

アマダイ類の栽培漁業化に向けた種苗生産技術の開発（Ⅱ報）

菊池 達人

はじめに

高知県沿岸海域におけるアマダイ類は主に底延縄、立縄等で年間約55トン(H8年)が漁獲され、また、高価格魚(2,500~3,000円/kg)のため沿岸漁業の重要資源として位置づけられているが、近年、漁獲量が減少傾向(H12年:20トン)にある。

本県沿岸重要資源であるアマダイ類(アカアマダイ)の資源回復を目的とし、種苗生産技術の開発研究を行い、本県での栽培漁業化の可能性を検討する。

平成16年度は釣獲天然魚の親魚養成とその養成親魚を使用したホルモン処理による採卵・人工受精試験、釣獲天然親魚を使用したホルモン処理による採卵・人工受精試験、種苗生産試験、水温別初期飼育試験および腹緒カット標識魚の飼育試験を行ったので報告する。

1 釣獲天然魚の親魚養成とその養成親魚を使用したホルモン処理による採卵・人工受精試験

1.1 目的

種苗生産においては優良な親魚を安定かつ量的にまとも確保することが、種苗生産の成否を左右している。アカアマダイの種苗生産は歴史も浅くしかも親魚養成技術の知見も少なく、アマダイ類が底魚であるという生態的特性からも親魚を活魚の状態確保しにくい魚種であると言える。種苗の量産を行うためには大量の受精卵が必要である。仮に、一度に50万粒の受精卵を得るためには、アカアマダイは1尾当たりの採卵量が10g程度と少ないので、搾出採卵に供する親魚は最小限50尾程度の活魚が必要となる。高知県内における

アマダイの漁獲状況から判断して、1日、2日で活魚として50尾のアカアマダイを確保することは非常に困難である。

受精卵を大量に得るためには、採卵を天然親魚からだけでなく、養成親魚からも実施する必要がある。そこで水温が低下してアカアマダイ活魚の入手が比較的容易にできる冬季に活魚を確保して、産卵期とされる9月~10月まで陸上水槽で飼育した養成親魚を用いて、採卵・人工受精を実施するためにアカアマダイの親魚養成試験を行った。

1.2 材料および方法

供試親魚は平成15年12月、平成16年1月・2月・4月・5月に安田町漁協で底延縄により水揚げされた71尾と、それに平成15年10月に購入し、平成15年度の採卵に用いた後に生き残った親魚2尾を加えた合計73尾を用いた。

使用水槽の概要は表1に示した。水槽は屋外に設置した長方形7t2台、屋内に設置した円形12t1台、だ円5t1台、円形2t3台、円形3t1台および0.5t黒パンライト6台を用いた。7t1号は10枠に、7t2号は12枠に、だ円5tは8枠に、円形2t3・4号は4枠にそれぞれネットロンネットで仕切って個別飼育ができるようにした。0.5t黒パンライトは1尾単独で収容した。円形12t2号、円形2t12号および3t6号は群飼育と

表1 使用水槽の概要

水槽No	容量(t)	形状	枠数	設置場所		飼育形態
				屋外	屋内	
7t1号	7	長方形	10	○		個別
7t2号	7	長方形	12	○		個別
だ円	5	だ円形	8		○	個別
2t3号	2	円形	4		○	個別
2t4号	2	円形	4		○	個別
黒パン6台	0.5	円形			○	個別
2t12号	2	円形			○	群
3t6号	3	円形			○	群
12t2号	12	円形			○	群

表2 供試魚の搬入および水槽収容状況

搬入日	搬入尾数	個別飼育の収容尾数						群飼育の収容尾数			輸送時死亡
		7t1号	7t2号	だ円	2t3号	2t4号	黒パン6台	2t12号	3t6号	12t2号	
H15.10.30	2					2					
H15.12.9	1					1					
H15.12.10	8	7		1							
H15.12.11	3	2		1							
H16.1.11	18		12	1			5				
H16.1.12	7	1		6							
H16.2.10	8		2			1	1				4
H16.2.11	9		2		4		1	2			
H16.2.12	3								3		
H16.4.26	3										3
H16.4.29	2										2
H16.4.30	1										1
H16.5.2	2										2
H16.5.5	1										1
H16.5.6	2										2
H16.5.7	3										3
計	73	10	16	9	4	4	7	2	3	14	4

7t2号、だ円、黒パン6台において枠数や水槽台数より収容尾数が多くなっているのは、途中でへい死分を補充したためである。

した。なお、12t2号で群飼育したアカアマダイは個体識別するために、搬入時にピットタグを背筋肉中に装着した。

餌は冷凍ボイルオキアミを1尾あたり10~50gになるように適宜与えた。投餌回数は1回/日とした。水温が降下する冬場は表層水のみを注水し、表層水の水温が20℃を超え始めるころからは、表層水と深層水を同時に注水して水温が20~22℃になるように水温を調整した。明期時間は基本的には調整を行わず自然日長としたが、円形12t水槽は設置した室内が暗いため8:30~17:00まで

は室内を点灯した。

採卵・人工受精は前報に示した方法と同様に行った。

1.3 結果および考察

供試魚（シロアマダイを含む）の搬入および水槽収容状況は表2に示した。供試魚は全部で73尾搬入したが、輸送時に4尾へい死したため、水槽に収容したのは69尾であった。なお、供試アマダイの搬入時および死亡時の魚体重は末尾の付表に示した。搬入時の平均魚体重は雌が374.8g、雄が

表3 各水槽における飼育日数別へい死尾数および採卵供試尾数

水槽No	飼育日数別へい死尾数						採卵供試尾数	収容尾数	生残率(%)
	~7日	7~30日	30~60日	60~120日	120~180日	180~270日			
7t1号	1		1(1)		3	5	0	10	0.0
7t2号		4	5	1	3	3	0	16	0.0
だ円		2	1(1)	1(1)	1(1)		4*	9	44.4
2t3号		4(3)					0	4	0.0
2t4号	1(1)	1					2	4	50.0
黒パン6台	1				2(1)		4	7	57.1
2t12号		2					0	2	0.0
3t6号	2	1					0	3	0.0
12t2号		1			1		12	14	85.7
計	5	15	7	2	10	8	22	69	31.9
比率(%)	7.2	21.7	10.1	2.9	14.5	11.6	31.9	100.0	

()内は飛び出しによるへい死尾数

*はシロアマダイ1尾を含む

631.9gであった。

採卵に供するまでの生残状況について、各水槽における飼育日数別のへい死尾数および採卵供試尾数を表3に示した。養成を開始した69尾のうち採卵に供するまで飼育できたのは22尾で生残率31.9%であった。どの水槽においても搬入後30日までにへい死が有り、この期間のへい死率は約30%で、へい死尾数が多くなっている。これはアカアマダイを受け取った時点では正常に遊泳していても、釣獲・受け取り・輸送等の作業により外観からは発見できない何らかの大きなダメージを受けていることが原因と思われる。搬入魚の3割程度が親魚養成開始初期に減耗することを想定する必要がある。

搬入したアカアマダイは肛門から腸管の飛び出しが見られるものの、外観的には眼の突出などはなく正常であったが、へい死したアカアマダイのほとんどに眼の突出や各鰭の鰭膜の浮腫が見られた。細菌検査等の魚病検査を行っていないので、搬入したアカアマダイのへい死原因は特定できないが、へい死が散発的なことから細菌等による感染症ではなく、生息環境の変化による生理障害と思われる。生き残って採卵に供したアカアマダイについても鰭膜の浮腫は見られなくなったもの、眼が突出している状態が続いていた。

水槽からの飛び出しによるへい死が全部で8尾であったことから、魚網で水槽上部を覆う等の飛び出し防止対策が必要と思われた。

水槽設置場所別の生残状況は表4に示した。屋外に設置した7t2台には合計26尾収容したが7月中旬までに全てへい死して採卵に供することができなかった。屋内に設置した水槽には合計43尾収容して約半数の22尾を採卵に供することができた。このように屋外水槽と屋内水槽とでは生残状況に差が出た原因は分からない。屋外水槽は寒冷沙やテントで遮光を行ったが、飼育期間が長くなればなるほど、水槽内に付着珪藻や藻類が繁茂し水槽の汚れがひどくなった。生息水深が30~100mと比較的深いアカアマダイを直射光の影響を受ける屋外水槽で飼育することは不向きと思われた。

アカアマダイを水槽内で飼育した時の減耗要因の一つとして、アカアマダイ同士の闘争による劣勢魚の死亡があると言われているので、本養成試験で一つの水槽に複数尾を収容する群飼育区と一つの水槽で単独または水槽をネットで仕切りって1尾ずつ収容する個別飼育を行った。長期間群飼育を行った12t2号は4月から5月にかけて7回に分けて1尾~3尾ずつ搬入した。搬入魚の魚体重は大きいもので696g、小さいもので156gと差が見られたものの、明らかな闘争による劣勢魚の死亡もなく、14尾中12尾が生残して高生残率を残した。屋内水槽における群飼育と個別飼育の生残を比較すると、群飼育では19尾中12尾が、個別飼育では24尾中10尾が生残した。個別飼育においては水槽からの飛び出しによるへい死が多いことを考慮すると、群飼育と個別飼育との間には生残状

表4 水槽設置場所別のアカアマダイ生残状況

搬入 時期	搬入		屋外水槽			屋内水槽			へい死状況の概要
	回数	尾数	収容	生残	死亡	収容	生残	死亡	
平成15年10月	1	2				2	2	0	屋外水槽は6月までに全滅 屋外水槽は7月までに全滅 屋外水槽は7月までに全滅、屋内 水槽は2月までに11尾死亡
平成15年12月	3	12	9	0	9	3	1	2	
平成16年1月	2	25	13	0	13	12	6	6	
平成16年2月	3	20	4	0	4	12	1	11	
平成16年4・5月	7	14				14	12	2	
計	16	73	26	0	26	43	22	21	

