

2020年のヤイトハタ種苗生産と二次飼育 (栽培漁業センター生産事業費)

山内 岬*1・木村基文*2・大瀧庸平*3

令和2年度ヤイトハタ種苗の配付要望(計99.4千尾・全長範囲40~100mm)を満たす良質な種苗を生産するため大型水槽を用いた一次飼育(種苗生産)と各要望サイズに達するまでの二次飼育(中間育成)を実施した。

材料及び方法

(1) 一次飼育(種苗生産)

2020年3月25日から5月1日にかけて、栽培漁業センター(以下、栽培センター)で養成中のヤイトハタ親魚から得られた計9,574gの受精卵を一次飼育に供した。3月生産回次(以下、1R生産)の収容卵は、人工採卵により得られた卵を用い、5月生産回次(以下、2R生産)の収容卵は自然産卵で得られたものを用いた(表1)。

生産方法は、木村ほか(2017)による循環式種苗生産を採用し、飼育水槽として屋内のコンクリート製円形水槽(容量50kL×9面)と八角形水槽(容量100kL×1面)、ろ過沈殿槽として自然日照条件の同水槽(容量50・100kL×各1面)を使用した。ろ過沈殿槽には、飼育排水に含まれるアンモニア態窒素の硝化作用を目的にカキ殻や多孔質ろ材(発泡ガラス製)を敷設し、その他栄養塩類を吸収させる目的で少量の緑藻類(アナアオサ)を投入した。循環水の流路は各飼育水槽から一次ろ過沈殿槽(容量100kL)、二次ろ過沈殿槽(容量50kL)、各飼育水槽の順になるように圧送ポンプを配置した。飼育水槽の注水条件は、卵収容から日齢10前後までは止水またはろ過海水による微注水管理を行い、その後、日間0.3~0.5回転/槽の範囲でろ過沈殿槽と循環させた。循環率は、仔魚の生残や水質状況に応じて徐々に増加させ、最大0.7回転/槽まで調節した。飼育期間中は、仔魚の浮上斃死や水面油膜の発生および蒸発による水量低下等を防止するため、水面方向に散水されるように設置した小型スプリンクラー(飛半径1~2m・各2基/槽)を用いて微量(毎分1~2L)のろ過海水を注水した。各飼育水槽の通気は、壁面付近に長さ1mのユニホースを5本、エアストーンを5カ所、中央付近1、2

カ所に配置した。ストレーナーは水槽中央に設置し、成長や循環率に合わせて網の目合いを変更した。

初回給餌は、仔魚の開口が確認された日齢3の早朝に行いスーパー生クロレラV12(以下、SV12:クロレラ工業製)による24時間の栄養強化(250~400mL/億個体/日)を行ったS型ワムシ大分株を10~20個体/mLの目標密度で与えた。水槽内のワムシ密度は、毎日朝と昼に計数し、飼育水中に残存するワムシの飢餓防止と照度調節および水質改善を目的として、自家培養した濃縮ナンノクロロプシス(細胞密度平均37億cell/mL)またはSV12を適量添加した。仔魚の摂餌により、水槽内のワムシ密度が目標密度を下回った場合は、適宜栄養強化ワムシを追加給餌した。アルテミアは塩素処理により外殻を除去したユタ産アルテミアを使用し、仔魚が全長4mm以上に達した日齢10前後からふ化幼生を与え日齢25以降は、スーパーカプセルパウダー(クロレラ工業製)による栄養強化(4~7g/千個体)後の養成個体を1~2回/日の頻度で適量を与えた。海産稚魚用配合飼料(銘柄:おとひめ)は、日齢10前後から少量の手撒き給餌を開始し、日齢20以降は、タイマー式自動給餌機(DF-220B:中部海洋開発社製)を水槽容積50kLあたりに1台ずつ設置し、仔魚の成長と生残率に合わせて吐出する飼料の量と粒径および頻度を増やした。冷凍コペポータ(雅1,2号:サイエンテック社製)は、日齢10以降から与え、仔魚の成長に応じて量と回数を増大させた。また、生産期間中は各槽1日あたり1回の頻度で底質環境の改善と水質安定化を目的に貝化石(ロイヤルスーパーグリーン,グリーンカルチャ社製)または化石サンゴ(ナグラシ3号,コーラルインターナショナル社製)を適量散布した。

