

企 画 ・ 栽 培 養 殖 部
(栽 培 養 殖 部 門)

カンパチ種苗高度化技術開発試験

外菌博人，今吉雄二，池田祐介

【目 的】

鹿児島県のカンパチ養殖生産量は全国第一位の生産量を占めているが、養殖用種苗は中国産天然種苗に依存しているため、種苗コストが高い、確保が不安定、疾病の持込みリスク、などの問題を抱えている。これまでの取組みで、種苗量産や早期種苗生産の技術は概ね開発されたものの、人工種苗の普及を進めるには、高品質・安価な種苗を生産し沖出し後の生残率を高める必要がある。そこで、成長・生残が良好な種苗を生産する選抜育種、コスト削減及び中間育成の技術開発を図る。

【方 法】

1 親魚養成試験

1) 人工種苗由来親魚からの採卵試験

水産技術開発センターの200kℓ円形水槽2面に、人工種苗由来の9歳魚(平均18kg)9尾と4歳魚(平均10kg)21尾をそれぞれ収容し、成熟促進のための環境制御(水温22℃，日長16L8D)を、4月採卵用として平成27年3月7日から、8月採卵用として6月25日から行った。

2) コスト削減試験

県カンパチ種苗生産施設の100kℓ八角形水槽2面に、天然由来の6歳魚(平均16kg)をそれぞれ20尾(試験区1)，19尾(試験区2)収容し、5～9月の試験期間、換水率を試験区1は1.5回転/日，試験区2は1.2回転/日とした。

2 種苗生産試験

1) 選抜育種卵による種苗生産試験

上記1(1)で得られた受精卵を供し、県カンパチ種苗生産施設の100kℓ八角形水槽において、これまで種苗量産の実績がある方法で生産を行った。

2) コスト削減試験

上記1(2)で得られた受精卵を供し、県カンパチ種苗生産施設の100kℓ八角形水槽において、飼育水に添加する微細藻類(ナノクロブシ)の量を従来より減らして種苗生産を行った。

3 中間育成試験

人工種苗15,000尾(平均全長13.7cm，平均体重37.7g)を海面生けす(8m四方)に収容し、10月20日から12月24日の間、垂水市地先で育成試験を行った。

【結果及び考察】

親魚養成試験では、人工種苗由来親魚から3～5月と8～9月の2シーズンにおいて受精卵を得ることができた。また、換水率を1.5回転/日から2割減の1.2回転/日にし、電気代の削減を図ることができた。

種苗生産試験では、4月採卵の選抜育種卵で平均全長29.8mmの種苗76千尾を量産できたが、8月採卵分では疾病のため種苗を生産できなかった。また、飼育水に添加する微細藻類の量を減らしても平均全長29.3mmの種苗尾102千尾が生産でき、コスト削減を図ることができた。

中間育成試験では、柔らかい配合飼料(EP)を給餌することで疾病の発生が見られず、生残率の向上を図ることができた。

詳細な報告は、「カンパチ種苗高度化技術開発試験結果報告」を参照。

平成27年度

カンパチ種苗高度化技術開発試験結果報告

試 験 項 目	試 験 内 容																																								
I 親魚養成試験 【目的】	『人工種苗由来の親魚からの採卵試験』 これまで天然由来親魚から自然産卵実績がある方法で飼育環境を制御し、人工種苗由来親魚から受精卵を採卵する技術を開発する。 『コスト削減試験』 親魚養成における調温や揚水に必要な電気代削減のため、換水率の低減を図る。																																								
1 人工親魚 【方法】	① 供試魚 次のとおり人工種苗由来の親魚による試験区を設けた。 <table><tr><th>年級群</th><th>供試尾数</th><th>収容水槽</th><th>備 考</th></tr><tr><td>4 歳</td><td>2 1 尾</td><td>200kℓ</td><td>約10kg/尾</td></tr><tr><td>9 歳</td><td>9 尾</td><td>200kℓ</td><td>約18kg/尾</td></tr></table> ② 給餌 週3回、冷凍のサバ、イカ及びオキアミを解凍し、栄養剤を添加して飽食量与えた。 ③ 環境制御 4月の採卵を目的に、成熟促進のための環境制御（水温22℃、日長16L8D）を3月7日から行った。 親魚の栄養状況の維持や産卵誘発のための環境制御は、下表のとおりとした。 <table><tr><th>月 日</th><th>水 温</th><th>日 長</th><th>備 考</th></tr><tr><td>～2/24</td><td>19℃</td><td>10L14D</td><td rowspan="3">栄養維持 長日認識のための短日 成熟促進</td></tr><tr><td>2/25～</td><td>20℃</td><td>8L16D</td></tr><tr><td>3/ 7～</td><td>22℃</td><td>16L 8D</td></tr></table> また、8月の採卵を目的に、5月からは環境制御を解除（自然水温、日長12L12D）の上、下表のとおり6月25日から再び環境制御を行った。 <table><tr><th>月 日</th><th>水 温</th><th>日 長</th><th>備 考</th></tr><tr><td>～6/14</td><td>制御なし</td><td>12L12D</td><td rowspan="3">栄養維持 長日認識のための短日 成熟促進</td></tr><tr><td>6/15～</td><td>22℃</td><td>8L16D</td></tr><tr><td>6/25～</td><td>22℃</td><td>16L 8D</td></tr></table>	年級群	供試尾数	収容水槽	備 考	4 歳	2 1 尾	200kℓ	約10kg/尾	9 歳	9 尾	200kℓ	約18kg/尾	月 日	水 温	日 長	備 考	～2/24	19℃	10L14D	栄養維持 長日認識のための短日 成熟促進	2/25～	20℃	8L16D	3/ 7～	22℃	16L 8D	月 日	水 温	日 長	備 考	～6/14	制御なし	12L12D	栄養維持 長日認識のための短日 成熟促進	6/15～	22℃	8L16D	6/25～	22℃	16L 8D
年級群	供試尾数	収容水槽	備 考																																						
4 歳	2 1 尾	200kℓ	約10kg/尾																																						
9 歳	9 尾	200kℓ	約18kg/尾																																						
月 日	水 温	日 長	備 考																																						
～2/24	19℃	10L14D	栄養維持 長日認識のための短日 成熟促進																																						
2/25～	20℃	8L16D																																							
3/ 7～	22℃	16L 8D																																							
月 日	水 温	日 長	備 考																																						
～6/14	制御なし	12L12D	栄養維持 長日認識のための短日 成熟促進																																						
6/15～	22℃	8L16D																																							
6/25～	22℃	16L 8D																																							

【結果】

両試験区において、下表のとおり産卵があった(ホルモン打注なし)。

① 4歳群

月 日	採卵数 (万粒)	浮上卵数 (万粒)	浮上卵率 (%)
3/15	産卵を確認	—	—
24	45	36	80.0
25	産卵を確認	—	—
31	87	51	58.6
4/ 1	80	68	85.7
7	122	120	98.1
12	174	163	93.6
17	150	116	77.7
19	産卵を確認	—	—
* 24	145	98	67.6
8/ 6	16	9	57.5
7	38	34	88.5
12	71	68	96.9
13	31	30	96.1
* 17	83	81	97.1
18	20	20	100.0
22	産卵を確認	—	—
23	産卵を確認	—	—
26	産卵を確認	—	—
30	産卵を確認	—	—
9/ 3	産卵を確認	—	—
6	産卵を確認	—	—
7	産卵を確認	—	—
15	産卵を確認	—	—

* 種苗生産試験（後述）に使用

① 9歳群

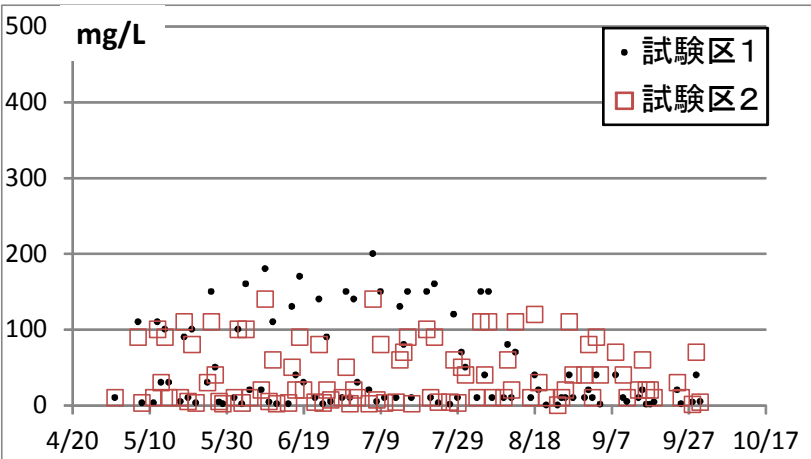
月 日	採卵数 (万粒)	浮上卵数 (万粒)	浮上卵率 (%)
4/17	76	76	100.0
5/ 1	144	133	94.9
8 月	産卵なし	—	—

2 コスト削減
【方法】

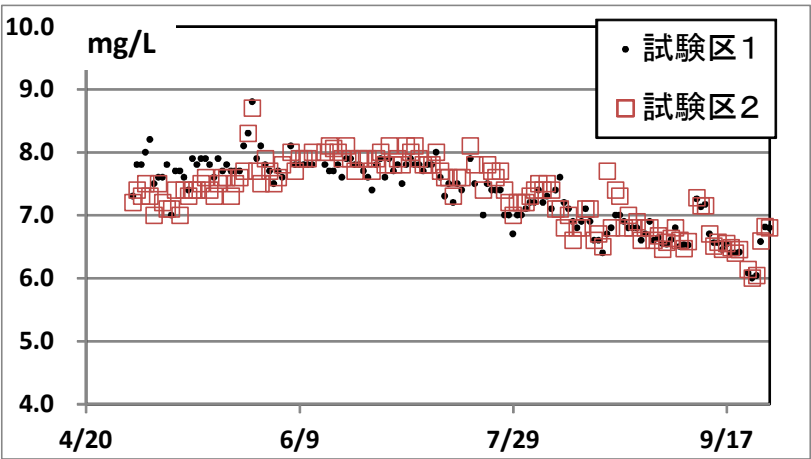
① 供試魚
次のとおり天然由来の親魚による試験区を設けた。

試験区	年級群	供試尾数	収容水槽	備 考
1	6 歳	20尾	100kℓ	約16kg/尾
2	6 歳	19尾	100kℓ	約16kg/尾

	② 給餌 週3回、冷凍のサバ、イカ及びオキアミを解凍し、栄養剤を添加して飽食量を与えた。 ③ 換水 5～9月を試験期間とし、紫外線で殺菌した海水の換水率を、試験区1は1.5回転/日、試験区2は1.2回転/日とした。 ④ 環境制御 両試験区とも、8月の採卵に向けて、日長は16L8Dを維持したまま、水温を22℃から19℃に徐々に下げ、7月下旬からは徐々に上げて9月下旬に27℃とした。 ⑤ 観察・測定項目 魚の活力、摂餌及び産卵の状況を観察し、pH、アンモニア態窒素量及び溶存酸素量を適宜測定した。
【結果】	① 試験期間中、試験区1では8月28日にへい死1尾、試験区2では6月15日に瀕死1尾をそれぞれ取りあげた。 ② 魚の活力や摂餌の状況については、試験期間を通じて両試験区とも概ね良好であった。 ③ 試験区1では7月19日から9月18日の間に20回、試験区2では8月14日から9月16日の間に5回の産卵があり、両試験区とも8月の採卵を行うことができた。 ④ pH 両試験区のpHは、下図のとおり概ね7.80～8.00の範囲で同様に推移した。 ⑤ アンモニア態窒素量 両試験区のアンモニア態窒素量は、下図のとおり200mg/L以下で概ね同様に推移した。



- ⑥ 溶存酸素量
両試験区の溶存酸素量は、下図のとおり概ね6.0～8.0mg/Lの範囲で同様に推移した。



【考察】

- ① 人工種苗由来親魚2群に対し、3月上旬から日長と水温(16L8D, 22℃)の環境制御を行ったところ、ホルモン打注を行わなかったにも関わらず、両群とも4月をピークに複数回の自然産卵が観察された。
- ② 同じ親魚2群に対し、環境制御を解除後に、6月から再び日長と水温(16L8D, 22℃)の環境制御を行ったところ、ホルモン打注を行わなかったにも関わらず、1群(4歳)において、8～9月に複数回の自然産卵が観察された。
- ③ 人工種苗由来の親魚において、8～9月の採卵と1年のうち2シーズンの採卵は、当所初の成功事例である。
飼育状況や環境制御が良好であったためと考えられる。
- ④ 親魚養成におけるコスト削減を目的に、飼育海水の換水率を1.5回転/日から1.2回転/日へ低減しても、飼育や水質等に問題が見られず、採卵も可能であった。

	⑤ 今回の換水率低減に係る試験期間中の節減水量は4,590tで、揚水ポンプ12,580円と加温冷却装置97,900円の合計110,480円の電気代を削減できたと試算された。 揚水ポンプ：消費電力18.5kw×(4,590t/能力135t)×単価20円 加温冷却装置：消費電力11kw×(4,590,000ℓ×水温差3.2℃/能力33,000kcal)×単価20円
Ⅱ 種苗生産試験 【目的】	『選抜育種卵による種苗生産試験』 成長や生残状況が良好な優良品種を生産するため、選抜された人工種苗由来の親魚から採卵した受精卵を用いて種苗生産の技術を開発する。 『コスト削減試験』 種苗生産において、飼育水に添加する微細藻類の量を減ずることによりコスト削減を図る。
1 選抜育種卵分 【方法】	① 供試卵 I-1で4月24日と8月17日に採卵した浮上卵を供した。 ② 洗卵 特に行わなかった。 ③ 育卵 100kℓ八角形水槽に浮かべた500ℓアルテミアふ化槽に受精卵を収容し、紫外線殺菌海水を注水しながら44時間程度育卵した。 ④ ふ化仔魚の収容 育卵・ふ化後の仔魚を500ℓアルテミアふ化槽から100kℓ八角形水槽に収容した。 ⑤ 注水 日齢1～4は無換水、日齢5から紫外線殺菌海水の注水を開始し、徐々に増やして、取揚げ時は7回転/日程度の換水率で注水した。 ⑥ 通気 分散器8個を8辺の隅に配置し、飼育水が一定の方向に回るように通気した。 また、魚の蟄集と吸い込みを防止するため、中央にエアーストン1個を配置し通気した。 通気量は、開鰓率を高めるため開口～開鰓までは微弱とし、その他の期間は概ね強めとした。 ⑦ 飼育水添加 飼育水中のワムシの飢餓防止を主な目的として、開口～開鰓にスーパー生コロV12を1リットル、開鰓～取揚げ時までナンノクロロプシス50万細胞/mlを確保するように、概ね毎日補充した。 ⑧ 測定項目 水温、溶存酸素量、照度、pH、アンモニア態窒素量

- ⑨ 底面掃除
全長約12mm（日齢22）以降，概ね毎日実施した。
- ⑩ 全長測定
ふ化から5日毎に実施した。
- ⑪ オイル添加
開鰾から配合飼料給餌開始までの期間，1水槽当たり3mℓを1日3回添加した。

⑫ 餌料系列

【ワムシ】

- ・ワムシは下表による培養及び栄養強化を行った。
- ・給餌期間は開口～全長29mm（日齢35）までとした。
- ・給餌方法は1日2回（9:00，13:30），栄養強化水槽からプランクトンネット（53μm）で採集し，紫外線照射海水で5分間洗浄した後に給餌した。
- ・給餌基準は飼育水1mℓ当たり5～10個とした。

ワムシの 餌料及び 強化剤	強化時間（時間）	強化時間（時間）
9:00	ナノクロプシ 2万細胞/億 スーパー生クロレバV12 300mℓ/億 アクアプラスET 400g/kℓ すじこ乳化油 30g/kℓ	— 17 17 17
13:30	ナノクロプシ 2万細胞/億 スーパー生クロレバV12 300mℓ/億 アクアプラスET 400g/kℓ マリングロスEX 1.5ℓ/kℓ すじこ乳化油 30g/kℓ	— 22 22 4 4

【アルテミア】

日齢15～取揚げ時において，脱殻処理した卵をふ化させ，マリングロスEX1.5ℓ/kℓとすじこ乳化油30g/kℓの基準で2.5～5.5時間かけて栄養強化した後，1日2回（11:00，14:00）給餌した。

給餌量は1日1千尾から開始し，12千万尾まで徐々に増やした。

【冷凍コペポータ】

日齢17～取揚げ時において，1日2回，バケツに海水を貯めて解凍し給餌した。

給餌量は1日100gで開始し，1,600gまで徐々に増やした。

【配合飼料】

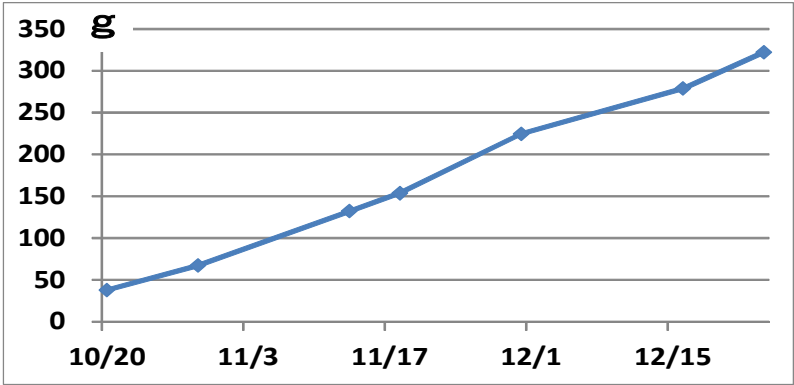
日齢20前後～取揚げ時において，概ね日の出から日没までの間，1水槽当たり自動給餌機2台を用いて，口径にあわせた3サイズの配合飼料を15分間隔で給餌した。

⑬ 計数

	取揚げ時に自動計数機で計数を行った。		
【結果】	開鰾率は概ね100%と良好であった。 最終的な試験結果については下表のとおりであった。		
	試験区	4/24採卵分	8/17採卵分
	卵収容数	964千粒	708千粒
	ふ化仔魚数	864千尾	415千尾
	ふ化率	89.6%	58.6%
	飼育水温	22～26℃	27～29℃
	終了時	日 齢	37
		生産尾数	76千尾
		生残率	8.8%
		平均全長	29.8mm
	エピテリオシスチス症による大量死のため処分		
2 コスト削減試験 【方法】	① 供試卵 I－2－試験区1で7月30日に採卵した浮上卵を供した。 ②～⑬は選抜育種卵分と同様の方法とし、以下に記載する若干の変更を行った。 【変更内容】 ② 洗卵 200ℓアルテミアふ化槽に供試卵を収容し、産卵水温と同じ22℃の紫外線殺菌海水を少しずつ注水しながら7時間程度洗卵した。 ③ 育卵 100ℓ八角形水槽に浮かべた500ℓアルテミアふ化槽に洗卵後の受精卵を収容し、産卵水温と同じ22℃の紫外線殺菌海水を少しずつ注水しながら44時間程度育卵した。 ⑤ 注水 日齢1～3は無換水、日齢4から注水を開始した。 取揚げ時は8回転/日程度の換水率で注水した。 ⑦ 飼育水添加 飼育水中のワムシの飢餓防止を主な目的として、開口～開鰾にスーパー生コロV12を1リットル、開鰾～取揚げ時までナンノクロロプシス50万細胞/mlを確保するように、概ね毎日補充した。 従来、ナンノクロロプシスの添加は、午前100万細胞/ml、午後50万細胞/mlの1日2回添加としてきたが、午前の飼育水中に残存したナンノクロロプシスを計数の上、50万細胞/mlになるように午前中の1日1回、補充添加することで試験区		

	とした。 水槽の都合上，対照区の設定はできなかったが，これまでの天然親魚由来の供試卵による種苗量産の結果と比較することとした。 ⑨ 底面掃除 全長約18mm（日齢24）以降，毎日実施した。 ⑫ 餌料系列 ワムシの給餌期間は開口～全長25mm（日齢30）までとした。																	
【結果】	開鰾率は概ね100%と良好であった。 最終的な試験結果については下表のとおりであった。 <table><tr><td>卵収容数</td><td>858千粒</td></tr><tr><td>ふ化仔魚数</td><td>581千尾</td></tr><tr><td>ふ化率</td><td>67.7%</td></tr><tr><td>飼育水温</td><td>26～29℃</td></tr><tr><td rowspan="4">終了時</td><td>日 齢</td><td>34</td></tr><tr><td>生産尾数</td><td>102千尾</td></tr><tr><td>生残率</td><td>17.6%</td></tr><tr><td>平均全長</td><td>29.3mm</td></tr></table>	卵収容数	858千粒	ふ化仔魚数	581千尾	ふ化率	67.7%	飼育水温	26～29℃	終了時	日 齢	34	生産尾数	102千尾	生残率	17.6%	平均全長	29.3mm
卵収容数	858千粒																	
ふ化仔魚数	581千尾																	
ふ化率	67.7%																	
飼育水温	26～29℃																	
終了時	日 齢	34																
	生産尾数	102千尾																
	生残率	17.6%																
	平均全長	29.3mm																
【考察】	① 4月に採卵した選抜育種卵による種苗生産試験で76千尾（全長29.8mm）の種苗を生産し，昨年度の3月採卵分に引き続き，選抜育種卵を供して量産することができた。 ② 8月に採卵した選抜育種卵では，エピテリオシスチス症による大量死のため，種苗を生産することができなかった。 発生の原因や、感染経路について検討していく必要があると考えられる。 ③ 種苗生産におけるコスト削減を目的に，飼育水に添加する微細藻類（ナノクロプシス）の量を減らして種苗生産を行い，これまでと同様に102千尾（全長29.3mm）の種苗を量産することができた。 ④ 生産された種苗の質については，今回の試験だけでは評価できないことから，中間育成時の成長、生残等のデータ収集も行い検討することとしたい。 ⑤ 今回の微細藻類添加量の低減では，従来の添加量・方法に比べて，市販の濃縮ナノクロプシス（10ℓ入）27箱分約626,940円を削減できたと試算された。 削減額 ：（36-9）箱×23,220円																	

Ⅱ 中間育成試験 【目的】	人工種苗沖出し後，外国産天然種苗と同等のサイズになるまでの生残率向上を図る。																												
【方法】	① 供試魚 公益財団法人かごしま豊かな海づくり協会が生産した人工種苗15,000尾(平均全長13.7cm，平均体重37.7g)を海面生けす(8m四方)に収容した。 ② 試験期間 10月20日～12月24日 ③ 試験海域 鹿児島県垂水市地先 ④ 飼育 摂餌状況に応じて，1日に1～数回，モイストペレットや配合飼料(EP)を給餌した。 へい死魚を毎日取りあげ，記帳の上，生残尾数を把握した。 ⑤ 体測 試験期間中に6回の体測を実施し，体重，尾叉長及び肥満度を調査した。																												
【結果】	① 試験期間中の体測結果は下表のとおり。 <table><tr><td>月/日</td><td>体重(g)</td><td>尾叉長(cm)</td><td>肥満度</td></tr><tr><td>10/29</td><td>67.0</td><td>15.1</td><td>19.6</td></tr><tr><td>11/13</td><td>132.0</td><td>18.7</td><td>20.2</td></tr><tr><td>11/18</td><td>153.6</td><td>19.7</td><td>20.1</td></tr><tr><td>11/30</td><td>224.3</td><td>22.4</td><td>19.9</td></tr><tr><td>12/16</td><td>278.7</td><td>23.8</td><td>20.6</td></tr><tr><td>12/24</td><td>322.1</td><td>24.9</td><td>20.9</td></tr></table> ② 試験期間中の体重の推移は下図のとおり(試験開始時を含む)。	月/日	体重(g)	尾叉長(cm)	肥満度	10/29	67.0	15.1	19.6	11/13	132.0	18.7	20.2	11/18	153.6	19.7	20.1	11/30	224.3	22.4	19.9	12/16	278.7	23.8	20.6	12/24	322.1	24.9	20.9
月/日	体重(g)	尾叉長(cm)	肥満度																										
10/29	67.0	15.1	19.6																										
11/13	132.0	18.7	20.2																										
11/18	153.6	19.7	20.1																										
11/30	224.3	22.4	19.9																										
12/16	278.7	23.8	20.6																										
12/24	322.1	24.9	20.9																										

	<table border="1"><thead><tr><th>日付</th><th>重量 (g)</th></tr></thead><tbody><tr><td>10/20</td><td>40</td></tr><tr><td>11/3</td><td>70</td></tr><tr><td>11/17</td><td>140</td></tr><tr><td>12/1</td><td>220</td></tr><tr><td>12/15</td><td>280</td></tr></tbody></table> ③ 試験期間中のへい死数は46尾であったことより，累積生残率は99.7%であった。	日付	重量 (g)	10/20	40	11/3	70	11/17	140	12/1	220	12/15	280
日付	重量 (g)												
10/20	40												
11/3	70												
11/17	140												
12/1	220												
12/15	280												
【考察】	① 例年，類結節症による被害が発生するので，今回，消化のための負担軽減を目的に，吸水タイプの柔らかい配合飼料(EP)を給餌したところ，類結節症の発生が無く，生残率の向上を図ることができた。 ② 成長についても，年末に322gと良好で，翌年3～4月頃導入される外国産種苗の大型群と既に同等であるため，今後の成長が期待される。												

親魚養成技術開発試験 (オオモンハタ)

今吉雄二・神野芳久・池田祐介

【目 的】

養殖・放流対象種の多様化を目的とし、本県ではこれまで利用されていなかったハタ類(オオモンハタ)の親魚養成技術開発を行う。

【方 法】

1 親魚養成

種苗生産用の受精卵を採取することを目的とし、以下の方法で親魚養成を行った。

1) 親魚履歴

本センター地先で釣獲し、平成23年度から継続飼育している14尾を親魚候補として養成した。

2) 飼育水槽

飼育実験棟円形15k1水槽（1面）を使用。

3) 飼育条件

飼育海水はろ過海水を使用し、換水率は約4回/日、水温については自然水温とした。

4) 給餌

餌料は厚さ約1cmの輪切りにした冷凍サバに加え、今年度から親魚の栄養状態改善、卵質の向上を目的に、冷凍オキアミを併せて週3回給餌した。給餌方法は、始めに冷凍オキアミ0.4～0.5kgを投入し、概ね食べ終わったのを確認してから、冷凍サバを飽食するまで与えた。水温低下の影響で摂餌量の減る冬期については、直近の摂餌状況を考慮しながら適宜調整した。

