業者各1名が漁業者別に所定の記録用紙に漁場、延縄を設置した水深帯とマフグ(図2)の漁獲尾数を記録した。



図2 漁獲されたマフグ

なお、10月以降に秋季の分布調査を実施する予定であったが、天候等により実施できなかった。

(2) マフグ資源の利用に向けた取組

令和5年1~12月について、丹後海の延縄漁業で漁獲されるマフグが水揚げされる市場において、月別のマフグの漁獲量、単価を調査するとともに、令和6年2月に関係者でマフグ資源の有効利用に向けて協議した。

5 活動の実施結果と考察

(1) マフグの分布調査に向けた取組

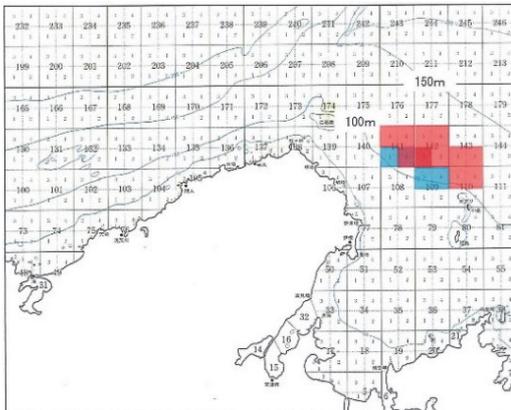


図3 6月の調査場所と漁獲状況

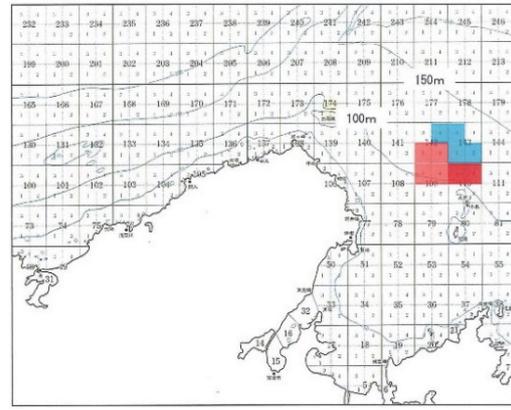


図4 7月の調査場所と漁獲状況

赤塗は1人あたり15匹以上の、青塗は1人あたり15匹未満のマフグが漁獲された漁場

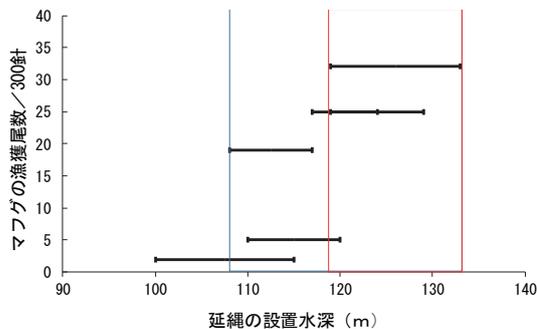


図5 6月の延縄設置水深と漁獲状況

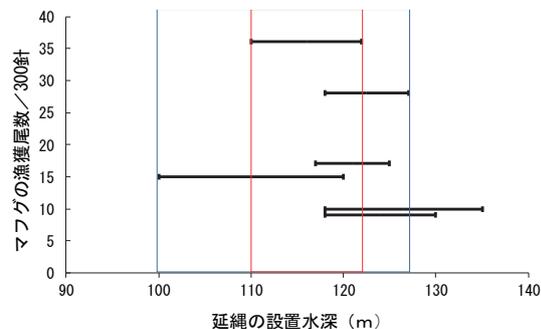


図6 7月延縄設置水深と漁獲状況

赤塗は1人あたり30匹以上、青塗は1人あたり15匹以上のマフグが漁獲された水深帯

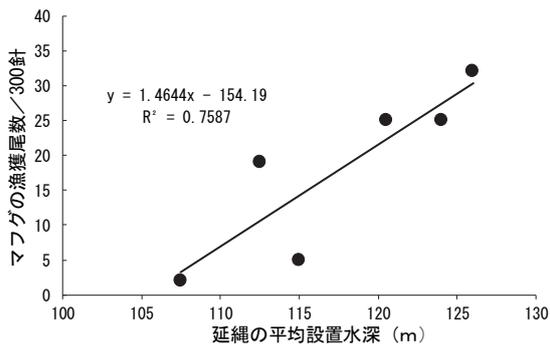


図7 6月の延縄平均設置水深と漁獲状況

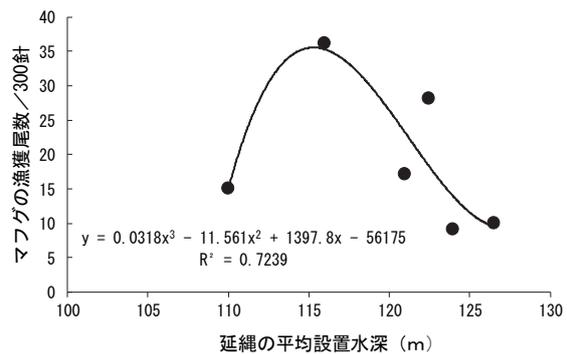


図8 7月の延縄平均設置水深と漁獲状況

マフグは、6月の調査で平均重量1.2kgの個体が108匹（平均18匹／隻）、7月の調査で平均重量1.1kgの個体が115匹（平均19匹／隻）漁獲され、個体数は7月の調査時の方が多かったが、平均重量を含めて差は大きくなかった。漁場としては、6月の調査が漁場図の109～110及び141～143（図3）で、7月の調査が109～110及び142～143（図4）で実施されており、6月と比較して7月の調査が若干東よりの漁場での操業となったが、いずれも水深帯としては100～150mの範囲で実施された。漁場別の漁獲状況を6月と7月と比較すると、1隻あたりの漁獲尾数を15匹以上と未満で区分した場合、6月は水深の深い方で、7月は水深の浅い方で1隻あたりの漁獲尾数が多くなる傾向が確認された。

この状況を詳細に確認するために、月別の延縄の設置水深帯と1隻あたりの漁獲尾数より、1隻あたりの漁獲尾数が15匹以上の水深帯を青塗で、30匹以上の水深帯を赤塗で図5、6に示した。6月に1隻あたり15匹以上漁獲された水深帯は107～133m、30匹以上漁獲された水深帯は119～133m、同様に7月に1隻あたり15匹以上漁獲された水深帯は100～127m、30匹以上漁獲された水深帯は110～127mであり、1隻あたり15匹以上の漁獲のあった水深帯は浅所へ拡大するとともに、1隻あたり30匹以上の漁獲のあった水深帯の浅所への移行も確認された。また、延縄の平均設置水深と漁獲数の関係（図7、8）をみると、6月は線形式で近似され、深所ほど漁獲尾数が多くなる関係がみられたのに対して、7月は水深115m付近で特に漁獲が多く、それより浅所でも深所でも漁獲数がそれより少なくなる関係がみられた。

以上のことから、2回の調査のみであるが、今回の調査結果が丹後海でのマフグの分布状況を表しているとするならば、当該海域ではマフグは主に水深100～130mの範囲に分布しているが、季節によりその主分布範囲の密度が変化する可能性が示唆された。

(2) マフグ資源の利用に向けた取組

令和5年1月から12月の延縄漁業によるマフグの月別の漁獲量と単価の推移を図9に示した。また、令和6年2月に関係者でマフグの有効利用に向けて協議した。

なお、本事業で漁獲されたマフグの漁獲量と単価については、6月と7月の数値に含まれている。

マフグは、3月から10月に漁獲されており、7月に約1,300kgと最も漁獲量が多くなった他は、約100kgから350kgで推移した。7月に最も漁獲量が多くなった要因としては、この時期に延縄漁船は価格の良いアカムツ（のどぐろ）を狙って通常より深い水深で

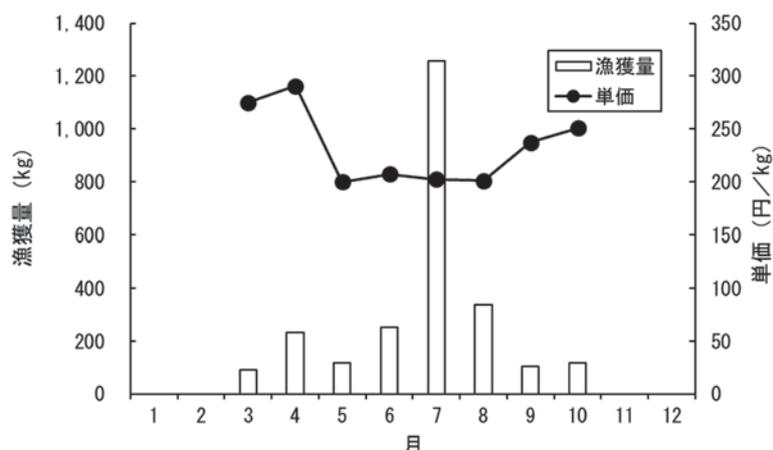


図9 延縄漁業によるマフグの漁獲量と単価の推移 (令和5年)

操業を実施される傾向があることから、その操業水深帯とマフグの主分布域が一致することにより漁獲量が多くなるのではないかと推察された。また、平均単価（円/kg）は3月が275円、さらに4月には291円と約300円近くの数値となったが、5月に200円まで急減したのち、8月まで同等の価格で推移し、9月が約240円、10月が約250円と上昇傾向が確認された。プライドフィッシュとして指定されている山口県でのマフグの旬は、3月から5月とされており、旬の期間に単価が高くなるとすると、京都府での単価の推移についても同様のことが影響していると考えられた。

令和5年の京都府でのマフグの漁獲量と単価の推移を提示してマフグ資源の有効利用に向け、漁協販売関係者及び漁業者と協議した（図10）。その結果、単価が500円程度まで上昇するとマフグを対象とした操業も考えられるとの意見があり、単価アップが利用拡大に向けての有効な方法であることが示された。今後、どのような手立てが考えられるのか継続して検討することとなった。



図10 マフグ資源の利用に係る協議

6 今後の展開

今回の調査で、京都府でマフグの漁獲量が多い夏季の分布状況及び単価の推移が明らかとなった。ただし、比較的価格の良い春季のマフグの分布状況については、夏季と同様であるのか、それとも差違があるのか、この時期の漁獲量を増やすためには更なる調査が必要と考えられた。一方で、マフグの単価は延縄漁業者が漁獲対象とするアカアマダイやアカムツと比較して明らかに低く、マフグを主として操業を実施するのは費用対効果の点から現状では現実的ではない。以上のことから、延縄漁業において漁獲されるマフグ資源の有効利用を図るためには、アカアマダイやアカムツを主に対象とする中で、漁獲量の多い夏季の単価を上げるような工夫（例えば活魚での利用、夏の商材としてのPR等）や単価が期待される春季の操業が必要と考えられた。

小型魚礁設置による基礎生産性の向上

1 実施団体

実施団体名 森漁業協同組合 4H クラブ
住 所 兵庫県淡路市久留麻 2205-5
代表者名 灰野吉一
実施年数 2年目（最終年度）

2 地域及び漁業の概要

兵庫県の南部、瀬戸内海に浮かぶ淡路島は、古くから「御食国」と呼ばれ、タマネギ、淡路牛を始め、古くから農林水産業が盛んである。中でも、水産業においては、東は大阪湾、西は播磨灘、南は紀伊水道に面し、多様な水産物が水揚げされる。本団体が所属する森漁業協同組合は島の北東部に位置し、組合員は75名、取扱金額は770百万円で、多くの組合員はノリ養殖と小型底曳き網漁業を兼業している。



図1 森漁協の位置

3 活動選定の動機と目的

森漁業協同組合 4H クラブ（青壮年部）は、部員14名で、漁業技術の研鑽や資源増殖にかかる取組、地域住民や小学生を対象とした体験漁業や魚食普及活動等を行っている。近年は特に地曳き網漁業体験教室が人気で、地元の小学生が多数参加し、報道関係者が取材に来るなど大盛況となっている。

近年、本県瀬戸内海側では様々な取組により水質は大きく改善したが、栄養塩の大幅な減少により、養殖ノリの色落ちやイカナゴの不漁、エビやカレイ等の減少など水産資源への悪影響が顕在化している。また、周辺海域では、磯焼けの被害も発生している。

そこで本団体では、生物多様性や生物生産性の回復に効果があると考えられる構造物を沈めることにより、周辺海域の基礎生産性の向上や生物多様性を促し、豊かな海の再生に取り組むことを目的とし、昨年度から活動を行っている。

4 活動の実施項目及び方法

(1) 実施内容の検討

本団体が選んだ構造物は、漁業者でも手軽に沈設できる小型魚礁（セラポラキューブ、日本リーフ株式会社製）である。そこに、基礎生産の場となる藻場の造成を少しでも促すためワカメの幼芽を取り付けることとした（写真1）。ワカメは、水深15m以浅の海域で、冬から春にかけて大きくなることが知られている。そのため、12月中旬に水深約5mの地点に小型魚礁を沈設し、翌年の2月中旬に効果を確認することとした。設置場所は、数年前までワカメが繁茂していた漁港前の防波堤付近とすることとした。



写真1 ワカメを付着させた魚礁

(2) 小型魚礁の沈設

昨年度の活動により、現在の環境でもワカメが繁茂することが確認できた。今回はさらに効果を高めるべく、設置位置を三カ所に分け、設置適地の検討を行う。

それぞれの位置にワカメの幼芽を付けた小型魚礁を12月18日に、図2に示す箇所に12基設置した。



図2 魚礁設置位置（青色部分）

(3) 小型魚礁の効果確認

今年度沈設した魚礁に加え、継続的な効果を検証するため昨年度沈設した魚礁についても確認の対象とし、2月14日に、水中ドローン（CHASING M2 PRO、Chasing-Innovation Technology Co.LTD.：写真2）を使用して効果の確認を行った。



写真2 水中ドローン

5 活動の実施結果と考察

(1) 実施結果

まず、今年度沈設した魚礁について、水中ドローンで確認できたものすべてに沈設時に取り付けたワカメが付着しており、無事生育していることが確認できた（写真3、4、5）。

特に、St3に沈設した魚礁については、周辺にヒトデなどの底生生物が多く見られ、魚礁にはワカメ以外の藻類も多く見られた。これは、付近にテトラポットや岩などの着底基質があり、そこに生えている藻類が付着したものと考えられる（写真6）。



写真3 St1の魚礁



写真4 St2の魚礁



写真5 St3の魚礁



写真6 ヒトデ（赤丸部分）

St1,2については、St3に比べワカメ以外の付着はあまり確認出来なかった。魚類は見られたが、ワカメの食害の原因となるクロダイも確認できた(写真7)。昨年度の活動で食害を受けたワカメが確認出来ており、St2は去年の沈設場所に近いので、この付近の沈設はあまり効果的ではないことが確認出来た。



