

令和 7 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・甲殻類）

調査報告書

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

令和 8 年 3 月

目 次

ア 親魚養成技術の開発

- ① キンメダイの親魚養成及び人工授精技術の開発 1
- ② アマダイ類の親魚養成技術の開発 10
- ③ アカムツの親魚養成技術の開発 25

イ 種苗生産・中間育成技術の開発

- ① キンメダイの種苗生産技術の開発 37
- ② アマダイ類の種苗生産技術の開発 41
- ③ アカムツの種苗生産技術の開発 46

ウ 効果の高い放流手法の開発

- ① アマダイ類の放流技術の開発 53
- ② 甲殻類用標識（トラモアタグ）を利用した放流適条件の把握 64

エ 検討会の開催

- ① 研究推進会議の開催 74

ア 親魚養成技術の開発

①キンメダイの親魚養成及び人工授精技術の開発

静岡県水産・海洋技術研究所

稲葉晃誠・伊藤結花

東京海洋大学

吉崎悟朗・森田哲朗

【目的】

静岡県のキンメダイ年間水揚量は最盛期の 7,000 トンから近年は 1,000 トン台に減少し、県内漁業者からは資源回復を図る方法の一つとして種苗放流を実現して栽培漁業を確立することが求められている。

本研究では種苗生産に必要な受精卵を安定的に得るため、産卵期に釣獲したキンメダイ親魚から効率よく採卵・採精する方法を検討するとともに、駿河湾深層水を使った長期飼育により親魚養成する技術を開発する。

【研究方法】

①人工授精技術の開発

1) 天然親魚（成熟個体）の確保

採卵・採精を目的にした親魚採捕調査は、伊豆漁業協同組合南伊豆支所所属の漁船（以下 A 丸）及び伊豆漁業協同組合稲取支所所属の漁船（以下 I 丸）を傭船し 2025 年 7 月から 10 月まで 8 回実施した。A 丸は新島沖、I 丸は稲取沖にて立て縄で釣獲した。夜間操業禁止の自主規制があるため、日の出から操業を開始した。釣獲した親魚は船上で水温 12～14℃を維持した冷海水に收容した。A 丸は 300L 容円形水槽、I 丸は 2t ほどの魚艀に收容し活魚のまま静岡県水産・海洋技術研究所伊豆分場（下田市 以下伊豆分場）へ持ち帰った。

令和 5 年度の調査の結果、本種の排卵は夜間に起こると考えられたことから、今年度はできるだけ排卵直後卵を確保するために、日の出から数時間以内に釣獲した親魚は船上で速やかに人工受精を行った。A 丸の調査では、釣獲直後、腹部圧搾により、船上で採卵、採精を行った。卵を船上にて媒精後保冷ポットに收容し、水温 12～14℃で管理した。人工授精に使用しなかった精子を精子冷蔵保存液で 50 倍に希釈したうえで伊豆分場へ持ち帰り保存した。船上で排卵・排精が見られなかった個体については、釣獲後、冷海水（12～14℃）を満たした 300L パンライト円形水槽收容し、活魚のまま伊豆分場へ搬送した。

なお、伊豆漁業協同組合下田支所所属の漁業者（以下 R 丸）に同行し、通常の漁業活動中に漁獲された雌個体において、腹部圧搾の有無に関わらず卵が得られた場合には、人工授精を実施した。

2) 天然親魚（成熟個体）のホルモン投与による短期催熟

伊豆分場に収容した親魚のうち、計 13 尾の雌で試験を行った。試験魚にはカニューレション及び GnRHa の投与を行った。カカオバターと GnRHa を混合したホルモン液を 1 尾当たり約 0.5mL ずつ背筋の両側に接種した(本処理により GnRHa 接種量は約 400 μ g/kg とした)。投与した個体は、水温 12～14℃の 1t のパンライト水槽に収容した。カニューレションから得た卵母細胞は、卵径測定及び sera 液での卵の発達段階の確認に供した。投与個体は、一定時間ごと又は魚体の状況をみて再度カニューレションを行い、同様に発達段階の確認を繰り返し行った。

②親魚養成技術開発

1) 天然親魚の確保

2025 年 6 月から 12 月の間に I 丸を傭船し、稲取沖で親魚採捕を実施した。日の出より操業を開始し、立て縄で釣獲した。採捕した親魚は水温を 12～14℃に維持した魚艀に収容し、港まで搬送した。港からは水温調節機能付き活魚輸送車（ブルーコーナー社）にませ換え静岡県水産・海洋技術研究所駿河湾深層水水産利用施設（焼津市 以下深層水利用施設）まで搬送した。搬送後、駿河湾深層水（取水深 270m および 397m、水温 12～14℃）をかけ流しにした FRP 製 10t 水槽に収容し、斃死尾数を毎日記録することで 30 日間生残率を算出した。その後、屋内 20t コンクリート水槽に移槽し、同様に 6 か月間（182 日間）生残率を算出した。なお、今年度は搬送時の魚体のスレ・打撲の低減を目的として表 1 のとおり各工程の変更を行った。

表 1 釣獲から運搬までの変更点

工程	釣獲	針外し	魚艀へ収容	魚艀からトラックへ	トラックから飼育槽へ
昨 年 ま で の 内 容	たてなわ	手づかみで外す	投げ入れる	網で取り上げ	バケツで搬送
変更内容	なし	ハリスまたは釣針を切断し、自然に外れるのを待つ	ウレタンマットで受け取り収容	バケツで水ごと取り上げ	なし

2) 長期飼育魚に対する水温上昇とホルモン投与の成熟促進効果

昨年度まで hCG と GnRHa の共投与を行い、成熟誘起を試みてきたが、雌は最終成熟手前まで発達したものの排卵には至らず（R5）、雄は成熟し排精するが排精量は少なく、GSI の上昇も見られていない（R1、6）。これまでは一定水温で赤色 LED を常灯していたが、今年度は富山県のアカムツ自然産卵の例を参考に極端な昇温と自然日長環境下で成熟誘起を試みた。

供試魚には 2023 年 9 月 30 日、12 月 9 日及び 2024 年 6 月 8 日に稲取沖にて釣獲後、深層

水利用施設内の 20t コンクリート水槽で、週に 4～5 回ホタルイカとオキアミを飽食給餌して 6 か月以上飼育した個体を用いた。試験区は昇温のみ行う区（雌雄 2 尾ずつ）と昇温に加えてホルモン投与を行う区（雌 3 尾、雄 2 尾）の 2 つを設けた。昇温のみ区は水深 270m 及び 397m から取水した深層水と水深 24m から取水した表層水を混ぜ合わせ、2025 年 4 月 1 日から 8 月 1 日にかけて 12℃から 21℃へ水温上昇させた。昇温+ホルモン投与区は同様に水温上昇をさせ、6 月 26 日から 8 月 28 日にかけて毎週 1 回 GnRHa（スポルネン・注：共立製薬）と hCG（動物用ゴナトロピン 3000：あすかアニマルヘルス）をそれぞれを 10μg/個体と 500IU/個体の濃度で共投与した。投与は計 10 回腹腔内注射により行った。両試験区とも自然日長下で飼育を行い、暗幕で遮光することで照度 1lux 以下とした。熟度鑑別のため、昇温のみ区は試験開始前（3 月 11 日）と終了時（9 月 1 日）のみカニュレーションを行い、ホルモン投与区は投与毎にカニュレーションを行った。試験途中で死亡した個体は排卵・排精の有無を確認した後、体重、尾叉長、生殖腺重量を測定し、生殖腺重量比（GSI：生殖腺重量/体重×100）を算出した。生殖腺はブアン液で固定後、組織学的解析に供した。

【研究成果の概要】

①人工授精技術の開発

1) 天然親魚（成熟個体）の確保

A 丸および I 丸を用いた親魚採捕調査の結果を表 2 に示した。7 月から 10 月まで 8 回出船し、計 104 尾を釣獲した。このうち 96 尾を伊豆分場へ活魚搬送した。昨年度以前は麻酔をし 200L 水槽に収容、輸送を行っていたが、収容水槽を 300L に大きくしたことで麻酔なしで伊豆分場まで活かして持ち帰ることができた。親魚は、捕獲後当日に採卵、採精し人工授精試験に供した。人工授精試験後の死亡個体は測定（尾叉長、体重、生殖腺重量）を行った。採捕した採捕日ごとの親魚の GSI を図 1 に示した。また、A 丸の漁獲月別、尾叉長と GSI について図 2 に示した。I 丸の調査で釣獲した個体は、魚体サイズが小さく成熟個体は確認できなかった。

R 丸では、9 月 8 日、17 日、26 日に漁業に同行し 9 月 17、26 日漁獲の個体から採卵した。放卵又は腹部圧搾し得られた卵は冷蔵保存精液で媒精し人工受精を行い受精卵を得た。受精後保冷ポットに収容し、受精卵を 12～14℃で管理した。

表2 A丸、I丸を用いたキンメダイ調査

回次	捕獲日	漁場	表層水温(°C)	底層水温(°C)	釣獲(尾)	雄(尾)	雌(尾)	生存(尾)	分場到着時生存率(%)
1	7月9日	新島沖	24.2	9.2	6	5	1	5	83
2	7月23日	新島沖	27.4	8.8	17	11	6	17	100
3	8月20日	新島沖	28.8	6.6	1	1	0	1	100
4	8月27日	新島沖	29.3	7.9	5	2	3	5	100
5	9月4日	新島沖	28.7	7.6	16	8	8	15	94
6	9月10日	新島沖	28.0	7.3	19	10	9	18	95
7	9月25日	新島沖	29.1	-	14	9	5	11	79
8	10月18日	稲取沖	24.2	13.5	26	14	12	24	92
計					104	60	44	96	92

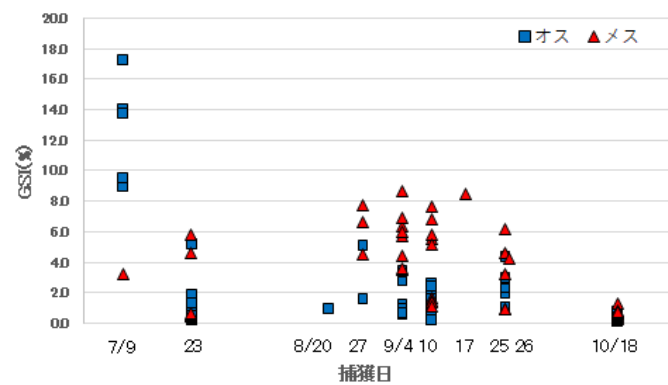


図1 採捕日ごとの親魚の GSI

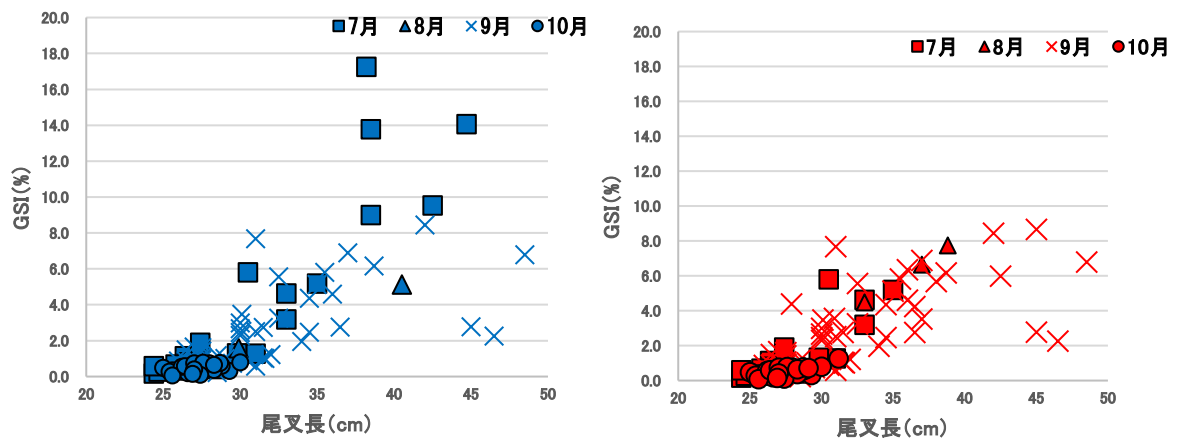


図2 A丸漁獲月別、尾叉長と GSI の関係
左が雄、右が雌を示す

2) 天然親魚(成熟個体)のホルモン投与による短期催熟

ホルモン (GnRH α) 処理を行った 13 個体のうち 10 尾が処理直後に死亡した。生存個体のうち 2 個体が 3 時間、1 個体が 24 時間生存した。ホルモン投与前後の卵母細胞の卵径を比較すると、3 時間後生存個体のうち 1 個体と、24 時間生存 1 個体に卵径の増大が確認できた (図 3)。このことから、雌の成熟促進に対する GnRH α 投与の有効性が示唆された。

試験魚 3 個体の生殖腺切片を図 4 に示す。卵母細胞の増大が確認できた個体については、卵の発達段階が卵黄球期後期であり、釣獲時、一定以上の卵母細胞の発達が見られる個体においてホルモンでの短期催熟において効果があると示唆された。

表 3 ホルモン投与生存個体

個体	尾叉長(cm)	体重(g)	生殖腺	GSI	生存時間(h)	増大の有無
A	26.5	418	3.69	0.89	3	なし
B	36	991.5	43.64	4.6	3	増大
C	31	702.5	50.07	7.67	24	増大

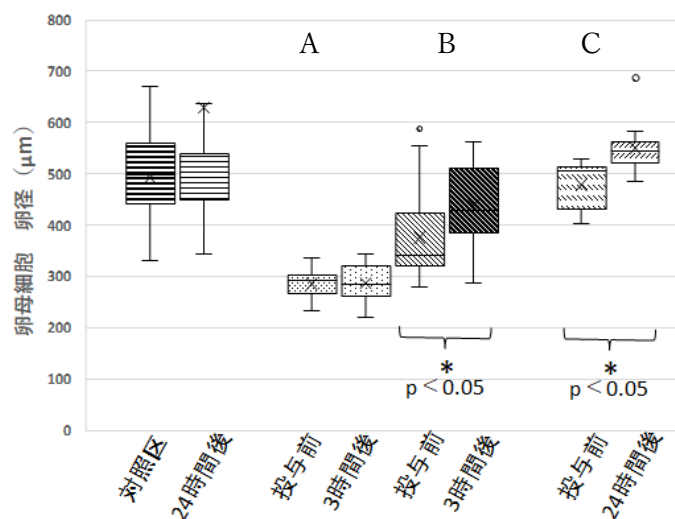


図 3 ホルモン (GnRH) 投与個体の卵母細胞の変化

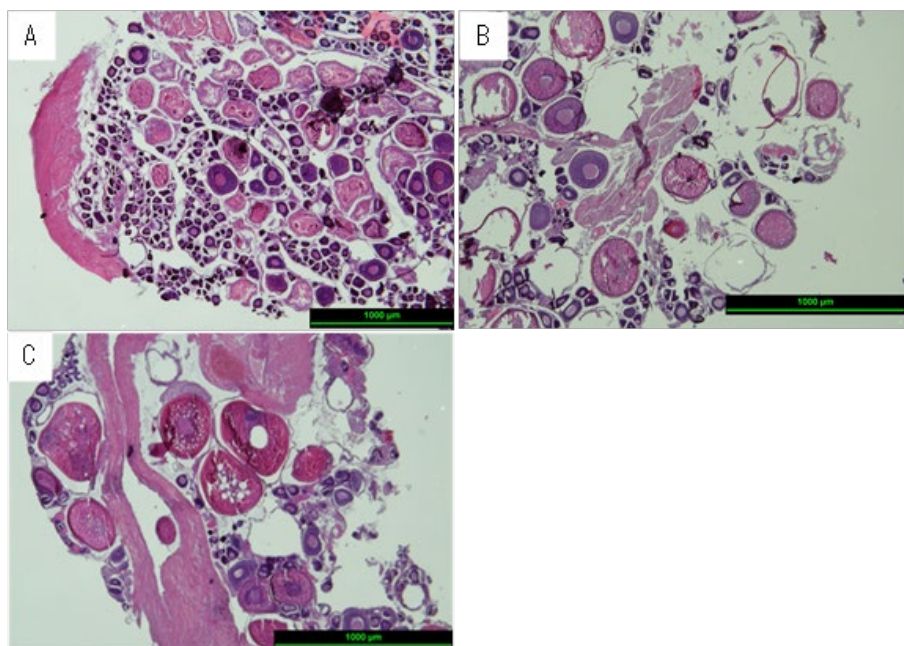


図 4 各区卵巢組織切片像 スケールバ xx一はいずれも 1000μm を示す
(A：投与 3 時間増大なし、B：投与 3 時間増大あり、C：投与 24 時間増大あり)

②親魚養成技術開発

1) 天然親魚の確保

親魚採捕の結果を表 4 に示した。2025 年の採捕は 4 回行い、30 日間生残率の平均は 56.6% で例年（2022 年度平均 62%、2024 年度平均 57.3%）と同様の結果となった。6 か月平均生残率は 22.8% で 2024 年度（20.9%）から大きな改善は見られなかった（図 5）。特に釣獲尾数の多い回次の初期減耗が目立った（図 6）。これは一縄に釣れる数が多かったため、針を切る作業が追いつかず、受け取りのバケツに複数匹ストックしてしまうなど、扱いが雑になってしまったことに起因していると考えられる。釣れる数が 30 匹程度までであれば、より丁寧に扱える今年度の方法を採用すべきだが、それ以上の数では、従来の方をとり方が望ましいと思われる。

表 4 キンメダイ親魚採捕調査結果（2025 年度）

回次	漁場	採捕日	釣獲尾数	搬入尾数	30日間 ※ 生残率(%)	6か月間 ※ 生残率(%)
1	稲取沖	6月7日	26	26	84.6	30.8
2	稲取沖	6月14日	18	17	76.5	35.3
3	稲取沖	6月21日	60	58	37.9	15.5
4	稲取沖	12月20日	52	51	56.9	-
計			156	152	56.6	22.8

※搬入後からの生残率

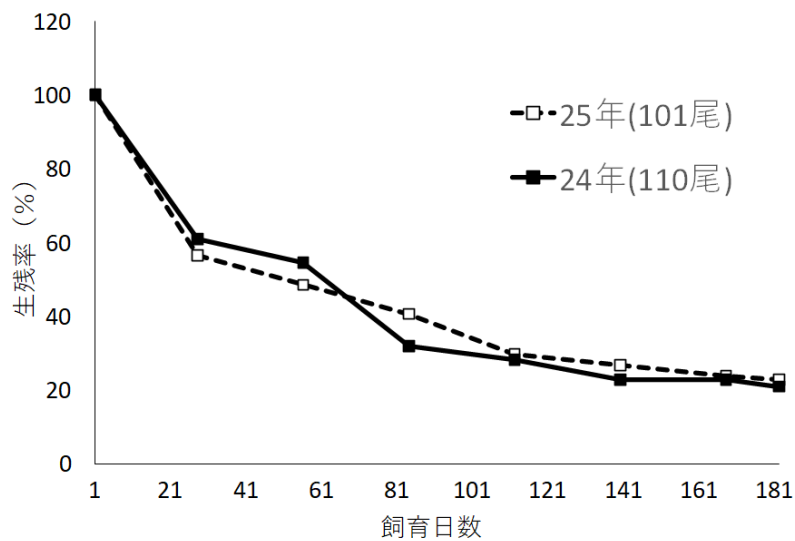


図5 2024年度と2025年度6か月間平均生存率推移

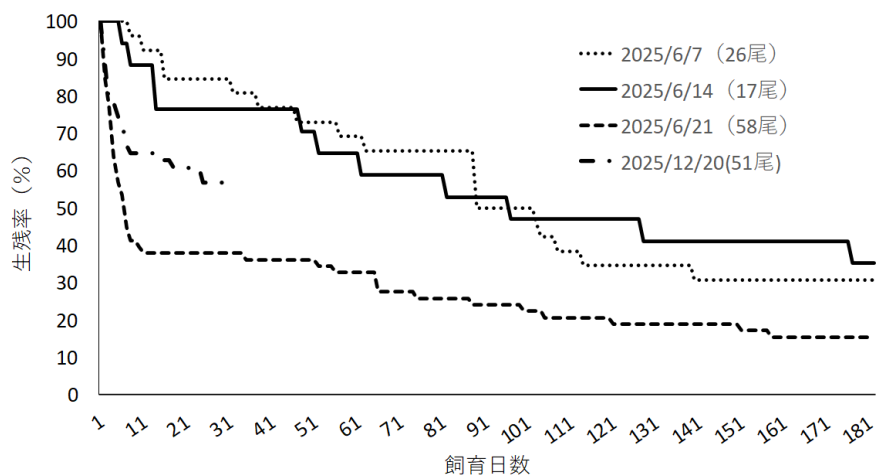


図6 2025年採捕回次ごとの6か月間生存率推移

2) 長期飼育魚に対する水温上昇とホルモン投与の成熟促進効果

昇温のみの区と昇温+ホルモン区の実測水温を図7に示す。各区とも雄1尾を除いて試験途中で死亡したが、7月9日にホルモン投与区の雄1尾から運動能のある精子の排精を確認した。しかし、GSIは未成熟個体と同等の範囲であった(表5)。

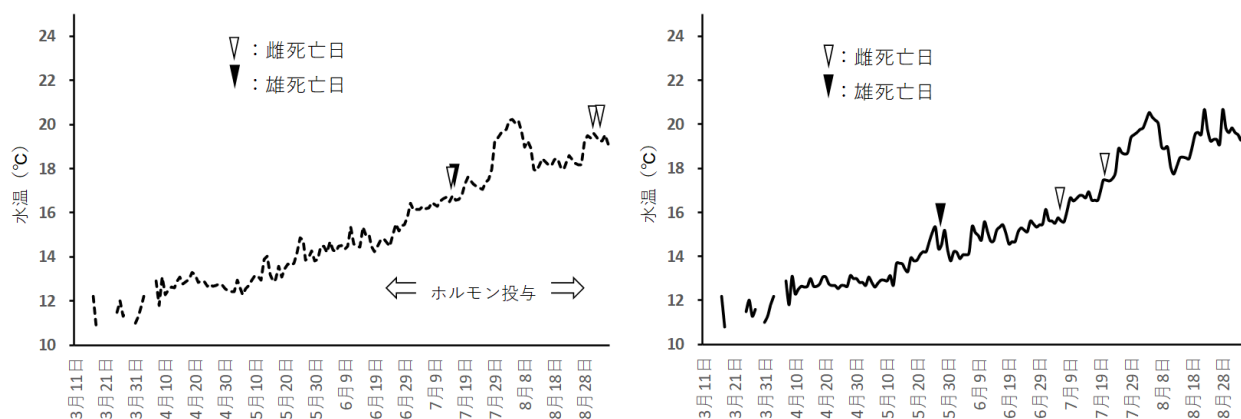


図7 水温上昇の実測水温

左の破線がホルモン投与区、右の実線が昇温のみ区の結果を示す

表5 催熟試験死亡個体の測定結果

	昇温のみ区		昇温+ホルモン区	
	雄 (n=1)	雌 (n=2)	雄 (n=1)	雌 (n=3)
尾叉長 (cm)	30.5	30.5-32.5	29.0	28.5-29.5
体重 (g)	658	658-802	575	421-521
GSI	0.2	0.20-0.64	0.2	0.39-0.75

生殖腺組織解析の結果、雌はいずれの区も周辺仁期の細胞が多くを占め、成熟の進行は認められなかった（図8）。一方、精巣では排精の有無に関わらず両区で精子形成が見られた（図9）。雄は生殖腺重量の増加がなくても、hCGを打注することで排精を促すことができるということが2年連続で示され、再現性を確認した。しかし、GSIの上昇と排精量の増加には別のホルモンの使用や環境制御が必要であると考えられた。また、雌の成熟促進にはGnRHaとhCGでは効果が無く、別のホルモンの使用が必要であると考えられた。

