

内水面漁業総合対策研究－Ⅶ

(内水面増養殖技術開発事業：サバヒー種苗生産技術開発)

柳 宗悦・外菌博人・神野公広・松原 中・池田祐介・井上慶幸

【目 的】

現在サバヒー養殖に用いる種苗は、全て海外(インドネシア等)からの輸入に頼っており、安定供給やコストの低減化を計っていく上で問題となっている。

そこで、本研究では県内でのサバヒー種苗生産技術開発、主に親魚養成、採卵技術開発を目的として研究を行った。

【方 法】

1. 親魚養成

親魚の由来は、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ものと、平成12年に本県瀬戸内町にて採捕したもので、平成16年度から本センターにて海水飼育しているものを引き続き使用した。

飼育には前年度に引き続き、親魚棟100t水槽(1面)にて行った(収容尾数59尾)。給餌は配合飼料のみを給餌し、1日当たり3.0kgを週3回(月、水、金)行った。詳細については表1のとおり。

なお、周年、午前8時～午後5時の間は証明を点灯し、照度管理を行った。

表1 サバヒー親魚の給餌について

期 間	配合飼料の種類	メーカー名	備 考
11月～5月(養成期)	コイ成魚用 P7	マルハ(株)	3.0kg×3回/週
6月～10月(産卵期)	マリンプルー 9号	マルハ(株)	3.0kg×3回/週

2. 種苗生産試験

(1)20 t 水槽における種苗生産試験

過去2年間の20 t 水槽における種苗生産試験では、初期(日令7まで)の摂餌不良(ワムシを摂餌しない)が原因と思われる大量斃死が発生し、十分な生産が出来ていない。一方、1 tパンライト水槽では昨年度、1 t 当たり約1万の種苗生産に成功した(野元聡ら 平成18, 19年度 鹿児島県水技センター事業報告)。

両者の結果から、初期の摂餌不良の原因として照度不足が考えられたため、本年度は照度に着目し、照度の違いによる初期摂餌・生残の比較試験を合計4回実施した。

各生産時の設定内容については表2のとおり。

表2 20 t 水槽における種苗生産試験設定内容

回 次	照 度 設 定 内 容	ナンノ添加	開 始 日 (卵収容日)	収容卵数	水 槽		使用海水	注水(回転率)		通 気
					形状	水量		0～1日	2～7日	
第1回	蛍光灯有り(40W×2本×2基)	50万細胞/日	8月20日	280,800	円形	20 t	濾過海水 (UV処理済)	流水 (1回/日)	止水	1 L/分
第2回	蛍光灯なし		8月21日	322,000						
第3回	蛍光灯(40W×2本×2基) 投光器(500W×3基)		9月8日	307,600						
第4回	蛍光灯(40W×2本×2基) 投光器(500W×3基)	なし	9月9日	342,000						

(2) 1 t パンライト水槽における種苗生産試験(初期摂餌試験)

平成19年度に行った小規模の1 t パンライト水槽における種苗生産試験(初期摂餌試験)の再現性の検討と照度の違いによるワムシの摂餌状況, 成長, 生残率等の比較試験を行った。

昨年度, 飼育水への添加物として濃縮ナンノクロロプシス(以下, 「ナンノ」という。), フェオダクチラム, スーパー生クロレラSV12(以下, 「スーパー生クロ」という。)を用いて初期摂餌の比較試験を行い, 日令8までの試験で成長・生残ともナンノ添加で十分飼育可能であることが示唆されたため, 今回はナンノとスーパー生クロの2つで試験設定を行い, 再度, 比較検討した。

各試験区の設定内容については表3のとおり。

表3 1 t パンライト水槽における種苗生産試験設定内容

No	照度設定内容	餌料添加	開始日 (仔魚収容)	収容仔魚数	水槽		使用海水	注水(回転率)		通気
					形状	水量		1~10日	11日~	
①	ナンノ(蛍光灯有り) 蛍光灯(40W×2本)	125億細胞 40ml/2回/日	9月22日	45,000	円形 透明 パン ライト	1 t	濾過海水 (UV処理済)	止水	流水 (0.5~2回 /日)	1 L/分
②	ナンノ(蛍光灯なし)									
③	スーパー生クロ(蛍光灯有り) 蛍光灯(40W×2本)	(AM: 20ml + PM: 10ml) /日								
④	スーパー生クロ(蛍光灯なし)									

