

資 料

ヒゲソリダイの種苗生産

渡邊裕介^{*§}・塩野谷 勝^{*}・川田実季^{*}・大坂綾太^{*}

Bloodstock Management and Seed Production of Short Barbeled Velvetchin, *Haplozenys nigripinnis*

Yusuke Watanabe^{*§}, Masaru Shionoya^{*}, Miki Kawata^{*} and Ryota Osaka^{*}

要約: ヒゲソリダイ *Haplozenys nigripinnis* の増養殖方法の開発を目的に本種を入手し、親魚養成および種苗生産を試みた。本種が分布する海域では、取水水温（自然水温）下での周年飼育が可能であり、水温が23℃に達すると自然産卵を開始する。水温25℃～26℃の範囲において産卵量が多く産卵頻度および卵質が安定し、水温が26℃以上になると産卵量の減少や卵質の低下が生じることが分かった。水温を23℃～26℃に調温した自然日長下の飼育環境においては、日平均40万粒の受精卵が得られた（6月下旬～10月）。受精卵を用い、2019年から2021年にかけて種苗生産技術開発を行った。過去の種苗生産において、人工光への過敏な反応が初期減耗を招くことが示唆されたことから、人工光の使用をやめ、寒紗を用いて自然光を調整し利用することで、ふ化後24日齢までの生存率は23.3%～45.8%と高い値を維持した。

キーワード: ヒゲソリダイ, 親魚養成, 自然産卵, 種苗生産

まえがき

ヒゲソリダイ *Haplozenys nigripinnis* の肉質は白身で弾力があり、刺身には甘みがあり、煮付けや焼き物でも美味である。新潟県内においては「かやかり」という地方名でも呼ばれる。晩夏から秋にかけて県内のスーパーなどの量販店にて鮮魚として販売されるなど、市場価値はあるが知名度は低い。新潟県本土側沿岸では全域に分布するが、とくに河川流入域附近に分布が多く、漁場が形成される傾向がある（柿元・大久保, 1977）。定期的に魚価が高く、量的にはあまり多い方ではないが、有用魚種として沿岸漁業の対象魚となっている（柿元・大久保, 1977）。新潟県沿岸は大規模河川の流入が多いことから地域に密着した栽培漁業の対象種として有望と思われる。ヒゲソリダイの栽培漁業を実施するためには、先んじて種苗を

安定的に量産する技術の開発が必要となる。そのためには親魚養成、産卵生態、仔稚魚の生理学的特性や成長、初期生活史に関する情報など、多岐にわたる生物学的知見が必要である。産卵生態や生活史については不明な点が多いものの（濱本, 1985）、香川県では複数年にわたり本種の種苗生産を試みており、仔魚を得るなど成果の一部が公表されている（越智, 2014）。公益財団法人海洋生物環境研究所（以降、「海生研」とする）では既往知見を参考に、2017年よりヒゲソリダイ種苗生産の取り組みを開始し、種苗生産および仔稚魚の形態発育の過程を報告し（喜田ら, 2020）、胚発生過程やふ化上限水温を明らかにした（塩野谷・吉川, 2020）。その後の研究により、本種の親魚養成、採卵、および仔稚魚の飼育技術の確立に見通しをつけることができた。本報告では、現場技能に重点をおき、水産庁（2010）の「海産生

（2022年11月1日受付, 2022年12月19日受理）

* 公益財団法人海洋生物環境研究所 実証試験場（〒945-0017 新潟県柏崎市荒浜四丁目7番17号）

§ E-mail: y-watanabe@kaiseiken.or.jp

物毒性試験指針」に準じて、飼育条件等をなるべく定量的になるよう心掛けた。

海生研では、試験研究に用いる「供試生物」の提供を目的として生物生産インフラを整備している。これは民間の種苗生産施設と比較すると小規模なものである。本稿でとりまとめた生産手法は、このような小規模生産時に十分な海水の供給がある等の幾つかの前提があって成立するものである。実施者によっては必要とする種苗の尾数やコスト面等について、適合しない場合もあるかと思うが、記載した内容が少しでも種苗生産の現場の参考となれば幸いである。