(2) 二次飼育(中間育成)および種苗出荷

一次飼育で生産した種苗は、同様のコンクリート製50kL水槽に設置したナイロンモジ網(縦2m×横3.5m×丈1.5m:容量10kL・縦4m×横4m×丈1.5m:容量24kL・目合:3

*1E-mail: ymuchimi@pref.okinawa.lg.jp

*2現所属:水産海洋技術センター石垣支所

*3令和2年度退職

～5mm) に收容し、循環飼育または無ろ過の表層海水による掛流飼育(換水率: 1.0～1.5 回転/日)を行った。初期の池替えはいずれの飼育方法でも3～5日毎を目安に実施し、共食い防止を目的とした大小選別(スリット幅: 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5, 6, 7, 8, 10mm)を適宜実施しながら成長に合わせて最大10面の網で飼育した。掛流飼育の水槽には、海水殺菌を目的として銅イオン発生装置(和光技研社製)を設置し、銅イオン濃度を50～100µg/Lの範囲で維持した。

二次飼育開始初期の給餌は、主に市販のマダイ育成用EP飼料(銘柄: ノヴァ・マダイ EP メジャー)を与えた。また平均全長70mmを超えた中後期にかけては、県内に水揚げされる生鮮マグロ類の加工残さが主原料のDP飼料(銘柄: ヤイトハタ、沖縄県飼料協業組合製)をEP飼料の代替として混合給餌した。必要に応じて冷凍コペを適量(約100g/日/網)与えた。配合飼料は、全てタイマー式自動給餌機(さんし郎 KS-05L・15L, 松坂製作所社製)を用いて与え、毎日の日の出直後から日没直前までに所定の給餌量が吐出されるように設定した。一次飼育の取揚直後から平均全長50mmまでの日間給餌率は、総魚体重量の10%を目安に調整し、その後成長に合わせて段階的に1～2%まで減少させた。要望サイズが全長50mm以上の出荷群は、全てコンベア式フィッシュカウンタ(大阪 NED マシナリー社製)を使った自動計数と外観判別による形態異常個体の間引き選別を実施した後、各群から無作為に採取した30尾の体サイズを測定し、水産生産物譲渡規定に基づいて各要望者へ譲渡(出荷)した。また

配付種苗の健苗性に関する情報を得るため、軟X線非破壊検査装置(M-60, ソフテックス社製)を用いた軟X線画像撮影を行い、脊椎骨異常と鰾形成不全個体の有無を観察した。

結果及び考察

(1) 一次飼育(種苗生産)

一次飼育における各水槽の生産成績を表1に示した。本年度は2回合わせて5水槽から合計163千尾の種苗を取揚げた。人工授精由来の卵を使用した1R生産は、收容した10水槽中6水槽で日齢3以降に多数の浮上斃死、2水槽でふ化異常が観察され、生産中止事例が多く生じた。また、2水槽で日齢24以降の中期減耗が生じ、種苗の量産に成功した水槽は100kL水槽のみであった。

(2) 二次飼育(中間育成) および種苗出荷

二次飼育期間中の生産成績を表2、期間中の平均水温および育成数と收容密度を図1に示した。本年度は最大130千尾で育成を行い、出荷した85.5千尾のうち、89.7%にあたる76.4千尾を養殖用種苗、10.3%にあたる8.8千尾を放流用種苗に供した(表3)。飼育日数は、205日間に及び期間中は計165回の大小選別を実施した。主な出荷先は、県内漁協に所属する生産者であり、合計26件の譲渡手続を行った(表3)。配付数の変更要望は、全体の53%に及ぶ10者から提出され、新型コロナウイルス感染症の影響による減数調整または全数キャンセルの合計が当初要望数の30%(30.7千尾)に及んだ。変更後の数量に対する配付数の

