

研 究 分 野	3 生産性・市場性の高い増養殖技術の開発	部 名	増養殖部
研 究 課 題 名	(4) 介類養殖の安定生産に関する研究 ②マガキの新しい生産技術導入の検討		
予 算 区 分	県単（水産物品質管理事業費、養殖業振興事業費）		
試験研究実施年度・研究期間	平成 24 年度～30 年度		
担 当	(主) 貴志 太樹 (副) 西洞 孝広、大村 敏昭		
協 力 ・ 分 担 関 係	種市南漁協、久慈市漁協、野田村漁協、普代村漁協、重茂漁協、新おおつち漁協、綾里漁協、広田湾漁協、広域振興局水産部・水産振興センター		

<目的>

マガキは本県の重要な養殖対象種であるが、震災以後種苗の供給が不安定であること、種苗の移入による病原体拡散のリスクが高まっていることが問題となっている。これらの問題を解決するため、県内で種苗生産する技術を確立する必要がある。そこで、県内での天然採苗および人工種苗を用いたシングルシード養殖の導入を目的とし、平成 24 年度から天然採苗試験およびシングルシード種苗生産・養殖試験を行っている。

<試験研究方法>

1 マガキ天然採苗試験

○積算水温の観測

マガキ養殖が盛んな広田湾の小友浦周辺を調査海域とし（図 1）、平成 27 年 4～10 月に脇ノ沢漁港岸壁潮間帯 2 か所（潮位表基準面から 100cm および 0cm の高さ）、養殖施設周辺（小友境）2 水深（1m、4.2m）に温度ロガーを設置して 1 時間おきに水温を観測した。潮間帯においては、温度ロガーをカキ殻に封入し、マガキの体内に近い条件で測定した。式 1 により各地点におけるマガキの積算水温を求めた。

$$\text{式 1. } T = \sum (T_i - 10) \quad (T: \text{積算水温 } T_i: \text{1 日の平均水温})$$

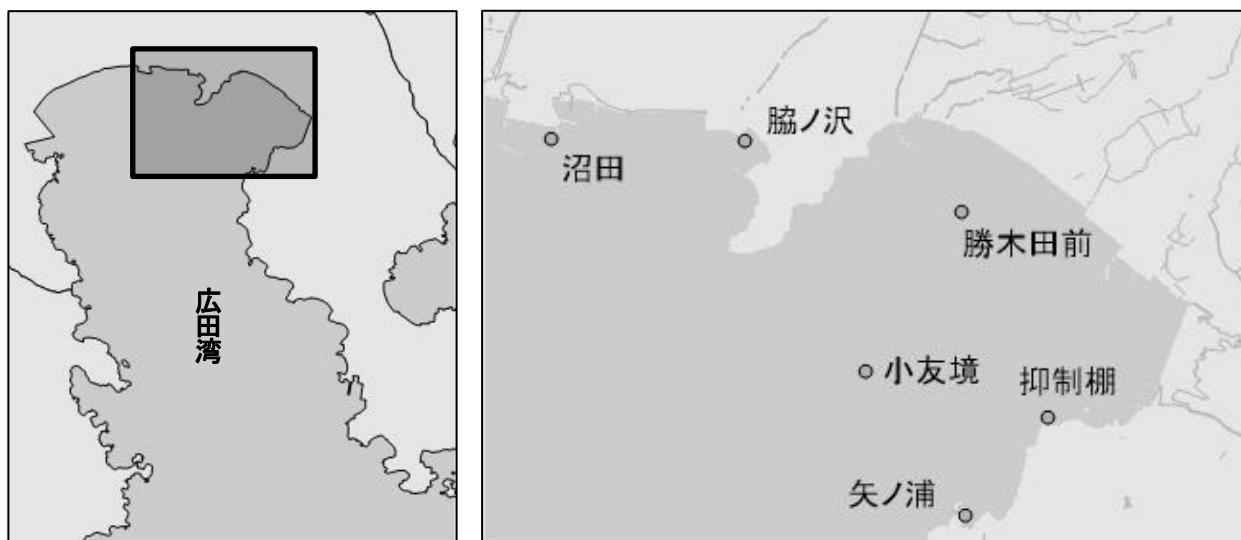


図 1. マガキ天然採苗試験調査海域

(背景図には国土地理院の基盤地図情報を使用)