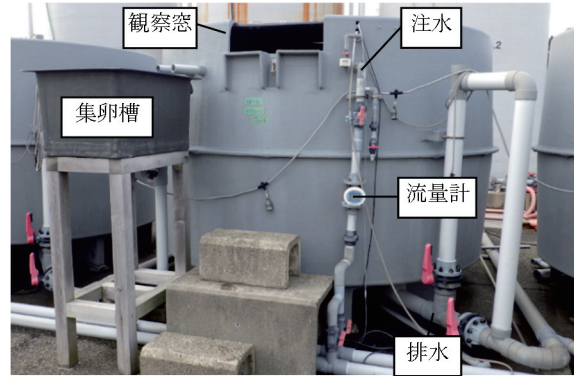
分布と生態

本種は青森県～熊本県天草の日本海・東シナ海沿岸、有明海、青森県種差、岩手県角の浜、神奈川県藤沢～九州南岸の太平洋沿岸、瀬戸内海、東シナ海大陸棚域；朝鮮半島西岸・南岸、台湾、遼寧省～広東省の中国沿岸に分布する（島田，2013）。水深25m～81mの砂泥域に生息し、標準体長は最大55cmに達する（土居内，2018）。新潟県沿岸では、水深30m付近を中心とした20m～60m域に多く分布し、人工漁礁に蛸集する性質がある。（柿元・大久保，1977）。

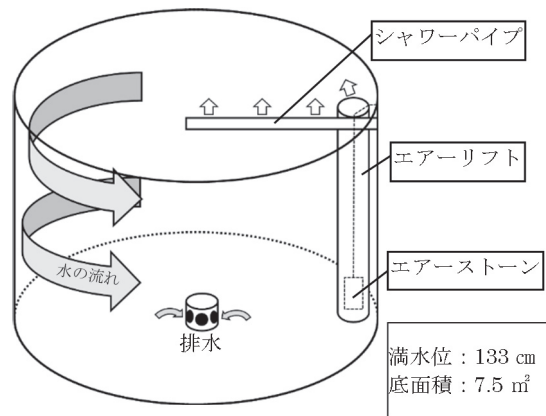
親魚養成と自然産卵

親魚の入手と飼育

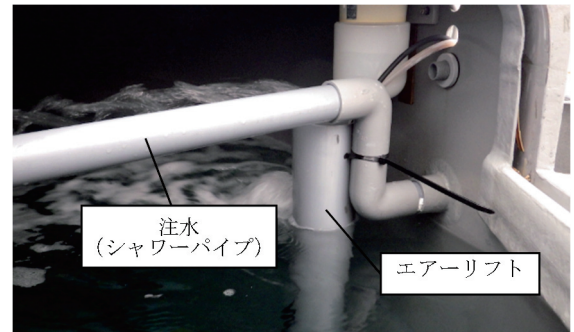
親魚の入手時期は本種の漁獲が増え、海水温が降下してくる10月～11月とするとよい（新潟県柏崎市の場合）。本種は頑強であり、刺網漁法によって漁獲された個体も親魚として利用することができる（注1）。親魚飼育には自然光を利用した屋外円形FRP製10kL水槽（第1図）を用いる。注水方法は流水式（飼育水のかけ流し）とし、飼育水は取水した自然海水を砂ろ過したもの（以降、「ろ過海水」とする）を用いる。注水は、水槽中に反時計回りの水流ができるよう水面上からシャワーパイプを用いて行い、排水は、底面中心底部のストレーナーから行う（第2図）。換水率は5kL/時（0.5回転/時）とする。空気によるばっ気（20L/分）は、底部から表層への循環流を一定方向に発生させるため、水槽の壁面近くにエアリフトを設置して行う（第3図）。



