

イ. 人工種苗生産技術の開発

② ハマグリ人工種苗生産技術の開発

公益財団法人 三重県水産振興事業団 三重県栽培漁業センター
濱辺 篤

【目的】

ハマグリ人工種苗生産技術の課題として、ダウンウェリング方式（牧野ら 2016）での安定生産と着底期前後の大量減耗がある。

本研究では、ダウンウェリング方式での安定生産を再現し、着底期から着底初期の生残率向上を目的とし、着底期前後の塩分濃度の検討を行った。

【研究方法】

1) 採卵

採卵に用いた親貝は三重県桑名市の赤須賀漁業協同組合から購入した。搬入後の親貝は採卵までに給餌の有無によって養成したものと、養成無しのもので 2 種類の条件区に分けた。

養成に使用した親貝は令和 3 年 4 月 21 日から 6 月 25 日までに水揚げされたハマグリ（中大サイズ）を購入した。購入した貝はアンスラサイト 1.3 mm 径（以下、アンスラサイト）を約 5 cm 敷いたトロフネ 80（幅 93 cm×奥行 62 cm×高さ 21 cm）に収容し、全海水を 1 時間に 1 回転になるよう注水した。翌日、潜砂した貝を丸籠（直径 45 cm）に 30 個前後入れ、2.0 m³ FRP 水槽に収容した。全海水を 1 日に 1 回転で注水し、1kw チタンヒーター用いて 23～24℃ に保った。餌にはパブロバ・ルテリ（以下、パブロバ）とキートセロス・ネオグラシーレ（以下、ネオグラシーレ）を混合させたものを飼育水の餌料濃度が 40,000 細胞/ml になるように、コールターカウンター（ベックマン・コールター株式会社製：マルチサイザー3）で残餌濃度を測定し 1 日 3 回給餌した。夜間は餌料濃度が 20,000 細胞/ml 以下にならないよう定流量ポンプ（名東化工機械株式会社製：NE-1000）を使用し給餌を行った。

養成無しの親貝として令和 3 年 5 月 5 日から 8 月 19 日までに水揚げされたハマグリ（中大、大サイズ）を購入した。購入した親貝は海水冷却加温ユニット（株式会社マリンリバー製：MR-900HVS-TR）もしくは、冷却器 CoolMaster（ニッソー製：N200）を使用し、水温 17℃ に設定した水槽に 1 日以上静置してから採卵に用いた。小林（2019）の方法に準じて、採卵当日に親貝を直射日光下に 30～45 分間干出させ、20℃の海水が入った 100L アルテミア孵化槽に収容し、1kw チタンヒーターを用い水温を 1 時間に 1～2℃ 昇温させた。25℃ に達した時点で反応が見られない場合は、精子懸濁液を作成し、孵化槽に添加した。さらに 30℃ まで昇温しても反応がない場合は 20℃ の海水に戻し、再度 30℃ まで昇温した。それでも反応が無い場合は養成し、後日採卵を行った。

2) 浮遊幼生飼育の再現

ダウンウェリング方式での安定生産をする目的で水温 33°C、60%海水（塩分 19‰）と着底期に塩分を 19‰から 12.5‰に低くする条件（長谷川 2019）で飼育を行った。飼育海水には砂濾過海水を 1.0、0.5 μm の順にフィルターで濾過し、紫外線殺菌装置（千代田工販株式会社製：SF-1）を用いて殺菌した海水（以下、UV 海水）と紫外線殺菌装置で殺菌した水道水を、使用する前日に混合させ、塩分を調整し 1kw チタンヒーターで加温した。飼育容器には 30L パンライトを高さ 15 cm程度で輪切りにし、底面にプランクトンネット（目合い 40、58、100、106 μm ）を張ったものを用いた。飼育水槽にはトロフネ 80 とトロフネ 140（幅 123 cm×奥行 76 cm×高さ 21 cm）及び 100L パンライト（SLP-100）を使用し、トロフネはパワーポンプ（NISSO 製：PP-51）、100L パンライトは 13 Φ のパイプを縦 76 cm（先端には 25×13 Φ の異形ソケット）×横 38 cm（先端は 13 Φ キャップ、パイプには直径 2.5 mm の穴を 1 cmピッチ）の器具の下方からエアレーションを行い、エアリフトを用いて飼育容器上方から 0.5～1.0L/分で散水し、飼育水を循環させた。

餌料は培養したパブロバとネオグラシーレ、および市販のキートセロス・カルシトランス（二枚貝研究所製：K くん 以下、カルシトランス）を使用した。パブロバは単独で給餌し、ネオグラシーレとカルシトランスは、パブロバと 50%ずつの割合で混合し給餌した。ただしネオグラシーレは幼生の平均殻長が 160 μm に成長してから混合した。給餌量は飼育水中の残餌をコールターカウンターで 1 日 2 回測定し、餌料濃度が 3,000～45,000 細胞/ml になる様に調整した。

着底期（殻長 180 μm 前後、匍匐行動あり）には粒子径約 160～200 μm に揃えた貝化石を飼育容器の底面に薄く覆う程度に散布した。飼育水と飼育水槽は毎日交換し、飼育容器及び幼生は UV 海水で毎日シャワー洗浄した。飼育容器は幼生の成長に合わせ、目合いの大きいものに適宜交換した。

3) 浮遊幼生飼育塩分試験

1.4 m³水槽（幅 200 cm×奥行 130 cm×高さ 62 cm）を用い 33°C、60%UV 海水（塩分 19‰）の条件で着底期まで飼育した幼生を供試個体とした。この幼生を水温 33°C、塩分 19 および 12.5‰の条件でダウンウェリング方式による飼育を行い、着底までに要した日数及び生残率を比較した。

4) 稚貝飼育の検討

稚貝飼育は成長により I・II・IIIとした。

着底から殻長 300～500 μm までは、1.4 m³水槽（有効水量 300L）を用いてダウンウェリング方式による飼育を行った (I)。1.4 m³水槽に飼育容器を最大で 6 個を入れ、水中ポンプ（レイシー製：RSD-20）を用いて飼育容器上方より 1.8～3.0L/分で散水し循環させた。飼育容器には浮遊幼生飼育と同型の容器の底面にプランクトンネット（目合い 132、150 μm ）を張ったものを用いた。飼育水は UV 海水と水道水を混合して塩分を 17～19‰に調整し、1kw チ

タンヒーターで 30～31℃に加温した。飼育水と飼育水槽は毎日交換し、飼育容器及び稚貝は UV 海水で毎日シャワー洗浄した。稚貝の平均殻長が 260 μm 以上に成長後、目合い 150 μm のネットを用いて貝化石を除去し、稚貝のみで飼育した。餌料は、パブロバとネオグラシーレを 50%ずつの割合で混合し、給餌した。給餌量は飼育水中の残餌をコールターカウンターで 1 日 2 回測定し、餌料濃度が 40,000 細胞/ml になる様に調節した。

平均殻長 300～2,000 μm の稚貝には 2.0 m^3 FRP 水槽を有効水量 550L で使用し、ダウンウェリング方式による飼育を行った (II)。2.0 m^3 FRP 水槽に飼育容器を最大 8 個入れ、水中ポンプ (レイシー製 : RSD-40) を用いて飼育容器上方より 3.0～5.4L/分で散水し循環させた。飼育容器には (I) と同型容器にプランクトンネット (目合い 132、150、200 μm) を張ったものを用いた。飼育水は砂濾過海水と水道水を混合し、塩分 17～19‰に調整して 1kw チタンヒーターで 28℃に加温したものを飼育水槽とは別の水槽に貯水した。飼育水は定流量ポンプ (名東化工機製 : NE-1000) を用いて、46～69L/時間で注水し飼育容器及び稚貝は海水で毎日シャワー洗浄した。餌料はパブロバとネオグラシーレを 50%ずつの割合で混合し給餌した。給餌量は、飼育水中の残餌をコールターカウンターで 1 日 3 回測定し、餌料濃度が 40,000 細胞/ml になる様に調整し、夜間は 20,000 細胞/ml 以下にならないように定流量ポンプ (Iwaki 製 : EHN-B11VCMR) を使用し給餌を行った。

平均殻長 800 μm 以上の稚貝を用いて、アンスラサイトを使用したアップウェリング方式による飼育を行った (III)。15L バケツの底面を切り、400 μm のプランクトンネットを張ったものと、底から 2 cmの側面にバルブソケット 13 Φ を取り付けた 15L バケツを重ねて飼育容器として使用した。この容器に殻長 2,619 μm の稚貝 8,000 個を 16.3 個/ cm^2 (高密度) で収容 (以下、稚貝 1)、殻長 2,619 μm の稚貝 4,000 個を 8.2 個/ cm^2 (低密度) で収容 (以下、稚貝 2)、殻長 884 μm の稚貝 43,333 個を 88.4 個/ cm^2 (高密度) で収容 (以下、稚貝 3)、殻長 884 μm の稚貝 21,666 個を 44.2 個/ cm^2 (低密度) で収容 (以下、稚貝 4) した。稚貝 4 は飼育途中で容器が破損したため、(II) のダウンウェリング飼育に変更し、収容密度が 23.9 個/ cm^2 となった。循環水槽には 2.0 m^3 FRP 水槽を用いた。餌料は屋外水槽で培養した天然珪藻に水道水を混合し、塩分 18～28‰に調整したものを、自然水温のまま使用し、水中ポンプ (レイシー製 : RSD-40) を用いて、飼育容器内に 1 時間に 46～96L 循環させた。飼育期間中の殻長や生残率、平均日間成長率 ($\mu\text{m}/\text{日}$) 等を比較した。

【研究成果の概要】

1) 採卵

養成親貝の採卵結果を表 1 に、養成無し親貝の採卵結果を表 2 に示した。採卵は令和 3 年 4 月 30 日から 8 月 26 日にかけて合計 21 回行った。養成親貝は採卵誘発後反応率 100%で放卵放精し、合計 5,031.5 万粒の受精卵を得ることができた。正常 D 型幼生孵化率は平均 46.1%で、合計 2,317.9 万個体を回収した。養成無し親貝は採卵誘発後反応率 45.5%で、受精卵は合計 6,142.4 万粒、正常 D 型幼生孵化率は平均 27.2%、合計 1,672.8 万個体を回収し

た。採卵可能になったのは養成親貝で4月30日から、養成無し親貝は5月25日からで、水温を23～24℃で養成を行えば、早期採卵が可能であることがわかった。また短期間の養成でも、採卵誘発の反応率、正常D型幼生孵化率が向上することが示唆された。

2) 浮遊幼生飼育の再現

幼生飼育結果を表3に示した。幼生飼育を23回実施し、生残率は0～47.1%で平均4.5%となり、159.83万個体の着底稚貝が得られた。生残率には幅があり、安定生産とは言えない。生産時期や生産回数、親貝は異なるが餌料別の生残率を見ると、パブロバ単独で1.7%、ネオグラシーレ混合で5.4%、カルシトランス混合で31.2%と違いがあった。着底までにかかる平均日数は塩分19‰の場合19.3日に対して、着底期にそれを19‰から12.5‰に変更すると、14.1日となり、5.2日間短縮された。これらのことから餌料はパブロバにネオグラシーレまたはカルシトランスを混合させ、着底期に塩分を12.5‰にすることで、より効率的に安定生産ができる可能性が示唆された。

3) 浮遊幼生飼育塩分試験

塩分比較試験結果を表4に示した。

試験は5月25日と6月7日、6月22日の採卵群を用いて3回実施したが、6月22日の幼生は試験前に全滅したため、2回の結果となった。生残率は塩分19‰区で41.1%と12.1%、12.5‰区では65.2%と21.7%となった。着底日齢は19‰区で20日と17日に対し、12.5‰区では2回の試験とも14日となった。以上のことから塩分12.5‰の方が生残率を高め、着底を早める効果があると考えられた。

4) 稚貝飼育の検討

(I) の飼育結果を表5に示した。この期間の生残率は9.8～89.8%で平均45.0%、平均日間成長率は14.8 $\mu\text{m}/\text{日}$ であった。斃死のほとんどは着底後から殻長250 μm までに発生していた。目合いが150 μm のネットを用いて貝化石と斃死貝を除去し、平均殻長199～596 μm の稚貝を70.28万個体得た。

(II) の飼育結果を表6に示した。この期間の生残率は18.2～111.1%で平均76.8%、平均日間成長率は33.1 $\mu\text{m}/\text{日}$ であった。殻長300 μm 以下で収容すると生残率が18.2～34.0%と低い結果となった。

(III) の飼育結果を表7に示した。稚貝1～4の平均生残率はそれぞれ95.4%、114.8%、98.0%、128.3%となり、目立った斃死は無かった。終了時の稚貝1～4の各平均殻長は6,687 μm 、6,984 μm 、4,128 μm 、4,716 μm となり、また平均日間成長率はそれぞれ78.23 $\mu\text{m}/\text{日}$ 、83.94 $\mu\text{m}/\text{日}$ 、62.38 $\mu\text{m}/\text{日}$ 、73.69 $\mu\text{m}/\text{日}$ であった。生残率に違いは見られなかったが、平均日間成長率を比べると稚貝1と稚貝2では5.71 $\mu\text{m}/\text{日}$ の差、稚貝3と稚貝4では11.31 $\mu\text{m}/\text{日}$ の差があり低密度の方が高い値であった。

【次年度に向けた提言】

今年度の結果から、親貝はごく短期間でも養成することにより、正常D型幼生孵化率を向上させることが可能であり、浮遊期の餌料はパブロバ単独給餌でも生産できるが、ネオグラシーレ又はカルシトランスを混合させ、着底期に塩分を 12.5‰にすることにより、より安定的に生産できることが示唆された。今回の稚貝飼育では収容密度が 88.4 個/cm³の高密度条件下でも 93 日齢で平均殻長 4,128 μmに到達した。来年度は直径 40 cmの飼育容器を用い、10 万個体（飼育密度 80 個/cm³）を収容し、90 日齢で平均殻長 4,000 μmを目標とする。また、稚貝初期（殻長 200～250 μm）の段階で、大量斃死が発生しているため、他の共同研究機関と連携しながら改善を図っていく。

【参考文献】

牧野 直・小林 豊・深山義文（2016）ハマグリ種苗生産における浮遊幼生期の飼育条件について，千葉水総研報，10，7-13.