5) 採卵

6月8日から採卵を開始した。

午後、飼育水槽の排水部(採卵槽)に採卵ネットを設置し、翌朝目視による産卵確認と、産卵が確認された場合には卵の回収を実施した。

採卵ネット内の卵は、ネットを袋状にたぐり寄せながら直ちに回収し、50Lアルテミアふ化槽に収容後、エアレーションで全体を攪拌しながら1ml当たりの卵数を計数(時計皿上)し、1日当たりの総採卵数を算出した。

6) ふ化試験

採取した受精卵を120Lアルテミアふ化槽に収容し、微通気、換水率約25回/日の条件下で翌日まで育卵し、ふ化率を確認した。

収容した卵は、育卵中に3～4回、実態顕微鏡下(×20)で発生の状況を観察し、必要に応じて写真撮影した。

【結果及び考察】

1 親魚養成

1) 養成

前年度4月末に角形50k1水槽から円形15k1水槽への移槽を行ったが、その後の親魚の状態は安定しており、移槽の影響は概ね解消されたと思われた。斃死は1尾のみであり、水槽からの跳び出しや激しい闘争行動は確認されなかった。

摂餌について、新たに給餌を開始した冷凍オキアミは、前年度の冷凍イカと異なり、全く口にしないということとはなかった。しかし、冷凍サバと比較すると嗜好性が低いようで、オキアミ投入時に少量でもサバが混じると、その後はサバしか食べなくなるため、投入順は重要であった。

産卵については、例年どおり水温が20℃を超えた頃からオスによる追尾行動やメスの腹部膨満が観察され、6月14日に初回確認後、ほぼ例年同様に9月26日までの約3ヶ月半の間、断続的に確認された。

表1 供試した親魚の概要

親魚No.	全長(cm)	体重(kg)	性別
1	53.6	2.99	♀
2	53.0	2.89	♀
3	53.5	2.97	♀
4	52.6	2.93	♀
5	54.8	3.40	♂
6	52.8	2.52	♂
7	51.8	2.40	♀
8	48.0	2.52	♀
9	50.2	2.48	♀
10	53.2	3.14	♂
11	44.2	1.75	♀
12	53.4	3.13	♂
13	49.2	2.37	♂
平均	51.6	2.73	
最大	54.8	3.40	
最小	44.2	1.75	

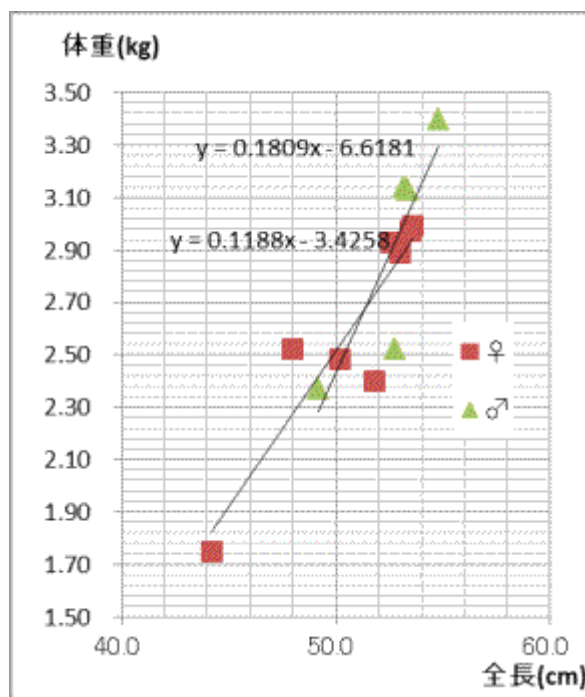


図1 供試した親魚の概要

親魚収容時の性比は確定していなかったが、日々の観察で、追尾など、確実にオスと思われる行動をとる個体が1尾おり、15kl水槽への移槽後は、その個体を中心に産卵行動が行われていたと推測していた。今年度は事業終期であり、年度末に全長、体重の測定と、開腹による性別判定を行った（表1、図1）。

性比については、オス5個体、メス8個体であった。このうち、体長、体重ともに最大の個体はオスであり、この結果は、一般的に言われているハタ類の繁殖生態と矛盾しない。しかし、本種のオスとメスの体サイズにそれほど大きな違いはなく、親魚群に受精卵確保のための安定した産卵行動を促すためには、体サイズ構成の調整と、ホルモンを用いた特定大型個体のオス化を組み合わせることで、確実性が高まる可能性がある。

2) 採卵

今年度は、6月14日～9月26日までの期間中、延べ58日で産卵が確認された。その間の水温は22.4℃～27.9℃であった（図2、表2）。

採卵数は、58日の合計で約1,232万粒であり、1回の平均採卵数は約21万粒であった。

産卵期間は過去3年間とほぼ同じであったが、総採卵数や産卵日数は昨年度と比較して増加した。これは移槽の影響が解消されたことや、親魚の体サイズの増大に伴う抱卵、産卵量の増加が一因と考えられる。

卵の発生率については、今年度も過去2年間と同様、原則として採卵日毎に検鏡し、発生が進行している卵の割合を確認した（図3）。

発生の進行が確認された卵の割合は、期間中0 %から48%と低かったが、前年度と比較する

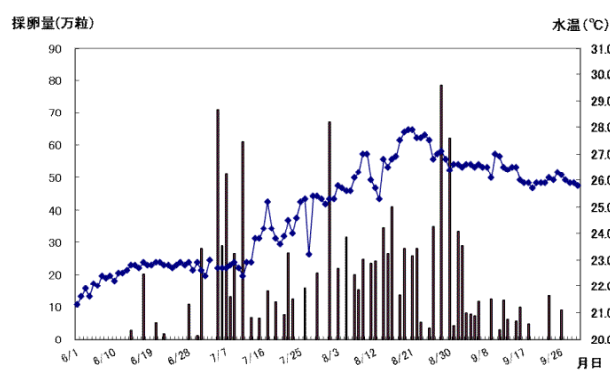


図2 採卵数と飼育水温の推移（平成27年度）

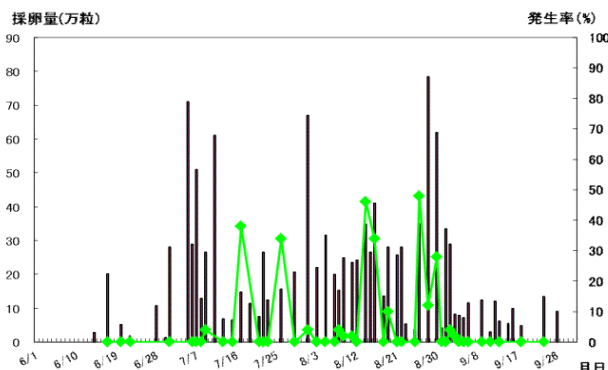


図3 採卵数と発生率の推移（平成27年度）

と高くなった。また、これまでは産卵期前半の6月から7月、後半の9月に発生率が上昇する傾向があったが、今年度は7月中旬から下旬、8月中旬の期間に、比較的发生率が高くなった。

また、浮上卵率については、過去4年間のうち、産卵日数の少なかった平成23年度を除き、最も高い数字が得られた。これは、発生率の上昇とともに、オキアミ給餌による親魚の栄養状態、卵質の改善が図られたことによる結果である可能性があるが、オキアミ給餌開始からの期間が短いため、浮上卵率や発生率にどのような影響を与えるのか、今後機会があれば、一定の期間を設けて検証してみたい。

表2 採卵実績(平成23～27年度)

年度	産卵開始		産卵終了		総採卵数 (千粒)	産卵 日数	平均浮上 卵率(%)	平均発生 率(%)	産卵期 収容水槽	産卵期 収容尾数
	月 日	水温	月 日	水温						
H23	6月14日	22.2	6月25日	23.2	700	5	90.5	—	50k1角形	6
H24	6月12日	22.6	10月5日	25.5	18,416	67	37.5	—	50k1角形	15
H25	6月5日	22.5	9月24日	27.3	16,351	68	36.9	22.9	50k1角形	14
H26	6月10日	22.1	9月26日	25.9	6,586	46	32.4	4.7	15k1円形	14
H27	6月14日	22.8	9月26日	26.2	12,323	58	62.2	5.9	15k1円形	14→13

養殖魚種多様化技術開発事業 (ヤイトハタ)

今吉雄二・神野芳久・池田祐介

【目 的】

養殖業者による赤潮・疾病対策や輸出を含めた経営多角化の実現には、養殖対象種の多様化が必要であり、その一環として、これまで利用されていなかったハタ類(ヤイトハタ)の種苗生産技術開発を行う。

【方 法】

1 親魚養成

種苗生産用の受精卵を確保するため、以下の方法で親魚養成を行った。

1) 親魚履歴

平成23年11月に、養殖業者が海南島から導入(平成18年)し、蓄養していた5歳魚13尾と、平成24年5月に同じ由来の1尾を加えた計14尾を親魚候補として当センターに導入し、養成を開始した。これらのうち、平成25年3月に、スクーチカ感染により6尾が斃死し、27年4月に養成していた8尾を用いた(表2)。

2) 飼育水槽

4月までは加温飼育が可能な魚類棟円形60k1水槽1面で飼育し、5月から11月は魚類棟角形50k1水槽1面で飼育した。12月以降は、より水温管理や採卵作業がしやすい親魚棟円形100k1水槽に移槽した。

3) 飼育条件

飼育海水はUV殺菌ろ過海水を使用し、換水率は約4回/日とした。水温については、5月～11月は自然水温下で飼育し、海水温が18℃を下回る4月と12月～3月は、飼育水温が18℃以下にならないよう加温した。

4) 給餌

餌料は5cm角にカットした冷凍サバに栄養剤を添加したものをを用いた。給餌量は、親魚8尾の総魚体重(116.8kg)の約5%相当となる5kgのサバを週2回(2.5kg×2回)に分けて給餌することを原則とした。

5) 採卵

5月20日から10月9日の期間、採卵を実施した。

午後、飼育水槽の排水部(採卵槽)に採卵ネットを設置し、翌朝、採卵、育卵を試みた。

【結果及び考察】

1 親魚養成

平成25年3月のスクーチカ感染により親魚が6尾斃死した事例を受けて、25年度から冬季の体力保全、疾病対策のために12月～4月の期間、飼育海水を加温して飼育しているが、今年度については衰弱や、視認可能な程度の疾病罹患は確認されなかった。

摂餌については、5月中旬から6月下旬にかけて摂餌量が増加したものの、7月から8月下旬にかけて毎回残餌が確認された。9月に入り再び摂餌量が増加し、10月中旬までその状態が続いたが、以後は例年より早く摂餌量が減少していった。

採卵については、5月20日から10月9日までの期間、採卵ネットを設置したが、例年に比べ追尾等の繁殖行動が顕著になることはなく、8月4日までの間に自然産卵は確認できなかった。

このため、8月4日に、全8尾のうち2番目に体重の重い個体（表2のNo. 2A73）に胎盤性性腺刺激ホルモン（HCG）を打注（500IU/kg）し、特定個体を成熟させることによる他個体の成熟誘発を試みたところ、4日後の8月8日から、連続3日間産卵が確認された。

得られた卵については、全て50k1アルテミアふ化槽に回収し、状態を確認したが、全て沈下、白濁卵であった。

さらに8月11日に、全8尾のうち最も体重の重い雄化個体（表2のNo. 4979）にHCGを打注し（500IU/kg）、同様の効果による採卵を試みたところ、7日後の8月18日から24日の間に、4日間産卵が確認された。

得られた卵については、全て50k1アルテミアふ化槽に回収し、状態を確認した。ほとんどの卵が沈下、白濁卵であったが、8月20日に採卵した卵の中に浮上卵が数万粒確認されたため、育卵したが、発生は進行せず、ふ化には至らなかった。

これら2回のホルモン打注の後、複数の個体に腹部膨満が確認され、特に最も小型の個体では膨らみが顕著であったが、その後は繁殖行動が活発になることはなく、産卵を確認することはできなかった（表1にこれまで採卵実績を記載）。

親魚を導入した翌年の平成24年度には、自然産卵により6,600万粒を超える卵を採卵することができており、得られた卵は平均浮上卵率が83.9%、ふ化試験における平均ふ化率が76.7%と、十分に種苗生産に供することのできる良質卵であった。この時点では、本種から自然産卵により受精卵を得ることは比較的容易との認識を持ったが、以後の年度では自然産卵を再現することはできなかった。

平成24年度以降の飼育状況を整理し、自然産卵を行わなくなった原因について、次のように推察した。

①雌個体の斃死により、群れの性比バランスが崩れ、産卵行動が行われなくなった

平成23年度の親魚導入時には、雄4個体（不明確個体含む）、雌10個体の性比だったが、24年度末のスクーチカ感染により、雄1尾、雌5尾が斃死し、雄の割合が高くなったことで産卵行動に支障が生じた可能性が高い。

先進機関である沖縄県水産試験場をはじめ、他機関の報告においても、水槽内個体の性比については言及されており、この推察を裏付けるものである。

②水槽内での性転換により、雄の個体数が増え、性比のバランスが変化した

親魚が8尾になった時点で、それぞれの個体にPITタグを入れ、個体識別ができるようにしていたが、試験終了時に開腹により性別を調べたところ、タグ挿入時に雌（腹部圧搾により卵の排出を確認）であったNo. 6F68が雄に性転換しており、性比は雄4、雌4となっていた（表2）。このことは①とも関連することだが、性比のバランスは個体の入れ替えを行わなくても変化し、産卵行動に影響を与える可能性を示唆するものである。

③平成25年度の産卵不調により、その後の成熟卵の排出に支障が生じた

近縁種のクエをはじめ、他のハタ類においても、何らかの理由で卵が成熟しても自然産卵に至らない場合があり、卵巣内に残った卵は卵巣腔内で固化し、翌年の自然産卵に支障を来すと言われている。

当センターの親魚は先述のスクーチカ感染の後、状態を回復させるために4月から5月にかけて

て、飼育水温を自然水温より5℃前後高く保った状態で飼育しており、ここで生理的周期が崩れ、その後の卵成熟、卵排出に影響を与えた可能性がある。

上記①～③については知見もあり、改善する方法としては新たな親魚候補を入手し、追加または入れ替えることが最も有効と考えられたが、県内で条件に応じた本種の親魚候補を探すのは難しくなっており、実施には至らなかった。

自然産卵により受精卵を得るための親魚群の構成としては、本試験開始時の構成と、その他本種や他のハタ類における事例を参考とすると、50kl～100kl程度の水槽内に、体重20kg以上の個体にメチルテストステロンを投与して確実に雄化させた個体1～2尾と、10kg以下の雌候補個体を10尾前後収容し、繁殖行動を観察しながら性比に調整を加えることで、確実に産卵を促すことができると考えている。

表1 採卵実績(過去4年間)

年度	産卵開始		産卵終了		総採卵数 (千粒)	産卵 日数	平均採卵数 (千粒)	最多採卵数 (千粒)	最小採卵数 (千粒)
	月 日	水温	月 日	水温					
H24	6月27日	24.6	8月24日	28.4	66,712	29	2,300	6,402	195
H25	—	—	—	—	0	0	—	—	—
H26	8月23日	26.5	8月25日	26.8	6,435	3	2,145	3,080	575
H27	8月8日	26.3	8月24日	27.7	2,679	7	382	870	38

表2 タグ挿入時と試験終了時の性別構成

タグNo.	25		性別		27			性別
	年度 体測日時	25.05.09			年度 体測日時	27.4.30	28.03.15	
7C29	全長(cm)	82.0	♀		全長(cm)	88.0	88.6	♀
	体重(kg)	11.1			体重(kg)	12.2	13.3	
0727	全長	88.6	♂(※)		全長	95.6	93.4	♂
	体重	14.5			体重	16.4	16.7	
423E	全長	73.8	♀(※)		全長	72.2	78.8	♀
	体重	9.6			体重	8.8	9.9	
6D0C	全長	85.4	♂	→	全長	90.7	91.4	♂
	体重	13.6			体重	12.4	12.1	
6521	全長	77.2	♀		全長	84.4	84.6	♀
	体重	9.3			体重	12.1	13.4	
4979	全長	87.4	♂(24年度雄化)		全長	94.6	97.0	♂(24年度雄化)
	体重	17.1			体重	21.1	22.6	
2A73	全長	85.6	♀		全長	95.4	96.0	♀
	体重	14.0			体重	18.4	21.1	
6F68	全長	81.2	♀		全長	88.3	89.2	♂
	体重	13.2			体重	15.4	16.1	

(※) 腹部圧搾では性別判定できず、行動、体サイズにより暫定的に判定したもの

2 種苗生産試験

予定していた種苗生産試験は、前述の採卵不調により実施に至らなかった。

天然ウナギと養殖ウナギとの混養試験 (鹿児島県ウナギ資源増殖対策協議会事業)

今吉雄二，池田祐介，神野芳久，小湊幸彦

【目 的】

ウナギ資源の維持・増大を目的として，各地で放流が行われているが，養殖池から取り上げた個体がそのまま自然水域に放流される事例が多い。

しかし，天然ウナギが生息する河川では，天然ウナギと放流された養殖ウナギとの競合が予想され，このことが両者の成長・生残に影響を及ぼしている可能性がある。

今後，より効果的なウナギ資源対策を進めていくためには，放流後の養殖ウナギの生態について調査・解明し，現在行われている放流事業にフィードバックする必要がある。

本試験では，養殖ウナギと天然ウナギを同じ試験池内で飼育し，成長，生残状況を調査することにより，現在行われている放流手法についての評価，検討材料とし，より効果的な資源対策の開発に資する。

なお，本試験は鹿児島県ウナギ資源増殖対策協議会事業として，中央大学法学部 海部助教と共同で実施した。

【方 法】

1 概要

長さ×幅×深さ＝約8m×約4m×約1.5mの試験池を6面使用。

飼育水は年間を通して25℃前後の地下水を使用し，換水率は約7回/日とした。

池内にコンクリートブロック，アワビシエルター，防鳥ネットにより模擬河川環境を作り，その中に養殖ウナギと天然ウナギとを収容。その後の成長，生残を追跡した。

2 実施場所

鹿児島県水産技術開発センター実験池 C試験池（鹿児島県指宿市宮ヶ浜）

3 実施期間

平成26年10月10日（ウナギ収容日）～28年3月（3月以降も継続飼育）

4 供試魚

養殖ウナギについては各サイズを大隅地区養まん漁業協同組合から購入。

天然ウナギについては天降川産のものを購入。

供試個体にはそれぞれ個体識別用のPITタグを装着。

5 試験区

20Pサイズ試験区（天然養殖混養）と5Pサイズ試験区（天然養殖混養），それぞれの対照区（養殖単独）の4区（表1）。

20Pサイズ試験区と5Pサイズ試験区では反復区を設けた。

6 計測

データ採取のための全長，体重の計測は，摂餌への影響等を考慮し，年3回程度（4ヶ月に1回）実施する事とした。

表1 試験区と収容数

試験区	収容数		
	天然	養殖	計
20P-①	5	5	10
20P-②	5	5	10
20P対照区	0	10	10
5P-①	9	9	18
5P-②	9	9	18
5P対照区	0	18	18

7 餌料

試験期間中の餌料：全長3cm前後の川エビ（ヌマエビ，スジエビ）

給餌量：試験開始時から1年間は，天然ウナギの胃内容物の重量を参考に，週あたりウナギ重量の2.5%を給餌していたが，水槽内に常時多数の川エビが残存していたことや，まとまった量の川エビの調達が場合によっては困難であることから，27年10月からは週あたりウナギ重量の1%とした。

【結果及び考察】

全長，体重，肥満度については，各試験区の測定値から平均値を求め，その推移を図示した（図1～6）。生残については，各試験区が生残数から生残率を求め，その推移を図示した（図7，8）。

1 全長

両試験区ともに概ね増加傾向であり，天然と養殖との間に顕著な差は見られなかった。

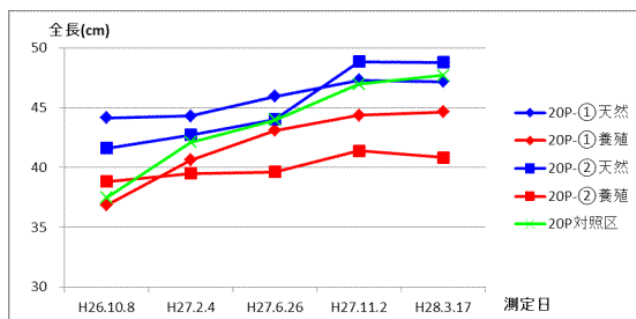


図1 20Pサイズ区の全長(平均値)の推移

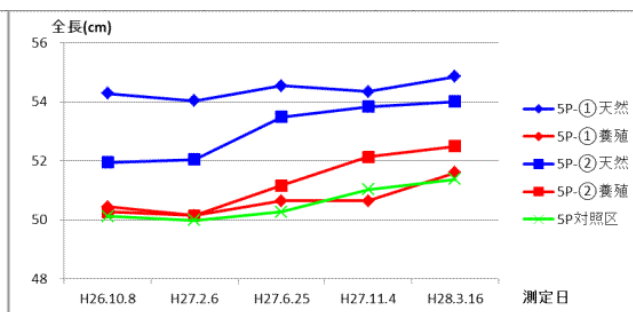


図2 5Pサイズ区の全長(平均値)の推移

2 体重

20Pサイズ区は，天然，養殖ともに概ね早い段階から増加しているが，5Pサイズ区は天然，養殖ともに一度減少してから増加に転じており，増加分も成長ではなく，収容時の状態への回復に留まっている個体が多かった。

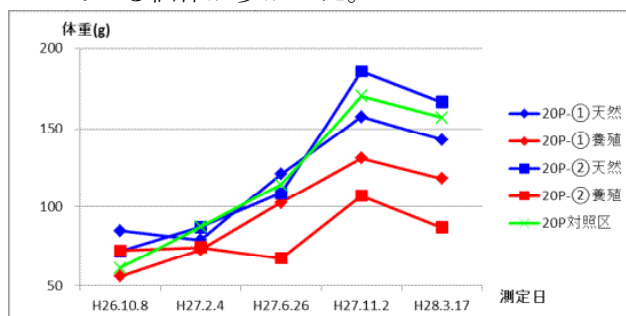


図3 20Pサイズ区の体重(平均値)の推移

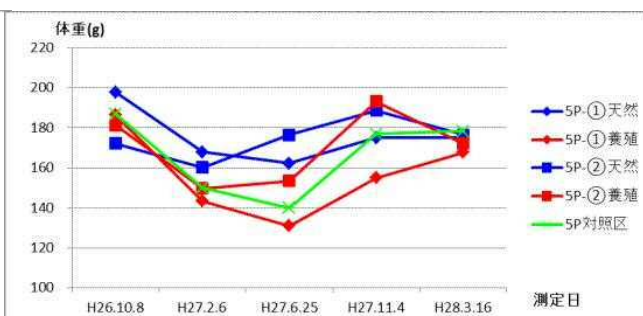


図4 5Pサイズ区の体重(平均値)の推移

3 肥満度

各試験区ともに体重と同じような傾向を示す。5Pサイズ区では、全ての試験区で、平均値が収容時の値を下回っており、収容時の状態への回復にも至っていない。

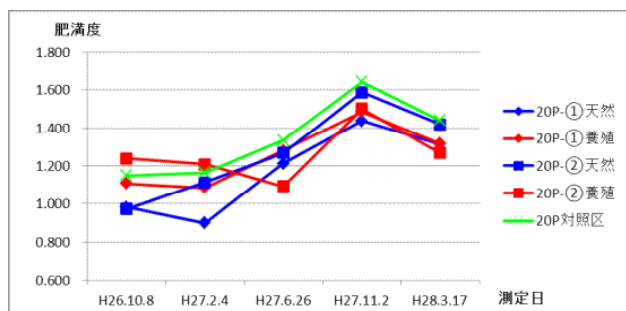


図5 20Pサイズ区の肥満度(平均値)の推移

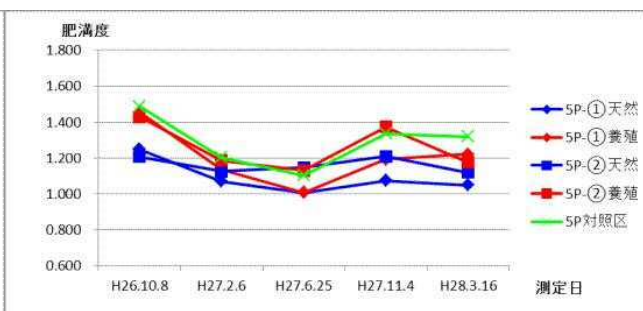


図6 5Pサイズ区の肥満度(平均値)の推移

4 生残率

20Pサイズ区, 5Pサイズ区ともに天然群が高い。同一水槽内での比較において、どの水槽内でも天然群が養殖群を上回っていた。対照区の生残率は、5P-②を除いた混合飼育下の養殖群のものより高くなっていた。

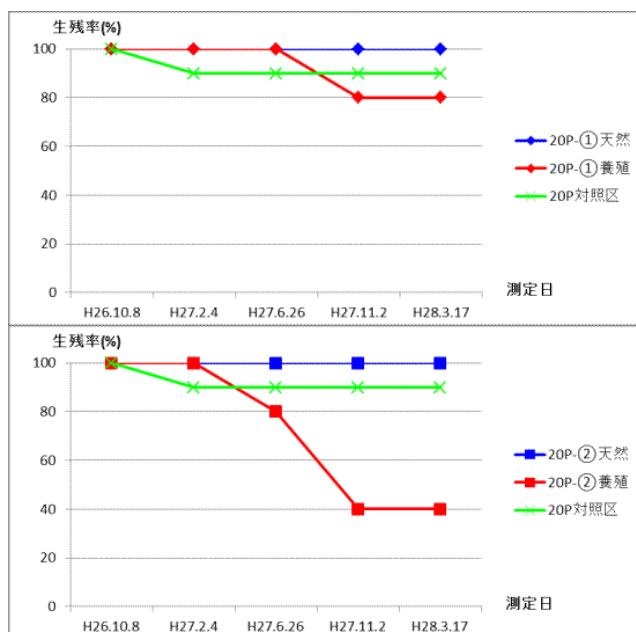


図7 20Pサイズ区の生残率の推移

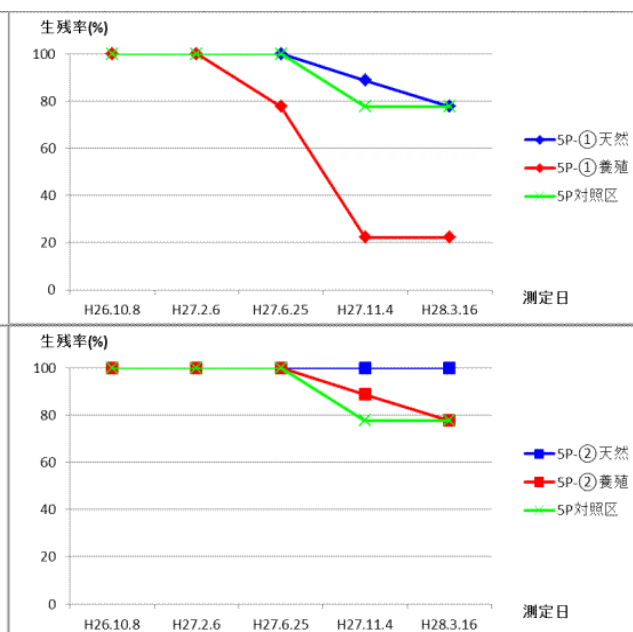


図8 5Pサイズ区の生残率の推移

5 考察

全長, 体重の増減に関する傾向としては、天然, 養殖間の差よりもサイズ間の差が顕著に表れてきている。

試験開始から平成28年3月までの肥満度の増加量について、平均値(図9)を各試験区間で比較してみると、20Pサイズ区と5Pサイズ区との比較では、比較の組み合わせ25通りのうち、17通りで