第1図 親魚養成用10kL水槽の外観



第2図 親魚養成水槽内の構成



第3図 親魚養成水槽内エアリフトの写真

飼育水温

本種が分布する海域では、取水水温（自然水温）下での周年飼育が可能である（注2）。

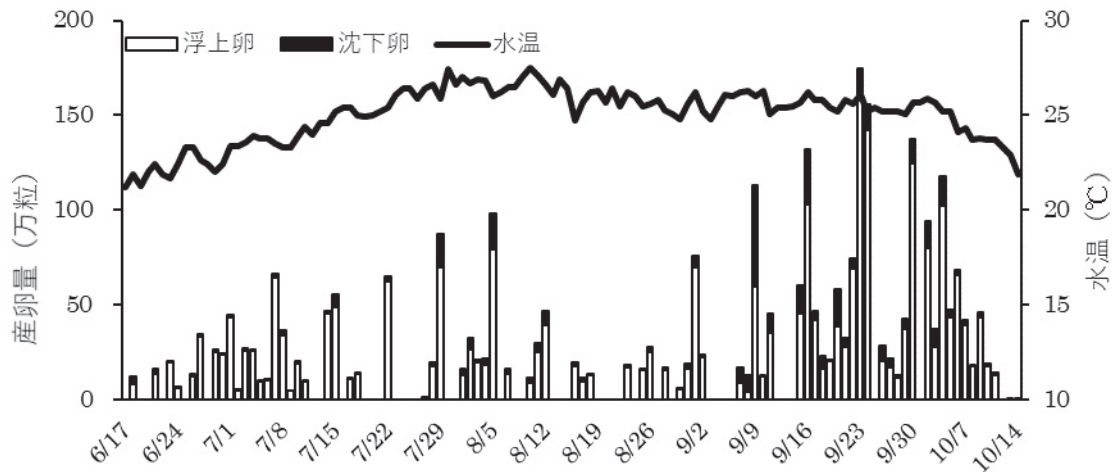
親魚養成餌料と給餌

餌は1日2回、午前9時に冷凍オキアミ（ツノナシオキアミ）、16時にモイストペレットを週5日（月曜日～金曜日）与える（注3）。水温が23℃～26℃に達する産卵期には、正午以降、産卵時刻が近づくにつれて追尾が活発となり摂餌個体が減少す

る。産卵期間中は十分な栄養補給と追尾の妨げとにならないよう、給餌時間を繰り上げ、9時にモイストペレット、12時に冷凍オキアミの給餌を行う(注4)。

水槽内自然産卵

6月下旬、水温が23℃に達すると自然産卵を開始する。水温25℃～26℃の範囲において産卵量が多く産卵頻度および卵質が安定し、水温が26℃以上になると産卵量の減少や卵質の低下が生じる。水温を23℃～26℃に調温した自然日長下の飼育環境において、6月下旬から10月までの約3か月間、日平均40万粒の受精卵を得られた(注5)(第4図)。産卵は16時～21時の間に確認された。



第4図 2019年度における親魚の産卵量、卵質および飼育水温

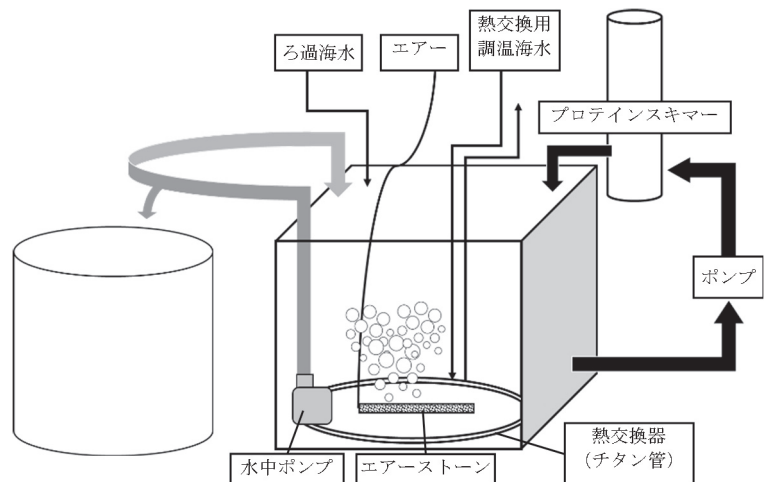


第5図 ばっ気水槽の外観と装備

種苗生産

飼育海水

種苗生産に使用する海水は、防疫を目的にろ過海水を0.5 μ mカートリッジフィルター、活性炭カートリッジフィルター(いずれもADVANTEC)、純海水製造装置(KITZ)の順に通水し精密ろ過を施す。精密ろ過した海水をばっ気水槽(四角形FRP製1.5kL水槽:第5図)に注水し、ブローヤーによる強ばっ気を行い、溶存酸素飽和度を100%およびpHを8.1近くに安定させた後、種苗生産に使用する(第6図)。