写真7 クロダイ

昨年度沈設した魚礁については、種糸をつけずともワカメが生えていることが確認でき、砂地であっても着底基質を設置することで、藻場を広げることが可能と考えられた（写真8）。



写真8 昨年度沈設した魚礁

(2) 考察

今回の活動について、下記の通り考察した。

確認した全ての魚礁にワカメが生育しており、藻場の造成による基礎生産性の向上の効果はあったと考えられる。

さらに、周辺にデトリタス食性のナマコの姿も確認され、定着したことで海底からの栄養塩の供給ができていると考えられる（写真9）。



写真9 沈設魚礁付近のナマコ

6 今後の展開

藻場の造成及び底生生物の定着は確認でき、基礎生産性は向上したと考えられた。さらに今回の活動で、効果を高めるための設置適地も検討できた。今後は、この活動で沈設した魚礁の効果を引き続き検証しつつ、適地と考えられた場所から藻場を拡大していき、基礎的な生産性及び生物多様性の向上、及び豊かな海の再生に向けて尽力していきたいと思う。

マガキガイの種苗生産

1 実施団体

実施団体名 新庄漁業協同組合 新庄ツメバイ会
住 所 和歌山県田辺市新庄町 2827-3
代表者名 橘 智史
実施年数 2年目（最終年度）

2 地域及び漁業の概要

田辺市は、人口・経済の点で和歌山市に次ぐ県内第二の都市であり、県南部の経済・産業の中心地である。本市は、古くから紀南地方の交通の要衝として栄え、美しい海、山、川の大自然をはじめ、世界遺産に登録された「熊野古道」や「熊野本宮大社」に代表される古い歴史や文化、日本三大美人の湯で知られる「龍神温泉」や日本最古の湯といわれる「湯の峰温泉」など、人々の心と身体を癒す豊かな自然やたくさんの地域資源を有している。本会が活動している新庄漁業協同組合における令和4年度の状況は、組合員 319 人（正組合員 27 人、准組合員 292 人）で構成され、採介藻、刺し網、一本釣り、曳き縄など、多様な漁業が営まれている。漁獲量は約 4 トン、漁獲金額は約 6 百万円となっている（図 1）。

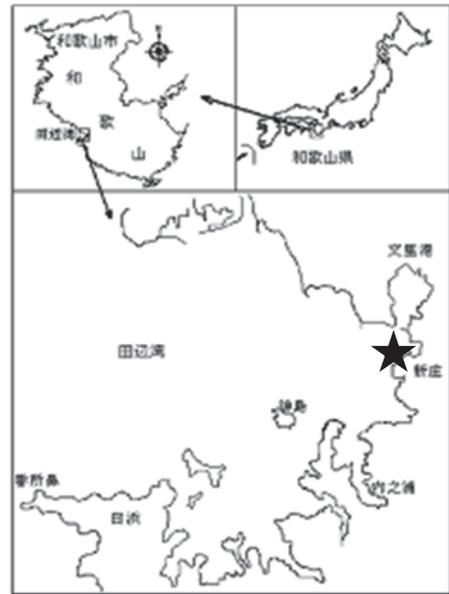


図 1 実施活動地域の位置

3 活動選定の動機と目的

本会が漁獲するマガキガイ（写真 1）は、地元では「ツメバイ」や「ピンピンガイ」とも呼ばれ、主に塩茹でや煮付けで食される。味の良さから人気が高く、1,200 円/kg 前後の高値で取引されることから、採介漁業者にとっては重要な漁獲対象となっており、漁獲方法の規制や禁漁期の設定により資源の維持が図られている。しかし、2 トン前後あった漁獲量は年々減少し、近年では 1 トン前後にまで落ち込むなど、資源状態は悪化している。したがって、今後は種苗放流による資源の維持増大にも取り組みたいと考えているが、マガキガイについては種苗生産に関する知見が殆どなく、種苗生産技術が確立しているとは言い難い。そこで、本活動では種苗放流による資源の維持増大を図ることを目的に、令和 4 年度より漁協施設内でマガキガイの種苗生産に取り組んでいる（写真 2）。



写真1 マガキガイ



写真2 種苗生産を行った漁具倉庫

4 活動の実施項目及び方法

(1) 採卵

当地区におけるマガキガイの産卵期は6～7月であり、毎年5月頃から水深3～4mの砂場浅所へ蟄集し、交尾する様子が観察される。そこで、本会所属の漁業者が令和5年5月22日に浅場に集まった成貝28個体(平均重量36g)を採取し、それらを上部ろ過式の60cmガラス水槽に收容し、自然産卵による採卵を試みた(写真3)。餌は水槽内に自然発生する付着珪藻を与え、補助的に市販のナマコ用配合飼料を週1回程度給餌した。飼育水は、漁港内で汲んだ海水をそのまま使用し、自然の産卵条件に近づけるため、底面には砂を敷き詰めた。飼育期間中は産卵の有無を毎日確認し、まとまった産卵が確認された際は直ちに卵を取り上げ、甲殻類の混入を防ぐため水道水に1～2分間浸した後、12ℓガラス水槽に收容して微通気により孵化まで管理した(写真4)。なお、成貝30個体を県水産試験場で飼育してもらい、卵の提供を受けた。



写真3 成貝の飼育状況



写真4 孵化水槽

(2) 浮遊幼生の飼育

孵化幼生の飼育は期間中に2回(3試験)実施した。

150ℓの海水を入れた200ℓポリカーボネイト水槽(以下、水槽)に幼生を收容し、ごく弱い通気を行うとともに、毎日1/5ずつ換水しながら飼育した。換水は別に用

意した 30ℓ 水槽に新しい飼育水を入れ、サイフォンで 3ℓ/時間ずつ注水した。飼育水は漁港内で汲んだ海水に市販の次亜塩素酸ナトリウム水溶液を 10ppm になるように添加し、塩素が抜けるまで放置して使用した。また、飼育水の水温を一定に保つため、海水を入れたプール内に 200ℓ 水槽を設置し、27℃に設定した小型循環式クーラー(ヒーター機能付き)と水中ポンプによりプール内の海水を循環させた。餌料は市販の二枚貝用植物プランクトン餌料(キートセロス・カルシトランス)を用い、換水用の 30ℓ 水槽内の海水に 20 ml を予め混ぜておき、換水とともに飼育水槽へ給餌できるようにした。(写真 5)。



写真 5 飼育状況

5 活動の実施結果と考察

(1) 採卵

採卵結果を表 1 に示す。

産卵は 6 月 23 日から始まり、飼育期間中に 6 回確認された。採卵は、6 月 23 日と 7 月 6 日に行った(写真 6)。また、水産試験場から 6 月 23 日に卵の提供を受けた。マガキガイの卵は、細い紐状の卵囊に球状の卵が並んでおり、その周辺に砂粒が付着していた。7 月中旬頃には多くの成貝が潜砂するようになり、交尾行動も確認されなくなった。



写真 6 マガキガイの卵塊

採卵については、成貝を採取し自然産卵により行ったが、成貝の飼育自体は容易であり、期間を通して斃死も見られなかったことから、今後同じ方法で採卵が可能と思われる。

表1 採卵結果

採卵日	産卵場所	飼育水温 (℃)	孵化数 (千個体)	孵化までの日数 (日)
6月23日	漁協	27.3	30	3
6月23日	水試	26.5~26.9	60	3
7月6日	漁協	27.5	20	4

(2) 浮遊幼生の飼育

浮遊幼生の飼育結果を表2に示す。

いずれの回も孵化後7～10日のうちに大量斃死が起こり、生残日数は10～23日間であった。浮遊幼生は、孵化後11日には殻の口から環状に広がった繊毛を出して遊泳するようになった(写真7)。孵化後しばらくは浮遊幼生が多数確認されるが、突然、大きく減耗するため、種苗生産技術を確立するためには、さらなる飼育方法の改善が必要と考えられる。

表2 幼生飼育結果

回次	収容数 (千個体)	収容水槽 (ℓ)	飼育水温 (°C)	換水	給餌量 (億cells・日)	給餌回数	生残日数 (日)
1	30	200	25.7～28.4	1/5・日	20	1日1回	23
1	60	200	25.7～27.5	1/5・日	20	1日1回	10
2	20	200	27.5～28.5	1/5・日	20	1日1回	11

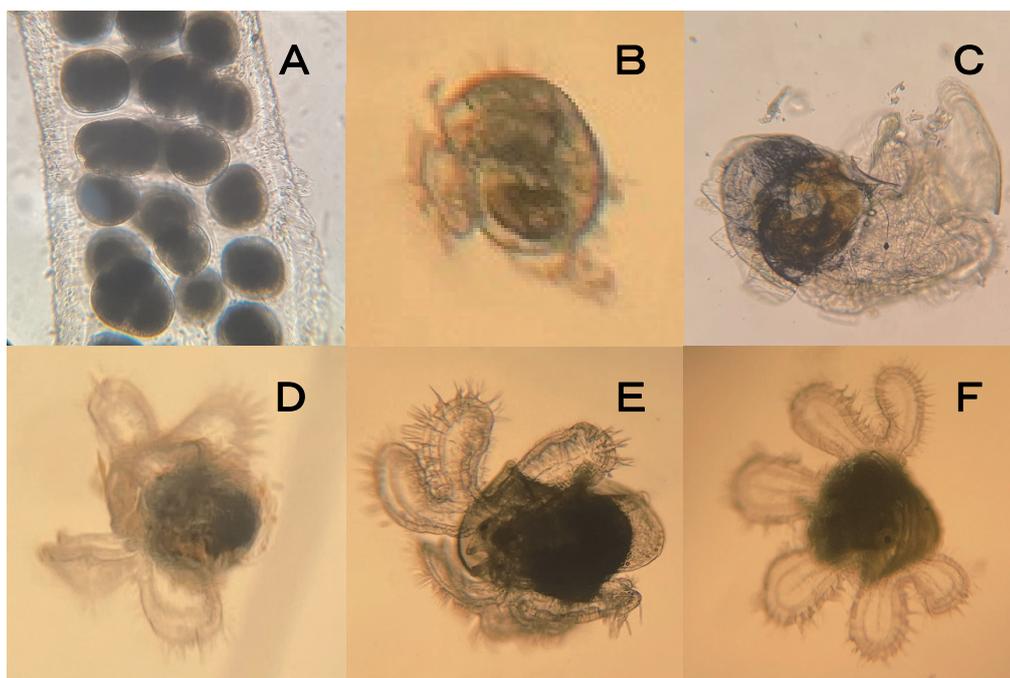


写真7 浮遊幼生の状況

A：孵化直前の卵、B：孵化後3日目の幼生、C：孵化後7日目の幼生、
D：孵化後11日目の幼生、E：孵化後15日目の幼生、F：孵化後22日目の幼生

6 問題点とその解決策

孵化幼生の飼育については、昨年度の結果を踏まえ、水温を一定に保つとともに、換水を毎日行うなど、飼育環境を改善して試験を行った結果、昨年度に比べて生残日数を延ばすことができた。しかし、初期の大量斃死を防ぐことはできなかったため、さらに飼育方法を改善していく必要がある。例えば、餌料や水流等の飼育環境の見直しなどが考えられるが、現

時点では大量斃死の原因が特定できていないため、対策の方向が定まっておらず、現場での対応が困難な状況である。

7 今後の展開

マガキガイの種苗生産試験について、令和4年度から2年間取り組んできたが、着底幼生を得ることはできなかった。今後、種苗生産を実現するためには、初期の大量斃死の原因究明及び対策が不可欠である。今回の試験は、現場での種苗生産を見据え、漁協の倉庫内に設置した簡易な飼育設備で行ったが、初期の大量斃死への対策が見出せない状況にある。課題解決に向けては、現場ではなく水産試験場のような研究機関において専門的な視点から試験を行う必要があると考える。そのため、水産試験場には引き続き課題解決に向けた研究をお願いするとともに、現場で対応できる改善策が見出された際には、再度、本会において種苗生産試験に取り組み、マガキガイの資源回復を図っていきたい。

マナマコ増殖実証試験

1 実施団体

実施団体名 鳥取県漁業協同組合境港支所潜水グループ
住 所 鳥取県境港市中野町 3305
代表者名 福家紀彦
実施年数 1年目

2 地域及び漁業の概要

境港地区は、広く日本海で操業する大小の旋網や紅ズワイ籠網等の沖合漁業の水揚基地として全国有数(令和5年の水揚量は3位)の水揚を誇る漁業の町である。

一方、私たちが営む沿岸漁業は、美保湾を主体に、主に小型底曳網やシラス掬い網、イカ釣等で、イカ類、カレイ類、イワシ類等を水揚している。このうち、潜水漁業は、他の漁業との兼業も可能で省コストなことから、特に若手漁業者が安定した経営を営む上で、非常に重要な漁業となっている。

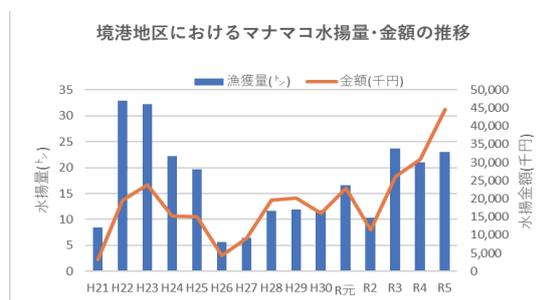


3 活動選定の動機と目的

私たちは鳥取県漁業協同組合境港支所に所属する組合員のうち、素潜り漁業を営む者で構成するグループである。私たちの漁獲対象のうち、ナマコは特に重要な資源だが、平成23年以降、水揚が急激な減少傾向にあったため、鳥取県水産試験場や栽培漁業センターの協力の下、資源管理(漁獲自主規制)や増殖の可能性を検討してきた。

特に、増殖策としては、他県で実績のある「採苗器による天然稚ナマコの捕獲と放流による増殖」を目指し、平成27年度以降、採苗器の改良や適地の選定を進めてきたところだが、令和3、4年度に行われた小規模(採苗器10基)な試験により、天然採苗の手応えが得られたことから、増殖活動に見合うレベルでの採苗数の確保に向けて、本活動を実施することとなった。

また、採苗後の放流方法や放流効果の把握には、一定量の稚ナマコを得る必要があるため、約10倍の規模での実証試験を行うこととした。



4 活動の実施項目及び方法

(1) 採苗器の設置と効果検証

採苗器の設置場所は、これまでに行った小規模な試験により手応えが得られた境港外港の沖防波堤の内側(右写真)とし、フロートで浮かしたロープ(180m)に1.5m 間隔に採苗器を垂下した。採苗器の垂下水深は、1m~5m に順次変え、水深によるの差を比較した。