20Pサイズ区の方が有意に肥満度の増加量が大きいという結果となった（one-factor ANOVA及びTukey-Kramer, $P<0.01$ ）。

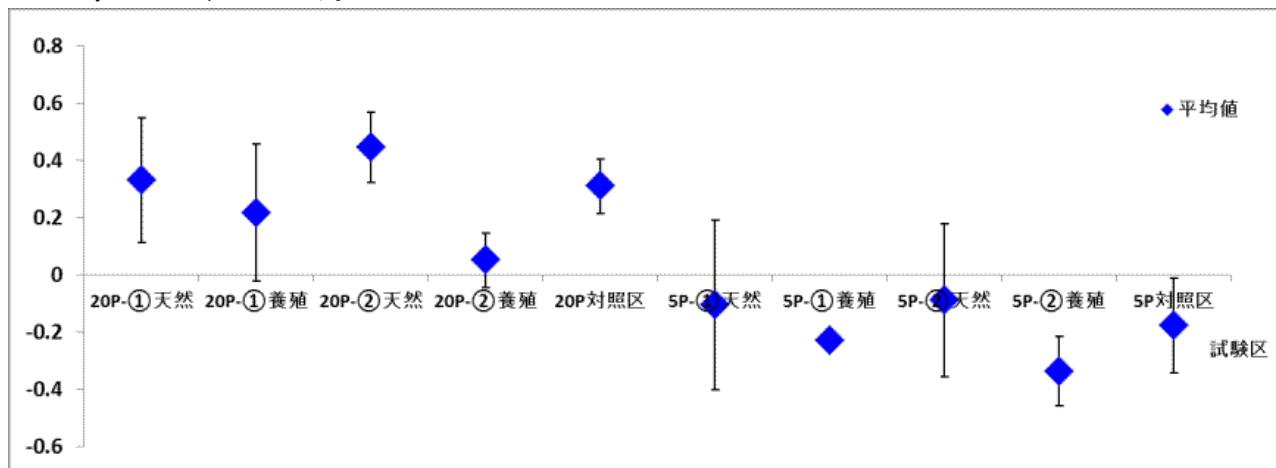


図9 各試験区における肥満度増加量の平均値と標準偏差

生残率に関しては、混合飼育下では養殖群の方が低くなり、かつ対照区の生残率は混合飼育下の養殖群のものより高くなっている。

このことから、天然ウナギがある程度生息する自然水域に養殖ウナギを放流すると、天然ウナギとの間に競合が発生することが考えられる。そのため、養殖ウナギ放流による個体数の増加は、ある程度抑制されることが示唆された。

奄美等水産資源利用開発推進事業－X (沿岸域資源利用開発調査：スジアラ種苗生産技術開発)

今吉雄二，神野芳久，池田祐介

【目 的】

スジアラは、美味・高価な魚として知られ、特に奄美海域において重要な水産資源である。しかしながら水揚げ量は減少傾向にあり、平成26年は約7トンと、近年の漁獲量のピークである平成10年（約12トン）の半分程度となっている。そのため放流要望が非常に強く、放流用種苗の最重要種として位置づけられている。

種苗生産技術開発については、平成14年度に初めて生産に成功しており、平成19年度には約4万尾の生産を記録し、初めての量産を実現した。平成23年度からは、実用化のための大型コンクリート水槽を用いた量産試験を開始し、開始年度に26～47mm(平均33.6mm)の種苗を8万4千尾生産した。

しかし、平成24年度以降は1～2万尾台の生産に止まっており、安定した量産技術の確立には至っていない。ふ化直後の初期生残率の安定が主たる課題とされてきたが、他にも生物餌料から配合飼料への切り替えの成否、照度変化や水槽内の環境変化などの物理的減耗要因の解明など、解決すべき課題は少なくない。

本事業ではこれまでの成果を基に更なる技術開発を行い、安定した量産技術を確立することを目的とする。

【方 法】

1 親魚養成および採卵試験

当センター親魚棟のコンクリート製円形100k1水槽（φ：8m，d：2m）1面を使用して採卵用親魚の養成を行った。

継続養成している親魚は、今年度初めの時点で25尾（体重：2.2～10.4kg，平均5.6kg）であった。

飼育海水はUV殺菌ろ過海水を使用し、水温は、通年22℃を下回らないように6月～11月の期間を除きヒートポンプにより調温した。注水量は11月24日まで約10k1/時（換水率：約2.4回/日）とし、その後はヒートポンプの負担を減らすために換水率を下げた（後述）。

餌料は、約5cm角にカットした冷凍サバ（2.0kg/回）に栄養剤を添加したものを週3回給餌した。

採卵については、4月30日から飼育水槽の排水部（採卵槽）にネットを設置して、以後10月16日まで毎朝目視による産卵確認と卵の計数を行った。

なお、11月24日にこれまで使用していた100k1水槽から200k1水槽（φ：11m，d：2m）への移槽を実施し、以後同水槽を使用している。注水量についても、移槽日以降は約14k1/時（換水率：約1.7回/日）とした。

2 種苗生産試験

1) 1回次

1回次は、魚類棟コンクリート製円形20k1水槽（φ：4m，d：1.45m）2面を使用し、6月

4日に採卵した浮上卵1,040千粒のうち300千粒を20k1-①に、同じく300千粒を20k1-②に収容し、開始した。

試験区は、20k1-①を表層から注水する「表層注水区」、20k1-②を底層で注水し水流を作る「底層注水区」とした。

表層注水については、飼育海水を水槽辺縁部水面付近の1カ所から注水し、通気により飼育海水を攪拌する方式で、底層注水は、主に沈降死対策として、底面の半径上に配した塩ビ管（13mm）の側面と上面にそれぞれ20cm間隔で直径2mmの穴を開け、飼育海水を時計回り方向と上方向へ吐出し、底面と平行、垂直方向の流れを作る方式である。（図1）

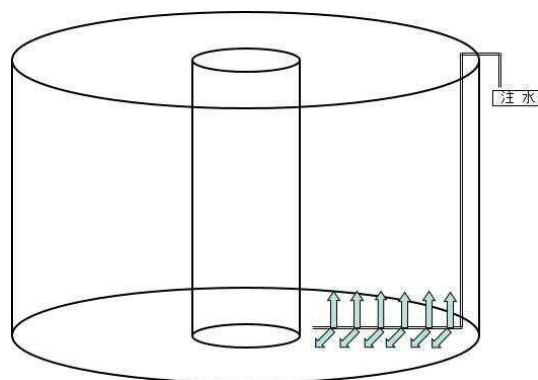


図1 底層注水方式

なお、底層注水の配管については、日齢32に初回の底掃除を実施した際に取り除き、以後は20k1-②についても表層注水とした。

表1 スジアラ種苗生産の飼育基準（1回次）

項 目	内 容	
飼育水槽	大きさ	20k1（コンクリート製）
	形	円形、中央に排水口
収 容	方 法	胚胎形成期の浮上卵
	密 度	15,000粒/k1（1槽あたり300千粒）
飼育海水		UV殺菌ろ過海水
水 温	加 温	チタンコイル
	飼育水温	28℃（初期は飼育水温に達するまで1℃/日ずつ昇温）
注 水	方 法	表層注水方式：水槽辺縁の水面付近1カ所から注水 底層注水方式：注水管を水槽底面まで延長し、底面の半径上に配した注水管から水平方向（時計回り）及び鉛直上方に注水 底面注水管には20cm間隔で直径2mmの吐出口を開口 初回底掃除時（日齢32）に配管を取り除き、以後表層注水
	換水率	卵収容～日齢1：1.0回転、 日齢1以降：0.3回転から水質の状態を見ながら量を増やす
通 気	方 法	エアストーン
	箇所数	卵収容～日齢1（ふ化まで）：6カ所、日齢1～35：中央2カ所、 日齢36～：6カ所
	通気量	卵収容～日齢1（ふ化まで）：5.0L/min、日齢1以降：0.5L/minから段階的に増量
酸 素	方 法	日齢2からエアストーンを用い通気（液化酸素ガスを使用）
	通気量	溶存酸素量をみながら調整（DOを6mg/L前後に保持）
照 度	方 法	蛍光灯（40W×2本）による。20k1水槽では4基設置
種 類		ナンノクロロプシス
		添加基準を以下のとおり設定

微細藻類		日齢2から日齢25まで：100万cell/ml 日齢26から日齢31(ワムシ給餌終了)まで50万cell/ml
	添加方法	50Lアルテミアふ化槽を用い、海水で希釈して少量ずつ添加 流出分やワムシ摂餌分を考慮し、基準の1.5倍量を朝夕2回に分けて添加
水質、底質改良剤	種類	なぐらし1号及び3号(10g/kg・日)
	散布方法	1号：日齢3～32＝ジョロで海水に溶かして散布 3号：日齢33～38＝そのまま手撒き
餌料	餌料系列	S型ワムシ八重山株→S型ワムシ八重山株、アルテミア→配合飼料
	給餌基準	S型ワムシ八重山株：20個体/ml(日齢2～30) アルテミア：350万個体/日(日齢15～36) 配合飼料(アンブローズ200～800)：3g/kg・日から量、サイズを増やしながら給餌(日齢21～)
		強化剤
		ワムシ：S生クロレラV12、アルテミア：バイオクロミス

表1には飼育基準を示した。飼育海水はUV殺菌ろ過海水を使用し、水温は飼育開始から1日1℃の割合で28℃まで段階的に昇温させ、28℃に達してからは、取り上げまで維持されるようチタンコイルを用いて調温した。換水率は卵収容時からふ化後の日齢1まで1.0回転/日、日齢1からは水質や餌料の状況を見ながら0.3回転/日から3.5回転/日まで段階的に上げていった。通気は、卵収容時から日齢1まで5.0L/分を6カ所、日齢1から日齢35までは0.5L/分を水槽中央に2カ所設置し、日齢36から取り上げまでは再び6カ所に設け、0.5L/分から1.0L/分まで段階的に強めていった。

また、DOを概ね6mg/L前後に維持するため、日齢2から水槽中央に酸素通気を施した。

照明は、水面上20cm付近に40w×2本の蛍光灯4基を設置し、蛍光灯直下の水面照度を5000lx程度となるようにした。点灯時間は日齢1の夕方から日齢32まで24時間とし、日齢33からは7:00から17:00までとした。

飼育海水中には、ナンノクロロプシスを日齢2から日齢25まで100万細胞/ml、日齢26からは50万細胞/mlになるよう添加した。なお、水質改善のため「なぐらし(サンゴパウダー)」を日齢3から毎日200g(10g/kg)散布した。

餌料については、S型ワムシ八重山株を日齢2から日齢30の間、20個体/mlとなるよう給餌し、日齢15からはアルテミア350万個体/日を併せて与える(アルテミアは日齢36まで)とともに、日齢21からは配合飼料をサイズ、量を段階的に増やしながら給餌した。

2) 2回次

2回次は、魚類棟コンクリート製円形60kl水槽(φ：7m、d：1.45m)2面を使用し、1回次と同様、表層注水区(60kl-②)と底層注水区(60kl-①)を設けた。

底層注水区(60kl-①)については、7月22日に採卵した浮上卵756千粒を全て収容し、開始した。この試験区は平成23年度に同じ60kl水槽を用いて、一水槽あたりの生産尾数としては過去最多の約3万6千尾を生産した時の方法を基本的に再現したものである。

表層注水区(60kl-②)については、8月3日に採卵した浮上卵813千粒を全て収容し、開始した。

飼育基準については、使用水槽以外は基本的に1回次と同様とし、照明は、蛍光灯の数を8基とし、水面照度の約5000lxを確保した。1回次と異なる条件を表2に示す。

表2 スジアラ種苗生産の飼育基準（2回次：1回次と異なる内容のみ）

項 目	内 容	
飼育水槽	大きさ	60k1（コンクリート製）
収 容	密 度	底層注水区：約12,600粒/k1（1槽あたり756千粒） 表層注水区：約13,500粒/k1（1槽あたり813千粒）
通 気	箇所数	卵収容～取り上げ：6ヵ所
照 度	方 法	蛍光灯（40W×2本）による。60k1水槽では8基設置
微細藻類	種 類	ナンノクロロプシスとスーパー生クロレラV12を併用 （午前：ナンノクロロプシス，午後：スーパー生クロレラ） 添加基準を以下のとおり設定 ナンノクロロプシス：100万cell/ml（飼育水） スーパー生クロレラ：200ml/億個体（ワムシ）
餌 料	給餌基準	アルテミア：350万個体/日（日齢15～36）

なお、2回次は培養不調のためナンノクロロプシスを予定量調達することができず、スーパー生クロレラV12を併用する方法で添加した。水質改善のための「なぐらし」は日齢3から600g/日（10g/k1・日）散布した。

餌料系列についても基本的に1回次と同じとしたが、アルテミアについては、水槽の容量で比較すると1/3の量となる350万個体/日を給餌した。

3) 3回次

3回次は、魚類棟コンクリート製円形20k1水槽（φ：4m，d：1.45m）2面を使用し、1回次の方法をほぼ再現する形で、表層注水区（20k1-②）と底層注水区（20k1-①）を設けた。

底層注水区（20k1-①）については、8月2日に採卵した浮上卵300千粒を全て収容し、開始した。

表層注水区（20k1-②）については、8月10日に採卵した浮上卵1,026千粒のうち、302千粒を収容し、開始した。

飼育基準については、基本的に1回次と同様としたが、アルテミアの給餌量のみ1回次の約半分の180万個体/日とし、種苗の生残、成長を比較することにした。1回次と異なる条件を表3に示す。

表3 スジアラ種苗生産の飼育基準（3回次：1回次と異なる内容のみ）

項 目	内 容	
餌 料	給餌基準	アルテミア：180万個体/日（日齢15～36）

なお、1～3回次で使用した添加微細藻類であるナンノクロロプシスは当センターで保管・培養したものを使用した。生物餌料であるS型ワムシ八重山株は、独立行政法人水産総合研究センターが遺伝資源として管理している株の配布を受け、当センターで培養したものを使用し、アルテミアは市販の乾燥卵を脱殻処理し、凍結保存したものをふ化させて使用した。

【結果及び考察】

1 親魚養成および採卵試験

27年度の産卵前の親魚数は25尾であった。このうち4尾が年度内に斃死し、1尾を状態不良のた

め殺処分した。また、産卵終了後の11月に、5尾を甑島漁協から購入し、27年度末には25尾となった。

採卵試験の結果については表4に示す。

表4 平成27年度採卵結果

飼育水槽 (kl)	自	採卵期間 至 (日数)	採卵日数	総採卵数 (千粒)	浮上卵数 (千粒)	浮上卵率 (%)
100	5/1	～ 10/9 (161)	118	127,978	83,321	65.1

産卵期間は5月1日～10月9日(161日間)で、そのうち産卵を確認したのは118日であった。総採卵数は約127,978千粒で、そのうち浮上卵は約83,321千粒、浮上卵率は65.1%であった。

産卵開始はこれまでで最も早い5月1日であったが、その後しばらく低調な産卵が続き、8月に入るまで2,000千粒以上の採卵数を記録することはなかった。採卵数は平成18年以降最低であった前年より回復し、前年比約135.5%であった(表4、図2)。

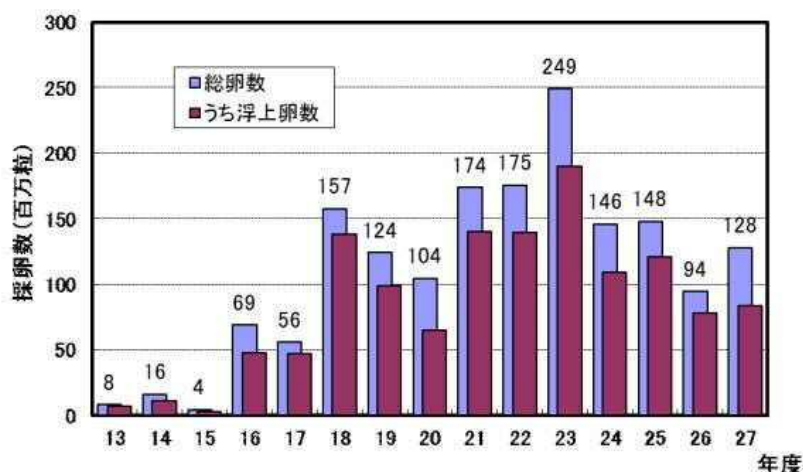


図2 これまでの採卵実績

今年度も昨年度と同じように海水温の上昇が鈍く、6月に入っても22℃台であったため、6月1日と6月22日の2回、ヒートポンプにより1℃づつ飼育水温を上昇させたが、産卵を本格化させ

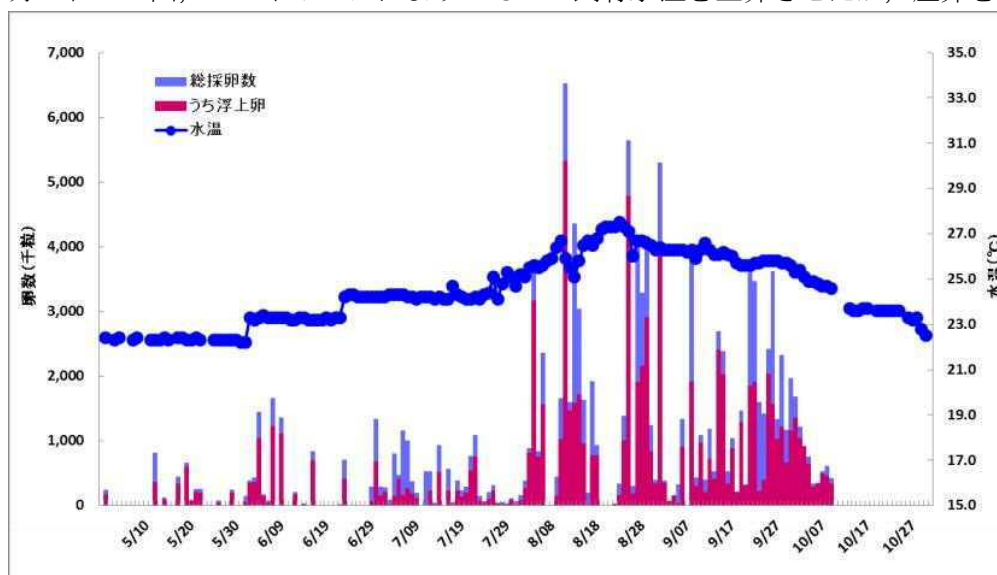


図3 今年度の採卵数と飼育水温の推移

るには至らなかった（図3）。来年度以降についても、例年の産卵期に入った時点で低水温が続く場合、昇温する際の温度や期間の幅について、今年度の結果も踏まえて試験的な調温を実施したいと考えているが、自然水温の変動は不確定要素であるため、産卵が本格化するまでの期間を通じての調温も検討する必要があると思われる。

2 種苗生産試験

生産尾数は1～3回次の合計で20,730尾と、前年度の12,357尾を上回った。（表5）

表5 平成27年度種苗生産試験結果

	水槽	収容卵数(粒)	取上数(尾)	生残率(%)	取上時平均全長(mm)	飼育期間	飼育日数	kl当たり 生産尾数
1R	20kl-①(表層注水)	300,000	-	-	-	6/4～7/17	44	-
	20kl-②(底層注水)	300,000	3,542	1.181	34.2	6/4～8/3	61	177.1
2R	60kl-①(底層注水)	756,000	4,056	0.537	33.7	7/22～9/24	65	67.6
	60kl-②(表層注水)	813,600	8,223	1.011	26.9	8/3～9/29	58	137.1
3R	20kl-①(底層注水)	300,000	2,244	0.748	29.6	8/2～9/29	59	112.2
	20kl-②(表層注水)	302,000	2,665	0.882	28.6	8/10～10/6	58	133.3

昨年度、ワムシからアルテミアや配合飼料への切り替えがスムーズに行かなかった点を踏まえ、今年度も餌料系列を一部変更し、ワムシについては水産総合研究センターで実績のあるS型ワムシ八重山株のみを給餌した（図4、5）。初期摂餌の状況については、過年度にSS型（S型タイ株）を給餌していた時と比較して、遜色ない結果であった（図6、7）。

アルテミアに関しては、昨年度は摂取されずに水槽内でノープリウス幼生まで成長している事例が確認され、ワムシからの切り替えがスムーズに行われていないことが示唆されたが、今年度はそのような事例は確認されなかった。アルテミアの給餌量を変えて比較した1回次と3回次の生産試験からは、生残、成長ともに、給餌量が多かった1回次の方がわずかながら良い結果が得られた。

アルテミアの給餌量については、本試験において以前からアルテミアへの高い嗜好性が配合飼料への切り替えの妨げになっているのではないかと懸念があり、適量を模索してきたが、今回の結果から、来年度は更に増量した試験区を設けたいと考えている。

配合飼料の摂餌については、表6のとおり、1～3回次日齢32までに、サンプリングしたほぼ全ての個体の消化管内から配合飼料を確認することができた。

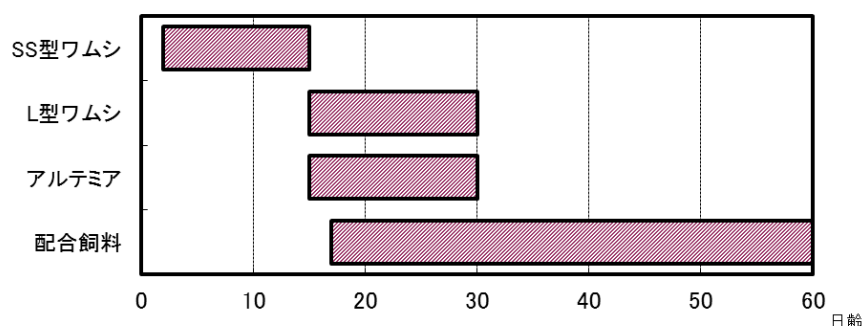


図4 26年度の餌料系列

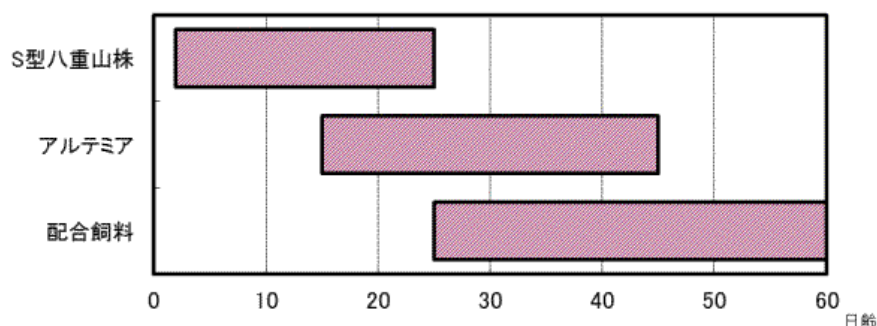


図5 27年度の餌料系列

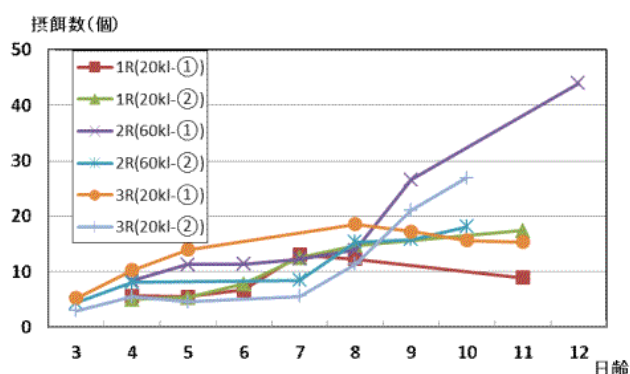


図6 27年度試験におけるワムシ摂餌数(S型八重山株)

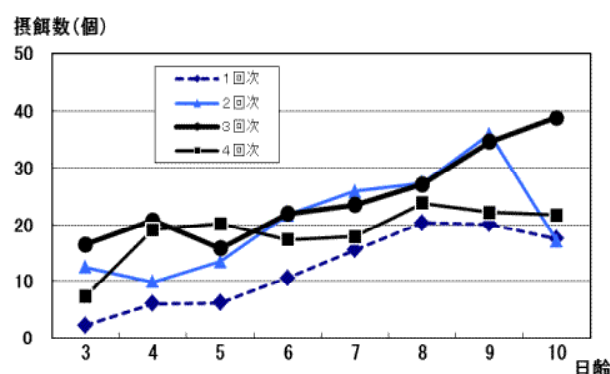


図7 21年度試験におけるワムシ摂餌数(S型タイ株)

表6 日齢30前後での配合飼料摂餌状況

	水槽	日齢	配合飼料摂餌率(%)	平均全長
1R	20kl-①(表層注水)	32	90.0	14.21
	20kl-②(底層注水)	32	100.0	13.77
2R	60kl-①(底層注水)	29	100.0	13.13
	60kl-②(表層注水)	31	100.0	14.32
3R	20kl-①(底層注水)	32	100.0	13.37
	20kl-②(表層注水)	31	100.0	12.30

ワムシから他の餌料への切り替えの成否という課題については改善を示す数字が得られたが、今年度は1回次から3回次を通じて、例年では稚魚の状態が安定してくる日齢40以降になっても、まとまった数の種苗の斃死が見られ、取り上げまで収束しなかった。

