

令和3年度

三重県栽培漁業センター
三重県尾鷲栽培漁業センター
事業報告書

令和4年6月

公益財団法人三重県水産振興事業団

目 次

庶務事項

1 沿 革	1
2 名称および所在地	1
3 組 織	1

業務報告

三重県栽培漁業センター

1 餌料培養	2
2 ヒラメ種苗生産	4
3 クルマエビ種苗生産	7
4 アワビ種苗生産	9
5 クロアワビ中間育成	10
6 クロアワビ親貝成熟状態維持技術開発試験	11
7 アコヤガイ種苗生産	16
8 ガザミ種苗生産	19

三重県尾鷲栽培漁業センター

1 ナンノクロロプシス培養	22
2 マダイ種苗生産	23
3 マダイ海面飼育	25
4 トラフグ種苗生産	26
5 トラフグ海面飼育	29
6 カサゴ種苗生産	30
7 カサゴ海面飼育	32
8 アワビ種苗生産	33
9 マハタ種苗生産	36
10 マハタ海面飼育	40
11 ヒラメ海面飼育	41
12 ヒロメ種苗生産	42
13 海洋深層水利活用	43

資料

伊勢湾北部中間育成施設	44
伊勢湾南部中間育成施設	45
令和3年度水温観測記録	46

法人概要

1. 沿革

三重県栽培漁業センターは昭和53年から昭和55年の3ヶ年で基本施設を設置し、昭和56年からアワビ、クルマエビ、アコヤガイの種苗を生産供給している。また、昭和61年度に施設の増強を図り、昭和62年からヒラメ、マダイ、トラフグの種苗生産を開始した。また、栽培漁業をより一層推進する必要から重要な魚介類を大量に生産供給する中核施設として、三重県尾鷲栽培漁業センターを平成7年度に整備し、平成8年からマダイ、平成9年からトラフグ、アワビの生産を開始している。

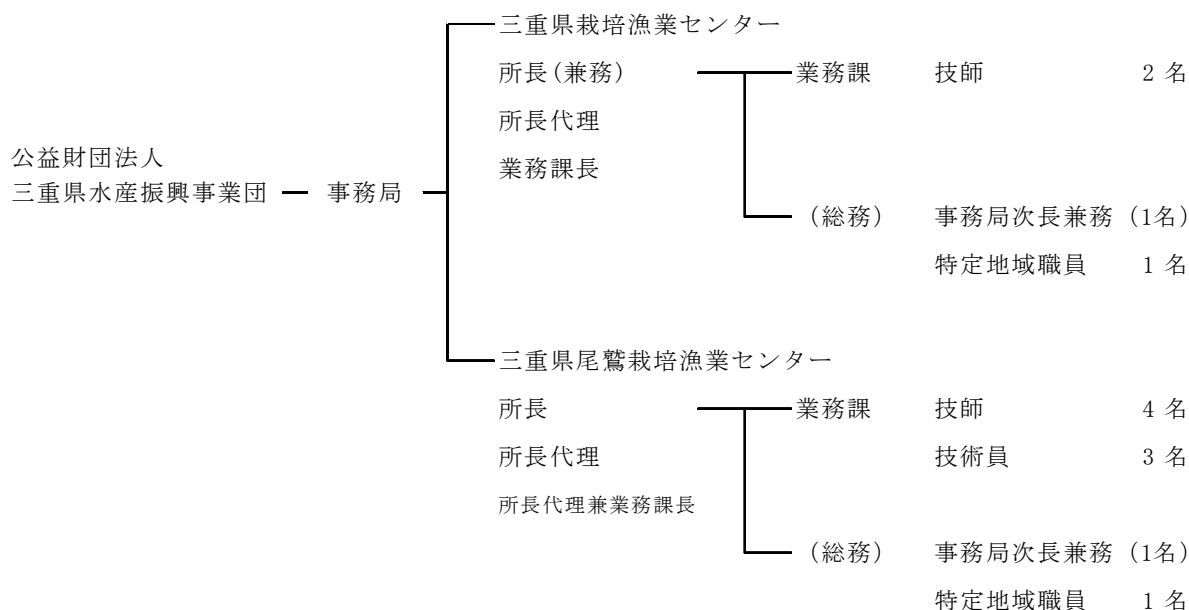
その後新たな魚種として、三重県栽培漁業センターでは、平成11年からヨシエビ、平成24年からナマコ、平成27年からガザミの種苗生産に取り組んだ。尾鷲栽培漁業センターでは、平成11年からカサゴの種苗生産を、マハタについては平成20年度から22年の間に研究機関から技術移転を受けて量産化し、種苗の供給を行っている。

なお、ヨシエビおよびナマコ種苗生産については諸事情により昨年度（令和2年度）をもって終了し、今年度からは新たな魚種としてハマグリ種苗生産技術開発試験を開始した。

2. 名称および所在地

三重県栽培漁業センター	三重県尾鷲栽培漁業センター
三重県志摩市浜島町浜島3564-1	三重県尾鷲市古江町811-1
〒 517-0404	〒 519-3922
TEL 0599-53-2265	TEL 0597-27-3730
FAX 0599-53-2755	FAX 0597-27-3731
E-mail saibai@shima.mctv.ne.jp	E-mail owasesaibai@za.ztv.ne.jp

3. 組織



三重県栽培漁業センター

餌料培養

上谷和功・山根史裕・濱辺 篤

1 ワムシの培養

魚類，甲殻類種苗生産用餌料として S 型ワムシおよび L 型ワムシの培養を行った。

方法

本年度のワムシの培養は，当センターで保有している S 型，L 型ワムシを用いて行った。S 型ワムシの培養方法は，2 m³水槽および 500L アルテミアふ化水槽を用いて培養水を 70～90%海水に調整して行った。また給餌基準は，濃縮淡水クロレラをワムシ 1 個体あたり 3.5×10^4 cells，上限を 5L/槽とするが，ワムシの増殖状態により適時，給餌量を変更した。

L 型ワムシは，500mL および 1L ビーカーによる維持培養から，種苗生産期前に 2L，15L 容器を経て 100L アルテミアふ化水槽へ拡大し，最終的に 500L アルテミアふ化水槽 2 水槽を使用した。L 型ワムシの拡大に伴って 100%海水で培養していたものは 80%海水へ塩分濃度を下げた。栄養強化は一次培養水槽で直接行った。

結果

S 型および L 型ワムシの培養結果を表 1 に示した。S 型ワムシの年間総培養数は約 5,297 億個体であった。年間総間引き数は約 1,159 億個体で，そのうちガザミ種苗生産に用いた S 型ワムシは，112.0 億個体であった。

S 型ワムシの年間餌料使用量は，濃縮淡水クロレラは約 1,772.7L で，EPA，DHA 生体濃縮淡水クロレラの使用はなかった。市販の濃縮ナンノクロロプシスは 24.7L，市販の冷凍濃縮ナンノクロロプシスは 90.0kg 使用した。ナンノクロロプシスの使用は 56.7 m³ ($2,000 \times 10^8$ cells/mL 換算)であった。

本年の S 型ワムシの培養は，1 月 10 日に急減し，水槽替えや規模を縮小する等，増殖を試みたが増えなかったため処分した。その後，他機関や尾鷲栽培漁業センター，または市販の S 型ワムシを用いて培養を行い，水温，塩分濃度，淡水クロレラの給餌基準等の見直しを行いながら，その中で培養できたものを継続した。現在培養を継続している S 型ワムシは，水温 25.0～25.5℃，塩分濃度約 27ppt，濃縮淡水クロレラをワムシ 1 個体あたり 8.0×10^4 cells を基準とし，4 日で植え継ぎを行っている。

L 型ワムシは年間培養総数が約 1,072 億個体であった。間引き総数は約 161 億個体で，そのうちヒラメ種苗生産に 30.3 億個体用いた。L 型ワムシへの年間給餌量は，ナンノクロロプシスが 16.7 m³ ($2,000 \times 10^8$ cells/mL 換算)，濃縮淡水クロレラは約 166.8L，その他 EPA，DHA 生体濃縮淡水クロ

表 1 ワムシの培養結果

ワムシ (型)	年間総培養数 (億個体)	年間総間引き数 (億個体)	間引き率 (%)
S	6,235.0	2,336.0	37.5
L	1,068.2	155.7	14.6

レラは約 20.1L であった。凍結濃縮ナンノクロプシスの使用はなかった。本年の L 型ワムシ培養は、昨年と同様に元種の維持期から、種苗生産前の拡大期および生産期間中と順調であった。

ヒラメ種苗生産は、必要量の L 型ワムシを確保できたため、S 型ワムシの使用はなかった。ガザミの種苗生産では、昨年度、S 型ワムシの必要量を確保できず、不足分は尾鷲栽培漁業センターから輸送したが、本年度は 2 m³水槽を 3 槽使用して、安定培養ができたため。必要量を確保することができた。来年度も、S 型ワムシの安定培養の継続と必要量の確保に努めていく。

2 ナンノクロプシスの培養

ワムシ用餌料および魚類、ガザミ種苗生産の飼育水への添加用としてナンノクロプシスの培養を行った。

方法

ナンノクロプシスの培養は、例年同様、市販の生濃縮ナンノクロプシスを購入し、屋外ターポリン製水槽へ直接接種した。接種量は海水を 10 m³用意しておき、それに対して生濃縮ナンノクロプシスを 10L 投入した。培養は 2~5 月頃ピークになるよう前年の 10 月下旬から培養を開始し、保有量の拡大を図った。

結果

培養結果を表 2 に示した。1~2 月はナンノクロプシスの培養水中に、鞭毛藻や原虫の混入がわずかにみられる程度であった。ヒラメ種苗生産期間中は十分量のナンノクロプシスを保有できた。昨年は 3 月下旬から鞭毛藻等の混入が増加したため、4 月中旬で培養を終了したが、本年度は 5 月下旬まで培養を継続できた。

10 月下旬からは新たに市販の生濃縮ナンノクロプシスを購入し、令和 4 年度生産用の培養を開始した。

表2 ナンノクロプシスの培養結果

月	旬	水槽数	水温 (°C)	保有量* (m ³)	月	旬	水槽数	水温 (°C)	保有量* (m ³)
'2021	上	2	2.6	121.6	7	上	0		
	1 中	2~3	2.9	126.0		中	0		
	下	3	6.6	127.6		下	0		
2	上	3	5.2	131.3	8	上	0		
	中	3	6.7	137.5		中	0		
	下	3~2	6.3	106.8		下	0		
3	上	3	9.1	85.2	9	上	0		
	中	3	10.1	84.0		中	0		
	下	3	12.6	87.1		下	0		
4	上	3	14.3	84.3	10	上	0		
	中	3	13.9	74.8		中	0		
	下	3	15.5	69.9		下	1	12.8	2.9
5	上	3	17.1	61.7	11	上	1	14.2	26.1
	中	2	19.2	39.1		中	1~2	11.5	43.6
	下	2~3	19.8	34.6		下	2	9.5	76.8
6	上	0			12	上	2~3	9.3	97.5
	中	0				中	3~2	7.9	62.6
	下	0				下	2~3	4.3	58.7

*は1日あたりの平均値
(保有量は2,000万セル/mL換算)

ヒラメ種苗生産

上谷和功・深谷一斗・加藤高史

本年度のヒラメ種苗生産は、平均全長 30mm で 20 万尾の生産を目標に実施した。

方法

1. 親魚養成・採卵

親魚は三重県内で水揚げされた魚体重1kg前後の天然魚を購入し、養成したものをを用いた。養成には屋外水槽(55m³)を使用した。親魚の給餌は週3回、1尾当たり約30～50gの冷凍アジにビタミン剤などを添加して飽食量給餌した。また、週に1回、大豆レシチンをアジの総重量に対して2%の割合で、さらにアスタキサンチンオイルを20g添加した。

採卵用親魚は2020年11月4日に、屋外水槽から屋内集卵槽付き養成水槽(55m³)へ移槽した。その際、ネオヘテロボツリウム (*Neoheterobothrium hirame*)成虫をピンセットで除去し、淡水浴(20～30分間)を行った。移槽した親魚は早期採卵を目的として、自然水温が15℃を下回る頃から15℃に加温した。長日処理は2020年11月19日より7:00～17:00に蛍光灯で電照を開始した。約3週間毎に電照時間を1時間ずつ延長し、最終的に7:00～20:00まで電照した。卵は集卵槽にオープニング720μmのテロンラッセルネットを設置し、養成水槽からオーバーフローしたものを回収した。回収した卵は1g当たり1,600粒として重量換算で計数した。

2. 仔稚魚飼育

浮遊期の仔魚の飼育は、屋内40m³角型コンクリート水槽(以下R-5水槽)、屋内60m³角型コンクリート水槽(以下No.4水槽)を用いて「ほっとけ飼育」の方法で行った。飼育は、R-5水槽は30m³水量で、No.4水槽は40m³水量で開始し、日齢10日前後まで止水とし、それ以降は適宜注水した。飼育水温は15℃より徐々に昇温し、18℃で飼育した。仔魚は着底期の直前に、夜間に水槽の一角をランプで照らすことにより集め、内径50mmホースを使用しサイフォン方式によって新たな屋内60m³角型コンクリート水槽(以下No.1,2,4水槽)に移槽した。移槽した仔魚は、水温18℃から徐々に水温を下げ、出荷前までに自然水温となるように飼育した。餌料は、L型ワムシ、栄養強化アルテミアノープリウス(以下アルテミア)、配合餌料を給餌した。また、飼育水中のワムシの餌料として凍結ナンノクロロプシス、生クロレラSV-12、ヤンマリンK-1および当センターで培養し2,000万細胞/mlに調整したナンノクロロプシスを適宜添加した。

出荷前に手作業による選別を行い、正常魚、白化魚、変形魚の尾数を計数した。

結果

1. 親魚養成・採卵

1～3月の旬別産卵量を表1に示した。本年度、親魚に用いたヒラメは雄が14尾、雌が5尾、性別不明が15尾の合計34尾であった。昨年度は採卵親魚数が20尾と少なかったが、本年度は通常の親魚数に回復した。卵の回収は1月7日より開始した。1月中旬～下旬は産卵量が少なく、浮上卵率も不安定であったが、2月に入ると総産卵量が100万粒以上/日に増加し、浮上卵率も上昇した。

表 1 旬別産卵量

月	旬	総産卵量	浮上卵量	沈下卵量	浮上卵率	平均水温
		万粒			%	℃
1	中	302.0	113.0	189.0	37.4	15.2
	下	900.3	431.1	469.2	47.9	15.5
2	上	1,258.0	711.0	547.0	56.5	15.4
	中	1,039.1	621.5	417.6	59.8	15.8
3	下	980.3	566.1	414.2	57.7	15.7
	上	1,017.5	624.1	393.4	61.3	15.7
3	中	1,164.5	691.0	473.5	59.3	16.0
	下	1,196.4	811.1	385.3	67.8	16.6
合計平均		7,858.1	4,568.9	3,289.2	56.0	15.7

本年度の産卵量は、昨年度の総産卵量 4,249 万粒、浮上卵率 60.8%¹⁾と比較すると卵量 7,858 万粒で 1.8 倍に増加したが、浮上卵率は 56.0%と低下した。

2. 仔稚魚飼育

本年度の生産に使用した卵の状況を表2に示した。1回次は2月28日と3月1日に得られた浮上卵のうち136.7万粒を40 m³のR-5水槽へ収容し、生産を開始した。2回次は3月13日に得られた浮上卵のうち74.0万粒をNo.4水槽へ収容し、生産を開始した。2回次はさらに卵を収容する予定であったが、その後の2日間で、まとまった量の浮上卵を得られなかったため、追加せずに生産を開始した。

表 2 収容卵数およびふ化率

回次	月日	総産卵量 (万粒)	浮上卵量 (万粒)	沈下卵量 (万粒)	浮上卵率 (%)	生産使用量 (万粒)	ふ化率 (%)	ふ化数 (万尾)
1	2/28	103.4	73.0	30.4	70.6	73.0	95.0	129.0
	3/1	171.0	114.2	56.8	66.8	63.7	93.7	
2	3/13	132.7	77.8	54.9	58.6	74.0	93.3	69.0

浮遊期の飼育結果を表3に示した。着底期の飼育環境および給餌量を表4に、種苗生産結果を表5に、ヒラメ仔稚魚の成長を図1にそれぞれ示した。1回次の浮遊期は順調に経過し、日令25でNo.1, No.2の600m³水槽へ全移槽した。その後、すぐに着底し始めたが日令28から摂餌しない空胃個体が見られるようになり、翌日には半数程度が空胃魚となった。その後、ほとんどが空胃になり、衰弱魚やへい死魚も増加したため、日令33で三重県水産研究所へ検査を依頼した。この時点で1回次飼育魚の回復は見込めないと判断し、日令35で処分した。翌日PCR検査の結果、アクアレオウイルス感染症と判明した。

2回次は、浮遊期は順調に経過していたが、1回次がアクアレオウイルス感染症を発症したため、日令25で、三重県水産研究所および国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所に検査を依頼した。検査結果はアクアレオウイルス陰性となり、飼育を継続した。日令26からNo.3の60 m³水槽へ全移槽を開始したが、設置ライトに仔魚が集まりにくく、一部しか移動しなかったため3日目に中止した。ほっとけ飼育を行った元水槽は、底が汚れているため、手作業による底掃除を行った。その後は、本年度から導入した新しい自動底掃除機を使用し、残餌やへい死魚を取り上げた。

取り上げ結果を表5に示した。1回次はアクアレオウイルス感染症を発症したため、取り上げができなかったが、2回次は20万尾取り上げることができた。2回次生産の有眼側白化率は11.8%、変形率は2.7%、無眼側黒化率は78.0%であった。アクアレオウイルスは、天然のヒラメの中にも感

染魚があり，それらを親魚として加入させる場合は，ウイルスを持ち込む危険がある。しかし，種苗生産を行う上で遺伝的配慮から，天然魚を購入し加入を継続させていかなければならない。来年度から，アクアレオウイルス感染症を防除するため，ヒラメ親魚のPCR検査による選別や卵消毒の実施について検討していく。

1) (公財) 三重県水産振興事業団 (2020) 令和2年度三重県栽培漁業センター・三重県尾鷲栽培漁業センター事業報告書，7pp.