表5 アカアマダイ親魚養成における飼育水温

		表層水AM	表層水PM	2t4号	だ円	黒パン	12t2号	7t1号	7t2号
H15年10月	上旬	24.1	24.7						
	中旬	22.9	23.7						
	下旬	23.0	23.6						
11月	上旬	22.5	22.6	19.5					
	中旬	21.6	22.6	20.0					
	下旬	22.3	22.6	20.4					
12月	上旬	20.5	21.1	19.3					
	中旬	19.2	19.8	18.5				16.0	
	下旬	18.0	19.1	17.3				16.3	
H16年1月	上旬	17.3	18.0	16.0				15.8	
	中旬	15.5	16.1	14.5	14.9	12.0		13.1	14.5
	下旬	14.6	15.9	14.1	14.3	13.0		13.8	13.8
2月	上旬	14.8	15.8	14.4	14.6	13.8		14.0	13.9
	中旬	13.4	14.4	13.5	13.5	12.9		13.6	13.6
	下旬	13.5	14.7	13.7	13.6	13.3		13.6	13.5
3月	上旬	13.3	14.3	13.0	13.1	12.4		13.1	12.8
	中旬	15.7	16.1	15.7	15.6	15.5		15.8	15.8
	下旬	17.2	17.8	16.9	17.0	16.3		16.9	16.6
4月	上旬	16.2	18.1	16.8	16.7	16.4		17.0	16.8
	中旬	17.9	18.8	18.2	18.1	18.3		18.6	18.4
	下旬	18.8	20.5	19.2	19.0	19.1		18.8	18.7
5月	上旬	19.5	21.3	20.0	19.8	19.9	19.7	19.1	18.4
	中旬	19.9	20.7	19.9	19.8	19.6	19.1	18.5	18.3
	下旬	20.9	22.4	20.5	20.5	19.2	20.0	19.5	19.1
6月	上旬	23.5	24.4	21.5	21.0	19.9	20.1	20.6	20.1
	中旬	24.0	25.4	22.1	19.5	19.9	19.1	20.7	19.5
	下旬	23.5	24.2	21.6	19.1	20.2	19.1	21.3	19.0
7月	上旬	24.7	26.2	22.1	20.2	21.4	20.1		19.5
	中旬	25.4	27.7	22.1	21.1	22.3	20.9		19.8
	下旬	27.0	28.4	23.4	21.8	23.2	21.2		
8月	上旬	26.0	26.8	20.9	21.6	21.5	20.3		
	中旬	26.8	27.9	21.2	22.0	22.3	19.9		
	下旬	27.0	27.5	21.2	22.0	22.0	19.8		
9月	上旬	26.4	27.0	20.5	21.3	21.1	19.1		
	中旬	26.5	27.6	22.1	21.0	22.3	20.1		
	下旬	26.3	26.9	22.2	20.6	22.6	20.2		
10月	上旬	24.7	25.3	21.1	19.2	21.3	19.3		
	中旬	23.9	24.4	20.7	18.4	20.0	20.2		
	上旬	22.0	22.7	19.4	19.0	19.3	19.4		
11月	上旬	21.1	21.9	19.7	19.7	19.7	19.3		
	中旬	20.8	21.4	20.0	20.0	20.0	20.3		
	下旬	19.1	19.9	18.7	18.7	18.7			

況に大きな差がないものと思われた。

搬入後3ヶ月以上飼育した水槽における旬平均飼育水温は表5に示した。どの水槽も表層水の水温が20℃以上になる5月下旬ごろから深層水の注水を開始した。表層水と深層水の注水量を調整するだけの水温調整であるため、各水槽の水温は一定ではなかったが、6月から採卵を実施すまでの

越夏水温は概ね20℃前後に保った。ホルモンを打注することができた水槽の6月1日～10月31日までの平均飼育水温は2t4号が21.5℃、だ円が20.6℃、黒パンが21.3℃、12t2号が19.9℃であった。

搬入したアカアマダイは底延縄で漁獲されたにもかかわらず、餌付きは非常に良く、搬入3～4日後には投餌した餌に興味を示しほとんどの個体

表6 ホルモンを打注したアカアマダイの履歴の概要

飼育形態	水槽No	魚体No	搬入時		雌雄	初回ホルモン打注時		飼育日数	増重量(g)	増重倍率	日間	
			年月日	魚体重(g)		年月日	魚体重(g)				増重量(g/日)	肥満度
単	2t4号	34	H15.10.30	314.4	♀	H16.8.7	528.0	282	213.6	1.68	0.76	24.1
		38	H15.10.30	450.0	♀	H16.8.7	568.0	282	118.0	1.26	0.42	23.3
独	だ円	1/11⑩	H16.1.11	394.0	♀	H16.9.6	441.1	239	47.1	1.12	0.20	21.2
		1/12⑥	H16.1.12	174.0	♀	H16.9.6	300.5	238	126.5	1.73	0.53	26.4
		1/12⑤	H16.1.12	640.0	♂	H16.9.6	662.4	238	22.4	1.04	0.09	18.4
飼育	黒パン	1/11⑬	H16.1.11	110.0	♀	H16.10.14	312.7	277	202.7	2.84	0.73	28.6
		1/11⑭	H16.1.11	132.0	♀	H16.10.14	217.6	277	85.6	1.65	0.31	18.6
		1/11⑮	H16.1.11	66.0	♀	H16.10.14	258.3	277	192.3	3.91	0.69	22.1
		2/11⑧	H16.2.11	212.0	♀	H16.10.14	265.2	246	53.2	1.25	0.22	21.5
群飼育	12t2号	群1	H16.4.30	234.0	♀	H16.10.5	478.5	158	244.5	2.04	1.55	26.3
		群2	H16.5.2	282.0	♀	H16.10.5	363.1	156	81.1	1.29	0.52	27.3
		群3	H16.5.5		♀	H16.10.5	360.0	153	360.0		2.35	25.7
		群4	H16.5.6	244.0	♀	H16.10.5	518.0	152	274.0	2.12	1.80	26.3
		群5	H16.5.7	156.0	♀	H16.10.5	329.0	151	173.0	2.11	1.15	24.7
		群6	H16.4.26	216.0	♀	H16.10.5	357.2	162	141.2	1.65	0.87	22.9
		群7	H16.5.2	242.0	♀	H16.10.5	268.9	156	26.9	1.11	0.17	21.8
		群8	H16.4.26	356.0	♂	H16.10.5	542.5	162	186.5	1.52	1.15	24.7
		群9	H16.4.26	526.0	♂	H16.10.5	661.0	162	135.0	1.26	0.83	24.7
		群10	H16.4.29	476.0	♂	H16.10.5	556.6	159	80.6	1.17	0.51	26.5
		群11	H16.5.6	498.0	♂	H16.10.5	799.0	152	301.0	1.60	1.98	25.6
		群12	H16.5.7	512.0	♂	H16.10.5	751.0	151	239.0	1.47	1.58	25.5

が摂餌を始めた。本試験では、主に、冷凍ボイルオキアミを与えたが、マアジおよびイカの切身、配合飼料およびモイストペレットを試験的に与えたが、どの餌もすぐに摂餌した。アカアマダイは餌に対する選択性は広いように思われた。

ホルモンを打注したアカアマダイの履歴の概要は表6に示した。ホルモン打注時点では雌雄の判別ができないので生残しているアカアマダイ全てにホルモンを打注した。打注魚は個別飼育が9尾でそのうち8尾が雌、群飼育が12尾でそのうち7尾が雌であった。搬入日から第一回目のホルモン打注日までの飼育日数は151～282日であった。雌の魚体重は搬入時が66～450g（平均215g）で、最初のホルモン打注時が217.6～568.0g（平均371g）であった。雄の魚体重は搬入時が365～640g（平均501g）で、最初のホルモン打注時が542.5～751g（平均662g）であった。飼育期間における

増重倍率は成長の良いものは2～3倍、悪いものでも1.2倍前後を示し、平均では1.69倍であった。肥満度は平均24.1であった。

水槽別の個別飼育魚の採卵状況は表7、8、9に示した。2t4号で飼育した魚体No34、38は8月7日、9月6日および10月14日にホルモンを打注した。8月7日のホルモン打注後の採卵では24、48時間後に採卵を行ったが、両時刻とも卵を搾出することができなかったため、72時間後の採卵は断念した。腹部を触診した感じでは腹部は硬い感じを受け、未熟と思われた。9月6日のホルモン打注後の採卵において両親魚はともに採卵することができた。採卵量は魚体No34が7.9g、魚体No38が7.0gであった。採卵できた卵塊は体液等の粘液を多く含んでいたため、実際の卵重量は採卵量の半分以下と思われた。魚体No34の卵は卵質が悪く採卵・受精直後は浮上卵であったが、24時間後には

表7 2 t 4号における個別飼育魚の採卵状況

ホルモン 打注日	採卵 時刻	魚体No別採卵量(g)	
		34	38
H16.8.7	24h	0.0	0.0
	48h	0.0	0.0
	72h	*	*
	計	0.0	0.0
H16.9.6	24h	7.4	0.0
	48h	0.4	0.0
	72h	0.1	3.4
	96h	*	3.6
	計	7.9	7.0
H16.10.14	24h	0.0	0.0
	48h	0.0	0.0
	72h	0.0	0.0
計	0.0	0.0	

*は採卵作業未実施

表8 だ円における個別飼育魚の採卵状況

ホルモン 打注日	採卵 時刻	魚体 No 別 採 卵 量(g)		
		1/11⑩	1/12⑥	1/12⑤
H16.9.6	24h	0.0	0.0	0.0
	48h	0.0	0.0	0.0
	72h	*	*	*
	計	0.0	0.0	0.0
H16.10.14	24h	4.8	3.3	0.0
	48h	4.5	1.7	0.0
	72h	2.4	0.0	0.0
	計	11.7	5.0	0.0

*は採卵作業未実施

表9 黒パンライトにおける個別飼育魚の採卵状況

ホルモン 打注日	採卵 時刻	魚体 No 別 採 卵 量(g)			
		1/11⑩	2/11⑧	1/11⑨	1/11④
H16.9.6	24h	0.0	0.0	0.0	0.0
	48h	0.0	0.0	0.0	0.0
	72h	0.0	0.0	0.0	0.0
	計	0.0	0.0	0.0	0.0
H16.10.14	24h	0.0	0.0	0.0	0.0
	48h	0.0	0.0	0.0	0.0
	72h	0.0	0.0	0.0	0.0
	計	0.0	0.0	0.0	0.0
H16.11.27	24h				0.0
	48h				0.0
	72h				0.0
計				0.0	

表10 天然魚と養成魚の採卵成績の比較

魚体No	ホルモン打注日	体重 (g)	採卵時刻	採卵量 (g)	採卵率 (%)	受精率 (%)	平均卵径 (mm)	ふ化率 (%)
1/12⑩ (養成魚)	H16.10.14	469.2	24h	4.8		89.0	0.95	58.9
			48h	4.5	2.5	97.9	0.92	68.5
			72h	2.4		100.0	0.89	42.5
1/12⑥ (養成魚)	H16.10.14	289.6	24h	3.3		91.1	0.90	46.2
			48h	1.7	1.7	87.6	0.90	35.5
			72h	0.0				
16-17 (天然魚)	H16.10.13	504.4	24h	0.0				
			48h	9.3	3.0	93.0	0.88	67.8
			72h	5.9		84.2	0.85	42.8

採卵率 = (全採卵量 / 魚体重) × 100

ほとんどが沈下卵となり受精卵が得られなかった。魚体No38の卵は受精後も浮上卵であったが、使用した精子に活性がなかったため受精卵が得られなかった。アカアマダイの産卵においては、10月中旬は産卵盛期であり、アカアマダイは多回産卵するといわれているので、10月14日のホルモン打注後の採卵でも採卵できることを期待して、24、48および72時間後に採卵を実施したが、結局、卵を搾出することができなかった。ホルモン打注後の肛門周辺における発赤等の変化もなく、アカアマダイ自体の産卵が終了したように思えた。

