

豊かな海づくり実践活動推進事業報告書

－ 令和 4 年度 －

令和 5 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4年度は、漁業者が中心となって実施した種苗放流試験等栽培漁業の取組や漁場造成、養殖技術開発など18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アマモ場造成とナマコ資源増殖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5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

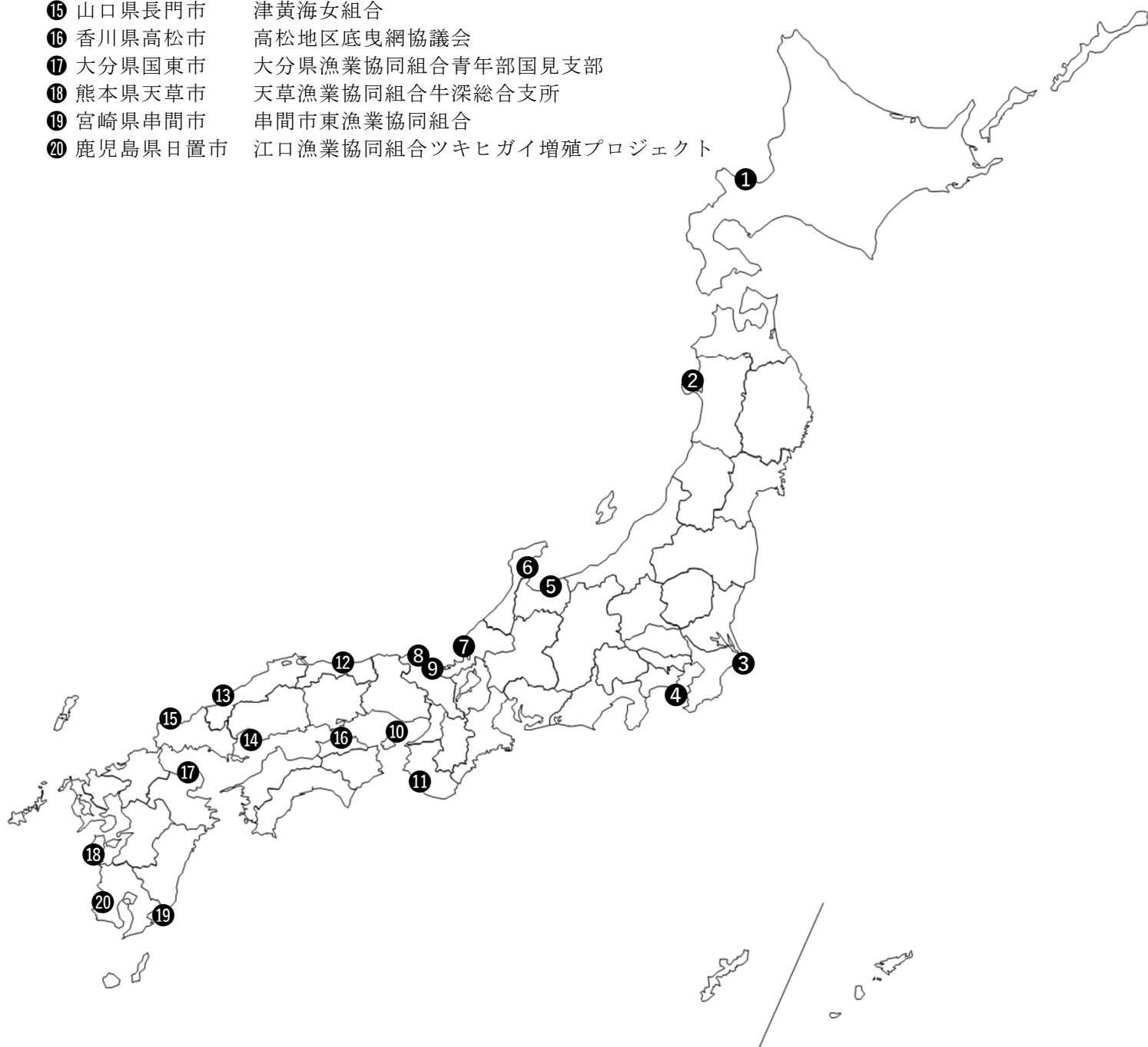
目 次

令和４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	
五里合増殖協議会	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
ガゴメ昆布及びクロモ養殖技術の確立	
入善漁業協同組合	16
ナマコ種苗放流事業	
七尾湾漁業振興協議会	20
魚類用陸上施設を活用したアワビ中間育成について（夏季の中間育成の試み）	
嶺北地域栽培漁業推進協議会	24
府内未利用漁場から採取したアカウニの試験養殖	
京都うに協議会	29
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	34
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	38
沿岸漁業者の所得向上につながる養殖事業モデル体制の構築	
鳥取県漁業協同組合青谷支所潜水グループ	44
マナマコの種苗放流と資源管理	
浜田地区沿岸漁業部会	50

天然種苗と人工種苗を用いたマナマコ放流試験 広島湾底びき網等資源管理協議会	55
サザエの種苗放流試験 津黄海女組合	60
イカ産卵器具（産卵床）設置事業 高松地区底曳網協議会	65
竹漁礁の設置による魚介類の蛸集効果調査 大分県漁業協同組合青年部国見支部	70
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	74
クエの種苗放流試験 串間市東漁業協同組合	78
ツキヒガイの天然採苗技術プロジェクト 江口漁業協同組合ツキヒガイ増殖プロジェクト	81
 【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】	
アマモを増やす活動 北海道小樽水産高校栽培漁業科アマモ班	87
ナマコ資源増殖に関する研究活動 京都府立海洋高等学校海洋探究部	91

令和4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 北海道小樽市 | 北海道小樽水産高校栽培漁業科アマモ班 |
| ② 秋田県男鹿市 | 五里合増殖協議会 |
| 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 富山県下新川郡 | 入善漁業協同組合 |
| ⑥ 石川県七尾市 | 七尾湾漁業振興協議会 |
| ⑦ 福井県福井市 | 嶺北地域栽培漁業推進協議会 |
| ⑧ 京都府与謝郡 | 京都うに協議会 |
| ⑨ 京都府宮津市 | 京都府立海洋高等学校海洋探究部 |
| ⑩ 兵庫県淡路市 | 森漁業協同組合4Hクラブ |
| ⑪ 和歌山県田辺市 | 新庄漁業協同組合新庄ツメバイ会 |
| ⑫ 鳥取県鳥取市 | 鳥取県漁業協同組合青谷支所潜水グループ |
| ⑬ 島根県浜田市 | 浜田地区沿岸漁業部会 |
| ⑭ 広島県江田島市 | 広島湾底びき網等資源管理協議会 |
| ⑮ 山口県長門市 | 津黄海女組合 |
| ⑯ 香川県高松市 | 高松地区底曳網協議会 |
| ⑰ 大分県国東市 | 大分県漁業協同組合青年部国見支部 |
| ⑱ 熊本県天草市 | 天草漁業協同組合牛深総合支所 |
| ⑲ 宮崎県串間市 | 串間市東漁業協同組合 |
| ⑳ 鹿児島県日置市 | 江口漁業協同組合ツキヒガイ増殖プロジェクト |



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 中央北地区 五里合地区 五里合増殖協議会

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

団体の概要 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（R3. 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（図 1）。

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（R4. 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 2 年の漁獲量は 129 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）。

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冬越しさせる必要がある。令和2、3年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、いずれも波浪により養殖種苗が流出（令和2年度は9月、令和3年度は3月）してしまったことや、マハゼやガザミ等の食害生物の侵入が確認されたことから、今年度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た。

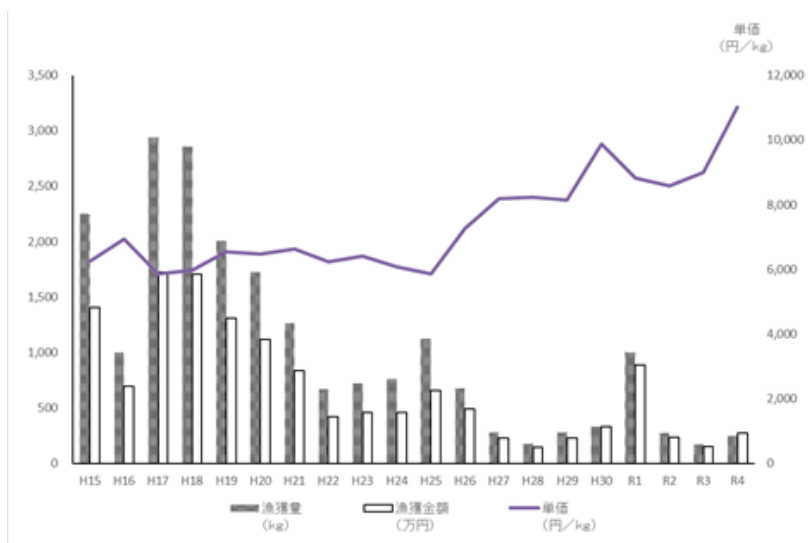


図2.男鹿市におけるクルマエビの漁獲量・金額の推移

4 活動の実施項目及び方法

水槽は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底面積5㎡、水量約2tのものを3基整備し、底面に3から5cmの厚さになるように砂を敷き詰めた。取水は地下浸透海水の利用を計画し倉庫横（海岸線から約70m）を地下50mまで掘削したが、地下浸透海水が出ることはなかったため、やむを得ず港内から取水することとした。

また、各水槽にWi-Fi接続型の水温ロガーを取り付け、倉庫内に設置したタブレットや各漁業者のスマートフォンからリアルタイムの水温を随時確認できるようにしたほか、水温に異常があった場合に管理者に通知するシステムを構築した（写真1）。

クルマエビの飼育試験は、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。

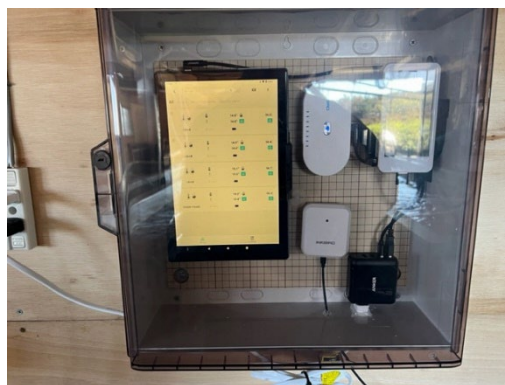


写真1. 各水槽の水温を表示した端末

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 30 mm）を用い、収容尾数は 1,000 尾/㎡の密度となるよう 1.5 万尾（1 水槽辺り 5,000 尾）とした。

5 活動の実施結果と考察

陸上水槽は令和 4 年 8 月 10 日から 10 月 10 日にかけて整備し、10 月 13 日に種苗を投入した。

水槽の水温変化（図 3）については、種苗搬入時の 21℃から徐々に低下し、11 月中旬に約 14℃（成長がとまる水温）まで低下した。

また、年末以降は水温の低下に伴い種苗の斃死が増えたことから、

1 月中旬以降はボイラーによる加温を実施し水温を 15 から 20℃に維持したところ斃死は見られなくなり、積極的に摂餌をするようになった。

種苗の平均全長の推移については、10 月 13 日で 31 mm、12 月 13 日で 38 mm（前回比+7 mm）、2 月 13 日で 54 mm（同+16 mm）となり、加温による成長の促進が確認された（図 4）。

生残数については、飼育開始から

4 か月目となる 2 月 13 日時点では、30 cm 四方内（底面積 0.09 m²）に平均で 20 尾前後のクルマエビが確認されたことから約 3,300 尾（生残率：22.2%）と推察される。

今後は、海水温が 20℃を超える 6 月まで陸上水槽での飼育試験を継続し、以降は漁港内水域に設ける囲い網内で 8 月中までの出荷を目標に飼育試験を実施する予定である。

6 問題点とその解決策

今回の試験では陸上水槽での飼育を実施したことで、これまでの漁港内水域での試験とは異なり施設の破損による種苗の流出や他生物による被食を排除できただけでなく、天候に影響されずに給餌や施設の管理が可能となったことや、種苗の状態確認が容易になるなどのメリットも得られた一方で、港内からの取水にしたことにより厳寒期は気温の影響を受けやすく、斃死を防ぐためには加温が必須となってしまうほか、荒天時には取水口に藻や海洋ゴミが溜まり給水ができなくなってしまうなどの問題がある。

これらの問題を解決するためにも、今後はより海岸線に近い位置での地下浸透海水のさく井や港外からの取水へ切り替えるなどの解決策を検討していくこととしている。

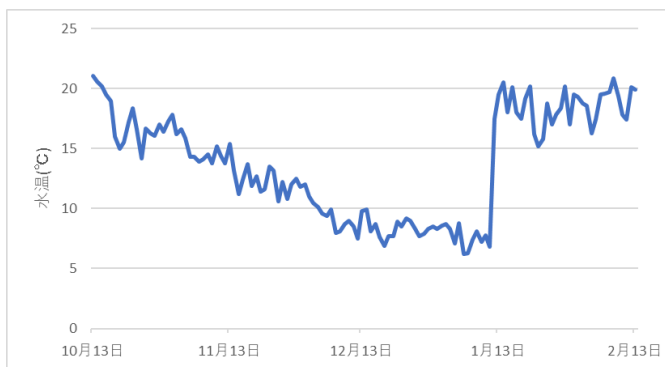


図 3. 飼育水温の変化

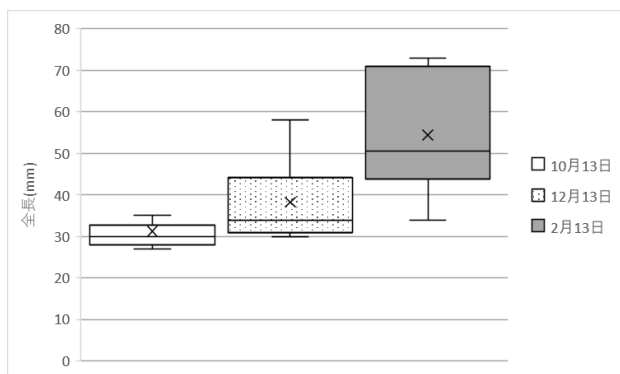


図 4. 種苗の成長の推移

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

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、銚子漁港は県外のまき網やはえ縄漁船による水揚げも多く、平成 23 年から 12 年連続で水揚量日本一である

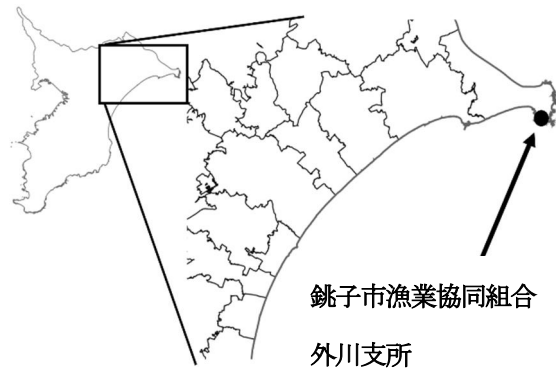


図 1 銚子市漁協外川支所の位置

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 400 t 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

操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、操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、操業日誌にその日の漁獲状況や投縄数を記載する。



〔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

鮫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5年1月31日までに、計158回の水温観測を実施した。最も多い月は令和4年6月の17回、最も少ない月は令和3年8月及び令和5年1月の6回で、月平均観測回数は8.8回であった。

黒潮流路は年間を通して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見られたことが令和3年は1回、令和4年は5回あった(図4上段及び点線)。

令和4年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た反面、水深200mと300mでは共に4月にかけて低下し、5～7月には黒潮の離岸に合わせて一時的に低下した。その後、9月にかけて上昇し、10月には一時的な水温低下があったものの、11、12月は横ばい傾向で推移した。(図4中段～下段)。令和3年と比較すると、8月及び10月の離岸距離に大きな差が見られ、この期間の水温変動においては300m水深帯の水温差が顕著に見られた。

魚群探知機にキンメダイの反応があった水深帯の水温変動の傾向は、10月までは上昇し、変動を繰り返しながら6月にかけて低下した後、12月にかけて再び上昇した。キンメダイは底層から数十mの範囲で群れを形成することが多いが、1月、3月及び10月には水温が比較的高い中層(水深200m)に群れが形成される場合があった。また、6月中旬～7月中旬には魚探反応がないが

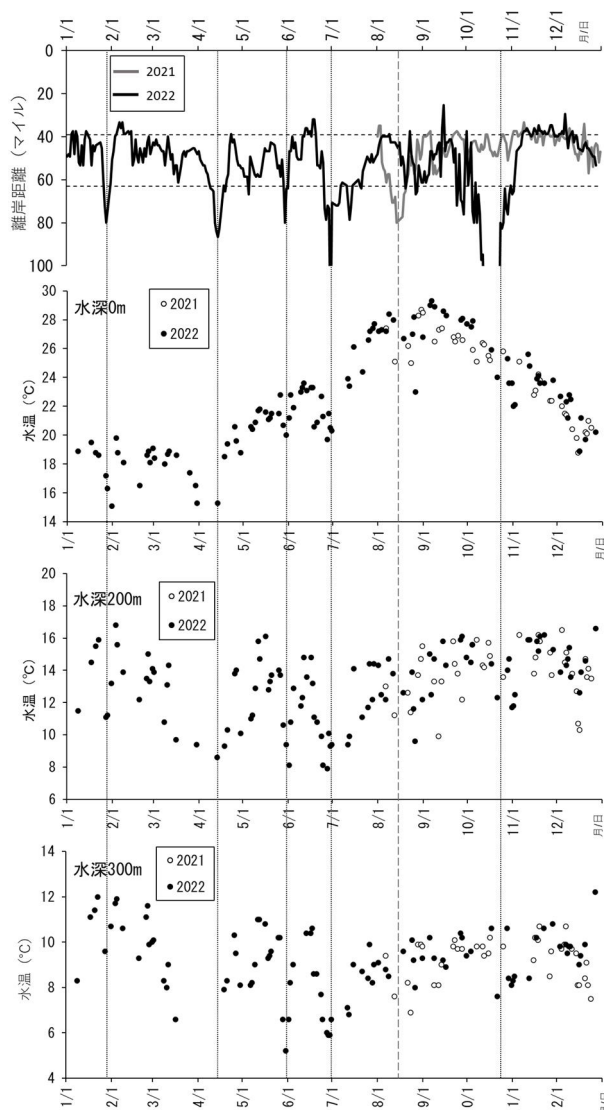


図4 犬吠埼から南東方向の黒潮離岸距離(上段)及び銚子沖キンメダイ漁場の表層(中段上)、水深200m(中段下)と水深300m(下段)の水温推移

※縦線は短期で30マイル以上の振幅が見られた時点

漁獲される例が多かった。なお、3月中旬～4月中旬にかけてセンサーに不調（深度センサーの異常と思われるが、原因不明）が見られたため、4月15日には業者に依頼し、機器の交換を行った。一方、CPUE（1投縄当たりの漁獲量）は短期間に水温変動の差が大きかった令和3年8～9月、令和4年5月、8月に突発的に高い値（50 kg以上）を示した（図5）。

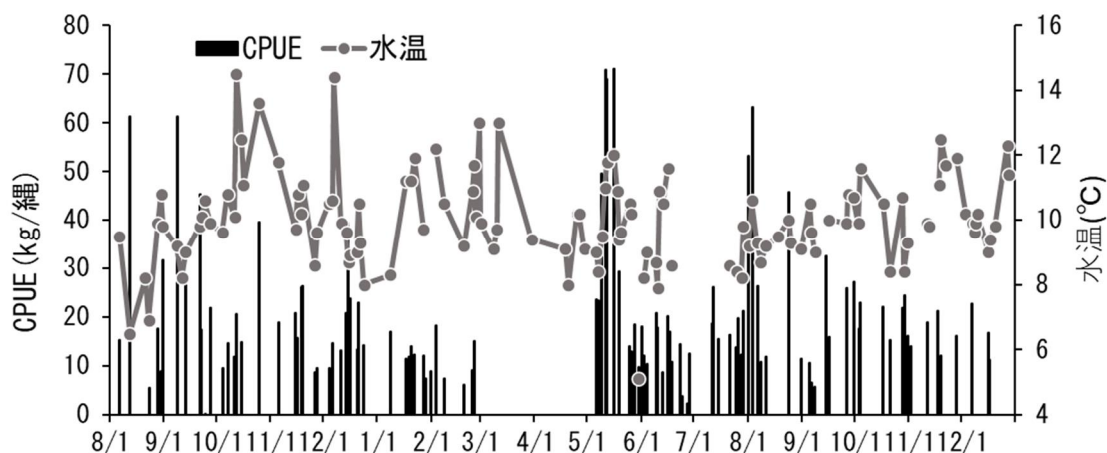


図5 キンメダイの分布水温と1投縄当たりの漁獲量(CPUE)の推移

調査期間内の分布水温は6～14℃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℃であった。令和3年と比較すると、令和4年は底層（水深300m）の水温が最も低下した5月30日を除き、黒潮流路の離岸距離に対する分布水温の変動差は小さい傾向が見られた。5月30日は潮流が通常操業時に多い真潮（南から北に向かう流れ）ではなく逆潮（北から南に向かう流れ）で流れており、低層まで水温の低下が顕著であった。調査期間内のキンメダイ分布水温の出現頻度は9℃が34%と最も高く、8～11℃が全体の88%を占めていた（図6）。

CPUEが高い(50 kg以上)分布水温は7～12℃と幅が広く、調査期間を通してCPUEと分布水温に相関は見られなかった（図7）。

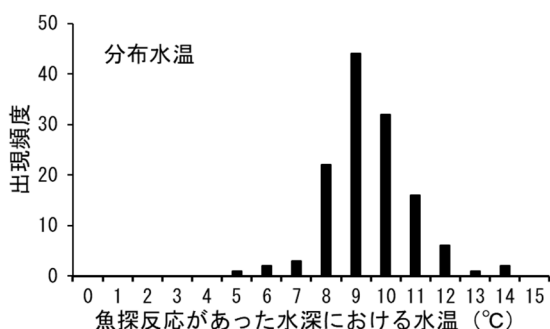


図6 キンメダイの分布水温における出現頻度

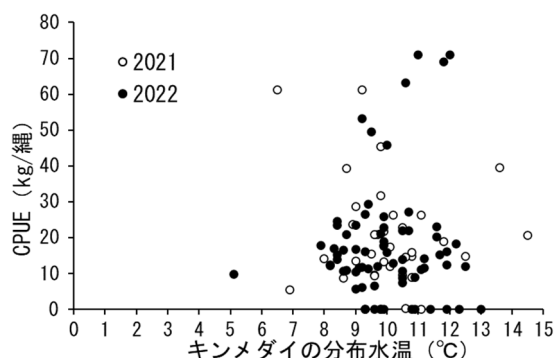


図7 キンメダイの分布水温とCPUEの関係（魚探反応はないが漁獲がある日を除く）

(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強い影響を受けることが見えてきた。令和3年と比較すると、令和4年は11月以降の下層(200~300m)水温が横ばい傾向で推移しており、銚子沖のキンメダイ漁場においては黒潮の影響が昨年より強く、下層の水温が低下していない可能性がある。

キンメダイの主分布水温は調査期間においては9℃台前後であったが、CPUEを用いた好適水温の解析では明瞭な結果は得られなかった。一方、調査期間内では表層水温の下降期(9~2月)に分布水温の急激な水温低下があったとき及び表層水温の上昇期(3~8月)に分布水温の急激な水温上昇があったときにCPUEが高くなる場合が多かったことから、水温の低下、上昇に関わらず、生息水深における短期間の急激な水温変化が、CPUEが高まる要因になる可能性が示唆された。表層水温の上昇期、下降期ではそれぞれ影響が異なることから、今後も各時期のデータを蓄積し、CPUEに変化を与える水温変化やキンメダイの好適水温について明らかにしていく必要があると考える。

6 問題点とその解決策

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、当海域は環境変動が大きいことが推定される。特に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おり、銚子沖漁場の潮流が速く操業を打ち切ることもある。1年半の調査期間の中で、これまで感覚では理解していたキンメダイの分布水温が定量化したデータとして出てきつつあるが、当調査期間の3月中旬~4月中旬に機械不良があったこともあり、1年間の充実したデータが揃ったとはいえない。また、黒潮や親潮の流れは数年単位の長期的な変動が起こることが知られており、数年間の連続したデータを取り続けることで、今後の銚子沖漁場におけるキンメダイの分布状況を明らかにし、キンメダイの生態解明、現在まで続けている資源管理の正確な評価に資することが可能になると考えられる。

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 支所長 吉田 一博

2 地域及び漁業の概要

三浦市南下浦町上宮田は三浦半島南東部の東京湾口沿岸に位置し、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（藤沢市鵠沼～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の資源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生息していたことから、同様の取組みにより資源が復活する可能性が考えられた。そのため、平成 30 年度から本種の種苗放流を試験的に開始し、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る。本活動ではチョウセンハマグリの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、千葉県より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、鋤簾、杵取り調査によるモニタリング調査を行う。

ア．鋤簾調査

三浦市南下浦町上宮田地先の海面（水深 1 m 以浅）において、鋤簾（図 1、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。

イ．稚貝分布調査

三浦市南下浦町上宮田地先の放流海域の潮間帯（鋤簾調査で分布密度が高いと推定された海域の潮間帯）において、採集地点をランダムに 20 カ所設け、方形枠（50 cm×50 cm）を用いて深さ 10 cm 程度までの砂をスコップで採取し、2 mm メッシュの簀の子で振った後に稚貝がないかを目視により確認する。

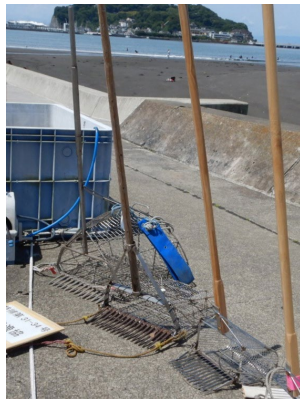


図 1．使用した鋤簾

表 1．使用した漁具の詳細（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 4 年 5 月 25 日、千葉県匝瑳市産のチョウセンハマグリ 356kg を購入し、上宮田地先の水深 1.5～3 m 前後の海面に船上から放流した（図 2、3）。放流前に種苗をランダムに抽出し 48 個体について測定を行ったところ、殻長 31～52mm（平均 35.8mm）、体重 7～34g（平均 12.0g）であり、平均体重から推定した放流個数は 29,666 個と推定された。今年度は小型の種苗を多く入手できたことから昨年度に比べて放流数は多くなった（表 2）。