表 3 浮遊期の飼育結果

回次	1回次(ほっとけ飼育)	2回次(ほっとけ飼育)
収容水槽	R-5ワムシ水槽	No4水槽
飼育開始日	2月28日	3月13日
水槽容量(飼育開始水量)	40kL(30kL)	60kL(40kL)
収容卵数(万粒)	136.7	74.0
ふ化仔魚数(万尾)	129.0	69.0
ふ化率(%)	94.4	93.3
水温(°C)	17.7(15.1~18.4)	17.7(15.6~18.6)
pH	7.41(6.88~8.19)	7.56(6.86~8.22)
D.O.(mg/L)	6.04(4.43~8.22)	5.81(3.25~7.50)
換水率	止水~3.0	止水~3.0
飼育水添加	市販濃縮ナンノクロロプシス(冷蔵,冷凍)	市販濃縮ナンノクロロプシス(冷蔵,冷凍)
植物プランクトン	培養ナンノ,DHA,EPA生体濃縮淡水クロレラ	培養ナンノ,DHA,EPA生体濃縮淡水クロレラ
L型ワムシ初回給餌量(n/ml)	3.0	4.1
アルテミア強化剤	可消化ナンノクロロプシス DHA含有藻類	可消化ナンノクロロプシス DHA含有藻類
L型ワムシ給餌量(億個)	5.4	12.1
S型ワムシ給餌量(億個)	0.0	0.0
アルテミア給餌量(億個)	8.7	10.5
配合飼料給餌量(g)	2,100	1,800

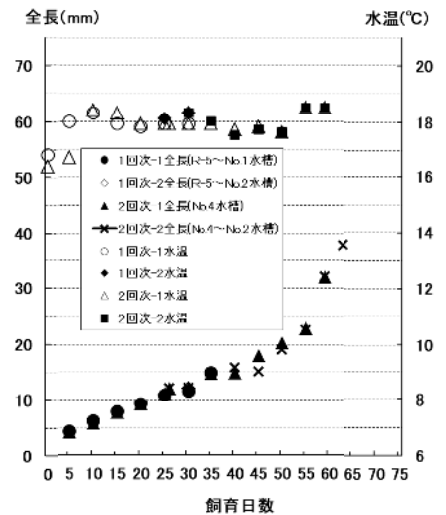


図 1 ヒラメ仔稚魚の成長

表 4 着底期の飼育環境及び給餌量

回次	元水槽	水槽	飼育期間	水温	pH	D.O.	換水率	ワムシ使用量	アルテミア使用量	配合使用量
	No.	No.		(°C)		(mg/L)	(回転/日)	(億個体)	(億個体)	(kg)
1-1	R-5	1	3/28~4/7(11)	18.0(17.9~18.3)	8.14(8.10~8.20)	6.82(6.64~7.24)	0.8~3.0	0.0	5.87	4.15
1-2		2	3/28~4/7(11)	18.2(17.9~18.6)	8.17(8.12~8.20)	7.13(6.85~7.53)	0.8~3.0	0.0	3.94	3.40
2-1	4	4	4/10~5/17(37)	18.0(17.2~18.8)	8.20(8.16~8.23)	7.08(6.92~7.22)	3.0~5.0	0.0	15.54	62.11
2-2		3	4/10~5/17(37)	18.0(17.1~18.8)	8.21(8.17~8.26)	7.32(7.09~7.63)	0.8~4.0	0.0	5.19	25.18
合計								0.0	30.54	94.84

表 5 種苗生産結果

回次	収容水槽	水量	卵収容日	収容卵数	ふ化率	ふ化数	移槽日	取り上げ月日	種苗サイズ	取り上げ尾数	生残率	正常魚(尾)	白化魚(尾)	変形魚(尾)	重量換算	無眼側黒化
		(kL)		(万粒)	(%)	(万尾)	分槽日		(mm)	(尾)	(%)	(%)	(%)	(%)	(尾)	(%)
1	R-5 ワムシ槽	30~35	2/28 3/1	73.0 63.7	95.0 93.7	69.4 59.7	3/28~3/29		10.8±0.6							
							No.1,2へ移槽	日令35処分		0	0.0	0	0	0	0	0
1-1	No.1	60						同上		0		0	0	0	0	0
1-2	No.2	60								0		0	0	0	0	0
1回次 小計				136.7	94.4	129.0				0		0	0	0	0	0
2	No.4	40	3/13	74.0	93.3	69.0	4/10		12.1±0.5							
2-1							元水槽	5/17~5/18	39.7±5.4	176,567	25.6	150,303	21,125	5,139	0	
												85.1	12.0	2.9		
2-2	No.3						No.3へ移槽	5/17	37.9±6.8	52,390	7.6	45,508	6,032	850	0	
												86.9	11.5	1.6		
2-3	No.4						No.4へ移槽	5/25~5/26	37.2±8.1	6,577	1.0	5,664	584	329	0	
												86.1	8.9	5.0		
2回次 小計				74.0	93.3	69.0				235,534	34.1	201,475	27,741	6,318	0	78.0
												85.5	11.8	2.7		
総数				210.7	94.0	198.1				235,534	11.9	201,475	27,741	6,318	0	
												85.5	11.8	2.7		

*無眼側黒化率は日令59~71で調査

クルマエビ種苗生産

山根史裕・深谷一斗

今年度は平均全長 17 mm, 310 万尾の種苗の生産を目標に実施した。

方法

種苗生産は 4 月 12 日から 5 月 31 日にかけて, 有効水量 100 m³ のアジテータ付き屋外コンクリート水槽 (A~C) 3 槽を使用して実施した。生産に先だって, 水槽および水槽周辺, 使用器具類を有効塩素 100 ppm の次亜塩素酸ナトリウムで消毒した。

愛知県西尾市一色町で水揚げされた天然雌クルマエビを親エビとして用いた。一色町からの輸送時間は約 3 時間であった。搬入した親エビはネットを張った 1 m³FRP 水槽へ収容し(18~27 尾/槽), 翌日片眼柄を除去してその後の産卵を促した。親エビ収容後はイシゴカイを毎日夕方に飽食量給餌し, 翌日残餌を回収した。水温は親エビの収容時を 18 °C とし, 片眼柄除去後に 21 °C へ昇温した。片眼柄除去日を 0 日目とし, 2 日目以降 24 °C にして採卵した。親エビ収容後の水温の調整は, 加温した海水を掛け流すことにより行い, 通気は微通気とした。受精卵の回収から飼育水槽への収容, 親エビの PCR 検査の過程は平成 14 年度¹⁾と同様とした。

今年度の餌料系列は図 1 に示すとおりで, 生産した稚エビはロット毎に PRDV (penaeid rod-shaped DNA virus) 保有検査を実施し, 陰性であることを確認して出荷した。

餌料\ステージ	E	N	Z _I	Z _{II}	Z _{III}	M _I	M _{II}	M _{III}	P ₅	P ₁₀	P ₂₅
天然珪藻			■								
アルテミア							■				
配合飼料						■					

図1 餌料系列

結果

親エビの購入および産卵状況を表 1 に示した。今年度は 4 月 8 日に 1 回次の親エビを 50 尾, 4

表1 親クルマエビ購入・産卵状況

生産 回次	購入 月日	親エビ 産地	購入 尾数 (尾)	収容 尾数 (尾)	片眼柄除去 尾数 (尾)	平均 体重 (g)	完全産卵		一部産卵		その他 ^{*2}		産卵 量 (万粒)	一尾当 産卵数 ^{*3} (万粒/尾)
							尾数 (尾)	率 (%)	尾数 (尾)	率 (%)	尾数 (尾)	率 (%)		
1	4/8	一色 ^{*1}	50	50	46	74	22	48	10	22	14	30	896	28
2	4/11	一色	27	25	18	71	9	50	4	22	5	28	260	20
3	4/20	一色	31	30	27	77	14	52	2	7	11	41	572	36

*1 愛知県西尾市一色町

*2 採卵日以外の産卵個体および未産卵個体、死亡個体。

*3 1尾当産卵数=産卵量/(完全産卵尾数+一部産卵尾数)。

月 11 日に 2 回次の親エビを 27 尾購入し、1,156 万粒の受精卵を得た。しかし、2 回次の親エビ PCR 検査において PRDV の陽性判定が出たため（13 尾中 1 尾、陽性率 7.7%）、この回次の受精卵は生産に用いることができなかつた。そのため、4 月 20 日に 3 回次の親エビを 31 尾購入して採卵を行い、572 万粒の受精卵を得た。3 回次の産卵個体は全て PRDV 陰性で、受精卵は問題なく生産に用いることができた。PCR 検査については昨年度にコンタミネーションと考えられる結果が問題となったため、今年度は検査室を新たに設け、作業工程の見直し（nested PCR からワンステップ PCR への変更等）を進めてコンタミネーションのリスク低減に努めた。その結果、今年度の検査はコンタミネーションの疑いもなく、信頼できる結果が得られたと考えられた。

今年度の飼育結果を表 2 に、給餌量を表 3 に、稚エビの成長を図 2 に示した。1-2、3 回次については特に問題となるような斃死はみられず、取り上げまで順調に経過した。1-1 回次についてはポストラバ 12 日齢以降に肝臓が白濁して衰弱する個体が散見され、その後斃死がみられるようになった。給餌量を抑えて飼育を継続したところ、ポストラバ 25 日齢以降は徐々に状態が回復したため、ポストラバ 38 日齢に中間育成場へ出荷した。1-1 回次の取り上げ尾数は 80 万尾、生残率は 32%と低かつた。不調の原因は不明である。生産した 310 万尾の稚エビは伊勢湾南部中間育成施設および伊勢湾北部中間育成施設に出荷し、中間育成を実施した。出荷サイズは平均全長で 16.6~16.8 mm であつた。中間育成の概要は別項を参照されたい。

- 1) (財) 三重県水産振興事業団 (2003) 平成 14 年度三重県栽培漁業センター・三重県尾鷲栽培漁業センター事業報告書, 19 pp.

表2 クルマエビ種苗生産結果

生産回次	水槽番号	飼育期間	幼生数(万尾)				取り上げ			生残率(%)				
			N	ZI	MI	P1	Pn	平均全長(mm)	尾数(万尾)	ZI/N	MI/ZI	P1/MI	P1/N	Pn/N
1-1	A	4/12~5/31	249	231	195	170	38	17	80	93	85	87	68	32
1-2	B	4/13~5/21	345	332	324	313	25.27	17	195	96	98	97	91	57
2	C	4/24~5/31	257	243	178.3	123.3	26	17	108	95	73	69	48	42
合計			851			606			384					45

表3 クルマエビ種苗生産における給餌量

生産回次	給餌量		
	天然珪藻(kl)	アルテミア($\times 10^8$)	配合飼料(kg)
1-1	6	6.4	48
1-2	6	9.4	65
2	9	5.9	47
合計	21	21.7	160

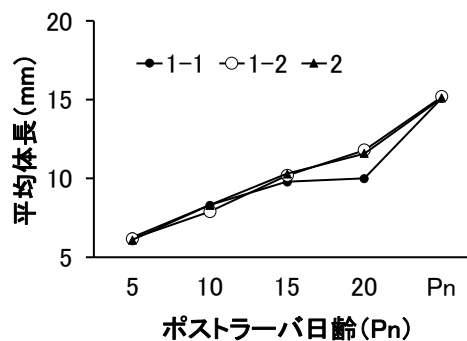


図2 クルマエビポストラバの成長

アワビ種苗生産

濱辺 篤・深谷一斗

令和3年種苗の採卵

方法

親貝は、鳥羽磯部漁協の国崎および三重外湾漁協の安乗の2漁場で6月10日から9月1日の間に水揚げされた、メガイアワビ（以下メガイ）とクロアワビ（以下クロ）を入手した。入手後は屋外コンクリート水槽で漁場別に水槽を分けて飼育管理した。

9月27日に親貝の付着物除去と雌雄選別を行い、雌雄別漁場別に水槽を分けて、アワビ棟内に収容した。飼育水槽は、1 m³ FRP水槽6槽、2 m³ FRP水槽10槽を用いた。また、1 m³と2 m³のFRP水槽にはトリカルネット製生簀を使用し、密度は6~20個/槽で収容した。飼育水温は自然水温で、餌は主に生のアラメを給餌し、足りない場合は生のカジメを生簀内の餌が不足しないように与えた。

採卵は既報（平成22年三重県栽培漁業センター事業報告）と同様の方法で、メガイとクロを各1回ずつ行った。

結果

親貝の入手と選別結果を表1に示した。入手個数はメガイ240個、クロ124個の計364個であった。また選別時の内訳個数は、メガイが雄118個、雌106個の計224個、クロが雄50個、雌67個の計117個、入手以降の死亡や雌雄判別不明、放流個体等のハネ個体を合わせたものが、23個であった。今年度は磯焼けがみられた1漁場での調達をやめ、他の2カ所の漁場からアワビを調達した。

令和3年度採卵結果を表2に示した。メガイ及びクロは1回の採卵でそれぞれ3,642万粒、3,070万粒の受精卵を得た。メガイ、クロ共に成熟度に問題は無く、採卵の反応率も良く卵量も十分に得られた。

今年は台風の上陸や接近は無かったが、採卵予定日の前日に低気圧の影響による自然放卵放精が確認され、採卵に大きな影響が出る可能性があった。近年採卵前に自然放卵放精する事例は増加傾向にあり、現在それらを抑制する技術の開発に取り組んでいる。

表1 令和3年親貝入手個数

種類	入手個数	選別時個体数	
		9月27日	
メガイ	240	♂	118
		♀	106
クロ	124	♂	50
		♀	67
死亡・ハネ等			23
計			364

表2 令和3年採卵結果

採卵 月日	種類	♂			♀			卵数 (万粒)*1
		親貝数 (個)	水槽 数	反応 水槽数	親貝数 (個)	反応数 (個)	反応率 (%)	
11月10日	クロアワビ	15	3	3	20	20	100.0	3,070
11月17日	メガイアワビ	15	3	3	25	21	84.0	3,642
計		30	6	6	45	41	91.1	6,712

*1 洗卵作業した受精卵数。採卵打ち切り後の放卵分は含まず。

クロアワビ中間育成

濱辺 篤・上谷和功・山根史裕・深谷一斗

本年度のクロアワビ中間育成は、殻長 25.0 mm の稚貝 100,000 個を生産目標として行った。

方法

令和 2 年度に三重県尾鷲栽培漁業センターで生産されたクロアワビ（以下、クロ）を、令和 3 年 10 月 7 日に 10m 巡流水槽 NO.2（有効水量 10 m³、以下、NO.2 水槽）に 50,000 個と 20m 巡流水槽 NO.3（有効水量 20 m³、以下、NO.3 水槽）に 100,000 個の合計 150,000 個を収容した。