表1 令和2(2020)年度のヤイトハタ種苗生産結果

生産回次 水槽名	1R										2R					合計 (平均)				
	F-3	F-4	F-5	F-8	F-9	F-10	100-1	100-2	F-1	F-6	F-8	F-7	100-2	F-4	F-9					
水槽容量 (kL)	55										100					55				
生産方法 (循環/掛流)	循環										循環					55				
卵收容日 (月日)	3/25										3/26					4/19	4/21	4/28	5/1	
卵由来 (栽七/石垣支所)	栽七										栽七					栽七	栽七	栽七	栽七	
採卵方法 (自然/人工授精)	人工採卵										人工採卵					自然産卵	自然産卵			
收容卵																				
湿重量 (g)	28	693	311	249	704	399	1088	911	1104	924	405	458	790	748	790	9,602				
收容数 (千粒)	47	1,589	757	564	1,713	603	2,348	1,821	2,141	2,088	680	772	1,297	1,132	1,195	18,746				
卵径 (mm)	ND										0.9					0.91	0.91	0.92		
gあたり卵数 (粒/g)	ND										1,680					1,686	1,642	1,513	1,630	
正常胚発生率 (%)	ND										50.0					58.0	84.3	88.8	69.0	
ふ化率 (%)	ND	45.5	86.1	1.6	52.2	6.5	26.8	14.9	47.0	48.8	84.8	63.0	42.7	39.0	43.3	59.8				
ふ化仔魚收容数 (千尾)	255	723	652	9	894	39	630	272	1,007	1,020	577	487	554	442	518	8,079				
開始密度 (千尾/kL)	4.6	13.1	11.9	0.2	16.3	0.7	11.5	4.9	18.3	18.5	10.5	8.8	10.1	8.0	9.4	9.8				
取揚成績																				
取揚日 (産卵)	4/30	4/8	4/8	3/27	4/8	3/27	5/3・11	4/4	4/23	5/2	5/26	5/26	6/8・15	5/19	5/21	-				
日齢 (日)	35	13	13	1	13	1	38・46	9	27	36	37	35	41・48	18	20	-				
平均全長 (mm)	-	-	-	-	-	-	18.2	-	-	19.8	17.4	18.8	15.9	-	-	18.0				
推定取揚尾数 (千尾)	-	-	-	-	-	-	48.8	-	-	3.7	19.7	61.3	45.4	-	-	178.9				
生産密度 (千尾/kL)	-	-	-	-	-	-	0.49	-	-	0.07	0.36	1.11	0.45	-	-	0.5				
生残率 (%)	-	-	-	-	-	-	7.8	-	-	0.4	3.4	12.6	8.2	-	-	6.5				
給餌等																				
濃縮ナンノ (L)	72	30	29	0	31	0	239	34	60	77	65	61	206	34	33	971				
淡水クロレラ (L)	5	2	2	0	2	0	8	2	4	3	9	8	17	4	5	72				
S型ワムン大分株 ¹⁾ (g)	2,284	342	483	0	444	0	6,417	485	1,686	1,877	2,965	2,335	6,599	1,197	1,275	28,389				
ふ化アルテミア ²⁾ (g)	439	0	0	0	0	0	1,068	0	109	109	782	1,003	2,474	38	394	6,416				
養成アルテミア ³⁾ (g)	1,362	0	0	0	0	0	7,444	0	120	1,460	1,707	2,918	2,724	0	67	17,802				
冷凍コペボード (g)	1,875	0	0	0	0	0	13,900	0	488	2,420	6,003	11,960	19,998	204	408	57,256				
配合飼料 (g)	1,775	0	0	0	0	0	14,691	0	652	3,862	4,809	8,584	12,486	132	219	47,210				
貝化石 (g)	5,750	2,000	2,000	0	2,000	0	10,500	2,500	2,250	2,250	1,500	1,500	2,250	1,500	1,500	37,750				
化石サンゴ (g)	1,350	750	750	0	750	0	12,750	0	2,250	3,750	9,750	10,250	19,950	2,000	2,750	67,050				
一般水質(平均値)																				
水温 (°C)	26.1	26.2	26.0	26.5	26.0	26.5	26.1	26.0	26.0	26.4	26.7	26.8	26.7	27.1	26.9	26.4				
溶存酸素量 (mg/L)	7.54	7.60	7.80	8.22	7.80	8.22	7.05	7.83	7.49	7.13	6.82	6.72	6.67	6.70	6.64	7.35				
pH (Unit)	7.85	8.03	8.05	8.22	8.05	8.22	7.66	8.10	7.83	7.87	7.78	7.74	7.61	7.85	7.83	7.91				
塩分 (psu)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
飼育用水	ろ過海水										ろ過海水									