図 2．種苗の放流海域



図3．放流種苗と放流の様子

なお、当該海域では平成30年度から試験的にチョウセンハマグリの放流を行っており、推定の放流数は累計で76,840個に及ぶ（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)	放流推定 個数	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 大 2,208 小16,844	69～87 29～41	大 約76mm 小 約34mm	大103g 小 9g	本事業 1年目
2022/5/25	356	29,666	31～52	35.8	12.0	本事業 2年目
計	1,412	76,840				

(2) モニタリング調査

ア 鋤簾調査

放流前の令和4年5月16日、放流から約1ヶ月後の6月16日、4ヶ月後の9月26日、6ヶ月後の12月20日に放流海域の水深1m以浅の海域で調査を実施した。チョウセンハマグリは5月の調査では26.8kg（518個）、6月の調査では22.7kg（413個）、9月の調査では22.3kg（413個）、12月の調査では22.7kg（個数は不明）の貝が採集された。貝の平均の重量は放流前の5月が51.7g、放流後の6月、9月の調査がそれぞれ55g、54gとやや大きめの個体が採集された。CPUEは5月16日が2.2kg/人・h、6月16日、9月26日、12月20日がいずれも1.9kg/人・hで、放流前に比べて放流後でCPUEが高くはならなかったが、いずれの調査もCPUEは2kg kg/人・h前後と安定していた。一方、パカガイは5月の

調査で 14kg、6 月に 7.2 kg、9 月に 9.2 kg、12 月に 3.8 kg 採集され、チョウセンハマグリとは異なり、調査日によって採集量が異なった(表 3)。

表 3. 鋤簾調査日における採集結果

調査日	5 月 16 日	6 月 16 日	9 月 26 日	12 月 20 日
調査人数×時間 (人・h)	12	12	12	12
チョウセンハマグリ採集量(kg)	26.8	22.7	22.3	22.7
貝の平均重量(g)	51.7	55.0	54.0	—
採集個数	518	413	413	不明
CPUE (kg/(人・h))	2.2	1.9	1.9	1.9
バカガイ採集量(kg)	14	7.2	9.2	3.8

9 月 26 日の調査で採集されたチョウセンハマグリを目視で小型貝(158 個)、中～大型貝(255 個)に分け、それぞれの集団から 30 個をランダムに抽出して殻長と重量を測定した結果を図 4 に示す。これによると小型貝は殻長が 40～50mm が主体であり、中～大型貝は殻長が 60～70 mm が主体であった。また、殻長 x (mm) と重量 y (g) の間には、 $y=0.0004x^{2.8672}$ ($R^2=0.987$) と高い相関が見られた。

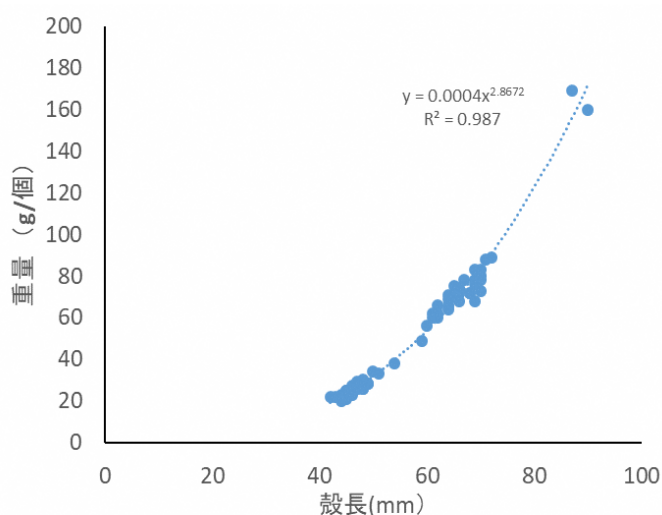


図4 チョウセンハマグリの殻長と重量

イ. 稚貝分布調査

令和 4 年 6 月 16 日に過去実施した鋤簾調査でチョウセンハマグリの分布密度が高いと推定された海域の潮間帯において枠取り調査を実施した。調査は最干時間帯に実施し、その際の地盤高は+10～+50 cm (潮位表基準面上) であった。枠取り調査を実施した 20 地点すべてにおいてチョウセンハマグリをはじめとする二枚貝の稚貝は採集されなかった。

6 問題点とその解決策

今年度 5 月 25 日に放流した種苗は殻長 31～52mm、平均殻長 35.8mm と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 15.5 mm、2 歳で 31.0 mm、3 歳で 46.5 mm、4 歳で 62.1 mm、5 歳で 77.6 mm、6 歳で 93.1 mm、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～3 歳貝が主体と考えられた。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と言える。しかし、9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、小型貝（158個）の主体は殻長が40～50mmの2～3歳貝であり、今年度の放流群が主に採捕されたものと考えられた。一方、中～大型貝（255個）の主体は殻長が60～70mmで、2021年以前に放流された4～5歳貝が主体と考えられた。また、チョウセンハマグリは成長とともに深所に移動することが知られているが²⁾、殻長70mmを越える大型貝は深場に移動しており、鋤簾調査では採集数が少なかったと考えられる(図4)。本年度の鋤簾調査のCPUEは1.9～2.2 kg/人・hで、昨年(0.5 kg/人・h、1.0 kg/人・h、2.8 kg/人・h)に比べて安定していたが、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が、残念ながら今年度の潮間帯で実施した杓取り調査では稚貝は採集できなかった。放流貝が再生産に寄与しているかについては重要事項であるので来年度も引き続き調査を実施していくこととする。また、水深1m以深の海域の中～大型貝の分布状況についても貝桁網調査を実施することで明らかにしていきたい。放流事業の問題点としては本組合が実施するチョウセンハマグリ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。これを解決するため将来的には県において放流種苗の生産と安定供給を行うよう要望していきたい。

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(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.

ガゴメ昆布及びクロモ養殖技術の確立

1 実施団体

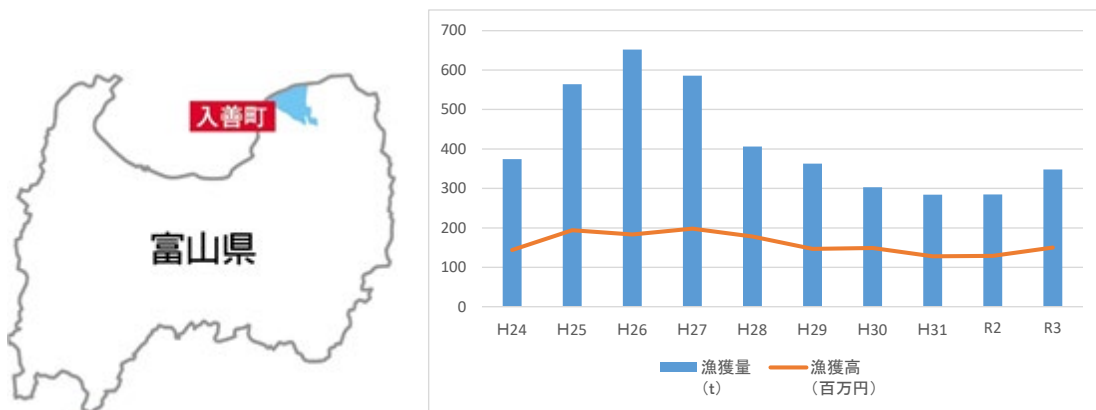
実施団体名 入善漁業協同組合
住所 富山県下新川郡入善町芦崎 338
代表者名 池田 博

2 地域及び漁業の概要

入善町（にゅうぜんまち）は人口約 24 千人、面積約 71.25 km²を有し、富山県の北東部に位置する町である。日本海に面しており黒部川が形成した広大な扇状地を中心とする。特産品にはチューリップ、入善ジャンボ西瓜（黒部スイカ）がある。地下水が湧出する海岸に近い平地にわずかに残る「杉沢の沢スギ」は全国的にも珍しく、国の天然記念物に指定され、全国名水百選にも認定されている。

入善漁協は、平成 13 年 5 月に入善町の飯野、吉原及び横山の 3 漁協が合併して誕生した漁協で、富山県北東部の黒部川が形成した黒部川扇状地の中央に位置しており、組合員 470 名（内正組合員 64 名）で構成されている。

漁業種類は定置網漁業が主体で、他に刺し網漁業や一本釣り漁業、潜水漁業などが営まれており、漁獲量の約 9 割は定置網漁業によって占められている。漁獲量は 300～700 トン、漁獲金額は 1～2 億円で推移している。



入善漁協の漁獲量、漁獲金額の推移（年度）

3 課題選定の動機と目的

近年、異業種からの転換や新規参入者など潜水漁業を営む者が増加しており、貝類や藻類の漁獲量も増加傾向にあることから、将来の資源の枯渇が懸念されている。

当組合では、将来の漁業者が漁業収入を得る手段として岩ガキの養殖を構想し、平成 30 年より 4 年間、岩ガキ種苗の試験飼育を実施したところ、育成という観点からは概ね良好

な結果となったが、費用対効果の面や継続したメンテナンスなどの課題も多く、当面、継続して検証を積み重ねつつ事業化を目指すという結論に至った。

そこで、今後新たに、海藻類の中でも商品価値の高いことが見込まれる、ガゴメ昆布の養殖技術を確立する為の試験養殖を、新たに実施することとした。

4 活動の実施項目及び方法

1) ガゴメ昆布種苗の設置

令和4年12月に、従来、岩ガキ養殖に使用していた施設（写真1）を再利用して、その海中に、ガゴメ昆布種苗を取り付けた育成ロープ（長さ8m）を設置することとした。



写真 1 旧岩ガキ養殖施



写真 2 設置前のガゴメ昆布種苗

No.	ガゴメコンブ種苗 測定値（12/5測定）			
	葉長cm	葉幅cm	葉厚mm	湿重量g
1	14.5	2.1	0.7	0.8
2	14.7	2.0	0.7	1.0
3	18.8	2.1	0.7	1.3
4	29.0	2.7	0.8	4.3
5	31.0	2.5	0.8	3.5
6	28.1	2.7	0.8	3.0
7	39.8	4.1	1.0	7.0
8	27.2	2.6	0.7	2.8
9	26.2	3.3	0.8	2.8
10	44.3	3.9	0.9	7.0
11	47.0	3.9	1.0	8.0
12	32.0	4.1	1.0	5.5
13	51.2	4.5	1.0	11.0
14	32.0	3.6	0.8	5.7
15	22.4	2.4	0.7	2.2
16	27.3	2.4	0.7	3.0
17	28.9	3.1	0.8	4.0
18	32.6	2.9	0.8	4.3
19	38.8	4.4	1.0	8.0
20	51.2	4.7	1.1	10.0
21	16.7	1.7	0.5	0.7
22	18.4	2.1	0.6	0.9
23	18.2	2.0	0.5	1.0
24	18.3	2.0	0.6	1.7
25	19.5	2.8	0.5	1.2
26	18.3	2.7	0.5	1.7
27	24.8	3.8	0.6	3.3
28	28.5	3.7	0.6	3.5
29	31.3	3.8	0.5	3.3
30	23.1	2.8	0.6	2.3
31	18.5	2.9	0.5	1.5
32	24.7	2.6	0.5	2.0
33	18.8	2.6	0.5	1.4
34	16.7	2.9	0.5	1.2
35	18.0	2.1	0.5	1.0
36	23.2	3.1	0.6	2.4
37	37.5	3.5	0.6	3.9
38	35.8	2.8	0.6	3.5
39	41.5	4.3	0.7	5.3
40	23.0	3.8	0.7	3.6
平均	27.8	3.1	0.7	3.5
標準偏差	10.0	0.8	0.2	2.6

（表 1）設置前種苗の測定状況

8m の育成ロープに、3 個体の種苗の茎の所をクレモナロープで縛って 1 組にして、20 cm 間隔に 35 組取り付け、1.5m の間隔で海中へノレン式で 18 本設置した。

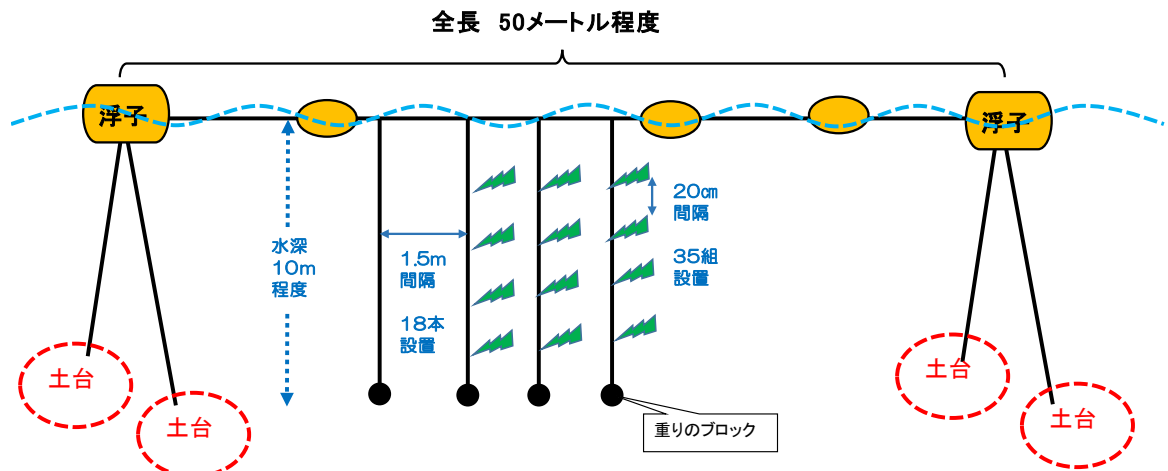


図1 種苗設置イメージ



写真3 種苗を1組にした様子

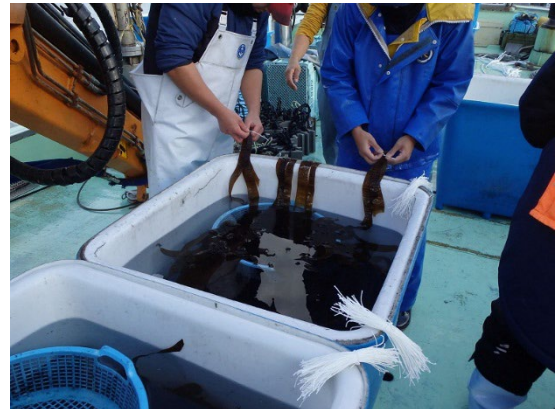


写真4 種苗取付時の様子



写真 5、6 種苗が付いたロープ設置の様子

5 活動の実施結果と考察

1) ガゴメ昆布種苗の成育状況などの定期調査

育成状況については、令和 5 年 3 月に実施する予定としている。

6 問題点とその解決策

今年度は、種苗の設置のみであり、採取時期については、令和 5 年 4 月下旬を想定している。その時期までにどの程度育成するかについて検証するとともに、採取後の販売についても、ガゴメ昆布を生状態で販売すること自体が初めての試みであることから、引き続き検証していく必要がある。

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 七尾湾漁業振興協議会会長 竹内 大生

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、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

2022 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計 10,000 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 7,000 匹のナマコ種苗を放流した。ただ放流するだけでは魚などの外敵に食べられてしまうため、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、そこに潜水士がナマコ種苗を直接付着させた。

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 3,000 匹のナマコ種苗を放流した。七尾南湾では、海の資源保護について考えるきっかけとするために、地元の石崎小学校 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 ナマコ種苗



写真3 七尾西湾における種苗放流の様子



写真4 七尾南湾における種苗放流の様子

(2) 放流効果調査

ナマコの種苗を放流してから約半年が経過した 2023 年 2 月に効果調査を実施した。調査

方法としては、潜水士の目視確認や水中カメラによって海中の様子を確認したほか、両地区とも貝藻くんを1基ずつ引き揚げて、ナマコの生息状況を調べた。

5 活動の実施結果と考察

放流効果調査の結果、七尾西湾においては、設置した貝藻くんやその付近で大きなマナマコや放流したものと思われる稚ナマコが多く確認された。ナマコ無放流区に比べ、ナマコ放流区はナマコ生息密度が大きい結果となった。(表1)

貝藻くんを引き揚げたところ、貝殻基質に多くの稚ナマコが生息しており、1基あたり142匹の稚ナマコが内部から確認された。

以上の結果から、七尾西湾において人工魚礁を用いたナマコの種苗放流は効果があったと考えられる。

七尾南湾においては、放流した稚ナマコはあまり確認できなかったものの、貝藻くん付近には設置していない場所に比べて多くの大きなマナマコが確認された。このことから、貝藻くんはナマコの生息環境として適していると思われる。

表1 七尾西湾（ナマコ増殖場）のナマコ生息密度

ナマコ増殖場	ナマコ生息密度	ナマコ個体数	調査面積
ナマコ放流区（貝藻くんあり）	3.00 匹/m ²	15 匹	5 m ²
ナマコ無放流区（貝藻くんなし）	0.17 匹/m ²	2 匹	12 m ²



写真5 引き揚げた貝藻くんの様子



写真6 貝藻くんの内部調査の様子



写真7 貝藻くんから出てきた稚ナマコ



写真8 七尾南湾で確認されたマナマコ

6 問題点とその解決策

調査の結果、七尾西湾に比べて七尾南湾では確認された稚ナマコの数が少なかった。要因として考えられるのが2地区における種苗放流方法の違いであり、貝藻くんに直接稚ナマコを放流する方が生存率を高めることができると考えられる。来年度は七尾南湾においても貝藻くんに直接種苗を付着させる放流方法を試したい。

両地区とも、より効果的な放流方法を模索していきたい。

魚類用陸上施設を活用したアワビ中間育成について

(夏季の中間育成の試み)

1 実施団体

実施団体名 嶺北地域栽培漁業推進協議会

住 所 福井市大手3丁目10-1 福井市役所林業水産課内

代表者名 川端 元昭

2 地域及び漁業の概要

嶺北地域栽培漁業推進協議会は、嶺北地域(坂井市～南越前町)における栽培漁業を効果的かつ円滑に推進、定着化を促進するために、平成元年に現在の坂井市、福井市、越前町、南越前町の4市町及び各地区漁業協同組合等が会員となって設立され、令和4年度には、ヒラメ、クロアワビの中間育成を行い、嶺北各地区で放流を行っている。

一方、福井県嶺北4市町で行われている漁業は、刺網漁業、一本釣り漁業を中心に定置、底曳等であり、漁業経営体は279経営体(平成30年度)である。

3 課題選定の動機と目的

当協議会では、令和3年度まで、越前町米ノ地先にある中間育成施設において12月から翌年4月にアワビの中間育成を行っていた。当該施設は海岸の一部を防波堤で囲った陸上施設に2か所の取水口があり、約12万個の種苗が収容可能である。中間育成の方法は、施設内に養殖いかだを浮かべ、飼育カゴ(10mm目合いトリカルネット製、1.9×0.9×0.9m)を設置し、1カゴあたり2,000～3,000個の種苗を収容していた。しかし、近年、多発する冬季の高波・高潮により、ごみの大量流入やいかだの破損等の被害が多発し、修繕費や流入するごみの除去作業にかかる労力の増大等が大きな問題となっていた。特に令和2年1月

8日に発生した高波の際は、いかだが陸上に打ち上げられて破損し、種苗が斃死する等の大きな被害が発生した(図2)。

一方、当協議会は福井市越前地先にヒラメの中間育成を目的とした陸上水槽を所有しており、6～8月にかけてヒラメの中



図1 米ノ中間育成施設の概観



図2 令和2年1月8日に発生した高波による被害の状況

間育成を行っているが、その他の期間は休閑期となっている。

そこで、令和2年度より、中間育成を行う上で波浪等による被災リスクの低減や飼育労力の削減、越廼中間育成施設の効率的な運用を図るため、越廼中間育成施設の魚類用陸上水槽をアワビ中間育成へ活用することについて検討を開始した。令和2年度は、越廼中間育成施設の給水設備を改変することなく飼育が可能か否か検討した。その結果、個々の飼育カゴに給水する場合と複数の飼育カゴを収容した飼育水槽1か所から給水を行った場合とで、成長及び生残率に大きな差はなかった（令和2年度版本事業報告書参照）。また、令和3年度は、これまで当協議会が越前町米ノ地先にある中間育成施設で中間育成を行っていた約70,000個の種苗を、すべて越廼中間育成施設の屋内円形水槽（FRP製、半径3m）5基で中間育成することが可能か否か検討するため、越廼中間育成施設の屋内円形水槽1基に収容したアワビ種苗（2,000個/カゴ×3カゴ及び3,000個/カゴ×3カゴに分けて収容）と、米ノ中間育成施設のアワビ種苗（2,000個/カゴ×3カゴ）との成長及び生残率を比較した。その結果、入荷初期（約1週間）の生残率については、米ノ中間育成施設は98%以上であったのが、越廼中間育成施設は64～95%と変動がみられ、後方で生残率が低い区も見られた。しかし、その後の斃死個体数は低く推移したことから、収容初期の斃死については課題が残るものの、越廼中間育成施設をアワビ中間育成に活用することは可能であると考えられた。以上の結果を踏まえ、令和4年度よりすべてのアワビ種苗の中間育成は、越廼中間育成施設の陸上水槽を用いて実施することとなった。

これまで、当協議会が実施してきたアワビ中間育成は、秋季（11～12月）に種苗を入荷し、春季（翌年4月下旬～5月上旬）の放流時期まで中間育成を行ってきた。しかし、近年では、秋季に必要な数の種苗を確保することが困難になりつつある。福井県水産試験場では県内各地先における放流用アワビ種苗の調達を行っているが、各漁協等からの要望数を確実に確保できるように、一部の種苗を春季に確保して夏季に中間育成（中間育成場所は小浜市堅海の栽培漁業センター）し、秋季に各漁協へ配布を行っており、種苗の確保が容易な春季に種苗を入荷し、夏季に中間育成することを考えざるを得ない状況にある。

そこで、当協議会でも越廼中間育成施設の陸上水槽を用いて試験的に夏季の中間育成を実施した。

4 活動の実施項目及び方法

越廼中間育成施設の屋外円形水槽（FRP製、半径5m）1基に、飼育カゴ（10mm目合トリカルネット、 $0.5 \times 0.8 \times 0.25\text{m}$ 、底面に黒色波板を配置）を4個設置し、令和4年6月9日に飼育カゴ1個当たり種苗を1,000個収容した（収容密度：2,500個/ m^2 、以下、試験区1とする）。また、当協議会において従来から使用している飼育カゴ（10mm目合トリカルネット、 $1.9 \times 0.9 \times 0.5\text{m}$ ）3個に各2,000個収容し（収容密度：1,200個/ m^2 、以下、試験区2とする）、合計10,000個の種苗を用い

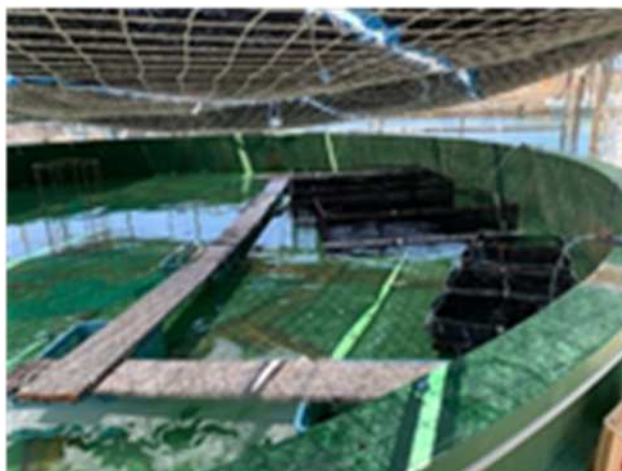


図3 越廼中間育成施設における試験区の状況

た（図3）さらに、水産試験場栽培漁業センターにおいても、図4のとおり0.5×0.8×0.25mの飼育カゴ4個に種苗を1,000個ずつ収容した（収容密度：2,500個/m²、以下、試験区3とする）。餌はノーサン



図4 栽培漁業センターにおける試験区の状況

あわび3号を用い、給餌量については、水温動向や摂餌状況により適宜調整した。なお、試験に用いた種苗は、株式会社長崎県漁業公社より購入した。

計測等は、種苗を収容した際と出荷時に種苗の殻長を測定し、種苗収容から1週間後及び1か月毎に斃死個体の計数を行い、生残率を算定した。また、飼育環境の把握のために水温及び溶存酸素を測定した。

5 活動の実施結果と考察

両施設における殻長推移は図5の通りとなった。入荷時（令和4年6月9日）の平均殻長は、試験区1は21.4±0.4mm、試験区2は21.8±0.3mm、試験区3は21.4±0.3mmであった。また、出荷時の平均殻長は、試験区1は27.3±0.3mm、試験区2は28.2±0.4mm、試験区3は27.0±0.4mmであった。なお、入荷時、出荷時ともに試験区1～3の平均殻長に有意差は

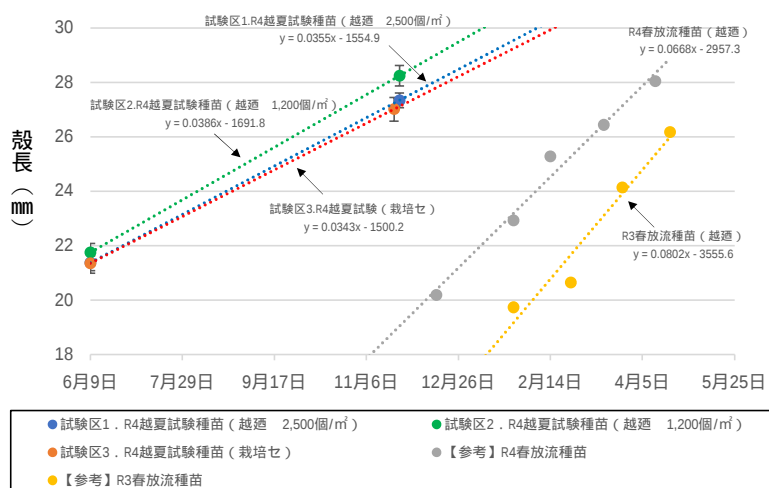


図5 中間育成種苗の殻長推移

なく、成長速度についても試験区1～3はそれぞれ0.0355±0.002mm/日、0.0386±0.004mm/日及び0.0328±0.002mm/日で、いずれの試験区も成長速度に差はなかった。一方、図5には当協議会において従来から実施している冬季の中間育成種苗（令和3年1月に入荷し同年4月に放流した“R3春放流種苗”及び令和3年12月に入荷し令和4年4月に放流した“R4春放流種苗”）の殻長推移をプロットしており、その回帰直線から求められる成長速度はそれぞれ0.067mm/日及び0.080mm/日で、従来から実施している冬