10m 巡流水槽にはシェルター（灰色塩ビ板 20 cm×100 cm×5 枚/組）を 8 組、波板（95 cm×58 cm）を 8 枚設置し、20m 巡流水槽には上記と同型のシェルターおよび、波板をそれぞれ 18 組と 18 枚設置した。海水は紫外線殺菌装置を用いて、NO.2 水槽は 5.0 m³/h、NO.3 水槽は 10.0 m³/h で注水を行った。給餌量は稚貝の体重に対する配合飼料の割合（日間給餌率）1~3%で、週 2~3 回配合飼料を与えた。底掃除は給餌前に行い、サイフォンで糞や残餌、斃死貝を回収し記録した。月 2 回無作為に稚貝を 50 個測定し、平均殻長 24 mm 以上に達した水槽は稚貝を取り上げ、底面に直径 13 mm と 15 mm の穴を多数開けたタライ（以下、選別器）を用いて大小選別を行い、平均殻長 25 mm 以上（大サイズ）と 25 mm 未満（小サイズ）に分けた。それらを重量換算法により個体数を算出し出荷を行った。

結果

飼育結果を表 1 に、殻長測定結果を図 1 に示した。NO.2,3 水槽が 2 月 1 日に平均殻長 24.0 mm 以上となったため大小選別を行い、平均殻長 25.4 mm の大サイズ種苗を 112,233 個と平均殻長 20.1 mm の小サイズ種苗 40,348 個を取り上げた。このうち大サイズの種苗 109,133 個を志摩市と鳥羽市に出荷した。

表 1 飼育結果

水槽NO	種類	開始時 月日	開始時			2月9日取り上げ			
			平均殻長 (mm)	重量 (g/個)	収容数 (個)	13・15mm 穴選別	平均殻長 (mm)	生残数 (個)	生残率 (%)
10mNO2	クロ	10月7日	18.9	0.88	50,000	大	25.4	112,233	101.7
20mNO3	クロ	10月7日	19.8	1.08	100,000	小	20.1	40,348	



図 1 殻長測定結果

クロアワビ親貝成熟状態維持技術開発試験

濱辺 篤・深谷一斗

はじめに

三重県栽培漁業センター（以下、センター）でのクロアワビ *Haliotis discus discus* 種苗生産に使用する親貝は、3月下旬～9月頃購入し、採卵期まで養成飼育をしている。通常11月に人工採卵を行うが、その前に放卵放精する事例が近年増加している。センターのアワビ種苗生産工程上、採卵の日程が早められないため、採卵前の自然放卵放精は種苗生産の不安定要因になる。天然海域での自然放卵放精を誘発する要因として、クロアワビを含む暖流系アワビでは、大きな時化（1日で約3℃の水温上昇を伴う）（田中，2000）や寒流系のエゾアワビ *Haliotis discus hannai* では台風などの低気圧が接近した時の時化（佐々木，1985；2001）が挙げられる。また、屋内の水槽で放卵放精を誘発する要因については、24時間の気圧差が11hPa以上で最低気圧が1006hPa以下、飼育水温が22.0℃以下であることが示唆されている（濱辺，2021）。

本試験ではクロアワビ親貝において水温調節によって放卵放精を抑制し、成熟状態を維持させる技術の開発を目的に行った。

方法

【親貝の入手と選別】

クロアワビ親貝は鳥羽市A漁場、志摩市B漁場で令和3年6月中旬から9月上旬に水揚げされた天然個体を漁協から入手した。入手後はセンターの屋外コンクリート水槽で入手漁場別に水槽を分け、アラメとカジメを飽食量与え養成飼育した。9月27日に親貝の雌雄選別と付着物除去を行い、屋外コンクリート水槽からアワビ採卵棟内の水槽へ雌雄別に分けて収容した。

【成熟抑制試験】

試験は雌雄判別し、アワビ採卵棟内の水槽へ収容した9月27日から開始した。

飼育水槽は、調温区（1 m³ FRP水槽2槽）、個別区（小型コンテナ水槽（有効水量12L）10槽）、通常区（従来の方法：1 m³ FRP水槽2槽、2 m³ FRP水槽4槽）を用いた。

調温区、通常区では、1 m³ FRP水槽にトリカルネット製生簀（縦125 cm×横72 cm×深さ42 cm）、付着器（塩ビ板山型長辺70 cm×短辺30 cm）各1個を使用し、2 m³ FRP水槽にトリカルネット製生簀（縦140 cm×横75 cm×深さ30 cm）、付着器（塩ビ板山型長辺50 cm×短辺25 cm）各2個を使用し、親貝の収容密度20個以下/槽とした。個別区では、小型コンテナ水槽に付着器（塩ビ配管VU150長さ18 cmの半円）1個を使用し、親貝の収容密度1個/槽とした。

調温区の飼育水はチタン棒ヒーター2本（200V）/槽を用いて24.5℃以下にならないように調温し、個別区と通常区は自然水温とした。

調温区と個別区は0.3～0.5回転/時間、通常区は1.0回転/時間で砂ろ過海水の注水を行った。

全水槽はシート（シーアイ化成製：ハイメタリックシルバー）で覆い、完全に遮光した。

餌は主に生のアラメを用い、餌が足りない場合には生のカジメで代用し、不足しないように給餌した。糞などが水槽底面に堆積したときは、塩ビパイプにホースを接続した器具でサイフォン方式

により適宜底掃除をした。

【採卵試験・生産試験】

調温区は採卵予定日（令和3年11月10日）の10日前から1日に0.5℃ずつ水温を20℃まで下げていき、通常区は自然水温とした。採卵は両区とも令和3年11月10日に、既報（平成22年度三重県栽培漁業センター事業報告, 2011）と同様の方法で行った。産卵誘発には紫外線照射海水を用い、紫外線照射装置（千代田工販株式会社製：Flonlizer）の処理能力の1/10で注水した。

また、生産試験は令和3年11月10日から令和4年1月20日に行った。採卵当日の成熟度（菊池，浮，1974に従い，中腸線のみ状態を0，生殖腺が貝殻の周辺を結ぶ面を越えて膨らんでいるものを3，これらの中間に1と2を設けた），反応率，採卵数，受精率，翌日の正常孵化幼生の観察および幼生回収率，浮遊幼生期生残率，採苗後30日での生残率を比較した。

結果

【親貝の入手と選別】

クロアワビ親貝の入手と選別結果を表1に示した。親貝は令和3年6月10日から9月1日にかけて鳥羽市A漁場と志摩市B漁場で水揚げされた天然個体合計124個を入手した。また，それらの雌雄選別時の内訳個数は，雄50個，雌67個であった。

【成熟抑制試験】

9月27日に，試験区ごとに雄と雌を別の水槽に収容した。調温区の1 m³ FRP水槽にはA漁場の雄雌各6個，通常区の1 m³ FRP水槽にはB漁場の雄雌各20個，2 m³ FRP水槽にはA漁場の雄8個，11個，雌20個，16個，個別区の小型コンテナ水槽10水槽にはA漁場の雄各1個ずつ計5個，A漁場の雌各1個ずつ計5個を収容した。

9月27日から12月1日までの期間で気圧差の大きかった日の放卵放精の反応を表2に，放卵放精と気圧・水温の関係を図1に示した。多数の親貝が放卵放精反応を示したのは11月9日，11月22日，12月1日の3回で各試験区は，1回以上，全飼育水槽が放卵放精した（以下，大規模放卵）。大規模放卵が起きた日の気圧差は24時間で14～25hPa低下し，最低気圧は1001～1007hPaであった。また，11月9日は調温区が反応していないことから，水温22.1℃によって放卵放精が抑制されていたと考えられた。

表1 令和3年親貝入手個数

漁場	入手個数	選別時個体数		
			9月27日	不明・死亡 個体数
A	71	♂	28	3
		♀	40	
B	53	♂	22	4
		♀	27	
計	124		117	7

採卵には調温区は雌5個体，通常区は雄15個体，雌15個体を使用し，採卵時の各試験区の親貝の平均殻長と平均体重及び平均肥満度を表3に示した。調温区の雌の平均殻長と平均体重及び平均肥満度は，それぞれ118.4 mm，248.0g，149.3であった。通常区の雄の平均殻長と平均体重及び平均肥満度は，それぞれ122.9 mm，260.3g，140.1で，雌は116.9 mm，234.9g，147.0であった。昨年度の採卵に用いた雄と雌の平均肥満度は141.0と143.7で，今年度と大きな差はないため，

表 2 気圧差と放卵放精の反応

反応 月日	試験区	水温 (°C)	24h気圧差 (hPa)	最低気圧 (hPa)	♂		♀		反応率 (%)
					反応水槽数/全水槽数	反応水槽数/全水槽数			
10月26日	調温区	24.5			0/1		0/1		0
	個別区	21.0	8	1013	0/5		0/5		0
	通常区	21.1			0/3		0/3		0
11月9日	調温区	22.1			0/1		0/1		0
	個別区	19.7	14	1007	5/5		5/5		100
	通常区	19.7			3/3		3/3		100
11月22日	調温区	20.8			1/1		1/1		100
	個別区	18.8	17	1003	1/5		5/5		60
	通常区	18.8			3/3		3/3		100
12月1日	調温区	20.9			1/1		0/1		50
	個別区	19.1	25	1001	0/5		3/5		30
	通常区	19.2			2/3		3/3		83

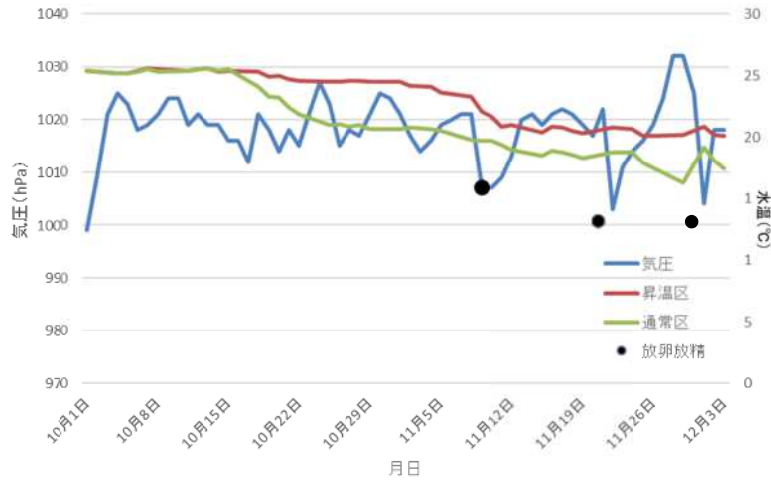


図 1 放卵放精と気圧・水温の関係

問題無く親貝養成ができたと判断した。

採卵結果を表 4 に示した。雌の成熟度は調温区と通常区でそれぞれ 2.7 と 2.8 であり差は無かった。また反応率は両区とも 100%であった。回収した卵数は、調温区が 740.1 万粒、1 個体あたりの平均卵数 148.0 万粒に対し、通常区が 2,330.1 万粒、1 個体あたりの平均卵数 155.3 万粒であり、調温区と通常区で採卵量に大きな違いはみられなかった。

受精率と幼生回収率および奇形率を表 5 に示した。調温区と通常区の平均受精率はそれぞれ 96.6%と 95.7%で差はみられなかった。幼生回収率は、調温区の A 漁場で 69.0%，通常区の A 漁場，B 漁場，AB 漁場混合でそれぞれ 50.0%，84.7%，57.4%であり、漁場別で違いがみられた。過去 3 年間のセンターにおける幼生回収率は平均 78.0%であり、調温区，通常区の A 漁場は低い結果となった。A 漁場の親貝由来の孵化幼生は奇形率が 16.9～21.3%と高く、幼生回収率が低い結果であったことから、調温の影響ではなく、親貝の生育した漁場環境が影響したと考えられる。

浮遊期生残率と採苗後 30 日での生残率を表 6 に示した。調温区と通常区の浮遊期生残率はそれぞれ 77.6%と 73.9%であり、採苗後 30 日での生残率は 26.4%と 24.3%となり、両区とも大きな差は無かった。

表 3 採卵時の平均殻長と平均体重及び平均肥満度

採卵 月日	漁場	♂			♀			
		平均殻長	平均体重	平均	平均殻長	平均体重	平均	
		(mm)	(g)	肥満度	(mm)	(g)	肥満度	
11月10日	調温区	A	-	-	-	118.4	248.0	149.3
	通常区	A	123.4	264.8	140.9	118.4	240.0	144.8
		B	121.9	251.2	138.5	114.0	224.6	151.4
		平均	122.9	260.3	140.1	116.9	234.9	147.0

表 4 採卵結果

採卵 月日	親貝数 (個)	成熟度 (平均)	♂		♀						
			水槽 数	反応 水槽数	親貝数 (個)	成熟度 (平均)	反応数 (個)	反応率 (%)	卵数 (万粒)*1	卵数/個 (万粒)	
11月10日	調温区	-	-	-	-	5	2.7	5	100.0	740	148.0
	通常区	15	2.6	3	3	15	2.8	15	100.0	2,330	155.3

*1 回収し計数した卵数。採卵打ち切り後の放卵分は含まず。

表 5 受精率と幼生回収率および奇形率

受精卵 ロット	漁場	受精卵 (万粒)	受精率 (%)	收容受精 卵ロット	收容卵数 (万粒)	幼生回収数 (万个)	回収率 (%)	奇形率 (%)
調温区	A	1	261.7	97.4	1,2	500.0	345.1	69.0
		2	286.7	100.0				
		3	191.7	92.3				
通常区	A	4	511.7	98.2	4,5,10	501.6	288.0	57.4
		5	535.0	96.2				
		6	310.0	93.2				
		7	291.7	85.2				
	B	8	250.0	100.0	5,6	486.7	412.4	84.7
		9	236.7	100.0				
		10	195.0	97.4				

表 6 浮遊期生残率と採苗後 30 日での生残率

	浮遊幼生 收容数	浮遊幼生 生残数	浮遊幼生 生残率	採苗数	採苗30日後 生残数	生残率
	(万个)	(万个)	(%)		(万个)	(万个)
調温区	352	274	77.6	100	26.4	26.4
通常区	956	707	73.9	200	48.6	24.3

考察

昨年度の結果から大規模放卵の条件としては、24 時間の気圧差が 11hPa 以上で最低気圧が 1006 hPa 以下、飼育水温が 22.0℃以下であることが示唆されていた。令和 3 年 11 月 9 日は 24 時間の気圧差が 14hPa、最低気圧は 1007 hPa であり、水温は調温区で 22.1℃、個別区と通常区は 19.7℃であった。この日に大規模放卵が確認できたのは、個別区と通常区であった。調温区は水温が 22.1℃あったため抑制されていたと考えられる。その他の大規模放卵精の条件は昨年度の条件に当てはまった。過去 2 年の結果から大規模放卵放精の条件は、24 時間の気圧差が 11hPa 以上で最低気圧が 1007 hPa 以下、飼育水温が 22.0℃以下であることが考えられる。

本試験では昨年の試験結果の再現のため、親貝を水温 24.5℃以上で保ち、飼育することにより、

採卵日まで成熟度を維持し、放卵放精も抑制できることや、調温区と通常区との比較でも、受精率や幼生の回収率に差が無いことを確認した。さらに、本年は両区の飼育を継続し、浮遊幼生期の生残率や採苗後 30 日での生残率も比較したが、差は無かった。今回の結果から親貝を上記条件で飼育し、11 月上旬の通常採卵時期に採卵を行っても、卵質や生残率に影響は無いことが確認できた。今後の課題として、来年度に同様の試験を行い、再現性の確認と効率化を図る。

引用文献

- 田中種雄（2000）低気圧通過後に大量に採集されたアワビ卵の発生異常について．千葉水試研報，No56，25-29.
- 佐々木良（1985）気仙沼湾周辺におけるエゾアワビ浮遊幼生の査定と出現．水産増殖 32 巻 4 号
- 佐々木良（2001）エゾアワビの加入機構に関する生態学的研究．宮城水産研報 第 1 号
- 濱辺 篤（2021）令和 2 年度三重県栽培漁業センター事業報告．クロアワビ成熟状態維持技術開発試験，15.
- 菊池省吾，浮 永久（1974）アワビ属の採卵技術に関する研究．第 1 報 エゾアワビ *Haliotis discus hannai*Ino の性成熟と温度との関係．東北区水研報，33，69-78.
- 平成 22 年度三重県栽培漁業センター事業報告（2011）アワビ種苗生産，18.