だ円で飼育した魚体No1/11⑩、1/12⑤、1/12⑥は9月6日および10月14日にホルモンを打注した。9月6日のホルモン打注では、親魚の肛門周辺が発赤することもなく排卵しているような兆候が見られず採卵に至らなかった。10月14日のホルモン打注後の採卵においては魚体No1/11⑩および1/12⑥から採卵することができた。なお、魚体No1/12⑤は死後の解剖結果からみであることが判明した。採卵量は魚体No1/11⑩が11.7g、魚体No1/12⑥が5.0gであった。これら2尾から搾出した卵塊は粘液等の混じりも少なく前述の2尾より卵質は良好と思われた。人工受精を行った結果、受精卵が得られ、受精卵を1Lビーカー内で卵管理を行うとふ化仔魚が得られた。表10に同時期に採卵した天然魚との採卵成績の比較を示した。採卵率、受精率、ふ化率および平均卵径は天然魚と養成魚との間には決定的な差がないように思われた。このように天然魚と同等の卵質が確保でき、量的にまと

まって採卵可能であれば、養成親魚からの受精卵も種苗生産用として利用可能なことが示唆された。

黒パンライト水槽で単独飼育した親魚4尾は9月6日、10月14日および11月27日にホルモン打注を行ったが、いずれも採卵することができなかった。なお、4尾のうち3尾は10月14日の採卵作業後に死亡したため、11月27日のホルモン打注は1尾のみであった。採卵後4尾とも死亡し、解剖の結果、いずれも♀であった。平成15年度の天然釣獲親魚の採卵において、採卵できた親魚の最小体重は190gであった。4尾ともホルモン打注時の魚体重は200gを超えていたが、採卵に至っていない。1月・2月の搬入時の魚体重が60~212gであったことから、産卵年齢に達していなかったと思われる。親魚養成用として搬入する場合のアカアマダイのサイズは魚体重が200g以上であることが望ましい。

次に、12t 2号における群飼育雌親魚の採卵状況は表11に示した。群飼育魚は10月5日および11月8日にホルモンを打注した。10月5日のホルモン

打注後の採卵では12尾中5尾か採卵できた。採卵は24時間後に集中して、実質の採卵量は0.9~2.1gであった。10月8日のホルモン打注後の採卵では10尾中1尾のみから採卵できた。その際の卵量は1.4gで、前回の採卵時同様に卵塊には粘液を多く含んでいたため受精作業を行わなかった。10月5日の第1回目の採卵作業から11月8日の第2回目のホルモン打注までの間にへい死した2尾および第2回目の採卵が終了後の11月12日に取上げた全10尾を魚体測定・解剖した結果、7尾が♀で、5尾が♂であった。

10月5日にホルモンを打注した群飼育魚から採卵した卵の状態および受精率は表12に示したように、群飼育魚から搾出した卵塊は粘液が多く含まれていたため、実質卵量は少なく、その上、浮上卵量も非常に少なかった。人工受精を行っても受精できたのは3例で、3例の受精率は50~83.3%であったが、受精24時間後にほとんど沈下卵となり正常に発生しなかった。

ホルモン打注魚を採卵終了または死亡時に取り

表11 12t 2号における群飼育雌親魚の採卵状況

ホルモン打注日	採卵時刻	魚体No別採卵量(g)						
		群1	群2	群3	群4	群5	群6	群7
H16.10.5	24h	7.2(2.1)	2.6(0.9)	1.4(0.4)	1.2(0.1)	4.7(0.9)	0.0	0.0
	48h	0.0	0.0	0.0	1.4(0.1)	0.0	0.0	0.0
	72h	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	計	7.2(2.1)	2.6(0.9)	1.4(0.4)	2.6(0.2)	4.7(0.9)	0.0	0.0
H16.11.8	24h		0.0	0.0	0.0	1.4		0.0
	48h		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0
	72h		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0
	計		0.0	0.0	0.0	1.4		0.0

()内は実質卵量

表12 群飼育魚から採卵した卵の状態および受精率

魚体No	採卵時刻	採卵量(g)	実卵量(g)	受精率(%)	卵塊の粘液	卵の状態
群1	24h	7.2	2.1	52.6	多い	受精24h後には全滅
群2	24h	2.6	0.9	0.0	多い	浮上卵なし
群3	24h	1.4	0.4	0.0	多い	浮上卵なし
群5	24h	4.7	0.9	0.0	多い	浮上卵なし
群4	24h	1.2	0.1	83.3	多い	受精24h後にはほとんどが死卵となったが1尾ふ化
	48h	1.4		50.0	多い	

表13 ホルモン打注魚の採卵終了または死亡時の解剖結果

魚体No	雌雄	取り上げ 年月日	魚体重(g)	体長 (cm)	生殖腺 重量(g)	GSI	肥満度	精子活性 活力 量		卵の大きさ			
										小型	中型	大型	排卵
1/11⑱	♀	H16.12.20	449.0 (394.0)	27.5	3.20	0.713	21.6			◎			
1/12⑥	♀	H16.10.20	262.4 (174.0)	22.5	1.10	0.419	23.0			◎	△		
1/11⑯	♀	H16.10.20	261.1 (66.0)	22.7	3.00	1.149	22.3			◎	△		△
2/11⑧	♀	H16.10.20	247.1 (212.0)	23.1	1.40	0.567	20.0			◎			
1/11⑬	♀	H16.10.25	275.9 (110.0)	22.2	0.70	0.254	25.2			◎			
1/11⑭	♀	H17.1.10	263.0 (132.0)	22.7	1.00	0.380	22.5			◎	△		
群1	♀	H16.10.14	441.7 (234.0)	26.3	6.20	1.404	24.3			◎			
群6	♀	H16.10.14	312.7 (216.0)	25.0	5.40	1.727	20.0			◎	△		3.4g
群2	♀	H16.11.12	332.2 (282.0)	23.7	1.91	0.575	25.0			◎	△		
群3	♀	H16.11.12	350.6	24.1	1.47	0.419	25.0			◎			
群4	♀	H16.11.12	516.6 (244.0)	27.0	2.20	0.426	26.2			◎	△		
群5	♀	H16.11.12	322.3 (156.0)	23.7	1.14	0.354	24.2			◎			△
群7	♀	H16.11.12	243.0 (242.0)	23.1	0.76	0.313	19.7			◎			
1/12⑤	♂	H16.12.21	712.5 (640.0)	33.0	0.10	0.014	19.8	*	*				
群14	♂	H16.9.6	1080.0 (696.0)	33.5	0.50	0.046	28.7	+++	+++				
群8	♂	H16.11.12	553.9 (356.0)	28.0	0.08	0.014	25.2	-	-				
群9	♂	H16.11.12	683.2 (526.0)	29.9	0.08	0.012	25.6	+++	+				
群10	♂	H16.11.12	532.3 (476.0)	27.6	0.03	0.006	25.3	+++	+				
群11	♂	H16.11.12	833.8 (498.0)	31.5	0.12	0.014	26.7	+++	+				
群12	♂	H16.11.12	749.0 (512.0)	30.9	0.23	0.031	25.4	+++	+++				

*: 魚体が古いため精子の活性を調べなかった
群14はホルモン未打注

$$GSI = \frac{\text{生殖腺重量}}{\text{魚体重}} \times 100$$

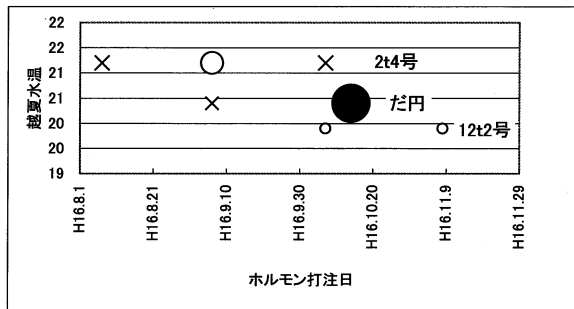
()内は搬入時の体重
 小型卵は卵径0.02~0.1mm
 大型卵は卵径0.4~0.6mm
 ◎は量的に90%以上を占める
 ■は採卵魚
 中型卵は卵径0.2~0.35mm
 排卵は透明の卵径0.8mm以上
 △は量的に非常に少ない

上げ解剖して生殖腺を調べた結果は表13に示した。雌のGSIは最高が1.727、最低が0.254、平均0.585であった。卵巣内の卵母細胞の大きさは0.02~0.1mm程度の小型細胞が主体を占めた。GSIが1を超えた魚体No1/11⑯および群6には卵巣内に排卵した透明な成熟卵が観察された。特に、魚体No群6は卵巣重量が5.4gで、そのうち排卵量は3.4gであった。群1は卵巣重量が6.2gでGSIが1.404であったが、卵母細胞の卵径は0.02~0.1mmの小型卵であった。雄のGSIは最高が0.046、最低が0.006、平均0.020であった。9月6日に取り上げた魚体No群14は魚体も1kgを超えて精巣重量も比較的大きく十分な精子活性を有していた。11月12日に取り上げた5尾は精子の活力を有するにももの、精子量が

非常に少ない個体が多くなっていた。

越夏水温と採卵結果との関係は図1に示した。各水槽における6月1日~10月31日までの平均飼育水温は2t4号が21.5℃、だ円が20.6℃、12t2号が19.9℃であった。各水槽間には採卵日、採卵量、受精率等の採卵成績にばらつきが見られるものの、ホルモン打注により搾出採卵することができた。

2t4号の飼育水温と高知水試がアマダイ類の底延縄操業海域に最も近い土佐湾で実施した100m深の定点観測点における水温の比較は図2に示した。飼育水温と100m深の水温とでは季節変化に差が見られる。4月から10月までは飼育水温の方が2~6℃高く推移し、10月から12までの水温はほ



●:採卵でき受精卵有り、●が大きいほど採卵量が多い
○:採卵でき受精卵なし、○が大きいほど採卵量が多い
×:採卵できず
越夏水温:6月1日～10月31日までの平均飼育水温

図1 越夏水温と採卵結果

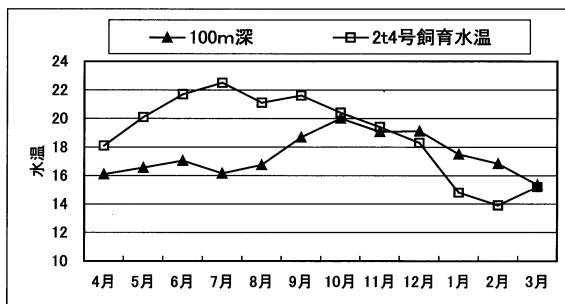


図2 水温の季節変化

ほぼ同程度で、12月から3月までは飼育水の方が2～3℃程度低く推移している。このように水温差が見られたにもかかわらず、ホルモン打注により搾出採卵できたことから、6月～10月を20℃前後に越夏させれば採卵可能と判断された。奥村も、18～24℃の範囲で越夏させれば自然産卵すると報告している。次年度以降は採卵成績を向上させるために、100m深における水温に近い水温管理を行い、さらに、電照管理を加えた親魚養成を検討する必要がある。