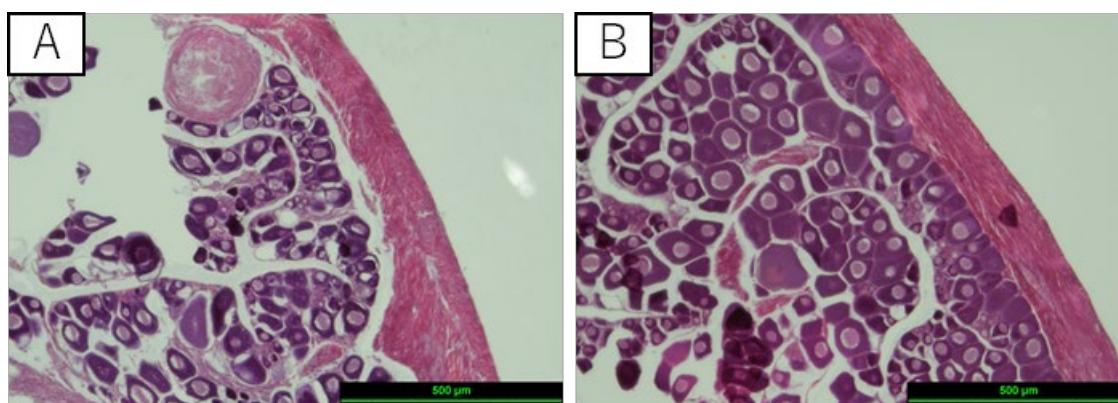


図8 各区卵巢組織切片像（A：ホルモン投与区、B：昇温のみ区）

スケールバーはいずれも 500 μ m を示す

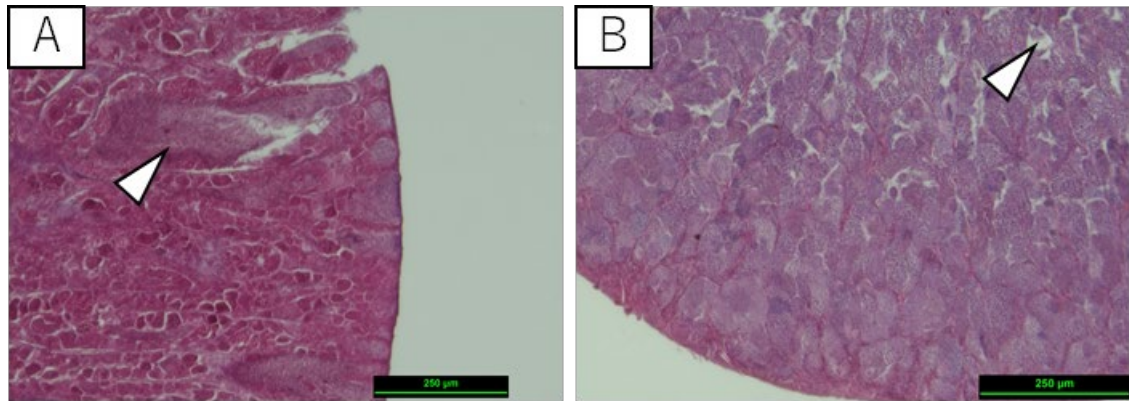


図9 各区精巣組織切片像（A：ホルモン投与区、B：昇温のみの区）

白い矢尻は精子形成が認められた箇所を指し、スケールバーはいずれも 250 μ m を示す

【次年度以降に向けた提言】

人工受精技術において、33日齢まで生存した仔魚の親魚は夜間（22:10～22:40）に釣獲されていたこと（R5）から、良質卵を獲得する方法として卵を採取する時間帯（天然海域で排卵）が重要であると考えられる。今年度、時間帯を意識した計画の駿河丸での夜間操業を考えていたが、駿河丸の故障により実施することができなかった。また、昨年度も今年度と同様に良質卵の獲得をめざし、駿河丸での夜間操業を行ったが成熟しているメスの個体を釣獲することができなかった。そのため今後、駿河丸（夜間操業）に頼らない方法での良質卵の獲得が必要である。

今年度から成熟個体へのホルモン投与による短期催熟を行った。卵を得ることができなかったものの、GnRHaの投与によって卵の増大が確認できたことから、有効であることが示唆された。また、キンメダイと卵径が近い他魚種（サバ等）がホルモン投与後約36時間で排卵する。キンメダイは飼育水温が低いことを考慮すると、2日～1週間飼育することが必要と考えられる。しかし、親魚は漁獲時のストレスやカニキュレーション、ホルモン処置の影響によって1週間以上生存させることが困難であり今年度の最長生存は24時間であった。次年度は、試験魚の生残日数の向上させることを課題とし、釣獲後の飼育の最適化、ハンドリングの改善が必要と考える。

親魚採捕においては、釣獲時のハンドリングを変えストレスを減らす取り組みを行ったが、大きな改善は見られなかった。今後は釣獲後に薬浴等行うなど飼育方法を改善する方向で検討を進めていく。長期飼育魚の催熟では大幅な昇温を行い、成熟促進を試みたが、試験魚の死亡が目立ち、成熟の進行も見られなかった。成熟サイズの個体は高水温に弱い可能性が考えられたが、検証個体数が少ないため今後も再現性の確認を行う予定である。

ア 親魚養成技術の開発

②アマダイ類の親魚養成技術の開発

山口県水産研究センター

野村玲偉

【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、日本海側と瀬戸内海側の両海域に分布し、漁業者からの種苗放流の要望が強い魚種の1つである。

令和元年度に本事業で天然親魚からの人工採卵・人工受精および種苗生産に成功し、令和5年度には本事業で人工種苗から親魚養成した6尾の人工親魚から人工採卵により96万粒の浮上卵の確保に成功した。しかし、親魚養成試験中は、特に夏場の高水温期における飼育魚の死亡が顕著であり親魚養成における課題となっていた。

シロアマダイの親魚を安定的に養成するためには夏季の高水温対策は必須であり、昨年度の試験において、水温が28℃を超えると摂餌活性が悪くなり、28℃を下回ると徐々に摂餌活性が回復したことから27℃未満での飼育が必要であることが推察された。そこで今年度は、夏季高水温対策として冷却器を用いた半閉鎖循環による調温飼育により親魚養成を行うことで、高水温期における生存率向上を図るとともに、天然魚を親魚として養成していくことで、遺伝的劣化や近交弱勢を防ぎ持続可能な栽培漁業として確立させていくことを目的とした。

また、本種の成熟条件は分かっていないため、親魚養成技術の確立に向けて成熟条件の把握も課題となっている。昨年度は水温が13℃を下回ると摂餌活性が下がることが確認でき、繁殖期前となる冬季における摂餌状況が成熟に関与することが考えられた。そこで今年度は、冬季における水温差による摂餌量及び成熟度を比較することで、効率の良い成熟条件の把握を目的とした。

【研究方法】

1) 半閉鎖循環水槽での夏季における高水温対策飼育試験

2つの半閉鎖式循環水槽（A区：循環式クーラー、B区：投げ込み式クーラー）を立ち上げた（図1）。各半閉鎖循環水槽は、3基の水槽で構成され、上段には飼育水槽として3トン水槽を設置し、両区ともに人工生産魚（R4年種苗9尾・R5種苗23尾）を飼育した。中段にはゴミ受け水槽として0.5トン水槽を設置し、注水口にワムシネットを設置し残餌や糞などのゴミを除去するとともに、B区においては投げ込み式クーラーの冷却部を設置し飼育水の冷却を行った。下段には生物濾過槽として1トン水槽に硝化細菌の付着した牡蠣殻入りネットを敷き詰めた。飼育水の循環は、各水槽の設置位置に落差を設けることで重力により下段まで到達した水の一部が排水され、自給式ヒューガルポンプで上段の飼育水槽に配水させる方式とした。なお、循環式冷却器を用いるA区は揚水が循環式冷却器を通ることで、

冷却水が上段の水槽に注水することとなる。また、外気温の影響を低減させるため各水槽には断熱材を巻き、スタイロフォームを使用した蓋を設置した。

表 1 に定める飼育条件により養成試験を A 区は R7 年 9 月 2 日から、B 区は R7 年 8 月 7 日から実施し、自然水温が 28℃を下回った 9 月 29 日を試験終了として、試験期間中の生残率を調べた。

2) 半閉鎖循環水槽での冬季における調温飼育試験

夏季に立ち上げた半閉鎖式循環水槽を用いて、A 区を対照区とし、12 月 15 日から B 区に 500W ヒーターを入れて 13℃以上になるよう調温飼育を実施した。

表 2 に定める飼育条件により比較試験を実施し、2 月 4 日にシロアマダイの計測を実施し、夏季の試験開始時に計測したデータと成長量の比較を実施した。

3) 山口県産天然親魚の確保

供試魚とする個体は、10 月 11 日～12 月 17 日の期間にかけて瀬戸内海側の延縄漁業者による漁獲により確保した。また、今回の試験では、これまで親魚として確保していた大型個体ではなく 1 kg 程度の個体を供試魚とできるよう依頼した。漁獲された個体は 0.5 トン水槽を積載したトラックにより水揚地から当センターに搬入した。親魚への養成試験は 3 トン水槽を用いて実施し、突き合いを防ぐため、個体数と同じ数、水槽内に塩ビ管を投入した。

【研究成果の概要】

1) 半閉鎖循環水槽での夏季における高水温対策飼育試験

両クーラーともに冷却能力に問題はなく、27℃未満での飼育に成功した。また、投げ込み式クーラーの方が導入コストはかかるものの、水槽への配水経路を考慮せず設置することが出来き、撤去も容易であることから管理運用面において優れていた（図 2）。

本年度の生存率は、B 区（R7 年 8 月 7 日～8 月 31 日、3 トン水槽に 32 尾飼育）において 81.3%であったのに対し、R6 年度試験（R6 年 8 月 7 日～8 月 31 日、3 トン水槽 2 基に R4 年種苗を自然海水区と冷却水区にわけ 20 尾ずつ飼育）では、自然海水区においては生存率 30.0%、冷却水区においては生存率 65.0%であったことから、昨年度の試験より生存率の向上を図ることが出来た（表 3、図 2）。

今回の試験では、R5 年生産種苗（2 歳魚）と R6 年生産種苗（1 歳魚）を同一の水槽で飼育しており、自然水温が 28 度を下回った 9 月 29 日までの生存率は、A 区では 78.1%、B 区では 68.8%であった。一方で、A 区に供した個体を 9 月 2 日の試験開始まで飼育していた期間は、年齢別に 2 基の 3 トン水槽に分け、循環式冷却器を用いてかけ流し飼育しており、その際の生存率は 2 歳魚が 100%、1 歳魚は 95.8%であったことから、年齢別に分けて飼育することでより高い生存率で夏期を乗り越えることが出来ると考えられた。

2) 半閉鎖循環水槽での冬季における調温飼育試験

B区に500Wヒーターを入れ、半閉鎖循環の環境下で養成した結果、水温13℃以上での飼育に成功した(図3)。

2月4日までの生存率はA区では59.4%(9月2日～)、B区では43.8%(8月7日～)であった。また、魚体重の増加状況については、A区(対象区)では1歳魚(n=18)は平均83.6gの増加(9月2日～2月4日)であったのに対し、B区(加温区)では1歳魚(n=10)は平均161.3g増加(8月7日～2月4日)しており、ヒーターを入れたB区の方が、成長量が増加する傾向が見られた(表4、図4)。このことから、1歳魚においては冬季に加温することで成長が促され、成熟サイズになるまでの養成期間の短縮に寄与する可能性が示唆された。一方で、2月4日時点で2歳魚の成熟は確認されていないことから、冬季における摂餌量と成熟の関係のほか、他の条件についても検討することが必要であると考えられた。

3) 山口県産天然親魚の確保

期間中に合計7尾の漁獲があり、3月3日現在で4尾が生存(生残率:57.1%)している(表5)。これまで天然魚を養成した際は、水圧変化などの漁獲時の生体負荷や高水温などの要因によりすぐに斃死してしまうことが多かったが、比較的、水圧変化に強いと考えられる小型個体を供試魚としたこと、高水温期を避けて搬入したことなどにより、生残性を向上させることができるものと考えられた。

【次年度に向けた提言】

1) 天然親魚の半閉鎖循環水槽での夏季における高水温対策飼育試験

今年度の試験で人工生産魚を、冷却器を用いた半閉鎖循環による調温飼育により水温27℃未満で養成することに成功した。来年度は、同様の飼育手法により天然親魚を用いて水温27℃未満で養成し、夏季における生存率50%以上を目指すこととする。

2) 天然親魚の半閉鎖循環水槽での冬季における調温飼育試験および成熟条件の把握

今年度の冬季における試験から、水温13℃以上で養成することで摂餌活性が高くなり、成長量が増加する傾向が確認された。しかし、加温の有無が成熟へ与える効果はまだ不明であることから、現在養成中の2歳魚以上と考えられる天然親魚を用いて、加温の有無による成熟効果を検討する。

3) 天然親魚の追加搬入

今年度の県内産親魚の確保において、従来よりも高い生存率でシロアマダイの確保に成功したことから、来年度も同様に水温が低下した秋季から天然親魚の確保を実施し、再来年度用の試験魚を確保する。

表1 半閉鎖循環水槽試験（夏季）における飼育条件

飼育条件		A 区	B 区
海水	飼育水	砂濾過海水	
	注水量	1～2.5 t /日	
	換水率	20～50%	
	設定水温	24.5℃	
給餌方法	餌料	モイストペレット	
	給餌頻度	2日に1回（3～4回/週）	
	給餌量	魚体重の1.6%	
ワムシネット交換頻度		5～6回/週	

表2 半閉鎖循環水槽試験（冬季）における飼育条件

飼育条件		A 区	B 区
海水	飼育水	砂濾過海水	
	注水量	3.5 t /日	
	換水率	70%	
	設定水温	—	20℃
給餌方法	餌料	イカ	
	給餌頻度	5～6回/週	
	給餌量	魚体重の4%	
ワムシネット交換頻度		2日に1回（3～4回/週）	

表3 半閉鎖循環水槽試験（夏季）における生存率

	R7 A 区	R7 B 区	R6 冷却水区	R6 自然海水区
冷却器タイプ	循環式	投げ込み式	循環式	—
試験開始日	9 月 2 日	8 月 7 日	8 月 7 日	8 月 7 日
28℃超過日数	0 日	0 日	22 日	25 日
生存率（8 月 31 日まで）	—	81.3%	65.0%	30.0%
生存率（9 月 29 日まで）	78.1%	68.8%	—	—

表 4 半閉鎖循環水槽試験（冬季）における生存率および成長量について

	A 区	B 区
500kw ヒーター	—	○
試験開始日	12 月 15 日	
13℃未満日数	14 日	0 日
1 歳魚の重量平均増加量※	83.6 g (n=18)	161.3g (n=10)
1 歳魚の標準体長平均成長量※	26.8mm(n=18)	60.2mm(n=10)

表 5 山口県産天然親魚リスト

番号	漁獲日	全長(mm)	体長(mm)	体重(g)	PITタグNo.	備考	受取日	死亡日
1	2025/10/11	458	390	1303.8	028-555-120		2025/10/11	
2	2025/10/11	410	355	1027.6	028-529-323		2025/10/11	
3	2025/10/14	462	384	1066.4	028-521-289		2025/10/15	2025/10/24
4	2025/10/31	324	267	375.8	028-287-096	脱腸あり	2025/11/3	2025/11/7
5	2025/10/31	356	298	550.7	028-523-268	脱腸あり	2025/11/3	2025/11/9
6	2025/12/17	404	346	876.0	028-521-289		2025/12/17	
7	2025/12/17	509	432	2003.0	028-287-096		2025/12/17	

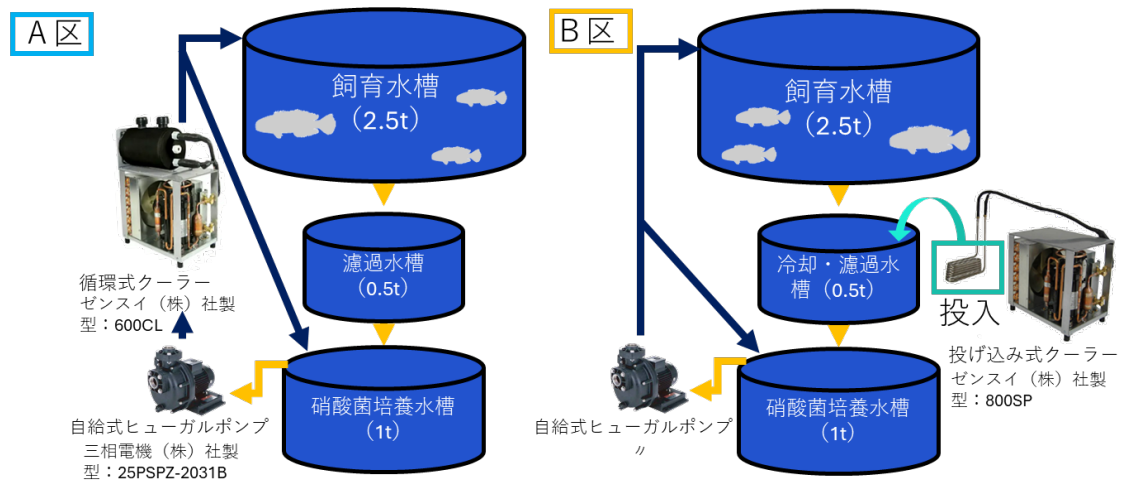


図1 半閉鎖循環水槽（夏季）

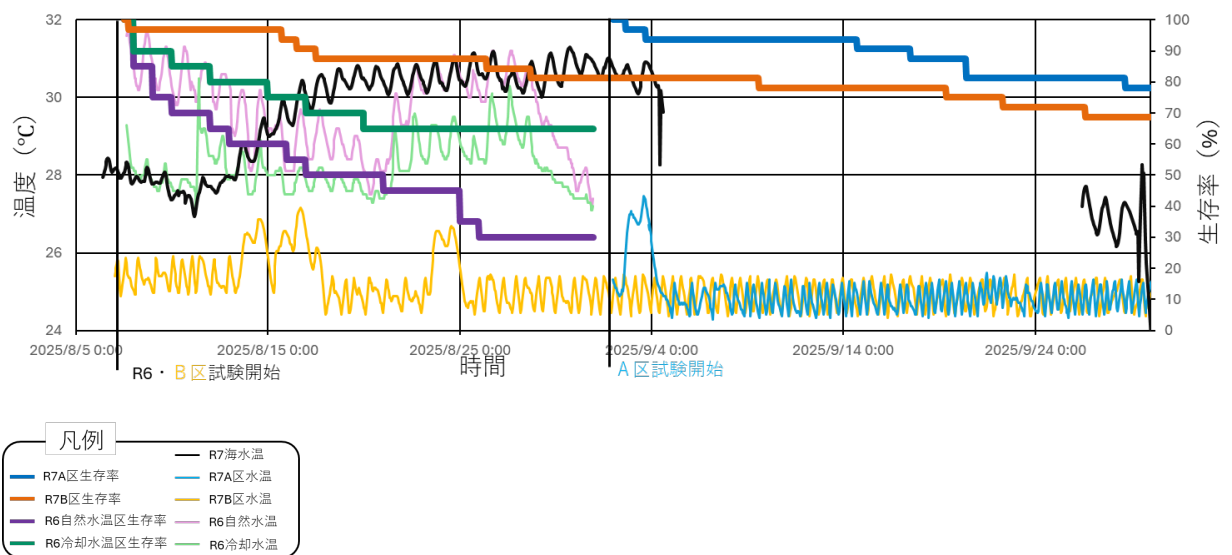


図2 半閉鎖循環水槽試験（夏季）における生存率と水温の関係

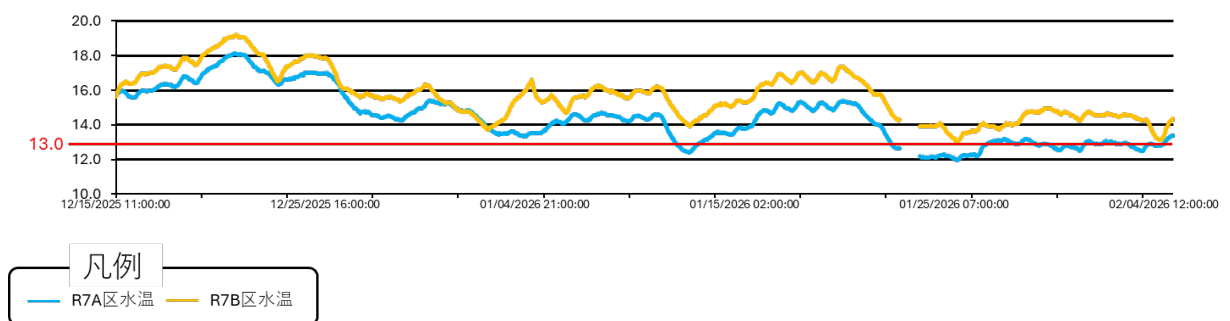


図3 半閉鎖循環水槽試験（冬季）における水温

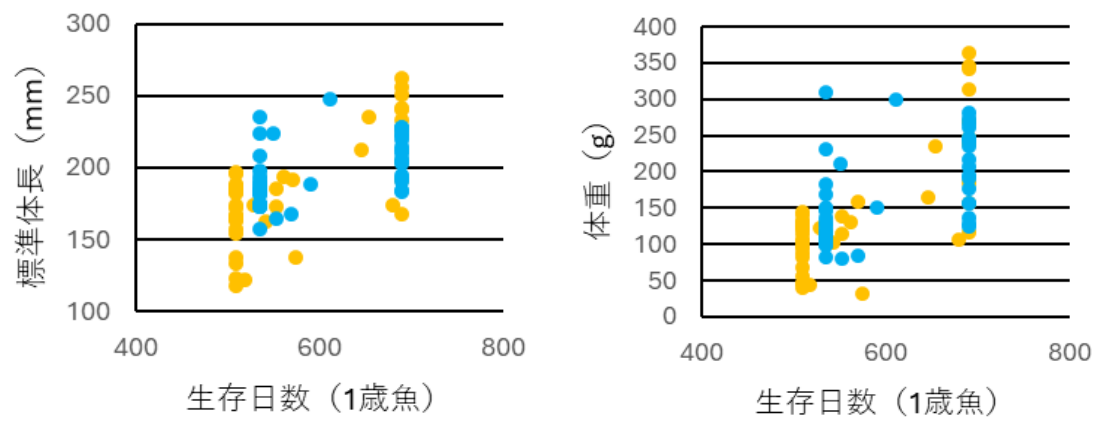


図4 半閉鎖循環水槽試験に供した1歳魚における標準体長および体重の変動

ア 親魚養成技術の開発

②アマダイ類の親魚養成技術の開発

宮崎県水産試験場

山本太一

【目的】

アマダイ類の種苗生産に必要な受精卵を安定的に得るために、人工生産種苗および天然の未成熟個体を採卵親魚に養成する技術を開発する。

【研究方法】

1. 人工親魚催熟試験

人工アカアマダイ 5 歳魚 2 尾、2 歳魚 4 尾を用い、水温を 23℃に調温し、養成を行った。飼料にはモイストペレット（ダイニチ DMP-アマダイ SP）を用い、週 5 回、魚体重の 1.5-2.0%量を給餌した。採卵は腹部圧搾で 6～11 月にかけて行い、十分な採卵量が得られた際は、ビーカー内で受精率及びふ化率を検証した。また、水温上昇と成熟の関連性確認のため、9 月 11 日以降、0.5℃/週ずつ上昇させて、11 月 7 日で 25℃とした。

2. 天然親魚短期養成試験

4 月に計 25 尾のアカアマダイ親魚を採捕後、水温を 23℃に調温し、養成を行った。飼料にはモイストペレット（ダイニチ DMP-アマダイ SP）を用い、週 5 回、魚体重の 1.5-2.0%量を給餌した。採卵は腹部圧搾で 6～11 月にかけて行い、十分な採卵量が得られた際は、ビーカー内で受精率及びふ化率を検証した。また、上記 1 と同様、9 月 11 日以降は水温を 0.5℃/週ずつ上昇させて 25℃とした。