(注) ①ナンノ区は日令13以降は125億細胞 80ml/2回/日を基本に添加。

②スーパー生クロ区は日令13以降はAM: 40ml+PM: 20ml/日を基本に添加。

③ワムシ(無強化)は日令2から20個/ccを基準に1日2回(AM: 8:30, PM: 13:00) 給餌した。

④配合飼料は日令12から1日6回給餌(日本配合飼料: アユ初期飼料1号)。

【結果及び考察】

1. 親魚養成

採卵は排水部(採卵槽)に採卵ネットを設置し, 1日1回産卵の有無を目視観察により行った。

本年度は平成20年7月30日から産卵が確認され, それ以降9月30日まで延べ35回, 総卵数1,087万粒の受精卵を得た(図1参照)。

なお, 本年度及び過去2年間の採卵状況を表4に, 水温・採卵量

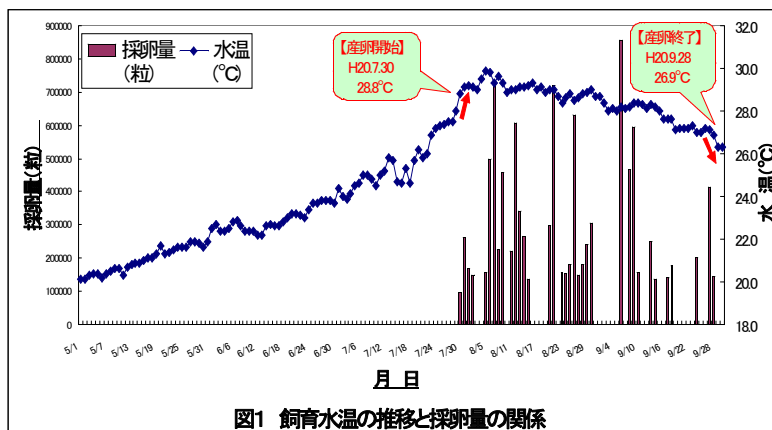


図1 飼育水温の推移と採卵量の関係

と浮上卵率, 卵径の推移を表5に, 産卵開始時期の変遷(H18~H20)を図2~図4に示す。

表4 採卵状況の比較

	産卵開始		産卵終了		産卵回数	総卵数 (粒)	平均卵数 (粒)	最多卵数 (粒)	最小卵数 (粒)
	月 日	水温	月 日	水温					
H20	7月30日	28.8	9月28日	26.9	35	10,866,243	236,385	855,000	96,600
H19	8月18日	29.1	10月11日	26.9	39	9,768,000	250,462	725,000	80,000
H18	8月23日	28.8	9月26日	26.7	21	3,656,750	174,131	776,250	8,000

(注) 得られた受精卵は直ちに回収し, 50~100Lのアルテミアふ化槽に収容し, 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(時計皿上で計数)し, 1日当たりの総卵数を算出した。

表5 水温・採卵量と浮上卵率, 卵径の推移

月 日	7月30日	7月31日	8月1日	8月5日	8月6日	8月7日	8月8日	8月13日
水 温	28.8℃	29.1℃	29.2℃	29.9℃	29.8℃	29.3℃	29.6℃	29.1℃
採 卵 量	96,600粒	262,500粒	170,000粒	156,000粒	498,000粒	730,000粒	226,500粒	343,500粒
浮上卵率	84.5%	91.4%	89.7%	21.2%	92.5%	88.4%	86.1%	93.2%
卵 径	1.17mm	1.20mm	1.18mm	1.12mm	1.22mm	1.14mm	1.14mm	1.14mm
月 日	8月14日	8月15日	8月20日	8月21日	8月25日	8月26日	8月27日	8月28日
水 温	29.1℃	29.2℃	29.0℃	29.2℃	28.8℃	28.5℃	28.6℃	28.8℃
採 卵 量	264,750粒	136,000粒	296,000粒	720,380粒	180,000粒	630,000粒	150,000粒	180,000粒
浮上卵率	90.7%	85.0%	94.0%	67.3%	97.2%	100.0%	96.7%	100.0%
卵 径	1.16mm	1.19mm	1.19mm	1.21mm	1.17mm	1.22mm	1.13mm	1.17mm
月 日	8月29日	9月8日	9月9日	9月10日	9月17日	9月18日	9月24日	
水 温	28.9℃	28.2℃	28.4℃	28.4℃	27.6℃	27.6℃	27.0℃	
採 卵 量	240,000粒	466,400粒	595,133粒	158,000粒	140,800粒	178,080粒	200,000粒	
浮上卵率	97.9%	84.1%	100.0%	98.7%	100.0%	100.0%	92.5%	
卵 径	1.19mm	1.25mm	1.17mm	1.16mm	1.19mm	1.19mm	1.18mm	