このことについて、まずは感染症を疑い、当センター魚病センターにてVNNを始め主な疾病の検査を実施したが、斃死を引き起こすような感染症は確認できなかった。

次に考えられたのが、照度や水槽内環境の急変といった物理的な減耗要因であるが、試験実施中に他魚種の生産との兼ね合いで、照度を急激に落とさなければならない状況や、配合飼料給餌後の底掃除等による環境変化があったため、来年度は照度調整と底掃除の二点について、今年度と異なる方法を実施してみて、影響を比較したいと考えている。

種苗生産試験（1～3回次）にて生産した種苗のうち、20,250尾（平均全長39.5mm）を、10月1日、10月6日の2回に分け、かごしま豊かな海づくり協会に出荷した。

奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅸ (沿岸域資源利用開発調査：クロマグロ中間育成試験)

外薗博人，今吉雄二，池田祐介

【目 的】

本県のクロマグロ養殖生産量は全国第1～2位を占める重要な産業である。ところが，その養殖用種苗は天然に依存しており，近年の天然資源の減少や世界的な資源保護の動きのため，種苗の確保が非常に困難な状況にある。

そのため，人工種苗を用いた養殖の比重が高まりつつあるが，人工種苗を沖出しした後の生残状況が極めて悪いため，中間育成に関する技術の開発・向上を図る。

【方 法】

1 平成26年度種苗継続飼育分

平成26年度種苗については，平成27年4月28日まで継続して飼育試験を実施した。

1) 供試魚

(有)奄美養魚が平成26年度に生産した全長7cmの種苗3,654尾を平成26年9月26日に久志へ沖出しした供試魚について，引き続き試験を実施した。

2) 試験箇所

南さつま市坊津町久志湾内で実施した。

3) 比較

大島郡瀬戸内町篠川湾内の飼育事例と比較した。

4) 収容生け簀

20m角型(四隅を丸くした円形に近い形状)

5) 実施体制

水産技術開発センターと(有)奄美養魚の共同試験とした。

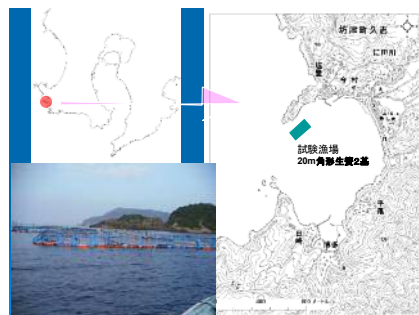


図1 試験箇所・風景

2 平成27年度種苗

1) 供試魚

(有)奄美養魚が平成27年度に生産した全長7cmの種苗7,765尾を供した。

2) 試験箇所

南さつま市坊津町久志湾内で実施した。

3) 比較

大島郡瀬戸内町篠川湾内の飼育事例と比較した。

4) 試験開始

平成27年8月2日

5) 収容生け簀

20m角型(四隅を丸くした円形に近い形状)に収容後，9月15日に30m円形へ移し替えた。

30m円形には衝突防止用のシート(40cm×10m)100枚を生け簀網に取り付けた。

6) 実施体制

水産技術開発センターと(有)奄美養魚の共同試験とした。

【結果及び考察】

1 平成26年度種苗継続飼育分

1) 水温

水温の推移を図2に示す。

久志における試験開始時の水温は約27℃で、平成26年12月末まで徐々に低下したが、概ね17℃以上であった。

その後も徐々に低下したが、概ね15℃以上で推移した。

期間を通して久志は篠川より低く推移し、初期は1℃、最大で5℃程度の水温差であった。

2) 成長

クロマグロの体重の推移を図3に示す。

久志における体重は篠川と同様に順調に増加し、平成26年12月末には1.3kg程度にまで成長した。

その後は篠川との体重差が徐々に大きくなり、試験終了時（平成27年4月28日）では篠川4kg/尾に対して久志2kg/尾と約半分であった。

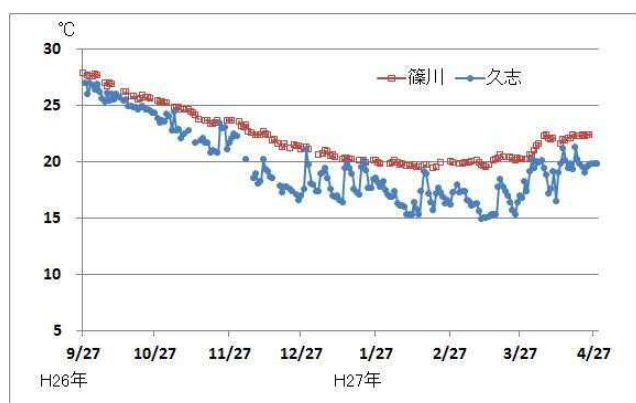


図2 水温の推移

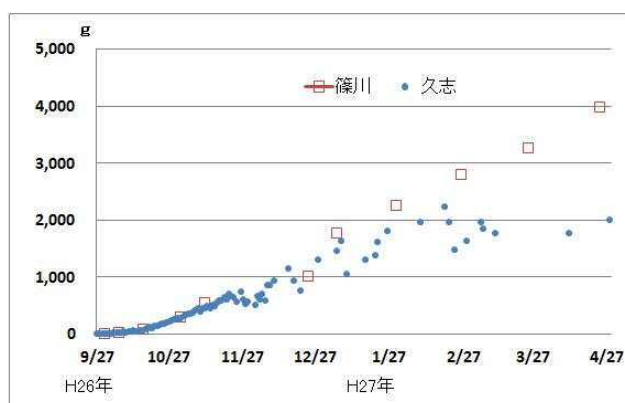


図3 体重の推移

3) 生残率

クロマグロの生残率の推移を図4に示す。

久志における初期の生残率は篠川に及ばないものの、ワクチン接種後の篠川のへい死数が多かったため、一時的には篠川の生残率を上まわった。

平成26年12月末における生残率は、篠川31%に対して久志は27%と若干低めとなったが、3ヶ月を超えるクロマグロの中間育成期間としては良好な生残率であったと考えられる。

その後、篠川ではほとんどへい死が発生しなかったが、久志は篠川に比較して水温が低かったためか、若干の減耗がみられた。

4) まとめ

県本土海域に位置する久志湾では奄美の篠川湾に比較すると水温が低いため、概ね12月以降は成長・生残が劣るものの、7ヶ月の育成で15%程度の生残率は、クロマグロの中間育成としては良好な結果であり、県本土海域における中間育成の可能性が示唆された。

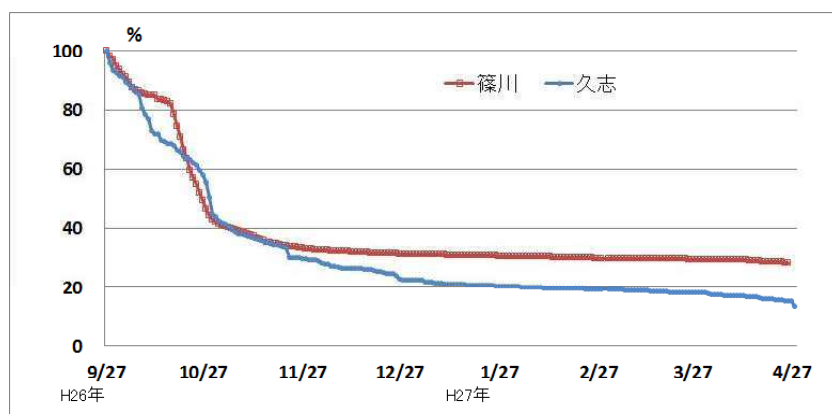


図4 生残率の推移

2 平成27年度種苗

1) 水温

水温の推移を図5に示す。

久志における水温は、試験開始10日ほどで最高の29.3℃に達し、その後は徐々に低下し平成28年2月末には15℃程度となった。

一方、篠川は、最高水温においては久志と大差ないものの、冬期の水温は概ね20℃以上で、冬期の水温差は5℃程度であった。

2) 成長

クロマグロの体重の推移を図6に示す。

久志における体重は順調に増加し、平成28年2月末には平均4kg/尾程度に達した。

一方、篠川では、イリドウイルス感染症対策の給餌制限により、10～11月の成長が停滞した。しかし、その後の成長は良好で、平成28年2月末には平均3.5kg/尾程度となった。

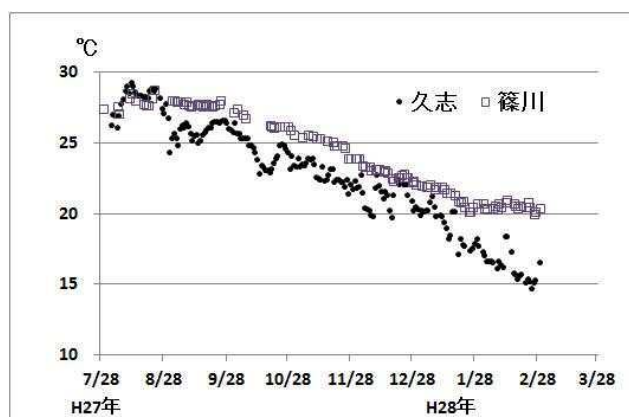


図5 水温の推移

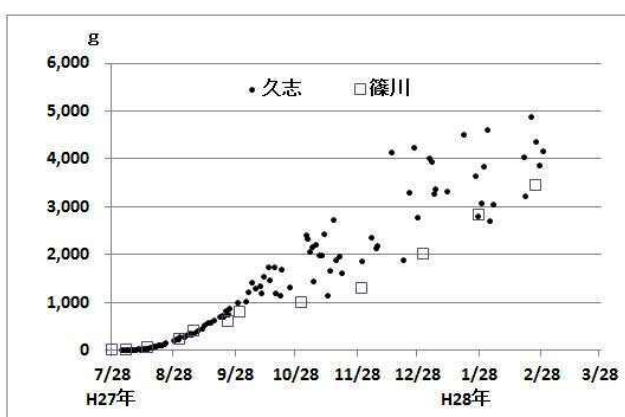


図6 体重の推移

3) 生残率

クロマグロの生残率の推移を図7に示す。

久志においては、沖出し後のへい死が徐々に少なくなってきた平成27年8月下旬に台風が来襲したため、その被害により生残率が激減した。その後のへい死は少なく、平成28年2月末には27%の累積生残率であった。

篠川では、沖出し後のへい死に引き続きイリドウイルス感染症が発生したため、平成27年10月下旬までへい死が発生した。その後のへい死は少なく、平成28年2月末の累積生残率は久志と同程度であった。

4) まとめ

県本土海域に位置する久志湾の水温は奄美の篠川湾に比較すると低いものの、種苗を8月上旬に搬入すると、7ヶ月後の2月末には魚体重4kg/尾程度に成長することが判った。これは、9月下旬に搬入した前年度に比べると約2倍の魚体重であった。

また、台風の影響による生残率の低下がみられたものの、篠川に比べてイリドウイルス感染症の被害は小さく、平成28年2月末の生残率は27%と前年度よりさらに良好な結果となった。これには、衝突防止用シートの効果があったものと推察される。

今後は、台風前の早期に大型生け簀へ種苗を移すことにより台風被害の軽減を図ることとしたい。

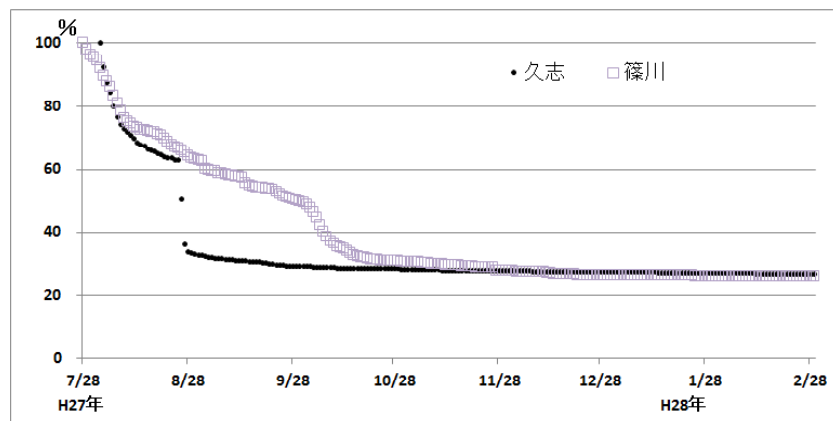


図7 生残率の推移

クロマグロ種苗生産技術開発試験

外菌博人，今吉雄二，池田祐介

【目 的】

鹿児島県のクロマグロ養殖業は，年間を通じ15℃以上の温暖で静穏な海域と，天然種苗の採捕漁場を有することから，全国第1～2位の養殖生産量となっている。養殖用クロマグロ種苗は，これまで天然種苗に依存してきたが，世界的な資源減少や資源保護の動きにより，種苗の確保が困難な状況となっている。そこで，養殖用種苗の安定確保のため，漁業者経営体でも対応可能な小規模施設での種苗生産技術の開発を図る。

【方 法】

1 受精卵の運搬・ふ化

国立研究開発法人 水産総合研究センター 西海区水産研究所 奄美庁舎が8月17日に採卵した受精卵20万粒を供試した。ビニール袋に海水とともに収容した受精卵を発砲スチロール箱(少量の氷入り)に入れて輸送した。輸送時間は8時間35分で，到着後，50ℓアルテミアふ化水槽で1時間の洗卵を実施した。その後，受精卵を20kℓ円形水槽に収容し育卵を行った。

2 初期飼育(日齢15まで)

今年度は，種苗生産における初期を中心に飼育試験を実施した。

上記1の育卵後にふ化した仔魚16.5万尾を供し，育卵と同じ20kℓ円形水槽で引き続き初期飼育試験を実施した。飼育水温は26.7～28.2℃の範囲で推移し，餌料は日齢2からワムシ(L型近大株)，日齢12からインダイのふ化仔魚を給餌した。

【結果及び考察】

1 受精卵の運搬・ふ化

運搬後に死卵がほとんど見られなかったことや高いふ化率(75.0%)の状況から，高水温期の受精卵の運搬時に少量の氷で冷却すること(輸送開始前と到着時の水温差-2℃程度)は有効であると考えられた。

また，20kℓ円形水槽に受精卵を収容して実施したふ化試験については，水槽の容量に対する通気量・注水量やオイル添加等の効果でふ化仔魚の浮上死が少なく，同様に通気量・注水量や底水流の効果で卵やふ化仔魚の沈降死が少なかった結果，良好なふ化率(75.0%)になったと推察される。

2 初期飼育

初期の飼育では，通気，注水及び底水流の効果に加えて，24時間照明のため，夜間の沈降死や照度変化に伴う浮上死が少なく，日齢12頃までの生残状況が良好であったものと推察される。

日齢13以降は共食いが激しく，生残率の低下を招いたことから，十分な数の餌用ふ化仔魚が必要と考えられた。

詳細な報告は，「クロマグロ種苗生産技術開発試験結果報告」を参照。

平成27年度

クロマグロ種苗生産技術開発試験結果報告

【試験の目的】

本県のクロマグロ養殖業は、年間を通じ15℃以上の温暖で静穏な海域と、天然種苗の採捕漁場を有することから、全国第1～2位の養殖生産量となっている。
 養殖用クロマグロ種苗は、これまで天然種苗に依存してきたが、世界的な資源減少や資源保護の動きにより、種苗の確保が困難な状況となっている。
 そのため、養殖用種苗の安定確保を目的とした人工種苗の生産技術を早急に開発する必要がある。
 これまで官民を挙げて人工種苗の生産技術向上のための取り組みを行っているが、未だ解決されない課題が多い。
 そこで、今年度は受精卵の運搬・ふ化の方法や初期減耗防止の対策を検討する。

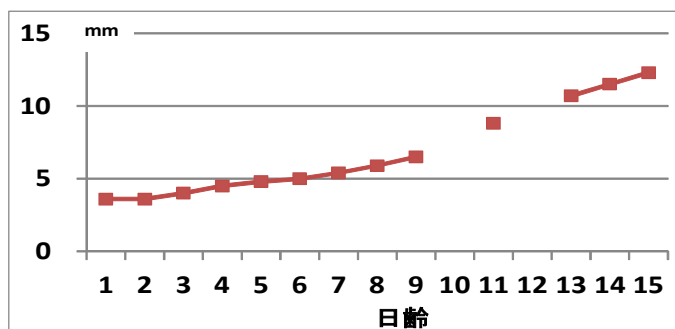
試 験 項 目	試 験 内 容
1 受精卵の運搬 【方法】	① 供試卵 国立研究開発法人 水産総合研究センター 西海区水産研究所 奄美庁舎(以下、奄美庁舎)が8月17日に採卵した浮上卵20万粒を供した。 ② 輸送容器 8月18日、二重のビニール袋(通称、ウナギ袋)に約9ℓの海水を入れ、発泡スチロールに少量の氷とともに梱包して輸送した。 20万粒を均等に2箱に分けて輸送したので、輸送密度は1.11万粒/ℓであった。 ③ 輸送方法 車両240分、飛行機65分及び船舶20分により輸送した。 午前8時30分に奄美庁舎を出発し、午後5時5分に当所(指宿市)に到着した。 輸送時間は8時間35分であった(待ち時間等を含む)。
【結果】	① 水温 出発時の水温は27.8℃、到着時はそれぞれ25.5、25.8℃であった。 ② 卵数 到着時に計数したところ、浮上卵22万粒、沈下卵0.7万粒(浮上卵率96.9%)であった。
2 受精卵のふ化 【方法】	① 供試卵 上記1 受精卵の運搬で到着した浮上卵22万粒を供した。 ② 洗卵 50ℓアルテミアふ化水槽に受精卵を収容し、約1時間の洗

	卵及び水温馴致を行った。 到着時に25.5～25.8℃であった水温を約1時間かけて27.8℃に昇温した。 ③ 卵の収容 円形20kℓ水槽1面に浮上卵22万粒を収容した(収容密度：11粒/ℓ) ④ 育卵 次のとおり育卵を行った。 ・水温：27.8℃ ・注水量：0.5回転/日 ・通気量：エアーストン5個により、各0.5ℓ/分 ・底水流：卵の沈下防止のため、直径1mmの穴を開けた塩ビパイプ(直径13mm)を十字型に底面へ配置し、水中ポンプにより緩やかな底水流を発生させた。 ・被膜オイル：ふ化直後の浮上死防止のため、卵収容直後とその12時間後の2回、各0.6mℓの被膜オイルを添加した。						
【結果】	<table><tr><td>収容卵数</td><td>22.0万粒</td></tr><tr><td>ふ化尾数</td><td>16.5万尾</td></tr><tr><td>ふ化率</td><td>75.0%</td></tr></table>	収容卵数	22.0万粒	ふ化尾数	16.5万尾	ふ化率	75.0%
収容卵数	22.0万粒						
ふ化尾数	16.5万尾						
ふ化率	75.0%						
3 初期飼育	日齢15までを目途に初期飼育試験を実施した。						
【方法】	① 供試卵・収容水槽 上記2 受精卵のふ化でふ化した16.5万尾を供した。 収容水槽についても、育卵で使用した円形20kℓ水槽をそのまま飼育水槽とした。 ② 注水 日齢5までは0.5回転/日、日齢6からは概ね日齢×0.1回転の量を注水した。 ③ 通気 エアーストン5個による通気を行った。1個当たりの通気量は、日齢1では0.5ℓ/分、日齢2以降は0.2ℓ/分とした。 なお、日齢5以降はエアーストン1個による酸素通気を追加し、溶存酸素量が6mg/ℓを下回らないように通気量を調整した。 ④ 飼育水温 26.7～28.2℃の範囲で飼育した。 ⑤ 照明 日齢1から蛍光灯8基により24時間照射した。 日齢13からは7:00～17:00における昼間のみの照射とした。						

- ⑥ 飼育水への添加
日齢1で仔魚の浮上死対策として被膜オイル0.6mℓを1日3回添加した。
日齢2からは飼育水中のワムシの飢餓防止としてナンノクロロプシス(50万細胞/mℓ)を1日1回添加した。日齢7以降のナンノクロロプシスの添加は25万細胞/mℓを1日1回とした。
- ⑦ 油膜除去
日齢2～6において、開鰾を促進するために、油膜除去装置4基を設置し、油膜の除去を行った。
- ⑧ 底水流
仔魚の沈降死防止のため、上記2④育卵と同様に底水流を発生させた。
- ⑨ 餌料
日齢2からワムシ(L型近大株)を飼育水1mℓ当たり5～10個の基準で給餌した。
また、日齢12からイシダイのふ化仔魚を1日当たり22～241万尾の範囲で給餌した。
- ⑩ 調査項目
日齢1から毎日5尾について、全長、ワムシの摂餌数(日齢2～8)及び開鰾率(日齢1～9)を調査した。
生残尾数については、日齢2は柱状サンプリングで、日齢15は目視で計数した。

【結果】

- ① 成長
全長は、下図のとおり順調に成育し、日齢15で12.3mmに達した。



- ② ワムシの摂餌数
ワムシの摂餌数は、下図のとおり概ね順調に増加し、日齢8で平均43.4個を摂餌した。

	<table border="1"><thead><tr><th>日齢</th><th>個体数</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>3</td><td>10</td></tr><tr><td>4</td><td>18</td></tr><tr><td>5</td><td>28</td></tr><tr><td>6</td><td>28</td></tr><tr><td>7</td><td>35</td></tr><tr><td>8</td><td>45</td></tr></tbody></table> ③ 開鰓率 日齢1～9の期間, 毎日5尾について開鰓状況を調査したが, 日齢6で5尾中1尾に開鰓が確認されたのみで, ほとんど未開鰓であった。 ④ 生残状況 日齢2の生残尾数は12.0万尾で, 生残率は72.7%であった。 日齢12までの生残状況は良好であったが, 日齢13から共食が見られ, 減耗が増加した。 日齢15の生残尾数は約8千尾で, 生残率は約4.8%であった。	日齢	個体数	1	0	2	5	3	10	4	18	5	28	6	28	7	35	8	45
日齢	個体数																		
1	0																		
2	5																		
3	10																		
4	18																		
5	28																		
6	28																		
7	35																		
8	45																		
【考察】	① 受精卵の運搬では, 到着時の水温が出発時に比較して2℃程度低下していたものの, 運搬後に死卵がほとんどみられなかったことや高いふ化率(75.0%)の状況から, 高水温期の受精卵の運搬時に少量の氷で冷却すること(輸送開始前と到着時の水温差-2℃程度)は有効であると考えられた。 ② 受精卵のふ化については, 20kl水槽へ卵を収容して育卵後ふ化させた。 水槽の容量に対する通気量・注水量やオイル添加等の効果でふ化仔魚の浮上死が少なく, また同様に通気量・注水量や底水流の効果で卵やふ化仔魚の沈降死が少なかったため, 良好なふ化率(75.0%)になったと推察される。 ③ 初期の飼育では, 通気, 注水及び底水流の効果に加えて, 24時間照明のため, 夜間の沈降死や照度変化に伴う浮上死が少なく, 日齢12頃までの生残状況が良好であったものと推察される。 一方で, 暗期がないことが起因と考えられる未開鰓については問題であるが, 開鰓しなくても飼育に大きな影響は無いとの見解もあり, 今後の検討課題としたい。 ④ 日齢13以降は共食が激しく, 生残率の低下を招いた。 十分な数のふ化仔魚給餌が必要と推察された。 ⑤ 初期飼育試験の生残魚(日齢15で約8千尾)について引き続き飼育したところ, 日齢29で全長約37mmが800尾程度生残したが, 日齢30で配管不備のため酸欠死した。 種苗生産後期の予備的試験において, 配合飼料への切り替えや水槽壁への衝突などの課題が明らかになった。																		

公募型試験研究－X (漁業者経営体によるクロマグロ種苗生産を実現できる 養殖システムと受精卵ネットワークの構築 －クロマグロ種苗生産試験と餌用ふ化仔魚生産試験－)

外菌博人，池田祐介

【目 的】

養殖用クロマグロ種苗は，これまで天然種苗に依存してきたが，世界的な資源減少や資源保護の動きにより，種苗の確保が困難となっており，特に小規模漁業者経営体においては厳しい状況にある。そこで，クロマグロ養殖の生産過程で得られる受精卵を有効利用して，漁業者経営体でも対応可能な小型水槽を用いた汎用性の高い種苗生産のため，餌用ふ化仔魚の安定確保を図るとともに，小型水槽による種苗生産技術を開発する。

【方 法】

1 餌用ふ化仔魚生産試験

1) 対象種

先進事例で最も実績のあるインダイを対象とし，クロマグロの種苗生産に必要な時期にふ化仔魚を供するため，水温管理により産卵時期を制御した。

2) 供試親魚

南さつま市地先の定置網に入網した魚を，同地先で蓄養した後に搬入した。搬入は，ダンプカーに積載した1kℓ容器(通称，インク瓶)で陸送した。

4月には2kg/尾程度の親魚76尾を円形100kℓ水槽に収容し，採卵ネットのセットを開始した。なお，飼育水の換水率は0.96～1.62回転/日とした。

3) 親魚への給餌

1週間に4～5回，配合飼料(EP)，オキアミ及びイカに栄養剤を添加して給餌した。

4) 環境制御

(1) 日長

午前7時から午後5時までLEDライトで照明し，それ以外の時間帯は窓を暗幕で覆い暗くした(10L14D)。

(2) 飼育水温

産卵を抑制するために，4月の18℃から徐々に下げて，5～6月は15℃程度で飼育した。7月中旬以降は，水槽に付随の加温冷却装置の冷却能力をオーバーし，水温は徐々に上昇して8月には18℃前後で推移した。9月には産卵数が減少したため，飼育水温を18℃から21℃へ上昇させた。

5) 受精卵のふ化

採卵した受精卵は，アルテミアふ化水槽に収容し，注水と通気を行いながらふ化させた。アルテミアふ化水槽の容量は，必要ふ化仔魚数や採卵量に応じて，200～500ℓ容水槽を使用した。

水温が26℃を超えるとふ化率が低下したため，24℃程度の冷却海水を使用した。

2 クロマグロ種苗生産試験

1) 供試卵

共同研究「漁業者経営体によるクロマグロ種苗生産を実現できる養殖システムと受精卵ネットワークの構築」において、研究グループに属する漁業者経営体の生産過程で得られた受精卵を3回収容した。なお、2回次と3回次においては、収容時の沈下卵数を計数し、浮上卵と合計して総卵数とした。

回次	収容日	総卵数(粒)	浮上卵数(粒)	浮上卵率(%)
1	7/25	—	38,000	—
2	7/31	201,000	33,000	16.4
3	8/ 5	159,000	134,400	84.5

