

飼育環境制御によるヤイトハタ産卵開始時期の早期化 (大型ハタ類の採卵・種苗生産技術開発)

木村基文*1, 岸本和雄

Inducement for Earlier Spawning in Malabar Grouper, *Epinephelus malabaricus* by Breeding Environmental Control

Motofumi KIMURA*1 and Kazuo KISHIMOTO

ヤイトハタの早期自然産卵による採卵を目的に、2009年10月～2011年3月の間、屋外八角形250kL水槽に親魚 11～17 個体を収容し、ボイラーと地下浸透海水を用いた飼育水温制御による早期採卵試験を実施した。試験期間(2～3 月)の飼育水温を 24～25℃に保ち、下弦～新月の産卵月齢周期に合わせて産卵適水温(26～27℃)まで昇温刺激を与えた。その結果、2010 年は 3 月 13 日に、2011 年は 2 月 24 日に自然産卵が始まり、通常産卵期より 2～3 カ月早い早期採卵ができた。採卵できた受精卵は、種苗生産に使用できる充分量の受精卵であった。

本県では水産振興策の一つとして魚類養殖を推進し、ハタ類について種苗生産・養殖・魚病・流通などの研究を実施している。支所では、1992 年よりヤイトハタの親魚養成を始め(金城ほか, 1994)、養殖用種苗を県内漁協に出荷してきた(大嶋ほか, 2001a; 多和田ほか, 2003a)。本種は、支所では通常 4 月下旬～5 月上旬に産卵を始め(金城ほか, 1999)、採卵から二次飼育に約 70 日を要するため、種苗の出荷は例年 7～8 月に行われてきた(木村ほか, 2007a)。この時期の養殖場は、水温が 30℃を超過することもある高水温期で、疾病・台風襲来など飼育に不利な面があり、種苗の生残率は 50%前後と低迷している。この問題の解決策として、種苗出荷時期を早めることで高水温期までに種苗をより大きく成長させ抵抗力を持たせることにより、生残率を改善させる方法が考えられ、ホルモンを用いた早期採卵が行われてきた(狩俣ほか, 2007, 2008, 2009)。しかし、自然産卵は見られず、少量の人工授精卵は得られたものの、種苗生産には至っていない。この原因として、親魚の飼育環境とその成熟度に課題があると考えられ、早期採卵のためには、ハマフエブキに見られるよう(木村ほか, 2005)飼育環境(水温)を整えることが第一に必要な条件と推察された。しかし、本種の自然海水飼育において屋外 250kL 水槽で 1～3 月の水温(16～23℃)を産卵適水温(26℃以上)に加温することは、経費・施設の面から不可能である。

一方、支所では 2008 年 3 月に地下浸透海水(以下、地下海水と略す)採水のため井戸掘削を行い、年間水温 24～25℃の恒温特性を持つ地下海水が日量約 350kL 採水可能となった(岸本・木村, 2011)。そこで本試験では、地下海水の恒温特性を既存施設で活用し、経費節減に配慮した飼育

環境制御の方法を整えることで、ヤイトハタの産卵開始時期の早期化(早期採卵)に取り組んだ。

材料及び方法

1) 採卵養成と飼育環境制御

採卵に用いた親魚は推定年齢 13～27 歳で、全長・体長などは産卵の終息した 2010 年 10 月 29 日の計測値を示した(表 1)。2010 年の早期採卵には 17 個体、2011 年には 11 個体の親魚を用いた。親魚の履歴は、フィリピン産 1 個体、西表島産 1 個体、沖縄島産 8 個体と支所で生産した 7 個体であった。親魚の雌雄数は、雄 1 個体とその他を雌とした。新たな雄化個体は、産卵時の干渉や威嚇で繁殖行動に影響を与え(濱本ほか, 1986)、卵塊保有個体は産卵に支障を来すため隔離した(日本栽培漁業協会, 2002)。なお、2010

表 1 ヤイトハタの早期採卵に用いた親魚(2010 年 10 月 29 日)