○ラーバ調査

調査海域において、岸壁 3 か所（沼田漁港岸壁、脇の沢漁港岸壁、矢の浦漁港岸壁）、養殖施設周辺（以後、「施設周辺」）2 か所（小友境、勝木田前）、抑制棚の計 6 点を定点とし（図 1）、7 月 7 日から 10 月 5 日の間に約 2 週間おきに調査を行った。幼生を目合 $20\mu\text{m}$ ・口径 20cm のネットを用いて、水深 5m（水深 5m 以浅の場合海底直上）から鉛直曳きにより採集した。サンプルは氷冷して持ち帰り、濃縮して凍結保存した。後日、サンプルを解凍し、蛍光抗体法によりマガキ幼生だけに蛍光標識を付着させ、蛍光顕微鏡下で個体数を測定した。

○付着調査

①：ホタテ貝殻（以後、「原板」）10 枚を 1 連とした採苗器を、岸壁の定点および抑制棚では潮位表基準面付近に 1 連、養殖施設周辺では水深 1m、2.6m、4.2m 付近に 1 連ずつ、計 10 連垂下した。7 月 7 日から 10 月 21 日までの間に、約 2 週間おきに採苗器を入れ替え、回収した採苗器に付着したマガキ稚貝と他の生物を計数した。

②：岸壁の定点 3 か所において、①と同様の採苗器を垂下し、週に 1~2 回採苗器を入れ替えて、現場でマガキ稚貝を計数した。

○抑制試験

原板 72 枚を番線に通し、2 つ折り（片側 36 枚）にしたものを 1 連とし、抑制試験用採苗器とした。抑制試験用採苗器は、付着調査②により、マガキ稚貝の 1 日あたり付着個体数の増加を確認後ただちにその地点に 2 連垂下して採苗し、その後、付着調査②の結果から十分な付着個体数（50 個体枚以上）が得られたと推定された時点で抑制棚へ移し、抑制を開始した。採苗器は、最上部が潮位表基準面から 100cm の高さ（最下部は約 15cm）になるように垂下した。採苗器は、平成 28 年 1 月 26 日に回収し、上部から原板 4 枚ごとに上面と下面のマガキ稚貝の平均生残率、平均殻高を求めた。

2 マガキシングルシード種苗生産・養殖試験

○種苗生産試験

・親貝養成

広田湾産の親貝を加温飼育し、採卵に供した。平成 27 年 2 月 5 日~6 月 2 日の間飼育した親貝を親貝①とし、平成 27 年 6 月 5 日~8 月 18 日の間飼育した親貝を親貝②とした。親貝①は平均殻高 133 mm、25 個体、親貝②は平均殻高 142 mm、20 個体であった。親貝は 4 分目合の丸カゴに収容し、 20°C に設定した恒温室内に設置した 1 m^3 水槽に垂下した。餌料は、培養した *Chaetoceros neogracile* を用い、毎日密度約 300 万細胞/ml に増殖したものを 100ℓ飼育水槽に滴下した。換水は連続換水とし、チタンヒーターで 20°C に加温した濾過海水を 1 回転/日かけ流した。

・採卵

採卵は、親貝①②を用いて、それぞれ 6 月 2 日、8 月 18 日に切開法により行った。親貝は、殻高を測定後、脱殻し、軟体部を $1\mu\text{m}$ フィルター海水（以後、「フィルター海水」）で満たした 500ml プラスチックビン中に垂下し、生殖巣をカッターナイフの刃で傷つけ、配偶子を滲出させた。配偶子を駒込ピペットで少量採取し、顕微鏡で卵または精子を判別し、卵は 20ℓプラスチックコンテナに収容し、精子は 20 ジョッキに回収した。卵の入ったプラスチックコンテナにフィルター海水を足して容量を 15ℓとし、1ml 中の卵の個数を測定し、得られた卵の総数を推定した。精子はトーマの血球計数板を用いて密度を測定し、卵 1 個に対して精子 50~100 個になるように卵液に精子液を加え受精させた。受精卵は、 24°C に設定したウォーターバス水槽内に設置した 500ℓ円形水槽 2 基に均等に分けて収容した。飼育水にはフィルター海水を用いた。