【研究成果の概要】

1 人工親魚催熟試験

5 歳魚 1 尾において、採卵を始めた 6 月 24 日から、HCG接種72時間後までの期間中は常に採卵に成功し、HCG接種24時間後の 9 月 9 日に最大16.6g/尾(約22千粒)を採卵できた。また、9 月 11 日以降に水温上昇させた結果、10 月及び 11 月においては採卵できなかった（図 1）。これにより、夏場の水温を概ね 23℃程度に調温すれば卵巣の成熟が進むことが再現されたが、期待された量の卵は得られなかった。

また、採卵できた 6～9 月にビーカー内でのふ化試験を実施したところ、過熟卵が多く、良質な卵が十分得られなかった（表 1）。採卵できた親魚が 5 歳魚であったことから、高齢による卵質の低下が可能性として考えられるが、原因は不明である。

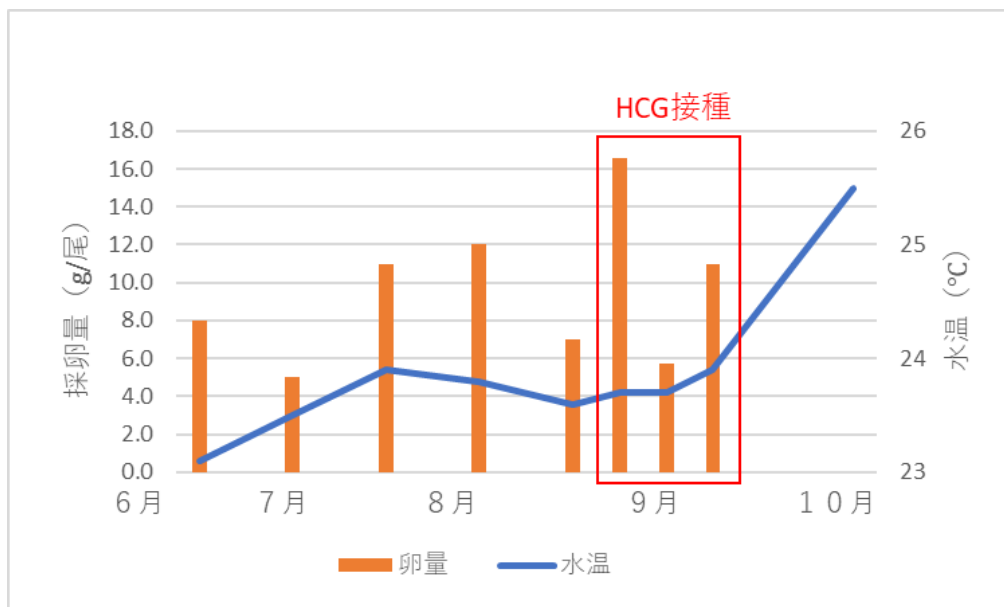


図1 人工親魚の採卵状況

	採卵量	浮上卵率	ふ化率	備考
6月	8.0	－	－	過熟卵
7月	5.0	－	－	過熟卵
8月	12.0	20%	80%	過熟卵多数
9月	5.7	35%	75%	過熟卵多数

表1 ビーカーふ化試験結果

2 天然親魚短期養成試験

上記1と同様の方法で採卵を行った結果、1尾において、9月8～11日にかけて、最大5.0g/尾(約7千粒)の卵が得られたが、他の親魚からは採卵できなかった(図2)。原因として、収容60日後から、痩せによる斃死が多発したため、餌付けが十分でなく、成熟のための栄養が不足していた可能性が示された。

また、採卵できた9月にビーカー内でのふ化試験を実施したところ、過浮上卵率70%、ふ化率85%と良好な結果となり、良質な卵であることが確認された。

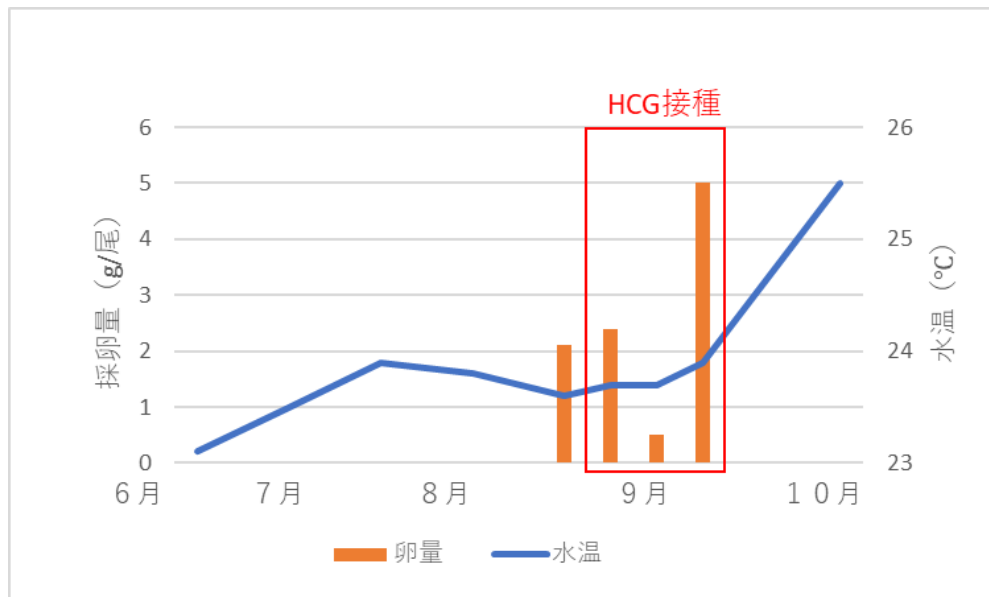


図2 天然親魚の採卵状況

【副次的な成果】

○天然親魚の適切な採捕時期及び放養尾数

これまで6～9月頃に親魚採捕を行っており、収容50日後までの生存率が55%と低いことが課題であった。その原因が、海底と海面の水温差によるストレスである可能性があるとして山本ら（2024）¹⁾が報告している。このため、今回は低水温期で水温差の小さい4月に採捕を行ったところ、収容50日後までの生存率が96%と良好な結果が得られ、採捕時期を変えることで生存率の向上が見込めることがわかった（図3）。また、養成100日以降は、施設使用の調整のため、昨年度から養成している天然親魚と混合して養成したところ、一時的に水槽内で55尾（BW 340 ± 215 g）となった頃から、眼球突出を中心とした疾病による斃死が多発した。観察中にも水槽内で攻撃行動が複数確認され、過密によるストレスだと考えられる。その後、徐々に減耗し、水槽あたり30尾（ 361 ± 205 g）になったところで斃死が収まった。このことから、当該水槽での養成においては、5kg/kL程度が適正密度である可能性が示された。

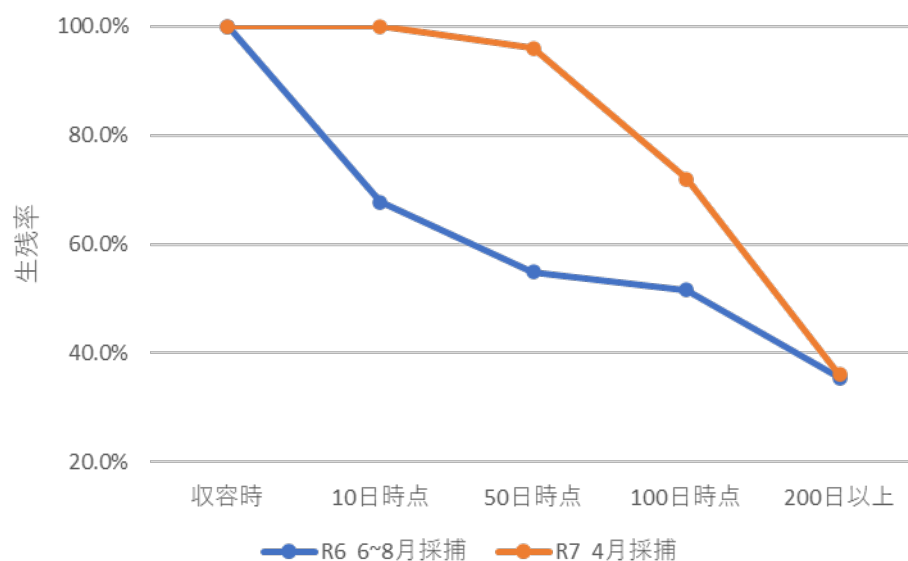


図3 天然親魚採捕後の生存率の推移

【次年度以降に向けた提言】

1 人工親魚催熟試験

水温制御及びモイストペレット給餌による成熟の再現性を検証する。

2 天然親魚短期養成試験

活魚率及び成熟期までの生存率の向上を目指すとともに、ゴナトロピンに替わる新たな催熟安定化技術の検討を行う。

【引用文献】

1) 山本太一, 南隆之, 井上海斗, 甲斐晴貴, 仮屋輝良. アマダイ類における親魚養成技術等の開発. 令和6年度宮崎水試報, 宮崎県水産試験場, 宮崎. 2025 ; 56-58.

ア 親魚養成技術の開発

② アマダイ類の親魚養成技術の開発

公益財団法人海洋生物環境研究所

大坂 綾太

【目的】

アマダイ類の種苗生産に必要な受精卵を安定的に得るために、人工生産種苗及び天然の未成熟個体を採卵親魚に養成する技術、ならびに凍結精子の保存とその利用技術を開発する。研究成果及び開発した技術は参画機関で共有し、技術開発を効率的に進める。

【研究方法】

1) アカアマダイ親魚養成技術の開発

①性比に与える成育時水温の影響を検討するため、天然魚及び養成した人工生産魚に由来する人工受精卵を発生初期の段階に 18℃及び 23℃で管理する種苗生産を実施した。

人工受精は 2025 年 10 月 1 日に実施した。雌個体には 2016 年度人工生産魚（水産技術研究所宮津庁舎）の雌 3 尾（体重：664±177g、数値は平均値±標準偏差、以下同様とする）及び 2017 年度人工生産魚（山口県栽培公社）の雌 5 尾（657±89g）、2019 年度人工生産魚（山口県栽培公社）の雌 1 尾（355g）を使用した。いずれの親魚も人工受精までおおよそ 20℃を超えないよう水温を調整して飼育した。採卵は、雌にホルモン剤（ゴナトロピン 3000、あすかアニマルヘルス株式会社）を筋肉注射し、48 時間後に行った。雄個体には 2025 年 9 月 28 日に柏崎市沖で漁獲された 2 尾（1,153、971g）、同じく 10 月 1 日に漁獲された 1 尾（1,186g）を用い、これらの個体から精巣を摘出し、はさみで細切することで抽出した精子を人工精漿で 50 倍希釈した精子抽出液を漁獲当日に作製した。

採卵量は 9 尾分で合計 78g であった。これを 1.5L 容器 2 つに分割（各 34,000 粒）し、それぞれに精子抽出液 50mL を加え、水温 20℃で受精させた後、50L アルテミア孵化槽 2 基にそれぞれ収容した。卵管理は、孵化槽内に設置したチタンコイルに調温海水を流して、水温をそれぞれ 18℃及び 23℃に維持し、止水、無送気で行った。翌日、浮上卵のみ（18℃区：約 5200 粒、23℃区：約 6400 粒）を円形ポリカーボネート製 500L 水槽各 1 基へそれぞれ移し、種苗生産を開始した。注水は、20℃に調温したろ過海水の流水式とし、注水量は仔魚の成長に伴い 0.32～3L/min の範囲で適宜調整した。水温は、水槽内に設置したチタンコイルに調温海水を流し設定温度を維持した。なお、昨年度の結果において、18℃区では成長の著しい鈍化がみられたので、18℃区は孵化日から孵化後 5 日目にかけて 1 日に 1℃ずつ昇温し、孵化後 6 日目以降は 23℃で飼育を行った。餌料は仔魚の成長に合わせてカイアシ類、シロギス冷凍卵、マダイ冷凍卵、冷凍アミ、配合餌料（ライフ、日本農産工業株式会社）を 1 日に 3 回、摂餌状況を観察しながら与えた。

飼育水槽にはカイアシ類の餌料として、また飼育海水の濁度維持、光合成による酸素供給と二酸化炭素消費を目的として、植物プランクトンの *Pavlova lutheri* 及び *Tetraselmis*

tetrathele を 1 日に 2～3 回、5～15L 添加した。また、飼育水槽上部には遮光ネットを設置して、水面での照度が正午において 100～1,500lux に収まるように調整した。曇天時の水面での照度を 100lux 以上に確保するために白熱灯(60W)及び LED (GrassyLeDio、株式会社ボルクスジャパン)を水槽上部に設置し、孵化後 2 日目から 24 時間点灯して飼育を行った。

生殖腺組織切片を作製するため、孵化後 103 日目に 18℃区（体長 $76.6 \pm 3.8\text{mm}$ ）及び 23℃区（体長 $75.4 \pm 1.9\text{mm}$ ）でそれぞれサンプリングを行い、試料個体を 10%ホルマリン海水で固定した。

②天然漁獲魚の蓄養方法の最適化（詳細については、特許申請予定のため非公表）

③昨年度実施した性比に与える成育時水温の影響検討において採取した試料について、18℃区は孵化後 90 日目の個体 4 尾（体長： $36.1 \pm 6.6\text{mm}$ ）、23℃区は孵化後 60 日目の個体 6 尾（ $33.5 \pm 2.6\text{mm}$ ）の雌雄判定を実施した。切片作製及び雌雄判定はマリノリサーチ株式会社へ依頼した。

2) 人工生産されたシロアマダイの親魚養成

山口県外海水産研究所が 2023 年に種苗生産した 30 尾（体長： $27.3 \pm 1.2\text{cm}$ 、体重： $489 \pm 110\text{g}$ ）、及び 2024 年生産の 50 尾（ $19.6 \pm 0.5\text{cm}$ 、 $156 \pm 20\text{g}$ ）（測定日：いずれも 2025 年 5 月）について、昨年度に引き続き親魚養成を行った。飼育は容量 10m^3 の水槽で、自然日長条件下、自然海水の流水式で換水率は 0.5 回転/時、水温は 29℃を超えないように夏季は冷却海水を自然海水に混合して調整し、実施した。給餌は、午前に冷凍オキアミ(ツノナシオキアミ)、午後にモイストペレットをそれぞれ体重の 1～2%を目安に行った。

【研究成果の概要】

1) アカアマダイ親魚養成技術の開発

①人工受精 24 時間後の卵の正常発生率は 18℃区で 60.0%、23℃区で 77.0%であった。孵化後、水槽内を柱状にサンプリングした結果から仔魚の孵化率は 18℃区で 57.6%、23℃区で 39.0%であった。孵化後 37 日目で密度調整を行い、生残数は 18℃区で 636 尾（生残率：21.2%）、23℃区で 420 尾（16.8%）であった。過年度の結果との比較を表 1 に示す。

孵化率は、昨年度試験と同様に 18℃区が 23℃区に比べて高かった。また、生残率は、今年度の結果において 18℃区が 23℃区に比べて高かった。これらの結果から、受精から孵化までは 18℃程度で飼育し、孵化後水温を徐々に上げ 23℃程度で継続飼育する方法が有効であると考えられた。

また、昨年度試験と今年度試験で水温条件が同様である 23℃区を比較すると、生残率は約 9 倍向上し、体長は約 23%増加した。飼育条件の違いは、今年度は餌料にワムシを使用せず、カイアシ類を用いたことである。このことから、種苗生産におけるカイアシ類の利用

は、仔魚の生残率と成長率を向上させる可能性がある。

今後、種苗生産した個体の雌雄判定のため、生殖腺組織切片を作製し、組織学的観察を行う予定である。

表 1 飼育結果の比較

実施年度	飼育水温	正常発生率	孵化率	生残尾数	生残率 ¹	体長
2024	18℃	77.5%	72.3%	4	0.03%	36.1 ± 6.6mm ²
2025	18℃	60.0%	57.6%	636	21.20%	42.6 ± 2.0mm ³
2024	23℃	50.7%	54.5%	239	1.96%	33.5 ± 2.6mm ⁴
2025	23℃	77.0%	39.0%	420	16.80%	41.2 ± 2.3mm ³

¹生残尾数/柱状サンプリング結果

²孵化後90日目 ³孵化後64日目 ⁴孵化後60日目

②特許申請予定のため非公表。

③マリノリサーチ株式会社の判定結果は、18℃区の個体について、一部雌性細胞と思われるものが見られたが、確定には至らず、全個体雌雄不明であり、23℃区では全個体雌雄不明であった。原因として、生殖腺細胞が崩れている、もしくは未発達であったことが挙げられた。

2) 人工生産されたシロアマダイの親魚養成

今年度の飼育結果を表 2 に示す。2025 年 5 月から 11 月における生残率は、2023 年生産群は 83%、2024 年生産群は 92%という結果となった。今後も引き続き親魚養成を行っていく予定である。

表 2 2025 年度シロアマダイ養成結果

生産群	測定年月	生残尾数	体長	体重
2023年	2025年 5月	30尾	27.3 ± 1.2cm	489 ± 110g
2023年	2025年11月	25尾	31.8 ± 1.3cm	789 ± 160g
2024年	2025年 5月	50尾	19.6 ± 0.5cm	156 ± 20g
2024年	2025年11月	46尾	26.2 ± 1.0cm	411 ± 58g

【次年度以降に向けた課題】

アカアマダイについて、今年度入手の天然魚を最適化した蓄養方法で継続養成し、この方

法で養成した親魚を用いた人工受精もしくは種苗生産を実施する。得られた知見はアカアマダイ種苗生産マニュアルに反映する。

シロアマダイについて、親魚養成を引き続き行い、成熟条件を明らかにするため、飼育条件の違いによる成熟の有無、産卵期間の把握を行う。

ア 親魚養成技術の開発

③アカムツの親魚養成技術の開発

新潟市水族館マリニピア日本海

新田 誠

【目的】

アカムツの種苗生産における最大の課題は、安定的な受精卵の確保である。そのためには、本種の成熟年齢および採卵可能時期を明らかにするとともに、採卵・採精に供する親魚を継続的に確保する技術の確立が不可欠である。本研究では、成熟年齢に達したと推定される天然個体を採集・飼育し、飼育下で受精卵を得ることを目的として、親魚養成技術の開発に取り組んだ。

【方法】

1) 成熟年齢に達した天然個体の入手

親魚養成試験に供するため、成熟年齢に達したと想定される大型の天然個体を採集した。採集方法は釣りおよび延縄の2通りとした。釣りによる採集は、新潟県粟島沖、富山県魚津沖、新潟県糸魚川沖、佐渡海峡の4海域で実施し、延縄による採集は佐渡海峡で実施した（図1）。採集時期は4月に1回、5月に2回、6月に1回、7月に2回、8月に2回、9月に1回、10月に1回とした。

採集魚のハンドリングでは、魚体への接触を軽減するため、自作の水ダモを使用した（図2）。船上では、250LのFRP製断熱水槽（図3）に水温約14℃に調整した海水を満たし、採集後速やかに個体を収容した。通気は電池式エアーポンプにより行い、適宜、海水を凍結した氷を用いて水温調整を行った。

港から水族館までの陸上輸送には、水量2.3m³の断熱水槽を搭載した活魚輸送車、または200Lの断熱水槽を積載したバン車を用いた。輸送時の水温は、船上収容時と同様に約14℃を維持した。輸送後は、水族館内のFRP製断熱角型水槽2基（140cm×140cm×高さ100cm、水量1.5m³および230cm×90cm×高70cm、水量1m³）に収容し、水温約14℃で飼育を開始した。

2) 天然個体の親魚養成のための飼育試験

産卵試験は、水族館内のFRP製断熱角型水槽（200cm×140cm×高さ100cm、水量2m³）において開始した（図4）。供試魚は、前年に産卵試験を実施した3個体（2023年5月に佐渡海峡で採集）と同一個体である。冬季には水槽上部を断熱材（スタイロフォーム）で遮光し、照度を低下させ、水温は14℃前後に維持した。

水温管理にはコイル式クーラーを用い、水温変動を最小限に抑えるため、半閉鎖式の濾過循環システムで飼育した。生息深度の環境を再現するため、水温および照度を段階

的に調整した。水温は 2～3 月に約 9℃まで低下させ、4 月以降に徐々に上昇させ、新潟県における繁殖期に相当する 7 月には 22℃前後とした。

照明は水槽上部に白色 LED シーリングライトを 2 灯設置し、ソーラータイムスイッチ (TB251、パナソニック社製) により点灯・消灯を制御した。日出および日入時刻は、本製品にあらかじめ設定されている中部地域の日周期に準拠した。照度は、水面照度が 3～6 月は 1Lux 以下、繁殖期である 7～10 月は日中約 100Lux、夜間は 1Lux 以下とした。照度調整のため、水槽開口部を樹脂製の水色の簾で覆った。水槽底部の水中照度は、照度計 (MX2202、Onset 社) を設置して測定した。

濾過槽にはオーバーフロー管を設置し、産卵された卵を回収できるように、排水口に採卵水槽を設置した。

【研究成果の概要】

1) 成熟年齢に達した天然個体の入手

釣りによる採集は、新潟県粟島沖 (5 月 16 日)、富山県魚津沖 (6 月 6 日)、新潟県糸魚川沖 (7 月 29 日)、佐渡海峡 (8 月 21 日、9 月 4 日、10 月 2 日) の 4 海域で計 6 回実施した。延縄による採集は佐渡海峡で 4 回 (4 月 24 日、5 月 9 日、7 月 3 日、8 月 4 日) 実施した。採集個体数は、延縄で 10 個体、釣りで 16 個体であった。

採集時の表層水温は、4 月 12.6℃、5 月 13.2～18.0℃、6 月 18.2℃、7 月 23.5～28.3℃、8 月 28.1～29.4℃、9 月 29.4℃、10 月 26.2℃であった。採集水深は、釣りで 120～180 m、延縄で 120～130mであった。

船上輸送後の生残個体数は、延縄で 10 個体中 10 個体、釣りで 16 個体中 11 個体であり、陸上輸送後の死亡は確認されなかった。延縄採集個体は、収容 1 日後に 1 個体が死亡し、84 日後までに全個体が死亡した。一方、釣り採集個体では、収容 36 日後に 1 個体、122 日後までに計 5 個体が死亡したが、2026 年 3 月時点で 5 個体が生存している。6 カ月後生残率は、釣りで 31.2%、延縄で 0%であった。

船上で死亡した 5 個体および飼育中に死亡した 14 個体について、性別、全長、体長、体重、生殖腺重量指数 (GSI) を測定した。その結果、雌雄比は釣りで 10:1、延縄で 7:1 と、いずれも雌の比率が著しく高かった。雌雄ともに GSI は低値であった (表 1)。

2) 天然個体の親魚養成のための飼育試験

親魚養成試験は、2023 年 5 月に採集した天然個体 3 個体を用いて実施した。天然海域における産卵生態を参考に、水温および照度を段階的に調整した。2～3 月の水温は $9.9 \pm 0.8^{\circ}\text{C}$ 、照度は 1Lux 以下とした。4 月以降、水温を徐々に上昇させ、繁殖期に相当する 7 月以降は高水温条件で飼育した。7 月の水温は $22.3 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ であった (図 5)。

日中の照度は水面照度 93.4～98.3Lux、水中照度 10.2～36.7Lux であった。夜間の照度は、水面照度 1Lux 以下、水中照度 0Lux であった。

7月30日、ベネデニアの一種による寄生により供試魚1個体が死亡し、他の生存個体にも多数の寄生が確認された(図6)。このため、8月4日に試験を中止し、水温低下させるとともに、薬剤(水産用ベネサル、あすかアニマルヘルス株式会社)による駆除を実施した。

