

令和 2 年度

さけ・ます等栽培対象資源対策事業  
新規栽培対象種技術開発（魚類）

調査報告書

さけ・ます等栽培対象資源対策共同研究機関  
新規栽培対象種技術開発（魚類）グループ

令和 3 年 3 月

## 目 次

<b>ア キンメダイの種苗生産技術等の開発</b>	
① 親魚養成および採卵技術の開発	1
② 仔稚魚の飼育技術の開発	
<b>イ アマダイ類等の種苗生産技術等の開発</b>	
① 山口県沖におけるアマダイ類の種苗生産技術の開発	5
② 山口県沖におけるアマダイ類の種苗量産技術の開発	11
③ 日向灘におけるアマダイ類の種苗生産技術の開発	15
④ 日向灘におけるアマダイ類の種苗量産技術の開発	15
⑤ アマダイ等の親魚養成技術の開発	18
⑥ アカムツの種苗生産技術の開発	22
⑦ アカムツの親魚養成技術の開発	30
⑧ ヒゲソリダイの種苗生産技術の開発	34
<b>ウ ホシガレイの種苗生産技術等の開発</b>	
① 常磐海域におけるホシガレイの種苗生産技術の開発	39
② 三陸海域におけるホシガレイの種苗生産技術の開発	42
③ ホシガレイの種苗量産技術の普及と生産体制の構築	45
<b>エ 技術を開発する魚種の自然界における生態等の把握</b>	
① 新潟から富山県沖のアカムツの資源・生態調査	48
② 島根県沖のアカムツ、アマダイ類の資源・生態調査	51
③ 山口県沖のアカムツの資源・生態調査	53
④ 若狭湾のアマダイ類の資源・生態調査	57
⑤ 山口県沖のアマダイ類の資源・生態調査	60
⑥ 日向灘のアマダイ類の資源・生態調査	61
⑦ 放流魚調査技術の開発	65
⑧ 放流技術情報の調査取り纏め	71
⑨ 常磐海域のホシガレイの資源・生態調査	77
⑩ 三陸海域のホシガレイの資源・生態調査	80
⑪ 東北太平洋海域のホシガレイ資源・生態調査	86
<b>オ 検討会の開催</b>	
① 現地検討会の開催	88

## ア キンメダイの種苗生産研究等の開発

- ① 親魚養成および採卵技術の開発
- ② 仔稚魚の飼育技術の開発

静岡県水産・海洋技術研究所  
高木 康次・倉石 祐

### 【目的】

静岡県におけるキンメダイの年間水揚量は、ピーク時の 7 千トンから近年は 2 千トン未満に減少している。関東近海のキンメダイ資源は低位・減少傾向と評価され、漁業者による自主的な資源管理に加えて資源回復のために漁獲圧削減などが提案されている。本県の漁業者からは資源を回復させる方法の一つとして、栽培漁業の実現による種苗放流が求められている。しかし、これまでに産卵期に漁獲した親魚からの人工採卵や、ホルモン処理による短期養成によって受精卵が得られた例はあるが、種苗生産技術の確立には至っていない。そこでキンメダイ栽培漁業に向けた研究の第一段階として、種苗生産技術を開発する。

### 【研究方法】

#### 1) 産卵実態の把握

2019～2020 年に伊豆半島東岸沖で採捕した雌の体長組成を漁場別に比較することで、成熟卵を持つ尾叉長 30cm 以上の魚の比率が高い漁場を検討した。また 1984～2020 年に採捕した雌の生殖腺重量(g)と尾叉長(cm)から、月別に生殖腺指数 ( $GI = \text{生殖腺重量} / \text{尾叉長}^3 \times 10000$ ) と透明卵の出現率を求め産卵盛期を検討した。

#### 2) 人工授精技術の開発

##### ① 船上人工授精

漁船を用船して伊豆半島東岸沖漁場でキンメダイを採捕し、船上で排精、排卵が確認できた個体から乾導法により人工授精を行った。受精卵は当研究所伊豆分場に運搬し、浮上卵と沈下卵を選別してそれぞれの個数を計数した。浮上卵は、卵数が少ない場合は 3L 容器、卵数が多い場合には 500L 水槽に收容し、注水は 1 日 2 回転程度として弱くエアレーションを行い、1～2 日後にふ化を確認した。

##### ② 配偶子保存・催熟技術の開発

###### ア) 凍結による精子の長期保存技術の開発

10 月 2 日に採取した精子を使用して凍結保存試験を行った。0.5  $\mu$ L ストロー管に DMSO 10%、FBS 80%、精子 10% の組成で收容し、液体窒素中に保存した。冷却条件は液体窒素液面からの高さを 2、6、10cm、冷却時間を 5、10 分とした 6 条件で冷却を行った。

###### イ) ホルモン処理による雌親魚の催熟技術の開発

産卵期前の 5 月 26 日に稲取沖漁場で採捕した魚を魚槽に收容して稲取漁港に持ち帰り、その後活魚トラックに移し替えて静岡県水産・海洋技術研究所駿河湾深層水水産利用施設（以下、利用施設）に輸送した。飼育は水深 397m から取水した海洋深層水のかけ

