

アマダイ類の栽培漁業化に向けた種苗生産技術の開発 (I 報)

菊池 達人

1. 目的

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15年度は釣獲天然親魚を使用したホルモン処理による採卵・人工受精試験およびその受精卵を用いた種苗生産試験を行ったので報告する。

2. 材料および方法

2.1 採卵・人工受精試験

ホルモン溶液の調整 成熟促進用のホルモンは帝国臓器製ヒト胎盤性生殖腺刺激ホルモンHCG(以下ホルモンと呼ぶ)を用いた。ホルモン3000IUを生理的食塩水6mlに溶解して、0.2mlがホルモン100IUとした。なお、ホルモン溶液は冷蔵保存して使用した。

人工精漿の調整 人工精漿は表1に示した組成で調合し蒸留水で溶解後、1規定のNaOHでpH7.5に調整した。人工精漿は冷蔵保存して使用した。

表1 アカアマダイ精子冷蔵保存用人工精漿の組成

試薬名	添加量(g/l)
NaHCO ₃	1.680
NaCl	7.889
KCl	0.149
MgCl ₂ ・6H ₂ O	0.468
CaCl ₂ ・2H ₂ O	0.206
HEPES	4.766

供試魚 供試親魚は高知県安田町漁協で水揚げされたアカアマダイ活魚を用いた。アカアマダイ活魚は漁船の生け間から海水を張ったバケツで受け取り、その場でホルモン溶液0.2~0.5mlを背筋に注射した。ホルモン注射量は概ね魚体重1kg当たり300IUになるようにした。ホルモン溶液を注射したアカアマダイ活魚は蓋付き約0.3tの活魚水槽(0.91m×0.75m×0.43m)に収容して酸素を注入しながら研究所まで陸送で搬入した。輸送時の海水は水温18~21℃になるよう深層水と表層水を混合したものを使用した。研究所到着後、アカアマダイ親魚を個体識別するために、1尾ずつ活魚輸送ケース(62cm×44cm×17cmの12枠)に入れて円形2t水槽に収容して採卵を待った。精子抽出用に精巢を摘出する雄親魚については600g以上の大型鮮魚を用いた。

精子抽出液の調整 鮮魚から精巢を摘出し、精巢表面に付着している血液等の汚れをキムワイプで軽く拭き取って、少量(精巢重量の約5倍量)の人工精漿を加え、はさみで細切りにして精子を抽出した。細切りによる組織片等を除去するために精子抽出液は45μmのプランクトンネットでろ過した。精子抽出液は精巢重量の50倍量の人工精漿を加えて希釈したのち冷蔵保存して使用した。

採卵・人工受精 採卵はホルモン注射後24、48、72、96時間後に実施した。アカアマダイ活魚は輸送ケースごと舟形水槽(83cm×52cm×20cm)に取り上げて2-フェノキシエタノール200ppmで麻酔して搾出採卵を行った。採卵は濡れたタオルで頭と尾を抑えて、腹部の海水をふき取った後行い、また、尿、血液、腸内容物等が混入したときはできるだけ取り除くようにした。搾出した卵に卵量に応じて2~5mlの精子抽出液を添加して、軽く卵の入った容器を揺すって攪拌後、海水30~50mlを添加し

て再び軽く攪拌して受精させて約10分間静置した。受精終了後は洗卵を行わず直接卵管理水槽または種苗生産水槽に収容した。アカアマダイの採卵・人工受精の流れを図1のフローチャートに示した。

採卵時に親魚の体重、全長、体長および採卵重量を測定し、採卵して受精させた卵について卵1g当たりの卵粒数、卵径および受精率を算定した。

2.2 種苗生産試験

卵は2.1採卵・人工受精試験で平成15年10月10

日～11月2日に得られた受精卵を用いた。受精卵は200Lのアルテミアサミットで卵管理後、採卵翌日または採卵当日に直接種苗生産水槽に池入れした。

種苗生産水槽は200Lアルテミアサミット、角1t水槽、円形2t水槽および円形6t水槽を使用した。

餌はL型ワムシ、タイ産ワムシおよび市販の配合飼料を用いた。両ワムシとも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、スーパー