季中間育成種苗の成長速度は、今回の飼育試験結果の成長は速度の約2倍であった。

また、入荷から出荷までの期間における生残率と飼育水の水温及び溶存酸素の推移は図6、7のとおりであった。

生残率について見ると、3試験区とも入荷後約1週間の時点で80～90%台にまで大きく低下し、入荷から約1か月後の7月11日時点では、試験区1は $71.9 \pm 2.0\%$ 、試験区2は $67.2 \pm 1.8\%$ 、試験区3は $77.6 \pm 1.2\%$ にまで低下した。さらに、8月上旬までの1か月間で越廼中間育成施設の試験区と栽培漁業センターの試験区とで生残率に大きな差が開き、試験区1及び2の生残率は8月8時点で $59.2 \pm 2.6\%$ 及び $56.5 \pm 2.1\%$ 、試験区3の生残率は8月9日時点で $72.9 \pm 1.9\%$ となった。その後の斃死は、

試験区3については概ね収束したが、試験区1及び2については緩やかに低下し、出荷までの約3か月間で約10%低下した。最終的な出荷時点での生残率は、試験区1及び試験区2では $50.8 \pm 2.9\%$ 及び $47.0 \pm 2.7\%$ で差はみられなかったが、試験区1及び試験区3では $50.8 \pm 2.9\%$ 及び $68.7 \pm 2.2\%$ で大きな差がみられた。

水温については、種苗の入荷以降、両施設とも上昇傾向で、8月15日時点でピークの値となる28～30台を示し、以降、低下した。溶存酸素については水温の上昇に伴い低下し、8月中旬に最低値の6～7mg/L台となり、その後、上昇した。水温については越廼中間育成施設の方が期間を通して低く、溶存酸素については越廼中間育成施設の方が高かった。

試験区1及び2の生残率結果より、1,200～2,500個/m²の範囲では飼育密度の差は生残率に影響がないものと考えられた。

一方、試験区1及び3については7月上旬以降、生残率に大きな差が認められたが、水温及び溶存酸素の推移をみると、飼育環境は栽培漁業センターより越廼中間育成施設の方が劣っていたとは考えられな

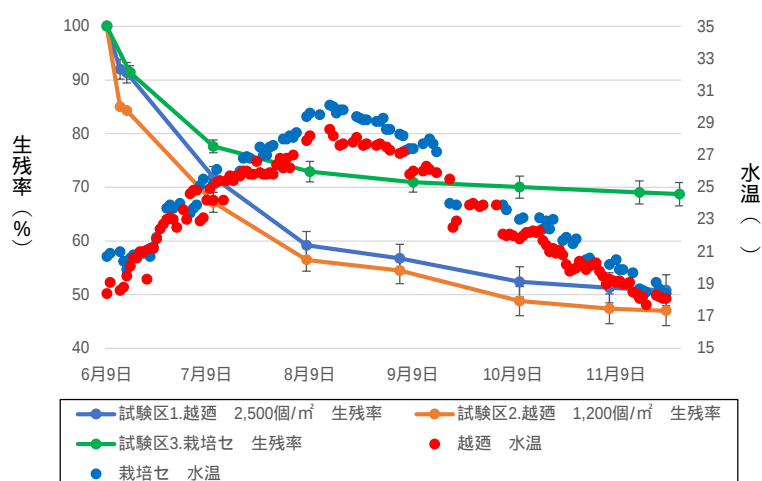


図6 中間育成種苗の生残率と飼育水温の推移

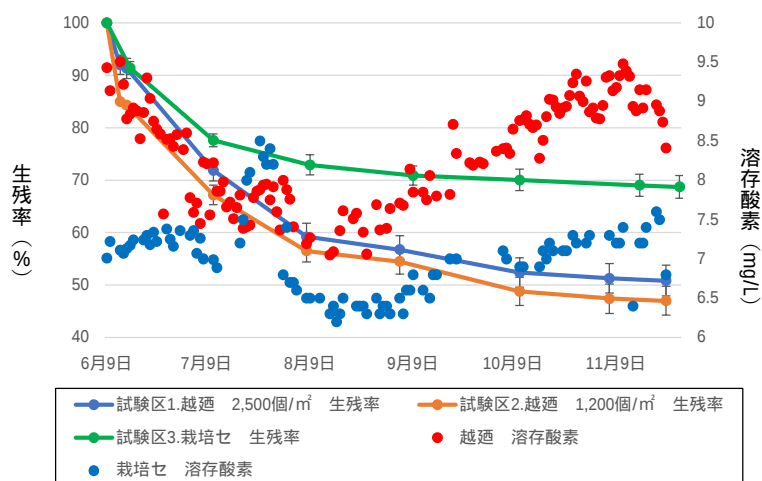


図7 中間育成種苗の生残率と飼育水の溶存酸素の推移

い。また、栽培漁業センターの飼育水は、栽培漁業センターの位置する小浜市堅海地先沖水深約 10m からくみ上げ、濾過海水を用いているが、越廼中間育成施設の飼育水は榮崎漁港内水深約 3m からくみ上げた無濾過海水を利用している。そのため、越廼中間育成施設の飼育水は、台風等の時化により底泥が舞い上がって飼育水が濁ることや、飼育カゴ内への底泥の付着・堆積がみられた。飼育水の濁りや底泥の付着・堆積による飼育環境の悪化が、越廼中間育成施設における生残率低下の要因の一つであったかもしれない。

6 問題点とその解決策

今回、越廼中間育成施設で飼育したアワビ種苗の生残率が栽培漁業センターで飼育した種苗の生残率に比べて低かった。その原因は無濾過海水の使用により海水の汚濁や底泥の付着・堆積が発生したことが原因であるとすれば、給水施設にろ過設備を導入するか、飼育カゴ等をこまめに掃除して付着・堆積した底泥の除去に努めることで、生残率の改善を図ることができるかもしれない。

また、夏季の中間育成では高水温期に摂餌量が低下するため、従来から行っている冬季（11 月から翌年 5 月までの約半年間）の中間育成と比べて成長速度が約 1/2 になる。当協議会では、従来から種苗を殻長 17 mm サイズで導入後、目標サイズの 30 mm 以上まで中間育成して放流を行っているが、夏季の中間育成を経て 30 mm サイズで放流するためには、大型の 25 mm 程度の種苗を春に導入して約半年間で 30 mm サイズまで中間育成するか、17 mm サイズで導入して翌年春までの約 1 年間かけて 30 mm サイズ以上まで中間育成を行う必要がある。また、高水温期の生残率が低くなるために、種苗数を従来より多めに確保する必要もある。以上より、夏季からアワビ中間育成を行う場合は、従前より種苗購入費や中間育成経費（人件費や光熱費等）の増額を見込む必要がある。

府内未利用漁場から採取したアカウニの試験養殖

1 実施団体

実施団体名 京都うに協議会
住 所 京都府与謝郡伊根町亀島 905
代 表 者 名 今村 大志

2 地域及び漁業の概要

グループの構成員が活動する伊根町及び京丹後市は、日本海に面する京都府北部に位置している（図 1）。伊根町は日本三大ブリ漁場のひとつであり、定置網漁業、延縄漁業、採貝藻漁業等が営まれ、水揚量 2,700 トン、水揚金額 8 億円である。京丹後市は間人ガニのブランド名で知られるズワイガニの産地であり、機船底曳網、定置網漁業、採介藻漁業等が営まれ、水揚量 1,200 トン、水揚金額 7 億 8,000 万円である（いずれも令和 3 年）。

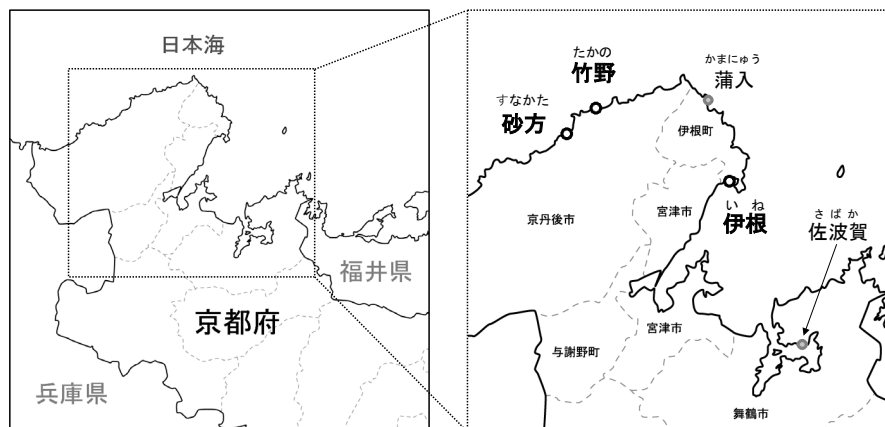


図 1 関係地区の位置

3 課題選定の動機と目的

アカウニは、主に京丹後市沿岸で漁獲・加工されているが、ここ十数年は波浪の影響で岩礁帯の一部が砂に覆われ、アカウニの生息場所が減り個体数が減少していると同時に、漁業者の高齢化に伴って漁獲や加工ができる人も減少している。夏の観光宿泊客向けの需要はありながらも、安定した生産ができないことが課題である。一方、伊根町では、一部漁業者がウニ類の漁獲・加工を行っているが、天然資源に依存している状況にある。

そこで、両市町の漁業者がアカウニの安定生産を目的に、養殖による生産を目指したいと考え、グループを結成し、試験養殖を実施していくこととした。なお、試験養殖では、これまで出荷調整で一時的にウニを活かしてきた経験から、アカウニはムラサキウニと比較して弱りやすいことが分かっており、本格的な養殖を検討していくために、まずは自分たちのそれぞれの地先海面でアカウニを飼育できるかどうかを、確認することとした。

4 活動の実施項目及び方法

(1) 伊根地区：未利用漁場からの種苗採取と試験養殖

伊根地区では、取組を行う潜水漁業者自らが未利用漁場から素潜り漁で種苗を確保した。

種苗確保にあたっては漁協支所に調整いただき、アカウニ未利用地区である伊根町内の蒲入地区水視漁業者にアカウニ限定の採取という条件で同意を得、令和4年5月15日、23日、30日に同地区へ入漁させていただいた(図2)。合計356個の天然アカウニを得て、これを種苗として試験養殖した。

アカウニ種苗は、伊根地区に令和4年5月10日に立ち上げた延縄式養殖施設(図3)に、8カゴ(40個程度/カゴ、サイズ50×30×25cm)に分けて水深1.5mへ垂下した。餌は、安価かつ安定的に得られる利点があるため、隣の養老地区で養殖している海藻アカモクの残渣を買い取り、冷凍保存して1週間毎を目安に与え、9月15日まで(124日間)飼育した。



図2 採捕物の確認(蒲入漁港にて)



図3 延縄式養殖施設(伊根地区)

(2) 砂方地区：未利用漁場から採取された天然アカウニを利用した試験養殖

砂方地区、竹野地区を含む京丹後市沿岸ではアカウニが利用されているため、未利用地域である舞鶴市佐波賀地区の潜水漁業者に採捕を依頼し、7月11日に入手した種苗約300個を用いて試験した。なお、収容時のチェックで殻や口器に傷のある個体が1割程度あったため、それらは除去した。7カゴ(40個程度/カゴ、カゴのサイズ50×30×25cm)を漁港の空きスペースである防波堤内側の水深1.5～2mの砂地に接地する形で飼育した(図4)。カゴの中に



図4 漁港内の養殖場所(砂方漁港)

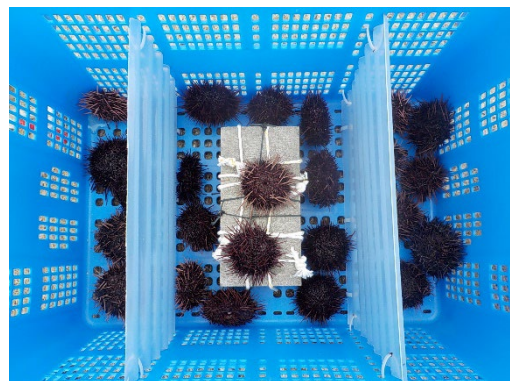


図5 仕切り板

は仕切り板を1～2枚取り付け付着面積を増やし、1個体あたりの面積が広がるよう工夫した（図5）。餌は、地先に豊富に生育する海藻（ホンダワラ類やアオサ等）や流れ藻、自家栽培の野菜などを3日～1週間おきに与え、8月23日まで（43日間）飼育した。なお、一部のカゴにはアカウニと同じ漁場で普通に見られるムラサキウニやコシダカウニを数個入れた。

(3) 竹野地区：未利用漁場から採取された天然アカウニを利用した試験養殖

竹野地区も、砂方地区と同じ舞鶴市佐波賀地区からアカウニ約200個を7月21日に入手し、試験した。他の2地区よりやや大きい60×60×30cmのカゴ4つ（50個程度／カゴ）を、既存の延縄式アカモク養殖施設の空きスペースを活用して水深1.5mに垂下した。餌は地先に豊富に生育するアラメを与え、8月のみ漁港内で得られたジュズモ類を併せて与え、9月22日まで（64日間）飼育した。



図6 延縄式養殖施設（竹野漁港）



図7 アラメとジュズモ類を給餌

(4) アカウニ養殖先進地（佐賀県玄海地区）の漁業者等によるWeb講義

計画していたアカウニ養殖先進地である佐賀県玄海地区への視察は、長引く新型コロナウイルス感染症の影響から断念し、代わって当該先進地でトップクラスのアカウニ養殖漁業者、久保居喜一氏によるWeb講義を令和4年9月8日に開催した。

5 活動の実施結果と考察

(1) 伊根地区：試験養殖

前年に少量のアカウニを全数殻径計測のうえ飼育したところ、10日以内に計測時のストレスの影響と考えられる斃死が半数みられたことから、いずれの地区においても殻長測定等の作業は行わないこととし、身入率の指標として生殖腺重量指数（以下、GI）を算出した。

およそ3ヶ月半にわたり冷凍アカモクを給餌した結果、GIが5.8%から3.5%に減少した。1週間毎の給餌頻度では、与えた餌を早期に食べ尽くしていた（餌の量が少なかった）可能性、あるいは餌がカゴの隙間から流失した可能性が考えられた。生残率は、1ヶ月後に76%となったが、45日を過ぎると死亡はなくなり、最終的に75%となった。身の色についても、くすんだ色のものが多い結果となった。

(2) 砂方地区：試験養殖

試験開始から1ヶ月後の8月13日、高水温の影響が当初より摂餌量が落ちていていると見受けられたため、餌の量を少なめにした。当該地区の習慣で盆の期間中は海へ行けないため、10日後に様子をみたところ、ほとんどのアカウニが死亡していた。一方、一部のカゴに数個入っていたムラサキウニやコシダカウニはすべて生存していた。高水温期に発生することがあるとされる細菌感染症による斃死が考えられたため、府農林水産技術センター海洋センターに検査を依頼したところ、病気ではなく高水温による酸欠の可能性が高いとの結論であった。

(3) 竹野地区：試験養殖

竹野地区ではほとんど死亡個体がなく最終的な生残率は97%であった。餌は、アラメを1週間で2株分/カゴを食べること、さらに8月のみ漁港内に豊富に生育するジュズモ類も食べることが分かった。

GIの平均値の推移を図8に示した。試験開始時のGIについては、砂方地区と同じ採取場所の種苗を使ったため、7/11の

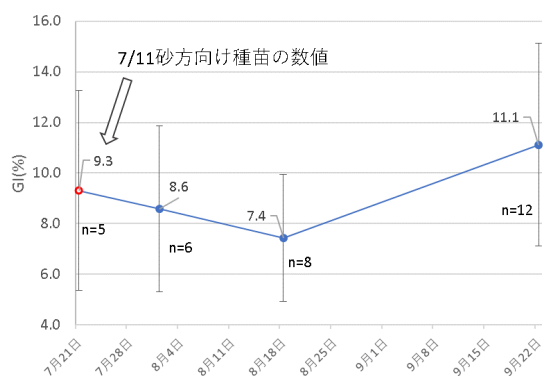


図8 身入率(GI)の平均値の推移(竹野)

砂方向け種苗の数値を使用した。試験開始から1ヶ月まではGIが徐々に減少する傾向がみられたが、さらに1ヶ月が経過した試験終了時には、GIが11.1%と増加傾向を示した。

近隣地区漁業者に板うに加工を指導してもらったが、作業に不慣れなため身が欠けてしまうことが多かった。また、水切りも非常に難しく、板うにに被せたナイロンシートに1晩で水滴が多量に付着してしまい、出荷できる品質にするには熟練の技を身につける必要があることを痛感した。一方で、最終的な身入は非常に良く、周辺海域の天然アカウニの最大の身入と同等のものが多くあり、身の色についても、色の悪いものは少なかった。

(4) アカウニ養殖先進地(佐賀県玄海地区)の漁業者等によるWeb講義

現地視察こそ叶わなかったものの、リモートでのWeb講義30分、質疑応答に60分と、予定した時間いっぱい助言を受けることができた。講師として登壇いただいた久保居氏のご厚意で細部まで助言を受けることができ、アカウニ養殖に取り組み始めたばかりの私たちにとって、大変貴重な時間となった。例えば、給餌の頻度や量が季節によって異なることや、負担軽減の方法、品質を高めるための「仕上げ」など、これまで長い年月をかけて培った経験と知識を、惜しまずご教示いただいた。お世話になった久保居様と、佐賀県玄海水産振興センター職員様に、この場をお借りして改めて厚く御礼申し上げたい。



図 9 Web 講義受講の様子

6 問題点とその解決策

伊根地区で餌として使用したアカモク残渣は、安価で安定供給が可能で使い勝手が良かったものの、身入りは芳しくない結果となった。この原因として餌不足が考えられたが、先進地の研究結果によると、餌料効率がアラメの半分程度であることも分かった。アラメは地区の漁場に生育する量が少ないことと、アカモク残渣の冷凍在庫が残っているため、次年度は200～300個程度の人工種苗（殻径20mm程度）を府外から購入し、小サイズからの飼育であれば餌に馴致できるかどうかや、飽食給餌による身入改善等を試したい。また、アカモク残渣に加えて、水温の低い冬場は他県で成長が良いとされているキャベツ外葉など葉物野菜の残渣を給餌し、身入や身色の向上を図りたい。

砂方地区では漁港内の防波堤にカゴをロープで固定して試験養殖し、船を使わずに管理ができる点では良かったものの、水深2mまでの漁港内では比較的浅い場所に接地させていたことから、高水温期に酸欠状態に陥ってしまった。高水温となる夏場の1～2ヶ月は、防波堤内側でなく、防波堤の外側に重りを取り付けて置くなど、高水温にならないような対策を講じることにより、斃死を抑制したい。そして、次年度は伊根地区と同程度の人工種苗を導入し、引き続き試験したい。

竹野地区では一時的にGIの低下が見られたが、これは種苗として採取した際に棘や管足が切れ、その回復のためにエネルギーを消費し、治癒後にGIが上昇したものと思われた。なお、竹野地区の養殖施設は、秋～冬にかけてアカモク養殖に使用しているため、長期間ウニを飼育することが困難であることから、今後も府内のアカウニ未利用地区から天然種苗を購入し、2～3ヶ月程度の短期畜養を実施して身入を向上させ、最も高値がつく8月上中旬に板うにに加工して出荷したいと考えている。

今回の試験養殖で、地先によっては工夫が必要なところもあったが、自分たちでアカウニを飼育できることが分かった。今後、無理のない範囲でアカウニ養殖の事業化に繋がられるよう、引き続き取り組みを継続して見極めていきたい。

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

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、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 80 名、取扱金額は 728 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 課題選定の動機と目的

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た。

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、11 月下旬に水深 5 m 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

ワカメの幼芽を付けた小型魚礁を 11 月 28 日に、図 2 に示す箇所に 13 基設置した。そのうち 4 基は引き上げて効果を確認できるように引き上げ用のロープを付けて設置した。



図2 魚礁設置位置（青色部分）

(3) 小型魚礁の効果確認

2 月 15 日に、小型魚礁 4 基を引き上げ、効果を確認した。その他は、水中ドローン（FIFISH V6、株式会社ホバリング：写真2）にて効果の確認を行った。

なお、引き上げた魚礁は、来年度以降も効果を確認するために、再度同じ場所に設置した。



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

水上に引き上げた小型魚礁4基と、水中ドローンで確認した小型魚礁は、すべてに設置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、6)。

しかし、引き上げた魚礁のうち1つに付着していたワカメに、食害を受けたような跡があった(写真4)。これは、クロダイ等による食害であると考えられる。

また、引き上げた魚礁にはワレカラは多数見られたが、他の生物は見られなかった。



写真3 引き上げた魚礁



写真4 食害を受けたような跡（赤丸部分）

水中ドローンで周囲を見回った結果、周辺にはハゼ類、フグ類、ナマコ類の姿は少し見られたが、他の生物はほとんど発見できなかった。



写真5 水中の魚礁



写真6 水中の魚礁

写真内にハゼ類（青丸部分）、フグ類（赤丸部分）

(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、食害と思われる部分はあったものの、藻場の造成による基礎生産性の向上の効果はあったと感じる。

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。

しかし、その他の生物の姿はあまり見られず、小型魚礁設置により生物多様性を促せたとは言いがたい結果となった。これは、先に小型魚礁の引き上げを行ったことで、音や衝撃で逃げてしまったことや、沖に面しており流れが速く、そもそも設置場所が底生生物や魚類が定着しにくい場所であったことが考えられる。

6 問題点とその解決策

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ものの、残念ながら生物の姿はあまり確認できなかった。さらに、ワカメが食べられたような跡もあった。今回の活動により、さらに効果を高めるためには、生物が定着しやすい環境で実施し、食害を受けないように対策する必要があると考える。今後は、今回設置した魚礁の効果を引き続き検証しつつ、設置適地の検討を行うとともに、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

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。本団体が活動している新庄漁業協同組合における令和 3 年度の状況は、組合員 323 人（正組合員 29 人、准組合員 294 人）で構成され、採貝藻、刺し網、一本釣り、曳き縄など、多様な漁業が営まれている。



図 1 実施活動地域の位置

漁獲量は約 4 トン、漁獲金額は約 1.4 千万円となっている（図 1）。

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、漁協の倉庫内に設置した簡易な飼育設備を用いてマガキガイの種苗生産を試みた（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、交尾の様子が観察される。そこで、本会所属の漁業者に令和4年6月6日に浅場に集まった成貝30個体（平均重量33g）を採取してもらい、それらを上部ろ過式の60cmガラス水槽に収容し、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、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、120ガラス水槽に収容して微通気により孵化まで管理した（写真4）。なお、成貝は6月29日に新たに採取した個体に入れ替えるとともに、約90個体を県水産試験場で飼育してもらい、産出卵の提供を受けた。



写真3 成貝の飼育状況



写真4 孵化水槽

(2) 飼育

ア 浮遊幼生の飼育

孵化幼生の飼育は期間中に5回実施した。

1 回次～4 回次は、孵化した個体数に応じて 30ℓ、100ℓ、200ℓのポリカーボネイト水槽（以下、水槽）に幼生を収容し、ごく弱い通気を行いながら止水で飼育した。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、飼育個体数に応じて 1 万 cells/ml～2 万 cells/mlを駒込ピペットで 1 日 1 回与えた（写真 5）。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、日中と夜間の水温差を小さくするため、28℃に設定したヒーターを設置した。

5 回次は、孵化した幼生を 150ℓの海水を入れた水槽に収容し、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。なお、換水用の飼育水には餌料プランクトン 20 億 cells 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。また、飼育水槽の通気量は 2ℓ/分に増やして水槽内の水が対流するように調整し、エアレーション周辺や上部に発生する強い水流が幼生の遊泳に影響を与えないよう、エアストーンはプランクトンネットとトリカルネットで作った筒に入れて飼育を行った（写真 6）。



写真 5 1 回次の飼育状況



写真 6 5 回次の飼育状況

イ 付着珪藻の培養

着底後のマガキガイ稚貝の餌である付着珪藻を確保するため、100ℓ水槽に塩素殺菌した海水を溜め、市販の藻類培養液とメタ珪酸ナトリウムを溶かして培養を試みた。開始時に種として、成貝飼育水槽のガラス面に繁茂した珪藻を剥ぎ取り、水槽に添加した。珪藻の付着基質にはプラスチック製波板を複数枚重ねたものを使用し、培養は止水で強通気とし、遮光幕により光量を調節した。培養中は 1 週間毎に海水を交換した（写真 7）。



写真 7 珪藻培養の状況

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 9 日から始まり、飼育期間中に 7 回確認された。また、水産試験場から 6 月 13 日、6 月 30 日、7 月 12 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（写真 8）。孵化に要する日数は概ね 25℃以下では 5～6 日、25℃以上では 4～5 日かかり、高水温の条件下ほど短い日数で孵化する傾向がみられたが、飼育水温が約 30℃に達した時は孵化に至らなかった。



写真 8 マガキガイの卵塊

表1 採卵結果

産卵日	産卵場所	飼育水温 (℃)	孵化数 (千個体)	孵化までの日数 (日)
6月9日	漁協	21.3～23.5	20	5～6
6月13日	水試	21.3～26.8	50	5～6
6月16日	漁協	24.6～28.7	300	5
6月17日	漁協	25.0～26.8	20	5
6月23日	漁協	27.8～28.4	10	4～5
6月25日	漁協	28.5～29.0	0	孵化せず
6月30日	水試	25.1～30.5	0	孵化せず
7月7日	漁協	27.0～31.1	0	孵化せず
7月12日	水試	25.7～28.0	100	4～5
7月13日	漁協	25.0～28.0	20	4～5

