

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：スジアラ種苗生産技術開発)

今吉雄二，神野芳久

【目 的】

スジアラは、高価な魚のため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24年は約5トンと、近年の漁獲量のピークである平成10年(約12トン)の半分以上となっている。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、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。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、翌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至っていない。特にふ化直後の初期生残率が安定せず、23年度の生産尾数を超えることができていない。

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100kl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27尾(体重：2.2～10.4kg，平均5.6kg)。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12月まで約10kl/h(換水率：約2.4回/日)とし、12月以降はヒートポンプの負担を減らすために約8kl/h(換水率：約1.9回/日)とした。

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、5月15日に体測及び淡水浴を行った後、飼育水槽の排水部(採卵槽)にネットを設置して、以降10月17日まで毎朝目視による産卵確認と卵の計数を行った。

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20kl水槽(φ：4m，d：1.45m)2面を使用し、7月22日に採卵した浮上卵のうち300千粒を20kl- に、7月28日に採卵した浮上卵のうち300千粒を20kl- に収容し、開始した。

試験区は、20kl- を表層から注水する「表層注水区」、20kl- 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

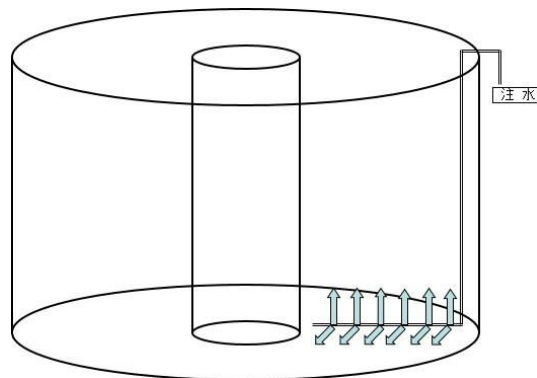


図1 底層注水方式

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)

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	20kl（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/kl（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 2 mmの吐出口を開けた。	
	換水率	卵収容～日齢 1：1.0回転， 日齢 1 以降：0.5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 1～26：中央 2 カ所， 日齢27以降： 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 から徐々に強める。	
酸 素	方 法	日齢 2 からエアストーンを用い通気（酸素発生装置から供給）	
	通気量	溶存酸素量をみながら調整（DOを 6 mg/L前後に保持）	
照 度	方 法	蛍光灯（40W×2本）による。20kl水槽では 4 基設置	
微細藻類	種 類	ナンノクロロプシス （水槽内基準：SSワムシ給餌期 = 100万cell/ml L 型ワムシ給餌期 = 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/kl・日）	
	添加方法	1 号：日齢 2～20＝ジョロで海水に溶かして散布 3 号：日齢21～30＝そのまま手撒き	
餌料系列	種 類	SSワムシ → L 型ワムシ，アルテミア → 配合飼料	
	給餌基準	SSワムシ：20個体/ml（日齢 2～14） L 型ワムシ： 7 個体/ml（日齢15～30） アルテミア：250万個体/日（日齢15～30） 配合飼料（アンブローズ200～800）： 3 g/kl・日から量，サイズを増やしながらか給餌（日齢20～）	
		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、水温を1日1 の割合で段階的に昇温させ、28 に調温した。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以降は水質や餌料の状況を見ながら0.5回転/日から2.5回転/日まで順次上げていった。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26までは0.5L/分を水槽中央に2カ所配置した。日齢27以降は再び6カ所に設け、0.5L/分から1.5L/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25まで24時間とし、日齢26以降は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14まで100万細胞/ml、日齢15以降は50万細胞/mlになるよう添加した。なお、水質改善のためナグラシ（サンゴパウダー）を日齢3以降、毎日200g(10g/kl)添加した。

餌料については、S型ワムシタイ株（SSワムシ）を日齢2から日齢14の間、20個体/mlとなるよう給餌し、日齢15から日齢30ではL型ワムシを7個体/mlとなるよう給餌した。

さらに日齢15から日齢30ではアルテミア250万個体/日を併用するとともに、日齢20以降は配合飼料をサイズ、量を順次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）1面を使用し、8月5日に採卵した浮上卵のうち700千粒を収容し、平成23年度にこの回次と同じ60kl水槽を用いて約8万4千尾を生産した時の方法であり、1回次でも採用した「底層注水方式」により実施した。