産地	推定		個体識別 タグ番号	雌雄 (♀・♂)	全長 (mm)	体重 (kg)	肥満度	採卵年		備考
	生年	年齢						(2010)	(2011)	
人工	1997	13	501F456A77	雄化	1.069	31.1	25.5	+	-	沖出
西表	1989	21	411F152C60	♀	1.116	31.0	22.3	+	-	手術
羽地	1991	19	411F024C09	♀	1.089	32.6	25.2	+	-	手術
人工	1997	13	501F367C4E	♀	1.029	27.0	24.8	+	-	手術
人工	不明	不明	452B6B150C	♀	992	23.4	24.0	+	-	手術
羽地	1990	20	411F1C4B54	♀	987	30.8	*32.0	+	-	手術
羽地	1991	19	415A4F5C38	♂	1.226	43.6	23.7	+	+	
羽地	1990	20	411E716A29	♀	1.143	31.0	20.8	+	+	
羽地	1990	20	411F097C50	♀	1.090	32.5	25.1	+	+	
羽地	1990	19	411F016C79	♀	1.044	26.3	23.1	+	+	
羽地	1990	19	411F0A5C20	♀	1.044	27.4	24.1	+	+	
人工	不明	不明	452B710A65	♀	1.030	22.6	20.7	+	+	
羽地	1990	20	411E776A42	♀	1.027	24.6	22.7	+	+	
人工	1997	13	501F3A7049	♀	998	24.8	24.9	+	+	
人工	不明	不明	452B51063D	♀	972	19.6	21.3	+	+	
フィリピン	1983	27	411E7A5A70	♀	967	20.4	22.6	+	+	
人工	1997	13	501F40122D	♀	900	20.6	*28.3	+	+	
最小					900	19.6	20.7			
最大					1.226	43.6	25.1			
平均					1.040	26.7	22.9			

*: 形態異常個体

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

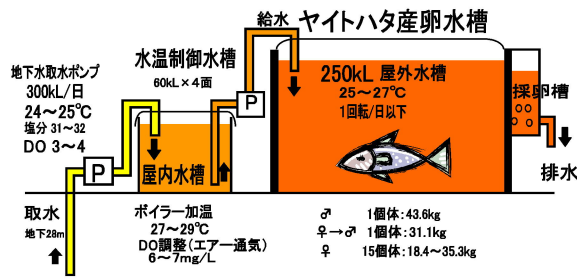


図1 ヤイトハタ早期採卵における飼育環境制御の概略図

表2 ヤイトハタ採卵養成における飼育環境・水質と加温経費

年 月	水槽容積		飼育水		環境制御		水質				加温経費	
	積 (kL)	注水量 (回転/日)	種類 (地下・自然・混合)	加温 (日～)	長日処理 (日～)	水温 (°C)	Do (mg/L)	塩分 (31.4)	pH (6.9)	A重油 (kL)	金額 (千円)	
1	250	1.1	自然→地下	15～	21～	23.0	7.4	(31.4)	(6.9)	1.65	109	
2	250	0.9	地下	加温	長日	25.2	6.3	(31.4)	(6.9)	1.95	129	
3	250	1.4	地下	～16	～2	25.5	6.7	(31.4)	(6.9)	2.90	198	
4	250・200	1.5	地下→自然			23.6	6.1				0	
5	200	1.1	自然			25.9					0	
6	200	1.0	自然→地下			27.3					0	
7	250	1.3	地下→自然			27.0		33.5			0	
8	250	1.6	自然→混合			27.6		33.5			0	
9	250	1.8	混合			27.7	6.9	33.5			0	
10	250	1.6	混合			26.2		33.7			0	
11	250	1.8	混合			24.0	7.1	33.7			0	
12	250	2.3	混合→地下	18～		23.9	6.8	34.1		1.35	96	
1	250	1.0	地下	加温		25.6	6.7	31.5	(7.5)	4.94	368	
2	250	1.0	地下	加温		25.8	7.0	31.6	(7.7)	3.81	297	
3	250	1.6	地下	～4		23.6	6.2	31.3	7.8	1.70	139	
平均		1.4				25.5	6.7	32.9	7.8			