(注)・浮上卵率(浮上卵/(浮上卵+沈下卵)×100)は時計皿に1~5mlを採取し,目視にて判定した。

・浮上卵率は21.2%~100%で推移した。

・卵径は1.12mm~1.25mmで推移した(n=30)。

平成18年度から3年連続で採卵に成功し,親魚の養成方法については,ほぼ確立したものと思われた。

成熟・産卵に必要な条件としては,①海水による長期飼育(満3年),②冬季の加温水による飼育(20℃以上),③大型円形水槽による飼育の3点が挙げられ,当該3項目については継続実施する必要があるものと思われた。

産卵適水温については,28℃以上で産卵が開始され(直前に1℃近く急激に上昇),27℃を下回ると産卵の終期を迎える(直前に1℃近く急激に低下)ものと推察された。

産卵の傾向としては,①水温の上昇速度が年々速まっている関係で早期産卵の傾向にあること(図2~図4を参照),②総卵数も年々増加傾向にある(本年度は1,000万粒超),③1日当たりの最多卵数も年々増加傾向にある(過去最高の85.5万粒,ただし産卵加入個体数は不明)の3点が挙げられた。

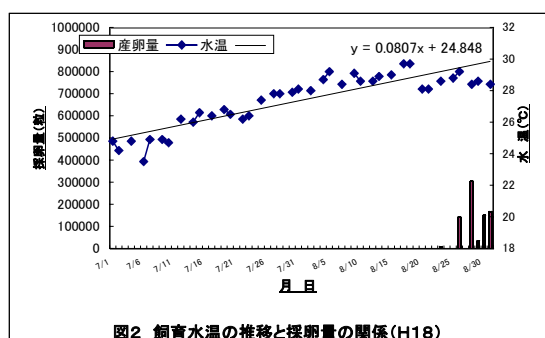


図2 飼育水温の推移と採卵量の関係(H18)

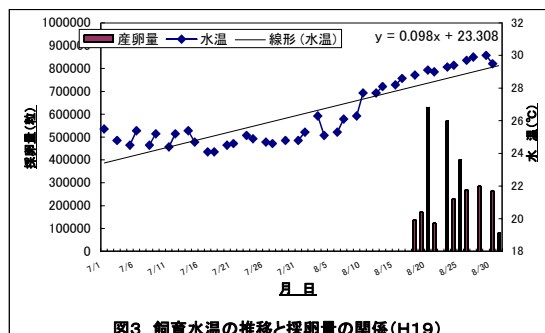


図3 飼育水温の推移と採卵量の関係(H19)

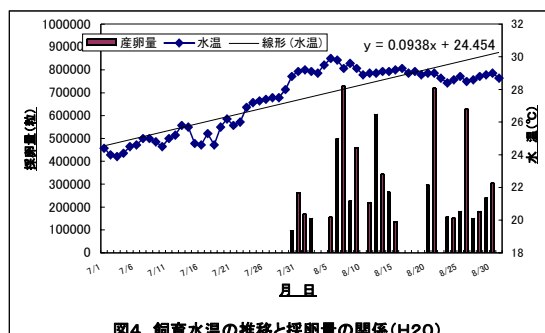


図4 飼育水温の推移と採卵量の関係(H20)

2. 種苗生産試験

(1) 20 t 水槽における種苗生産試験

① 第1回次, 第2回次試験

試験期間中の全長の推移を表6, ワムシ摂餌個体出現割合の推移を表7, 仔稚魚1尾当たりのワムシ摂餌数の推移を表8, 種苗生産結果を表9に示す。

表6 全長の推移

(単位: mm)

	日令3	日令4	日令5	日令6	日令7
蛍光灯有り	5.681	5.216	4.931	4.881	5.275
蛍光灯なし	5.256	5.431	5.294	4.944	5.100

(注)測定尾数は, 各日令20尾。

表7 ワムシ摂餌個体出現割合の推移

	日令3	日令4	日令5	日令6	日令7
蛍光灯有り	0.0%	30.0%	0.0%	5.0%	30.0%
蛍光灯なし	0.0%	30.0%	20.0%	10.0%	60.0%

(注)測定尾数は, 各日令20尾。

表8 仔稚魚1尾当たりのワムシ摂餌数の推移

(単位: 個/尾)

	日令3	日令4	日令5	日令6	日令7
蛍光灯有り	0.00	1.25	0.00	0.05	1.00
蛍光灯なし	0.00	1.00	2.55	1.20	6.50

