

研究分野	4 養殖業の早期再開へ向けた養殖用種苗の確保と適正養殖管理	部名	増養殖部
研究課題名	(2) 高品質二枚貝の安定生産に関する研究<カキ>		
予算区分	県単		
試験研究実施年度・研究期間	平成 18 年度～25 年度		
担当	(主) 貴志 太樹 ・ 野呂 忠勝 ・ 大村 敏昭		
協力・分担関係	広田湾漁業協同組合		

<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、ノロウイルス汚染による出荷規制が養殖復興の足かせとなっていること、種苗の導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、県内での種苗生産、養殖期間の短縮や出荷形態の多様化、出荷時期の分散等につながる技術を確認する必要がある。そこで、県内での天然採苗およびシングルシート養殖の導入を目的とし、平成 24 年度から天然採苗調査およびシングルシート種苗生産・養殖試験を行っている。

平成 24 年度の天然採苗調査では、マガキの付着ピークは 8 月下旬から 9 月上旬に見られ、岸壁の定点でマガキの付着個体数が多いことが明らかとなった。本調査では、24 年度と同様の試験を行い、再現性を確認する。また、抑制試験を行い、抑制適地を検討することを目的とする。シングルシート種苗生産・養殖試験では、採卵以降の試験を実施し、種苗生産・中間育成方法を検討する。

<試験研究方法>

1 マガキ天然採苗調査

マガキ養殖が盛んな広田湾の小友浦周辺を調査エリアとし、マガキ天然採苗試験を実施した。付着物を可能な限り除去したホタテ貝殻（殻高範囲：105～129mm）10 枚を連ねたものを採苗器として用い、7 月下旬以降、広田湾内の岸壁 3 か所（脇の沢漁港防波堤内側岸壁、小友干拓地水路岸壁、矢の浦漁港荷捌き岸壁）、広田湾内の養殖施設周辺（以後、施設周辺）3 か所（小友境、勝木田前、両替前）の計 6 点を定点として、ホタテ貝殻採苗器による天然採苗試験を実施した（図 1）。採苗水深は、岸壁においては最大高潮時海面から 1m 付近、施設周辺については海面から 1m、2.8m、4.2m の 3 水深帯とし、7 月 19 日に 1 回目の採苗器を投入した後、新たな採苗器と入れ替える形で 10 月中旬までの期間に 5 回（8/12、8/28、9/13、10/7、10/23）、採苗器を回収した。回収した採苗器に付着した生物の個体数を計数した。また、計数が困難な生物（ヨコエビ棲管、ウズマキゴカイ、群体ボヤ）については被度を測定した。

また、各地点で、自動記録式水温ロガーによる水温の連続観測を実施した。設定水深は岸壁では最大高潮時海面から 1m 付近、養殖施設では水深 1m 及び 4.2m 付近とした。



図 1 マガキ天然採苗調査定点と抑制試験場所

※背景図には国土地理院の電子地形図（タイル）を使用

2 抑制試験

1 で用いたものと同様の採苗器を、8/12~28 および 8/28~9/13 の期間にそれぞれ 2 か所（矢ノ浦漁港岸壁、小友干拓地水路）で 12 連ずつ垂下して試験用種苗の採苗を行った。得られた試験用種苗（計 48 連）は採苗後ただちに 2 か所の抑制候補地（小友干拓地跡干潟、検潮所跡）に移動し、気象庁潮位表基準面から 10、60、110cm の高さに 4 連ずつ垂下し、抑制試験を開始した。干潟では柵を設置し、検潮所跡では既存の建造物に垂下した。また、試験期間中に新たに付着する稚貝（新規付着稚貝）の数を把握するため、抑制試験開始時に各高さに 1 連ずつ新しい採苗器を垂下した。26 年 3 月に回収し、付着生物の個体数と稚貝の殻長を測定した。試験開始時の付着個体数が最も多かった試験連について生残率、平均殻長を求め、解析を行った。新規付着稚貝の平均殻長より殻長の小さい稚貝を解析から除くことで、試験期間中に新たに付着した稚貝の影響を軽減した。