アコヤガイ種苗生産

濱辺 篤

本年度のアコヤガイ種苗生産は、殻長 2.0mm と 4.0 mmの母貝用種苗（日本種）をそれぞれ 52.0 万個、41.0 万個、殻長 2.0 mmと 4.0 mmのピース貝用種苗をそれぞれ 15.0 万個、10.0 万個を生産目標として行った。

1 餌料培養

幼生飼育はパブロバ (*Pavlova lutheri*) のみ、稚貝飼育はパブロバ (*Pavlova lutheri*) とキートセロス・ネオグラシーレ (*Chaetoceros neogracile*) を使用した。

餌料培養は昨年同様に行った。

稚貝の屋外飼育には天然珪藻を培養し使用した。

2 アコヤガイ種苗生産方法 方法

1) 親貝の選別と飼育

昨年同様に今年度も親貝の調達、飼育及び選別は三重県水産研究所(以下、水産研究所)が行った。親貝は1月中旬から屋内で加温飼育し、母貝用は閉殻力の強さ、ピース貝用は黄色度を指標として選別したものを採卵に使用した。

2) 採卵および幼生、稚貝飼育

採卵は数個体の雌および雄を用いて全て切開法で行った。雄の精子を混合した後、雌1個体毎に媒精・洗卵し、30ℓパンライト卵管理水槽(25.0℃)に収容した。ふ化した幼生は正常なD型幼生の出現率を確認した後に混合し、1.3 m³ FRP水槽に収容した。幼生の飼育は止水(25.0℃、適宜全換水)と流水(25.0℃、0.3~0.8回転/日)、稚貝の飼育は2.0 m³ FRP水槽と海水冷却加温ユニット(株式会社マリンリバー製:MR-900HVS-TR)を用いて流水(20.0~25.0℃、2~3回転/日)で行った。殻長2mm種苗を出荷し、残りの種苗は殻長4mmまで2.0 m³ FRP水槽と屋外9.0 m³コンクリート水槽に分散させて飼育を継続した。屋外水槽の種苗には同型水槽で培養した天然珪藻を給餌した。屋外の種苗飼育については水産研究所が担当した。

結果

1) 親貝の選別と飼育

採卵結果を表1に示した。1回次は母貝用種苗(日本種)として、2月25日に雄3個体と雌6個体を交配した。2回次はピース貝用種苗として、3月3日に雄3個体と雌6個体を交配した。その後、2回次の飼育が不調となり予備として、3回次のピース貝用種苗の交配を3月25日に雄2個体と雌5個体を用いて行った。例年の正常D型幼生の出現率は75%以上あり、今回の母貝用種苗は問題無かったが、ピース貝用種苗の出現率は5.7~62.9%と非常に悪かった。2回次は奇形の少ないロットを選び生産に使用したが、3回次は幼生数が少なかつたため、全ロットを使用せざるを得なかった。

表 1 採卵結果

生産 回次	採卵 R3 月日	採卵 方法	種類	雄 (個数)	雌 (NO.)	採卵数 (万粒)	受精率 (卵割率) (%)	正常D型 幼生数 (万個)	正常D型 幼生の出現率 (%)	生産に 使用 (○, ×)
1	2月25日	切開法	母貝(日本)	3	1	1,280	87.1	1,060	82.8	×
					2	995	92.9	940	94.5	○
					3	2,010	86.8	1,390	69.2	○
					4	1,795	94.9	1,380	76.9	○
					5	985	92.8	600	60.9	×
					6	2,075	77.5	710	34.2	×
2	3月3日	切開法	ピース貝	3	1	2,000	-	1,010	50.5	○
					2	1,940	-	1,220	62.9	○
					3	465	-	35	7.5	×
					4	355	-	60	16.9	×
					5	960	-	260	27.1	×
					6	555	-	280	50.5	×
3	3月25日	切開法	ピース貝	2	1	288	-	20	7.0	○
					2	475	-	185	38.9	○
					3	88	-	15	17.1	○
					4	1,175	-	100	8.5	○
					5	1,750	-	100	5.7	○

表 2 幼生飼育に使用した親貝の概要

生産 回次	採卵 R3 月日	採卵 方法	種類	選抜方法			採卵数 (万粒)	受精率 (卵割率) (%)	正常D型 幼生数 (万個)	正常D型 幼生の比率 (%)	
				選抜方法	雌雄	系統					
1	2/25		母貝(日本)	閉殻力	♀	日本	3	4,800	75.0	3,710	77.3
					♂	日本	3				
2	3/3	切開法	ピース	黄色度 15~20	♀	日本	2	3,940	-	2,230	56.6
					♂	日本	3				
3	3/25		ピース	黄色度 15~20	♀	日本	5	3,775	-	420	11.1
					♂	日本	2				

幼生飼育に使用した親貝の概要を表 2 に示した。正常 D 型幼生の出現率は母貝用種苗で 77.3%、ピース貝用種苗の 2 回次で 56.6%、3 回次で 11.1% となった。

2) 幼生および稚貝の飼育

浮遊期の幼生飼育結果を表 3 に示した。飼育区分 A, D, G(流水区)は、幼生収容から剥離まで、水槽交換は行わなかった。飼育区分 B, C, B+C, E, F(止水区)は付着までに、途中同型水槽へ移し、飼育した。1 回次の幼生は、流水区で一部斃死が見られたが問題はなく、順調に成長し生残率は

表 3 浮遊期幼生飼育結果

生産 回次	採卵 R3 月日	飼育 方法	飼育 区分	水量 (m ³)	収容		付着直前		剥離数 (万個)	生残率* (%)	
					幼生数 (万個)	付着数 (万個)	幼生数 (万個)	付着数 (万個)			
1	2/25	流水	A	1.3	520.0	269.1	66.8	24.8	66.8	12.8	
		止水	B	1.3	780.0	217.1	60.6				
		止水	C	1.3	780.0	250.9	150.0	59.7	460.6	29.5	
		止水	B+C	1.3		302.9	250.0				
					2,080.0	1,040.0	527.4	50.7	527.4	25.4	
2	3/3	流水	D	1.3	500.0	146.9	34.9	23.8	34.9	7.0	
		止水	E	1.3	700.0		156.0	92.0	59.0	92.0	6.6
		止水	F	1.3	700.0						
					1,900.0	302.9	126.9	41.9	126.9	6.7	
3	3/25	流水	G	1.3	420	-	150	-	-	-	

* 生残率 = 剥離数 / 収容幼生数 × 100 (間引きをしてないロットのみで算出した)

25.4%であった。一方2回次の幼生は成長が遅く、通常よりも4~5日付着が遅れ、大量斃死も発生し生残率は6.7%と非常に低い結果となった。3回次は未計数ではあるが、付着後に斃死があり良い結果ではなかった。

ピース貝の採卵には黄色度の低い個体を使用するため、形質の悪い親貝が含まれる可能性が高まる。ピース貝幼生の飼育不調の原因は、使用する親貝が少ないことで、形質の悪い親貝由来の幼生数割合が高くなり、その結果、正常D型幼生の出現率の低下や、その後の生残率の低下に繋がったと考えられる。今後は使用親貝の数を最低でも雌雄各3個以上使用する必要がある。

稚貝飼育結果を表4に示した。はく離した稚貝は採苗器に再付着させ、2.0 m³水槽を用いて垂下飼育を行った。殻長2mmまでの生残率は母貝用種苗で53.0%、ピース貝用種苗で81.1%であった。出荷個数の計数は当センターの常法に従って行い、令和3年4月26日から5月6日に殻長2mmの母貝用種苗（日本種）を52.0万個、ピース貝用種苗を15.0万個出荷した。残りの種苗は2.0 m³ FRP水槽7槽と屋外9.0 m³コンクリート水槽2槽へ27.7~32.5万個/槽になるように収容し、飼育を継続した。殻長4mmでの生残率は母貝用種苗で55.7%、ピース貝用種苗で54.3%であった。各水槽の生残率を元に推定付着数を算出し、令和3年6月1日から6月4日に殻長4mmの母貝用種苗（日本種）を41.0万個、ピース貝用種苗を10.0万個出荷した。

表4 稚貝飼育結果

生産 回次	採卵 R3 月日	種類	剥離数 (万個)	殻長2mm		殻長4mm		
				生残数 (万個)	生残率 (%)	収容数 (万個)	生残数 (万個)	生残率 (%)
1	2月25日	母貝	527.4	279.4	53.0	194.9	108.5	55.7
2	3月3日	ピース貝	126.9	102.9	81.1	83.2	45.2	54.3

ガザミ種苗生産

山根史裕・上谷和功・深谷一斗

今年度は第1齢稚ガニ（以下、C I）200万尾の生産を目標に実施した。

方法

伊勢湾産の抱卵個体を親ガニとして入手した。親ガニを搬入後は100 Lポリエチレンタンクに個別に収容し、濾過海水（自然水温）を掛け流して養成した。親ガニの養成期間中は無給餌とした。孵化日は受精卵に出現するパープルポイントを目安に推測し、パープルポイントが出現した親ガニは、出現当日あるいは翌日にネットを張った0.5 m³ 黒色ポリエチレンタンク（採幼生用水槽）に個別に収容した。収容後は通気を施し、24℃に加温した海水を掛け流して孵化に備えた。翌朝孵化が確認された水槽は通気を止め、死亡した幼生や付着糸を除去して活力のある幼生のみを回収し、容量法で計数して飼育水槽へ収容した。

幼生および稚ガニの飼育はアジテータ付屋外100 m³水槽4面（A～D）と、アジテータ無しの屋内60 m³水槽2面（魚1, 魚2）で実施した。飼育期間中は適宜温水ボイラーを使用し、水温を23℃～24℃以上に保った。幼生収容時の飼育水量は有効水量の60%とし、ゾエアⅢ齢（以下、ZⅢ）出現時に満水になるように注水した。その後は一日の換水率が30～60%になるようにかけ流して飼育した。幼生数はZⅡとZⅣ時に夜間柱状サンプリングを実施して計数し、取り上げ時は重量法により計数した。基準となる餌料系列を図1に示した。ワムシは幼生収容時に飼育水1 mlあたり10個体になるように添加し、飼育水にナンノクロロプシスと淡水クロレラ（クロレラ工業製、商品名：生クロレラV12, スーパー生クロレラV12）を添加することで増殖させた。配合飼料はクルマエビ用と海産仔魚用のものを併用した。

餌料	ステージ	Z I	Z II	Z III	Z IV	M	C I	C n
ナンノクロロプシス 濃縮ナンノクロロプシス			■					
			(100万細胞/ml)					
生クロレラV12 スーパー生クロレラV12			■					
			(0.3~1.2L/槽/日)					
天然珪藻			■					
			(適宜)					
S型ワムシ			■					
			(飼育水中に10~20個体/ml以上を維持)					
配合飼料			■					
			(100~1,500g/槽/日)					
アルテミアノープリウス			■					
			(2000~8000万個体/槽/日)					
冷凍コペポーダ					■			
					(0.3~0.5kg/槽/日)			
冷凍アミエビ							■	
							(1~5kg/槽/日)	

図1 餌料系列

結果

採幼生結果を表1に示した。今年度は合計25尾の抱卵個体を入手し、12尾から採幼生を実施した。親ガニの採幼生前の体重（卵重を含む）は274～635g、親ガニ1尾当たりから得られた幼生数は70～201万尾、合計1,798万尾であった。

次に、飼育結果を表2に、幼生飼育時の各餌料の給餌量と水温を表3に示した。今年度は合計8回の種苗生産を実施し、CⅠ稚ガニを131万尾、CⅡ稚ガニを50万尾（CⅠ換算で83万尾）、合計181万尾（CⅠ換算で214万尾）を取り上げた。各回次の収容幼生数に対する取り上げ時の生残率は0～46%と安定せず、2回次および3回次はメガロパ期の斃死により飼育を中止した。メガロパ期の斃死はガザミを安定生産するために解決すべき重要な課題の一つで、ゾエアⅢ期からⅣ期に摂取する栄養が大きく影響するとの知見がある¹⁾。当センターのゾエアⅣ期幼生に過剰発育はみられないこと、斃死したメガロパにも背棘の残留等の顕著な形態異常はみられないことから、当センターのメガロパ期の斃死は栄養不足に起因している可能性が考えられた。そこで、8回次の飼育ではゾエアⅣ期に可消化処理ナンクロロプシス（商品名マリンアルファ、マリンテック株式会社）で栄養強化したアルテミアを給餌し、同時に飼育水にもマリンアルファを添加する方法を試みた。しかし、それまでの回次と同様にメガロパ期に幼生は斃死し、生残率は改善しなかった。この点に関しては、次年度さらに複数の事例で試験するとともに、別の原因についても検討を進め、稚ガニの安定生産を目指す予定である。

1) 平成29年度瀬戸内海ブロック水産業研究開発推進会議増養殖部会ガザミ分科会資料

表1 採幼生結果

生産 回次	孵化日	収容幼生数 (万尾)	親ガニサイズ	
			体重(g)*	卵重(g)
1	4/30	81	274	40
2	5/5	70	369	72
	5/6	201	635	128
3	5/29	144	472	110
4	5/29	153	466	110
	5/30	140	417	87
5	6/1	164	506	103
	6/2	183	524	119
6	6/3	170	435	89
	6/4	130	529	109
7	6/3	198	627	119
8	6/6	166	485	93

* 卵重含む。

表2 幼生および稚ガニ飼育結果

生産 回次	水槽	飼育期間		幼生数(万尾)			取り上げ		生残率(%)
				Z I	Z II	Z IV	Cn	尾数 (万尾)	Cn/Z I
1	魚1	4/30	~ 5/21	81	79	43	C I, II	7	9
2	D	5/5	~ 5/19	271	256	229	-	-	0
3	魚1	5/29	~ 6/12	144	109	72	-	-	0
4	D	5/29	~ 6/19	293	-	273	C I, II	28	10
5	B	6/1	~ 6/23	347	294	105	C II	33	10
6	A	6/3	~ 6/25	300	-	244	C II	17	6
7	C	6/3	~ 6/24	198	191	147	C I	90	46
8	魚2	6/6	~ 6/28	166	193	115	C I, II	6	4
9				1798				181	10

表3 各餌料の給餌量と飼育水温

生産 回次	給餌量								平均水温 (°C)
	生クロレラ (L)	濃縮ナンノ* (L)	マリン α (L)	ワムシ (億個体)	アルテミア (億個体)	冷凍コペポータ (kg)	冷凍アミ (kg)	配合飼料 (kg)	
1	3.5	10.7	0	6	1.7	0	5.5	4.4	23.7
2	8.0	7.0	0	13	4.5	0.5	0	5.8	23.7
3	4.6	4.0	0	7	1.3	1.4	0	2.5	23.5
4	7.5	8.0	0	10	6.4	5.3	13.5	11.7	23.5
5	8.2	12.0	0	21	5.3	2.1	21.1	13.7	23.3
6	7.4	12.8	0	12	5.3	2.5	18.4	13.1	23.3
7	6.8	11.8	0	14	3.4	1.9	0	4.6	23.4
8	6.4	8.0	8.2	7	2.7	0	3.1	5.8	23.9
合計	56.5	51.5	12.9	112	29.8	5.9	64.9	56.1	

* 100億細胞/ml

三重県尾鷲栽培漁業センター

ナンノクロロプシス培養

二郷卓生・磯和 潔

ワムシ培養用餌料および魚類飼育水槽添加用として濃縮ナンノクロロプシス(以下濃縮ナンノ)を生産するため、ナンノクロロプシス(以下ナンノ)の培養を行った。

方法

培養水槽は屋外のコンクリート製角形水槽50m³(有効水量20m³)×14槽を使用した。元種は市販の生濃縮ナンノを購入し、培養水は有効塩素100ppmで殺菌した濾過海水を使用した。培養は2槽で開始し、増殖した分を他水槽へ順次拡大した。ナンノの細胞密度が2,000万cells/ml以上になった水槽からナンノ濃縮装置によりナンノ培養水を濃縮した。1回の濃縮でナンノ培養水約50m³を150Lまで濃縮し、ワムシ培養用餌料および魚類飼育水槽添加用として使用した。

結果

ナンノ培養および濃縮結果を表1に示した。例年どおり、ナンノの培養が不調で濃縮ナンノが不足した場合の対応として種苗生産期間終了後も培養を行い、濃縮したものを凍結保存した。