(注)測定尾数は, 各日令20尾。

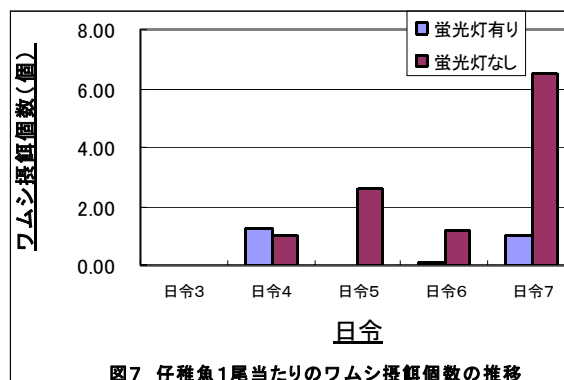
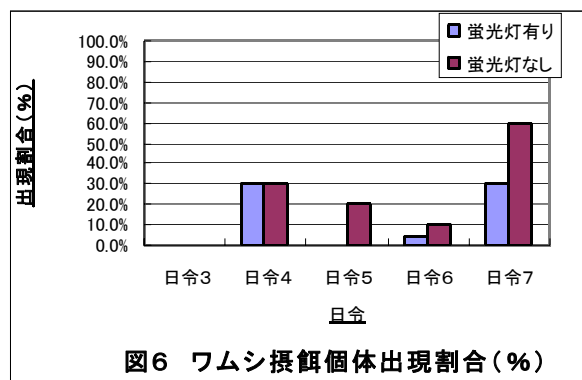
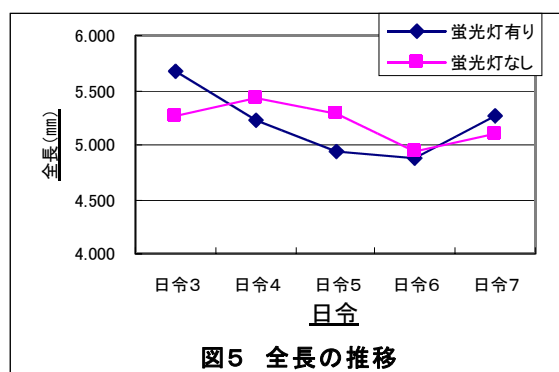
表9 種苗生産結果

	収容卵数(粒)	ふ化尾数(尾)	ふ化率(%)	生残尾数(率)
蛍光灯有り	280,800	259,341	92.4%	0 (0.0%)
蛍光灯なし	322,000	299,337	93.0%	5,541 (1.9%)

(注)照射時刻は概ね午前7時30分~午後5時とした。

両試験区とも, 概ね30万粒の受精卵を収容し, 9割以上のふ化率で試験を開始したが, 日令7でほとんど仔稚魚の姿が見えなくなり, 試験を途中で終了した。試験終了時の生残尾数は, 蛍光灯有り区が0尾(生残率0%), 蛍光灯なし区が5,541尾(生残率1.9%)であった。

試験期間中は両試験区とも, ほとんどワムシを摂餌せず(蛍光灯有り区: 0~30%, 蛍光灯なし区: 10~60%の個体がワムシを摂餌, 表7~8, 図6~7を参照), 照度の違いによる初期の摂餌状況及び生残率の相関は確認できなかった。



②第3回次, 第4回次試験

20t水槽2面を使用し, 蛍光灯(40W×2本×2基)と投光器(500W×3基)を用い十分な照度を確保した状態で, ナンノ添加の有無による初期摂餌及び生残に違いが生じるか比較試験を行った。

試験期間中の全長の推移を表10, ワムシ摂餌個体出現割合の推移を表11, 仔稚魚1尾当たりのワムシ摂餌数の推移を表12, 照度測定結果の推移を表13, 種苗生産結果を表14に示す。

表10 全長の推移 (単位: mm)

	日令0	日令1	日令2	日令3	日令4	日令5	日令6	日令7
高照度・ナンノ有り区	5.15	5.44	5.50	5.41	5.11	5.02	4.89	5.30
高照度・ナンノなし区	4.76	5.36	5.24	5.27	5.20	4.88	5.14	4.92

(注) 測定尾数は各日令20尾。

表11 ワムシ摂餌個体出現割合の推移

	日令0	日令1	日令2	日令3	日令4	日令5	日令6	日令7
高照度・ナンノ有り区	0.0%	0.0%	5.0%	10.0%	0.0%	25.0%	20.0%	50.0%
高照度・ナンノなし区	0.0%	15.0%	20.0%	45.0%	65.0%	40.0%	50.0%	5.0%

(注) 測定尾数は各日令20尾。

表12 仔稚魚1尾当たりのワムシ摂餌数の推移 (単位: 個/尾)

	日令0	日令1	日令2	日令3	日令4	日令5	日令6	日令7
高照度・ナンノ有り区	0.00	0.00	0.05	0.10	0.00	1.05	3.65	4.15
高照度・ナンノなし区	0.00	0.50	0.25	3.85	3.40	1.55	1.25	0.05

(注) 測定尾数は各日令20尾。

表13 照度測定結果の推移 (単位: Lux)

