

# 農林水産業競争力アップ技術開発事業

## 「シロアマダイの種苗生産技術の開発」

加藤文仁・竜田直樹・北村章博

### 目 的

アマダイ類は底曳網、延縄、一本釣等により本県各地で水揚げされ、魚価が低迷している近年でも高価格で取り引きされている。しかし、本県におけるアマダイ類漁獲量はピークであった平成9年の9トンから4～5トン程度に半減していることから、第7次和歌山県栽培漁業基本計画（H28-R3）において、種苗生産及び放流について基礎的技術開発が必要な魚種に指定され、量産技術の確立が求められている。

アマダイ類の中でも、シロアマダイは希少性と味の良さから特に高値で取引される高級魚である。全国的には、アマダイ類漁獲量の約8割をアカアマダイが占めているが、本県ではアマダイ類漁獲量の約4割がシロアマダイであり、漁業者からは本種の種苗放流の要望が強いことから、和歌山県水産試験場では平成30年度から本種の種苗生産技術開発に取り組んでいる。

アマダイ類の種苗生産においては、親魚の漁獲直後にホルモン処理を行い、24～72時間後に人工授精を行う<sup>1,2)</sup>が、水圧の変化に弱いため、生きている個体を入手できる機会は限られている。昨年度は、成熟していた雌親魚をわずかに入手できたものの、雄親魚を同時に確保できず、人工授精に至らなかった<sup>3)</sup>。そこで今年度は、雄親魚を事前に入手して短期養成しておき、雌親魚の放卵確認後に雄親魚から精子を取り出して人工授精を試みた。また、人工授精により得られた仔魚を用いて、開口直後の餌料に適したワムシの大きさについても調査したので、併せて報告する。

### 方 法

#### 1. 親魚の入手

2020年2月～4月に御坊市、みなべ町および串本町沖で、延縄により漁獲された個体を入手した。生きていた個体（以下活魚）は通気した250L水槽に収容し、死亡または衰弱した個体（以下鮮魚）は氷冷して水産試験場（串本町）に輸送した。

#### 2. 雄親魚の短期養成

2020年2月および3月に入手した活魚の内、雄と判定した個体を短期養成に供した。雌雄の判定はヒト胎盤性性腺刺激ホルモン（ゲストロン1500、共立製薬製、以下HCG）投与後の放卵の有無により行った。すなわち、HCGを500IU/kg筋肉注射後、ろ過海水をかけ流した1kL水槽に収容し、48、72および96時間後に腹部圧迫により放卵の有無を確認した。放卵が認められなかった個体を雄とみなし、ろ過海水をかけ流した10kL水槽1基に逐次収容して飼育を継続した。給餌は収容翌日から開始し、スルメイカの切身またはオキアミを3回/週、飽食量給与した。

#### 3. 鮮魚の精子を用いた人工授精

HCG投与後に放卵が認められた場合は、雄の鮮魚から採取した精子を用いて人工授精を行った。精子懸濁液は既報<sup>1,2,4)</sup>に従い、次のとおり作製した。摘出した精巣をガラスシャーレに取り、人工精漿液（以下ASP）に浸した状態で解剖はさみを用いて細断し、精子を懸濁させた後、精巣重量の50倍となるようにASPで希釈し、40μmのメッシュネットでろ過した。精子懸濁液は4℃で冷蔵保存し、人工授精には作製から72時間以内の精漿

液のみ使用した。媒精は次のとおり湿導法により行った。プラスチック製のボウルに受けた卵に精子懸濁液を2～6mL滴下し、50～100mLの電解殺菌海水を加えて十分に攪拌した後、約20分間静置した。媒精した卵はビーカーに移して1Lにメスアップし、ピペットで沈下卵を除去した。その後、1kL水槽内に設置したゴースネットへ収容し、20℃の電解殺菌海水をかけ流して管理した。

#### 4. 短期養成した雄親魚を用いた人工授精

短期養成した雄親魚を用いて、次のとおり人工授精を行った。2020年4月に漁獲された活魚にHCGを500IU/kg筋肉注射し、48および72時間後に卵の搾出を行った。卵はプラスチック製のボウルに受け、人工授精まで室温で静置した。採卵直後、養成していた雄親魚1尾あるいは2尾を即殺して精巢を摘出し、前項と同じ方法で精子懸濁液を作製した。人工授精および卵管理の方法も前項と同様とした。

