

# ヤイトハタの種苗生産・二次飼育・配布 (ヤイトハタ種苗生産事業)

木村基文・狩俣洋文・仲本光男・呉屋秀夫

## 1. 目的

種苗生産により全長25mmの小型種苗を300千尾生産する。この種苗を二次飼育し、全長50mmの大型種苗を214千尾生産する。大型種苗を養殖用として県内漁協、試験研究用として水産海洋研究センターなどに配布する。

## 2. 材料及び方法

### 1) 種苗生産

#### 収容卵

種苗生産には、2006年4月に親魚水槽2面(200kL)で自然産卵した受精卵を用いた。採卵した卵は、酸素通気(0.5L/分)した1kLポリカーボネイト水槽の洗卵網(テトロンラッセル:T-280)に収容後、紫外線照射海水を注水し30分洗卵した。洗卵後に約15分止水とし、浮上卵と沈下卵を分離させた。浮上した卵は、1Lビーカーを用いて回収し、湿重量を計り生産水槽に収容した。

#### 生産水槽と使用海水

種苗生産は、屋内50kL八角コンクリート水槽、屋外250kL八角コンクリート水槽で行った。飼育水は、砂濾過海水を紫外線殺菌装置(屋内水槽:紫外線殺菌装置UV500M:荏原製作所、屋外水槽:紫外線流水殺菌装置JS-20C:サニトロンサイ)で紫外線照射した海水を使用した。

#### 餌料系列と栄養強化

餌料系列は、日齢2~5にSS型ワムシ(タイ株)、日齢5~30にS型ワムシを10個体/mLの密度で与えた。ワムシの栄養強化は、スーパー生クロレラV12(クロレラ工業、以下SV12と略す、強化量0.5L/10億)と生物餌料用栄養強化飼料ドコサユーグレナドライ(伊藤忠テクノケミカル株式会社、以下ドコサと略す、強化量10g/10億)を使用した。栄養強化槽に収容したワムシには、午前10時~午後5時までSV12を与え、翌日午前7時に魚に供給するワムシに対して午後5時にドコサを投与した。翌日の午後2時に使用するワムシには、午前10時~午後5時までSV12、午後5時に再びSV12、翌日午前7時にドコサを与え午後

2時に魚に与えた。アルテミアは、種苗が全長5mmを超す日齢14~20に孵化アルテミア、全長7mmを超す日齢20~35に栄養強化した養成アルテミアを与えた。アルテミアは、次亜塩素酸ナトリウムで溶殻処理し洗濯機で脱水後に冷蔵保管した卵を使用した。溶殻卵の使用期限は約1週間とした。孵化は、水温28~30℃に加温した1kLアルテミア孵化槽(2面)で規定量のハッチコントローラー(IVNE社)を添加し24時間かけて行った。孵化アルテミアは、孵化直後の幼生を回収し種苗に与えた。養成アルテミアは、孵化アルテミアにドコサ(10g/億)で栄養強化し6~12時間後(孵化30時間後)に種苗に与えた。ワムシ・アルテミアとも投餌前に紫外線照射海水で10分以上洗浄した。

配合飼料は日齢18より手撒きで与え、種苗の成長に応じ、おとひめA(粒径0.25mm)・B1(粒径0.25~0.36mm)・B2(粒径0.36~0.65mm)・C1(0.58~0.91mm)、アルテックK-3(粒径0.50~0.70mm)(日清丸紅配合飼料)を調合し、自動給餌機(ヤマハ:自動給餌器YDF-220BO)を用いて与えた。冷凍コペポダは中国産雅1号(前体部長0.50mm)(JCKロウピン貿易株式会社)を日齢14より、海水で解凍直後に種苗のパッチ周辺に柄杓で散布した。日齢30以降は冷凍状態の雅2号(前体部長0.95mm)を水槽水面に設置した籠に浮かべ融解沈降させて与えた。

#### 水質管理

生産水槽への植物プランクトンの添加は、水質の安定、ワムシの増殖、飢餓ワムシの回避、照度の降下を目的に行った。屋内水槽では午前7時に培養密度1,500万細胞/mL前後のナンノクロロプシスを10万細胞/mLになるよう一日当たり0.5kL、屋外水槽ではSV12を1L添加した。底質改善のため貝化石ロイヤルスーパーグリーン(グリーン・カルチャア社)を一日当たり0.5~1kg午後5時に水槽全面に散布した。

注水率は、各水槽で午前8時30分・午後5時に実測した単位秒当たり排水量より算出し、注水量を調整した。注水率は、屋内水槽では日齢10で1回転、日齢20で1.5回転、日齢30で2回転、日齢35で3回転以上とした。屋外水槽では、日齢30までは1回転とし、エビ

テリオシスティス類症（以下エボ類症と略す）発症後は飼育水位を1.75m（160kL）まで下げ2回転とした。

排水ストレーナは、直径30cm、高さ2m・3mの円柱状で、表面積は屋内50kL水槽用1.9㎡、屋外250kL水槽用2.8㎡である。目合いは、日齢15まで0.5mm（白色ポリエチレン：MS-50目）、日齢15～20まで1.0mm（白色ポリエチレン：MS-24目）、日齢20～35まで1.7mm（青色ナイロンラッセルモジ：NR54×240経）、日齢35以降2.7mm（青色ナイロンラッセルモジ：NR54×180経）の4種類を使用した。

底掃除は、卵収容翌日に未孵化卵の除去、日齢10～20に2～3日毎、日齢21以降は毎日午前中に行ない、残餌・斃死魚・貝化石を排出した。掃除はアルテミア投餌前に行い、所要時間は屋内水槽の水槽底掃除機（ヤンマー：かす兵衛SMM-1）で1時間、屋外水槽の自走式底掃除機（神戸メカトロニクス：おそうじくん・ちゅうたくくん）で2時間を要した。

