

## 2018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)

山内 岬\*, 木村基文

平成30年度ヤイトハタ種苗の配付要望(計162.5千尾・全長範囲40~120mm)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)

2018年4月21日から5月16日にかけて、栽培漁業センター(以下、栽培センター)または水産海洋技術センター石垣支所(以下、石垣支所)で養成中のヤイトハタ親魚から得られた計5,902gの受精卵を一次飼育に供した。4月生産回次(以下、1R生産)の収容卵は、全て栽培センター親魚群から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)の収容卵は全て石垣支所親魚群から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)、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。ろ過沈殿槽は飼育水槽と循環を開始する約20日前に紫外線殺菌処理を行った砂ろ過海水(以下、UV海水)を貯水し、飼育排水に含まれる栄養塩類を吸収させる目的で少量の緑藻類(アナオサ)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UV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1.5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UV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交換した。

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21~43億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・ラブラアバ)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-220B0,中部海洋開発社製)を各槽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1,2,3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。体サイズ差に起因する攻撃行動が観察され始める日齢30以降には、同日に産卵が確認されたハマフエフキの受精卵を適量与え、共食い防止と栄養状態の改善を試みた。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)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

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

1.5m : 容量10kL・目合 : 3, 5mm) に收容し, 循環飼育または無ろ過の表層海水 (以下, 生海水) 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 18 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, 飼育水中の銅イオン濃度を 50~150ppb 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, 必要に応じて冷凍コペを適量 (約 100g/日/網) 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. 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ー (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, 脊椎骨異常と鰭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 回次合わせて 8 水槽から合計 571.6 千尾の種苗を生産した. 1R 生産は本県で初めて人工授精由来の卵を用いたヤイトハタの種苗量産であり, 收容した 5 水槽中 2 水槽で日齢 3 以降に多数の浮上斃死が観察され, 生産中止事例が生じた. 一方, 取揚に成功した 3 水槽で合わせて 122.2 千尾の人工種苗を生産できたことから, 従来の自然産卵による生産に加えて, 人為的な手法により得られた卵でも量産可能であることが示された. 栽培センターで養成されるヤ

表 1 平成 30 (2018) 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-1	F-2	F-3	F-6	F-7	F-8	F-1	F-5	F-6	F-9	
水槽容量 (kL)			55					55			
生産方法 (循環/掛流)	掛流	循環	循環	掛流	循環	循環	循環	循環	循環	循環	
卵收容日 (月/日)	4/22	4/21, 22	4/21	4/22	4/22	5/12 5/14	5/14	5/14	5/14	5/14	5/14
卵由来 (栽セ/石垣支所)			栽セ					石垣支所			
採卵方法 (自然/人工授精)			人工授精					自然産卵			
收容卵											
湿重量 (g)	618	256	836	546	590	146 369	629	622	639	651	5,902
收容数 (千粒)			1,872			222 733	1,252	1,237	1,271	1,295	7,883
卵径 (mm)			0.89			0.91		0.90			0.90
gあたり卵数 (粒/g)	ND	ND	2,234	ND	ND	1,526		1,989			1,916
正常胚発生率 (%)			90.9			43.4		63.5			65.9
ふ化率 (%)			45.8			51.5 58.8	47.0	53.4	61.9	61.1	54.2
ふ化仔魚收容数 (千尾)	396	1,238	858	127	451	543	594	660	787	792	6,445
開始密度 (千尾/kL)	7.2	22.5	15.6	2.3	8.2	9.9	10.8	12	14.3	14.4	11.7
取揚成績											
取揚日 (廃棄) (月/日)	5/3	6/4	6/4	5/2	6/5	6/20	6/19	6/20	6/20	6/20	-
日齢 (日)	10	43	44	9	42	36	36	37, 44	38	41	-
全長範囲 (mm)		19-30	14-30		20-30	11-25	15-23	14-24	14-22	15-22	11-30
平均全長 (mm)		24.7	23.3		24.9	18.8	19.5	20.7	18.5	19.2	21.2
推定取揚尾数 (千尾)		18.2	72.9		31.1	54.1	20.8	177.9	43.3	153.3	571.6
生産密度 (千尾/kL)		0.33	1.33		0.57	0.98	0.38	3.23	0.79	2.79	1.3
生残率 (%)		1.5	8.5		6.9	9.9	3.5	27.0	5.5	19.4	10.3
給餌等											
濃縮ナンノ (L)	24	98	102	16	94	75	70	123	64	102	767
淡水クロレラ (L)	2	14	14	2	14	10	8	9	8	9	90
S型ワムシ大分株 <sup>1)</sup> (g)	223	3,477	5,830	689	4,235	3,788	3,787	7,947	4,080	5,168	39,222
ふ化アルテミア <sup>2)</sup> (g)	-	279	486	-	504	360	360	673	360	796	3,819
養成アルテミア <sup>3)</sup> (g)	-	555	1,835	-	1,159	3,194	2,762	9,912	2,748	7,516	29,682
魚卵 (g)	-	2,395	4,455	-	3,625	49	49	0	49	49	10,671
冷凍コペポータ (g)	-	920	2,739	-	2,031	3,540	3,360	10,970	3,405	5,815	32,780
配合飼料 (g)	-	2,676	6,890	-	4,472	6,826	5,416	26,596	5,916	14,579	73,371
貝化石 (g)	2,700	10,303	11,900	2,700	11,150	7,900	7,700	9,300	7,900	8,300	79,853
一般水質 (平均値)											
水温 (°C)	26.5	26.9	26.9	26.0	26.9	27.1	27.2	27	27.3	27.1	26.9
溶存酸素量 (mg/L)	6.67	6.60	6.36	6.88	6.98	6.47	6.47	6.34	6.60	6.44	6.58
pH (Unit)	-	7.51	7.42	-	7.50	7.51	7.51	7.58	7.56	7.48	7.51
塩分 (psu)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
飼育用水			ろ過UV					ろ過UV			