2) 洗卵

50ℓアルテミアふ化水槽に浮上卵を収容し、換水率78回転/日程度の注水と通気を行いながら、1回次は40分、2回次は60分及び3回次は90分の洗卵を行った。

3) 受精卵の消毒

電解殺菌装置により残留塩素濃度0.5mg/ℓに調整した電解海水を使用して受精卵の消毒を行った。
50ℓアルテミアふ化水槽に電解海水を貯水後、130回転/日程度の電解海水の注水を行いながら、受精卵を45～60秒間、水槽内の電解水に受精卵を浸漬した。

4) 育卵

消毒後の受精卵を20kℓ円形水槽に収容し、換水率0.24～0.5回転/日程度で注水しながら微通気で育卵した。1回次は受精卵の沈下を防止するため、水槽の底面に塩ビパイプ(直径13mm)を十字に組み、10cm間隔に直径1mmの穴を同方向に開けて、水中ポンプで底水流を発生させた。

5) ふ化

育卵の結果に得られた次表のふ化仔魚を種苗生産試験に供した。

なお、2回次のふ化仔魚数は極端に少なかったため種苗生産試験を行わず、1回次と3回次の種苗生産試験を、引き続き同じ20kℓ円形水槽を使用して実施した。

回次	収容卵数(粒)	ふ化尾数(尾)	ふ化率(%)	備 考
1	38,000	13,000	34.2	—
2	33,000	6,600	20.0	試験中止
3	134,000	55,000	41.0	—

6) 注水・通気・底水流

飼育当初より注水し、生鮮海水の注水量は、日齢1では育卵に引き続き0.24～0.5回転/日、日齢2～13では概ね日齢×0.1回転/日、日齢14以降は概ね日齢×0.15回転/日とした。通気は微弱とした。

1回次は仔魚の沈下死を防止するため、水槽の底面に塩ビパイプ(直径13mm)を十字に組み、10cm間隔に直径1mmの穴を同方向に開けて、水中ポンプで底水流を発生させた。

7) 飼育水温

飼育水槽に配備されたチタンコイルにより加温し、25～28℃の水温で飼育した。

1回次：25.5～27.2℃， 3回次：26.1～28.0℃

8) 照明

日齢0から2本1組の蛍光灯8基を飼育水槽の水面上部40cm程度の位置に配置し、全水面の照度が2,000ルクス以上となるようにした。

日齢12までは24時間照明とし、それ以降は午前7時から午後5時までの照明とした。

9) 飼育水への添加

1回次においては、日齢2～7にスーパー生クロレラV12 0.2ℓ/日、日齢8～15にナンノクロロプシス25万細胞/㎖/日を飼育水へ添加した。

3回次においては、日齢2～18にナンノクロロプシス25～50万細胞/㎖/日を添加した。

10) 油膜除去

開鰾促進のため、日齢2～7において油膜除去装置4基を設置した。

11) 餌料系列

日齢2～24(1回次は15)において、ワムシ(L型近大株)を飼育水1㎖当たり5～10個の基準で給餌した。

日齢10～27(1回次は14)において、イシダイのふ化仔魚を1日当たり3～450万尾(1回次は6～30万尾)の範囲で給餌した。

日齢11～28(1回次は15)において、配合飼料を1日当たり50～300g(1回次は25～70g)の範囲で給餌した。

日齢12～17(1回次は15)において、イカナゴのミンチを少量給餌した。

12) 調査項目

日齢1から毎日5尾について、全長(1回次は日齢15まで、3回次は日齢13まで)、ワムシの摂餌数(日齢14まで)及び開鰾率(日齢9まで)について調査した。

また、生残尾数については、日齢2では柱状サンプリングによる容積法、その後は適宜、目視により計数した。

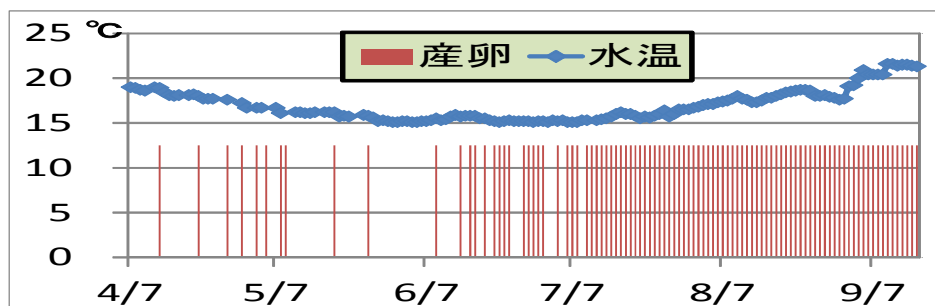
【結果及び考察】

1 餌用ふ化仔魚生産試験

1) イシダイ親魚の産卵状況

イシダイ親魚の飼育水温と産卵の有無について次図に示す。

卵数の計数は行わず、産卵が確認された場合を縦棒線で表示した。



インダイ仔魚を必要としない4月から産卵を確認したため、産卵制御のため水温を18℃から徐々に下げて15℃程度で飼育したところ、産卵の頻度は少なくなった。しかし、6月中旬以降になると、飼育水温による産卵の抑制が効かなくなり、7月上旬からはほとんど毎日産卵が見られた。7月中旬以降は、水槽に付随の加温冷却装置の冷却能力をオーバーし、水温は徐々に上昇して8月には18℃前後で推移したこともあり、引き続きほぼ毎日産卵が見られた。

卵数の詳細な把握はしていないが、最大で1日当たり1,000万粒程度の採卵数で、9月以降は卵数が極端に減少した。そのため、飼育水温を18℃から21℃へ上昇させて採卵数の増加を試みたが、それまで頻繁に産卵したためか、一時的に少し卵数が増えたに過ぎなかった。

該当のクロマグロ種苗生産試験に対しては、必要な時期(8月上旬～9月上旬)に卵を得ることができたものの、卵数が不足する日もあり、安定的な卵の確保が課題と考えられた。

2) インダイ受精卵のふ化状況

ふ化率の詳細な把握はしていないが、ふ化のために使用する海水が25℃程度までは良好であったものの、26℃を超えてから低下した。そのため、24℃程度の冷却海水を使用してふ化させたところ、ふ化率は向上した。

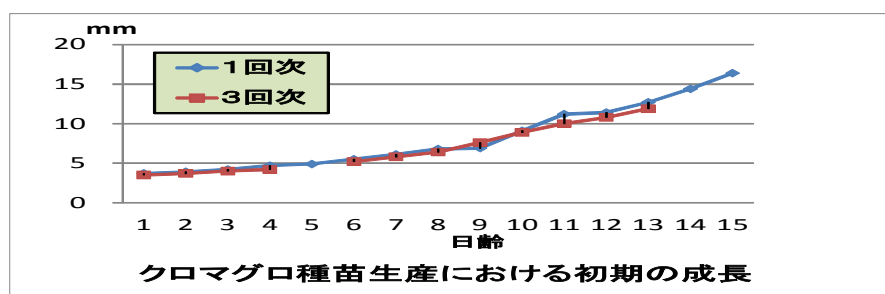
インダイのふ化仔魚を餌用として安定的に供給するには、24℃以下でふ化させる必要があると考えられた。

2 クロマグロ種苗生産試験

1) 成長

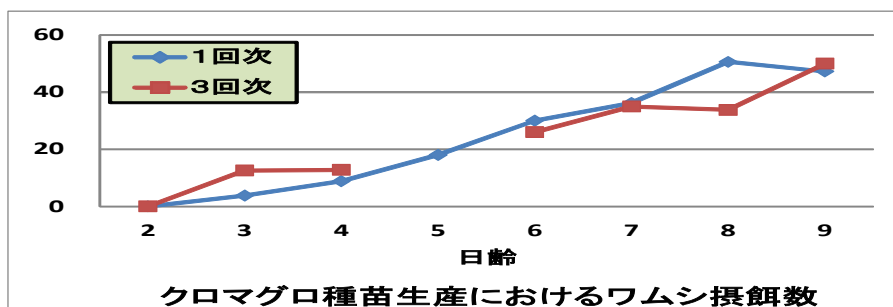
クロマグロの種苗生産における初期の成長(全長)を次図に示す。

1回次、3回次ともに順調に成長し、1回次は日齢15で17mm、3回次は日齢13で12mmに達した。



2) ワムシの摂餌数

クロマグロ仔魚におけるワムシの摂餌数は、下図のとおり概ね順調に増加し、日齢9で平均50個程度に達した。



3) 開鰓率

日齢1～9の期間、毎日5尾について開鰓状況を調査したが、開鰓個体は全く確認できなかった。

暗期がないことが起因と考えられる未開鰓については問題であるが、24時間照明による夜間の沈降死や照度変化に伴う浮上死対策としての効果は大きく、開鰓しなくても飼育に大きな影響はないとの見解もあり、今後の検討課題である。

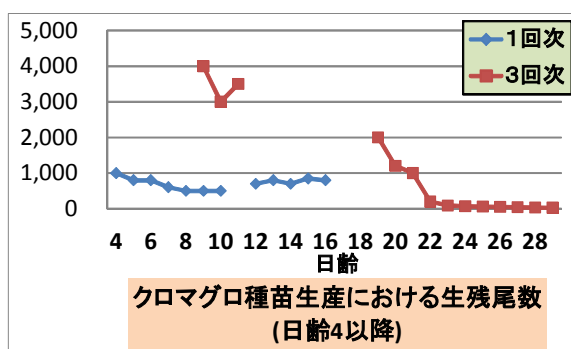
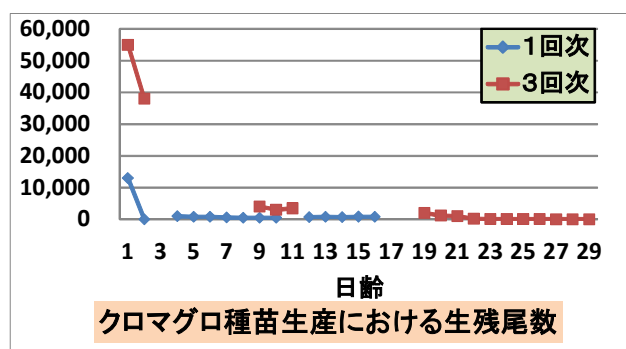
4) 生残状況

クロマグロ種苗生産における生残尾数の推移を次の左図に、特に日齢4以降の推移を次の右図に示す。

日齢2における生残尾数と生残率は、1回次13千尾-34.2%、3回次55千尾-41.0%で、日齢2までの初期減耗が激しい状況にあった。

日齢4～16の減耗は少なく、ワムシやイシダイ仔魚の給餌に問題はなかったものと考えられる。

1回次は初期飼育のみの試験として日齢16で飼育を終了した。一方、3回次においては日齢18以降の減耗が激しくなった。これは、共食いが激化したことと、餌用ふ化仔魚が不足する日があったことが原因と考えられる。また、日齢22以降の減耗は特に激しく、消灯時のパニックによる水槽壁への衝突死が原因と考えられる。さらに、配合飼料への餌付きも不良で、3回次の最終取りあげ尾数は30尾(日齢29、全長39.5mm)であった。



本研究は、農林水産技術会議の「農林水産業の革新的技術緊急展開事業」で実施した。

公募型試験研究－XI (カンパチ人工種苗を養殖原魚へ利用促進する育成技術の開発 －カンパチ人工種苗による半閉鎖循環飼育の実証－)

外菌博人

【目 的】

カンパチ養殖に用いる養殖原魚は、中国産天然種苗のアニサキス等の問題があり、国産人工種苗を生産する技術が開発されたが、育成過程の光熱費等コスト高のため、国産人工種苗の普及は進んでいない現状にある。国産人工種苗の普及を進めるには、リーズナブルな価格で養殖業者に提供できるよう、低コストで生産する新たな生産体制を構築する必要がある。そこで、これまでトラフグなどで経費の削減効果が報告されている閉鎖循環システムの原理を導入することとし、陸上水槽における種苗育成コストの削減のため、カンパチ人工種苗による半閉鎖循環飼育の実証を図る。

【方 法】

1 取り組み体制

国立研究開発法人 水産総合研究センター 瀬戸内海区水産研究所が設計した半閉鎖循環飼育システムにより飼育試験を実施した。なお、試験は鹿児島県カンパチ種苗生産施設の100kℓ八角形水槽を使用し、システムの制作やカンパチ稚魚の飼育管理については、公益財団法人 かごしま豊かな海づくり協会に委託した。

2 試験項目

全長5～10cmにおいて、次のとおり試験を実施した。

1) 春期の生産試験

飼育海水の換水率を従来どおりとする対照区に対し、換水率を1/2に低減する試験区を設けた。飼育試験終了後、干出耐性試験を実施し、試験区と対照区の健苗性を比較した。

2) 秋期の生産試験

飼育海水の換水率を従来の1/4に低減する試験区を設けた。なお、対照区の設定と干出耐性試験の実施は行わなかった。

【結果及び考察】

水槽底面に集まる沈殿有機物除去用の小型水中ポンプ、水中懸濁物除去用の泡沫分離装置及びアンモニア除去用の生物濾過装置等による半閉鎖循環飼育システムを使用して飼育海水の換水率低減試験を行った結果、春期試験区の50%削減、秋期試験区の75%削減において、かけ流し流水飼育の春期対照区と成長や生残の状況に差は見られなかった。また、水質についても魚類の成長や生残に影響を及ぼす範囲を超えることは無く、良質な水質を維持できた。さらに、春期の干出耐性試験においても、試験区と対照区の健苗性は同等と考えられた。

これらのことから、全長5cmのカンパチ種苗を10cmまで陸上水槽で飼育する中間育成段階に半閉鎖循環飼育システムを導入することにより、換水率を低減できることが明らかになった。

なお、当研究は、農林水産技術会議の「農林水産業の革新的技術緊急展開事業」で実施した。

有用介類種苗生産試験－Ⅰ（シラヒゲウニ種苗供給）

眞鍋美幸，松元則男，今吉雄二，小湊幸彦

【目 的】

シラヒゲウニの栽培漁業を推進するため，放流用種苗を生産・供給する。

【方 法】

1 H26年度採卵群（1回次：平成26年11月17日採卵，2回次：廃棄，3回次：平成27年3月9日採卵）

前年度採卵し，波板飼育していた稚ウニを殻径 10 mm で剥離し，ネトロンカゴ（0.8 × 0.8 × 0.4 m）に 1,000 個ずつ収容し，生ワカメ及び生ヒジキを給餌して中間育成を行った。殻径 20 mm 以上を目安に出荷した。

2 H27年度採卵群（平成27年10月19日採卵～11月14日採苗）

前年度生産した種苗を継続飼育したものを親ウニとし，10 月 19 日に採卵，採精して人工授精させ，翌 20 日に 1m³ ポリカーボネイト水槽 4 槽（1 ～ 4 区）に各 25 万個体（合計 100 万個体）のふ化幼生を収容して幼生飼育を開始した。

餌は *Chaetoseros neogracile*（旧称：*C. gracilis*）を飼育水 1mL あたり 1,000 ～ 15,000cells/日給餌し，1 区，2 区は自家培養珪藻を，3 区，4 区は市販濃縮珪藻（㈱二枚貝養殖研究所製 グラくん）を用いた。

変態前幼生に達したら，予め付着珪藻を着生させた波板を設置した 3.3m³FRP 角型水槽で採苗し，殻径 2 mm を超える頃から生ワカメ，生ヒジキ，及び流れ藻（数種のホンダワラ類）を併せて給餌した。殻径 10 mm で剥離し，ネトロンカゴ（0.8 × 0.8 × 0.4 m）に 1,000 個ずつ収容して中間育成を行った。例年より生産時期を早めたため，餌となる生ワカメ，生ヒジキが不足し，乾燥ヒジキ，流れ藻（数種のホンダワラ類），及び配合飼料（ALGAMAR 社製（メキシコ）「ABKELP」）も併せて給餌し，殻径 20 mm 以上を目安に出荷した。

水温が 20 度以下になる 12 月以降は 22 ～ 23 ℃の温海水に切り替えた。

【結果及び考察】

1 H26年度採卵群

出荷実績を表 1 に示す。

表1 種苗生産実績

目 的・用 途	出荷箇所	殻径（mm）	出荷個数（個）	出荷時期
離島再生交付金事業	6 カ所	28.2	28,000	5/22 ～ 8/19
大島支庁試験放流	2 カ所	15.1	56	3/10
合 計	平均	28.3	28,056	
	最小～最大	11.3 ～ 68.4		

H26 年度採卵群のうち 28,000 個（殻径 11.3 ～ 52.8 mm，平均殻径 28.3 mm）は平成 27 年 5 月 22 日～ 8 月 19 日に奄美地区の漁業集落等に配布し放流に供した。また，一部は H27 年度生産の親ウニとして用い，その残り 56 個は平成 28 年 3 月 10 日に試験放流した。

2 H27年度採卵群

浮遊幼生の飼育結果を表2に示す。

1区については、日齢18前後から急激に減耗し、日齢26で7.6万個採苗し生残率は30.4%となった。2区については日齢22前後から急激に減耗するとともに成長の遅れが見られたため、採苗せず全数廃棄とした。1,2区の減耗原因として、日齢17で電気系統のメンテナンスのため2時間程度の全館停電があり、エアレーションは乾電池式で確保したものの、回転翼が停止したことが悪影響を及ぼした可能性が考えられた。一方、自家培養餌料を給餌した3,4区は、日齢9前後から成長の遅れや奇形が見られたため、日齢11から1,2区と同じ市販濃縮餌料に切り替えたが改善しなかったため、採苗せず全数廃棄とした。その原因として、鮮度の良い自家培養の*C. neogracile*は、棘が長くしっかりしているため、ふ化直後のウニ幼生には捕食しにくく栄養不足に陥ったのではないかと推察された。

表2 シラヒゲウニ浮遊幼生飼育結果

試 験 区	収容個数 日齢1 (万個)	途中計数			最終計数 日齢25 (万個)	生残率 (%)	採苗した 個数 (万個)	採苗水槽
		日齢11 (万個)	日齢18 (万個)	日齢22 (万個)				
1区(市販濃縮)	25.0	31.4	11.0	7.6	7.6	30.4%	7.6	No.4,11
2区(市販濃縮)	25.0	30.8	21.5	7.2	6.5	26.0%	廃棄	-
3区(自家培養)	25.0	26.8	14.8	14.8	10.7	42.8%	廃棄	
4区(自家培養)	25.0	27.6	9.3	10.7	10.0	40.0%	廃棄	
合 計	100.0	116.6	56.6	40.3	34.8	34.8%	7.6	

H27年度採卵群の出荷実績を表3に示す。

平成28年3月10日に14,620個（殻径6.7～42.4mm，平均殻径22.2mm）を奄美地区の3漁業集落に配布し放流に供した。

表3 種苗生産実績

目 的・用 途	出荷箇所	殻径 (mm)	出荷個数 (個)	出荷時期
離島再生交付金事業	3カ所	22.7	14,000	3/10
大島支庁試験放流	1カ所	15.1	620	3/10
合 計	平均	22.2	14,620	
	最小～最大	6.7～42.4		

3 これまでの種苗生産及び放流実績

今年度をもって昭和63年度から実施してきた種苗生産事業を終了した。その実績を表4に示す。これまでの総生産数は約210万個で、うち約190万個を放流に供した。

表4 これまでの種苗生産・放流実績一覧

(個)

年度	生産実績	放流実績
S63	34	34
H1	6,305	4,735
H2	9,320	9,549
H3	6,600	6,600
H4	6,773	6,773
H5	17,100	16,600
H6	22,100	22,100
H7	34,600	33,035
H8	73,400	73,400
H9	96,000	76,000
H10	87,500	89,500
H11	3,800	3,200
H12	42,180	19,180
H13	106,410	106,410
H14	22,045	18,670
H15	38,320	35,700
H16	83,102	78,165
H17	55,500	55,000
H18	301,500	294,700
H19	153,200	152,200
H20	170,000	170,000
H21	171,000	171,000
H22	157,000	157,000
H23	73,300	73,200
H24	155,600	84,000
H25	120,900	59,000
H26	52,666	51,000
H27	42,676	42,676
計	2,108,931	1,909,427

※生産（生産実績）→ 中間育成 → 放流（放流実績）である。中間育成中に年度が変わって異なる年度でカウントしている場合があるため生産＜放流の年度がある。

例 A年度 1万個生産 → （中間育成で2千個斃死）→ A年度 5千個放流
→ B年度 3千個放流

有用介類種苗生産試験－Ⅱ（イワガキ種苗生産技術開発）

眞鍋美幸，松元則男，今吉雄二，小湊幸彦

【目 的】

本県ではしばしば発生する赤潮等により，ブリ養殖を中心に甚大な被害が発生し，赤潮対策と養殖業の多角化が喫緊の課題となっている。また，県内各地で直売所が整備されるなど6次産業化が進展する中で新たな地域特産品の作出が求められている。そこで新たな養殖対象種として，高水温に強く本県海域の環境に適していると思われるイワガキ *Crassostrea nippona* の種苗生産技術開発により，赤潮対策，養殖業の多角化，地域特産品の作出を図り，地域活性化と漁業者の所得向上を目的とする。

【方 法】

1 親貝養成

選抜育種のため，前年度生産したイワガキ種苗 F2（平成 26 年 7 月採卵）の中から，成長や形の良いものを 160 個選び，丸籠（φ 40 × 20 cm，目合 1 寸）や提灯籠（35 × 35 × 20 cm，目合 4 分）に 20 ～ 30 個程度ずつ収容し，当センター地先の海面中間育成施設に垂下した。汚れの状況に応じて，適宜籠換えや殻掃除を行った。また，近交弱勢を防ぐため，志布志産天然貝や，山川港内で養成していた F1（平成 25 年 9 月採卵）を採卵直前に入手し，雄の一部で使用した。

2 採卵・採精，孵化

1) 1 回次

平成 27 年 6 月 5 日に切開法で採卵・採精を行った。1 の親貝（F2）のうち 25 個体を選出して貝殻から身を取り出し，生殖巣を検鏡して雌雄判別を行った。

雄 3 個体（平均殻高 86.4 mm，平均重量 54 g，平均むき身重量 7.3g）の生殖巣表面にカミソリで複数の切れ目を入れ，精子がにじみ出てきたら目合 20 μm のたも網にまとめて収容してろ過海水を注ぎ，ポリエチレン容器に 5L に希釈した精子液を作製した。雌のうち 12 個体（平均殻高 82.8 mm，平均重量 50.4 g，平均むき身重量 8.9g）の生殖巣表面に切れ目を入れ，卵がにじみ出てきたら目合 90 μm のたも網にまとめて収容してろ過海水を注ぎ，30L ポリカーボネイト水槽に 20 L に希釈した卵液を作製した。いずれも小型エアストーン 1 個を入れ，微通気で約 1 時間半置き，卵の形が涙型から丸型になってきたのを確認後，卵液に 200 ml の精子液を添加して受精卵を得た。受精卵は計数後，1 m³ のろ過海水を溜めた孵化槽（1 m³ ポリカーボネイト水槽）2 槽に半量ずつ収容し，中央に小型エアストーン 1 個を入れて微通気とした。採卵翌日，D 型幼生になっているのを確認し，41 μm のたも網で漉して幼生数を計数した。受精卵収容時の水温は 22.2 $^{\circ}\text{C}$ ，翌朝の水温は 22.1 $^{\circ}\text{C}$ であった。

2) 2 回次

平成 27 年 7 月 28 日に（1）と同様切開法で採卵・採精を行った。1 の親貝（F2）のうち 25 個体を選出して雌雄判別を行った。

雄 4 個体（平均殻高 94.2 mm，平均重量 91.5 g，平均むき身重量 17.6g）から 5L の精子液を，雌のうち 17 個体（平均殻高 87.7 mm，平均重量 95.3 g，平均むき身重量 19.9g）から 20 L の卵液を作製し，約 1 時間半後，卵液に 1L の精子液を添加して受精卵を得た。受精卵は計数後 1 m³ の UV 殺

菌海水または砂ろ過海水を溜めた孵化槽（1 m³ ポリカーボネイト水槽）各 1 槽に半量ずつ収容して微通気とした。孵化槽は、4 m³FRP 角形水槽に収容してウォーターバス方式にすることで、水温の安定と省力化（浮力を利用して少ない力・時間で移槽作業を実施）を図った。採卵翌日、D 型幼生数を計数した。幼生計数時の水温は UV 殺菌海水槽が 26.1℃、砂ろ過海水槽が 26.3℃であった。

3) 3 回次

平成 27 年 9 月 4 日に採卵・採精を行った。

天然貝 20 個体を午前中屋内で干出させた後、UV 殺菌海水（27.2℃）を入れたビーカーに 1 個体ずつ収容して自然産卵・放精を試みたが、2 個体がわずかに反応したのみであった。そこで切開法に変更し、雄 3 個体分（平均殻高 131.4 mm、平均重量 305.4 g、平均むき身重量 40.8g）の精子液を作製した。

1 の養成親貝（F2）のうち 13 個体を選出して貝殻から身を取り出し雌雄判別を行った。雄 3 個体（平均殻高 87.5 mm、平均重量 88.3 g、平均むき身重量 17.0g）の精子液と前述の天然親貝の精子液を混ぜて 5L の精子液を作製した。雌のうち 4 個体（平均殻高 91.9 mm、平均重量 81.8 g、平均むき身重量 18.0g）から 15 L の卵液を作製して約 1 時間半無通気で静置後、精子液を 100ml 添加して受精卵を得た。受精卵は計数後、全量を UV 殺菌海水を溜めた孵化槽 A（1 m³ ポリカーボネイト水槽）に収容した。この時の水温は 27.2℃だった。

また、平成 25 年 9 月に採卵し、山川港で養成していた水技産イワガキ（F1）のうち 10 個体を選出して雌雄判別を行った。雄 2 個体（平均殻高 116.2 mm、平均重量 268.0 g、平均むき身重量 71.0g）の精子液に前述の天然親貝の精子液を混ぜて 5L の精子液を作製した。雌のうち 5 個体（平均殻高 123.0 mm、平均重量 302.0 g、平均むき身重量 69.9g）から 25 L の卵液を作製して約 1 時間半無通気で静置後、精子液を 200ml 添加して受精卵を得た。受精卵を計数後、10L を UV 殺菌海水を溜めた孵化槽 B（1 m³ ポリカーボネイト水槽）に収容した。この時の水温は 27.3℃だった。

孵化槽 2 槽は、4 m³FRP 角形水槽に収容してウォーターバス方式にした。採卵翌日、D 型幼生数を計数した。この時の水温は孵化槽 A が 27.2℃、孵化槽 B が 27.3℃であった。