・幼生飼育

受精から 24 時間以上経過後、D 型幼生を確認してから幼生を回収し、20ℓプラスチックコンテナに収容して卵と同様の方法で個体数を推定した。計数後、幼生は受精卵の時と同様の水槽へ収容し、フィルター海水を使用し、給餌飼育を行った。餌料は、幼生が殻長 $140\mu\text{m}$ に成長するまでは *Pavlova lutheri* を、それ以後は *Pavlova lutheri* と *Chaetoceros neogracile* を細胞数で約 1:1 に混合して用いた。給餌は 1 日 1 回行い、幼生

の成長に合わせ、給餌直後の餌密度が1~6万細胞/mlになるように調整した。飼育開始から6日後に1回目の換水を行い、以後は3日に一回程度行った。換水は、サイフォンとふるいを用いて幼生を回収し、汲み置きした新しい水槽へ幼生を移して全換水した。換水時に幼生の個体数と殻長を測定した。幼生飼育において成長の良いものを適宜選別し、採苗に供した。

・採苗

換水時に236 μ mのふるいで回収される幼生(殻長300 μ m以上)を、採苗容器へ移した。採苗容器には、2000円形水槽(φ64cm)の底をくりぬいて目合150 μ mのメッシュを張ったものを2個使い、それを24°Cに設定したウォーターバス水槽内に設置した5000円形水槽に垂下した。幼生収容後、採苗容器底面に付着基質として粒径200 μ mのカキ殻粉末を薄く敷き、5000円形水槽内の飼育水(フィルター海水を使用)をエアリフトにより採苗容器上部から通水し、循環させた。飼育水は、2日に1回、汲み置きしたフィルター海水を用いて全換水した。餌には*Chaetoceros neogracile*を用い、給餌直後の密度が6万細胞/mlになるように毎日給餌した。採苗開始から5~7日の間に付着基質ごと稚貝を回収した。

・稚貝飼育

採苗した稚貝は、図2に示すボトル式飼育装置(以後、「ボトル式」)により飼育した。飼育容器は、1.50ペットボトル3本を加工し、1本のボトル(長さ約60cm)としたものをボトルの口を下向きにして使用した。初期(殻長2~3mmまで)はボトルにフタをし、容器の上から底(フタの部分)にガラス管をさして通水し(図2左)、後期はボトルの口にポンプからの配管を直結し、底から通水した(図2右)。通水した飼育水はボトル上部から飼育水槽へ戻るようにした。飼育水槽には1 m^3 角形水槽を、ボトルへの給水には初期は水中ポンプ、後期はマグネットポンプを用いた。得られた稚貝は、成長に応じてボトルの数を増やして収容し、20°Cの恒温温室で飼育した。換水は微通水(1回転/日)により連続換水とした。餌料には*Chaetoceros neogracile*(密度約300万細胞/ml)を用い、給餌量は、餌密度が20万細胞/ml程度に維持されるよう、成長に応じて100~400 l /日とし、定量ポンプを用いて給餌した。

