

2011年度の養殖用ヤイトハタ種苗の二次飼育・出荷 (ヤイトハタ種苗生産事業)

木村基文^{*1}, 岸本和雄, 山内 岬, 仲本光男

Nursery culture and Transportation of Malabar Grouper, *Epinephelus malabaricus* in 2011

Motofumi KIMURA^{*1}, Kazuo KISHIMOTO, Misaki YAMAUCHI and Mitsuo NAKAMOTO

八重山地区の魚類養殖業者に対して、養殖用ヤイトハタ種苗を供給するために、二次飼育・出荷を行った。水産海洋研究センター石垣支所（以下、「石垣支所」）において一次飼育された種苗 120 千尾（日齢 38, 全長 24 mm）を 22～72 日間二次飼育し、97 千尾（全長 46～107 mm）を出荷用に生産した。そのうち養殖用種苗として 4 月下旬に全長 46 mm, 5 月中下旬に 67～75 mm, 6 月上旬に全長 82 mm サイズの種苗を要望数とおり 81,226 個体出荷した。二次飼育における飼育密度は 0.6～3.3 kg/kL 以下、生残率は 85% であった。自然産卵より早期に採卵・一次生産された種苗であったため、水温 28℃ 以下の環境で二次飼育を終了することができた。ウィルス性神経壊死症（以下、「VNN」）は発生せず、形態異常魚の発生率は 0.4% と低かった。

沖縄県農林水産部水産課の魚類養殖用種苗要望調査の結果に基づき、八重山地区における養殖用ヤイトハタ種苗の配付要望数を満たすため、石垣支所で採卵・一次生産した種苗 120 千尾の二次飼育を実施し、全長 50～100 mm の養殖用種苗を 100 千尾生産して出荷することを目的とする。

材料及び方法

1) 二次飼育

表 1 及び 2 のとおり、石垣支所において自然産卵期より早期に採卵・一次生産された種苗 274 千尾を仕分け目合 2.5 mm 幅で選別し、大型種苗（全長 22.5～24.8 mm）120 千尾を二次飼育に用いた。選別された小型種苗（全長 11.2～21.9 mm）142 千尾は、飼育管理の省力化と餌代など経費抑制のため、2011 年 4 月 6～8 日に廃棄処分した（表 2）。なお、処分した種苗の推定尾数は、重量法で算出した推定数で、一次生産で取り上げた種苗と二次飼育を継続した種苗数は目測で推定した種苗数であるため誤差を生じている。日齢 41～72 までの飼育数は、大型種苗 120 千尾から斃死及び出荷尾数を差し引いた推定尾数で、その後、日齢 73～79 にフィッシュカウンターを用いて全数計数した。二次飼育は、屋内外の水槽にモジ網（目合い：3, 4, 5, 7 mm, 容積 18 kL : 1 辺 3 m × 高さ 2 m）を設置して行った（屋内 60 kL 水槽 4 槽 × モジ網各 1 面設置, 屋外 60 kL 水槽 3 槽 × モジ網各 2 面設置, 250 kL 水槽 2 槽 × モジ網各 4 面設置, 30 kL 水槽 3 槽 × モジ網各 1 面設置）。水槽替えは 5 日後を目安に行った。二次飼育前半は、屋内 30, 60 kL 水槽で飼育し、魚の成長と共に屋外 60, 250 kL 水槽へ分槽拡大した。

飼育海水には自然海水と地下浸透海水を用いた。各海水の水温特性を利用し、4 月 6～27 日までは自然海水より水温の高い地下浸透海水（岸本・木村, 2011a）を使用し、4 月 28 日～5 月 20 日は水温の逆転した自然海水、そして 5 月 21 日以降には 28℃ 以上への水温上昇を防ぐため自然海水と地下浸透海水を混合して用いた。飼育水の水質は、午前 9 時前後に水槽毎の水温・溶存酸素濃度・pH・塩分を測定した。注水率は、250 kL 水槽で 1 回転/日前後, 30, 60 kL 水槽で 3 回転/日以下とした。