飼育水温は水温補正した棒状赤液水温計を水槽内に設置し、午前8時30分に小数点第一位まで測定した。

底掃除で回収した種苗の個体数、生残率の推定は、木村ほか（2002）にそって求めた。

#### 種苗の体長測定、計数、検査

体長測定は、夜間柱状サンプリングで得た標本を万能投影機で20倍に拡大し、全長をデジタルノギスで測定した。種苗取上時の体長測定は、計数時に無作為に取り出した種苗を冷蔵し、仮死状態でシャーレに並べデジタルノギスを用い全長を測定した。種苗1個体当たりの体重は、体長測定した種苗の総魚体重を上皿天秤で計量し、個体数で割り小数点第二位まで求めた。

種苗の計数は、手持ちザルに掬い取った種苗の数を一単位とした目測で行ない、その杯数を記録した。一単位当たりの計数精度を確保するため、計数中の手持ちザルの個体数を複数回数え、平均値と杯数の積を生産数とした。

イリドウィルスの検体は、午前8時に各水槽から取り、翌日まで無給餌で流水飼育した後、冷凍保存した日齢38～42の種苗を使用した。検査は水産海洋研究センター本所でPCR検査により行った。

#### 生物餌料の湿重量

生産毎に投与した生物餌料の湿重量は、各生物を網で濾し、キムタオルで約30秒吸水した後、小数点第二位までグラム単位で計量した。各生物の億当たりの湿重量はSS型ワムシ（平均被甲長0.145mm、携卵率4.1%）65.3g/億、S型ワムシ（平均被甲長0.167mm、携

卵率18.6%）72.9g/億、孵化アルテミア（平均体長0.899mm）1.69kg/億、養成アルテミア（平均体長1.688mm）2.59kg/億、冷凍コペポダ雅1号（平均前体部長：0.50mm）1.08kg/億（99千個体/g）、冷凍コペポダ雅2号（平均前体部長：0.99mm）3.78kg/億（26千個体/g）であった。この値より生産毎に与えた生物餌料の湿重量を算出した。

#### 2) 二次飼育

小型種苗の二次飼育は、水槽に設置したモジ網（3m×3m×丈2m：18kL）で行った。モジ網の目合いは、二次飼育開始時は3mm（160経）とし、種苗の成長に応じ5mm（80経）・7mm（67経）に換えた。モジ網は屋外250kL水槽に8面、屋外50kL角形水槽に6面設置した。網交換は週一回の頻度で行った。また、共食い防止の選別は、活魚選別器（愛知県淡水養殖漁業協同組合：ソロッターくんKTS-400・500）、目合4・6・8mmを用いて網交換時に行った。

注水率は、屋外250kL水槽で1.5回転、屋外50kL水槽で3～7回転を目安とした。

配合飼料は、おとひめC1（0.58～0.91mm）・C2（0.91～1.41mm）、ピュアゴールド0号（1.4～1.8mm）・1号（1.9～2.3mm）（日清丸紅配合飼料）を魚体重の3～5%を自動給餌機（松阪製作所：さんし朗、ヤマハ：自動給餌器YDF-220BO）で給餌した。

疾病予防対策として銅イオン供給装置電極ユニット（和光技研株式会社：CK-65型）を通した海水を使用した。海水の銅イオン濃度を10～50ppbに保つよう銅イオン供給装置電源ユニット（CUC-6AS型）の電流値を調節した。

底掃除は、自走式底掃除機を使用して排泄物の堆積状況に応じて行った。

体長測定は、選別時の種苗を20～30尾無作為に取り出し、オイゲノール（製造元田村製薬：魚類・甲殻類麻酔剤FA100）で麻酔をかけた後に、全長・体重を測定した。

#### 3) 配布

配布サイズに達した種苗は、再び活魚選別器を用いて選別した後、ベルトコンベアー上で視認できる骨格異常魚を取り除き、フィッシュカウンター（大阪NEDマシナリー株式会社）を用いて計数した。

種苗の体長測定は、選別計数後の配布群より無作為に25尾を取り出し、オイゲノールで麻酔をかけた後に全長、体重を測定した。

種苗は、配布日の前日に配布先別のモジ網に収容し無給餌で配布に備えた。

配布に使用する活魚タンクは、1 kL角型青色ポリエチレンタンク、0.5kL角形オレンジタンクを使用した。輸送時の酸素通気は、黒色の酸素分散器（規格2号）用い、通気量は2 mL/分とした。石垣島内への輸送は受取漁業者のトラックを使用した。また、沖縄島本島への輸送は、トラックで石垣港まで30分陸送した後、石垣港より那覇新港行きのフェリー（所要時間12時間）を使用した。

### 3. 結果及び考察

#### 1) 種苗生産

表1 ヤイトハタの種苗生産結果（2006年）

生産回次	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	2-1	2-2	合計
水槽名	60-2	60-3	60-4	250-1	250-2	60-2	60-3	60-4	(平均)
卵収容日 (年月日)	2006.4.21	2006.4.23	2006.4.24	2006.4.24	2006.4.26	2006.4.27	2006.6.19	2006.6.23	
収容卵湿重量 (g)	1,000	530	465	1,595	950	495	230	200	5,465
親魚A群 (g)	1,000	530	465	585	950	0	230	200	3,960
親魚B群 (g)	0	0	0	1,010	0	495	0	0	1,505
卵収容数 (千粒)	2,000	1,060	930	3,190	1,900	990	460	400	10,930
孵化率 (%)	0	46.4	38.0	24.6	25.6	38.9	-	-	(34.7)
開始時水槽 (kL)	50	50	50	230	230	50	50	50	760
仔魚収容数 (千尾)	0	492	353	785	487	385	-	-	2,502
開始密度 (千尾/kL)	0.0	9.8	7.1	3.4	2.1	7.7	-	-	(5.5)
廃棄日 (年月日)	2006.4.22	-	-	-	-	-	2006.7.10	2006.7.8	
日齢	1	-	-	-	-	-	17	19	
取上日 (年月日)	-	2006.6.1	2006.6.3	2006.6.8	2006.6.5	2006.6.7	-	-	
日齢	-	40	40	45	40	41	-	-	
取上目的 (廃棄)	(未孵化)	二次飼育	二次飼育	二次飼育	二次飼育	二次飼育	(生産調整)	(生産調整)	
取上全長範囲 (mm)	-	22.0~29.3	20.6~27.9	22.9~32.9	22.1~30.4	19.9~29.3	-	-	
取上平均全長 (mm)	-	24.1	24.9	26.7	26.7	25.0	-	-	(25.8)
推定取上尾数 (千尾)	-	43.7	71.3	98.3	127.7	72.1	-	-	413
取上密度 (千尾/kL)	-	0.9	1.4	0.4	0.6	1.4	-	-	(0.65)
生残率 (仔魚)(%)	-	8.9	20.2	12.5	26.2	18.7	-	-	(16.5)
飼育水温範囲 (°C)	24.3~24.7	24.6~28.4	24.5~28.0	23.6~28.6	23.6~28.9	25.4~28.9	28.2~30.8	28.7~31.3	
平均水温 (°C)	-	26.8	26.6	26.4	26.5	27.5	-	-	(26.8)