流しにより行った。ホルモンはHCGを使用し、500IU/kgを目安に背筋部に注射した。

### 3) 親魚養成技術の開発

採捕した親魚の生残率を向上させるために採捕時期について検討した。令和2年5月（表面水温21℃）と令和3年1月（表面水温16.7℃）に採捕し、利用施設で海洋深層水のかげ流しで飼育した魚の5日間生残率を比較した。また、親魚の養成には雌雄で異なる方法を確立する必要があることから、ゲノム情報を利用してSNVをターゲットにした雌雄判別技術を開発した。雌雄で7塩基の置換が起こっている場所をターゲットにプライマーを設計し、雌雄判別を行った。

### 4) 仔稚魚の飼育技術の開発

9月17日に人工授精で得られたふ化仔魚を500Lパンライト水槽で飼育した。水温を22℃に設定し、換水率1~2回転/日で、水研機構から配布を受けたSSワムシを10~20個体/mlで給餌した。また、飼育水には冷凍ナンノクロプシスを添加した。

## 【研究成果の概要】

### 1) 産卵実態の把握

伊豆半島東岸沖のキンメダイ漁場を、稲取沖、下田沖、南伊豆沖、石廊崎沖の4つに区分し、産卵期の6~10月に採捕した雌248尾の体長組成を比較した。キンメダイは概ね尾叉長30cmから成熟卵を持つとされているため、尾叉長を30cm未満、30~34cm、35~39cm、40cm以上で集計した（図1）。未成熟サイズである30cm未満の比率は稲取沖で高く、また35cm以上の大型魚の比率は南伊豆沖や下田沖で高い傾向が見られた。1984~2020年に採集した雌593個体の生殖腺指数（GI）と透明卵の出現の月変化を図2に示した。GIは6~10月に高くなるが、透明卵は7~9月に多く出現するため、この時期が産卵盛期と考えられた。

### 2) 人工授精技術の開発

#### ① 船上人工授精

8~10月に9回の用船を行い、233尾（雄139尾、雌94尾）を採捕した。このうち、成熟個体は雄では106尾（76%）、雌では86尾（91%）であった。船上で人工授精をのべ20回行い、35,077個の卵を得た。人工授精ごとの卵数と浮上卵率を図3に示した。8月1日、8月21日は採捕尾数が多かったため採卵数が多かった。また9月17日には成熟状態が良好な雌1尾から多くの卵が得られた。浮上卵は全体で5,721個であったが、浮上卵率は平均6.6%と低かった。しかし9月17日の2回の人工授精の浮上卵率は22%と50%と高かった。ふ化尾数は全体で279尾であったが、そのほとんどが9月17日の261尾であった（図4）。

#### ② 配偶子保存・催熟技術の開発

##### ア) 凍結による精子の長期保存技術の開発

凍結から74日後の運動精子の割合を測定した（図5）。運動率は平均39%（25~59%）で、

液体窒素液面からの高さが高い方で運動率が高い傾向が見られたが、冷却時間には差は見られなかった。引き続き保存試験を継続している。

#### イ) ホルモン処理による雌親魚の催熟技術の開発

ホルモン処理による催熟試験について、HCGにより排卵・排精を確認する個体は確認できなかった。

#### 3) 親魚養成技術の開発

漁獲した魚の5日間生残率は令和2年5月が35%、令和3年1月は54%であり、表面水温が低い冬期が養成親魚の捕獲に適切であると考えられた。

表1の通りにプライマーを設計した。このプライマーを使用して雄雌各10尾から抽出したDNAを用いて判別したところ、正答率は100%であった(図6)。この技術から雌と判別した魚を親魚として養成中である。

#### 4) 仔稚魚の飼育技術の開発

9月17日にふ化した261尾は、日齢5日で胃中には摂餌したワムシを確認できたが、9日後に仔魚が見えなくなり飼育を終了した。排水した飼育水から仔魚6個体を回収した。餌密度や明るさ等の飼育条件は、ふ化尾数が少なく、検討はできなかった。

#### 【次年度に向けた提言】

今年度は7~9月に下田沖や南伊豆沖で成熟個体を得られることが明らかになったが、成熟個体でも採卵・採精ができるものが少ないことや近年は不漁が続いていることなどから、船上人工授精によって受精卵を得るためには、保存精子の利用や、採捕機会を増やすことが必要と考えられた。また今回は浮上卵率やふ化率が低く仔魚飼育条件の検討はできなかったため、人工授精の手順については今後検討を行う必要がある。さらにホルモン処理による催熟方法や親魚養成を検討するためには数多くの親魚が必要であり、必要数を確保する方法に検討が必要である。