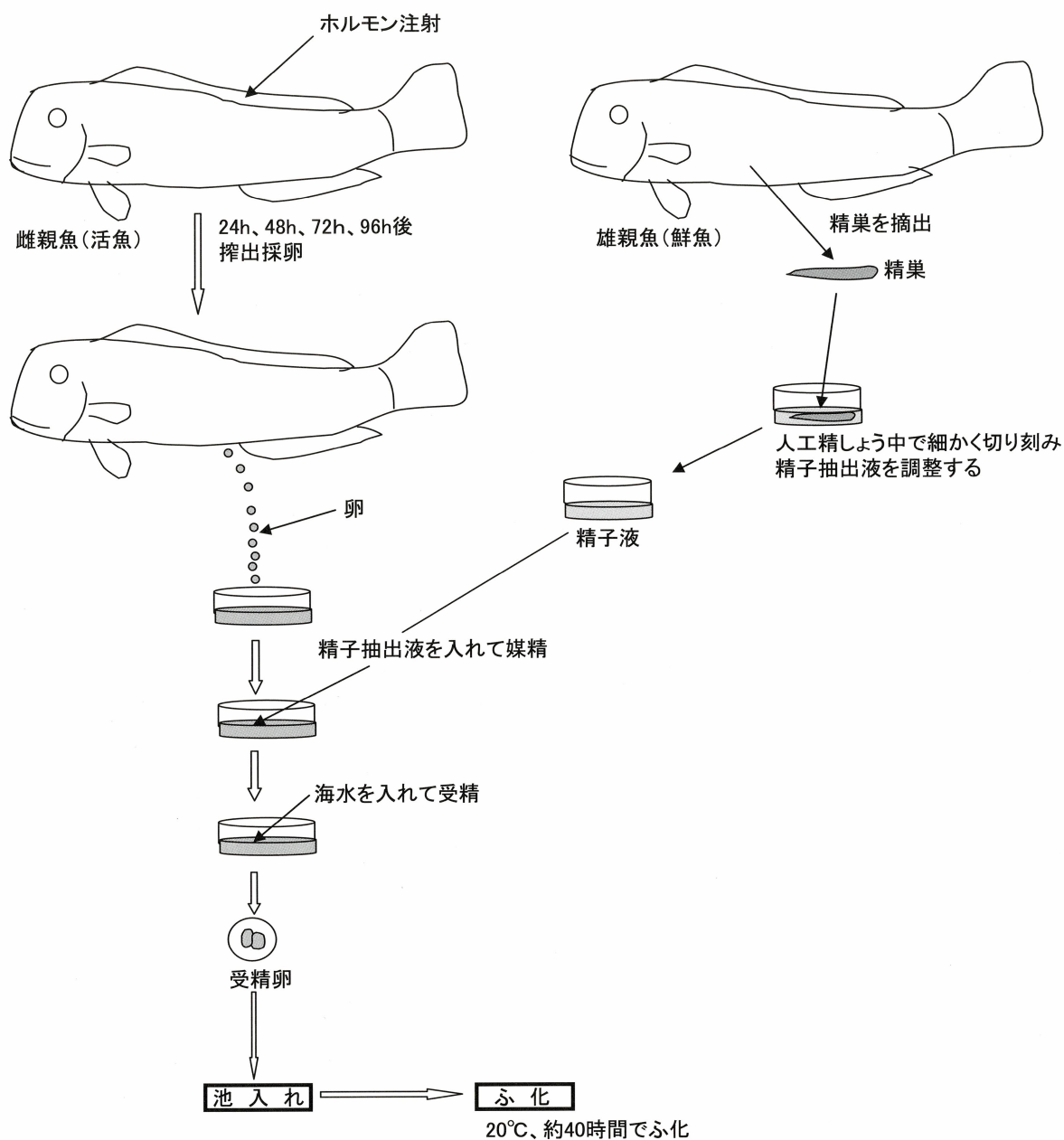


図1 アカアマダイの採卵・人工受精の流れ

生クロレラV12およびスーパーカプセルA-1で6～12時間栄養強化して与えた。

3. 結果および考察

3.1 採卵・人工受精試験

①アカアマダイ活魚搬入について

平成15年8月25・26・27日にアカアマダイ活魚の搬入を試みたが、高水温のため活魚としてアカアマダイの水揚げがなく、搬入を断念した。漁師談によれば「生きた状態で釣り上げられるが、高水温のために生け間内で帰港するまでに死亡する」とのことであった。結局、アカアマダイ活魚が入手できたのは地先水温が24℃台に低下する10月3日以降であった。表2に示した様に10月3日～11月12

