

コウライアカシタビラメ仔稚魚の飼育方法の検討

草加 耕司・後藤 真樹・小見山 秀樹・弘奥 正憲

Rearing Technique for the Larvae and Juveniles of the Threeline Tonguefish *Cynoglossus abbreviatus*

Koji Kusaka, Masaki Gotō, Hideki Komiyama and Masanori Hirooku

コウライアカシタビラメ *Cynoglossus abbreviatus* はウシノシタ科に属し全長40cm以上に大型化するシタビラメで、朝鮮半島南部及び西部沿岸、渤海、黄海、東シナ海、南シナ海に至る中国大陸沿岸に広く分布し、日本近海では駿河湾、瀬戸内海、土佐湾、有明海とその隣接海域の砂泥域に生息している¹⁾。岡山県では他のウシノシタ科魚類とともに「ゲタ」と呼ばれ、小型底びき網漁業の主要対象種であるが近年、漁獲量が減少傾向にある^{2,3)}ため、従来からの漁獲圧低減等の資源管理に加え、将来的には種苗放流による資源水準の維持方策も検討されつつある。

本種の種苗生産に関しては、藤田ら^{4,5)}の報告に基づき、過去に兵庫県⁶⁾、熊本県⁷⁾、福岡県⁸⁾及び本県⁹⁾においても技術開発が試みられた経緯があるが、初期減耗や着底期以降の育成方法に課題を残すなど、未だ確立されているとは言い難く、量産事業化には至っていない。近年、長崎県における数万尾規模の生産概要¹⁰⁾が公表されたが、成功事例を詳細にとりまとめた報告は依然として少ない。

そこで、コウライアカシタビラメ種苗生産技術の確立を目的として、小型水槽による仔稚魚の飼育試験を実施したところ、約5,000尾の着底魚を得ることができ、更に全長40mmまで飼育を試みた。これらの知見から、本種仔稚魚の特性に応じた飼育方法について検討したので報告する。

材料と方法

浮遊期の飼育 供試したコウライアカシタビラメ卵は、別報¹¹⁾に示した2010年11月～11年4月に瀬戸内市牛窓町漁協の小型底びき網で漁獲された天然魚からの自然産出卵で、親魚水槽からオーバーフローした表層水とともに夕刻に設置したゴースネットで受け、翌日9～11時に浮上卵のみを回収した。その後、1kl円形FRP水槽

内でろ過海水を流水してふ化予定日の前日又は前々日まで卵管理した後、飼育水槽に移槽した。11年4月20日から5月26日に得た浮上卵を12～26千粒/klの密度で500l円形ポリカーボネート水槽に収容し、計5回次9水槽を用いて浮遊魚を飼育した。

飼育水は自然水温の紫外線殺菌海水を使用し、卵収容時から1回転/日の流水とし、ふ化後20日目（以下、ふ化後n日をH-nとする）から2回転/日とした。通気は水槽中央にエアストーンを1個配置して行った。飼育水には仔魚の蝸集と給餌した生物餌料の飢餓を防止するため、H-4から淡水産濃縮クロレラ（スーパー生クロレラV12、クロレラ工業K.K.）7mlを海水で約10倍に希釈して1日2回、水面から添加した。日長時間の調節は水槽上部に設置した水銀灯と蛍光灯のON・OFFで行い、通常は12時間とし、開口直後のH-5からH-10までの間は24時間照明として、仔魚の初期摂餌を促進した。

餌料はS型ワムシ *Brachionus rotundiformis*（以下、ワムシとする）、北米産アルテミア *Artemia* sp. 幼生（以下、アルテミアとする）を給餌した。ワムシはH-5から取上げまでの間、飼育水中の密度が10～15個体/mlとなるよう1日1回、給餌した。アルテミアはH-23～26から取上げまで、0.06～0.6個体/mlになるよう1日1、2回、給餌した。

なお、ワムシは高密度連続培養装置（ワムシわくわく、クロレラ工業K.K.）で増殖させ、淡水産濃縮クロレラ（スーパー生クロレラV12、クロレラ工業K.K.）で2時間栄養強化した。午前給餌用のアルテミアは開口後に市販の必須脂肪酸強化剤（ハイパーグリーン、日清マリンテックK.K.）で、午後給餌用はふ化直後に必須脂肪酸強化剤（すじこ乳化油、日清マリンテックK.K.）で2時間栄養強化した。

底掃除は、底質の悪化が顕著な箇所や死魚の堆積が観察される場合にのみ、サイフォン式で適宜に行った。ま

た、5回次は飼育水や底質の改善を目的に開口から取上げまで、沈降性貝化石（フィッシュグリーン、グリーンカルチャーK.K.）を飼育水1kl当たり10g/日で3lの海水に溶いたあと1日2回添加した。