3 幼生飼育

6 月採卵群、7 月採卵群、9 月採卵群の 3 回実施した。基本の飼育方法は以下の通り。

- ・採卵翌日、1 m³ ポリカーボネイト水槽に D 型幼生を 150 万個体ずつ収容した。
- ・直径 25 mm の丸型エアストーンを中央 1 カ所に設置して水が動く程度に微通気した。
- ・換水は、毎日 3 時間かけて砂ろ過海水 1 m³/槽を注水しながら同時にサイフォンで排水し、5 日に 1 回程度、全量をたも網で漉して幼生のみを新たな水槽へ移し替えた（水槽替え）。
- ・換水、水槽替えとも幼生の成長に応じてストレーナーやたも網の目合を徐々に拡大した。（41 → 180 μm）。
- ・水温は 1 日 1 回換水前に測定した。
- ・餌料は市販の *Chaetoseros calcitrans*（㈱二枚貝養殖研究所製『K くん』、以下「市販カリストランス」）、市販の *C. neogracile*（旧称：*gracilis*）（㈱二枚貝養殖研究所製『グラくん』、以下「市販グラシリス」）、自家培養の *C. neogracile*（国立研究開発法人水産総合研究センター 水産生物遺伝資源保存事業により配布された株から培養、以下「培養ネオグラシーレ」）、市販の微細藻類混合液（REED MARICULTURE 社製『Shellfish Diet 1800』、以下「市販シェルフイッシュ」）、市販の *Pavlova* sp.（REED MARICULTURE 社製『Pavlova 1800』、以下「市販パヴロバ」）、自家培養の *Isochrysis* sp.（Tahiti）（国立研究開発法人水産総合研究センター 水産生物遺伝資源保存事業

により配布された株から培養，以下「培養イソクリシス」)，自家培養の *Nannochloropsis oculata* (当センター保有株から培養，以下「培養ナンノ」) を数種組み合わせて 1 日 1 ～ 2 回給餌した。

- ・栄養強化のため日齢 1 ～ 4 まで卵黄磨砕物（㈱二枚貝養殖研究所製『ランマOH』，以下「卵黄磨砕物」）10 ml/ m³ を 1 日 1 回添加した。
- ・光条件，海水，餌については条件を変えて比較試験をした。

1) 1 回次

水槽 NO. 1 ～ 4 は基本の飼育方法で砂ろ過海水を用いた。水槽 NO.5 は，換水作業の省力化を検討するため 0.5m³ 円形ポリエチレン水槽 1 槽に 100 万個体収容し，0.5μm トーセルで濾過した砂ろ過海水 500L ～ 1000L / 日を 24 時間連続注排水した。光条件は，水槽 NO. 1, 2 は明るい屋内（自然の明暗周期）に設置し，水槽 NO. 3 ～ 5 は暗室（作業時のみ屋内灯を点灯）に設置した。水槽 1ml あたり給餌量は表 1 のとおり条件を変えて給餌し，水槽 NO. 2, 4, 5 は水質安定化の目的で培養ナンノを添加した。また，水温の安定と省力化を目的に水槽 NO. 1, 2 は 4 m³FRP 角型水槽内，NO.3 は 2 m³ 組立水槽内に設置してウォーターバス方式にした。

2) 2 回次

水槽 NO. 6 ～ 10 は基本の飼育方法で，水槽 NO. 6 ～ 9 は砂ろ過海水を，NO. 10 は UV 殺菌海水を使用した。このほか，佐々木ら¹⁾ が，大型水槽を用いてほぼ無換水で付着期幼生の大量生産を行った事例を参考に，3.3 m³ 角型 FRP 水槽 1 槽に 0.5μm トーセルで濾過した砂ろ過海水を溜めて D 型幼生を 250 万個体収容し，直径 25 mm の丸型エアストーンを 6 カ所に設置して無換水で飼育する区を NO.11 とした。光条件は，水槽 NO.6, 7, 11 は明るい屋内，NO. 8, 9, 10 は暗室に設置した。餌料は表 2 のとおりで，水槽 NO. 6, 8 は 1 回次の水槽 NO1, 3 を基本とし，市販シェルフイッシュを新たに入手できなかったため市販パブロボを給餌した。水槽 NO. 7, 9, 10 は 1 回次の水槽 NO. 2, 4, 5 をベースにし，省コスト化のため市販グラシリスを培養ネオグラシーレに替え，市販カリストランスと培養ネオグラシーレの給餌量を一部減らして代わりに培養イソクリシスを給餌したほか，培養ナンノの量を 2 倍にした。水槽 NO. 11 は水槽 NO. 7, 9, 10 をベースに，市販パブロボでなく 1 回次に残った市販シェルフイッシュを用い，培養イソクリシスと卵黄磨砕物の添加は行わなかった。また，水槽 NO. 6, 7 は 4 m³FRP 角型水槽内，NO.8 は 2 m³ 組立水槽内に設置してウォーターバス方式にした。

3) 3 回次

水槽 NO.12 ～ 16 は基本の飼育方法で，NO. 12, 13 は UV 殺菌海水，NO. 14 ～ 16 は 0.5μm トーセルで濾過した砂ろ過海水を使用した。水槽 NO.17 は 0.5 m³ 円形ポリエチレン水槽 1 槽に D 型幼生を 75 万個体収容し，0.5μm トーセルで濾過した砂ろ過海水を使用した。光条件は，水槽 NO. 12 ～ 16 は暗室に，NO.17 はスペースの都合で明るい屋内に設置したが，暗幕で覆って暗黒条件とした。餌料は表 3 のとおりで，水槽 NO.12 ～ 16 は 2 回次の槽 NO. 6, 8 とほぼ同様だが，3 日早く培養ネオグラシーレの給餌を開始した。水槽 NO.17 は，省コスト化のため市販パブロボと培養ネオグラシーレのみで飼育し，卵黄磨砕物の添加は行わなかった。水槽 NO. 14, 15 は 2 m³ 組立水槽内，NO. 17 は 4 m³FRP 角型水槽内に設置してウォーターバス方式にした。

表1 1回次給餌計画

日齢	A-1 (No.1, No.3)			B-1 (No.2, No.4, No.5)				cells/ml
	CC	SF	CG	CC	SF	CG	NO	
採卵								
1	10,000	500		2,000	4,000		5,000	
2	20,000	500		2,000	4,000		5,000	
3	20,000	500		2,000	4,000		5,000	
4	20,000	500		2,000	4,000		5,000	
5	20,000	2,000		2,000	6,000		5,000	
6	20,000	4,000		2,000	6,000		5,000	
7	20,000	5,000		2,000	6,000		5,000	
8	20,000	5,000		3,000	8,000	2,000	5,000	
9	20,000	5,000		3,000	8,000	2,000	5,000	
10	20,000	5,000		3,000	8,000	2,000	5,000	
11	20,000	5,000	2,000	4,000	10,000	6,000	5,000	
12	20,000	5,000	2,000	4,000	10,000	6,000	5,000	
13	20,000	5,000	2,000	4,000	10,000	6,000	5,000	
14	20,000	5,000	2,000		12,000	5,000	5,000	
15	20,000	5,000	2,000		12,000	5,000	5,000	
16	20,000	5,000	2,000		12,000	5,000	5,000	
17	20,000	5,000	2,000		14,000	6,000	5,000	
18	20,000	5,000	2,000		14,000	6,000	5,000	
19	20,000	5,000	2,000		14,000	6,000	5,000	
20	20,000	5,000	2,000		16,000	8,000	5,000	
21	20,000	5,000	2,000		16,000	8,000	5,000	
22	20,000	5,000	2,000		16,000	8,000	5,000	
23	25,000	6,000	3,000		18,000	9,000	5,000	
24	25,000	6,000	3,000		18,000	9,000	5,000	
25	25,000	6,000	3,000		18,000	9,000	5,000	
26	25,000	6,000	3,000		18,000	9,000	5,000	
27	25,000	6,000	6,000		18,000	9,000	5,000	
28	25,000	6,000	6,000		18,000	9,000	5,000	
29	25,000	6,000	6,000		20,000	10,000	5,000	
30	25,000	6,000	7,000		20,000	10,000	5,000	

CG：市販カリストランス
CG：市販グラシリス

SF：市販シェルフイッシュ
NO：培養ナンノ

表2 2回次給餌計画

日齢	A-2(No.6, No.8)				B-2(No.7, No.9, No.10)					B-3(No.11)				cells/ml
	CC	PS	CN		CC	PS	IS	CN	NO	CC	SF	CG	NO	
採卵														
1	10,000	500			2,000	4,000			10,000	2,000	4,000		10,000	
2	20,000	500			2,000	4,000			10,000	2,000	4,000		10,000	
3	20,000	500			2,000	4,000			10,000	2,000	4,000		10,000	
4	20,000	500			2,000	4,000			10,000	2,000	4,000		10,000	
5	20,000	2,000			2,000	6,000			10,000	2,000	6,000		10,000	
6	20,000	4,000			2,000	6,000	3,000		10,000	2,000	6,000		10,000	
7	20,000	5,000			2,000	6,000	3,000		10,000	2,000	6,000		10,000	
8	20,000	5,000			2,000	8,000	4,000	1,000	10,000	2,000	8,000	1,000	10,000	
9	20,000	5,000			2,000	8,000	4,000	1,000	10,000	2,000	8,000	1,000	10,000	
10	20,000	5,000			2,000	8,000	4,000	1,000	10,000	2,000	8,000	1,000	10,000	
11	20,000	5,000	2,000		2,000	10,000	5,000	2,000	10,000	2,000	10,000	2,000	10,000	
12	20,000	5,000	2,000		2,000	10,000	5,000	2,000	10,000	2,000	10,000	2,000	10,000	
13	20,000	5,000	2,000		2,000	10,000	5,000	2,000	10,000	2,000	10,000	2,000	10,000	
14	20,000	5,000	2,000		12,000	6,000	5,000	10,000		12,000	2,000	10,000		
15	20,000	5,000	2,000		12,000	6,000	5,000	10,000		12,000	2,000	10,000		
16	20,000	5,000	2,000		12,000	6,000	5,000	10,000		12,000	2,000	10,000		
17	20,000	5,000	2,000		14,000	7,000	6,000	10,000		14,000	6,000	10,000		
18	20,000	5,000	2,000		14,000	7,000	6,000	10,000		14,000	6,000	10,000		
19	20,000	5,000	2,000		14,000	7,000	6,000	10,000		14,000	6,000	10,000		
20	20,000	5,000	2,000		16,000	8,000	8,000	10,000		16,000	8,000	10,000		
21	20,000	5,000	2,000		16,000	8,000	8,000	10,000		16,000	8,000	10,000		
22	20,000	5,000	2,000		16,000	8,000	8,000	10,000		16,000	8,000	10,000		
23	25,000	6,000	3,000		18,000	9,000	9,000	10,000		18,000	9,000	10,000		
24	25,000	6,000	3,000		18,000	9,000	9,000	10,000		18,000	9,000	10,000		
25	25,000	6,000	3,000		18,000	9,000	9,000	10,000		18,000	9,000	10,000		
26	25,000	6,000	3,000		18,000	9,000	9,000	10,000		18,000	9,000	10,000		
27	25,000	6,000	6,000		18,000	9,000	9,000	10,000		18,000	9,000	10,000		
28	25,000	6,000	6,000		18,000	9,000	9,000	10,000		18,000	9,000	10,000		
29	25,000	6,000	6,000		20,000	10,000	10,000	10,000		20,000	10,000	10,000		
30	25,000	6,000	7,000		20,000	10,000	10,000	10,000		20,000	10,000	10,000		

CC: 市販カラストラ
IS: 培養イソラシPS: 市販パフロハ
CN: 培養材グラーゼSF: 市販シェルフイッシュ
NO: 培養ナシ

表3 3回次給餌計画

日齢	A-3(No.12~16)			C(No.17)		cells/ml
	CC	PS	CN	PS	CN	
採卵						10,000
1	10,000	500		1,000	20,000	
2	20,000	500		1,000	20,000	
3	20,000	500		1,000	20,000	
4	20,000	500		1,000	20,000	
5	20,000	2,000		4,000	20,000	
6	20,000	4,000		8,000	20,000	
7	20,000	5,000		10,000	21,000	
8	20,000	5,000	1,000	10,000	21,000	
9	20,000	5,000	1,000	10,000	21,000	
10	20,000	5,000	1,000	10,000	22,000	
11	20,000	5,000	2,000	10,000	22,000	
12	20,000	5,000	2,000	10,000	23,000	
13	20,000	5,000	2,000	10,000	23,000	
14	20,000	5,000	2,000	10,000	24,000	
15	20,000	5,000	2,000	10,000	24,000	
16	20,000	5,000	2,000	10,000	25,000	
17	20,000	5,000	2,000	10,000	25,000	
18	20,000	5,000	2,000	10,000	26,000	
19	20,000	5,000	2,000	10,000	26,000	
20	20,000	5,000	2,000	10,000	27,000	
21	20,000	5,000	2,000	10,000	27,000	
22	20,000	5,000	2,000	10,000	28,000	
23	25,000	6,000	3,000	12,000	28,000	
24	25,000	6,000	3,000	12,000	29,000	
25	25,000	6,000	4,000	12,000	29,000	
26	25,000	6,000	4,000	12,000	30,000	
27	25,000	6,000	6,000	12,000	30,000	
28	25,000	6,000	6,000	12,000	31,000	
29	25,000	6,000	6,000	12,000	31,000	
30	25,000	6,000	7,000	12,000	31,000	

CC: 市販カラストラ
CN: 培養材グラーゼ

PS: 市販パフロハ

4 採苗

6月採卵群，7月採卵群，9月採卵群の3回実施した。基本の採苗方法は以下の通り。

- ・採苗のタイミングは飼育槽の眼点形成率3～5割を目安とし，224 μ mのたも網で飼育槽の全量を漉して成熟幼生を採苗槽へ移し，たも網を抜けた小型個体は水槽替えをした飼育槽に戻して数日飼育した後，再度224 μ mのたも網で漉して採苗槽へ移し，各槽2回ずつ選別して成熟幼生を得た。
- ・コレクター（採苗器）は，厚さ0.5mm，色は透明，白，黄，赤，緑，青，黒の7色の塩ビ板表面にヤスリで傷をつけた後，10×10cmにカットして中央に穴を開け，板と板の間に15mmの管を挟みながらロープを通し，36枚繋げた塩ビ板コレクター（1連36枚は同色）のほか，カキプレート（（株）中村化学工業社製）をロープまたはステンレス棒で36枚つなげたものをシングルシート用を使用した。このほか，ホタテ貝殻70枚/連の市販コレクター（中央で折り返して逆U字に垂下）を加えてランダムに垂下し，基質による採苗率を比較した。
- ・マガキでは，成貝水槽にコレクターを浸漬すると付着率が向上できることから²⁾，着底促進を目的に，1.8 m^3 FRP角型水槽にコレクターとイワガキ成貝を5～7個ずつネットに入れたもの20～35個/槽を垂下し，採苗前の約1週間，強通気・流水で処理した。
- ・通気は，直径25mmの丸型エアストーンを，採苗槽の容量に応じて1 m^3 あたり4～6カ所に設置して強通気とした。エアレーションの周囲や，コレクターの最上面や最下面に着底しやすいことから，均一に採苗するため，着底するまで毎日1～3回エアーストーンの位置替えを行うと共に，採苗後2,3日後にコレクターの上下を入れ替え（天地替え），更に2日後に元に戻す作業を行った（天地戻し）。
- ・これまでは，着底稚貝が肉眼ではつきり確認できる2mm程度に成長したら，コレクターを当センター地先の海面中間育成施設に沖出ししていたが，8月中旬に沖出した26年度の試験では，天然異種ガキが大量混入したため選別に大変な手間と時間がかかった。一方，10月末に沖出した25年度はほとんど混入がなかったことから，各採卵群とも11月以降に沖出しし，それまで陸上水槽で飼育を継続した。

- ・換水は、砂ろ過海水を注水すると同時に、目合 150 ～ 180 μ m のプランクトンネットで覆ったストレーナーで漉しながらサイフォンで排水した。1 日 1 回転 (3 時間かけて水槽と同量を注排水) を基本とし、5 日に 1 回程度 2.3 回転 (7 時間かけて水槽の 2.3 倍の海水を注排水) を行った。浮遊幼生が完全に着底したら、プランクトンネットは外して排水した。ある程度成長したら省力化のため 24 時間連続注排水に切り替えた。
- ・給餌は 1 日 2 回とし、着底までは、幼生飼育で使用した市販濃縮藻類や培養室で自家培養した微細藻類を与えた。着底後は屋外培養した培養ネオグラシーレや培養イソクリシスを主に給餌したが、3 回次については、10 月中旬頃から気温の低下により屋外では培養不調に陥ったため、順次屋内培養に切り替えた。換水を 24 時間連続注排水に切り替えたら、水槽上に設置した 50L アルテミア水槽から数時間かけて滴下、または定量ポンプを用いて微細藻類の培養水槽から直接 24 時間連続給餌を行った。
- ・採苗計数はコレクターの色や種類別に 2 連ずつ行い、一番上、9 枚目付近、18 枚目付近、27 枚目付近、一番下の 5 枚に付着した稚貝を表裏別々に計数するとともに、各 10 個体 (10 個体に満たない場合は全数) の殻高をノギスで測定した。
- ・採苗槽の水温は 1 日 1 回測定した。

1) 1 回次

採苗槽は、明るい屋内に設置した 1 m³ 透明ポリカーボネイト水槽 1 槽を用いた。コレクターは平成 25、26 年に使用した塩ビ板コレクター透明 5 連、白 7 連、黄 5 連、赤 5 連、緑 5 連、青 4 連、黒 5 連を再利用したほか、カキプレートとロープで繋げたもの 2 連、ステンレス棒でつなげたもの 2 連、合計 40 連 1440 枚をシングルシード用に用いた。これに、ホタテ貝殻の市販コレクター 4 連 280 枚を加えて採苗率を比較した。

2) 2 回次

採苗槽は、明るい屋内に設置した 0.5 m³ 透明ポリカーボネイト水槽 1 槽を用いた。コレクターは平成 25、26 年の再利用塩ビ板を各色 2 連、カキプレートとロープで繋げたもの、ステンレス棒で繋げたもの各 1 連、合計 16 連 576 枚をシングルシード用に用いた。これに、ホタテ貝殻 1 連 70 枚を加えて採苗率を比較した。

3) 3 回次

採苗槽は、明るい屋内に設置した 0.5 m³ 透明ポリカーボネイト水槽の A 槽と、0.5 m³ 黒色ポリエチレン水槽上面を更に暗幕で覆い、暗黒条件で採苗した B 槽を用い、光以外は同条件として光による採苗への影響を試験した。1 槽あたりのコレクターは、透明 1 連、白 10 連、黄 1 連、赤 1 連、緑 1 連、青 2 連、黒 1 連の再利用塩ビ板のほか、新しく作製した黒色塩ビ板 1 連、カキプレートとロープで繋げたもの、ステンレス棒で繋げたもの各 1 連、合計 20 連 720 枚をシングルシード用に用い、これに、ホタテ貝殻 2 連 140 枚を加えて垂下した。

5 沖出し

11 月以降、採苗したコレクターを 3 ～ 4 連繋いで、当センター地先の海面中間育成施設に海面と水平になるように設置した。ホタテ貝殻の市販コレクターは半分に折り返した状態で 1 連ずつ垂直に垂下した。また、天然ガキの混入時期を把握するため、9 月 24 日～ 11 月 5 日までの間、新しく作製した黒色塩ビ板 5 枚 1 連を 1 週間毎に時期をずらして垂下し、平成 28 年 1 月 21 日に付着数を計測した。

6 剥離・中間育成

殻高 10mm 以上を目安にコレクターから剥離し、50g あたりの個数を 3 回計数してその平均個数から全体の剥離数を推計した。計数後、稚貝のサイズに合った目合の提灯籠に収容して当センター地先の海面中間育成施設に垂下し、付着物や稚貝の成長に応じて 2～4 週間毎に籠替え、清掃、分養を行うとともに、ヒラムシによる食害を防止するため、2 時間程度の淡水処理を実施した。

1) 剥離影響試験

塩ビ板から剥離する際、大部分の個体で殻の一部が割れてしまうが、これがその後の生残に及ぼす影響を把握するため、殻が割れなかった個体 100 個と、割れてしまった個体 100 個をそれぞれ提灯籠に収容し、平成 27 年 12 月 24 日から平成 28 年 1 月 18 日まで海面中間育成施設に垂下して生残数を調べた。

2) 籠比較試験

作業の効率化のため、シリコン系付着防止剤（(株)西海養殖技研『セイフティプロ S』）で防汚処理した沖出籠（底面 41cm × 41cm の網籠）と提灯籠（底面 35cm × 35cm の網籠）、未処理の提灯と蓋付きヤサイ籠（底面 25cm × 41cm のプラスチック製籠）に、剥離した稚貝を 150g（約 280 個体）ずつ入れ、各種 2 籠合計 8 籠を準備した。これを海面中間育成施設の生簀鋼管と、ペットボトルを浮きにした延縄に 4 種ずつ吊るし、平成 27 年 12 月 3 日から平成 28 年 3 月 4 日まで、1 ヶ月毎に各重量を測定した。

7 種苗配布

殻高 3cm に達したのから順次配布を行い、県内 21 カ所の養殖（試験）用種苗として供した。

【結果及び考察】

1 親貝養成

ヒラムシの食害と思われる斃死がわずかにあったが、概ね順調に養成できた。

2 採卵・採精、孵化

1) 1 回次

前年 7 月の雌雄判別の結果は、雌の割合が少なかったが（雄 70%、雌 30 %）、今回は雌の割合が多かった（雄 18%、雌 82 %）。また、6 月 5 日時点では 25 個体中 8 個体が未成熟で雌雄判別不能だった。

採卵・採精の結果、2,980 万粒の受精卵を得て、孵化槽 2 槽に 1,490 万粒ずつ収容した。採卵翌日、D 型幼生を計数したところ、966 万個体（孵化率 64.8 %）と 960 万個体（孵化率 64.4 %）であった。

2) 2 回次

雌雄判別の結果、1 回次に続き雌の割合が多かった（雄 16%、雌 84 %）。また、7 月 28 日時点で未成熟個体はなかった。

採卵・採精の結果、3 億 3,000 万粒の受精卵を得て、孵化槽 2 槽に 1 億 6,500 万粒ずつ収容した。採卵翌日、D 型幼生を計数したところ、UV 殺菌海水を用いた孵化槽は 1 億 2,820 万個体（孵化率 77.7 %）、砂ろ過海水を用いた孵化槽は 1 億 1,250 万個体（孵化率 68.2 %）であった。UV 殺菌海水を用いた孵化槽は、これまで砂ろ過海水を用いて孵化させた 7 槽の結果（56.9 ～ 68.8%）と比較して

最も生残率が高く、UV 殺菌海水を用いることで生残率を向上できることが示唆された。

3) 3 回次

雌雄判別の結果、切開法で判別した志布志産天然貝の性比は雄の割合が高く（雄 86%、雌 14 %）、山川港で養成した群（雄 20%、雌 80 %）、当センターで養成した群（雄 23%、雌 77 %）は 1,2 回次に続き雌の割合が高かった。

未成熟個体はなかったが、天然貝の 9 個体中 1 個体は水ガキで、産卵を終了していると思われた。

採卵・採精の結果、当センター養成親貝からは 1 億 6,242 万粒の受精卵を得て、全量を洗卵せず孵化槽に収容した。翌日、D 型幼生を計数したところ 1 億 1,750 万個体（孵化率 72.3 %）で、2 回次と同様、孵化槽に UV 殺菌海水を用いることで高い生残率となった。山川養成親貝からの採卵では 8 億 7,417 万粒の受精卵を得て、そのうち 3 億 4,967 万粒を洗卵せず孵化槽に収容した。翌日、D 型幼生を計数したところ、わずか 752 万個体（孵化率 2.2 %）であった。卵の収容密度が高過ぎると発生に悪影響を及ぼすのではないかと推察された。

3 幼生飼育

1) 1 回次

水温は 22.2 °C～23.7 °C で推移した。

生残率の推移を図 1 に示す。水槽 NO.1 は日齢 31、眼点形成率 10% で 1 回目の選別を行い、4.3 万個体（採苗率 2.9 %）の成熟幼生を得て、残りは成長が遅かったため廃棄した。水槽 NO.3 は日齢 26 に眼点形成率 35% で 1 回目、日齢 31 に眼点形成率 71% で 2 回目の選別を行い、30.5 万個体（生残率 31.3 %）の成熟幼生を得た。水槽 NO.2 及び 4 はほとんど生残が見られなくなったため日齢 28 で全数廃棄した。省力化を目的に 24 時間注排水した水槽 NO.5 は、夜間にストレーナーの網目が詰まってオーバーフローしてしまったこと、他試験区と比べ成長が悪かったことから日齢 18 で全数廃棄した。

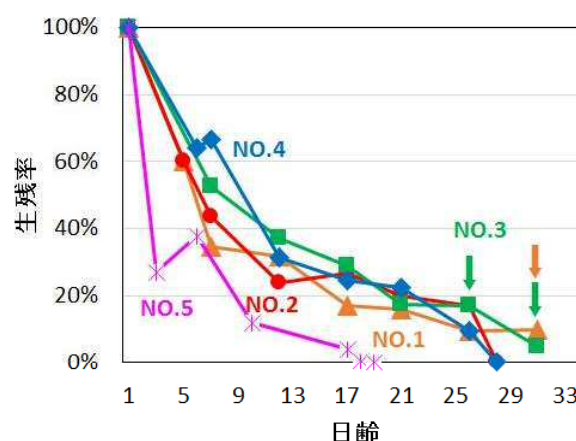


図1 幼生飼育結果（1回次）
※図中の矢印は採苗を示す

採苗数は合計で 34.8 万個体と、低調な成績となった。原因は水温が例年よりかなり低めで成長が遅く、小型個体が多かったためであり、25 °C 以下の時は加温を検討した方が良かったと思われた。また、記録的な長雨の影響で、水槽 NO.1,2 に関しては設置場所の関係で汚れた雨水が飼育水槽内に混入してしまったことが悪影響を及ぼしたと考えられた。また、通常より水槽の汚れが多く、水槽替えをしてもすぐに汚れる、といった状況であったため、餌の質の問題も疑われた。

2) 2 回次

水槽 NO.6～10 の水温は 25.4 °C～28.4 °C で推移した。水槽 NO.11 は換水しない上、日光が差し込む窓際に設置されているため 27.5 °C～29.8 °C と高めに推移した。