寄生虫症の治療は薬浴および経口投与により行った。薬浴は循環ポンプを停止した後、ベネサル 1ppm を投入し、1時間実施した。薬剤は淡水では溶解しにくいいため、日本薬局方プロピレングリコール(丸石製薬)に溶解して使用した。経口投与では、餌(マアジ切り身)に飼料添加物(ブリコング、バイオ科学)およびベネサルを混和し、給餌棒を用いて直接投与した。投与量は魚体重 1kg 当たり 0.15g とした。薬浴は2日間隔で2回、経口投与は4日間隔で2回実施し、寄生虫の完全駆除を確認した。

試験中に死亡した1個体について、性別、全長、体長、体重および GSI を測定した。性別雌、全長 313mm、体長 244mm、体重 497g、GSI1.01 で、7月時点では卵巣の発達を確認されなかった。

【次年度以降に向けた提言】

本年度は、水深の異なる2基の水槽を用いて産卵条件を検討することを目的とし、4月から延縄による親魚採集を実施した。しかし、採集した10個体は7月の産卵試験開始前にすべて死亡したため、水深の深い水槽での試験は実施できなかった。

前年、新潟市水族館で得られた産卵卵は未受精であった一方、富山県農林水産総合技術センター水産研究所では受精卵が得られていた。両者の飼育条件を比較した結果、水槽水深および日周期が主な相違点であることが示唆された。このため、本研究では前年の産卵水深 80cm よりも深い水深 120cm の水槽での試験を計画した。

本年度は、次年度試験用親魚の確保を継続した結果、産卵期には間に合わなかったものの、現在5個体の水槽馴致に成功している。次年度は、水深の浅い水槽と深い水槽を併用した試験を実施し、水深が受精の成否に及ぼす影響を検証する予定である。日周期については、タイマー制御による管理が有効であると考えられる。

親魚の採集に関しては、新潟県海域では釣りおよび延縄いずれの方法でも、性別が雌に著しく偏る傾向が認められた。富山湾では雄の割合が高いとの報告を受け、新潟県糸魚川沖での採集を試みたが、雄個体の確保には至らなかった。富山県農林水産総合技術センター水産研究所では天然雄を同居させることで受精卵が得られていることから、今後は天然雄の入手方法について再検討する必要がある。

また、本年度は前年に産卵が確認された天然大型魚3個体(推定雌)を用いて産卵条件試験を実施したが、ベネデニア寄生虫の感染により天然雌1個体および同居させていた人工生産雄1個体が死亡した。産卵期における水温上昇は寄生虫症の発生リスクを高めるため、今後は水温上昇期に定期的な駆虫処置を実施することが望ましい。

天然親魚の採集後の主な死亡原因は内臓破裂および擦過傷に起因する化膿であった。

これらは細菌感染により重篤化する可能性が高いため、飼育水中の細菌数を低減する装置の導入が有効であると考える。

表 1. 採集した天然個体の生物精密測定の結果

漁法	性別	個体数	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)	生殖腺重量 (g)	生殖腺重量指数 (GSI)
延縄	♂	1	259	218	265	1.37	0.52
	♀	7	309～439 (349.6)	255～367 (294)	459～1580 (726.4)	5.38～25.8 (10.56)	0.96～1.65 (1.39)
釣り	♂	1	305	247	380	1.69	0.44
	♀	10	224～369 (316.8)	145～327 (249.5)	103～804 (473.7)	0.68～11.29 (7.08)	0.66～2.46 (1.42)

(カッコは平均値、生存個体は除く)



図 1. 親魚採集海域の位置

出典：Google Maps（2026 年 3 月 3 日閲覧）



図 2. 水ダモ



図 3. 250L FRP 製断熱水槽

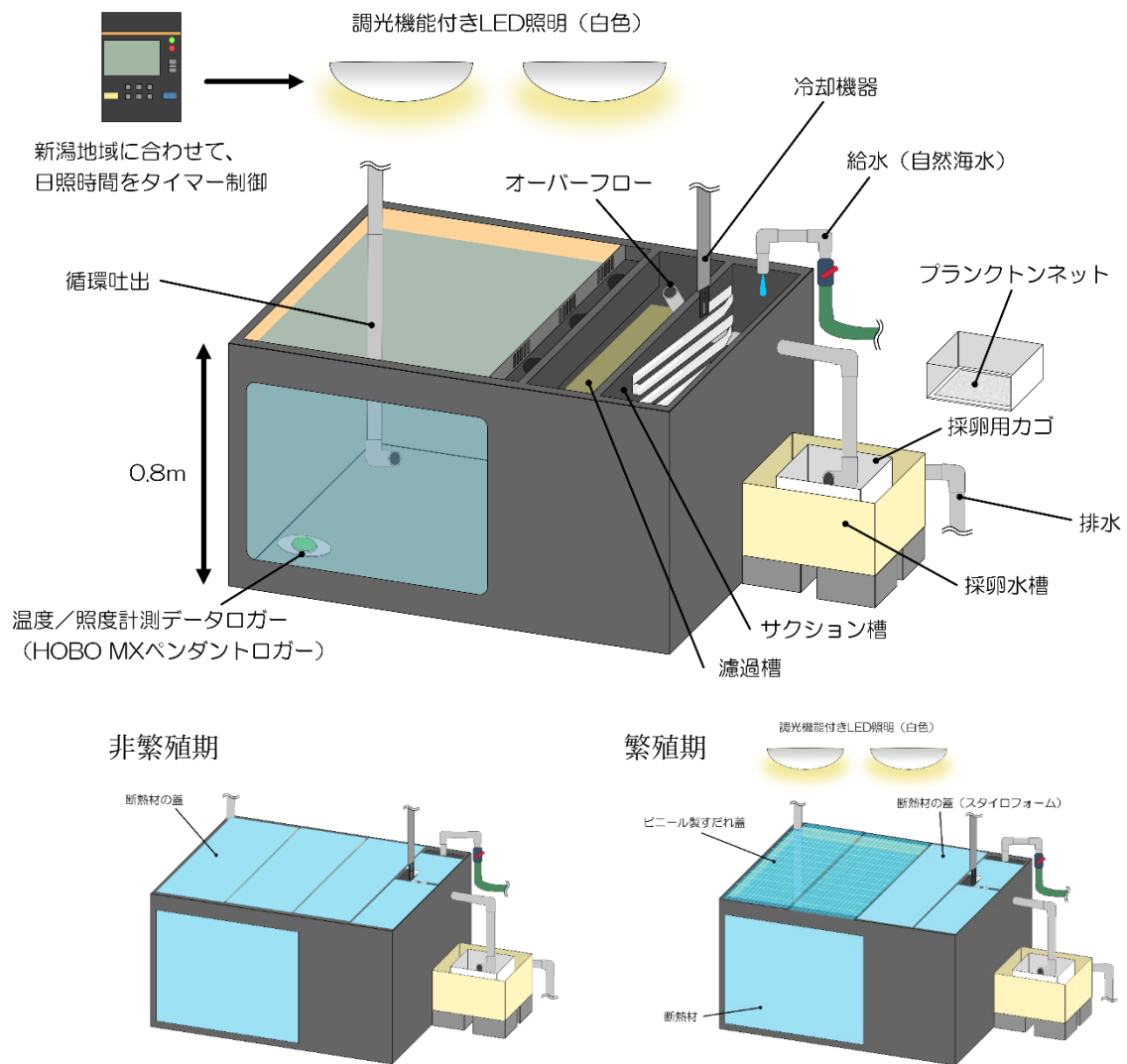


図 4. 親魚の飼育設備

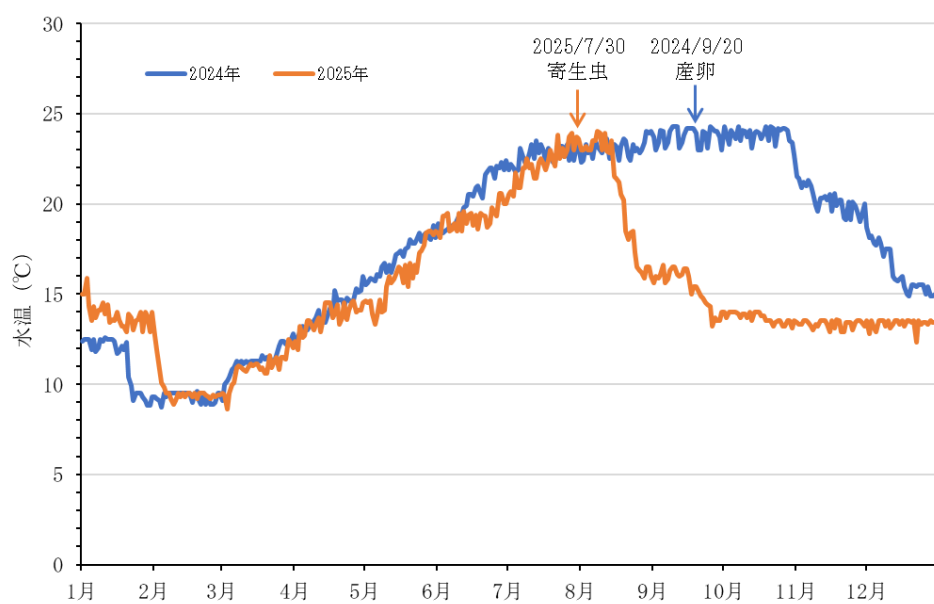


図 5. 親魚水槽の飼育水温

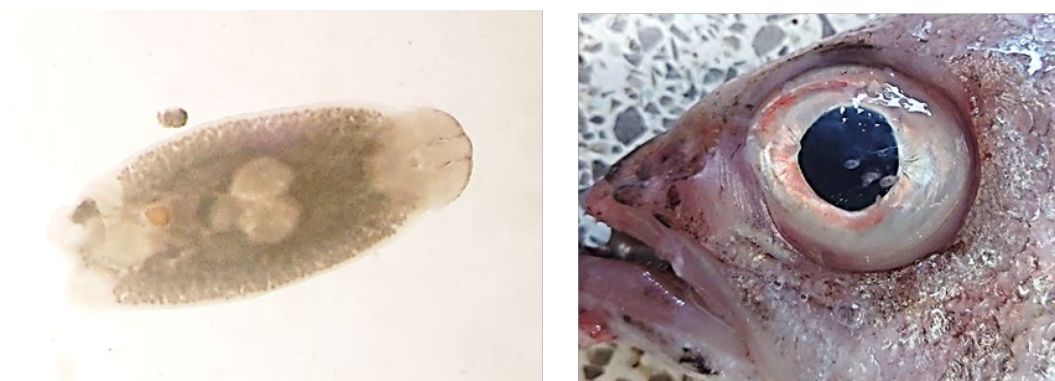


図 6 ベネデニアの一種と眼への寄生

ア 親魚養成技術の開発

③アカムツの親魚養成技術の開発

山形県水産研究所

笠原 裕

【目的】

アカムツは近年、需要の高まりから価格上昇が著しく、沿岸漁業における重要度が増すとともに、漁獲圧力の高まりから、新たな栽培漁業種として種苗放流するための技術開発が切望されている魚種である。一方で、アカムツの生態は未だ未解明な部分が多いうえに非常に神経質で、活魚での運搬、餌付け、飼い慣らしが難しいという性質を持ち合わせた魚種である。

本事業では、アカムツの種苗放流の実現に向けて、まずは受精卵を安定的に確保するための親魚養成技術を開発する。

【方法】

1) はえ縄による天然個体の採捕

(1) 自然産卵用の長期養成親魚の確保

水温の低下する12月以降、県内のはえ縄業者に漁獲魚の活魚での提供を依頼し、確保の連絡を受けると、直ちに回収に向かい、試験施設に収容する体制を構築した(図1)。

また、1名のはえ縄漁業者と用船契約を結び、年度末にかけ、はえ縄の試験操業を行い、親魚の更なる確保を行う。

(2) 人工授精用の短期蓄養親魚の確保

産卵期の8月下旬から9月中旬にかけて、当研究所所属の漁業調査船最上丸によるはえ縄の試験操業を酒田沖の漁場で3回実施し、採捕魚のうち、活力の高い個体を試験施設に輸送、収容した。

2) 天然由来親魚及び人工生産親魚(富山水研産)を用いた親魚養成

(1) 水槽内自然産卵による受精卵確保

1)-(1)で確保した天然親魚及び富山水産研究所から搬入した確実にオスとわかる人工生産親魚を2基の水槽内で親魚養成した。飼育条件は以下のとおり。産卵期には排水口にメッシュ状の受け網を用意し、産卵の確認と卵数の計数を行った。

水槽サイズ：10t (2m×3m×1.6m) 図2

水温調整：冷水器と井戸水(水温13℃)を利用し、8～26℃に調整

照度：青色の簾及びプラスチックパネルにより低照度に調整

給餌：キビナゴ及びオキアミを2日おきに飽食量給餌

排水：産卵期は上水排水、その他の時期は底水排水

(2) 人工授精による受精卵確保

1)-(2)で確保したメス親魚にゴナトロピンを注入し、水温 20～23℃に調整した 1t 水槽に収容して産卵を促した。

また、暗幕による照度調節、精液の滴下、収容水の 2℃昇温等、複数の刺激を与え、産卵誘発を図った。

3) 飼育水槽内照度が産卵行動に与える影響の把握（自然産卵が起きない水槽の原因究明）

これまで産卵が確認できていない窓側に位置する水槽と、毎年自然産卵が確認されている通路側に位置する水槽内に照度計を設置し、自然産卵と水槽内水中照度の関係を調査する。

4) 赤外線カメラを用いた水槽内産卵行動の撮影

赤外線カメラにより、水槽内の状況を撮影する。

【研究成果の概要】

1) はえ縄による天然個体の採捕

(1) 自然産卵用の長期養成親魚の確保

6 月 6 日富山水研から提供された人工生産雄親魚 16 尾を試験施設に収容した。秋の産卵期までに親魚養成している 2 水槽に分槽した。

秋の産卵期には、2 水槽に雌雄合わせて 12 尾を餌付け・親魚養成中であつた。

また、県内はえ縄漁業者からの提供では、12 月に 2 尾、1 月に 3 尾、2 月に 10 尾の親魚を追加した。このうち、3 月当初までに 2 尾がへい死したが、1 尾は餌付いたことを確認した。

天然親魚の輸送は、45～70L のペール（円筒形ポリ容器）に海水を入れたビニール袋を詰め、そこに漁船の活魚槽から市販の水タモ網で水ごと親魚を 1 尾すくって収容し、袋の口を閉めて行つた。また、収容時は駆虫のため、5 分間の淡水浴を行い、収容時の水温差は、2℃以内に収まるよう調整した（図 1）。

(2) 人工授精用の短期蓄養親魚の確保

産卵期の成熟親魚を確保するため、漁業試験調査船最上丸による延縄の試験操業を酒田沖水深 150～250m の海域において、8/21, 9/8, 9/17 の 3 回行つた。

実験施設の水槽に収容した尾数は、1 回目 3 尾、2 回目 2 尾、3 回目 2 尾であつた。

操業時の海面水温は、28℃前後と高く、採捕魚のうち収容できた親魚は、26%に留まつた。

2) 天然由来親魚及び人工生産親魚（富山水研産）を用いた親魚養成

(1) 水槽内自然産卵による受精卵確保

2 水槽合わせて、9 月 28 日～11 月 5 日に合計 6 回約 6 万粒の産卵を確認した。しかし、前年までと同様にその後の発生が進まず、未受精卵と推察された。

今年は、富山県水産研究所から導入した人工生産オス親魚を同居させたが結果は変わ

らず、雌雄の親魚の同居が受精卵を得る必要十分条件ではないことがわかった。

(2) 人工授精による受精卵確保

1 回目は、収容翌日に 2 尾へい死し、残り 1 尾は収容後 7 日に 2 回目のゴナトロピン注入を行ったが直後にへい死し、産卵に至らなかった。

2 回目は、収容後 3 日目朝、1 尾が産卵していたのを確認したが、受精作業が間に合わず、受精卵は得られず、その後収容後 10 日に 2 尾ともへい死し、採卵はできなかった。

3 回目は、収容翌日から暗幕による照度調節、精液の滴下、収容水の 2℃昇温の刺激を与え、産卵誘発を図ったが産卵せず。昇温試験の翌日 1 尾へい死、残った 1 尾に収容 7 日後に 2 回目のゴナトロピン注入を行ったが直後にへい死した。

3) 飼育水槽内照度が産卵行動に与える影響の把握（自然産卵が起きない水槽の原因究明）

今年度はこれまで産卵が確認できなかった窓側に配置してある水槽からも産卵が確認され（図 3）、産卵行動に与える水中照度の影響を検討するには至らなかった。

4) 赤外線カメラを用いた水槽内産卵行動の撮影

産卵の状況を確認するため、赤外線カメラを導入し、撮影を試みたが、夜間は至近距離でないと映らず、産卵行動の撮影は断念した（図 4）。

【副次的な成果】

1) 人工受精時に必要な雄精子の確保

産卵期に底びき網で漁獲され、漁獲当日に産地市場に出荷されたオス親魚の精巣から白濁した精液を人工精しょう中に抽出し、冷蔵保存や液体窒素による凍結保存を行い、海水の添加時に精子の運動性が確認でき、人工授精に利用可能であることがわかった。

【次年度以降に向けた提言】

1) 天然親魚の確保

天然親魚の確保については、水温が低下する冬～早春期において、はえ縄で漁獲した天然親魚を生かして港まで持ち帰れば、高い確率で長期親魚養成が可能な輸送・収容技術が確立できたと考えている。今後は、漁獲魚を活魚で提供してくれる漁業者を増やし、天然親魚を安定的に確保できるように体制を強化することとしたい。

人工授精用の親魚については、気温、水温の高い産卵期に採捕及び収容を行わなければならないことから、冷水器を装備した試験船による試験操業を継続することが必要である。

2) 天然親魚からの受精卵確保

これまでは、確保が難しい雄親魚の存在が、受精卵確保のキーポイントであろうと考えていたが、今年度の結果から、雌雄の親魚の同居が受精卵を得るための必要十分条件ではないことがわかった。今後は、産卵時の雌雄の同調行動を引き起こす要因を究明する必要がある、そのためには、近傍の水族館に餌付いた親魚を提供する等、多様な飼育環

境での親魚養成を試み、産卵行動確認の可能性を探る。

人工授精試験においては、実際の種苗生産業務を想定した場合、誘発処理してから産卵に至るまでの時間間隔に再現性の高い手法を開発する必要がある。そこで、親魚へのゴナトロピン注入に加え、水温や照度の変化等複数刺激による産卵誘発を試みる。



ビニール袋を装填した親魚輸送ペール



船の活魚水槽から水タモで取り上げ



ビニール袋に親魚を収容



試験施設到着後、5 分間の淡水浴



飼育水槽に
収容

図1 はえ縄漁獲親魚の運搬から収容まで



図2 親魚養成水槽（青簾カバー部分）右：通路側、左：窓側

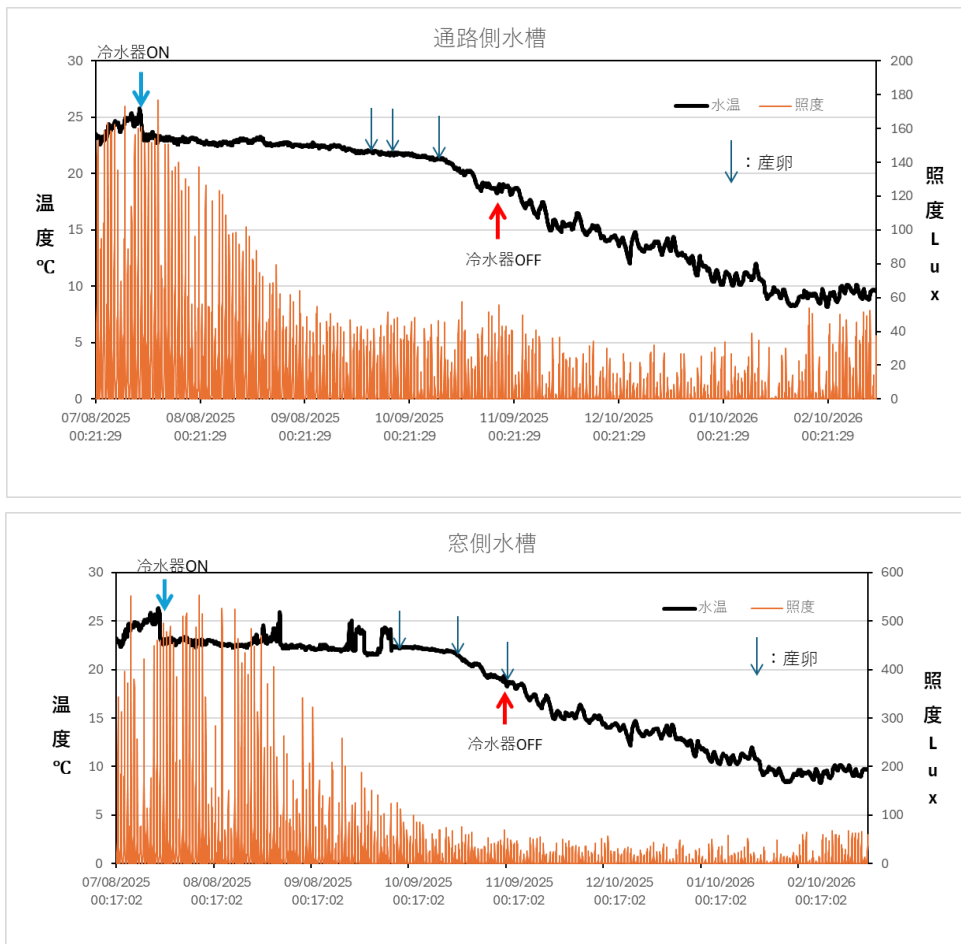


図3 各親魚養成水槽の水温と照度の推移

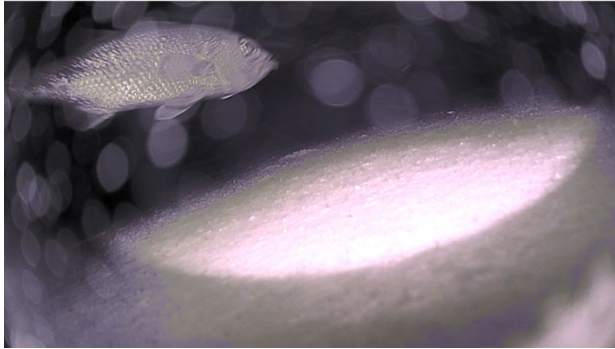


図 4 赤外線カメラの水槽内映像
アカムツと水槽底面

イ 種苗生産・中間育成技術の開発

①キンメダイの種苗生産技術の開発

静岡県水産・海洋技術研究所

伊藤結花・稲葉晃誠

東京海洋大学

吉崎悟朗・森田哲朗

【目的】

令和5年度、調査船「駿河丸」において船上人工授精した卵を東京海洋大の館山ステーションに搬送し、得られたふ化仔魚に栄養強化ワムシを給餌して飼育したところ、33日齢までの生存を確認した。今年度は本事例に基づき（初期餌料はワムシ、飼育水槽は100L容サンライト水槽等）、仔魚飼育を試み生存期間のさらなる長期化を目指す。

【研究方法】

1) ふ化仔魚の飼育

人工授精で得られた受精卵を水温を12℃に調整した滅菌海水を満たしたビーカーに収容し観察した。2時間ごと（日中）に水替えを行い沈下卵を除いた。ふ化までの水温は、受精12℃、受精卵管理は15～20℃、ふ化20℃、ふ化後20～25℃で管理を行った。卵発生の状況は実体顕微鏡を使用して観察した。