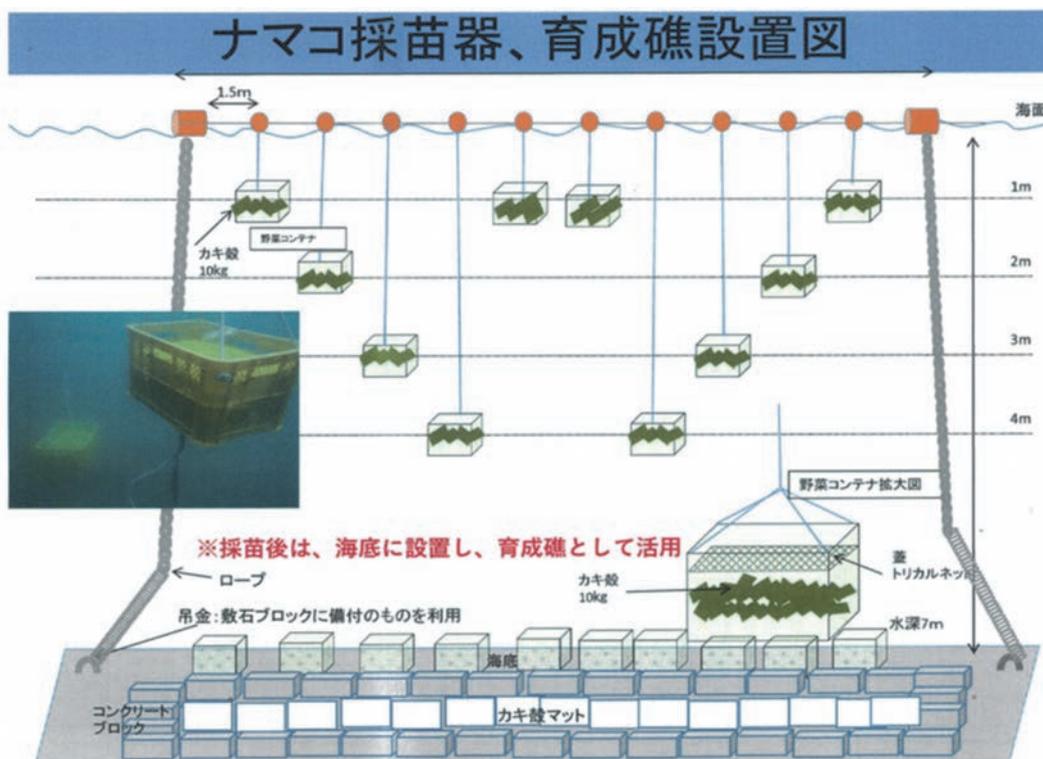
採苗器の設置位置(境港外港)

採苗数の把握には、10 個の採苗器を抽出して、内部の稚ナマコを計数し、全体に引き延ばすこととした。

さらに、採苗器の早期設置による採苗効果の向上を目指して、翌年3月に、再度、採苗器(100 個)を同様の方法で設置し、令和6年度の活動で効果を比較することとした。

(2) 放流礁の敷設と放流

採苗器を設置した場所に近い沖防波堤内側の根固めブロック(水深 6m)上に、牡蠣殻マット(50cm×50cm、厚さ 10cm)を敷設し、採苗後の採苗器を設置し、緩やかな放流を試みる。



活動項目	具体的な活動内容
(1)採苗器の設置と効果検証	① プラスティックの野菜用コンテナ(53×37×30cm)に牡蠣殻約10kgを詰めた採苗器(112個)を製作し、5月に延縄方式にて海上に設置する。採苗器の設置水深は、1～5mに振り分け、水深による採苗効率の比較に備えた。 ② 11月に採苗器の一部(10個)を抽出し、採苗数を計数するとともに、水深による稚ナマコの採苗数を比較した。 ③ さらに100個の採苗器を製作し、3月に設置して、早期採苗による採苗数増加の可能性の確認に備えた。
(2)放流礁の敷設と放流	① 牡蠣殻を網袋に詰めたマット(50cm×50cm、厚さ10cm)60個を製作し、境港外港防波堤内側の根固ブロック(水深6m)上に敷設した。 ② 上記(1)の採苗器(102個)を敷設した牡蠣殻マットの上に設置し、緩やかな放流を試みた。 ③ 放流効果の把握は、次年度以降、潜水により行うこととした。

5 活動の実施結果と考察

(1) 採苗器の設置と効果検証

令和5年5月2日に採苗器112個を延縄方式にて設置した。その後、11月27日に、水深別に2個ずつ、計10個の採苗器を取り上げ、内部の稚ナマコを計数した。得られたナマコは、採苗器1個あたり、5～39個体(平均21個体)だった。これを採苗器全数に引き延ばすと2,352個の稚ナマコが得られたことが推定された。

得られた稚ナマコの色と形状から、アカナマコと思われる個体が約7割を占め、それ以外の個体は、クロかアオかの判別は困難だった。また、これらの稚ナマコの大きさは19～71mm(平均46mm)とバラツキが大きかった。また、水深別の採苗個数には、明確な差は認められなかった。

ところで、この度の採苗器の設置により、多くの稚ナマコが得られることが判ったが、資源増殖の観点からは、さらに桁違いの放流が望まれる。そこで、令和6年3月に、再度、ほぼ同数の採苗器を設置し、早期設置の効果を検証することとした。

また、1本のロープに延縄式で採苗器を設置する場合、各採苗器は同じ水流に晒されることで、漂流するナマコ幼生が重複することが想定されることから、より広範囲の水流に晒される方式として、一部の採苗器を筏(5m×5m)に垂下することで、採苗効果を比較することとした。

(2) 放流礁の敷設と放流

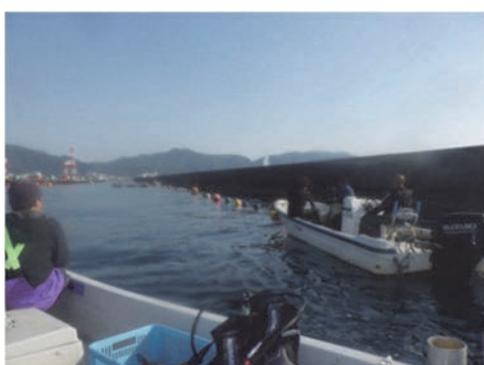
令和6年3月に牡蠣殻マットを敷設し、その上、または周囲に残る採苗器102個を沈設した。稚ナマコの放流は、自らの分散移動に任せることとし、その効果検証は、次年度以降の潜水調査に委ねることとした。



採苗器のセット



採苗器



採苗器の敷設作業



抽出した採苗器の中の稚ナマコ

6 次年度に向けた課題とその解決策

(1) 採苗数の増加

この度の活動では、112 個の採苗器で、推定 2,352 個体の稚ナマコが得られたが、私たちが漁獲するナマコの個体数に比べると、まだまだ僅かであることから、増殖効果を実感するためには、さらに桁違いの数量の稚ナマコが必要と考える。

そのため、次年度にはナマコ幼生の浮遊が始まると考えられる 4 月上旬には採苗器を設置するとともに、今年度は 1 本の幹縄に直線的に垂下していた採苗器を、より幅広い潮流にさらされるよう養殖生簀にも垂下するなどの改良を試みたい。

(2) 放流効果の検証

採苗した稚ナマコの放流方法として、海底に敷設した牡蠣殻マット上や周辺に採苗器を沈設し、稚ナマコの自然移動による緩やかな逸散を期待しているが、その経過や逸散後の漁場への定着を確認するには至っていないため、今後の活動で見極めていく必要がある。

そこで次年度には、潜水により放流域及びその周辺での稚ナマコの分布を観察し、放流効果の有無や稚ナマコの成長を見極めたい。

マナマコの資源増殖を目的とした種苗放流

1 実施団体

実施団体名 浜田地区沿岸漁業部会
 住 所 島根県浜田市原井町 3050 番地 1
 代表者名 河瀬貴博
 実施年数 3年目（最終年度）

2 地域及び漁業の概要

島根県浜田市は、県西部の「石見地域」に位置し、県内唯一の特定第三種漁港の「浜田漁港」を有する水産都市である（図1）。同市では、沖合底びき網漁業や中型まき網漁業、定置網漁業、採介藻漁業、一本釣漁業など多様な漁業が営まれている。近年では、令和2年と令和5年に高度衛生管理型荷捌所が完成し、令和3年7月には商業施設「はまだお魚市場」がオープンするなど、県内外の観光誘致が活性化され、賑わいを博している。



図1 浜田漁港

3 活動選定の動機と目的

近年、マナマコは海外需要の高まりに伴い日本国内の漁獲供給が急激に拡大し、浜田地区においても漁獲量が増加傾向にある（図2）。マナマコの漁獲量の増加は漁業収入を一時的に潤すが、移動性が低い上、成長に時間を要するため、資源の持続的な利用を危ぶむ結果をもたらす可能性も高い。このようなことから、浜田地区では、漁業者自らがマナマコ（アオ型・クロ型）の操業ルール（隔年操業や操業期間制限等）を定め、資源管理に努めてきた（表1）。

本活動では、マナマコ資源を今後も持続的に利用していくための資源量増加を目的に、令和3年度から豊かな海づくり実践活動推進事業を活用して種苗放流等に取り組んできた。今年度も引き続き、マナマコの種苗放流とマナマコ種苗の生残・成長試験を実施し、より効果的な種苗放流を目指すこととした。

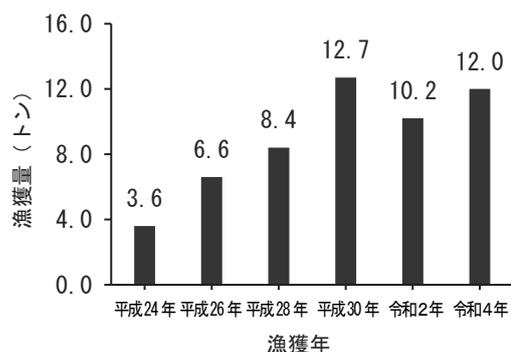


図2 浜田地区のマナマコ漁獲量（漁獲年）
 （出典：島根県漁獲管理情報処理システム）

表1 浜田地区のマナマコの操業ルール

項目	内容
操業年	隔年
操業期間	2月～4月
操業時間帯	9:00～15:00
漁獲サイズ	こぶし2個以上
漁獲可能量	1.5 トン/年/人

4 活動の実施項目及び方法

(1) マナマコの種苗放流

マナマコの資源量増加の試みとして、種苗放流を実施した。令和5年度の事業では、長崎県産（約35,000個体）と島根県産（約3,000個体）の種苗、合計約38,000個体を令和5年9月6日に放流した。長崎県産種苗を株式会社長崎県漁業公社から購入し浜田漁港内の8か所に、島根県産種苗（島根県水産技術センター浅海科が生産した種苗）を浜田漁港北側に位置するおばせの波止の2か所にそれぞれ放流した（図3）。放流方法は潜水とし、ボトル（収容数：2,500個体/ボトル）を用いて岩礁や転石の隙間のマナマコ生息場所に放流した（図4）。



図3 マナマコ種苗の放流場所と試験礁設置場所



図4 マナマコの種苗放流の様子

放流したマナマコの大きさについては、長崎県産で100個体、島根県産で20個体をランダムに抽出して麻酔無しで体長と体幅を測定し、山名ら（2011）¹⁾を参考に以下の式を用いて標準体長 Le (mm) を求めた。

$$\text{標準体長 } Le \text{ (mm)} = 5.30 + 2.01 \times (L \times B)^{1/2} \quad [L = \text{体長}, B = \text{体幅}]$$

(2) マナマコ種苗の生残・成長試験

マナマコ種苗の放流効果を評価するため、マナマコの移動を制限した試験礁（縦52cm×横38cm×高さ30cm）を作製し、試験礁内の種苗の生残・成長状況をモニタリングした。試験礁には、プラスチック製コンテナにコンクリートブロック、こぶし大の石及びカキ殻を収容し、種苗の散逸防止のためにナイロン製の網（目合い4mm）で全体を覆ったものを用いた（図5）。本試験を種苗放流と同日（令和5年9月6日）に開始し、種苗の一部を試験礁に収容した。試験礁は10個体収容区2基、50個体収容区2基、80個体収容区2基の計6基とし、浜田漁港のすぐ北側の水深3.5mの砂泥域に沈設し（図3）、定期的に網の掃除を行った。9月、11月及び1月にマナマコ種苗を計測したが、11月については経過観察のため10個体、50個体、80個体の各収容区1基の計測とした。



図5 試験礁

上：網をかぶせる前、下：網をかぶせた様子

本試験では生残個体数を計数し、各試験礁の生残率（計測時の生残数／開始時の収容個体数×100）を求めるとともに、マナマコ種苗の標準体長（ L_e ）と成長率（計測時の標準体長／開始時の標準体長）も求めた。

また、本試験では、マナマコの生残・成長に影響を及ぼす生息環境のうち水温に着目し、試験期間中の試験礁内外の海水温を温度ロガー（Onset社製、HOB0 MX ティドビット）を用いて1時間間隔で計測した。

5 活動の実施結果と考察

（1）マナマコの種苗放流

マナマコの種苗放流時の水温は27.1℃、放流水深は長崎県産で6m～12mで、島根県産で約4.5mであった。放流個体数は、長崎県産で浜田漁港内の北側2か所でそれぞれ約2,500個体、他の6か所で約5,000個体ずつ（合計：約35,000個体）、標準体長は 20.3 ± 6.3 mm（平均値±標準偏差）であった（図6上）。島根県産の放流個体数は、浜田漁港より北側の2か所で約1,500個体ずつ（合計：約3,000個体）であり、標準体長は、長崎県産より7mm程度大きい 27.6 ± 3.7 mmであった（図6下）。

本活動を実施した3年間で、令和3年度に約35,000個体、令和4年度に約35,000個体、令和5年度に約38,000個体、合計約108,000個体のマナマコ種苗を放流した。放流したマナマコ種苗は3年目以降から漁獲サイズに成長することが知られている（篠原ら，2020）²⁾。本活動による放流効果は今後検証する必要があるが、令和4年のマナマコの漁獲量は令和2年より約2トン増加しており（図2）、本活動が漁獲量の下支えになった可能性もある。