二次飼育種苗数を最少尾数（120 千個体：配付予定数の 2 割増し）に設定し、共食い防止の目的で、体長を揃える大小個体仕分け選別を随時実施した。過去には、仕分け選別を目合い 2.5～8 mm 幅まで 6 段階で実施したが（木村ほか, 2010）、2011 年は目合い幅 2.5, 3.5, 5, 6 mm の 4 段階

表 1 ヤイトハタ二次飼育を行った種苗の生産履歴（2011 年）

生産回次	1			合計
水槽名	60-4	30-1	30-2	(平均)
卵収容日 (年月日)	2011.2.27	2011.2.27	2011.2.27	
収容卵湿重量 (g)	768	384	384	1,535
卵径 (mm)	0.926	0.926	0.926	(0.926)
g 当たり卵数 (粒/g)	2,023	2,023	2,023	(2,023)
正常卵率 (%)	59.1	59.1	59.1	(59.1)
卵収容数 (千粒)	918	459	459	1,835
孵化率 (%)	50.1	67.6	58.8	(58.8)
開始時水槽 (kL)	58	25	25	108
仔魚収容数 (千尾)	460	310	270	1,040
開始密度 (千尾/kL)	7.9	12.4	10.8	(10.4)
取上日 (年月日)	2011.4.6	2011.4.7	2011.4.8	
日齢	38	39	40	
取上目的	二次飼育	二次飼育	二次飼育	
取上全長範囲 (mm)	13.8～24.8	14.0～24.6	18.4～22.5	
取上平均全長 (mm)	18.3	17.7	19.1	(18.5)
推定取上尾数 (千尾)	109.9	67.4	96.5	274
取上密度 (千尾/kL)	1.9	2.7	3.9	(2.5)
生残率 (仔魚) (%)	23.9	21.7	35.7	(27.1)
飼育水温範囲 (°C)	25.5～27.6	25.3～27.8	26.1～26.9	
平均水温 (°C)	26.9	26.6	26.5	(26.7)
飼育海水	地下海水	地下海水	地下海水	

^{*1} Email:kimuramt@pref.okinawa.lg.jp, 石垣支所

とした。

餌料は、冷凍コペポータ（雅2号：JCK ロウピン）と配合飼料を給餌した。配合飼料は日清丸紅配合飼料製オトヒメ B2（粒径 0.36～0.65 mm）、C1（0.58～0.91 mm）、C2（0.91～1.41 mm）、マルハ株式会社製ノヴァ EP-0 号（粒径 1.8 mm）、EP-1 号（2.2 mm）を自動給餌機で与えた。配合飼料の給餌量は、日齢 40～60 では魚体重の 5～10% 量、日齢 60 以降は 3% 量を目安とし、摂餌状況により適宜増減させた。

体長測定は、毎週 1 回を目安に行った。全飼育群のうち、最大群と最小群より無作為に 20 個体を採集し、冷蔵庫で殺した後に全長をデジタルノギスで測定した。体重は、個体別に測定せず、全長測定した種苗の総重量から換算した。

飼育密度は、4kg/kL 以下になるようモジ網面数を増減さ

せ調整した。飼育網毎の個体数は、仕分け選別後の水槽移送の際に、手持ちザルを用いて目視による目分量で掬い取った回数と、そのうち任意に数えたザル 1 杯当たりの個体数より算出した。手持ちザル 1 杯当たりの個体数は、全長 20 mm 前後の種苗約 500 個体、全長 30 mm 前後の種苗約 200 個体で、水を切った種苗の総魚体重は約 100g に相当した。

形態異常個体の選別は、種苗をフィッシュカウンターのベルトコンベアー上で目視観察しながら取り除いた。形態異常魚は殺処分した後、木村ほか（2009）に示した 5 型に分類し、型毎に計数した。

出荷サイズに達した種苗は、再度フィッシュカウンターで計数したのち配付先別にモジ網に収容し、出荷前日の早朝より餌止めした。

表2 ヤイトハタ二次飼育の経過(2011 年)

