

スギ等種苗量産技術開発試験

中村博幸・與那嶺盛次*¹・吉里文夫・富山仁志*²

1. 目的

スギは成長が非常に早く、肉質もカンパチやブリに似ていて日持ちも良いため、沖縄県内で盛んに養殖が行われている魚種である。平成10年度以降年間20万尾以上の種苗が導入されているが、すべて台湾からの輸入に頼っているのが現状であり、輸送のストレスによる斃死や病原体の持ち込みといった問題がある。そのため、県内養殖漁家からは県内産スギ種苗供給の要望が強い。

沖縄県水産試験場では、平成9年度からスギの親魚養成と種苗生産技術開発試験を行い、いくつかの基礎技術を得ることが出来た。しかし、これまでは1~25kl水槽を用いた小規模の種苗生産試験しか行っておらず、飼育水中のワムシ密度も10~20個/mlとかなり高い密度になるよう給餌を行っていた¹⁾³⁾。この方法では種苗量産を行う場合大量のワムシが必要になり、培養にかかるコストや労力が問題となることが予想される。そこで今年度は、小型水槽を用いた種苗生産試験とあわせて、160kl大型水槽を用いた種苗量産技術開発試験も行ったので報告する。

2. 材料及び方法

1) 親魚養成及び採卵

親魚養成は、屋内160kl円形水槽に6尾を收容して行った。親魚の内訳は、台湾産の雄1尾と雌1尾、沖縄近海で漁獲された天然魚と思われる雌1尾と性別不明魚3尾の計6尾である。性別判断は、カニューレによる生殖腺の確認と腹部圧迫による放精の確認で行った。飼育水には濾過海水を使用し、回転率は約1.5回転/日とした。

給餌は週3回(土・日・祝祭日を除く)行い、餌にはムロアジのぶつ切りとカタクチイワシのミンチを使用した。給餌の際には総合ビタミン剤を添加し、2000年1月~8月までは粉末DHA(日本油脂製；

Nネオパウダー-DHA20)をカプセルに封入して餌に埋め込み与えた。また、次期親魚候補となる魚の確保のため、養殖漁家が飼育しているスギや、沖縄本島近海の定置網で漁獲されたスギを購入した。試験場の水槽に收容する際には、ハダ虫駆除目的の淡水浴と、カニューレによる性別確認及び生殖腺の採取を行った。採取した生殖腺は、イリドウィルス検査のための試料とした。

産卵の確認は、2000年3月から10月までの毎朝、水槽の採卵口に設置した採卵ネット内の卵の有無を確認して行った。なお、産卵制御は行っていない。産卵数は容積法で計数し、正常卵率は万能投影機下で発生が正常に進んでいるかを観察し求めた。卵径は50粒の正常卵を万能投影機下で50倍に拡大し、0.01mmの精度で測定した。

2) 種苗生産試験

種苗生産試験には屋内角形1kl FRP水槽3面(1-1~3とする)と屋内角形4klコンクリート水槽1面を使用し、飼育開始当初は止水とした。ふ化後6日目からエアーストーンを用いたサイホン方式による底掃除を開始し、低下した水位分の塩素殺菌海水を足した(約10~20%の換水率)。種苗を取り揚げて一水槽にまとめて收容した後は、紫外線殺菌海水による流水とした。通気は丸形エアーストーン1個を水槽中央部につり下げて行った。エアーストーンは底面から約10cm離すようにした。

卵收容の際には、浮上卵と沈下卵を分離した後、浮上卵のみを回収してヨード剤(20ppm・3分間)による洗卵を行った⁴⁾。卵收容は5月29日に行い、收容数は1kl水槽それぞれに30千粒、4kl水槽には80千粒とした。ふ化確認後、1-2水槽以外の飼育水には0.5g/klの割合でエルバージュ(1g中ニフルスチレン酸ナトリウム100mg含有)を添加した⁵⁾。