群飼育魚と個別飼育魚の採卵成績の比較は表14に示した。群飼育魚は採卵することができたが、群飼育魚は個別飼育魚に比べて、採卵量、受精率およびふ化率において、劣る結果となった。10月14日に死亡して解剖した魚体No群6が排卵した透明な成熟卵を持っていたことや、9月6日に取り上げた魚体No群14は0.5gの精巣を持ち、その精巣内精子は十分に人工受精に使用可能な精子活性を有していたことから、群飼育を行ってもアカアマダイは雌雄とも成熟するものと考えられた。群飼

表14 個別飼育と群飼育の採卵成績の比較

項目	個別飼育	群飼育
ホルモン打注雌尾数(A)	8	7
採卵尾数(B)	4	5
採卵率(%) B/A×100	50.0	71.4
採卵全量(g)	31.5	19.9
1尾当たりの採卵量(g/尾)	7.9	4.0
人工受精例	9	7
人工受精成功例	5	3
受精率(%)	87.6～100	50～83.3
ふ化率(%)	35.5～68.5	0

育魚の採卵成績が悪い原因は次の2点が考えられる。1点目は、ホルモン打注日が適切ではなかったこと、2点目はアカアマダイ自体の卵巣内で卵母細胞が成熟することなく、未熟な状態であったことが考えられる。

11月8日のホルモン打注は時期的に遅いと判断された。その理由として次の二つが挙げられる。一つの目の理由は表13に示した採卵終了後の解剖結果において、卵巣重量が小さくGSIが1に満たないことと、卵母細胞が0.1mm以下の小型卵主体を占めたこと。二つ目の理由は採卵個体数が10月7日のホルモン打注では採卵尾数が7尾中5尾であったのに対して、11月8日のホルモン打注では5尾中1尾に減少したこと。

2点目については同一水槽に多数の雌を収容した場合、雌の一部のみが産卵に参与し、大部分の雌は産卵していないか、または雌の多くは産卵するが、多くの個体がいることにより、雌1尾の産卵数が減少すると奥村が指摘しているように、同一水槽に複数のアカアマダイを群飼育することにより雌の成熟を阻害したことが考えられる。

群飼育は個別飼育に比べて飼育設備および飼育管理の面で簡便かつ、しかも飼育尾数についてもより多くの飼育が可能なので、親魚養形成態としてはコストの面で個別飼育より優れている。今後、群飼育による親魚養成を行い、採卵成績が悪かった原因を究明する必要がある。

2 釣獲天然親魚を使用したホルモン処理による採卵・人工受精試験

2.1 目的

アカマダイの種苗生産に関する研究は昭和53年に京都府海洋センターにより開始された。その後、(社)日本栽培漁業協会宮津事業場(現独立行政法人中央水産研究所宮津栽培漁業センター：以下宮津と呼ぶ)が昭和59年に開所されると同時に、精力的にアカマダイの種苗生産技術の開発に取り組みられるようになった。

当初、アカマダイの採卵は水槽内における自然産卵で行なわれてきたが、自然産卵では採卵量が少なく、受精率も低く、採卵経費が高いなどの採卵効率の悪さから、大量かつ安定して受精卵を得ることができなかった。平成9年にホルモン処理による採卵、精子の抽出方法の改善および人工受精技術が開発されてから、短期間に数十万粒の受精卵の確保が可能となった。

宮津で行なわれているホルモン処理による採卵・精子の抽出・人工受精技術を習得するとともに種苗生産用受精卵を得る目的で、高知県地先で漁獲されたアカマダイ活魚を用いて採卵・人工受精を行った。

2.2 材料および方法

前報と同様に行った。

2.3 結果および考察

昨年、平成15年と同様、アカマダイ活魚および精子抽出用の鮮魚は安田町漁協で水揚げされたものを用いた。

天然アカマダイ鮮魚からの精子抽出液の調整結果は表15に示した。供試鮮魚は5月が1尾、8月が1尾、9月が2尾、10月が7尾、11月が4尾の合計15尾であった。市場の銘柄「特大」を選んだので魚体重は800g以上で、使用した14尾はすべて雄でGSIは0.02を超え、最大が0.197、最小0.021であった。調整した精子液は15尾すべて精子の活力および量ともに良好で、人工受精に十分に使用可能であった。摘出した精巣重量は8月・9月・10月が0.6~1.9gの範囲であったのに対して、11月が0.2~0.5gであった。精巣は11月になると退縮する傾向を示した。平成15年および16年の精子液調整結果から、産卵期の800g以上の大型魚から精巣を摘出して精子抽出液の調整を行えば、ほぼ確実に良好な精子活性を持つ精子液が得られることが判った。なお、表15の末尾に平成17年2月~3月に調べた3尾のアカマダイの精子調整結果を示した。いずれも精子の活力および量ともに良好であった。アカマダイは800g以上の銘柄「特大」魚は産卵期が終了する11月以降は精巣の退縮が見られるものの、周年、精巣内精子は活性を有していると思われた。

アカマダイ活魚の搬入は9月20日から11月9日まで行った。搬入状況は表16に示した。搬入回数は9月が3回、10月が7回および11月が2回で、搬入尾数はそれぞれ3尾、16尾および3尾の合計22尾であった。雌雄の内訳は雌が15尾、雄が5尾、不明が2尾であった。搬入尾数は平成15年が58尾であったのに対して平成16年は22尾と半数以下に半減した。しかし、安田町漁協における搬入の中心となる10月のアカマダイの水揚げ量は平成15年が91.3kgであったが、平成

表15 アカマダイ天然鮮魚からの精子抽出液調整結果

購入日	全長cm	体長cm	体重g	雌雄	精巣重量g	GSI	精子活性	備考
H16.5.6	43.8	36.0	1072.2	♂	0.30	0.028	良好+++	使用可
H16.8.7	40.8	32.5	836.0	♂	0.80	0.096	良好+++	使用可
H16.9.22	45.5	37.5	1116.5	♂	1.90	0.170	良好+++	使用可
H16.9.28	43.2	35.5	1017.2	♂	0.80	0.079	良好+++	使用可
H16.10.3	43.0	35.0	1066.4	♂	0.70	0.066	良好+++	使用可
H16.10.4	45.5	37.0	1181.4	♂	0.90	0.076	良好+++	使用可
H16.10.6	45.5	37.5	1081.3	♂	0.70	0.065	良好+++	使用可
H16.10.6	42.5	34.5	1071.4	♂	0.70	0.065	良好+++	使用可
H16.10.7	45.0	36.0	966.5	♂	1.90	0.197	良好+++	使用可
H16.10.7	43.0	35.3	1019.6	♂	0.60	0.059	良好+++	使用可
H16.10.13	42.5	34.3	915.3	♂	0.70	0.076	良好+++	使用可
H16.11.1	44.5	36.5	979.5	♂	0.40	0.041	良好+++	使用可
H16.11.1	43.2	35.3	947.7	♂	0.20	0.021	良好+++	使用可
H16.11.9	42.5	34.6	934.1	♂	0.40	0.043	良好+++	使用可
H16.11.9	43.0	35.0	890.6	♂	0.50	0.056	良好+++	使用可
H17.2.22	48.0	39.0	1301.0	♂	0.53	0.041	良好+++	使用可
H17.3.8	45.5	37.5	1265.6	♂	0.42	0.033	良好+++	使用可
H17.3.19	41.5	34.3	880.0	♂	0.20	0.023	良好+++	使用可

表16 アカアマダイ活魚搬入結果

搬入日	搬入尾数			斃死尾数*	
	総数	♀	♂	♀	♂
H16.9.20	1			1	
H16.9.25	1		1		
H16.9.28	1	1			
H16.10.3	1	1			
H16.10.4	2	2			1
H16.10.6	3	1	2		2(1)
H16.10.7	5	4		1	1
H16.10.11	2	1	1		1(1)
H16.10.13	1	1			
H16.10.18	2	2			
H16.11.1	1	1			
H16.11.2	2	1	1		
計	22	15	5	2	2(3)

*)ホルモン打注後96時間以内に斃死した尾数で()内はホルモン打注24時間以内に斃死して採卵作業ができなかった尾数

16年は187.3kgと倍増している。このように、水揚げ量が多かったにもかかわらず、16年の搬入尾数が少なかった理由は良くわからない。安田町漁協へアカアマダイを水揚げする底延縄漁船は6隻で、月間の出漁日数は20日程度である。毎日、全船が出漁するとは限らないので、月間の延べ出漁隻数は4隻×20日=80隻と推定される。底延縄漁船1隻当たりの生きアカアマダイ水揚げ尾数は、15年が0.73尾/隻(58尾/80隻)、16年が0.28尾/隻(22尾/80隻)となり、平均すると0.5尾/隻となる。1日で20尾の生きアカアマダイの水揚げを期待す

表17 アカアマダイ採卵結果

搬入日	雌尾数	採卵尾数	採卵率	採卵量	採卵量/尾
	a	b	b/a(%)	(g)	(g)
H16.9.28	1	1	100	21.8	21.8
H16.10.3	1	1	100	7.4	7.4
H16.10.4	2	1	50	7.3	7.3
H16.10.6	1	1	100	24.5	24.5
H16.10.7	4	4	100	47.5	11.9
H16.10.11	1	1	100	13.0	13.0
H16.10.13	1	1	100	15.2	15.2
H16.10.18	2	2	100	17.2	8.6
H16.11.1	1	1	100	24.6	24.6
H16.11.2	1	1	100	6.3	6.3
	15	14	93	184.8	13.2

るためには、出漁隻数が少なくとも40隻を有する水揚げ地を選ぶ必要がある。大量の受精卵を得て本格的に種苗生産を実施するためには、安田を含めた複数の水揚げ地からアカアマダイを搬入して、短期間に多数の生きアカアマダイを確保する必要がある。

採卵結果は表17に示した。雌親魚は平成16年9月28日～11月2日までに搬入した15尾のうち、14尾から採卵ができ、搬入した雌親魚に対して採卵できた雌親魚の割合(採卵率)は約93%であった。全採卵量は184.8gで、1尾当たりの採卵量は13.2g/尾であった。なお搬入日別の雌親魚の採卵尾数、1尾当たりの採卵量および受精率の推移は図3に示した。