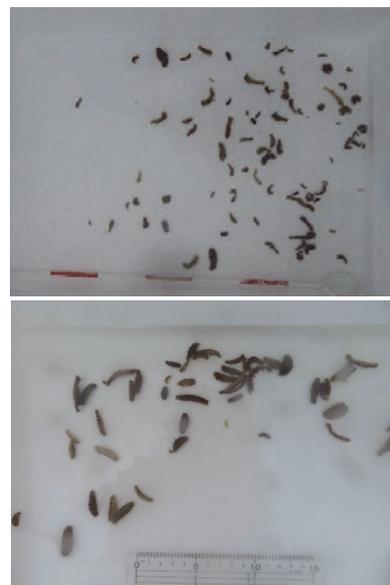


図6 マナマコ種苗
上：長崎県産、下：島根県産

（2）マナマコ種苗の生残・成長試験

本事業では、種苗放流と同日の令和5年9月6日に生残・成長試験を開始し、令和5年11月28日に経過を確認し、令和6年1月26日に終了した。マナマコ種苗の生残率、標準体長及び成長率を表2に、10個体収容区のマナマコの様子を図7に示した。試験礁②、試験礁④及び試験礁⑥については、本活動の終了までに試験礁コンテナを覆っていたナイロン製の網が時化により破網し、マナマコ種苗が流出したため、本活動では、試験礁①（10個体収容区。以下「10個体」とする。）、試験礁③（50個体収容区。以下「50個体」とする。）及び試験礁⑤（100個体収容区。以下「100個体」とする。）の結果で評価した。

表2 マナマコ種苗の個体数、生残率、標準体長及び成長率

試験礁 No.	個体数			生残率			標準体長 (mm)			成長率		
	9月	11月	1月	9月	11月	1月	9月	11月	1月	9月	11月	1月
①	10	10	10	100%	100%	100%	19.9	56.4	69.5	1	2.8	3.5
②	10	-	-	100%	-	-	21.1	-	-	1	-	-
③	50	42	40	100%	84%	80%	20.6	33.2	51.2	1	1.6	2.5
④	50	-	-	100%	-	-	19.7	-	-	1	-	-
⑤	80	66	59	100%	83%	74%	18.1	31.5	43.5	1	1.7	2.4
⑥	80	-	-	100%	-	-	15.1	-	-	1	-	-



図7 試験礁のマナマコ（左：試験開始時、中：経過確認時、右：試験終了時）

試験終了時の生残率は、10 個体で 100%、50 個体で 80%、80 個体で 74%と比較的高い値を示した。令和3年度から令和5年度までの結果を基に、収容個体数ごとの生残率と成長率をまとめたところ、80 個体以下の収容で高い生残率（74%以上）を示すことがわかった（表3）。一方、100 個体では47%に低下したことから、80 個体が適当な密度とし、試験礁の容積と収容個体数（80 個体）を基に、種苗放流時の放流密度を試算すると 1,350 個体/m³以下が適当と思われる。

令和5年度の試験礁ごとの成長率は、10 個体が 3.5 と最も高く、50 個体及び80 個体では 2.5 及び2.4 と違いがほとんど認められなかった。これまでの結果を踏まえると、100 個体の成長率が30 個体、50 個体及び80 個体より高いことから、30 個体～100 個体の収容密度による成長率の差はほとんどないと考えられる（表3）。今回、10 個体を収容した試験礁では生残率が高く、マナマコも良好に成長したことから、浜田漁港内に放流したマナマコ種苗も10 個体収容と同様の7 cm程度に成長していると推察される。

試験礁内の海水温の変動を図8に示した。温度ロガーは試験礁内外に設置したが、試験礁内外の差は試験期間を通して±0.2℃以内であったため、試験礁内外による温度差はほぼなかったと考えられる。試験礁内の

表3 収容個体数ごとの生残率と成長率

収容個体数	生残率	成長率	試験年度
10個体	100%	3.5	R 5
30個体	95%	1.8	R 3、R 4
50個体	80%	2.5	R 5
80個体	74%	2.4	R 5
100個体	47%	2.8	R 4

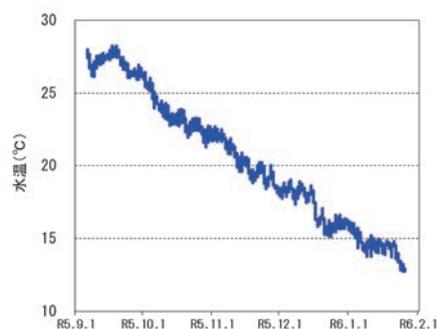


図8 試験礁内の海水温の変化

海水温は9月17日に最高28.2℃、1月26日に最低12.7℃を記録した。25℃以上の高水温期を経験したマナマコ種苗の11月の生残率は80%以上であったことから(表2)、本試験期間中の海水温はマナマコ種苗の生残に悪影響を及ぼさなかったと思われる。

マナマコの生残や成長を評価するために試験礁を用いた試験を実施してきた。試験礁はマナマコにとって移動を制限するものであり、試験礁内の環境が悪化すると生残率が低下することがわかった。その一方で、試験礁内の環境が良好であれば生残率は高く、ストレスのない収容密度であれば大きく成長することがわかった。試験礁という閉鎖的な環境においても一定の密度であれば生残及び成長に大きな影響はなく、実際の種苗放流ではマナマコに移動制限はないためマナマコ自身で適した場所への移動が可能であることから、自然海域では放流密度による影響の考慮は除外してもよいと思われる。

6 今後の展開

本活動を実施した3年間で、種苗放流の効果をマナマコの生残や成長で評価してきたが、漁獲されるマナマコが種苗放流由来のものかは検証できていない。今後は、マナマコのDNAを用いて親子判定が実施できれば、放流効果を高い精度で検証できるようになる。

令和5年度で本事業は終了となるが、浜田地区沿岸漁業部会では操業ルールだけではなく、種苗放流による資源量の増加にも注力することで、マナマコ資源の持続的な活用を実現していきたい。

7 引用文献

- 1) 山名裕介、五嶋聖治、浜野龍夫、遊佐貴志、古川佳道、吉田奈未. 北海道および本州産マナマコの体サイズ推定のための回帰式. 日本水産学会誌 2011; 77(6)、989-998.
- 2) 篠原義昭、澤田英樹、鈴木啓太. 宮津湾におけるマナマコの資源評価と資源管理. 京都府農林水産技術センター海洋センター研究報告 2020 ; 42、1-7.

餌料藻場礁を活用したマナマコ放流試験

1 実施団体

実施団体名 広島湾底びき網等資源管理協議会
住 所 広島県江田島市沖美町岡大王 558 番地 沖漁業協同組合内
代表者名 丸木秀夫
実施年数 1年目

2 地域及び漁業の概要

広島湾は厳島、江田島、倉橋島に囲まれた静穏な海域で、太田川から流入する豊富な栄養を利用したカキ養殖が盛んに行われている。

湾内では底びき網や刺し網をはじめ様々な漁船漁業が営まれ、様々な魚介類が漁獲されており、代表的な魚介類7種（メバル、コイワシ、オニオコゼ、アサリ、クロダイ、カキ、アナゴ）を『広島湾七大海の幸』と称し、豊かな里海で育った魅力ある食材として多くの人々にPRされている。

また、湾内のカキ筏にはナマコ浮遊幼生の着定基質としての働きもあり、カキ筏に着定し育ったナマコが成長に伴い脱落することで、カキ筏周辺にはナマコ漁場が形成され、冬季にはナマコを目的とした底びき網漁業が行われている。

3 活動選定の動機と目的

ナマコは市場単価も高く、広島湾周辺の底びき網漁業にとって重要な魚種の一つであるが、漁獲量は減少傾向にある。このため、当協議会ではこれまでカキの養殖連に付着して水揚げされる稚ナマコをカキ作業場で採集し、放流を行ってきたが、採集できる数量は年によって安定しない上、年々減少している。

そのため、採集が困難になりつつある天然種苗の代替として、人工種苗を用いた放流が行えるよう、ナマコ種苗生産を要望する声が県内でも大きくなり、今年度から一般社団法人広島県栽培漁業協会（以下、栽培漁業協会）がナマコ種苗の量産試験を開始したことで、当協議会の地区を含め、県内全域で種苗放流によるナマコ資源の回復に取り組む機運が高まっている。

一方、県内各地で広島県による増殖場整備が行われており、このうちガラモ場造成を目的とした餌料藻場礁（投石帯）はナマコの育成場所・夏眠場所となることから、ナマコ資源の増殖効果も期待されるが、ナマコ資源が減少しているため、自然発生した稚ナマコの着定を待つだけでは速やかな増殖効果は得られない。

そこで、餌料藻場礁に人工種苗を集中放流することで、餌料藻場礁のナマコ資源増殖効果を最大限に発揮させ、ナマコ資源の増殖を図ることを目的とした。

4 活動の実施項目及び方法

(1) 種苗放流

試験には栽培漁業協会が実施した量産試験の成果品である全長 9.0 ± 3.7 mmの稚ナマコ (図1) と株式会社 長崎県漁業公社から購入した全長 18.0 ± 9.7 mmの稚ナマコ (図2) を用い、前者を深江地区に、後者を鹿川地区にそれぞれ 20,000 匹放流した。



図1 栽培漁業協会から配布された稚ナマコ



図2 長崎県漁業公社から購入した稚ナマコ

放流は潮流による逸散を避けるとともに、沈降するまでに魚類による食害・誤飲を受けないよう、確実に餌料藻場礁に稚ナマコを送り届けるため、樹脂製ネットにカキ殻を詰めたものに建材ブロックを括りつけた小型簡易魚礁に種苗を入れて沈設する方法で行った (図3)。

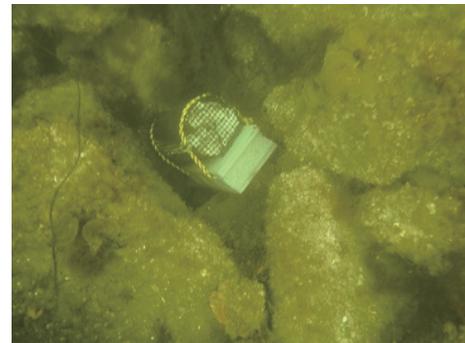


図3 小型簡易魚礁 (右は沈設した状態)

(2) 小型簡易魚礁引き上げ調査

鹿川地区は令和5年11月21日に、深江地区は11月27日に放流する際に用いた小型簡易魚礁の一部を引き上げ、内部に残存していた稚ナマコの計数を行った。

また、同日に放流場所近傍で水中カメラを沈めて海底の様子を録画しながら低速で移動し、その間に写り込んだナマコの数と移動距離から資源量の推定を試みた。

(3) 操業調査

鹿川地区では令和6年1月27日に小型機船底びき網による調査を行い (図4)、漁具の幅と曳網距離から操業面積を算出し、操業面積当たりの漁獲量を指標として、放流場所近傍と離れた場所とで比較した。

深江地区では令和6年2月6日に、素潜り漁による調査を行い（図5）、作業時間当たりの漁獲量を指標として、放流場所近傍と離れた場所とで比較した。



図4 小型機船底びき網調査



図5 素潜り漁調査

また、今回用いた放流種苗はアオナマコを親として生産されたものであるが、アオナマコとクロナマコは遺伝的に同一で、アカナマコは遺伝的に異なるとの報告があることから、漁獲されたナマコのアオ・クロとアカの比率を継続して調査することで、放流効果を検証することを考えていたが、外観上判別が難しい個体が多くいたことから断念した。（地元漁業者の間ではハイブリッド型と呼ばれ、販売する際は価格の安いアオナマコとして扱われている。）

5 活動の実施結果

(1) 小型簡易魚礁引き上げ調査

鹿川地区、深江地区共に2基ずつ引き上げたが、各地区ともに2匹しか確認できなかった。（図6）

稚ナマコが移動しにくい砂泥地をフィールドにした類似の放流試験では、多くの稚ナマコの残存が報告されているが、小型簡易魚礁自体の収容力は決して高くはないと考えられることから、本試験ではあくまで底まで送り届けるためのものと考え、放流後、稚ナマコが速やかに分散できるよう、移動するための基質が多い餌料藻場礁を放流場所としたことで、小型簡易魚礁から周辺の岩の隙間などに速やかに移動していったものと思われる。



図6 左：引き上げ作業 右：回収した稚ナマコ

また、水中カメラを用いた調査は長さ1 mの鉄筋を大きさの推定ができるよう20 cmごとに赤白で色分けした棒の上部にカメラを取り付け、海底の撮影を試みた。

図7は事前に港内で栈橋上から撮影した画像で、右上に30 cm程度のクロナマコ、左下に20 cm程度のアカナマコが確認できたが、実際に漁船を流しながら調査したところ、想定以上に岩が点在していたため、棒が海底の岩に引っ掛かるなどし、上手く実施することができなかつたため、この手法での調査は断念した。



図7 水中カメラで撮影したナマコ

(2) 操業調査

ア 小型機船底びき網

操業面積当たりの漁獲量は、放流場所近傍では2,348 kg/k㎡、離れた場所では1,613 kg/k㎡で放流場所近傍が離れた場所より多く、平均重量は放流場所近傍では407 g、離れた場所では553 gと放流場所から離れた場所の方が大きかった。

操業面積当たりの漁獲匹数は放流場所近傍では5,769 匹/k㎡、離れた場所では2,917 匹/k㎡で、ナマコの生息密度は放流場所近傍が離れた場所の2倍程度高いことが推定された。

イ 素潜り漁

操業時間当たりの漁獲量は、放流場所近傍では10.4 kg/時間、離れた場所では6.9 kg/時間で放流場所近傍が離れた場所より多く、平均重量は放流場所近傍では155 g、離れた場所では217 gと放流場所から離れた場所の方が大きかった。

操業時間当たりの漁獲匹数は放流場所近傍では67 匹/時間、離れた場所では32 匹/時間で、ナマコの生息密度は放流場所近傍が離れた場所の2倍程度高いことが推定された。

なお、今回の報告には間に合わないが、漁期終盤の3月に各漁法で同様の調査を行う予定としており、それらの結果を含めて整理し、放流効果を検証するための初期値とする。

6 次年度に向けた課題とその解決策

(1) 継続した放流試験の取り組みについて

放流された稚ナマコは、漁獲サイズになるまで岩の隙間などに生息するため、ダイバーが潜ったとしても容易に発見できず、その間の追跡調査は非常に難しい。

また、長期的な調査においては、DNA マーカーを用いた手法も考えられ、県内ではガザミでマイクロサテライトマーカーを用いた追跡調査が行われたことがあるが、分析費用が高額であるため、当協議会の限られた予算で実施することは現実的ではない。

本試験は限られた予算で実施可能な調査手法として、放流した稚ナマコが漁獲サイズになるまでの長期にわたり、単位漁獲努力量あたりの漁獲量を放流場所近傍と離れた場所

調査し、その推移を比較することで放流の効果を検証するものであるため、引き続き同規模の種苗放流を行いつつ、調査を実施する必要がある。

(2) 漁場改善について

試験のフィールドとした餌料藻場礁はその名の示すとおり、藻場を増やすことを目的として整備されたものであるが、今回の調査では海藻がほとんど確認されなかった。

海藻が生えない原因の一つとして、天然藻場から距離が離れているため、海藻の種が流れ着いていないことが考えられ、このまま流れ藻による偶発的な漂着を待つだけではなかなか改善が見込めないため、当協議会では公益財団法人 広島県漁業振興基金の助成事業を活用して、4月頃に母藻移植を行う予定としている。