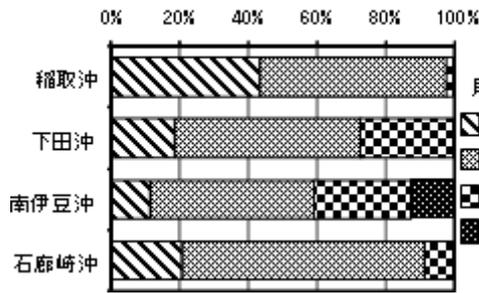


図1 伊豆半島東岸沖漁場における雌の尾叉長組成

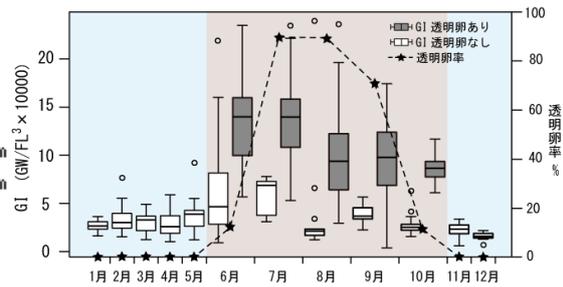


図2 生殖腺指数 (GI) と透明卵率の月変化

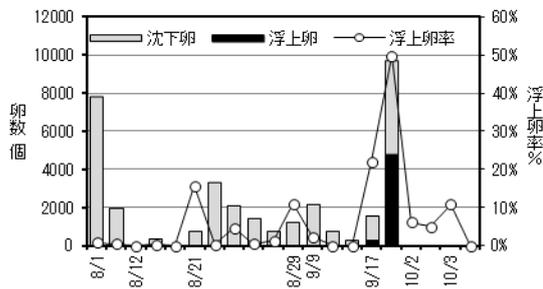


図3 船上人工授精による卵数と浮上卵率

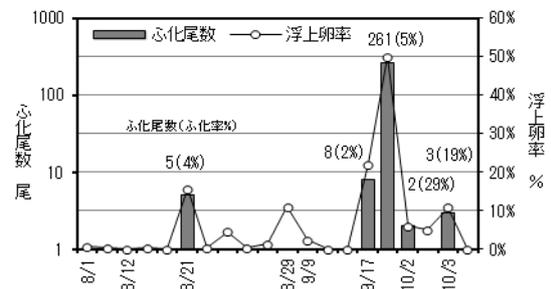


図4 ふ化尾数と浮上卵率

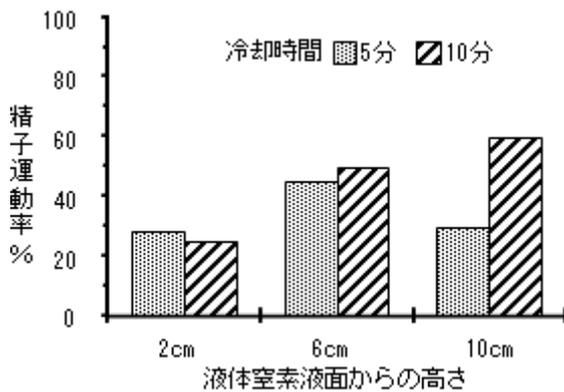


図5 凍結後74日の精子運動率

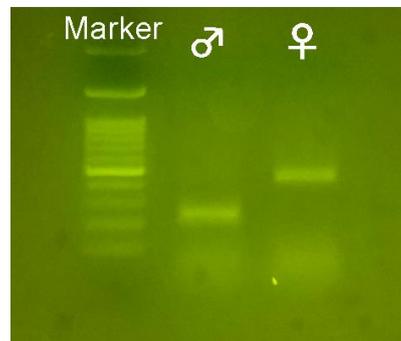


図6 PCRによる雌雄の結果

表1 使用したプライマーの配列

	配列
F1	TTCTCGAACTTGCTGTGGTG
F2	TGTCAATATGCCCTAATTTCTCTG
R1	AAGCAGTTGTGTTGCACGAG
R2	GCAGTTGGAACTATTGAGATTTAGG

## イ. アマダイ類等の種苗生産技術等の開発

### ①山口県沖におけるアマダイ類の種苗生産技術の開発

山口県水産研究センター

阿武 遼吾

#### 【目的】

シロアマダイは、アマダイ類の中でも希少性が高い高級魚である。山口県では、日本海と瀬戸内海に分布し、漁業者からの種苗放流の要望が強い魚種の1つである。しかし、その生態についてはこれまでほとんど明らかにされていない。

本研究では、親魚養成試験等により基礎的知見を収集し、本種の種苗生産技術（親魚養成・採卵技術）の開発を目的とする。

#### 【研究方法】

##### 1) 親魚確保および人工採卵試験

親魚確保および人工授精からなる一連の作業は、令和2年4月29日～5月15日に実施した。

山口県瀬戸内海の水深60m付近ではえ縄により漁獲された個体を親魚に供した。雌個体にヒト絨毛性ゴナドトロピン（HCG）を300IU/体重1kgを目安に打注し、その48、72時間後に搾卵した。搾卵後、速やかに精子を加えて攪拌し、乾導法により人工授精を行った。精子は人工精漿で希釈して保存したものを使用した。

##### 2) 種苗生産試験

照度環境の違いが初期摂餌や開鰓に与える影響を把握するため、人工照明に白熱電球および白色LED電球を用いた4つの試験区を設け、5月2日から表1の飼育条件で飼育試験を行った。初期摂餌の状況は、開口直後の3～4日齢の仔魚の消化管内のワムシの咀嚼器を計数し、群摂餌率および仔魚1尾あたりのワムシ摂餌個数を確認した。また、5日齢以降は、開鰓を促すために油膜除去を行い、仔魚の開鰓状況を確認した。さらに6日齢に生残尾数を計測した。

##### 3) 種苗放流試験

（公社）山口県栽培漁業公社と共同で実施した量産試験で生産した約3.5万尾の種苗を、8月7日、11日、9月28日および10月15日に山口県瀬戸内海海域に放流した。放流場所は昨年度と同じ漁港内であり、日中に岸壁から放流した。放流した種苗は標識として右腹鰭を抜去した。また、放流場所における放流種苗の定着状況を把握するため、11月17日および12月23日に放流場所付近で釣獲調査を実施した。