早期採卵

○:原水

年12月16日に卵塊摘出した5個体のうち、個体識別番号411F152C60は抜糸後2011年3月22日に斃死し、その他4個体を2011年4月12日に早期採卵群に戻した。2010年の親魚17個体の全長範囲は900～1,226mm(平均1,042mm)、体重範囲は19.6～43.6kg(平均27.6kg)、形態異常個体を除いた平均肥満度は23.4であった。2011年の親魚11個体の全長範囲は900～1,226mm(平均1,040mm)、体重範囲は19.6～43.6kg(平均26.7kg)、形態異常個体を除いた平均肥満度は22.9であった。

産卵水槽は、魚類種苗生産棟に隣接する屋外八角形250kL水槽を使用し、飼育水の水温・溶存酸素濃度の制御は屋内種苗生産60kL水槽4面(以下、制御水槽と略す)を用いた(図1)。飼育水の水質は、午前9時に産卵水槽の水温・溶存酸素濃度・塩分・pHを測定した(表2)。飼育水の加温は、12～3月に産卵水槽の水温を25～27℃に保つよう、制御水槽のボイラー加温設定温度を27～29℃に調節した。飼育水は、採卵養成期12～4月に地下海水を使用し、5～11月は自然海水または両海水を混合使用した。給水量は、注水率0.9～2.3回転/日とし、水槽壁の藻類繁殖状態や親魚の擦りつけ行動を観察し、水槽換えを1～2カ月毎に実施した。溶存酸素濃度は、地下海水(取水時3mg/L)にエアーストーン32個より微通気を行うことで6mg/L以上に上昇させた。制御水槽で調整した地下海水を圧送ポンプ(三相電機株式会社;自吸式ポンプ40PSPZ-7533B;定格電圧200V,出力1005W,全揚程12m,揚水量234L/分)で産卵水槽に給水した。また、水面からの放熱による水温低下を軽減する

ため制御水槽と産卵水槽の水槽上面をビニールで覆い、産

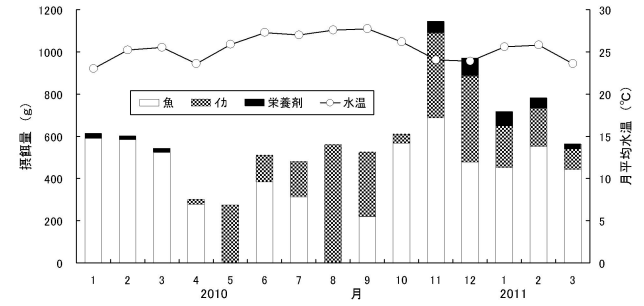


図2 ヤイトハタ早期採卵群の1回給餌・個体当たりの摂餌量と飼育水温の月変化

表3 ヤイトハタ早期採卵群に与えた餌の種類と栄養強化剤

年 月	餌の種類										栄養強化剤					合計	給餌回数	1尾1回当たり	親魚		
	メアジ	ヤマメ	スズキ	ヒメ	スルメイカ	ソデイカ	小計	栄養剤	アスタキサンチン	DHA	小計	(g)	(g)	(g)	(g)					(g)	(回)
1				61	9		70	3		100	100	3	73	7	613	2.1	17				
2	10	49	20				79	3		100	100	3	82	8	603	2.1	17	500			
3	32	15	20				67	3		80	80	3	70	8	543	1.7	16	473			
4	10	10		2		2	24						0	24	5	300	1.0	16			
5							9						0	9	2	275	0.9	16			
6				18	6		24						0	24	3	509	1.7	16			
7		10					5	15					0	15	2	481	1.6	16			
8							36	36					0	36	4	559	1.9	16			
9							34	59					0	59	7	526	1.8	16			
10	44	10				4	59						0	59	6	610	2.2	16	443		
11	53					31	84	2	2	110	110	4	88	7	1,144	3.9	11	324			
12	18			3	18		39	2	2	170	170	4	43	4	970	3.3	11				
1	32			13	19		64	3	3	310	310	7	71	9	717	2.4	11				
2	31			6	12		48	2	2	170	170	3	52	6	781	2.7	11				
3	24						5	30	1	100	100	1	31	5	562	1.9	11				
合計(平均)	253	119	81	72	95	86	707	16	9	1140	1,140	27	734	83	613	(2.1)					