3 マガキシングルシード

・ 親貝養成

親貝飼育では、釜石湾産の平均殻長 69.8mm、平均重量 221.6g のマガキ 24 個体を用いた。供試個体は、4 分目合いの丸カゴ 1 個に収容し、平成 25 年 1 月 9 日から 20°C に設定した恒温室内に設置した容量 1 m³ の角型水槽に垂下し、加温飼育を開始した。飼育水はろ過海水を使用して、飼育水量は 500ℓ とし、止水で管理し、全量を 1 日 1 回交換した。餌料は、培養した *Chaetoceros gracilis* を用い、約 400 万細胞/ml に増殖した培養液 100ℓ を 1 日かけて飼育水槽に滴下した。

・ 採卵

7 月 1 日に切開法により採卵を行った。親貝 17 個体の殻長、殻高、殻幅、殻付重量を測定後、開殻し、軟体部を 1 μm 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、軟体部表面をメスで傷つけ、生殖巣から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確認し、卵は 1 μm フィルター海水 10ℓ を入れた 20ℓ プラスチックコンテナに収容し、精子は 1 μm フィルター海水 10ℓ を入れた 20ℓ ジョッキに駒込ピペットを用いて回収した。卵の入ったプラスチックコンテナに 1 μm フィルター海水を足して容量を 150ℓ とし、卵をよく攪拌した後 1ml 採取し、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。卵と精子の回収、受精は 2 回行った。作業は 9:00 から開始し、1 回目の受精は 12:00、2 回目の受精は 15:15 に行った。受精卵は 24°C に設定した恒温室内に設置した 2000 円形水槽 2 基に受精回次ごとに収容した。飼育水は 1 μm フィルター海水を用いた。

・ 幼生飼育

7 月 2 日 17:00 に幼生を回収した。水槽ごとに飼育水の上澄み 3 分の 2 程度をサイフォンで吸い出し、目合 40 μm のふるいを用いて幼生を回収した。回収した幼生は 20ℓ プラスチックコンテナに収容し、卵と同様の方法で個体数を推定した。計数後、24°C に設定した恒温室内の 2000 円形水槽 2 基に受精回次ごとに収容し、1 回目受精群を A 群、2 回目受精群を B 群として幼生飼育を開始した。飼育水は 1 μm フィルター海水を使用した。餌料は、幼生が殻長 140 μm に成長するまでは *Pavlova lutheri* を、それ以後は *Pavlova lutheri* と *Chaetoceros gracilis* を細胞数で約 1:1 に混合して用い、給餌は毎日行い、幼生の成長に合わせて 1~2 万細胞/ml の密度になるようにした。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とした。飼育開始から 6 日後に 1 回目の換水を行い、以後は 3 日に一回行った。換水時に幼生の個体数と殻長を測定した。

・ 採苗

7 月 17 日から採苗を行った。換水時に 236 μm のふるいで回収される幼生（殻長約 330 μm）を、A・B 群合わせて採苗槽へ移していった。採苗槽の幼生収容数が 8 万個体を超えるまでは 1 本目の採苗槽に収容し、以後は 2 本目の採苗槽に収容していった。採苗槽には、底を目合 150 μm のメッシュとした φ32cm の円筒型容器（アース株式会社製）を用い、2000 角形水槽内に 2 本設置して 24°C に設定した恒温室内に

設置した。容器底面に付着基質として粒径 $200\mu\text{m}$ のカキ殻粉末（厚岸町カキ種苗センターより提供）を薄く敷き、エアリフトによるダウンウェリングで飼育した。2日に1回、汲み置きした $1\mu\text{m}$ フィルター海水を用いて全換水をした。餌には *Chaetocelos gracilis* を用い、毎日 2 万細胞/ml になるように給餌した。7月26日に付着基質ごと稚貝を回収した。