小林 豊（2019）ハマグリ人工採卵技術．令和元年度二枚貝類飼育技術研究会．

長谷川拓也（2019）ハマグリ人工種苗生産技術の開発．令和元年度二枚貝類飼育技術研究会．

【図表】

表 1. 養成親貝の採卵結果

回数	採捕日	採卵日	種類	総重量 (g)	個数 (個)	産卵量 (万粒)	受精率 (%)	収容槽	収容数 (万粒)	収容密度 (個/cm ³)	正常D型幼生数 (万個)	正常D型孵化率 (%)	備考
1	4月21日	4月30日	養成	2,000.5	57	15.0	87.5	30 l	15.0	165	13.8	91.1	
2	4月21日	5月10日	養成	1,830.0	53	665.0	-	500 l	665.0	1,001	430.0	64.7	
3	4月21日	5月25日	養成	-	-	540.5	-	30 l	257.5	2,839	115.0	44.6	自然放卵
								30 l	66.5	733	37.5	56.4	
								30 l	216.5	2,386	107.5	49.6	
4	4月21日	6月7日	養成	1,977.0	54	1,000.0	97.5	500 l	1,000.0	1,505	680.0	68.0	
5	6月11日	6月22日	養成	2,008.5	48	2,678.0	83.7	500 l	2,000.0	3,011	600.0	30.0	
								30 l	678.0	7,475	183.3	27.0	
6	4月21日	7月1日	養成	937.0	22	51.3	73	30 l	25.7	283	4.2	16.2	34%
								30 l	25.7	283	0.0	0.0	20%
7	6月11日	7月6日	養成	2,010.0	48	81.7	93.8	30 l	81.7	900	73.3	89.8	
8	6月25日	7月7日	養成	2,040.0	45	76.7	94.4	31 l	76.7	845	73.3	95.6	

表 2. 養成無し親貝の採卵結果

回数	採捕日	採卵日	総重量 (g)	個数 (個)	産卵量 (万粒)	受精率 (%)	収容槽	収容数 (万粒)	収容密度 (個/cm ²)	正常D型幼生数 (万個)	正常D型孵化率 (%)	備考
1	5月5日	5月6日	1,960.0	56	-	-	-	-	-	-	-	
2	5月5日	5月7日	2,330.5	54	-	-	-	-	-	-	-	
3	5月20日	5月25日	2,080.0	51	18.3	-	30 l	18.3	201	2.5	13.7	
4	6月11日	6月14日	2,004.5	48	-	-	-	-	-	-	-	
5	6月11日	6月15日	1,999.5	45	600.0	88.6	500 l	600.0	903	18.6	3.1	
6	6月25日	6月26日	-	-	1,033.2	86.0	30 l	740.0	8,158	40.0	5.4	自然放卵
							30 l	293.2	3,232	6.7	2.3	
							500 l	1,330.0	2,002	0.0	0.0	
							30 l	130.0	1,433	16.3	12.5	
							30 l	40.0	441	0.0	0.0	
7	6月25日	6月29日	1,999.5	45	1,580.0	85.3	30 l	40.0	441	6.3	15.6	34‰
							30 l	40.0	441	0.0	0.0	20‰
							30 l	40.0	441	0.0	0.0	20‰
							30 l	40.0	441	0.0	0.0	12‰
8	7月27日	7月29日	2,472.0	52	194.9	-	30l	194.9	2,148	0.0	0.0	
9	7月27日	8月2日	2,882.5	64	-	-	-	-	-	-	-	
10	7月27日	8月3日	2,285.5	51	-	-	-	-	-	-	-	
11	8月19日	8月20日	1,073.0	12	1,667	95	500l	1,667	2,509	1,233	74.0	自然海水掛け流し
12	8月19日	8月25日	1,018.5	11	467	-	500 l	467	702	167	35.7	
13	8月19日	8月26日	1,078.0	13	583	-	500 l	583	877	183	31.4	

表 3. 幼生飼育結果

飼育NO.	採卵日	収容数 (万個)	飼育方法	飼育水槽	カラム数 (個)	着底稚貝数 (万個)	生残率 (%)	着底日齢 (日間)	備考
1	4月30日	13.80	ダウンウェリ ング	80 l トロフネ	1	3.02	21.9	24	
2	5月10日	80.00	ダウンウェリ ング	140 l トロフネ	2	-	-	-	
3	5月10日	350.00	止水→ダウン ウェリグ	1.4m ² 角型	1	8.00	2.3	16	
4	5月25日	262.50	止水	1.4m ² 角型	-	-	-	-	着底期20.46万を塩分試験に使用
7	6月7日	80.00	ダウンウェリ ング	140 l トロフネ	2	0.66	0.8	12	塩分19‰から12.5‰
8	6月7日	600.00	止水	1.4m ² 角型	-	-	-	-	着底期15.32万を塩分試験に使用
11	6月15日	18.60	ダウンウェリ ング	140 l トロフネ	2	1.33	7.2	10	塩分19‰から12.5‰
12	6月22日	390.00	止水	1.4m ² 角型	-	-	-	-	
13	6月22日	60.00	ダウンウェリ ング	80 l トロフネ	1	-	-	-	数千個着底（未計数）
14	6月22日	100.00	ダウンウェリ ング	100 l パンライ ト	1	7.06	7.1	13	塩分19‰→12.5‰
15	6月23日	46.65	ダウンウェリ ング	100 l パンライ ト	1	9.60	20.6	14	塩分19‰→12.5‰ ネオグラシーレ使用
16	6月29日	22.60	ダウンウェリ ング	100 l パンライ ト	1	4.66	20.6	14	塩分19‰→12.5‰ ネオグラシーレ使用
17	7月6日	73.30	ダウンウェリ ング	100 l パンライ ト	1	34.52	47.1	14	塩分19‰→12.5‰ カルシトランス使用
18	7月7日	73.32	ダウンウェリ ング	100 l パンライ ト	1	11.20	15.3	25	塩分19‰→12.5‰ カルシトランス使用
19	8月20日	150.00	ダウンウェリ ング	100 l パンライ ト	1	12.50	8.3	13	塩分19‰→15.0‰→12.5‰ ネオグラシーレ使用
20	8月20日	150.00	ダウンウェリ ング	100 l パンライ ト	1	11.25	7.5	13	塩分19‰→12.5‰ ネオグラシーレ使用
21	8月20日	200.00	ダウンウェリ ング	100 l パンライ ト	1	38.75	19.4	13	塩分19‰→12.5‰ ネオグラシーレ使用
22	8月20日	560.00	掛け流し	1.4m ² 角型	-	3.82	0.7	17	塩分34‰ ネオグラシーレ使用
23	8月25日,26日	349.50	ダウンウェリ ング	1.4m ² 角型	4	-	-	-	塩分19‰→12.5‰ ネオグラシーレ使用

表 4. 塩分比較試験結果

飼育NO,	採卵日	収容数 (万個)	開始時殻長 (μm)	塩分 (%)	着底稚貝数 (万個)	生残率 (%)	着底時殻長 (μm)	着底日齢 (日)
5	5月25日	10.23	175.2	12.5	6.67	65.2	200.5	14
6		10.23		19.0	4.20	41.1	243.0	20
9	6月7日	7.66	180.1	12.5	1.66	21.7	-	14
10		7.66		19.0	0.93	12.1	198.5	17

表 5. (I) 稚貝飼育結果

ロットNO,	開始時		日数 (日間)	選別	終了時				備考
	殻長 (μm)	収容数 (万個体)			殻長 (μm)	生残数 (万個体)	生残率 (%)	日間成長 (μm)	
1	281	11.03	23	大 小	540 280	3.08 1.72	43.6	11.26 -	小はロット3に加える
2	243	10.87	9	大	531	7.3	67.2	32.00	小はロット3に加える
3	198	4.58	17	大	596	3.2	-	-	
4	192	7.06	9	大	346	4.12	58.4	17.11	
5	201	14.26	17	大	450	4.0	28.1	14.65	
6	208	34.52	17	-	538	31.0	89.8	19.41	
7	198	11.20	9	大	351	3.3	29.0	17.00	
8	178	23.75	9	-	199	2.3	9.8	2.33	
9	177	38.75	9	-	219	12.0	31.0	4.67	
合計		156.02				70.28	45.0		

表 6. (II) 稚貝飼育結果

ロット NO,	開始時		日数 (日間)	終了時				備考
	殻長 (μm)	収容数 (万個体)		殻長 (μm)	生残数 (万個体)	生残率 (%)	日間成長 (μm)	
1	540	3.08	50	2,619	1.2	111.1	41.58	6/28殻長944 μm で2.0万出荷
2	531	7.30	45	2,220	11.3	107.6	37.53	
3	596	3.20	29	1,735			39.28	
4	346	4.12	39	1,588	6.0	73.9	-	8/17殻長884 μm で6.5万を別試験に使用
5	450	4.00	24				-	
6	538	31.00	23	1,350	23.5	95.9	35.30	
7	351	3.25	36	1,663	2.5	76.9	36.44	
8	216	14.30	28	900	1.6	18.2	24.43	
9				650	1.0		15.50	
10	233	3.82	28	1208	1.3	34.0	34.82	
合計		74.07			56.9*	76.8		

*備考部分の個体数も含まれる

表 7. (III) 稚貝飼育結果

ロット NO.	開始時				終了時						備考
	月日	殻長 (μm)	収容数 (個体)	収容密度 (個/ cm^2)	日数 (日間)	殻長 (μm)	生残数 (個体)	生残率 (%)	日間成長 (μm)	日 齢	
1	8月17日	2,619	8,000	16.3	52	6,687	7,632	95.4	78.23	150	
2	8月17日	2,619	4,000	8.2	52	6,984	4,594	114.8	83.94	150	
3	8月17日	884	43,333	88.4	52	4,128	42,487	98.0	62.38	93	
4	8月17日	884	21,666	23.9	52	4,716	27,801	128.3	73.69	93	カラム破損のためダウンウェリングに変更

ウ. 人工種苗から成貝までの育成技術の開発

① 瀬戸内海東部海域におけるタイラギ育成技術の開発

香川県水産試験場

宮城 良介・牧野 弘靖

【目的】

大型二枚貝のタイラギは刺身や寿司ネタとして高値で取引され、香川県では中讃地域（備讃瀬戸）を中心に、主に潜水器漁業により漁獲されており、潜水器漁業者の収入を支える重要な水産資源となっている。しかしながら、近年、環境変化や漁獲圧などにより漁獲量が減少しており、資源回復のための種苗放流や産卵量をかさ上げするための母貝団地造成などへの要望は強くなっている。