早期採卵

2010年10月29日卵塊保有5個5体を隔離

卵水槽においては更に壁面を粗殻保温壁で囲み、風の通り抜けを遮断した。日長制御の長日処理は、2010年1～2月に500W屋外防水型投光器8基(日幸電子工業株式会社)を午後5～8時に点灯させた。なお、2010年3月3日以降は、経費節減のため長日処理は取り止めた。

親魚の餌は、10～4月に読谷産メアジ・ヤマトミズンなど定置網漁獲魚とスルメイカを週1～2回飽食量、4～9月にソデイカの鰭を与えた(図2,表3)。水槽でのヤイトハタの産卵期間は、成熟度や水温など環境条件に影響され9～10月まで継続する。次の産卵期に早期産卵(2～3月)させるためには、早めに産卵を終息させた後に成熟度を上げる採卵養成に取りかかる必要がある。このため産卵終息に向けた給餌制限を4～9月に行い、給餌量・給餌頻度を減らした。飽食給餌期間(10～4月)摂餌量は610～1,089g,給餌率(総摂餌量/総体重×100)は2.2～3.9%,給餌制限期間(4～9月)摂餌量は300～559g,給餌率は0.9～1.9%で与えた(表3)。栄養強化剤は、2010年1～3月には混合飼料ヘルシーミックス-2(大日本住友製薬株式会社)・飼料添加物ビタミンE(マリンプロジェクト)・乾燥胆末(ミクニ化学産業株式会社)を20:1:1の重量割合で調合し、魚類の表面に付着させ与えた。また、粉末油脂NネオパウダーDHA20(日油株式会社)とアスタキサンチンパウダーアスタローズ(バイオマリン)約1gをそれぞれカプセル000号(吉田商店)に詰め、解凍した魚類の腹腔に各々1個挿入し親魚に与えた。2010年11月～2011年3月には、従来の栄養強化剤:500g・鰻用配合飼料:500g(日清丸紅配合飼

料株式会社:成鰻用N21)・粉末油脂NネオパウダーDHA20:50g・アスタキサンチンパウダーアスタローズ:50gを混ぜた練り餌をスルメイカ体内に詰め親魚に与えた(表3)。

2) 早期採卵

早期採卵を2010, 2011年1~3月に実施した。産卵誘発として、通常産卵期より2~3カ月早い1~3月に飼育水温を25℃から27℃に上昇させる昇温刺激を産卵月齢周期(下弦~新月)2週間前より与えた。飼育水温は、ヤイトハタの産卵開始4~5月の水温として25℃を選択し、昇温刺激水温はヤイトハタ産卵最盛期5~6月の水温として27℃を選択した。誘発後に産卵しなかった場合は、飼育水温を25℃に下げ次の産卵周期に備えた。早期採卵により種苗生産に必要な受精卵を得た時点で加温を終了し、その後、地下海水で飼育した。早期採卵と早期種苗生産の加温経費は、2010年436千円, 2011年900千円であった(表2)。

卵は、産卵後~翌日午前9時までオーバーフローする海水を利用し採卵槽内に設置した採卵ネットに回収した。浮上卵と沈下卵を含む卵の分離には、1kLポリカーボネイト水槽を使用し、地下海水及び自然海水を27℃に加温し、卵を入れる前に酸素の通気(2L/分)を施した。採卵した卵は、湿重量を測定した後に静止した分離水槽に入れ浮上卵と沈下卵を分離した。沈下卵をサイホンで抜き取り計量し、浮上卵の湿重量を求めた。浮上卵の卵径は、万能投影機で50倍に拡大された受精卵を30個デジタルノギスで計測した。1g当たりの卵数は、卵約0.5gを小数点以下2桁まで電子

