

種 苗 開 発 部

カンパチ種苗実用化技術開発試験

外園博人，神野公広，今吉雄二，池田祐介，今村昭則

【目的】

これまで開発されたカンパチの種苗生産技術を基礎として，完全養殖や早期の採卵・種苗生産等の種苗実用化技術開発を行う。

【方法】

1 親魚養成試験

人工種苗由来親魚による早期採卵試験

陸上水槽1面(屋内200kℓ)を使用し，人工種苗由来の親魚(5歳魚29尾)で早期採卵試験を実施した。水温は，6月下旬から7月中旬までは自然水温(23~26℃)とし，7月中旬から8月下旬の期間は23~24℃，8月下旬から9月下旬の期間は24℃前後に設定した。日長は，6月下旬から7月中旬にかけて12日間の短日処理(8L16D)を行い，引き続き7月中旬から8月下旬にかけて16L8D，8月下旬から9月下旬にかけて18L6Dの長日処理を実施した。

天然種苗由来親魚による採卵試験(かごしま豊かな海づくり協会実施分)

陸上水槽2面(屋内100kℓ)を使用し，天然種苗由来の親魚(試験区1；6歳魚23尾，試験区2；7歳魚15尾)で採卵試験を実施した。試験区1では，春期は4月12日から4月16日まで水温を自然水温(16~17℃)とし，4月17日に19℃まで上げ，4月18日からは1℃ずつ上昇させ，4月20日以降は22℃とした。日長は4月20日以降16L8Dとした。

秋期は産卵抑制のため水温を7月3日から0.1℃ずつ下げ，7月22日から8月23日まで20℃とした。8月24日からは産卵促進のため22℃に保ち，9月5日から9月26日までは24℃とした。8月24日からは日長を18L6Dとした。試験区2については，4月12日以降7月2日まで，試験区1と同じ水温，日長調整を行い，7月3日以降も水温を22℃に保った。8月24日から日長を18L6Dにし，8月29日から水温を24℃とした。

2 種苗生産試験

陸上水槽1面(屋内200kℓ)で飼育している天然種苗由来親魚(8歳魚26尾)から3月6日(22年度)に早期採卵した受精卵1,332千粒を60kℓ水槽1面に収容した。

これまでの通常期試験と同様の，アルテミアを日齢20から給餌する生産方法¹⁾で試験を実施した。

3 養殖試験

種苗生産試験で生産した種苗(日齢51，平均全長36.9mm，42,000尾)を用いて，4月27日から垂水市地先で養殖試験を実施した。開始から7月30日までは8m×8m角形生け簀2面を用いて，大型群(平均全長41.8mm，16,000尾)と小型群(平均全長32.0mm，26,000尾)に分けて収容し，7月30日以降は，それらを合わせて8m×8m角形生け簀1面に収容した。餌料については，配合飼料を1日4回，毎日給餌した。給餌量は基本的に飽食量とし，成長に応じて適宜粒径を大きくした。また，10月以降は，配合飼料からモイストペレットに切り替えた。

養成開始後は種苗の成長や生残率等の調査のため概ね2~3ヶ月毎に体測を実施し，初回の体側時

に計数も行った。

【結果及び考察】

1 親魚養成試験

人工種苗由来親魚による早期採卵試験

時期は異なるものの、これまで天然由来親魚での産卵コントロールに成功していた方法で水温制御と日長処理を行ったが、自然産卵を確認することはできなかった。9月20日にはHCGホルモンを打注し、産卵誘発を試みたが、産卵には至らなかった。

ホルモン打注と平行して親魚にカニューレーションを行い、2尾から卵を採取し、卵径を測定した結果、それぞれ175 μ m以下、160 μ m以下の未成熟卵であった。

カニューレーションの結果から、本試験での水温制御、日長処理では、産卵に至るほどの生殖腺の成熟促進につながらなかった。昨年度までの試験でも産卵が見られなかったことから、人工種苗由来親魚は天然種苗由来親魚と比較して、産卵のコントロールが容易でないことが考えられる。今後は他機関のデータや海面生け簀で養成している人工種苗由来成魚の生殖腺成熟状況を参考に、水温制御・日長処理の開始時期や期間を検討し直すことが必要と思われる。

天然種苗由来親魚による採卵試験(かごしま豊かな海づくり協会実施分)

試験区1については、収容後約1年半で春期の自然産卵が見られた。

春期の産卵回数が多く体力を消耗すると、9月採卵への悪影響が懸念されることから、7月3日から水温調整による産卵抑制を試みたところ、7月5日を最後に産卵が見られなくなった。その後秋期(9月)産卵に向け、8月下旬に水温を22℃、日長を18L6Dにし、さらに9月上旬に水温を24℃としたところ、9月7日に126.7万粒(浮上卵率78.8%)の自然産卵が確認された。

9月下旬まで同様の制御を継続したが、自然産卵は1回のみで、9月26日には調温と日長制御を終了した。

試験区2については、試験区1と同様の環境制御で飼育したが、春期の自然産卵は見られなかった。

その後秋期採卵に向け、そのままの環境制御で成熟を促し、8月24日から日長を18L6D、さらに8月29日から水温を24℃にしたが、9月上旬まで自然産卵は見られなかった。

催熟の期間を4ヶ月以上とったが自然産卵が見られなかったことより、9月7日にHCGホルモンを全尾に打注したところ、9月9日から3日間、産卵が見られた。卵は3回の平均で9.1万粒(浮上卵率18.7%)と、量・質ともに量産試験を実施可能なものではなかった。

2つの試験区の結果から、秋期に採卵するための一手法として、春期(6月頃)に自然産卵をさせた後、次のとおり環境を制御することが有効と考えられた。

- ・飼育水温を0.1℃/日ずつ降温し、20℃になったらその水温を確保する。
- ・8月下旬になったら飼育水温を22℃、日長を18L6Dにする。
- ・9月になっても自然産卵しない場合は、飼育水温を24℃にする。

今回の試験で秋期の自然産卵は一度だけであったため、春期の自然産卵後から9月までの環境制御等について、更に検討を要すると考えられた。

2 種苗生産試験

種苗生産結果を表1に示す。

表1 種苗生産結果

終了日令	生産尾数	生残率	平均全長
43	53千尾	4.0%	30.8mm

本試験の飼育水1kℓ当たりの生産尾数は約880尾であり、これまでの通常期生産と遜色ない結果を得ることができた。

過去の試験では浮上死や沈降死、初期餌料関連の斃死など、いくつかの段階で発生する大量斃死を防ぐ技術開発を行ってきたが、今後は種苗の大小差が顕著になり始めてからの共食い行動(大型個体が小型個体を追い回す)に関連する斃死を防ぐため、選別・分槽の回数等の共食い対策技術を開発し、生残率のさらなる向上を図る必要があると思われる。

3 養殖試験

尾数調査の結果、海面養成開始2ヶ月後の生残率は、大型群が80%超であったのに対し、小型群では30%であった。(表2)

人工種苗を海面養成する場合、養成開始時のサイズがより大きいほど生残率は高まると考えられる。

表2 尾数調査の結果

調査日	尾数	尾数内訳		生残率
4/27 (養成開始時)	42,000	大(平均全長41.8mm)	16,000	
		小(" 32.0mm)	26,000	
6/30	21,100	大	13,300	83.1%
		小	7,800	30.0%

魚体測定の結果、6月から11月にかけては体重、体長ともに順調な伸びを示したが、11月以降はわずかに増加するにとどまった。(表3)

肥満度については、6月から11月にかけて徐々に増大し、11月以降は若干減少した。(表3)

表3 魚体測定の結果(平均)

調査日	尾叉長(cm)	体重(g)	肥満度
6/27	12.8	40.0	18.9
8/31	21.9	204.0	19.3
11/1	27.5	432.0	20.7
2/1	28.2	453.0	20.1
3/16	30.5	538.0	18.9

【参考文献】

- 1) 外園博人・今吉雄二・松原中・池田祐介. カンパチの種苗生産におけるアルテミア給餌時期が生残に及ぼす影響. 鹿児島県水産技術開発センター研究報告 第2号. 2011 ; 5-9.

養殖魚種多様化技術開発事業 (オオモンハタ)

今吉雄二・今村昭則・神野公広

【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(オオモンハタ)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

本センターで過年度から継続飼育していた6尾と、8月に本センター地先で釣獲した16尾を親魚候補として養成した。

(2) 飼育水槽

魚類棟角形50KL水槽(1面)を飼育水槽とした。

(3) 飼育条件

飼育海水はUV殺菌ろ過海水、換水率は約4回/日、水温は加温等を行わない自然水温の条件で飼育した。

(4) 給餌

4月～9月の期間は冷凍キビナゴを給餌。

10月以降、冷凍サバを混ぜはじめ、2月からは完全に冷凍サバに切り替えた。

(5) 採卵

5月31日(火)から開始した。

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1cc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) その他

飼育水槽のメンテナンスや清掃のための移槽時に、ハダムシ対策として淡水浴を実施した。

また、飼育水槽では銅イオン発生装置によるハダムシ防除対策を講じた。

2. 種苗生産試験

(1) ふ化試験

種苗生産を開始する前段階として、採取した卵を、120Lアルテミアふ化槽に収容し、微通気、換水率10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、2～3時間おきに実態顕微鏡下(×20)で発生状況を観察し、写真撮影した。

(2) 種苗生産試験

(1)のふ化試験で、ふ化率が50～60%程度となった場合、魚類棟円形20t水槽を使用して種苗生産試験を行うこととした。

【結果及び考察】

1. 親魚養成

(1) 養成

過年度から飼育していた6尾については、飼育環境にも十分慣れており、摂餌等、特に問題になるような行動は観察されなかった。

産卵は6月中旬から下旬にかけての5回のみ確認された。

このため、8月12日に本センター地先で釣獲した、異なる大きさの個体16尾を追加し、採卵を継続したが、その後産卵を確認することはできなかった。

追加した16尾については、飼育環境に慣れるにつれ、主にオスへの性転換後やその途中と考えられる大型個体間の攻撃行動が頻発しはじめた。既存の6尾も含め、11月までに7尾が斃死したが、斃死個体のうち2尾はオス、2尾はメス、3尾は性別不明であった。

飼育尾数が15尾まで減った後は攻撃行動が沈静化し、その後斃死は確認されていない。

攻撃行動の原因については、縄張りの主張や産卵期のオス同士によるメスの奪い合いなどが考えられるが、対策を講じるのは困難であり、現在の沈静化した状態を維持するために、当分の間追加更新等を行わないこととした。

(2) 給餌(摂餌状況)

飼育を開始してから継続してキビナゴのみを給餌していたが、10月からは翌年以降の採卵に備え、採卵実績のあるスジアラの例を参考に、冷凍サバを混ぜ給餌を開始した。その後、徐々にサバを選択的に摂餌する個体が増えたため、2月には冷凍サバのみに切り替えた。