二次飼育							種苗					モジ網			給餌量・率			選別	計数	出荷		
日数	日齢	日時 (月日)	水温* (℃)	Do* (mg/L)	pH*	塩分*	飼育数 (個体)	総体重 (kg)	全長* (mm)	体重* (g)	死亡率 (個体)	死亡率 (%)	面数 (面)	総容積 (kL)	飼育密度 (kg/kL)	コペ (kg)	配合 (kg)	給餌率 (%)		目合 (mm)	出荷数 (個体)	総重量 (kg)
1	38	4/6	24.5				45,366	10	24.8	0.2	0	0.0	4	72	0.1		0	3.1	2.5	推定	(18,830)	
2	39	4/7	24.9				69,162	20	24.6	0.3	0	0.0	4	72	0.3	0.4	2	11.0	2.5	推定	(43,586)	
3	40	4/8	24.6	7.1	7.6	31	85,653	18	22.5	0.2	0	0.0	5	90	0.2	0.4	2	15.6	2.5	推定	(79,980)	
4	41	4/9	25.1	6.9	7.6	32	120,653				0	0.0	5	90		0.4	4					
5	42	4/10	24.7	6.7	7.5	31	120,653				0	0.0	6	108		0.5	4					
6	43	4/11	25.1	6.3	7.4	31	120,653				0	0.0	6	108		0.5	4					
7	44	4/12	24.8	6.1	7.5	31	120,653				0	0.0	6	108		0.5	5					
8	45	4/13	25.8	6.0	7.4	31	120,653	89	32.9	0.7	59	0.0	8	144	0.6	0.5	4	4.8	3.5	推定		
9	46	4/14	24.7	6.4	7.3	31	120,594				76	0.1	8	144		0.6	5		3.5	推定		
10	47	4/15	25.1	6.5	7.5	31	120,518				20	0.0	7	126			6					
11	48	4/16	25.2	6.3	7.5	32	120,498				2	0.0	7	126			6					
12	49	4/17	25.4	6.3	7.5	31	120,496				11	0.0	7	126			6					
13	50	4/18	24.7	6.0	7.4	32	120,485				2	0.0	7	126		0.6	6					
14	51	4/19	24.7	5.5	7.3	32	120,483				47	0.0	7	126		0.5	6		3.5	推定		
15	52	4/20	24.7	7.0	7.6	32	120,436	129	39.9	1.1	11	0.0	7	126	1.0	0.7	8	6.5				
16	53	4/21	24.7	7.0	7.6	32	120,425				6	0.0	7	126		0.7	5					
17	54	4/22	24.7	6.8	7.5	32	120,419				12	0.0	7	126		0.5	5					
18	55	4/23	24.7	7.2	7.7	30	120,407				82	0.1	9	162		0.7	9					
19	56	4/24	24.3	6.6	7.6		120,325				30	0.0	9	162		0.4	8					
20	57	4/25	24.7	5.9	7.4	31	120,295	279	51.5	2.3	70	0.1	9	162	1.7	0.9	10	3.8	5/6	推定/実測		
21	58	4/26	24.7	6.4	7.5	32	120,225				16	0.0	12	216		0.9	8		6	推定		
22	59	4/27	24.7	6.4	7.5	32	120,209				154	0.1	10	180		0.4	10		5	推定	6,000	11
23	60	4/28	25.0	6.8	7.6	35	114,055				36	0.0	12	216			8					
24	61	4/29	24.8	7.0	8.0	35	114,019				46	0.0	11	198			10					
25	62	4/30	24.8	6.8	8.0	35	113,973				25	0.0	11	198			11					
26	63	5/1	24.9	6.4	7.9	34	113,948				3	0.0	11	198			11					
27	64	5/2	25.4	6.3	7.8	35	113,945	349	57.8	3.1	33	0.0	11	198	1.8		10	2.9				
28	65	5/3	25.6	6.4	7.9	35	113,912				50	0.0	11	198			14					
29	66	5/4	25.5	6.3	8.0	35	113,862				55	0.0	11	198			13					
30	67	5/5	25.4	6.3	7.9	36	113,807				48	0.0	11	198			14					
31	68	5/6	25.5	6.1	7.9	35	113,759	512	64.7	4.5	93	0.1	11	198	2.6		10	1.9				
32	69	5/7	25.9	6.4	8.0	36	113,666				74	0.1	11	198			13					
33	70	5/8	26.2	6.1	7.8	36	113,592				63	0.1	11	198			18					
34	71	5/9	26.6	5.8	7.8	37	113,529				103	0.1	11	198			18		5/6	推定		
35	72	5/10	26.3	5.7	7.8	35	113,426				94	0.1	13	234			20		6	推定		
36	73	5/11	25.8	5.7	7.8	35	100,309				31	0.0	13	234			17			実測		
37	74	5/12	26.4	5.3	7.8	35	100,227				49	0.0	14	252			11			実測	8,000	18
38	75	5/13	26.6	5.7	7.8	36	92,110	617	74.6	6.7	24	0.0	14	252	2.4		14	2.3		実測	30,800	178
39	76	5/14	25.3	6.0	7.9	36	61,273				14	0.0	10	180			14					
40	77	5/15	25.1	6.0	7.8	35	61,259				0	0.0	10	180			14					
41	78	5/16	25.1	5.9	7.8	35	61,259				52	0.1	10	180			10			実測		
42	79	5/17	25.2	6.2	7.7	35	61,126	506	76.5	8.3	9	0.0	12	216	2.3		4	0.8		実測	22,000	134
43	80	5/18	24.6	6.6	7.9	35	39,100	311	79.0	8.0	13	0.0	7	126	2.5		5	1.6			19,426	149
44	81	5/19	24.9	6.2	7.9	35	19,661	180	81.9	9.2	4	0.0	3	54	3.3		5	2.8			1,225	6
45	82	5/20	25.5	6.1	7.8	35	18,432				77	0.4	2	36			1					
63	100	～6/7	25.5				18,355				274	—	2	36			80				3,000	28
72	109	～6/16	25.6				15,081	160	90.0	10.6	3,800	—	1	18			22				7,448	95
73	110	6/17	25.6				3,602				0	—	1	18								
合計（平均）（25.2）											5,668					10	490		20		97,899	618
*:最大群水槽							実測数	(処分数:142,396)														