着底直後のタイラギの稚貝は殻が脆弱なため、主に陸上水槽で中間育成されているが、陸上水槽では餌である微細藻類の培養、ポンプ使用などのコスト面や飼育可能個体数の限界などの課題がある。また、人工培養した微細藻類を用いて長期飼育すると、時に大量減耗することが観察されているため、安定した種苗放流や母貝団地造成を行うためには、天然餌料を活用した中間育成技術の開発が必要である。これまで、香川県では種苗生産した殻長約1cmの有鱗型タイラギ稚貝を、種苗放流や母貝団地造成の際にハンドリングしやすい平均殻長3～5cmまで成長させるため、海面における垂下式中間育成手法の開発を行い、一定の成果を得ている。

本研究では、垂下式中間育成により得られた知見を活かし、より高生残、高成長の中間育成手法の一つとして、浅海域における底面飼育での中間育成の開発を目的とした。

【研究方法】

1) 中間育成試験（底面式中間育成と垂下式中間育成）

2021年10月12日～12月9日（飼育期間：59日間）に、瀬戸内海備讃瀬戸に位置する屋島湾内の香川水試地先の浅海域及び小割筏にて試験を実施した（図1）。浅海域における底面飼育での中間育成については、飼育容器であるカゴ（直径27×高さ23cm、8L；アロン化成）を異なる水深（大潮干潮時の水深約0.5m、3m）に設置し、生残率と成長率を調べた。（試験A1）浅海域の水深約0.5mの試験区では、収容する稚貝の殻長を2条件設定し（試験A2）、さらに、多量の降雨が予想される場合に陸上避難する試験区を設定した。

（試験A3）また、小割筏において垂下式中間育成を行い、生残率と成長率の比較を行った。（試験A4）

中間育成に供試した稚貝については、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所百島庁舎において採卵、種苗生産した稚貝（有鱗型タイラギ（有明海産タイラギ）：開始時平均殻長11.5mm、20.0mm）を使用した。

飼育容器は、ホヤ類やフジツボ類などが付着するのを防ぐため、シリコン系生物付着防止剤のセイフティプロ（西海養殖技研）によって防汚処理を施した。基質は、粒形1mm

のアンスラサイト（トーケミ）を使用し、稚貝の食害防止とアンスラサイトの流出を防ぐため、収穫ネット袋（35×60cm；日本マタイ、通称、玉ねぎ袋）にアンスラサイトを約6 L入れた後、飼育容器に入れた。飼育の途中にネットを開いて、稚貝の観察や食害生物の除去等を行うが、収穫ネット袋のビニールひもの劣化により作業し難いことがあるため、試験実施前にビニールひものを直径2～3mmの細いハイクレロープ（PKロープ）に交換した。

試験 A1 には、平均殻長 11.5mm の稚貝を使用した。飼育密度は、飼育容器 1 個あたり 240 個（密度 8,000 個/m²）に設定し、稚貝を基質の上に置き、収穫ネット袋の口を閉めた後、香川水試地先の浅海域に 8 個設置した。浅海域の水深約 0.5m の飼育容器は、砂浜の表面に飼育容器の高さの半分程度の深さの穴を掘り、そこに埋設した。また、浅海域の水深約 3m の飼育容器は、海底に直置きした。

試験 A2 には、平均殻長 20.0mm の稚貝を使用した。飼育密度は、飼育容器 1 個あたり 240 個（密度 8,000 個/m²）に設定し、稚貝を基質の上に置き、収穫ネット袋の口を閉めた後、香川水試地先の浅海域に 3 個設置した。飼育容器は、浅海域の水深約 0.5m に飼育容器の高さの半分程度の深さの穴を掘り、そこに埋設した。同様の密度条件である試験 A1 の浅海域の水深約 0.5m の試験区と比較した。

試験 A3 には、平均殻長 11.5mm の稚貝を使用した。飼育密度は、飼育容器 1 個あたり 240 個（密度 8,000 個/m²）に設定し、稚貝を基質の上に置き、収穫ネット袋の口を閉めた後、香川水試地先の浅海域に 4 個設置した。飼育容器は、浅海域の水深約 0.5m に飼育容器の高さの半分程度の深さの穴を掘り、そこに埋設した。

試験 A4 には、平均殻長 11.5mm の稚貝を使用した。飼育密度は、飼育容器 1 個あたり 240 個（密度 8,000 個/m²：中密度）に設定し、稚貝を基質の上に置き、収穫ネット袋の口を閉めた後、香川水試地先の小割筏（水深約 4m）の水深約 1.5m、3m の場所に飼育容器を 4 個ずつ垂下した。

中間育成期間中は、1 カ月に一度、飼育容器を回収し、生残個体計数、殻長測定、食害生物除去、収穫ネット袋の交換作業等の飼育管理を実施した。

中間育成した稚貝の最終取り上げは、12 月 8 日、9 日に実施した。取り上げ時には、木枠ふるい（枠寸法：400×600mm、目合：4.75mm）と特大型平バット（外寸法：924×616×210mm）を用い、基質と稚貝を選別した。選別後、生残していた稚貝の数をそれぞれの条件ごとに計数した。また、生残していた稚貝のうち、各試験区 30 個の殻長を測定し、平均殻長を算出した。生残稚貝が 30 個未満の場合は、生存が確認できた稚貝すべてを測定し、平均殻長を算出した。

【研究成果の概要】

試験 A1 の結果概要を表 1、表 2、図 2 及び図 3 に示した。試験開始から 1 カ月後の測定

において、浅海域の水深約 3m の試験区で 1 カゴだけ生残率が 6.7%と著しく低い結果となった。これについては、収穫ネット袋に破れなどではなく、食害生物の侵入も見られず、明確な原因はわからなかった。最終 2 カ月後の生残率を比較すると、浅海域の水深約 0.5m の試験区が 35.7% (28.3~39.6%) であったのに対し、浅海域の水深約 3m の試験区では 44.7% (6.3~72.1%) とばらつきあるものの高い結果となった。浅海域の水深約 0.5m の試験区では、干潮時と時化が重なると飼育容器の転倒や漂流物による収穫ネット袋の破れが見られたことから食害生物の侵入等により、生残率が低くなったと推察された。2 ヶ月後の平均殻長は、浅海域の水深約 0.5m の試験区が 34.4~38.9mm、浅海域の水深約 3m の試験区が 30.5~36.2mm と明確な成長差は見られなかった。

試験 A2 の結果概要を表 3 と図 4 に示した。収容した稚貝サイズごとの生残率は、開始殻長 11.5mm の試験区が 35.7% (28.3~39.6%) であったのに対し、開始殻長 20.0mm の試験区は 61.4% (56.7~65.8%) と高い結果となった。開始殻長 11.5mm の試験区では、沖出し後のサイズが小さい時期に大幅な減少が見られた。

試験 A3 については、試験期間中に 1 日に 20mm 以上の降水量のあった日が 2 日しかなく、また、潮汐の関係で飼育容器を避難できなかったため、低塩分対策の有効性の検証を行うことができなかった。

試験 A4 の結果概要を表 4 と表 5、図 5 と図 6 に示した。2 ヶ月後の生残率は、浅海域の水深約 0.5m の試験区が 35.7% (28.3~39.6%)、浅海域の水深約 3m の試験区が 44.7% (6.3~72.1%)、小割筏の水深約 1.5m の試験区が 84.8% (80.4 ~89.2%)、小割筏の水深約 3m の試験区が 88.3% (82.1 ~91.7%) となり、浅海域の試験区と比べ、小割筏の試験区が生残率の高い結果となった。浅海域の試験区は、時化など環境変化の影響を大きく受けやすいことや食害生物が多くいる環境であることが生残率の低下に影響したと推察された。2 ヶ月後の平均殻長は、浅海域の水深約 0.5m の試験区が 34.4~38.9mm、浅海域の水深約 3m の試験区が 30.5~36.2mm、小割筏の水深約 1.5m の試験区が 36.1~38.3mm、小割筏の水深約 3m の試験区が 34.2~39.3mm と明確な成長差は見られなかった。

【次年度に向けた提言】

浅海域及び小割筏で中間育成試験を実施し、小割筏では 80%以上の高い生残率となった。一方、浅海域では、小割筏に劣るものの、設置水深を深くすることや中間育成の開始サイズを大きくすることで生残率の向上が図られた。しかしながら、浅海域は降雨や時化など環境変化の影響を受けやすく、潮汐のタイミングによって飼育管理が難しい。また、中間育成の開始サイズを大きくするには稚貝の陸上飼育期間を長くする必要があるが、陸上飼育の長期化は餌料コストがかかるうえ、生理障害による減耗の可能性が高くなる。次年度は、本年度に得られた試験結果を参考に、稚貝の高い生残率が見込める小割筏において、より多くの稚貝を収容できる大型の飼育容器を用い、天然餌料を活用した効率的な大量飼育手法の開発に取り組む必要性があると考えている。

【参考文献】

タイラギ種苗生産・養殖ガイドブック 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 編

【図表】

表 1. 試験 A1 における生残率

基質	収容	収容	開始殻長	設置場所	水深	1カ月後		2カ月後	
	個数 (個)	密度 (個体/㎡)				個体数 (個)	生残率 (%)	個体数 (個)	生残率 (%)
アンスラ サイト6L (粒径1mm)	240	8,000	11.5mm	浅海域	0.5m	88	36.7	85	35.4 *
	240	8,000				97	40.4	95	39.6 *
	240	8,000				102	42.5	95	39.6 *
	240	8,000				98	40.8	68	28.3 *
	240	8,000	11.5mm	浅海域	3m	182	75.8	114	47.5
	240	8,000				16	6.7	15	6.3
	240	8,000				187	77.9	173	72.1
	240	8,000				165	68.8	127	52.9

*: ネット破れ有

表 2. 試験 A1 における平均殻長と成長率

基質	収容	収容	開始殻長	設置場所	水深	1カ月後		2カ月後	
	個数 (個)	密度 (個体/㎡)				平均殻長 (mm)	日間成長率 (mm/日)	平均殻長 (mm)	日間成長率 (mm/日)
アンスラ サイト6L (粒径1mm)	240	8,000	11.5mm	浅海域	0.5m	26.4	0.51	38.9	0.27
	240	8,000				25.9	0.50	38.7	0.38
	240	8,000				25.0	0.47	34.4	0.32
	240	8,000				23.8	0.42	36.6	0.44
	240	8,000	11.5mm	浅海域	3m	24.6	0.45	32.4	0.27
	240	8,000				21.1	0.33	30.5	0.33
	240	8,000				26.7	0.52	36.2	0.33
	204	8,000				25.5	0.48	35.5	0.34

表 3. 試験 A2 における生残率

基質	収容	収容	開始殻長	設置場所	水深	1カ月後		2カ月後	
	個数 (個)	密度 (個体/m ²)				個体数 (個)	生残率 (%)	個体数 (個)	生残率 (%)
アンスラ サイト6L (粒径1mm)	240	8,000	11.5mm	浅海域	0.5m	88	36.7	85	35.4
	240	8,000				97	40.4	95	39.6
	240	8,000				102	42.5	95	39.6
	240	8,000				98	40.8	68	28.3
	240	8,000	20.0mm	浅海域	0.5m	164	68.3	136	56.7 *
	240	8,000				178	74.2	148	61.7 *
	240	8,000				186	77.5	158	65.8

*: ネット破れ有

表 4. 試験 A4 における生残率

基質	収容	収容	開始殻長	設置場所	水深	1カ月後		2カ月後	
	個数 (個)	密度 (個体/m ²)				個体数 (個)	生残率 (%)	個体数 (個)	生残率 (%)
アンスラ サイト6L (粒径1mm)	240	8,000	11.5mm	浅海域	0.5m	88	36.7	85	35.4
	240	8,000				97	40.4	95	39.6
	240	8,000				102	42.5	95	39.6
	240	8,000				98	40.8	68	28.3
	240	8,000	11.5mm	浅海域	3m	182	75.8	114	47.5
	240	8,000				16	6.7	15	6.3
	240	8,000				187	77.9	173	72.1
	240	8,000				165	68.8	127	52.9
	240	8,000	11.5mm	小割垂下	1.5m	207	86.3	202	84.2
	240	8,000				202	84.2	193	80.4
	240	8,000				222	92.5	205	85.4
	240	8,000				209	87.1	214	89.2
	240	8,000	11.5mm	小割垂下	3m	207	86.3	214	89.2
	240	8,000				220	91.7	217	90.4
	240	8,000				230	95.8	220	91.7
	240	8,000				203	84.6	197	82.1