給餌量は、基本的に飽食量としたが、夜間に水底の残餌を摂餌する個体もいるため、飽食量の2割増し程度の量を与え、翌朝に残餌を回収した。

(3) 採卵

今年度産卵が確認されたのは6月中旬から下旬にかけての5回のみで、その間の水温は22.2～23.2であった(図)。

採卵量は、5回の合計で約70万粒にとどまった(表1)。

他のハタ類の事例と比較すると、今年度の事例は産卵期間が短く、産卵数は非

常に少なくなっている。来年度以降は、追加更新した親魚による採卵を継続し、オオモンハタの産卵期や産卵量の把握、種苗生産に用いる良質な受精卵の確保を図る必要がある。

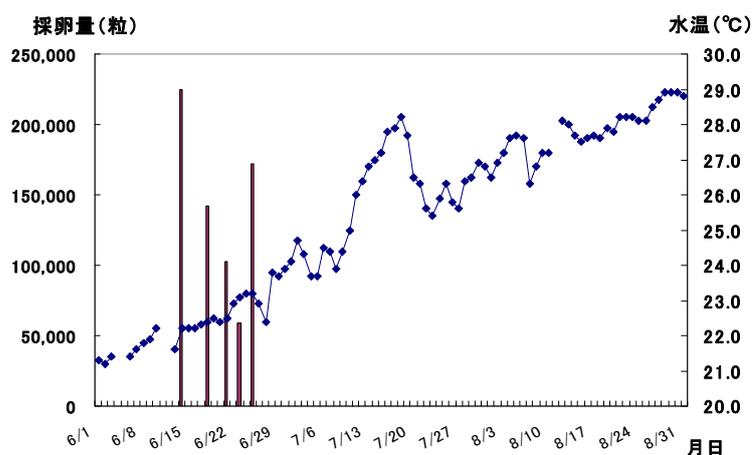


図 飼育水温の推移と採卵量(H23)

表1 採卵結果

採卵日	総採卵数	浮上卵数	浮上卵率(%)
6月14日	225,000	190,000	84.4
6月18日	142,100	132,300	93.1
6月21日	102,900	93,100	90.5
6月23日	58,800	52,920	90.0
6月25日	171,500	161,700	94.3

(4)その他

親魚追加時の淡水浴の際は、多数のハダムシの寄生が確認された。

その後、銅イオンによるハダムシ防除対策を講じているが、今後も移槽時には必ず淡水浴を実施し、ハダムシ寄生によるストレス等を防ぐとともに、飼育下での寄生状況を随時確認する必要がある。

2. 種苗生産試験

(1)ふ化試験

ふ化試験の結果を表2に示す。

表2 ふ化試験結果

採卵日	供試卵数	ふ化仔魚数	ふ化率(%)
6月14日	190,000	0	0
6月18日	132,300	0	0
6月21日	93,100	0	0
6月23日	52,920	0	0
6月25日	161,700	0	0

今年度採卵した卵は、全てふ化試験に供したが、ふ化率は0%であった。

卵は育卵中、2～3時間おきに実態顕微鏡下で状態を観察したが、全ての卵が写真のように、産卵後かなりの時間が経過しても全く発生が進行せず、未受精卵と考えられた。

この結果により、種苗生産試験を実施することはできなかった。

来年度は、自然産卵による採卵を予定しているが、状況を観察しながら、場合により特定の個体へのホルモン投与による雄性化の実施を検討する。



写真 未受精卵

親魚養成技術開発試験 (ヤイトハタ)

今吉雄二・今村昭則・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(ヤイトハタ)の親魚養成技術開発を行う。

【方法】

種苗生産用受精卵の安定的確保を目標に、以下の方法で親魚養成を開始した。

(1)親魚履歴

垂水市海潟沖で漁業者により畜養されていたヤイトハタ5歳魚14尾を購入し、11月1日に本センターへ搬入した。

(2)養成

搬入当初(11月1日～12月1日)は飼育実験棟10KL水槽で飼育し、餌付けを行った。

12月2日以降は来期の採卵に備え、魚類棟50KL水槽へ移槽した。

(3)給餌

冷凍サバを5cm角にカットして給餌。給餌量は、1尾当たりの魚体重を8kgとし、総魚体重の約5%相当となる6kg(3kg×2回)のサバを週2回に分けて給餌することを基本とした。

冬期は水温の低下に伴い摂餌量が減少するため、直近の摂餌状況を考慮し、適宜調整した。

(4)その他

10KL水槽から50KL水槽への移槽時に、ハダムシ対策として淡水浴を実施した。

また、50KL水槽では銅イオン発生装置によるハダムシ防除対策を講じた。

【結果及び考察】

(1)養成

10KL水槽に搬入後、数個体が遊泳異常を呈し、うち1個体が斃死した。海面生け簀からの取り上げの際のダメージと思われ、今後の移槽作業等には注意が必要である。

また、ヤイトハタは、並行して養成しているオオモンハタのように攻撃行動による斃死は発生しなかった。この点からは飼育しやすい魚種であると考えられた。

(2)給餌(摂餌状況)

長期間畜養されていた個体だったためか、10KL水槽への搬入、50KL水槽への移槽による摂餌への影響は見られず、いずれの移動後も初回の給餌分から摂餌していた。

給餌量の推移については下表のとおり。

表 給餌量の推移

期 間	給餌量	期間中の水温
11/7～11/14	6.0kg/週	23.0～21.8
11/18～11/25	4.0kg/週	22.0～20.0
11/28～2/10	3.0kg/週	20.7～15.3
2/13～3/30	2.0kg/週	15.5～17.0

水温が22℃を下回り始めた11/14の給餌分から残餌が出始めたため、給餌量を週当たり4.0kgとした。それ以降、段階的に減らし、2/13からは週当たり2.0kgとした。

水温低下に伴い、餌投入時に全く反応を示さなくなるが、残餌をそのまま置いておくと夜間に若干摂餌している様子なので、冬期は残餌を一晩放置し、翌朝に回収した。

(3)その他

淡水浴の際、多数のハダムシの寄生が確認された。

現在、銅イオンによる防除対策を講じているが、今後も移槽時には必ず淡水浴を実施し、寄生によるストレス等を防ぐとともに、飼育下での寄生状況を常時確認することが必要である。

内水面漁業総合対策研究－Ⅳ

(内水面増養殖技術開発事業:モクズガニ種苗生産技術開発)

神野公広・神野芳久・今村昭則

【目的】

本県の河川資源維持・増大のため、地元要望が高いモクズガニの種苗生産技術を開発する。

【方法】

1 親ガニの養成

平成23年12月15～22日，平成24年2月6日に万之瀬川河口域で抱卵親ガニ49尾を採捕し，センター内の2kIFRP円形水槽及び500L黒色ポリエチレン水槽に収容し養成した。

2 種苗生産試験

1) 供試ふ化幼生

抱卵親ガニのうちふ化直前のカニを1尾ずつ籠に入れて，ワムシ25個/ml，濃縮ナンノ50万細胞/mlとなるように添加し，止水，弱通気，暗黒化の状態の200L黒色ポリエチレン水槽に収容した。

1月16日に200万尾，17日に145万尾，2月29日に36.4万尾の幼生がふ化し，それぞれ同日に20kIコンクリート水槽に収容し種苗生産試験に供した。

2) ふ化幼生の飼育

(1) 1回次

1回次は，大型水槽を使用して水温と注水量による生残の比較を行った。試験区は従来の方法による対照区，昨年度好成績であったゾエア期とメガ期で飼育水温を調整した実証試験区(2区)並びにメガロパ期の斃死対策として従来の2倍の換水を行った高換水区の3試験区を設定，各試験区ともふ化幼生600千尾を収容した。

水槽は20kI水槽を使用し，飼育水はろ過海水を使用した。

飼育方法は，対照区で水温を24℃に設定，注水量はゾエア1期(以下Z1と記す)が止水，Z2～Z3が0.3回転/日，Z4～Z5は0.5回転/日，メガロパ期(以下M期と記す)は1.0回転/日とした。実証試験区では水温設定をZ1～Z5で21℃，M期で23℃とした。高換水区では，注水量をZ1は止水，Z2～Z3は0.3回転/日，Z4～Z5は0.5回転/日，M期には1.0回転/日から2.0回転/日に増やしていった。(表1)

通気は塩ビ環ブロックで行い，ナンノをゾエア期に50万細胞/mlになるように添加した。

表1 1回次 飼育条件の設定

	対照区	実証試験区	高換水区
水温	24℃	ゾエア期21℃，メガ期23℃	24℃
注水量	止水→1.0回転/日		止水→2.0回転/日

餌料系列及び給餌基準を表2に示した。ワムシはZ1～Z5，配合飼料はZ2～C1，アルテミアはZ3～M，オキアミミンチはZ5～C1に給餌した。給餌量，回数は幼生の成長にあわせ，ワムシは10個/mlを

維持しながら1日当たり2回、配合飼料は1kl当たり0.6～15gを1日に2～4回に分けて、アルテミアは1kl当たり0.2～1.0個を1日1回、オキアミミンチは1kl当たり5～25gを1日3回に分けて給餌した。

表2 幼生ステージ毎の餌料系列及び1日当たりの給餌基準

餌 飼 料 種 類	幼 生							給餌基準	
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	M	C1	給餌量等	回数
ワムシ	—————							10個/mlを維持	2回
配合飼料	—————							0.6～15g/kl	2～4回
アルテミア	—————							0.2～1.0個/kl	1回
オキアミミンチ	—————							5～25g/kl	3回

(2) 2回次

2回次は小型水槽を使用して通気方法及び餌料による生残の比較を行った。

水槽は1klパンライト水槽を使用し、飼育水はろ過海水を使用した。対照区の水温はゾエア期21℃、メガ期23℃、注水量は0.3から開始し次第に注水を増やしメガ期以降1.0回転/日で、通気はエアブロックにより行った。

また、ナンノをゾエア期に50万細胞/mlになるように添加した。

試験区はエアブロックをエアストーンに置換して通気量を微通気とした試験区1、配合飼料を海産魚用配合飼料に置換した試験区2、ワムシを冷凍ワムシに置換した試験区3と淡水魚用配合飼料に置換した試験区4並びにキートセラスに置換した試験区5の6試験区を設定した。各試験区ともふ化幼生30千尾を収容した。

表2 2回次飼育条件

		対照区	試験区1	試験区2	試験区3	試験区4	試験区5
通気		エアブロック	エアストーン	エアブロック	エアブロック	エアブロック	エアブロック
餌料	ワムシ(代替餌料)	ワムシ	ワムシ	ワムシ	冷凍ワムシ	淡水魚用配合飼料	キートセラス
	配合飼料	淡水魚用	淡水魚用	海産魚用	淡水魚用	淡水魚用	淡水魚用