2) 出荷

養殖種苗の受取要望サイズを、小型（全長 50 mm 以下）、大型（全長 60 mm 以上）の 2 種類に設定し、陸上養殖場に小型種苗、海面養殖場に大型種苗を出荷した。支所から養殖場へのお荷には、主に軽トラック（生産者）を使用し、出荷数の多い配付先には、複数回に分けて輸送を行った。出

荷種苗は、地下浸透海水 350L を入れた活魚輸送タンク（500L）に収容し、酸素通気（2L/分）を施し、最大密度を 100g/L 前後になるよう収容個体数を調整した。輸送結果は、養殖場の水槽・生簀に収容した時点での種苗の遊泳状態により判断した。

表3 ヤイトハタ親魚養成・種苗生産・二次飼育期の飼育海水とウィルス性神経壊死症(VNN)の発生状況(2006~2011年)

採卵年月日	親魚養成		種苗生産				二次飼育					出荷完了
	飼育水 (自然・地下)	飼育水 (自然・地下)	収容卵量 (g)	生産数 (個体)	平均全長 (mm)	VNN検査	生産時期 (通常・早期)	飼育水 (自然・地下)	期間平均水温 (°C)	最高飼育密度 (kg/kL)	ウィルス性神経壊死症 (発症 確認日 (°C) TL(mm) (月日))	
2006 4/23	自然	自然	530	43,700	22.0~29.3	キャリア	通常期	自然	29.4	8.2	発症 8/2 29.1 78.4	7/26
4/24			465	71,300	20.6~27.9							
4/24			1,595	98,300	22.9~32.9							
4/26			950	72,100	19.9~29.3							
2007 5/6	自然	自然	1,160	25,700	18.8~28.2	キャリア	通常期	自然	30.1	5.7	発症せず	7/26
5/8			1,435	23,500	20.5~30.7							
5/8			1,800	22,400	17.3~31.5							
5/10			985	242,800	18.0~26.9							
2008 4/30	自然	自然	753	60,300	12.1~25.9	キャリア	通常期	自然	29.1	3.4	発症 7/4 29.8 62.3	7/25
4/30			678	56,600	14.2~28.5							
5/25			1,380	105,300	18.0~38.8							
4/17			960	399,000	7.0~21.6							
2009 5/23	自然	地下	515	240,000	7.5~20.3	キャリア	通常期	地下			発症せず	
								自然			発症せず	
2010 3/13	地下	地下	250	108,000	17.8~23.0	キャリア	早期	混合(地下・自然)	25.5	3.3	発症せず	7/15
3/15			1,705	194,000	15.1~21.9							
2/26			453	109,862	13.8~24.8							
2/26			226	67,384	14.0~24.6							
2011 2/26	地下	地下	226	96,471	18.4~22.5	陰性	早期	地下→自然→混合	25.2	3.3	発症せず	6/16
2/26												

