

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		
試験研究実施年度・研究期間	平成 23 年度～平成 30 年度		
担当	(主) 野呂 忠勝、貴志 太樹 (副) 佐々木 司、田中 一志、渡邊 成美		
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、田老町漁協、重茂漁協、三陸やまだ漁協、越喜来漁協、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、東日本大震災津波以後、種苗の供給が不安定であることや、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には、県内で種苗生産する技術を確立する必要がある。

そこで、県内での天然採苗及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、天然採苗試験及びシングルシード種苗生産・養殖試験を行った。

<試験研究方法>

1 マガキ天然採苗試験

(1) 積算水温の観測

広田湾の潮間帯（脇ノ沢漁港岸壁）及び養殖施設周辺（小友境）において、平成29年3月から8月まで水温を測定した（図1）。潮間帯では、カキ殻に封入した温度ロガーを潮位表基準面からの高さ0cm及び100cmの高さに設置し、養殖施設周辺では、水深1.0m及び4.2mの位置に施設係留用のブイからロープで温度ロガーを垂下して、それぞれ1時間おきに水温を測定した。観測結果から、観測日毎の平均水温を算出し、式1によりマガキの成熟有効積算水温を求めた。

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

(2) ラーバ調査

広田湾内の岸壁2か所（図1：脇ノ沢、矢ノ浦）において、平成29年7月3日から10月10日までの毎週1～2回、目合20μm、口径20cmのプランクトンネットを用いて海底直上からの鉛直曳きによりマガキ浮遊幼生を採集した。サンプルは実体顕微鏡下で観察し、幼生を計数した。

(3) 付着稚貝調査

ラーバ調査と同じ定点（図1）において、平成29年7月3日から10月10日までの毎週1～2回、マガキ稚貝の付着状況を調べた。付着状況は、ホタテ貝殻（以下、「原板」という。）10枚を1連とした採苗器を岸壁に垂下し、1回毎に新しい採苗器と入れ替え、回収した採苗器に付着した稚貝をルーペ（倍率5×～15×）で計数した。

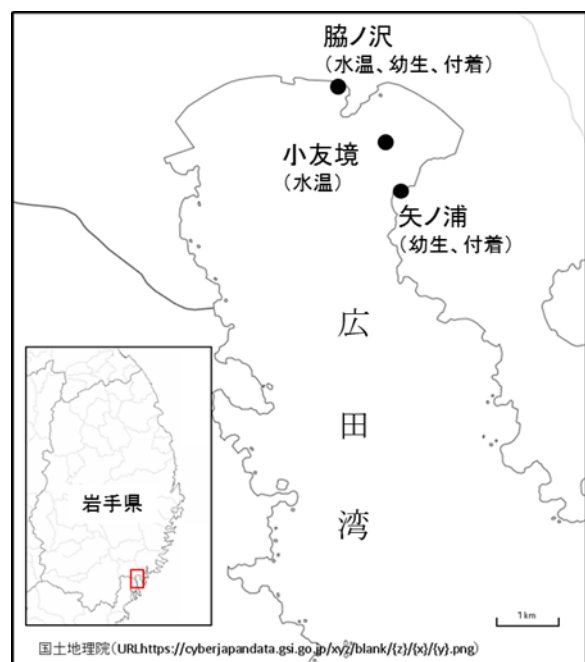


図1 マガキ天然採苗試験調査海域

(4) 養殖試験

広田湾内の養殖施設において、平成27年度に本試験で採苗した広田湾産種苗（平成27年8月下旬に採苗）及び宮城県産種苗を用いて、平成28年5月20日から養殖試験を開始した。それぞれの種苗について、原板1枚あたり12個体（片面6個体ずつ）を目安に密度調整し、8mの垂下ロープに21枚ずつ挟み込んだものを2連養成した。養殖開始から14か月後の平成29年7月19日及び21か月後の平成30年2月28日に、各連の上から4株ずつを回収し、収量（個数、重量）、各個体毎の殻長、殻高、殻幅、殻付重量、軟体部重量を測定した。また、軟体部については写真を撮影し、画像処理ソフト（Image J）により投影面積及び貝柱断面積を測定した。