*1 現所属：普及センター *2 非常勤職員

餌料は、成長に応じてS型ワムシ（以後ワムシ）、アルテミア、配合飼料を与えた。ワムシの給餌期間中は、スーパー生クロレラ（クロレラ工業製）を5 ml/klになるよう飼育水に添加した。ワムシの栄養強化は、スーパー生クロレラによる培養、ドコサユージェナ（秋田十條化成製）による12～15時間強化、スーパーカプセルA-1（クロレラ工業製）による2時間強化、の3通りの方法で行った。ワムシ給餌の際には、1-1水槽は飼育水中のワムシ密度が2～5個/ml、その他の水槽では8～10個/mlとなるようにワムシ給餌量を調整した。アルテミアの給餌は、スーパーカプセルA-1による5～15時間の栄養強化後に行い、給餌量は摂餌状況を観察しながら調整した。配合飼料は成長に応じて飼料サイズや給餌量を調整した。

3) 種苗量産試験

種苗量産試験には屋内円形160kl水槽を使用した。試験開始時の水量は100klとし、その後徐々に120klまで水位を上げた。5月30日に約840千粒の受精卵を収容したが、卵収容の際には前述の方法で洗卵を行った。通気は水槽壁面6ヶ所に等間隔につり下げたエアーストーンを用いて行った。エアーストーンは底面から約15cm離して設置した。飼育開始当初は止水とし、ふ化確認後から飼育水にはエルバージュを0.4～0.5 g/klの割合で添加した。ふ化後8日目には濾過海水の注水を開始し、成長に応じて徐々に注水量を増加させた。自動底掃除機による底掃除はふ化後9日目から開始したが、排水はサイフォン方式で行った。

餌料は成長に応じてワムシ、アルテミア、配合飼料を与えた。ワムシは前述の方法で栄養強化を行い、飼育水中のワムシ密度が5個/mlとなるよう給餌を行った。ワムシ給餌期間中は、スーパー生クロレ

ラを5 ml/klとなるよう飼育水に添加した。アルテミアについても前述の方法で栄養強化を行い給餌を行った。給餌量は摂餌状況を観察しながら調整した。配合飼料は成長に応じて飼料サイズや給餌量を調整した。

3. 結果

(1) 親魚養成及び採卵

5月中旬から雄が雌を激しく追尾する行動が観察されるようになり、5月28日と30日の2回産卵が確認された（表1）。総採卵量は2,921,000粒、正常卵は1,030,500粒、平均正常卵率は35.3%、平均卵径は約1.24mmであった。受精卵を用いてPCR法によるイリドウイルス検査を行ったが、ウイルスは検出されなかった。5月28日に産卵した雌は今回が初めての産卵である。産卵はいずれも午後6時30分頃行われ、水面近くで雌が卵を放出し、その下で雄が放精する行動が観察出来た。

親魚養成期間中の水温変化を図1に示した。産卵日の水温は、5月28日が26.4℃、30日が24.6℃であった。今年度も白点虫の発生があったため、8月中旬から銅イオン発生装置を設置した。その後白点虫の発生は抑制され、親魚も銅イオンによる摂餌量の減少といった影響はなかった。

親魚の測定を産卵後の2001年2月13日に行った（表2）。雌2尾は全長1 m40cm、体重30kg以上で、雄に比べて成長が良かった。新たに購入したスギの測定結果を示した（表3）。全長は705cm～1,030cm、体重は2.4kg～9.1kg、カニキュレーションによる性別判断では雌4尾、雄3尾、性別不明5尾であった。購入した親魚は屋外角形25kl水槽に収容して養成を行ったが、飼育1～2ヶ月後に白点虫が発生し、9尾が斃死した。

表1. 平成12年度スギ採卵結果

月日	総産卵量	正常卵量	正常卵率	平均卵径
5月28日	1,694,000	189,200	11.2%	1.23mm
5月30日	1,227,000	841,300	68.6%	1.25mm
合計	2,921,000	1,030,500	35.3%	1.24mm