結果及び考察

1) 二次飼育

二次飼育の経過を表2に示す。二次飼育での生産尾数は八重山地区養殖用 81,226 個体、試験用など他 16,673 個体(合計 97,899 個体)であり、生残率は 85%であった。選別頻度について、2011 年度は、2010 年度の 7 回から 11 回に増やし飼育管理を徹底したため、2010 年の生残率(88%)とほぼ同じ結果となった(木村ほか, 2011)。

2006 年以降の二次飼育での VNN の発生状況を表3に示す。今年の二次飼育は、自然産卵時期より 2 カ月早い時期に一次生産した種苗を用いて実施したため、種苗(全長 107 mm)の飼育期間は、2011 年 4 月 6 日~6 月 16 日までの 72 日間、最高水温 26.6°C、期間平均水温 25.2°Cであり、昨年に続き VNN は発生しなかった。

今年の二次飼育では、種苗の頭部において表皮異常の症例が確認された。地下浸透海水を曝気などの処理を施さず使用したところ、屋外 250kL 水槽において二次飼育を始めて 15 日目(4 月 20 日、日齢 52、全長 39.9 mm、飼育密度 20,200 尾/18kL モジ網、注水率 0.7 回転/日)に頭頂部に白色の皮膚溶解部を持つ頭皮溶解症種苗が初めて観察され、20 日目(4 月 25 日、日齢 57、全長 51.5 mm、飼育密度 13,000 尾/18kL モジ網、注水率 1.6 回転/日)には出現率が 25%に達した。その後、飼育水を自然海水に切り換え 10 日後(5 月 10 日、日齢 72、全長 60 mm以上、飼育密度 10,000 尾前後/18kL モジ網、注水率 1.4 回転/日)には頭皮溶解症は観察されなくなった。ヤイトハタの養殖試験において無処理の地下浸透海水で飼育すると、90 日後(全長 234 mm)に初期症状として鰭膜のぼらけが生じ、更に飼育を継続した場合 189 日後(全長 269 mm)以降に鰭軟条・頭部皮膚溶解に症状の進行することが報告されている(岸本・木村, 2011b)。一方、石垣支所の地下浸透海水には海産生物飼育に特別に問題を引き起こす溶存成分は検出されていない(岸本・木村, 2011a)。2010 年 1~4 月、2010 年 12 月~2011 年 3 月に実施したヤイトハタの親魚養成(木村・岸本, 2011)および 2009~2011 年に実施した種苗生産(木村ほか, 2010, 2011)では、無処理の地下浸透海水を単独で

使用したが、このような症例は報告されていない。また、2010 年の自然海水と地下浸透海水の混合海水での二次飼育においても、このような症例は報告されていない(木村ほか, 2011)。地下浸透海水の注水率は、親魚養成で 1 回転/日前後、種苗生産で 0~4 回転/日、養殖試験で 20 回転/日、今回の二次飼育では 0.7~1.6 回転/日であったことから、注水率が直接的に影響を与えたとは考えにくい。今回の二次飼育では、養殖試験に比べ短期間に頭皮溶解が発生し、その後、治癒したことから、二次飼育魚が恒常的に接触する飼育環境に地下浸透海水の水質が何らかの影響を与え、本症を引き起こしたとも推察されるが原因は不明である。

今後、ヤイトハタの二次飼育において VNN 回避の目的で地下浸透海水を使用する場合には、2 週間毎に飼育海水を自然海水に切り換えるか、自然海水との混合使用が望ましい。

選別計数を行った 2011 年 5 月 11~17 日に取り除いた形態異常魚の類型別個体数とその割合を表4に示す。形態異常魚の発生率は 0.47%と低い割合であり、今年の形態異常では脊椎骨に異常の見られる短軀型の割合が 58%であった。