胚胎形成まで発生した卵をビーカーから100Lのサンライト水槽に静かに移動させた。卵の収容上限を1～2万粒/tになるように調整を行った。飼育水温を安定させるためウォーターバスを用いて23～24℃で飼育を行った。飼育条件は、光周期14L:10D、照度2000lux、注水量1日1回転、通気量日中50ml/分、夜間300ml/分で飼育を行った。浮上対策として浮上防止剤（仔魚保護液ラーバプロテクト：マリンテック）を用いた。初期餌料はS型八重山株ワムシを使用した。それぞれ100Lアルテミア水槽に収容し淡水クロレラ（スーパー生クロレラV12：クロレラ工業）を餌料にして培養した。ワムシは市販の栄養強化剤（ハイパーグリーン：マリンテック、アクアプラス：太平洋貿易）を使用し、n-3HUFA及びタウリン強化を行った。栄養強化したS型ワムシを3日齢から10～20個/ml給餌した。

2) 飼育環境の検討（照度）

令和5年の試験によりキンメダイのふ化仔魚に走光性が確認されたため、今年度は適した照度を把握することを目的に照度別飼育試験を行った。2025年9月4日と9月26日に人工受精した卵のうち、胚胎形成まで発達が確認された卵を各照度（20lux、200lux、2000lux）に設定した100Lサンライト水槽に均等量収容した。照度以外は1)の飼育方法と同様の条件で実施し、生存の個体数、摂餌について確認を行った。

3) 大容量飼育

これまでの仔魚飼育では開鰓に問題があると考えられたため、表面積の大きな水槽での飼育を試みた。2025 年 7 月 23 日に A 丸、9 月 17 日、9 月 26 日に R 丸にて人工授精を行い、受精卵を車で 2 時間～2 時間 30 分かけて駿河湾深層水水産利用施設に輸送した。輸送後、水温を 15～20℃になるように 1L ビーカー内で維持した。ふ化直前に 500L パンライト水槽に移槽し、ふ化後 20～25℃で水温管理を行った。飼育水は水深 270m から取水した深層水を加温して 1 日 1 回転になるように注水した。光周期 21L : 3D、照度は 6 : 00-20 : 00 に 16000lux、20 : 00-3 : 00 に 300lux とした。沈降死対策としてクロマグロ種苗生産を参考に、底面から水流を発生させる装置を設置し、浮上対策として浮上防止剤（ポリエチレングリコール 6000 : 富士フィルム和光純薬）を用いた。餌料として S 型ワムシを与え、栄養強化にはハイパーグリーン、アクアプラスを使用した。栄養強化した S 型ワムシは 3 日齢から 10～20 個/ml 給餌し、飼育水にはナンノクロロプシスを 50 万 cells/ml 添加した。

【研究成果の概要】

1) ふ化仔魚の飼育

漁船を用いた親魚採捕、漁業の乗船を 11 回実施し、仔魚飼育試験は 8 回行った（表 1）。結果として、今年度最長生存日数は 11 日であり、これまでと大きく変わらなかった。

表 1 2025 年度仔魚飼育結果

捕獲日	使用 漁船	釣獲 (尾)	雄(尾)	雌(尾) * 1	卵量	受精率 (%)	孵化数 (尾)	仔魚生存 日数	飼育水槽 (伊豆分場)	備考
7月9日	A丸	6	5	1	約7千	欠	10	2	サンライト水槽	
7月23日	A丸	17	11	6	約8千	欠	33	7	サンライト水槽	深層水科へ輸送
8月20日	A丸	1	1	0	—	—	—	—		
8月27日	A丸	5	2	4	1690	25.9	11	4	2Lビーカー	
9月4日	A丸	16	8	8	9060	34.2	2442	3	サンライト水槽	
9月10日	A丸	19	10	9	2400	30	208	8	サンライト水槽	
9月25日	A丸	14	9	5	約1000	0	—	—		卵形悪い
10月18日	I丸	26	14	12	未成熟	—	—	—		
9月8日	R丸	約16	—	—	採卵できず	—	—	—		
9月17日	R丸	13	—	4	約2万粒	83.3*2	86	11	30Lパンライト	深層水科へ輸送 残っていた88粒で飼育
9月26日	R丸	約16	—	5	約3万粒	欠	1236	9	サンライト水槽	深層水科へ輸送

*1R丸は採卵した雌の個体数

*2浮上卵からランダムで卵30個を確認

2) 飼育環境の検討（照度）

9 月 4 日のロットはふ化 3 日齢で死亡したため実施不可であった。9 月 26 日のロットは各区 600 粒収容し、ふ化尾数は 20lux 区が 420 尾、200lux 区が 380 尾、2000lux 区が 420 尾であった。生存日数はそれぞれ 7 日、9 日、6 日となり（図 1）、いずれの試験区も大きな差

は見られなかった。

6日齢時に20、200luxの水槽から各2尾ずつ摂餌の確認を行った。2000luxは1個体のみ生存しており、同時期に受精した個体からは行うことができなかった。通常の子魚飼育は2000luxで飼育をしているため、9月17日に受精した6日齢の2個体を確認を行った。1個体から摂餌を確認し、20luxのみ摂餌が確認できなかった(表2)。このことから、子魚飼育には200lux以上の照度が必要であると考えられる。

表2 照度別飼育試験の摂餌状況

lux	確認個体	摂餌確認
2000	2個体	別日：9/17受精から1個体から確認
200	2個体	1個体
20	2個体	0個体

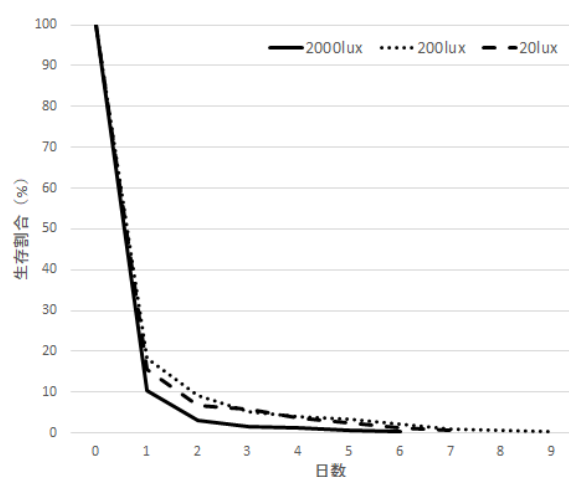


図1 照度の生存率

3) 大容量飼育

3回の飼育試験のうち、1回目は輸送中に全ての卵が沈下した。2回目、3回目では衝撃を与えないように輸送したところ、孵化仔魚をそれぞれ1500尾、684尾得られたが、生存日数は7日、5日であり、大容量飼育の有効性は確認できなかった(表3)。今後輸送時の発生段階についても検討を行い、沈下卵を減らす検討を行う必要がある。

表3 大容量での仔魚飼育結果

日付	受精時刻	総卵数(粒)	輸送段階	輸送後卵数	孵化率※ (%)	孵化数(尾)	生存日数(日)
7月23日	6:30	8000	6h(桑実胚)	0	-	-	-
9月17日	6:30-9:00	20000	24h(のう胚)	2054	73.0	1500	7
9月26日	7:35-8:35	30000	10h(桑実胚)	1148	59.6	684	5

※輸送後卵数に対する孵化率

【次年度以降に向けた提言】

令和 5 年度の東京海洋大学の 33 日齢を踏襲し飼育を試みたが、生存日数を大きく伸ばすには至らなかった。

今後、生存日数を伸ばすには、良質卵獲得が急務である。良質卵獲得に向け、「ア 親魚及養成及び人工受精技術の開発」において、夜間操業や短期催熟の技術開発を行うことで種苗生産の進展につながると思われる。今後良質卵獲得によって、これまでより長期的な飼育を行うことが可能になり、仔魚の適した飼育環境についての検討が行いやすくなる。

飼育最長日数を記録した令和 5 年においては、成長段階に合わせた餌料の移行や沈降死対策が課題となった。このことから、種苗生産に向けては新餌料の選定や開鰾を促す環境が重要になると考えられる。

イ 種苗生産・中間育成技術等の開発

②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

水田 篤・甲斐晴貴・祖母井優登

【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』の 2 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、親魚運搬及び採卵、卵消毒技術の習得を目的とした。『種苗生産技術の開発』では、山口県栽培漁業公社（以下、「山口県」という）で開発されたアマダイ類の種苗生産技術を活用し、宮崎県水産振興協会（以下、「協会」という）が保有する生産施設（水槽）に適した量産技術の開発と種苗生産マニュアルの作成を行い、技術の普及に努める。

【研究方法】

1. 採卵用親魚を大量確保する方法の確立

採卵は、9 月上旬、10 月上旬、10 月中旬に 1 回ずつ合計 3 回実施した。

9 月上旬の採卵には、過去に協会で生産した人工種苗を宮崎県水産試験場（以下、「水産試験場」という）で養成した親魚（以下、「人工親魚」という）と採捕した天然活魚を養成した親魚（以下、「養成親魚」という）を用いて実施した。

10 月上旬の採卵には、人工親魚、養成親魚に加えて、採卵の前々日に漁業者から購入し、ホルモン（HCG 300IU/kg）打注後、採卵まで水産試験場で畜養した活魚（以下、「天然親魚」という）を用いて実施した。

10 月中旬の採卵には、天然親魚のみを用いて実施した。

人工親魚及び養成親魚の採卵はホルモン打注後、24、48、72 時間を目安に搾出法により実施した。天然親魚の採卵はホルモン打注後、48、72、96 時間を目安に搾出法により実施した。

得られた卵は凍結精子を用いて人工受精させた。

凍結精子については、活性が良好かつ VNN ウイルス検査で陰性であったオスの精巣から作成した物のみを使用し、卵重量 5 g に対して、0.4ml を目安に使用した。

媒精後、受精卵を 5 分間静置し、200L パンライトに一時収容した。

全ての親魚から採卵及び人工授精作業の終了後、一時収容していた受精卵から浮上卵を分離し、200L アルテミアふ化槽に収容して、一晚卵管理した。卵管理は水温 22.0～23.0℃、止水、微通気とした。10 月中旬の採卵時の卵管理についてのみ卵管理中の水質悪化を懸念して微注水を行った。

一晚卵管理した後、胚胎形成を確認し、再度浮上卵分離を行った。分離した浮上卵は有効オキシダント濃度 0.5ppm 電解殺菌海水で 1 分間卵消毒した。

卵消毒した受精卵をウナギ袋に収容して水産試験場から協会へ輸送した。協会到着後、水温を 23.0℃に馴致し、30L パンライトへ移し替え、浮上卵を容量法により計数した。計数後、飼育水槽に池入れし、種苗生産を開始した。

2. 種苗生産技術の開発

飼育水槽は屋内 60KL 円形コンクリート水槽 1 槽を使用した。

飼育水は紫外線殺菌したろ過海水を使用し、注水を 6 日齢から換水率 3 %で開始し、稚魚の成長に合わせて最大 3 回転/日まで増量した。飼育水温は 23.0℃に加温調整し、50 日齢頃から設定水温を徐々に下げ、75 日齢頃からは自然水温とした。

2 日齢から初期減耗抑制のため、150W 昼白色・300W 電球色 LED レフランプ各 10 個をスズランコード 2 本を用いて、水面から約 1.5mの高さに設置し、水面照度が約 2000lux となるよう電照を行った。28 日齢からは稚魚の成長に合わせ、水面照度が約 100lux になるまで電照を減らし、照度を下げた。電照は 24 時間行い、最終取り上げまで続けた。

18 日齢からは、照度変化による狂奔抑制のため、水槽上面および側面を遮光幕で覆った。

通気は、中央排水パイプ周りに円形酸素用ユニホースを設置し、水槽外周にエアリフトを 3 か所設置し、水槽内にゆるやかな回転流が発生するように調整した。

開鰓を促すため、4 日齢から 10 日齢までエア吹き寄せにより水面の油膜除去を行った。

底掃除は 25 日齢から実施し、28 日齢からは毎日実施した。また、6 日齢から底質改善を目的として、貝化石（フィッシュグリーン、㈱グリーンカルチャー）を適宜散布した。

餌料は S 型シオミズツボワムシ（以下、「ワムシ」という）、アルテミア幼生（㈱北村）、配合飼料を稚魚の成長に合わせて給餌した。

ワムシは 2 日齢から給餌を開始し、7 日齢からはナンノクロブロブシスと油脂酵母（あすかアニマルヘルス㈱）、タウリン（バイオ科学㈱）で二次栄養強化して、24 日齢まで給餌した。ワムシの給餌に合わせ、2 日齢から 6 日齢までは飼育水に濃縮ナンノクロブロブシス（マリンクロレラ 100、㈱ヒガシマル）を、7 日齢から 24 日齢までは高度不飽和脂肪酸強化淡水産クロレラ（スーパー生クロレラ V12、㈱クロレラ工業）を毎日添加した。

アルテミア幼生は天然の DHA を含んだシドキトリウム（バイオクロミスパウダー、㈱クロレラ工業）で栄養強化を行い、19 日齢から 40 日齢まで給餌した。

配合飼料は 28 日齢から給餌を開始し、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。

また、全長 30 mmサイズでの一次取り上げについては、これまで取り上げ後に擦れなどを起因とする大量へい死が発生したことから昨年度同様に本年度も実施せず、放流サイズ

である全長 70 mmに達した時点で、取り上げを行った。

【研究成果の概要】

1. 採卵用親魚を大量確保する方法の確立

9月9日から11日の3日間実施した人工親魚および養成親魚の採卵結果を表1に示す。

9日（24h）の採卵では人工親魚3尾、養成親魚28尾から採卵を実施した。そのうち、養成親魚3尾から採卵でき、採卵数31.3千粒、浮上卵12.2千粒、浮上卵率は39.0%であったが、卵の状態が悪かったためすべて廃棄した。

10日（48h）の採卵には、人工親魚3尾、養成親魚19尾を使用した。そのうち、人工親魚2尾から採卵ができ、採卵数は13.1千粒、浮上卵数4.2千粒、浮上卵率は31.7%であったが、卵管理中に発生が停止したためすべて廃棄した。

11日（72h）の採卵には人工親魚3尾を使用した。そのうち、全尾から採卵でき、採卵数26.0千粒、浮上卵数6.5千粒、浮上卵率は25.0%であった。

3日間で合計22.9千粒の浮上卵が得られたが、1日目、2日目の池入れができずに3日目の卵のみ試験用パンライトに収容した。

10月7日から8日の2日間で実施した人工親魚、養成親魚、天然親魚を用いた採卵結果を表2に示す。

1日目は人工親魚3尾、養成親魚24尾を使用した。卵が得られず池入れは断念した。

2日目の採卵は天然親魚14尾を使用し、採卵数は30.8千粒、浮上卵数14.8千粒、浮上卵率48.1%であった。しかし、浮上卵数が少ないため、池入れは断念した。

10月16日から18日の3日間に実施した天然親魚の採卵結果を表3に示す。

3日間の総採卵数は342.7千粒、浮上卵数122.2千粒、浮上卵率は35.7%であった。卵質はいずれの日も良好であり得られた浮上卵は、全て池入れした。

表1 採卵結果（9月9日から9月11日）

採卵日	採卵量（g）	採卵数（千粒）	浮上卵（千粒）	沈下卵（千粒）	浮上卵率（%）
9月9日	24.1	31.3	12.2	19.1	39.0
9月10日	10.1	13.1	4.2	9.0	31.7
9月11日	20.0	26.0	6.5	19.5	25.0
計	54.2	70.5	22.9	47.6	31.9

表2 採卵結果（10月7日から10月8日）

採卵日	採卵量（g）	採卵数（千粒）	浮上卵（千粒）	沈下卵（千粒）	浮上卵率（%）
10月7日	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10月8日	23.7	30.8	14.8	16.0	48.1
計	23.7	30.8	14.8	16.0	24.1

表3 採卵結果（10月16日から10月18日）

採卵日	採卵量（g）	採卵数（千粒）	浮上卵（千粒）	沈下卵（千粒）	浮上卵率（％）
10月16日	108.6	141.2	51.5	89.7	36.5
10月17日	97.3	126.5	43.8	82.7	34.6
10月18日	57.7	75.0	26.9	48.1	35.9
計	263.6	342.7	122.2	220.5	35.7

※ 浮上卵率は各回の平均値を示す

※ 1300粒/g

2. 種苗生産技術の開発

種苗生産結果を表4に示す。

今年度は、10月16～18日の3日間で採卵で得られた受精卵のうち浮上卵142千粒を60KL円形水槽1槽に收容し、生産を開始した。收容卵のうち62千尾がふ化し、ふ化率は44.0%、飼育開始密度は1,033尾/KLであった。

昨年度の課題のうち初期減耗を抑制するため、照明追加と自然光取り入れにより水面照度改善に取り組んだ。水面照度を約2,000luxに調整することで、初期のワムシ摂餌が促進され、初期生残（25日齢）は昨年度の23.5%から42.6%に改善された。

一方、昨年度の課題のうち開鰓率については、開鰓期間中に飼育水に油分が入ることを極力抑えるため、7日齢までワムシ二次栄養強化を行わなかった。開鰓は4～5日齢から始まり10日齢で開鰓率は87.5%と昨年度の60.0%とやや改善が見られたものの、過去40kl角形水槽での生産実績に比べ低かった。また形態異常魚（脊椎湾曲）の割合も35.4%と高く、形態異常魚は生産期間中に選別除去したため、最終生残率低下の一因となった。

100日間生産を行い、最終取り上げ尾数は、9,815尾で生残率は15.6%であった。昨年度生産からやや改善が見られたものの、過去40kl角形水槽での生産実績に比べ低かった。

表4 種苗生産状況

		昨年度	R7
使用水槽		S-3	S-3
採卵	卵收容日	11/8～10	10/17～19
	卵收容数（千粒）	126	142
ふ化	ふ化仔魚数（千尾）	49	62
	ふ化率（％）	38.9	44.0
	開鰓率（％）	60.0	87.5
	摂餌率（％）	100	100
取揚げ	取上げ日齢	100	100
	取り上げ尾数（尾）	400	9,815
	取り上げ密度（尾/KL）	6	163
	生残率（％）	0.8	15.6
特記事項		・20～24日齢で大きな減耗が発生した。 ・開鰓率が計画を大きく下回った。	種苗生産期間を通して、大きな減耗はなかったが、形態異常魚の割合が多く、選別後の生残率は例年に比べ低かった。

【次年度以降に向けた提言】

採卵については、受精前に夾雑物の除去を行い、過熟卵については適宜処分した。また、卵管理時に注水を実施して水質の悪化を防止した。これらの取り組みにより浮上卵率の向上を図った結果、浮上卵率は昨年と差が認められなかったものの、ふ化率は昨年度の38.9%から44.0%に向上した。

種苗生産においては、照明や暗幕設置方法の見直しにより、初期減耗が抑制され、初期生残率が昨年度から改善したものの、開鰾率は依然低く、形態異常魚は割合が多いことから開鰾率改善に取り組む必要がある。

イ 種苗生産・中間育成技術の開発

③ アカムツの種苗生産技術の開発

富山県農林水産総合技術センター水産研究所

福西悠一

金沢大学

通眞子・竹内裕

【目的】

アカムツの飼育に適した環境条件等を明らかにし、全長 5 cmの稚魚を短期間で効率的に量産する技術を開発する。メスホルモンと似た働きをする大豆イソフラボンの給餌等により、メスを作成する技術を開発する。

【研究方法】

1) 天然親魚の親魚養成による採卵

令和 7 年度は、屋内の八角形コンクリート水槽（約 25 m³）および屋外の円形コンクリート水槽（約 10 m³）を用い、富山湾で採集された親魚を養成した。25 m³水槽では、令和 2～6 年度に採集し、生残した 19 尾を、10 m³水槽では、令和 6 年度に採集し、生残した 6 尾を継続して飼育した。また、令和 7 年 4 月に魚津市沖で釣獲した天然魚を 5 尾ずつ各水槽に追加した。

餌は主にオキアミ、ホタルイカ、シロエビ、キュウリエソおよびマイワシを使用し、週 3～6 回給餌した。産卵期の浅所移動に伴う水温上昇を考慮して 6 月から 9 月にかけて飼育水温を徐々に上昇させた。7 月下旬～10 月中旬まで採卵槽に採卵ネットを設置し、飼育水槽からオーバーフローした飼育水を受け、産卵の有無を確認した。

2) 人工飼育魚の親魚養成による採卵

平成 29 年度に富山県水産研究所で生まれ、養成した人工飼育魚（7 歳）のメス 1 尾とオス 5 尾を屋外の円形コンクリート水槽（約 10 m³）に収容し、親魚を養成した。餌にはモイストペレットを使用し、週 3～6 回給餌した。飼育水温の調整と産卵の確認は、屋外 10 m³水槽で飼育した天然魚と同様とした。

3) メスを増やす技術の開発「大豆イソフラボン給餌試験」

アカムツ種苗生産では、種苗の性別が極端にオスに偏る（98%以上）ことが課題となっている。令和 3～4 年度に本委託事業において、大豆イソフラボンを配合餌料に魚油で展着し、32 日齢（TL: 12±1 mm）から放流サイズの 129 日齢（52±4 mm）まで与えたところ、ゲニステイン濃度 1000 µg/g 区において、約 10%をメスにすることに成功した。

令和 7 年度は、大豆イソフラボンの給餌によりメスの割合をさらに高め、性分化時期を明らかにすることを目的とし、令和 6 年度に開始した以下の飼育試験を継続した。

配合餌料に魚油で大豆イソフラボンを展着し（以下イソフラボン餌）、ゲニステイン濃度が A 区：2000 µg/g、B 区：1000 µg/g、対照区：0 µg/g（魚油のみ）になるよう調整した。試験

には、500 L の円形水槽（各区 2 試行）を使用し、各水槽にふ化仔魚を 8,000 尾収容して種苗生産を実施した。試験区別の配合餌料給餌の概要について Table 1 に示す。18 日齢（TL：5.9 mm）からイソフラボン餌の給餌を開始し、25 日齢（TL：7.8 mm）時に餌付いたことを確認した。A 区と B 区については、現行の放流サイズである全長 50 mm に到達した時点（95 日齢）でイソフラボン餌の給餌を止めた。飼育密度を適正に保つため、96～97 日齢時に別の 500 L 水槽（3 濃度区×2 試行＝6 水槽）に稚魚を各水槽から 400 尾ずつ分槽した。また、A 区、B 区については、放流サイズを現行の 50 mm よりも大きい 60 mm に変更した場合を想定し、120 日齢まで各濃度のイソフラボン餌を与える A α 区と B α 区を新たに設け、500 L 水槽を 4 水槽（2 条件×2 試行）追加で用意し、A 区と B 区の水槽から稚魚を 400 尾ずつ分槽した。98 日齢より給餌を再開し、120 日齢まで A 区、B 区および対照区には、魚油のみを添加した配合餌料を与え、A α 区と B α 区にはイソフラボン餌を与えた。121 日齢以降は、全ての水槽に無添加の配合餌料を給餌した。令和 7 年度も飼育を継続し、311～312 日齢（平均全長 101.7 $\pm$ 5.3 mm）時に各水槽から 25 尾ずつ取り上げ、常法により生殖腺の組織切片を作成し、光学顕微鏡下で観察した。卵母細胞を確認できた個体をメス、精母細胞か B 型精原細胞を確認できた個体をオス、雌雄に特異的なこれらの性細胞を確認できない個体を未分化と定義し、性別を判定した（Fig.1）。

4) 早期性判別技術の開発（副次的成果）

メスを増やす技術の開発に伴い、放流前サイズ（50 mm）までにその効果を評価するためには、早期に性別を判別する技術の確立が不可欠である。令和 6 年度の本委託事業において、放流サイズである 50 mm の段階では性分化が未完了であり、組織学的手法による種苗の性判別は困難であることが明らかとなった。