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

イトハタ親魚の自然産卵は、毎年安定した産卵が見込める石垣支所のそれとは異なり、月周期性や産卵量の不安定さが課題とされている。石垣支所で得られた自然産卵由来の卵で生産した2R生産と20日齢までの初期生残率を比較すると、1R生産における日齢9～10までの生残率が平均12.7%であったのに対し、2R生産は平均32.7%であった(図1)。初回給餌後、7～10時間が経過した各水槽の仔魚を採集し、平均ワムシ摂餌数(消化管内から出現したワムシの総数/観察個体数)を記録したところ1R生産が4.3個体/尾であったのに対し、2R生産は10.3個体/尾であった。また、摂餌個体率(摂餌個体数/観察個体数)は1R生産で84%、2R生産で100%であったことから、初回摂餌の成功率に影響を与える何らかの不都合が水槽内で生じている可能性がある。今後、大量減耗の要因特定とふ化後10日までの初期管理方法について改良する必要がある。

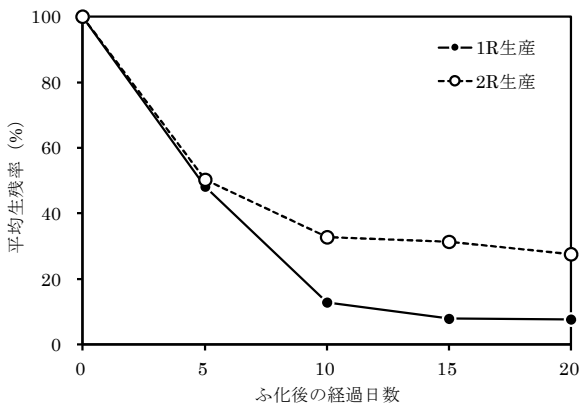


図1 平成30(2018)年度ヤイトハタ種苗生産における生産回次別初期生残率の推移。

(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収容密度を図2に示した。本年度は最大431.4千尾で育成を行い、うち49.3%にあたる190.7千尾を養殖用種苗として配付に供し、10.4%にあたる44.8千尾について生産調整による処分を行った。飼育日数は、32～291日間に及び期間中は計104回の大小選別を実施した。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57.0%であり、減耗率は43.0%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10.2%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、いずれの生産回次

においても飼育開始30日以内は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ことから(図3)、全長70～80mmに達するまでの共食い行動の抑制に課題が残された。

二次飼育期間中に与えた給餌量の合計は5,566kgに達し、飼料種別の内訳はEP(単価:346～437円/kg)が

表2 平成30(2018)年度のヤイトハタ二次飼育結果(飼育期間:2018年6月4日～2019年3月22日)。

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)	最大(尾)	配付(尾)	余剰(尾)	形態異常(尾)	小型(尾)	生産調整(尾)	斃死(尾)	疾病(尾)	共食 <sup>*1</sup> (尾)	EP(kg)	DP(kg)	コベ(kg)	合計(kg)	生残率 <sup>*2</sup> (%)	サイズ選別回数(回)	
1-1	43	18.2																	
1-2	44	72.9																	
1-3	42	31.1																	
2-1	36	54.1	32～291	431,400	190,670	25,400	3,314	958	44,758	39,343	208	126,749	3,888	1,667	12	5,566	57.0	104	
2-2	36	20.8	(55～333)																
2-3	37, 44	177.9																	
2-4	38	43.3																	
2-5	41	153.3																	

\*1: 共食=最大育成数-(配付+余剰+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.