第6図 ばっ気水槽の構成と海水の流路概要

光環境

建屋上部から自然光を採光し、水槽上部に寒冷紗（色：グレー、遮光率70%）を設置し、11時45分の水面の照度が200Lux～2,000Lux（曇天時～晴天時）となるように調整する。人工光への過敏な反応が仔魚の減耗要因である（水産庁，2021）ことから人工光は使用しない。

餌料生物の準備

初期の餌料系列には、輪形動物のシオミズツボムシ *Brachionus plicatilis* sp. complex, 甲殻類のアルテミア *Artemia* sp. ノープリウス, およびシロギス *Sillago japonica* 卵を用いる。

1) シオミズツボムシSS型

培養は50Lアルテミアふ化水槽を使用する。水温26℃の80%海水（UV殺菌）を準備し、48時間バッチ式培養にて行う。餌料には対数増殖期にあるブラシノ藻 *Tetraselmis tetrahele*（以下「テトラセルミス」とする）およびハプト藻 *Pavlova lutheri*（以下「パブロボ」とする）を用い、栄養強化餌料（クロレラ工業，冷凍ナンノK-2）をワムシ100万個体に対して10g給餌する（注6）。

2) シオミズツボムシL型

培養には500Lアルテミアふ化水槽を使用する。水温20℃の80%海水（UV殺菌）を準備し、48時間バッチ式培養にて行う。餌料にはワムシ培養用餌料（クロレラ工業，スーパー生クロレラV12）を100万個体に対して5mL/日を用い、栄養強化を目的として、テトラセルミスとパブロボも与える（注7）。

3) アルテミア

培養には100Lのアルテミアふ化水槽を使用し、水温28℃に調節した100%海水（UV殺菌なし）100Lにアルテミア耐久卵を20g投入したのち48時間後にふ化したノープリウス幼生を分離して回収する（注8）。回収したアルテミアは、ウォーターバス内に設置した円形100Lポリカーボネート製水槽に、合わせて100Lになるようテトラセルミスとパブロボを5Lずつ添加した海水に収容する。また、仔魚への給餌を行う3時間前に、栄養強化剤（マリンテック，マリングロスEXパウダー）を15g/100L（アルテミア50個体/mL）投与する。

4) シロギス卵

シロギス成魚をFRP製5kL水槽等で養成し、産卵された活卵をヒゲソリダイ仔魚に与える（注9）。シロギス親魚の産卵を維持継続させるために、長日（15L:9D）および水温23℃～28℃となるよう飼育条件を制御する（瀬戸熊ら，2014）。余剰となった活卵は冷凍庫（マイナス20℃以下が望ましい）にて保管し、活卵の不足時に餌料として使用する。

受精卵の管理

産卵された卵を翌日8時30分頃に回収し、種苗生産水槽（黒色のシートで側面を遮光した円形ポリカーボネート製500L水槽：第7図）に収容する。この際、浮上卵率と正常発生率を確認し、15,000粒～20,000粒の浮上卵を1Lビーカーにて海水とともにすくいとり、種苗生産水槽に収容する（注10）。種苗生産水槽の水温は産卵水温と同じ25℃



第7図 種苗生産水槽の外観と装備（第6図参照）

～26℃に調温し、注水は0.18L/分とする。水槽中央底より、小型エアーストーン（半丸または丸型：径25mm）を用いて60mL/分のエアを微量送気してふ化を待つ（注11）。

仔魚の管理

卵収容の翌日を「ふ化後1日目」とし、飼育海水に濁度をつけるため（注12）、サイフォン管（シリコンチューブ径4mm）を用いてテトラセルミスを10L添加する（注13）。ふ化後1日目の仔魚は、垂下状態で水槽中央からの通気による水流に流されながら水槽全体に分布する。この時期に透明アクリル管（内径26mm×長さ800mm）を用いて柱状サンプリング（15箇所：第8図、第9図）を行い、計数された個体数から容量法により、ふ化仔魚数の推定と正常ふ化率を測定する。正常ふ化率は90%以上が望ましい（注14）。

ふ化後2日目に眼が色づき始め、消化管の拡張が確認できる。翌日の早朝からの摂餌開始に備え、シオミズツボムシSS型50万個体（10個体/10mL）を夕刻に給餌する。

ふ化後3日目から仔魚は摂餌を開始する。これ以降、仔魚の摂餌状況を確認しながら、ワムシの密度が10個体～20個体/10mLとなるように給餌を行う。摂餌開始と同期するように、空気呑み込み行動が確認されるようになる。