秤で計測し、海水50mLに入れ、5mL単位体積当たりの卵数を5回計測し平均値を算出した。

結果及び考察

採卵状況を表4に、各年の採卵量の推移を図3・4に示す。2010年には3月12~18日・4月2~12日, 2011年には2月24~28日に早期自然産卵が行われた。1997~2011年の年毎・月毎の採卵回数を表5に示す。本種の産卵開始時期は4月下旬・5月上旬にあり、盛期は6月で、終息期は9~10月にある(金城ほか, 1999; 中村ほか, 2000; 大嶋ほか, 2001b, 2002; 多和田ほか, 2003b, 2004; 木村ほか, 2007b, 2008, 2009, 2010)。産卵開始時期は旧暦の3月下旬に当たり、2010年の産卵開始時期が旧暦の1月下旬であることから、産卵開始時期を2カ月早める結果となった。また、2011年4月の自然海水平均水温22.3℃は、例年に比べ2℃以上低く、自然産卵の開始時期が5月下旬であったため、2011年は産卵開始時期を3カ月早める結果となった。ヤイトハタの早期採卵は、ホルモン投与による早期採卵誘導が行われてきた(狩俣ほか, 2007, 2008, 2009)。狩俣ほか(2007)では、200kL親魚水槽において環境制御を行っておらず早期自然産卵は確認されていない。狩俣ほか(2008, 2009)では、60kL種苗生産水槽において環境制御を行った上でホルモン処理を行い、早期人工採卵により少量の受精卵を得た。しかし、雄の体色変化を伴う追尾など繁殖行動は観察されず自然産卵は行われていない。早期自然産卵に

表4 ヤイトハタの採卵状況

産卵期間 (年月日)	平均水温 (°C)	親魚数		産卵 回数(日)	採卵量		浮上 卵率(%)	卵径	
		♂ (尾数)	♀ (尾数)		浮上卵 (g)	沈下卵 (g)		平均 (mm)	最小~最大 (mm)
1/7~1/14	22.3	2	15	0	0	0	—	—	—
2/6~2/14	26.0	2	15	0	0	0	—	—	—
*3/8~3/16	26.5	2	15	5	7,075	5,887	55	0.920	0.891~0.951
*4/6~4/14	24.0	1	15	6	13,536	5,922	70	0.937	0.914~0.962
5/6~5/14	25.5	1	15	7	12,085	10,550	53	0.930	0.905~0.953
6/5~6/12	26.7	1	15	8	12,902	10,405	55	0.919	0.894~0.945
7/4~7/12	26.8	1	15	5	1,949	1,936	50	0.900	0.871~0.932
8/3~8/10	27.4	1	15	1	170	280	38	0.923	0.853~0.888
9/2~9/8	27.6	1	15	0	0	0	—	—	—
10/1~10/7	26.8	1	15	2	874	707	55	0.872	0.895~0.957
10/30~11/6	23.9	1	10	0	0	0	—	—	—
11/29~12/6	24.0	1	10	0	0	0	—	—	—
12/28~1/4	24.1	1	10	0	0	0	—	—	—
1/26~2/3	26.4	1	10	0	0	0	—	—	—
*2/25~3/5	25.1	1	10	4	2,322	2,588	47	0.916	0.896~0.939
3/26~4/3	23.6	1	10	0	0	0	—	—	—

表5 年毎のヤイトハタ親魚群・個体数と月毎採卵回数

産卵開始日 年月日 旧暦	採卵水温	親魚 群数	親魚 個体数	月毎の採卵回数												合計
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1997 5/2 3/26	25.8	2	31	0	0	0	0	5	10	0	1	1	0	0	0	17
1998 4/19 3/28	26.7	2	31	0	0	0	8	14	9	3	0	0	0	0	0	34
1999 4/20 3/5	25.5	2	30	0	0	0	1	4	9	7	5	4	0	0	0	30
2000 4/25 3/21	23.7	3	43	0	0	0	6	37	27	18	23	22	2	0	0	135
2001 4/11 3/18	24.5	2	24	0	0	0	13	24	20	18	12	19	2	0	0	108
2002 4/8 2/26	24.7	2	39	0	0	0	4	22	22	18	13	11	0	0	0	90
2003 4/21 3/20	26.1	2	39	0	0	0	10	15	10	7	10	11	0	0	0	63
2004 4/17 3/28	24.5	2	39	0	0	0	1	14	12	8	6	9	0	0	0	50
2005 4/30 3/22	25.2	2	36	0	0	0	1	14	12	8	4	4	0	0	0	43
2006 4/21 3/13	24.0	1	15	0	0	0	6	9	9	3	0	0	0	0	0	27
2007 5/6 3/20	23.9	1	20	0	0	0	0	6	8	0	0	0	0	0	0	14
2008 4/30 3/25	24.0	2	29	0	0	0	2	13	1	4	2	0	0	0	0	22
2009 4/15 3/20	24.4	2	29	0	0	0	3	6	10	3	9	0	0	0	0	31
2010 3/12 1/28	27.3	1	17	0	0	0	5	6	7	8	6	1	0	2	0	35
2011 2/24 1/22	26.3	1	11	0	4	0	0	7	9	0	3	0	0	0	0	23