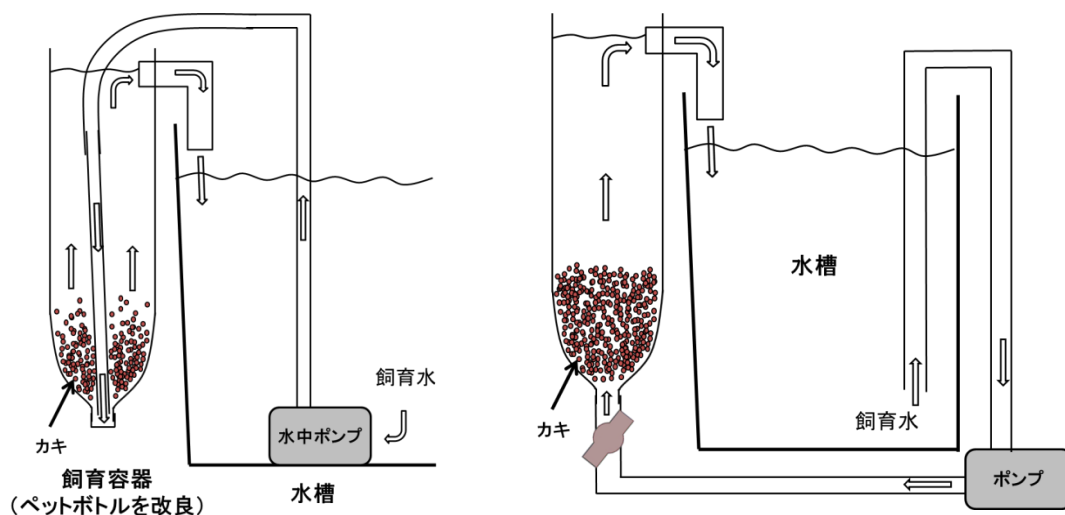


図2. ボトル式飼育装置概要 (左: 初期 右: 後期)

○養殖試験

平成26年度の種苗生産試験により得られたシングルシード種苗を用いて、県内の4漁場(野田、重茂、大槌、綾里)において平成27年4月から養殖試験を実施した。4mmのふるいを通らないサイズの種苗(平均殻長5.3mm)を、シリコン系防汚剤で処理した1分目合のホタテネットに50個ずつ収容し、4段連結したものを1連とし、各漁場4連ずつ垂下した。3ヶ月に1回、1連ずつ回収し、生残率、殻高、重量を測定した。

<結果の概要・要約>

1 マガキ天然採苗試験

○積算水温の測定

試験海域における観測結果から計算した 10℃以上の積算水温を図 3 に示した。マガキが産卵可能となる積算水温 600℃に達したのは、脇ノ沢 100cm では 7 月 15 日、脇ノ沢 0cm および小友境 1m では 7 月 23 日、小友境 4.2m では 8 月 12 日で、潮間帯の親貝の方が養殖個体より約 1 ヶ月早く産卵可能となる可能性が示された。

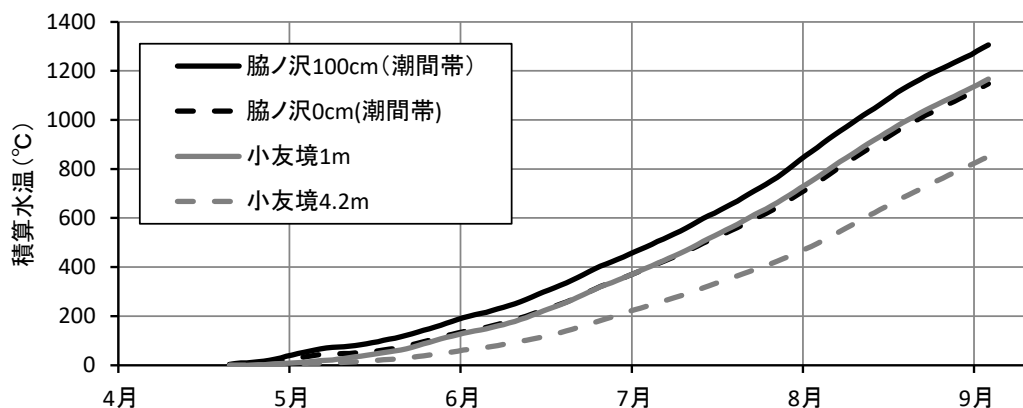


図 3. 広田湾小友浦における 10℃以上の積算水温

○ラーバ調査

各定点におけるマガキ幼生の出現密度の変化を図 4 に示した。幼生は、調査を開始した 7 月 7 日から出現し、8 月 5 日には急増した。その後、9 月 3 日に矢の浦で再び急増し、9 月中旬以後は減少した。8 月中旬以前に出現した幼生は、積算水温の結果から、潮間帯の親貝由来と考えられる。