ふ化後4日目、表面から中層にかけて仔魚はパッチを形成する。この時より、送気用のエアールフトを装着して、水槽側面より反時計回りの水流を発生させる。エアールフト流量は150mL/分とする。同日、日没の2時間後にサンプリングを行い鰾の開腔を確認する。暗黒状況下では仔魚はパッチを崩し、

鰾を膨らませた状態で水槽全体を流れるように浮遊する。この時に、1Lビーカーを用い海水をすくいとりサンプリングを行う。

ふ化後5日目、テトラセルミスに加え、パブロボの添加を開始する（注15）。SS型ワムシに加え、L型ワムシの給餌を開始し、ワムシ密度を10個体～20個体/10mLに維持する。5日目も夜間に鰾開腔率確認のサンプリングを行う（注16）。鰾開腔率は90%以上が望ましい（注17）。

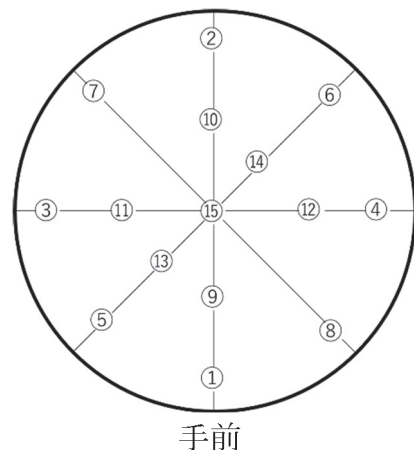
ふ化後6日目より、仔魚の成長に伴って、飼育海水のpHが低下することから、pHを維持するため注水を増量する（第1表）（注18）。この時期の仔魚は腹鰭の伸長が顕著になり、腹鰭を広げて水流に乗り、漂うように遊泳するようになる。この時期に水流を強めると水流に負けて定位できない個体が出現することから、エアールフトの通気量は増加させない。この日以降、ガラス管（径6mm）を用いて水槽底面の清掃を行う。

ふ化後7日目、飼育密度の調整のため、飼育水槽を1基から4基に増やして仔魚を分槽する。分槽水槽には飼育水を満たし、テトラセルミス、パブロボを添加し、濁度をつけ、注水量0.35L/分、中央エアールフト60mL/分、エアールフト150mL/分に調整する。仔魚の分槽には5Lの手付ビーカーを用い、表中層のパッチを緩やかに飼育水ごとすくいとり、仔魚の数を目視で計数しながら、仔魚が空気に触れないよう注意深く流し込み、各水槽2,500個体となるように収容する。

ふ化後14日目には仔魚の成長に伴い、アルテミアとシロギス活卵の給餌を開始する。シロギスの活卵を用いることにより、配合飼料への移行を促進する（注19）。



第8図 柱状サンプリングの作業風景



第9図 柱状サンプリングの位置と順序（平面図）

第1表 生産初期の注水量、給気量、植物プランクトン添加量および餌料系列

ふ化後 日数(日)	給気量(mL/分)		注水量 (L/分)	植物プランクトン*		餌料**				
	中央	エアリフト		TT(L/日)	PL(L/日)	SS	L	AN	FE	AD
0	30	—	0.18	—	—					
1	60	—	0.18	10	—					
2	60	—	0.18	20	—					
3	60	—	0.18	20	—					
4	60	150	0.18	15	10					
5	60	150	0.35	15	15					
6	60	150	0.54	20	20					
7***	60	150	0.35	20	20					
8	60	150	0.35	15	15					
9	60	150	0.54	15	15					
10	60	200	0.54	20	20					
11	60	200	0.54	20	20					
12	60	200	0.54	20	20					
13	60	200	0.54	20	20					
14	60	250	0.70	20	20					
15	60	250	1.50	20	20					
16	60	250	1.50	20	20					
17	60	250	1.50	20	20					
18	60	250	1.75	20	20					
19	60	300	1.75	20	20					
20	60	300	2.02	20	20					
21	60	400	2.47	20	20					
22	60	400	2.47	20	20					
23	60	500	2.80	20	20					
24	60	500	7.50	20	20					