また、3回次には初期の摂餌状況を確認するため、同条件の200l水槽を別に設置し、H-5～10の仔魚にワムシを給餌して4時間後に30尾の仔魚を採取し胃内容物を検鏡した。

原則として、浮遊魚が着底を開始するH-23以降毎日、底面に蟄集した着底魚をサイフォンで回収して計数し、浮遊魚が減少するH-45前後で全てを取上げた。ただし、5回次はサイフォンによる日々の回収を行わず、H-35で全てを取上げた。

着底期の飼育 '11年5月26日から上述の1～3回次の飼育で得られた着底魚470尾を200l円形ポリカーボネート水槽に収容し、着底以降の飼育を開始した。25日目からは、500l水槽に移槽して80日間継続飼育した。

飼育水は自然水温の紫外線殺菌海水を用い、水槽容量の半量で10回転/日の流水とした。一定方向の水流となるよう、水槽壁面1か所にエアリフトを配置した。アルテミア幼生を1日2回、10時と16時に飽食量を給餌した。なお、午前給餌用のアルテミアは開口後に必須脂肪酸強化剤（スーパーカプセルA-1パウダー、クロレラ工業K.K.）で7時間、午後用は必須脂肪酸強化剤（ハイパーグリーン、日清マリンテックK.K.）で2時間栄養強化した。

以上の飼育を通して、毎日9時に飼育水の水温及びpHを測定し、飼育環境の指標とした。また原則として、飼育開始から10日おきに仔稚魚30個体の全長を計測し、成長を把握した。

結 果

浮遊期の飼育 水温と採卵からふ化までの所要日数の関係を図1に示した。採卵日の水温は、水温上昇期であったため12.7～18.8℃の範囲で回次ごとに大きく異なった。そして、卵管理中の平均水温が13.2℃であった1回次は、採卵からふ化までに5日を要したが、回次が進むごとに1日ずつ短縮され、18.5℃の5回次には採卵から1日後にふ化が完了した。ふ化までの日数(D)は、卵発生水温(T)の増加とともに指数関数的に減少し、その関係は、

$$D = 201e^{-0.28T} \quad (r = 0.980) \text{ の式で表せた。}$$

飼育回次別の水温経過を図2に示した。全般に回次が進むに従い、高い水温下での飼育となった。1, 2回次

は14℃前後の飼育開始となり、H-10まで約2℃急上昇して16℃に達した後、H-40まで緩やかに約2℃上昇し、平均水温は17.5℃であった。3, 4回次は17℃前後で開始し、H-44の19.5℃まで緩やかに上昇した。平均水温は18.5℃であった。5回次は18.4℃で開始し、H-25の20℃前後までは緩やかであったが、以後H-35までの10日間で24℃台まで急上昇した。平均水温は20.0℃であった。

飼育結果を表1に示した。用いた浮上卵の卵径は1.03～1.10mm、ふ化率は72.3～97.9%、ふ化仔魚の全長は2.93～3.68mmであった。ふ化仔魚は頭部を上、尾部を下に向けた懸垂状態で表層を浮遊し、H-1には時折尾部