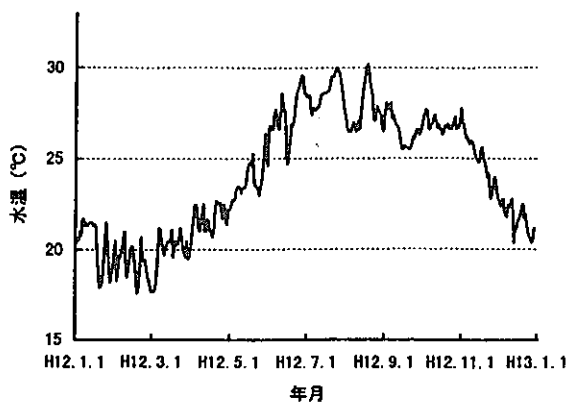


図1. 親魚養成水槽の水温変化

表2. 親魚測定結果(平成13年2月13日)

TL(cm)	SL(cm)	BW(kg)	sex
105	88	13.1	雄
127	105	24.3	?
133	106	25.4	?
144	118	30以上	?
145	120	30以上	雌
149	122	30以上	雌

表3. 平成12年度に購入した親魚の測定結果

	TL(cm)	SL(cm)	BW(kg)	尾数
雄	920~930	730~760	6.4~8.5	3
雌	900~1,030	700~840	7.4~9.1	4
?	705~940	590~770	2.4~8.3	5

(2) 種苗生産試験

ふ化率は1-1水槽が48.9%、1-2水槽が67.6%、1-3水槽が49.8%、4kl水槽が53.3%であった。種苗生産試験期間の水温を図2に示した。ふ化後10日目頃にかけて大雨の影響で水温が急激に低下し、塩分濃度も30‰まで下がった(沖縄県水産試験場の取水口は水深1~2mと浅い)。飼育魚の成長変化を図3に示した。ふ化仔魚の平均全長は約3.54mmで、水槽による差はなかった。

ワムシの給餌は開口間近のふ化後2日目から開始し、ふ化後18日目まで行った。飼育水中のワムシ密度を1-1水槽で2~5個/mlに、1-2、3水槽及び4kl水槽で8~10個/mlに保つよう、1日に数回の給餌を行った(図4)。ふ化後10日目頃まではある程度計画通りにワムシ密度を維持する事が出