海藻が繁茂していれば天然稚ナマコの着定を誘発するとともに、藻体に付着した珪藻類が稚ナマコの餌に、枯れた藻体が成ナマコの餌になることで、ナマコ資源増殖に貢献することが期待できるため、種苗放流と並行して漁場改善にも取り組んでいきたい。

(3) 食害生物の駆除

これまで特に意識して来なかったが、県水産課の普及員によると底びき網で混獲されるイトマキヒトデが稚ナマコの食害生物であるとのことなので、混獲されたイトマキヒトデを海に返さず駆除することで、放流種苗の生残率向上が期待できる。

近年、ヒトデを原料とした害獣忌避剤が販売されていることから、近隣の農家と連携して駆除したイトマキヒトデを畑の害獣忌避に利用するなど、イトマキヒトデの駆除とその後の有効活用について検討していきたい。

(4) 放流直後の稚ナマコの動態

小型簡易魚礁を引き上げた際、内部に稚ナマコが残存していなかったことから、周辺の岩の隙間などに速やかに移動していったものと推察したが、実際に移動したことを確認したわけではないので、次年度はタイムラプスカメラを用いて撮影を試み、放流直後の稚ナマコの動態観察を行う予定である

アカウニの養殖試験

1 実施団体

実施団体名 大浦赤ウニ試験養殖実行団体
住 所 山口県長門市油谷向津具下 1878-3
代表者名 井上良助
実施年数 1年目

2 地域及び漁業の概要

大浦地区は、山口県北西部の長門市に位置しており、アワビ・サザエ・ウニ等の磯根資源に恵まれ、古くから採介藻漁業が盛んである。山口県漁業協同組合大浦支店には、令和4年3月末時点で98名の正組合員が所属しているが、その約半数が採介藻漁業に従事している。

しかし近年は、組合員数の減少や資源状態の悪化が進行しており、大浦地区の採介藻漁業による水揚量は20年前の約4割にまで減少している。そのため、当該地区では、アワビやアカウニの種苗放流や保護区域の設定などの資源管理に積極的に取り組んでいる。



3 活動選定の動機と目的

山口県内にはアカウニの養殖業者がおらず、漁場の適否や成育条件などの知見が不足している。このため当団体では、当該地区での生産方法の確立を図るため、令和4年6月から漁港内において小規模な養殖試験を開始しており、現在、約1千個体の種苗を飼育している。しかし、安定した漁業収入を得るためには大量生産が必要であり、現状の試験規模では、その採算性や作業性を検証するには十分ではない状況にある。

そこで、令和5年度は、種苗数を1万個体に増やして養殖試験を実施し、採算性や作業性を把握することで、事業として成立するかどうかを検証する。なお、本活動は山口県長門農林水産事務所水産部、山口県水産研究センターおよび長門市農林水産課の協力を得て実施した。

4 活動の実施項目及び方法

(1) 養殖方法

下関市栽培漁業センターから、20mmサイズの人工種苗1万個体を購入した。種苗は、プラスチック製のカゴ(57cm×36cm×28cm)に收容し、漁港内に設置した筏からロープで1カゴずつ垂下した。1カゴ当たりの收容密度は、初期は100個体を目安とし、成長に応じて分養し、最終的には40個体程度とした。

大浦地先の海岸に漂着した海藻（主にカジメ類）を1回あたり約700g隔週で給餌した。

(2) 種苗の受入れ時期別の生残率確認・殻径測定

今後、生産規模を拡大した際に、種苗を一度で受け入れると作業時間が長くなり斃死のリスクが高まるため、複数回に分割して受入れる必要が生じる。種苗の受入れは、計3回に分けて行った（表1）。生残率は、種苗受入れ時期別に斃死個体数を記録し算定した。殻径は、種苗受入れ時期別に各10個体を測定した。また、令和4年度に受入れた試験養殖1年目の種苗1,000個体の垂下水深別の成長について、垂下水深別（4、6、8m）の殻径の成長に差が見られなかったため、垂下水深を統一した上で、受入れ時期別の生残率確認・殻径測定を行った（図1、写真1）。

表1 種苗受入れ日別の受入個体数

年次	(参考)	(今回)		
	試験養殖1年目	試験養殖2年目		
種苗受入れ時期	令和4年6月3日	令和5年7月13日	令和5年8月7日	令和5年9月22日
受入れ個体数	1,000	2,000	4,000	4,000
計	1,000	10,000		

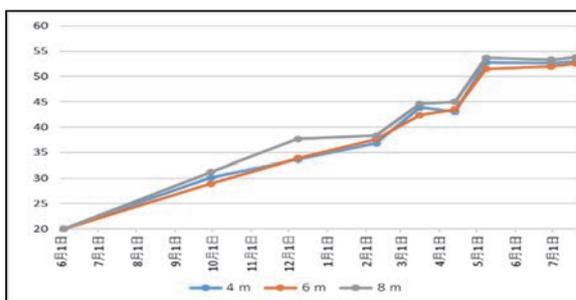


図1 令和4年6月3日受入れの殻径成長

写真1 垂下水深別のカゴ

(3) 生殖腺指数の測定及び生殖腺の色の判定

令和4年6月に受入れた種苗1,000個体の平均殻径について、上図1のとおり、平均殻径が令和5年5月時点までの11か月間で、出荷目安の殻径50mmを超えた。このことから、同海域の天然アカウニの主な出荷時期である6月から10月の間の計3回、殻径50mm前後の各6個体の生殖腺指数及び色を測定した。また、天然アカウニとの比較を行うため試験養殖している同海域のアカウニを採捕し、生殖腺の測定及び色の判定を行った。色の判定については、目視で行い、表2のとおり三段階で判定した。①黄色～橙色と②褐色での市場での評価に差はない。

表2 生殖腺の色の判定 三段階

	①	②	③
生殖腺の色	黄色～橙色	褐色	濃茶色
市場での評価	高い	高い	低い

5 活動の実施結果

(1) 養殖試験について

今年度は試験養殖2年目であり採算ベースの個体数で養殖を行ったが、十分に餌が確保できることと、作業性についても問題ないことを確認した。主に4名で作業を行い、1回の作業につき1.5時間程度を要した。給餌に要した海藻類は全て流れ藻を利用した。流れ藻の量は十分に確保が可能であり、今後規模を拡大したとしても餌の確保は可能であることを確認した。

生産したウニを利用し、仲買人・市場関係者・飲食店・宿泊業者等を対象に試食会を実施した。アンケートを実施したところ、回答した業者の内、71%の業者から「殻付きウニの購入を検討する」との回答があった。

(2) 種苗の受入れ時期別の生残率・殻径成長

ア 種苗受入れ時期別の生残率

7月13日に受入れた2,000個体については、初期の段階で斃死が全く確認されなかった。8月7日に受入れた4,000個体については、受入れ一週間後に、大量斃死が確認された(写真2、図2、3)。ウニの大量斃死は40カゴ中、約15カゴで発生し、大量斃死が発生したカゴの生残率は1-2割程度となった。大量斃死があったカゴに隣接したカゴも翌月以降に大量斃死する傾向にあった。こういった形での斃死は11月まで続いた。また、10月から11



写真2 斃死したアカウニ

月にかけては、7月及び9月に受入れた個体も同様の傾向で大量斃死がみられた。大量斃死が確認されたカゴおよびその隣接したカゴ以外では目立った斃死は見られなかった。

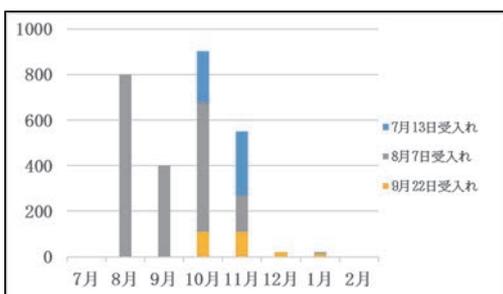


図2 種苗受入れ時期別の死亡個体数

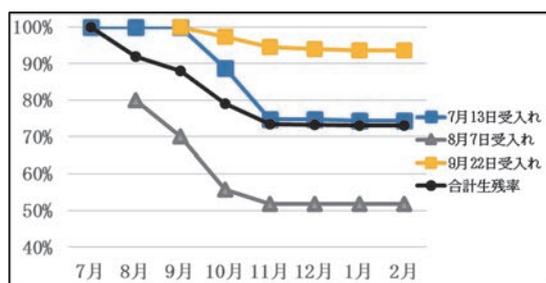


図3 種苗受入れ時期別の生残率

イ 種苗受入れ時期別の殻径成長

10月2日時点での平均殻径は、7月受入れ個体25.4mm、8月受入れ個体20.5mm、9月受入れ個体20.8mmで(図4)、7月受入れ個体と8月及び9月受入れ個体で約5mmの差があったが、11月9日時点での平均殻径は、7月受入れ個体28.0mm、8月受入れ個体27.7mm、9月受入れ個体29.0mmと、7月受入れ個体と同程度の殻径まで8・9月受入れ個体の成長が追いついた。また、直近測定の日2月15日時点の殻径は7・8・9月受入れ個体で同程度の殻径で成長している。

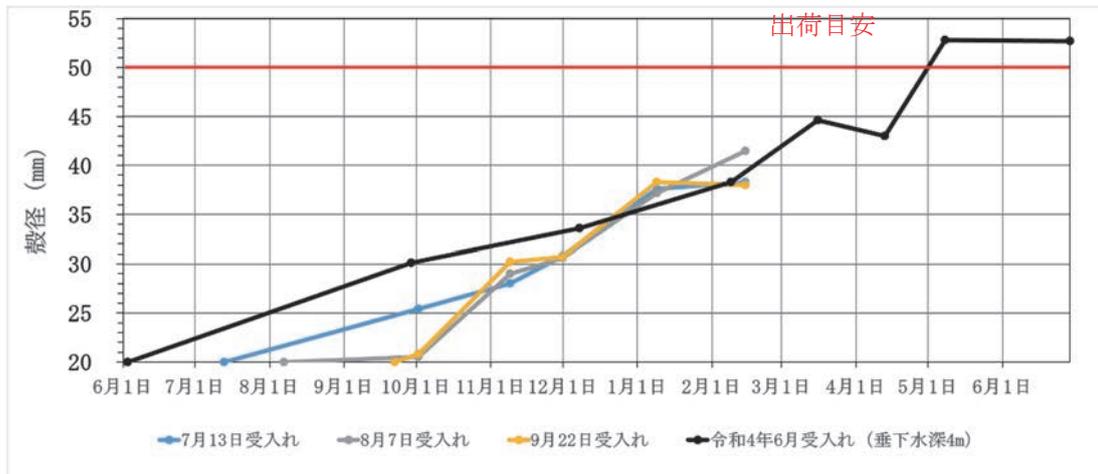


図4 令和5年受入れ時期別種苗の平均殻径及び令和4年受入れ種苗（水深4m）の平均殻径

(3) 生殖腺指数及び生殖腺の色

ア 生殖腺指数

天然アカウニとの比較を6月に行った。生殖腺指数の平均が6月6日養殖アカウニは7.9%であったのに対して、6月6日天然アカウニは5.8%であり、養殖アカウニの方が高い平均生殖腺指数となった。また、養殖アカウニの生殖腺指数はバラつきが少なかったのに対して、天然アカウニはバラつきが大きかった（図5）。

養殖アカウニの時期別の生殖腺指数について、6月6日は7.9%、8月7日は9.4%、10月16日は7.8%であり、8月7日がピークになった（図6）。

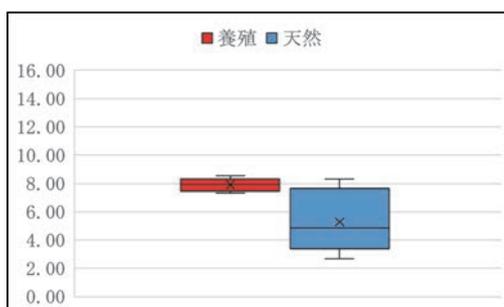


図5 養殖と天然の生殖腺指数（6月6日）

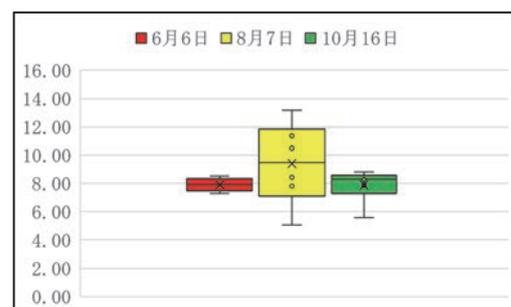


図6 養殖アカウニ時期別の生殖腺指数

イ 生殖腺の色

生殖腺の各色の割合を図7に示す。判定は（3）アと同時に実施した。

天然アカウニとの比較について、6月6日天然アカウニの色の割合は、黄色から橙色の割合が50%であり、残り50%は褐色から濃茶色であったのに対して、養殖アカウニは黄色から橙色の割合が100%であった。

養殖アカウニの時期別の色の割合について、6月6日、8月7日、10月16日、全てで黄色から橙色の割合が100%であった。



図7 天然と時期別養殖アカウニの生殖腺の色の割合

6 次年度に向けた課題とその解決策

試験養殖1年目に受入れた種苗1,000個体の養殖結果について、11カ月間で出荷目安50mmまで成長が確認でき、生残率も90%と高水準であった。また、試験養殖2年目の種苗10,000個体の養殖結果について、2月時点で、試験養殖1年目の殻径と同サイズで推移しており、出荷開始の目標時期である6月までには平均殻径50mmになることが予測され、十分に一年での出荷が可能である。しかし、生残率は、令和6年2月現在70%程度であり、1年目と比較すると20%ほど落ち込んでいる。原因としては受入れ時期の高水温、種苗搬入時の高気温による衰弱に伴う疾病発生・蔓延が可能性として考えられる。また、1年目の生残率の推移から見て2月以降の大量斃死の可能性は低いと考えられ、70%を維持して推移していくと見られる。このため、今後の大量斃死の対策として、次年度以降は高水温期の受入れを避けること、受入れ時からの薄飼（50個体/カゴ）によりリスクヘッジを行い、生残率について再検証していく必要がある。

出荷目安時期である6月から10月に測定した生殖腺指数は平均7-9%であり、生殖腺の色も良かったことから、殻付きウニとしての出荷も可能であることが分かった。試食会で実施したアンケートの結果から、商品価値の高さを実感した。次年度（令和6年の6-7月を目安）に初めての試験販売をする予定であり、利幅の高い殻付きでの販路開拓等に取り組む。

生殖腺指数について、既往知見によると、アカウニの最大生殖腺指数は約20%であり、まだ生殖腺指数の上がり幅がある。また、水温25℃で1-2カ月間給餌量を増加させることで生殖腺が増加するとの知見もあるため、来年度は給餌の量・餌の種類（生海藻又は乾燥海藻）を試験することにより、効率的・効果的に生殖腺指数を増やす方法を模索し、さらなる商品価値の向上を図っていく必要がある。