・ 稚貝飼育

自作のポンプ稼働式アップウェリング装置およびエアリフト式円筒型アップウェリング容器（自作およびアース株式会社製の2タイプ）を用いて飼育した。餌料には *Chaetocelos gracilis* を用いた。9月19日に厚岸町から約1万個体の稚貝（殻長3~22mm）の提供を受け、当所産の稚貝と同様に飼育を開始した。10月22日までは1.5t角形水槽1基で、それ以後は3t角形水槽1基を追加し、厚岸町からの稚貝提供による個体数増加と成長に合わせ、容器は2~14本用い、底のメッシュは稚貝のサイズに合わせて236、300、900 μm を用いて展開していった。毎日全換水し、水道水で水槽と稚貝を洗浄した。餌料には、*Chaetocelos gracilis*（約400万細胞/ml、1日最大400 ℓ ）および *Tetraselmis tetrathele*（約100万細胞/ml、1日最大400 ℓ ）を用い、給餌は、換水後に1日分（餌料培養液2種合わせて100~800 ℓ ）の約半分を一度に入れ、残りを翌日までかけて少量ずつかけ流した。

<結果の概要・要約>

1 マガキ天然採苗試験

採苗試験中の水温を図2に示す。表層（岸壁の定点および施設周辺の定点の1m）の水温は7月下旬から8月中旬にかけて上昇し、マガキの産卵適水温である 25°C 以上に達した。その後、 $23\sim 24^{\circ}\text{C}$ に低下し、9月中旬に再び 25°C 近くまで上昇した後低下していった。中層（施設周辺の定点の4.2m）の水温は7月中旬から8月下旬にかけて上昇し、 23°C 以上に達した。その後、9月下旬から低下していった。水温は、表層の方が中層より高く推移したが、9月上旬に同程度となり、以後は同程度で推移した。