そこで令和 7 年度は、分子生物学的手法による早期性判別技術の開発を目的とし、性判別に利用可能な遺伝子マーカーの探索を行った。令和 4 年生まれの人工種苗オス（3 歳齢）、および富山湾産天然メス（推定 5 歳齢）各 1 個体から RNA を抽出し、RNA-seq 解析を実施した。得られたデータから雌雄間で発現差のある遺伝子を抽出し、その中から性分化関連遺伝子を選定してマーカーを作製した。さらに、作製したマーカーを用いて qPCR 解析を行うとともに、アカムツの雌雄各組織から抽出した RNA を用いた従来型 PCR 解析を実施し、特にヒレ組織を用いた非致死的な性判別法への応用可能性について検討した。

【研究成果の概要】

1) 天然魚の親魚養成による採卵

今年度も昨年度と同様に天然魚の水槽内での自然産卵が確認された。25 m³ 水槽では、6 月下旬以降、令和 6 年度よりも早く水温を上昇させたところ（Fig.2）、昨年度よりも約 1 ケ月早い 7 月 30 日に 20 万粒、8 月 6 日に 25 万粒の卵が得られたことから（産卵水温：19.1℃、19.9℃）、早期採卵につながる成果となった。しかし、ふ化率はそれぞれ、3.3%、0.4%と低い値を示したことから、原因を究明する必要がある。

10m³水槽では、7月下旬、8月中旬、9月下旬および10月上旬に合計8回の産卵が認められた（産卵水温：18.6～20.7℃）（Fig.3）。1回あたりの産卵量は1万5千～4万6千粒で、合計28万6千粒得られたが、卵割しなかったことから未受精卵であった可能性が高い。

2) 人工飼育魚の親魚養成による採卵

10m³水槽で養成した人工飼育魚では、自然産卵が確認されなかったことから、メス1尾にゴナトロピンを500 IU/kgの濃度で注射したが、産卵には至らなかった（9月下旬）。

3) メスを増やす技術の開発「大豆イソフラボン給餌試験」

ゲニステイン濃度区別、試行別の性別の割合をFig.4に示す。各試験区および試行における性的に未分化な個体の割合は68～100%と高い値を示し、生殖腺組織切片を作成した311～312日齢（平均全長101.7±5.3 mm）では性分化がまだ完了していないことが示唆された。本試験よりも成長が遅かった平成29年度に種苗生産したアカムツでは、全長93.5±5.6 mm（398日齢）の時点で性分化が完了していたことから（福西未発表）、本種の性分化には、体サイズだけでなく日齢も関係していると考えられる。

本試験では、未分化の割合が高かったことから、ゲニステインのメス化効果を十分に検証することができなかった。しかし、Aα区（2000 μg/gで60 mmまでイソフラボン餌を給餌）においては、メスの割合が12%（試行①：8%、試行②：16%）となり、これまでに種苗生産した中で最も高い値を示したことから、現状では最もメスの割合を高くできる条件の可能性はある。

4) 早期性別判別技術の開発（副次的成果）

RNA-seq解析により雌雄間で発現差のある遺伝子を抽出した結果、オス特異的発現遺伝子15,207遺伝子、メス特異的発現遺伝子11,528遺伝子、雌雄双方で発現が確認された遺伝子1,404遺伝子が同定された。

これらの中から、他魚種で性分化関連遺伝子として知られる *cyp11b1*、*dmrt1*、*amh*、*foxl2a*、*wnt-4a*、および生殖腺特異的遺伝子 *vasa* を候補として選定し、さらに内部標準遺伝子として *actb* を用いてプライマーを設計した（Fig.5）。これらの遺伝子について qPCR による発現量解析を実施した結果、*cyp11b1*、*dmrt1*、*amh*、および *foxl2a* において雌雄間で顕著な発現差が認められた（Fig.6）。これらの結果から、これらの遺伝子は雌雄判別マーカーとして有用である可能性が示唆された。

さらに、アカムツの各組織から抽出したRNAを用いて候補マーカーに対する従来型PCR解析を実施したところ、*foxl2a* がメスのヒレ組織において発現していることが確認された（Fig.7）。このことから、ヒレ組織の一部を用いた非致死的な性別判別法への応用可能性が示された。

【次年度に向けた提言】

令和7年度の親魚養成では、令和6年度よりも早いタイミングで昇温したところ、7月下旬～8月下旬に自然産卵し、早期採卵技術につながる成果が得られたが、ふ化率が低い

ことが課題である。安定的に産卵する飼育条件を明らかにするため、次年度は、令和6年度よりも遅いタイミングで水温を上昇させ、天然魚の産卵盛期である9月上旬に自然産卵により受精卵を得ることを試みる。

大豆イソフラボン試験については、A α 区（2000 $\mu\text{g/g}$ で 60 mm までイソフラボン餌を給餌）において最大で 16% までメスの割合を高めることに成功したが、全長約 100 mm でも未分化個体が多く、最終的にメスになる個体の割合は明らかにできなかった。飼育環境下で成長すると性別がオスに偏るが、全長 50 mm で放流した性的に未分化の種苗が天然海域で成長した場合の性比は不明であることから、今後は採捕された放流魚の性別を調べる必要がある。また、放流サイズを現行より小さくし（例えば 40 mm）、性分化が進む前に放流することも検討する必要がある。

RNA 解析については、候補として絞り込まれたマーカーが、放流日（50 mm）に使用可能かを、今後凍結サンプルを用いて検証していく。また、併せて *foxl2a* 遺伝子がヒレをカットすることによる非致死的な性判別利用可能かも検討する必要がある。

Table. 1 大豆イソフラボン給餌試験の給餌条件の概要

		A区 (2,000 $\mu\text{g/g}$)	B区 (1,000 $\mu\text{g/g}$)	対照区 (0 $\mu\text{g/g}$)	A α 区 (2,000 $\mu\text{g/g}$)	B α 区 (1,000 $\mu\text{g/g}$)
18日齢 (TL: 5.9 mm)	配合 給餌開始	配合 + 魚油 + 大豆 イソフラボン	配合 + 魚油 + 大豆 イソフラボン	配合 + 魚油		
25日齢 (TL: 7.8 mm)	配合 摂餌開始					
95日齢 (TL: 51 mm)	A, B区 イソフラボン餌 終了					
96~97日齢	無給餌 計数・分槽				A区より 分槽	B区より 分槽
98日齢	配合給餌再開 (A α , B α 区開始)	配合 + 魚油	配合 + 魚油	配合 + 魚油	配合 + 魚油 + 大豆 イソフラボン	配合 + 魚油 + 大豆 イソフラボン
120日齢 (TL: 60 mm)	A α , B α 区 イソフラボン餌 終了					
121日齢以降	全区に何も添加しない配合給餌	配合	配合	配合	配合	配合

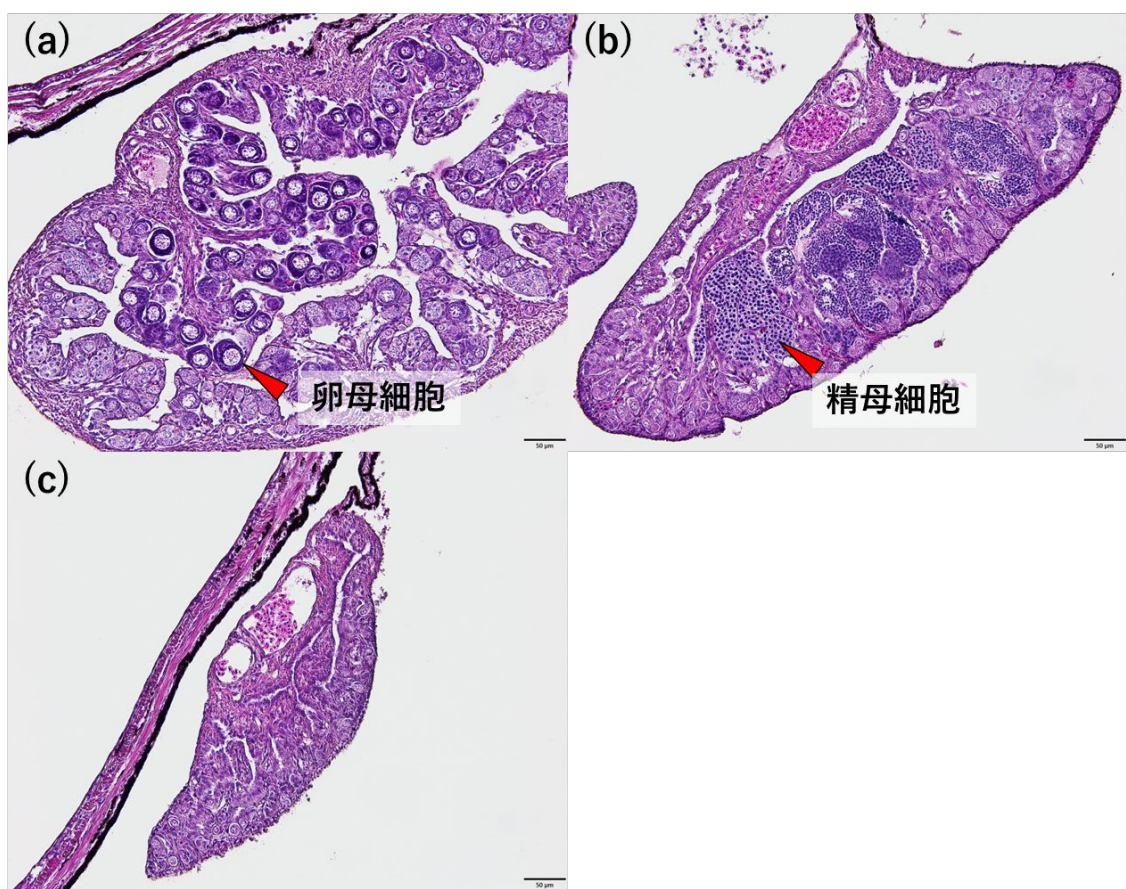


Fig.1 311～312 日齢時の生殖腺組織切片の一例 (a) :メス、(b) :オス、(c) :未分化

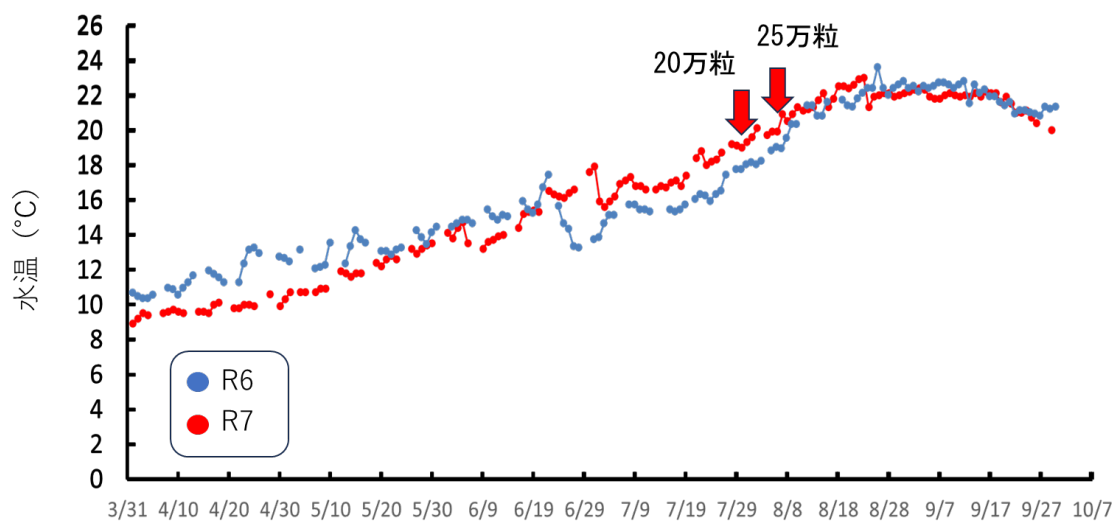


Fig.2 屋内 25m³ 水槽で養成した天然親魚の飼育水温の経時変化と産卵日

青は令和 6 年度を、赤は令和 7 年度を示す。

赤矢印は令和 7 年度の産卵日と産卵量を示す。

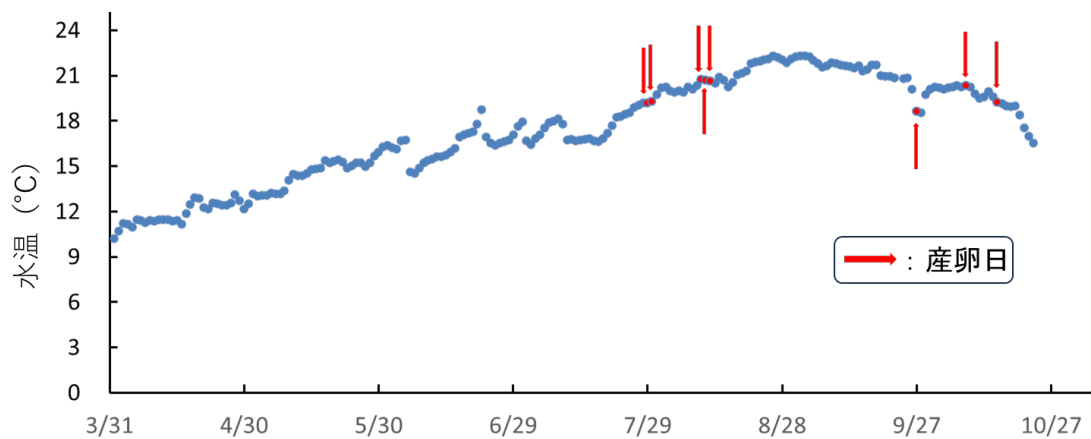


Fig.3 屋外 10m³ 水槽で養成した天然親魚の飼育水温の経時変化と産卵日

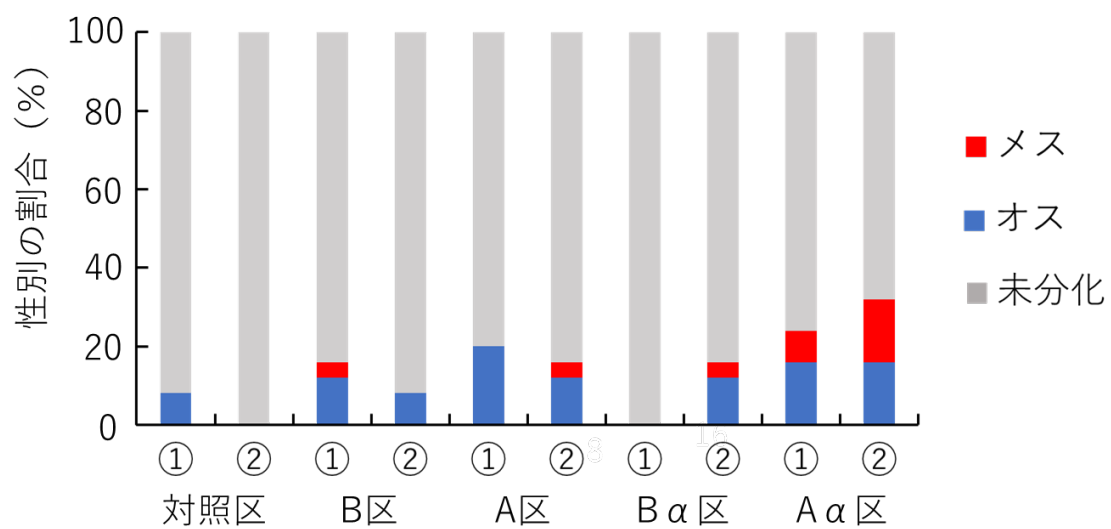


Fig.4 ゲニステイン濃度区別、試行別の性別の割合

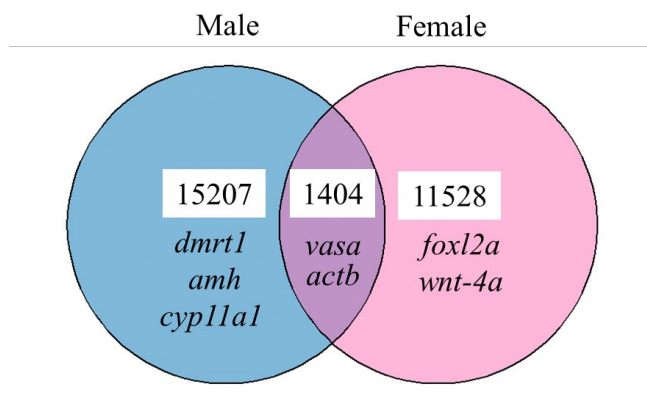


Fig.5 RNAseq 解析によって得られた雌雄特異的遺伝子

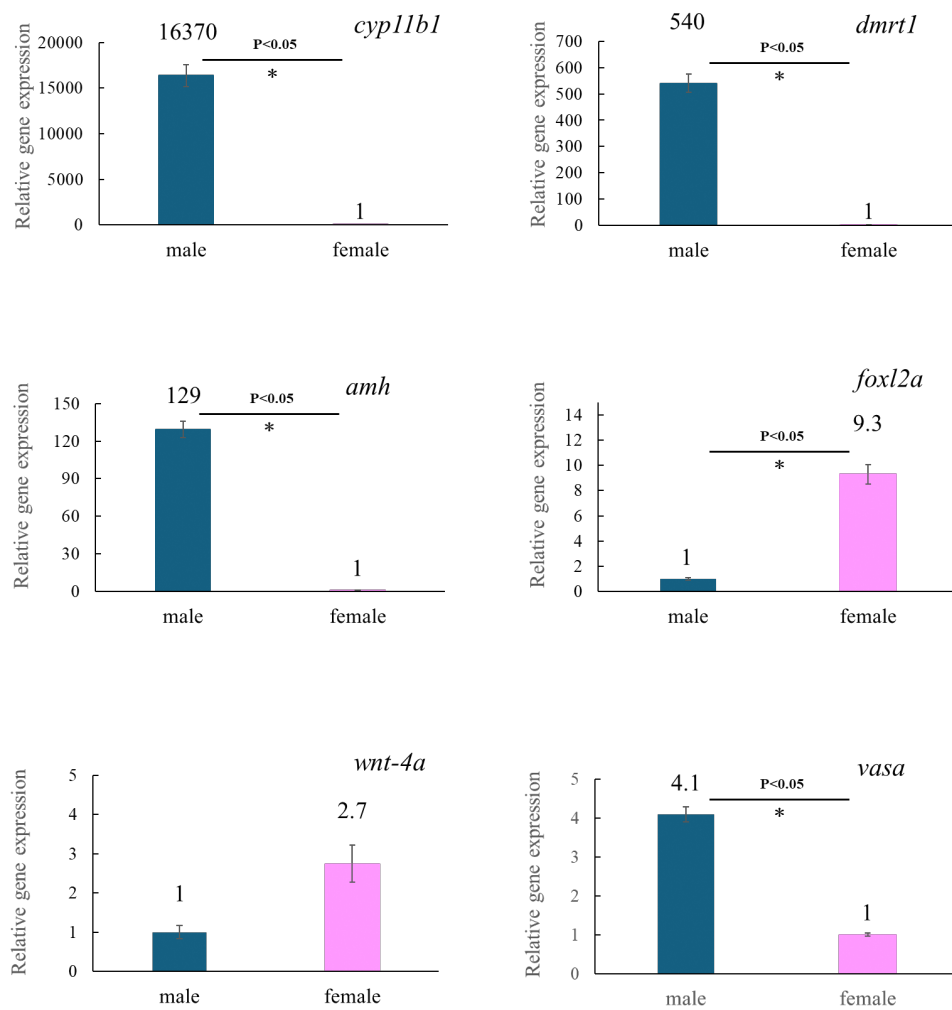


Fig. 6 qPCR による遺伝子発現解析結果

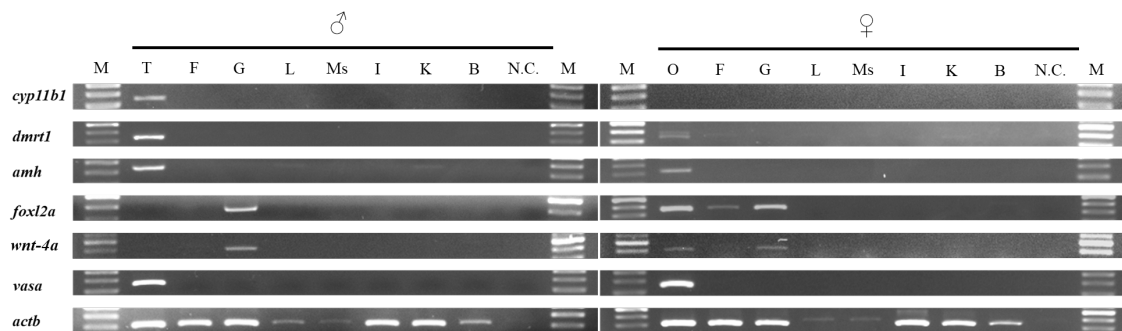


Fig. 7 各組織における従来型 PCR 結果 (M:マーカー, T:精巣, O:卵巣, F:鰾, G:鰓, L:肝臓, M:筋肉, I:腸, K:腎臓, B:脳, N.C.:ネガコン)

ウ 効果の高い放流手法の開発

①アマダイ類の放流技術の開発

山口県水産研究センター

三好博之

【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要望が強い魚種の1つであることから、本県では種苗生産技術の開発や安定生産に向けた技術確立を進め、令和8年度から種苗生産の事業化が見込まれている。一方で、本種は放流効果に関する知見がなく、放流調査手法も不明であることから、今後の効果的な栽培漁業の実現に向けては、本種の放流後の移動生態や移動範囲などの行動様式を明らかにするとともに、放流後の生残性向上に資する放流適地や放流手法の開発が求められている。

このため、本事業では種苗生産技術の開発とともに令和元年から令和3年にかけて山口県瀬戸内海に腹鰭抜去標識を施した種苗を4.5万尾、また、令和5年から令和6年にかけては山口県日本海に腹鰭抜去標識を施した種苗を2.2万尾放流してきた。しかしながら、これまでに再捕報告は得られていない状況にあり、特に、主たる市場がないなど研究員が漁獲後のシロアマダイを直接確認することができず、再捕者の発見による報告を頼りとした調査となっている瀬戸内海側での調査については、本種に適した標識放流調査手法を含めた検討が必要となっている。

このことから本年度は、本種の放流後の移動生態の把握や放流適地の検討を目的として、本種に適した装着型外部標識を検討し、標識放流調査を継続するとともに、バイオテレメトリ調査により放流後の回遊範囲や行動生態を調べることにより、本種の放流効果調査の進展を図る。

【研究方法】

1) 日本海での鰭抜去標識放流調査

(公社)山口県栽培漁業公社に生産委託し生産された5,000尾の種苗(平均TL56.3mm, N=49)を、長門市仙崎湾内の紫津浦湾地先に放流した。放流は6月20日に実施し、湾奥部の岸壁から約4,000尾、湾央部の海上から約1,000尾と2ヵ所に分け放流した(図1)。放流した種苗は標識として左腹鰭を抜去した。

2) 瀬戸内海での装着型外部標識放流調査

(公社)山口県栽培漁業公社に生産委託し生産された約5,000尾の種苗を中間育成し、生残した602尾の種苗(平均TL145.2mm, N=42)を供試魚とした。

また、装着型外部標識の検討として、シロアマダイ種苗への生体負荷及び視認性の

観点からリボンタグ、ディスクタグ、VI ソフトタグの 3 種類の装着型外部標識（図 2）を試験することとし、生残個体を 3 種類のいずれかで標識し 9 日間の経過観察期間を設け、瀬戸内海海域の漁港内に放流した（図 3）。放流は 11 月 21 日、12 月 3 日、5 日の 3 回に分けて実施し、いずれも漁港内の岸壁から放流した。

3) バイオテレメトリー調査

長門市仙崎湾内における放流個体の放流後の移動行動を調べるため、超音波発信機（Inovasea 社製コード化ピンガー V7D 型（捕食を検知）または V6 型、69kHz）を外科的手術で放流魚の腹腔内に装入した。

発信機からの音波が受信機（Inovasea 社製 VR2W）に捕捉されると、その発信機の個体番号と受信した時刻が受信機内部のメモリーに記録される仕組みとなっており、受信機は湾内 6 ヶ所（図 4）に設置し、定期的に受信機を回収してデータを解析した。