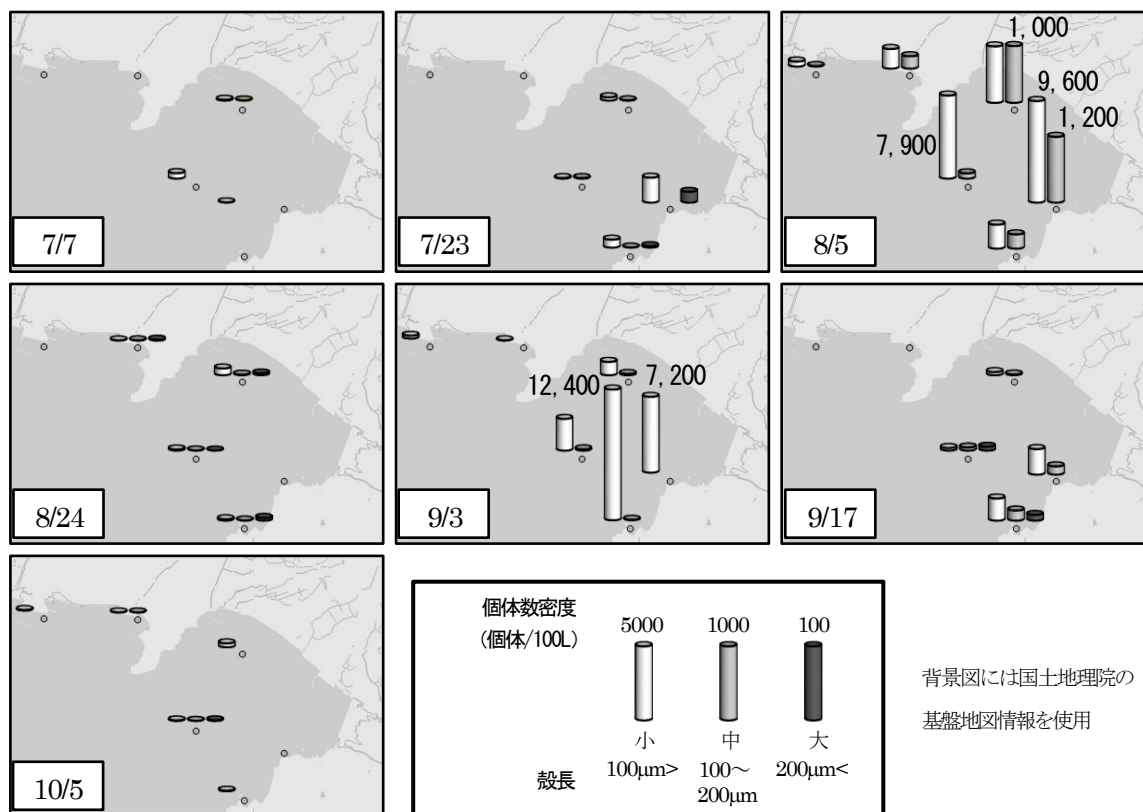


図 4. マガキ幼生の出現密度の変化

○付着調査

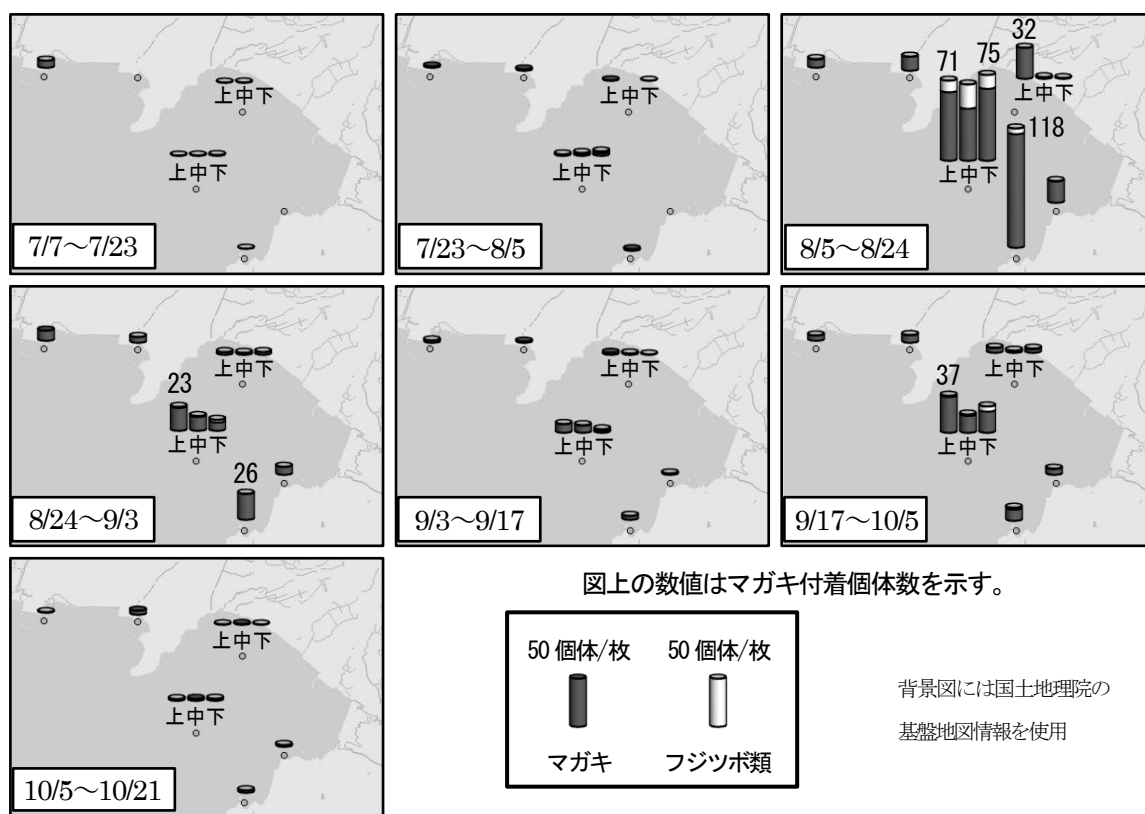


図 5. マガキ稚貝およびフジツボ類の付着個体数の変化

①：各定点におけるマガキ稚貝およびフジツボ類（他の生物はほとんど付着しなかったためフジツボ類のみ示した）の原板 1 枚当たりの平均付着個体数の変化を図 5 に示した。マガキ稚貝の平均付着個体数は、8 月 5 日～24 日の間に最大となり、最も多かった定点では原板 1 枚当たり 118 個体であった。その後、試験終了までの間、目立った付着個体数の増加は見られなかった。調査定点ごとの付着状況を比較すると、北向きに開いた漁港（矢ノ浦）および施設周辺（小友境）で付着個体数が多く、南向きに開いた漁港（沼田、脇ノ沢）では少なかった。