表 5. 試験 A4 における平均殻長と成長率

基質	収容 個数 (個)	収容 密度 (個体/m ²)	開始殻長	設置場所	水深	1カ月後		2カ月後	
						平均殻長 (mm)	日間成長率 (mm/日)	平均殻長 (mm)	日間成長率 (mm/日)
アンスラ サイト6L (粒径1mm)	240	8,000	11.5mm	浅海域	0.5m	26.4	0.51	38.9	0.27
	240	8,000				25.9	0.50	38.7	0.38
	240	8,000				25.0	0.47	34.4	0.32
	240	8,000				23.8	0.42	36.6	0.44
	240	8,000	11.5mm	浅海域	3m	24.6	0.45	32.4	0.27
	240	8,000				21.1	0.33	30.5	0.33
	240	8,000				26.7	0.52	36.2	0.33
	204	8,000				25.5	0.48	35.5	0.34
	240	8,000	11.5mm	小割垂下	1.5m	28.6	0.57	37.9	0.32
	240	8,000				25.8	0.48	36.1	0.35
	240	8,000				26.7	0.51	38.3	0.40
	240	8,000				29.9	0.61	37.6	0.27
	240	8,000	11.5mm	小割垂下	3m	30.0	0.62	39.3	0.32
	240	8,000				26.9	0.51	34.2	0.25
	240	8,000				28.3	0.56	38.5	0.35
	204	8,000				28.6	0.57	38.8	0.35



図 1. 中間育成試験場所（香川県水産試験場地先の浅海域及び小割筏）

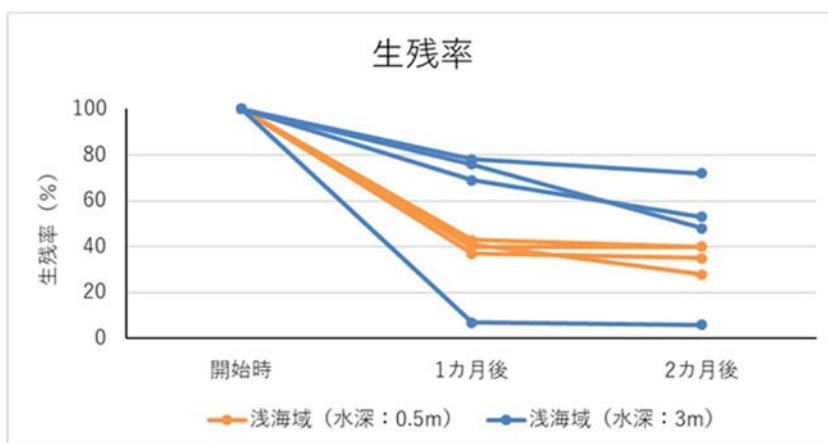


図 2. 浅海域（水深 0.5m、3m）での生存率推移（試験 A1）

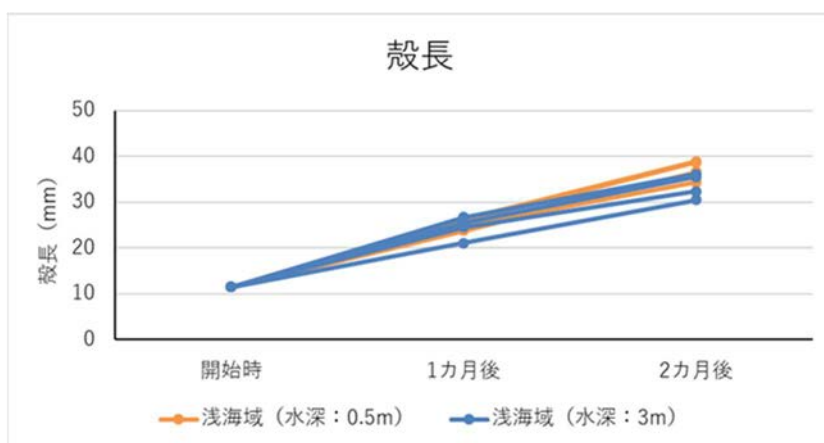


図 3. 浅海域（水深 0.5m、3m）での殻長推移（試験 A1）

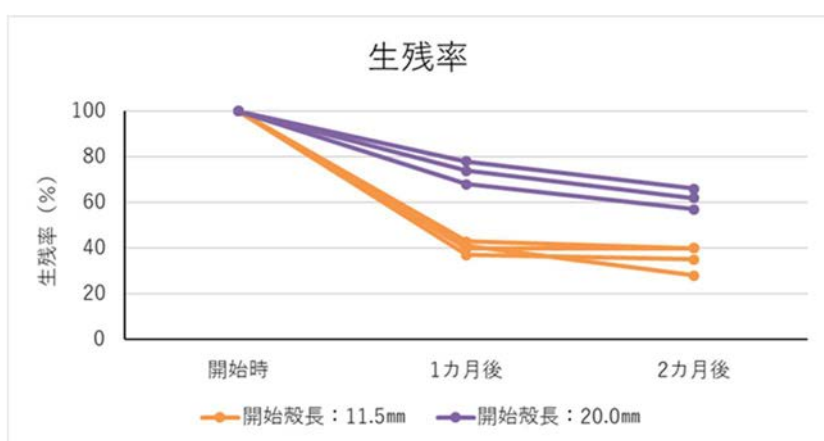


図 4. 稚貝の収容サイズ別の生存率推移（試験 A2）

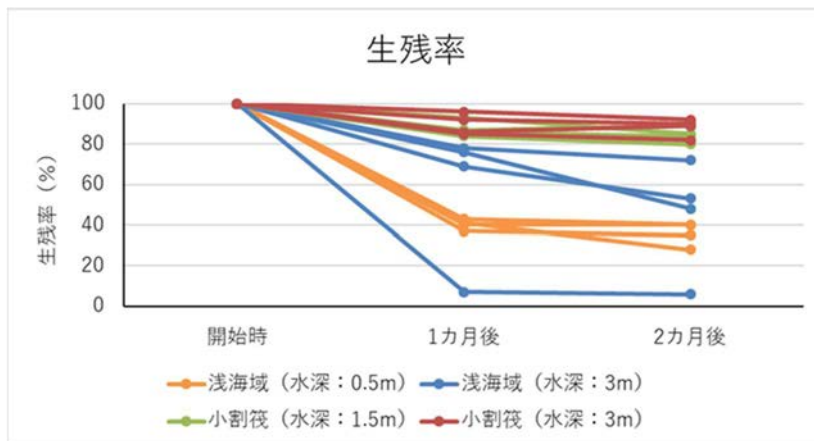


図 5. 浅海域（水深 0.5m、3m）及び小割筏（水深 1.5m、3m）での生存率推移（試験 A4）

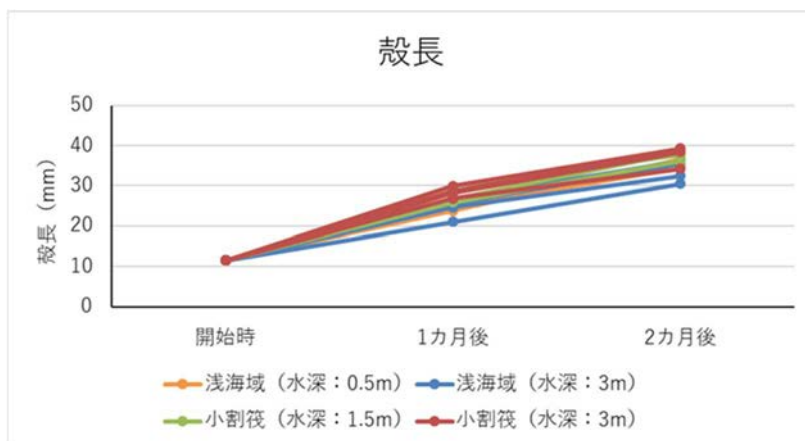


図 6. 浅海域（水深 0.5m、3m）及び小割筏（水深 1.5m、3m）での殻長推移（試験 A4）

ウ. 人工種苗から成貝までの育成技術の開発

② 瀬戸内海西部海域におけるタイラギ育成技術の開発

山口県水産研究センター内海研究部

多賀 茂

【目的】

ふ化したタイラギ幼生は水温25℃では4週間程度で変態・着底を開始し、7～8週間で約8割程度が殻長0.6～0.8mmの着底稚貝となる。着底直後の稚貝は脆弱で環境変動や食害による斃死が多く、小型稚貝となっても低水温に非常に弱いことから、母貝団地造成用の種苗として、これらの減耗要因に耐えうるサイズまで速やかに育成する必要がある。この中間育成では、稚貝の成長・生残に最適な密度等の飼育条件、好適な餌料、作業の省力化及び低コスト化が求められる。そこで、海面でのカゴ垂下式及び山口県水産研究センターが開発した陸上水槽の1種である水路式水槽を用いた稚貝の育成（以下、陸上水路式）に取り組み、効率的な飼育方法の開発を行う。

【研究方法】

1) カゴ垂下式

陸上水路式での中間育成では、基質である砂（粒径 3 mm>）表層を粒径の細かい砂で覆うことでタイラギの潜砂を促し生残率向上を図ることができた。カゴ垂下式においても、同様の手法で生残率向上を図ることを目的に試験を行った。

試験は瀬戸内海西部海域に位置する山口県山口市の山口湾に設置されたロープ筏で行った（図1）。育成容器には、これまでの試験結果からタイラギの育成に適していると判断された、サンテナーカゴ（幅 35×長さ 52×高さ 27cm、底面積 0.182m²、容量 44.6L）を用いた（図2）。育成容器内に基質として砂（粒径 3mm>）を約 5 cmの厚さに敷きつめ、その上に粒径 3 mm>(a 区)、0.7 mm>(b 区)および 0.25 mm>(c 区)の 3 種類の砂をそれぞれ 1 cmの厚さで添加した。試験は各区 4 面の育成容器を用い、合計 12 面で実施した。各区には、5 月～6 月に水産技術研究所百島庁舎で早期採卵され、香川県水産試験場で生産された殻長 8.9 mmの稚貝 1000 個(密度 5,495 個/m²)を収容した。これらの容器を 2021 年 8 月 23 日に水深 1.5m に垂下し、育成試験を開始した。なお、稚貝の逸散を防ぐため、サンテナーカゴの蓋とカゴの穴をネット(目合 1 mm)で塞いだ。育成開始後は毎週 1 回、カゴ内部の目視観察を行い、食害生物の駆除を行った。また、台風の影響（低塩分、施設損壊）を避けるため、カゴを陸上水槽へ退避させる場合、各試験区とも半数を垂下維持とし、リスク分散による効果を検証する。

2) 陸上水路式

①陸上水路の基本構成

山口県水産研究センター内海研究部の敷地内に外壁をコンクリートブロックで組み、内側に水漏れ防止用のブルーシートを張った、1 列が長さ 4m×幅 0.25m×深さ 0.4m の陸上水

路を設置し、一方から毎時 900L で生海水を給水し、もう一方から排水することで流れをつくり、水路内の流速を調整した。水路内の砂床には砂（粒径 3 mm>）を水面から砂床表面までの水深が 3 cm 程度になるように敷設し、砂床表層 1 cm だけは粒径 0.25 mm>の砂を用いた。また、水路砂床内には、トリカルネット（目合 7.5 mm）で作成した升（0.5m×0.25m×h0.2m）を埋設しておき、種苗取り上げ時には升ごとフルイがけすることで種苗への物理的負担を軽減した（図 3）。餌料用に、キャンバス水槽（16 t×2 基、50t×1 基）でケイ酸栄養資材（ゲルカルチャー）と農業用肥料（硫安及び過リン酸石灰）やアサリ施肥育成用配合肥料（フィッシュリー MF）を投与してプランクトンを粗放的に培養した。その培養水を毎時 45L で生海水の給水と同時に給餌した。供試タイラギは前述のカゴ垂下式と同じ稚貝を用いた。

②稚貝収容密度試験

昨年度の遮光試験では、稚貝密度 2400 個/m²に対し生海水 900L/h に粗放培養餌料 45L/h を添加し、クロロフィル a 濃度が 10µg/L 以上となった海水をかけ流して中間育成を行い、最も成績の良かった 50%遮光で生残率 83.2%、平均殻長 56.6 mm であった。平均殻長で見れば十分な成績であるが、移植等の作業性が向上する殻長 50 mm 以上に限る生残率（殻長 50 mm 以上個数／収容密度、以下生産率）は 47.6% となり 50% を下回ってしまう。そこで、殻長 50 mm 以上の生産効率が高い中間育成をするため、稚貝の収容密度試験を行った。収容密度を、800 個/m²（区）、1600 個/m²（区）、2400 個/m²（区）で設定、それぞれを試験区 i、j、k とし、試験区毎に 3 つの水路（n=3）を準備した。遮光は農業資材である 50%遮光ネットを用いた。2021 年 9 月 1 日に殻長 8.1 mm の稚貝を各試験区に収容し試験を開始した。殻長測定は毎週、生残は毎月 1 回目視による全数計数を行った。前述の試験も含め、統計値の計算にはエクセル統計を用いた。