本年は、培養不調の原因となる鞭毛虫が12月中旬から発生し、培養が不安定になる水槽が見られた。鞭毛虫が発生した水槽は、有効塩素10ppmを入れ駆除した。鞭毛虫を駆除した後は問題なく培養できた。

7月末で魚類飼育水槽への濃縮ナンノ添加が終了したため、8、9月は培養を中止した。10月に元種として市販の生濃縮ナンノを購入し、培養を再開した。

表1 ナンノクロロプシス培養および濃縮結果

月	水槽数	水温 (°C)	保有量* (m ³)	濃縮回数	生産量** (L)
R3.1	13~14	8.9	243	7	753
2	13~14	8.4	253	2	256
3	10~14	17.2	223	7	960
4	11~13	16.3	248	4	576
5	11~14	20.3	213	7	312
6	11~13	23.9	215	5	620
7	11	29.3	169	4	378
8	0				
9	0				
10	2~8	17.9	13	0	0
11	8	12.5	144	3	537
12	8~14	12.7	161	4	483
合計				43	4,875

*1日あたりの平均値(2,000万セル/ml換算)

**生産量は100億cells/ml換算

マダイ種苗生産

岡田一宏・樋口 温・杉山昇平・加藤高史

令和3年度マダイ種苗生産は全長30mm, 60万尾を目標に実施した。

方法

1 親魚養成・採卵

採卵用親魚は平成28～令和1年に県内の漁場で漁獲された若齢魚を養成した計86尾で、屋内75m³円形水槽1面で周年飼育した。

餌料はモイストペレットを用い、4日に1回、1日あたり総魚体重の1%の量を目安に給餌した。白点病の予防策として注水部に銅イオン発生装置を設置し、飼育水中の銅イオン濃度が約50ppbとなるように調整した。

飼育水温および電照時間の調整により早期採卵（1月初旬の産卵開始を目標）を行った。受精卵は、収卵槽に設置した専用ネットにオーバーフローしてくるものを毎朝回収し、浮上卵と沈下卵に分離した後、1gあたり1,700粒として重量換算で計数した。

2 仔稚魚の飼育

飼育水槽は屋内コンクリート水槽（有効水量50m³以下飼育水槽と略）を使用した。飼育水槽の照明は1水槽につき700ワット×3基の水銀灯を用い、タイマー制御（6:00～18:00, 12時間）によって行った。飼育水温は20℃に加温設定し、40日令以降は設定水温を徐々に下げて自然水温に近づけた。

餌料はワムシ、アルテミアノープリウス（以下アルテミアと略）、および配合飼料を使用した。18日令までは注水を行わない止水飼育とし、飼育水中のワムシを増やす目的で濃縮ナンノおよびDHA含有淡水クロレラを飼育水槽に定量ポンプで滴下した。ワムシは、自家製濃縮ナンノクロロプシス（以下濃縮ナンノと略）および淡水クロレラを用いて隔日植え継ぎのバッチ方式で培養しDHA含有淡水クロレラで24～30時間栄養強化したものを、飼育水中の残数を見ながら適時追加した。アルテミアは市販のDHA強化剤で19～24時間栄養強化したものを20～35日令まで、1日2回、11:00と15:30に給餌した。配合飼料は日令18から取り上げ時まで給餌した。

19日令以降は流水飼育とし、自走式底掃除機による底面掃除を適時、実施した。濃縮ナンノの添加は飼育終了時まで継続した。

約50日令（平均全長28mm）で陸上水槽飼育を終了し、地先海面生け簀での中間育成に移行した。

結果

親魚の産卵結果を表1に示した。産卵は令和2年12月下旬に確認され、卵回収は令和3年1月7日から実施した。産卵開始から約1カ月後の2月初旬より種苗生産を開始した。今年度の受精卵収容は2月11日、2月27日、3月15日の3回行った。収容数は50m³飼育水槽1つあたり55万粒として、2月11日と27日はそれぞれ2水槽同時に収容した。受精卵の回収は令和3年4月6日に終了した。

仔稚魚の飼育結果を表2に示した。2回次までの生産（計4水槽）で生産目標尾数に達する目処が立ったため、3回次生産分は23日令で飼育を中止した。生産した74万尾（平均全長32

～35mm)のうち、60万尾を海面中間育成に供した。平均生残率(3回次除く)は33.7%であった。

表1 令和3年度マダイ採卵結果

月	旬	総産卵量 (万粒)	浮上卵量 (万粒)	平均浮上率 (%)
2021 1	上	684	652	95.3
	中	2,374	2,300	96.9
	下	4,696	4,570	97.3
2	上	4,390	4,291	97.7
	中	3,883	3,789	97.6
	下	2,012	1,949	96.9
3	上	3,038	2,957	97.3
	中	3,335	3,242	97.2
	下	3,388	3,294	97.2
4	上	2,137	2,079	97.3
	中	-	-	-
	下	-	-	-

表2 令和3年度マダイ陸上水槽飼育結果

	1回次-1	1回次-2	2回次-1	2回次-2	3回次	合計
生産開始日	2月11日	2月11日	2月27日	2月27日	3月15日	
受精卵収容数 (万粒)	55	55	55	55	55	275
飼育期間	(2/11~4/9)	(2/11~4/9)	(2/27~4/26)	(2/27~4/26)	(3/15~4/9)	
ワムシ (億個体)	112	84	95	95	65	450.5
アルテミア (億個体)	7.9	6.4	7.8	7.8	0.9	30.8
配合飼料 (kg)	132.9	111.1	144.7	144.7	0.5	533.9
凍結魚卵 (kg)	6.5	6.5	7.0	7	-	27
飼育終了日令	55	55	56	56	23	
平均全長 (mm)	32.7±7.4	32.3±6.5	35.3±5.5	32.1±6.1	約10	
取り上げ尾数 (万尾)	22.83	17.49	17.02	16.87	-	74.21
生残率 (%)	41.5	31.8	30.9	30.7	-	33.7

マダイ海面飼育

岩崎剛久・庄司祈生・樋口 温

陸上水槽で生産した全長30mmの種苗60万尾の海面中間育成を行った。

方法

陸上水槽で生産した稚魚をサイフォン方式により海面の網生け簀へ（5×5×4m）に移送して80径モジ網で大小選別を行い，網に止まった平均全長34.2および37.1mmの種苗を飼育した。計数は容量法で行い，生簀1面の収容数は31,600尾とし，4月9日に12面，4月26日に7面の計19面に収容した。

昨年試験的に行った遮光幕を使用した飼育は，種苗の状態把握が容易で生け簀網の汚れも少なかったため，本年度は全面的に取り入れた。

餌料は海産魚用配合飼料を用い，1日分量の約80%を6:30，8:30，11:00，13:00，15:00の5回に分けて手撒きで給餌し，残り20%を自動給餌機により7:00～18:30の間に与えた。手撒きの配合飼料に対して栄養剤を0.8%およびアスタキサンチンを0.5%添加した。

配合飼料の総魚体重に対する日間給餌率は，沖出し直後で10%，全長40mm以降は9%，全長60mm（放流前）では3%を目安として摂餌状況を見ながら調整した。

結果

飼育結果を表1に示した。1回次は順調に経過し，生残率は95.2%であった。2回次は滑走細菌症の発症水温帯での沖出しとなったため同症による減耗が多く生残率は81.2%となった。

表1 マダイ海面飼育結果

区分	沖出し時			出荷時			飼育期間 日	生残率 %	鼻腔隔 皮欠損 率%	
	月日	尾数	全長 (mm)	月日	尾数	全長 (mm)				
1 回 次	4/9	80径止	379,000	34.2	4/30	32,600	60.1	36	95.2	74.3
						16,800				
						44,000				
						44,000				
					5/6	47,100	61.7			
	5/10	88,600	64.7							
	5/14	87,800								
					360,900					
2 回 次	4/26	80径止	221,000	37.1	5/25	2,000		43	81.2	-
					5/26	96,200	63.0			
					5/28	34,800				
					6/7	33,800	76.5			
					12,700					
					179,500					
R3年度計			600,000		540,400			90.1		

トラフグ種苗生産

杉山昇平・樋口 温・二郷卓生

令和3年度は、全長20mmのトラフグ種苗25万尾の生産を目標に実施した。

方法

1 親魚養成・採卵

採卵用親魚は体重3~4kgサイズで漁獲され、1年以上養成したもの（以下長期養成魚）と令和3年1月から2月に漁獲され、同年4月の採卵用に養成したもの（以下短期養成魚）を主として用いた。長期養成魚は屋内コンクリート製円形水槽（実水量75 m³）1槽で養成した。短期養成魚は屋内角形水槽（実水量45 m³）1槽で養成した。

餌料は、冷凍サバ、冷凍イカを一日おきに与えた。短期養成魚にも同様に与えた。

長期養成魚の飼育には白点病対策として銅イオン発生装置によって処理した海水を使用した。また、4月上旬の採卵にあわせて水銀灯での日長処理および飼育水温の加温による環境調整を行った。短期養成魚については白点病対策として銅ウール（ネットに詰めたもの）を飼育水中に垂下し、飼育期間中に一回水槽交換を行った。環境調整は行わなかった。

4月上旬に長期、短期の養成親魚ともに成熟度調査を行い、成熟が確認できた雌雄の背筋部に生殖腺刺激ホルモンhCG（500IU/kg）を注射した。4日後に雌のみhCGを再投与（1000IU/kg）し、その後触診作業で排卵がみられた個体から搾出法により採卵した。雌1尾の卵に対して雄複数尾の精液を乾導法により媒精し、受精させた。

受精卵の管理は1 m³アルテミア孵化水槽と0.5 m³アルテミア孵化水槽（以下卵管理水槽）を用いて行った。卵管理水槽の收容密度は海水1Lあたり約1,000粒とした。毎時1回転の注水率で濾過海水を注水し、エアーストーンで強通気しながら自然水温で管理した。飼育水槽に收容するふ化仔魚数は、個体別に求めた受精卵湿重量1gあたりの卵数と受精から約120時間後の発生率を基に算出した。

2 S型ワムシの培養

培養方法は隔日または毎日植え継ぎのバッチ培養方式とし、餌料は淡水濃縮クロレラと自家製濃縮ナンノクロロプシスを併用した。2 m³培養槽から必要量を収穫して同型水槽で栄養強化した後、仔魚に給餌した。

3 仔稚魚の飼育

飼育水槽は屋内コンクリート製（実水量50 m³）水槽を使用した。ふ化仔魚收容時の飼育水温は自然水温とし、その後は20℃まで0.5℃/日の割合で昇温した。飼育海水は濾過海水を使用した。

照明は700Wの水銀灯（3灯/槽）で行った。水銀灯の電照時間は13時間（電照時刻6:00~19:00）とした。

飼育水には自家製の濃縮ナンノクロロプシスを添加した。S型ワムシは2日齢から28日齢まで、アルテミア幼生は14日齢から40日齢まで、それぞれ市販の栄養強化剤で栄養強化したものを午前と午後の1日2回与えた。配合飼料は18日齢から数日間手まき給餌し、餌付いた後は自動給餌機を用いて取り上げまで与えた。補助餌料として凍結マダイ卵を38日齢から50日齢まで与えた。

24日齢以降、仔魚の生残状況に応じて同型水槽への分槽による密度調整を行った。分槽は、夜間に水中灯を点灯し光に蟻集する稚魚を口径50mmホースで吸引して収容する方法で行った。

目標サイズに成長後は全数取り上げて容量法による生残尾数の計数を行い、海面および他施設での中間育成に移行した。

結果

1 親魚養成・採卵

令和3年4月2日に親魚の成熟度調査を行った。成熟度調査時点の親魚保有数を表1に示した。このうち、長期養成魚の雌6尾、雄9尾と短期養成の雄2尾にhCGを注射した。採卵結果を表2に示した。4月7日から10日にかけて雌6尾から採卵した。受精卵が得られたのは3尾であり、そのうち2尾の受精卵を生産に供した。

表1 成熟度調査時の親魚保有数

	雌	雄	性別不明	計
長期養成魚	9	11	0	20
短期養成魚	1	2	7	10
合計	10	13	7	30

表2 採卵結果

親魚No	養成方法	体重(kg)*1	体長(cm)*1	肥満度*1	卵径(mm)*1	採卵時刻	受精前(g)	受精後(g)*2	1g当たりの卵数*3	卵数(万粒)	発生率(%)*3	発生率(%)*4	
メス	1	長期	8.17	59.0	39.8	1.07	4/7(14:15)	1230	1280	-	-	0.0	-
	1-2						4/8(9:35)	1030	960	-	-	0.0	-
	2	長期	4.36	53.0	29.3	1.05	4/7(14:50)	900	890	-	-	0.0	-
	3	長期	6.06	56.0	34.5	1.11	4/7(14:30)	890	1010	830	83.8	57.3	42.2
	3-2						4/8(9:45)	770	790	-	-	0.0	-
	4	長期	5.54	57.0	29.9	1.00	4/9(8:55)	1690	2100	651	136.7	21.8	15.5
5	長期	6.28	58.0	32.2	0.99	4/9(9:10)	1280	1840	612	112.6	94.3	91.5	
6	長期	4.84	54.0	30.7	1.03	4/10(9:15)	750	830	-	-	0.0	-	
排精の有無													
オス	1	長期	3.57	49.0	30.3	有							
	2	長期	4.98	49.0	42.3	有							
	3	長期	3.96	52.0	28.2	有							
	4	長期	4.32	50.0	34.6	有							
	5	長期	3.32	47.0	32.0	有							
	6	長期	4.61	56.0	26.3	有							
	7	長期	4.24	51.0	32.0	有							
	8	長期	3.34	50.0	26.7	有							
	9	長期	3.82	48.0	34.5	有							
	10	短期	3.46	40.0	54.1	有							

メス親魚No.5を1回次、2回次、No.4を3回次とした

*1 4月2日ホルモン処理時に測定

*2 受精後約4時間後に測定

*3 受精後約72時間後に測定

*4 受精後約120時間後に測定

2 S型ワムシの培養

トラフグ飼育期間中の総回収量は約 1649.0 億個体で、そのうち約 303.5 億個体を仔魚に給餌した。淡水濃縮クロレラの使用量は計 344.1L, 自家製濃縮ナンノクロプシスの使用量は計 256.2L (100 億細胞/ml) であった。

3 仔稚魚の飼育

1, 2 回次は各 51.5 万尾、3 回次は 28.9 万尾のふ化仔魚を收容し計 3 水槽で飼育を開始した。飼育結果を表 3 に示した。24 日齢までの生残状況は良好であり、以降 1, 2 回次は同型水槽に稚魚を約半数分槽した。48~54 日齢にかけて、平均全長 25.2~28.2mm の稚魚約 53.6 万尾を取り上げた。海面生け簀收容時に 80 径もじ網の生簀を用いてサイズ選別を行い、平均全長 29.1~31.8mm の稚魚 25 万尾 (内尾鰲海面は 14.7 万尾) を中間育成に移行した。鼻孔隔皮の欠損率は 1 回次が 18.0%, 2 回次が 45.3%, 3 回次が 22.5% であった。

表 3 飼育結果

	1回次		2回次		3回次	合計
メス親魚養成方法	長期		長期		長期	
生産開始日	4月16日		4月16日		4月16日	
收容尾数(万尾)	51.5		51.5		28.9	131.9
密度調整	24日齢で約半数分槽		24日齢で約半数分槽			
	1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	
飼育期間	4/16~6/9	5/11~6/9	4/16~6/3	5/11~6/7	4/16~6/7	
給餌量						
ワムシ(億個体)	111.8	14.5	99.3	14.5	59	299.1
アルテミア(億個体)	14.0	7.8	13.9	7.8	11.6	55.2
配合飼料(kg)	99.6	96.6	58.2	81.8	82.7	418.9
マダイ卵(kg)	23.5	23.5	20.0	23.5	23.5	114.0
飼育終了日齢	54	54	48	52	52	
平均全長(mm)	28.18±5.06	27.56±4.05	25.18±3.57	25.27±4.16	26.30±3.75	
取り上げ尾数(万尾)	9.0	11.7	9.5	12.0	11.4	53.6
生残率(%)	40.2		41.8		39.4	40.6

トラフグ海面飼育

岩崎剛久・庄司祈生・杉山昇平

陸上水槽で生産したトラフグ稚魚14.7万尾の海面中間育成を行った。

方法

陸上水槽で生産された稚魚を、サイフォン方式により海面の網生簀（5×5×4m）に移送した後、80経モジ網で大小選別を行い、網に止まった平均全長31.8mmの稚魚147,000尾を飼育した。稚魚の計数は容量法で行った。1生け簀あたりの収容数は各出荷先の尾数に対応させて7,000尾～10,700尾とした。