8 月に見られた大量付着は、幼生の浮遊期間（2～3 週間）から推定すると、7 月中旬から 8 月上旬の間に発生した幼生が付着したものと考えられる。この時期に付着した幼生は、積算水温の測定結果から、潮間帯の親貝由来と考えられ、潮間帯由来の幼生が採苗に寄与する可能性が示された。

②：岸壁における 1 日当たりのマガキ稚貝付着個体数（個体枚・日）の変化を図 6 に示した。沼田、脇ノ沢では目立った増加は見られなかったが、矢ノ浦漁港では 8 月 5 日以後に増加し、8 月 17～20 日の間に 1 日当

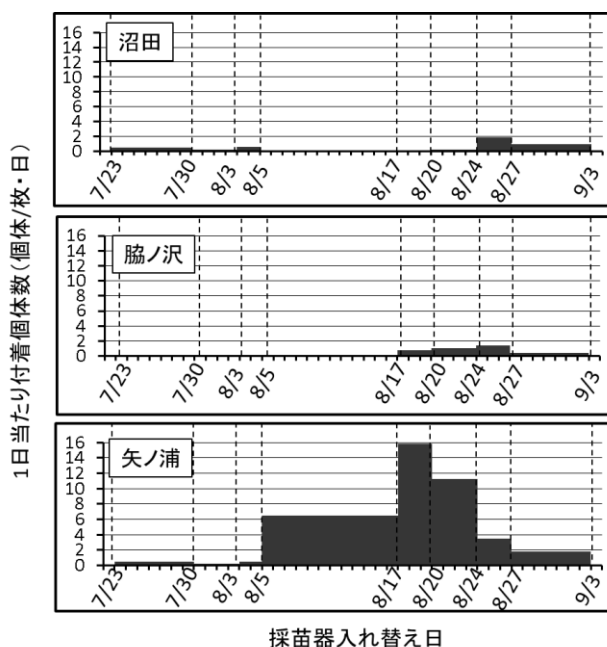


図 6. 1 日当たりマガキ付着個体数の変化

たり 16 個体/枚となりピークとなった。このことから、週 1, 2 回程度の付着調査により、付着個体数増加の観測とそれに続く付着ピークの予測が可能であることが示された。