【結果及び考察】

1 1回次試験結果

1回次の試験結果を表4に示した。

22年度に量産した試験設定における実証試験区を2区設定し、いずれも10万尾を超える生産ができたが、対照区と比べ有意な差は認められなかった。これまでの試験から対照区の設定では安定した生産となっていないが、実証試験区での設定では22年度、23年度ともに10万尾前後の安定した生産となった。

メガロパ期のへい死対策として設定した高換水区では、生産尾数は従来区に比べ有意に低くなった。その要因としては、換水率が高いため他の試験区より餌の流失が多く給餌量に比べ摂餌量が他の試験区よりも少なかったものと考えられる。

表4 1回次試験結果

	従来区	実証試験区 1	実証試験区 2	高換水区
生産尾数	84千尾	112千尾	106千尾	24千尾
トン当たり	4,200	5,600	5,300	1,200

2 2回次試験結果

2回次の試験結果を表5に示した。

試験の結果、対照区では大量のへい死は殆どなく3千尾余りの生産となった。これに対して、試験区1では日齢19(Z5)で全滅した。試験区2及び試験区3ではゾエア期の生残は良好であったが、メガロパへの変態時及びそれ以降のメガロパ期のへい死が多く特に試験区3でかなり減耗した。試験区4ではZ2の段階で生残は僅かであった。試験区5では日齢9(Z1)で全滅した。

表5 2回次試験結果

	対照区	試験区 1	試験区 2	試験区 3	試験区 4	試験区 5
生産尾数	3,290尾	日齢19で終了	1,115尾	191尾	126尾	日齢9で終了
トン当たり 生産尾数	3,290尾	-	1,115尾	191尾	126尾	-

今回の試験において、活ワムシを給餌した試験区1, 2及び対照区では、通気量を微通気にした試験区1で減耗が激しくゾエア期で全滅したことから、通気による飼育水の攪拌が必要であることが確認できた。

また、活ワムシを給餌していない試験区3～5においては、試験区3, 4で生産尾数が極端に少なく、試験区5ではZ2に変態することなく日齢9で全滅しており、種苗生産における活ワムシの必要性が確認された。

3 生産物

生産した稚ガニは、県内水面漁連を通じて2月16日に川内川、霧島川、網掛川、思川、万之瀬川の各地先に放流した。

シラヒゲウニ種苗供給事業

眞鍋美幸，松元則男，今吉雄二，今村昭則

【目的】

シラヒゲウニ放流効果実証化の取り組みに供する放流種苗を生産・供給する。

【結果】

1) 種苗生産実績

平成22年11月採卵群から，殻径5.33～45.98mm，平均殻径26.32mmの稚ウニを73,300個生産し，うち73,200個を平成23年4月26日～7月15日に奄美海域の各地先及び三島村地先に放流した。残り100個は餌料試験に供した（表1）。

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等	1 1カ所	27.17	64,000	4/26～7/15
振興局・支庁試験放流	2カ所	20.56	9,200	6/6～6/23
水技センター餌料試験用	-	13.21	100	-
合計	平均	26.32	73,300	
	最大	45.98		
	最小	5.33		

2) 種苗生産

11月採卵（平成23年11月14日～12月16日採苗）

- ・幼生は126万個（25.2万個×1tパンライト水槽5槽）收容した。
- ・市販の濃縮した *Chaetoseris gracilis*（以下キートセラス）を給餌した。
- ・5槽とも，自然減少，奇形等が無く，成長が良かったため，日令23で間引きしたが，その後日令28前後から1槽で奇形，小型が多く見られるようになったため廃棄し，残り4槽で採苗した。
- ・日令32で53.9万個を3.3t水槽3基，4t水槽2基に採苗し，波板飼育を開始した。

2月採卵（平成24年2月6日～3月8日採苗）

- ・幼生は75万個（25万個×1tパンライト水槽3槽）收容した。
- ・水槽NO.1，NO.2はキートセラス及び培養した *Phaeodactylum tricornutum*（以下フェオダクチラム）を1:1の割合で給餌した。
- ・水槽NO.3はキートセラスのみを給餌した。
- ・水槽NO.1，NO.2は日令21前後から，数の減少，奇形等が増加した。NO.3は順調だったことから，フェオダクチラムの培養不調が原因と考えられた。
- ・日令31で31.2万個を3.3t水槽1基，4t水槽1基に採苗し，波板飼育を開始した。

Chattonella antiqua 大量培養試験

眞鍋美幸

【目的】

Chattonella antiqua (以下 *C.antiqua*) は春季～夏季の高温時に、内湾域で大発生して赤潮をつくり、養殖魚介類に甚大な被害を与える藻類であり、本県においてもしばしば赤潮を形成し、養殖ブリ類等に多大な被害を与えている。

そこで、*C.antiqua* 赤潮の防除技術の開発研究を行う上で、*C.antiqua* を用いた様々な試験を任意に実施するため、安定的に大量培養する技術を開発する。

なお、1～2t水槽で暴露試験を行うための必要量として、目標培養量を10億～20億cellsとした。

【方法】

空調で室内温度を24℃に設定した恒温培養室で試験を行った。継代培養した八代海産 *C.antiqua* を用い、14h明(5:00～19:00)-10h暗(19:00～5:00)の明暗周期で9回の試験を実施した。9回目を除いて海水はオートクレーブによる滅菌海水を用い、照明は40W蛍光灯2本を上部に設置した。

1) 試験No.1

5000ml平底フラスコに、5000mlの海水を入れ、100cells/mlの *C.antiqua* を接種し、微通気でf/2、SW-、SWM-、PESの4種類の培地を比較した。

2) 試験No.2

1回次の補完試験として、1回次と同じ条件でSW-、SWM-、PESの3種類の培地を比較した。

3) 試験No.3

50mlビーカーに、20mlの海水を入れ、50cells/mlの *C.antiqua* を接種し、通気なしでKW21(第一製網株式会社製藻類培養液)、ノリシード(第一製網株式会社製ノリ糸状体用培養液)、SWM-の3種類の培地を比較した。

4) 試験No.4

SWM- 添加海水を、50mlビーカーに20mlと50ml、100mlビーカーに20mlと50mlと100ml入れ、100cells/mlの *C.antiqua* を接種し、通気なしで培養した。

5) 試験No.5

20mlのSWM- 添加海水を50ml、100ml、200ml、300ml、500mlの大きさの異なるビーカーに入れ、200cells/mlの *C.antiqua* を接種し、通気なしで培養した。

6) 試験No.6

1000ml平底フラスコにSWM- 添加海水を500ml入れ、通気なしで4,000、8,000、12,000cells/mlの *C.antiqua* を接種し比較した。

7) 試験No.7

500mlのSWM- 添加海水を, 500ml平底フラスコ, 1,000ml三角フラスコ, 3,000ml扁平フラスコに入れ, 4,000cells/mlの *C.antiqua* を接種し, 通気なしで培養した。

8) 試験No.8

500ml平底フラスコに500mlのSWM- 添加海水を入れたもの, 1,000ml平底フラスコに1,000mlのSWM- 添加海水を入れたものを準備し, それぞれ100, 1,000, 10,000cells/mlの *C.antiqua* を接種し, 微通気で培養した。

9) 試験No.9

50Lアルテミアふ化槽にろ過海水, 電解殺菌海水, 精密ろ過海水, 紫外線殺菌海水を各50L入れ, ノリシードを0.5ml/L添加し, 300cells/mlの *C.antiqua* を接種して微通気で培養した。上部2本, 側面2本の計4本の40W蛍光灯で照明した。

【結果及び考察】

試験結果を表1に示す。

表1 *C.antiqua* 培養試験結果

No.	容器	海水容量(ml)	海水	培地	通気	結果 (cells/ml)		倍率	培養量(万cells/槽)	日数		
1	5Lフラスコ	5,000	オートクレーブ滅菌	f/2	あり	100 →	3,500	35	1,750	13		
				SWM-II		100 →	6,200	62	3,100	13		
				SWM-III		100 →	6,800	68	3,400	13		
				PES		100 →	6,800	68	3,400	15		
2	5Lフラスコ	5,000	オートクレーブ滅菌	SWM-II	あり	100 →	8,800	88	4,400	7		
				SWM-III		100 →	12,600	126	6,300	7		
				PES		100 →	8,200	82	4,100	7		
3	50mlビーカー	20	オートクレーブ滅菌	KW21	なし	50 →	52,600	1,052	105	17		
				リシート*		50 →	43,000	860	86	17		
				SWM-III		50 →	120,000	2,400	240	15		
4	50mlビーカー	20	オートクレーブ滅菌	SWM-III	なし	100 →	92,600	926	185	13		
				100mlビーカー	20	SWM-III		100 →	112,700	1,127	225	13
				50mlビーカー	50	SWM-III		100 →	38,200	382	191	13
				100mlビーカー	50	SWM-III		100 →	50,000	500	250	13
				100mlビーカー	100	SWM-III		100 →	23,700	237	237	13
				50mlビーカー	20	オートクレーブ滅菌	SWM-III	なし	200 →	105,000	525	210
5	50mlビーカー	20	オートクレーブ滅菌	SWM-III		200 →	140,800	704	282	14		
				100mlビーカー		200 →	145,000	725	290	14		
				200mlビーカー		200 →	165,200	826	330	14		
				300mlビーカー		200 →	164,700	824	329	14		
				500mlビーカー		200 →	164,700	824	329	14		
6	1L平底フラスコ	500	オートクレーブ滅菌	SWM-III	なし	4,000 →	9,500	2	475	2		
				SWM-III		8,000 →	20,500	3	1,025	2		
				SWM-III		12,000 →	24,000	2	1,200	2		
7	500ml平底フラスコ	500	オートクレーブ滅菌	SWM-III	なし	4,000 →	10,400	3	520	8		
				1L三角フラスコ		4,000 →	11,800	3	590	2		
				3L扁平フラスコ		4,000 →	16,600	4	830	6		
8	500ml平底フラスコ	500	オートクレーブ滅菌	SWM-III	あり	100 →	17,400	174	870	11		
				500		1,000 →	12,100	12	605	11		
				500		10,000 →	24,600	2	1,230	11		
	1L平底フラスコ	1,000		SWM-III		100 →	18,900	189	1,890	11		
				1,000		1,000 →	25,200	25	2,520	11		
				1,000		10,000 →	26,000	3	2,600	5		
9	50Lふ化槽	50,000	ろ過海水	リシート*	あり	300 →	5,000	17	25,000	4		
			電解殺菌海水	リシート*		300 →	4,300	14	21,500	7		
			精密ろ過海水	リシート*		300 →	5,300	18	26,500	4		
			紫外線殺菌海水	リシート*		300 →	4,600	15	23,000	7		

- ・培地を比較したところ, 最も適した培地はSWM-IIIであった。(試験No.1~3)
- ・海水の量が少ないほど高密度に培養することができた。(試験No.3,4)