#### 5. 成熟度調査

入手した鮮魚については生殖巣を摘出し、成熟度調査を行った。成熟度は生殖腺指数（ $GSI = \text{生殖腺重量 (g)} / \text{体重 (g)} \times 100$ ）により評価した。

#### 6. 初期摂餌に適したワムシサイズの検討

開口時の餌料として適切な大きさのシオミズツボワムシ（以下ワムシ）を明らかにするために、以下の給餌試験を行った。2020年3月20日に、胚体期の受精卵を30Lパンライト水槽3基に20粒ずつ収容し、無換水、微弱通気で管理した。水槽は17℃のろ過海水をかけ流したウォーターバス内に設置し、外気温の影響を抑えた。飼育水には電解殺菌海水を使用し、有効水量は20Lとした。仔魚の開口および卵黄吸収完了を確認後、目合い90 $\mu\text{m}$ 、60 $\mu\text{m}$ および40 $\mu\text{m}$ のプランクトンネットを用いて大中小の3群に選別したS型ワムシを各水槽に10個体/mLとなるようにそれぞれ給餌し、24時間後に顕微鏡下で摂餌状況を観察した。なお、開口および卵黄吸収の確認には、試験水槽と同条件で別途用意した仔魚を用いた。

## 結 果

#### 1. 親魚の入手

活魚18尾（体長210-430mm）、鮮魚52尾（体長226-460mm）の合計70尾のシロアマダイを入手し、水産試験場に持ち帰った。

#### 2. 雄親魚の短期養成

2020年2月および3月に入手した活魚14尾にHCGを投与した。HCG投与48時間後から96時間後まで24時間毎に腹部を圧迫し、放卵が認められなかった個体8尾を同一の水槽（10kL）で飼育した。飼育水槽への収容翌日から給餌を開始したところ、3日後には摂餌が確認され、その後の摂餌も良好であった。

#### 3. 鮮魚の精子を用いた人工授精

前項でHCGを投与した活魚の内6尾に、HCG投与48または72時間後に放卵が認められた。鮮魚から採取した精子を用いて人工授精に供した結果、受精率は0～39.5%であった（表1）。

#### 4. 短期養成した雄親魚を用いた人工授精

2020年4月に入手した雌個体4尾と短期養成した親魚8尾を用いて、のべ7回人工授精を行った。養成親魚はすべて雄であったが、GSIは1個体を除き0.05以下と低く（表2）、精巢は未発達であった。しかし、精子懸濁液を海水と混合し顕微鏡下で観察すると、すべての個体で精子の運動を確認できた。放卵確認後に精子懸濁液を作製したため、卵は採卵から媒精まで概ね25分間空气中に暴露された。受精率は11.9～88.0%であった（表3）。なお、人工授精に供するまでの雄親魚の養成日数は30～60日間であった。

表1 鮮魚の精子を用いた人工授精の受精率

雌親魚No.	採卵日	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)	放卵数	受精卵数	受精率 (%)
F1	3月1日	306	261	350.0	5,440	100	1.8
	3月2日				2,800	0	0.0
F2	3月4日	358	289	460.6	7,200	900	12.5
	3月5日				1,720	0	0.0
F3	3月5日	273	218	227.3	13,480	1,940	14.4
	3月6日				3,733	0	0.0
F4	3月15日	320	280	420.5	14,483	330	2.3
F5	3月15日	245	210	211.3	7,605	165	2.2
F6	3月17日	425	369	1020.0	19,000	7,500	39.5
	3月18日				8,333	2,167	26.0

表2 短期養成した雄親魚の大きさおよび生殖腺指数 (GSI)

No.	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)	生殖腺重量 (g)	生殖腺指数 (GSI)
M1	355	310	530.0	0.17	0.03
M2	343	302	576.6	0.29	0.05
M3	335	290	552.0	0.19	0.03
M4	293	250	270.0	0.10	0.04
M5	333	277	466.5	0.51	0.11
M6	320	276	378.8	0.12	0.03
M7	340	303	456.4	0.10	0.02
M8	315	280	404.8	0.15	0.04

表3 短期養成した雄親魚の精子を用いた人工授精の受精率

雌親魚No.	採卵日	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)	放卵数	受精卵数	受精率 (%)	雄親魚No.
F7	4月9日	286	244	296.5	9,933	2,946	29.7	M1
F8	4月17日	303	259	342.0	11,583	2,053	17.7	M2
	4月18日				4,053	600	14.8	M2 <sup>*</sup>
F9	4月21日	465	430	1865.0	40,025	24,000	60.0	M3, M4
	4月22日				6,847	4,667	68.2	M5, M6
F10	5月1日	245	210	210.4	6,820	6,000	88.0	M7, M8
	5月2日				1,518	180	11.9	M7, M8 <sup>*</sup>