○抑制試験

付着調査②により、8月17日に矢の浦漁港において稚貝の付着個体数の増加を確認してから、ただちに抑制試験用採苗器を2連垂下し、採苗を開始した。その後、付着調査②の結果から、8月24日までの付着個体数の累積が93個体/枚と推定されたため、採苗器を抑制棚へ移し、抑制を開始した。

平成28年1月26日に抑制を終了し、取り上げた採苗器への稚貝の付着個体数、生残率、平均殻高を図7に示した。平均殻高は、原板上部より下部の方が大きかった。これは、殻の縁の薄く伸びた部分が、上面では欠けやすいのに対し、下面では欠けにくく大きいためと考えられる。生残率は、上部(80cm以上)と下部(40cm以下)で低かった。上部は干出時間が長く、摂餌可能時間が短い等、生存に不利な環境のためと考えられる。特に最上部の生残率は原板上部で1.7%、下面で20%と著しく低いことから、この海域においては、抑制可能な高さは潮位表基準面から100cmまでが限度であると考えられる。下部は砂泥の堆積(上面)とウズマキゴカイの付着(下面)が目立ったことから、それらに覆われたことでへい死が多かった可能性が考えられる。しかし、8割以上の原板上部で付着個体数が20~40個体/枚となり、この海域で用いられる種苗(原板調整後に15個体/枚程度)として適したものとなった。

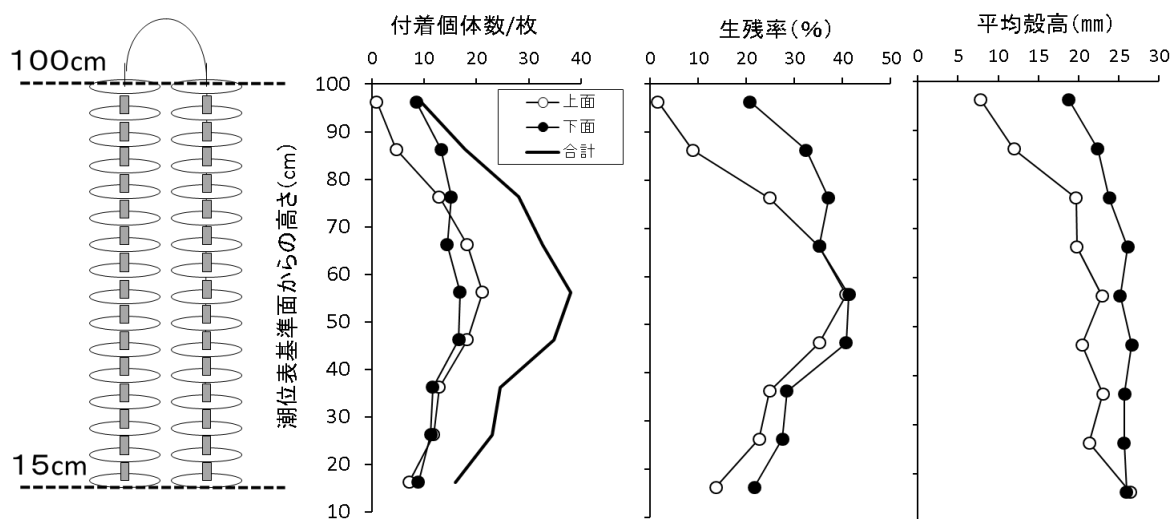


図7. 抑制後の種苗の付着個体数、生残率、平均殻高

2 マガキシングルシード種苗生産・養殖試験

○種苗生産試験

シングルシード種苗の生産実績を表1に示した。6月2日採卵群は、幼生の成長が停滞し、採苗に至らなかった。8月18日採卵群も幼生の成長が停滞し、採苗に至ったのは約10%の個体のみであった。採苗においても変態した幼生が少なく、3.4万個体の稚貝を得るにとどまった。幼生の成長が途中で停滞する現象は、卵黄栄養が不足した場合に発生すると言われている。本試験では、親貝の殻に穿孔性多毛類の穿孔痕が多く見られ、そのストレスにより親貝の栄養状態が悪くなり、良質の卵が得られなかったと考えられる。