- ・ 静置培養の場合，なるべく大きな容器に少量の海水を入れ，空気に触れる面積を大きくした方が多く増殖した。（試験No.5,7）
- ・ 500ml以上で培養する場合は静置培養ではほとんど増殖しないため，微通気が必要。（試験No.6～8）
- ・ 培養開始時の細胞数は少ない（50～100cells/ml）ほど増殖する。試験No.8では10,000cells/mlで開始した区の方が培養量は多いが，小型化や変形，脱色等が見られ活性は低かった。
- ・ 大量培養時の海水については，大きな差はみられなかったものの，ろ過海水，精密ろ過海水の方が電解殺菌海水，紫外線殺菌海水より多く増殖した。（試験No.9）
- ・ 50L水槽で5,000cells/ml（2.5億cells / 槽）程度まで培養することができたため，4～8槽で培養すれば目標の10億～20億cellsを得ることができる。（試験No.9）

奄美等水産資源利用開発推進事業-

(沿岸域資源利用開発調査：スジアラ調査)

神野公広，神野芳久，今村昭則，種苗開発部

【目的】

本種は奄美海域における栽培漁業対象魚種として平成8年度から種苗生産の基礎試験に取り組み、平成19年度以降連続で量産に成功、平成21年度には平均全長30mmサイズの稚魚を約3万尾生産した。今年度においても引き続き親魚養成、種苗生産、中間育成及び放流の技術開発試験を図った。

【方法】

1 親魚養成試験

コンクリート製円形100kl水槽(φ8m, d2m)1面を使用して親魚の養成を行った。継続して養成している親魚は24尾(2.3~11.1kg)で、飼育水には電解殺菌処理海水(注水：10kl/h)を用いた。

餌料は、サバ(1.5~2.5kg/回)を週3回給餌した。

水温は、22℃を下回らないように調温し、H23.5.23に体測及び淡水浴を行った。

体測・淡水浴の後、ネットをセットして採卵試験を行った。

2 種苗生産試験

1) 1回次(巡流飼育試験)

1回次は、コンクリート製円形20kl水槽(φ4m, d1.45m)2面を使用し、平成24年6月14日に採卵した155万粒のうち受精卵各300千粒を収容し実施した。

試験区は、ポンプにより飼育水を循環し水槽底面に水流をつくる「巡流区」と対照区としてエアストーンを使った従来式の「通気区」を設けた。

巡流区は、水槽中央のストレーナー内から水中ポンプにより飼育水を吸水し、底面に配管した塩ビ管(13mm)から時計回り方向と上方向へそれぞれ送水した。底面にセットした塩ビ管には10cmおきに直径2mmの穴を開け、流量は17L/minとした。(図1A)

通気区では、エアストーン6個を設置し、通気により水流を発生させた。(図1B)

飼育基準を表1に示した。注水は紫外線殺菌海水を使用し、28℃に調温した。換水率は卵収容時から日齢2(給餌開始前)まで1.0回転/日、日齢2以降は0.3回転/日から4回転/日まで順次回転率を上げていった。通気は卵収容時から日齢2まで5.0L/分を6カ所、日齢2~20は0.5L/分を中央に2カ所、日齢20以降は0.5L/分を6カ所に増やし5.0L/分まで段階的に強めていった。

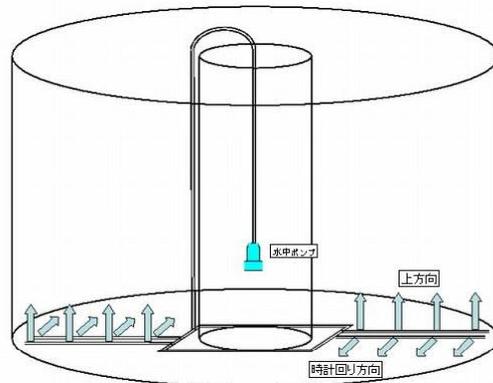


図1A 巡流区水槽

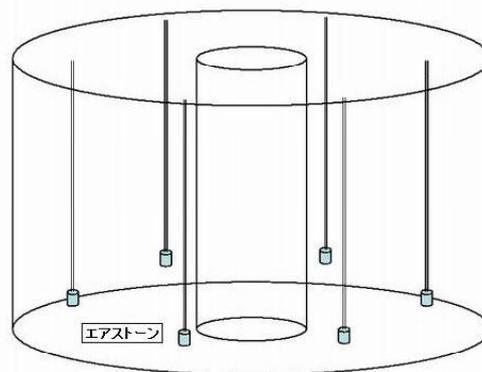


図1B 通気区水槽

照明は、水槽上部に40w2本の蛍光灯を4基設置し、蛍光灯直下の水面で5000lx程度とした。点灯時間は日齢2～30で24時間点灯とし、その後7:00から17:00まで点灯した。

なお、水質改善のためナグラシ（サンゴパウダー）を日齢3～40で200g(10g/k1)を添加した。また、ナンノクロロブシスを日齢2～8は100万細胞/ml，日齢9～30は50万細胞/mlになるように添加した。

なお、巡流区における巡流発生装置は日齢35で撤去し、その後は通気区と同じ方法の通気とした。

表1 飼育基準

注水	紫外線殺菌処理海水（調温）
換水	卵収容～給餌開始前(日齢2) 1.0回転/日 日齢2～ 0.3回転/日 4回転/日
通気	卵収容時～日齢2 5.0L/分×6カ所 日齢2～20 0.5L/分×2カ所+酸素 日齢20～ 0.5～5.0L/分×6カ所+酸素
照度	5000lx（蛍光灯直下の水面） 天井灯+水槽上部蛍光灯（40W×2個を4基） （日齢2～30;24時間点灯，日齢31～;7:00～17:00点灯）
水質改善	ナグラシ（サンゴパウダー） 日齢3～40 10g/k1
ナノ添加	日齢 2～30, 100万 50万細胞/ml

餌料系列を図2に示した。S型ワムシタイ株（SSワムシ）20個/mlを日齢3～5に，S型ワムシ15個/mlを日齢6～30に，アルテミア0.5～1.0個/mlを日齢15～30に，配合飼料を日齢22以降に3g/k1から順次増やし給餌した。

S型ワムシタイ株・S型ワムシは当所のものを使用し，アルテミアは乾燥卵を脱殻処理した後，凍結保存したものをふ化させて生物餌料として給餌した。

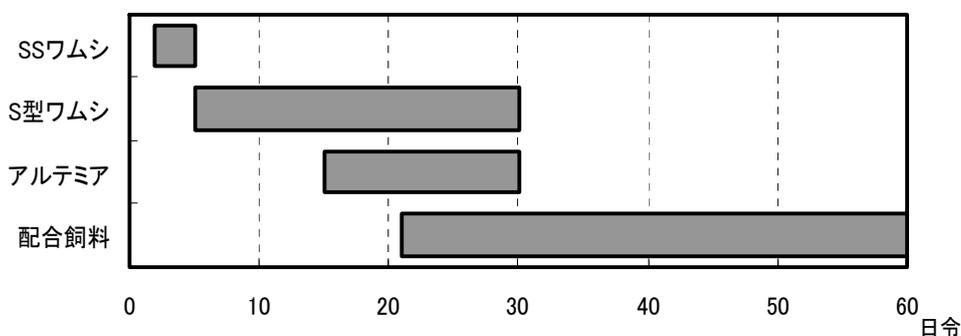


図2 スジアラ種苗生産における餌料系列

2) 2回次（大型水槽飼育試験）

2回次は、60kℓ水槽（7m，d1.45m）2面を使用し，平成23年7月5日に採卵した339.6万粒のうち受精卵各1,100千粒を収容し実施した。

試験区は，1回次と同様「巡流区」と「通気区」の2区とした。

ただし，巡流区の上方向の循環水の送水にはろ過海水を使用した。

飼育基準，餌料系列は1回次と同様とした。

3 中間育成試験

1 回次生産分の21千尾を8月26日からかごしま豊かな海づくり協会の陸上水槽（20kl水槽4面）において中間育成した。

水槽にはすべてモジ網を張り行った。餌料は配合飼料を飽食給餌とし、注水は自然海水(24.4~29.2)で、5回転/日から開始し徐々に注水量を増やした。

2 回次生産分の種苗は、水技センターコンクリート製角形50kl水槽2面を使用して、240径のモジ網(2.0m×3.0m×1.2m)を各水槽4面ずつ張り、2回次種苗生産試験で生産された稚魚40千尾を用い、中間育成を行った。餌料は配合飼料を飽食給餌とし、注水は紫外線殺菌のろ過海水を使用し換水率は7回転/日とした。

更に大型放流用種苗を育成するため20kl水槽に1,000尾を収容し、半閉鎖循環方式で紫外線殺菌ろ過海水を換水率2.5回転/日で注水、チタンヒーターにより24に調温し飼育した。越冬試験として1kl水槽に100尾を収容し、掛け流し方式で紫外線殺菌ろ過海水を換水率およそ20回転/日で注水し、調温なしで飼育した。給餌は各水槽とも飽食給餌とした。

4 放流

中間育成試験により得られた種苗は、大島本島及び徳之島に活魚車で輸送し、左腹鰭抜去後放流した。

【結果及び考察】

1 親魚養成試験

22年度に瀬戸内漁協から購入した親魚4尾(2.3~5.9kg)を加え、親魚の飼育尾数は24尾で、年度内に2尾のへい死があった。

採卵結果を表1、図4に示す。

産卵期間は5月31日~10月21日(143日間)で、産卵があったのはそのうち125日であった。総採卵数は249百万粒で、そのうち浮上卵は190百万粒、浮上卵率は76.2%であった。(表1)

23台で産卵が始まり28前後になると産卵量が減少する傾向にあった。(図4)

採卵日数及び採卵量はいずれも平成13年度以降最高となった。(図5)

親魚養成については、現在の方法によりほぼ確実に採卵が可能であると考えられる。

表1 採卵結果

使用水槽 (kl)	自	採卵ネットセット 至 (日数)	採卵日数	総採卵数 (千粒)	浮上卵数 (千粒)	浮上卵率 (%)
100	5/31	~ 10/21 (143)	125	249,151	189,934	76.2