* TT：テトラセルミス、PL：パブロボ

** SS：SS型ワムシ、L：L型ワムシ、AN：アルテミア幼生、FE：魚卵、AD：配合飼料

***：ふ化後7日目に飼育密度調整のため飼育水槽を1基から4基へ分槽。それに伴い各水槽の注水量を0.54mL/分から0.35mL/分へ減量し飼育を継続

ふ化後16日目から体色が黒化する個体の出現が始まり、ふ化後22日目には、体色黒化個体がほぼ100%に到達する。黒化した個体は水槽壁面および底面にて群泳するようになる。この間、大型個体による小型個体の共食いが見られるため、シロギスの活卵を積極的に与える。シロギスの活卵が得られない日には、冷凍備蓄しておいたシロギスの卵を用いる。冷凍の魚卵は浮遊せず沈降するため、給餌後は水槽底面を清掃して残餌を取り除く。

ふ化後21日目より、自動給餌器（YAMAHA、YDF100MS）を用いて、配合飼料（日本農産工業、ライフ1号）の給餌を午前6時、7時、および8時にそれぞれ1回0.1g（給餌器の最少量）から開始する。経過日数に伴い給餌回数を増やし、配合飼料への切替えを慎重に進める。

ふ化後24日目（全長 16.37 ± 1.02 mm、平均値±標準偏差）に種苗生産水槽4基から全個体を取上げ、中間育成水槽（円形FRP1kL水槽）7基へ分槽する。

この時、種苗生産水槽の水量を200Lに減じ、2-フェノキシエタノールを80ppmになるよう少量ずつ添加する。麻酔が効くと全ての個体が表層へ浮上する。この個体を3L～5L容量の手付ビーカーですくいとり、目視にて計数しながら、中間育成水槽に収容する（注20）。生産初期の注水量、給気量、植物プランクトン添加量および餌料系列を第1表に示す。

残された課題

形態異常

種苗生産した稚魚には鼻孔隔皮の欠損個体が70%近く確認された（第10図）。鼻孔隔皮の欠損は、放流魚の識別標識として有効であり、鼻孔隔皮をもとに漁業者から再捕の報告も寄せられた。しかしながら、このような形態異常の出現は種苗生産の過程において、何らかの問題が生じている



第10図 吻部の比較（左：正常個体、右：鼻孔隔壁欠損個体）

結果であると考え。鼻孔隔皮欠損の原因を追究し、防除する方法を検討し、形態異常のない種苗生産方法の確立と、より生存率の高い種苗生産方法への発展が今後の課題と考える。

飼育方法の解説

注1 この際、寄生虫の駆除と傷口からの感染症対策として、2-フェノキシエタノール300ppmを添加した淡水にて3分間の淡水浴を施し、飼育水槽へ収容する。麻酔を用いることで淡水浴による魚体へのダメージを軽減することができる。

注2 海生研実証試験場の取水水温は、例年7℃～32℃である。

注3 5月～11月の水温が15℃以上の摂餌活性が高い時期には体重の1%～2%、水温が15℃を下回り活性が落ちる時期には体重の0.5%を目安に摂餌状況を観察しながら給餌する。水温が10℃を下回ると摂餌が著しく鈍るため週3回（月、水、および金曜日）に頻度を下げる。

注4 モイストペレットは、モイスト用マッシュ（日本農産工業、ヒラメマッシュ）50.0%、冷凍サバ16.7%、冷凍イカ16.7%、冷凍オキアミ16.7%の混合に対し、フィードオイル（植田製油、ナイスフィードオイルC）3.0%、養殖水産動物用混合飼料（マツイ、ビタミンクスC-新）1.0%、L(+)-アスコルビン酸カルシウム二水和物（富士フィルム和光純薬）0.5%、胆汁酸製剤（共立製薬、水産用ウルソデオキシコール酸5%「KSJ」）1.0%、甘草根抽出粉末（丸善製薬、フラボリコリスMF）0.5%、タウリン（富士フィルム和光純薬）0.6%、ヘマトコッカス藻抽出物（バイオジェニック、アスタビオAR-F）1.0%

を添加したものを用いる。また、作成したモイストペレットは、ビタミン等の劣化を考慮し1週間で使い切る量を毎週作成して、冷凍保存する（マイナス20℃以下が望ましい）。