生残率の推移を図 2 に示す。水槽 NO.8 は日齢 17 に眼点形成率 25.0% で 1 回目、日齢 19 に眼点形成率 33.3% で 2 回目の選別を行い、計 13.3 万個体（採苗率 8.9 %）の成熟幼生を得た。水槽 NO.6,7,9 は、開始直後から急激に減少し、ほとんど幼生が見られなくなったため、日齢 13～15 で試験を終了した。水槽 NO.10 は、UV 殺菌海水の効果か比較的高めの生残率で推移したものの、日齢 15 でほとんど生残が見られなくなり全数廃棄した。省力化を目的に止水飼育した水槽 NO.11 も、他の

区と同様開始直後から急激に減少した上、小型個体が多かったため、日齢 16 で試験を終了した。水槽 NO.6,7,9,11 の試験終了時にわずかに残った幼生を集めて飼育したところ、日齢 18 に 1 回目、日齢 20 に 2 回目の選別を行い、計 1.8 万個体の成熟幼生を得た。採苗数は合計で 16.9 万個体と、全体的に低調な成績となったが、試験開始当初から急激に個体数が減少したことから、卵質に問題があったのではないかと推察された。

3) 3 回次

水温は 24.4℃～27.8℃で推移した。生残率の推移を図 3 に示す。水槽 NO.13 は、日齢 20 に眼点形成率 42.3%で 1 回目、日齢 23 に眼点形成率 50.0%で 2 回目の選別を行い、37.7 万個体（採苗率 25.1 %）の成熟幼生を得た。水槽 NO.12,14,15,16 は、幼生のサンプリングの誤差により途中の増減大きいものの、概ね日齢 11 前後までは順調で、その後急激に個体数が減少して試験終了となった。いずれも水槽替えの 1～2 日後に突然不調となるケースが多かったため、床に直置きした水槽（ウォーターバス方式でない水槽）の水替え時、サイフォンにより排水とともに幼生を回収する際に、床の排水溝に受け水槽とたも網を設置し、その落差を利用して効率化していたが、この時に雑菌が混入してしまった可能性も考えられるため、水槽替えの方法（または水槽の設置方法）を再検討する必要があると思われる。水槽 NO.17 は、省コスト化のために高価な市販カリストランスを使用せず、培養ネオグラシーレを給餌したが、ほとんど成長がみられず日齢 8 で試験を終了した。ネオグラシーレはカリストランスより細胞が大きい上、長い棘があるため、孵化直後の小型幼生では口のサイズに合わず摂餌できなかったのではないかと推察された。

1～3 回次の試験結果のまとめを表 4 に示す。

- ・採苗まで至った試験区は、いずれも市販カリストランスを多く給餌する給餌 A を行った試験区だった。これは昨年度までの試験結果と同様であった。しかし市販品は高価であるため、今後コスト削減が課題となった。
- ・これまでは、付着期幼生を得るまでに 25～30 日前後かかり、他機関の事例より 1 週間程度長くかかっていた。3 回次では、培養ネオグラシーレの給餌開始を、殻長 120～130 μ m を目安に 3 日早めたところ、20～23 日に短縮することができた。
- ・全体的に不調であったため明確な結果は得られていないが、2,3 回次の結果から UV 殺菌海水が生

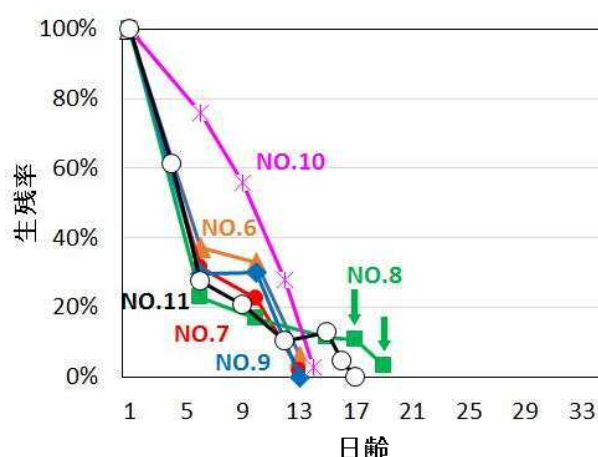


図2 幼生飼育結果（2回次）
※図中の矢印は採苗を示す

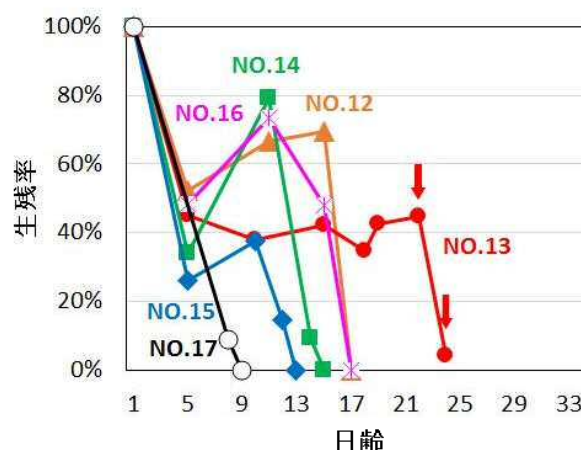


図3 幼生飼育結果（3回次）
※図中の矢印は採苗を示す

残率の向上に有効である可能性が示唆された。一方、トーセルによる簡易ろ過の有効性は不明であった。

表4 1～3回次の試験結果のまとめ
平成27年度1回次 イワガキ種苗生産結果

採卵日： 平成27年6月5日

採苗日： 平成27年7月1日～7月6日 (日齢26～31)

試験区	飼育条件					収容個数 日齢1 (万個)	採苗数			生残率 (%)
	水槽	光条件	給餌	海水	ウォーターパス		1回目 (万個)	2回目 (万個)	合計 (万個)	
水槽NO.1	1㎡円形透明	明暗	A-1	砂ろ過	○	150.0	4.3	—	4.3	2.9%
水槽NO.2	1㎡円形透明	明暗	B-1	砂ろ過	○	150.0	—	—	—	0.0%
水槽NO.3	1㎡円形透明	暗	A-1	砂ろ過	○	150.0	25.5	5.0	30.5	20.3%
水槽NO.4	1㎡円形透明	暗	B-1	砂ろ過	×	150.0	—	—	—	0.0%
水槽NO.5	0.5㎡円形黒	暗	B-1	トーセル	×	100.0	—	—	—	0.0%
合計						700.0	29.8	5.0	34.8	5.0%

平成27年度2回次 イワガキ種苗生産結果

採卵日： 平成27年7月28日

採苗日： 平成27年8月14日～8月17日 (日齢17～20)

試験区	飼育条件					収容個数 日齢1 (万個)	採苗数			生残率 (%)
	水槽	光条件	給餌	海水	ウォーターパス		1回目 (万個)	2回目 (万個)	合計 (万個)	
水槽NO.6	1㎡円形透明	明暗	A-2	砂ろ過	○	150.0	—	—	—	0.0%
水槽NO.7	1㎡円形透明	明暗	B-2	砂ろ過	○	150.0	—	—	—	0.0%
水槽NO.8	1㎡円形透明	暗	A-2	砂ろ過	○	150.0	11.0	2.3	13.3	8.9%
水槽NO.9	1㎡円形透明	暗	B-2	砂ろ過	×	150.0	—	—	—	0.0%
水槽NO.10	1㎡円形透明	暗	B-2	UV	×	150.0	—	—	—	0.0%
水槽NO.11	3.3㎡角形FRP	明暗	B-3	トーセル	×	250.0	—	—	—	0.0%
※水槽NO.6,7,9,11の残							0.5	1.3	1.8	0.0%
合計						1,000.0	11.5	3.6	15.1	1.5%

平成27年度3回次 イワガキ種苗生産計画

採卵日： 平成27年9月4日

採苗日： 平成27年9月24日～9月28日 (日齢20～24)

試験区	飼育条件					収容個数 日齢1 (万個)	採苗数			生残率 (%)
	水槽	光条件	給餌	海水	ウォーターパス		1回目 (万個)	2回目 (万個)	合計 (万個)	
水槽NO.12	1㎡円形透明	暗	A-3	UV	×	150.0	—	—	—	0.0%
水槽NO.13	1㎡円形透明	暗	A-3	UV	×	150.0	31.4	6.3	37.7	25.1%
水槽NO.14	1㎡円形透明	暗	A-3	トーセル	○	150.0	—	—	—	0.0%
水槽NO.15	1㎡円形透明	暗	A-3	トーセル	○	150.0	—	—	—	0.0%
水槽NO.16	1㎡円形透明	暗	A-3	トーセル	×	150.0	—	—	—	0.0%
水槽NO.17	0.5㎡円形黒	暗	C	トーセル	○	75.0	—	—	—	0.0%
合計						825.0	31.4	6.3	37.7	4.6%

4 採苗

1) 1回次

7月1日(日齢26)に水槽NO.3の選別1回目の成熟幼生25.5万個体を、6日(日齢31)に水槽NO.1の選別1回目の成熟幼生4.3万個体および水槽NO.3の選別2回目の成熟幼生5.0万個体を収容した。13日(採苗12日目、日齢38)には浮遊している幼生が完全に見られなくなり、8月14日(採苗45日目、日齢70)に計数後、3.3t角形FRP水槽に移槽し、24時間連続注排水に切り替えた。11

月2日（日齢150）まで陸上飼育した後、当センター地先の海面中間育成施設に沖出しした。

2）2 回次

8月14日（日齢17）に水槽 NO.8 の選別1回目の成熟幼生 11 万個体、15日（日齢18）に水槽 NO.6, 7, 9, 11 から集めた選別1回目の成熟幼生 0.5 万個体、16日（日齢19）に水槽 NO.8 の選別2回目の成熟幼生 2.3 万個体、17日（日齢20）に水槽 NO.6, 7, 9, 11 から集めた選別2回目の成熟幼生 1.3 万個体を収容した。28日（採苗14日目、日齢31）には浮遊している幼生が完全に見られなくなり、9月18日に（採苗35日目、日齢52）に24時間連続注排水に切り替えた。10月9日（採苗56日目、日齢73）に計数後、1回次コレクターと共に 3.3 t 角形 FRP 水槽に移槽した。1回次コレクターを沖出し後の11月2日（日齢97）に 1.5 t 角形 FRP 水槽に移槽し、11月20日（日齢115）まで陸上飼育した後、当センター地先の海面中間育成施設に沖出しした。

3）3 回次

9月24日（日齢20）に水槽 NO.13 の選別1回目の成熟幼生 31.4 万個体、28日（日齢24）に選別2回目の成熟幼生 6.3 万個体を A 槽, B 槽に半分ずつ収容した。10月7日（採苗13日目、日齢33）には浮遊している幼生が完全に見られなくなり、11月4～5日（採苗41～42日目、日齢61～62）に計数後、1.5 t 角形 FRP 水槽に移槽し、11月25日（日齢82）まで陸上飼育した後、当センター地先の海面中間育成施設に沖出しした。

計数結果を表5に、色彩色差計（コニカミノルタセンシング株式会社製 CR-400）で測定した塩ビ板の各色の明るさを示す L 値と個体数の関係を図4に示す。

表5 採苗結果（左から1回次、2回次、3回次A槽、3回次B槽）

1回次					2回次					3回次A槽					3回次B槽				
コレクターの基質		個/枚			コレクターの基質		個/枚			コレクターの基質		個/枚			コレクターの基質		個/枚		
		表	裏	計			表	裏	計			表	裏	計			表	裏	計
塩ビ板	白	19.4	18.7	38.1	塩ビ板	白	20.0	37.7	57.6	塩ビ板	白	4.1	7.0	11.1	塩ビ板	白	5.6	7.5	13.1
	黄	14.1	10.1	24.2		黄	16.0	27.8	43.9		黄	4.4	5.5	9.9		黄	7.2	7.3	14.6
	赤	13.8	8.2	22.0		赤	9.4	12.8	22.2		赤	3.9	9.9	13.8		赤	7.4	6.2	13.6
	緑	13.3	9.6	22.9		緑	13.3	21.2	34.5		緑	4.0	3.5	7.5		緑	4.2	10.2	14.4
	青	10.4	8.2	18.6		青	8.3	11.9	20.2		青	3.2	5.0	8.3		青	7.1	6.9	14.1
	透明	14.3	9.5	23.8		透明	9.4	10.6	20.0		透明	2.2	4.9	7.2		透明	10.6	3.1	13.7
	黒	13.6	14.0	27.7		黒	9.5	13.6	23.1		黒	5.9	4.5	10.4		黒	4.4	6.6	11.0
	平均	14.1	11.2	25.3		平均	12.3	19.4	31.6		平均	0.7	1.5	2.1		黒新	0.0	0.7	0.7
	平均					平均					平均	3.5	5.2	8.8		平均	5.8	6.1	11.9
ホタテ貝殻		32.7	12.3	45.0	ホタテ貝殻		24.8	19.6	44.4	ホタテ貝殻		28.0	9.1	37.1	ホタテ貝殻		31.9	10.0	41.9
カキプレート(ローフ)		2.8	5.0	7.8	カキプレート(ローフ)		10.2	10.7	20.9	カキプレート(ローフ)		5.2	6.6	11.8	カキプレート(ローフ)		24.8	16.0	40.8
カキプレート(ステンレス)		19.6	32.8	52.3	カキプレート(ステンレス)		13.8	53.9	67.7	カキプレート(ステンレス)		23.6	24.9	48.5	カキプレート(ステンレス)		16.6	21.2	37.8
平均		14.9	10.6	25.6	平均		13.4	18.4	31.9	平均		6.2	5.8	11.9	平均		10.3	7.5	17.8
総計(個)				50,908	総計(個)				22,243	総計(個)				13,705	総計(個)				16,855
採苗幼生数(個)				348,000	採苗幼生数(個)				133,000	採苗幼生数(個)				188,500	採苗幼生数(個)				188,500
採苗幼生密度(個/L)				348	採苗幼生密度(個/L)				266	採苗幼生密度(個/L)				377	採苗幼生密度(個/L)				377
採苗率				14.6%	採苗率				16.7%	採苗率				7.3%	採苗率				8.9%

塩ビ板の色については、2回次は L 値が高いほど（色が明るいほど）付着数が多い傾向が見られたものの、その他の試験区は昨年度と同様、色による付着数の差は見られず、過去の試験結果と併

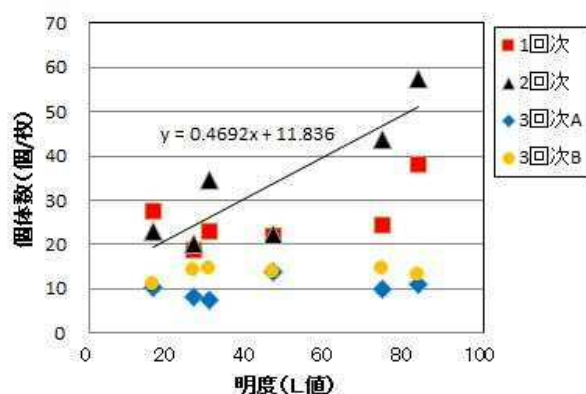


図4 塩ビ板のL値と付着数の関係

せて総合的に判断すると、未使用の新しい塩ビ板では、色が暗いほど付着数が多い傾向があるが、2年目以降の再利用した塩ビ板では色による付着数の差はないと思われた。³⁾⁴⁾

3回次で、再利用した黒色塩ビ板と、未使用の新しい黒色塩ビ板で比較したところ、再利用した塩ビ板の付着数の方が A 槽は 5 倍、B 槽は 15 倍多く、塩ビ板に残った前年の稚貝の殻等に付着が促進されたものと推測された。

また、どの試験区においても、塩ビ板よりホタ

テ貝殻やステンレス棒で繋げたカキプレートが付着数が多かったが、ホタテ貝殻はもちろん、カキプレートもプラスチックにカキ殻粉末を練り込んだ材質であるため、再利用の塩ビ板と同様に貝殻等が付着が促進されたものと推測された。しかし、同じカキプレートでも、ロープで繋げたものには付着数が少なかったが、これはロープで繋げるとプレートに安定性がなく、エアレーションに煽られて常に水中で揺れているような状態になるため付着しにくかったのではないかと推察され、材質だけでなく安定性も付着率に影響する事がわかった。

光以外を同条件で採苗した3回次A槽とB槽の採苗結果を比較すると、暗黒条件で採苗したB槽の方が1.2倍付着数が多かったため、採苗時は暗くした方が効率が良いことが示唆された。

5 沖出し

1週間毎に沖出した塩ビ板の天然ガキ付着数は、9月24日が1個体、10月1日が1個体、8日が5個体、以降15日、22日、29日、11月5日は0個体であった。その年の水温等によって多少前後すると思われるが、10月中旬以降は付着せず、それ以前も付着数が少なかったことから、天然ガキの着底期は9月中旬以前であると推定された。

6 剥離・中間育成

1回次は11月10日～12月3日に剥離を行い、33,705個のシングルシードを剥離し、着底から剥離までの生残率は88.0%だった。

2回次は12月1日～8日に剥離を行い、15,559個のシングルシードを剥離し、着底から剥離までの生残率は81.3%だった。

3回次は12月1日～28日に剥離を行い、18,317個のシングルシードを剥離し、着底から剥離までの生残率は91.4%だった。

従って今年度の総剥離数は67,581個となり、着底から剥離までの平均生残率は87.7%であった。

1) 剥離影響試験

殻が割れなかった試験区の生残率は100%であったのに対し、殻の一部が割れてしまった試験区の生残率は86%であった。殻が割れてしまっても修復して8割以上は生残するが、剥離時の殻の破損をなるべく少なくすれば、更に生残率向上を図れることがわかった。この方法として、基質の比較試験で用いたカキプレートを使用すると、ほとんど割れずに剥離する事ができたため、採苗基質の材質や形状の工夫で生残率を向上させることができると考えられる。ただし、剥離しやすい反面、海面に沖出しすると波浪で剥がれ落ちやすいので注意が必要である。

2) 籠比較試験

試験開始から3ヶ月後の重量を図5に示す。

生簀に吊した籠は、ヤサイ籠、防汚沖出籠、防汚提灯籠、提灯籠の順に成長が良かった。延縄方式で吊したヤサイ籠については、波浪によって途中で流出してしまい、試験終了時の比較はできなかったが、途中までの計測では生簀と同じくヤサイ籠、防汚沖出籠、防汚提灯籠、提灯籠の順に成長が良く、同じ場所に吊していても、籠の形状で成長が異なることがわかった。生簀に吊したものと延縄で吊したものを比較すると、全ての試験区において生簀に吊したものの成長が良く、垂下方法でも成長が異なることがわかった。垂下方法が異なっても水平方向の海水の流れには差が

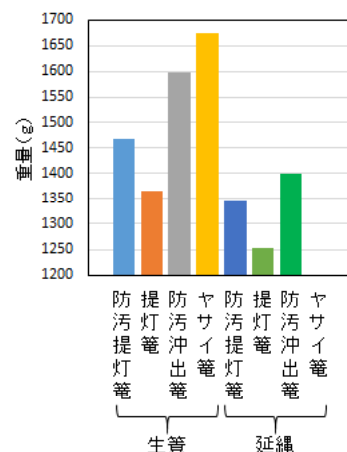


図5 籠比較試験結果

ないと考えられるので、波浪等による籠の上下移動量の違いにより餌の供給量に差が生じたのではないかと推察された。防汚処理した提灯籠と、未処理の提灯籠では、生簀、延縄のいずれも防汚処理した籠の方が成長が良く、防汚処理に一定の効果があることがわかった。なお、生残については、どの試験区においても差は見られなかった。

7 種苗配布

ホタテ貝殻については、12月4日～3月30日に630枚を配布し、稚貝数は20,891個（33.2個／枚）、平均殻高23.3mmであった。着底（26,676個）からの生残率は78.3%であった。

シングルシードについては、3月16日～3月30日に45,240個を配布し、平均殻高は29.7mmであった。次年度の親貝やその他試験用として当センターに5,325個継続飼育中のため、生産数は合計50,565個となり、着底（77,036個）からの生残率は65.6%、剥離（67,581個）からの生残率は74.8%であった。ホタテ貝殻分と合わせると総生産数は71,456個であった。

成熟幼生から配布までの生残率は、平成25年度が1.6%、26年度が3.3%、27年度は8.3%と、徐々に改善しているが、今年度については、採苗後も陸上飼育を継続したことにより、着底直後の初期減耗を防ぎ、生残率が向上したものと考えられた。

【文 献】

- 1) 佐々木 正・常磐 茂（2014）半屋外100 kl 水槽を用いたイワガキ *Crassostrea nippona* 付着期幼生の生産の試み. 水産増殖, 62, 433-440
- 2) 平田 靖・田村義信・長澤和也（2008）マガキ成貝飼育海水への採苗器の浸漬条件が幼生付着率に及ぼす影響. 日水誌, 74（6）, 1017-1023
- 3) 眞鍋美幸・松元則男・今吉雄二・今村昭則（2015）有用介類種苗生産試験－Ⅱ（イワガキ種苗生産技術開発）. 平成26年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書, 1-6
- 4) 眞鍋美幸・松元則男・今吉雄二・今村昭則（2014）有用介類種苗生産試験. 平成25年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書, 282-289

有用介類種苗生産試験－Ⅲ（イワガキ養殖試験）

眞鍋美幸，松元則男，今吉雄二，小湊幸彦

【目 的】

種苗生産技術開発試験で生産したイワガキ種苗を用いて養殖試験を実施し，本県における新たな養殖対象種としての可能性を検討する。

【方 法】

1 養殖試験

前年度から引き続き，地域振興局を通じて各地域の漁業者の協力を得て，当センターで生産したイワガキ種苗で養殖試験を行った。

表1のとおり，平成27年6月25日～11月18日に県内14漁協23カ所の漁業者にイワガキ種苗を配布した。山川では水質浄化試験として実施し，合計41,700個を配布した。平均殻高30mmで配布する計画であったが，天然異種ガキの大量混入により選別に時間を要したため，配布時期が大幅に遅れ，実績は63.2mmであった。イワガキ養殖の経営的な検討を行うため，1カ所にある程度まとまった数を配布し，残りは養殖適地を検討するため，県内各地に配布した。配布時のサイズにより大，中，小に選別し，各サイズ20個ずつを測定用とした。漁業者には，殻高，殻長，重量，生残を定期的に測定してもらうとともに，淡水処理や分養，掃除等の管理作業について飼育日誌に記録してもらった。

表1 養殖試験の概要

漁場名	漁協 〈漁業権管理者〉	場 所	現地指導機関 〈地域振興局〉	種苗数 〈個〉	平均殻高 〈mm〉	配布日
① 葛輪	東町	出水郡長島町葛輪地先 （鹿特区か（垂）第2号）	北薩	10,000	64.2	H27.7.27 H27.10.27
② 薄井	東町	出水郡長島町薄井地先 （鹿特区か（垂）第6号）	北薩	6,500	40.5	H27.7.27 H27.10.27
③ 茅屋	北さつま 長島支所	出水郡長島町茅屋地先 （鹿共第2号内）	北薩	500	58	H27.7.27
④ 浜濃	北さつま 長島支所	出水郡長島町長島浜濃地先 （鹿特区魚第38号内）	北薩	500	57.4	H27.7.27
⑤ 西崎1	甑島	薩摩川内市里町西崎地先 （鹿特区魚第42号内）	北薩〈甑〉	2,500	60.8	H27.11.18
⑥ 西崎2	甑島	薩摩川内市里町西崎地先 （鹿特区魚第42号内）	北薩〈甑〉	3,000	60.4	H27.11.18
⑦ 桑之浦	甑島	薩摩川内市上甑町桑之浦地先 （鹿特区魚第44号内）	北薩〈甑〉	500	64.5	H27.11.18
⑧ 蘭牟田1 小牟田1	甑島	薩摩川内市鹿島町蘭牟田地先 （鹿特区魚第46号内）	北薩〈甑〉	500	64.5	H27.11.18
⑨ 蘭牟田2 小牟田2	甑島	薩摩川内市鹿島町蘭牟田地先 （鹿特区魚第46号内）	北薩〈甑〉	500	64.5	H27.11.18
⑩ 片浦	笠沙町	南さつま市笠沙町片浦地先 （鹿特区魚第49号内）	南薩	500	68.4	H27.8.11
⑪ 久志	南さつま	南さつま市坊津町久志地先 （鹿特区魚第53号内）	南薩	200	66	H27.8.11
⑫ 指宿1	指宿	指宿市指宿地先 （鹿共第35号内）	南薩	200	53.5	H27.7.9
⑬ 指宿2	指宿	指宿市指宿地先 （鹿共第35号内）	南薩	600	54.5	H27.7.9
⑭ 魚見	指宿	指宿市魚見地先 （鹿共第36号内）	南薩	300	55.2	H27.7.9
⑮ 岩本	指宿	指宿市岩本地先 （鹿共第36号内）	南薩	200	52.3	H27.7.9
⑯ 竜ヶ水	鹿児島市	鹿児島市吉野町竜ヶ水地先 （鹿共第39号内）	鹿児島	3,000	76.8	H27.9.1
⑰ 黒神	東桜島	鹿児島市黒神町地先 （鹿共第47号内）	鹿児島	500	73.8	H27.9.1
⑱ 隼人	錦江	霧島市隼人町地先 （鹿共第43号内）	始良・伊佐	1,000	66.5	H27.7.22
⑲ 福山	福山町	霧島市福山町福山地先 （鹿共第45号内）	始良・伊佐	3,000	64.5	H27.7.22
⑳ 牛根麓 辺田	牛根	垂水市牛根麓及び辺田地先	大隅	1,000	77.4	H27.8.27
㉑ 鹿屋	鹿屋	鹿屋市船間地先 （鹿特区魚第84号内）	大隅	1,000	77	H27.8.27
㉒ 夏井	志布志	志布志市志布志町夏井地先 （鹿共第62号）	大隅	3,000	56.1	H27.6.25
㉓ 間泊	おおすみ岬 佐多岬支所	肝属郡南大隅町間泊地先 （鹿共第56号内）	大隅	2,500	76.7	H27.9.3
山川	山川町	指宿市山川地先 （鹿共第34号内）	南薩	200	53.7	H27.7.9
水枝	水枝センター	指宿市岩本地先		1,386		H27.6.5 ～12.11
合計				43,086	63.2	