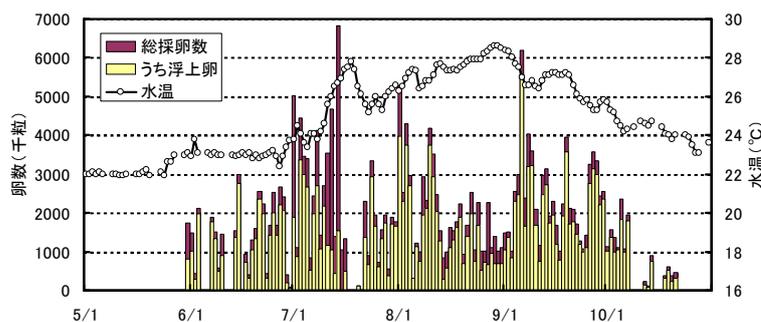


図4 採卵数の日別変化

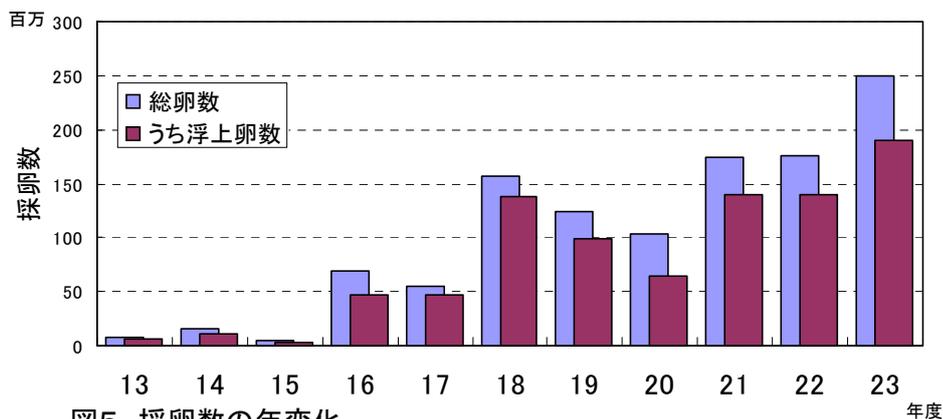


図5 採卵数の年変化

2 種苗生産試験

1) 1回次 (巡流飼育試験)

種苗生産試験の結果を表2に示す。

通気区において日齢55日で4,263尾、巡流区において日齢57日で20,231尾の種苗を取り上げ、巡流区が好成績となった。生残率も巡流区が6.7%で通気区の1.4%に比べ良い結果となった。

初期の仔魚はどちらの試験区でも中層～底層に分布しており浮上へい死は少なかったが、日齢15の生残率は巡流区が約40%で、通気区の6%と比較して有意に高かった。特に日齢3までの減耗が両区で大きく異なり、その後の生残率に影響しているように思われる。(図6)

全長の推移を図7に示す。日齢35で巡流発生装置が撤去したため、その後は同じ方法による飼育となる。日齢35までは通気区の方が成長が良好であったが、日齢35以降は両区とも同様の成長であると思われる。

表2 種苗生産試験結果 (1回次)

試験区	取上日	飼育日数	取上尾数 (尾)	生残率 (%)	平均全長 (mm)
通気区	8月8日	55	4,263	1.4	31.6
巡流区	8月10日	57	20,231	6.7	30.1
			24,494	1.1	30.4

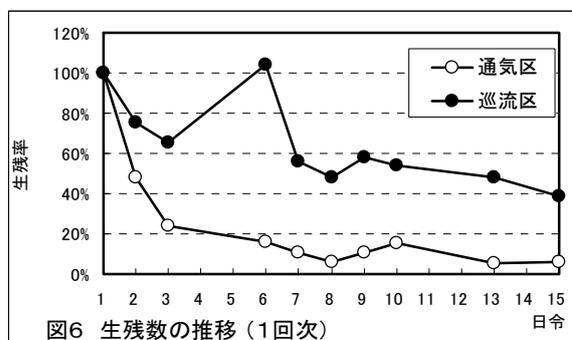


図6 生残率の推移 (1回次)

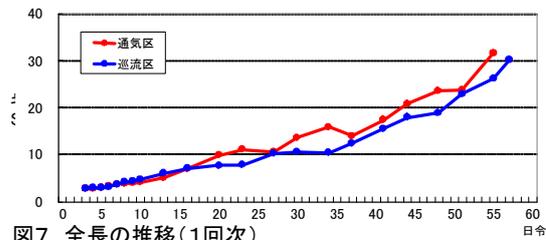


図7 全長の推移 (1回次)

2) 2回次 (大型水槽飼育試験)

種苗生産試験の結果を表3に示す。

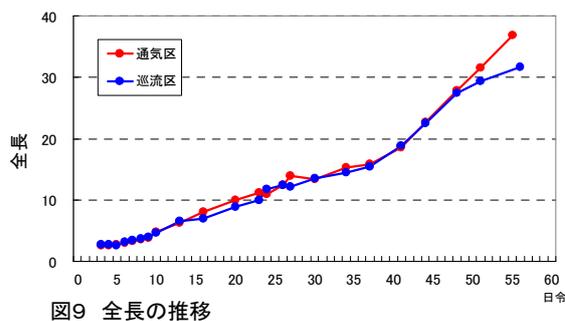
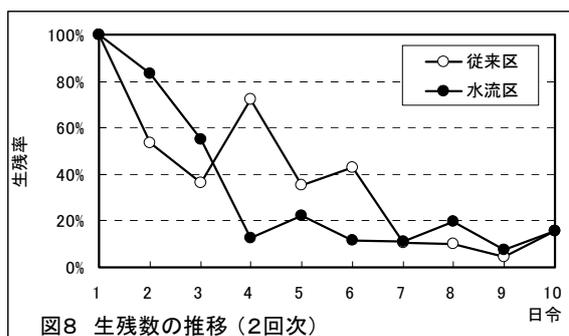
通気区において日齢55日で36,709尾、巡流区において日齢56日で22,262尾の種苗を取り上げ、1回次とは異なり通気区が好成績となった。生残率も通気区が4.7%で巡流の2.5%に比べ良い結果となった。

初期の仔魚の分布は、通気区ではパッチをつくり大きな固まりで分布していたのに対し、巡流区では全体に分布し、水槽中央部が高密度となっていた。

初期の生残では、日齢10で通気区、巡流区いずれも15%台で、生残率は同じ結果となった。特に巡流区の日齢3、4で大きく減耗しその後の生残に影響したと思われる。

表3 種苗生産試験結果（2回次）

試験区	取上日	飼育日数	取上尾数 (尾)	生残率 (%)	平均全長 (mm)
通気区	8月29日	55	36,709	4.7	36.9
巡流区	8月30日	56	22,262	2.5	31.7
			58,971	2.6	34.9



通気区では、1回次と2回次の生残率の推移に大きな変化はみられないのに対して、巡流区は1回次と2回次を比較すると、日齢3、4での減耗に大きな差がみられる。巡流区の方法では、2回次の大型水槽試験で1回次の巡流区と同じような水流が再現できなかったのではないかと考えられた。

3 中間育成試験

かごしま豊かな海づくり協会において、1回次生産分平均全長51mm、21千尾を62日間の中間育成試験を行ったところ平均全長84.6mm、20千尾 生残率 95.2%の稚魚が得られた。

センターでの2回次生産分平均全長35mm、40千尾は、49日間の試験で、平均全長77.3mm、36千尾、生残率90%となった。

陸上施設を用いた中間育成試験においては、現在の方法により高生残率がほぼ期待できるようになっている。

半閉鎖循環方式、24 調温での大型放流用種苗の育成試験は、11月1日平均全長90mm、平均体重12gから開始し、120日間の育成で平均全長112mm、平均体重19gに成長した。その間のへい死魚は12尾であった。

ろ過海水掛け流しによる越冬試験では、水温が1月に最低水温14.9 まで低下したが、11月から

3月までの5ヶ月間でへい死は6尾であり、20 以下の水温でも生存可能であることがわかった。摂餌はあったが摂餌量はわずかであった。

4 放流

放流結果は表のとおり。放流尾数は、かごしま豊かな海づくり協会で中間育成した種苗20千尾と水産技術開発センターで中間育成した種苗34千尾、合計54千尾であった。

表4 種苗放流結果

日付	放流地区	尾数(平均全長)	備考
9月28日	与論町	7,000尾(65mm)	
10月21日	徳之島3町	13,000尾(75mm)	
10月26日	奄美本島6力所	14,000尾(80mm)	
10月21日	徳之島3町	10,000尾(89mm)	協会中間育成分
10月26日	奄美本島6力所	10,000尾(84mm)	協会中間育成分

奄美等水産資源利用開発推進事業 - (沿岸域資源利用開発調査：ヤコウガイ種苗生産)

眞鍋美幸，松元則男，今吉雄二，今村昭則

【目的】

奄美海域の放流対象種として，地元要望が高いヤコウガイの種苗生産技術の開発を図る。

【方法】

1) 生産試験

(1) 親貝

平成20年10月に搬入した親貝1個(1個)，及び平成22年9月に搬入した親貝11個(4個， 7個)を継続飼育したものを採卵に使用した。飼育は1.7^mFRP角型水槽に設置したネトロン生簀(1.0×1.0×0.6m)に雌雄別々に収容し，イバラノリ，ミリン，アオサを中心とした生海藻を給餌した。飼育水はろ過海水の流水で，水温が20 以下になる12月上旬～5月下旬は，21 前後に加温した。

(2) 採卵・採精

親貝を8:30～13:00時まで干出した後に，遮光した200ℓ水槽に雌雄別々に収容し，紫外線照射海水(以下「UV海水」と記す)(70^Wライザ-4L型)の流水(35^{mℓ}/秒)により誘発した。放精の後，雌槽に精子液を添加して放卵を促進した。受精卵は水槽内に円筒形ネットを設置して，誘発槽からホースで取り出し，30ℓポリカーボネイト水槽に移し，デカンテーション方式で1回洗卵後，計数した。

(3) ふ化，浮遊幼生の飼育

500ℓポリカーボネイト水槽を6基設置し，受精卵をNO.1～3は50万粒/槽，NO.4～5は100万粒/槽，NO.6は165万粒/槽の割合で収容した。NO.1～5は水槽内に設置したネット(97cm,深さ60cm,目合60～90^μm)内で飼育し，NO.6は水槽横の小型容器に設置したネット(目合60～90^μm)で排水を受けることにより幼生の流失を防止した。飼育水は濾過海水の10回転/日の流水で，無給餌で沈着前幼生まで飼育した。ネットの底掃除は毎日行った。

(4) 着底期飼育

3.3^mFRP角型水槽(5.0×1.1×0.6m)3槽に，予め付着珪藻を着生させた波板(45×45cm)300枚/槽を設置し，20万個/槽を基準として幼生を採苗した。飼育水は濾過海水で，換水量は成長につれて1回転/日から10回転/日に増やし，殻高約10mmまで波板飼育を行った。水温が20 以下になる12月上旬～5月下旬は，海水を21 前後に加温した。

また，付着珪藻不足対策として，飼育4ヶ月目より生海藻(培養ミリン)を併せて給餌した。

(5) 中間育成

10mm以上に成長した稚貝は，波板から剥離して，水槽に設置したネトロンカゴ(目合2mm)に収容し，配合飼料を3回/週給餌して飼育した。稚貝の成長に伴って水槽は2^mFRP角型水槽から13^m巡流水槽水槽へ，ネトロンカゴは小(0.6×0.4×0.4m,500個収容)，中(0.8×0.4×0.5m,1000個収容)，大(0.8×0.8×0.4m,1000個収容)へ順次拡大した。カゴ内の残餌掃除は給餌に合わせ3回/週行った。