来たが、その後はワムシ密度にばらつきが出てしまった。

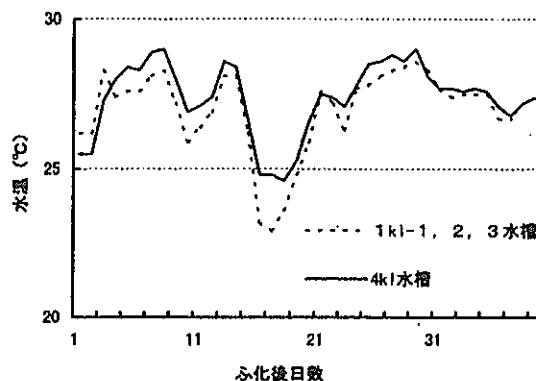


図2. 種苗生産試験期間中の水温変化

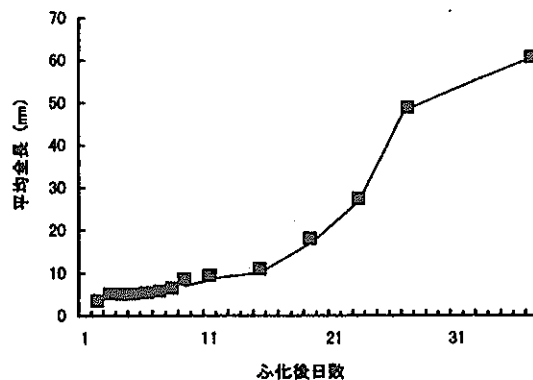


図3. 種苗生産試験飼育魚の成長

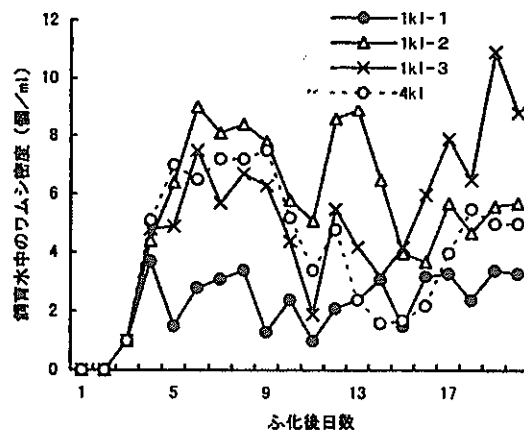


図4. 種苗生産試験の飼育水中ワムシ密度変化

アルテミア給餌は、飼育魚の平均全長が約10mmに達したふ化後10日目から開始した。目視観察や胃内容物の調査から、全長11mm以上の個体がアルテミアを活発に摂餌していた。配合飼料はふ化後21日目(全長約25mm)から給餌を行った。最初に使用した配合飼料のサイズは500~700μmで、成長に応じて飼料サイズや給餌量を調整した。

各水槽の生残率変化を図5に示した。1-2水槽でふ化後5日目以降、その他の水槽でもふ化後7日目以降生残率が急激に低下した。ふ化後7日目までの生残率は、ワムシ密度が最も低い1-1水槽が最も良い結果であった。ふ化後20日目に、1-2水槽が細菌症と思われる疾病で全滅した。他の水槽でも多くの斃死魚が観察されたので、全ての水槽でニフルスチレン酸ナトリウム100ppmの1時間薬浴を行ったところ、その後斃死は徐々に治まった。

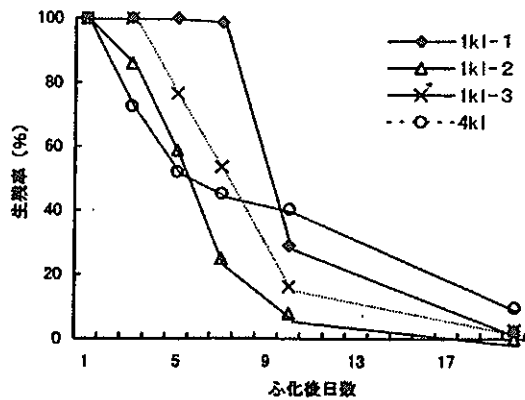


図5. 種苗生産試験の生残率変化

ふ化後30日目に1-1水槽で96尾、1-3水槽で124尾、4kl水槽で3,422尾の飼育魚を取り揚げた。平均全長は約52mm、各水槽を合計したふ化仔魚からの生残率は約3.7%であった。取り上げた魚の中に、鰓蓋部や口部の奇形を持った魚が観察されたが、奇形率は求めている。その後白点虫が発生し、飼育魚は2,500尾まで減少した。生産した種苗の脾臓を摘出してPCR法によりイリドウィルスの検査を行ったが、ウイルスは検出されなかった。

(3) 種苗量産試験

160kl水槽のふ化率は65.9%で、ふ化仔魚の平均全長は約3.55mmであった。水温の変化を図6に示す。種苗生産試験同様、大雨の影響でふ化後8日目頃に水温が低下し、塩分濃度も下がった。

ワムシの給餌は開口直前のふ化後2日目から開始した。給餌は飼育水中のワムシ密度が5個/mlになるよう給餌量を調整し(図7)、1日に数回行った。アルテミアの給餌はふ化後10日目から開始した。その時点の平均全長は10.1mm(最大個体の全長11.2mm)であった。給餌開始当初はアルテミア