##### 4) 人工種苗からの親魚養成試験

7月17日から平均全長50mmの人工種苗を用いて親魚養成試験を開始した。3、4kL青色FRP製円形水槽に各500尾ずつ収容し、表2の飼育条件で飼育した。

#### 【研究成果の概要】

#### 1) 親魚確保および人工採卵試験

親魚確保の結果および採卵結果を表 3、表 4 に示した。全ての雌個体から卵が得られ、計 73.3 万粒の卵を搾出、媒精した。その結果、計 37.4 万粒の浮上卵を得た（浮上卵率 51.0%）。いずれの回次においても、得られた総採卵数および浮上卵数は 48 時間後と 72 時間後で大きく変わらなかった。

#### 2) 種苗生産試験

各試験区に 14,130 粒の受精卵を収容した。ふ化は受精から 36 時間後に始まり、48 時間後に完了した。各試験区のふ化仔魚数およびふ化率を表 5 に示した。各試験区のふ化率に大きな差はみられなかった。摂餌状況を表 6 に示した。白色 LED 電球区に比べて白熱電球区の方が群摂餌率および仔魚 1 尾あたりのワムシ摂餌個数ともに良好であった。なお、5 日齢には全ての試験区の群摂餌率は 100% となった。開鰓率は全ての試験区において 6 日齢に 100% となった（表 7）。6 日齢における生残尾数および生残率を表 8 に示した。生残率は白熱電球区に比べて、白色 LED 電球区の方が高かった。その原因として、4 日齢における仔魚 1 尾あたりのワムシ摂餌個数が、白色 LED 電球区に比べて白熱電球区の方が多かったため、白熱電球区の仔魚は比重が大きくなり、夜間に沈降死が起きた可能性が推察された。

#### 3) 種苗放流試験

放流結果を表 9 に示した。いずれの放流日においても、種苗は放流後に速やかに潜行する様子が観察された。釣獲調査では、11 月 17 日に 2 尾（全長 13.6cm、13.8cm）、12 月 23 日に 2 尾（全長 15.7 cm、15.8cm）が釣獲された。いずれの個体も右腹鰭が欠損していたことから、放流個体であると推察された（図 1）。

#### 4) 人工種苗からの親魚養成試験

飼育水温と生残率の関係を図 2 に示した。飼育水温が 29°C を超えると死亡数が増加したが、餌止めや飼育密度を下げる等の対策により終息した。2 月 19 日時点で計 100 尾を飼育している。

#### 【次年度に向けた提言】

現在、シロアマダイは天然個体の漁獲に依存しているため、安定的、計画的に確保できないという課題を抱えている。また、天然個体は漁獲時のダメージが大きいため、飼育中の死亡率も高く、親魚として養成することが難しい。今後、人工種苗からの親魚養成技術の確立を目指すこととする。

表 1 種苗生産試験の飼育条件

試験区	①	②	③	④
人工照明および 水面照度	白熱電球 3,000Lux	白熱電球 10,000Lux	白色 LED 電球 3,000Lux	白色 LED 電球 10,000Lux
試験期間	0～6 日齢			
飼育水槽	1kL 青色 FRP 製円形水槽			
飼育水	砂ろ過紫外線殺菌処理海水			
飼育水温	18.5～21.3℃（ヒーターの設定温度は 20.0℃）			
通 気	エアストーン（長さ 70mm、直径 20mm の円柱形）を 1 水槽あたり 2 個設置 1 個あたりの通気量は 10ml/分			
換 水	止水			
微細藻類の添加	スーパー生クロレラ（クロレラ工業社製）を 50 万 cells/ml になる ように 1 日 2 回投与			
ワムシ	2～3 日齢：S 型ワムシを 10 個/ml になるよう 1 日 1～2 回投餌 4～6 日齢：栄養強化した S 型ワムシを 10 個/ml になるよう 1 日 1 ～2 回投餌			
ワムシの栄養強 化	スーパー生クロレラ（クロレラ工業社製）をワムシ 1 億あたり 200ml 投与し、20 時間強化			

表 2 親魚養成試験における飼育条件

	63 日齢～ (7/16)	94 日齢～ (8/6)	106 日齢～ (8/24)	142 日齢～ (9/29)	167 日齢～ (10/24)	
飼育水	砂ろ過海水					
換水率(%)	1000					
収容尾数(尾)	500	350	100	75	50	
収容密度(尾/m <sup>2</sup> )	111	78	22	16	11	
水温(℃)	15.4～30.9（自然水温）					
給 餌 方 法	回数(回/日)	6～12	12	1	2	2
	餌料	配合飼料	配合飼料	配合飼料	配合飼料 オキアミ	配合飼料 オキアミ
	給餌量	飽食量	飽食量	魚体重の 1%	魚体重の 4%	魚体重の 6%

表 3 親魚確保の結果

年月日	雌 (活魚)		雄 (鮮魚)	
	尾数 (尾)	体重 (g)	尾数 (尾)	体重 (g)
R2. 4. 29	2	1,720、1,890	1	2,400
R2. 5. 1	1	1,620	-	-
R2. 5. 12	1	1,948	6	1,730~2,510
R2. 5. 14	-	-	2	1,948、2,030