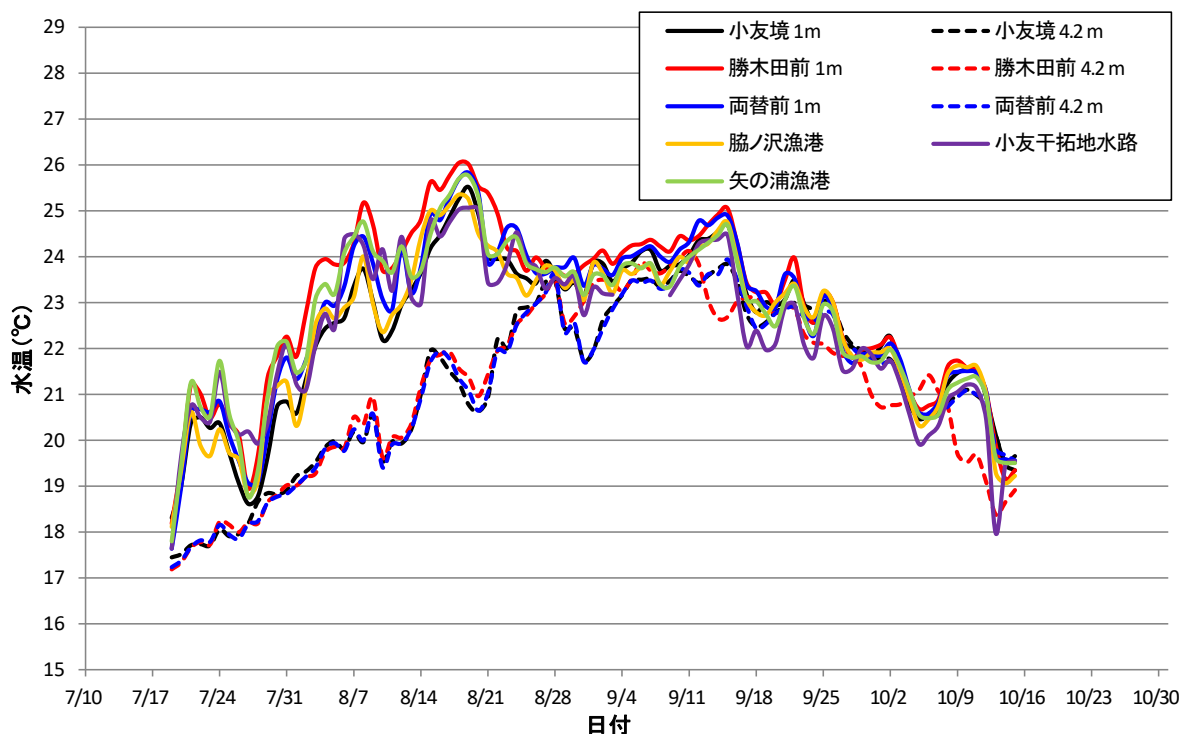


図2 採苗地点の水温変化

採苗器への生物の付着状況について、採苗器のホタテ貝殻1枚当たりの平均付着個体数を図3に、計数が困難な生物（ヨコエビ棲管、ウズマキゴカイ、群体ボヤ）の被度を図4に示す。マガキは9月中旬から10

月上旬の間に付着ピークとなり、付着個体数は岸壁の定点で約 20 または 70 個体/枚 (脇ノ沢漁港、矢ノ浦漁港) となった。岸壁の定点では、10 月上旬から下旬の間も 10 個体/枚以上となり、比較的付着個体数は多かった。その他の生物については、7 月下旬から 8 月中旬にムラサキイガイが多く、脇ノ沢漁港ではフジツボ類が目立った。計数困難な生物については、施設周辺の定点で被度が高く、小友境ではヨコエビ棲管 (上面) と群体ボヤ (下面)、勝木田前と両替前ではウズマキゴカイ (下面) の被度が約 80% に達することが多かった。一方、岸壁の定点では、8 月下旬から 9 月中旬にウズマキゴカイが目立った以外は、他の生物はほとんど見られなかった。

以上から、広田湾小友浦周辺では、マガキの付着数が多く、他の生物の付着が少ない脇ノ沢漁港と矢ノ浦漁港がマガキの採苗に適していると考えられる。付着ピーク時期は 24 年度より約 1 ヶ月遅く、年により 8 月下旬から 10 月上旬の間で変動することが示唆された。