【研究成果の概要】

1) カゴ垂下式

垂下カゴ内基質表層粒径の違いによる生残・成長

2021 年 8 月 23 日から 10 月 18 日にかけて容器に収容する基質表層の粒径を変えて育成した結果、生残率と平均殻長は、試験区 a で 78.1±14.1% 及び 59.2±3.2 mm、試験区 b で 78.0±11.8% 及び 60.8±2.9 mm、試験区 c で 80.5±10.1% 及び 59.7±1.7 mm であった（図 4）。各試験区の生残率及び殻長には、ともに有意差が認められなかった（ANOVA, n.s.）。また、殻長 50 mm 以上の生産率は 61.8～68.9% であり、生残数に占める割合も 80% 以上と高かった（図 5）。育成期間中に警戒すべき台風の接近は確認されず、大雨による塩分低下も観察されなかったことから、カゴの陸上退避は行っていない。水温は 25℃ 以上が 10 月上旬まで続き、Chl-a 量は 3µg/L 以上が保たれ、育成条件は良好であった（図 6）。試験期間中はカゴ内の目視観察を毎週行い、食害生物を確認した場合は駆除を行った。期間中に出現した食害生物は全てイシガニであった。イシガニは、試験開始 3 週目から確認されるようになり、その後試験終了まで続いた。試験期間中に駆除したイシガニは 2 個体

1/カゴ前後であり、平均甲幅長は 20 mm 前後(最少 12 mm、最大 37 mm)であった(図 7)。毎週の目視観察と駆除を行うことで、甲幅長 30 mm 以上のイシガニ出現を大幅に抑えることができると思われる。

2) 陸上水路式

①陸上水路式稚貝収容密度試験

2021 年 9 月 1 日から 11 月 20 日にかけて、稚貝の収容密度を変えて育成を行った結果、生残率及び殻長は、試験区 i で $94.0 \pm 1.7\%$ 及び 58.7 ± 0.2 mm、試験区 j で $92.3 \pm 2.0\%$ 及び 52.6 ± 1.2 mm、試験区 k で $71.0 \pm 5.0\%$ 及び 50.2 ± 2.1 mm であった(図 8)。各試験区の生残率と殻長には、ともに有意差が認められた($ANOVA, p < 0.05$)。育成期間中の水温・塩分・クロロフィル a 量の推移を見ると、水温は 10 月中旬まで 25°C 前後で推移し、この間に殻長は大きく成長している。10 月中旬以降は水温低下とともに成長は鈍り、11 月上旬に 20°C を下回るとほとんど成長しなくなった。塩分は 30 前後で安定して推移し、クロロフィル a 量は、育成期間を平均すると $16\mu\text{g/L}$ (最少 $4\mu\text{g/L}$ 、最大 $25\mu\text{g/L}$)であった(図 9)。試験区毎の殻長 50 mm 以上の生産数及び生産率は、試験区 i で 614 ± 15 個及び $76.8 \pm 1.9\%$ 、試験区 j で 731 ± 22 個及び $45.7 \pm 1.0\%$ 、試験区 k で 786 ± 296 個及び $32.7 \pm 12.0\%$ であった(図 10、11)。試験区毎の生産数では有意差は認められなかったが($ANOVA, n.s.$)、生産率では有意差が認められた($ANOVA, p < 0.05$)。このことから、育成密度 800~2400 個/ m^2 の範囲では、密度を大きくしても殻長 50 mm 以上の生産数はそれほど増大せず、生産率が低くなることから効率的ではないと言える。

3) 中間育成に係る費用

カゴ垂下式(円/カゴ)及び陸上水路式(円/ m^2)にかかる直接費用を表 1 に示した。カゴ垂下式は、はえ縄式ロープ筏長 30m (+両側錨綱 10m $\times$ 2) に垂下カゴ数 15 カゴ、陸上水路式は、総面積 10 m^2 (2 $\text{m}^2 \times 5$ 水路槽) をそれぞれ算定基準にした。費用の内、資材費及び餌料費は実費等を基にしているが、種苗費は未確定であるため、1 円/mm と仮定して 8 mm 種苗は 8 円/個を用いた。殻長 50 mm 以上のタイラギ生産数は、今年度における垂下カゴ式 1000 個/カゴ($n=12$)、陸上水路式 800 個/ m^2 ($n=3$)の結果とした。

カゴ垂下式の費用は、22,478 円/カゴとなっており、殻長 50 mm 以上の平均生産数 668 個/カゴから算出すると、1 個体当たりは約 33.6 円となる。

陸上水路式の費用は、48,344 円/ m^2 となっており、殻長 50 mm 以上の平均生産数 614 個/ m^2 から算出すると 1 個体当たりは約 78.7 円となる。

カゴ垂下式では、陸上水路式費用の半分以下で殻長 50 mm タイラギを生産することができるが、天候の影響で生残率が低下しやすい。天候による直接的な影響としては、海水の低塩分化や波浪による施設の損壊が考えられる。間接的な影響としては、波浪の影響で船による管理作業が遅延し、食害生物の駆除が滞ってしまうことが考えられる。陸

上水路式での中間育成は、天候の影響をうけにくく安定した育成を行うことができる。また、常に生残計数や殻長測定を行えるため、計画的な取上げ作業も容易である。一方で、餌料費と人件費が大きな割合を占めており育成費用を高める要因となっている。また、栽培漁業公社等の民間施設で生産すれば、施設の減価償却費等が按分割で上乗せされるため、費用はさらに増えることになる。

【次年度に向けた提言】

カゴ垂下式では、基質表層を粒径の細かな砂で覆うことで、生残率向上を図ろうとしたが、効果を把握することはできなかった。しかし、今年度の最終的な生残率及び殻長は、78.0～80.5%及び 59.2～60.8 mmとなっており、育成結果としては好成績と言える。好成績となった要因としては、台風の接近が無く、大雨による塩分低下や悪天候による垂下カゴ管理作業の遅延が発生しなかったことにあると思われる。カゴ垂下式は、天候による影響の有無が成績を左右する育成方法と言える。

陸上水路式では、密度を変えることによって生残率や殻長に違いが見られるようになった。特に、殻長 50 mm以上のタイラギを多く育成するためには 800 個/m²程度の密度が効率的であることが判明した。一方で、育成費用は、カゴ垂下式の 2 倍以上かかっている試算となっており、大きな課題と言える。

次年度は、カゴ垂下式では天候と生残及び成長の関係性を把握していくことが求められていると思われ、台風接近等の悪天候時に、育成カゴを垂下継続または陸上退避させるための判断材料を蓄積していく必要がある。また、陸上水路式では、カゴ垂下式との育成費用差を少しでも縮めるための方策を見出す必要があると思われる。

【参考文献】

- 山本昌幸、伊藤 篤、山崎 英樹、兼松正衛. 異なる基質・密度で中間育成したリシケタイラギ稚貝の生残率と成長率. 水産増殖 2017; 65: 263-269.
- Kurihara T, Nakano S, Matsuyama Y, Hashimoto K, Yamada K, Ito A, Kanematsu M. Survival time of juvenile pen shell *Atrina pectinata* (Bivalvia: Pinnidae) in hyposaline water. *International Aquatic Research* 2018; 10: 1-11.