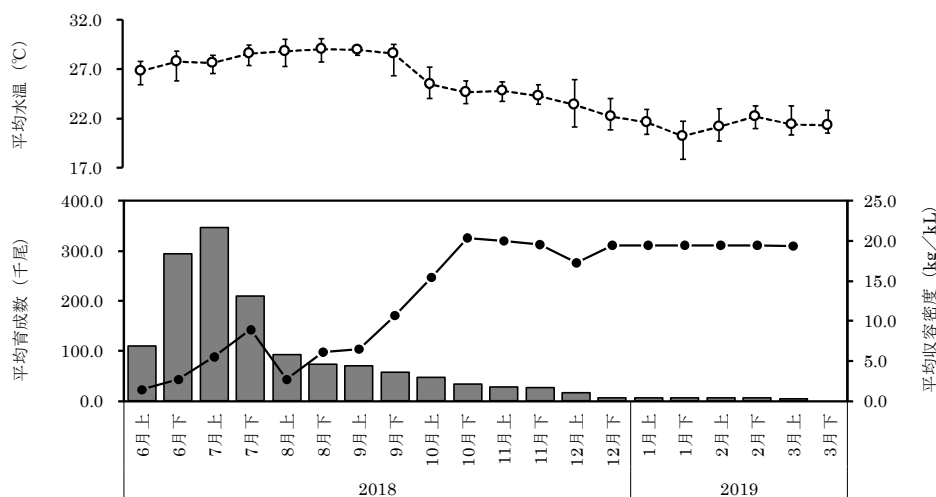


図2 平成30(2018)年度ヤイトハタ二次飼育期間中の平均水温および育成数と収容密度の推移。上段の誤差範囲は各期間に記録された水温の最大値と最小値を示す。下段は棒グラフが各期間の育成数の平均値を示し、折れ線が大小選別または出荷時の体サイズ測定結果から推定した収容密度の平均値を示す。

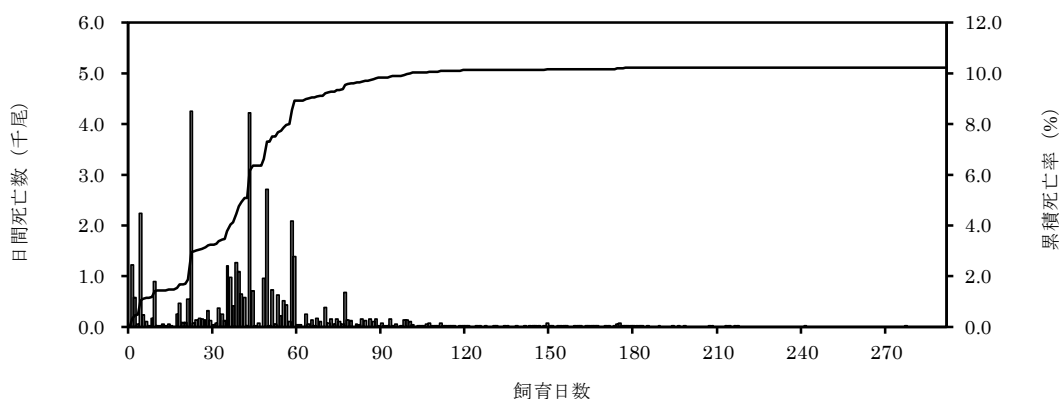


図3 平成30(2018)年度ヤイトハタ二次飼育における死亡魚の発生状況。棒グラフが日間死亡数を示し、折れ線が累積死亡率を示す。

表3 平成30(2018)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)	78,600	63,300	14	73,630	116	90	131	62	1,026	2018年7~10月
県内漁協(石垣島)	69,000	58,000	11	68,600	118	81	146	37	634	2018年7~10月
民間企業	4,750	4,136	3	4,675	113	93	113	60	85	2018年7~8月
財団法人	-	7,000	2	7,200	103	112	178	46	411	2018年8月・2019年3月
試験研究機関	10,150	10,150	2	11,165	110	80	100	60	48	2018年7・8月
栽培セ(養殖試験用)	-	2,400	5	2,400	100	212	223	201	53	2018年8~9月
栽培セ(放流試験用)	-	23,000	4	23,084	100	178	183	166	2,320	2018年11~12月
合計	162,500	167,986	41	190,754	114	-	-	-	4,577	

69.8%, DP(単価:175円/kg)が29.9%および冷凍コペ(単価:2,000円/kg)が0.2%であった。また、出荷魚の総重量は計4,577kg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1.22kgであった。

水産生産物の譲渡手続きは、県内各漁協に所属する22経営体を含む29者に対して行い、合計41件の出荷作業を実施した(表3)。変更後の種苗要望数に対する配付数の充当率は、平均114%であった。また、栽培センターで実施した平成30年度放

流技術開発事業に供する放流用種苗として23,084尾、低コスト型循環式種苗生産・陸上養殖技術開発事業の養殖試験種苗として2,400尾を供した。

軟X線画像の撮影は、種苗出荷を行った29者のうち44.8%にあたる13者で実施し、平均全長42.1~112.3mmの出荷群から計360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9.4%(範囲:0.0~23.3%)、鰭形成不全個体は平均16.4%(範囲:0.0~36.7%)であった。脊椎骨異常個体

\*E-mail : ymuchi@pref.okinawa.lg.jp

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 57.9%は腹椎(第 1～10 椎骨)、42.1%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: ナンノクロブ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. 平成 27 年度沖縄県水産海洋技術センター事業報告書 76, 126-134.