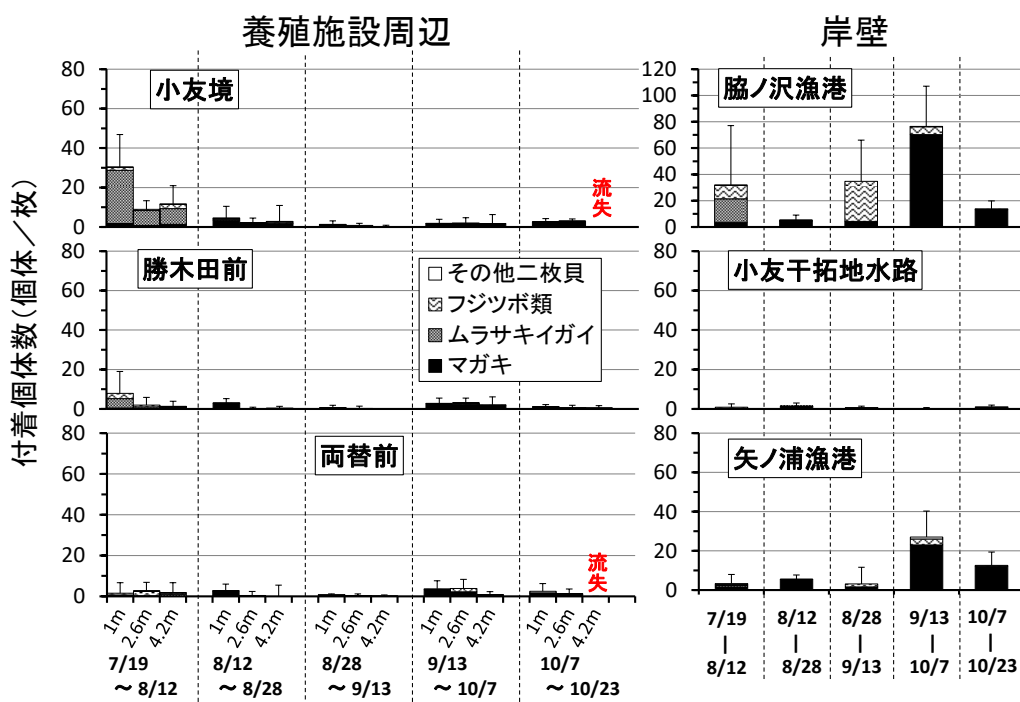


図3 ホタテ貝殻1枚あたりの生物付着個体数

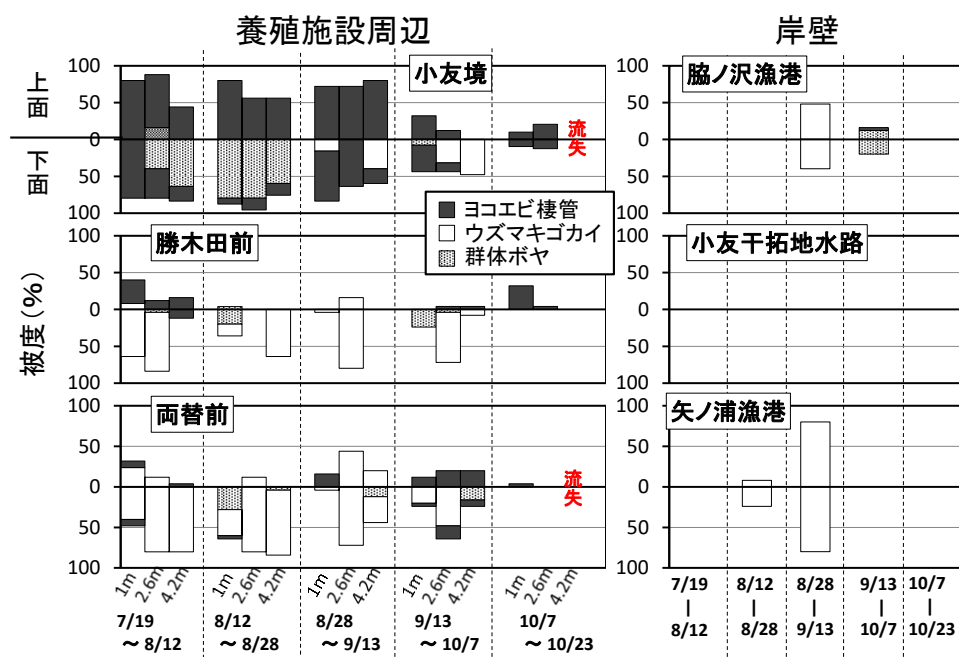


図4 生物付着被度

2 抑制試験

抑制試験では、台風の影響により、検潮所跡ではすべての種苗が流失または大きく破損したため、試験を中止した。解析には 8/12~28 に矢ノ浦漁港で採苗して小友干拓地跡干潟で抑制を行った試験連を用いた。表 1 に垂下高ごとのマガキ稚貝の生残率と平均殻長を示す。生残率と平均殻長は上面の方が下面より低い傾向が見られた。また、下段では生残率が著しく低かったが、海底にわずかに接していたこと、採苗器にヒトデが付着していたことが確認されたことから、食害による影響の可能性が高いと考えられる。他の付着生物は、小型のフジツボ類がわずかに確認されただけで、ほとんど付着していなかった。2度の台風通過を経ても種苗の流失や損傷はなく、他の付着生物もほとんど付着しないことから、小友干拓地跡干潟は抑制場所に適しているといえる。