2 マガキシングルシード種苗生産・養殖試験

広田湾産の親貝を平成29年2月20日から6月7日までの間加温飼育し、採卵に供した。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1m³水槽（以下、「飼育水槽」という。）に垂下して止水で飼育した。飼育水は、ろ過海水を用い、チタンヒーターで20°Cに加温した。換水は、毎日汲み置きした新しい飼育水槽へ親貝をカゴごと移動する方法で行った。餌料は、*Chaetoceros neogracile* を培養して用い、密度約300万細胞/mLまで増殖させたものを毎日100Lずつ飼育水槽に滴下した。なお、親貝は、飼育開始直前に飽和塩水浴により寄生する穿孔性多毛類（ポリドラ）を駆逐し、さらに親貝飼育中にもポリドラを目視で確認し、発見した個体をピンセットで除去した。

成熟した親貝18個体を、殻高測定後、脱殻し、取り出した軟体部を1μmフィルターでろ過した海水（以下、「フィルター海水」という。）を満たした500mLプラスチックビン中に垂下し、生殖巣をメスで傷つけ、配偶子を滲出させた。その際に、メスに付着した配偶子をスライドガラスに塗布し、顕微鏡で卵または精子を判別した。フィルター海水中に放出された配偶子は、ピペットを用いて、卵は20Lプラスチックコンテナに収容し、精子は2Lジョッキに回収した。卵の総数は、卵を入れたプラスチックコンテナにフィルター海水を注入して容量を15Lとし、1mL中の卵の個数を計数した。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100個になるように卵を入れたプラスチックコンテナ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。

受精から43時間経過後、D型幼生を回収し、20Lプラスチックコンテナに収容して卵と同様の方法で計数した。計数後、D型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140μm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、給餌直後の餌密度を幼生の成長に合わせて0.5~8万細胞/mLになるように調整した。換水は、飼育開始から6日後に1回目を行い、以後は3日に1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移した。換水時に併せて幼生を計数し、殻長を測定した。

受精から19日~22日経過後の換水時に、目合い236μmのふるいで幼生（殻長300μm以上）を回収し、採苗容器へ移し、採苗した。採苗容器には、200L円形水槽（φ64cm）の底をくりぬいて目合150μmのメッシュを張ったものを2個用い、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500L円形水槽に1個ずつ垂下した。幼生収容後、採苗容器底面に付着基質として粒径200μmのカキ殻粉末を薄く敷き、500L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7日経過後に付着基質ごと稚貝を回収し、無調温の屋内飼育実験室に設置したボトル式飼育装置（以下、「ボトル式」という。）に収容して飼育した（図2）。飼育装置は、1.5Lペットボトル3本を加工して1本の飼育容器（長さ約60cm）としたものを、ペットボトルの口を下向きにして使用した。初期（稚貝の殻長2~3mmまで）には、微量の流量調整を行うためにペットボトルの口近くのバルブを閉じて飼育容器の上から底（バルブの部分）にガラス管をさして通水し（図2、左）、後期には流量を多く

するためにペットボトルの口付近のバルブを開け、ポンプから直結する配管を通して底から通水した（図 2、右）。通水した飼育水は、飼育容器上部の排水口から貯水槽へ戻るようにして循環させた。貯水槽には 1 m³角形水槽を、飼育容器への給水にはマグネットポンプを用いた。飼育容器は、稚貝の成長に応じて数を増やし、密度を調整しながら飼育した。飼育水は、貯水槽に微通水（1 回転/日）することにより連続換水した。餌料には *Chaetoceros neogracile*（密度約 300 万細胞/mL）を用い、稚貝の成長に応じて飼育水中の餌密度が 20 万細胞/mL 程度に維持されるよう、100~400 L/日を定量ポンプを用いて給餌した。