表2 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	♀	♂	不明	♀	♂
H15.10.3	1	1				
H15.10.9	1	1				
H15.10.16	2	1	1			
H15.10.17	2	2			1(1)	
H15.10.18	1	1				
H15.10.19	4		3	1		
H15.10.20	4	4				
H15.10.27	11	6	5		1	3
H15.10.28	4	4				
H15.10.30	10	5	4	1		2(1)
H15.11.11	10	5	5			
H15.11.12	8	5	3			
計	58	35	21	2	2	5

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

日までに58尾を搬入することができた。地先水温が22℃以下になる10月下旬以降は、1日で活魚として10尾前後水揚げされるようになり、漁模様がよければまとまった活魚の入手が可能と思われた。

アカアマダイの搬入にはタンクへの積み込み開始から研究所に到着して円形2t水槽に池入れが終了するまでに3～4時間を要した。採卵作業を実施することなくホルモン注射後24時間以内に死亡した個体が2尾で、ホルモン注射後96時間以内に死亡した個体が5尾であった。これら7尾は浮力

調整ができなくなり、腹部を上にして浮いている個体および肛門からの腸管の脱腸が著しい個体であった。搬入魚の斃死状況から判断して、輸送時の水温を20℃前後に調整し、酸素注入を行えば、0.3tの活魚水槽でアカアマダイを陸上輸送しても、アカアマダイの活力には影響はないものと思われた。

②親魚について

活魚として搬入した親魚の雌雄の内訳は表2に示した様に、雌親魚が35尾、雄親魚が21尾、不明が2尾であった。親魚の魚体重の分布は図2に示した。雌親魚の魚体重は143.8～497.2gで平均324.0g

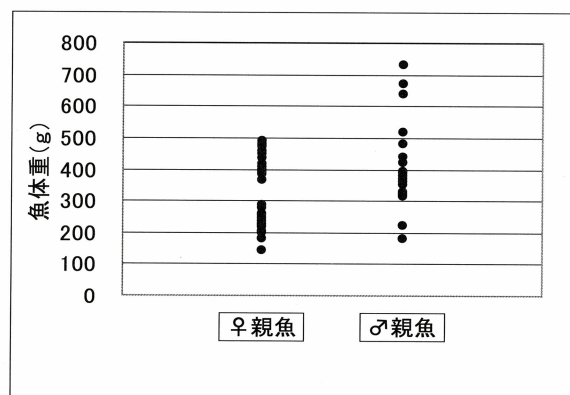


図2 搬入したアカアマダイ活魚の魚体重の分布

であった。雌親魚には500g以上の大型個体はなかった。雌親魚のうちで、実際に採卵できた最小個体は平成15年10月20日に搬入した全長24.1cm、魚体重143.8gで、最大個体は平成15年10月16日に搬入した全長33.5cm、魚体重497.2gであった。雄親魚の魚体重は179.3～729.1gで平均411.3gであった。

安田町漁協ではアカアマダイを魚体重別以下に5銘柄に分けて販売している。銘柄は200g以下が「小小」、200～400gが「小」、400～600gが「中」、600～800gが「大」、800g以上が「特大」である。雌親魚を効率的に入手するには「小小」～「中」の銘柄を購入すれば良いと思われた。

また、アカアマダイの700g以上の大型魚は一般に雄と言われているので、10月中の人工受精に用いる精子抽出液を調整する精巢を摘出する雄親魚として、800g以上の「特大」鮮魚を購入した結果、すべて雄で精巢を取り出すことができた。