	9月12日	9月14日	9月15日	平均
高照度・ナンノ有り区	1,198 600	1,133 646	956 541	1,096 596
高照度・ナンノなし区	1,252 732	1,348 798	1,118 648	1,239 726

(注) 上段は水面照度, 下段は水底照度。

表14 種苗生産結果

	収容卵数(粒)	ふ化尾数(尾)	ふ化率(%)	生残尾数(率)
高照度・ナンノ有り区	307,600	345,882	112.4%	0 (0.0%)
高照度・ナンノなし区	342,000	437,747	128.0%	4,167 (1.0%)

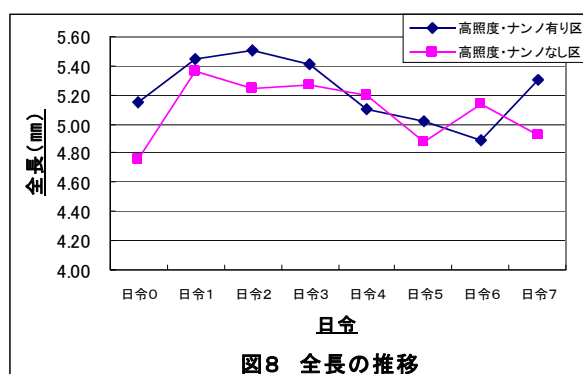
(注) ①生残尾数はナンノあり区が日令8, ナンノなし区が日令7の時点。柱状プリンクにより算定。

②照射時刻は概ね午前7時30分～午後5時した。

③ナンノは50万細胞/ccを基準に1日2回(AM:8:30, PM:16:00)添加した。

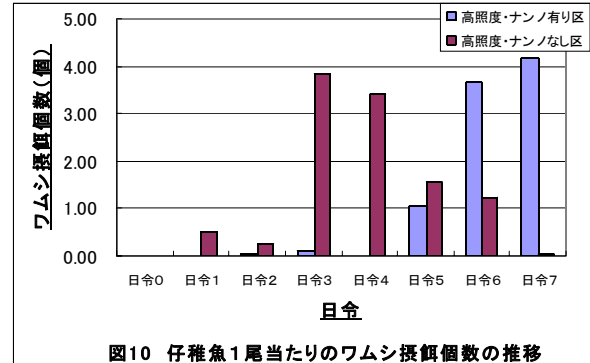
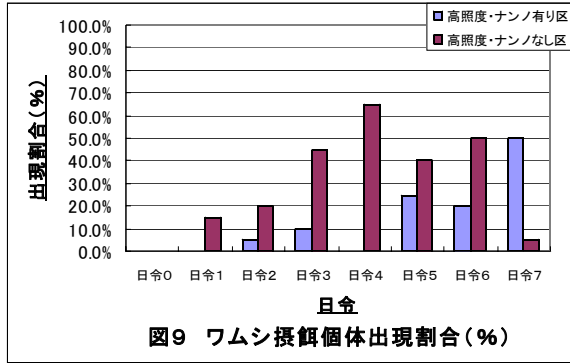
両試験区とも, 30万粒程度の受精卵を収容し, 試験を開始したが, 日令7でほとんど仔稚魚の姿が見えなくなり, 試験を途中で終了した。試験終了時の生残尾数は, 高照度・ナンノ有り区が0尾(生残率0%), 高照度・ナンノなし区が4,167尾(生残率1.0%)であった。

試験期間を通して, ナンノ添加をしなかった区の方が, ナンノを添加した区よりワムシ摂餌個体数の出現割合や仔稚魚1尾当たりの



ワムシ摂餌数も優れる結果であったが(表11~12, 図9~10を参照), 両者ともワムシ摂餌量が圧倒的に少ないため, 最終的には生産には至らなかった。なお, 照度の比較では, ナンノ有り区が約1,100Lux(水底照度:約600Lux), ナンノなし区が約1,240Lux(水底照度:約730Lux)で, ナンノなし区がやや照度が高かった(表13を参照)。

蛍光灯・投光器による照度確保を行ったが, 初期摂餌量及び生残率との明確な相関は確認できなかった。



(2) 1 t パンライト水槽における種苗生産試験(初期摂餌試験)

試験期間中の全長の推移を表15に, ワムシ摂餌個体出現割合の推移を表16に, 仔稚魚1尾当たりのワムシ摂餌数の推移を表17に, 配合飼料の摂餌状況を表18に, 照度測定結果の推移を表19に, 種苗生産結果を表20に示す。

表15 全長の推移 (n=20)

(単位: mm)