ホルモン打注24、48、72時間後に採卵を実施した時の、採卵時間別の採卵量・受精率・卵径は表

表18 採卵時間別の採卵量・受精率・卵径

魚体No	体重g	搬入日	採卵量(g)				受精率(%)				卵径(mm)			
			24h	48h	72h	計	24h	48h	72h	平均	24h	48h	72h	平均
3	533.9	9月28日	2.8	15.7	3.3	21.8	100.0	90.3	66.1	85.5	0.90	0.87	0.86	0.88
4	489.4	10月3日	0.8	5.1	1.5	7.4	87.5	81.9	97.3	88.9	0.89	0.90	0.86	0.88
5	400.9	10月4日		5.5	1.8	7.3		82.6	65.7	74.2		0.91	0.89	0.90
8	574.1	10月6日	0.5	12.1	11.9	24.5		82.9	94.0	88.5		0.89	0.86	0.88
11	530.5	10月7日	10.2	10.4	0.4	21.0	92.1	88.2		90.2	0.90	0.87	0.84	0.87
12	387.6	10月7日		4.6	6.6	11.2		92.8	89.6	91.2		0.88	0.86	0.87
13	446.1	10月7日		8.1		8.1		80.0		80.0		0.87		0.87
14	209.1	10月7日	1.2	4.3	1.7	7.2	97.6	81.8	83.3	87.6	0.88	0.90	0.87	0.88
15	397	10月11日	5.4	5.4	2.2	13.0	100.0	61.1	75.4	78.8	0.88	0.82	0.82	0.84
17	504.4	10月13日		9.3	5.9	15.2		93.0	84.2	88.6		0.88	0.85	0.87
18	456.9	10月18日	1.0	9.3	4.1	14.4					0.86	0.89	0.88	0.88
19	385.3	10月18日			2.8	2.8						0.90	0.90	0.90
20	613	11月1日	9.1	4.8	10.7	24.6	95.3	86.7	56.0	79.3	0.90	0.90	0.92	0.91
22	383	11月2日	1.5	3.6	1.2	6.3	96.2	84.6	72.8	84.5	0.90	0.90	0.89	0.90
		平均	3.6	7.6	4.2	13.2	95.5	83.8	78.4	84.8	0.89	0.88	0.87	0.88

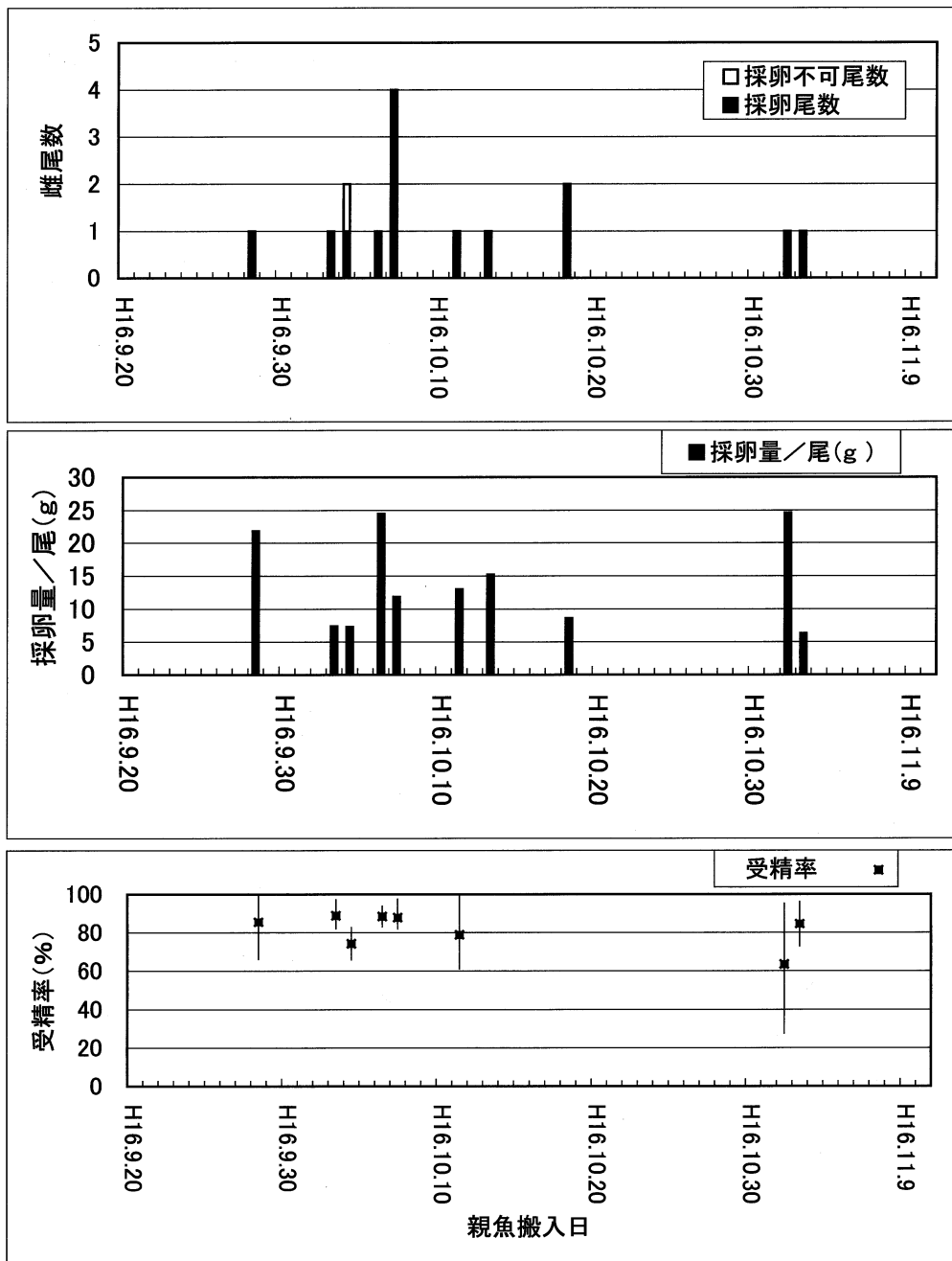


図3 搬入日別の採卵尾数・採卵量・受精率の推移
 受精率は24h、48h、72hおよび96h後に採卵したとき平均値、最高、最低を示した

18に示した。24時間後の採卵において採卵できない事例が14例中5例あるのに対して、48時間後では14例中13例から採卵できた。1尾当たりの平均採卵量も24時間後および72時間後が3.6g、4.2gであったが、48時間後は7.6gと多かった。平均受精率は24時間後が95.5%、48時間後が83.3%、72時間後が78.4%であった。ホルモン打注後の時間の経過とともに、受精率は低下傾向を示した。卵

径も受精率と同様の傾向を示し、24時間後が0.89mm、48時間後が0.88mm、72時間後が0.87mmであった。

採卵した雌親魚における体重別の採卵状況は表19に示した。体重別の搬入尾数は魚体重100~200gが0尾、魚体重200~300gが1尾、魚体重300~400gが4尾、魚体重400~500gが4尾、魚体重500~600gが4尾、600~700gが1尾であった。1尾当たりの平均採卵量は200~300gが7.2g、300~400

表19 魚体重別の採卵状況

魚体重の範囲	尾数	平均採卵量(g)	受精率%	卵径(mm)
100 ~ 200	0			
200 ~ 300	1	7.2	87.6	0.88
300 ~ 400	4	8.3	84.9	0.88
400 ~ 500	4	9.3	81.0	0.88
500 ~ 600	4	20.6	88.2	0.87
600 ~ 700	1	24.6	79.3	0.91

受精率、卵径は24、48、72、96時間後採卵の平均値

gが8.3g、400~500gが9.3g、500~600gが20.6g、600~700gが24.6gであった。受精率は魚体重による差は見られず80%前後であった。卵径は魚体重600gまでは0.87~0.88mmであったが、600gを超えた魚体では0.91mmとやや大きかった。

3 種苗生産試験

3.1 目的

本県におけるアカアマダイの種苗生産は平成15年度から開始された。平成15年度は200Lのアルテミアサミット、角1t水槽、円形2tおよび円形6t水槽で種苗生産を行った。生産ができたのは円形6t水槽のみで、約6.6万粒の受精卵から、176日の生産期間で平均全長11.2cmの稚魚23尾を生産することができた。本年度は、さらなる生産尾数の増大を目指して、種苗生産初期の飼育水にナンノクロロプシスを添加すること、飼育水温を20~22℃に保つこと、および1t以上の大型水槽を使用することを心がけて種苗生産試験を実施する。

3.2 材料および方法

卵は当研究所で高知産天然魚から採卵した受精卵および独立行政法人中央水産研究所宮津栽培漁業センター（以下宮津と言う）から分与された京都産天然魚から採卵した受精卵を用いた。使用した受精卵の採卵状況は表20に示した。採卵日は高

知産が平成16年9月30日、10月5、6、9、10、14、15および16日で、京都産が平成16年9月29日であった。卵量は高知産が合計84.5gで京都産が9万粒であった。

高知産の受精卵は採卵翌日または採卵当日に100Lまたは200Lのアルテミアサミットで卵管理を行い、浮上卵を分離した後、浮上卵のみを種苗生産水槽に池入れした。宮津産はビニール袋に詰められて宅急便で陸送され、研究所に到着した時は、すでにほとんどがふ化していたので、ビニール袋内の水温と同程度に水温調整した種苗生産水槽に直接ふ化仔魚を池入れした。

種苗生産水槽は円形2t、3t、6t水槽および角1t水槽を使用した。

餌はタイ産ワムシおよび市販の配合飼料を用いた。ワムシはテトラセルミスとスーパー生クロレラV12で1次培養した後、さらにスーパー生クロレラV12で6~15時間栄養強化して与えた。

飼育水にはマリーンバイオ（株）製の冷蔵濃縮ナンノクロロプシス「マリーンフレッシュ」（以下濃縮ナンノと呼ぶ）を午前と午後2回添加した。添加量は濃縮ナンノを深層水で2倍に希釈したものを飼育水1t当たり100ccとした。なお、濃縮ナンノを2倍に希釈後強く通気をした状態で冷蔵庫（1~2℃）で保管した。濃縮ナンノを使い切った後は濃縮ナンノを種として培養したナンノクロロプシスの培養水を適宜添加した。

3.3 結果および考察

種苗生産結果の概要は表21に示した。生産は京都産の受精卵を用いた1回次および高知産の受精卵を用いた2回次~6回次の合計6回の生産を行った。1回次と4回次は飼育日数がそれぞれ43日、39日と長期間の飼育ができたが、1回次において

表20 種苗生産に使用した受精卵の採卵状況

池入れ水槽	6t-3号	2t-8号	2t-7号				3t-4号					角1t-1号		3t-5号
親魚体No	宮津産	16-3	16-4				16-8	16-11	16-12	16-13	16-14	16-15	16-17	16-17
採卵日	9/29	9/30	10/5	10/6	10/6	10/9	10/9	10/9	10/9	10/10	10/14	10/15	10/16	
採卵時間		48h	48h	72h	48h	72h	48h	48h	48h	48h	72h	48h	72h	
採卵量(g)	(約9万粒)	15.7	5.1	1.5	5.5	11.9	10.4	4.6	8.1	4.3	2.2	9.3	5.9	
受精率(%)		90.3	81.9	97.3	82.6	94.0	92.1	92.8	80.0	81.8	75.4	93.0	84.2	
卵径(mm)		0.87	0.90	0.86	0.91	0.86	0.90	0.88	0.87	0.90	0.82	0.88	0.85	