*1: 65.0g/億個体 *2: 1,690g/1,000万個体 *3: 2,590g/1,000

表2 令和2(2020)年度のヤイトハタ二次飼育結果

生産 回次	一次飼育			二次飼育														
	飼育 日数	生産数 (千尾)	飼育 日数 (日齢)	育成数			処分数			減耗数			給餌量				生残率 ^{*2} (%)	サイズ 選別数 (回)
最大 (尾)	配付 (尾)	余 剩 (尾)	形態異常 (尾)	小 型 (尾)	生産調整 (尾)	斃 死 (尾)	疾 病 (尾)	共 食 ^{*1} (尾)	EP (kg)	DP (kg)	コベ (kg)	合計 (kg)						
1-7	46	48.8																
1-10	36	3.7																
2-1	37	19.7	47~205 (49~218)	130,000	76,390	8,751	1,043	605	0	14,064	0	29,147	924	245	32	1,200	66.8	165
2-2	35	61.3																
2-3	48	45.4																

*1: 共食=最大育成数- (配付+余剩+形態異常+小型+斃死+疾病) *2: 生残率= (生産数+形態異常+小型) / (最大育成数-生産調整) *100.

表3 令和2(2020)年度ヤイトハタ種苗の譲渡結果

種苗要望者	要望尾数		件数 (回)	配付数 (尾)	充当率 (%)	配付サイズ (mm)			総重量 (kg)	譲渡時期
	(当初)	(変更後)				平均値	最大値	最小値		
県内漁協(沖縄島周辺)	43,450	25,250	9	29,025	115	76	117	50	247	2020年6~8月
県内漁協(石垣島)	47,000	38,500	8	41,970	109	75	142	28	268	2020年6~9月
民間企業	3,000	3,500	2	3,850	110	102	118	85	71	2020年8月
財団法人	5,900	900	1	990	110	68	58	48	2	2020年6月
試験研究機関	0	505	2	555	110	91	132	100	14	2020年7・9月
栽培セ(放流試験用-R2生)	-	8,751	3	8,751	100	154	183	108	553	2020年10・11月
栽培セ(放流試験用)	-	379	1	379	100	228	357	163	85	2020年11月
合 計	99,350	77,785	26	85,520	110	-	-	-	1,240	