表3 アカアマダイ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
H15.8.20	35.5	29.5	604.5	♂	0.10	0.017	なし-	
H15.9.4	42.5	34.5	949.5	♂	0.50	0.053	良好+++	
H15.9.4	39.5	32.3	719.3	♂	0.30	0.042	良好+++	
H15.9.8	40.4	33.2	892.3	♂	0.19	0.021	良好+++	
H15.10.9				♂			良好+++	
H15.10.16	41.6	34.0	856.7	♂	0.70	0.082	良好+++	
H15.10.16	42.3	35.0	946.5	♂	1.40	0.148	良好+++	
H15.10.16	41.7	34.1	877.8	♂	0.60	0.068	良好+++	
H15.10.17	39.3	32.2	795.8	♂	0.20	0.025	良好+++	
H15.10.19				♂			良好+++	
H15.10.19				♂			良好+++	
H15.10.20	45.2	37.0	1101.6	♂	1.30	0.118	良好+++	
H15.10.20	45.8	37.7	1196.7	♂	0.80	0.067	良好+++	
H15.10.27	40.6	33.5	854.0	♂	0.20	0.023	良好+++	
H15.10.27	40.5	34.0	975.6	♂	0.50	0.051	良好+++	
H15.10.30	44.5	35.6	981.3	♂	0.70	0.071	良好+++	
H15.10.30	41.5	33.5	840.5	♂	0.40	0.048	良好+++	
H15.11.11	41.5	33.2	927.4	♂	0.13	0.014	良+	受精能力有り
H15.11.11	40.5	32.5	779.2	♂	0.12	0.015	良+	受精能力有り
H15.11.12	41.0	33.5	814.5	♂	0.07	0.009	良+	
H15.11.12	43.1	34.6	1054.3	♂	0.30	0.028	良好+++	
H15.12.10	42.0	34.3	847.6	♂	0.13	0.015	なし-	
H15.12.10	43.3	34.5	981.2	♂	0.23	0.023	なし-	
H16.5.6	43.8	36.0	1072.2	♂	0.30	0.028	良好+++	

③精子抽出液の調整について

アカアマダイ鮮魚からの精子抽出液の調整結果は表3に示した。供試鮮魚は8月が1尾、9月が5尾、10月が13尾、11月が4尾、12月が2尾および5月が1尾であった。供試魚の魚体重は600g以上の大型魚であった。供試魚はすべて雄で精巣を摘出することができた。摘出した精巣は他の魚類に比べて非常に小さく、大きさは長さが30~50mm、幅が2~5mm、厚さが1~5mm程度で、重量は0.1~

1.4gであった。

平成15年8月20日~平成16年5月6日までのアカアマダイ雄鮮魚のGSIの推移と精子活性を図3に示した。GSIは10月中旬に最大となり、11月に入ると急激に低下した。GSIが低下する11月以降、精子活性は衰退すると思われた。GSIの値が0.02前後のときに精子活性の良好または不良の境界になると思われた。

抽出した精子液の精子活性は8月の1尾、9月の1尾および12月の2尾以外はすべてな活性を有していた。特に10月の14尾は精巣重量に関係なく、精子活性は良好であった。

抽出した精子液は冷蔵保存すると、3~4日目まで人工受精に使用しても受精可能であった。

④採卵・人工受精について

採卵結果を表4に示した。雌親魚は平成15年10月3日~11月12日までに搬入した35尾のうち、21尾から採卵ができ、全採卵量は207.2gであった。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60%であった。

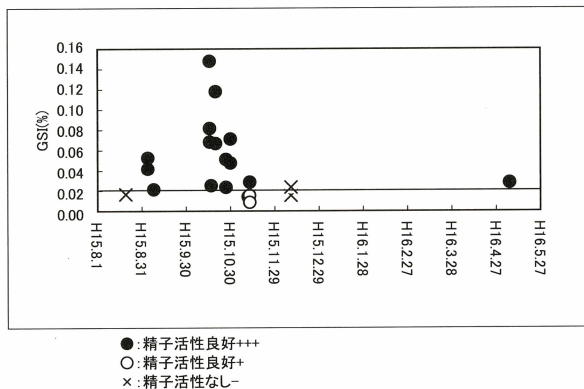


図3 精巣摘出したアカアマダイ雄鮮魚のGSIの推移と精子活性

表4 アカアマダイ採卵結果

搬入日	雌尾数 a	採卵尾数 b	採卵率 b/a(%)	採卵量 (g)	採卵量/尾 (g)
H15.10.3	1	1	100	7.8	7.8
H15.10.9	1	1	100	34.6	34.6
H15.10.16	1	1	100	11.2	11.2
H15.10.17	2	2	100	15.7	7.9
H15.10.18	1	1	100	10.8	10.8
H15.10.20	4	4	100	28.9	7.2
H15.10.27	6	4	67	23.5	5.9
H15.10.28	4	2	50	7.6	3.8
H15.10.30	5	4	80	64.2	16.1
H15.11.11	5	0	0	0.0	0.0
H15.11.12	5	1	20	2.9	2.9
計	35	21	60	207.2	9.9