注1: 2006・2007年の採卵群数は、ホルモン試験のためB群を除く
注2: 2010・2011年は未成熟養成魚を生養にて養成

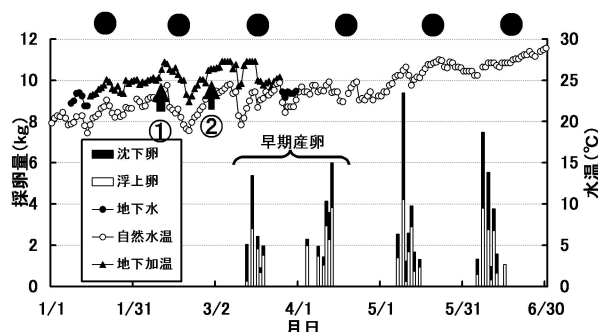


図3 ヤイトハタ早期産卵の採卵量と飼育水温の推移(2010年)

(●: 新月, ①・②: 加温制御中の昇温刺激)

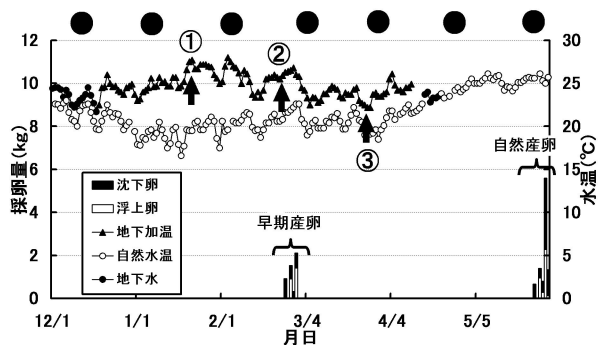


図4 ヤイトハタ早期産卵の採卵量と飼育水温の推移(2011年)

(●: 新月, ①・②・③: 加温制御中の昇温刺激)

結びつかなかった原因は、親魚に比較的小型個体が多く含まれるグループ (B 群: 木村ほか, 2009) を用いたこと、および狭い水槽での親魚飼育が産卵行動に悪影響を与えたものと推察された。一方、今回の試験では、より大型個体が多く含まれるグループ (A 群: 木村ほか, 2010) を用いたこと、産卵行動を行うのに充分の大きさの水槽を用いたこと、および地下水を加温し飼育環境を整えることができ、自然産卵行動に結びついたと考えられた。個体識別番号 415A4F5C38 の雄個体においては、腹部圧搾による放精を 2009 年 12 月, 2010 年 1・3・7・10 月, 2011 年 2 月に確認し、早期産卵の約 1 カ月前から摂餌が止まり体色変化も観察されるなど、常に成熟度が高いものと推察された。雌は、体色変化した雄の追尾の始まる時期より卵巣発達による腹部の張り出しが顕著になった。2010・2011 年ともに早期採卵はできたものの、1 回目の昇温刺激で産卵に至らず、2 回目の刺激で産卵を行った (図 3・4)。種苗生産では、産卵前に餌料生物培養を始める必要があり、餌料生物培養から種苗生産開始までの期間が長くなる (採卵が遅れる) ほど、生産経費は高くなる。今後、種苗生産まで含めた生産経費節減のためには、環境制御期間を短縮し、1 回の刺激で産卵させる技術の確立が望ましい。