【図表】

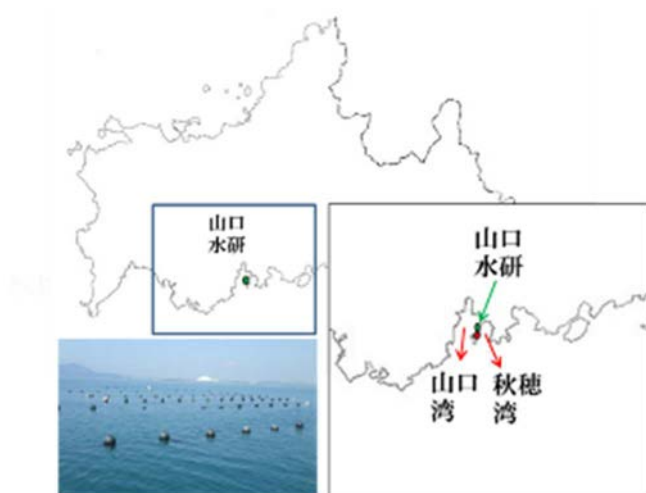


図1. カゴ垂下式及び陸上水路式育成を実施している山口湾及び山口県水産研究センター



図2. サンテナーカゴ

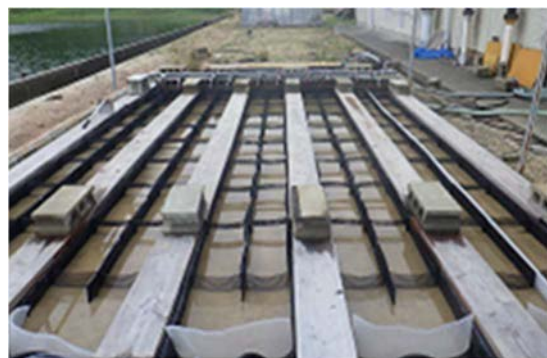


図3. 陸上水路式水槽

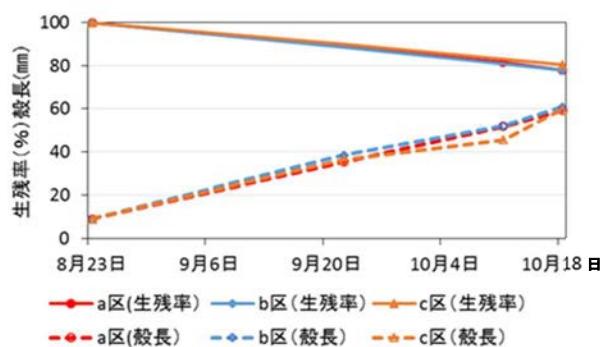


図4. カゴ垂下式の生存率と殻長の推移

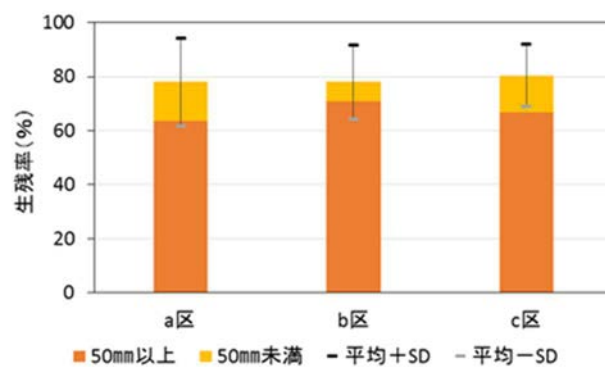


図5. カゴ垂下式育成終了時の生存率（生産率）

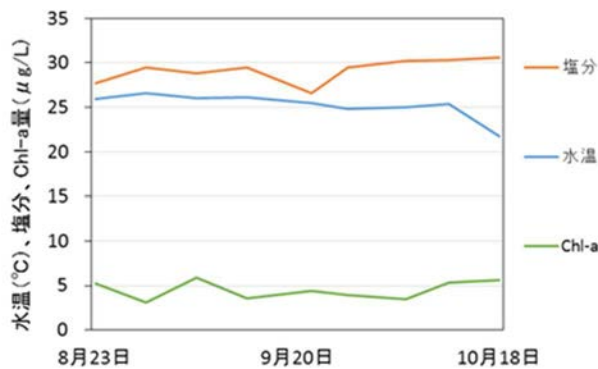


図 6. カゴ垂下式試験における水温、塩分、クロロフィル a 量

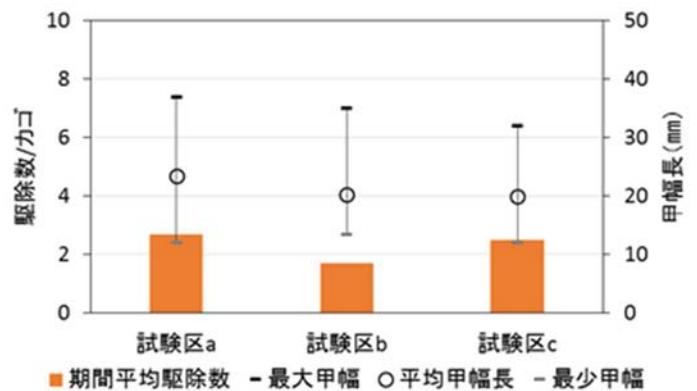


図 7. カゴ垂下式試験におけるイシガニ駆除数と甲幅長

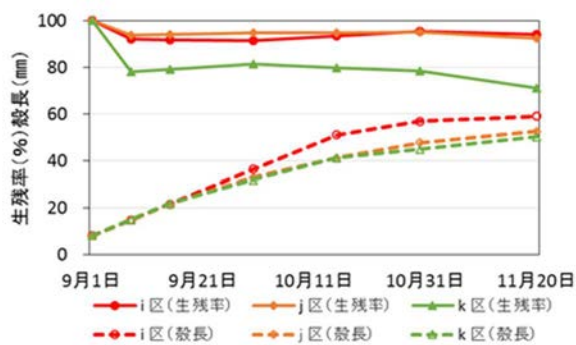


図 8. 陸上水路式試験における生残率と殻長の推移

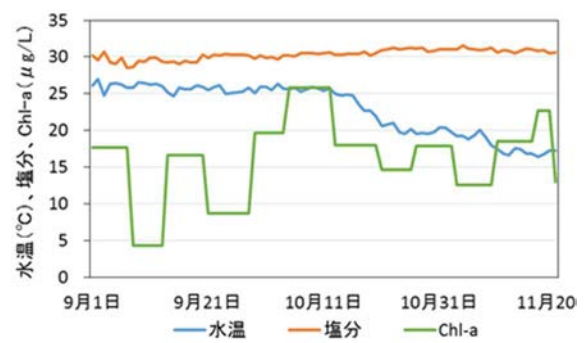


図 9. 陸上水路式試験における水温、塩分、クロロフィル a 量

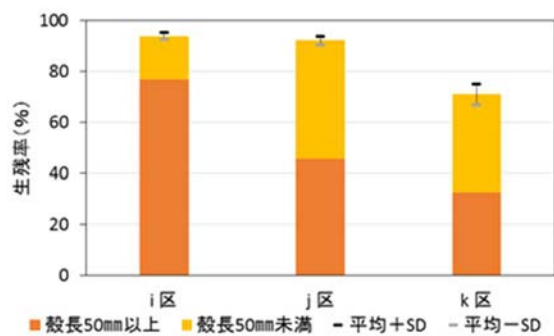


図 10. 陸上水路水路における育成終了時の生残率(生産率)

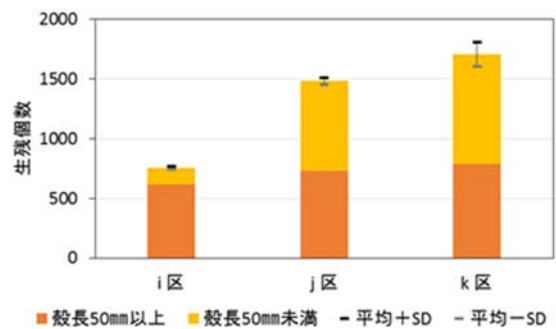


図 11. 陸上水路における育成終了時の生残数(生産数)

表 1. 中間育成に係る費用

	カゴ垂下式(15カゴ単位、57日間)					陸上水路式(10㎡単位、81日間)				
	品目	数量	価格	耐用年数	金額	品目	数量	価格	耐用年数	金額
種苗費	殻長8mm種苗(仮)	15,000 個	8 円/個		120,000 円	殻長8mm種苗(仮)	8,000 個	8 円/個		64,000 円
資材費	片爪錨(18kg)	2 個	29,700 円/個	5	11,880 円	19cmコンクリブロック	54 個	346 円/個	5	3,737 円
	蓋付サンテナーカゴ	15 個	4,862 円/個	5	14,586 円	40mmバルブ	1 個	6,160 円/個	5	1,232 円
	フロート	16 個	3,828 円/個	5	12,250 円	20mmバルブ	5 個	2,464 円/個	5	2,464 円
	20mmロープ	50 m	200 円/m	5	2,000 円	13mmバルブ	5 個	1,793 円/個	5	1,793 円
	8mmロープ	60 m	40 円/m	5	480 円	13mmバルブ用ソケット	5 個	2,464 円/個	5	2,464 円
	パンカー砂	0.164 ㎡	6,443 円/㎡	1	1,057 円	40×20チーズVP	5 個	210 円/個	5	210 円
	防汚剤	4.5 kg	1,907 円/kg	1	8,582 円	40mm塩ビVP	1 個	1,408 円/個	5	282 円
	中敷き(平織ネット)	5.94 ㎡	646 円/㎡	1	3,837 円	20mm塩ビVP	1 個	693 円/個	5	139 円
	免税軽油	32 L	78 円/L	1	2,496 円	13mm塩ビVP	1 個	360 円/個	5	72 円
						トリカルネット	19.6 ㎡	1,518 円/㎡	5	5,951 円
						サクションホース50mm	30 m	956 円/m	3	9,560 円
						園芸ホース	50 m	308 円/m	3	5,133 円
						水中ポンプ	1 台	27,801 円/台	3	9,267 円
						ブルーシート(590×130)	5 枚	4,500 円/枚	1	22,500 円
						パンカー砂(0.2㎡×5槽)	1 ㎡	6,443 円/㎡	1	6,443 円
餌料費						50%遮光幕	25 ㎡	130 円/㎡	1	3,250 円
						生海水	17,496 t	1.85 円/t		32,368 円
						砂ろ過海水	875 t	3.70 円/t		3,238 円
						ゲルカルチャー	15 kg	1,188 円/kg		17,820 円
						フィッシュリールMF	20 kg	396 円/kg		7,920 円
						硫安	10 袋	1,188 円/袋		11,880 円
						過リン酸石灰	1 袋	1,716 円/袋		1,716 円
人件費	垂下・生物駆除作業	8 日	10,000 円/日・人	2 人	160,000 円	餌料培養・掃除作業	27 日	10,000 円/日・人	1 人	270,000 円
合計					337,168 円					483,439 円
	1カゴ当たりの経費				22,478 円/カゴ	1㎡当たりの経費				48,344 円/㎡

ウ. 人工種苗から成貝までの育成技術の開発

③ 東京湾におけるハマグリ育成技術開発

千葉県水産総合研究センター 東京湾漁業研究所

小林 豊

【目的】

これまでの試験結果から、殻長 1 mm 以降のハマグリの子貝育成については、3 段式循環水槽（ダウンウェリング方式）で継続して育成し、越冬させることが可能となった。また、春季に殻長 3 mm 程度に成長した子貝は干潟で被覆網を使用して保護育成することで、夏季までの残留率が 50% に達した。

しかし、殻長 1 mm の子貝を、3 段式循環水槽で室内育成する際の適正な育成密度は判明していない。そこで、殻長 1 mm からの育成密度の比較試験を実施し、翌春までに殻長 3 mm 程度に育成することを目標とした。

一方、春夏季の被覆網による干潟育成では、被覆網の縁辺部を埋設して設置していたが、労力を要するため、簡易な設置方法について検討してきた。その結果、被覆網の縁辺部に沈子ロープ（80 g/m）2 本を装着し、杭で固定する方式がよいと考えられた。また、令和 2 年 11 月から平均殻長 14 mm の子貝を使用し、同方式の被覆網で育成密度試験（400、800、1,200 個/ m²）を実施し、翌年 3 月までの残留率は全ての試験区で 90% 以上と順調な育成であった。

そこで、令和 2 年 11 月から実施した被覆網育成密度試験を継続して行うとともに、再現性を検証するため、同方式の被覆網を使用し、春夏季および秋季以降の 2 段階に分けて育成試験を実施した。

【研究方法】

1) 3 段式循環水槽を使用した殻長 1 mm 以降の育成密度比較試験

使用水槽は多段式循環水槽（ダウンウェリング方式）である（詳細は、「(3) 人工種苗生産技術の開発、②ハマグリ人工種苗生産技術」参照）。散水量は 1.2～1.5 L/分とし、基質（貝化石）は使用しなかった。試験は令和 3 年 12 月 10 日から開始し、試験開始時の子貝の平均殻長は 1.5 mm であった。育成密度は、直径 60 cm の飼育容器に 7 万個体/器（25 個体/cm²）と 15 万個体/器（53 個/cm²）の 2 試験区とし、各水槽に 3 器収容した。餌料はパブロバ、ルテリとキートセロス、ネオグラシーレを与え、給餌回数は 1 日 3 回（午前、午後、夜）とした。給餌量の調整は、午前の給餌前にコールターカウンター（Z2）で残餌を計数し、残餌が 2,000 細胞/ml 以下の場合は給餌量を増加した。飼育開始の水温は 26℃、塩分は 25 とし、水温は室内温度の低下に合わせて 12 月 20 日に 25℃、1 月 2 日に 23℃、9 日に 22℃、15 日に 21℃に下げた。塩分は 1 週間かけて上げ、12 月 17 日から概ね 32～34 とした。水換えは隔日、子貝洗浄は概ね毎日実施し、月 1 回の間隔で生残率と成長を把握した。また、1 月 17 日に成長の良くない小型貝を除去するため、1 mm 角目のふるいで選別した。

2) 令和2年11月からの被覆網による育成密度試験

ハマグリ稚貝は、干潟で令和2年の春夏季育成した平均殻長14 mmの稚貝を使用した。試験は令和2年11月30日から開始した。育成場所は千葉県木更津市盤洲干潟の小櫃川河口北側干潟域の岸側（地盤高+0.9 m程度）とした。育成密度は400、800、1,200 個体/m²の3試験区とし、被覆網の区画は3×3 m、目合は4 mm 角目とした。網の管理は、令和3年11月に6 mm 角目のものと交換し、概ね月1回のサンプリング時に、網に付着した藻類や泥をブラシで除去し、さらに網をふるうことで除去した。1、2月は藻類の付着が特に多かったため、藻類の付着防止のため、網を天地返しして設置した。追跡調査は原則的に月1回実施し、内径65 mmのコアサンプラーで網内の6か所を各3回採取し、残留率及び成長（殻長）を把握した。

3) 令和3年度被覆網育成試験

春夏季育成試験は令和3年4月28日から11月19日までの205日間実施した。育成場所は上記の令和2年度被覆網試験と同様とした。稚貝は、令和2年度の初夏～秋に採卵し、室内で越冬させた平均殻長3.7 mmの稚貝を使用した。被覆網の区画は5×5 m、目合は2 mm 角目で、育成密度は4,400 個体/m²とした。網の管理は、8月上旬に流失が発覚したため、4 mm 角目の網を再設置し、月1回のサンプリング時に、網に付着した藻類や泥の除去は上記2)と同じ方法とした。追跡調査は月1回実施し、内径65 mmのコアサンプラーで網内の6か所を各1～3回採取し、残留率及び成長（殻長）を把握した。

秋季以降の育成試験は令和3年12月16日から開始した。育成場所は春夏季育成試験と同様の場所とした。ハマグリ稚貝は、上記の春夏季育成の稚貝（平均殻長23 mm）を12月14日に採取し、東京湾漁業研究所の屋外流水水槽で2日間蓄養して使用した。育成密度は1,000 個体/m²とした。被覆網の開始時の区画は3×3 m、目合は6 mm 角目とした。網の管理は、月1回のサンプリング時に、網に付着した藻類や泥の除去は上記2)と同じ方法とした。追跡調査の方法と間隔は令和2年度の試験と同様とした。

【研究成果の概要】

1) 3段式循環水槽を使用した殻長1 mm以降の育成密度比較試験

7万個体/器、15万個体/器を各3器収容した水槽（各水槽を順に試験区1、試験区2と呼ぶ）の平均生残率の推移を図1に示す。1月に1 mm ふるいで選別した後の平均生残率は両区とも70%台であった。2月時点の平均生残率は試験区1、2それぞれ69%、73%で、1月と大きな変化はなく、試験区間による有意な差はみられていない（t検定：P>0.05）。

平均殻長の推移を図2に示す。1月の平均殻長は2 mm 前後、2月には試験区1、2それぞれ2.3 mm、2.0 mm で、密度の高い試験区2のほうが有意に小さい結果となった（t検定：P<0.05）。