(2) 飼育

ア 浮遊幼生の飼育

浮遊幼生の飼育結果を表 2 に示す。

1～4 回次は、いずれの回も孵化後 2～3 日のうちに大量斃死が起こり、生残日数は 3～8 日間であった。この原因として、①浮遊幼生が餌を摂りやすいよう微通気で飼育を行ったが、水が対流せず餌が直ぐに沈降してしまい、表層付近の幼生が十分な餌を摂れなかったこと、②水槽の底に溜まった残餌が腐敗し水質が悪化したことが考えられた。そこで、5 回次は飼育方法を変え、常に表層付近に餌を供給できるよう給餌方法と通気量を変更し、また少量の換水を毎日行うことで水質の改善を図った。その結

果、4回次までに発生していた孵化直後の大量斃死は起こらず、浮遊幼生は順調に成長した（写真9）。しかし、孵化後1週間が経過した頃から斃死が目立ち始め、孵化後18日目を最後に幼生が確認できなくなった。

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	20	100	26.8 ~ 28.3	無	10	1日1回	3
2	300	200	25.2 ~ 28.7	無	40	1日1回	8
3	70	200	24.6 ~ 28.7	無	40	1日1回	6
4	10	30	28.7 ~ 29.4	無	30 ~ 50	1日1回	3
5	120	150	25.1 ~ 30.5	1/5・日	20	連続給餌	18

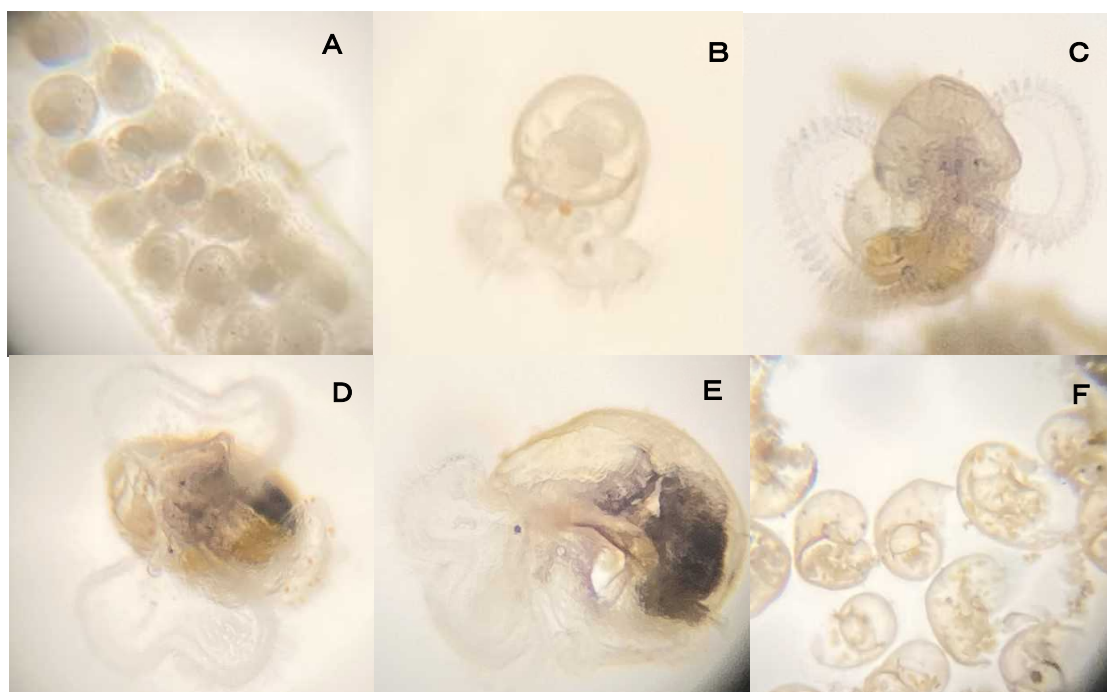


写真9 浮遊幼生の状況

A : 孵化直前の卵、B : 孵化直後の幼生、C : 孵化後7日目の幼生

D : 孵化後14日目の幼生、E : 孵化後18日目の幼生、F : 斃死した幼生

イ 付着珪藻の培養

培養は6月20日から開始し、約1週間で十分な量の珪藻を培養することができた。今回は着底稚貝が得られなかったため、給餌に用いることはできなかったが、遮光や定期的な換水を実施することで、1か月以上、培養した珪藻を保持すること

ができた（写真10）。



写真10 培養した付着珪藻

6 問題点とその解決策

（1）採卵

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、今後も同じ方法で採卵が可能と思われる。しかし、マガキガイの産卵は散発的に行われ、一度に大量の卵を得ることが難しいことから、次年度は水温変化や換水等の刺激により産卵誘発が可能かどうか検討したい。

（2）飼育

孵化幼生の飼育については、給餌方法や飼育環境を改良することで1～4回次に比べて5回次は生残日数を大幅に延ばすことが出来たが、着底幼生を得るまでには至らなかった。これは、令和4年は例年に比べて梅雨明けが早く、7月中旬以降の飼育水温が連日30℃前後に達していたことが一因と考えられる。過去にマガキガイの種苗生産試験を行った本県水産増殖試験場報告によると、水温は26℃前後を保っており、幼生飼育においては適正水温を維持することが重要と考えられた。このことから、次年度は早期採卵により、適水温を維持できる5～6月に幼生飼育を行うか、水槽水温を下げ、幼生飼育を行えるよう設備の改良を検討したい。

沿岸漁業者の所得向上につながる養殖事業モデル体制の構築

1 実践団体

実施団体名 鳥取県漁業協同組合青谷支所潜水グループ

住 所 鳥取県鳥取市青谷町長和瀬 45-1

代 表 者 名 宮脇 正也（鳥取県漁業協同組合青谷支所運営委員長）

2 地域及び漁業の概要

本地域の海岸線は日本海の外海に面し、大小の砂浜とそれを区切るように陸域から連なる岩礁域が点在する地形である。当グループの基地となる長和瀬漁港は沿岸漁業の基地として鳥取市が管理する第1種漁港である（図1）。

ヒラメ、キジハタ、ケンサキイカ等を対象にした一本釣り漁業やマダイ、ハマチ等を対象にした刺網漁業、ウマヅラハギを対象にしたかご網漁業等が行われている。

また、サザエやアワビ、イワガキ等磯根資源を利用した採貝採藻漁業も行われている他、本県で唯一実施されている伝統漁法のトビウオまき網漁も続けられている。

当グループは、鳥取県漁業協同組合青谷支所（組合員14名：令和5年1月31日時点）の漁業者8名で構成し、時季に応じて、一本釣り、刺網漁業、かご網漁業やトビウオまき網漁、採貝採藻漁業を営んでいる。また、アワビ、サザエ等の資源管理や放流事業、磯焼けの原因生物であるムラサキウニの駆除、藻場造成のための母藻設置等の活動にも積極的に取り組んでいる。



図1 実践活動地域の位置

3 活動選定の動機と目的

当支所の漁獲量、漁獲金額は近年減少傾向にある（図2）。今後も高齢化に伴い、支所内の漁業者数が減少していくことが見込まれており、新規就業者の確保、漁村の存続、維持のためには漁業者の漁業所得向上を図るための活動が必要であると考えられる。

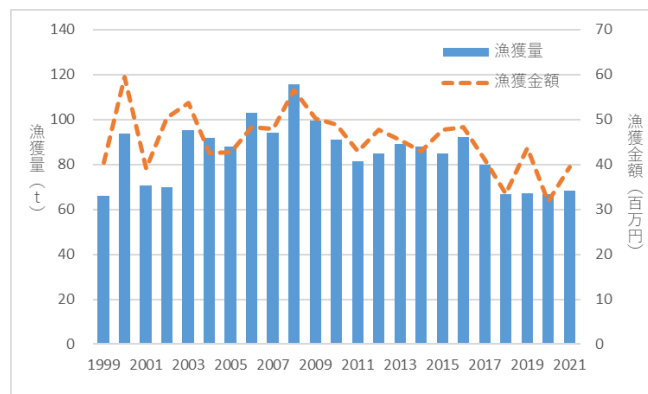


図2 青谷支所の近年の漁獲量と漁獲金額の推移

そこで、当グループでは2017年から3年間の間、鳥取県栽培漁業センターの委託事業を受け、漁港の空きスペースを活用したマアジの短期養殖試験を実施した。釣りや定置網で漁獲された低価格の小型のマアジ（全長20cm前後）を養殖用種苗として角形生け簀で2～3ヶ月間養殖した。生産魚を地元活魚料理店へ試験的に出荷したところ、良好な評価を得られた他、多くの需要があることが確認された（写真1）。また、生産魚が高単価で取引されたことから、採算性に期待が持てる結果を得ることが出来た（表1）。

併せて、2019年の9月からは、藻場の食害生物となるムラサキウニを、漁港内で垂下したかごと陸上の水槽で短期養殖する試験を実施した（写真2）。キャベツ、アオサ等を餌として与え、約2ヶ月半の養殖で身入りを向上させることが出来た。こちらも地元活魚料理店に試験的に出荷し、評判も上々で、予想以上に高値で販売することが出来た。しかしながら、キャベツは収穫時期が限られ周年での安定確保が難しく、アオサはウニの養殖規模を拡大出来るほどの量を確保出来ないといった課題も確認された。

当グループの活動を通して、港内養殖により漁業者の所得向上の可能性が見出されたが、より収益性を上げていくためには養殖規模の拡大や飼育技術の向上に加え、餌料の安定確保も必要である。そこで、本事業を活用し、養殖生産体制の強化及び飼育技術の向上を図り、漁業者による港内養殖の事業化に向けた活動を行なうこととした。



写真1 養殖マアジの出荷風景と実際に販売された養殖マアジ

表1 マアジ養殖の収支実績

【H31.10-12月 定置網の種苗を用いたマアジ養殖の収支実績】			
科目		金額	備考
売上高		132,500	マアジ 530尾 (250円/尾)
売上原価	種苗代	25,140	泊、夏泊定置マアジ 838尾 (30円/尾) →選別後 722尾を池入れ
	エサ代	4,305	アミエビ (220円/kg) × 8.5kg = 1,870円、配合飼料 (329円/kg) × 7.4kg = 2,435円
売上総利益		103,055	



写真2 かご垂下式でのウニ養殖風景

4 活動の実施項目及び方法

(1) マアジ養殖の安定化に向けた取組

ア マアジ養殖用種苗の移送方法の改良

当グループは、マアジ養殖用種苗として地先の定置網に入網したマアジを主体に用いている。しかし、定置網に入網したマアジは、揚網作業時に魚捕り部で他の漁獲物に接触、圧迫されるため、体表が擦れてダメージを受けやすい。また、マアジを養殖生け簀に移す際は、沖合での定置網から養殖用生け簀への移送時及び港内に曳航してきてからの選別・計数時の合わせて2回のハンドリング（種苗を取り上げる作業）を伴うため、魚体の擦れや傷がさらに増える。これらのハンドリングが原因で、定置網由来のマアジ種苗の生残率は50%程度となり、種苗を有効活用出来ていなかった。そこで本年度は、種苗のハンドリングを見直し、生き残りが良くなるよう移送及び選別作業の改善に取り組んだ。

まず移送作業であるが、従前の移送作業では、魚を生け簀に移す際、定置網の構造物が障害となって養殖用生け簀を魚捕り部に横付け出来なかったため、取り上げた魚を生け簀に移すのに数十秒かけて船上を10m程度移動する必要があるため、しかも水を切ったタモ網の手渡し作業だったため、この時点での魚体への負担やダメージが大きかった。そこで本年度は、船上で組立、設置が出来る簡易構造の移送用生け簀（写真3）を作成し、魚捕り部から生け簀へ直接移せるようにした。移送用生け簀は、予め3m四方の塩化ビニル製のパイプ枠に生け簀網、フロート等を付けた状態で用意し、船上でパイプ枠を接合して魚捕り部に横付けした状態で展開、設置した（写真3）。生け簀を魚捕り部に横付け出来ることから、定置網から生け簀へ魚を移す作業は水ダモによる取り上げが可能になり、1回当たりの手間は数秒程度に短縮され、魚体へのハンドリングを最小限に抑えることが出来た。

次に養殖用生け簀に移す際の選別作業であるが、従前の選別作業では、種苗をタモ網で1尾ずつすくい上げ、目視でサイズ選別を行い各養殖生け簀に移していたため、選別ムラが発生し、選別後にスレ症状を呈する魚が多数出現し、生残率が低下していた。そこで本年度は、鳥取県栽培漁業センターの協力のもと、種苗生産過程で用いている選別機を用いることで、サイズ選別時のマアジ種苗に係る負担を軽減し、生残率向上に繋がるよう作業工程を改善した。一定間隔でスリットが入ったステンレス製の枠（商品名「ゴルラ先生」：アイエスシー有限会社



写真3 組み立て式の移送用生け簀



写真4 サイズ選別に用いた選別機

製）（写真 4）を用い、当該選別機にマアジ種苗を投入し、スリットを抜ける魚と抜けない魚に分離した。選別作業中は、選別機を水中に浸して作業を行い、スリットを抜けなかった魚を移送する時のみ選別機を水中から引き上げ、種苗への負担が極力少なくなるよう注意した。

イ 養殖コスト削減に向けた対応

過年度のマアジ養殖では、361 円/kg の配合飼料を用いて飼育を行っていたが、魚粉原料等の高騰の影響を受けて、令和 4 年度のうちに配合飼料の単価が約 40 円/kg 増加した。そのため、より安価な配合飼料を用いてこれまでと同様の養殖生産が出来るかを検証した。また、これまででは 1 日 1 回、人による手撒き給餌を行っていたが、給餌器を導入することで 1 日に給餌出来る量、給餌時間を増やすことで、より効率の良いマアジ養殖が実施出来るかを検証した。

（2）養殖事業の収益性向上に向けた取組

これまで当グループの養殖マアジは地元の活魚料理店 1 社のみとの取引であったが、R3 年度からはもう 1 社の地元飲食店への試験販売も進めている。本年度は、もう 1 社の地元飲食店への販売も本格化させ収益向上を図った。また、これまでサイズ選別時に発生する極端に小さいサイズのマアジ種苗については、漁労用の餌料に用いる等して出荷販売には使用していなかったが、これら小型サイズのマアジ種苗も鮮魚商品として出荷、利用を試みた。

5 活動の実施結果と考察

（1）マアジ養殖の安定化に向けた試験

ア マアジ養殖用種苗の確保方法の改良

6 月 3 日、13 日の 2 回に分けて、地先沖合の定置網に入網したマアジを養殖用種苗として採取し、当該種苗は同日、選別機を用いてサイズごとに分離し生け簀へと移送を行った。その結果、大型サイズの種苗を 319 尾、中型サイズの種苗を 717 尾、いずれの選別機も抜けた小型サイズの種苗を約 1,000 尾収容した。

養殖期間中の水温の推移を図 3 に、生残率の推移を図 4 に示した。水温は、養殖開始時の 6 月 17 日に 21.8℃の最低値となって以降、概ね上昇傾向で 8 月 7 日に 30.8℃の最高値となっ

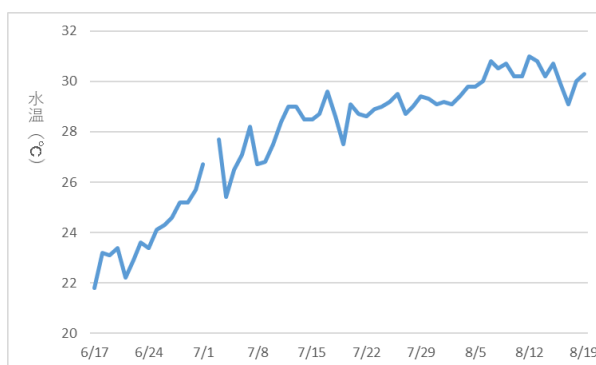


図 3 養殖期間中の水温の推移

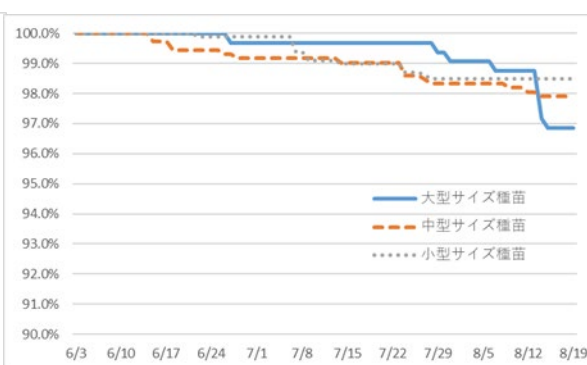


図 4 養殖期間中の生残率の推移

た。各生け簀の生残率は大型サイズ種苗が 97.9%、中型サイズ種苗が 96.9%、小型サイズ種苗が 98.5%で、いずれの生け簀も斃死数は数尾程度であった。収容後、1 週間程度は種苗の体側部に白い線状の傷や鱗の剥離が見られていたが斃死する個体は殆どなかった。

本年度、定置網からの移送作業行程で、マアジ種苗を極力空気中に晒さないように改善したことにより、定置網漁獲物を養殖用種苗に利用する際の有効な作業方法を確認することが出来た。今後、この作業行程で養殖用種苗の採取を行うことにより、港内養殖事業のより効率的な実施及び種苗の有効利用が期待出来る。

イ 養殖コスト削減に向けた対応

餌料は、ノヴァ（株）林兼産業製）を使用した。当該餌料の単価は 344 円/kg で、これまで使用していた配合飼料（R4 時点 420 円/kg）よりも安くコストを低減させることが出来た。当該餌料で育成した出荷魚については、出荷先から臭みもなく脂の乗りも十分との高評価を受け、取り扱い単価の変更もなかった。

秋～冬にかけて行った 2 回目の養殖では、生け簀に給餌器を設置し、1 日あたりの給餌回数、給餌量を増加させ作業の効率化と種苗の成長率の向上を図ることとした。給餌器は、ソーラー式自動給餌器 PFX-17（株）福伸電機製）（写真 5）を用いた。種苗は 10 月 15 日に、上述と同様に地先定置網に入網したマアジを利用し、種苗の移送作業は、改善した作業行程で行った。その結果、移送後の種苗の斃死、スレは発生しなかった。給餌器設置に関しては、メーカー側の資材調達が困難になるといった事情もあり、設置時期が 12 月 23 日となった。これまでの給餌作業は、天候の良い日に一日 1 回手撒きで行っていたが、給餌器の設置により毎日朝、夕 1 回ずつ 1 日あたり 2 回の給餌が出来るようになった。しかし、給餌器の設置時期が遅れたこと、及び当該マアジ種苗の飼育が現在も継続しているため、給餌器設置による効果は検証が出来なかった。



写真 5 設置した給餌器

（2）養殖事業の収益性向上に向けた取組

6～8 月にかけて行ったマアジ養殖の販売実績を表 2 に示した。過年度は 1 社のみへの販売であったが、本年度は新たに販路として加えたもう 1 社への販売も強化し、生産物の集中的な出荷及び販売単価の向上を図った。生産物の出荷期間は 8 月 9～19 日で、取引先が拡大したことにより一回当たりの出荷量が増加し、短期集中販売が出来た。また大型サイズのマアジについては、取引先が増えたことにより販売単価が向上した。加えて、これまでは利用をしてこなかった選別小型種苗についても、商品として出荷し、単価の低い鮮魚出荷ではあったが採取した種苗を最大限利用することが出来た。

表2 R4.6月～8月にかけてのマアジ養殖販売実績

出荷先	出荷物	出荷 形態	出荷 尾数	単価 (円/尾)	金額	出荷 比率
A社	大型マアジ	活魚	260	600	156000	25.9%
	中型マアジ	活魚	500	300	150000	49.8%
B社	大型マアジ	活魚	44	500	22000	4.4%
	中型マアジ	活魚	200	300	60000	19.9%
C社	小型マアジ	鮮魚	50kg	500円/kg	25000	-

※A社は過年度からの取引先。 B社はR4年度から新たに追加された取引先

6 問題点とその解決策

(1) マアジ養殖について

令和2年度から支援事業の活用により、養殖規模の検証や飼育技術の向上等着実にステップアップし、支援事業終了後も引き続き漁港内でのマアジ養殖を安定的に実施する体制は整えることが出来た。しかしながら、餌料代を初めとする諸経費の値上がりは今後も続く見通しであり、より一層コスト削減する取組が求められている。本年度の検証では十分に行えなかった給餌器の利用についても、給餌に係る人件費を低減させる一方で、残餌を出さない範囲の適切な給餌量や給餌間隔を把握する等して、無駄なコストをかけない効率的な港内養殖を行うよう努めていきたい。飼育技術の習得や、効率的な手法導入等にあたっては、鳥取県栽培漁業センター等の試験研究機関と連携しながら引き続き改良を進めていきたい。

(2) 養殖事業の収益性向上について

令和2年度の事業開始以降、当該地区のマアジ養殖の取組は地元飲食店等にも徐々に認知されるようになってきており、年々問い合わせや取引先も増えてきている状況にある。また生産物の評価についても出荷先からはサイズ、脂の乗り等も良好な評価をいただいている。しかし、本年度はコロナウィルス感染症の影響による飲食店需要の落ち込み等が大きく影響し、出荷量は過年度よりも減少した。今後も飲食店需要の急速な回復は見込まれないため、当該地区のマアジ養殖事業の収益性をより高めていくためには、さらに多くの取引先や需要を開拓していくことも必要になると考えられる。特に単価の高い活魚での取引先を見つけていく必要があり、漁業協同組合内でのネットワークを介した取引先の開拓や、県等の公的機関を通じた情報収集やPRにも努めていきたいと考えている。

マナマコの種苗放流と資源管理

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

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、特定第3種漁港の「浜田漁港」を有する水産都市である。

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、一本釣り漁業など多様な漁業種類が営まれている。近年では、2021年7月末に商業施設「はまだお魚市場」がオープンし、県内外の観光誘致が活性化され、にぎわいを博している。



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、近年漁獲量が増加傾向である（図2）。この様な漁獲動向は、採介藻漁業者の漁業収入を一時的に潤す一方で、資源の持続的な利用が危ぶまれる。そこで、浜田地区では、漁業者自らがマナマコ（アオ・クロ型）の漁獲ルールを定め、そのルール（隔年操業や操業期間など）に基づき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するために、効果的な種苗放流で資源増殖を促し、科学的根拠に基づいた資源管理を目指す。

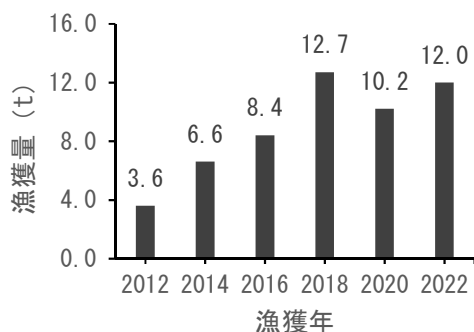


図2 浜田地区のマナマコ漁獲量（漁獲年）

（出典：島根県漁獲管理情報処理システム）

表1 浜田地区の漁獲ルール

項 目	内 容
操 業 年	隔 年
操 業 期 間	2 - 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 t/年/人

4 活動の実施項目及び方法

(1) マナマコの種苗放流

本団体は、マナマコの資源増殖を図るため、過去の漁獲状況を踏まえて、浜田漁港内にマナマコ種苗を放流した。なお、種苗については、株式会社長崎県漁業公社から購入した。

(2) マナマコ種苗の生残・成長試験

マナマコは、放流後に逸散するため追跡が困難であり、生残や成長を指標とした放流効果を容易に確認できない。本活動では、マナマコの移動を制限した試験礁を作製し、試験礁内で放流後のマナマコ種苗における生残・成長状況をモニタリングする試験を実施した。

本試験は、種苗放流と同日に実施され、放流種苗の一部を試験礁に収容し、計6基を浜田漁港内に沈設した(図3)。収容した種苗数は、令和3年度の試験状況を踏まえ、より多くデータを得るために、100個体/基を5基、参考として30個体/基を1基とした。

試験礁は、コンテナとコンクリートブロック、かき殻から構成され、種苗の逸散防止に網地(ナイロン)で全体を覆い、沈設後は定期的に清掃した。マナマコ種苗の経過確認は、四半期ごとに実施する計画だったが、例年になく頻度の荒天で、設置後1回のみとなった。

本試験では、撤去時の生残個体数を計数して、生残状況を確認した。なお、試験礁内は撤去時に砂が堆積していたため、堆積物をステンレスザル(目合1mm)でふるい、種苗の確実な回収に努めた。また、本試験では、成長状況を試験開始前後のマナマコの標準体長で評価するために、デジタルカメラで試験礁別に種苗を撮影し、モニター上で種苗の体長および体幅を測定した。標準体長 Le は、下式より算出した。

$$\text{標準体長 } Le = 5.30 + 2.01LB^{\frac{1}{2}} \quad (\text{山名ら, 2011})^{1)}$$

L = 体長, B = 体幅

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、試験期間中の海水温を温度データロガー(図4: Onset社製、HOBO MX ティドビット)を用いて、連続的に観測した。海水温の連続観測は、本機を毎時計測で設定した後に、試験礁内に結束バンドで固定して実施した。観測データは、専用アプリケーション(HOBO Ware, URL: <https://www.onset.comp.com/support/help-center/software/hoboware>)で回収した。