2010 年の採卵では、3 月に 26~27°C で産卵した後、4 月の産卵周期前に水槽換え、飼育海水の切り替え (地下水から自然海水)、飼育水温を 24.0°C 前後に下げるなど飼育環境を変えても産卵を行った (図 3)。しかし、2011 年には産卵後に飼育水温が外気温の影響で 22~23°C に下がり、再び昇温刺激を与えても産卵は行われなかった (図 4)。産卵停止と早期産卵での採卵量が減少した直接的な原因は、24°C 以下の水温低下 (図 4)、雌個体数の減少が考えられた (表 1)。また、間接的に影響を及ぼした要因として、2010 年 1~3 月に実施した長日処理の有無、採卵養成 1~3 月に与えた魚類・スルメイカなどの餌料組成割合の変化 (表 3)、藻類が繁茂した 2011 年度の飼育環境悪化なども考えられた。早期採卵した卵の浮上卵率は 47~70% (表 4) で通常産卵開始時期の割合と同等以上の値を示し (木村ほか, 2010)、種苗生産結果が良好であり良質卵と判断した (木村ほか, 2011)。

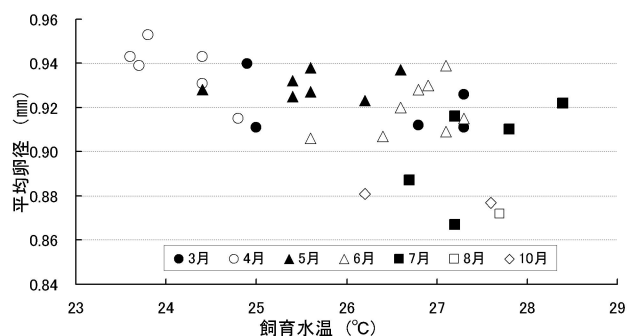


図 5 ヤイトハタの産卵毎にみた飼育水温と平均卵径の関係 (2010 年)

2010 年のヤイトハタ産卵日翌朝の飼育水温と平均卵径の関係を図 5 に示す。3 月に採卵した受精卵は、4・5 月に採卵した受精卵に比べ小さく、卵径は養成から産卵にかけての水温に影響を受けると推察された。産卵時期により魚類の卵径が変化することは、ハマフエフキ・ヤイトハタで報告されており、水温の低い時期に産出された卵は、水温の高い時期の卵に比べ卵径が大きい (多和田, 1983; 大嶋ほか, 2001)。卵径の大きい卵から孵化した仔魚はサイズが大きく、大きい孵化仔魚ほど開口した口の大きさが大きく、種苗生産初期の生き残りに有利である。各年の産卵開始日の飼育水温を表 5 に示す。自然水温での産卵開始水温は、過去 13 カ年中 11 カ年で 26°C 以下となり、最低水温 23.7°C で産卵を始め、早期採卵を行った 2010 年 27.3°C, 2011 年 26.3°C より低い水温で産卵を始めた実績がある。香川県の屋島水族館においても飼育水温 23.5°C より自然産卵を始めたことが報告され (濱本ほか, 1986)、本種の産卵開始水温を下げることは可能と考えられた。産卵開始水温を下げることであれば、より大きな卵の採卵や加温期間の短縮、加温経費の節減も可能である。しかしながら、図 1 に示す屋内種苗生産水槽 4 面を飼育環境制御に使用する制御方法では、産卵水槽の設定温度の維持・微調整は難しい。例えば、2010 年は 1 回目の昇温刺激で水温を上げた直後に寒波の影響で水温は降下し (図 3)、2011 年は 1 回目の昇温刺激を与え産卵周期を迎えたタイミングで水温降下した (図 4)。今後、計画的な産卵と産卵の継続・産卵までの積算水温の把握・卵径変化の確認など研究精度の向上を行いつつ、産卵開始水温の低温下・加温期間の短縮など経費節減をすすめるためには、産卵水槽の水温制御の精度と保温性の向上が必要である。