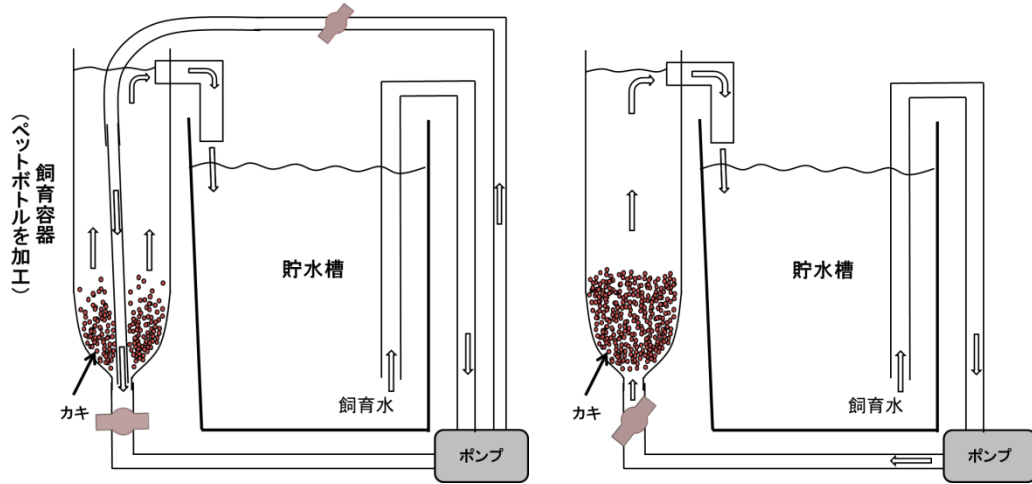


図 2 ボトル式飼育装置概要（左：初期 右：後期）

<結果の概要・要約>

1 マガキ天然採苗試験

(1) 積算水温の観測

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℃・日に達したのは、潮間帯で7月10日、養殖施設（水深4.2m）で8月17日であった。

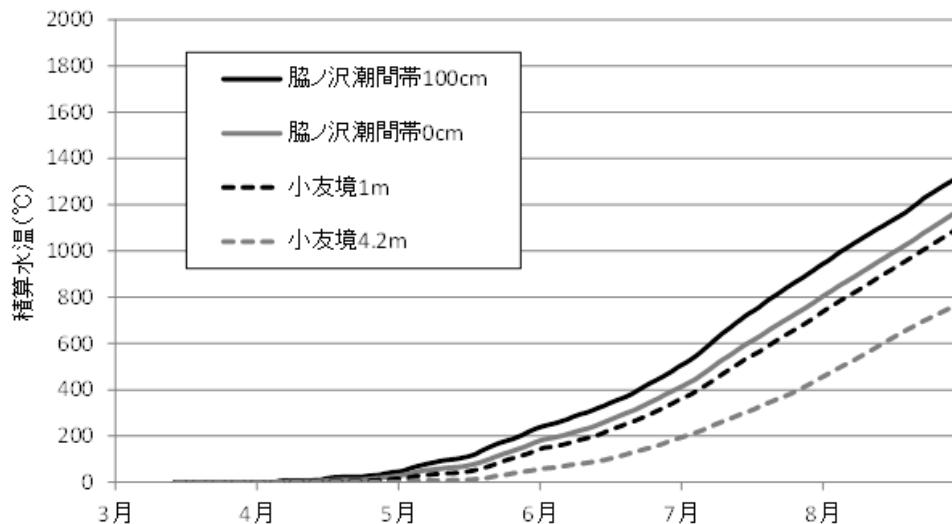


図 3 調査海域における 10℃以上の積算水温

(2) ラーバ調査

殻長100 μm 未満の小型幼生出現密度の変化を図4に示した。幼生の出現密度は、脇ノ沢では、8月10日にピークがみられたものの、その後は低密度で推移した。矢ノ浦では、8月10～14日、8月25～31日に高くなったが、昨年のピーク時(数百個体/L)と比べると低密度であった。積算水温から、8月前半に出現した幼生は潮間帯由来である可能性が高いと考えられた。

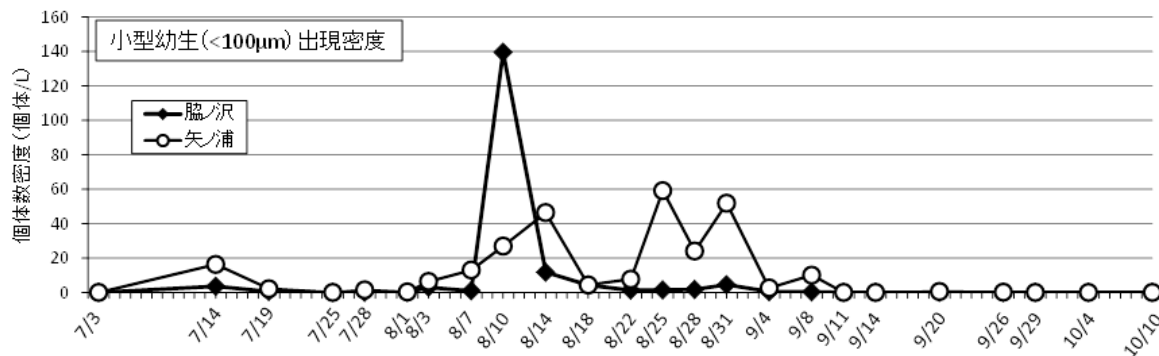


図4 マガキ小型幼生出現密度の変化

(3) 付着稚貝調査

調査結果から計算した1日あたりの付着稚貝個体数の推移を図5に示した。稚貝の付着は、8月下旬以後増加したものの、昨年のピーク時(30個体/枚・日以上)に比べて少なかった。採苗適期の目安を3個体/枚・日以上が付着がある期間であるとする、平成29年度には適期はほとんどなく、十分な付着密度の種苗を得るのは困難であったと推測された。8月下旬から9月上旬に付着した稚貝は、幼生の浮遊期間から逆算すると、8月前半に出現した潮間帯の親貝由来の幼生が付着したものと考えられる。