表 4 採卵結果

	供試魚		HCG 打注後の 経過時間	総採卵数 (粒)	浮上卵数 (粒)	浮上卵率 (%)
	雌	雄				
1 回次 (R2. 5. 2~3)	1 尾	1 尾	48 時間	89,460	56,520	63.2
			72 時間	87,120	49,860	57.2
2 回次 (R2. 5. 14~15)	3 尾	8 尾	48 時間	237,852	121,680	51.2
			72 時間	319,050	146,340	45.9

表 5 ふ化仔魚数およびふ化率

試験区	①	②	③	④
収容受精卵数 (粒)	14,130	14,130	14,130	14,130
ふ化仔魚数 (尾)	7,691	8,143	8,143	8,596
ふ化率 (%)	54.4	57.6	57.6	60.8

表 6 摂餌状況

		①	②	③	④
		白熱電球 3,000Lux	白熱電球 10,000Lux	白色 LED 電球 3,000Lux	白色 LED 電球 10,000Lux
3 日齢 (18:00)	群摂餌率 (%)	7	87	0	0
	摂餌個数(個/尾)	0.1	5.0	—	—
4 日齢 (9:00)	群摂餌率 (%)	100	100	80	80
	摂餌個数(個/尾)	7.4	15.3	6.9	6.7
4 日齢 (15:00)	群摂餌率 (%)	100	100	100	90
	摂餌個数(個/尾)	21.6	29.6	11.3	15.8
5 日齢 (10:00)	群摂餌率 (%)	100	100	100	100

表 7 開鰓率 (%)

試験区	①	②	③	④
	白熱電球 3,000Lux	白熱電球 10,000Lux	白色 LED 電球 3,000Lux	白色 LED 電球 10,000Lux
5 日齢(15:00)	20	0	0	0
5 日齢(18:00)	80	100	93	93
6 日齢(10:00)	100	100	100	100

表 8 6 日齢における生残尾数および生残率

試験区	①	②	③	④
	白熱電球 3,000Lux	白熱電球 10,000Lux	白色 LED 電球 3,000Lux	白色 LED 電球 10,000Lux
ふ化仔魚尾数(尾)	7,691	8,143	8,143	8,596
生残尾数(尾)	4,977	5,339	6,935	8,170
生残率(%)	64.7	65.6	85.2	95.0

表 9 放流結果

放流日	8/7	8/11	9/28	10/15
放流尾数 (尾)	24,000	10,000	850	400
平均全長 (mm)	75	85	107	119



図 1 再捕された放流魚 (12月23日再捕、全長15.8cm)

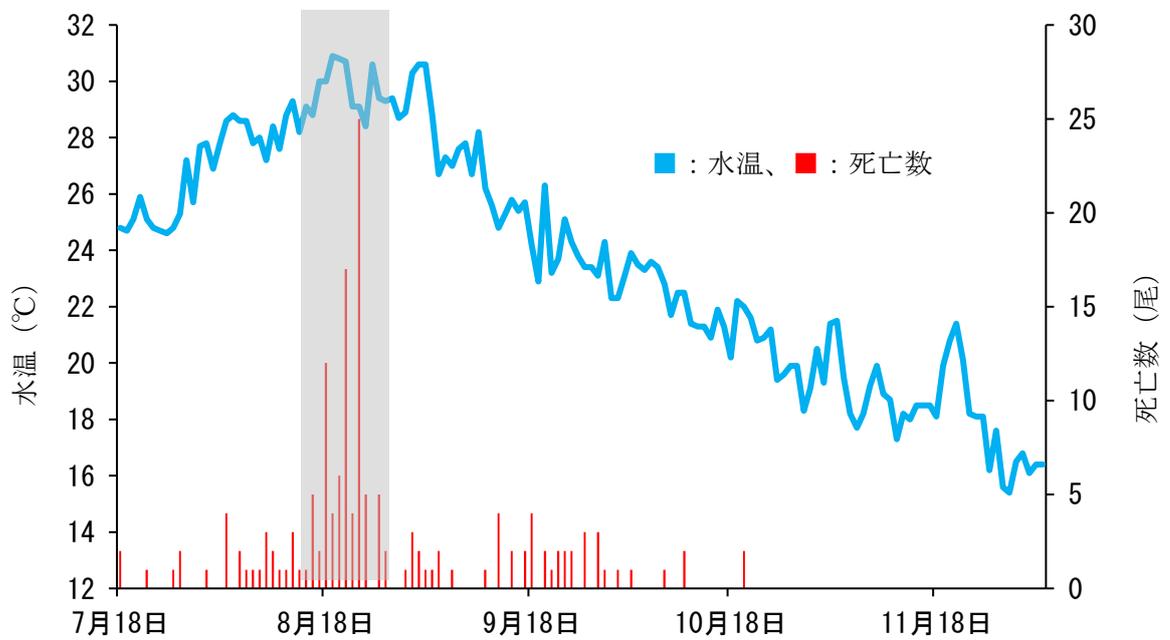


図 2 飼育水温と生残率

## イ アマダイ等の種苗生産技術の開発

### ②山口県沖におけるアマダイ類の種苗量産技術の開発

公益社団法人山口県栽培漁業公社

桶屋 幸司

#### 【目的】

消費者のニーズが高く、漁業者から種苗生産に対する要望が強いアマダイ類の種苗量産技術の開発を促進させることを目的とする。

アマダイ類の種苗生産では、精子の凍結保存方法や人工授精技術、ウイルス性疾病の防除技術が開発され、数10万尾の生産が可能となったが、採卵用の親魚を天然魚に依存しているため必要な数量の受精卵を安定して確保できる状態にはなっていない。仔稚魚の飼育では、光条件や通気量を調整することで飼育初期の生残率をある程度高めることができるようになったが、ヒラメ等に比べて放流までの飼育期間が長いことから生産コストが高く、省力化や低コスト化が求められている。