#### 疾病

屋内50kL水槽では疾病の発生は見られなかった。屋外250kL水槽2面では同時（日齢32~38）にエボ類症が発生し、3日間で約70万尾（推定致死率70%）の種苗が斃死した。本症は、日齢30以降の種苗生産後期に発生した場合には自然治癒により大型種苗のみ生残し、小型種苗は数日間でほぼ全滅することが金城ほか（1999）で報告されており、本生産でも同じ経過をたどった。今回も、大嶋ほか（2001）、仲盛ほか（2002）で述べているように紫外線照射海水を使用した生産でもエボ類症を完全に抑えることはできなかった。本永ほか（2002）は、マダイの種苗生産における本症への対応としてニフルスチレン酸ナトリウム（上野製薬：水産用エルバージュ）の飼育水への添加と生物餌料の薬浴に効果があったと報告している。以上の報告例を鑑みて、今回の本症の発生原因は、同時期の屋内50kL水槽で未発生であったことから、生物餌料

#### 生産結果

生産結果を表1に示した。今年度は8面収容し、1-2~6の5面で推定413千尾の小型種苗を取上げた。1-1は未受精卵のため、2-1・2は生産調整のため廃棄した。

取上平均全長は25.8mm、孵化仔魚からの生残率は8.9~26.2%（平均16.5%）、生産密度は0.4~1.4千尾/kL（平均650尾/kL）、飼育期間の平均水温は26.8°Cであった。

共食いは日齢36~42に確認され、種苗の取上を日齢40~45に行った。

（ワムシ）による病原体の持ち込みに加え、屋外250kL水槽が低換水率で劣悪な生産環境であったことによる複合的要因で発症した可能性が高い。

イリドウィルスについて、全水槽より平均体長17.7~23.5mm、平均体重0.18~0.43g、平均肥満度28.6~35.0の種苗を検査し陰性であった（水産海洋研究センター魚病診断書No.53~57）。昨年度は陽性で、今年度陰性となった原因は不明である。ウィルス性神経壊死症は、別報に記載する。

#### 生産事例

種苗生産1-2の生産経過を表2に示した。日齢2孵化仔魚492千尾は、日齢9にかけ113千尾に減耗した。斃死数は日齢24の2.5千尾を最高に大量斃死は見られず44千尾の種苗を取り上げた。日齢9までの初期減耗の原因は不明である。日齢9から日齢39までの生残率は38.9%で、他の屋内50kL水槽2面も同じ経過をたどった。

表2 ヤイトハタの種苗生産事例1-2(2006.4.23~6.1)

日齢	水温 (°C)	注水率 (回転/日)	海水使用量 (kL/日)	生産水槽添加物		貝化 石 (kg)	ワムシ (SS型) S型 (億)	アルテミア (ふ化) 養成 (億)	冷凍 コペ (g)	配合 飼料 (g)	全長 (mm)	斃死数 (個体)	備考
				チノコロアジス									
				水量 (kL)	濃度 (万細胞/ml)								
0	24.8	0.0	0										2006.4.22産卵
1	24.7	0.0	0										孵化仔魚492千尾
2	24.9	0.0	0			0.5							散水開始
3	24.6	0.0	0	0.4	1,530	0.5	(3.3)						ストレナ(白1)0.5mm
4	25.0	0.0	0	0.2	1,190	0.5	(1.7)			2.90			ワムシ摂餌確認
5	25.1	0.0	0	0.4	1,030	0.5	(1.4)						
6	24.9	0.0	0	0.4	1,400	0.5	3.0						
7	25.0	0.0	0	0.4	1,200	0.5	2.2						
8	25.5	1.1	55	0.6	1,390	0.5	2.3						エアストーン壁面へ
9	26.4	1.1	57	0.6	1,580	0.5	7.2						夜間計数(113千尾)
10	26.3	0.8	38	0.8	1,840	0.5	6.0			3.82			
11	26.3	0.8	39	0.8	1,610	0.5	2.0						
12	26.3	0.4	20	0.3	1,590	0.6	2.8						
13	26.6	0.8	41	0.3	1,240	0.3	3.2						両側より注水
14	26.9	1.2	58	0.3	1,610	0.3	5.8						
15	27.3	0.9	43	0.5	1,400	0.3	4.7					280	ストレナ(白2)1mm
16	27.5	1.8	90	0.5	1,410	0.3	2.8						
17	27.9	1.2	60	0.6	1,580	0.3	2.7		50	10			
18	28.3	1.2	60	0.2	1,140	0.3	4.4	(0.05)	25	15		334	
19	28.3	2.6	132	SV12:(0.5)		0.3	4.8	(0.07)	50	20			給餌器1台作動
20	28.4	1.4	70	(0.8)		0.3	4.4	(0.07)	50	35		1,178	ストレナ(青1)1.7mm
21	28.1	1.2	59	(0.8)		0.3	4.1	(0.09)	105	44			
22	27.6	1.5	74			0.3	1.8	0.07	115	60		1,082	
23	26.5	1.1	53	(0.4)		0.3	4.1	0.13	147	80			
24	26.7	1.3	67	(0.6)		0.3	3.4	0.26	153	135	9.59	2,510	給餌器1台追加
25	27.2	1.3	67	(0.5)		0.3	1.6	0.22	219	150		532	
26	27.7	1.9	95	(0.6)		0.3	1.7	0.24	240	155		35	
27	27.1	1.8	90	(0.6)		0.3	1.5	0.15	210	200		68	
28	27.0	2.2	110	(0.3)		0.3	1.9	0.18	219	200		59	ふらつき仔魚確認
29	27.4	1.4	70	(0.6)		0.3	1.4	0.43	210	200	15.76	37	
30	28.2	1.8	90			0.3	1.9	0.26	430	200		15	
31	28.0	1.9	94				0.5	0.22	205	250		33	
32	27.6	2.5	125				0.5	0.15	200	250		34	
33	28.0	2.6	130					0.12	300	400		15	
34	28.4	2.9	145					0.14	382	400		15	
35	28.3	2.9	145					0.21	300	400	20.50	18	
36	27.7	2.5	125					0.07	300	500		30	共食い観察
37	26.5	3.2	160						300	700		32	
38	26.2	3.5	175						300	700		36	イリド検体採取
39	26.8	3.5	175							800	24.08	12	取上計数(44千尾)
合計	26.8		2,809	7	1,421	11	SS:6 SV12:(6)	ふ化:0.3 S:83 養成:2.9	4.5kg	5.9kg		6,355	