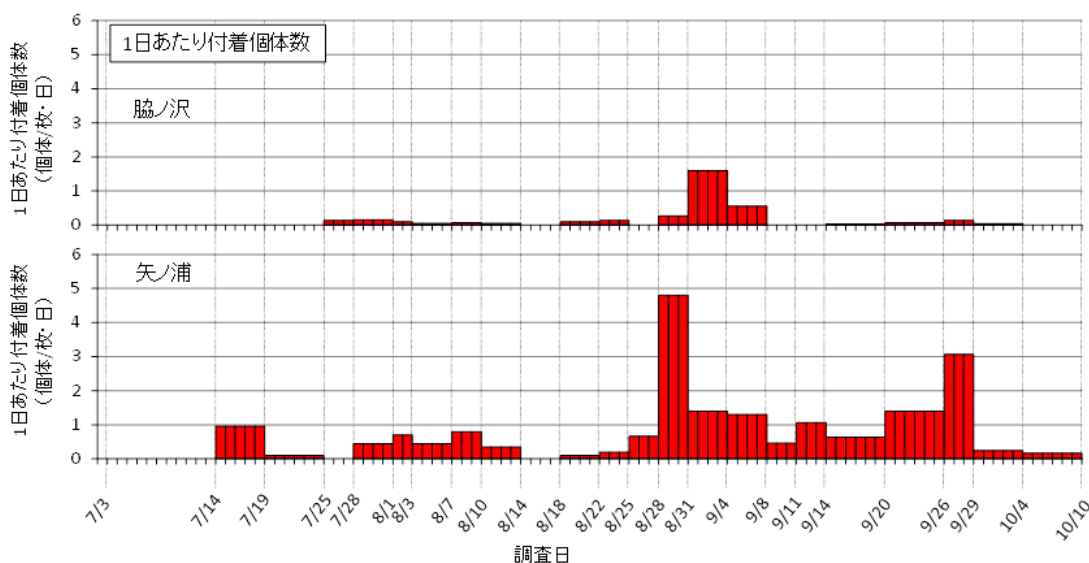


図5 マガキ稚貝付着個体数の変化

(4) 養殖試験

広田湾産種苗及び宮城県産種苗の1株あたり個体数、1株あたり重量、殻長、殻高、殻幅、殻付重量、軟体部重量及び身入り率の結果を図6に示した。広田湾産種苗は宮城県産種苗に比べて、1株あたりの個数が多く、重量も大きかった。これは、養殖開始時の密度調整の誤差が大きき要因と思われる。個体毎の計測結果では、広田湾産種苗が、殻長で5～9%、殻高で9～11%、殻付重量で9～18%、軟体部重量で11～14%程度大きかった。