表21 アカアマダイ種苗生産結果

回次	1	2	3	4	5	6
採卵日	9/28	9/30	10/5、10/6	10/9、10/10	10/14、10/15	10/16
池入れ日	9/30	9/30	10/6	10/9、10/10	10/15、10/16	10/17
池入れ卵量(g)		11.4	9.5	23.5	7.8	5.9
卵粒数	90,000	21,169	14,250	32,900	13,431	10,750
水槽	6t-3号	2t-8号①	2t-7号	3t-4号	角1t-1号	3t-5号
容量(L)	6000	2000	2000	3000	800	3000
用水	混合水	深層水	深層水	混合水	混合水	深層水
飼育形態	流水・循環濾過	流水	流水・循環濾過	流水・循環濾過	流水	流水
飼育水温 平均 (°C)	21.8	20.1	21.4	20.6	21.3	21.3
最高	22.7	21.6	22.2	22.2	21.8	21.6
最低	20	18.7	20.5	17.2	20.8	21.2
ふ化日	9/30	10/2	10/7、10/8	10/11、10/12	10/16、10/17	10/18
ふ化尾数	61,090		7,200	24,300	12,300	9,000
ふ化率(%)	67.9		50.5	73.9	91.6	83.7
初期飼育密度(ふ化尾数/t)	10,182		3,600	8,100	15,375	3,000
廃棄日	11/12	10/13	10/30	11/19	11/1	10/27
生残日数	43	11	22	39	15	9
生残尾数	3,290	0	0	75	0	0
備考	宮津産の卵 VNN発症廃棄		ふ化時から浮上 へい死多い	VNN発症? 廃棄		ワムシが維持できず急激に環境悪化した

日令36日ごろより、水面近くで横転して衰弱している個体が見られるようになり、次第にその数が増し、へい死魚も増加したので、日令42日に水産試験場にへい死魚を持ち込み、ウィルス検査を依頼したところ、VNNウィルスが確認されたので、日令43日に塩素消毒を行い全数廃棄した。4回次においても、同様な状況が見られたので、日令39日に塩素消毒を行い、生産を中止した。

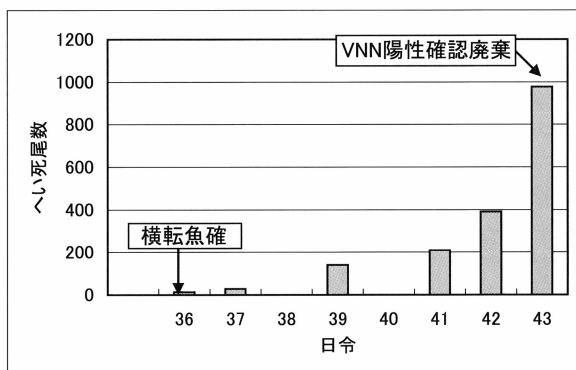


図4 1回次(6t-3号)におけるへい死状況

1回次における横転魚確認後のへい死状況は図4に示した。横転魚を確認後も急激なへい死魚の増加は見られなかったが、1週間後にはへい死尾数は急激に増え、日間へい死尾数が約1,000尾となり、日間死亡率が約20%にも達した。

各回次の生残率の推移は図5に示した。生残率の推移は次の二つの傾向に分かれた。一つは開口する日令3日目までに大減耗があり、日令10日目には生残率が0%近くまで低下した3回次、5回次および6回次である。もう一つは開口までに大

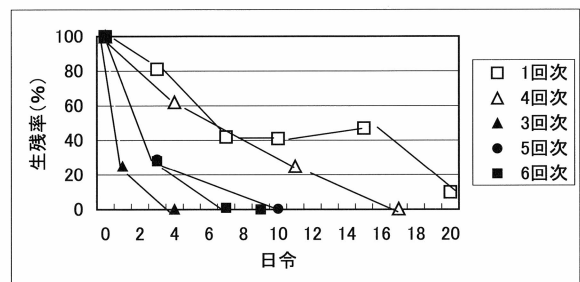


図5 各回次における生残率の推移

減耗することなく、日令10日目までの生残率が20～40%を維持した1回次および4回次である。データの取れなかった2回次は日令5日目で生残尾数が数百尾であったことから前者に相当すると考えられた。3回次は日令4日目までにはほぼ全滅し、他の回次に比べるとふ化率が50.5%と悪く、しかもふ化当日にふ化仔魚を計数する時点で浮上へい死が多数見られたので、卵質に問題あったと想像された。6回次は日令7日目までにはほぼ全滅した。この回次は日令7日目午前中におけるワムシ投餌前の水槽内の残ワムシが1個/ccとなり、その後もワムシを投餌するにもかかわらず、2～3時間で残ワムシが0個/ccとなってワムシが維持できなくなったことから、他の回次に比べると何らかの環境異変あったものと思われる。6回次の水槽3t-4号を設置した場所は室内の終日太陽光の射さない暗い場所であったことが環境異変に影響していると思われた。5回次は日令10日目までにはほぼ全滅した。開口時に生残率は29%まで低下し、その後は水面直下に浮上して活力のない個体が多数見られた。これら三つの回次において、3回次を除く5、6回次はふ化率も80%以上あり、ふ化当日のふ化仔魚の活力も良好であったことから、開口までに大減耗する原因についてはよくわからない。このような開口までに大減耗する傾向は宮津以外の他県生産機関でも見られる。ふ化から日令5日目までの生残率の差が種苗生産全体の生残率の差につながるの、高い生残率を残すためには高生残率を実践している宮津で行なわれている生産初期における飼育管理と生産につながらなかった事例との徹底した比較検討が必要であろう。

円形6t水槽で行った1回次の生産において、日令15日までの生残率が40%台を維持したにもかかわらず、日令15日以降短期間に大きく減耗して日令20日には生残率が10%まで低下したことが注目される。平成16年度の宮津の事例では日令15日までの生残率は60%前後で、その後の減耗は緩やかで、生産が終了した日令50日までの生残率は約30%であった。日令15日以降の飼育管理方法についても宮津の事例と比較して減耗要因を究明する

必要であろう。1回次の場合、日令10日を過ぎたころから、飼育魚は完全なパッチ状態ではないが、水面表層部に浮上して飼育魚が密集する状態が観察されるようになった。日令13日目の早朝5時30分に観察したところ、表層に密集状態が観察された。この時、飼育水に添加している濃縮ナンノの濃度は薄く、また、飼育水槽内の残ワムシも5個/cc以下となっていた。すぐに、濃縮ナンノの添加とワムシを投餌したところ密集状態は解消された。このような状態は日令20日ごろまで継続した。表層への飼育魚の密集が観察されてから、魚の状態が悪くなったように感じられ、減耗につながったことから、アカアマダイの種苗生産においては濃縮ナンノ等の微細藻類の飼育水への添加が必要であり、水槽内の濃縮ナンノと残ワムシを一定レベル以上に維持することが生残率向上の重要な要因になると思われた。

1回次は日令20日の計数で約6,000尾を計数することができた。日令43日に廃棄した時点で、残存尾数と取り上げて計数したへい死尾数の合計が約5,200尾であったので、日令20日～43日の間はほとんど減耗がなかったと思われる。アカアマダイの種苗生産において生残率を向上させるためには、受精卵の池入れから開口前後までの生産初期の飼育管理とワムシの摂餌が活発になる日令10日～20日までの飼育水の環境維持およびワムシの投餌管理を今後重点的に検討する必要がある。上記の項目の具体的な検討課題は表22に示した。

平成16年度の種苗生産における水槽使用状況は、6t水槽が1例、3t水槽が2例、2t水槽が2

表22 アカアマダイ種苗生産における検討課題

項目	検討課題
生産初期の飼育管理	①池入れ時の水温管理 1)ふ化適正水温の検討 2)摂餌開始に向けての適正水温の検討 ②初期飼育密度の検討 ③生産水槽の形状と大きさの検討 ④微細藻類添加時期の検討 ⑤照度の検討
飼育水の環境維持	①飼育水に添加する微細藻類の種類および添加方法の検討 ②微細藻類の適正添加濃度の検討
ワムシの投餌管理	①ワムシの栄養強化方法の検討 ②ワムシの適正投餌密度の検討 ③流水飼育時のワムシの流失量の検討

例、1 t水槽が1例であった。このうち長期間飼育できたのは1回次の6 t水槽および4回次の3 t水槽であった。昨年の200Lアルテミアサミットの飼育例や、後述する水温別初期飼育試験で使用した200L黒パンライトでは、日令10日目までにほぼ全滅していることから、アカアマダイの種苗生産においてはある程度以上の生産規模で生産を行わないと生産できないと思われた。

平成16年度の種苗生産においては、開口後のワムシに対する餌付きを良くする目的で、飼育水温を20～22℃に保って生産することを心がけた。各回次における日令20日までの飼育水温の推移は図6に示したように、1回次、3回次、5回次および6回次は20～22℃台を保ってほぼ安定していたが、2回次および4回次は加温施設の不備により、20℃を下回る水温を記録して不安定であった。3回次、5回次および6回次は水温が安定していたにもかかわらず、図5に示したように、日令10日までにほぼ全滅した。長期間飼育できた1回次、4回次について、日令21日目までの生残率と水温の推移を図7に示した。水温が安定していた1回次は開口してワムシを摂餌し始めた日令4日目から日令15日目で生残率は40%前後で安定していたが、水温が不安定だった4回次は日令16日目までに生残率は1%以下になった。種苗生産初期のワムシの摂餌状況は表23に示した。両回次とも開口は日令4日目で、開口当日からワムシの摂餌が見られた。日令4日目のワムシの摂餌状況は、1回次がサンプリングした6尾中5尾が摂餌しており、1尾当たりの平均ワムシ摂餌数は3.2個で、4回次が同様に9尾中5尾が摂餌しており、同摂餌数は