注5 親魚は10kL水槽に対し雌9個体（体長30.8±2.4cm（平均値±標準偏差；以降同様）、体重1,510±324g）、雄9個体（体長28.5±2.2cm、体重1,162±297g）の密度で収容する（かつこ内の数値は海生研での実施例）。集卵を行う間は注水を水面上から底面へ切り替え、14時から翌朝までは底面からの排水バルブを閉じ、集卵ネット（テترونPET32GG、目合い600μm）を設置し、オーバーフローによる集卵を行う（第11図）。

注6 海生研における培養期間中の増殖率は266%（±53%）であった。

注7 海生研における培養期間中の増殖率は51%（±11%）であった。

注8 海生研では米国ユタ州ソルトレーク産のアルテミアを用いている。

注9 シロギスの他、マダイ*Pagrus major*、ヒラメ*Paralichthys olivaceus*、ヒゲソリダイ等の卵



第11図 親魚養成水槽からの集卵方法

を用いても良い。

注10 海生研では浮上卵率80%を種苗生産開始の可否基準としている。

注11 25℃で卵管理を行うと、卵割を開始した胚は、受精後3時間で胞胚期、5時間30分でのう胚期、9時間で胚体期に達し、20時間30分でふ化を開始する（塩野谷・吉川，2020）。また、受精卵は27℃以上では正常ふ化率が大きく低下するため（塩野谷・吉川，2020）、26℃が水温上限となるよう制御する。

注12 ふ化仔魚は光の強い場所に集まろうとし、水槽表面での浮き死に（膜鰭の空気接触による収縮に起因する斃死）や、異常な蜷集等を防止するために濁度を上げる。また、テトラセルミスを使用することにより、仔魚の空気呑み込みの阻害要因となる油膜の形成を抑制する効果もある（瀬戸熊，未発表）。

注13 一度に添加する。翌日以降は午前と午後に分けて添加する。

注14 海生研では、正常ふ化率80%を生産続行の可否基準としている。

注15 パブロバはDHAおよびEPAを含有することから、水槽中のワムシの栄養強化を目的に添加する。

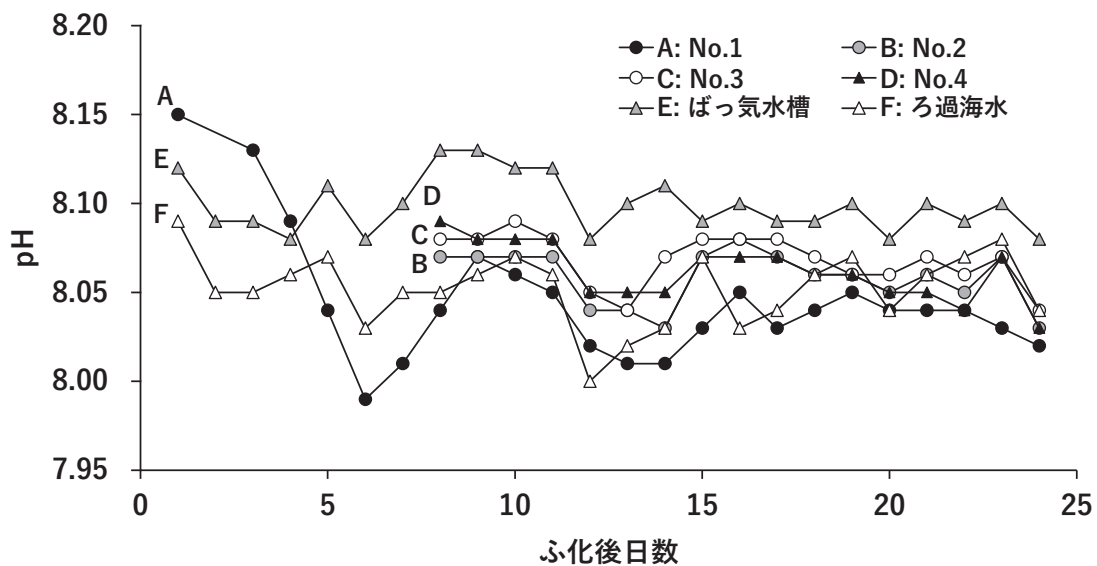
注16 仔魚の鰾の形成は脊柱前彎症の発生防除だけでなく、健苗育成の見地から重要であり、またそれは多くの他の魚種にも共通の問題（北島ら，1981）とされている。