飼育水は濾過海水の10回転/日の流水で、水温が20 以下になる12月上旬～5月下旬は22 前後に加温した。

2) 中間育成移行時の飼育方法の検討

(1) 収容密度の検討

剥離後の稚貝(約12mm)の小カゴ(0.6×0.4×0.4m)への収容密度を500個区, 1000個区, 1500個区の3区設定し, 個体あたりの給餌量が同量となるように配合餌料を給餌して1ヶ月後の成長率, 生残率を比較した。

(2) 効率的な給餌と省力化のための収容カゴの水深の検討

小カゴ(0.6×0.4×0.4m)の水深を24cm(通常飼育の水深), 15cm, 6cmの3区設定して剥離後の稚貝(約12mm)を1000個体ずつ収容し, 同量の配合餌料を給餌して成長率, 生残率を比較した。

3) 中間育成における餌料の検討

(1) 餌料比較試験

週3回配合餌料を与える配合給餌区と, 週2回配合餌料を与え週1回は生海藻(培養ミリン)を与える海藻給餌区を設け, 最終剥離群の稚貝500個を小カゴ(0.6×0.4×0.4m)へ収容して約3ヶ月飼育した。なお, 配合餌料, 海藻とも飽食給餌とした。

(2) オゴノリ大量培養試験

室内に50Lアルテミアふ化槽を6槽設置し, エアレーションにより常に藻体を循環させ, 水温, 換水量, 栄養塩(肥料)の種類及び量, 照明の種類, 明暗周期等, 条件を変えて12回の比較試験を実施した。

【結果及び考察】

1) 生産試験

(1) 親貝

斃死はなく, 摂餌も盛んだったが, 1~2年前の搬入時からほとんど成長はみられなかった。

(2) 採卵, 採精

採卵, 採精結果を表1に示す。

例年より1ヶ月早い9月13日~15日に早期採卵を実施したところ, 3日間とも雄は放精したが, 雌は放卵しなかった。

同じ親貝を用いて10月12日~14日に再度採卵を実施した。2日目に雄が放精したが, 放卵はしなかった。3日目に雄水槽に前日の精子を添加し誘発したところ放精し, その精子を雌水槽に添加して放卵を促進した結果, 718万粒の受精卵が得られた。

(3) ふ化, 浮遊幼生の飼育

飼育結果を表1に示す。

受精卵を50万個収容したNo.1~3水槽では45.6万個~54万個(生残率91.2~108%), 100万個収容

したNo.4,5水槽では60.8～68万個（生残率60.8～68%）、165万個収容したNo.6水槽では34.5万個（生残率20.9%）の沈着幼生を得た。生残率は50万個収容したものが最も高く、密度が大きくなるほど低くなった。沈着幼生数では100万個収容したものが最も多かった。

表1 平成23年度採卵，採精結果

回次	月日	水温 ()	親貝 (個)		干出 時間 (hr)	への 精子 添加	の 放精	水 槽 No.	収容 受精卵 (万粒)	沈着幼生 (万個)	生残率 (%)	備 考
1	9/13	28	5	7	4.5	×			-	-	-	
2	9/14	28	5	7	4.5				-	-	-	
3	9/15	28	5	7	4.5				-	-	-	
4	10/12	25	5	7	4.5	×	×		-	-	-	
5	10/13	25	5	7	4.5	×			-	-	-	
6	10/14	25	5	6	4.5			1	50	54.0	108.0	親貝は成熟 確認のため解 剖し1個減
								2	50	45.6	91.2	
								3	50	50.4	100.8	
								4	100	60.8	60.8	
								5	100	68.0	68.0	
								6	165	34.5	20.9	
								合計	515	313.3	60.8	

(4)着底期の飼育

波板に大型珪藻が少なく小型の珪藻が優占しており、餌料として適していたものと思われる。加えて餌料不足対策のため、2月14日よりミリン給餌を開始し、年度末まで飼育は比較的順調であった。

(5)中間育成時の大量斃死

平成21年10月採卵群の中間育成期間の月別斃死数と水温を図1に示す。

22年7月～1月に過去最多の31,380個を剥離し、ネトロンカゴにより中間育成を実施した。水温が20を下回り、21前後の温海水に切り替えた23年1～2月に最終剥離群の小型個体が大量斃死し、3月には一旦斃死が収まったものの、水温上昇期の7～8月に小型個体だけでなく中～大個体でも斃死が増加した。その後水温降下とともに一旦斃死が収まったが、温海水に切り替えた24年1月になって再び斃死数が増加し、年度末まで斃死が続いた。

近年の中間育成時の生残率は90%以上であるが、21年度群は3月末時点で56%と極めて低く、更に斃死が続いていることから何らかの疾病に罹患した可能性もあると考え、(独)水産総合研究センター増養殖研究所に検査を依頼したが原因は不明であった。

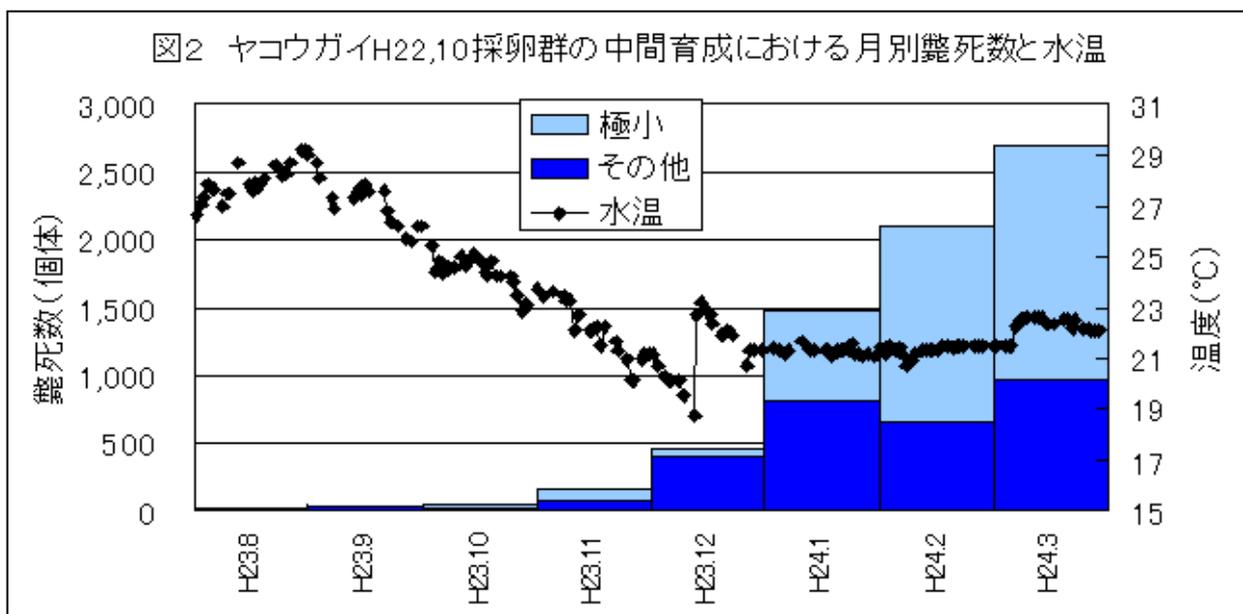
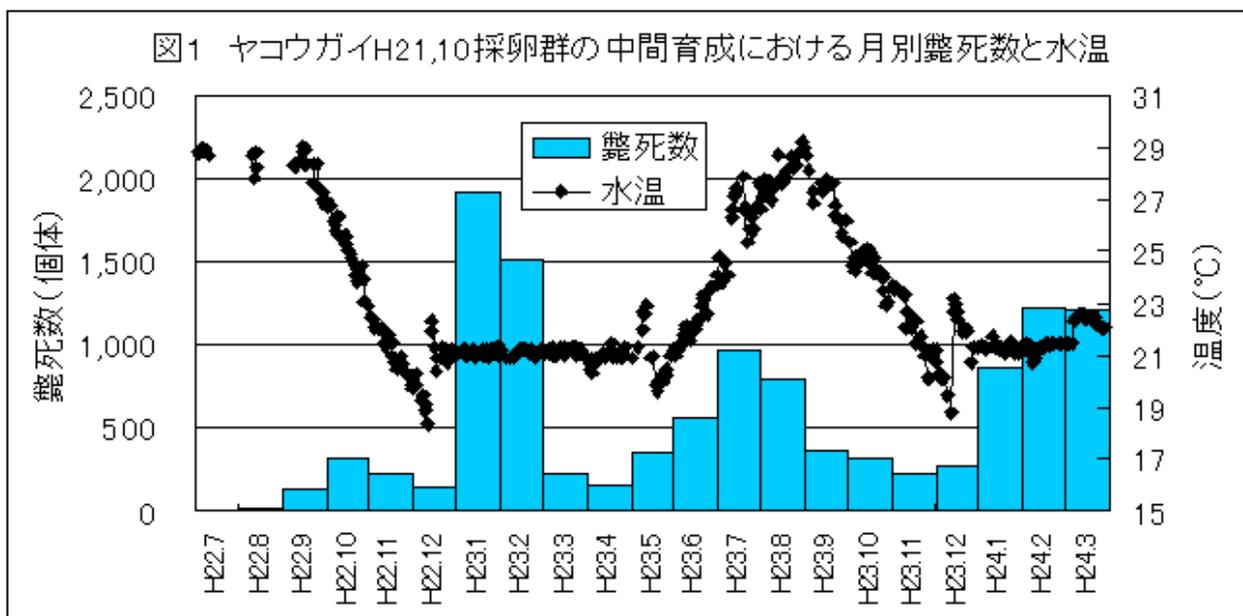
なお、平成21年度採卵群のうち、活力が高い稚貝3,500個（平均殻高：30.88mm）のみ、平成23年7月から平成24年1月にかけて、奄美群島4カ所に放流用種苗として搬出した。

3月末時点で生残した残り約14,000個については中間育成を継続している。

平成22年10月採卵群の中間育成期間の月別斃死数と水温を図2に示す。図中の「極小」とは最終剥離群の斃死数を、「その他」とはそれ以外の斃死数を示す。

23年8月～10月に23,977個を剥離し、ネトロンカゴにより中間育成を実施した。21年採卵群と同様、温海水に切り替えた24年1月から年度末まで最終剥離群を中心に斃死が続いた。