2月時点では、密度の高い試験区2の平均殻長は有意に小さいが、生残率の有意な差はないことから、1 mm 稚貝を15万個/容器程度で育成する可能性が推察された。

2) 令和2年11月からの被覆網による育成密度試験

平均残留率の推移を図3に示す。4月の残留率は400、800、1,200個/m²で46、57、82%と400および800/m²で大きく低下した。この要因は、時化による強波浪で網内の稚貝が局所的に集積したことで、低密度ほどサンプリング誤差が生じたものと思われた。7月の平均残留率は84、88、85%と80%以上であったが、8月以降は概ね低下し、10月には38、44、52%となった。8月以降の平均残留率低下の要因は、台風や時化による砂泥の堆積が影響したものと思われた。2月時点の平均残留率は46、46、52%で、試験区間による有意な差はみられず（分散分析：P>0.05）、40~50%で推移している。

平均殻長の推移を図4に示す。4月の平均殻長は各試験区で17mmであったが、5月以降成長し、6月には全ての試験区で20mm以上に達し、9月になるとさらに成長し、30mm以上に達した。10月以降、成長は停滞し、2月時点の平均殻長は31、33、32mmで、試験区間による有意な差はみられなかった（分散分析：P>0.05）。

以上の結果から、平均殻長14mmの稚貝を秋冬季から1,200個/m²の密度で育成することが可能であると考えられた。

3) 令和3年度被覆網育成試験

春夏季育成の平均残留率を図5に示す。7月までは40~50%台で推移していた。しかし、7月下旬の台風後の8月上旬に状況を確認したところ、網が流失していた。そのため稚貝が網外へ散逸し、8月の平均残留率は13%に大きく低下し、11月までの平均残留率は5%となった。平均殻長の推移を図6に示す。5月から10月まで順調に成長し、7月には10mmを超え、10月には20mmを超え、これまで干潟育成を行った中で一番良好であった。

秋季以降の育成の平均残留率は、2月時点で80%と順調で、平均殻長は2月時点で22mmと開始時と変わらない状況である。

【次年度に向けた提言】

1) 3段式循環水槽を使用した殻長1mm以降の育成密度比較試験

2月までの経過では、両試験区ともに生残率は70%程度で有意な差はなく順調に育成できている。平均殻長は、2mmに達したが、密度の高い水槽②のほうが有意に小さい状況であった。育成を継続し、干潟育成を実施する4から5月までには目標の3mm程度に達する見込みであることから、1mm程度の稚貝を15万個/容器で育成可能と考えられた。令和4年度はさらに15万個/容器よりも高密度で育成し、残留率、成長（殻長）を比較する予定である。

2) 令和2年11月からの被覆網による育成密度試験

全ての試験区で育成できていることから、令和4年度も追跡調査を実施し、平均殻長40mm以上に達した後、試験区ごとに回収し、回収重量を調べる予定である。

3) 令和3年度被覆網育成試験

春夏季育成の5×5m区画の網は台風により流失したため、網設置方法の改良（四隅およ

び辺の中央部にロープ出しを行って杭固定し、杭とロープは結束バンドなどで固定する等)を
 する必要がある。秋季以降の育成は、令和2年度と同様に順調であるため、令和4年度も
 追跡調査を実施する予定である。

【図表】

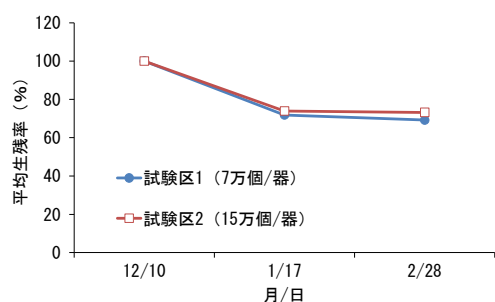


図1. 平均生存率の推移

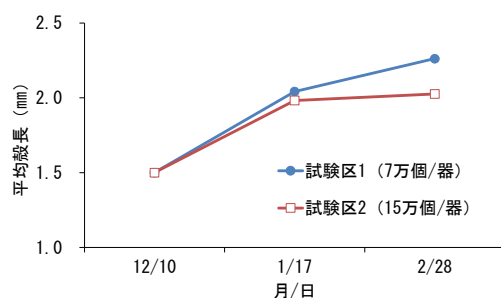


図2. 平均殻長の推移

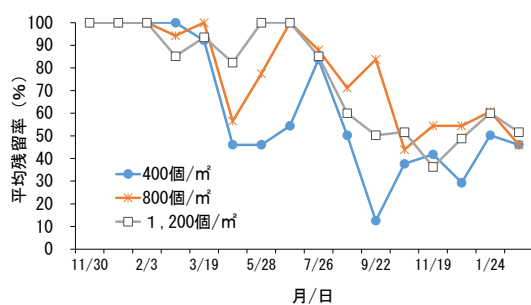


図3. 平均残留率の推移 (令和2年度育成)

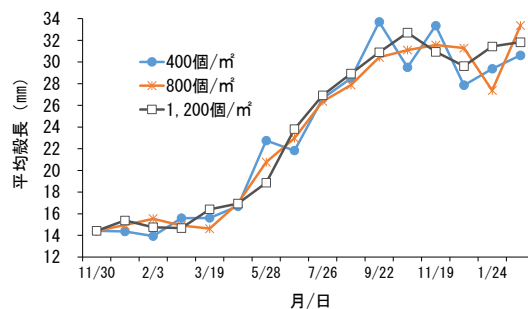


図4. 平均殻長の推移 (令和2年度育成)

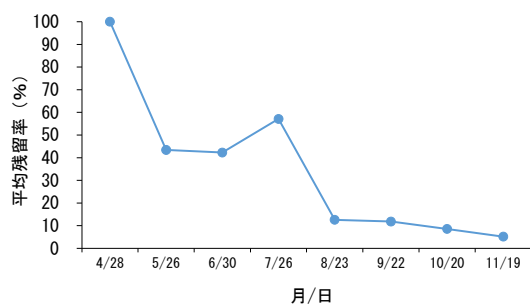


図5. 平均残留率の推移
 (令和3年春夏季育成)

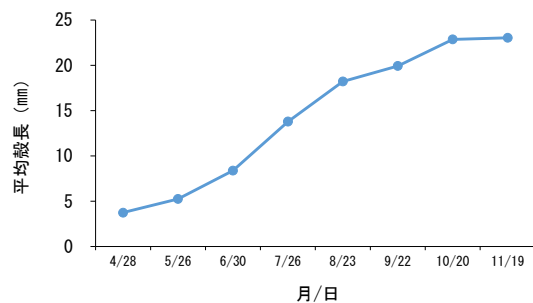


図6. 平均殻長の推移
 (令和3年春夏季育成)

ウ．人工種苗から成貝までの育成技術の開発

④ 伊勢湾におけるハマグリ育成技術開発

三重県水産研究所 鈴鹿水産研究室

舘 洋

【目的】

伊勢湾（三重県側）のハマグリは、主に北部の桑名地区において戦後は年間千トン以上が水揚げされたが、干潟の減少、地盤沈下などの影響で昭和 40 年代後半から減少し、平成に入ると水揚量は数トンまで激減した。桑名地区では、ハマグリ資源の回復に向けて、昭和 50 年頃からハマグリ稚貝（人工種苗）の生産技術開発と稚貝の放流、資源管理、干潟造成などに取り組んだ結果、平成 15 年頃からハマグリ資源が増加し、平成 26 年には水揚量が約 200 トンまで回復したが、その後は再び資源が減少し、令和 2 年の水揚量は約 64 トンとなっており、ハマグリ加入量および資源の底上げが急務となっている。本研究では、桑名地区におけるハマグリ稚貝の放流効果を高めるため、同地区で天然ハマグリ分布調査を行い、ハマグリ稚貝を屋外で中間育成する適地・環境条件を把握する。また、人工種苗生産したハマグリ稚貝を用いて、屋外での中間育成技術を開発する。

【研究方法】

天然海域での中間育成場所はエ④の調査結果をもとに決定する計画であったが、7 月の豪雨の影響により天然稚貝の分布量が急激に減少し、参考となるデータが得られなかった。また、前年度は、伊勢湾内 2 か所（桑名、津）において、飼育カゴの垂下飼育試験を実施したが、水温低下時の生育不良や、河川出水時による飼育カゴの破損、害敵生物の侵入等による生残数の低下が見られた。このため、今年度は飼育カゴを改良するとともに、県南部の温暖で静穏な海域（鳥羽地区、尾鷲地区）において中間育成試験を行い、稚貝の成長、生残を把握した。また、放流用クルマエビ種苗の中間育成施設において、飼育排水を活用した陸上水槽での中間育成試験を実施した。

1) 陸上水槽での中間育成

鈴鹿市にある北部中間育成施設において、放流用クルマエビ種苗の中間育成が行われる 6 ～11 月に、飼育排水を活用したハマグリ稚貝の中間育成試験を実施した。クルマエビの中間育成を行っている円型コンクリート水槽横の下部に、2 t FRP 水槽を 2 基設置し、一方はクルマエビ飼育排水を希釈せずにそのまま、もう一方は飼育排水を施設内の汲み上げ海水で 1/2 に希釈して給水するよう配管した。飼育容器として、直径 39cm、高さ 20cm のカラム底面に目合い 500 μ m のメッシュネットを張って水槽内に設置し、ハマグリ人工種苗を収容して、上方から穴をあけた塩ビ管からダウンウェリング注水した（図 1）。水槽は遮光ネットで覆い、毎日 1 回、全排水を行って水槽内をブラシ清掃した。また、予備飼育において、飼育カラムの目詰まりが発生したため、8 月以降は毎日 2 回、水道水のシャワー散水により、

飼育カラムと稚貝を洗浄した。種苗は三重県栽培漁業センター（浜島）で生産された 1 mm 前後の人工種苗を用い、収容個数などは表 1 の通りとした。飼育期間中は、1 週間に 1 回程度、飼育稚貝の殻長を測定するとともに、飼育水の水温、塩分、溶存酸素濃度、クロロフィル a 濃度を測定した。

2) 天然海域での中間育成

三重県南部の温暖で静穏な養殖漁場である鳥羽市浦村と尾鷲市で育成試験を実施した（図 2）。飼育カゴは、付着物除去の容易さと害敵生物の侵入を防ぐ観点から、市販の EVA 製スカリ（タカ産業（株）、直径 30cm、高さ 36cm、目合い 3 mm）と、真珠養殖で用いられるアコヤガイ卵抜き籠（佐々木商工（株）、34×24cm）を用いた（図 3）。EVA 製スカリには、ハマグリ稚貝の散逸を防ぐために、内側に 1.4 mm のメッシュを張り、底に粒径 1 mm 以下の細砂を 3cm 程度敷いて稚貝を収容した。また、卵抜き籠には目合い 0.5 mm の PE ネットに粒径 1～2mm の粗砂、または平均粒径 1.2mm のアンスラサイトを厚さ 3cm 程度になるように入れて、稚貝を収容した。飼育水深は 1.5m とし、栈橋または養殖筏に、飼育カゴを垂下して飼育した。試験に用いる稚貝の個数と大きさは表 2 の通りとし、試験は 9 月上旬から実施し、3 月中旬まで飼育した。

【研究成果の概要】

1) 陸上水槽での中間育成

北部中間育成施設において、クルマエビ種苗の飼育排水を 1/2 に希釈して飼育水とした水槽①と、希釈せず、そのまま用いた水槽②における水温、塩分、クロロフィル-a の推移を図 4 に示した。水温は 12～28℃（平均 24℃）で、塩分は 12～24‰（平均 17‰）、溶存酸素濃度は期間を通して 5mg/L 以上で推移し、水槽①と水槽②で大きな差は見られなかった。クロロフィル-a は水槽①では 3～35 μg/L（平均 27 μg/L）、水槽②では 15～83 μg/L（平均 51 μg/L）で推移した。

中間育成試験結果を表 3 に示した。6 月 28 日から開始した試験 No.1 と 2 では、試験開始してまもなく、カラムの目詰まりが発生するようになり、飼育水の通りが悪くなったため、7 月中旬にカラムメッシュの目合いを 250μm から 500μm に変更した。また、ツリガネムシの発生が見られたことから、8 月以降は、1 日 2 回、水道水による稚貝とカラムの洗浄を実施した。試験 No.1～6 の日間成長率は、0.007～0.056mm/日で、最も高かったのは飼育排水を 1/2 に希釈した水槽①の飼育個数 3 万個（25.1 個/cm³）の試験群で、平均 1.5 mm の稚貝が 2 か月後に平均 5 mm に生育した。8 月中旬以降に開始した試験 3～6 までの平均殻長の推移を図 5 に示した。飼育初期から概ね順調な生育が見られているが、飼育排水をそのまま用いた飼育群に比べ、1/2 に希釈して用いた試験群で良好な生育となった。また、飼育個数 3 万個（25.1 個/cm³）で飼育期間を通じて、停滞することなく順調に生育したが、飼育個数 12 万個（98.8 個/cm³）では、生育とともにへい死個体が目立つようになった。