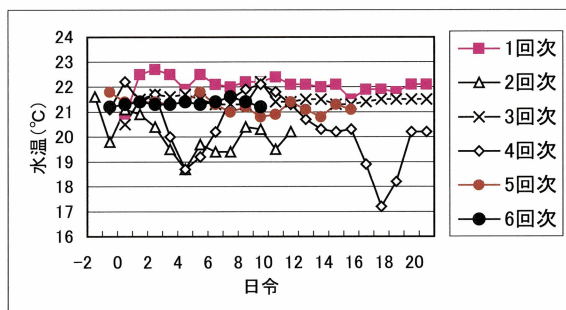


図6 各位回次の水温の推移

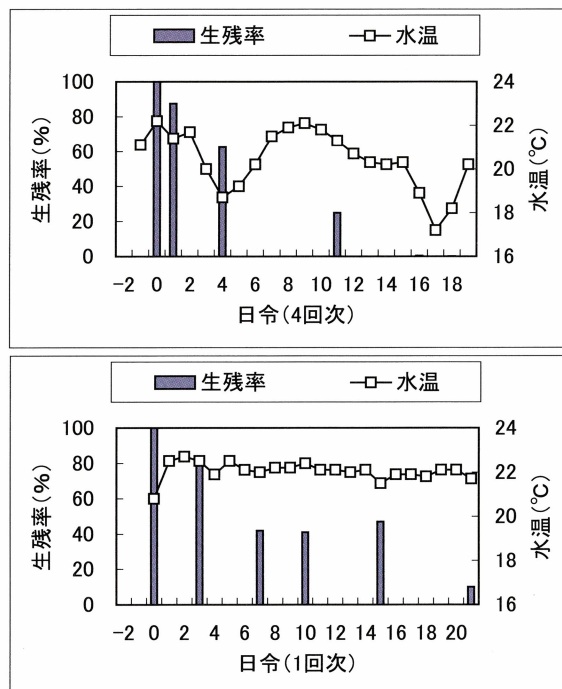


図7 1回次(6 t-1号)と4回次(3 t-4号)における生残率と水温の推移

2.7個であった。日令10日目には両回次ともほぼ全数が摂餌し、1尾当たりの摂餌数は10個程度になった。以上のことより、種苗生産初期の飼育水温を20～22℃に保つことが、初期の生残率の向上に直接的にはつながらなかったが、水温を安定させるほど生残率は良かった。

日令43日まで飼育できた1回次の全長の推移は図8に示した。図8には比較するために宮津の平成3・6年の事例を宮津1に、宮津の平成16年の事例を宮津2に同時に示した。1回次の全長の推移は宮津の2事例とほぼ同程度の成長を示した。

表23 種苗生産初期におけるワムシの摂餌状況

回次	月/日(日令)	検査尾数	ワムシの摂餌		備考
			平均全長(mm)	摂餌率(%)	
1	9/30(0)	13	2.37		ふ化当日
	10/2(2)	4	2.73		
	10/3(3)	5	2.70		開口
	10/4(4)	6	2.75	83	2.7
	10/7(7)	6	2.58	100	5.1
	10/10(10)	14	3.06	93	*
4	10/15(4)	9	2.59	55	2.7
	10/22(11)	4	2.78	100	10.0

摂餌率=ワムシを摂餌していた尾数/検査尾数×100
*摂餌個数は計数不能であったが推定10個程度と思われた

4 温別初期飼育試験

4.1 目的

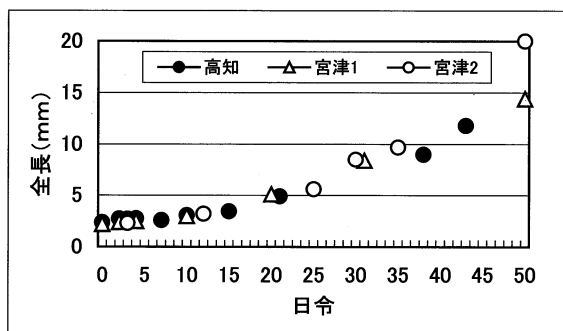
アカアマダイの親魚を購入した安田町漁協所属の底延縄船の操業水深は90m前後である。昨年の採卵結果からアカアマダイの産卵盛期は9～10月と思われる。アカアマダイがどの水深滞で産卵行動を行い、また、分離浮遊卵である産出された卵およびふ化仔魚がどのような水平および垂直移動をするか不明である。高知水試による土佐湾定点観測における平成5年から14年までの平均値によると、産卵盛期の10月の表層、50m深、100m深の水温はそれぞれ25.8℃、24.9℃、20.0℃である。

表層と100m深の水温差が5℃以上あることから、アカアマダイの初期飼育時の適正水温を検討するために、水温別ふ化試験を行うとともに、ふ化後の経過を観察するために日令10日目まで飼育した。

4.2 材料および方法

使用した受精卵の由来は表24に示したように同一のものを用いて、採卵当日の浮上卵を試験区ごとに均等に計量して池入れした。試験水槽は円形200L黒パンライトを用いた。飼育水は深層水を1回転/日程度の注水を行い、各水槽に200Wヒーターを投入して水温調整をした。試験区は18℃区、20℃区、22℃区および24℃区であった。

ふ化率はふ化終了と思われる時点で柱状サンプリングを行い、ふ化尾数を算定して、次の式、ふ



高知: 1回次(6t-3号)
宮津1: 平成3年・6年の事例
宮津2: 平成16年度の事例

図8 全長の推移

表24 供試受精卵の由来

	H16.10.6	H16.10.7	
親魚魚	ホルモン打注日		
	全長(cm)	37.0	34.1
	体重(g)	574.1	530.5
採卵状況	採卵日	H16.10.8	H16.10.8
	時刻	48h	24h
	量(g)	12.9	10.2
	受精率(%)	82.9	92.1
池入れ状況	採卵当日の浮上卵を池入れ		

化率(%) = ふ化尾数 ÷ 実質卵粒数 × 100で計算した。

4.3 結果および考察

水温別ふ化試験結果は表25に示した。水温別のふ化率は18℃区が7.4%、20℃区が34.2%、22℃区が36.1%、24℃区が20.4%であった。ふ化は採卵より2日目であったが、18℃区だけは他区よりふ化が10時間遅れた。ふ化までに回収した死卵量は18℃区が1.7g、20℃区が1g、22℃区が0.6g、24℃区が0.9gであった。

日令10日目までの飼育結果は表26に示した。各試験区とも日令3日目に大量の減耗が見られた。18℃区および24℃区は日令4日目には全滅した。22℃区も日令7日目には全滅した。20℃区は日令10日目に20尾程度生残するのみであった。

ふ化水温については、20℃～22℃がアカアマダイのふ化適水温と思われた。

5 腹鰭カット標識魚の飼育試験

5.1 目的

種苗放流を行う場合、追跡調査で得られた成長、

表25 水温別ふ化試験結果

	18℃区	20℃区	22℃区	24℃区
池入れ日	H16.10.8	H16.10.8	H16.10.8	H16.10.8
池入れ卵重量(g)	5.1	4.7	4.8	4.9
回収死卵重量(g)	1.7	1	0.6	0.9
実質卵量(g)	3.4	3.7	4.2	4
実質卵粒数	7684	8362	9492	9040
ふ化日	H16.10.10	H16.10.10	H16.10.10	H16.10.10
ふ化尾数	571	2857	3428	1846
ふ化率	7.4	34.2	36.1	20.4
備考	他区よりふ化が10時間遅れる			

ただし1g当たりの卵量は2260粒

表26 日令10日目までの飼育結果

日令	18°C区	20°C区	22°C区	24°C区	ワムシ添加	ナンノ添加	備考
-2							採卵・池入れ
-1							
0	ふ化	ふ化	ふ化	ふ化			ふ化率算出
1				大量へい死	○	○	
2	未開口	未開口	未開口		○	○	
3		未開口	開口	10程度生残	○		各池減耗多し
4	全滅	開口		全滅	○		
5							
6		浮上へい死			○		
7		ワムシ摂餌	全滅				
8							
9					○		
10		20尾程度生残					

移動範囲等のデータを確かなものとするために、放流用種苗に何らかの標識を施して標識放流を行っている。アカアマダイでは京都、長崎、山口でリボンタグ等の体外標識を装着して放流試験を行っている。

体外標識の装着は標識を購入する分コスト高になる。マダイやアユなどで行なわれている腹鰭の抜去およびカットは簡便でコストの掛からない体外マーキング法の一つである。腹鰭カットが体外マーキングとしての有効性を検討するために、腹鰭をカットしたアカアマダイ稚魚を長期間飼育して、腹鰭の再生状況を調べた。

5.2 材料および方法

供試魚は平成15年度に生産したふ化176日目の全長8.1~15.1cm、体重7.3~44.0gのアカアマダイ稚魚23尾を用いた。稚魚は2-フェノキシエタノール200ppm溶液で麻酔をかけて、腹鰭を解剖ハサミでできるだけ鰭の根元から切断した。腹鰭をカットしたアカアマダイ稚魚は円形2t水槽に収容して飼育を開始した。餌は配合飼料と生餌（ハダカイワシの切身、ボイルオキアミ等）を適宜1日1~2回与えた。飼育水は表層水の水温が22°C以下の時期は表層水のみを注水し、水温が22°Cを超えてからは表層水と深層水を同時に注水して22°C前後に調整した。

腹鰭の再生状況と魚体測定は概ね3ヶ月ごとに取り上げて麻酔をかけて腹鰭を観察して鰭の再生

状況を調べるとともに魚体測定を行った。

5.3 結果および考察

腹鰭カットは平成16年4月26日に実施した。100Lパンライトで2-フェノキシエタノール200ppm溶液50Lを調整し、稚魚を浸漬して麻酔を行った。稚魚は浸漬後2~3分で完全に横転し、魚体測定と腹鰭カットを行ったが、作業中の事故はなく円形2t水槽に収容後全数が蘇生した。供試魚の最小が全長8.1cm、体重7.3gであったことから、全長8cm程度になれば麻酔を施した鰭切り作業に対して十分に耐えられることがわかった。アカアマダイは鰭切り直後3、4日は餌食いが悪く、落ち着きがなかったが、1週間も経過すれば餌食いは回復し、通常の状態に戻った。実際の放流にあたっては、鰭切り作業実施後1週間程度の継続飼育を行って、アカアマダイの体力回復期間が必要と思われる。

再生した鰭の大きさから表27に示したように、未再生（写真A参照）、軽度再生（写真B参照）、中度再生および完全再生の四つに分類して、腹鰭の再生度合い別の出現状況を調べた。完全再生以外は正常な腹鰭との識別が可能であった。観察日ごとに腹鰭の再生度合い別の出現状況は図9に示した。第1回目の平成16年7月21日の観察では完全再生した個体はなく、中度再生が3尾、軽度再生が9尾および未再生が9尾であった。第2回目の平成16年10月26日の観察では未再生が9尾で前回

表27 腹鰭の再生状況の分類

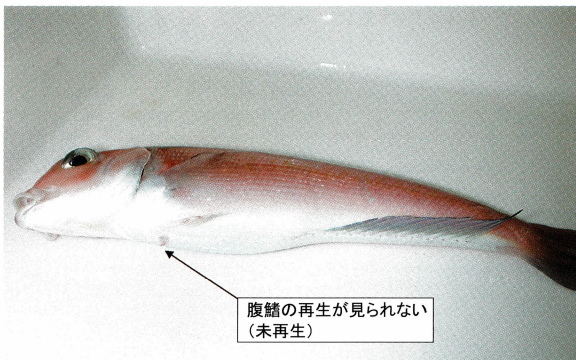
再生状況	再生の度合い	識別
未再生	ほぼ再生が見られない	可能
軽度再生	正常な腹鰭に対して30~50%再生している	可能
中度再生	正常な腹鰭に対して50~70%再生している	可能
完全再生	ほぼ完全に再生している	不可