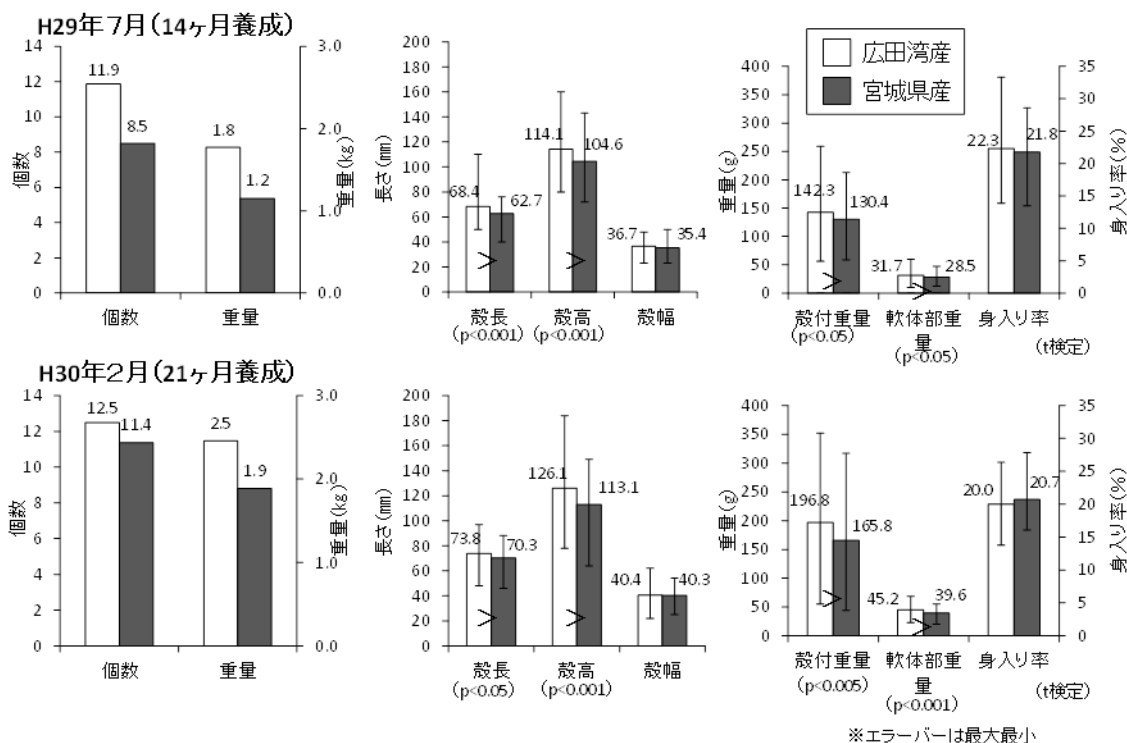


図6 養殖試験の結果 (サイズ、重量)

軟体部投影面積及び貝柱断面積の計測結果を図7に示した。広田湾産種苗は宮城県産種苗に比べて、軟体部投影面積で6~12%、貝柱断面積で6~7%大きかった。平成29年7月の測定時には両者の軟体部投影面積と貝柱断面積の比率には有意な差は見られなかったが、平成30年2月の測定時には両者の間に有意な差が見られた。

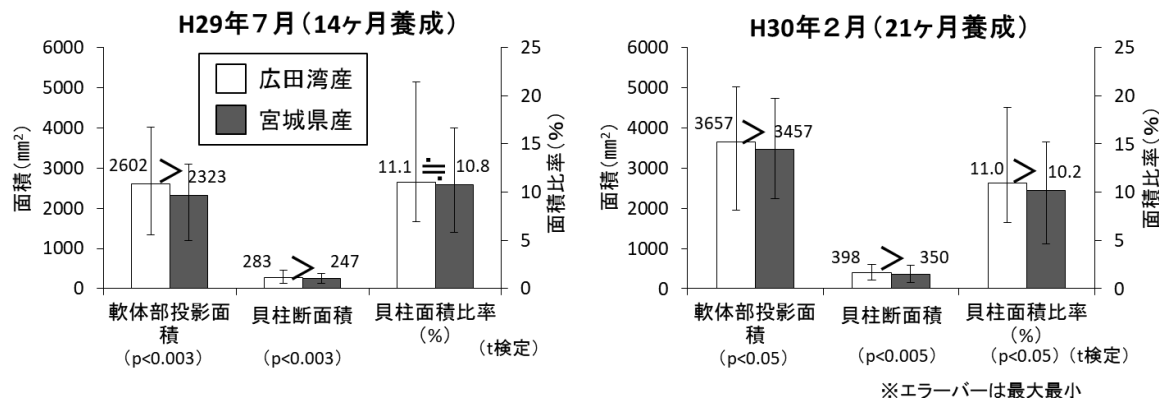


図7 養殖試験の結果 (軟体部投影面積、貝柱断面積)

以上のとおり、平成27年度に採苗した広田湾産種苗は、宮城県産種苗に比べて有意に大きく成長したことが確認されたが、養殖開始時に同程度に調整した種苗の密度が、養殖後の計測では大きく異なっていたことから、養成開始時の条件をより詳細に調整したうえで、養殖試験を繰り返し行い、両種苗の成長の差の有無に関して知見を集める必要がある。

2 マガキシングルシード種苗生産・養殖試験

シングルシード種苗の生産実績を表1に示した。親貝 18 個体から試験生産に十分な 28,200 千粒の受精卵を得た。回収した D 型幼生 3,975 千個を飼育し、受精から 19 日~22 日経過後には 2,063 千個と飼育開始時幼生数の 50%以上の採苗期幼生を得た。このうち、1,398 千個の採苗期幼生を採苗に供し、試験終了時に平均殻高 5.5mm の稚貝 33 千個を得た。