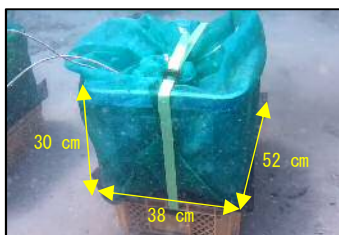


図3 試験礁および収容したマナマコ種苗



図4 温度データロガー

(3) マナマコの資源量調査

本団体は、科学的根拠に基づいた資源管理の実現に向けて、島根県水産技術センター協力のもと、2019 年より資源量調査を浜田漁港内で開始した。

本調査では、2022 年 4 月 28 日に浜田漁港内を 10 区域に分け、各調査区域で調査測線を 1 測線設けて、潜水してマナマコを計数した(図 5 : 各 200 m² : 目視幅 2 m × 長さ 100 m)。なお、調査測線は、資源量調査の精度を向上させるため、2021 年から 5 測線 (5 区域) 追加した²⁾。各調査区域の資源量は、面積密度法に従い下式により求めた。

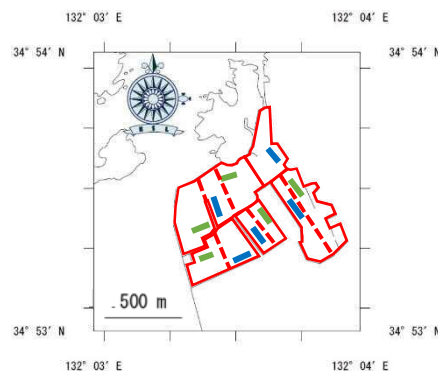


図 5 調査区域および調査測線

(- : 2019 年、- : 2021 年追加)

また、2022 年は、マナマコの漁獲年であり、正確な資源量を算定するためには、目視観察の結果に加えて、漁獲状況を反映する必要がある。そのため、2022 年については、我々が操業野帳を記録し、その漁獲記録から、マナマコの累積漁獲量 (t) を算出し、全調査区域の資源量に加えて、浜田漁港内の漁獲前の資源量 (初期資源量) とした。

[マナマコ資源量の算出方法]

各調査区域の資源量 = 調査区域の面積 × 面積あたりの個体数 × 平均重量*

浜田漁港内の初期資源量 = 全調査区域の資源量 + マナマコの累積漁獲量

* 平均重量 : 資源量調査でランダムに採捕したマナマコの総重量を個体数で割り算出

5 活動の実施結果と考察

(1) マナマコの種苗放流

2022 年 8 月 26 日に、本団体では、マナマコ種苗を浜田漁港内の 8 箇所に 35,000 個体放流した(図 6)。放流方法は、マナマコの歩留まりを高めるために、過年度と同様に、潜水してマナマコの生息場所 (転石下) に直接散布した(図 7)。

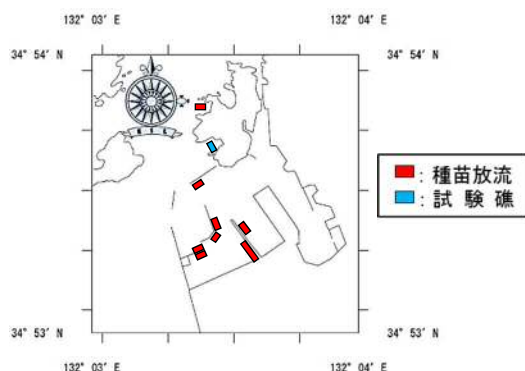


図 6 放流位置 (浜田漁港)



図 7 種苗放流の状況

(2) マナマコ種苗の生残・成長試験

本団体は、種苗放流と同日に生残・成長試験を開始し、2022 年 12 月 20 日に経過確認、2023 年 1 月 30 日に終了した。マナマコ種苗の生残率および成長量、成長率を表 2 に示した。

表 2 マナマコ種苗の生残率および成長量、成長率

試験礁No.	マナマコ種苗の個体数 (マナマコの平均標準体長)			生残率 (%) (③/①)	成長量 (mm) (③-①)	成長率 (%) (③/①)
	①設置時 (R4.8.26)	②経過確認 (R4.12.20)	③撤去時 (R5.1.30)			
①	30 (25mm)	30 (53mm)	25 (58mm)	83	33	233
②	100 (18mm)	-	60 (51mm)	60	33	283
③	100 (20mm)	-	41 (58mm)	41	37	283
④	100 (19mm)	18 (41mm)	20 (58mm)	20	39	307
⑤	100 (17mm)	-	70 (47mm)	70	31	285
⑥	100 (20mm)	-	46 (47mm)	46	27	232

マナマコ種苗の生残率は、試験礁①で最も高く (83 %)、試験礁④で最も低かった (20 %)。一方で、成長量および成長率は試験礁④で最も高く (39 mm, 307 %)、試験礁⑥で最も低かった (27 mm, 232 %)。成長量と生残個体数の関係を確認すると、撤去時の生残個体数が少ないほど成長量大きい傾向にあり、収容個体数が成長に影響を与えている可能性がある。

試験期間中の海水温を図 8 に示した。2021 年度は、同試験のマナマコ種苗の生残率が今年度より高い (平均 96 %)。そこで、我々は水温に着目して、年度間で比較した。2021 年度は、試験海域の水温を観測していないため、今年度の水温計測データおよび浜田漁港内の水温公開データ (島根県水産技術センターHP) を用いて、関係式を算出し ($R^2 = 0.98$, $y = 0.9778x + 0.3746$)、この式を適用して 2021 年度の海水温を再現計算した。また、両年度の同海域における海水温をマナマコの経験水温とし、水温別に累積時間を図 9 に示した。

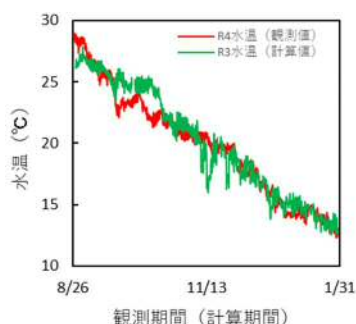


図 8 試験期間中の海水温

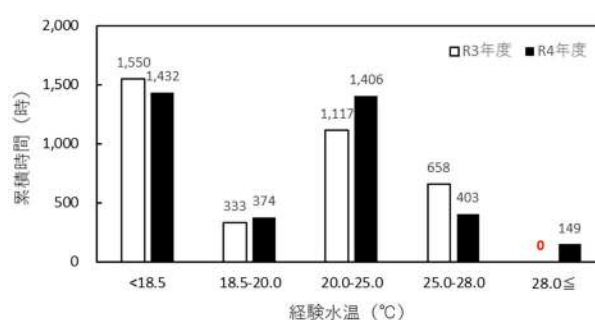


図 9 試験期間中の経験水温別累積時間

崔（1963）³⁾は、マナマコは水温 18.5℃以上になると、マナマコの呼吸頻度が活動期の 2 倍（1 回/分）になり、代謝が上昇すると報告している。また、山元ら（2005）⁴⁾は、水温 28.0℃以上になると無呼吸状態になり、代謝の停滞を示唆している。これらの報告を踏まえ、今年度は 2021 年度に比べ、放流後 10 日間がマナマコにとって過酷な水温条件であり、種苗収容数のより多い試験礁(②-⑥)では、その影響が顕著だったと思われる（生残率 20-70 %）。

（3）マナマコの資源量調査

マナマコの資源量を図 10 に示した。2022 年の資源量は、休漁年の 2021 年の資源量と乖離していた。一方で、2022 年は測線数で、資源量に差が生じていなかった。

また、2022 年は、操業野帳の漁獲記録によると、資源量の約 60 % を漁獲していた。

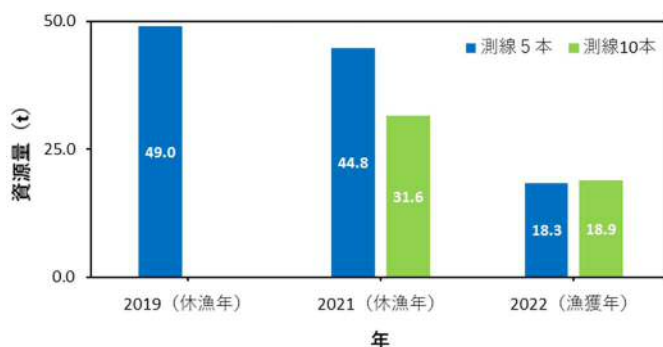


図 10 浜田漁港内のマナマコ資源量

6 問題点とその解決策

本活動では、放流効果をマナマコの生残や成長を指標とし、短期的に実証できたが、漁獲までの経年的な検証はできていない。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。また、生残・成長試験では、種苗収容数や収容直後の高水温（28.0℃以上）がマナマコの生残および成長に影響を及ぼしている可能性が示された。この結果を踏まえ、今後は試験礁の収容種苗数を精査し、浜田地区における海水温とマナマコの生残・成長データを蓄積し、最適な放流条件を検討する必要がある。

マナマコ（アオ・クロ型）の資源量は、年間で資源量に差異が認められた。今後は、浜田漁港内のマナマコの資源動態を詳細に把握し、調査時期や測線配置を検討する必要がある。

今後は、本団体で引き続き資源管理を継続し、漁獲制限だけではなく、種苗放流に伴う資源増殖に注力することで、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) 山名祐介, 五嶋聖治, 浜野龍夫, 遊佐貴志, 古川佳道, 古田奈未. 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), 989-999.
- 2) 古谷尚大, 清川智之, 佐々木 正, 寺戸稔貴, 武田健二, 岡本 満, 松林和彦, 開内 洋, 別所 大. 沿岸域の有用な磯根資源の増殖技術の開発. 島根県水産技術センター年報 2021 年度.
- 3) 崔相. なまこの研究, まなまこの形態・生態・増殖. 海文堂（東京）1963; 32-40.
- 4) 山元憲一, 半田岳志, 藤本健治. 体色の異なるマナマコの換水行動に及ぼす水尾の影響. 水産増殖 2005; 53(1), 67-74.

天然種苗と人工種苗を用い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

代表者氏名 丸木秀夫

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、湾内のカキ筏にはマ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マナマコが成長に伴い脱落することで、カキ筏周辺にはマナマコ漁場が形成され、冬季にはマナマコを目的とした底びき網漁業が行われている。

3 課題の選定理由と動機

マ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マナマコをカキ作業場で採集し、放流試験を行ってきたが、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を望む声が高まっているが、種苗生産において高水温期の成長停滞とその間の低歩留りが種苗安定供給への課題になっている。

そこで極小サイズの人工種苗、種苗生産業者が販売する通常サイズの人工種苗及びカキ作業場で採集した天然種苗を用いて放流試験を行い、初期の歩留まりとコストを比較することで、瀬戸内海の中でも特に静穏な海域である広島湾の特性を生かして、高水温期を経ない極小サイズ種苗を用いた放流が可能であるか検証す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

試験には潜水器漁業により採捕されたアオナマコを親として、広島県豊田郡大崎上島町にある民間種苗生産業者である有限会社内浦水産により種苗生産された標準体長 4.4 ± 0.4

mmの稚ナマコ（以下、人工種苗小（図1））、標準体長 21.3 ± 11.7 mmの稚ナマコ（以下、人工種苗大（図2））と、広島県江田島市沖美町内のカキ作業場内で洗浄残渣の中から採集した標準体長 36.1 ± 8.5 mmの天然稚ナマコ（以下、天然種苗（図3））を用いた。

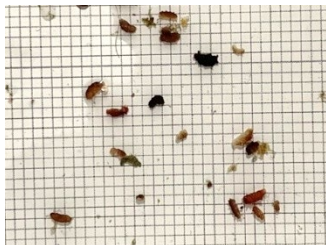


図1 人工種苗小



図2 人工種苗大



図3 天然種苗

放流は次項で述べる追跡調査を行うため、カキ養殖に用いられる丸カゴにカキ殻と稚ナマコを入れ、稚ナマコが自由に出入りできる状態で三高港内の栈橋から沈設した。

また、逸散や食害による減耗の影響を除外するため、二重にした玉ねぎネットにカキ殻と稚ナマコを詰めたものを丸カゴに入れて沈設し、並行して追跡調査を行った。（図4、5）



図4 丸カゴに稚ナマコとカキ殻を入れた様子



図5 丸カゴを沈設した様子

稚ナマコの収容数量は過去に天然種苗を用いて適正な生息密度を検討するために行った試験の結果を参考に、人工種苗小は1,600個体、8,000個体及び16,000個体、人工種苗大は80個体、160個体及び320個体、天然種苗は160個体とした。

なお、収容個体数の少ない人工種苗大と天然種苗は計数して収容し、収容個体数の多い人工種苗小は容積法で収容した。（図6）



図6 種苗計数作業の様子

(2) 追跡調査

人工種苗小と天然種苗は放流の1カ月後、3カ月後、6カ月後に、人工種苗大は放流の1カ月後、3カ月後にカゴを引き上げ、残存した稚ナマコの数进行と共自由な伸縮条件下で体長(L)・体幅(B)を測定し、次式で標準体長(Le)を算出した。

$$Le = 2.32 + 2.02 \cdot (L \cdot B)^{1/2}$$

なお、調査時のハンドリングの影響を避けるため、同じカゴを継続して追跡するのではなく、調査回数に応じた数のカゴを各試験区で沈設しておき、調査ごとに別々のカゴで計数・計測を行った。(図7～9)



図7 引き上げたカゴ



図8 回収したカキ殻に
付着した稚ナマコ



図9 回収した稚ナマコ

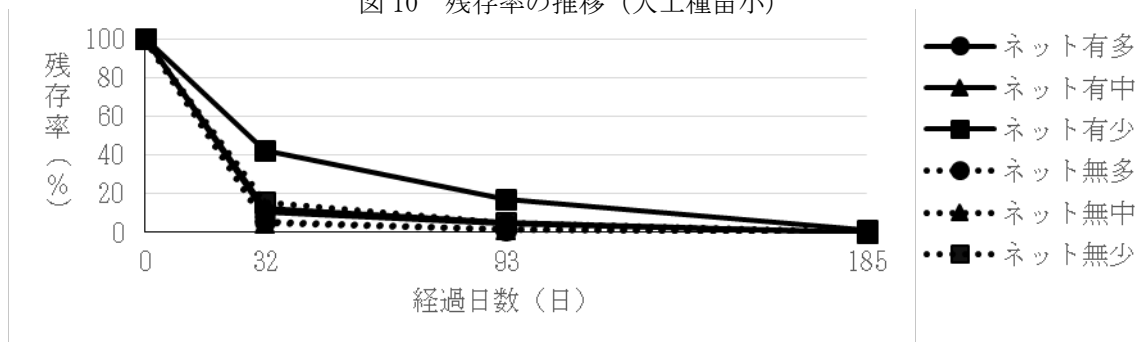
5 活動の実施結果と考察

(1) 人工種苗小

残存率の推移は図10のとおりで、全ての試験区で試験開始直後から急激に低下した。

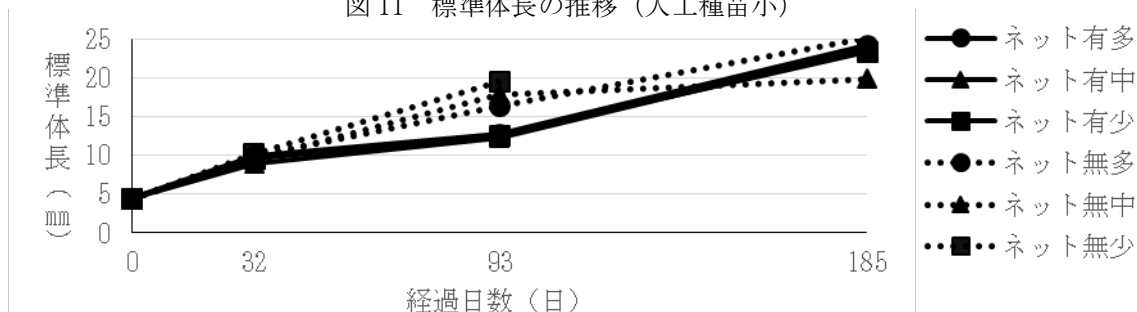
丸カゴへの食害生物の混入が確認できなかった1カ月時点で低下していること、ネットの有無に関わらず低下していることから、食害や逸散ではなく、出荷時に付着板から剥離する際や輸送時のダメージが影響したものと思われる。また、全ての試験区で6カ月後の残存率がほぼ0%まで低下しており、本試験で用いた極小サイズでの放流では、種苗購入に係るコストを抑えることができたとしても、放流効果は期待できないことが示唆された。

図10 残存率の推移 (人工種苗小)



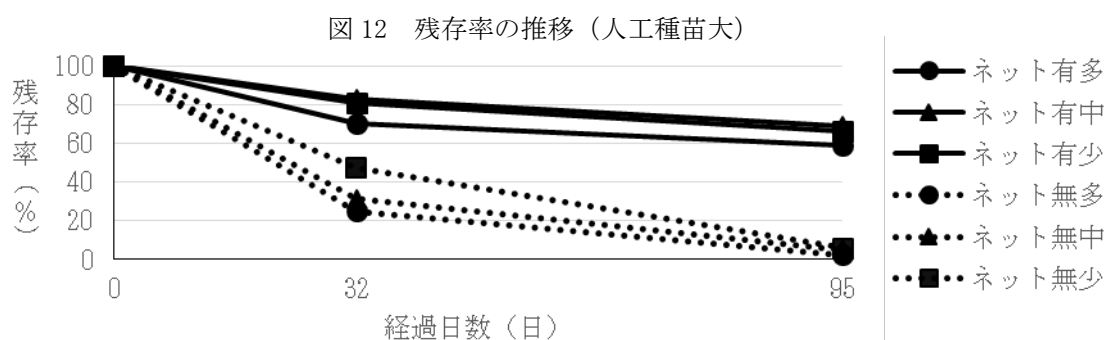
標準体長の推移は図11のとおりで、収容密度による差は確認できなかったが、期間を通して成長が見られたことから、0歳個体は夏眠しない、との知見に一致した結果となった。

図11 標準体長の推移 (人工種苗小)



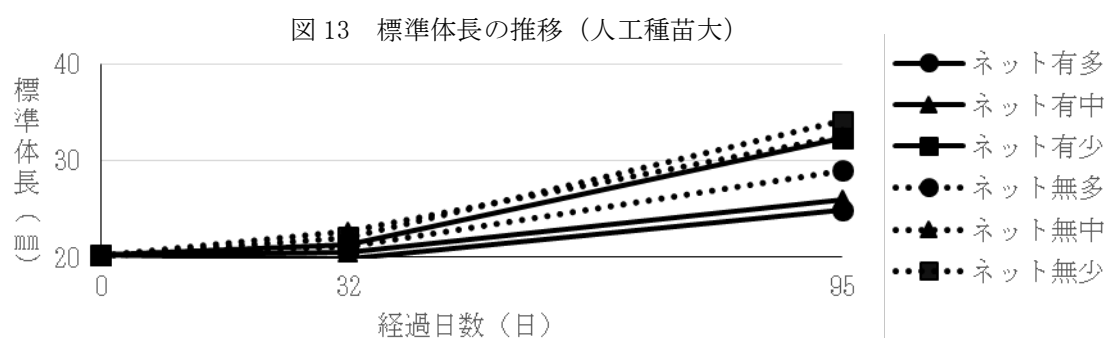
(2) 人工種苗大

残存率の推移は図 12 のとおりで、ネット有区では全ての密度において 1 カ月後で 70%以上、3 カ月後で 60%以上が残存していた。一方、ネット無区は 1 カ月後に 50%未満に低下したが、引き上げたカゴの中に食害生物が混入していなかったことから、食害による減耗ではなく逸散による減少であると推測される。このことから、標準体長 20 mm以上の種苗であれば、周囲に生息に適した地形が広がるような場所に放流すれば、放流効果が期待できることが示唆された。



標準体長の推移は図 13 のとおりで、1 カ月後の段階では密度による差は見られなかったが、3 カ月後の段階ではネット有区において、80 個体収容した区が 160 個体、320 個体収容した区と比べて有意に大きくなった。

今回の試験において、80 個体収容した場合の密度は 6,400 個体/m³程度であるので、放流する際の目安として、放流場所にある基質の量に対し 6,400 個体/m³未満となるように放流すれば、放流後に良好な成長が期待できることが示唆された。



(3) 天然種苗

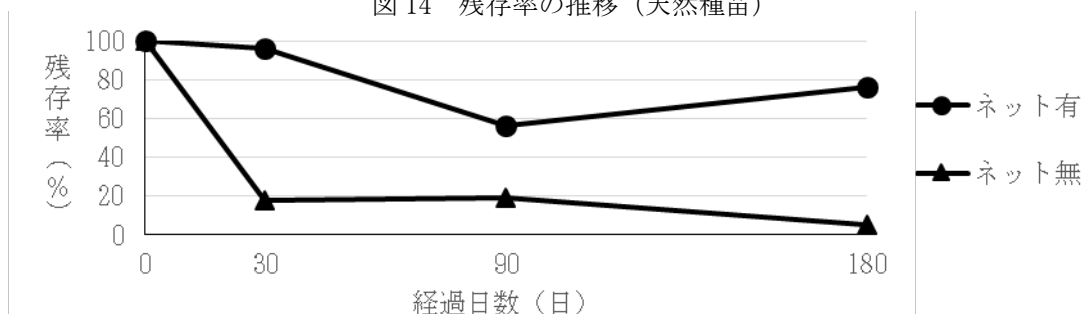
残存率の推移は図 14 のとおりで、ネット有区では期間を通じて高い残存率を示した。

一方、ネット無区では 1 カ月後に 20%以下となったが、引き上げたカゴの中に食害生物が混入していなかったことから、人工種苗大区と同様に食害による減耗ではなく、逸散による減少であると推測される。

6 カ月後の残存率は人工種苗大区の 3 カ月後の残存率を上回っていることから、近年カキ作業場での天然種苗の採集は困難になっているが、まとまった量の調達ができれば、人工

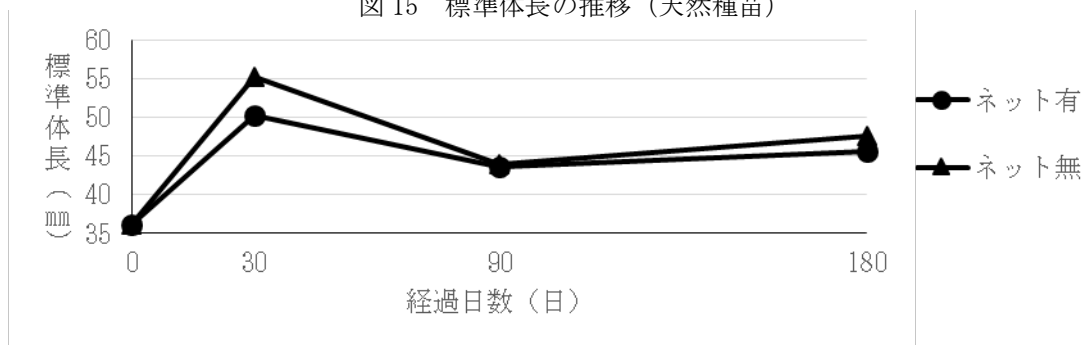
種苗を放流した場合以上の放流効果が期待できることが示唆された。

図 14 残存率の推移（天然種苗）



標準体長の推移は図 15 のとおりで、1 カ月後には開始時の 1.4 倍程度に生長したが、高水温期となる 3 カ月後以降で夏眠による収縮が見られた。

図 15 標準体長の推移（天然種苗）



6 問題点とその解決策

(1) 継続した放流試験の取り組みについて

今回の試験で一定の放流効果が確認できたが、それは丸カゴの中という限られた空間で半年程度という短期間の調査によるものであるため、今後はより広いフィールドで長期間にわたる追跡調査を行う必要がある。

当協議会では来年度からマナマコの成育場所・夏眠場所に適した餌料藻場礁周辺をフィールドとした 3 カ年の放流試験を予定しているところであるが、実施にあたってはより効果的な放流手法や効果調査の手法なども検討する必要がある。

(2) 資源管理について

マナマコ資源を持続的に利用するためには、資源増殖の取り組みと並行して適切な資源管理を行うことが必須である。

広島県ではこれまで具体的な資源管理手法に関する研究はされていないが、隣の島根県では水産技術センターによる調査が行われ、浜田漁港周辺のマナマコ資源を枯渇させないための適正な漁獲サイズは 5 歳で達する 18.5 cm 以上であるとされている。

各種条件が異なるため浜田漁港の数字が広島湾に当てはまるとは限らないが、隣県で示された具体的な数値を参考に当協議会でも資源管理手法を検討することが必要である。

サザエの種苗放流試験

1 実施団体

実施団体名 津黄海女組合
住 所 山口県長門市油谷津黄 901 番地（山口県漁業協同組合津黄支店）
代 表 者 名 永松 芳明

2 地域及び漁業の概要

津黄地区は、山口県北西部の長門市に位置し、古くから一本釣漁業や採介藻漁業が盛んな地域である（図 1）。近年は元乃隅神社が有名となり、観光地としても知られるようになった。当地区では、15 年前には約 1 億 3 千万円の水揚げ金額があったが、組合員の減少や資源状態の悪化により、令和 2 年には約 3 千万円まで減少しており、漁業が主幹産業である当地区の衰退は著しい。このため当組合では、アワビの種苗放流や藻場保全活動等に精力的に取り組んでいる。

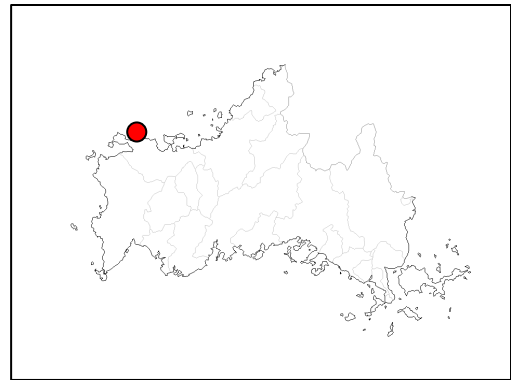


図 1 長門市津黄の位置図

3 活動選定の動機と目的

採介藻漁業の主な収入源はサザエであるが、近年は極度な不漁が続いており、令和 2 年の水揚げ量は 158kg で過去最低となった（図 2）。この主な要因としては、平成 25 年夏季に発生した記録的な高水温によってサザエの餌となるカジメ等の海藻が枯死・流失したこと、平成 27 年夏季に発生したカレニア・ミキモトイ赤潮によってサザエが斃死したこと、の 2 つが推測される。