2) 出荷

種苗の出荷結果を表5に示す。受取種苗のサイズ要望にあわせ、全長 50 mm以下の種苗 1 件、例年と同じ全長 60~80 mmの種苗 13 件、合計 14 件で 81,226 個体を出荷し、養殖用種苗の要望数を満たすことができた。また、余剰種苗 16,673 個体を試験用・沖縄本島の養殖用種苗として出荷した。

表4 ヤイトハタ形態異常魚の型別個体数とその割合(2011 年)

月日	計数選別 (個体数)	平均全長 (mm)	形態異常の類型別個体数							総数 (個体数)
			下顎異常	隆起	前湾	陥没	短軀	尾鰭割	やせ	
5/11	18,292	-	10	0	33	0	5	0	0	51
5/12	28,300	68	12	0	0	0	55	1	0	68
5/13	15,899	73	4	0	0	0	9	0	0	13
5/16	26,085	68-74	24	0	0	17	78	4	1	124
5/17	6,528	71-81	0	0	0	0	12	0	5	17
合計	95,104		50	0	33	17	159	5	6	273
割合	(%)		18	0	12	6	58	2	2	100

輸送結果について、輸送密度 **100g/L** 前後での輸送において、配付後の種苗に擦れ症状が確認された。軽トラックを使用する輸送では、**500L** タンクに **150L** の空間が残り、車体の動揺に伴い、海水と種苗がタンク内で攪拌されるた

め、魚体の擦れが生じる。擦れは、滑走細菌症の原因となるため（畑井ほか、**1989**）、今後は、仲盛ほか（**2003**）の提唱した **90g/L** 以下の低密度輸送を実施するべきである。

表 5 ヤイトハタ種苗の出荷結果(2011 年)

出荷日 (月日)	件数 (件)	出荷数 (個体)	平均全長 (mm)	輸送密度 (g/L)	水温 (°C)	輸送結果	出荷先 (陸上・海面)	用途
4/27	1	6,000	46	21	24.7	良好	八重山漁協(陸上)	養殖
5/13~5/18	11	72,226	67~75	63~112	24.6~26.6	擦れ:2件	八重山漁協(海面)	養殖
6/7	2	3,000	82	34	25.5	良好	八重山漁協(海面)	養殖
小計	14	81,226						
5/12	1	8,000	49	22	26.4	良好	八重山農林水産振興センター	試験
5/19	1	1,225	69	6	24.9	良好	水産海洋研究センター	試験
6/16	2	7,448	90・107	37・53	25.6	良好	栽培漁業センター	養殖
小計	4	16,673						
合計	18	97,899	46~107	6~112	24.6~26.6			

文 献

畑井喜司雄, 小川和夫, 広瀬一美編, **1989**: ブリ (細菌病) 滑走細菌症, 魚病図鑑, 緑書房, 東京, 10.
 木村基文, 狩俣洋文, 仲本光男, 呉屋秀夫, **2009**: ヤイトハタの種苗生産・二次飼育・出荷. 平成 **20** 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書 (70), 174-178.
 木村基文, 岸本和雄, 仲本光男, **2010**: **2009** 年度のヤイトハタの種苗生産・二次飼育・出荷. 平成 **21** 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書 (71), 89-93.
 木村基文, 岸本和雄, 仲本光男, **2011**: **2010** 年度のヤイトハタ種苗の二次飼育・出荷. 平成 **22** 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書 (72), 93-96.
 木村基文, 岸本和雄, **2011**: 飼育環境制御によるヤイトハ

タ産卵開始時期の早期化. 平成 **22** 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書 (72), 48-52.
 岸本和雄, 木村基文, **2011a**: 沖縄県水産海洋研究センター石垣支所敷地内で採水された地下浸透海水の性状. 平成 **22** 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書 (72), 78-81.
 岸本和雄, 木村基文, **2011b**: 地下浸透海水を使用したヤイトハタの養殖特性. 平成 **22** 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書 (72), 53-59.
 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. 平成 **13** 年度沖縄県水産試験場事業報告書, 154-156.