表3 ヤイトハタ種苗生産に与えた生物餌料と配合飼料(2006年)

水槽名	海水 使用量 (千kL)	生産密度 (尾/kL)	生産数 (千尾)	平均 全長 (mm)	平均 体重 (g)	総魚体 重量 (kg)	チノコロアジス		ワムシ		アルテミア				冷凍コ ペボ ーダ (kg)	配合 飼料 (kg)			
							密度		SS型		S型		孵化				養成		
							数量	湿重量	数量	湿重量	数量	湿重量	数量	湿重量			数量	湿重量	
60-3	2.8	874	43.7	24.1	0.24	10.5	1,421	7	6	6	0.4	83	6	0.3	0.5	2.9	7.5	4.5	5.9
60-4	3.1	1,426	71.3	24.9	0.26	18.8	1,414	7	7	5	0.3	114	8	0.4	0.7	5.6	14.4	8.6	11.5
250-1	6.6	410	98.3	26.7	0.33	32.1	-	-	21	38	2.5	264	19	0.9	1.5	21.6	55.9	18.3	22.1
250-2	5.4	532	127.7	26.7	0.33	41.6	-	-	21	33	2.2	328	24	1.2	2.0	19.8	51.3	17.0	20.5
60-2	2.8	1,442	72.1	25.0	0.27	19.3	1,466	6	8	2	0.1	138	10	0.0	0.0	6.9	17.8	7.3	14.7
合計	21	656	413.1	25.8	0.30	122.3		20	63	84	5.5	927	68	2.7	4.6	56.8	146.8	55.6	74.6

表4 ヤイトハタ種苗一尾当たりの生産に必要とした生物餌料と配合飼料

水槽名	海水 使用量 (L)	生産数 (千尾)	平均 全長 (mm)	平均 体重 (g)	ワムシ				アルテミア				冷凍コ ペボ ーダ (g)	配合 飼料 (g)	合計 (g)	餌料転 換率 (%)
					SS型		S型		孵化		養成					
					数量	湿重量	数量	湿重量	数量	湿重量	数量	湿重量				
60-3	64	43.7	24.1	0.24	14	0.01	190	0.14	0.6	0.01	6.6	0.17	0.10	0.14	0.6	42.4
60-4	44	71.3	24.9	0.26	7	0.00	160	0.12	0.6	0.01	7.8	0.20	0.12	0.16	0.6	43.0
250-1	67	98.3	26.7	0.33	39	0.03	269	0.20	0.9	0.01	22.0	0.57	0.19	0.22	1.2	26.8
250-2	42	127.7	26.7	0.33	26	0.02	257	0.19	0.9	0.02	15.5	0.40	0.13	0.16	0.9	35.6
60-2	39	72.1	25.0	0.27	3	0.00	191	0.14	0.0	0.00	9.5	0.25	0.10	0.20	0.7	38.7
合計	50	413.1	25.8	0.30	20	0.01	224	0.16	0.7	0.01	13.7	0.36	0.13	0.18	0.9	34.5

餌料転換率

生産毎に与えた生物餌料と配合飼料の数量・湿重量の合計を表3に、生産毎種苗一尾当たりに与えた生物

餌料と配合飼料の数量・湿重量の合計を表4に示した。また、生産毎の餌料転換率を比較するため、与えた餌重量と生産した種苗重量より以下の式で餌料転換

率を求めた。

餌料転換率(%) = 種苗重量(kg) / 餌重量(kg) × 100  
 2006年の種苗生産数は413千尾、種苗重量は122.3kgであった。与えた餌はSS型ワムシ84億(5.5kg)、S型ワムシ927億(68kg)、アルテミア60億(152kg)、冷凍コペポーダ56kg、配合飼料75kg合計355kgで海水使用総量は約2万トンであった。種苗一尾(平均体重0.30g)あたりに与えた餌はワムシ244千(0.17g)、アルテミア14千(0.37g)、冷凍コペポーダ0.13g、配合飼料0.18g合計0.86gで海水使用量は50Lであった。餌料転換率は250kL水槽で26.8%と35.6%、50kL水槽で38.7~43.0%と大差はない。

### 年度毎の生産状況と餌料転換率

1997~2006年のヤイトハタ種苗生産の年度毎の生産状況を表5に示した(金城ほか, 1999; 中村ほか, 2000; 大嶋ほか, 2001, 2002; 多和田ほか, 2003, 2004; 仲盛ほか, 2005, 2006, 2007)。要望数を満たすまでの年度毎の生産回数は1~5回、収容数は4~14面、収容容積は400~1,100kLであった。2006年は回次当たり生産数は過去最高であった。生産面・容積当たり最高生産数は2004年であった。単位当たり生産重