3月末時点で約17,000個を中間育成継続中。



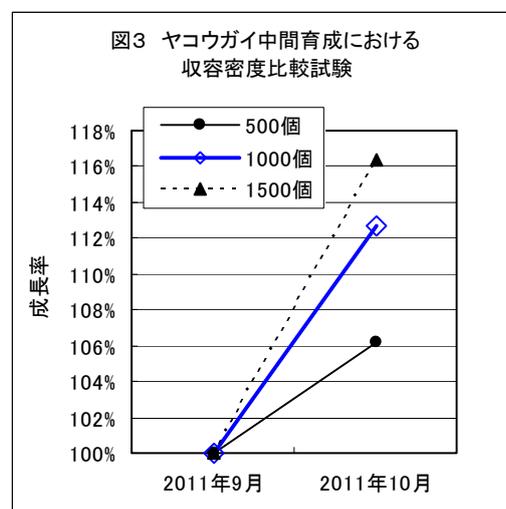
2) 中間育成移行時の飼育方法の検討

(1) 収容密度の検討

試験開始時を100としたときの成長率を図3に示す。

500個区, 1000個区, 1500個区の3区においては収容密度が高いほど成長が良かった。

ヤコウガイの餌の探索行動を観察していると, 活発に動き回って自ら餌に集まってくる事はなく, わずかに移動しながら偶然遭遇した餌を捕食していると考えられる。従って, 今回の試験では収容密度が高いほど給餌量が多いため, 配合餌料への遭遇確立が高くなり効率的な捕食ができたこと, そのことにより配合餌料への餌料転換が効率的に行われることが一因ではないかと考えられた。



なお、生残率はいずれの区もほぼ100%であり差はみられなかった。

(2) 収容カゴの水深の検討

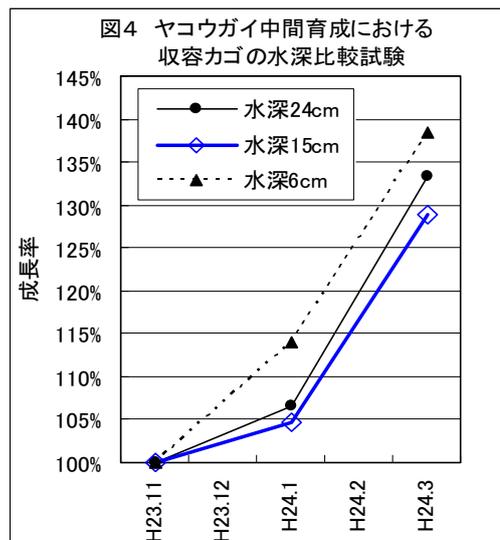
試験開始時を100としたときの成長率を図4に示す。

水深24cm, 15cm, 6cmの3区においては、6cm区の2ヶ月後の成長が他の2区より良かった。ヤコウガイはネトロンカゴの側面を這い上がって水際に集まってくる個体が多くおり、これらの個体は底へ戻るまで沈降性の配合餌料を摂餌できない。水深が最も浅い6cm区はカゴ側面への這い上がりを抑えることで餌への遭遇確立が高まり、配合餌料への餌料転換が効率的に行われたのではないかと考えられた。

また、通常(24cm区)より約10cm浅くした程度では効果がなかった(15cm区)。

なお、生残率は、24cm区が82%, 15cm区が87%, 6cm区が88%と有意な差はみられなかった。

以上の結果より、カゴの水深を6cm程度へ浅くすることにより成長促進が図られるほか、毎日実施している掻き落とし作業が不要となり省力化が図られる。

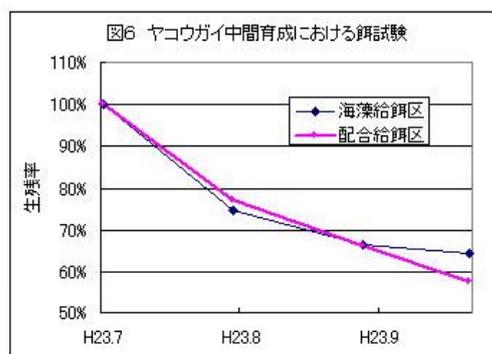
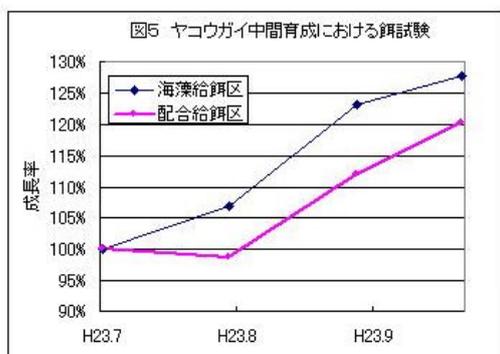


3) 中間育成における餌料の検討

(1) 餌料比較試験

成長率を図5, 生残率を図6に示す。

海藻給餌区と配合給餌区では海藻給餌区の方が成長が良く、海藻を併用して給餌することにより成長促進に一定の効果があることがわかった。一方、生残率は有意な差はなかった。



(2) ミリン大量培養試験

過去及び今年度の試験結果から、

安定した採卵には、産卵前1ヶ月間に親貝に十分な海藻、特に紅藻類を与えることが重要稚貝の波板飼育時の餌料不足対策として、海藻を併用して給餌することで生残率が向上中間育成時においても、海藻を併用して給餌することにより、成長が促進等がわかった。

このことから、より効率的なミリンの培養方法を検討するため、12回の比較試験により以下の結果が得られた。

- ・最も生長が良い水温は22 ~ 26 。

- ・ 止水では栄養塩不足で生長が鈍化したり，脱色するため，肥料の添加が必要。
- ・ 肥料は，園芸用化成肥料（ジェイカムアグリ株式会社製 エコロング424-140，以下エコロングとする），園芸用液体肥料（住友化学園芸株式会社製 花工場原液，以下液体肥料とする），藻類培養液（第一製網株式会社製 KW-21）で比較試験し，液体肥料を海水50Lあたり1mlを週5日添加する方法が最も生長が良かった。エコロングを海水50Lあたり100g垂下する方法も同程度の成長がみられ，培養開始時に垂下するだけで数ヶ月間溶出するので施肥の手間が少ないが，液体肥料よりやや水槽が汚れやすかった（水槽が汚れると藻体も汚れる）。
- ・ かけ流し（10回転 / 日程度）では肥料を添加しても栄養塩が流出してしまうため効果はなかった。
- ・ かけ流しよりも止水で肥料を添加した方が生長が良いが，水槽が汚れやすく頻繁な水槽掃除が必要。また，長期間止水で肥料を添加して培養を行うと，小枝が密生した異常な藻体が出現した。このため1回 / 週程度の水替えが望ましいと考えられた。
- ・ 照度は屋外で遮光ネット使用し，太陽光で培養する方法が最も良く，室内では光量不足であるため，補助光として蛍光灯，白熱電球，LED電球等で比較したところ，光源による差はなく，照度が高いほど生長が良かった。
- ・ 明暗周期は，50L水槽に100w電球 1 球（3800lux）による補助光の場合，18時間明期，6時間暗期の条件が最も生長が良かった。
- ・ 藻体重量が海水50Lあたり500gを超えると，水槽内で滞留して枯死する。
- ・ 藻体細断による増殖促進効果は認められなかったが，藻体が長くなると藻体同士が絡み合い，水槽内で滞留して枯死する。

以上の試験結果から，現時点で最も効率的と思われる培養方法を以下に示す。

- ・ 通常はろ過海水（冬季は22 以上の温海水）を10回転 / 日程度のかげ流しにし，肥料添加なしで培養。
- ・ 短期間で培養する場合は，止水にして液体肥料を海水100Lあたり2mlを週5日添加，またはエコロングを海水100Lあたり200g垂下し，1週間に1回程度水替えし，2週間に1回程度水槽清掃を行う。なお，冬季はヒーターで22 ~ 26 に加温し，水温28 以上になる夏季は生長が鈍化するため止水培養は行わない。
- ・ 低水温期（水温22 以下）は日の当たる屋内に，透明度の高いポリカーボネート水槽等を設置し，補助照明で可能な限り照度を上げて培養。
- ・ 高水温期（水温22 以上）は屋外水槽に遮光ネットを張って培養。
- ・ 強めのエアレーションにより，常に水槽内で藻体を循環させ，藻体が繁茂してきたら滞留しないように分槽や細断（3~5cm程度）を行う。

奄美等水産資源利用開発推進事業 - (沖合域資源利用開発調査：サバヒー種苗生産技術開発)

今吉雄二・今村昭則・池田祐介

【目 的】

主に奄美周辺海域におけるカツオ一本釣り漁業では、慢性的にキビナゴ等の活餌確保が困難な状況になっている。本事業では、それらの代替餌料としての可能性を有するサバヒーを大量かつ安定的に供給できる体制の構築を目的とする。

【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10年にインドネシアより輸入した種苗を継続飼育した個体と、平成12年に本県瀬戸内町にて採捕した個体の計49尾(12～14歳、全長90cm前後、体重10kg前後)を親魚として用いた。

(2) 飼育

親魚棟100KL水槽(1面)において、電解殺菌海水を用い、冬期は20℃を下回らないよう加温し、飼育した。

(3) 給餌

1日当たり3.0kgの配合飼料を週3回(月、水、金)給餌した。なお、配合飼料は11月～5月の通常養成期にはマルハ(株)製「コイ育成用P-7」を、産卵期の6月～10月にはブリ用飼料であるマルハ(株)製「マリンプルー8号」を使用した。

(4) 照度管理

水銀灯を午前7時～午後5時まで周年点灯した。

(5) 採卵

採卵の前日午後に、飼育水槽の排水部(採卵槽)に採卵ネットを設置。翌朝目視により産卵確認を行った。産卵が認められた場合には、採卵ネット内の受精卵を回収し、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。

2. 種苗生産試験

本センター養成親魚由来の受精卵を使用して、計2回の種苗生産試験を実施した。

飼育水はUVにより殺菌したろ過海水を用いた。

前日に受精卵を採卵し、育卵槽(50Lアルテミアふ化槽)内の換水率12回/日、微通気下で約24時間育卵、ふ化した仔魚を大型水槽(60KL円形コンクリート水槽：写真1)に収容し試験を開始した。

(1) 1回次(止水試験)

1回次は中央通気区と6点通気区の2試験区を設定し、止水下で実施した。

中央通気区は、通気により水槽中央部で飼育水が上昇し、側壁部で下降するよう、水槽中央にユニホース(ホース状エアストーン)を円形に配した区で、6点通気区は水槽内6カ所にエアストーン

を配置した区とした。通気量はそれぞれ5～6L/分とした。

収容仔魚数は、中央通気区は7月22日に収容した209,000尾(採卵数221,160個,ふ化率94.7%)と7月23日に収容した133,000尾(採卵数162,960個,ふ化率82.1%)の計342,000尾,6点通気区は7月25日に収容した194,000尾(採卵数207,580個,ふ化率93.5%)と7月26日に収容した149,000尾(採卵数395,760個,ふ化率62.3%)の計343,000尾とした。

初期餌料であるワムシの給餌密度を40個/mlに設定し日齢1から給餌した。ワムシの餌料としてクロレラ工業(株)製スーパー生クロレラV12(以降SV12)を,8:30に2.4Lと16:00に1.2Lの2回に分け飼育水に毎日添加した。