	日令3	日令4	日令5	日令6	日令7	日令10	日令11	日令12	日令13	日令14	日令17	日令21	日令31
ナンノ(蛍光灯有り)	5.48	5.71	5.84	5.98	6.44	6.79	7.58	7.88	8.47	7.96	8.76	11.56	17.50
ナンノ(蛍光灯なし)	5.62	5.57	5.58	5.50	6.16	6.94	6.96	7.28	7.53	7.86	8.42	9.70	14.41
スーパー生加(蛍光灯有り)	5.48	5.62	6.00	6.43	6.96	7.67	8.22	8.76	8.93	10.12	11.68	12.25	21.27
スーパー生加(蛍光灯なし)	5.61	5.49	5.74	6.18	6.45	7.49	7.34	8.42	8.66	9.56	10.55	11.94	15.66

表16 ワムシ摂餌個体出現割合の推移 (n=20)

	日令3	日令4	日令5	日令6	日令7	日令10	日令11	日令12	日令13	日令14	日令17	日令21	日令31
ナンノ(蛍光灯有り)	70.0%	90.0%	75.0%	100.0%	95.0%	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	80.0%	100.0%
ナンノ(蛍光灯なし)	80.0%	90.0%	75.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	70.0%	100.0%	100.0%	60.0%	100.0%
スーパー生加(蛍光灯有り)	90.0%	100.0%	95.0%	100.0%	100.0%	90.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	80.0%	100.0%
スーパー生加(蛍光灯なし)	90.0%	95.0%	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	30.0%	100.0%

表17 仔稚魚1尾当たりのワムシ摂餌数の推移 (n=20)

(単位: 個/尾)

	日令3	日令4	日令5	日令6	日令7	日令10	日令11	日令12	日令13	日令14	日令17	日令21	日令31
ナンノ(蛍光灯有り)	5.00	13.35	12.25	25.65	46.35	49.55	56.40	45.40	76.70	50.20	116.60	45.42	100.00
ナンノ(蛍光灯なし)	7.30	10.00	5.40	21.30	29.25	25.85	31.60	62.00	29.70	42.60	56.00	8.25	100.00
スーパー生加(蛍光灯有り)	8.10	14.05	16.30	31.15	48.45	62.50	83.40	74.20	66.80	73.60	152.00	27.65	100.00
スーパー生加(蛍光灯なし)	9.40	18.35	14.95	29.20	37.50	46.70	69.60	98.00	52.40	62.20	63.00	6.35	100.00

表18 配合飼料の摂餌状況 (n=20)

	日令3	日令4	日令5	日令6	日令7	日令10	日令11	日令12	日令13	日令14	日令17	日令21	日令31
ナンノ(蛍光灯有り)								++	++	+	++	++	+++
ナンノ(蛍光灯なし)								++	++	++	++	+++	++
スーパー生加(蛍光灯有り)								++	++	±	++	++	+++
スーパー生加(蛍光灯なし)								++	++	±	+	+++	++

表19 照度測定結果の推移

(単位: Lux)

	日令19	日令21	日令22	日令23	日令25	平均
ナンノ(蛍光灯有り)	1,090	915	760	885	780	886
ナンノ(蛍光灯なし)	700	620	680	745	570	663
スーパー生加(蛍光灯有り)	1,080	1,040	780	750	793	889
スーパー生加(蛍光灯なし)	820	705	600	660	695	696

(注) ①蛍光灯は40W×2基を使用した。照射時刻は概ね午前7時30分~午後5時とした。

②照度の測定は各試験区とも水槽中央とした。

表20 種苗生産結果

	生残尾数(尾)			生残率(%)
	日令3	日令7	日令31	
ナンノ(蛍光灯有り)	49,315	20,000	12,027	26.7
ナンノ(蛍光灯なし)	29,412	30,612	7,417	16.5
スーパー生加(蛍光灯有り)	30,882	31,000	9,621	21.4
スーパー生加(蛍光灯なし)	33,261	27,061	7,303	16.2
合計	142,870	108,673	36,368	20.2

1 t パンライト水槽における種苗生産では、昨年とほぼ同レベルの9,000尾／t (4 試験区の平均)の種苗生産に成功した。

蛍光灯の灯火の有無の比較では、ナンノ、スーパー生クロとも成長、生残率とも蛍光灯を灯火した方が優れる結果であった(表15, 表20, 図11を参照)。

ナンノとスーパー生クロの比較では、生残率ではナンノ区の方が(ナンノ区：21.6%, スーパー生クロ区：18.8%, いずれも蛍光灯あり・なしの平均値), 成長ではスーパー生クロ区の方が(ナンノ区：16.3mm, スーパー生クロ区：19.0mm, いずれも蛍光灯あり・なしの平均値)優れる結果であった(表15, 表20, 図11を参照)。