を活発に摂餌する個体は少なかったが、数日後にはワムシよりもアルテミアを好んで摂餌するようになった。

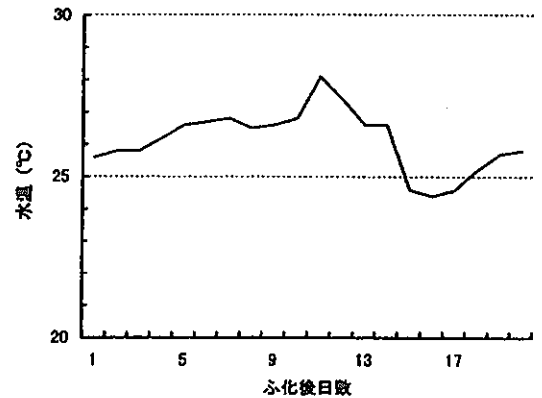


図6. 種苗量産試験中の水温変化

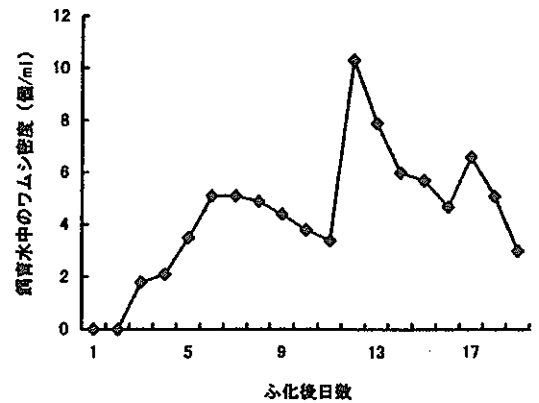


図7. 種苗量産試験飼育水中のワムシ密度変化

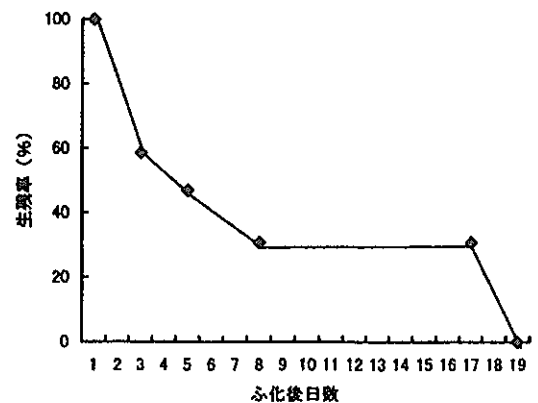


図8. 種苗量産試験の生残率変化

生残率の変化を図8に示した。ふ化後3日目までに生残率が58.6%まで急激に下がり、ふ化後8日目には30.7%となった。ふ化後12日目に飼育魚の体表をはい回っている線虫(種不明)が観察され、そ

の後寄生数は増加していった。飼育魚は特に変わった症状も無かったが、ふ化後19日目に原因不明の大量斃死のため全滅した。その時点での平均全長は29.0mm、ふ化仔魚からの推定生残率は約32%であった。

4. 考察

インド洋やメキシコ湾でのスギの産卵期間は5月～8月で⁶⁾、年に数回の産卵を行う⁷⁾ことが報告されている。沖縄県水産試験場では平成10年から12年の間に9回の産卵を確認したが、産卵が行われたのは5月中旬から9月下旬で、水温は23.4℃～28.6℃の範囲であった^{2, 3)}。産卵回数が少ないため水温と産卵時期の関係は不透明だが、沖縄でのスギの産卵期間は5月、6月の水温上昇時期から、水温が下がり始める8月下旬から9月上旬までと考えられるのではないかと。今年度の産卵は、水温が上昇し始めた5月28日と30日の2回確認されたが、その後産卵は無かった。昨年同様6月に白点虫の発生があり、ストレスがその後の産卵に悪影響を与えたと考えられる。また、昨年より親魚数が少なかった事も産卵回数と関係があるだろう。安定した採卵を行っていくため、今後も産卵と水温の関係を調査し、飼育水槽に対する適正親魚収容数や雄雌の割合等を検討する必要がある。スギの雌雄判別だが、外観からの判断は非常に困難である。産卵時期になると、尻鰭周辺が薄く赤みがかかる事⁸⁾や追尾行動の観察で雌雄判別は可能かもしれないが、カニューレシオンによる生殖腺組織の観察を行うことが確実であろう。