そこで、成熟個体(天然親魚)を用いて従来法による人工授精を行い、得られた受精卵から種苗生産し、全長3cmサイズの種苗を生残率30%以上、飼育密度2,000尾/k<sub>l</sub>で安定的に生産する技術を開発するとともに、アカアマダイについては、生産した全長3cmサイズの種苗を用いて閉鎖循環式飼育システムによる中間育成を実施し、適正な飼育密度や水温等を明らかにするとともに、全長7cmの種苗を高密度で飼育可能な中間育成技術を開発する。

中間育成の目標は全長7cmサイズの放流種苗を生残率95%以上、700尾/m<sup>2</sup> (450尾/k<sub>l</sub>)以上の密度で生産するシステムを開発し、生産コストを従来の1/2以下に削減することである。

#### 【研究方法】

##### (1) 種苗生産

###### 1) シロアマダイ

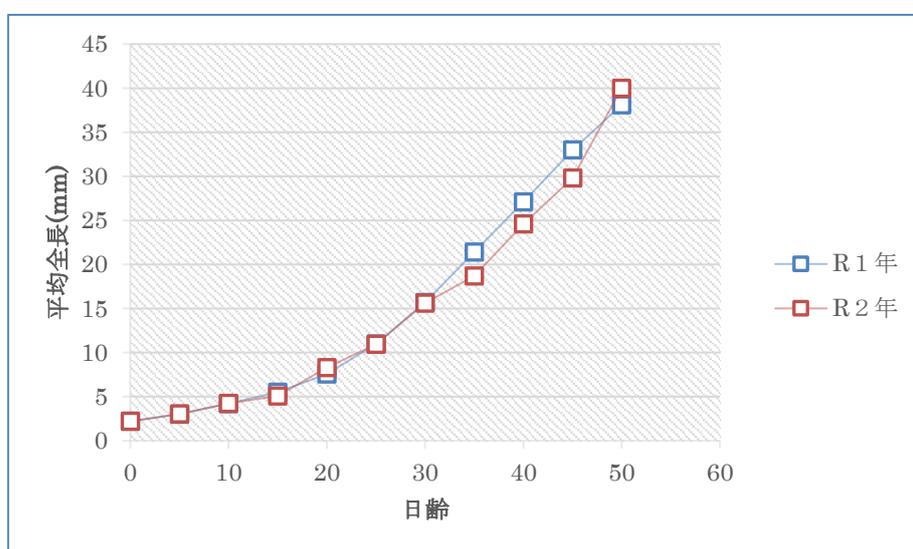
山口県水産研究センターが成熟個体(天然親魚)から人工授精により5月16日から5月17日にかけて採卵した受精卵を一晩微流水で育卵した(育卵水温20℃)。翌日、胚体を確認した後に浮上卵を0.5ppmの濃度に調整した電解殺菌海水で1分間消毒し、受精卵266千粒を50k<sub>l</sub>八角形水槽に収容してふ化させた。得られたふ化仔魚数は148千尾(全長2.2mm)、ふ化率は55.6%、飼育開始時の密度は2,960尾/k<sub>l</sub>であった。

飼育水は、紫外線殺菌砂ろ過海水を使用した。換水は日齢3から10%で開始し、以降は徐々に増加させた。飼育水温は自然水温とした。通気は水槽底面8カ所に固定したユニホース8本と水槽中央部に設置したユニホース1本から行った。また、開鰓させるため日齢4~6に水面の油膜除去を行った。電照は仔魚が開口した日齢3から取り上げまで24時間行った。餌料はS型ワムシ、アルテミア幼生、配合飼料とした。S型ワムシの給餌は

日齢3から開始し、日齢20に終了した。栄養強化は市販の高度不飽和脂肪酸強化淡水クロレラで栄養強化した。アルテミア幼生は市販の天然のDHAを含んだシドキトリウムで6時間栄養強化し、日齢15から日齢45まで給餌した。配合飼料は日齢20から給餌を開始し、仔稚魚の成長に応じて増量し、粒径も大きいものに変更した。飼育水槽への藻類添加は市販の高度不飽和脂肪酸強化淡水クロレラを日齢3から日齢44まで行った。

49～50日間の飼育で平均全長40mmの稚魚40千尾を取り上げた。生残率は27%で、取りあげ時の飼育密度は800尾/kIであった。日齢6における開鰓率は100%であり、取りあげ時の形態異常は目視では確認できなかった。日齢と全長の関係は表1の通りである。

表1 日齢と全長



## 2) アカアマダイ

雌100尾、雄9尾の成熟個体(天然親魚)を9月29日から9月30日に購入し、雌にはヒト胎盤性生殖腺刺激ホルモンHCG(以下、HCG)を打注し、活魚籠に入れて水温20℃に調整した屋内コンクリート水槽に収容した。雄は精巣を摘出し人工精漿中で細片し、精巣重量の50倍の人工精漿で希釈し精子抽出液を作製した。精子抽出液は、冷蔵庫内に4℃で保存した。