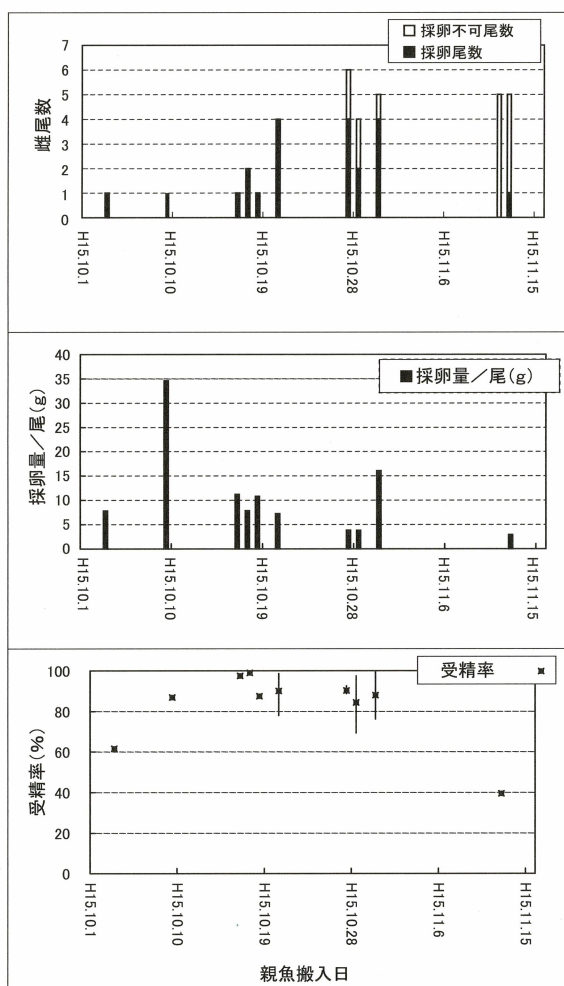


図4 搬入日別の採卵尾数・採卵量・受精率の推移
受精率はホルモン注射後最初に採卵した卵を人工授精したときの値

図4に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を示した。ホルモンを注射した雌親魚は10月中旬までは、搬入した全数の雌から採卵ができたが、10月下旬以降は採卵できた親魚の割合が低下する傾向を示し、11月11・12日に搬入した10尾からは採卵できたのは1尾のみであった。10月における雌1尾当たりの採卵量は多い個体では30gを超え、概ね10g程度の採卵量が期待できたが、11月に採卵した1尾の採卵量は2.9gであった。

ホルモン注射後最初に採卵した卵を人工授精したときの受精率は10月3日の61.6%および11月12日の37.4%を除けば80%以上であった。

11月に、雌親魚の採卵量および採卵できた親魚の割合が低下すること、雄親魚の精子活性が低下すること、および受精率が低下することから、アカアマダイの産卵期は10月までが盛期と推定される。採卵作業は産卵盛期である10月中に終了することが望ましいと思われた。

採卵はホルモン注射後24、48、72、96時間後に実施したので、ホルモン注射後の経過時間と採卵状況について述べる。4回の採卵機会のうち、4回とも採卵できたの11尾、3回であったものが7尾、2回であったものが11尾、1回であったものが2尾であった。採卵できた21尾のうち、ホルモン注射24時間後に第1回目の採卵できたものが5尾、48時間後に採卵できたものが14尾、72時間後に採卵できたものが2尾であった。1尾当たりの