量では大型種苗を取り上げた1997年が回次当たり最高であった。

種苗生産に至った生産事例において与えた生物餌料・配合飼料重量と年度毎の餌料転換率の比較を表6に示す(金城ほか, 1999; 中村ほか, 2000)。1999~2005年の生産において与えた生物餌料・配合飼料重量は種苗生産日誌より求めた。1999~2005年度の種苗重量は、仲盛ほか(2003)の求めた以下の関係式より算出した。

$$\text{体重(g)} = 0.2 \times \text{全長(mm)}^{2.952} \times 10^{-4}$$

1998年は配合飼料使用量が不明で餌料転換率は求められない。2004・2005年の生産重量は、種苗取上平均全長が不明のため種苗の取上日齢から推定した。2006年の餌料転換率は34.5%と過去最も高い結果となった。餌料転換率は年度毎の試験の設定条件・魚病の発生・飼育管理条件・種苗の取上日齢など様々な要因により一律に比較することはできない。種苗生産技術の確立されたマダイ・ヒラメなどの他魚種と比較することでヤイトハタ生産の技術レベルと支所での生産環境の優位性を検証できるであろう。

表5 ヤイトハタの年度毎の生産状況

年度	生産数 (千尾)	生産 重量 (kg)	生産回次			収容数(面)				収容容積(kL)			単位当たり生産数(千尾)			単位当たり生産量(kg)		
			生産	廃 棄	計	生産	廃 棄	計	生産 率 (%)	生産	廃 棄	計	回次	面	容積 (/kL)	回次	面	容積 (/kg)
1997	239	175	1	0	1	6	2	8	75	422	300	722	239	30	0.33	<b>175</b>	22	0.24
1998	197	154	2	0	2	5	1	6	83	424	50	474	98	33	0.41	77	<b>26</b>	<b>0.32</b>
1999	247	138	1	1	2	2	6	8	25	500	248	748	124	31	0.33	69	17	0.18
2000	223	120	2	0	2	6	1	7	86	448	24	472	112	32	0.47	60	17	0.25
2001	726	113	3	1	4	7	3	10	70	550	350	900	182	73	0.81	28	11	0.13
2002	511	87	2	1	3	8	2	10	80	600	74	674	170	51	0.76	29	9	0.13
2003	623	105	4	0	4	7	7	14	50	750	350	1,100	156	44	0.57	26	8	0.10
2004	405	88	1	1	2	1	3	4	25	250	150	400	202	<b>101</b>	<b>1.01</b>	44	22	0.22
2005	356	78	2	3	5	4	4	8	50	600	400	1,000	71	45	0.36	16	10	0.08
2006	413	122	1	0	1	5	1	6	83	650	50	700	<b>413</b>	69	0.59	122	20	0.17

表6 ヤイトハタ種苗1尾当たりの生産に必要とした生物餌料・配合飼料重量と餌料転換率の年度比較

年度	海水総 使用量 (L)	種苗 生産数 (千尾)	種苗 重量 (kg)	個体当 たり (g)	生物餌料										人工飼料			餌重量 合計 (g)	餌料転 換率 (%)
					ワムシ				アルテミア				冷凍コ ペ ペ 重量 (g)	配合 飼料 重量 (g)	餌重量 合計 (g)				
					SS型		S型		孵化		養成								
数量 (千)	湿重量 (mg)	数量 (千)	湿重量 (mg)	数量 (千)	湿重量 (g)	数量 (千)	湿重量 (g)	数量 (千)	湿重量 (g)	湿重量 (g)									
1997	155	239	175	0.73	2.1	1.4	392	286	0.0	60.5	1.57	0.00	1.08	2.94	24.9				
1998	不明	197	154	0.78	0.0	0.0	604	440	0.0	54.2	1.40	0.00	不明	—	—				
1999	155	247	138	0.56	14.2	9.3	238	174	0.0	31.5	0.82	0.00	0.81	1.81	30.9				
2000	199	223	120	0.54	20.6	13.5	690	503	0.0	37.2	0.96	0.00	0.82	2.29	23.5				
2001	40	726	113	0.16	4.1	2.7	189	138	0.0	13.3	0.34	0.00	0.16	0.65	24.0				
2002	51	511	87	0.17	4.1	2.7	230	168	0.0	27.0	0.70	0.04	0.13	1.05	16.3				
2003	56	623	105	0.17	16.7	10.9	251	183	0.0	20.3	0.53	0.07	0.13	0.92	18.3				
2004	26	405	88	0.22	4.2	2.7	168	122	0.0	9.4	0.24	0.28	0.39	1.03	21.1				
2005	52	356	78	0.22	7.4	4.9	407	297	0.0	21.2	0.55	0.17	0.38	1.39	15.6				
2006	50	413	122	0.30	20.3	13.3	224	164	0.7	0.01	13.8	0.36	0.13	0.18	0.86	34.5			

### 生産水槽規模の比較

1997~2006年のヤイトハタ種苗生産の容積別の生産率、餌料転換率、生産密度の比較を表7に示す。収容から生産に結びついた生産率は、24kL水槽10回中6

回生産で60%、50kL56回中31回55%、250kL17回14回82%であった。小型水槽の生産では、常に生残状況が把握でき途中廃棄の判断がつけやすいため生産率が低いと思われる。一方、大型水槽では種苗の生残状況が

把握しにくく、種苗の取上まで飼育する機会が多いと考えられた。金城ほか（1999）、大嶋ほか（2001）、仲盛ほか（2007）は、250kL水槽での種苗生産は省力化、生産効率のうえから優れていると報告している。しかしながら、与えた餌の量から水槽容積別に比較した餌料転換率は24kL水槽22.7%、50kL20.8%、250kL21.5%となり、水槽の容積の大小による差は認められない。250kL水槽の餌料転換率が他の小型水槽の転換率と同じ原因は、エボ類症による種苗の大量斃死、種苗現存数を把握できないための過給餌などが考えられる。生産密度は、24kL水槽0.97千尾/kL、50kL0.96千尾/kL、250kL0.68千尾/kLとなり、大型水槽の優位性は認められない。