HCGの打注から48、72時間後の10月1日から10月3日に採卵を実施した。採卵方法は人工授精法とし、雌1尾ずつから卵を搾出後、冷蔵精子を滴下し媒精を行い、受精卵を200ℓアルテミア孵化槽に収容した。3日間の採卵で2,988千粒の受精卵を得た。

浮上卵を200ℓアルテミア孵化槽内で再浮上させた後、500ℓポリカーボネート水槽に収容し、0.7ℓ/分の通気をして一晩止水で育卵した(育卵水温22℃)。翌日、胚体を確認した後、残留オキシダント濃度を0.5ppmに調整した電解殺菌海水で浮上卵を1分間消毒

し、50k $l$ 八角形水槽に収容してふ化させた。採卵結果を表2に、卵の収容とふ化を表3に示した。

表2 採卵結果

回次	月 日	浮上卵	沈下卵	浮上率
1回次	10月1日～3日	1,494g	161g	90.3%

表3 卵の収容とふ化

水槽番号	収容日	ふ化日	収容卵数 (千粒)	ふ化尾数 (千尾)	ふ化率 (%)
M4	10月3日	10月4日	302	219	72.5
M3	10月3日	10月4日	302	254	84.1
M2	10月4日	10月5日	408	325	79.7
M1	10月4日	10月5日	408	290	71.1
計			1,420	1,088	76.6

飼育水は、紫外線殺菌砂ろ過海水を使用した。換水は、日齢2から10%で開始し、以降は注水量を徐々に増加させた。飼育水温は、受精卵収容時からふ化までは23℃に設定し、ふ化後は24℃に設定した。

通気は、水槽底面8カ所に固定したユニホース8本と水槽中央部に設置したユニホース1本から行い、各通気管には流量計を取り付けて調整した。通気量は側面の通気を0.3～1.0 $l$ /分とし、飼育水中のD $O$ を6mg/ $l$ 以上に維持させるため、日齢6から酸素発生装置により酸素を供給した。また、開鰓させるため日齢4～6に水面の油膜除去を行った。

電照は、200wレフランプ電灯6基を水槽上部に設置し、仔魚が開口した日齢3から取り上げまで24時間行った。

餌料は、S型ワムシ、アルテミア幼生、配合飼料とした。S型ワムシの給餌は、日齢3から開始し、日齢25に終了した。栄養強化は市販の高度不飽和脂肪酸強化淡水クロレラで栄養強化した。アルテミア幼生は、市販の天然のDHAを含んだシドキトリウムで6時間栄養強化し、日齢17から日齢43まで給餌した。配合飼料は、日齢22から給餌を開始し、仔稚魚の成長に応じて増量し、粒径も大きいものに変更した。飼育水槽への藻類添加は、市販の高度不飽和脂肪酸強化淡水クロレラを日齢3から日齢45まで行った。

ふ化仔魚収容尾数は1,088千尾、飼育開始密度は4,380～6,500尾/ $kl$ であった。61～62日間の飼育で平均全長48.3mmの稚魚402千尾を取り上げた。平均生残率は36.9%、取りあげ時の飼育密度は1,440～2,400尾/ $kl$ であった。種苗生産結果の概要は表4の通りである。

表4 種苗生産結果

水槽番号	飼育期間	収容尾数 (千尾)	取上尾数 (千尾)	取上全長 (平均 (mm))	生残率 (%)
M 4	10月3日～12月3日	219	120	—	54.8
M 3	10月3日～12月3日	254	109	—	42.9
M 2	10月4日～12月3日	325	72	—	22.2
M 1	10月4日～12月3日	290	101	—	34.8
計		1,088	402	48.3	36.9

(2) 閉鎖循環システムによる中間育成

大型水槽を用いた飼育では、12月18日に30kl角形水槽に平均全長56.6mmの稚魚13.87千尾を収容し、飼育水温は18℃、飼育水は全海水とした。飼育密度は720尾/m<sup>2</sup>(460尾/kl)であった。

飼育結果は、12月18日から1月21日まで中間育成を行い、平均全長77.98mmの稚魚を13.69千尾取り上げた。生残率は98.7%であった。

小型水槽を用いた飼育では、1月7日に500ℓ水槽に平均全長70.6mmの稚魚450尾を収容し、飼育水温は18℃とし、飼育水は80%海水とした。飼育密度は700尾/m<sup>2</sup>(1,040尾/kl)であった。その後、1月7日から1月21日まで中間育成を行い、平均全長75.84mmの稚魚を450尾取り上げた。生残率は100%であった。

閉鎖循環システムでの飼育期間中は従来型の中間育成(流水飼育)と比較し、加温費用が1/2以下となった。

【次年度以降に向けた提言】

今年度、アカアマダイ種苗生産では目標の生残率、取上時の飼育密度を全体の平均値で達成できた。閉鎖循環システムによる中間育成では、大型水槽(30kl水槽)での飼育で、計画していた収容密度700尾/m<sup>2</sup>(450尾/kl)、生残率95%以上を達成できた。小型水槽を用いた低塩分飼育では、想定以上の寒波により水温維持ができなかった。次年度は水温維持できるよう対策を講じるとともに中間育成時のm<sup>2</sup>当たりの飼育密度について再検討したい。