表1. シングルシード種苗生産実績

採卵日	受精卵 (万粒)	幼生 (万個体)	稚貝 (万個体)	備考
6月2日	200	168	0	
8月18日	2900	820	3.4	幼生回収後に密度を調整

○養殖試験

各漁場における殻高の変化を図8に、生残率の変化を図9に示した。成長が早い漁場では、養殖開始から1年以内に出荷サイズの目安である殻高80mmを超えた。どの漁場においても10月以降に成長が停滞したが、これは水温の低下が主な要因と考えられる。また、一部の漁場においては、付着物の増加も見られ、このことも成長停滞の要因になったと思われる。養殖試験中の生残率は、どの漁場においても80%以上と高く、養殖開始直後にへい死する以外、養殖中のへい死はほとんどないと考えられる。養殖開始直後のへい死要因については、輸送、カゴ入れ時の殻の破損等、人為的操作によるもの大きいと考えられる。

以上の結果から、4mm種苗(4mmのふるいを通らないサイズ)で海面養殖開始が可能であること、養殖開始から約1年で出荷できる可能性が高いことが示された。

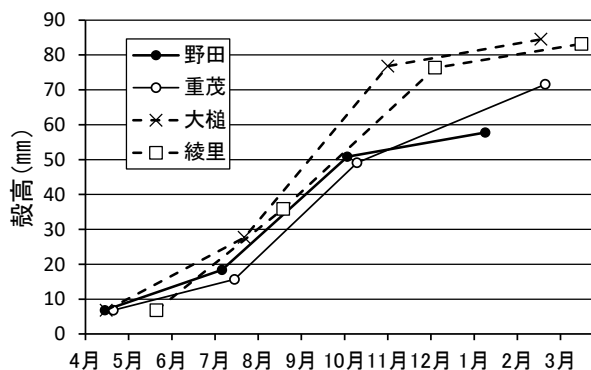


図8. 養殖試験中の殻高の変化

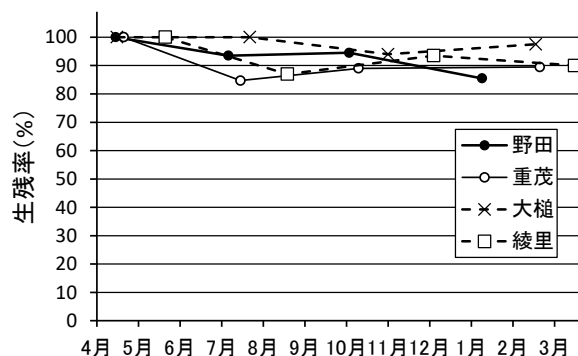


図9. 養殖試験中の生残率の変化

<今後の問題点>

1 マガキ天然採苗試験

潮間帯由来の幼生が採苗に寄与することが明らかとなったが、その再現性を確認する必要がある。

2 マガキシングルシード

安定した種苗生産方法の検討が必要である。ボトル式の規模を拡大し、事業規模での実証試験が必要である。また、漁場ごとに適した養殖方法を検討する必要がある。

<次年度の具体的計画>

1 マガキ天然採苗調査

採苗試験を平成27年度と同様の方法で実施し、再現性、年変動を確認する。

2 マガキシングルシード

親貝の加温飼育開始前に、殻に付着した穿孔性多毛類を除去する。幼生の成長が停滞した場合、二枚貝成熟卵磨砕物の使用を検討する。ボトル式の規模を約10倍に拡大し、事業規模に拡大可能な中間育成方法を検討する。養殖施設の振動の測定結果を解析し、養殖に最適な振動の範囲を求める。

<結果の発表・活用状況等>

1 マガキ天然採苗試験

- ・試験を行った地区の漁業者を対象に結果報告を実施
- ・マガキの種苗生産～天然採苗とシングルシード～
(大槌町漁業プロジェクト生産力向上講座(養殖)講習会)

2 マガキシングルシード

- ・マガキシングルシード養殖(県北地区カキ養殖振興セミナー)
- ・カキのシングルシード養殖について(浅海増養殖技術検討会)
- ・マガキの種苗生産～天然採苗とシングルシード～

(大槌町漁業プロジェクト生産力向上講座(養殖)講習会)

- ・カキシングルシード養殖の導入について(東北ブロック水産業関係研究開発推進会議)
- ・新しいカキの養殖方法の導入に向けた取組(三陸復興フォーラム第3 報告会)