2) 天然海域での中間育成

鳥羽市、尾鷲市で実施した垂下飼育試験期間中の水温の推移を図 6 に示す。鳥羽市では 8.3～26.1℃、尾鷲市では 16.5～27.3℃で推移し、伊勢湾北部（鈴鹿市）と比較して、鳥羽市では平均して 0.5℃程度高い程度であったが、尾鷲市では平均して 5℃程度も高く、特に 12 月以降は、7～10℃高く推移した。また、昨年度の伊勢湾内での試験のような飼育カゴの破損や害敵生物の侵入などは見られなかった。

鳥羽市と尾鷲市での試験結果を表 4 に示した。日間成長率は 0.008～0.015mm/日で、陸上水槽での中間育成に比べ、低い成長となった。鳥羽市と尾鷲市での平均殻長の推移を図 7 に示した。尾鷲市では試験開始から 1 月程度までは、順調に生育したが、10 月以降は生育が停滞し、大型サイズのものを中心にへい死が見られるようになった。一方、鳥羽市では、尾鷲市の飼育より成長は緩やかであるものの、目立ったへい死は観察されなかった。尾鷲市では飼育開始の 1 カ月後となる 10 月下旬から、コケムシなどの付着生物が目立つようになり、その後も、海藻類やホヤなどの付着が見られた。特にコケムシ類は飼育カゴ表面や、内部の PE ネット表面を覆うように付着しており、飼育カゴ内の海水交換が悪化しているものと考えられた。尾鷲では比較的大型個体のへい死が見られており、付着物により海水交換が悪化して、エサ不足に陥ったものと推察された。

鳥羽での試験では、卵抜き簞よりスカリでの飼育が順調であった。卵抜き簞は、構造上、外敵生物の侵入に対しては有効であるが、海水交換で劣ることが生育不良の原因と考えられた。また、水温が 15℃を下回る 12 月以降は、生育は停滞している。

【次年度に向けた提言】

クルマエビ種苗中間育成の飼育排水を活用した陸上水槽での中間育成について、今年度から実施したが、比較的順調な生育が確認されたことから、今後、飼育水の希釈濃度や飼育密度など飼育条件の詳細を検討する。ただし、クルマエビの飼育排水が活用できる期間が限られていることから、天然海域での中間育成についても引き続き検討を進める。天然海域での中間育成の検討では、これまで飼育カゴの破損や害敵生物の侵入による生残数の減少、低水温時の生育不良など、良好な結果が得られていなかったが、飼育カゴの改良や、県南部の温暖で静穏な海域で中間育成することにより、ある程度の生育が確認されたことから、今後は飼育カゴ内の海水交換を増加させる工夫や基質の有無、飼育密度などについて、検討を進める。

【図表】



図 1. 飼育排水を活用したダウンウェリング飼育

表 1. 陸上水槽による中間育成試験の飼育条件

No.	飼育水	開始日	稚貝数 (千個)	飼育密度 (個/cm ²)	開始時の平均 殻長(mm)
1	希釈なし	6月28日	10	8.4	0.98
2	1/2希釈	6月28日	10	8.4	0.98
3	希釈なし	8月20日	30	25.1	1.52
4	1/2希釈	8月20日	30	25.1	1.47
5	希釈なし	8月27日	118	98.8	1.35
6	1/2希釈	8月27日	118	98.8	1.35



図 2. 天然海域での中間育成実施地点



図 3. EVA 製スカリ（上）とアコヤガイ卵抜き籠

表 2. 天然海域での中間育成試験の飼育条件

No.	海域	飼育容器	基質	稚貝数 (千個)	飼育密度 (個/cm ²)	開始時の平均 殻長(mm)
1	鳥羽市浦村	市販スカリ(丸底タイプ)	細砂(1mm以下)	1.5	2.05	3.9
2	鳥羽市浦村	卵抜き簀、PEネット	粗砂(1~2mm)	2.1	2.23	3.9
3	鳥羽市浦村	卵抜き簀、PEネット	アンスラサイト(平均1.2mm)	2.0	2.09	3.9
4	尾鷲市	市販スカリ(丸底タイプ)	細砂(1mm以下)	1.6	2.33	3.9
5	尾鷲市	卵抜き簀、PEネット	粗砂(1~2mm)	2.0	2.14	3.9
6	尾鷲市	卵抜き簀、PEネット	粗砂(1~2mm)	4.9	5.24	3.9
7	尾鷲市	卵抜き簀、PEネット	アンスラサイト(平均1.2mm)	2.0	2.14	3.9

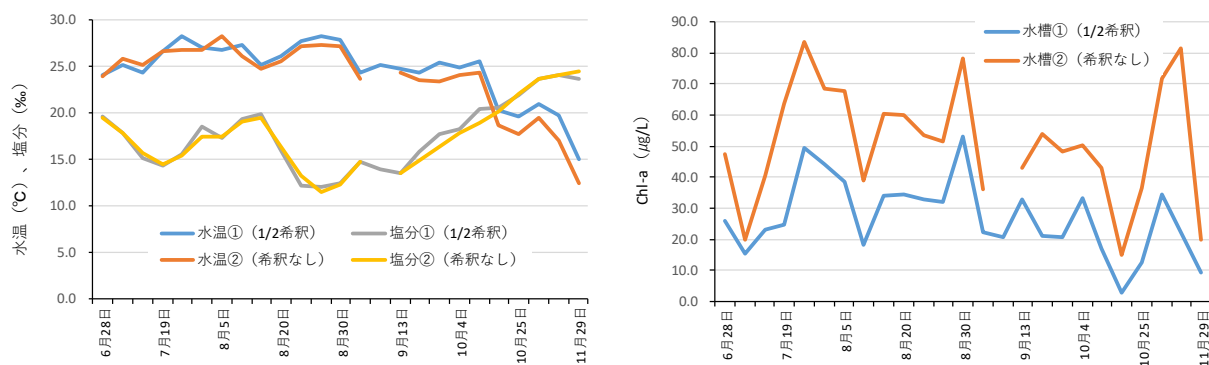


図 4. 陸上水槽における水温・塩分（左図）、クロロフィル-a（右図）の推移

表 3. 陸上水槽における中間育成結果

No.	飼育水	開始日	稚貝数 (千個)	飼育密度 (個/cm ²)	開始時の平均 殻長(mm)	飼育終了日	終了時の稚貝 数(千個)	終了時の平均 殻長(mm)	生残率 (%)	日間成長量 (mm/日)
1	1/2希釈	6月28日	10	8.4	0.98	8月20日	9.6	1.57	96.5%	0.011
2	希釈なし	6月28日	10	8.4	0.98	8月20日	4.9	1.34	49.1%	0.007
3	1/2希釈	8月20日	30	25.1	1.52	10月25日	28.6	5.19	95.4%	0.056
4	希釈なし	8月20日	30	25.1	1.47	10月25日	26.2	3.02	87.3%	0.023
5	1/2希釈	8月27日	118	98.8	1.35	10月25日	53.4	3.40	45.3%	0.035
6	希釈なし	8月27日	118	98.8	1.35	10月25日	89.0	2.86	75.4%	0.026

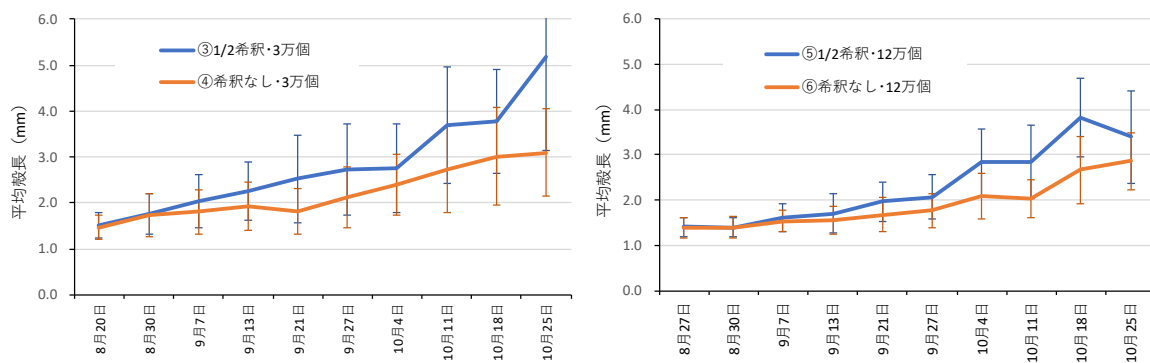


図 5. 陸上水槽における平均殻長の推移（試験③④：左図、試験⑤⑥：右図）

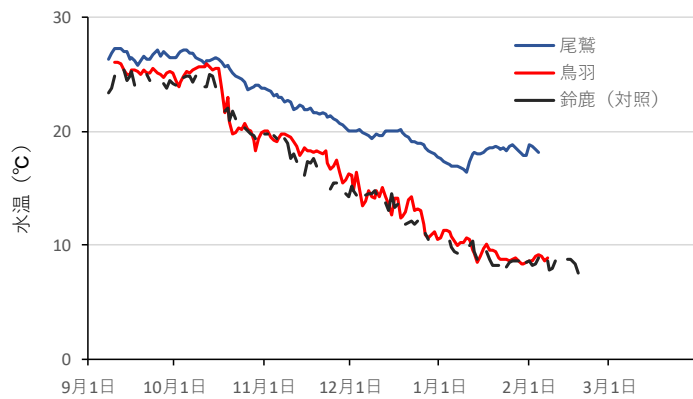


図 6. 試験海域における水温の推移（鈴鹿は表層水温）

表 4. 天然海域における中間育成結果

No.	海域	飼育容器	飼育基質	開始日	稚貝数 (千個)	飼育密度 (個/cm ²)	開始時の平均 殻長(mm)	最終測定日	最終測定時の平 均殻長(mm)	日間成長量 (mm/日)
1	鳥羽市浦村	市販スカリ(丸底タイプ)	細砂(1mm以下)	9月10日	1.5	2.05	3.9	2月4日	6.06	0.015
2	鳥羽市浦村	卵抜き籠・PEネット	粗砂(1~2mm)	9月10日	2.1	2.23	3.9	2月4日	5.26	0.009
3	鳥羽市浦村	卵抜き籠・PEネット	アンスラサイト(平均1.2mm)	9月10日	2.0	2.09	3.9	2月4日	5.29	0.009
4	尾鷲市	市販スカリ(丸底タイプ)	細砂(1mm以下)	9月8日	1.6	2.33	3.9	2月4日	5.38	0.010
5	尾鷲市	卵抜き籠・PEネット	粗砂(1~2mm)	9月8日	2.0	2.14	3.9	2月4日	5.41	0.010
6	尾鷲市	卵抜き籠・PEネット	粗砂(1~2mm)	9月8日	4.9	5.24	3.9	2月4日	5.72	0.012
7	尾鷲市	卵抜き籠・PEネット	アンスラサイト(平均1.2mm)	9月8日	2.0	2.14	3.9	2月4日	5.05	0.008

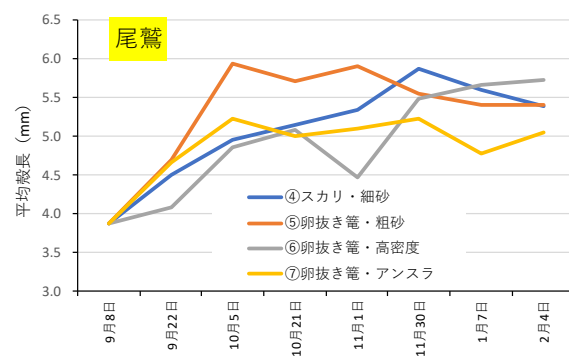
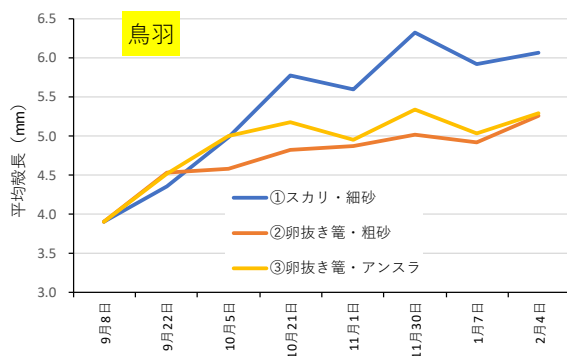


図 7. 天然海域における平均殻長の推移（鳥羽地区：左図、尾鷲地区：右図）