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	20kl（コンクリート製）
収 容	密 度	約11,600粒/kl（1槽あたり700千粒）
注 水	方 法	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の吐出口を開けた。
照 度	方 法	蛍光灯（40W×2本）による。60kl水槽では8基設置
微細藻類	種 類	スーパー生クロレラV12 （添加基準：SSワムシ＝200ml/億個体 L型ワムシ＝600ml/億個体）
	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
餌料系列	給餌基準	アルテミア：500万個体/日（日齢15～30）
	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

なお、2回次は培養不調のため飼育海水中にナンノクロロプシスを添加することができず、代わりにスーパー生クロレラV12を添加した。水質改善のためのナグラシは日齢3以降600g/日

(10g/kl・日) 添加した。

餌料系列についても基本的に1回次と同じとし、アルテミアについては500万個体/日を、配合飼料については日齢20以降、量(1回次の3倍量を基準として)、サイズを順次増しながら給餌した。

3) 3回次

3回次は、魚類棟コンクリート製円形60kl水槽1面を使用し、8月18日に採卵した浮上卵のうち315千粒を収容し、開始した。

1, 2回次の試験で、生物餌料から配合飼料への切り替えの期間(日齢35前後)における斃死が目立ったことから、配合飼料の早期給餌を試みた。

飼育基準は基本的に1, 2回次と同様とし、注水は表層注水で、餌料系列のうち配合飼料については、日齢17からの給餌とした。(表3)

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	
飼育水槽	大きさ	60kl (コンクリート製)
収 容	密 度	5,250粒/kl (1槽あたり315千粒)
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
照 度	方 法	蛍光灯(40W×2本)による。60kl水槽では8基設置
餌料系列	給餌基準	アルテミア: 500万個体/日(日齢15~30)
		配合飼料(アンブローズ200~800): 3g/kl・日から量, サイズを増やしながら給餌(日齢17~)

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、生物餌料であるS型ワムシタイ株(SSワムシ)、L型ワムシは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。

3 中間育成試験

種苗生産試験(1~3回次)にて生産した種苗12千尾(平均全長50.1mm)を、10月31日にかごしま豊かな海づくり協会に搬入し、新ヒラメ棟の角形20kl水槽2面を用いて中間育成を行った。

飼育海水はUV殺菌海水を使用し、換水率を約5回転/日から徐々に10回転/日程度まで上げていった。なお、例年より中間育成開始が遅れたため、飼育海水に温泉水を混合し、自然水温より約3~6℃高い条件で飼育した。

餌料は、配合飼料(ピアゴールド、アンブローズ)を1日あたり魚体重量の約3~5%程度給餌した。

4 放流

中間育成試験により約90mmまで成長した種苗を、活魚車で徳之島および奄美大島に輸送し放流した。標識として、放流する全ての種苗の右腹鰭を抜去した。

なお、奄美大島での放流時には再捕報告、適正放流箇所についての指導、ビラの配布を行った。

【結果及び考察】

1 親魚養成および採卵試験

26年度の産卵前の親魚数は27尾。このうち2尾が年度内に斃死し、26年度末には25尾となった。

表4 平成26年度採卵結果

飼育水槽 (kl)	産卵期間 自 至 (日数)	採卵日数	総採卵数 (千粒)	浮上卵数 (千粒)	浮上卵率 (%)
100	6/17 ~ 10/16 (121)	98	94,432	77,808	82.4

産卵期間は6月17日～10月16日(121日間)で、そのうち産卵を確認したのは98日であった。総採卵数は約9,443万粒で、そのうち浮上卵は約7,780万粒、浮上卵率は82.4%であった。

産卵開始は例年より遅く、100万粒以上のまとまった産卵を確認したのは8月19日であった。採卵数は平成18年以降で最低であり、これまでで最も多かった平成23年度の約37.9%、前年と比較しても約63.9%と低調であった(表4、図2)。