## イ アマダイ類等の種苗生産技術等の開発

### ③日向灘におけるアマダイ類の種苗生産技術の開発

一般財団法人 宮崎県水産振興協会

水口 卓也

### ④日向灘におけるアマダイ類の種苗量産技術の開発

宮崎県水産試験場

中西 健二

#### 【目的】

全長 30mm のアマダイ類の種苗を飼育密度 2,000 尾/KL、生残率 30%以上で安定的に生産し、放流サイズ（全長 70mm）まで高密度で飼育する技術を開発するため、『採卵用親魚を大量確保する方法の確立』、『種苗生産技術の開発』、『中間育成技術の開発』の 3 課題について取り組む。『採卵用親魚を大量確保する方法の確立』では、昨年度と同様に繁殖盛期とされる 10 月に親魚確保を行った。『種苗生産技術の開発』と『中間育成技術の開発』では、高密度飼育における新たな問題点の抽出と昨年度発生した照度変化に起因する大量斃死の再発防止を目的とした。

#### 【研究方法】

##### 1) 採卵用親魚を大量確保する方法の確立

今年度はアカアマダイの親魚採捕を 10 月に 1 回行った。得られた活魚は現地でホルモン打注（HCG300IU/kg）を行い、宮崎県水産試験場に輸送し、後日採卵に供した。オスは鮮魚を購入し、精巣を摘出して精子抽出液を作製した。オスは個別に脳と網膜をサンプリングし VNN ウイルスの検査を行い、陰性個体の精子抽出液のみを媒精に使用した。採卵はホルモン打注から 48 時間、72 時間後を目安に搾出法で行い、得られた卵は受精させた後、100L アルテミアふ化槽に收容し、一晚卵管理した。翌日、胚体形成後に残留オキシダント濃度 0.5ppm の海水で 1 分間卵消毒を行い、ウナギ袋に收容して宮崎県水産振興協会（以下、「協会」という）に輸送した。協会到着後、水温馴致を行い 30L パンライトに移し替えた後、浮上卵と沈下卵をそれぞれ密度法で計数した。

##### 2) 種苗生産技術の開発

飼育水槽は屋内 50KL 角形水槽（5×8×1.2m、コンクリート製）を使用した。全面を遮光幕で覆い 24 時間電照を行った。飼育水は殺菌処理したろ過海水を使用し、2 日齢から注水を開始し、稚魚の成長に合わせて増量した。飼育水温は 23.0℃に加温調整し、徐々に設定水温を下げて自然水温とした。通気はエアーストンとユニホースで行った。また、開鰓を促すため 3 日齢からエア吹き寄せによる油膜取り装置を設置し、水面の油膜除去を行った。

餌料は S 型シオミズツボウムシ（以下、「ワムシ」という。）、アルテミア幼生（（株）北村）、冷凍コペポーダ（（有）アイエスシー）及び配合飼料を稚魚の成長に合わせて給餌



昨年度、一昨年度と 24 時間電照を終了したことによる照度変化が原因と思われる大量斃死が発生したため、今年度は 20 日齢（全長約 7.8 mm）に 15 尾サンプリングし、夜間無照明の試験を行った。翌日サンプルにへい死が見られなかったため、飼育水槽の全面遮光と 24 時間電照を終了した。結果、大量へい死は起こらなかった。

表 2 種苗生産結果

	1回次
卵收容日	10/30・31
卵收容数（千粒）	207.0
ふ化日	11/1・2
ふ化率（%）	57.5
ふ化仔魚数（千尾）	119.0
開始時水槽（KL×槽）	50×1
開始密度（尾/KL）	2,380
取揚日齢	68
取揚平均全長（mm）	49.0
取揚尾数（千尾）	11.7
生残率（%）	9.8
取揚密度（尾/KL）	234
飼育水温（℃）	23.0～17.0
※ふ化率はふ化仔魚/卵收容数×100で計算した値	

### 3) 中間育成技術の開発

1 月 7 日（68 日齢）に計数した種苗を屋内 13KL 巡流水槽 2 水槽に收容密度を変えて收容し、1 月 8 日（69 日齢）から中間育成飼育を行った。收容密度は、1 区：540 尾/KL（收容尾数：5,180 尾）、2 区：686 尾/KL（收容尾数：6,590 尾）とした。今年度は生産尾数が目標に届かなかったため、高密度での中間育成試験は実施できなかった。2 月 8 日（100 日齢）に 70mm に達したため試験を終了した。中間育成時の生残率は 1 区で 99.4%、2 区で 99.5%となった。

#### 【次年度以降に向けた提言】

今年度、親魚確保では過去最高尾数の活魚を確保することができた。しかし、採卵作業の途中で精子が不足したことから鮮魚の購入尾数の再検討が必要である。また、浮上卵率の低さは精子の質が関係していると考えられるため、良質な精子を大量に確保する方法を検討する。

種苗生産では今年度は過去と比べて低い結果となった。特に 5～10 日齢の初期減耗が影響していると考えられる。来年度までに再度生産方法を見直し、生残率向上に努める。

中間育成試験では 700 尾/KL 程度の收容密度であれば問題なく飼育できることがわかった。次年度は昨年度との結果を踏まえた上で適正な收容密度を探る。