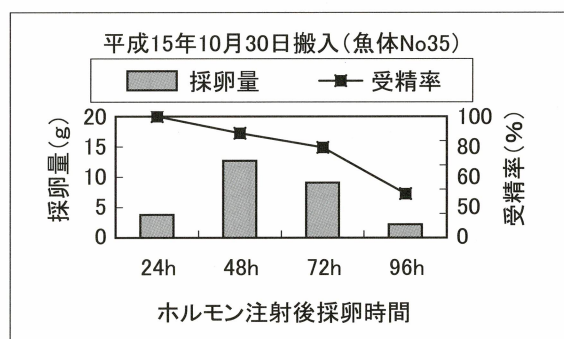


図5 採卵事例

表5 10月に搬入した雌親魚の体重別の採卵状況

体重範囲(g)	搬入尾数	採卵尾数	採卵率(%)	採卵量(g/尾)
100 ~ 200	3	1	33.3	2.3
200 ~ 300	13	12	92.3	6.8
300 ~ 400	2	1	50.0	10.1
400 ~ 500	7	6	85.7	18.3

$$\text{採卵率} = \frac{\text{採卵尾数}}{\text{搬入尾数}} \times 100$$

平均採卵量は24時間後が4.5g、48時間後が6.4g、72時間後が2.9g、96時間後が2.4gであった。平均受精率は24時間後が81.3%、48時間後が87.0%、72時間後が、58.9%、96時間後が45.9%であった。実際の採卵事例として、典型的であった平成15年10月30日に搬入した親魚の採卵事例を図5に示した。

10月に搬入した雌親魚における体重別の採卵状況は表5に示した。体重別の搬入尾数は100~200gが3尾、200~300gが13尾、300~400gが2尾、400~500gが7尾であった。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100~200gが33.3%、200~300gが92.3%、300~400gが50.0%、400~500gが87.5%であった。1尾当たりの平均採卵量は100~200gが2.3g、200~300gが6.8g、300~400gが10.1g、400~500gが18.3gであった。200g以上の個体を採卵に用いると、採卵率が高く、採卵量も多い傾向を示した。

アカアマダイの受精卵30個の平均卵径は大きい個体では0.93mmで、小さい個体では0.79mmであった。平均卵径が0.79mmの受精卵は、10月20日に搬入し、ホルモン注射72時間後に採卵した卵で、同一親魚から48時間後に採卵した卵の受精率が86.9%で

あるのに対して72時間後卵は受精率が15.9%と非常に悪かった。

卵1g当たりの卵粒数は概ね1500粒/gであった。当然のことではあるが、平均卵径が小さい個体は卵1g当たりの卵粒数が多い傾向を示した。

3.2 種苗生産試験

種苗生産試験結果を表6に示した。生産は平成15年10月10日~11月2日までに得られた受精卵を用いて合計10回の生産を試みた。生産ができたのは11月1・2日に採卵した卵を用いた10回次のみであった。10回次はふ化176日まで飼育を継続して魚体測定を行った。魚体測定結果を表7に示した。取上げ尾数は23尾で、平均全長が11.2cm、平均体重が19.0gであった。ふ化から約半年で外部標識装着可能な全長10cm前後に成長した。この間に斃死が確認でき、取上げることができた斃死魚はふ化65、74、75および98日の各1尾ずつの合計4尾

表6 アカアマダイ種苗生産結果

回次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
採卵日	H15.10.10	H15.10.11	H15.10.12	H15.10.18	H15.10.19	H15.10.21	H15.10.22	H15.10.23	H15.10.30	H15.11.1-2
池入れ日	H15.10.11	H15.10.12	H15.10.12	H15.10.18	H15.10.20	H14.10.22	H15.10.23	H15.10.24	H15.10.30	H15.11.2-3
池入れ卵量(g)	13.4	21.5	1.4	6.3	9.1	4.4	20.7	7.3	4.9	44.8
水槽	角1t1号	角1t2号	サミット1号	サミット2号	円形2t	サミット1号	角1t1号	サミット3号	サミット2号	円形6t
容量(L)	1000	1000	200	200	2000	200	1000	200	200	6000
用水	混合水	混合水	深層水	深層水	混合水	混合水	混合水	混合水	混合水	深層水
飼育形態	流水	流水	循環濾過	循環濾過	流水	流水	流水	流水	流水	流水・循環
飼育水温(°C)	19.3	19.5	19.3	19.9	19.3	19.3	19.4	19.1	19.6	20.1
ふ化日	H15.10.12	H15.10.13	H15.10.14	H15.10.20	H15.10.21	H15.10.23	H15.10.24	H15.10.25	H15.11.1	H15.11.3
廃棄日	H15.10.22	H15.10.27	H15.10.18	H15.10.21	H15.11.5	H15.10.25	H15.10.29	H15.10.30	H15.11.4	飼育中
初期飼育密度(卵粒数/t)	20100	32250	10500	47250	6825	33000	31050	54750	36750	11200
(ふ化尾数/t)	7000	16800		33750	5000	5625	30000	9500		2280
ふ化尾数	7000	16800		6750	10000	1125	30000	1900		13680
ふ化率(%)	34.8	52.1		71.4	73.3	17.0	96.6	17.4		20.4
生残日数	10	15	4	1	14	2	5	5	3	176
備考					開口4日		受精率良好 開口4日	受精率不良 開口4日		受精率良好 2日卵を使用 開口4日