令和 6 年度に 8 個体のシロアマダイ種苗（平均 TL171mm, N=8）を長門市仙崎湾内の紫津浦湾地先に放流しており、令和 7 年度は 14 尾の種苗（平均 TL172mm, N=14）を供試魚として同地先に放流した。

【研究成果の概要】

1) 日本海での鰭抜去標識放流調査

6 月 20 日に長門市仙崎湾内の紫津浦湾地先に 5,000 尾の左腹鰭抜去標識種苗を放流した。約 4,000 尾は岸壁からホースを用いてサイフォンにより放流し、水面を漂う個体が数十尾程度確認されたが、多くの個体は浮上することなく放流することが出来た。また、約 1,000 尾は湾中央部において船舶からたも網を用いて放流し、放流後すぐに潜行していく様子が確認された。いずれも、放流場所周辺には鳥類の蟄集は確認されず、鳥類からの食害は確認されなかった。

2) 瀬戸内海での装着型外部標識放流調査

i 装着型外部標識の検討

概ね 5 ヶ月間の期間、全長約 56mm から約 140mm になるまで中間育成したシロアマダイ種苗を水産用麻酔薬（FA100）で麻酔し、リボンタグを 150 尾、VI ソフトタグを 222 尾、ディスクタグを 230 尾に装着し、標識後から放流日までの 9 日間、水槽内で飼育し死亡及び標識の脱落の有無を確認した。（表 1）

リボンタグ装着種苗 150 尾は 9 日間に 9 尾が死亡し、6 尾の標識脱落が確認された。ディスクタグ装着種苗 230 尾は 9 日間に 14 尾が死亡し、7 尾の標識脱落が確認された。VI ソフトタグ装着種苗 222 尾は 9 日間に 5 尾が死亡した。VI ソフトタグの脱落状況については、標識が小さくまた、種苗の頭部皮下に埋め込んでいることから、水槽内を遊泳している状況下では目視により確認することが困難であった。

短期間の比較結果であるが、1尾を標識するのにかかる時間や標識装着時に魚体を与える負荷を加味した作業性、標識の視認性、標識の残存性の評価から、シロアマダイ標識に適する装着型外部標識はリボンタグが有用であるものと考えられた。

ii 装着型外部標識種苗の放流

11月21日、12月3日、5日に瀬戸内海域の漁港内に計561尾の装着型外部標識種苗を放流した(表1)。放流は、漁港内の岸壁からホースを用いてサイフォンにより放流する手法と放流用カゴ(図3)を用いる放流手法の2通りにより実施した。放流後に水面を漂う個体はほとんど確認されず、また、放流と同時に実施したROVによる水中撮影では、岸壁と海底の間隙や転石帯に放流種苗が逃避する様子も確認された。

iii 標識放流試験の周知

本県瀬戸内海側においては、標識放流魚は再捕者の発見による報告が頼りであることから、装着型外部標識種苗の再捕報告が得られるよう試験を実施していることを周知するチラシを作成し、瀬戸内海海域の漁協や市場、計44ヶ所に配布し再捕報告を依頼した。

3) バイオテレメトリー調査

i 令和6年度放流個体の移動状況

令和7年1月に放流後、令和7年10月に受信機を回収し、放流から発信機の電池寿命(V7D型:約227日、V6型:約202日)までの受信データを用いて、令和6年度に放流した8個体(V7D型発信機装入2個体、V6型発信機装入6個体)の各受信機の検知状況を確認した。

令和6年度の調査において、放流後約1ヶ月の受信状況結果として放流場所(紫津浦湾地先)付近に設置した受信機での検知により、放流個体のうち3個体が放流翌日には放流した湾奥部から湾口部に向けた移動をしていたこと、また1個体が放流日の翌日に捕食されていたこと、残りの個体については調査海域に設置したいずれの受信機にも検知されなかったことを報告¹⁾しており、その後の移動状況の確認として実施したが、回収した全ての受信機に令和6年放流個体は検知されていなかった。

ii 令和7年度放流個体の移動状況

供試魚としたシロアマダイ種苗は、水産用麻酔薬(FA100)により麻酔し、2個体にV7D型発信機を、12個体にV6型発信機をそれぞれ腹腔内装入し、標識としてリボンタグを装着(表2、図5)のうえ、5日間の経過観察期間を設け12月10日に令和6年度試験と同様に長門市仙崎湾内の紫津浦湾地先に放流し、令和7年12月から令和8年2月まで(放流後2ヶ月)の受信データを用いて、令和7年度に放流した14個体の各受信機の検知状況を確認した。

放流個体のうち2個体が放流場所(紫津浦地先)付近の受信機で検知され、2個体のうち1個体は放流の翌日、もう1個体は放流の7日後に捕捉されていた。(表3) 残

りの 12 個体については、いずれの受信機においても検知されておらず、湾奥部に滞留している可能性が考えられた。

一方で、昨年度と同様に受信機に検知された放流魚はいずれも放流後、数日間で湾奥部から湾中央部に向け移動している状況であることから、放流種苗は放流後の早い段階でより水深の深い場所に向け移動するとも考えられ、また受信機に検知されていない湾奥部に滞留している可能性のある個体の生存や分布状況など、滞留状況を確認する必要があることが考えられた。

【次年度に向けた提言】

令和元～7 年度に、本県に約 7.2 万尾の標識種苗を放流した。一方で、本年度においても市場調査等による標識放流魚の再捕実績は得られていない状況にあり、放流調査の周知と市場調査を進めていく必要がある。

本県日本海側においては、引き続き、腹鰭抜去標識による放流調査を継続するとともに、瀬戸内海側での装着型外部標識を用いた標識放流試験においては、本年度の調査結果を踏まえ、リボンタグによる標識を基本とし、日本海側と同様に放流種苗サイズである TL70mm 程度の種苗を供試魚とすることで、より放流事業の実態に即した試験を実施していきたい。また、放流直後の移動生態や放流適地の検討を進めるため、バイオテレメトリ調査においては、船舶に受信機を積載して既設の受信機では捉えられていない湾奥部の滞留状況など、仙崎湾内における機動的な探索調査や、放流適地性のある候補地の探索を検討していきたい。

参考文献

- 1) 水産庁 (2025). 令和 6 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・甲殻類) 調査報告書. 48-57.

【参考】これまでの本県での標識放流の状況

放流日	平均全長 (mm)	放流尾数(尾)	標識方法	海域
令和元年11月24日	110	3,000	左腹鰭カット	瀬戸内海
令和2年8月7日	75	24,000	右腹鰭抜去	瀬戸内海
令和2年8月11日	85	10,000	右腹鰭抜去	瀬戸内海
令和2年9月28日	107	850	右腹鰭抜去	瀬戸内海
令和2年10月15日	119	400	右腹鰭抜去	瀬戸内海
令和3年9月1日	81	3,500	左腹鰭抜去	瀬戸内海
令和3年9月3日	81	3,500	左腹鰭抜去	瀬戸内海
令和5年7月21日	56	17,000	左腹鰭抜去	日本海
令和6年7月12日	85	5,000	右腹鰭抜去	日本海
令和7年6月20日	56	5,000	左腹鰭抜去	日本海
令和7年11月21日	145	135	リボンタグ	瀬戸内海
令和7年12月3日、5日	145	217	VIソフトタグ	瀬戸内海
令和7年12月3日、5日	145	209	ディスクタグ	瀬戸内海



図1 日本海での腹鰭抜去標識放流調査の実施場所



図2 3種類の装着型外部標識



図3 瀬戸内海での装着型外部標識放流調査の実施場所及び使用した放流用カゴ

表1 装着型外部標識の装着試験及び放流結果

標識装着日	標識種類	装着尾数	放流日	標識放流尾数	備考
2025/11/12	リボンタグ	150	2025/11/21	135	死亡：9尾、標識脱落：6尾
2025/11/26	VIソフトタグ	222	2025/12/3,5	217	死亡：5尾
	ディスクタグ	230	2025/12/3,5	209	死亡：14尾、標識脱落：7尾
合計	標識装着尾数	602	標識放流尾数	561	

標識番号・記号

リボンタグ：YG001～152、VIソフトタグ：N00～99、O00～99、N12～34、ディスクタグ：山口水研001～230

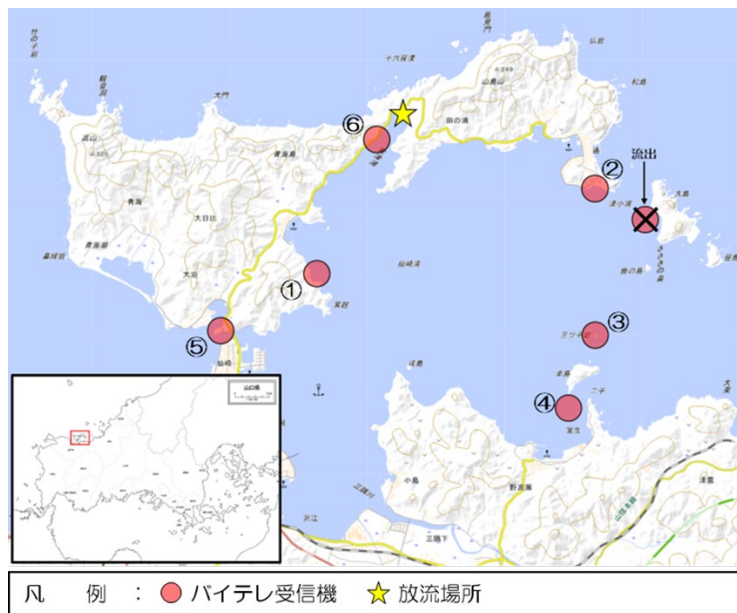


図4 バイオテレメトリー試験の調査海域図

表2 バイオテレメトリー調査の供試魚としたシロアアマダイ種苗

No	魚種	発信器ID	発信機タイプ	装着日	漁獲場所(漁法)	生産年度	全長 mm	体重 g	タグ
7-1	シロアマ	44272	V6-2L	2025/12/5	人工種苗	R7	174	64.3	YG172 ピンク
7-2	シロアマ	44273	V6-2L	2025/12/5	人工種苗	R7	162	55.5	YG156 ピンク
7-3	シロアマ	44274	V6-2L	2025/12/5	人工種苗	R7	158	51.7	YG171 ピンク
7-4	シロアマ	44275	V6-2L	2025/12/5	人工種苗	R7	158	53.8	YG162 ピンク
7-5	シロアマ	44276	V6-2L	2025/12/5	人工種苗	R7	170	66.0	YG164 ピンク
7-6	シロアマ	44277	V6-2L	2025/12/5	人工種苗	R7	162	54.4	YG174 ピンク
7-7	シロアマ	44278	V6-2L	2025/12/5	人工種苗	R7	178	69.5	YG170 ピンク
7-8	シロアマ	44279	V6-2L	2025/12/5	人工種苗	R7	175	62.7	YG173 ピンク
7-9	シロアマ	44280	V6-2L	2025/12/5	人工種苗	R7	173	65.9	YG158 ピンク
7-10	シロアマ	44281	V6-2L	2025/12/5	人工種苗	R7	175	64.3	YG161 ピンク
7-11	シロアマ	44282	V6-2L	2025/12/5	人工種苗	R7	173	61.3	YG163 ピンク
7-12	シロアマ	44283	V6-2L	2025/12/5	人工種苗	R7	175	75.1	YG176 ピンク
7-13	シロアマ	6046	V7D-2L	2025/12/5	人工種苗	R7	178	73.5	YG153 ピンク
7-14	シロアマ	6047	V7D-2L	2025/12/5	人工種苗	R7	191	89.8	YG155 ピンク

	全長(mm)				体重(g)			
	平均	SD	最大	最小	平均	SD	最大	最小
V6-2L	169	7	178	158	62	7	75.1	51.7
V7D-2L	185	7	191	178	82	8	89.8	73.5
全体	172	9	191	158	65	10	89.8	51.7

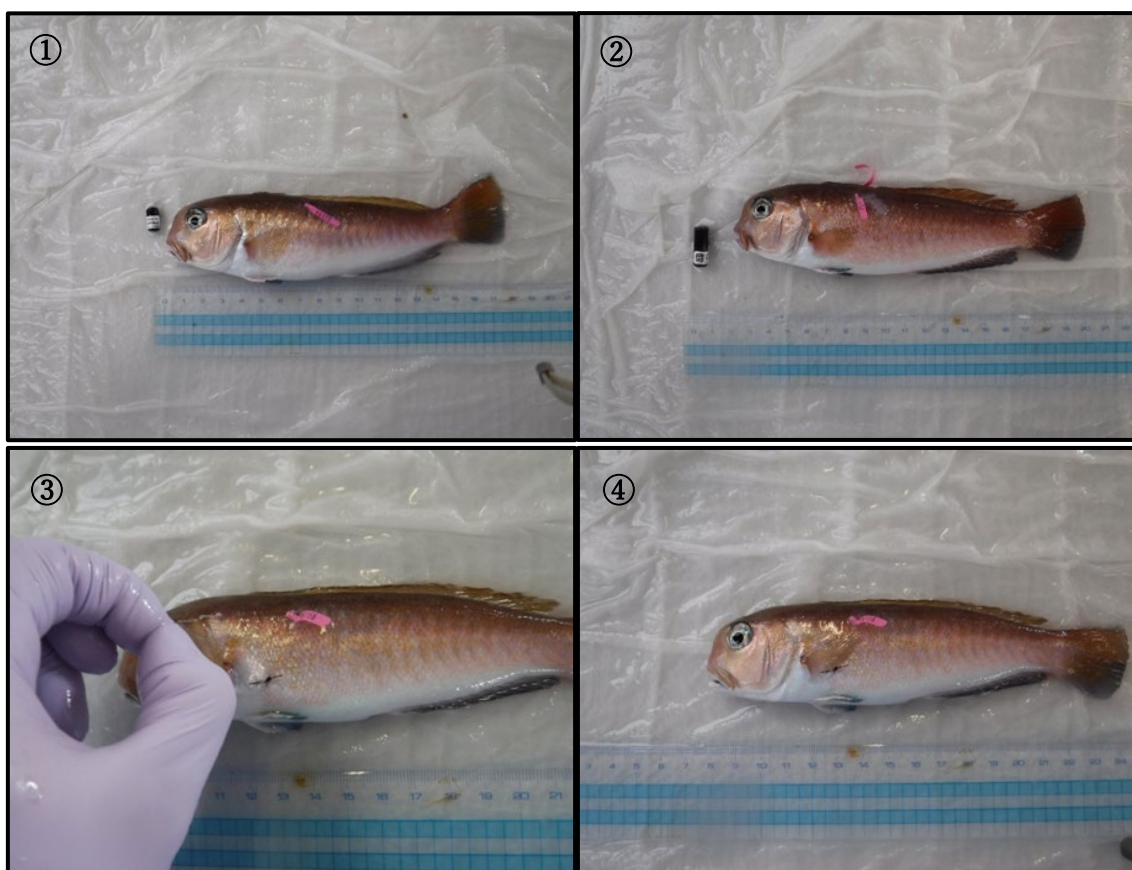


図5 発信機を装入したシロアマダイ（①V6 型発信機と供試魚、②V7D 型発信機と供試魚
③縫合箇所、④手術後）

表3 令和7年度の放流シロアマダイの検知状況

受信機 S t : 紫津浦

No.	放流場所	放流日	捕捉期間①_開始日時	捕捉期間①_終了日時	捕捉日数
7-8	湾内（紫津浦）	2025/12/10	2025/12/11_16:37	2025/12/12_1:43	2日※
7-11	湾内（紫津浦）	2025/12/10	2025/12/17_1:07	2025/12/17_1:48	1日

※不連続に2回記録

効果の高い放流手法の開発

①アマダイ類の放流技術の開発

愛媛県水産研究センター栽培資源研究所

榎 浩樹・八木晴喜

【目的】

アマダイ類の生息域や移動範囲に関する調査を行うとともに、残存性及び視認性の高い外部標識等を用いた標識放流試験の有効性を検討することで、効果の高い放流手法の開発を行う。

【研究方法】

2) シロアマダイ生息域・移動範囲調査

令和7年2月から令和8年1月にかけて愛媛県八幡浜地区沿岸で漁獲されたシロアマダイ123尾の全長、体長及び体重を測定した。測定した全長から成長式¹⁾により年齢を推定した。

3) シロアマダイに有効な外部標識の開発

山口県から提供され当所で育成したシロアマダイ種苗(平均全長:154.9cm、平均体長:128.3cm、平均体重:51.3g)を試験に用いた。試験区として、VIソフトタグ区、ディスクタグ区、アンカータグ区、リボンタグ区の4区を設定し、さらに外部標識を装着しない対照区を1区設けた。個体ごとに、0.1%2-フェノキシエタノール海水で麻酔をかけ、標準体長、全長及び体重を測定後、内部標識タグを試験魚の左肩部分に挿入した。その後、VIソフトタグは頭部、その他の外部標識は左背側中央部に装着した。装着後、試験区ごとに用意した珪砂入り500Lパンライト水槽に、各区10尾ずつ試験魚を入れ、餌は配合餌料(日清丸紅飼料 ピアゴールド5号)を1日1回定量給餌した。死亡数、標識の脱落、巣穴形成の確認を2か月間にわたって毎日行い、1か月ごとに試験魚の体重を測定した。

【研究成果の概要】

4) シロアマダイ生息域・移動範囲調査

漁獲された123尾の測定結果は平均全長408mm、平均全長332mm、平均体重911gであった。全長から推定した年齢組成を図1に示す。雌雄の内訳は、雄が64尾、雌が59尾であった。推定した年齢組成より、八幡浜地区では2歳魚から漁獲され、2～3歳魚の個体が漁獲主体であることが分かった。

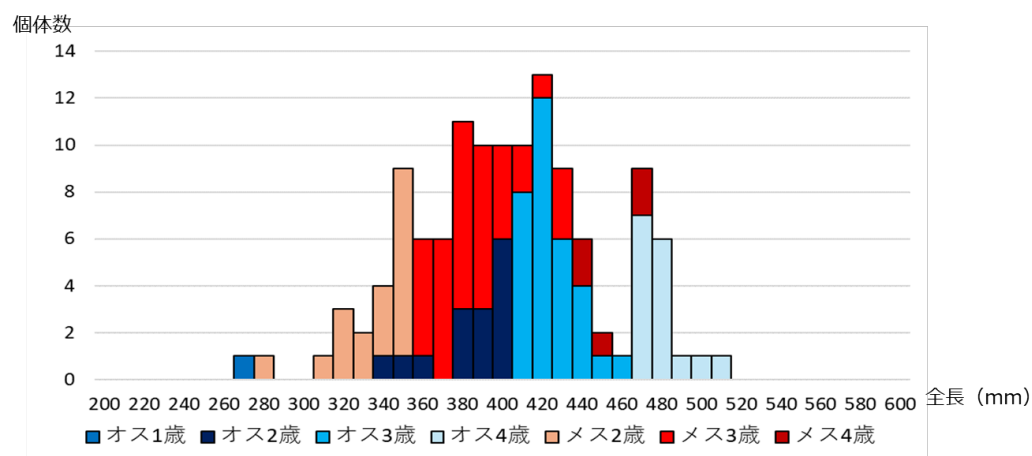


図1 年齢組成分布

5) シロアマダイに有効な外部標識の開発

各試験区の最終日に測定したシロアマダイ稚魚の平均体重は、VI ソフトタグ区で 56.4g、ディスクタグ区で 62.5g、アンカータグ区で 63.0g、リボンタグ区で 65.3g、対照区で 52.5g であった。また、各試験区の魚体増重率はそれぞれ、16.2%、25.9%、13.1%、19.0%、10.1% であった。各試験区の累積死亡率はそれぞれ、VI ソフトタグ区及びディスクタグ区で 10%、アンカータグ区で 20%、リボンタグ区で 0%、対照区で 30% であった。タグ脱落率においては VI ソフトタグ区で 40%、ディスクタグ区で 50%、アンカータグ区及びリボンタグ区では 0% であった。各試験区の巣穴形成については、すべての区ですり鉢状の窪み（図2）が確認された。これらの結果より、シロアマダイの成長を阻害せず脱落率も小さい、リボンタグが外部標識として有効であることが示唆された。

表1 各外部標識における結果

外部標識	増重率(%)	累積死亡率(%)	タグ脱落率(%)
VI ソフトタグ区	16.2	10	40
ディスクタグ区	25.9	10	50
アンカータグ区	13.1	20	0
リボンタグ区	19.0	0	0
対照区	10.1	30	—



図2 巣穴形成状況

【次年度に向けた提言】

今年度の水槽試験で有効性が示唆されたリボンタグを用いて、最適な装着位置の検討や漁場での放流試験等を実施する予定である。また、今回の試験ではシロアマダイの外部標識装着時の潜砂への影響が確認できなかったため、粒径条件等を再度検討する予定である。

【参考文献】

- 1) 後藤直登. 愛媛県宇和海におけるシロアマダイ *Branchiostegus albus* の基礎生態と年齢組成について. 黒潮の資源海洋研究 第24号, 139-144 (2023)

ウ 効果の高い放流手法の開発

② 甲殻類用標識（トラモアタグ）を利用した放流適条件の把握

水産研究・教育機構 水産技術研究所

佐藤 琢

大分県農林水産研究指導センター 水産研究部 北部水産グループ

内海訓弘・永田みのり

長崎市水産農林部 水産振興課 水産センター

古場正巳・岡咲昌汰・村瀬二美

【目的】

- ① 昨年に引き続き、瀬戸内海西部海域においてクルマ
- ② を対象として、トラモアタグを用いて標識した種苗を異なる時期に放流することによって、放流時期が再捕率に与える影響を調べ、現在の沿岸環境において資源造成効果の高い放流時期を把握する。また、より早い時期（5月下旬）での放流が資源加入成功率に与える影響も調べる。
- ③ また、放流地点における放流環境への馴致作業の有無がクルマエビ種苗の再捕率に与える影響を調べる。
- ④ クマエビを対象として、トラモアタグによる追跡可能な体サイズ範囲を広くすることを目的に、新しい形状のトラモアタグが保持される体サイズ範囲について飼育試験によって調べる。

【研究方法】

- ① 現在、多くの放流事業では放流種苗の生産スケジュールに合わせた放流がなされており、放流時期の決定に資源造成効果の高い「放流適期」を考慮しているケースは少ない。そこで、「放流時期の違い」がクルマエビ種苗の再捕率に与える影響を調べることを目的に、大分県の別府湾（2022－2023 年）および周防灘（2024－2025 年）において、これまでの野外実験から明らかとなっている「干潟における本種稚エビに対する捕食圧の季節変化（図 1）」を参考にして、捕食圧の異なる様々な時期にトラモアタグを装着した複数の種苗群（約 10,000 尾/群）を放流した（表 1）。放流環境に標識種苗を馴致するため、放流前日に標識種苗を放流地点へ移送し、事前に設置した合計 4 枚の被せ網（3×4m、図 2）へ収容した（約 2,500 尾/被せ網）。収容から約 24 時間後に被せ網を撤去することによって馴致放流を行った。放流後は、漁業者や市場関係者からの再捕報告の収集およびサンプル購入を行い、標識個体の再捕情報を得た。

② 現在、放流事業においては種苗の放流環境への馴致作業が推奨されているが、漁業従事者の減少や高齢化によって馴致作業の実施が難しい事例が出てきている。これまでの野外実験から明らかとなっている「干潟における本種稚エビに対する捕食圧の季節変化(図1)」を考えると、捕食圧の低い6月以前の早期放流ならば、もしかしたら馴致作業がなくても放流効果を期待できるかもしれない。そこで、馴致作業の有無がクルマエビの早期放流の放流効果に与える影響について調べることを目的に、2024年6月に大分県の周防灘において、左もしくは右の眼柄部へ赤色、黄色、白色、水色、黄緑色の5色のトラモアタグうちひとつを装着することによって合計10群(体長 61.1 ± 2.6 mm, 約2,000尾/群)の放流群を設定した(表2)。それら放流群を、馴致作業を施した5群(馴致群:左眼柄への装着×5色)と施さない5群(非馴致群:右眼柄への装着×5色)に分けて放流した(表2)。馴致群の放流環境へ馴致方法および再捕情報の取得方法は上記実験①と同様とした。非馴致群の放流は干潟からの捕食者が少なくなる干潮時に砂浜干潟のタイドプールに標識種苗を直接放流した。