餌料は海産魚用配合飼料と冷凍アメエビを併用し、配合飼料の給餌は1日分量の88%を手撒きで7回（6:30, 8:00, 9:30, 11:00, 13:00, 14:30, 16:00）に分けて行い、残り1回分（12%）は自動給餌器（17:30～18:30）を使用した。日間給餌率は、配合飼料換算で魚体重の12%とし、稚魚の成長に応じて徐々に7.5%まで低下させた。冷凍アメエビは稚魚の成長に応じて、配合飼料の15%～45%を置き換え、配合飼料重量の3倍換算量を与えた。

結果

本年度の海面飼育結果を表1に示した。6月7日に稚魚を収容して飼育を開始した。今年度は例年よりは早い、沖出し5日後からアメエビの給餌を開始した。昨年同様に成長は良好で飼育は順調に経過した。6/22～6/26に平均全長60.6mmの稚魚141,800尾を放流した。飼育期間中の生残率は96.5%であった。

表1 トラフグ海面飼育結果

沖出し時			出荷時			飼育期間	生残率
月日	尾数	全長(mm)	月日	尾数	全長(mm)	日	(%)
6/7	147,000	31.8	6/22	17,000	60.6		
			6/23	94,600			
			6/24	20,900			
			6/26	9,300			
計	147,000			141,800		20	96.5

カサゴ種苗生産

河村 剛・糟谷 享・二郷卓生

目的

本年度のカサゴ種苗生産（陸上水槽）は全長30mm、8万尾を目標に実施した。

方法

1. 親魚

カサゴ親魚には平成30年と令和元年度、及び令和2年度購入の天然親魚を用いた。

2. 採仔

採仔は自然採仔で3水槽、搾出法で1水槽行った。

収容尾数は仔魚の採仔終了日に夜間柱状サンプリングにより算出した。

3. 飼育

飼育水は濾過海水を用い、注水は日齢52までは50mm径注水口で底部から行い、以降は上部よりシャワーによる注水を追加した。飼育水温はアルテミア給餌が始まる日齢20までは17℃に加温し、以降は自然水温（約15℃）まで徐々に下げた。電照は日令30まではAM6:30～PM5:30の11時間行い、以降は電照なしで自然光のみとした。飼育水槽には仔魚のストレス軽減、水質の安定およびワムシの飢餓防止のため、生産開始からナンノの添加を行った。酸素通気は酸素分散器を用いて日齢4より開始し、溶存酸素の低下に伴い適宜増量した。日齢10より自動底掃除機による底掃除を1日1回行った。

日齢10で再度計数を行った。

ワムシ給餌は仔魚収容時から日齢35まで1日2回、1～4億個体の定量給餌を行った。アルテミアの給餌は日齢22から40までは午後1回、ワムシ給餌が終了する日齢40から選別までは2回給餌を行った。配合飼料の給餌は日齢17から30までは早朝1回、日齢31以降は自動給餌器で行った。

大小選別には4.5mmおよび5.5mmマスのステンレスメッシュ網で作成したカゴ（以下4.5mmカゴおよび5.5mmカゴと表記）を用いた。選別は日齢62以降3回行い、4.5mmカゴでは全長25mm以上・以下に選別し、それぞれ50m³水槽に再収容した。5.5mmカゴでは全長30mm以上・以下に選別し、全長30mm以上は沖出しを行い、それ以下は処分した。尾数計数はステンレス製のザルを使用し、容量法により算出した。

結果

1. 親魚

12月25日に成熟度調査を行い、平成30年・令和元年購入分35尾、令和2年度購入分13尾の雌親魚を得た。親魚は平成30年・令和元年購入分を採仔用籠2籠に、令和2年度購入分を1籠として50m³水槽に収容し採仔を行った。12月28日には未産仔の親魚から産仔寸前と思われる6尾を選出し、搾出法で採仔した。

2. 採仔

採仔結果を表1に示した。12月25日から28日にかけて3水槽で1水槽あたり1日かけて自然採仔を行い、12月28日に搾出法により1水槽採仔した。柱状サンプリングによる収容尾数は87.7万尾であった。日齢10以降に数量調整のため1水槽27.0万尾を廃棄し60.7万尾で生産を継続した。

3. 飼育

飼育結果を表2、二次飼育、生産結果を表3～4に示した。

取り上げは日齢59～60に行い、選別には4.5mm カゴを用いた。選別の結果、25mm 以上約4.6万尾を大区1槽、25mm 以下約17.1万尾を小区として2槽に収容し、以降を二次飼育とした。

二次飼育の取り上げは、大区は日齢 67～69 (3月5日) に行い、無選別で約5万尾を沖出し、残りは生産調整のため処分した。小区は日齢 70～72 (3月8日) に行い、5.5mm カゴを用い選別し30mm 以上約3.3万尾を沖出した。総沖出し数は約8.3万尾であった。

表1 採仔結果

回次	収容数 (尾)	開始日	終了日	採仔数 (万尾)
1-1	48	12/25	12/26	21.3
1-2	48	12/26	12/27	20.0
1-3	48	12/27	12/28	27.0
1-4	6	12/28		19.4(26.4)
計				87.7

1-4は搾出法で採仔、()は重量換算による数量

表2 飼育結果

回次	採仔数 (万尾)	日数	選別結果(尾)			生残率 (%)
			25mm以上	25mm以下	計	
1-1	21.3	60	10,206	67,858	78,064	36.6
1-2	20.0	60	26,206	45,717	71,923	36.0
1-4	19.4	59	9,288	56,952	66,240	34.1
計	60.7		45,700	170,527	216,227	35.6

表3 二次飼育結果

区分	収容数 (尾)	日数	選別結果(尾)			生残率 (%)
			30mm以上	30mm以下	計	
大	45,700	67・68・69			54,990	120.3
小-1	85,034	70・72	16,271	47,344	63,615	74.8
小-2	85,493	70・71	16,445	53,760	70,205	82.1
計	216,227		32,716	101,104	188,810	87.3

表4 生産結果

月日	無選別	30mm以上	計(尾)
3/5	54,990		54,990
3/8		32,716	32,716
計	54,990	32,716	87,706

カサゴ海面飼育

岩崎剛久・庄司祈生・河村 剛

本年度は全長50mm5.9万尾を生産目標として海面飼育を実施した。

方法

海面飼育には5×5×4mの網生簀を使用し、生簀上面を遮光幕で覆った。飼料は海産魚用配合餌料を用い栄養強化剤を0.8%添加して与えた。沖出し後1週間は1日給餌量の約70%を手撒き給餌にて4回（8:00～8:30, 10:00～10:30, 13:00～13:30, 15:00～15:30）、約30%を自動給餌器で3回（6:00～7:00, 11:00～12:00, 16:00～18:00）与え、以降は手撒きのみ4回とした。沖出し直後の日間給餌率は魚体重の10%とし、成長に応じて徐々に2.5%まで低下させた。計数は網生簀収容時及び出荷時に容量法で行った。

結果

本年度の海面飼育結果を表1に示した。3月5日から3月8日にかけて容量法で計数したカサゴ種苗83,000尾を網生簀に収容した。沖出し時の平均全長は34.1～38.5mmであった。3月18日に密度調整を行った。飼育は順調に経過し、沖出し後3週間で放流目標サイズに達した。生残率は98%と良好であった。4月1日から4月8日にかけて平均全長53.1～55.3mmの稚魚5.6万尾を出荷した。

表1 カサゴ海面飼育結果

選別カゴ (mm)	月日	開始時		出荷時			飼育期間 (日)	生残率 (%)
		尾数	全長(mm)	月日	尾数	全長(mm)		
1区	4.5止	3/5	50,000	38.5	3/18*	15,600	39.3	
2区	5.5止	3/8	33,000	34.1	4/1	19,200	53.1	
					4/2	2,400		
					4/5	16,500	55.3	
					4/6	6,600		
					4/7	10,500		
					4/7	6,000		
					4/8	3,600		
					4/8	1,200		
							34	
R3年度計		83,000		81,600				98.3

*密度調整による間引き数

アワビ種苗生産

磯和 潔・杉山昇平・河村 剛

本年度の生産は殻長15～30mmの稚貝59.8万個を目標に実施した。

1. 令和2年産種苗の飼育

方法

前期飼育

クロおよびメガイアワビ稚貝の飼育は、令和3年5月12日の付着板飼育終了時から同年10月のはく離および選別、計数、出荷、再収容まで、10m巡流水槽（有効水量10m³）を用いて行った。飼育海水は砂ろ過海水を紫外線殺菌装置で処理したものを、飼育水槽にはシェルター（黒色塩ビ板20cm×100cm×4枚／組）を8組設置した。餌料はアワビ用配合飼料を使用した。給餌量は稚貝の体重に対する配合飼料の割合を基準に給餌表を作成し、それを目安として稚貝の成長や飼育水温の推移、摂餌状況を見ながら調整した。給餌回数は週2～3回とした。稚貝の取上げは10月5～11日にかけて行い、取上げた稚貝は洗面器に丸い穴を開けた篩を用いて選別した。穴の直径はクロが10～16mm、メガイが11～16mmであった。それぞれの稚貝は重量換算法により個体数を算出した。選別した稚貝は三重県栽培漁業センター（以下浜島センター）等の中間育成が可能な施設へ搬送するとともに、尾鷲栽培漁業センター（以下尾鷲センター）では屋外の20m巡流水槽（有効水量20m³）へ収容した。

後期飼育

屋外20m巡流水槽に収容した稚貝は、25mmおよび30mmサイズの出荷用として飼育を継続した。飼育は昨年と同様の方法で行い、砂ろ過海水を紫外線殺菌装置で殺菌処理した後、飼育水として用いた。水槽内には10m巡流水槽で使用した同型のシェルターを18組設置した。餌料はアワビ用配合飼料を週3回与え、摂餌の様子を見ながら給餌量を増減した。水槽の底に溜まった糞や残餌等の汚れは毎日、曝気および攪拌によって舞い上がった汚れを排水口から排出して除去した。

結果

前期飼育

前期飼育の結果を表1に示した。飼育は、付着板からのはく離後とクロアワビの1水槽で死亡個体が見られたが特に問題は無く、計数誤差はあったものの高い生残率を示し、概ね良好であった。これまで4mmの篩を抜けた殻長6mm以下の稚貝は成長の遅滞が見られ、徐々に死亡個体が多くなり生残率が低かったが、収容密度を高くし、配合飼料をミキサーで細かく砕き多めに給餌したところ、生残率は向上した。クロおよびメガイアワビの殻長の比較では、クロアワビは採苗が遅れたため、4～5月では成長が遅く小さいサイズであった。その後も成長が遅く、10月の取上げ時の平均殻長は18mmであった。メガイアワビは付着板からのはく離した当初から大きく、10月の取上げ時の平均殻長は25mmとなった。夏期高水温時は25℃を目安として海洋深層水を混合し、水温の上昇を抑えて飼育を行った結果、概ね良好に経過した。クロアワビ稚貝は25mmサイズを放流用として出荷し、残りは

中間育成用として浜島センターへ搬送した。メガイアワビ稚貝は、大きい順に浜島センターへ搬送し、残りは尾鷲センターで継続して飼育を行った。

後期飼育

後期飼育の結果を表2に示した。後期飼育は水温が高かったため、前期飼育より引き続き海洋深層水を混合するとともに、紫外線殺菌装置で殺菌処理した海水を飼育水として用いた。生残率は計数誤差はあったものの高い値を示し、成長は目標の放流サイズである殻長25mmおよび30mmを超えて良好に経過した。これらの稚貝は12～3月にかけて出荷したが、一部は来年度の出荷用に残し、継続して飼育を行った。

表1 令和2年度産稚貝前期飼育結果

種類	開始時(4/20-5/12)				剥離・選別(6/24)				剥離・選別・再収容(10/5-10/11)						
	再収容水槽NO	平均殻長(mm)	収容数(万)	生残率(%)	再収容水槽NO	平均殻長(mm)	再収容数(万)	生残率(%)	平均殻長(mm)	生残数(万)	生残率(%)	出荷先&再収容	再収容水槽	平均殻長(mm)	再収容数(万)
クロ	NO.9	L	10.6	10.88	NO.3	L	11.7	10.42	16.5	8.45	81.1	(L)大王セ (M)浜島セ			
	NO.15	L	10.5	12.65	NO.6	L	12.6	7.08	18.5	7.37	100.0	(L)大王セ (M)浜島セ			
	NO.5	M	5.6	15.99	NO.11	M	9.8	9.26	16.5	4.17	100.0	(L)大王セ (M)浜島セ			
					NO.11					5.50		(M)浜島セ			
	NO.7	M	7.4	12.29	NO.12	L	13.0	7.00		6.23	89.0				
	NO.13	s		29.80	NO.14	M	14.0	7.01	20.8	6.90	98.4	(L)大王セ (M)浜島セ			
				NO.13	s	7.2	29.80	11.8	3.41	(s:廃棄)	(M)浜島セ				
計			81.61				70.57	86.5		42.03	59.6				0.00
メガイ	NO.1	L	13.3	7.51			19.7		25.1	5.63	75.0	20m-1, 4	20m-1	21.9	15.46
	NO.2	L	14.0	7.69	メガイ		19.0		24.4	7.80	100.0	20m-1, 4			
	NO.4	L	13.2	6.54	剥離・選別なし		20.1		25.2	6.42	98.2	20m-1, 4 浜島セ			
	NO.8	L	14.1	6.64			19.9		25.6	6.64	100.0	20m-1 浜島セ	20m-4	26.2	11.09
	NO.10	M	6.8	17.55	分散		12.3		16.6	18.73	100.0	20m-1			
					NO.5	M			19.3	8.54			20m-2	38.5	
NO.16	L	12.7	6.68			20.4		28.0	5.24	78.4	20m-1 浜島セ	20m-3	42.7		
計			52.61						59.00	100.0					26.55
クロ・メガイ合計			134.22				70.57			101.03					26.55

※クロは全て出荷または浜島センターへ、メガイは一部浜島センターへ
※20m-2, 3は令和元年生産貝

表2 令和2年度産稚貝後期飼育結果

水槽番号	10/11			1/18		
	再収容数(万)	平均殻長(mm)	生残率(%)	生残数(万)	生残率(%)	平均殻長(mm)
20m-1	15.5	M	21.9	15.5	100.0	26.0
20m-2	6.5	L	38.5	4.1	99.7	42.4
20m-3	3.4	L	42.7	3.3	97.1	46.6
20m-4	11.1	L	26.2	8.1	94.1	33.7
	42.7			31.0		

※20m-2, 3は前年度の余り, 20m-2, 4は一部出荷

2. 令和3年産種苗の飼育

方法

令和3年度の親貝養成および採卵は浜島センターで行った。採卵は令和3年11月10日に親貝試験を含むクロアワビ、11月17日にメガイアワビを行った。親貝は紫外線殺菌処理海水を用いて刺激を与え、放卵放精させたあと卵を回収して媒精した。媒精した卵は卵割率を確認し、良好な受精卵を選別した。受精卵は約15Lのスチロール容器1つあたりに、上限約250万粒をビニール袋に入れて梱包し、尾鷲センターに輸送した。それらは水温馴致したあと500Lパンライト水槽へ、1水槽あたり約500万粒となるよう収容した。その後ふ化した幼生は、100Lアルテミアふ化槽を改造した飼育容器1容器あたりに約150～200万個体を収容した。浮遊幼生の飼育管理は1時間あたり約50L注水し、毎日容器換

えを行って採苗まで管理した。採苗および付着板飼育は屋内10m巡流水槽を用いて行った。初期稚貝の餌料となる珪藻は、付着板（33×33cm/枚×56枚/組）に予め*Ulveilla lens*と*Cocconeis sp.*を増殖させたものを元種に、砂ろ過海水を用いて新規付着板へ種付けをするとともに、自然珪藻を増殖させた。1水槽あたりの付着板は40組を使用し、適宜上下反転させ、珪藻が平均して増殖するよう管理した。また、餌料不足を想定して分散用の付着板も準備した。稚貝の付着板からのはく離は平均殻長5mmを目安とした。はく離した稚貝はプラスチック洗面器に穴を開けた篩を用いて選別したあと重量換算法で個体数を算出し、それぞれ新規水槽に収容して直播き飼育を行った。