表7 容積別生産率などの比較

	水槽容積 (kL)		
	24	50	250
収容回数 (面)	10	56	17
生産回数 (面)	6	31	14
廃棄回数 (面)	4	25	3
生産率 (%)	60	55	82
餌料転換率最高 (%)	37.5	43.3	35.6
最低 (%)	6.7	1.9	3.3
平均	22.7	20.8	21.5
生産密度最高 (千尾/kL)	1.83	4.19	1.69
最低 (千尾/kL)	0.15	0.06	0.19
平均	0.97	0.96	0.68

## 大型水槽の特徴

250kL水槽での種苗生産は、容積が大きいため多量の餌量を必要とする反面、低い生産密度でもある程度の生産数を期待できる。また、水槽容積が大きいため飼育環境の許容幅は広く、ある日齢までは順調に飼育できる。しかし、環境を悪化させた場合には容積が大きいだけに環境改善ができずエボ類症により大量斃死を招く。大型水槽での種苗生産は、種苗の取上まで生産数の見通しがつかず、エボ類症の危険性を考慮すると仲盛ほか（2007）の指摘のとおり職人的種苗生産で計画的な生産は望めない。省力化の面では、魚の飼育管理自体は省力化されるが、餌料培養の多大な作業量を考慮すると、総合的に省力化されているとは言い難い。また、エボ類症の発生頻度を考えると、屋内水槽と同等な飼育管理ができず、結果的にエボ類症を誘発しているとも考えられ。

## 2) 二次飼育

### 経過と斃死状況

各水槽で行った二次飼育の合計結果を表8に示した。生簀網は最高14面、最大飼育容積252kL、最大飼育密度は8.2kg/kLとなった。小型種苗413千尾より大型種苗299千尾を生産し、生残率は約70%となった。

7月26日までに208千尾、以降14千尾合計222千尾を配布した。

6月3・13日に銅イオン供給装置の不具合により6万尾（斃死率9%）に達する異常斃死が起きた。7月中旬にかけ1%以下の斃死率で推移し、その後給餌率を下げた期間に、斃死率は1%以上に増加した。多くの斃死魚の頭部は、共食いにより半消化（白化）し、体表の鱗は脱落していた。

飼育密度は、二次飼育開始時6月上旬の1kg/kL以下から、種苗が配布サイズに成長した6月26日には7.3kg/kLに増加した。6月28日までの配布により5kg/kL以下になったものの、度重なる台風により配布は延期され、7月20日にかけ再び8.2kg/kLの密度に上昇した。

給餌率は、全長30~40mmの二次飼育初期には5%前後、全長50~80mmには3%であった。7月13~24日には給餌率を1%前後に下げた。

## 疾病

本島へ配布した種苗の検査でウィルス性神経壊死症（以下VNNと略す）が確認されたため、7月31日に支所に残留する種苗のVNN検査を水産海洋研究センターに依頼し、8月2日に感染が確認された。そのため、残留種苗70千尾を廃棄処分した。

VNNの症状は、一般に転覆病と称され、水面で転覆し水底で活力無く横臥する個体が種苗生産から養殖場で観察される。今年度の種苗生産~二次飼育にかけ水面に転覆する個体は、日齢10以前の斃死仔魚以外に観察されていない。二次飼育中に水底で斃死していた個体には共食いの痕跡が残り、本症の症状は観られなかった。しかし、VNN感染確定後には水面で転覆する個体が散見された。

## 3) 配布

種苗配布は、平均全長62.5mmに成長した6月27日~9月6日に行ない、配布状況を表9に示した。合計15回34件の配布で222千尾の大型種苗を配布した。

本島への配布は、合計4回12件で76千尾を輸送した。仲盛ほか（2003）によりヤイトハタ種苗の輸送可能収容密度は約90g/Lと報告されているが、フェリー輸送による水温上昇を考慮し、今回は最大輸送密度を60g/kLに設定した。今回の輸送において、酸素欠乏による大量斃死は観察されていない。ただし、1件の輸送で、輸送密度は低いにもかかわらず、輸送時に種苗生産で使用するエアーストーン（KA-50R）を使用したため酸素の溶存量が低く、約10%2千尾の種苗を酸欠死させた事例があった。