写真3 給餌風景



写真4 試食会時に展示した板ウニ（7月26日）

イカ産卵器具（産卵床）設置事業

1 実施団体

実施団体名 高松地区底曳網協議会

住 所 香川県高松市番町一丁目8番15号 高松市農林水産課内

代表者名 男谷 勝

実施年数 3年目（最終年度）

2 地域及び漁業の概要

高松市は瀬戸内海に面する香川県の中核市であり、海際に日本三大水域の一つ高松城を構える風光明媚、気候温暖な都市である。一方、年間を通じて降水量(年間平均降水量1,150mm)が少なく、河川流域面積も小さいことから、河川流量・流入負荷量が多くないという特徴を持つ地域でもある。

その中で、高松地区底曳網協議会は高松市漁業組合連絡協議会に加盟している6つの漁協に所属し、底びき網漁業を営む組合員によって構成されている任意団体である。会員が協力して漁業秩序の維持、水産資源の保護・育成に努め、生産の向上を図ると共に経営の合理化を推進し、会員の社会的・経済的地位を高めることを目的としている。団体の所属する漁業者の主たる操業海域である備讃瀬戸海域において、今後も豊かな瀬戸内海を維持したいという漁業者の考えのもと、昭和60年から今後の漁業者のことを考えた上で、資源管理の一環として、7月から9月までの土曜日一斉休漁、底びき網における小袋網の目合いを15節以上に設定した漁網での操業（網目制限）等、資源保護に努めてきた。また、抱卵ガザミ、クルマエビ、キュウセン（ベラ）、ヒラメ、メイタガレイ、マコガレイ、オニオコゼ、コウライアカシタビラメ（ゲタ）、マダコの各魚種について、漁獲サイズの制限、小型魚や親魚の再放流、高松市の補助を受けたマダコ種苗の放流等、栽培漁業にも努めている。

3 課題選定の動機と目的

高松市地区底曳網協議会は、近年のイカ類の漁獲量の減少が、アマモ場・ガラモ場等の産卵場所の減少に起因するものであると考え、令和2年度に籠網によるイカ産卵床を作成し設置試験を行った。結果として、良好な産卵実績が得られたことから、産卵床の材料や設置場所を吟味した上で、令和3年度は籠網による産卵床と間伐材を主とする産卵床を設置・検証したところ、間伐材を主とする産卵床でも良好な産卵実績が得られた。令和4年度は更なるイカ類資源の増殖を目的とし、産卵床の改良及び島しょ部（女木島）における産卵床の設置・検証を行った。令和5年度は女木島も高松側と同じ方法に統一し実施した。

4 活動の実施項目及び方法

令和3年度実施状況

2年度に試験した籠網によるイカ産卵器具に加え、新たに間伐材によるイカ産卵器具を試験することとした。また、籠網のフレームは金属管製、塩ビ管製を用意し、間伐材においてもバベ（ウバメガシ）、ヒノキを用意してそれぞれ試験した。

その結果、5、6月に行った調査では、コウイカ類（コウイカ、カミナリイカ）の卵塊を確認した。

令和4年度実施状況

3年度の成果から、間伐材による産卵床でも籠網による産卵床と同等の産卵実績が得られることが判明したため、製作・処分が簡便で環境負荷も少ない間伐材による産卵床のみを設置することとした。また、その設計において、3年度においては、間伐材の束を海底に寝かせるように設置したが、枝に泥が付着すると産卵の妨げになると推測し、間伐材へ小フロートを取り付け、水中で立つように改良した。

また、島しょ部である女木島の会員からも事業に参加したいという要望が高まり、女木島沿岸部の海中柱に間伐材の束を括り付けるという新たな手法での産卵床設置を行った。

なお、間伐材の樹種については、採取の合理性と前年度の比較検討の目的から、3年度のウバメガシ・ヒノキからカイツカイブキへと変更した。

その結果、5～8月に行った調査では、コウイカ類（コウイカ、カミナリイカ）の卵塊を確認した。

令和5年度実施状況

4年度までの成果で、産卵床の器具については、4年度に実施した方法を取り入れ、間伐材にはカイツカイブキを使用した。また女木島においても、防波堤柱へ括り付ける方法をやめて、産卵床の器具を統一して実施した。

4月 1日 イカ産卵床作成

4月13日～14日 イカ産卵床設置

5月11日 第1回調査

6月28日 第2回調査

7月11日 第3回調査

7月26日 第4回調査

9月25日 イカ産卵床撤去

4月13日 設置準備の様子。	産卵床に使用するカイツカイブキ。
	

(1) 産卵状況の確認

5月11日の調査においては、産卵床に集まるイカの様子を水中ドローンで観察することができた。また、5月11日時点で、産卵床に産み付けられた卵塊を確認できた。また、7月26日には卵塊はほぼなくなっていたが、産卵床には小魚が集まる等、イカの産卵期の終了後も留置することで、稚魚の生息域としても機能していた。

5月11日 産卵床に産み付けられたコウイカ類の卵塊。	7月11日 産卵床に集まるメバル稚魚。
	

(2) 産卵したイカの種類について

水中ドローンで確認できた卵塊は、すべてコウイカ類（コウイカ、カミナリイカ）であった。

(3) 高松市中央卸売市場での取り扱い状況について

令和3年からの高松市中央卸売市場での香川県内のイカ類の取扱量を取りまとめた。

コウイカ、カミナリイカ取扱量

(単位:Kg)													合計
1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
R3	79	4	119	7,115	11,749	6,698	1,279	18	761	2,765	2,220	1,105	33,912
R4	37	4	39	5,500	9,573	2,608	988	68	853	2,119	1,746	741	24,276
R5	151	17	120	3,229	9,283	5,142	1,553	74	965	3,391	1,135	459	25,519

アオリイカ取扱量

(単位:Kg)													合計
1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
R3	0	0	0	49	1,121	834	149	0	170	710	540	17	3,590
R4	0	0	0	1	321	320	54	27	500	654	397	88	2,362
R5	3	0	5	1	202	128	57	19	786	2,734	690	56	4,681

春に回遊してくる親イカの漁獲量は減少傾向だが、秋以降の新子の漁獲量は回復傾向が見られた。また調査で産卵は確認できなかったが、アオリイカの漁獲量の動向も同様の傾向にあった。

(4) 近隣漁業団体への波及効果

5年度に県内の別の市町の2漁業団体が同様の事業を開始している。また、令和6年度においては、更に別の2漁業団体もイカ産卵床設置の取組を検討していると聞いている。

5 今後の展開

5年度は産卵床の設置作業よりも早いタイミングでコウイカ類の産卵が見られていたの
で、6年度は早めの設置を検討したい。また、1か所ロープ2本で1直線に設置していたが、
多くの産卵数を確保するために1か所に複数ロープでの平行線に産卵器具を設置すること
も検討したい。

ナマコ幼生育成技術開発

1 実施団体

実施団体名 大分県漁業協同組合日出支店
住 所 大分県速見郡日出町大字大神 5418 番地
代表者名 中山公夫
実施年数 1年目（最終年度）

2 地域及び漁業の概要

大分県日出町は大分県中央部にある別府湾を漁場とした漁船漁業が盛んな地域であり、海底湧水に育まれた「城下カレイ」が有名である。大分県漁協日出支店に所属する組合員は小型底曳き網漁業、刺し網漁業、定置網漁業を営むものが多い。近年、燃油高騰や資材費の値上がり、漁獲量の減少によって漁家経営は厳しさを増している。主要な魚種の1つであるナマコは中国向け輸出で需要が高まっているが、資源管理の取組にもかかわらず、漁獲量が減少している。

主要な漁獲物： ハモ、イカ、エビ、ナマコ

主な漁業種類： 刺し網漁業、小型底曳き網漁業、定置網漁業

3 課題選定の動機と目的

近年、日出地区では資源管理の取組を行っているにもかかわらず、ナマコの漁獲量が減少している。今後、種苗放流を行う予定があるが、他県の種苗生産状況によって放流尾数変動するため、計画的な資源管理は困難な状況にある。そこで飼料培養設備を必要とせず、現場の生産者が取組可能なナマコ幼生の生産技術を開発する。また、今後現場で放流するための適地検討をおこなうことによって、ナマコの資源量増加を目指す。



図 1 大分県日出町

4 活動実施項目及び方法

種苗生産をおこなう親ナマコは大分県漁業協同組合国見支店から4月に購入したもの、および同組合日出支店の漁業者から提供のあったものを使用した。親ナマコとして使用するナマコは日出町のマコガレイ中間育成場の1t水槽で海藻粉末を与えて飼育した。採卵、放精は親ナマコにクビフリンを体重量100gに対して0.1ml腹腔内注射し、ゆっくりと振った後、それぞれを20℃に加温した海水を入れた15Lポリバケツに移しておこなった。バケツに移して約1時間静置後、放卵・放精がみられると、

放卵したナマコのバケツに、放精した個体がいるバケツ内の海水を入れて受精させた。受精卵は100Lポリ水槽に入れ、卵が沈降した段階で上水を捨て、カートリッジフィルター(1 μ m)で海水をいれて洗卵した。

得られた受精卵は1tポリエチレン水槽または50tコンクリート水槽に1ml当たり0.5個の密度で収容した。孵化した卵はアウリクラリア幼生に変態した時点で、市販の粉ミルクをお湯で溶かし1t当たり0.5gの割合で与えた。アウリクラリア後期幼生に変態したところで放流を実施した。飼育水はカートリッジフィルター(1 μ m)でろ過した海水を用い、水槽には遮光シートを被せて、止水で飼育した。飼育水は3~5日に1回の割合で3分の1量を交換した。幼生の成長状況は毎日の検鏡で確認し、個体数の計測もおこなった。

5 活動の実施結果と考察

4月19日の採卵では、15尾のマナマコのうち3尾の雌から1800万個の受精卵を得て50tコンクリート水槽で飼育を開始した。この時は雄の放精がみられなかったため、解剖した雄の精巣を切り出し、組織片を海水につけて受精させた。4月22日に平均全長500 μ mのアウリクラリア幼生500万尾を得たが奇形率が15%であった。その後、成長が滞り生残数も減少したため4月27日に平均全長625 μ mのアウリクラリア幼生40万尾を放流した。



5月1日の採卵では、10尾のマナマコのうち3尾の雌から2340万個の受精卵を得て50tコンクリート水槽で飼育を開始した。この時も雄の放精がみられなかったので解剖した雄の精巣から精子を切り出し、組織片を海水に浸けて受精させた。5月3日には平均全長400 μ mのアウリクラリア幼生1700万尾を得た。5月10日には平均全長800 μ mのアウリクラリア幼生1025万尾のうち中間育成場横から1015万尾を放流し、10万尾を日出町大神地先に放流した。

4月19日、5月1日の2回とも50t水槽での飼育の際に、精密濾過海水を使用せず、エアレーションで海水循環が上手くできていなかったため、それが生残率低下の原因と考えられた。それをふまえて、5月10日に1t水槽で再度試験を実施した。

5月10日には2回の試験を踏まえて生産者が実際に受精卵まで作れるのか、大神にある県漁協の魚市場内で実証をおこなった。結果、中間育成場と同レベルの量の受精卵を確保することができた。このうち60万粒を中間育成場に持ち帰り、エアレーションによる海水循環を考慮しながら精密濾過海水で育成したが、生育については特段問題なかった。3回目の試験でドリオラリアになる際に添加すると変態を促進し、生残率を上げるといわれているドーパミン10 μ M海水に曝したが、添加時期が遅かったせいか生残率は上がらなかった。

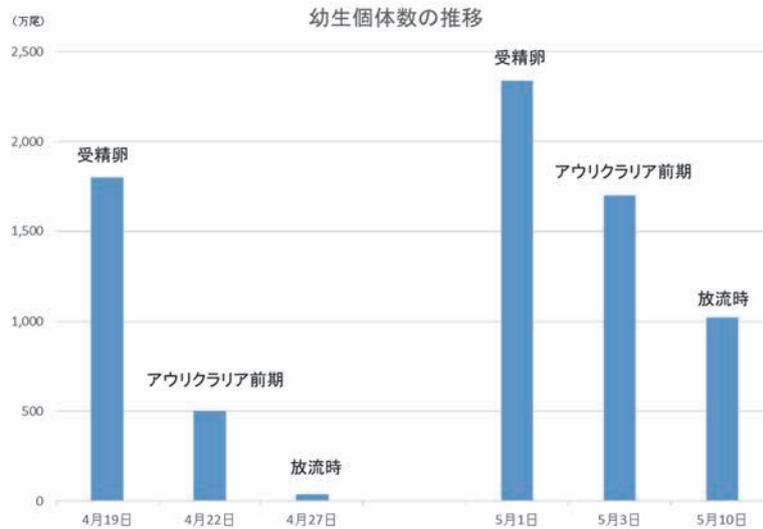


図2 経過日数と推定生残尾尾数

【期待効果】

今回の幼生育成試験により、マナマコをアウリクラリア幼生後期まで育成し、50 t 水槽から一斉放流できたことから、現場でのナマコ幼生放流の可能性が広がった。

6 今後の展開

今回、4月19日の試験によりアウリクラリア幼生に変態してから後期アウリクラリアになるまでに、精密濾過海水を使用せず、エアレーションによる海水循環が上手くできないと生残率が低下することが示唆された。

また、ドリオラリアに変態する際に著しい減耗が見られたため、文献にあった変態を促進するドーパミンを使用した。使用時期が遅れると生残率が低いままであったため、今後はドーパミンの適正添加時期の検討をおこない、ナマコ幼生の生残率向上を目指す。

なお、今後の活動に係る経費は年間20万円程度であり、大分県及び日出町の事業を活用し実施していく。

磯焼け漁場から駆除したウニの陸上養殖に適した餌料の検討

1 実施団体

実施団体名 天草漁業協同組合牛深総合支所
住 所 熊本県天草市牛深町字後浜 3465
代表者名 佐々木倫一
実施年数 2年目

2 地域及び漁業の概要

牛深地区は県下最大の漁港を擁しており、古くから漁業が盛んである。主に棒受け網漁、一本釣り等、養殖業、様々な漁業が営まれている。

また、水産加工も盛んであり、雑節は日本一の生産量を誇っている。

3 課題選定の動機と目的

牛深地区の漁場内における磯焼けはウニ類等の増加が原因と考えられており、取り上げ等による駆除が必要である。さらに、駆除したウニ類は磯焼けにより身入りが悪く、商品価値が低いことも問題となっている。