結果

令和3年産種苗（令和4年度出荷用）のふ化幼生から採苗までの結果を表3に示した。付着板の餌料は*Ulveilla lens*と*Cocconeis sp.*の上に小型珪藻が優占して増殖し、概ね良好な状態であった。

クロアワビはふ化幼生の回収率が低く、奇形が多かった。しかし、奇形は水槽底に沈下する傾向があるため、容器換えの際にそのほとんどが廃棄され、採苗時には少なくなっていた。採苗水槽内では採苗から2日経過しても付着しない幼生が多かった。注水後、流出した幼生をネットで回収して計数し付着率を推定したところ、約50%と低かった。そのため、流出した幼生を採苗水槽に再投入することを2回繰り返して付着数を確保した。

メガイアワビは浮遊期の生残率が低い群が多かったため、採苗に使用する幼生の目安をなるべく生残率が高く奇形率が低い群とした。採苗後6時間後に微流水とし、流出幼生の計数を行ったが、概ね良好に付着した。年度内は付着板飼育を継続中で、稚貝のはく離は次年度4月以降に行う予定である。

表3 令和3年度産採苗および付着板飼育結果

採卵日 令和3年	種類	尾鷲輸送 卵数 (万粒)	ふ化幼生				浮遊幼生 生残数 (万)	浮遊期*1		採苗数 (万)	採苗水槽 (NO)
			回収数 (万)	回収率*1 (%)	奇形率 (%)	飼育数 (万)		生残率 (%)	奇形率 (%)		
11/10	クロ調温*2	500	345	69.0	16.9	176	144	81.7	2.6	50	NO, 7
						176	130	73.6	4.0	50	
		計				352	274	77.6		100	
	クロ自然水温*2	512	256	50.0	21.3	256	182	71.0	4.8		廃棄
		502	288	57.4	9.7	288	176	61.3	2.6		"
487		412	84.7	2.2	206	182	88.5	1.7	100	NO, 8	
	計	1,500	956	63.8		956	707	73.9		200	NO, 14
11/17	メガイ	500	368	73.5	7.9	368	117	31.9	1.4	59	NO, 11
										59	NO, 13
		525	358	68.3	3.8	358	90	25.1	4.6		廃棄
		500	378	75.5	2.8	189	116	61.7	2.2	58	NO, 11
										58	NO, 13
						189	92	48.7	4.1		廃棄
		500	366	73.3	4.6	183	179	97.6	0.6	89	NO, 9
										89	NO, 15
						183	132	72.3	0.9	40	NO, 15
										40	NO, 9
									26	NO, 11	
									26	NO, 13	
		2,025	1,470	72.6		1,470	727	49.4		544	
計	クロ	2,000	1,302	65.1		1,309	981	74.9		300	
	メガイ	2,025	1,470	72.6		1,470	727	49.4		544	
合計		4,025	2,771	68.9		2,779	1,707	61.4		844	

※1 回収率=ふ化幼生回収数/卵数×100、浮遊期生残率=浮遊幼生生残数/ふ化幼生飼育数×100
ふ化幼生回収数および浮遊幼生生残数は全て回収せず

※2 クロ調温：産卵抑制を目的として高水温で飼育した親貝
クロ自然水温：調温せず飼育した親貝

マハタ種苗生産

糟谷 享・河村 剛・二郷卓生・加藤高史

令和3年度は全長130mm、17万尾の養殖用種苗の生産を目標に実施した。生産した種苗は形態異常魚を目視選別した後、マハタのウィルス性神経壊死症(VNN)を防除することを目的に不活化ワクチンを接種して販売した。

方法

1 親魚養成・採卵

採卵用親魚はコンクリート製円形水槽（有効水量75m³）1槽で飼育した親魚および海面生簀（5×5×5m）で飼育した親魚を使用した。餌料はサバ、スルメイカおよびモイストペレットを週2～3回与えた。屋内水槽の飼育水は電解殺菌処理海水を使用し、5月中旬の採卵にあわせて水銀灯による日長処理により環境調整を行った。親魚の成熟度調査を行い、成熟が確認できた雌雄（雄は腹部圧迫による放精、雌は卵巣内での平均卵径450μm以上）に生殖腺刺激ホルモン（hCG）を背筋部に注射した（500IU/kg）。採卵はhCG打注後約41～49時間後に腹部を圧搾して行った。採精は採卵の前日に行い、精子はリングル液で希釈したのち冷蔵保存した。乾導法による授精後、浮上卵を500Lパンライト水槽に收容して管理し、胚体形成期にVNN対策としてオキシダント海水による卵消毒（0.5ppm、60秒）を行った後、飼育水槽に收容した。精子および授精卵はnested-PCR法によってVNN陰性と判断されたものを使用した。

2 1次飼育（ふ化～全長約25mmまで）

本年度の1次飼育の設定を表1に示した。飼育水槽はコンクリート製角形水槽（7.2×4.0×2.1m、有効水量45m³）を6槽使用し、基本の飼育方法は以下の通りとした。飼育水は電解殺菌処理海水を使用し、6日令より注水を始め、成長にともない注水量を徐々に上げていった。飼育水温は卵收容時の自然水温を基点として、ふ化後は少しずつ上げていき、6日令に25℃に達するように設定した。通気はエアブロック方式とし、通気量は卵から開口期までは強通気（1ヶ所あたり毎分3～4L）、それ以降は弱通気（毎分0.4～1.0L）とした。照明は天窓からの自然光および500W水銀灯（4灯／槽）によって行い、水銀灯の電照時間は9日令までは24時間、それ以降は14.5時間明期（電照時刻5:00～19:30）とした。飼育初期の浮上へい死の防止のため0～5日令まで皮膜オイルを飼育水に添加した（6mL×2回／日／槽）。仔魚の鰓の開腔率を向上させる目的で、6～20日令まで排水用ネットを取り外し、排水をオーバーフローさせることにより水面の油膜を除去した（約5時間／日）。

1次飼育期間中は水質維持のため貝化石を毎日散布した（150～200g×2回／日／槽）。また、貝化石と同時に濃縮したナンノクロロプシスを飼育水中のワムシ餌料および魚のストレス軽減を目的として添加した。

飼育水の水温と溶存酸素量（DO）は1日2回（午前、午後）測定した。酸素は酸素発生機から通気を行い、DO測定値を見ながら各水槽への酸素通気量を調整した。

生物餌料は市販の栄養強化剤で栄養強化し、S型ワムシを3～38日令まで給餌した。そのうち、4日令からは毎日一定量を給餌し、給餌量は飼育水中の残ワムシ数をみながら1日1水槽あたり2.0～6.0億の範囲で調整した。ふ化直後で栄養未強化の北米産アルテミアを平均全長約5.5mm以上になる21日令から24日令の4日間給餌し、その後25日令からは栄養強化した北米産アルテミアを取り上げ前日まで給餌した。配合飼料は30日令から給餌を開始した。

10日令に夜間の柱状サンプリングを行い、生残尾数を推定した。1次飼育終了時（51～54日令）には、各水槽でサンプリングを行い、軟エックス線写真を撮影して鰾の開腔率を調べた。生残魚は全数を取り上げてスリット式選別カゴ（スリット間隔3.0mm）で大、小の2群に選別し、それぞれステンレス製小型ザルを用いて容積法で尾数を算出した。

3 2次飼育（全長約25mm～約100mmまで）

1次飼育終了後の飼育は69～74日令までは尾鷲栽培漁業センター（以下、尾鷲センター）で、それ以降は伊勢湾南部中間育成施設（以下、伊勢湾南部施設）で行った。

尾鷲センターではコンクリート製楕円形水槽（有効水量50m³）を使用した。飼育水には電解殺菌処理海水を使用した。水温、D0は毎日午前、午後の2回測定した。底掃除は1日1回自動底掃除機を用いて行った。死亡個体は毎日確認して計数した。

伊勢湾施設ではコンクリート製円形水槽（有効水量270m³）を7槽使用した。水槽内に水槽の4分の1サイズの扇型の網生け簀（約67m²）を1槽あたり3面設置し、1面に約10,000～14,660尾ずつ収容した。飼育水には地下海水を用いた。給餌は尾鷲センターの給餌基準に従い1日5回に分けて与えた。死亡個体は毎日確認して計数した。

平均全長が80mmを上回った時点で、形態異常魚の目視選別およびVNN不活化ワクチンの接種を行った。形態異常魚の選別はベルトコンベアー（幅0.45m×2m）を用い、麻酔した稚魚をこれに流して、目視で形態異常魚および成長不良魚を除去した。正常と判断された稚魚はVNN不活化ワクチンを腹腔内に規定量投与し、尾鷲センター前の海面網生簀への沖出しする時まで飼育を継続した。

表1 令和3年度マハタ種苗生産の1次飼育設定

飼育水槽	コンクリート製角形水槽(7.2×4.0×2.1m 実水量45t 実水深1.7m)×6槽	
飼育海水	電解処理海水を使用	
注水開始時期	6日令より開始	底層から微注水で開始し、取り上げ日までに換水率1.9回転/日
飼育水温	ふ化後6日令までに25.0℃に加温 その後取り上げ時まで一定	
通気	エアレーション5カ所(エアブロック方式) 受精卵収容～開口まで3～4L/分 開口後は0.4～1.0L/分	
照明	水銀灯(500W)×4灯 3～9日令は24時間連続照明、10日令以降は14.5時間明期(5:00～19:30)	
オイルの添加	0～5日令まで 1m ² 当たり0.2ml添加(1水槽当たり6ml添加)を熱湯に溶かして朝夕に添加	
油膜除去	オイル添加終了翌日～20日令まで実施(除去時間 9:00～15:00/日)	
貝化石の添加	朝夕、200g/槽を海水に混ぜ、6時間かけて添加 32日令からは150g/槽を海水に混ぜ、朝夕直接添加	
微細藻類添加	1日令から濃縮したナンノクロロプシスを海水で希釈して貝化石とともに添加	
酸素通気	5日令から開始(0.2～1.2L/分) 溶存酸素量6.0mg/L以上を保持する	
餌料系列	S型ワムシ	3～38日令に定量給餌(2.0～6.0億/日)
	北米産Ar(小型Ar)	21～24日令(平均全長5.5mm以降より開始)
	北米産Ar	25日令～取り上げまで(平均全長6.0mm以降より開始)
	配合飼料	30日令より開始
取り上げ選別	51～54日令に実施	
鰾の開腔率	種苗生産終了時にサンプリングし、軟X線写真により観察	

結果

1 採卵

本年度の採卵結果を表2に示した。5月17日に陸上75m³水槽で飼育した親魚を、5月18日に海面生簀で飼育した親魚をそれぞれ成熟度の調査を行い雄8尾、雌9尾を選別して5月18日に生殖腺刺激ホルモン(hCG)を投与した。5月20日に雄8尾および雌3尾から採精および採卵して人工授精を行った。得られた授精卵は約137.5万粒であった。5月21日に5槽(21.6~30.9万粒/槽)へ収容した。本年度は1回次の採卵で予定していた卵量を確保できなかったため、2回次として6月5日に海面生簀の親魚の成熟度調査を行った。同日のうちに雄7尾、雌6尾にhCGを投与し、6月7日に雄7尾、雌4尾から採精および採卵した。得られた授精卵は341.7万粒であった。そのうち130万粒を用いて2槽(65.0万粒/槽)へ収容した。

2 1次飼育

1次飼育の結果を表3に示した。

1回次では得られた胚体形成卵137.5万粒を5水槽へ約30万粒(21.6~30.9万粒)ずつ収容した。10日令での生残尾数は84.0万尾、生残率は平均61.1%(41.6~69.4%)であった。2回次の採卵が順調に採れたため、1回次の水槽のうち最も生残率の低かったB-2を処分し、2回次の水槽として使用した。取り上げは53~54日令で行い、平均全長23.01~29.53mm、合計約16.6万尾の稚魚を取り上げた。1次飼育終了時の生残率は12.1%(8.7~27.3%)であった。鰾の開腔率は54.5%(52~57%)であった。

2回次では胚体形成卵130.0万粒を2水槽へ65.0万粒ずつ収容した。ふ化した仔魚は127.8万尾(ふ化率98%)であった。10日令での生残尾数は50.7万尾、45.5万尾で生残率は79.3%、71.2%であった。取り上げは51日令で行い、平均全長17.11~21.62mm、合計約6.7万尾の稚魚を取り上げた。1次飼育終了時の生残率は5.2%(1.2~9.2%)であった。鰾の開腔率は16.5%(9~24%)であった。

3 2次飼育

1次飼育終了後、1回次および2回次の稚魚をサイズ別に50m³水槽で飼育した。伊勢湾南部施設へ移送するまでの間、共食いによる減耗を防ぐために約7日前後の間隔で取り上げてサイズ選別および計数を行った。

1回次は7月27、29日、8月4日の3回に分けて約18.3万尾(1次飼育終了時より生残率109.8%)を伊勢湾施設へ移送した。

2回次は8月12、18日に分けて約7.4万尾(1次飼育終了時より生残率109.1%)を伊勢湾施設へ移送した。結果として1回次と2回次の合計約25.7万尾を伊勢湾施設へ移送し、尾鷲センター内での飼育を終了した。

伊勢湾南部施設での2次飼育結果を表4に示した。種苗は7水槽(21生簀)に分けて収容した。選別およびワクチン接種時(9/6~10/1)までの生残尾数は約27.3万尾(伊勢湾南部施設での飼育開始時より生残率106.2%)であった。目視による形態異常魚(成長不良個体を含む)を約7.3万尾除去(除去率26.8%)し、ワクチン接種した魚は約19.9万尾であった。

平均全長約130mmに達した稚魚、約18.3万尾(ワクチン接種終了時より生残率92.9%)を11月15日~17日にかけて尾鷲センター前の海面生簀に移送し、伊勢湾南部施設での飼育を終了とした。

表 2 令和 3 年度マハタ採卵結果

♀No	体重 ^{1*} (kg)	体重 ^{2*} (kg)	胚体形成卵数 (万粒)	ふ化率 ^{3*} (%)	ふ化尾数 (万尾)
1回次(5/18)					
1	8.46	8.98	61.2		
2	6.64	7.05	30.6		
3	7.97	8.42	45.7		
計			137.5		
2回次(6/5)					
1	9.25	10.58	58.1	99.2%	57.6
2	10.49	11.60	170.4	97.4%	166.0
3	9.41	9.94	47.5	98.5%	46.8
4	11.59	12.42	65.7	98.4%	64.6
計			341.7	98.0%	335.0

^{1*} 成熟度調査時 ^{3*} ふ化率はビーカー試験より算出(1回次は実施せず)

^{2*} hCG注射後(採卵時)

* 2回次で得られた卵341.7万粒のうち130万粒(65.0万粒×2槽)を飼育水槽に収容

表 3 令和 3 年度マハタ 1 次飼育結果

飼育水槽	A-2	A-3	A-4	B-2	B-3	B-1(2回次)	B-2(2回次)
飼育期間	5/21~7/15	5/21~7/14	5/21~7/14	5/21~6/7	5/21~7/15	6/8~7/30	6/8~7/30
オイル添加期間	0~5日令	0~5日令	0~5日令	0~5日令	0~5日令	0~5日令	0~5日令
開始時							
収容卵数 (万尾)	30.6	24.1	21.6	30.3	30.9	65.0	65.0
ふ化仔魚数 (万尾)	-	-	-	-	-	63.9	63.9
日令10							
平均全長 (mm)	3.24	3.17	3.65	3.15	3.44	3.28	3.1
生残尾数 (万尾)	19.8	16.2	15.0	12.6	20.4	50.7	45.5
生残率 (%)	64.7	67.2	69.4	41.6	66.0	79.3	71.2
給餌量							
ワムシ (億)	129.7	122.7	124.4	36.4	119.4	146.4	146.5
アルミア (億)	19.37	18.47	18.47	-	16.98	8.78	19.79
配合飼料 (kg)	9.71	7.91	8.71	-	8.51	5.28	9.16
水質							
平均水温 (°C)	24.6	24.6	24.6	24.0	24.6	25.0	24.0
	(20.0~25.0)	(20.0~25.0)	(20.0~25.0)	(20.1~25.0)	(20.1~25.0)	(22.0~26.5)	(21.8~26.4)
平均D.O (mg/L)	7.02	6.91	7.00	6.84	6.99	7.29	7.06
	(5.01~8.75)	(5.69~7.98)	(5.87~8.19)	(5.88~7.93)	(5.75~8.97)	(5.87~9.62)	(5.78~8.46)
一次飼育							
日令	54	53	53	-	54	51	51
平均全長 (mm)	23.01	26.30	23.40	-	29.53	21.62	17.11
終了時							
生残尾数 (尾)	47,790	32,892	59,039	-	26,872	7,764	59,820
生残率 (%)	15.6	13.6	27.3	-	8.7	1.2	9.4
終了時							
標本数 (尾)	100	100	100	-	100	100	100
X線撮影結果							
開鰓率 (%)	52%	57%	52%	-	57%	9%	24%