表8 ヤイトハタ二次飼育の経過

二次飼育日数	日齢	日時	水温(°C)	飼育尾数(個体)	飼育魚体重(kg)	平均全長(mm)	平均体重(g)	斃死数(個体)	累積斃死数(個体)	累積斃死亡率(%)	斃死重量(kg)	斃死亡率(%)	出荷数(個体)	出荷重量(kg)	水槽面積(㎡)	水槽容積(kL)	飼育密度(kg/kL)	給餌量		給餌率(%)	
																		コベ(kg)	配合(kg)		
1	40	6/1		413,178			0.3		0	0.0	0				2	36				1	
2	41	6/2		413,178			0.3		0	0.0	0				2	36				2	
3	42	6/3	26.5	413,178			0.3	39,244	39,244	9.5	13	9			3	54		0.4		1	
4	43	6/4	26.8	373,934			0.3	4	39,248	9.5	0	0.0			3	54		0.6		2	
5	44	6/5	27.4	373,930			0.3	7	39,255	9.5	0	0.0			3	54		0.6			
6	45	6/6	27.3	373,923			0.3	207	39,462	9.6	0	0.1			4	72		0.3		3	
7	46	6/7	27.0	373,716			0.3	658	40,120	9.7	0	0.2			5	90		0.7		7	
8	47	6/8	27.3	373,058	123	26.6	0.3	676	40,796	9.9	0	0.2			7	126	1.0	0.9		12	9.5
9	48	6/9	27.0	372,382			0.3	1,798	42,594	10.3	1	0.5			8	144				9	
10	49	6/10	27.2	370,584			0.3	374	42,968	10.4	0	0.1			8	144		1.0		18	
11	50	6/11	26.3	370,210			0.3	895	43,863	10.6	0	0.2			8	144		1.0		25	
12	51	6/12	26.3	369,315	281		0.8	1,306	45,169	10.9	1	0.4			10	180	1.6			9	3.2
13	52	6/13	27.3	368,009			0.8	33,361	78,530	19.0	25	9.1			12	216		0.9		20	
14	53	6/14	27.0	334,648			0.8	2,347	80,877	19.6	2	0.7			12	216				20	
15	54	6/15	27.5	332,301	465	42.1	1.4	660	81,537	19.7	1	0.2			12	216	2.2			28	6.0
16	55	6/16	28.2	331,641			1.4	859	82,396	19.9	1	0.3			11	198				28	
17	56	6/17	28.3	330,782			1.4	1,206	83,602	20.2	2	0.4			10	180				29	
18	57	6/18	28.4	329,576			1.4	713	84,315	20.4	1	0.2			10	180				23	
19	58	6/19	28.3	328,863			1.4	449	84,764	20.5	1	0.1			13	234				31	
20	59	6/20	28.4	328,414			1.4	1,585	86,349	20.9	2	0.5			13	234				22	
21	60	6/21	28.6	326,829			1.4	2,832	89,181	21.6	4	0.9			14	252				30	
22	61	6/22	28.2	323,997			1.4	445	89,626	21.7	1	0.1			10	180				37	
23	62	6/23	28.3	323,552			1.4	346	89,972	21.8	0	0.1			10	180				41	
24	63	6/24	29.8	323,206			1.4	401	90,373	21.9	1	0.1			10	180				44	
25	64	6/25	28.5	322,805			1.4	261	90,634	21.9	0	0.1			10	180				45	
26	65	6/26	30.1	322,544	1,322	62.5	4.1	113	90,747	22.0	0	0.0			10	180	7.3			34	2.6
27	66	6/27	29.4	322,431	1,322	62.5	4.1	296	91,043	22.0	1	0.1	9,500	39	14	252				29	2.2
28	67	6/28	29.5	312,635	1,125	61.0	3.6	407	91,450	22.1	1	0.1	35,500	128	14	252	4.5			31	2.8
29	68	6/29	29.7	276,728	996	61.0	3.6	661	92,111	22.3	2	0.2	56,352	203	14	252				27	2.7
30	69	6/30	29.5	219,715	791	61.0	3.6	411	92,522	22.4	1	0.2	11,000	40	7	126				24	3.0
31	70	7/1	29.6	208,304			3.6	449	92,971	22.5	2	0.2			8	144				35	
32	71	7/2	30.3	207,855			3.6	123	93,094	22.5	0	0.1			8	144				14	
33	72	7/3	30.2	207,732	893	64.7	4.3	437	93,531	22.6	2	0.2	15,972	69	8	144	6.2			22	2.5
34	73	7/4	30.3	191,323			4.3	182	93,713	22.7	1	0.1			8	144				35	
35	74	7/5	30.1	191,141	860	65.7	4.5	218	93,931	22.7	1	0.1	19,000	86	9	162	5.3			28	3.3
36	75	7/6	30.3	171,923			4.5	105	94,036	22.8	0	0.1			8	144				27	
37	76	7/7	30.8	171,818			4.5	183	94,219	22.8	1	0.1			8	144				30	
38	77	7/8	30.8	171,635			4.5	240	94,459	22.9	1	0.1			8	144				42	
39	78	7/9	30.1	171,395			4.5	531	94,990	23.0	2	0.3			8	144				15	
40	79	7/10		170,864			4.5	965	95,955	23.2	4	0.6			8	144				32	
41	80	7/11		169,899	883	69.0	5.2	1,056	97,011	23.5	5	0.6	32,288	168	10	180	4.9				
42	81	7/12		136,555			5.2	1,284	98,295	23.8	7	0.9			7	126				22	
43	82	7/13	29.7	135,271			5.2		98,295	23.8	0	0.0			9	162				19	
44	83	7/14	27.3	135,271			5.2	566	98,861	23.9	3	0.4			10	180				14	
45	84	7/15	26.8	134,705			5.2	1,718	100,579	24.3	9	1.3			9	162				18	
46	85	7/16	27.3	132,987			5.2	511	101,090	24.5	3	0.4			9	162				15	
47	86	7/17		132,476			5.2	460	101,550	24.6	2	0.3			9	162				16	
48	87	7/18		132,016	1,228	84.6	9.3	563	102,113	24.7	5	0.4	4,199	39	9	162	7.6			15	1.3
49	88	7/19	28.3	127,254			9.3	419	102,532	24.8	4	0.3			8	144				7	
50	89	7/20	29.3	126,835	1,180	84.6	9.3	891	103,423	25.0	8	0.7	12,000	112	8	144	8.2			11	0.9
51	90	7/21	28.5	113,944	1,060	84.6	9.3	853	104,276	25.2	8	0.7	6,114	57	8	144	7.4			5	0.5
52	91	7/22	29.0	106,977			9.3	1,296	105,572	25.6	12	1.2			7	126				13	
53	92	7/23	28.4	105,681			9.3	1,369	106,941	25.9	13	1.3			6	108				12	
54	93	7/24	29.3	104,312			9.3	1,410	108,351	26.2	13	1.4			6	108				15	
55	94	7/25	28.3	102,902			9.3	1,476	109,827	26.6	14	1.4			7	126				20	
56	95	7/26	28.0	101,426	698	78.4	6.9	1,162	110,989	26.9	8	1.1	6,204	43	7	126	5.5			24	3.4
57	96	7/27		94,060			6.9	840	111,829	27.1	6	0.9			7	126				22	
58	97	7/28		93,220	727		7.8	1,035	112,864	27.3	8	1.1			7	126	5.8			22	3.0
59	98	7/29	28.3	92,185			7.8	674	113,538	27.5	5	0.7			7	126				20	
60	99	7/30	28.3	91,511			7.8	1,520	115,058	27.8	12	1.7			7	126				9	
合計								115,058			223		208,129	981				6	1,207		