ワムシの摂餌状況の比較では、ナンノ区及びスーパー生クロ区とも蛍光灯を灯火した方が仔稚魚1尾当たりのワムシ摂餌数は多かった(表17, 図13を参照)。

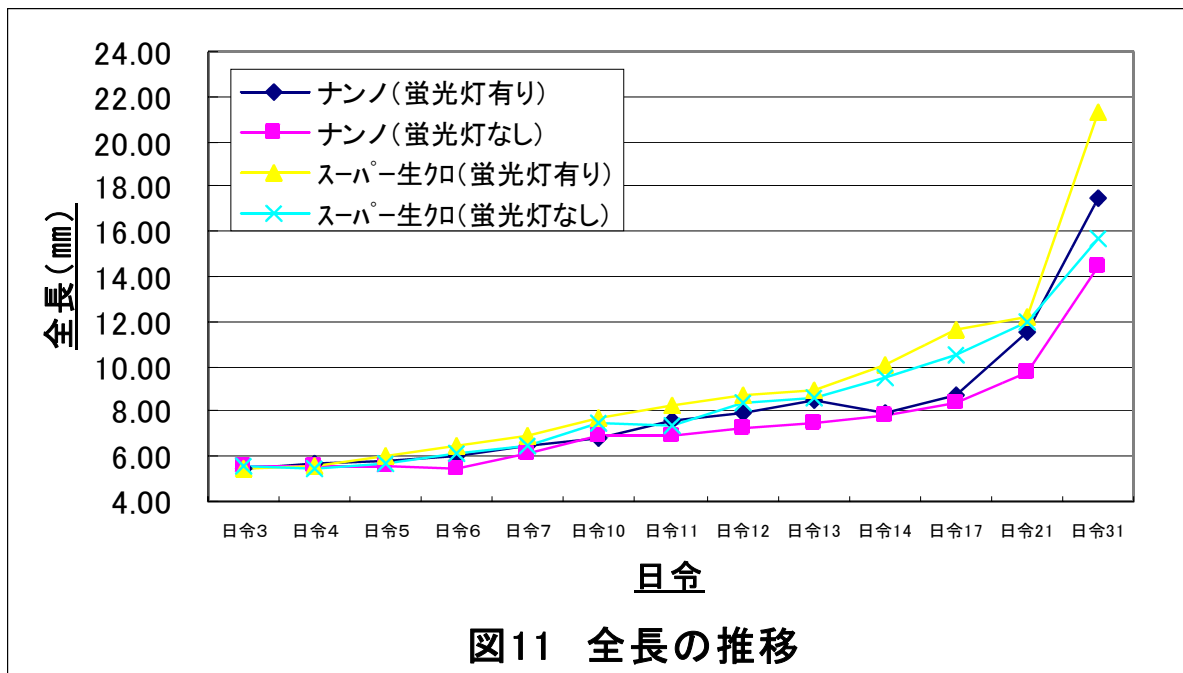


図11 全長の推移

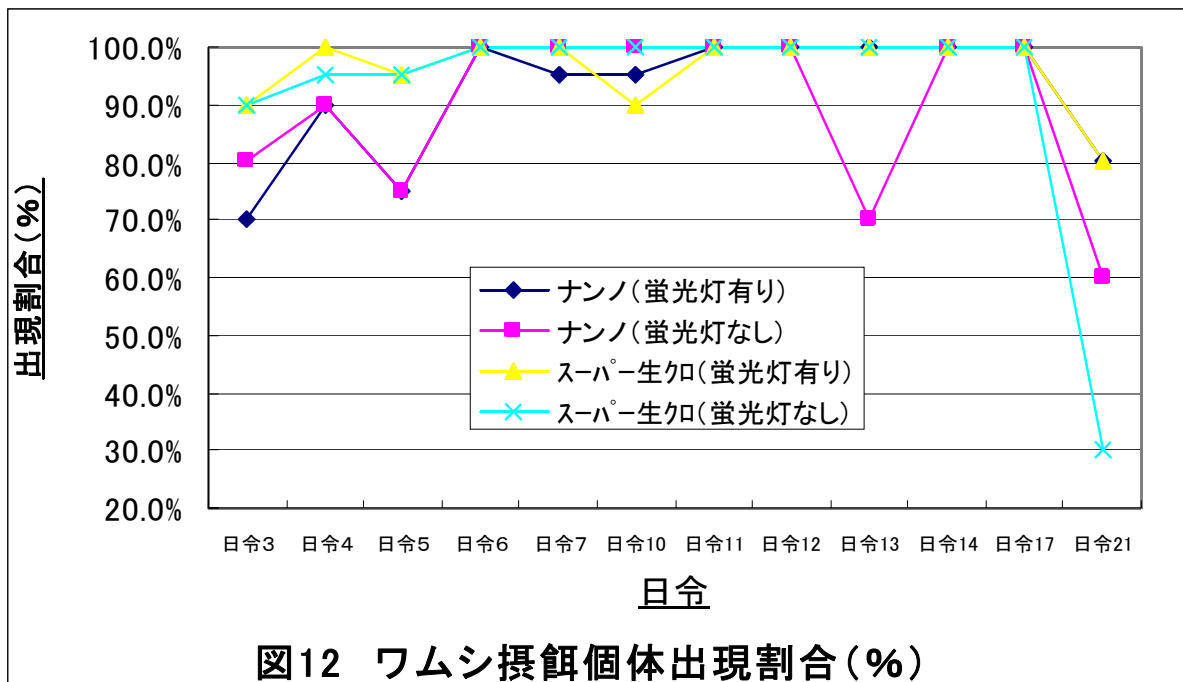
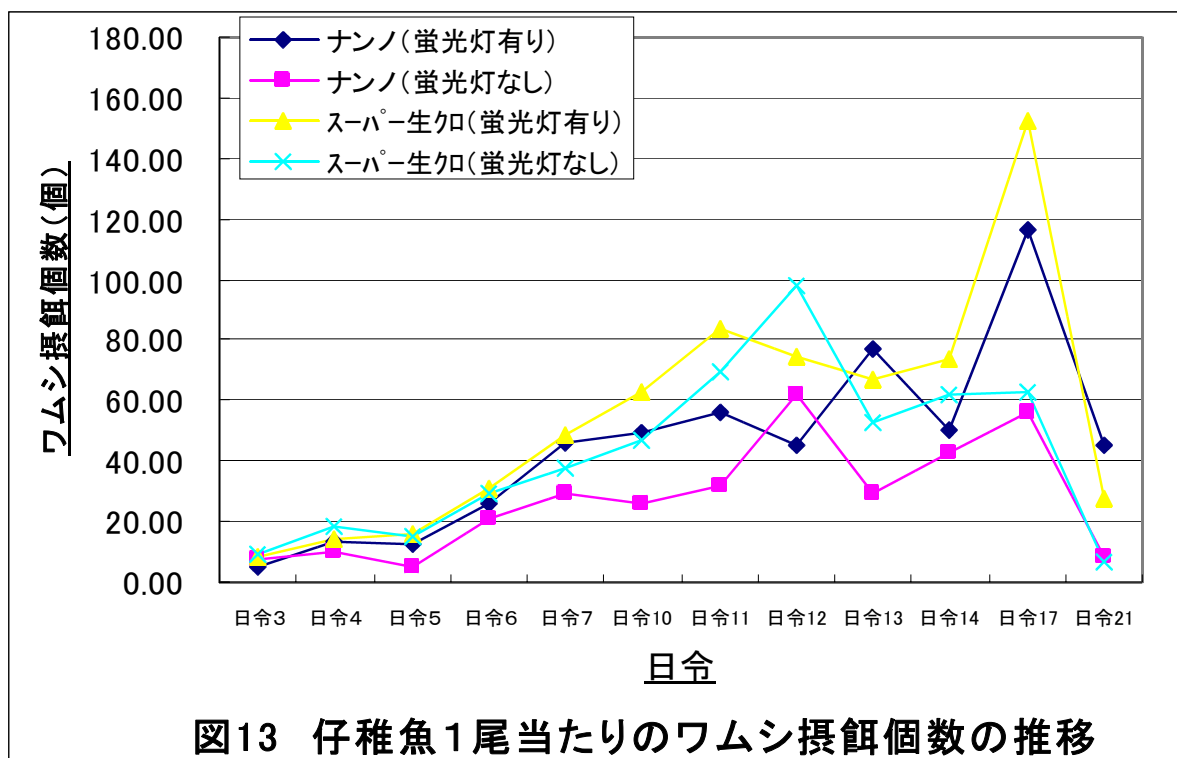


図12 ワムシ摂餌個体出現割合 (%)



本年度は照度に着目し、20 t 水槽及び1 t パンライト水槽にて、初期摂餌・生残の比較試験を実施したが、1 t パンライト水槽においては、照度の違いによる摂餌状況、成長、生残率に有意差が確認されたが、20 t 水槽においては、残念ながら有意差は確認されなかった。

試験期間中の20 t 水槽及び1 t パンライト水槽の照度測定結果の比較では、むしろ20 t 水槽の方が高い照度が確保されている(表13, 表19を参照。ただし、側面照度の影響については不明。)ことから、照度以外にも初期摂餌に与える要因があることが示唆された。