表 4 令和 3 年度マハタ 2 次飼育結果

飼育水槽	7水槽
飼育期間	7/27~11/17
開始時 (7/27)	収容尾数 256,636
	平均全長 約60mm
選別およびワクチン 接種結果 (9/6~10/1)	生残尾数 272,615
	生残率 106.2%
	形態異常魚および小型魚 73,168
	除去率 ^{*1} 26.8%(1回次 20.9%, 2回次 36.0%)
	ワクチン接種尾数 199,447
終了時 (11/17)	生残尾数 183,108
	平均全長 約130mm
	生残率 ^{*2} 92.9%

^{*1} 形態異常魚および成長不良魚

^{*2} ワクチン接種した尾数に対する生残率

マハタ海面飼育

岩崎剛久・庄司祈生・糟谷 享

伊勢湾南部中間育成施設（以下南部育成場とする）の陸上水槽で中間育成を行い形態異常魚の選別およびVNN不活化ワクチンを接種した種苗を、尾鷲海面施設に移動し養殖用種苗として販売するまでの一定期間飼育した。本年度は18.3万尾の海面飼育を行った。

方法

南部育成場で飼育した種苗 18.3 万尾を 11 月 15 日～17 日の 3 日間で当センター海面施設に收容した。一生簀当たりの收容尾数は各出荷先の尾数に対応させるとともに、現有海面施設を最大に使用して可能な限り收容密度を下げるようにした（5,500 尾～6,600 尾／生簀）。

生簀網は 5m×5m×4m の 90 径モジ網を使用し、遮光幕で生け簀上面を覆った。搬入後 2 週間は配合飼料を 1 日 1 回給餌し、以降は週 3 回（月、水、金）の給餌とした。給餌量はほぼ飽食を基本とした。

結果

海面飼育の結果を表1に示した。昨年度はVNN発症が確認されたため、本年度はその対応として搬入時期を約2週間遅らせた。本年度もハダムシ症対策として出荷日の1週間前に駆虫剤の経口投与を行った。本年度もVNNの発症は確認されたが減耗はほとんどなく、海面飼育期間中の生残率は99.9%だった。一方、出荷直前に一部の生簀で滑走細菌症の罹病個体が確認され、出荷先での減耗が報告されたことから今後は同症に対しても注意が必要である。

表1 マハタ海面飼育結果

開始時			出荷時			飼育期間 (日)	生残率 (%)
收容日	收容尾数	サイズ(mm)	出荷日	出荷尾数	サイズ(mm)		
11月15日	78,100	131	12月2日	100			
11月16日	69,100		12月8日	5,500			
11月17日	35,900		12月9日	3,300			
			12月20日	12,100	151		
			12月21日	33,000			
			12月22日	104,300			
			12月24日	24,200			
			試験用	400			
183,100			182,900			40	99.9

ヒラメ海面飼育

岩崎剛久・庄司祈生

生産されたヒラメ30mm種苗の海面中間育成を行った。

方法

平均全長34.3mmのヒラメ種苗70,000尾を搬入し、5×5×2.7mの海面生簀10面を用いて海面飼育を開始した。

餌料は海産魚用配合餌料を用い栄養剤を0.8%添加した。日間給餌率は、搬入直後で魚体重の10%、出荷放流前では6%として1日7回に分けて与えた。給餌方法は例年どおり、稚魚の活力や行動を把握するため全て手撒きで行った。

結果

ヒラメ種苗の飼育結果を表1に示した。滑走細菌症の発症がみられ、例年どおり罹病魚をこまめに除去して対応した。出荷尾数は平均全長82.6mmの種苗が20,500尾、平均全長101.0mmが30,100尾であり、中間育成期間を通した生残率は72.3%となった。

表1 ヒラメ海面飼育結果

収容		取り上げ			
尾数 (尾)	全長 (mm)	尾数 (尾)	全長 (mm)	飼育期間 (日)	生残率 (%)
70,000	34.3	20,500	82.6	28~31	72.3
		30,100	101.0	41~45	
70,000		50,600			72.3

ヒロメ種苗生産

二郷卓生・磯和 潔

本年度はヒロメ種系3,700mの生産を目標に実施した。

方法

採苗は早期(10月18日採苗)と通常期(11月13日と11月20日採苗)に分けて行った。

採苗に使用したヒロメ配偶体は、本年度の6月上旬に尾鷲市大曾根漁港で天然母藻を6株採取し、その母藻から遊走子を採取して、これを配偶体まで生長させたものを使用した。配偶体の必要量をミキサーで数細胞まで粉碎し、海水で希釈して塗装用のハケで種系に塗りつけた。配偶体を付着させた種系枠を、濾過海水を貯めた屋内水槽(FRP製1.5m³水槽)へ収容した。栄養塩として、ノリ糸状体培養用栄養剤を添加した。

屋内水槽での管理は、週1回の水替えと栄養塩添加を行い、蛍光灯を水槽上部に設置して照度を調整した。配偶体が芽胞体に生長してからは照度を上げて生長を促進させるため、屋外水槽へ移して培養した。さらに生長を促進させるために、培養後期には種系を海面に沖出しして中間育成を行った。沖出し後は、他の藻類、プランクトンやゴミなどが種系に付着してヒロメの生長を妨げるので、作業船のポンプで汲み上げた海水を、毎日種系にかけて付着物を落とした。

結果

通常期採苗のヒロメの生長を図1に、沖出しから出荷時期の地先の水温を図2にそれぞれ示した。早期採苗と通常期採苗の培養日数による生長差はほとんどなかった。昨年は海水温が高く、生長を促進させるための沖出し作業が遅れたため出荷を1週間程遅らせた。本年度は沖出し予定時期の海水温が21℃以下の適温であったため予定どおり沖出しを行い、その後の生長も順調であった。

本年度は、早期採苗の種系600m、通常期採苗の種系3,100m、合計3,700mを出荷した。

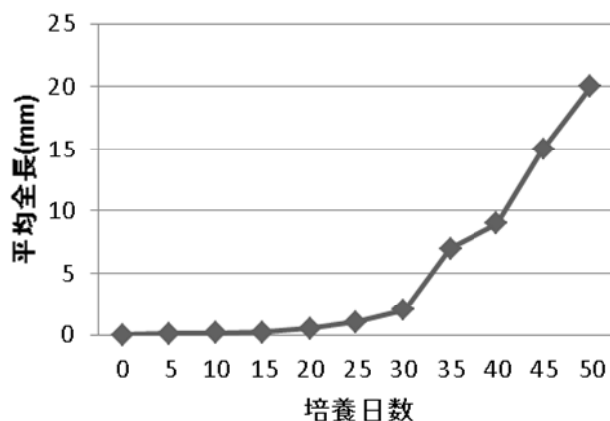


図1 ヒロメの生長

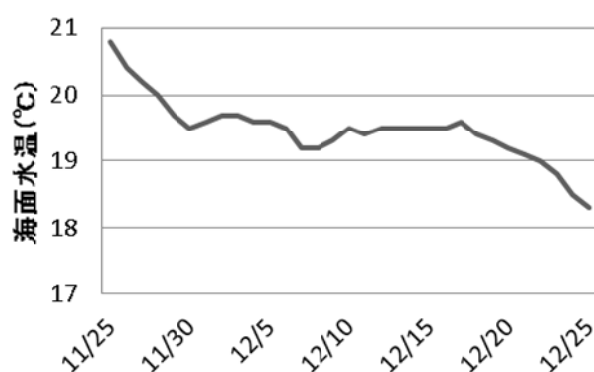


図2 地先水温

海洋深層水利活用

河村 剛

平成18年度より、みえ尾鷲海洋深層水（尾鷲市賀田湾）の供給を受けて、種苗生産での利活用を行っている。

令和3年度（令和3年4月～令和4年3月）は以下の目的で使用し、年間使用水量は合計180,449 m³であった。

1 アワビの飼育（約140,000m³/年）

給餌管理や水質管理等、最も飼育が難しい夏季の高水温時に、低水温の深層水を混合し適水温を維持することによってアワビ稚貝の生理状態を良好に保つことを目的に使用した。

2 親魚の養成（約10,000m³/年）

マダイ親魚の飼育において、秋季に深層水を混合して飼育水を冷却し、早期採卵のための水温調整を行った。

また、トラフグおよびマハタ親魚の飼育において、親魚の生理状態が最も不安定な夏季の高水温時に深層水を混合して、適正飼育水温を維持した。

3 ヒロメ早期採苗（約836m³/年）

ヒロメ早期採苗のため水温調節に使用した。

4 その他

活魚車による種苗輸送時の水温調整に使用した。

表1 海洋深層水の月別使用状況

単位：m³

月/年度	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R01	R02	R03
4月	11,739	4,398	5,494	5,897	6,335	6,750	10,716	1,548	262
5月	8,321	5,684	5,290	6,708	7,346	9,744	9,756	1,344	2,348
6月	7,640	4,960	5,109	6,104	6,305	9,395	8,169	2,257	3,703
7月	10,422	10,014	6,286	10,610	11,666	9,824	13,665	11,840	11,772
8月	20,052	16,471	21,712	30,672	30,908	15,606	23,086	22,334	28,067
9月	18,846	13,629	29,050	31,108	34,859	20,823	24,054	32,256	31,248
10月	16,557	10,558	19,907	18,151	26,043	18,905	30,664	27,606	33,468
11月	14,701	11,608	11,017	12,872	20,051	13,062	20,669	21,437	31,028
12月	7,829	7,622	4,357	11,993	7,225	1,913	10,276	18,549	22,848
1月	7,566	7,971	6,719	11,862	3,004	15	4,140	3,849	9,995
2月	6,883	6,388	6,253	6,161	3,398	11,292	1,375	0	2,380
3月	3,737	6,948	6,958	4,000	3,626	13,654	2,266	46	3,330
合計	134,293	106,251	128,152	156,138	160,766	130,983	158,836	143,066	180,449

資料

伊勢湾北部中間育成施設

令和3年度のクルマエビの中間育成を実施した。クルマエビの育成方法は昨年度と同様の方法で行った。育成結果を以下の表1に示した。

表 1 クルマエビ中間育成結果

水槽 No.	收容 ^{*1}	取り上げ ^{*2}			配合飼料
	尾数 (万尾)	尾数 (万尾)	重量 (kg)	生残率 (%)	給餌量 (kg)
1	14.3	11.8	158.4	82.3	153.4
2	12.8	10.0	137.3	77.9	142.7
3	12.7	10.0	126.2	79.3	134.3
4	12.6	11.0	139.6	87.7	135.9
5	12.2	7.6	103.1	62.7	149.2
6	12.5	9.6	131.7	77.1	149.9
7	14.8	11.9	155.1	80.2	152.4
8	12.1	8.1	111.3	66.8	143.3
9	12.2	11.0	142.3	90.4	137.5
10	13.5	11.9	161.0	88.0	145.4
11	12.6	9.1	125.0	72.3	146.8
12	12.3	10.8	151.8	87.9	144.6
合計	154.6	122.9	1642.8	79.5	1735.4

*1 5月19日に154.6万尾收容

平均全長17.0mm, 平均体重0.03g/尾

*2 7月9,13,19日に取り上げ

平均全長 51.8~55.7mm, 平均魚体重 1.1~1.5g/尾

最大全長 70.0mm, 最小全長 35.1mm

伊勢湾南部中間育成施設

令和3年度のヒラメ、トラフグ、クルマエビの中間育成を実施した。各魚種の育成方法は、昨年度と同様の方法で行った。また、取り上げ尾数は、トラフグは手計数で、その他は全て重量で計数を行った。育成結果を以下の表1～3に示した。

表 1 ヒラメ中間育成結果

水槽 No.	収容 ^{*1}	取り上げ ^{*2}			配合飼料
	尾数 (万尾)	尾数 (万尾)	重量 (kg)	生残率 (%)	給餌量 (kg)
4	2.3	2.2	97.0	93.5	46.9

*1 5月20日に収容

平均全長 42.7mm, 平均体重0.8g/尾

*2 6月8, 29日に取り上げ

平均全長61.9～89.4mm, 平均体重 2.3～6.9g/尾

最大全長 81.6～106.0mm, 最小全長 46.4～71.4mm

表 2 トラフグ中間育成結果

水槽 No.	収容 ^{*1}	取り上げ ^{*2}		配合飼料	
	尾数 (万尾)	尾数 (万尾)	生残率 (%)	給餌量 (kg)	
7	1.6	1.1	70.1	22.5	
8	1.6	1.1	70.1	21.8	
合計	3.1	2.2	70.1	44.3	

*1 6月5日に収容

平均全長 29.1mm, 平均体重0.58g/尾

*2 7月8日に取り上げ

平均全長 57.4mm, 平均体重 4.5g/尾

最大全長 69.3mm, 最小全長 46.4mm

表 3 クルマエビ中間育成結果

水槽 No.	収容 ^{*1}	取り上げ ^{*2}			配合飼料
	尾数 (万尾)	尾数 (万尾)	重量 (kg)	生残率 (%)	給餌量 (kg)
1	25.0	25.1	159.7	100.4	106.0
2	25.0	24.1	162.7	96.3	106.0
3	30.0	22.4	153.5	74.6	284.7
10	25.0	20.1	128.2	80.2	154.5
11	25.0	17.4	120.2	69.5	160.4
12	25.0	17.3	120.0	69.2	160.4
合計	155.0	126.3	844.3	81.5	971.9

*1 5月21, 31日に収容

平均全長 17.0mm, 平均体重 0.04g/尾

*2 7月9, 13, 19～20日に取り上げ

平均全長 43.9mm, 平均体重 0.7g/尾

最大全長 78.6mm, 最小全長 27.6mm

令和3年度水温観測記録

表1 栽培漁業センター水温(°C)

		場内
月	旬	着水槽
	上	17.3
4月	中	17.0
	下	17.5
	上	18.1
5月	中	18.7
	下	19.5
	上	20.5
6月	中	21.5
	下	22.7
	上	23.8
7月	中	24.4
	下	26.0
	上	27.2
8月	中	25.7
	下	26.1
	上	26.3
9月	中	26.2
	下	26.4
	上	25.6
10月	中	25.1
	下	21.3
	上	20.6
11月	中	19.1
	下	18.5
	上	17.4
12月	中	17.7
	下	16.8
	上	15.0
1月	中	15.7
	下	16.2
	上	15.2
2月	中	14.8
	下	14.4
	上	15.3
3月	中	16.0
	下	15.7

表2 尾鷲栽培漁業センター水温(°C)

		海面施設		海洋深層水
月	旬	水深 2m	水深 5m	受水槽
	上	18.3	18.2	16.1
4月	中	18.0	18.0	14.5
	下	18.5	18.3	16.3
	上	18.6	18.3	16.3
5月	中	19.4	19.0	17.2
	下	20.0	19.5	17.3
	上	21.7	21.2	17.4
6月	中	23.0	22.6	17.7
	下	23.8	23.5	17.2
	上	24.3	23.9	16.0
7月	中	25.6	25.1	15.7
	下	27.6	27.1	15.7
	上	28.2	27.8	15.3
8月	中	25.4	24.9	15.2
	下	26.8	26.3	15.1
	上	27.3	27.0	15.5
9月	中	26.6	26.6	15.5
	下	26.7	26.8	15.5
	上	26.7	26.7	15.3
10月	中	26.1	26.1	15.3
	下	24.3	24.4	15.5
	上	23.2	23.2	15.6
11月	中	21.9	22.1	15.3
	下	21.0	21.0	15.5
	上	19.8	19.9	15.7
12月	中	19.9	20.0	15.7
	下	18.7	18.6	15.4
	上	17.0	17.0	15.0
1月	中	18.2	18.1	15.9
	下	18.4	18.3	14.7
	上	17.9	17.9	15.1
2月	中	17.0	17.0	15.1
	下	16.9	16.9	15.1
	上	16.6	16.6	15.4
3月	中	17.6	17.5	15.7
	下	17.4	17.4	15.5