表 1 抑制試験終了後のマガキ稚貝の生残率と平均殻長

	試験開始時	試験終了時		
	個体数 (個体/枚)	個体数 (個体/枚)	生残率	平均殻長 (cm)
上面	1.8	1.3	72%	2.3
下面	3.6	3.4	94%	2.6
上面	1.8	1.1	61%	2.5
下面	3.6	4.0	111%	3.0
上面	1.8	0.4	22%	2.8
下面	3.6	0.3	8%	3.3

3 マガキシングルシード

親貝は十分に成熟しており、1回目の卵回収時に 288 万粒 (A 群)、2回目に 236 万粒 (B 群) の卵を得た。A 群から 13.5 万個体、B 群から 24.9 万個体の幼生を回収した。図 5 に幼生の成長を示す。成長速度は B 群の方が大きかった。採苗開始までの幼生の生残率は A 群では 44.4%、B 群では 81.2%であった。付着期まで達し、採苗槽へ移した幼生の個体数は、A 群は 0.3 万個体、B 群は 19.5 万個体であった。付着期まで至らなかった幼生は、受精後 23 日 (7 月 24 日) まで飼育を継続したが、死がいが多く成長も見込まれないため廃棄した。

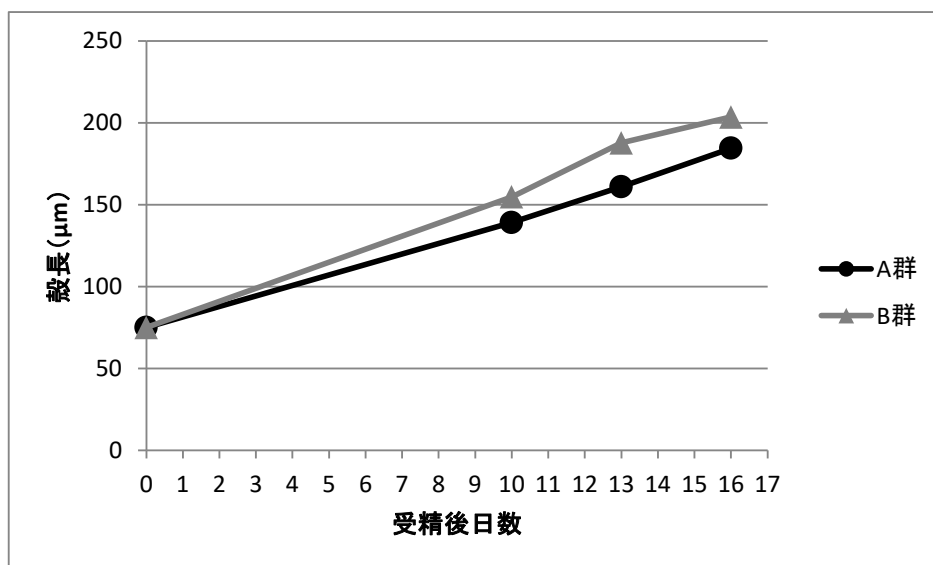


図5 幼生の平均殻長の推移

二枚貝の種苗生産においては、高密度下で受精卵が発生すると障害が生じることが知られており、受精後は2時間以内に適切な密度に保つことが推奨されている。A群の成績が良くなかった要因として、受精後飼育水槽へ移すまでに約4時間経過したことで発生不良などの障害が生じたことが考えられる。B群では受精後約1時間で飼育水槽へ移した。

受精後16日(7月17日)から、B群で殻長330 μ m以上(236 μ mメッシュで回収できるサイズ)の付着期幼生が多数確認されるようになったため、以後、両群とも換水時に236 μ mメッシュで回収される幼生を採苗槽へ移していくことができた。2本の採苗槽へはそれぞれ8.4万個体、11.1万個体の付着期幼生を收容するに至った。