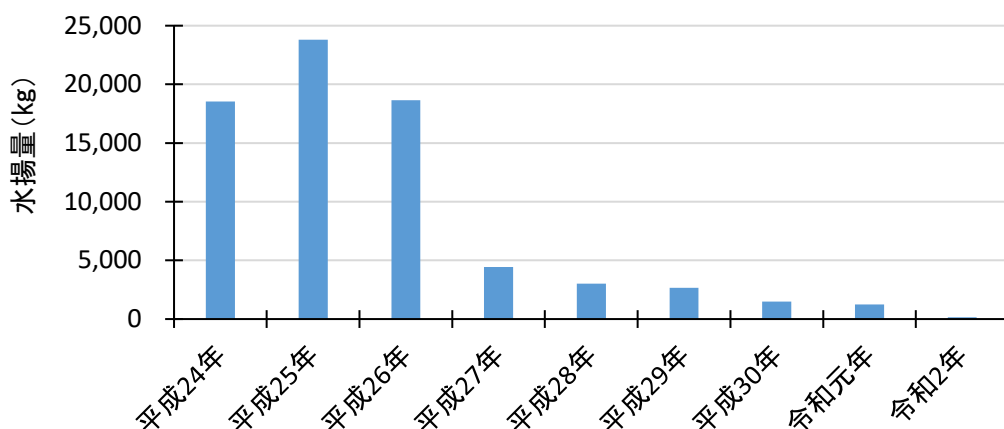


図 2 津黄地区におけるサザエの年間水揚げ量の推移

当組合では、まずは生息環境の整備が必要と考え、10年以上にわたって藻場保全活動に取り組んできた。主な活動内容は食害生物の駆除であり、毎年、約25,000個体のムラサキウニを駆除してきた。こうした地道な活動が実り、近年ではムラサキウニの減少や小型化が確認されており、アラメやカジメ等の海藻も着実に増加している。しかし、サザエは未だ回復の兆しが見えず、当地区がサザエの育成環境に適しているのか疑問を感じている。

そこで、このたび稚貝の成育状況を把握するため、サザエの種苗放流を試験的に実施することとした。なお、本活動は、山口県水産研究センター外海研究部及び山口県長門農林水産事務所水産部の協力を得て実施した。

4 活動の実施項目及び方法

(1) 放流適地調査

5月18日、津黄地先において、底質、植生、餌競合生物の生息状況、波浪の影響及び天然稚貝の生息状況について潜水して調査し、種苗の放流場所について検討した。

(2) 種苗放流

(公財) 神奈川県栽培漁業協会から人工種苗11,000個を購入し、5月24日に10,000個(平均殻高26.1mm)、7月28日に1,000個(平均殻高17.4mm)を潜水して放流した。また、5月24日に放流した種苗のうち1,000個には外部標識を装着して放流した。外部標識にはプラスチック製リングを用い、サザエの殻頂部に瞬間接着剤で接着し、30分ほど静置して乾かしてから放流した。

(3) 追跡調査

標識個体の追跡調査を6月18日、7月28日及び11月9日の計3回、いずれも日中に素潜りで実施し、目視観察で確認された標識個体の数を記録した。11月9日の調査時には、県の特別採捕許可に基づいて採捕も行い、殻高、体重及び殻蓋径を測定した後、採捕した場所に再放流した。

5 活動の実施結果と考察

(1) 放流適地調査

図3に示すA～Eの5地点では、表1に示したとおり、放流適地の判断基準(既往知見を参考に独自で整理したもの)をおおむね満たしていたことから、当該場所で種苗放流を実施することとした。なお、各地点の外観は図4～図8に示したとおりである。



図3 種苗放流場所

表1 各地点における調査結果

放流適地の条件	評 価 ※1)				
	A 地点	B 地点	C 地点	D 地点	E 地点
① 転石帯など複雑な地形	○	○	△	○	○
② 小型海藻が分布	△	○	○	○	○
③ 沖合に大型海藻が分布	○	○	△	○	○
④ 餌競合生物が少ない	○	△	△	○	○
⑤ 波浪の影響が少ない	△	○	○	△	△
⑥ 天然稚貝が生息 ※2)	○	○	○	×	×

※1) ○：満たす、△：一部満たす、×：満たさない

※2) 潜水による30分間の目視調査で1個体でも確認できれば○、確認できなければ×とした。



図4 A 地点



図5 B 地点



図6 C 地点（漁港内）



図7 D 地点



図8 E 地点

(2) 種苗放流

各地点への放流結果を表 2 に示した。種苗は水深 1m 前後の転石や岩盤の隙間に放流し、数分後には石に付着している様子が確認された（図 9）。外部標識の装着作業は 9 名で実施し、処理速度は 1.6 個体/分・人であった（図 10～図 11）。標識個体は B 地点及び C 地点の 2 カ所に放流し、放流後は保護区として管理することとした。

表 2 各地点への放流結果

放流日	放流場所	放流個数	外部標識の有無
5 月 24 日	A 地点	3,000 個	無
	B 地点	900 個	有
	C 地点	100 個	有
	D 地点	3,000 個	無
	E 地点	3,000 個	無
7 月 28 日	E 地点	1,000 個	無



図 9 放流から数分後の稚貝



図 10 外部標識の装着作業



図 11 標識個体

(3) 追跡調査

①生息状況

放流後の追跡調査で確認された標識個体の数を表 3 に示した。多くは放流場所周辺の水深 1m 付近で見られ、水深 2m 以深ではほとんど確認できなかった。また、岩や転石の隙間に密集して生息する様子がたびたび観察された（図 12）。なお、放流場所周辺の海底に粉々に砕けた貝殻と標識が散らばっていたことから（図 13）、食害の可能性が示唆されたが、食害種の特定には至らなかった。

表 3 追跡調査で確認された標識個体の数

調査日	調査 1 回目	調査 2 回目	調査 3 回目
	6 月 18 日	7 月 28 日	11 月 9 日
B 地点	181	115	85
C 地点	1	4	21

※C 地点では、調査 1 回目及び調査 2 回目は視界不良のため参考値



図 12 標識個体の生息状況



図 13 確認された被害痕

②成育状況

11月9日に採捕した標識個体の測定結果を表4に示した。放流から約半年で、平均殻高は20mm以上大きくなり、約8割の個体が漁獲可能となる殻蓋径2cm以上に達していた。また、サザエは人工飼育中に形成される殻が白色を呈するため、放流後に新たに形成された殻の色の違いから、稚貝が順調に成長していることを実感することができた（図14～図16）。

表 4 採捕した標識個体の測定結果

測定項目	B 地点 (n=83)	C 地点 (n=20)	参考 (放流時点)
平均殻高	48.6 mm	48.8 mm	26.1 mm
平均体重	30.6 g	29.8 g	6.5 g
殻蓋径 2 cm以上の割合	77.1%	80.0%	0%



図 14 放流から約 1 カ月後



図 15 放流から約 2 カ月後



図 16 放流から約半年後

6 問題点とその解決策

今回の試験結果から、津黄地先はサザエの成育に適した環境であることが確認できた。また、水産研究センターが成貝の成熟度調査を実施したところ、7～8月をピークに成熟していることが確認された。

稚貝が育つ環境があり、成貝も正常に成熟しているにもかかわらず、サザエ資源の回復に結びつかない要因として、成貝の生息密度が低下したことで個体間の距離が広がり、再生産がうまく機能していないことが考えられる。このため、成貝を特定の場所に集中的に放流し、人為的に個体間の距離を縮めることで再生産を高める対策が求められる。また、放流から約半年で8割近くの個体が漁獲サイズに達することが判明したことから、今後は種苗放流を通じた漁獲量増大の可能性についても検討したい。

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 会長 男谷 勝

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政令指定都市であり、海際に日本三大水城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、年間平均降水量は1,150mmと少なく、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。

高松市で行われている漁業については、市内8漁業協同組合に所属する組合員延べ1,007名（正411名、准596名）が、定置網、鱈流し刺網、小型機船底曳網、海苔養殖業等多様な漁業を行っており、漁獲物はマダイ、ヒラメ、カレイ、アジ、イワシ、ナシフグ、マナガツオ、マダコ、アオリイカ、コウイカ等多岐にわたっている。

その中で、高松地区底曳網協議会は、市内の6漁協で、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。設立された目的としては、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にある。

所属する漁業者が主に操業してい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考えのもと、昭和60年から、今後の漁業者のことを考え、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）、マダコの各種魚種についての漁獲サイズの制限、小型魚や親魚の再放流を行うことや、高松市の補助を受けたマダコ種苗を放流する等、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では、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と考え、令和2年度に籠網によるイカ産卵床の試験を行った。その結果、産卵が確認されたことから、令和3年度は、産卵床の材料や設置場所を検討した上で、籠網による産卵床、間伐材を主材料とする産卵床を設置・検証したところ、間伐材を主材料とする産卵床も十分に産卵が確認された。

そこで、令和4年度は、イカ類資源の増殖を目的として、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。

4 活動の実施項目及び方法

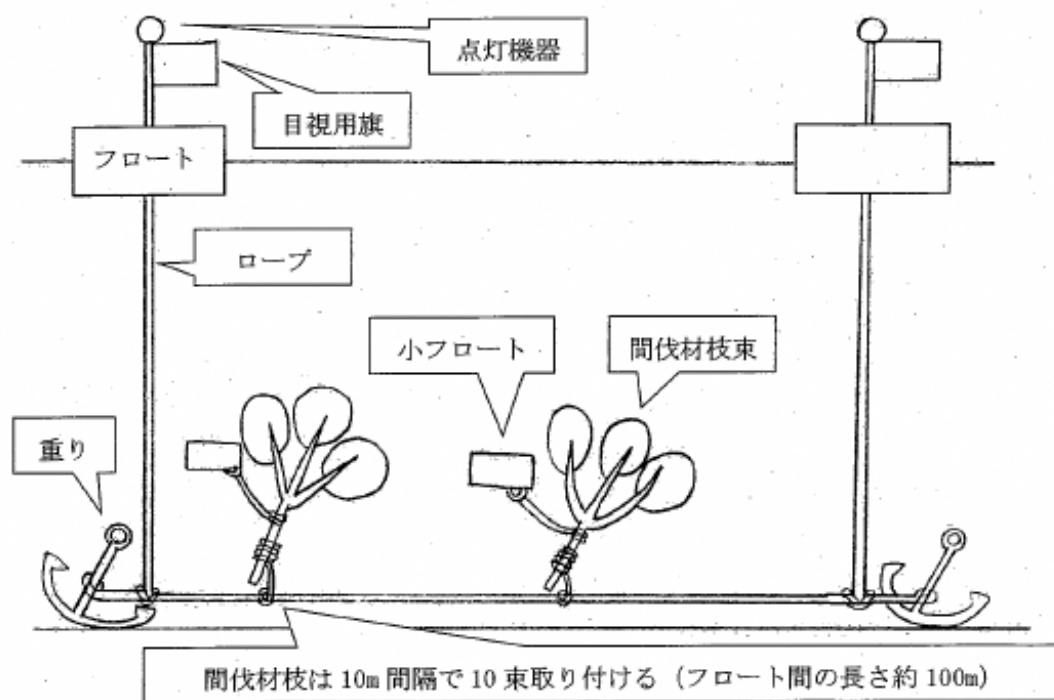
令和3年度の成果から、籠網と間伐材による産卵床では産卵実績に差がみられなかったため、令和4年度は、作成・処分が簡単で、環境負荷も少ない間伐材による産卵床のみを設置することとした。また、令和3年度は間伐材の束を海底に寝かせるように設置したが、令和4年度は、枝に泥が付着すると産卵の妨げになると考え、間伐材に小フロートを取り付け、水中で直立するように改良した。

また、当協議会内での令和3年度の成果発表時に、「令和4年度は、島しょ部である女木島の会員も事業に参加したい」という要望があり、女木島沿岸部に間伐材の束を括り付ける手法で産卵床を設置した。

なお、令和4年度の間伐材の類種については、採取しやすいカイヅカに変更した(令和3年度はウバメガシ・ヒノキを使用)。

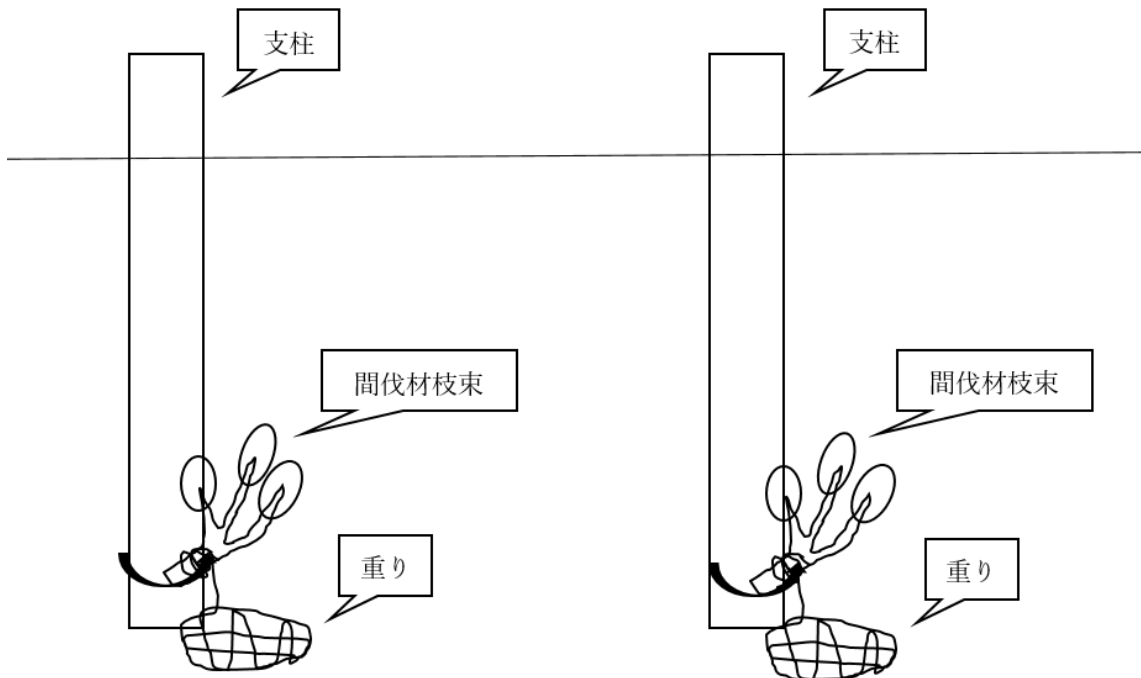
最終的に、改良型産卵床(小フロート有)を高松側の沿岸部3か所に、通常型産卵床(支柱に直接設置するために小フロート無)を女木島沿岸部2か所(西浦漁港防波堤支柱、女木港南側養殖場跡支柱)に設置した。設置後は、定期的に潜水及び香川県水産課が所有する水中ドローンにより、イカ類の産卵状況を確認した。

【高松側沿岸部に設置した産卵床】





【女木島沿岸部に設置した産卵床】



5 活動の実施結果

4月 8日 イカ産卵床作成
4月11日 イカ産卵床設置（高松側）
4月23日 イカ産卵床設置、調査（女木島側）
5月10日 第1回調査
5月25日 第2回調査
6月 9日 第3回調査
6月23日 第4回調査
7月 7日 第5回調査
7月28日 第6回調査
8月19日 第7回調査
9月22日 イカ産卵床撤去（高松側）
9月27日 イカ産卵床撤去（女木島側）

（1）産卵状況の確認

調査時の実測水深は7～10メートルであった。4月23日及び5月10日の調査において、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、6月23日には産卵床に産み付けられた卵塊を確認できた。

また、8月19日には稚イカはほぼふ化し終わっており、新たに産み付けられた卵塊は確認できなかった。産卵床に付着成長した藻類の周りに小魚が集まっており、産卵床の役割が終わった後も、稚魚等の生息の場としての役割も果たしていた。

（2）産卵したイカの種類について

確認した卵塊は、全てコウイカ類（コウイカ、カミナリイカ）の卵であった。

（3）女木島側で行った産卵床に対する産卵について

西浦漁港に設置した産卵床には一定量の卵塊を確認したが、女木港南側の養魚場跡に設置した産卵床では産卵が確認できなかった。

（4）樹の種類による産卵状況の違いについて

高松側の産卵床においては、前年度のヒノキ・ウバメガシと今年度のカイツカにおいて、それぞれ枝へ産み付けられた卵塊の量に差はなく、同程度の産卵状況であった（目視による確認）。

（5）改良型産卵床（小フロート）の効果について

産卵床を小フロートで立たせる試みについては、産卵床の上部と中部とでは中部の方が産卵数は多いが、中部と下部とでは産卵数に差は見られなかった（目視による確認）。

(6) ふ化の確認とその結果について

6月23日の第4回調査時に、間伐材産卵床に生みつけられた卵塊を枝ごと回収し、香川県水産試験場に搬送し、かけ流し水槽に収容した結果は、以下のとおりであった。

イカの種類	コウイカ
収容日	6月23日
入れた卵の数	142個
ふ化に要した日数	14日
ふ化した卵の数	55個
ふ化率	39%

(7) 近隣漁業団体への波及効果

前年度、近隣の漁業団体1団体が同様の事業を開始した。また、令和5年度においては、更に別の団体もイカ産卵床設置の取組みを検討している。

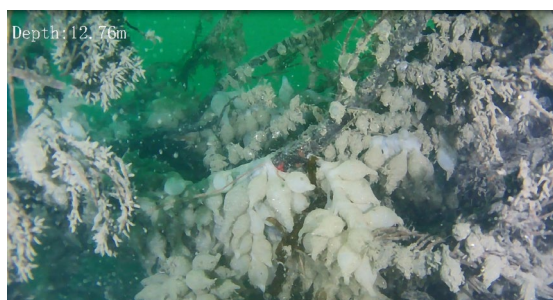
6 問題点と解決策

女木港南側養殖場跡の支柱へ括り付けた産卵床には、令和2、3年度に確認した産卵床ほどの卵塊は確認できなかった。原因としては島しょ部の地形、潮流、海底の藻類繁茂状況、産卵床の形状の違い等が考えられた。これらを調べるため、令和5年度も引き続き事業を実施し、女木島沿岸部において、支柱に括り付けない手法による産卵床等も追加で設置し、比較することを検討している。

4月23日 産卵床に集まるコウイカ



6月23日 産卵床に産み付けられた卵塊



水産試験場でふ化したコウイカ



竹魚礁の設置による魚介類の増集効果調査

1 実施団体名

実施団体名 大分県漁業協同組合青年部国見支部
住 所 大分県国東市国見町伊美 1995 番地
代表者氏名 江本 政樹

2 地域及び漁業の概要

大分県国東市国見地区では釣りや潜水、カゴ漁、定置網漁、ヒジキ・ワカメ採藻などの沿岸漁業やタチウオ釣りが盛んであり、一部ではマガキの養殖も行われている。近年、多くの漁業種において漁獲量が減少傾向にあり、資源量の減少が懸念されている。

3 課題選定の動機と目的

国見地区では漁船漁業が主要な地域であるが、近年、漁獲量の減少に悩まされており、その一因として沿岸での稚魚の育成場が減少していることがあるのではないかと考えられる。そこで、漁業者は自分たちで魚介類の資源増大について何かできることが何かないかと考え、その結果、稚魚の育成場として地場で手に入る竹を利用した漁礁を作成、設置することとなり、この竹魚礁の効果や設置適地を調べることを目的として今回の調査を実施した。

4 活動の実施項目及び方法

【竹で作成した漁礁の設置及び定点カメラによる観察】

令和4年6月23日に国見地区の2か所（種田地区、呷浦（なぎのうら）地区（図1））に竹で作成した漁礁（図2）（写真1）をそれぞれ50基ずつ設置した。また、あわせて定点カメラをそれぞれ設置し、魚介類の増集状況の撮影を行った。

令和4年8月25日、10月14日、11月28日、令和5年1月10日、2月20日にダイバーによる竹魚礁の目視観察およびカメラのSDカードの交換を行った。（写真2）



図1 竹魚礁設置箇所

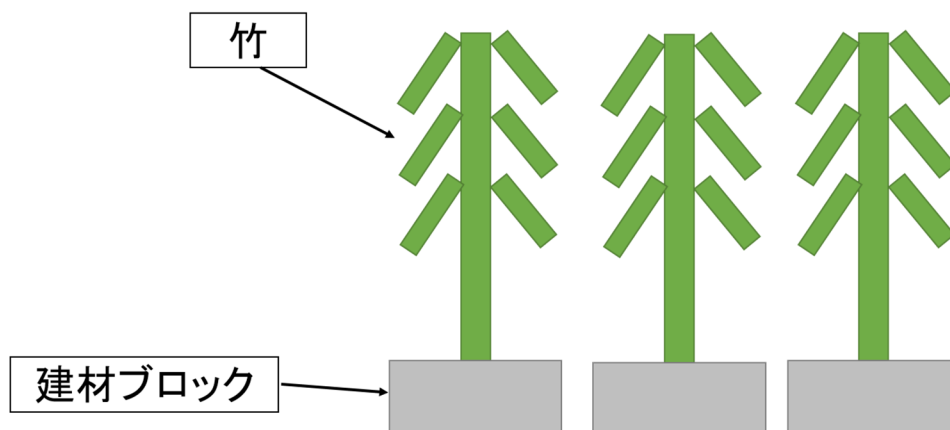


図2 竹魚礁イメージ



写真1 作成した竹魚礁



写真2 カメラ回収の様子

5 活動の実施結果と考察

【竹で作成した漁礁の設置及び定点カメラによる観察】

○種田地区

種田地区は漁港の近辺に竹魚礁を設置した。6月25日に設置以降、様々な魚介類（マダイ、イシダイ、ボラ、クロダイ、キュウセン、スズキ、アオリイカ等）（写真3）が蛸集している様子が撮影された。また、ダイバーの目視確認ではアオリイカが竹魚礁に産卵していることも確認された。冬季になるにつれ、小型の魚介類の蛸集状況は悪くなった。

○呷浦地区

呷浦地区はまわりに構造物が少ない砂地の上に竹魚礁を設置した。10月14日の確認時に竹魚礁が崩壊しており、その後のカメラ設置は断念した。竹魚礁が崩壊した理由としては台風による波浪が原因ではないかと考えられた。また、魚介類の蛸集は見られたものの、種田地区よりも蛸集効果が薄かった

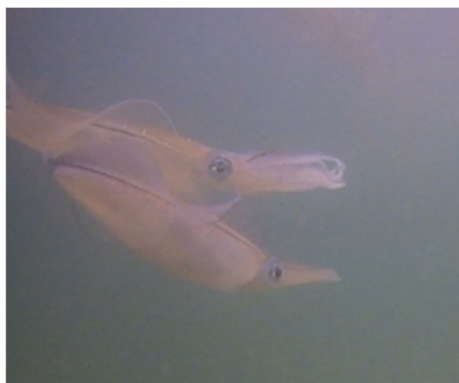


写真4 竹魚礁に集まる魚介類

○考察

今回の調査では6月23日～10月14日の期間でしか種田地区と呷浦地区の比較はで

きなかった。その期間での比較では、砂地に設置した呷浦地区よりも漁港付近に設置した種田地区の方が魚介類の蛸集効果が強かった。周りに何もない砂地よりも、ある程度構造物や岩礁がある場所に竹魚礁を設置したほうが効果的である可能性が示唆された。

2月まで調査が種田地区では夏季と比べると冬季は魚介類の蛸集効果が弱くなっているようであった。そのため、竹魚礁の設置は夏季より以前行った方が効果的である可能性が示唆された。

今回、蛸集効果が強かった種田地区に着目すると、特に6月～7月のアオリイカの蛸集状況が顕著に見られ、さらに産卵までしていたので、アオリイカに対して竹魚礁は特に効果があったことが伺われた。そのほか稚魚の群れが蛸集している様子も見られ、稚魚の育成場としての機能も発揮しているようであった。また、夏季と比べると冬季は魚介類の蛸集効果が弱くなっているようであった。そのため、竹魚礁の設置は夏季より以前行った方が効果的である可能性が示唆された。

6 問題点とその解決策

設置後、数週間するとカメラのレンズに汚れが付着し上手く撮影できなくなるということもあった。そのため、カメラレンズを定期的なメンテナンスが重要と考えられた。また、今回の調査ではおそらくだが台風で竹魚礁が崩壊してしまうということが起きた。そのため、今後、同様に竹魚礁を設置する場合は波浪の影響が小さい地域が望ましいと考えられた。そのほか、より波浪に強い形状にする手法も考え得ると思われるのでさらなる改良の余地もあると思われる。

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

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。この駆除したウニ類の有効利用のため、令和3年度から陸上養殖試験に取組んでおり、養殖餌料として桑の葉及び塩蔵ワカメが有用であることが確認された。

令和4年の試験では、これらの餌料のほか、アカモク等について養殖餌料としての有用性を検討する。

4 活動の実施項目及び方法

(1) 試験用ウニ類の取り上げ

試験に用いたムラサキウニは、令和4年5月16日及び17日に、ムラサキウニが過剰となっている天草市牛深町茂串地区の海域から取り上げた。

(2) ムラサキウニの飼育試験

(ア) 夏期試験

ムラサキウニの夏期飼育試験を、6月6日～9月1日の87日間実施した。ムラサキウニは、プラスチックケース及びネトロンネットを用いて作成した籠(たて64cm×横35cm×高さ15cm)に50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水槽に固定して、ポンプアップした生海水のかけ流し式で飼育した(図1)。

ムラサキウニの陸上養殖に適した餌料を明らかにするため、塩蔵ワカメ、褐藻アカモク、ホンダワラ類(アカモク以外)、桑の葉及びイチジクの葉の計5給餌試験区を設定した。塩蔵ワカメは、令和3年に加工及び保存したものを、アカモク及びホンダワラ類については令和4年3月～6月に牛深町上ノ倉～下ノ倉地先で採集し冷凍保管したものをを用いた。また、桑の葉及びイチジクの葉は、令和4年6月に牛深町内の山中で確保したものを冷凍保存して用いた。

給餌は3回／週の頻度で行い、サンプリングは3回／月の頻度で行った。サンプリングしたムラサキウニは、身入りを把握するため、全体重量及び生殖巣重量を計測し、生殖巣指数を算出した。