表9 ヤイトハタ種苗配布状況

配布先	件数	用途	配布数(尾)	平均全長(mm)	配布密度(g/kL)	年月日	支所水温(°C)
伊平屋村漁協	1	養殖	22,000	60.8	38.8	6/29	29.7
水海研セ	1	試験	6,000	60.8	23.4	6/29	29.7
名護漁協	1	養殖	10,998	76.0	54.0	7/11	30.0
伊江漁協	2	養殖	21,290	69.1	57.0	7/11	30.0
北谷町漁協	1	養殖	200	84.6	37.2	7/18	28.3
渡嘉敷漁協	3	養殖	3,798	84.6	37.2	7/18	28.3
与那城町漁協	3	養殖	12,000	80.9	52.2	7/20	29.3
本島小計	4回12件		76,286				
八重山漁協	16	養殖	104,736	69.0	-	6/27~7/26	26.8~30.8
	2	試験	6,337	116.0	-	9/1・6	30.0
	1	養殖	26,972	63.0	-	6/30・7/3	29.5, 30.2
	1	試験	7,650	98.7	-	8/25	29.0
八重山支庁	1	試験	500	98.7	-	8/25	29.0
八重山小計	11回22件		146,195				
合計	15回34件		222,481			6/27~9/6	26.8~30.8

石垣島内では、合計11回22件で146千尾の種苗を配布した。輸送に伴う斃死は分岐管を使用した輸送において、養殖場到着後の種苗取上時に片方の活魚タンクの水位を下げ別タンクの酸素が止まり1.5千尾の種苗を酸欠死させた事例が1件発生した。

配布期間中の7月6～24日に台風3～5号が来襲し配布は大幅に延期された。

#### 4. 今後の課題

種苗生産の注水率は、施設運営費・生物餌料の投与量に作用する飼育設定であり、低注水での種苗生産による経費節減・餌料転換率の向上を屋内50kL水槽で目指す。

支所では二次飼育において、施設規模に限界があり、30℃を越す7～9月に20万尾を越す配布種苗を低注水率・高密度・大量に飼育することは健苗性を維持するうえで好ましい状態ではなく、VNNなど発生の危険性が極めて高い。また、台風に伴い種苗配布は頻繁に延期され、計画的な配布を望めない。この間も種苗は成長し、飼育環境を人為的に安定・管理することはできない。今後は、早期採卵による早期生産で6月中に配布するか、飼育環境の悪化する7～9月の二次飼育を沖縄県栽培漁業センターに分散させるなどの対応が求められる。あるいは、高水温期の生産密度を考慮した健苗性を保証できる二次飼育数の見極めが必要である。更に、支所本来の他の研究・他魚種の種苗生産・親魚養成・養殖試験などとヤイトハタの生産事業が重複した場合には業務の絞り込みが必要となる。

#### 文 献

金城清昭, 中村博幸, 大嶋洋行, 仲本光男, 1999: 大型水槽によるヤイトハタの種苗量産. 平成9年度沖縄県水産試験場事業報告書, 142-148.

金城清昭, 中村博幸, 大嶋洋行, 仲本光男, 1999: 1997年のヤイトハタ種苗生産の概要. 平成9年度沖縄県水産試験場事業報告書, 139-141.

木村基文, 本永文彦, 中田祐二, 仲村伸次, 真境名真弓, 石垣 新, 2002: ハマフエフキの種苗生産. 平成12年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書, 沖裁セNo.13, 28-37.

本永文彦, 木村基文, 中田祐二, 仲村伸次, 真境名真弓, 石垣 新, 2002: マダイの種苗生産. 平成12年

度沖縄県栽培漁業センター事業報告書, 沖裁セNo.13, 39-41.

仲盛 淳, 大嶋洋行, 勝俣亜生, 仲本光男, 呉屋秀夫, 2002: ヤイトハタの大型水槽による種苗量産試験Ⅲ. 平成12年度沖縄県水産試験場事業報告書, 172-174.

仲盛 淳, 多和田真周, 勝俣亜生, 仲本光男, 2003: ヤイトハタ種苗の輸送試験(ヤイトハタ種苗量産養殖技術開発試験). 平成13年度沖縄県水産試験場事業報告書, 154-156.

仲盛 淳, 狩俣洋文, 仲本光男, 呉屋秀夫, 2005: ヤイトハタ種苗生産事業. 平成15年度沖縄県水産試験場事業報告書, 169-172.

仲盛 淳, 狩俣洋文, 仲本光男, 呉屋秀夫, 2006: ヤイトハタ種苗生産事業. 平成16年度沖縄県水産試験場事業報告書, 149-155.

仲盛 淳, 狩俣洋文, 仲本光男, 呉屋秀夫, 2007: ヤイトハタ種苗生産の概要(ヤイトハタ種苗生産事業). 平成17年度沖縄県水産試験場事業報告書, 200-203.

仲盛 淳, 狩俣洋文, 仲本光男, 呉屋秀夫, 2007: ヤイトハタの大型水槽による種苗生産(ヤイトハタ種苗生産事業). 平成17年度沖縄県水産試験場事業報告書, 204-206.

中村博幸, 大嶋洋行, 仲盛 淳, 仲本光男, 2000: 1998年度ヤイトハタ種苗生産. 平成10年度沖縄県水産試験場事業報告書, 152-155.

大嶋洋行, 仲盛 淳, 岩井憲司, 仲本光男, 2001: 1999年度ヤイトハタ種苗生産の概要. 平成11年度沖縄県水産試験場事業報告書, 139-141.

大嶋洋行, 仲盛 淳, 岩井憲司, 仲本光男, 2001: ヤイトハタの大型水槽による種苗量産試験Ⅱ. 平成11年度沖縄県水産試験場事業報告書, 142-145.

大嶋洋行, 仲盛 淳, 勝俣亜生, 仲本光男, 呉屋秀夫, 2002: 2000年度ヤイトハタ種苗生産の概要. 平成12年度沖縄県水産試験場事業報告書, 170-171.

多和田真周, 仲盛 淳, 勝俣亜生, 仲本光男, 2003: ヤイトハタ種苗生産. 平成13年度沖縄県水産試験場事業報告書, 151-153.

多和田真周, 仲盛 淳, 狩俣洋文, 仲本光男, 2004: 2002年度ヤイトハタ種苗生産. 平成14年度沖縄県水産試験場事業報告書, 163-165.