※前日に作製した精子懸濁液の余剰試料 (4°Cで冷蔵保存) を使用。

## 5. 成熟度調査

52尾中雌は9尾のみで、性比は雄に偏っていた。雌雄ともに魚体が大きい個体ほどGSIが高い傾向があった。雌個体では、体長270mm以上の3個体のGSIは3を超えていた一方、体長240mm前後の個体は0.4~2.5と成熟度にばらつきが認められた(図1)。雄個体のGSIは魚体の大きさにより明確に異なっており、体長400mm以上の大型個体は概ね0.2前後であったが、同350mm未満では最大0.08で、多くの個体は0.05に満たなかった(図2)。

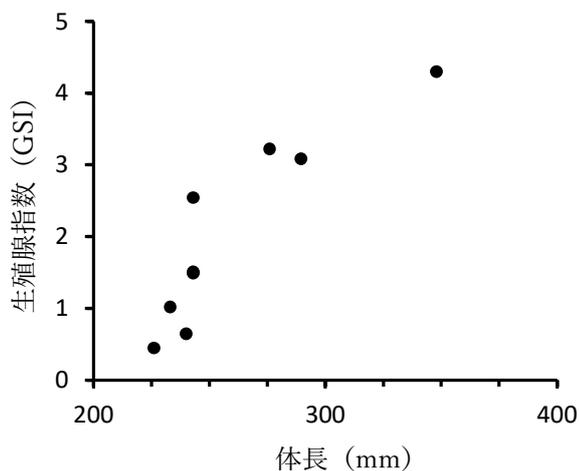


図1 シロアマダイ雌個体の体長と生殖腺指数(GSI)の関係

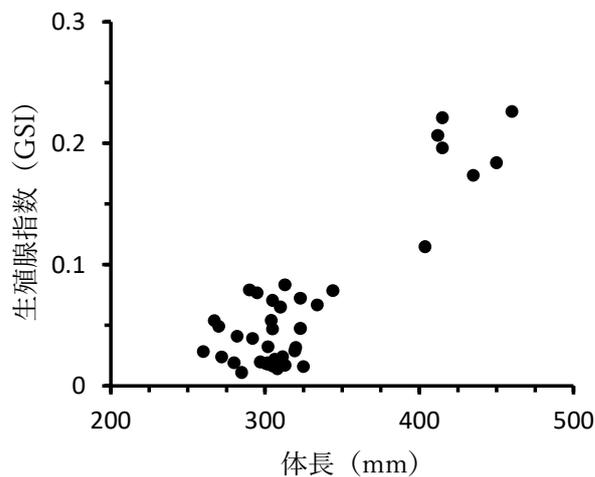


図2 シロアマダイ雄個体の体長と生殖腺指数(GSI)の関係

## 6. 初期摂餌に適したワムシサイズの検討

収容した受精卵はすべてふ化した。日齢5に開口を確認し、ワムシを給餌した。給餌から24時間後の生残率は、大区70.0%、中区85.0%、小区80.0%であった。生残魚を顕微鏡下で観察した結果、接餌率は大区および中区10.0%、小区45.0%であった。なお各試験区のワムシの背甲長は、大:168.7±9.9μm、中:140.7±21.0μm、小:106.0±14.7μmであった。

## 考 察

アマダイ類の人工授精においては、死後数時間が経過した雄の精子を用いることができる<sup>1,4)</sup>が、雄個体を手でできない場合に備え、あらかじめ生きた雄親魚を準備しておくことは、種苗生産の安定化に有益である。本研究では短期養成した雄親魚の精子を人工授精に使用したが、受精率は鮮魚の精子を用いた従来法と同水準以上(表1)で、精子の受精能に問題はなく、水槽飼育による雄親魚へのストレスの影響は小さいと考えられる。また、精子懸濁液を採卵後に作製したため、未受精卵は25分程度干出されたままとなったが、卵受精能への明確な影響は認められなかった。本種の卵がある程度の干出耐性を有していることが示唆されるが、ふ化後の成長や形態への影響は未知であるため、次年度の飼育試験により明らかにしたい。