図1 ウニを飼育している様子

(イ) 秋期試験

夏季試験により、塩蔵ワカメ、桑の葉及びイチジクの葉が不足したため、試験区をアカモク、ホンダワラ類（アカモク以外）及びアワビ用飼料（日本農産工業株式会社、あわび稚貝用配合飼料）の計3区に変更し、9月30日より秋季試験を開始した。試験には、夏期試験のホンダワラ類給餌区で飼育したムラサキウニを用い、縦100cm×横60cm×高さ40cmの籠に、20個体／籠の密度で収容した。

給餌は、夏期試験と同様に3回／週の頻度で行い、身入りを把握するため、12月10日に重量及び生殖巣重量を計測し、生殖巣指数を算出した。

5 活動の実施結果と考察

(1) 試験用ウニの取り上げ

令和4年5月16日及び17日に漁協の青壮年部と協力し、天草市牛深町茂串地区の海域約3,000㎡から5,000個体のウニを取り上げた。



図2 ウニを採捕している様子

(2) ウニの飼育試験

(ア) 夏期試験

ムラサキウニの生殖巣指数の推移を図3に示す。

87日間の試験期間で最も高い生殖巣指数を示したのは、アカモク給餌区で6.46%であった。2番目に高い生殖巣指数を示したのは、塩蔵ワカメ給餌区の4.11%、3番目に高かったのは、桑の葉給餌区の3.51%、4番目に高かったのはホンダワラ類給餌区の3.00%であり、桑の葉給餌区と同程度であった。この4種類のうち、アカモク、塩蔵ワカメ及びホンダワラ類は、生殖巣指数の増加が期待できること、入手が簡単であり、冷凍による保存も可能であることから、ウニ養殖の餌料として有効であることがわかった。

一方、ビワの葉給餌区では、7月27日以降、生殖巣指数が減少傾向であり、試験終了時の生殖巣指数は1.09%であったことから、ムラサキウニの飼料としては不向きであると考えられた。

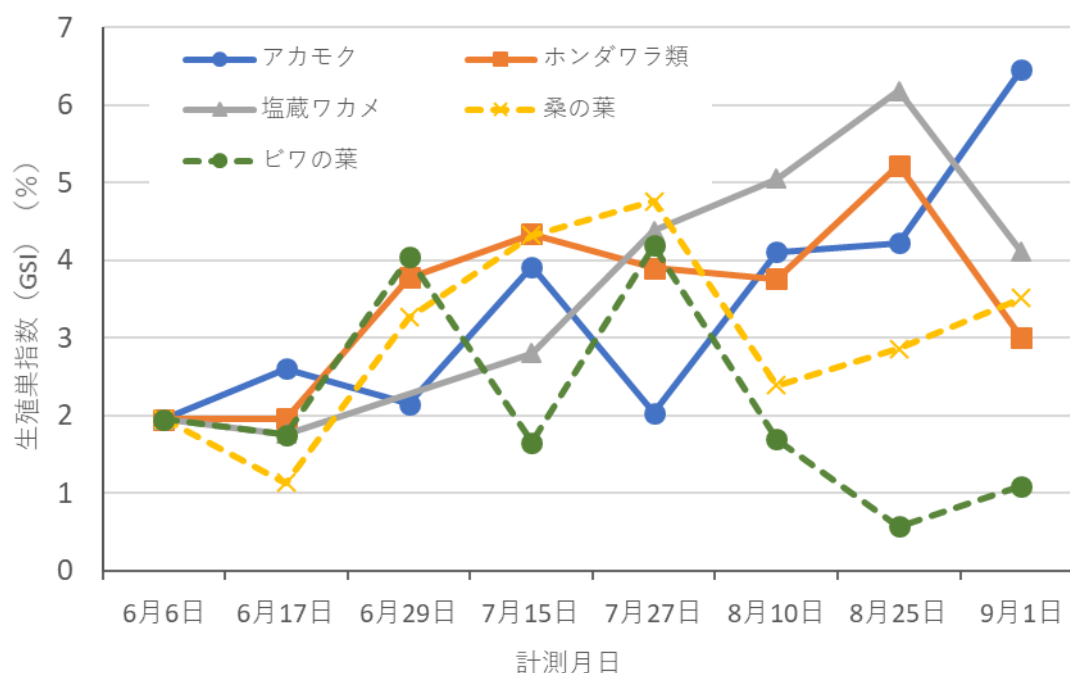


図3 夏期試験における生殖巣指数の推移

(イ) 秋期試験

ムラサキウニの生殖巣指数の推移を図4に示す。

試験開始から71日後の生殖巣指数は、アカモク給餌区で4.88%、ホンダワラ給餌区で4.39%、アワビ用飼料給餌区で24.42%となり、アワビ用飼料で生殖巣指数が最も高くなった。

アワビ用飼料給餌区の生殖巣指数がホンダワラ及びアカモクより約5倍高くなった要因としては、配合飼料と天然餌料による栄養成分の違いのほか、アワビ用飼料は他の2つの海藻餌料と異なり沈降性であり、主に籠の底面及び側面に生息するウニが摂餌しやすい状

態であったことも影響したものと考えられる。

一方、アワビ用飼料給餌区は生殖巣指数が最も良好だったものの、褐藻アカモク及びホンダワラ類給餌区の方が生殖巣の色が濃く、商品価値が高いと考えられた。

陸上養殖によるウニの商品価値を向上させるためには、海藻単体での給餌のほか、配合飼料と海藻類の混合給餌等、飼育方法についても検討する必要がある。

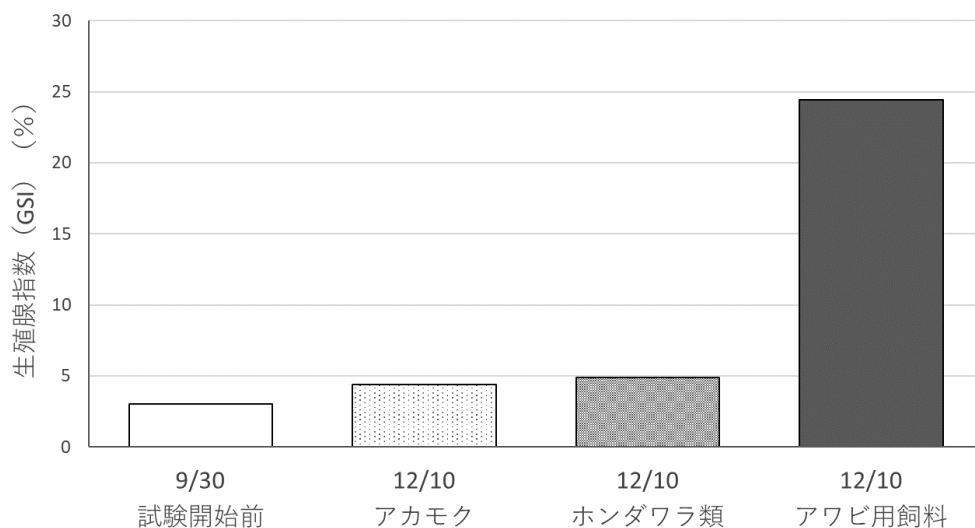


図4 秋期試験における生殖巣指数の推移

6 問題点とその解決策

令和4年度の試験の結果、磯焼け漁場等から駆除したウニの有効利用のための陸上養殖給餌料として、海藻類のほか、アワビ用飼料が有用であることが示された。

令和5年度の試験では、海藻給餌料と配合飼料の混合給餌を含めた給餌方法やウニの収容密度の検討等、陸上養殖における管理方法についても検討したい。

クエの種苗放流試験

1 実施団体

実施団体名 串間市東漁業協同組合
住 所 宮崎県串間市大字大納 136 番地乙
代 表 者 名 代表理事組合長 門田 國光

2 地域及び漁業の概要

串間市東漁協は、宮崎県の最南端で国指定天然記念物の御崎馬が生息する都井岬の近傍に位置し、沖合を流れる黒潮の恩恵を受けることから大型回遊魚が接岸する好漁場に恵まれ、県内でも有数の水揚げを誇る定置網漁業を中心に曳縄漁業や磯建網漁業などが営まれている。

3 活動選定の動機と目的

当漁協では、漁業の複合経営の推進と漁業者所得の向上のため、新たな水産資源の開拓を目的として平成 27 年からクエ稚魚の放流に取り組んできた（表 1）。初放流から 5 年が経過し、放流魚の漁獲加入が見込まれるが、これまで放流魚への標識等を行っていないため、漁獲されたクエが放流種苗由来かを確認することができていない。年間の漁獲量も増減があり、種苗放流の効果検証ができていない状況であった。

そこで本事業において、放流したクエの成長や移動等の生態と放流効果を検証するため、令和 2 年度より標識放流を行うこととなった。

表 1 クエ放流実績

年度	全長	放流尾数	標識の有無
H27	約 120mm	400 尾	なし
H28	約 120mm	1,056 尾	なし
H29	約 120mm	1,000 尾	なし
H30	約 120mm	1,000 尾	なし
R1	約 120mm	1,200 尾	なし
R2	約 160mm	1,200 尾	あり（1,200 尾）
R3	約 160mm	1,500 尾	あり（600 尾）

4 活動の実施項目及び方法

令和 4 年 11 月 29 日に宮崎県串間市毛久保港で、株式会社長崎県漁業公社で生産されたクエ種苗（全長約 16cm）1,500 尾（うち標識魚 300 尾）を岩礁帯で稚魚の隠れ場所の多い毛久保地先に放流した。標識は、令和 3 年度に続いて脱落のしにくさや耐久性を考慮し、ダートタグ（マーカ一長 70mm）を用いた。（図 1、2、3、4）

5 活動の実施結果と考察

(1) クエ種苗標識放流

漁業者や漁協職員等合わせて8名で標識の装着作業を行い、300尾にダートタグを装着した。



図1 背中に標識タグを打ち込んだクエ種苗
(全長約16cm)



図2 標識タグの装着作業



図3 放流の様子

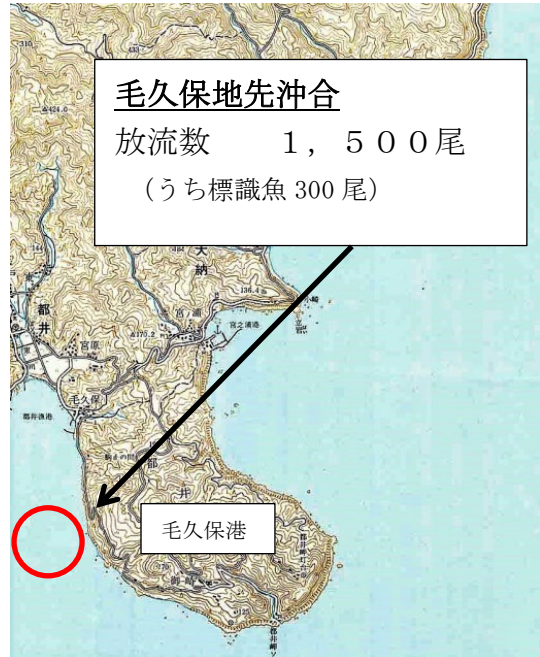


図4 放流場所

(2) 放流後の追跡調査

標識魚の追跡調査のため、標識放流の周知ポスター（図5）を作成し、周辺漁協及び遊漁船団体に配布した。今後、標識魚の再捕情報を収集することにより、放流効果の検証を行う。

6 問題点とその解決策

標識魚の放流を開始して2年が経過しているが、水揚げの報告はまだない。しかしながら、クエの水揚げ量は年々増加傾向にあるため、これまでの放流の効果もその一因と考えられる。

クエについては、稚魚から成魚になるまで数年かかるため、標識魚についても今後の成長と漁獲報告に期待したい。また、稚魚を守るため、放流場所の選定や隠れ家となる人口構造物の設置など、資源増大のための取組を漁業者と協力しながら継続的に実施していきたい。

クエの標識魚を探しています

串間市東漁協では、令和2年11月26日、令和3年11月30日、令和4年11月29日にクエの標識放流（放流時の全長約16cm、背中への標識タグ打ち込み）を行いました。

下記のようなクエを見かけた場合には、ご連絡ください。



・ 標識魚の放流場所と尾数



名谷地先沖合（大納港沖合）
令和2年度放流数 600尾

都井岬先沖合
令和2年度放流数 600尾
令和3年度放流数 1,500尾
（うち標識魚 600尾）

毛久保地先沖合
令和4年度放流数 1,500尾
（うち標識魚 300尾）

標識魚が漁獲されましたら、日時（おおよその）場所、サイズを伺いますので下記まで連絡ください。

また、生きている場合は、再度放流していただきますよう、ご協力をお願いいたします。

ー 連絡先 ー

串間市東漁業協同組合（担当者：河野） 電話：0987-76-1515

図5 標識魚の再捕報告依頼ポスター

ツキヒガイの天然採苗技術プロジェクト

1 実施団体

実施団体名 江口漁業協同組合 ツキヒガイ増殖プロジェクト
住 所 鹿児島県日置市東市来町伊作田 2101 番地
代 表 者 名 佐々 祐一

2 地域及び漁業の概要

日置市は、東シナ海に面した薩摩半島の中西部に位置し（図1）、平成17年に東市来町、伊集院町、日吉町、吹上町の4町が合併した人口約4万8千人（令和2年9月現在）の町である。日本の渚100選に選ばれた吹上浜の美しい海岸線や美山の竹林を代表とする「自然の町」、薩摩焼や妙円寺詣り、流鏝馬など「文化や歴史、伝統の町」、天然マダイやひおきいちご、日置茶を代表とする豊かな農林水産物と伊集院饅頭や焼酎、天然食塩など特産品の「食の町」と様々な魅力を持ち合わせている。これら魅力と都市部である鹿児島市に隣接していることから、「ちょうどいい田舎」として県内外から移住者が多く、市としても移住・定住者支援を充実させている。



図1 日置市

江口漁業協同組合（以下、江口漁協）は、ごち網漁業、小型底曳網漁業（ツキヒガイ）、流し網漁業（サワラ・バショウカジキ）、曳縄漁業、機船船曳網漁業（以下、バッチ網漁業）など多種多様な漁船漁業が営まれている。令和元年度（H31.2～R2.1）の水揚量は約303トン、水揚額は約3億1千万円となっており、水揚げされる魚種の半数近くはバッチ網漁業によるシラス（ちりめん）で、他はツキヒガイ、マダイ、チダイ、サワラ、バショウカジキ、キス、イカ類等である。

水揚げの半数以上が漁協直営の「江口蓬莱館」に出荷されており、年間来場者数45万人という県下有数の直売所であるこの施設による買い支えが地域の魚価安定の一助となっている。また、江口漁港ふるさと港祭りや観光地曳網、吹上浜クリーン作戦など、漁業者が地域住民、県内外の観光客と関わる機会が多いことが特徴である。

3 課題選定の動機と目的

ツキヒガイは、太平洋側では房総半島以南、日本海側では山口県以西に分布するイタヤガイ科に属する二枚貝である。鹿児島県では、吹上浜沖、南薩海域及び根占地先で底曳き網により漁獲しているが、近年は吹上浜沖による水揚げが大半を占めている。しかしながら、ツ

キヒガイの漁獲量は、その生物的特性によるものか資源量の変動が大きく、近年は減少傾向にある。

江口漁協では、漁協独自の取組として4月から8月までを休漁期間と設定し資源保護に努めているが、漁獲量の安定確保には至っていない。

そこで、安定した漁獲量の確保に向け、イタヤガイ科のホタテガイの天然採苗技術を参考にして天然採苗試験に取り組むこととした。

なお、今回の試験は、江口漁協のツキヒガイ増殖プロジェクト、鹿児島大学水産学部、鹿児島地域振興局の共同で試験を行い、北海道網走地区の水産普及機関とも技術交流を行って実施されたものである。

4 活動の実施項目及び方法

(1) 母貝生殖巣調査

- ・内容

江口漁協で水揚げされたツキヒガイについて、重量や殻長、生殖巣重量、GSI（生殖腺指数）を測定し（図2）、産卵時期を確認する。

※鹿児島大学水産学部でデータ収集を行った。

- ・時期

周年実施

- ・使用する器具等

ノギス（0.01cm単位）、重量計（0.01g単位）、解剖ばさみ、バット、ツキヒガイ



図2 母貝生殖巣調査 調査風景

(2) 浮遊幼生調査

- ・内容

プランクトンネットを用いてツキヒガイの浮遊幼生を採捕し、浮遊幼生の発生時期を把握することで、採苗器の投入最適時期や生息域を把握する。

- ・時期

4月6日・27日

- ・調査場所

江口沖

4月6日：調査地点A 4月27日：調査地点A・B

※4月6日は天候の関係で1地点のみとなった。27日は6日の地点に加えてもう1地点でも調査を実施した。

・使用する器具等

北原表層式プランクトンネット(口径 30cm, 目合い 0.1mm 下部に 2 kg 程度の重りを装着), サンプル瓶, 固定液 (エタノール), 漁船, 顕微鏡

・調査方法

- ①漁船で調査地点まで移動
- ②プランクトンネットで鉛直曳きを行う (図3)。
- ③曳き終わったら, プランクトンネットの下部の瓶にネットに付着した幼生やプランクトンなどのサンプルを海水で洗い流す。
- ④サンプルを下部の瓶に洗い流したら, 下部の瓶からサンプルをサンプル瓶に流し込む。
- ⑤③及び④の作業を2～3回繰り返す。
- ⑥サンプル瓶にエタノール固定液を添加し (図4), クーラーボックスに保管する。
- ⑦調査終了後, 得られたサンプルの検鏡を行い, ツキヒガイ幼生の海水1トン(m^3)あたりの個数を計算する。



図3 船上での試験風景
(プランクトンネット)



図4 船上での試験風景
(エタノールによるサンプルの固定)

(3) 天然採苗調査

・内容

北海道のホタテガイの事例を参考にしつつ, 浮遊幼生から成長したツキヒガイ稚貝を採捕するための採苗器の作成を行い, 海中へ投入を行う。その後, 採苗器へのツキヒガイ稚貝の付着状況について追跡調査を実施する。

・時期

採苗器の投入：4月27日

追跡調査：5月7日・6月7日・28日・7月12日

・調査場所

江口沖

調査地点1（水深約40m） 調査地点2，3（水深約20m）

・使用する器具等

採苗器（図5），固定液（エタノール），回収用のビニール袋，顕微鏡，バット，コンテナボックス，ふるい，ピンセット

・調査方法

1）採苗器の設置・追跡調査

①定点へ採苗器を設置する。

②追跡調査を実施し，採苗器を船上へ引き揚げる（図6）。

③採苗器の網袋（サンプル）を取り外して回収用ビニール袋に入れ，エタノール固定液を添加する。

④替えの網袋を③で取り外した箇所に再装着し，再度定点へ投入する。

※②～④を調査日毎に行う。

2）回収したサンプルの計測

①ビニール袋からサンプルを取り出し，水の張ったコンテナボックス内でツキヒガイと思われる稚貝を取り出す。

②得られた稚貝をふるいにかけて分別し，個数を計測する。

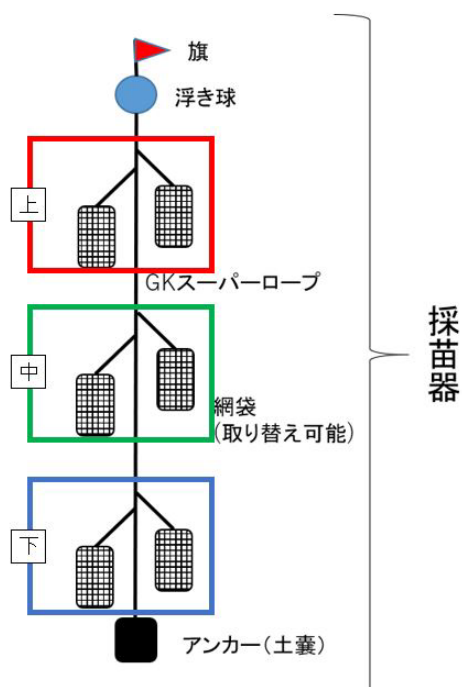


図5 作成した採苗器

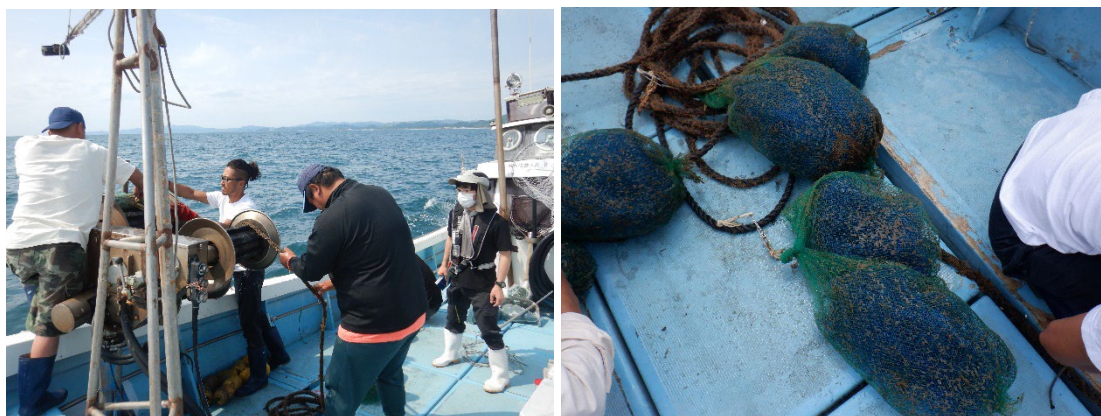


図6 採苗器の引き揚げ作業

5 活動の実施結果と考察

(1) 母貝生殖巣調査

令和4年1月から令和5年1月までのサンプルで得られた結果は図7のとおりである。

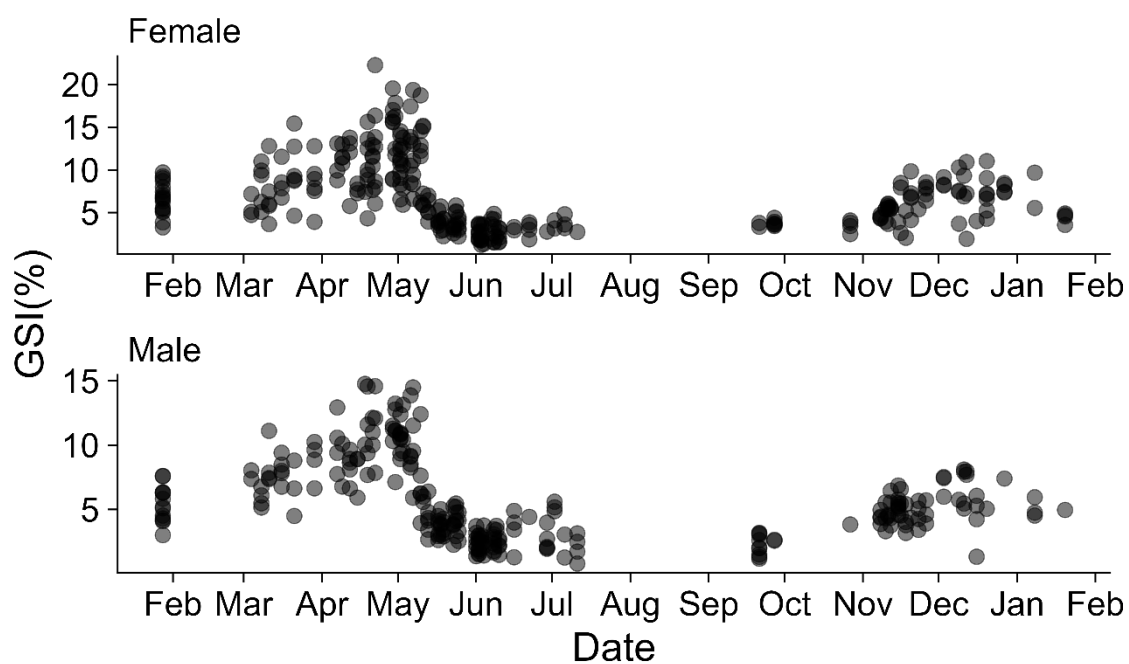


図7 ツキヒガイのGSI推移

(上:雌 下:雄)

ツキヒガイの雌雄ともに、5月中～下旬と12月中旬にGSIのピークがあり、初夏と初冬に産卵が行われることが示唆された。しかし、初冬のピークは初夏よりも低位であり、初夏の方が活発な産卵が行われたものと考えられた。

(2) 浮遊幼生調査

4月6日・27日に浮遊幼生調査を行ったところ、6日の定点Aは約170個/m³、27日の定点Aは約446個/m³、定点Bは849個/m³となり、27日の方が卵から浮遊幼生へ孵化した個体数が多かったことが示唆された。

また、上述の GSI 推移と併せて考えると、採苗器の投入は産卵期のピークの前までに行うことが望ましいため、4月下旬～5月上旬に行うことが理想であると考えられる。

(3) 天然採苗調査

調査地点1～3の追跡調査で得られた結果は表1のとおりである。

調査地点	採苗器(上中下)	R4.5.7	R4.6.7	R4.6.28	R4.7.12	(個)
①	上	0	0	0	-	
	中	-	5	4	-	
	下	0	1	0	-	
②	上	-	2	0	1	
	中	0	3	0	0	
	下	0	3	0	0	
③	上	0	0	0	-	
	中	0	0	0	-	
	下	0	4	0	-	

表1 採苗器で採捕されたイタヤガイ科稚貝の数
(－：流失によりデータなし)

各調査地点ともに、6月7日が最も多く採捕された。また、水深に対しての上～下層のうち、中～下層の袋に多く入る傾向があった。

6 問題点とその解決策

今後、次の点について検討し、技術改良に取り組む。

- ・試験期間中の採苗器の流失が何回か起きたため、採苗器の素材や網等の固定方法、最下部のアンカーの重量について再検討する必要がある。また、荒天時の影響についても検討が必要と思われる。
- ・ツキヒガイ稚貝は基質への付着力が弱いといわれていることから、採苗器の形状にも改良の必要があると思われる。
- ・ツキヒガイの浮遊幼生や稚貝について、他の二枚貝との区別が困難であるため、区別方法を確立させる。