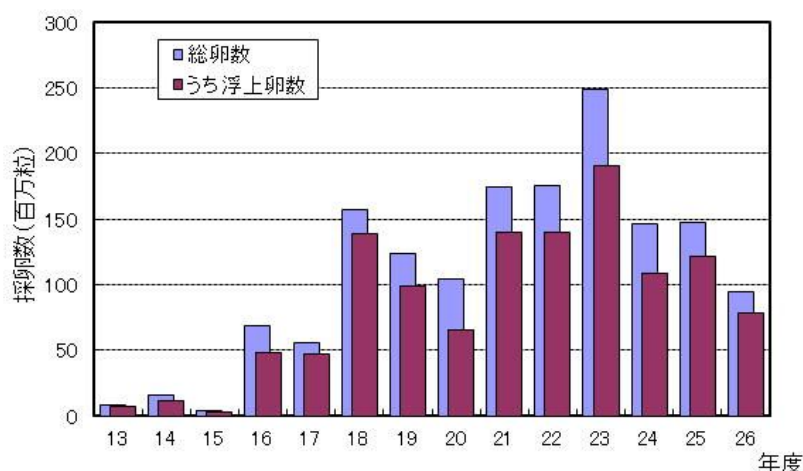


図2 これまでの採卵実績

今年度は海水温の上昇が鈍く、7月中旬まで22℃台で推移するなど、6月～9月の平均海水温がデータの残る過去8年分と比較すると1.1～2.2℃低く、産卵に影響を与えた可能性がある(図3)。来年度以降は、産卵期前の水温の状況に応じた調温を検討したい。

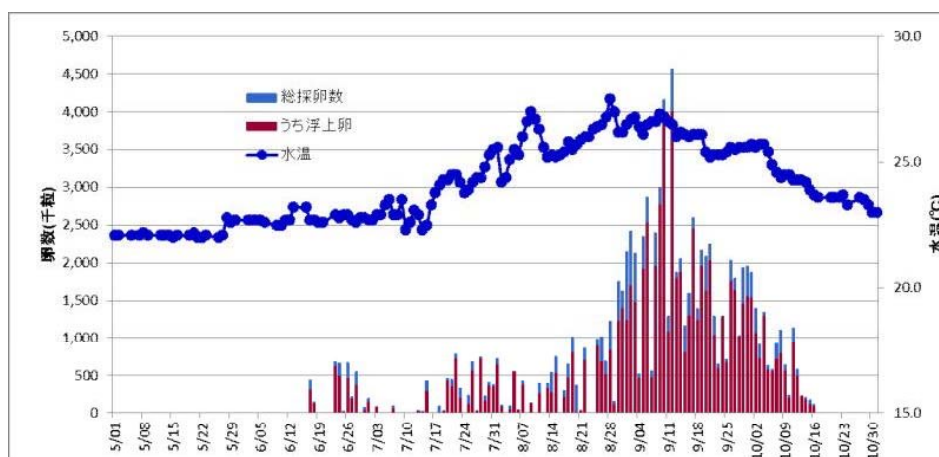


図3 今年度の採卵数と飼育水温の推移

2 種苗生産試験

取上尾数は1回次の表層式で129尾、底層式で1,695尾、2回次で6,224尾、3回次で4,309尾の合計12,357尾と、前年度の24,280尾を大きく下回る結果となった。(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)	飼育日数
1R	20t-①(表層注水)	300,000	129	0.043	40.9	70
	20t-②(底層注水)	300,000	1,695	0.565	41.5	64
2R	60t-①(底層注水)	700,000	6,224	0.889	29.9	56
3R	60t-②(表層注水)	315,000	4,309	1.368	30.1	59

今年度は餌料系列を一部変更し、SS型ワムシの次にL型ワムシを給餌した(図4, 5)が、ワムシのみに関しては摂餌状況は良好であった。そのため、どの回次でも日齢25前後までの目視による確認では相当数の仔魚が確認できていた。しかし、日齢30になってもワムシのみを接餌している個体が見られたことや、アルテミアが摂餌されずに水槽内で成長している事例が見られ、日齢30でワムシ、アルテミアの給餌を終了して以降、日齢35前後から斃死が増加する傾向にあった。