シロアマダイは雄の方が大型化し、成熟する大きさは体長35cm位、年齢は3~4歳<sup>5,6)</sup>とされ、本研究の成熟度調査でも体長400mm以上の雄個体のGSIは顕著に高かった(図2)。しかし、短期養成した雄個体の最大体長は310mmで、既報<sup>5,6)</sup>に基づく2歳魚と推定され、GSIは低かった(表2)。これらの個体は、天然海域では産卵行動に参加していないと推測されるが、本研究ではそのような若い個体から受精可能な精子が得られることが明らかとなった。小型魚は浅所でも多く漁獲され、生きた状態で入手しやすいので、雄親魚の入手可否による人工授精の制約が解消できると期待される。一方、1尾あたりの精子量は少ないため、効率的な人工授精を行うために、卵量に対する適正な精子量を明らかにする必要がある。

得られた受精卵からふ化した仔魚に、大中小の3群に選別したS型ワムシを与えたところ、大および中区ではほとんど摂餌が認められず、小型のワムシが初期餌料として適していた。種苗生産初期においては、小型のワムシを十分に摂餌できるように、飼育水中のワムシ密度を高く維持した方が良いと考えられる。

一方で、最も摂餌が認められた小区でも開口24時間後の摂餌率は50%に満たなかった。摂餌開始からすべての個体で摂餌が観察される100%摂餌までの時間は、魚種により差異がある<sup>7)</sup>が、大量種苗生産技術が確立されているマダイでは比較的短く、10時間で全個体の摂餌が観察される(水温20.3℃)。<sup>8)</sup>水温条件が異なるため単純な比較はできないが、本研究の結果からはシロアマダイの初期摂餌の能力はマダイほど高くない可能性が示唆される。したがって、本種の種苗生産においては、初期摂餌時に十分な栄養を給与するために、飼育水中のワムシの栄養維持に特に留意する必要があると推察される。

天然海域におけるシロアマダイの産卵盛期の水温は16.7~17.5℃<sup>6)</sup>で、ふ化時の水温帯もほぼ同じと推測される。本研究における仔魚の飼育水温もそれと同水準の17℃であったが、仔魚の発育は遅く、ふ化から開口まで5日を要した。種苗生産初期においては、採卵時より高い水温の方が生残や成長が適している場合<sup>9,10)</sup>があり、シロアマダイについても飼育水温を検討する必要がある。

## 文 献

- 1) 本藤靖, 村上直人, 渡辺税, 竹内宏行, 藤浪祐一郎, 津崎龍雄 (2001) 人工授精によるアカアマダイの種苗生産. 栽培漁業技術開発研究, 28(2), 73-79.
- 2) 門村和志, 築山陽介, 濱崎将臣, 土内隼人, 宮木廉夫 (2011) 凍結および冷蔵精子を用いたシロアマダイ人工授精. 長崎県水産試験場研究報告, 37, 1-6.
- 3) 加藤文仁, 竜田直樹, 北村章博 (2023) 農林水産業競争力アップ技術開発事業「シロアマダイの種苗生産技術の開発」. 平成30年度和歌山県水産試験場事業報告, 40-42.
- 4) 藤浪祐一郎, 竹内宏行, 津崎 龍雄, 太田 博巳 (2003) アカアマダイ漁獲鮮魚から採取した精巣精子の運動活性と冷蔵保存. 日水誌, 69, 162-169.
- 5) 林泰之 (1996) アマダイ科シロアマダイ. 日本の希少な野生生物に関する基礎資料(Ⅲ)(日本水産資源保護協会), 107-113.
- 6) 山田梅芳・時村宗春・堀川博史・中坊徹次 (2007) アマダイ科シロアマダイ. 水産総合研究センター叢書 東シナ海・黄海の魚類誌 (東海大学出版会), 610-613.
- 7) MASATO MOTEKI, KENZO YOSEDA, TEMEL SAHIN, CENNET ÜSTÜNDAG, HIROSHI KOHNO (2001) Transition from endogenous to exogenous nutritional sources in larval Black Sea turbot *Psetta maxima*. *Fisheries sci.*, 67, 571-578.
- 8) 茂木正人・石川健・寺岡成樹・伏見浩 (2001) マダイ仔魚の内部栄養から外部栄養への転換. 水産増殖, 49, 323-328.
- 9) 土橋靖史・栗山功・黒宮香美・柏木正章・吉岡基 (2003) マハタの種苗生産過程における仔魚の活力とその生残に及ぼす水温, 照明およびフィードオイルの影響. 水産増殖, 51, 49-54.
- 10) 照屋和久・與世田兼三 (2006) クエ仔魚の成長と生残に適した初期飼育条件と大量種苗量産試験. 水産増殖, 54, 187-194.