注17 海生研では、鰾開腔率80%を生産続行の可否基準としている。

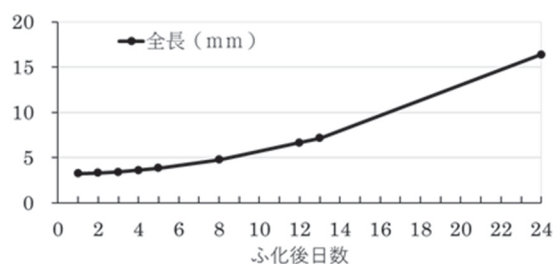
注18 生産初期における飼育水pHの推移（2021年度実績）は、第12図のとおり。

注19 魚卵の使用は栄養組成を適正化することのみならず、「不動」の餌に馴れさせることもその理由である。

注20 仔稚魚の成長および生残数の実績は第13図および第2表のとおり。



第12図 生産初期における飼育水pHの推移（2021年度実績）



第13図 ヒゲソリダイ仔稚魚の全長の推移（2019年度実績）

第2表 海生研において実施したヒゲソリダイ種苗生産の供試卵数、生産個体数および生残率の実績（2019年度～2021年度）

実施年度	供試卵数	生産個体数	生残率（%）
2019	16,720	7,651	45.8
2020	16,800	6,061	36.1
2021	18,000	4,189	23.3

謝 辞

本研究を行う機会を与えていただくとともに、数々のご指導と有益な情報をご教示いただいた国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所生産技術部の崎山一孝部長に厚く御礼申し上げます。また、親魚を提供頂いた新潟漁業協同組合柏崎支所の皆様、本研究を支援いただきました柏崎市、櫻井雅浩市長、同市農林水産課の皆様、並びに東京電力ホールディングス株式会社柏崎刈羽原子力発電所様に、厚く御礼申し上げます。長期間の親魚養成および種苗生産のサポートやデータのとりまとめに尽力いただいた海生研実証試験場歴代の技術スタッフの方々に心より感謝申し上げます。本研究を行うにあたり、終始ご指導ご鞭撻を賜り、さらに本論文作成において、ご理解と多大なご協力並びに御校閲をいただきました同研究所吉川貴志応用生態グループマネージャーに厚く御礼申し上げます。

なお、本研究の一部は、令和元年～令和3年度水産庁さけ・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）グループの一環として行われたことを記して、関係各位に厚く御礼申し上げます。

引用文献

土居内 龍 (2018). イサキ科. 「小学館の図鑑Z 日本魚類館」(中坊徹次編), 小学館, 東京, 278-279.

濱本俊策 (1985). ヒゲソリダイ種苗生産試験. 昭和58年度香川水試事業報告. 香川県水産試験場, 69-70.

柿元 皓・大久保久直 (1977). ヒゲソリダイの資源と生態. 重要魚種の資源と生態, 人工礁事業調査資料編: 新水試資料52-1. 新潟県水産試験場, 97-101.

喜田 潤・渡邊裕介・塩野谷 勝・小嶋純一 (2020). ヒゲソリダイの種苗生産と仔稚魚の形態発育. 水産増殖, **68**, 43-50.

北島 力・塚島康生・藤田矢朗・渡辺 武・米康夫 (1981). マダイ仔魚の空気呑み込みと鰾の開腔および脊柱前彎症との関連. 日水誌, **47**, 1289-1294.

越智洋雅 (2014). ヒゲソリダイの初期飼育における餌料密度の検討. 香水試研報, **No.15**, 15-17.

瀬戸熊卓見・吉野幸恵・土田修二・木下秀明 (2014). 水温および日長制御によるシロギスの複数年にわたる周年産卵. 海生研研報, **No.19**, 67-72.

島田和彦 (2013). イサキ科. 「日本産魚類検索全種の同定, 第三版」(中坊徹次編), 東海大学出版会, 神奈川, 940-945.

塩野谷 勝・吉川貴志 (2020). ヒゲソリダイの卵発生. 海生研研報, **No.25**, 53-59.

水産庁 (2010). 海産生物毒性試験指針 (平成22年3月). 水産庁, 東京, 1-156.

水産庁 (2021). 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. 「アマダイ類等の種苗生産技術等の開発」. ⑧ヒゲソリダイの種苗生産技術の開発. 水産庁, 東京, 34-38.