これまでに沖縄県水産試験場で行ったスギの種苗生産では、飼育水中のワムシ密度を10～20個/mlと高密度になるよう給餌を行ってきた^{2, 3)}。今年の試験では飼育水中のワムシ密度を2段階に設定して行ったが、5個/ml以下の低い密度でも高い生残率を残すことが出来た。ワムシ密度を5個/ml程度に設定し、常に栄養強化されたワムシを給餌するようにしたほうがスギの種苗生産では良い結果が得られるのではないかと。アルテミアの給餌は、昨年の結果³⁾を基に平均全長10mmに達した頃に開始した。目視観察や胃内容物調査の結果からも、アルテミアの給餌開始時期は平均全長が10～11mmに達

した頃に開始すると良いことがわかった。配合飼料の給餌は、摂餌状況からもう少し早い時期に開始しても良いと思われた。今回の試験で最初に給餌した配合飼料のサイズは500～700 μ mであったが、より小さいサイズの配合飼料も市販されているので、来年度は配合飼料の給餌開始時期を早めて種苗生産を行う予定である。また、頭部に奇形を持った個体が観察できたが、原因として生物飼料の栄養強化不足が考えられるため、栄養強化剤の種類や強化方法の検討も必要であろう。

今回の試験で最も問題となったのは、ふ化後20日目頃に起きた大量斃死である。大量斃死のはっきりとした原因は解らなかったが、大量斃死の約1週間前には大雨が続き、その影響で水温や塩分濃度の急激な低下が起きている。大雨と大量斃死の間に直接の関係はないと思われるが、飼育水の環境が大きく変動したのは確実であろう。水質変化による環境の悪化で線虫などの寄生虫が発生し、飼育魚の体表をはい回ることで大きなストレスを与え、滑走細菌等の細菌症の感染しやすい状態になったことが原因として考えられるのではないかと。

今年度初めて種苗量産試験を行うことで、技術確立の感触を得ることが出来た。小型水槽で生産した種苗からイリドウイルスも検出されず、来年度以降の種苗量産が期待される。

5. 参考文献

- 1) 與那嶺盛次, 新里喜信, 牧野清人, 岩井賢治 (1999): 海産魚介類養殖試験. 平成9年度沖縄県水試事業報告書, 95-104.
- 2) 與那嶺盛次, 太田格, 牧野清人, 小川一人 (2000): 海産魚介類養殖試験. 平成10年度沖縄県水試事業報告書, 117-121.
- 3) 中村博幸, 與那嶺盛次, 吉里文夫, 富山仁志 (2001): スギ等種苗量産技術開発試験. 平成11年度沖縄水試事業報告書, 105-108
- 4) 塩澤聡 (1997): オゾン殺菌システムの種苗生産現場への導入事例, 平成9年度栽培技術研修事業基礎理論コース. 種苗期疾病対策シリーズ, NO14
- 5) 狭間弘学 (2000): クエの種苗量産技術について

て, さいばいNO94, 21-25

- 6) Shaffer, R. V. , and E. L. Nakamura (1989) : Synopsis of Biological Data on the Cobia *Rachycentron canadum* (Pisces : Rachycentridae)
- 7) Biesiot, P. M. , R. E. Caylor, and J. S. Franks, (1994) : Biochemical and histological changes during ovarian development of cobia, *Rachycentron canadum*, from the northern Gulf of Mexico. FISH. Bull. 92 : 686-696
- 8) Caylor, R. E., P. M. Biesiot, and J. S. Franks, (1994) : Culture of cobia (*Rachycentron canadum*) : cryopreservation of sperm and induced spawning. Aquaculture. 125 : 81-92