そこで、磯焼け地区から駆除したウニ類の商品価値を向上させるため、昨年度アワビ人工餌やアカモク等の海藻、桑の葉など数種類の餌を給餌して比較試験を行った結果、アワビ人工餌で身入りが良くなったが、身の色調は海藻を給餌した試験区で良好であった。そこで、今年度は、前回の試験結果を基に、身入りを改善させるための給餌方法を検討する。

4 活動の実施項目及び方法

(1) 試験用ウニ類の確保

試験に用いるウニは、令和5年5月22日～25日に現在ウニが過剰となり磯焼けが進行している天草市牛深町茂串・小森地区の海岸において駆除作業を実施し、確保した。

(2) 前期試験

飼育前期試験は6月7日～10月18日の135日間、ウニはプラスチックケース及びネットロンネットを用いて作成したカゴ（横136cm×たて56cm×高さ41cm）に60個体ずつ収容し、天草漁業協同組合牛深総合支所に設置された5t水槽に固定し、かけ流しで管理した。

身入り及び色調の改善に適した餌料を明らかにするため、週3回行う給餌の中で、アワビ人工餌と雑海藻の給餌の比率が異なる試験区を表1のとおり設定し、試験を行った。

給餌する餌の量は2週間位1回の頻度でウニの重量を測定し、その重量の4%とした。また、雑海藻については、は前年度で採捕したアカモク等のホンダワラ類を冷凍したものを

いた。

身入りを確認するため、2週間に1回の頻度でウニの重量及び生殖腺重量を計測し、生殖巣指数を算出した。また、試験最終日には色調の確認を行った。

表1 前期試験における試験区

前期試験区	アワビ人工餌	雑海藻	個数
1区	週3回	週0回	60個
2区	週2回	週1回	60個
3区	週1回	週2回	60個
4区	週0回	週3回	60個

(3) 後期試験

後期試験は11月1日～翌年1月12日の73日間実施した。昨年度の試験結果から、アワビ人工餌で身入りは高水準を記録し、その後は雑海藻で色調が改善することがわかっている。また、前期試験からは、週2回人工餌・週1回雑海藻が実入り及び色調も比較的良いウニに育つことが分かった。よって、本試験では、そのどちらの給餌方法が効率が良いか、また、雑海藻の代替餌料として塩蔵ワカメの利用が可能であるか試験区を表2のように設定し同条件下で検証した。

給餌する餌の量は、前期試験と同様に2週間位1回の頻度でウニの重量を測定し、その重量の4%とした。また、雑海藻については、は前年度で採捕したアカモク等のホンダワラ類を冷凍したものをを用いた。また、身入りを確認するため、2週間に1回の頻度でウニの重量及び生殖腺重量を計測し、生殖巣指数を算出した。また、試験最終日には色調の確認を行った。

表2 後期試験における試験区

後期試験区	前半4週 (11/1～11/28)		後半4週 (11/29～12/27)		備考
	人工餌	海藻	人工餌	海藻※	
1区	週2回	週1回	週2回	週1回	29個 対照区(※週1雑海藻)
2区	週2回	週1回	週2回	週1回	28個 海藻は全て塩蔵ワカメ
3区	週3回	週0回	週2回	週1回	29個 色調改善区(※週1雑海藻)
4区	週3回	週0回	週2回	週1回	28個 色調改善区(※週1塩蔵ワカメ)
5区	週3回	週0回	週1回	週2回	29個 色調改善区(※週2雑海藻)
6区	週3回	週0回	週1回	週2回	28個 色調改善区(※週2塩蔵ワカメ)

5 活動の実施結果

(1) 試験に用いるウニの確保

令和5年5月22日～25日にムラサキウニを駆除した結果、4,000個体のウニを確保する

ことができた。

(2) 前期試験

前期試験について、各区の生殖腺指数の推移を図2に示す。本試験は長期間であったため、ウニの放卵放精によるGSIの最大後の下降が2回ずつみられた。

1区では、1回目の最大は6月28日(19日後)の 7.68 ± 3.75 (殻幅 45.59 ± 4.09 , n=6)で、2回目は8月17日(69日後)の 8.92 ± 2.19 (殻幅 45.13 ± 3.06 , n=4)。

2区では、1回目の最大は7月12日(33日後)の 8.27 ± 3.66 (殻幅 46.71 ± 4.27 , n=5)で、2回目は9月12日(95日後)の 8.88 ± 1.09 (殻幅 44.26 ± 3.52 , n=4)。

3区では、1回目の最大は7月12日(33日後)の 4.85 ± 1.13 (殻幅 46.15 ± 2.03 , n=5)で、2回目は8月31日(83日後)の 5.66 ± 0.87 (殻幅 47.39 ± 4.18 , n=4)。

4区では、1回目の最大は7月12日(33日後)の 5.61 ± 1.36 (殻幅 47.15 ± 4.17 , n=5)で、2回目は9月12日(95日後)の 5.53 ± 1.38 (殻幅 41.78 ± 2.30 , n=4)。

いずれの区も2回目の最大値の方が大きく、ピークを迎えるたびに下降するものの、長期的にみれば少しずつ肥育していつていることがわかった。

色調を確認したところ、1区が最も色調が白くかったが、2区～4区では大きな差は確認できなかった。

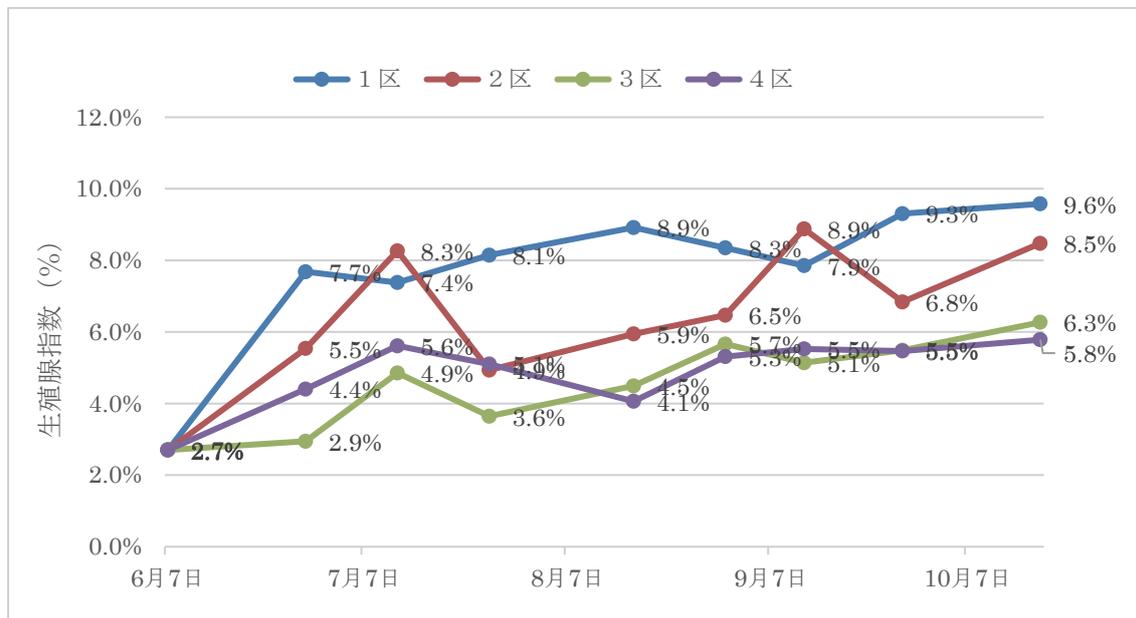


図1 前期試験の生殖腺指数の推移

(3) 後期試験

後期試験について、ムラサキウニの生殖巣指数の推移を図2に示す。試験開始時の各区の生殖腺指数の最大値は、12月26日(55日後)に4区で見られ、指数が高い順に、6区

が 14.26 ± 2.20 (殻径 46.29 ± 3.32 , $n=4$)、4区が 11.48 ± 1.69 (殻幅 42.34 ± 1.36 , $n=4$)、2区が 11.74 ± 1.34 (殻幅 41.89 ± 1.85 , $n=4$)、1区が 10.24 ± 1.06 (殻幅 45.37 ± 3.87 , $n=4$) であった。

12月12日(41日後)に最大があった2つの区は、5区が 11.13 ± 2.95 (殻幅 42.66 ± 5.44 , $n=3$)、3区が 12.74 ± 1.80 (殻幅 43.59 ± 0.05 , $n=3$) であった。

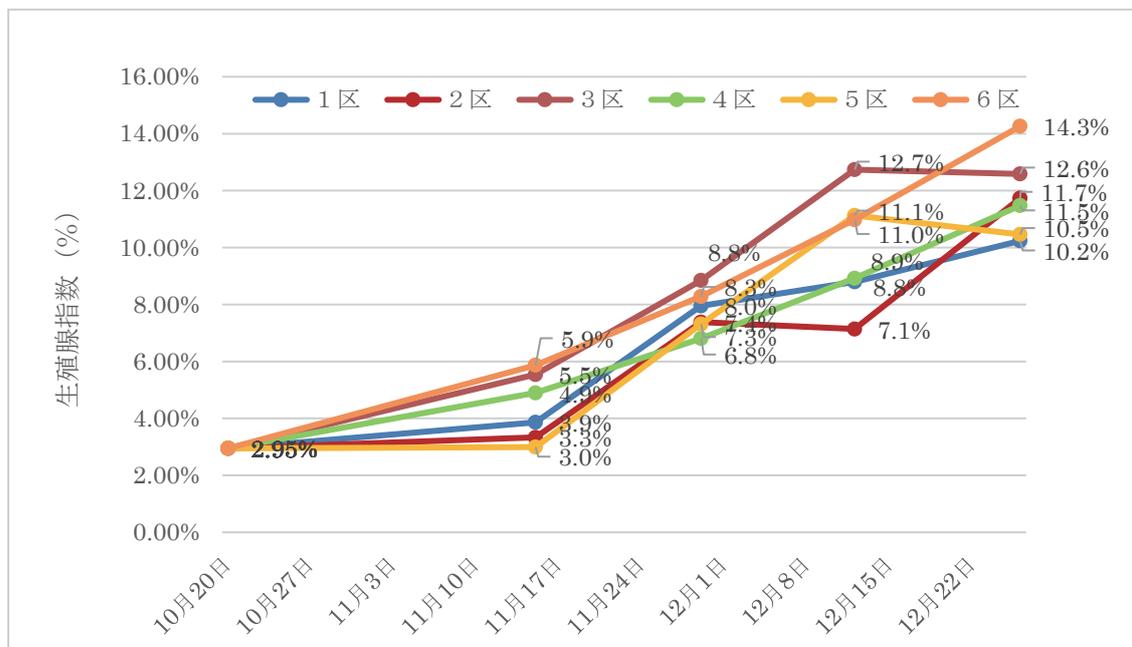


図2 後期試験の生殖腺指数の推移

6 次年度に向けた課題とその解決策

今回の試験から身入り及び色調の改善に有効的な餌料について把握することができた。一方で、今回前期試験で135日間の試験を行ったところ、生殖腺指数のピークが2回見られた。そのことから、実際に養殖する期間はさらに短くてよい可能性がある。今後は、生殖腺指数のピークと、餌料及び飼育水温との関係をより正確に把握し、効率よくウニを肥育する養殖期間を把握し、事業化を目指す。

ウニの種苗生産及び放流

1 実施団体

実施団体名 北海道厚岸翔洋高等学校 水産クラブ
住 所 北海道厚岸郡厚岸町湾月1-20
代表者名 坂本 葵、久保田吏咲
実施年数 1年目（最終年度）

2 地域及び漁業の概要

厚岸町はカキ、コンブ、アサリ漁業などが盛んな町であり、水産加工業をはじめとした関連産業は、地域経済を牽引しているが、主要魚種であるサンマの不良など、漁業を取り巻く環境は極めて厳しい状況にある。こうした中で、新たな漁法や漁業の確立に向けた取組、屋根付岸壁の整備等の衛生管理型漁港整備などによる水産物の高付加価値化の推進、養殖カキで全国的な知名度を誇る「カキえもん」や新たに「弃天かき」の養殖など「つくり育てる漁業」の振興を図っている。

また令和5年に厚岸町で「全国豊かな海づくり大会」が開催され、天皇・皇后両陛下の稚魚の放流などといった様々な取組を通して、周辺海域の豊かな海の恵みを全国にPRすることができた。本校も1,2学年を中心に参加し、開会における行進や両陛下への稚魚のお受渡しなど、大役を担った。

3 課題選定の動機と目的

本校が所在する道東地域では、令和3年9月に発生した赤潮によって、深刻な漁業被害が発生した。北海道水産林務部の発表（令和4年9月）では、つぶ類で2,289(トン)、タコで3,004(トン)等様々な魚種において被害が推定された。なかでもウニは再生産までの知見を踏まえ、4年間で2,613(トン)、6,933(百万円)の被害を算出しており、甚大な被害が予想されている。

そこで、私たちはウニの種苗生産や飼育管理を通して資源増殖に係わる知識や技術を習得するとともに、最終的に成功した暁に地域に放流することで、地域のウニの資源量の回復に寄与することを目的とし、ウニの種苗生産についての活動を行いたいと考えた。

4 活動の実施項目及び方法

(1) 餌料キートセロスの培養

本校恒温室でキートセロスの培養を行った。種となるキートセロスは、厚岸町カキ種苗センターより提供していただいた。1Lから5Lの平底フラスコに滅菌ろ過海水をとり、藻類培養液(KW21 第一製網株式会社製)とメタ珪酸ナトリウムを添加して培養液とした。培養液

に種キートの植え継ぎを行い、18℃で弱い通気中で培養し、種苗育成に必要な分を用意した。



植え継ぎ（培養液作成）の様子



恒温室で培養中のキートセロス

（2）餌料ウルベラの培養

稚ウニ幼生用コレクター（沈着板）の波板への付着藻類の培養を行った。釧路管内水産種苗生産センターよりすでにウルベラのついた波板を提供していただき、本校の既存の波板といっしょに枠に入れた。本校は海水の量に限りがあるので、止水下で増殖を試みた。



波板を準備している様子



濃ウルベラ波板と新しい波板を交互に配置

（3）種苗生産（人工授精と幼生の育成）

釧路管内水産種苗生産センターより、令和5年の種苗生産を終えて飼育してあったエゾバフンウニを、約50個体提供していただいた。道東では6～10月がエゾバフンウニの産卵期とされており、親ウニの成熟は未熟であったが、試験的に11月に実施することにした。

人工授精はKCl法で行い、雄雌1個体ずつを用いることとした。約100倍に希釈した精子を2Lメスカップ中の卵に加えて受精させた。受精後すぐに洗卵を行い、以後洗卵を30分おきに計4回行い、一晩静置した。

静置後、幼生の濃度を1.2個体/1ml程度に減らし、18℃の恒温室内で30Lのポリカーボネイト水槽で飼育した。通気は微弱で行い、換水は10～15L/日とした。キートセロスの給餌についてはブルテウス幼生への成長確認後、200ml/日から給餌を行った。