文献

- 濱本俊策, 真鍋三郎, 春日 公, 野坂克巳, 1986: ヤイトハタ *Epinephelus salmonoides* (LACÉPÈDE) の水槽内産卵と生活史. 栽培技研 15, 143-155.
- 金城清昭, 仲本光男, 1994: 大型ハタ類の親魚養成. 平成 4 年度沖縄県水産試験場事業報告書 54, 150-158.
- 金城清昭, 中村博幸, 大嶋洋行, 仲本光男, 1999: ヤイトハタの親魚養成と採卵. 平成 9 年度沖縄県水産試験場事業報告書 59, 135-138.
- 狩俣洋文, 仲盛 淳, 中村 将, 仲本光男, 呉屋秀夫, 石田剣一, 2007: 生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン処理による早期産卵の誘導. 平成 17 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書 67, 194-195.
- 狩俣洋文, 木村基文, 中村 将, 2008: 生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン (GnRH α) による早期産卵の誘導. 平成 19 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書 69, 126-128.
- 狩俣洋文, 木村基文, 中村 将, 2009: 生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン (GnRH α) によるヤイトハタ早期産卵の誘導. 平成 20 年度沖縄県水産海洋研究センター事業

報告書 70, 70-72.

木村基文, 眞境名真弓, 石垣 新, 2005: 魚類の採卵. 平成 13・14 年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書 14, 25-33.

木村基文, 狩俣洋文, 仲本光男, 呉屋秀夫, 2007 a: ヤイトハタの種苗生産・二次飼育・配布. 平成 18 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書 68, 219-226.

木村基文, 狩俣洋文, 仲本光男, 呉屋秀夫, 2007 b: ヤイトハタの親魚養成・採卵と種苗生産の餌料培養. 平成 18 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書 68, 215-218.

木村基文, 狩俣洋文, 仲本光男, 呉屋秀夫, 2008: ヤイトハタの親魚養成・採卵と種苗生産の餌料培養. 平成 19 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書 69, 197-199.

木村基文, 狩俣洋文, 仲本光男, 呉屋秀夫, 2009: 2008 年度のヤイトハタの親魚養成・採卵と種苗生産の餌料培養結果. 平成 20 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書 70, 169-173.

木村基文, 岸本和雄, 仲本光男, 2010: 2009 年度のヤイトハタの親魚養成・採卵と種苗生産の餌料培養結果. 平成 21 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書 71, 85-88.

木村基文, 岸本和雄, 仲本光男, 2011: 2010 年度の養殖用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.

岸本和雄, 木村基文, 2011: 沖縄県水産海洋研究センター石垣支所敷地内で取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.

中村博幸, 大嶋洋行, 仲盛 淳, 仲本光男, 2000: ヤイトハタの親魚養成と採卵. 平成 10 年度沖縄県水産試験場事業報告書 60, 149-151.

日本栽培漁業協会, 2002: 成熟・産卵手法の開発. 日本栽培漁業協会事業年報 平成 12 年度, 251-252.

大嶋洋行, 仲盛 淳, 岩井憲司, 仲本光男, 渡辺丈子, 2001a: 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 61, 139-141.

大嶋洋行, 仲盛 淳, 岩井憲司, 仲本光男, 2001b: ヤイトハタの親魚養成と採卵. 平成 11 年度沖縄県水産試験場事業報告書 61, 135-138.

大嶋洋行, 仲盛 淳, 勝俣亜生, 仲本光男, 2002: ヤイトハタの親魚養成と採卵. 平成 12 年度沖縄県水産試験場事業報告書 62, 167-169.

多和田真周, 仲盛 淳, 勝俣亜生, 仲本光男, 柏瀬純司, 2003a: 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 63, 151-153.

多和田真周, 仲盛 淳, 勝俣亜生, 仲本光男, 2003b: ヤイトハタ親魚養成と採卵. 平成 13 年度沖縄県水産試験場事業報告書 63, 149-150.

多和田真周, 仲盛 淳, 狩俣洋文, 仲本光男, 2004: ヤイトハタ親魚養成と採卵. 平成 14 年度沖縄県水産試験場事業報告書 64, 161-162.