回収した稚貝は全てポンプ稼働式アップウェリング装置(図6)に收容したが、翌日装置が停止したため飼育水が循環せず、約60%の稚貝が死亡した。容器底のメッシュ(236 μ m)が目詰まりを起こしたことが原因と考えられる。残った稚貝はエアリフト式円筒型アップウェリング容器(写真1,2)で飼育した。その後の飼育過程でへい死はほとんどなく、約3万個体の稚貝を得た。また、厚岸産稚貝もエアリフト式円筒型アップウェリングで飼育し、飼育期間中にへい死はほとんど見られなかった。表2に当所産の稚貝の成長を示す。11月までに、殻長10mm以上の稚貝が約0.8万個体得られ、厚岸産稚貝も含めると殻長10mm以上の稚貝は合計1.5万個体以上得られた。そのうち1万個体を11~12月に県内3漁協へ配布し、養殖試験を開始するに至った。

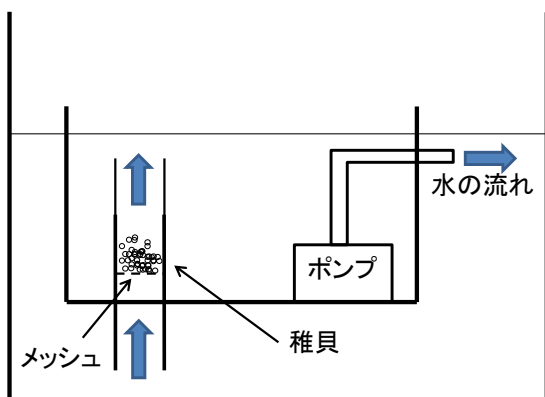


図6 ポンプ稼働式アップウェリング装置模式図



写真1 エアリフト式円筒型アップウェリング容器(左:自作、右:アース製)

表2 当所産稚貝のサイズと個体数

	9月4日	9月25日	11月12日
>20mm			156
20-15mm			734
15-10mm	240	912	7,582
10-7mm	2,484	15,134	14,731
7-4mm	17,510	21,286	11,161
<4mm	10,118	2,596	未計測
合計	30,352	39,928	34,364



写真2 エアリフト式円筒型アップウェリング容器による飼育の様子

<今後の問題点>

1 マガキ天然採苗調査

採苗適地については24年度と同様の結果が得られ、岸壁が良いことが示唆されたが、引き続き適地の確認が必要である。付着ピークについては24年度と比べ約1ヶ月遅い結果となり、年による変動をより明ら

かにする必要がある。また、採苗器投入適期を判断する技術が必要である。

2 抑制試験

試験開始時の稚貝付着個体数が少なかつたため、成長・生残を正確に把握できなかった可能性がある。実用に近い状況（付着個体数 30 個体枚以上）で抑制試験を行う必要がある。

3 マガキシングルシード

エアリフト式アップウェリング容器での飼育が可能であることが明らかとなったが、県内の施設で種苗生産を行うにはより集約的な飼育方法の検討が必要である。

<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 25 年度と同様の方法で実施し、再現性、年変動を確認する。週 2 回の付着調査の実施により、採苗器投入適期を予測できるか検証する。

2 抑制試験

実用に近い状況（付着個体数 30 個体枚以上）で抑制試験を行う。

3 マガキシングルシード

集約的飼育方法を検討するため、ボトルシステムによるアップウェリング飼育試験を実施する。殻長 3~4 mm の種苗を用いて生海水を用いたアップウェリング飼育試験を実施する。

<結果の発表・活用状況等>

1 マガキ天然採苗調査

漁業者を対象とした勉強会を実施し、結果を報告した。また、共同研究者（岩手医科大学共通教育センター生物学科・松政正俊教授）が各種シンポジウムで結果の概要を公表した。当所の発表討論会および成果報告会で結果を報告した。

2 抑制試験

漁業者を対象とした勉強会において採苗調査の結果とともに報告した。

3 マガキシングルシード

なし