今年度の種苗生産試験においては、親貝の飼育に際して、ポリドラの除去を徹底したうえで、止水飼育で毎日換水を行って管理することにより、ふ化後の浮遊幼生の成長が良好であったことから、親貝飼育時のストレスを減らすことで良質な卵を得られ、その後の浮遊幼生飼育が安定的に行えるものと考えられた。

採苗後に稚貝をボトル式へ移行した直後は、付着基質を含む稚貝の容積の増加が目視でも確認され、稚貝の順調な成育がうかがえた。しかし、ボトル式への移行から 10 日経過後には、付着基質を含む稚貝の容積の増加は停滞した。この時点で、一部を抽出して顕微鏡で観察したところ、すべての個体で付着直後の殻の伸長が確認されたものの、観察したうちの 9 割程度の個体がへい死していた。目視では、容積の増加が停滞する数日前から、飼育容器内の付着基質を含む稚貝の流動が不活発となり、飼育水の流量を調整して攪拌を試みたが、流動は回復しなかった。そこで、飼育容器内の粒体の流動環境を整えるために、底の湾曲部分の膨らみが小さい飼育容器に変更するとともに、飼育容器の底に球形のエアストーンを設置したところ、付着基質を含む稚貝の流動が改善し、付着基質を含む稚貝の容積も再び増加に転じ、成長が回復した。これらのことから、ボトル式へ移行して 10 日後頃に認められた稚貝の成育不良は、付着基質を含む稚貝の攪拌が不十分になったことで飼育容器内の流動が停滞し、稚貝の周囲を通過する飼育水の流れが制限されたことによるものと考えられる。

表 1 シングルシード種苗の生産実績

採卵日	受精卵 (千粒)	D型幼生 (千個)	採苗期幼生 (千個)	採苗幼生 (千個)	稚貝 (千個)
6月7日	28,200	3,975	2,063	1,398	33

<今後の問題点>

1 マガキ天然採苗試験

平成29年度の結果から、これまで調査を実施してきた調査定点においては、年により幼生の出現量および稚貝の付着量が少なくなる採苗不良が起きる可能性が示された。その一方、平成29年度に漁業者が近隣の他の漁場で実施した試験では十分採苗できた場所もあることが報告されており、今回のような採苗不良が漁場全体で起きるものなのか、同じ漁場内でも年により偏りが生じる結果なのかを確認することが必要と考えられた。地場採苗の事業化に向けては、このような採苗の年変動の原因解明に取り組むとともに、その変動への対策として複数漁場で調査を行い、年ごとに最適な採苗場所を確認したうえで採苗を行い、地域全体で種苗を融通しあうことも視野に入れる必要がある。

2 カキ類シングルシード種苗生産・養殖試験

(1) 種苗生産試験

マガキシングルシードの種苗生産技術については、量産化に向けた課題の解決方法が把握できてきたことから、引き続き種苗生産試験を実施してその技術を実証する必要がある。

また、イワガキについて、これまで養殖対象種として注目されてきたものの、種苗供給が不安定であることから、養殖生産量が増えていない一方で、マガキの出荷が無い夏期に出荷できるカキ類として需要があると考えられる。このためマガキ同様にシングルシード方式の種苗生産、養殖技術の開発に取り組む必要がある。

(2) 養殖試験

シングルシードの養成管理に関する知見が不足しているため、養殖試験を実施して知見を蓄積する必要がある。

<次年度の具体的計画>

1 マガキ天然採苗試験

平成29年度と同様の試験を実施し、潮間帯由来の幼生を狙った採苗方法の年変動の状況を確認する。また、

事業化を念頭に置いて採苗・抑制の適地と考えられる干潟等において採苗の可否を検討する。

2 カキ類シングルシート種苗生産・養殖試験

(1) 種苗生産試験

マガキのシングルシート種苗生産試験を継続し、量産する技術の実証を行う。また、イワガキについて、ボトル式でのシングルシート種苗生産試験を実施する。

(2) 養殖試験

マガキを対象として県内各地で養殖試験を実施して知見を蓄積する。

<結果の発表・活用状況等>

野呂 岩手県におけるマガキ天然採苗について（平成29年度 浅海増養殖技術検討会）

野呂 養殖の概要 ホタテ・カキ養殖（漁業士養成講座・新任普及指導員等研修）

貴志 マガキ天然採苗の可能性（岩手県漁業士会大船渡支部研修会）

（岩手県漁業士会釜石支部研修会）