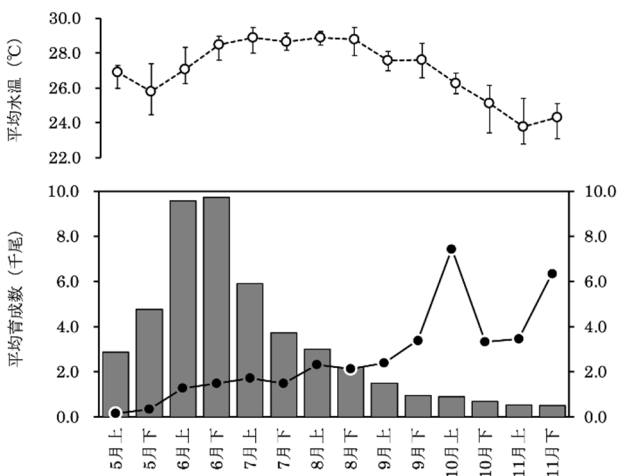


図1 令和2(2020)年度ヤイトハタ二次飼育期間中の平均水温および育成数と収容密度の推移。上段の誤差範囲は各期間に記録された水温の最大値と最小値を示す。下段は棒グラフが各期間の育成数の平均値を示し、折れ線が大小選別または出荷時の体サイズ測定結果から推定した収容密度の平均値を示す。

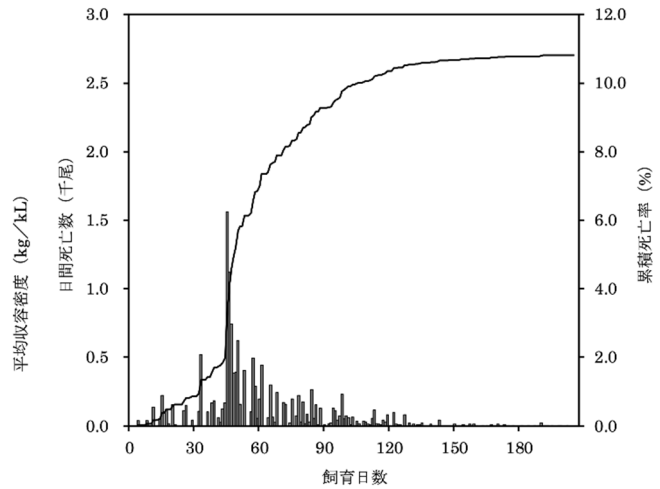


図2 令和2(2020)年度ヤイトハタ二次飼育における死亡魚の発生状況。棒グラフが日間死亡数を示し、折れ線が累積死亡率を示す。

充当率は、平均 110%であった。

各出荷選別作業中に間引いた形態異常魚と小型魚を含む出荷魚の生残率は 66.8%であった。毎日の死魚回収で死亡が確認された個体は、そのうち 10.8%と少なく、大半が死魚を回収できなかったことから、共食いによる死亡が主な減耗要因であると推察された。特に、2回次の生産において飼育開始30日以内の頻繁な後追い行動と共倒れによる斃死魚が確認され、高い減耗率を示した(図 2)。二次飼育期間中に与えた給餌量の合計は 1,200kg に達し飼料種別の重量内訳は EP(単価:346~437 円/kg)が 77.0%, DP(単価:175 円/kg)が 20.4%および冷凍コペ(単価:2,000 円/kg)が 2.6%であった。また、出荷魚の総重量は 711.2kg であったことから、出荷魚 1.0kg あたりの生産に要した飼料は 1.7kg と推定された。

軟X線画像の撮影は、総出荷件数の 65%にあたる 17 件の配

付種苗で実施し、平均全長 43.3~102.0mm の出荷群から計 270 個体を観察した。その結果、各出荷群の脊椎骨異常個体の出現率は平均 6.7%(範囲:0~20.0%)、鰭形成不全個体は平均 27.0%(範囲:3.3~46.7%)であった。脊椎骨異常個体の多くは椎骨の癒合や屈曲・変形を伴う軽度の前弯症であり、いずれも外観判別では正常魚と識別困難な個体が多かった。異常が生じた椎骨の 38.3%は腹椎(第 1~10 椎骨)、61.7%は尾椎(第 11~23 椎骨)で生じていることが確認された。

文 献

木村基文, 山内 岬, 岸本和雄, 2017: ナンノクロロプシス培養水槽をろ過沈殿槽として利用したヤイトハタの循環式種苗生産。沖縄県水産海洋技術センター事業報告書 76,126 -134