表7 ふ化176日目魚体測定

No	体重(g)	全長(cm)
1	12.8	10.2
2	7.3	8.6
3	13.1	10.3
4	7.3	8.1
5	10.9	9.8
6	9.0	8.9
7	13.8	10.1
8	33.1	13.5
9	9.4	9.0
10	15.0	10.6
11	19.8	11.8
12	35.1	14.6
13	35.5	14.2
14	17.3	11.3
15	34.9	13.9
16	16.0	11.0
17	44.0	15.1
18	16.1	11.0
19	11.9	9.8
20	23.4	12.4
21	15.1	10.8
22	19.6	11.5
23	17.0	10.5
平均	19.0	11.2
最大	44.0	15.1
最小	7.3	8.1

で、そのうち3尾は尾部の形態異常魚であった。ふ化12日の時点で、生残尾数は目視観察で50~100尾程度であった。中層を元気に遊泳している個体を取上げて検鏡すると、消化管内に多数のワムシが確認され、全長はふ化当日に比べると0.8~0.9mm伸張して3.1mmになっていた。ふ化10日までに、餌に付き成長が見られる個体は、その後高い確率で生残するものと思われた。

10回次の餌料系列を図6に示した。生物餌料の

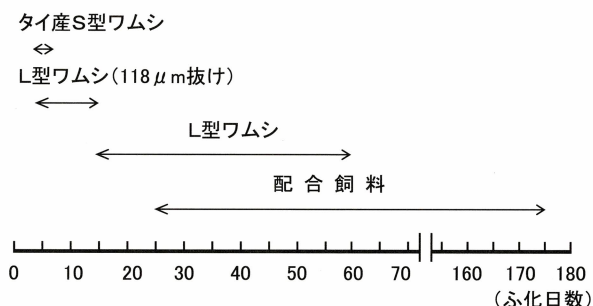


図6 10回次の餌料系列

投餌期間はタイ産S型ワムシがふ化2~6日、L型ワムシ(118μmネット抜け)が5~15日、L型ワムシ16~62日であった。配合飼料は協和醗酵製「協和250A」をふ化25日から投餌を開始した。

5回次および8回次のふ化率が17%台と低かったのは、ホルモン打注後72~96時間後に採卵した卵を用いたため、低受精率が影響していると思われた。ホルモン注射24~48時間後に採卵した卵を用いた4回次、5回次および7回次は、ふ化率は50~70%であった。

200Lアルテミアサミットで生産を行った回次は生残日数が1~5日と短いことから、種苗生産に用いた水槽の容量が1t以下のときは、良い飼育成績が得られないものと思われた。また、生産開始時のふ化仔魚の飼育密度が3万尾/t以上となった4回次および7回次は生残日数が他回次より短かった。

本種苗生産試験では、平均飼育水温が10回次を除けば19℃台で、ふ化仔魚の開口日がふ化4日目であった。奥村は飼育水温を20℃台で維持した場合、開口はふ化後2日と報告している。この開口日の遅れがふ化10日目までの初期生残率の低下に影響していると思われたので、次年度は飼育初期の適正飼育水温の検討が必要と思われた。

4. 文献

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の種苗生産、栽培技研、28(2)73-79, 2001
奥村重信、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