③ クマエビを対象に、新しい形状のトラモアタグが使用可能な体サイズ範囲を明らかにすることを目的に、飼育実験を行った。現行のトラモアタグは直径1.5mmの穴を有しており、タグの装着時にはアプリケーターを使用してこの穴を一時的に伸ばして大きくし、その穴にエビの眼球を通すことによって、トラモアタグは眼柄部に装着される。装着したトラモアタグの穴より眼球が大きい場合、トラモアタグは眼球に引っかかることによって脱落することなく、眼柄部に保持される。一方、眼球が一定のサイズより小さな個体では装着したトラモアタグは保持されずに脱落する。また、トラモアタグを装着した個体がある一定の体サイズを超えて大きくなるにつれ、成長に伴って太くなった眼柄部はトラモアタグの穴によって締め付けられるようになる。その結果、いずれトラモアタグの装着部である眼柄部から眼球部にかけて壊死が起こり、最終的には眼球部はトラモアタグと一緒に脱落する。以上のことから、トラモアタグには「装着可能な体サイズの下限」および「放流後に追跡可能な体サイズの上限」がある。

そこで、クマエビにおけるトラモアタグによる放流後の追跡可能な体サイズ範囲を広くすることを目的に、従来の直径1.5mmの穴を2.0mmに大きくした新しい形状のトラモアタグを試作した。新しい形状のトラモアタグを様々な体サイズのクマエビ種苗(体長範囲31-60mm、n=84)に装着して個別飼育することによって、新しいトラモアタグが遊泳や脱皮によって脱落しない「装着可能な体サイズの下限」について調べた。

【研究成果の概要】

① 本事業内の最近4年間に実施された標識放流調査の結果、6月以前に放流された群では再捕があるのに対して、7月以降に放流された個体はほぼ再捕されなかった(表1)。放流群および再捕数が少ないため、引き続き同様の調査を実施し、データ数を拡充する必要性はあるが、現在の沿岸環境では、干潟における本種稚エビに対する捕食圧の低い6月以前での放流が資源造成に効果的であると考えられた。現在、瀬戸内海各地では7月以降にも本種の種苗放流が多数

行われているが、その実施時期の検討・変更の提案につながる成果である。

ただ、最も早い時期（5月30日）での放流では、捕食圧が最も低い時期であることから、最も多くの再捕個体が得られることが期待されたが、その再捕個体数は6月放流群に比べて特に多くはなかった（表1）。より早い時期での放流での効果については、今後も引き続き調査する必要がある。

- ② 捕食圧の低い6月に実施した標識放流調査の結果、放流環境への馴致作業を行わなかった非馴致群においても再捕個体が得られ（表2）、その再捕個体数は馴致群よりも多かった（表2）。馴致群において、その放流作業の工程中に想定外の何らかの事象が起こったことによって再捕個体数が減少した可能性を排除することができず、更なるデータ蓄積による信頼性の向上が必要な状態であるものの、この結果は少なくとも馴致作業を行わなくても放流効果をあげることができることを明らかに示している。現在、漁業従事者の減少や高齢化によって馴致作業の実施が難しい状況が発生しており、本結果は効率的かつ省力的な種苗放流の実施につながる成果である。

【研究①、②の副次的成果】

本事業によって、大分県海域にて2020年代に実施された標識放流調査で得られた再捕個体数が徐々に増えてきた。その結果、資源状態が良好かつ海域の高水温化や貧栄養化が懸念されていなかった90年代（1998年）に大分県の同じ海域で実施された標識放流調査で得られた再捕個体と本事業で得られた再捕個体との間で、放流後の「推定日間成長量（放流後の体長増加量 / 放流から再捕までの日数, mm/日）」を比較することが可能となった。

そこで、ベイズ一般化加法混合モデルを構築して、推定日間成長量の年代による変動を評価した。モデルでは、推定日間成長量を応答変数とし、年代、性別、放流実施年（ともにカテゴリカル変数）、放流から再捕までの日数である放流後経過日数（非線形な連続変数）や各放流群の放流時体サイズ、放流時期（ともに線形な連続変数）を説明変数とした（表3、4）。その結果、推定日間成長量は性別や放流後経過日数によって大きく変化したが（表5、6）、年代による推定日間成長量への影響は非常に小さくかつ不明瞭であった（表5、7、図3）。

以上の結果から、高水温化や貧栄養化等が懸念されている現在の瀬戸内海においても、種苗放流による本種の資源造成、再生産能力の下支えが不可能ではない沿岸環境が維持されていることが示唆された。

- ③ 水槽での個別飼育の結果、新しい形状のトラモアタグは体長30～45mmにおいては脱落がみられたが、体長が45mmを越えた個体では脱落は一切見られなかった（図4）。このことから「装着可能な体サイズの下限」は体長45mmといえる。しかし、実際に標識放流調査を実施するには、標識装着から放流までの間に種苗は移送用水槽内等に非常に高密度な状況で収容される。この際、装着された標識を標識種苗間で引っ張りあうことによって、装着された標識が

脱落しうる。このような種苗間での物理的干渉による脱落の程度を下げるためには、装着可能な体サイズの下限より体サイズが大きく、よりトラモアタグが脱落しにくい種苗サイズに対してトラモアタグを装着するべきと考えられる。以上のことから、クマエビにおける「標識放流調査の現場における実効的な、装着可能な体サイズの下限」としては、おおよそ体長 55 mm 以上が適当であると推測された。

【クマエビに対する研究における副次的成果】

クマエビの逃避行動のひとつである潜砂行動から本種における放流適地を推定することを目的に、クマエビ種苗（体長 69.0 ± 10.4 mm、 $n=40$ ）を用いて、様々な底質における潜砂率を水槽実験によって調べた。実験水槽は水深 14 cm の流水条件とした（水温 $21.7\text{--}23.3$ °C）。長崎県橋湾の 5 カ所（飯香浦、為石、網場、有喜、木津）から採集した底質のそれぞれを実験水槽に深さ 3 cm で敷設することにより、底質の異なる実験水槽 5 種類を用意した。1 個体ずつ実験水槽にいれ、その潜砂行動について観察した。各個体は底質の異なる 5 つの水槽それぞれにて実験を行い、合計 5 回の試行を連続して行った。投入された個体の眼が砂に隠れた状態を「潜砂した状態」と定義した。なお、着底から 5 分以内に潜砂しなかった場合は「潜砂せず」として、その試行を打ち切った。Bonferroni 補正を適用した、Fisher の正確確率検定によるペアワイズ比較を行った結果、粗砂～細砂からなる「為石」や「木津」（ともに潜砂率 28%）よりも細砂～シルトからなる「網場」と「有喜」（ともに潜砂率 62%）において潜砂率が有意に高かった（ $P=0.03$ ）。このことから本種は泥っぽいところを好むことが示唆され、「網場」や「有喜」が橋湾における本種の放流適地候補として考えられた。

【次年度に向けた提言】

クルマエビの放流適期については、早期での放流が資源造成に効果的である傾向が示された。しかし、まだ放流群数や再捕個体数が少ないため、次年度以降も引き続き同様の調査を実施し、データ数の拡充を図る必要がある。また、より早い時期（5 月末）での放流群では、捕食圧の季節変化を考慮すると最も多くの再捕個体を得られると予想していたが、その数は多くはなかった。このことは捕食圧の季節変動に加えて、例えば捕食回避に影響を与えうる、より早期の低水温による成長速度の低下（つまり捕食圧の高い体サイズ範囲に放流種苗が長い期間にかけて留まること）等の他の要因が影響している可能性が考えられ、今後も調査を継続的に行う必要性が示された。

クルマエビの種苗放流における馴致作業の必要性の有無についての実験でも予想外な結果が得られた。捕食圧の低い 6 月での早期放流では、放流環境への馴致作業を行わなかった非馴致群においても再捕個体数が得られ、その再捕個体数は馴致群よりも多かった。放流時の馴致作業が推奨されている現在において、今回のこの結果は予想外な結果であった。馴致群においては、もしかしたら放流点への移送時および被せ網への収容時、被せ網内の馴致中等において想定外の何らかの事象が起こった結果、再捕個体数が減少した可能性も考えられる。早期放流に

おける放流馴致の有無については来年度も引き続き、検証を行う必要がある。

馴致作業を省略しても放流効果をあげられることを示す今回の結果は、効率的かつ省力的な種苗放流の実施につながる成果と考えられるが、その成果の解釈・利用には注意が必要と考えている。今回放流した非馴致群は、本種の潜砂行動に好適な環境と考えられる砂浜干潟にて、干潟からの捕食者が少なくなる干潮時にできるタイドプールに、放流直後の標識個体の密度が高くなりすぎないように広いエリアにかけて、直接放流を行っている。また、クルマエビ類の捕食者逃避行動のひとつに潜砂行動があるが、その潜砂行動にて使われる歩脚に欠損がない種苗を本調査では放流している。馴致作業を省略できるという結果だけを見て、例えば船上から砂底の浅瀬に歩脚の欠損した種苗を放流するような放流作業を本調査は推奨しているわけではない。現在の沿岸環境に適した放流方法の提案は丁寧に行う必要があるだろう。

クルマエビにおける新しい形状のトラモアタグの「標識放流調査の現場における実効的な、装着可能な体サイズの下限」は、おおよそ体長 55 mm 以上が適当であると推測された。現場での新しい形状でのトラモアタグの利用のためには、今後は長期間での飼育を行うことにより「装着可能な、つまり追跡可能な体サイズの上限」を明らかにする必要がある。また、クルマエビにおいても新しい形状のトラモアタグを利用することによって、放流後の追跡可能な種苗の体サイズ範囲が広くなり、より長い期間にかけて放流種苗を追跡することが可能になると考えられる。クルマエビにおいても水槽実験によって新しい形状のトラモアタグが使用可能な体サイズ範囲を明らかにする必要があるだろう。

表 1 実験①における標識放流群の概要

放流群	放流時期	標識装着箇所	体長 (mm)	放流尾数	再捕尾数
1	5 月 30 日	右眼	48.7 ± 3.6	9765	2
2	6 月 15, 16 日	右眼	53.4 ± 7.5	9911	5
3	6 月 21, 22 日	右眼	61.1 ± 2.6	9966	4
4	6 月 27 日	左眼	70.3 ± 5.7	8876	2
5	7 月 20 日	左眼	56.9 ± 1.8	9815	0
6	7 月 28, 29 日	左眼	53.4 ± 4.9	9786	1

表2 実験②における標識放流群の概要

馴致の有無	標識装着箇所	トラモアタグの色	放流尾数	再捕尾数
無	右眼	赤色	1991	6
		黄色	1993	4
		白色	1987	3
		水色	1988	1
		黄緑色	1995	2
有	左眼	赤色	1988	0
		黄色	1981	0
		白色	1989	1
		水色	1998	0
		黄緑色	1983	1

表3 ベイズ一般化加法混合モデルにおける変数の一覧

カテゴリ	変数	説明	尺度／変換
応答変数	推定日間成長量	放流から再捕までの推定日間成長量	元スケール
固定効果	年代	年代：1990年代（基準）／2020年代	カテゴリ
固定効果	性別	性別：雌（基準）／雄	カテゴリ
平滑項	放流後経過日数	放流から再捕までの日数	標準化
固定効果	放流時体サイズ	放流時の放流群の平均体長	標準化
固定効果	放流時期	5/27からの経過日数	標準化
ランダム効果	放流実施年	ランダム切片	カテゴリ

連続変数として扱った放流後経過日数、放流時体サイズ、放流時期は、推定前にZ変換（平均0・標準偏差1）によって標準化。

表4 ベイズ一般化加法混合モデルにおけるモデル構造と事前分布の設定（応答分布、固定効果・平滑効果・ランダム効果の構成、および各パラメータの事前分布）

モデル構造	項目	設定
尤度	推定日間成長量	Student の t 分布
固定効果	年代、性別、 放流時体サイズ、放流時期	線形項
平滑効果	$s(\text{放流後経過日数})$	ペナル化回帰スプライン (thin-plate 基盤)
相互作用平滑	$s(\text{放流後経過日数}, \text{by} = \text{年代})$	era 別の形状差を許容
ランダム効果	(1year)	年ごとのランダム切片
事前（回帰係数）	β	Student- t (3, 0, 1)
事前（切片）	α	Student- t (3, 0, 2)
事前（分散パラメータ）	$\text{sd}(\text{year}), \sigma$	Exponential (1)
事前（自由度）	ν	データから推定

Student の t 尤度は外れ値・重尾への頑健性を目的に採用。

表5 固定効果の事後要約と Markov Chain Monte Carlo 収束診断（事後平均（Mean）、標準偏差（SD）、95% 信用区間（CI）、rank-normalized split $\hat{R}$ 、Bulk ESS、Tail ESS）

効果（基準）	Mean	SD	95% CI	$\hat{R}$	Bulk ESS	Tail ESS
切片 (90 年代・雌・ $z=0$)	1.16	0.16	0.82–1.48	1.00	2850	2785
性別 (雄 vs 雌)	-0.15	0.02	-0.19–0.12	1.00	12978	5487
年代 (2020 年代 vs 1990 年代)	0.03	0.19	-0.34–0.44	1.00	2959	2990
放流時体サイズ	-0.01	0.02	-0.06–0.04	1.00	5029	5515
放流時期	-0.00	0.04	-0.07–0.07	1.00	5382	4798

表 6 ランダム効果および平滑項ハイパーパラメータの事後要約と収束診断（年ランダム切片の標準偏差、平滑項のスケール、残差スケールおよび Student の自由度 ν の推定値）

コンポーネント	Mean	SD	95% CI	$\hat{R}$	Bulk ESS	Tail ESS
sd(切片 年)	0.15	0.09	0.03– 0.36	1.00	2,100	2,170
sds(s(放流後経過日数))	0.91	0.67	0.06– 2.62	1.00	1,912	3,125
sds(s(放流後経過日数) by 1990 年代)	0.55	0.47	0.02– 1.76	1.00	3,932	3,765
sds(s(放流後経過日数) by 2020 年代)	2.09	1.58	0.11– 5.92	1.00	1,854	2,859
残差スケール σ	0.13	0.01	0.10– 0.15	1.00	5,790	5,907
自由度 ν (Student- t)	10.63	7.92	3.45– 32.90	1.00	5,836	6,385

表 7 年代（2020 年代 vs 1990 年代）効果に関するベイズ的証拠指標（年代主効果の方向性と実質的ゼロ性の評価）

指標	値	解釈
事後確率 ($\beta > 0$)	0.56	明確な方向性の証拠は弱い
ROPE (± 0.1) 内確率	0.45	効果量の多くが実質ゼロ近傍に位置
95% CI に 0 を含むか	含む	よって効果は不確実

ROPE: Region of Practical Equivalence

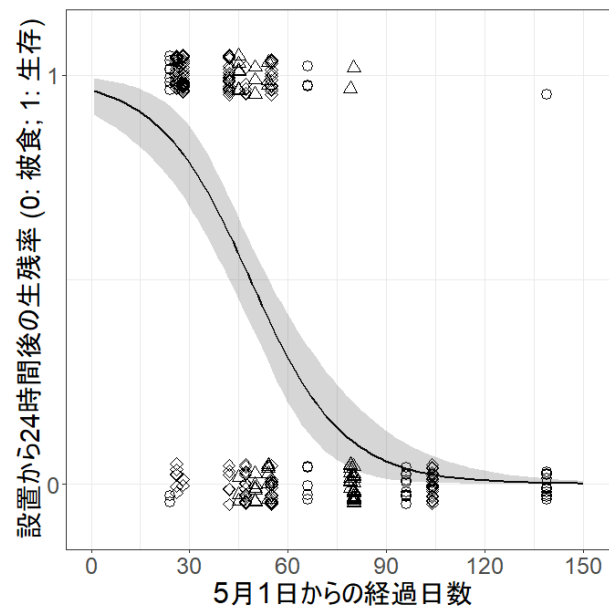


図1 干潟における本種稚エビに対する捕食圧の季節変化。5月1日以降の様々な時期に干潟に本種種苗をテザリングによって設置し、設置から24時間後の被食状況を調査することによって、干潟における本種稚エビに対する捕食圧の季節変化を調べた結果。実線は予測生存率、灰色部分は95%信頼区間を示す。各点は個体を示す。



図2 種苗を放流環境に馴致する際に使用する被せ網(3×4m)の設置状況。被せ網上に見える複数の白いものは被せ網を底質から浮かせるため浮体。

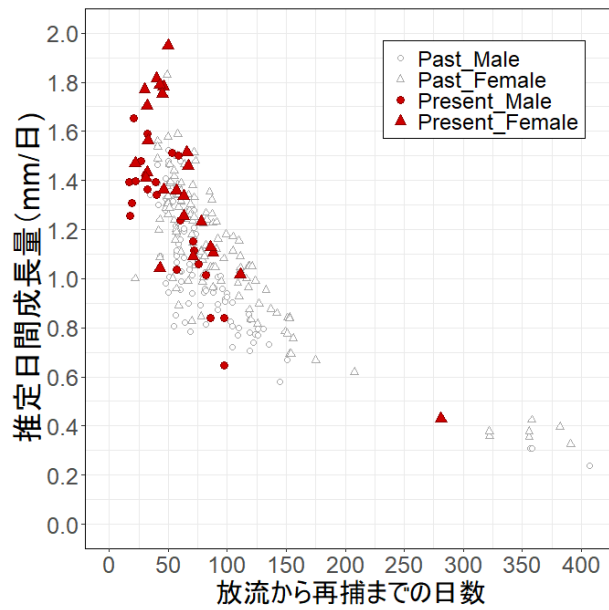


図3 異なる年代における放流後のクルマエビ種苗の推定日間成長量 (mm/日)。白いプロットは過去 (1998 年) の、赤いプロットは現在 (2020 年代) のデータを示す。また、三角のプロットは雄と、丸のプロットは雌のデータを示す。

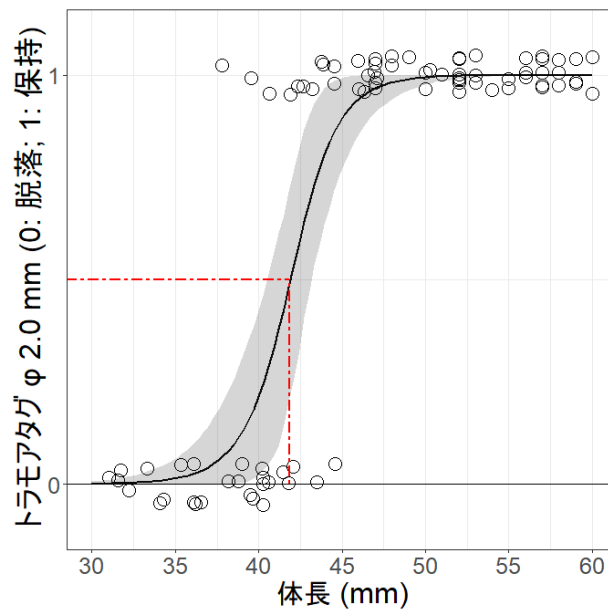


図4 クマエビにおける新しい形状のトラモアタグ (穴の直径が 2.0 mm) が保持される体サイズ。白い点は各供試個体を示す。赤い点線は 50%脱落率に対応する体長 (41.9 mm) を示す。

エ 研究推進会議の開催

水産研究・教育機構

全国豊かな海づくり推進協会

令和7年度さけます等栽培対象資源対策委託事業 新規栽培対象種技術開発（魚類・甲殻類グループ） 研究設計会議 議事次第

日 時： 2025 年 7 月 24 日 13：15～18：00

（7 月 25 日 9：00～ 担当者会議 任意参加 web なし）

場 所： TKP カンファレンスシティ博多

福岡県福岡市博多区博多駅前 3-19-5 博多石川ビル 1 階

https://www.kashikaigishitsu.net/facilitys/cc-hakata/room_detail/1420/

議 事：

1. 開催挨拶（13：15-13：30）

2. 事業の概要説明（13：30-13：50）

3. 各課題の研究計画の説明

ア 親魚養成技術の開発（13：50-15：40 各機関 10 分 質疑 20 分）

① キンメダイの親魚養成及び人工授精技術の開発 静岡県水産・海洋技術研究所

② アマダイ類の親魚養成技術の開発
山口県水産研究センター
愛媛県水産研究センター
宮崎県水産試験場
海洋生物環境研究所

③ アカムツの親魚養成技術の開発
富山県水産研究所
新潟市マリニピア日本海
山形県水産研究所
金沢大学

イ 種苗生産・中間育成技術の開発（15：50-16：50 各機関 10 分 質疑 20 分）

① キンメダイの種苗生産技術の開発 静岡県水産・海洋技術研究所
東京海洋大学

② アマダイ類の種苗生産技術の開発 宮崎県水産振興協会

③ アカムツの種苗生産技術の開発 富山県水産研究所

ウ 効果の高い放流手法の開発（17：00-17：40 各機関 10 分 質疑 20 分）

① アマダイ類の放流技術の開発 山口県水産研究センター
愛媛県水産研究センター

② 甲殻類用標識（トラモアタグ）を利用した放流適条件の把握
水産研究・教育機構
大分県農林水産研究指導センター
長崎市水産農林部水産振興課

4. 総合討論 （17：40～）

5. 講 評

6. その他

令和7年度さけます等栽培対象資源対策委託事業
新規栽培対象種技術開発（魚類・甲殻類グループ）
研究成果報告会 議事次第

日 時： 2026 年 3 月 5 日 13：15～18：00（web あり）
（3 月 6 日 9：00～ 担当者会議 任意参加 web なし）

場 所： AP 大阪梅田東 A ルーム（大阪府大阪市北区堂山町 3-3 日本生命梅田ビル 5F）
<https://www.tc-forum.co.jp/ap-umedahigashi/access/>

議 事：

1. 開催挨拶（13：15-13：30）

2. 事業の概要説明（13：30-13：40）

3. 各課題の研究成果の説明

ア 親魚養成技術の開発（13：40-15：00 各機関 10 分 質疑 20 分）

- | | |
|-------------------------|---|
| ① キンメダイの親魚養成及び人工授精技術の開発 | 静岡県水産・海洋技術研究所 |
| ② アマダイ類の親魚養成技術の開発 | 山口県水産研究センター
宮崎県水産試験場
(公財) 海洋生物環境研究所 |
| ③ アカムツの親魚養成技術の開発 | 新潟市マリニピア日本海 |

イ 種苗生産・中間育成技術の開発（15：10-16：30 各機関 10 分 質疑 20 分）

- | | |
|-------------------|-------------------------|
| ④ キンメダイの種苗生産技術の開発 | 静岡県水産・海洋技術研究所
東京海洋大学 |
| ⑤ アマダイ類の種苗生産技術の開発 | (一社) 宮崎県水産振興協会 |
| ⑥ アカムツの種苗生産技術の開発 | 富山県水産研究所 |

ウ 効果の高い放流手法の開発（16：40-17：30 各機関 10 分 質疑 20 分）

- | | |
|-----------------|-------------|
| ① アマダイ類の放流技術の開発 | 山口県水産研究センター |
|-----------------|-------------|

② 甲殻類用標識（トラモアタグ）を利用した放流適条件の把握

水産研究・教育機構

大分県農林水産研究指導センター

長崎市水産農林部水産振興課

エ 検討会の開催（17：30-17：35）

① 現地検討会の開催

全国豊かな海づくり推進協会

4. 総合討論（17：35～）

5. 講 評

6. そ の 他