2 耳吊り養殖試験

耳吊りと籠で成長等に差があるかを把握するため、当センター地先の海面中間育成施設で、平成26年10月10日～平成28年2月8日まで比較試験を実施した。種苗は平成25年9月採卵群を用いた。耳吊りはイワガキ種苗の蝶番付近に電動ドリルで1.5mmの穴を開け、その穴にワイヤーを通して2個体ずつロープに固定し、30cm間隔で6カ所（合計12個体）吊り下げたものを2本垂下した。籠は目合4分の提灯籠（成長後は目合い1寸の丸籠）に12個体ずつ収容し、2籠垂下した。

なお、成長に伴い、耳吊り、籠ともに、ほとんどの個体の殻が“へ”の字に左殻側に曲がってしまう現象が見られたため、試験開始約5ヶ月後の平成27年3月18日に、半数の個体の曲がった先端部分をペンチで折ってトリミングし、その後の成長等について比較試験を行った。定期的に殻高、殻長、殻幅、重量を測定するとともに、掃除や籠替えを行った。

3 アンケート調査

平成28年1～2月に、地域振興局を通じて、養殖試験を実施している漁業者に、イワガキ養殖を実施した結果や感想等に関するアンケート調査を行った。

4 情報交換会

県全体の養殖技術や品質の向上を図るため、平成28年2月25日にかごしま県民交流センターにおいて情報交換会を行った。

【結果及び考察】

1 養殖試験（H26採卵群）

各養殖試験箇所の生残率を図1に示す。

生残率は19.6～100%で、平均は84.8%で昨年度と同程度であった。しかし久志など生残率が低い試験地の主な原因は、波浪による破損・流失であり、昨年度ヒラムシによる食害で生残率が低かった試験地では、淡水処理または濃塩水処理による定期的な駆除作業により生残率は向上しており、全体的な飼育技術は向上してきていると思われる。

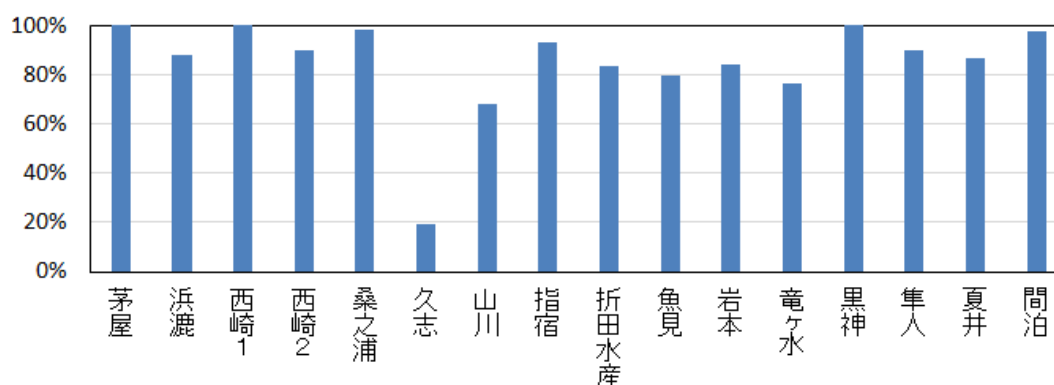


図1 生残率(H26採卵群)

昨年度から引き続き実施している平成25年度採卵群の平均殻高、殻付き平均重量の推移を図2～3に、今年度配布した平成26年度採卵群の平均殻高、殻付き平均重量の推移を図4～5に示す。測定用籠の紛失により正確な測定ができなかった地区もあるので単純比較はできないが、全体的にはおおむね順調に生育していると思われる。しかし、聞き取りや現地調査では、依然として極端に

“へ”の字に内側へ曲がってしまう種苗が発生しており、著しく商品価値が低下していることから、その予防と対策について更なる検討が必要である。

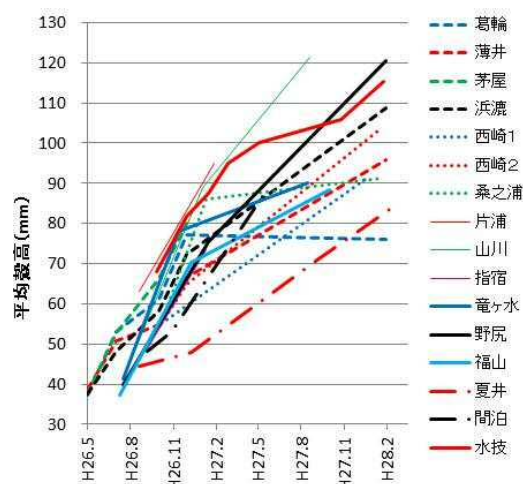


図2 平均殻高(H25採卵群)

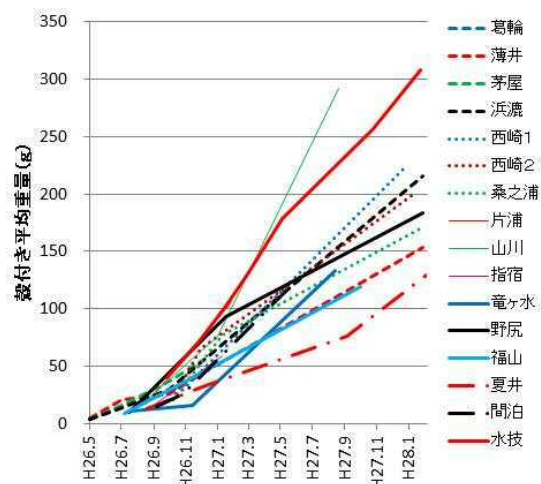


図3 平均重量(H25採卵群)

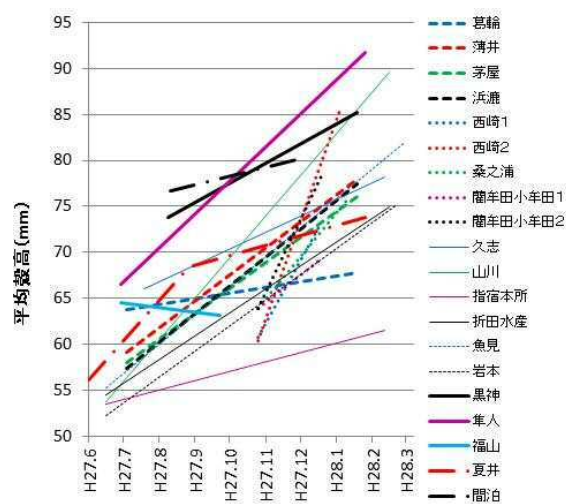


図4 平均殻高(H26採卵群)

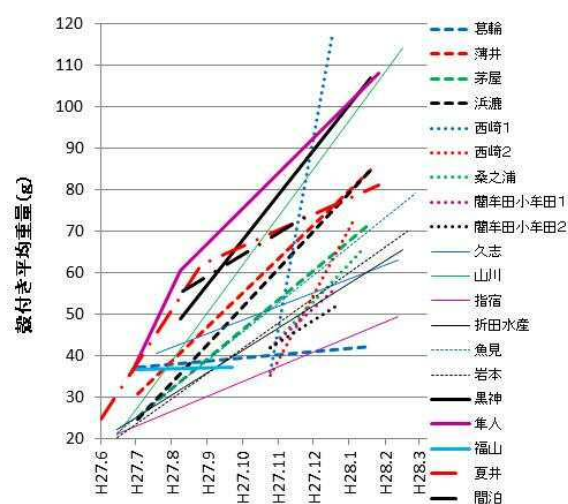


図5 平均重量(H26採卵群)

2 耳吊り養殖試験

耳吊りと籠の平均殻高の推移を図6に、殻付き平均重量の推移を図7に示す。

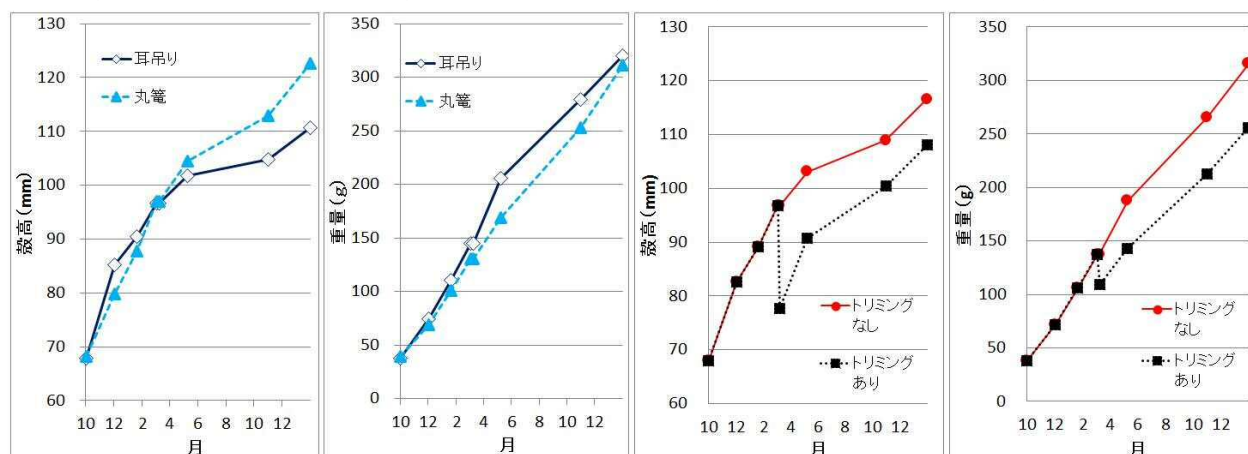
全体的に見ると、殻付き平均重量はほぼ一定の速度で増加しているのに対し、平均殻高は高水温期になると成長が鈍化し、秋以降に再び成長する傾向が見られた。この殻高が鈍化する時期は産卵期と一致することから、秋から春までは殻が伸長し、産卵期である春から夏は殻よりも生殖巣などの軟体部が肥大していると考えられた。

耳吊りしたものと籠に収容したものの殻高を比較すると、試験開始7ヶ月後の平成27年5月までは耳吊りも籠も成長に差はなかったが、その後、耳吊りより丸籠の殻高の方が高くなった。一方、殻付き重量は、試験期間を通して大きな差は見られなかった。これはデータには表れていないが、目視では耳吊りの方がより曲がり強い印象があり、耳吊りと丸籠では成長に大きな差はないが、殻高の測定をノギスで直線的に計測したため、大きく曲がった個体は殻の成長が殻高に反映されにくかったと思われ、測定方法の再検討が必要であると思われた。また、当初は籠より耳吊りの方が潮通しが良いため成長が良いと予想されたが、今回の試験では定期的に籠換えをし、籠内のイワガキの密度も通常の養殖と比べ低かったことから、予想と反する結果になったのではないかと推察され

た。

トリミングをした個体と、していない個体の平均殻高の推移を図8に、殻付き平均重量の推移を図9に示す。軟体部を傷つけないようにトリミングすれば斃死はなく、殻高も重量もトリミングにより一旦短く（軽く）なるものの、その後は順調に成長することがわかった。また形についても、ほとんどの個体がトリミング後は曲がらずに殻が伸長したことから、曲がりが見られたら早めにトリミングする事で形の改善が図られる可能性が示唆された。

図6 耳吊りと簀の比較(殻高) 図7 耳吊りと簀の比較(重量) 図8 トリミング有無の比較(殻高) 図9 トリミング有無の比較(重量)



3 アンケート調査

アンケート調査結果を以下に示す。

- ・主に営んでいる漁業種類で最も多いのは漁船漁業で 16 業者、次いで魚類養殖業の 5 業者であった (図 10)。
- ・これまでに二枚貝養殖の経験がある業者は、25 業者中 4 業者で、うち 1 業者はマガキ、イワガキの経験があり、残りはヒオウギガイ、アコヤガイであった (図 11)。
- ・成長については、「普通」という評価が 8 業者で最も多かったが、昨年度は無かった「悪い」という評価も北薩を中心に 5 業者みられた。一方で「とても良い」という評価は甑島を中心に 4 業者みられた (図 12)。
- ・形については「普通」という評価が最も多く、次いで「悪い」が多かったが、これは前述の“曲がり”のためと推察される (図 13)。
- ・生残については、「普通」という評価が最も多く 11 業者、「良い」が 8 業者、「とても良い」が 1 業者だったが、「悪い」と評価した業者も北薩を中心に 4 業者いた (図 14)。
- ・付着物については「とても多い」「多い」が 13 業者おり、「少ない」は 2 業者のみであった (図 15)。
- ・管理は付着物の評価とほぼ同じ傾向で、管理が「大変」と答えた業者の割合が多く、簀やカキ殻の清掃作業やヒラムシの駆除作業等が負担となっていることが伺えた (図 16)。
- ・将来展望が「有望」と評価したのは 6 業者、「どちらともいえない」が 15 業者で、「厳しい」は 3 業者であった (図 17)。
- ・全体的に昨年度より評価が悪くなっているが、昨年度のアンケートは数ヶ月間という短期の評価であったが、今年度は年間を通して養殖試験をしたことと、昨年度より種苗数が増えて管理作業が増加したこと等から、より現実的な評価になっていると思われる。一方で、この試験養殖の結果から新たに養殖免許を取得した業者が 9 業者おり、他にも将来の取得を検討している業者がいることから、種苗供給の要望はますます増加しており、種苗生産技術の開発が急務と

なっている。



図10 主に営んでいる漁業



図11 二枚貝養殖経験



図12 成長についての評価



図13 形についての評価



図14 生残についての評価



図15 付着物についての評価



図16 管理についての評価



図17 将来展望についての評価

4 情報交換会

養殖試験実施漁業者、漁協、市町村、県など約 60 名が出席した。

当センターから衛生管理や貝毒プランクトンに関する講習を実施したほか、各地域の取り組み状況について情報交換を行った。

シラヒゲウニ種苗生産マニュアル

1 波板仕立て、親ウニ養成、採卵

①採卵時期・・・・・・・・10～11月に行うと、ちょうど春（3～6月）のワカメ、ガラモ等海藻の伸長時期（餌が豊富な時期）に中間育成、放流が可能となる。

なお、5～6月の採卵も可能（実際は周年可）であるが、海藻がない時期であるため稚ウニ養成用の餌の確保が困難である。

②波板の仕立て・・・・・・・・3,300 ℓ FRP 製角形水槽に波板 480 枚（10 枚×48 組）を収容し、採卵の 1 ヶ月半前からろ過海水掛け流しで付着珪藻を培養し（右写真）、採卵直前に水道水で大型珪藻を洗い流し、小型珪藻が満遍なく付着している状態にしておく。



③親ウニの仕立て・・天然ウニから採卵する場合は、採卵の 1 ヶ月以上前（できれば 2～3 ヶ月前）から飼育を開始する必要がある。なお、前年に生産したウニを親ウニに仕立てて採卵することも可能であるが、放流用であれば、遺伝子の偏りを防ぐため、数年に 1 度は親ウニを更新した方が良い。

天然親ウニを運搬する場合は、水を切ったウニを発泡スチロールに収容し、乾燥を防ぐため海水で湿らせた新聞紙等を被せて半日程度で運搬すればほぼ生残する。

餌料はガラモがあれば理想的であるが、アナアオサでも十分である。乾燥コンブを給餌した場合は卵の入りがよくないようである。餌がなくなると共食いするので、常に新鮮な餌が入っている状態にする。掃除等を行うと、その刺激で産卵、放精してしまうことがあるので、部屋を暗くし、なるべく刺激を与えないようにする。

④採卵・採精・・・・・・・・口器切除法：口器周辺にはさみを入れて切り取り、そこから海水を入れて大きく上下に振って内容物（主に消化物）を洗い流す作業を数回行い、海水を満たしたビーカーに口を上にして排泄肛を海水に浸るように置くと、十分成熟していれば放卵・放精が始まる。（下写真参照）

※ウニの下中央が口、上中央が排泄肛



口器の切り取り



左が精子（白っぽく粒子が細かい）、
右が卵子（黄色っぽく粒子が粗い）

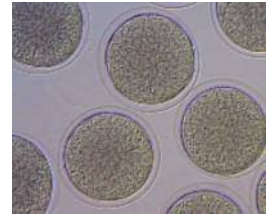
⑤使用卵・・・・・・・・最低 500 万粒以上採卵し、卵径の揃ったものを用いる。卵径が春採卵のものが 100 μ m、秋採卵が 85 μ m と季節により差がみられるが、ふ化率等には影響はないようである。

⑥受精・・・・・・・・卵が入ったビーカーの上澄みを捨て、精子を少量混ぜて受精させる。精子が多すぎると過受精によりうまく発生しない。

⑦洗卵・・・・・・・・デカンテーション（沈殿させ上澄みを捨てる方法）で 2～3 回洗卵する。

2 ふ化

- ①収容密度・・・受精を確認（顕微鏡で受精膜を確認）後，500 ℓ 水槽に 500 ～ 1,000 万個を収容する。収容する時は，粗めの網でゴミを漉しなら収容する。
- ②水温・・・・・・25 ℃を目安とし，低水温期にはウォーターバス方式（一回り大きな水槽にふ化水槽を入れ，外水槽にヒーターを入れる）で加温する。
- ③海水・・・・・・精密濾過海水を使用。
- ④通気・・・・・・ふ化槽内は不要。ウォーターバスで加温する場合は，水温を均一にするため外水槽を通気により攪拌する。



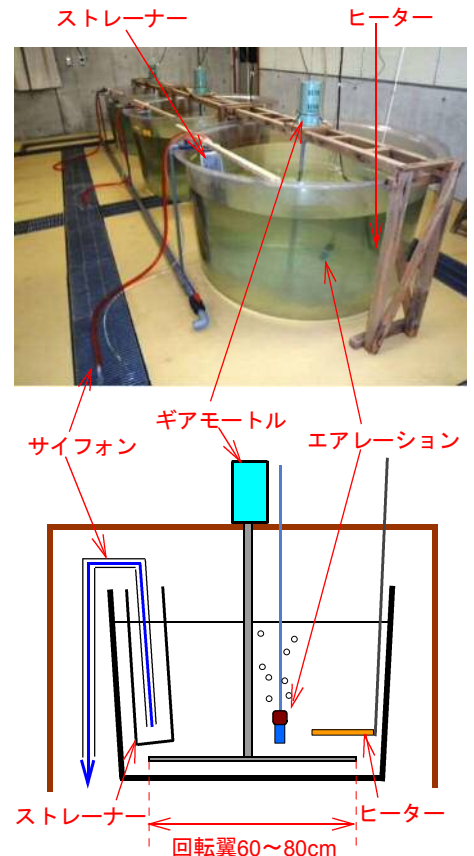
受精卵

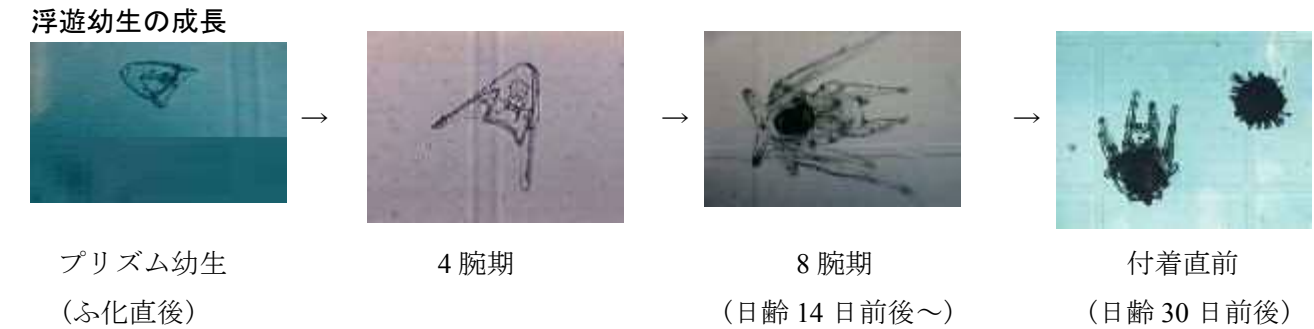


ウォーターバス

3 浮遊期飼育

- ①水槽・・・・・・1,000 ℓ ポリカーボネイト水槽
- ②収容数・・・・・・25 万個/槽となるよう採卵翌日に収容する。多く収容すると歩留まりが低くなる傾向がある。25 万個であれば，沈着幼生まで 70 % 程度の歩留まりが見込め，適正な収容密度となる。
- ③室内・・・・・・恒温暗室（低水温期はエアコンで 25 ℃程度に設定，換水・給餌時のみ室内灯を点灯）
- ④水温・・・・・・25 ℃を目安とし，低水温期はヒーターで加温する。低水温期の換水用海水は別途貯水槽を準備し，前日から加温して水温を合わせておく。
- ⑤換水・・・・・・日齢 3（採卵日を日齢 0 とする）までは止水，日齢 4 以降 40 % / 日換水。排水は周囲をプランクトンネット（径 80 μ m）で囲ったストレーナーを用いてサイホン方式で行う。排水中はプランクトンネットに幼生が付着しやすいので，まめに揺すったり，別途汲み置きしておいた海水で流し落とすようにする。精密ろ過海水を使用する。
- ⑥回転翼・・・・・・日齢 4 以降 12 回転 / 分となるよう，ギアモートルに取り付けた翼を水槽底で回転させ水流を作る。
- ⑦通気・・・・・・エアストーン 1 個で 0.5 ℓ / 分
- ⑧餌料・・・・・・市販の濃縮浮遊珪藻 *Chaetoseros neogracile*（旧称：*gracilis*）
※自家培養の場合は *C. neogracile* と *Phaeodactylum tricornutum* を 1 : 1 の割合で混合する。
- ⑨給餌量・・・・・・日齢 2 から 1 日 1 回給餌。1 千細胞 / mL から開始し，毎日 0.5 千細胞 / mL ずつ増やしていく。

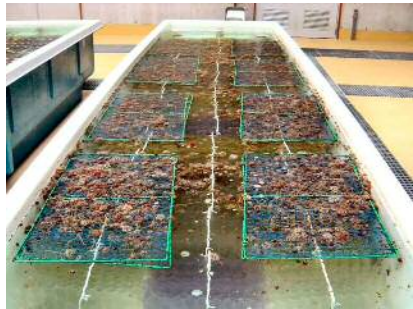




4 沈着幼生（波板飼育）

採苗のタイミング：双棘期を経て、管足を出している個体が大半を占めてきた時（日齢 30 前後）。

- ①採苗・・・・・・3,300L FRP 製（波板 480 枚収容）に 7 万個を目安として変態前幼生を収容する。波板は採苗直前に水洗いし大型珪藻を除去しておく。
- ②餌料・・・・・・殻径 2mm までは波板表面に発生する付着珪藻，2mm を超える頃から表面を水洗いした生ワカメや生ヒジキを波板上に置いて与える。エアレーションで流れないように網で挟むと良い（写真参照）
- ③水温・・・・・・20℃以上を目安とし，低水温期は加温海水を使用する。
- ④換水・・・・・・採苗翌日まで止水，稚ウニに変態後は水量を徐々に増やし 3 ～ 15 回転／日，ろ過海水を使用。
- ⑤通気・・・・・・底面に這わせた 2 本の塩ビパイプ（1.2mm 程度の穴を等間隔に開けたもの）
- ⑥底掃除・・・・・・底に糞が溜まって腐敗しないようこまめに掃除する。



5 剥離以降（平面飼育）

- ①剥離・・・・・・殻径が 10mm を超えたものから剥離する（波板からはがす）。
- ②剥離後の飼育・・ネトロン小割生簀(80 × 80 × 40cm)に 1,000 個を目安に収容。
- ③剥離後の餌料・・3 月はワカメを給餌，4 月以降ヒジキ等のガラモを給餌する。アナアオサも可能であるが，棘抜けを伴う疾病を招くことがあり，あらかじめ予備飼育を行い，発症しないことを確かめる必要がある。また，表面についていた細菌の感染を防除するため表面を淡水で洗ってから給餌する。これらの海藻がない場合は，アワビ用配合飼料が給餌可能であるものの，底に溜まり易く，水環境を悪化させることが多いため，頻繁に底掃除をする必要がある。また，クズやサトウキビ等の陸生の植物の葉も餌料となりうるが，へい死はないものの海藻に比べ成長が劣るので，海藻がない時の補助的なものととらえた方がよい（下表参照）。



H13 年度 (25 個体,殻径 11mm,30 日間飼育)

餌料種	最終平均殻径	生残率%
ヒジキ	31mm	100
不稔性アナアオサ	21mm	60 ～ 100
クズの葉	16mm	95 ～ 100

H14 年度(1000 個体,殻径 11.4mm,45 日間飼育)

餌料種	最終平均殻径	生残率%
乾燥ヒジキ	31.2mm	70
サトウキビの葉	23.8mm	89

H23 年度(50 個体, 殻径 13mm, 30 日間飼育)

餌料種	最終平均殻径	生残率%
海藻 (アオサ等混合)	29.1mm	100
陸上植物 (雑草の混合)	23.4mm	100

④底掃除・・・底に糞が溜まって腐敗しないようこまめに掃除する。水環境の悪化が棘抜けの一因となる。

6 放流

殻径が 20mm を超えたら稚ウニの水を切り、海水で湿らせたキムタオルで挟んで（クッションと乾燥防止）発泡スチロールに梱包し、放流場所まで運搬する。あまり多く重ねると下のウニがつぶれるので注意が必要。放流方法は「シラヒゲウニ 放流の手引き」（H20 年 7 月）を参照。



7 疾病

シラヒゲウニは、一般的に状態が悪くなると、疾病でなくても斑点ができたり棘が抜けてしまう傾向があるが、主な疾病として、棘抜け症と斑点症が挙げられ、いずれも滑走細菌が原因となっている。また、棘抜け症には低水温期に発症するものと高水温期に発症する 2 つのタイプが知られている。

棘抜け症：① 16℃以下で発症するタイプ。脱棘や黒斑症状を呈してへい死する。水温を 16℃以上で飼育することによって防除できる。

② 23℃以上で発症するタイプ。表面が白っぽくなり、脱棘や黒斑は顕著ではない。密殖や水質悪化が原因ではないかといわれている。

斑点症：20℃前後で発症し、脱棘と黒紫色の斑点を呈してへい死するが 15℃以下では発症しないといわれている。原因菌は引き込み海水から進入する場合と、ワカメ等の餌料海藻に付着して持ち込まれることが考えられることから、平成 12 年度以降はワカメは水洗いをしてから給餌するようにした。

平成 12 年 3 月に当センターで飼育していたシラヒゲウニにもこれと思われる疾病が発生し約 90%がへい死した。（写真参照）



平成 12 年 3 月に見られた斑点症様

へい死のほとんどが、発症当初数日間であるが、それ以降も 2 ヶ月ぐらいいにわたって刺激を与えると症状が出てへい死するといった状態が続いた。