この原因として、ワムシ→アルテミア、ワムシ→配合飼料といった餌料の切り替えがスムーズに出来なかった可能性が考えられる。

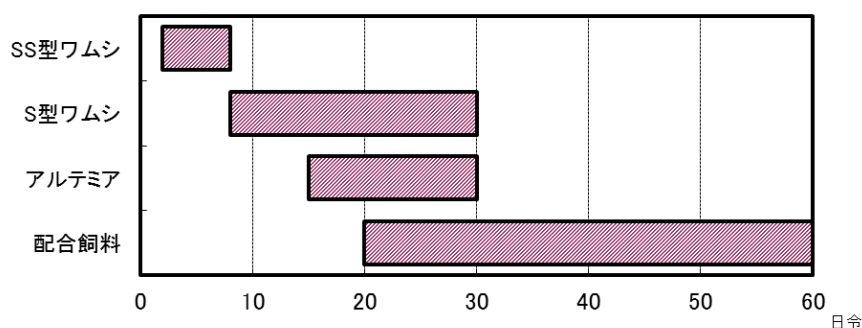


図4 従来の餌料系列

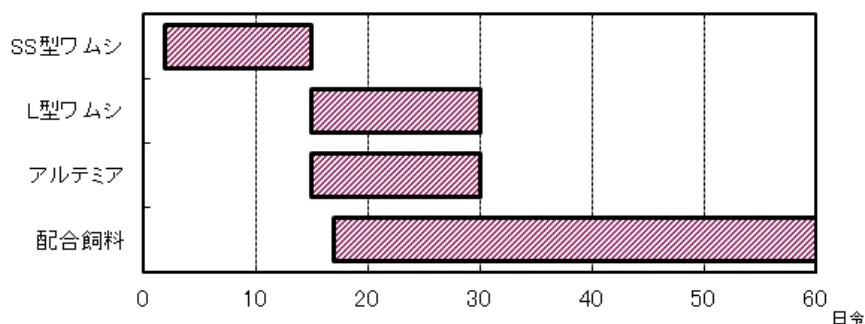


図5 今年度の餌料系列

そこで、3回次には、ワムシから配合飼料への切り替え状況の改善を図るため、日齢17から配合飼料の早期給餌を行ったところ、日齢21で配合飼料の摂餌が確認されたが、1・2回次同様、摂餌率は低く、日齢30を過ぎても20%しか接餌が確認できなかった事例も見られ、取り上げ尾数の増加(生残率向上)には結びつかなかった。

また、今年度は6月から8月中旬にかけて産卵数が伸びなかったこともあり、1回次の20kl水槽を用いた試験では、従来と同じく15,000粒/klを収容したものの、60kl水槽を用いた2回次では約11,600粒/kl、3回次では約5,200粒/klに減らして種苗生産を開始した。

最終的な生産尾数が少なかったため、収容卵数を減らした影響について断定はできないが、日齢25前後までの目視による仔魚確認数は多く、試験初期～中期における生残率という点で考えると好影響を与えた可能性もあり、今後確認していきたい。

3 中間育成試験

種苗生産試験（１～３回次）にて生産した種苗12千尾のうち，かごしま豊かな海づくり協会に搬入し，実際に中間育成試験に供したのは9.9千尾（平均全長50.1mm）であった。搬入当初，滑走細菌症による斃死が見られたが，10月31日～１月７日の67日間で平均全長90.6mmまで成長し，8.5千尾の生残（生残率86.0％）であった。

4 放流

中間育成した稚魚を，１月８日に徳之島（３カ所），１月９日に奄美大島（５カ所）の地先に放流した。放流尾数は１カ所あたり約1,000尾の合計8,500尾であった。（表６）

表６ 平成27年度種苗放流実績

放流日		漁協	地区	放流尾数
1月8日	徳之島	とくのしま漁協	徳之島	1,000 + α
			天城	1,000 + α
			伊仙	1,000 + α
1月9日	奄美大島	奄美漁協	大和	1,000 + α
			住用	1,000 + α
		名瀬漁協	名瀬	1,000 + α
		瀬戸内漁協	瀬戸内	1,000 + α
		宇検村漁協	宇検	1,000 + α
			合計	8,500