アマモを増やす活動

1 実施団体

- | | |
|---------------|--------------------|
| (1) 実践活動グループ名 | 北海道小樽水産高校栽培漁業科アマモ班 |
| (2) 代表者氏名 | 北海道小樽水産高等学校校長 木村 司 |
| (3) 指導教官 | 栽培漁業科教諭 澤田 和之 |

2 地域及び漁業の概要

後志地方は北海道の道央地方西部にあり、石狩地方、胆振地方、渡島地方、檜山地方と接し、日本海に面している。後志総合振興局は道内 179 市町村の内、1 市 13 町 6 村を有している。

小樽市は、人口 109,712 人（令和 4 年 3 月末）、北海道開拓の表玄関として発展してきた商工港湾都市である。海と山に囲まれた美しい自然と、港・運河・数多くの歴史的建造物が残る街並みが魅力の観光都市であり、国内外から多くの観光客が訪れている。漁業の概要としては、沖合底びき漁業、採介藻漁業・ホタテ養殖漁業が行われている。

古平町は人口 2,754 人（令和 4 年 3 月末）、漁業が基幹産業であり、漁業と結びついた水産加工業が盛んである。北海道五大民謡の一つ「たらつり節」発祥の地である。漁業の概要としては「ボタンエビ」「ナンバンエビ」をエビ簞漁業にて行われている。

3 活動選定の動機と目的

(1) 活動選定の動機

本校は明治 38 年「北海道庁立水産学校」として札幌市に開校し、今年度創立 117 年を迎える、全国でも屈指の伝統を誇る水産高校である。明治 40 年に現在の小樽市若竹町に移転、昭和 25 年「北海道小樽水産高校」と改称し、学科改変等を経て、平成 7 年度より現在の「海洋漁業科」「水産食品科」「栽培漁業科」「情報通信科」の本科 4 学科、「漁業科」「情報通信科」の専攻科 2 学科を有する学校となっている。

栽培漁業科は栽培漁業における種苗生産及び資源管理に関する知識と技術を取得し、これらの業務に従事する人材を育成することを目的としており、現在は 1～3 学年それぞれ約 40 名、総勢約 120 名が在籍している。サケ・ヒラメ・マツカワ・ウニ・ホタテなどの生産や、プランクトンの培養について、古平町にある実習施設等における体験や、水産生物の生態や海洋環境、資源増殖、操船、ダイビングなどを主な学習内容としている。これらの学習の成果を発揮する場として水産クラブを設け、放課後等の研究活動をとおして、生徒が自主的に行った水産・海洋に関する調査、研究、実験、作品製作等の実践成果を発表している。

これまで、上記水産動物の増殖・調査に関する実践は行われてきたものの、海藻（草）類の増殖・調査に関しての研究は行われてこなかったため、令和 4 年に生徒 38 名からなる栽培漁業科アマモ班を新たに組織し、海藻（草）類の増殖・調査に関する分野の実践について検討した。アマモの移植については文献がほとんどない。アマモ類の自然再生ガイドライン、アマモ場再生ハンドブック、環境・生態系保全ハンドブックに記載があるが、他の海藻に比べ成熟や種子の状況の記載やダイバーの行う作業内容の記載がなく事業を活用して移植を実践することを考えた。

(2) 活動の目的

本校栽培漁業科では、サケ・ヒラメ・マツカワ・ウニ・ホタテなど水産動物の増殖に関する実践は行われてきたが、海藻（草）類の増殖に関しての実践は行われてこなかった。本活動では、北海道大学水産学部教員を招き、アマモの生態や生態系における役割を学び、増殖技術の習得により移植による増殖活動を実践することを目的とした。

4 活動の実施項目及び方法

(1) 増殖技術の習得

- ・北海道大学水産学部教員を招き、アマモの飼育・移植に必要な専門知識と移植技術を習得する
- ・水槽でアマモを飼育し、飼育技術を習得するとともに、日々、アマモ生態を観察することで古平町のアマモが単年生か多年生か、結種時期について調べることで移植最適時期の判定を行う。

(2) 移植によるアマモ増殖活動

御崎町地先丸山岬周辺海域において7～8月にかけて母藻の採取を行い、環境・生態系保全ハンドブックに記載のある竹串固定法および粘土結着法による方法で加工を行う。8～9月にかけてアマモの消失がある海域でスクーバ潜水により栄養株移植法による増殖の実践を行う。

5 活動の実施結果と考察

(1) アマモのモニタリング調査

天然採苗により、アマモの水槽飼育および移植による増殖活動を推進するため、5月より御崎町地先丸山岬周辺海域で陸上よりアマモのモニタリング調査を実施した。その結果、丸山岬東側の岬付根付近でアマモ（学名：*Zostera marina*）は確認できなかったもののアマモ科の多年草であるスガモ（学名：*Phyllospadix iwatensis* Makino）を確認した。丸山岬西側では令和2年に確認できていたものの、今年度は、確認することができなかった。東しゃこたん漁協に聞き取り調査を行い、古平漁港東側の砂浜海岸で数年前にアマモを確認したとの情報を得ることができた。6月から7月にかけて3度にわたってスクーバ潜水によりアマモのモニタリング調査を実施した。調査の結果、アマモは確認できなかったものの岩礁にスガモを確認した。7月に2回にわたり丸山岬周辺から小樽水産高校古平栽培漁業実習場の東端までの2ha についてスクーバ潜水によりアマモのモニタリング調査を実施した。この調査から、海岸から沖合に2～4m、水深1～2mではホソメコンブが群生、海岸から沖合に3～6m、水深2～3mではスガモが点在し、アマモは消失していること、海岸から沖合に6m～200m、水深3～13mではウニによる磯焼けを確認した。このことからアマモ場の再生を計画した。

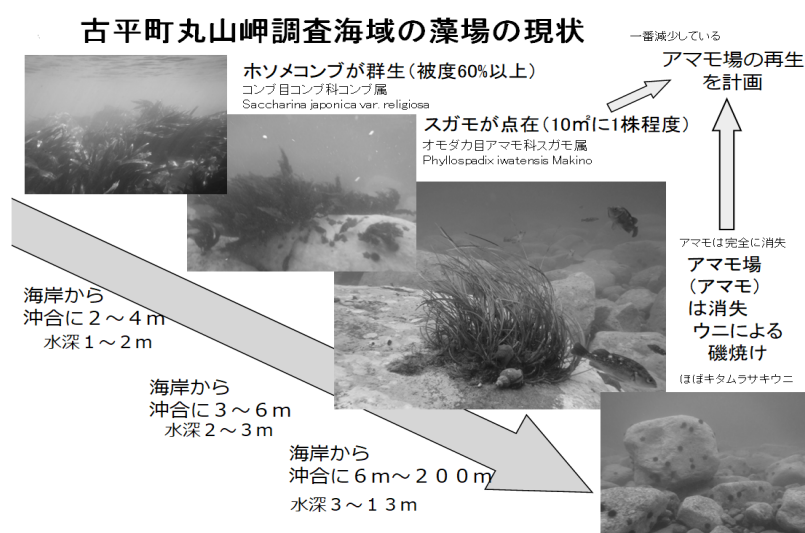


図1 古平町丸山岬調査海域の藻場の現

古平町丸山岬の藻場面積の調査

(スキューバダイビングによる潜水調査)

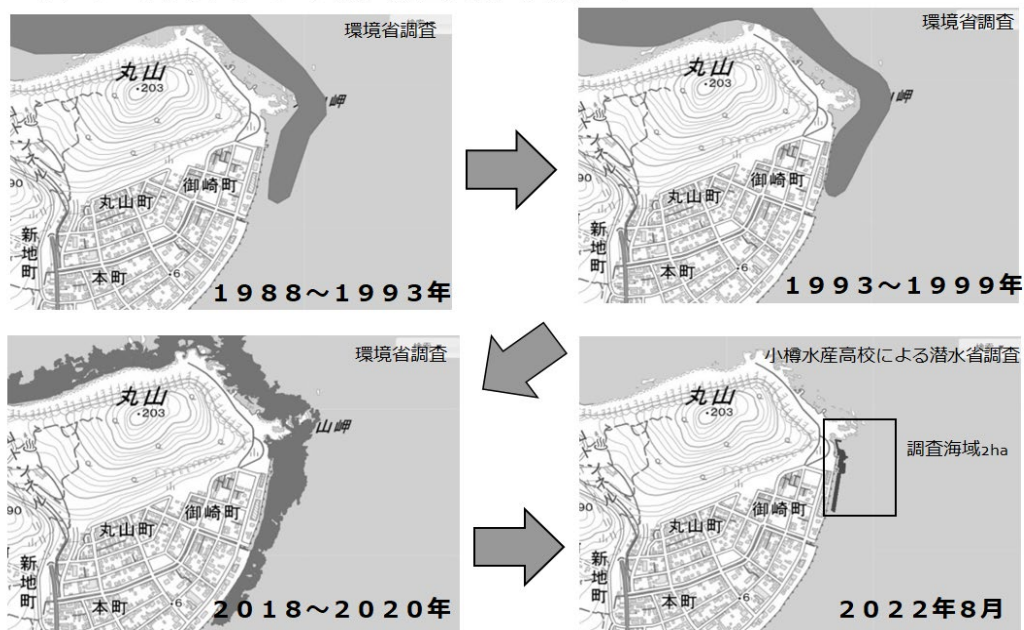


図2 古平町丸山岬の藻場面積の調査

また、2022年は北海道小樽水産高等学校による調査で藻場面積（アマモ場とコンブ場の混生）は2018年から2020年の調査に比べ大幅に減少していることを確認した。（図2 古平町丸山岬の藻場面積の調査：参照）

(2) アマモの種同定

古平町丸山岬周辺で確認されたアマモについては、全てが岩礁に生息していること（写真1）、先端部葉脈（写真2）の特徴からスガモであると同定した。



写真1 生息環境

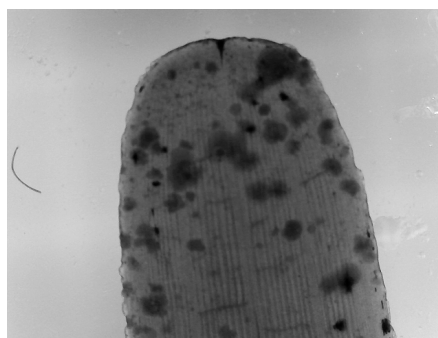


写真2 先端部葉脈

(3) 移植によるアマモ増殖活動

モニタリング調査においてスガモの花穂が確認できないことから種子の採取を断念し、栄養株の移植を検討した（写真3）。スガモの移植における文献を入手することができなかったため、環境・生態系保全ハンドブックにあったサンゴの移植方法、アマモの移植方法、海藻の母藻投入方法を参考にした。スガモの栄養株移植法は、石に接着剤を使ってスガモを固定し、生分解性プラスチックシートで養生、保護して海に沈める方法を計画した（写真4）。この移植計画を北海道大学水産学部秋田晋吾先生に相談した上で、8月末に加工したスガモ200本をスキューバ潜水により水深3～8mに移植した（写真5）。移植については、秋田先生にスキューバ潜水をして指導いただいた。



写真3
スクーバ潜水によるスガモの
モニタリング調査



写真4
スガモの
栄養株移植



写真5
スクーバ潜水によるスガモの
栄養株移植

(4) 増殖技術習得講習会

令和4年8月23日(火) 15:45~16:45、北海道小樽水産高等学校で「アマモを増やす活動：講義」を開催し、アマモ班の生物同好会の生徒1年生3名が受講した。当初は2・3年生も受講する予定であったが、新型コロナウイルスの感染状況から、少人数での開催となった。

(5) 水槽飼育による増殖技術習得

令和4年8月1日(月)よりアマモ班の生物同好会部員によりスガモの水槽飼育を開始した。校舎内での飼育のため、閉鎖循環式とした。今回の飼育では、「スガモが根を岩礁等に固定しない状態で長期にわたる飼育は可能か」というテーマで飼育を行っており、147日目を達成している(写真6)。



写真6 スガモ飼育水槽

(6) 考察

本校、栽培漁業実習場のある古平町丸山岬周辺では平成29年にアマモがあることを確認しており、5年でアマモが無くなり、スガモだけになっていたこと、藻場が大きく減少していることがわかった。今年度は、移植活動が初めての試みであり、有志生徒のスクーバ潜水の技術レベルからウニの食害への対策ができなかった。今後の課題としたい。

6 問題点とその解決策

(1) ウニの食害への対策ができなかった点について。

スクーバ潜水技術レベルの向上をはかり調査及びウニ駆除の対策をしたい。

(2) 組織的に継続して活動を行う上での問題点

アマモ班を新たな活動班として組織することができた。しかし、古平町における他海域との比較や生息分布の調査活動を行うことを考えると適切な組織規模とはいえない。そのため、今後は小学校や漁協との連携を深めていきたい。

(3) 活動の実施時期についての問題

現在、フィールドワークを5月から10月で実施しているがスクーバ潜水の活動は水温の関係から9月上旬までに限られる。そのため、将来的にはROV等を導入したい。

ナマコ資源増殖に関する研究活動

1 実施団体

- (1) 実践活動グループ名 京都府立海洋高等学校海洋探究部
- (2) 代表者氏名 3年 後藤 栞汰
- (3) 担当教員 教諭 長岡 智子
- (4) 所在地及び連絡先

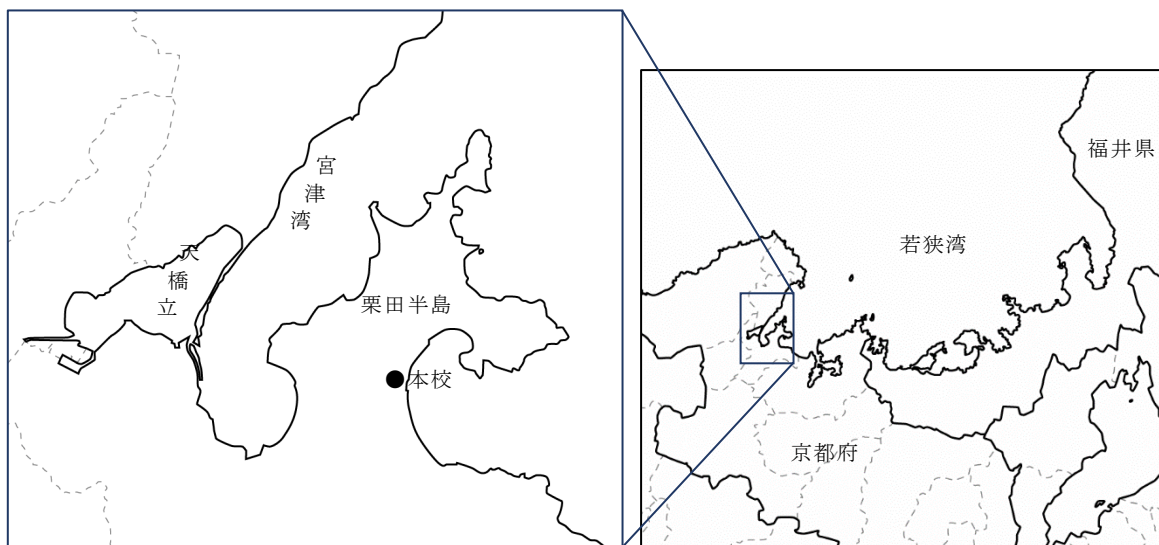
ア 所在地 京都府宮津市字上司 1567-1
イ 連絡先 京都府立海洋高等学校
TEL 0772-25-0331

2 地域及び漁業の概要

本校の所在する京都府宮津市は、日本海側では最大級のリアス海岸が発達した若狭湾の西部に位置している。湾内には、多くの支湾が存在し、その1つである宮津湾は日本三景で有名な天橋立を有している（図1）。

宮津湾を含む京都府沿岸では、対馬暖流や日本海固有水の影響を受け、多様な魚種が漁獲されるが、令和2（2020）年度の漁獲量は1万トンを超えている。また、平成30（2018）年の漁業センサスによると、府内の漁業就業者は1,000人を下回り、そのうち個人漁業者が約70%、65歳以上が約40%を占め、漁業就業者の高齢化や後継者不足が深刻である。

マナモコについては、中国のマナモコ需要急増を受け、日本各地で乱獲されるようになった。宮津湾でもマナモコの漁獲量が激減し、漁獲サイズの小型化が進んだ。宮津湾でマナモコ漁業を営む漁業者グループである宮津なまこ組合では、平成22（2010）年から自主的な漁獲規制を実施し、マナモコ資源は回復傾向である。



（図1）本校所在地

3 活動選定の動機と目的

(1) これまでの活動状況

私たちは、生物の飼育管理や水質調査、海浜清掃等、海に関するさまざまな活動を行っている。特に生物の飼育管理については、平日の早朝、昼休み、放課後のほか、休日にも登校し、給餌、水槽掃除、水温測定等、当番を決めて、毎日行っている。

海洋探究部には、マナマコについて中心的に取り組んでいる3年生が7名いる(図2)。この7名で当番や飼育方針、実験内容等を決め、他の部員や下級生に指導しながらマナマコの飼育管理を行っている。



(図2) 海洋探究部ナマコ班と実験水槽

(2) 本活動に取り組むことになった経緯・動機

私たちは、平成24(2012)年度から、マナマコを研究対象にしている。

人工採苗用の親ナマコは、毎春の調査で得られた個体をいただいているが、平成30(2018)年度からは水槽での親ナマコ養成も行っている。令和2(2020)年1月以降のコロナ禍による活動制限等により、校外での取組に参加する機会は少なくなったが、校内での実験を充実させ、マナマコ特有の生態についての研究活動を進めてきた。

新たな研究手法を試すための資金確保のため、「豊かな海づくり実践活動」への申請をすることにした。

(3) 本活動の目的

ア 地域の水産業の実態や魅力を知り、漁業者とともに課題意識を持ちながら水産についての学びをより深める。

イ 桁網や水視等の宮津地区のナマコ漁に触れることにより、自らが地域の漁業文化の継承や保護等に役立ちたい。

ウ 漁業者とともに行うナマコ資源回復に向けた高校生の取組を広く発信することにより、他魚種や他地域での豊かな海づくり活動のきっかけとする。

4 活動の実施項目

(1) 宮津湾ナマコ資源量調査

(2) マナマコの人工採苗

(3) マナマコの飼育環境や飼料等に関する実験

(4) マナマコに関する研究活動の発表・外部への発信

5 活動の実施結果と考察

(1) 宮津湾ナマコ資源量調査

宮津なまこ組合や京都府農林水産技術センター海洋センターが実施する宮津湾ナマコ資源量調査が4月4日に実施され、本校から2名参加した(図3)。この調査で採捕したマナマコ及び本校で飼育管理しているマナマコを人工採苗用の親ナマコとして使用した(図4)。



図3. 宮津湾ナマコ資源量調査



図4. 採捕された親ナマコ

(2) マナマコの人工採苗

人工採苗が成功すれば、宮津湾にマナマコ種苗を放流したいと考えていたが、親マコの飼育管理中に、大多数の個体にびらん(図5)や内臓吐出を生じた。5月9日にクビフリン法による産卵誘発(図6)を試みたが、放精しか確認できなかった。



図5. 体表に生じたびらん症状



図6. マナマコへのクビフリン注入

(3) マナマコの飼育環境や飼料等に関する実験

ア 実験1 (海藻の有無)

2トン角形飼育水槽に付着藻類や海藻類を繁茂させた後、半分はそのまま(海藻有り区)、残りの半分は藻類をすべて取り除き(海藻無し区)、マナマコ16尾(成体)を収容した。登校後の8時、授業の合間である13時、放課後の18時に観察した。48時間(6月6日～8日)後、マナマコが海藻有り区に多く集まった(図7、8)。この結果より、マナマコの好む飼育環境は、海藻有り区であることが分かった。

イ 実験2 (光の有無)

マナマコの走光性を調べるため、2トン角形飼育水槽にマナマコ16尾（成体）を収容し、水槽の半分を段ボールで遮光（図9）し、遮光区と採光区に分けて、48時間（6月14日～16日）のうち、登校後の8時、授業の合間である13時、放課後の18時に観察した。マナマコは比較的遮光区を好むことが分かったが、採光区にも一定数のマナマコが居残る結果となった（図10）。

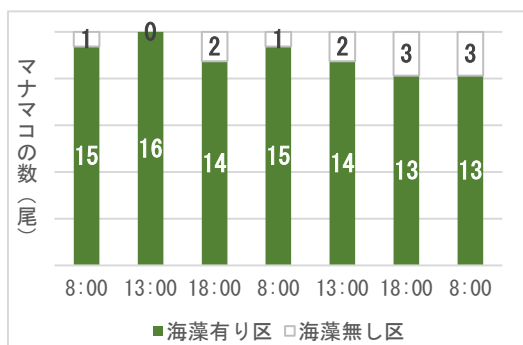


図7. 実験1の結果

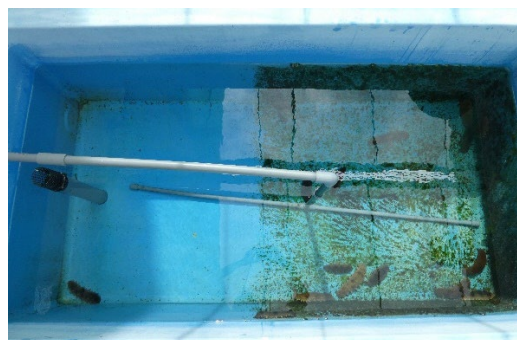


図8. 海藻有り区に集まるマナマコ



図9. 水槽に遮光区を設置

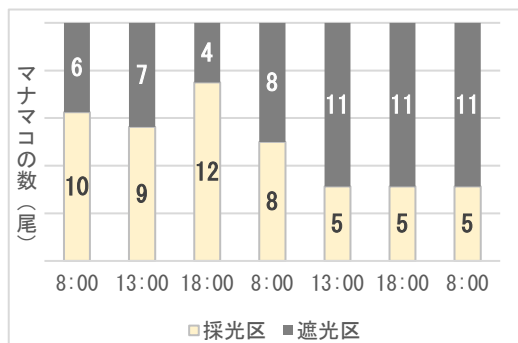


図10. 実験2の結果

ウ 実験3（マナマコ飼育中に繁殖する小型甲殻類除去）

マナマコを水槽で飼育していると、体表にウミミズムシ等の小型甲殻類（以下、寄生虫）が多く繁殖する。これまで、私たちは寄生虫を除去するため、ドロメ（ハゼ科魚類）を水槽内で混養することが有効であることを明らかにしている。しかし、ドロメは成長に伴って、排他的になり、攻撃性が増すという欠点がある。そこで、他のハゼ科魚類にも着目し、寄生虫除去効果があるか、実験中である。

エ 実験4（マナマコの飼料）

防災訓練の一環として、賞味期限間際の救難食糧が全校生徒に配布され、食品ロスについて考える機会があった。救難食糧をマナマコ飼料に活用するため、水への溶け方、比重、寒天に溶かしてマナマコが食べるかなど、現在、実験中である。

（4）マナマコに関する研究活動の発表・外部への発信

ア 日本水産学会近畿支部前期例会（支部コン）

9月24日、オンラインにて開催された日本水産学会近畿支部前期例会では、マナマコの飼育管理に関する口頭発表が大学生や研究者から行われ、本校からも1・2・

3年生¹⁰名が参加し自らの研究を発表し、意見や提案をいただくことができた。

イ 京大ウィークス 2022

10月29日、京都大学「京大ウィークス 2022」関連イベント「フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所設置 50 周年記念シンポジウム・第 11 回水産海洋学会日本海研究集会」が開催され、対面でのポスター発表をすることができた。実験区の設置や実験手法に対する鋭い質問に答えられないといった反省点は残ったが、生物飼育やマナマコ研究に関する多様な助言をいただいた。

ウ 日本水産学会中国・四国支部例会

11月26日・27日、日本水産学会中国・四国支部例会が開催され、2・3年生8名が参加した。ミニシンポジウムのテーマが「瀬戸内海の寄生虫病撲滅へ向けて」ということもあり、魚類の寄生虫の専門家が多く揃う中、オンデマンド方式でマナマコの寄生虫に関するポスター発表を行い、最優秀賞を受賞した。

エ 森里海シンポジウム・ポスターセッション（予定）

3月19日（日）、京都大学吉田キャンパスで開催予定の森里海シンポジウム・ポスターセッションへの参加に向けて、海洋探究部2年生3名が準備中である。マナマコの寄生虫に関するポスター発表を対面で行えるとあって、実験を進めている。

6 問題点とその解決策

（1）宮津なまこ組合との交流

コロナ禍において校外での取組ができにくいこと、漁業者と高校生の活動時間が大きく異なること等の理由から、宮津なまこ組合との交流がほとんどできなかった。来年度は長期休業や代休日等を活用し、校外での活動時間を確保したい。

（2）校内での親ナマコ養成・人工採苗技術の向上

元気な受精卵を得るためには元気な親ナマコを養成する必要がある。そのためにも、寄生虫除去の研究を続けていく。また、人工採苗技術を確立させたい。

（3）天然採苗のための手続き

令和2（2020）年12月1日より特定水産動植物の採捕が禁止されたこと、本校桟橋においてマナマコ天然採苗盛期が1～4月であることから、天然採苗は実施できなかった。今後は特別採捕許可を申請し、後輩の研究活動につなげていきたい。

7 おわりに

私たちの代では人工採苗や種苗放流はできませんでした。しかし、本事業の助成を受けたことにより、後輩が研究活動を続けていく土台を準備することはできました。

海洋探究部で取り組んでいることは、宮津湾のマナマコ資源増殖という大きな目標の一部に過ぎません。今年度の成果と課題をまとめてしっかりと後輩に引き継ぎ、目標達

成に向けて実験や取組を発展させていってくれると思います。

私自身は、マナマコの研究に取り組むことで、大きな困難や課題にぶつかっても、さまざまな視点からアプローチしてみるという力を身に付けることができました。大学では水産有用種の種苗生産について学び、水産業の発展に貢献したいと思います。