親ウニ



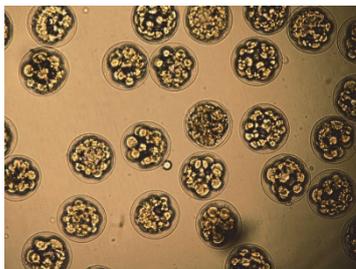
KCl 法による放精



放卵は1個体のみだった

5 活動の実施結果と考察

人工受精後の朝に 16, 32 細胞期の胚や桑実胚を確認した。受精後 1 日目の夕には遊泳杯を確認した。受精後 2 日目には原腸胚（初期）、受精後 3 日目にはプリズム幼生に達し、受精後 4 日目からプルテウス幼生（4 腕期）を確認した。しかし、定法（18℃飼育）では 48 時間後に確認できており、幼生の成長に遅れが生じていた。



桑実胚まで



原腸胚



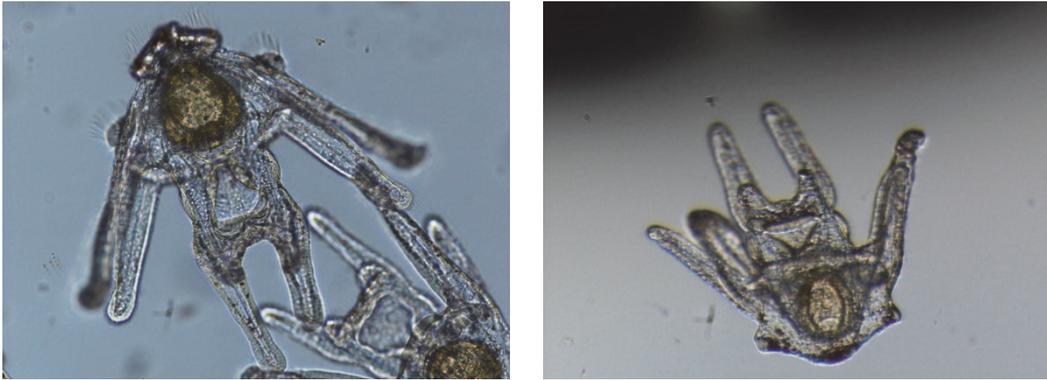
プルテウス幼生

受精後 9 日目ほどから 6 腕期に達した個体を確認でき、11 日目にはほとんどの個体が 6 腕期に達していた。定法では 5 日目に 6 腕に達しており、遅れが目立っていた。



6 腕期 (3 図はすべて違う個体 中央のみ倍率が低い)

受精後 14 日ほどたつと、8 腕期の個体を確認できるようになった。定法では 8 日目には達するとあり、遅れは相当なものであった。また、水槽内の個体数が目に見えて減っていた。また変態期に近い、足が絡んだようなものも確認できた。



8腕期に達した個体

17日目に、30L水槽のすべての個体をコレクターホルダーへ移したが、稚ウニの沈着は確認できず、全滅したと判断した。

6 今後の展開

今回は試験的な実施ではあったが、結果として大変残念であった。変態直前で個体数の減少が確認され、変態・沈着を確認できた稚ウニはいなかった。原因は正確には不明だが、親ウニが健康な卵・精子を生めなかったことが主な要因だと考えている。特に雄ウニは十数個体見つかる中、雌ウニについては一頭体しか放卵できず、KClを投与してもなにも放出しないウニが多数みられており、雌ウニの未熟は大きな要因だったのではないかと考えている。

今回の経験を踏まえ、釧路管内水産種苗生産センターより、令和6年作出用の親ウニを数匹提供していただき、冬～春に人工授精を再度行いたいと考えている。釧路管内水産種苗生産センターは冬に採取したウニを畜養し、3月に人工授精が行えるよう管理している。

この管理法や育成法を教えていただき、本校で人工授精・育成を行うことを新たな目標としたい。成功できた暁には稚ウニの放流を行う事で、地域の資源量の増殖に寄与したいと考えている。

この取り組みについて支援や提供をいただいた、公益社団法人 全国豊かな海づくり推進協会の皆様、厚岸町カキ種苗センターの皆様、釧路管内水産種苗生産センターの皆様に厚くお礼申し上げます。

アカモクの増殖試験

1 実施団体

実施団体名 富山県立滑川高等学校 海洋クラブ
住 所 富山県滑川市加島町 45
代表者名 金田幸徳
実施年数 1 年目

2 地域及び漁業の概要

富山県は、10 市 4 町 1 村を有しています。富山県は、東西 90 k m 南北 76 k m のコンパクトにまとまった県で、人口は約 100 万人です。令和 5 年の高校生の人数は、24,689 人で一学年当

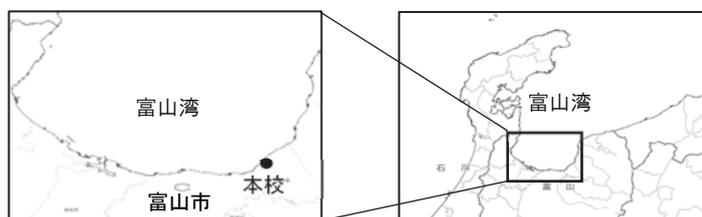


図 1 本校所在地

り 8,200 人程度です。滑川市は富山県の中央部からやや東北寄りにあり、富山湾に面する本市は、東側は早月川を境界に魚津市、南西側は郷川とこれに合流する上市川下流部を境界に上市町と富山市に接しています。滑川市の人口は 32,728 人（令和 6 年 1 月 1 日現在）、田園都市であり、またかつて北陸街道の宿場町として栄え、近年では大型企業の立地が相次ぐなど、工業都市として発展しています。世界的にも有名なホタルイカの生息地であり、沖合の群遊海面は国の特別天然記念物に指定されています。

漁業においては、「ホタルイカ定置網漁業」と「ベニズワイガニかご縄」漁業が主体です。春に定置網で漁獲されるホタルイカは漁港から約 3 キロメートルまでの沿岸で、全 11 カ統の定置網で漁を行っています。ホタルイカ漁は、春に産卵のために深海から海面近くにあがってきた、メスのホタルイカを誘導して獲る「定置網」を使って漁を行っています。滑川の定置網は垣網に「わら網」を使用しており、漁が終わると、わら網を切り落とすことで、藻場を作り出し、良き漁礁となる効果があると言われてるそうです。また、漁港まで運ぶ際には、海洋深層水を使っており、活きが良く鮮度を保った状態でホタルイカを競りにかけています。これらのことから、滑川の漁法は、環境に優しく、鮮度を保ったまま運ぶ、より良い方法と言えるようです。

また、かご縄で漁獲されるベニズワイガニは、比較的漁場が近く、浜揚げ後にすぐに茹でられ、すぐに食べられる状態で競りにかけられます。このベニズワイガニを求めて県内や県外からのお客様が地域の小売店に足を運ばれています。

滑川の定置網は、春網です。ホタルイカの獲れない夏には、地先の磯根資源を対象としたテングサ漁やイワガキ漁が営まれています。しかし、昭和 50 年代に 100t 以上の漁獲があ

ったテングサは、近年漁獲がほとんどなく、漁業者からは、藻場の造成による地先の磯根資源の回復を望む声が多いです。

3 活動選定の動機と目的

私たちは、滑川沖合に設けた観測点での定点観測やサクラマス^①の飼育・放流・海浜清掃などを行ってきました。資源増殖班では、12月～5月にかけてサクラマスの受精卵を育て5月に地域の上市川に放流する活動に力を入れています。また、学年を超えて3年間育てたサクラマスは毎年6月に水揚げし、「ます寿司」をつくり養殖と命のつながりについて考えます。

私たち資源増殖班は、2年時にダイビングのライセンスを取得します。

この技術を活用して、藻場造成に取り組んできました。今までは、ミルやテングサの母藻の設置をしてきましたが、漁業者の収入には直接つながりませんでした。単価の高い藻類を滑川の地先で育てることで、漁業者の方も喜んでくれるのではないかと思い、本活動の目的を4つ設定し、本年度は①と②に取り組むことにしました

- ①滑川地先でのアカモクの生育適正の検証
- ②簡易的な設備でのアカモクの種苗生産技術の確立
- ③移植したアカモクの漁業資源としての有効性の確認
- ④アカモクの栽培試験について、外部機関での発表および発信

4 活動の実施項目及び方法

①滑川地先でのアカモクの生育適正の検証

①-1 育成設備の作成

私たちは、アカモクを海中で育てるための漁具をロープ類と海で拾ってきたブイを使って作成しました。アカモクの種苗をつけるロープ、それを支える資材を作成しました。

はじめに図面を作成しました。ロープが着底するとウニがアカモクの種苗を食べてしまう恐れがありますので、中間ブイを取り付けることで、栽培するロープが底につかないように工夫しました(図2)。

資材の作成手順は、必要とするロープの長さを図り、表層ブイを編み込みました。ロープを編み込む作業がとても難しく、苦勞しました。次に中間ブイを取り付け、中間ブイの下に輪を編み込み、栽培用のロープを浮かせるようにしました。

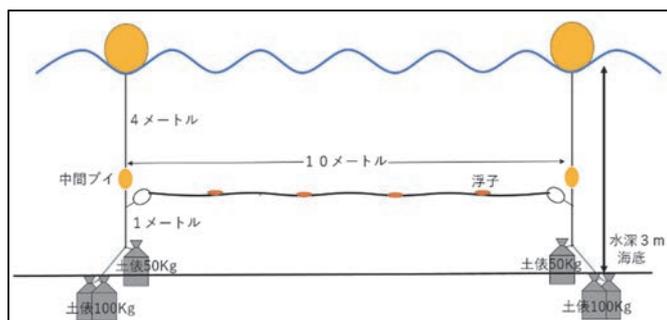


図2 試験育成用漁具敷設図

①-2 沖出し（令和5年12月6日放課後）

季節の変わり目で悪天網が続きましたが、珍しく天候の良かった日ので、3年生の先輩たちが、県水産研究所より譲り受けたアカモクの種苗を編み込み、沖出しし据え付けました。



図3、4 育成用ロープの沖出しの様子
（令和5年12月6日）

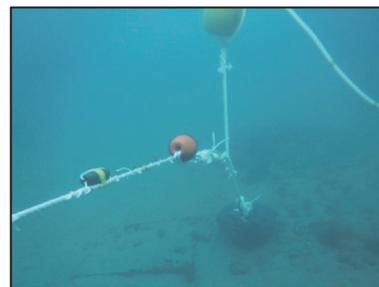


図5 設置した育成用ロープ
（令和5年12月6日）

①-3 敷設漁具の補修（令和6年1月30日）

令和6年1月1日に起きた能登半島地震もしくはその後の荒天により、設置した土俵50kgが動いてしまいロープの位置がずれてしまいました。令和6年1月30日に土俵を10kg増設し、合計150kgとしました。津波や荒天の影響で海藻が流されていないか心配でしたが、潜ってみると小さいながらも、津波や荒天に負けず成長しているアカモクが見られたので安心しました。



図6 移動した育成漁具
令和6年1月4日
右側の土俵が岸寄りにずれた

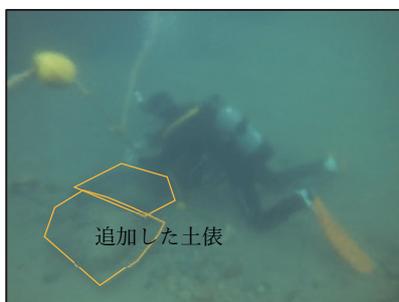


図7 土俵100kgの追加



図8 生残していたアカモク

②簡易的な設備でのアカモクの種苗生産技術の確立

海藻の中間育成のために水槽を作成することにしました。2年生11名で意見を出し合い、水槽の形を決めました。上部の水槽から下部の水槽に流れていくように三段水槽にしました。上部の水槽には、動物を飼育することでその排泄物や残餌を海藻の栄養分にしようと考えたからです。考えた水槽を作るために必要な材量を買いました。

使用した資材は、プランター（水槽・濾過槽用）、塩ビパイプ（配水循環・排水循環用）、収穫かご（プランターに段差を出すために台に使用）、ホース（配水パイプとろ過装置を繋ぐために使用）、板（かごの上に敷く用）、結束バンド・バルブ等です。

はじめにプランターに穴をあけ、パイプやホースを通し水が循環できるようにした。はじめは段差を付けずにやってみましたが、循環がうまくいかなかったので、かごを使って段差になるように置きました。配水パイプは、廃棄されていた電線の被覆をむいて天井や壁などから這わせ、そこに固定しました。何とか作り終え水量を調整して、栽培設備の水が循環を始めました。図面上では、簡単に見える設備でしたが、いざ作ってみると水の循環バランスが崩れて、水が無くなることもありました。今は、バランスよく循環しているので、栽培の管理も奥深いと感じました。



図9 水槽作成メンバー（2年生）



図10 栽培水槽全景

5 活動の実施結果

①滑川地先でのアカモクの生育適正の検証

本年度は、アカモクの沖出しをしましたが、令和6年1月1日の能登半島地震の影響による津波でも、育成設備が耐えたことは成果だと感じています。

しかし、アカモクの成長具合が想定以上に悪かったと思います。今年は、氷見でもアカモクの成長が悪く、出荷されておらず本年は出荷を見送るとのことです。また、新湊の潜水士の方も近年アカモクを見ることが少なくなってきており、本年はアカモクを見ていないとのことでした。

②簡易的な設備でのアカモクの種苗生産技術の確立

本年度は、アカモクの成長が悪いので、海表面に顔を出すアカモクの親株を見ていませんが、ここ数日（3月1日～10日）の荒天でホンダワラ類が海岸に漂着していました。その中にアカモクを見つけたので、試しに種を取っています。



図11 アカモク種採取の様子

6 次年度に向けた課題とその解決策

①滑川地先でのアカモクの生育適正の検証

育成設備の耐候性については、問題が無さそうでしたので、次年度は、設備をやや大型化してよりアカモクの育成に取り組みたいと思います。また、成長が悪い点については、水温計を設置して、物理データを元に継続的に水温データを取得したいと思います。

②簡易的な設備でのアカモクの種苗生産技術の確立

富山湾の西側ではアカモクの成長が非常に悪く、富山湾西部から魚津付近では親株の採取は難しいと思われます。アカモクの親株（成熟株）を見つけるために、富山県水産研究所の松村研究員さんと連絡を取り合い、次年度以降のアカモクの育成に向けて、活動に取り組んでいきます。

また、屋内で飼育するので光（照度）の問題があります。これは、LED ライトを使用して解決したいと考えています。また、育成中に珪藻が大量に発生することがあるので、海水の管理についても解決していきたいと思います。