また,飼育中は自然光と水銀灯2灯により,水面上の照度を500～1,900ルクスに調整した。

(2) 2回次(換水試験)

2回次は,中央通気区と6点通気区の2試験区を設定し,換水下で実施した。

通気量は中央通気区で10L/分,6点通気区で13L/分(6点合計)とした。

換水率は両区ともに日齢0～15までは0.5回/日,日齢16以降は0.75回/日とした。

収容仔魚数は,中央通気区は8月13日に収容した415,000尾(採卵数415,160個,ふ化率100%),6点通気区は8月17日に収容した298,000尾(採卵数298,300個,ふ化率100%)とした。

ワムシの給餌条件は1回次と同様とした。SV12の添加方法は,水質変化を考慮して50Lアルテミアふ化槽から8時間程度かけてゆっくり添加した。

日齢11以降に給餌した配合飼料については,日本配合飼料(株)製「鮎初期餌料No.1～No.3」を用い,量,粒径は成長段階に応じて適宜調整した。

照度の調整は,一回次と同様とした。



写真1 60KL円形コンクリート水槽

3. 輸送試験

本センターで平成22年度に生産した大型種苗(平成22年8月16日ふ化,全長約12～15cm)約1,000尾を使用し,与論島(与論町漁協)までの輸送試験を実施した。

輸送方法は,1KL水槽に種苗を収容後,3トンドンプに積載し,鹿児島～沖縄航路フェリーを使用して与論島まで運搬した。

1KL水槽内には酸素ポンプとエアコンプレッサーにより常時酸素と空気を供給し,船内では数時間おきに種苗の状態確認を行った。

【結果及び考察】

1. 親魚養成

本年度は,平成23年7月17日に初回の産卵が認められ,以降9月22日まで延べ42回の産卵が確認された。得られた総卵数は,1,286万粒であった(図1)。

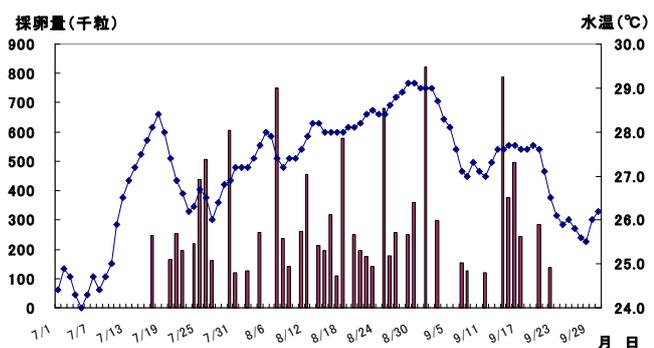


図1 飼育水温の推移と採卵量(H23)

なお、本年度及び過去5年間の採卵実績を表1に、採卵数と産卵回数を図2に、受精卵を写真2に示す。

表1 これまでの採卵実績(平成18～23年度)

年度	産卵開始		産卵終了		総卵数 (粒)	産卵 回数	平均産卵数 (粒)	最多産卵数 (粒)	最小産卵数 (粒)
	月 日	水温	月 日	水温					
H18	8月23日	28.8	9月26日	26.7	3,656,750	21	174,131	776,250	8,000
H19	8月18日	29.1	10月11日	26.9	9,768,000	39	250,462	725,000	80,000
H20	7月30日	28.8	9月28日	26.9	10,866,243	35	236,385	855,000	96,600
H21	7月19日	26.2	10月2日	27.1	10,014,056	45	222,535	695,000	5,000
H22	7月20日	26.5	9月29日	27.0	13,120,500	48	273,344	655,000	75,000
H23	7月17日	28.1	9月22日	26.5	12,861,400	42	306,224	822,500	110,000

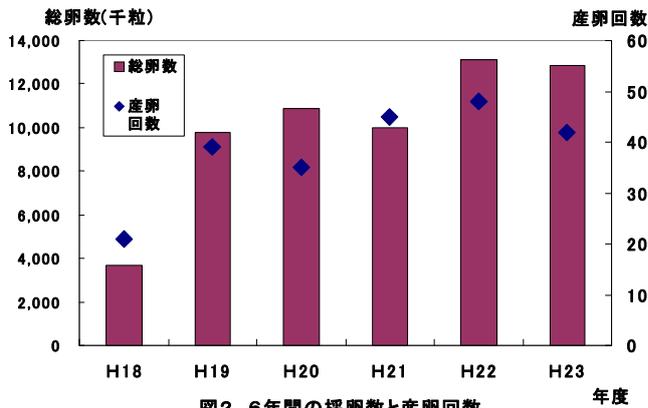


写真2 サバヒー受精卵

本年度の産卵開始水温は28.1。過去6年の結果(26.2～29.1)から、産卵の開始可能な水温は26台、産卵の盛期は概ね28の期間であると考えられた。

また、産卵終了水温は26.5。過去6年の結果(26.5～27.1)から、27.0を下回り始める時期に産卵が終了すると考えられた。

平成18年度から海水飼育、冬季加温飼育(20以上)、大型円形水槽による飼育の3つの飼育条件を複合的に実施することにより、6年連続で採卵に成功した。特に平成20年以降は1,000万粒以上の採卵数を記録しており、ほぼ親魚養成技術開発は完成したと考えられる。

2. 種苗生産試験

今年度の試験は、22年度の小型(1KL)水槽で高成績となった、初期餌料(ワムシ)密度を40個/mlにした試験条件を大型水槽に適用したもので、大型水槽を使用した種苗生産試験における最大の課題であった初期摂餌不良の解消を目的とした。

(1) 1回次(止水飼育)

1回次においては、中央通気区は日齢3から、6点通気区は日齢2から飼育水中のDOが2mg/lを下回り(図3)、6点通気区は日齢3の時点で大量斃死が確認された。その後、両試験区ともに仔魚の姿が確認できなくなり、中央通気区では日齢13で、6点通気区は日齢9で試験を中止した。

DO低下の原因としては、SV12の過剰添加が考えられた。

(社)山口県栽培漁業公社によるマダいの「ほっとけ飼育」他でも同様の事例が報告されていることから、今後、SV12の適正な添加量を明らかにすることで、DOの低下を緩和することが可能ではないかと考えられた。

中央通気区では日齢3での摂餌が確認され(写真3)、ワムシ密度を、1KL水槽で高成績が得られ

た40個/mlにすることにより、これまで課題であった初期摂餌不良が解消できた。

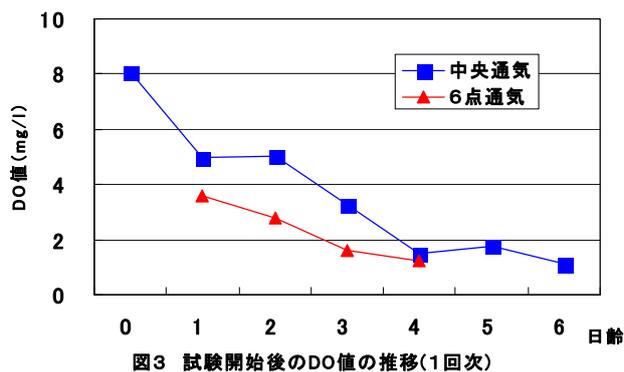


写真3 日齢3の仔魚(円内は摂餌したワムシ)

(2) 2回次(換水飼育)

2回次における種苗生産結果を表2に示す。

表2 平成23年度種苗生産試験結果(2回次)

試験区	収容仔魚数 (尾)	生産尾数 (尾)	生残率 (%)	サイズ (全長:mm)	日齢 (取上時)	単位生産尾数 (尾/KL)
中央通気	415,000	70,674	17.0	38.4	61	1,178
6点通気	298,000	25,443	8.5	40.7	65	424

22年度2回次試験で高成績を得られた、1KLアルテミアふ化槽で日齢0から2回/日の換水を参考に、日齢0～15までは0.5回/日、日齢16以降は0.75回/日の換水を実施した。

2つの試験区ともに日齢10まではDOが5mg/l前後で推移し(図4)、仔魚の目立った斃死は確認されなかった。以降、種苗の取り上げまで試験を継続し、中央通気区で日齢61、平均全長38.4mm、70,674尾を、6点通気区で日齢65、平均全長40.7mm、25,443尾を生産した。

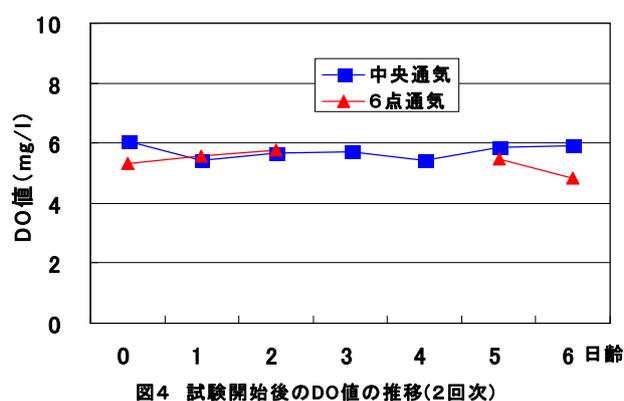


写真4 2回次中央通気区の様子

摂餌については両区とも日齢3～5で確認した。1回次の結果も踏まえ、大型水槽での初期摂餌不良はワムシの密度を高くすることで解消できることが示された。

中央通気区は6点通気区と比較してDO値が若干高めに推移し、SV12や残餌による水槽底面の汚れも目立たなかった。

また、中央通気区は仔稚魚の成長も早く、日齢35で平均全長が約6mm大きかった。

中央通気区が6点通気区よりもDOが高めに推移した原因として、小さな水の循環を複数作るよ

り，1つの起点からの大きな水の循環を作るほうが，飼育水全体が滞りなく動くことが考えられた。

また，大きな水の循環に伴って餌料も一定方向に流れることから，水質や摂餌の面で中央通気区のほうが飼育環境として好条件であったことが示唆された。

3．輸送試験

輸送に要した時間は，平成23年9月27日(火)14:00から9月28日(水)15:00の約25時間であった。

輸送中，船内で5回(22:00,翌0:00,5:00,10:00,12:00)の状況確認を行ったが，異状は確認されなかった。また，0:00以後，エアコンプレッサーの不調で通気を止めたが，異状は見られず，与論島到着時の斃死は確認されなかった。

水温，酸素，エアレーションの管理が可能な条件下であれば，県内一円への輸送は問題なく行うことができることが分かった。

また，漁船を用いて輸送する場合は，換水可能な生け間に收容する場合が多く，水温の下がる冬期以外は更に長時間の輸送に耐えうると考えられた。

今後は，例えば大きさ15cm前後，10,000尾/KL以上という，より漁業現場での実態に近いと思われる条件で試験を行い，実用化への目処をつける必要がある。

【参考文献】

社団法人 全国豊かな海づくり推進協会 平成23年度栽培漁業技術研修会テキスト集