と変化がなかったが、完全に再生したものが2尾出現、軽度再生が4尾、中度再生が6尾となり、前回の観察時と比べると腹鰭の再生度合いが進んだ。平成17年1月14日の第3回目の観察では腹鰭の再生状況は第2回の観察時と大きな変化は見られず、未再生が9尾、軽度再生が5尾、中度再生が5尾、および完全再生が2尾であった。

未再生9尾は、鰭カット後約9ヶ月が経過した平成17年1月21日の観察でも未再生の状態を維持しており、腹鰭のカットが完璧であれば再生しないものと思われた。腹鰭のカットが不完全であれば、時間経過とともに再生は進むと思われるが、完全再生した2尾以外は腹鰭カット後9ヶ月を経過しても正常魚との識別可能であった。

腹鰭カット後の飼育期間中の魚体重、全長、生

写真A



写真B



アカアマダイの腹鰭再生状況
鰭カット日：平成16年4月27日
写真撮影日：平成16年10月26日

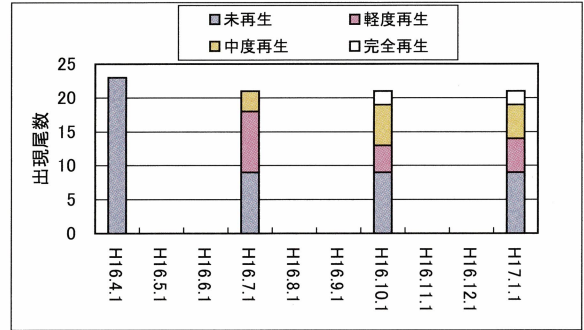


図9 腹鰭の再生状況

産率の推移は図10に示した。腹鰭カット後の水槽飼育において、腹鰭カットの影響は見られず、順調に成長を続け、生残率の大きな低下もみられなかった。

鰭カットが完璧であれば再生が見られないこと、

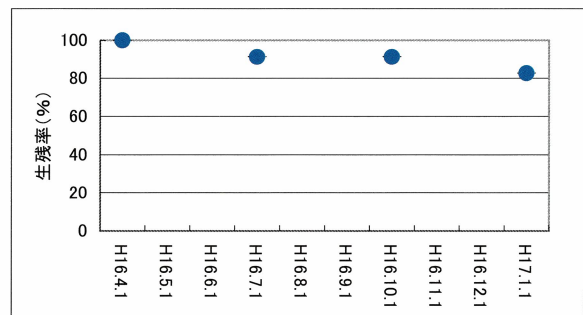
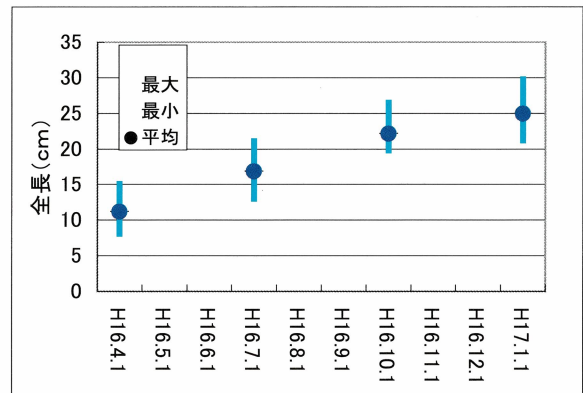
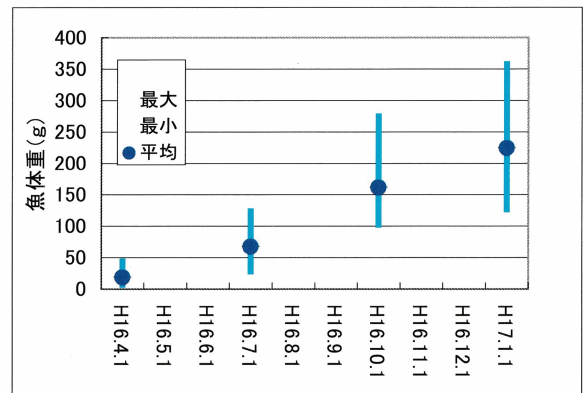


図10 魚体重・全長・生残率の推移

付表 供試アマダイの魚体重 (その1)

魚体No	搬入時		雌雄	死亡・取上げ時		備考
	年月日	体重(g)		年月日	体重(g)	
34	H15.10.30	314.4	♀	H16.10.14	547.6	生存中
38	H15.10.30	450.0	♀	H16.10.14	585.0	生存中
12/9①	H15.12.9	300.0	♀	H16.1.1	259.7	
12/10⑤	H15.12.10	282.0	♀	H16.5.7	293.1	
12/10⑥	H15.12.10	292.0	♀	H16.6.22	310.0	
12/10⑦	H15.12.10	366.0	♀	H16.6.25	451.0	
12/11①	H15.12.11	460.0	♀	H16.6.18	427.3	
1/11③	H16.1.11	392.0	♀	H16.2.20	368.3	
1/11⑤	H16.1.11	556.0	♀	H16.2.11	526.9	
1/11⑥	H16.1.11	516.0	♀	H16.2.1	499.6	
1/11⑧	H16.1.11	560.0	♀	H16.4.5	500.6	
1/11⑨	H16.1.11	438.0	♀	H16.7.18	392.2	
1/11⑩	H16.1.11	282.0	♀	H16.7.18	322.4	
1/11⑪	H16.1.11	160.0	♀	H16.2.1	207.5	
1/11⑫	H16.1.11	222.0	♀	H16.7.18	310.7	
1/11⑬	H16.1.11	132.0	♀	H17.1.10	263.0	
1/11⑭	H16.1.11	66.0	♀	H16.10.20	261.1	
1/11⑮	H16.1.11	100.0	♀	H16.1.14	78.0	
1/11⑯	H16.1.11	110.0	♀	H16.10.25	275.9	
1/11⑰	H16.1.11	138.0	♀	H16.5.24	206.0	
1/11⑱	H16.1.11	394.0	♀	H16.12.20	449.0	
1/12白8*	H16.1.12	868.3	♀	H16.1.23	777.9	
1/12①	H16.1.12	376.0	♀	H16.6.11	328.2	
1/12⑥	H16.1.12	174.0	♀	H16.10.20	262.4	
2/10①	H16.2.10	752.0	♀	H16.2.21	694.9	
2/10③	H16.2.10	94.0	♀	H16.7.1	60.9	
2/10⑤	H16.2.10	444.7	♀	H16.2.10	444.7	輸送中死亡
2/10白1*	H16.2.10	1102.0	♀	H16.2.10	1092.0	輸送中死亡
2/10白2*	H16.2.10	931.0	♀	H16.2.10	931.0	輸送中死亡
2/10白3*	H16.2.10	928.0	♀	H16.2.10	824.3	輸送中死亡
2/11④	H16.2.11	412.0	♀	H16.2.19	382.2	
2/11②	H16.2.11	420.0	♀	H16.7.15	448.0	
2/11⑧	H16.2.11	212.0	♀	H16.10.20	247.1	
群6	H16.4.26	216.0	♀	H16.10.14	312.7	
群1	H16.4.30	234.0	♀	H16.10.14	441.7	
群2	H16.5.2	282.0	♀	H16.11.12	332.2	
群7	H16.5.2	242.0	♀	H16.11.12	243.0	
群3	H16.5.5		♀	H16.11.12	350.6	
群4	H16.5.6	244.0	♀	H16.10.14	516.6	
群5	H16.5.7	156.0	♀	H16.11.12	322.3	
12/10①	H15.12.10	1086.0	♂	H16.6.18	870.0	
12/10②	H15.12.10	854.0	♂	H16.4.21	710.0	
12/10③	H15.12.10	1188.0	♂	H15.12.15	1152.7	
12/10④	H15.12.10	394.0	♂	H16.1.21	366.0	
12/11②	H15.12.11	340.0	♂	H16.6.28	444.3	
12/11③	H15.12.11	356.0	♂	H16.1.3	341.1	
1/11①	H16.1.11	942.0	♂	H16.1.28	918.1	
1/11②	H16.1.11	868.0	♂	H16.2.19	870.8	
1/11④	H16.1.11	494.0	♂	H16.2.19	470.4	
1/11⑦	H16.1.11	494.0	♂	H16.2.22	503.5	
1/12②	H16.1.12	1025.0	♂	H16.2.27	941.3	
1/12③	H16.1.12	738.0	♂	H16.5.14	758.9	
1/12④	H16.1.12	534.0	♂	H16.4.16		
1/12⑥	H16.1.12	640.0	♂	H16.10.21	712.5	
1/12白7*	H16.1.12	1203.0	♂	H16.1.28	1164.0	

付表 供試アマダイの魚体重 (その2)

魚体No	搬入時		雌雄	死亡・取上げ時		備考
	年月日	体重(g)		年月日	体重(g)	
2/10④	H16.2.10	612.0	♂	H16.2.13	540.0	
2/10②	H16.2.10	380.0	♂	H16.7.18	523.6	
2/11⑦	H16.2.11	976.0	♂	H16.2.23	878.6	
2/11⑨	H16.2.11	228.0	♂	H16.2.23	188.9	
2/11③	H16.2.11	700.0	♂	H16.2.19	656.8	
2/11⑤	H16.2.11	462.0	♂	H16.2.19	419.7	
2/11⑥	H16.2.11	784.0	♂	H16.2.24	719.1	
2/11①	H16.2.11	680.0	♂	H16.7.17	670.0	
2/12①	H16.2.12	444.0	♂	H16.2.16	430.5	
2/12②	H16.2.12	596.0	♂	H16.2.25	591.7	
2/12③	H16.2.12	282.0	♂	H16.2.19	244.9	
群8	H16.4.26	365.0	♂	H16.11.12	553.9	
群9	H16.4.26	526.0	♂	H16.11.12	683.2	
群10	H16.4.29	476.0	♂	H16.11.12	532.3	
群11	H16.5.6	498.0	♂	H16.11.12	833.8	
群12	H16.5.7	512.0	♂	H16.11.12	749.0	
群14	H16.5.7	480.0	♂	H16.5.18	424.9	
群13	H16.5.6	696.0	♂	H16.9.6	1080.0	
12/10白8*	H15.12.10	320.0	不明			生存中

*印はシロアマダイ

の種苗生産、栽培技研、28(2)、73-79、2001.

奥村重信 (1999) アカアマダイの親魚養成と種苗生産に関する研究、社団法人日本栽培漁業協会、特別研究報告16号

中川 亨 平成16年度アカアマダイ栽培漁業技術開発検討会発表資料

識別可能魚の出現率が高いこと、および腹鰭カットがその後の飼育に影響を与えなかつたことから、腹鰭カットは体外マーキングとしての有効と思われた。

6 文献

竹内宏行 (独立行政法人水産総合研究センター宮津栽培漁業センター) 私信

本藤 靖、村上直人、渡辺 税、竹内宏行、藤浪 祐一郎、津崎龍雄. 人工受精によるアカアマダイ