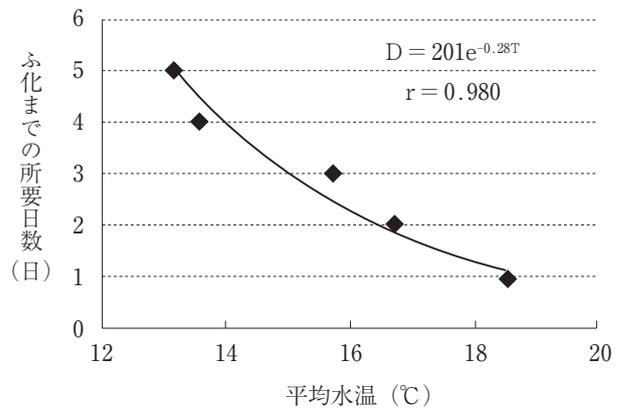


図1 水温 (T, °C) と採卵からふ化までの所要日数 (D, 日) の関係

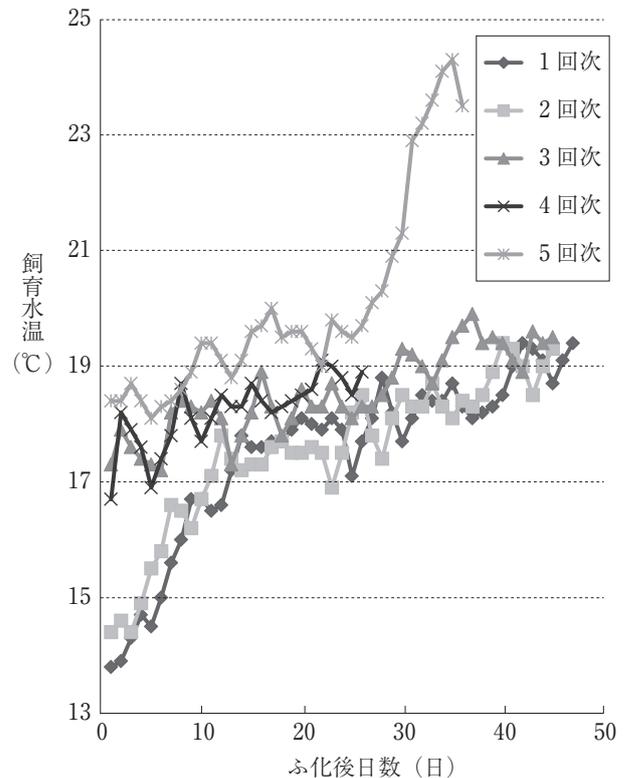


図2 浮遊期飼育の回次別水温経過

表1 浮遊期の飼育結果

飼育 回次	採卵		卵取容		ふ化			取上げ			備考			
	月日	水温 (°C)	卵径*1 (mm)	水槽 (No.)	密度 (千粒/kl)	月日	仔魚全長*1 (mm)	ふ化率 (%)	密度 (千尾/kl)	日齢 (日)		着底魚 (尾)	着底魚生残率 (%)	総生残率 (%)
1	4/20	12.7	1.05 ± 0.23	1	12	4/25	3.25 ± 0.30	76.5	9.2	31~46	390	8.5	11.5	
				2	24									18.4
2	4/23	13.2	1.07 ± 0.22	3	25.6	4/27	3.60 ± 0.14*2	73.2	18.7	30~44	584	6.2	7.5	
				4	12.8									9.4
3	5/4	15.1	1.10 ± 0.22	5	12	5/7	3.35 ± 0.15	94.5	11.3	23~44	931	16.4	16.7	
				6	〃									〃
4	5/13	16.7	1.09 ± 0.33	7	〃	5/15	3.68 ± 0.18*3	97.9	19.6					
				8	20									〃
5	5/26	18.8	1.03 ± 0.23	9	15	5/27	2.93 ± 0.07	72.3	10.8	35	1,780	32.8	36.0	
計 (平均)											5,508	16.0	17.5	

*1 平均値 ± 標準偏差 *2 4月28日測定 *3 5月16日測定

表2 水温と開口までの日数

項目\回次	1	2	3	4	5
平均水温*(°C)	14.2	14.9	17.4	17.5	18.4
機能的開口日	H-5	H-5	H-4	H-4	H-4

*ふ化後4日目までの午前9時の水温の平均値

を振動させ活発に前進した。この頃、水槽表面には異常ふ化や奇形仔魚等の集積による若干の浮上死が観察された。ふ化後水温と開口までの日数を表2に示した。H-0~4の平均水温が14.2~14.9°Cであった1, 2回次にはH-4で開口, H-5には下顎が発達して可動する機能的開口を確認した。一方、水温が17.4~18.4°Cであった3~5回次では開口がH-3, 機能的開口がH-4に早まったため、ワムシ給餌開始を早めた。

3回次に実施した胃内容調査によるワムシ摂餌状況の推移を図3に示した。給餌当日H-5の群摂餌率は30%と低かったが、翌日には83%に高まり、H-8には97%とほとんどの個体で摂餌が確認された。1尾当たりの平均摂餌数も当初の0.9個/尾から増加し、腸管の捻転がみられ始めたH-8以降には15個/尾と前日より倍増するなど、成長とともに増加した。

浮遊期飼育における回次ごとの全長推移を図4に示した。ふ化仔魚時に3mm前後であった全長は、H-10には5.2~6.2mmに、H-20には1, 2回次で7mm前後、水温の高かった3~5回次では8.8~9.4mmになった。その後全長10mmには1, 2回次ではH-30, 4, 5回次ではH-25でそれぞれ達し、12.1~13.8mmで変態, 着底を迎えた。

飼育前半、変態着底前の後期仔魚期には、すべての回次でH-8頃から若干の浮上死と表層付近を定位できずふらつく仔魚が目立ち始め、H-14頃には沈降へい死がみられるなど初期減耗があった。特に減耗が顕著な1回次

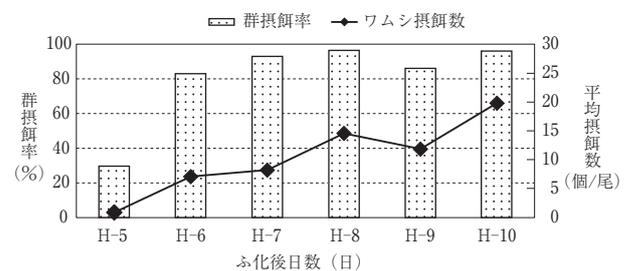


図3 3回次のワムシ摂餌状況の推移

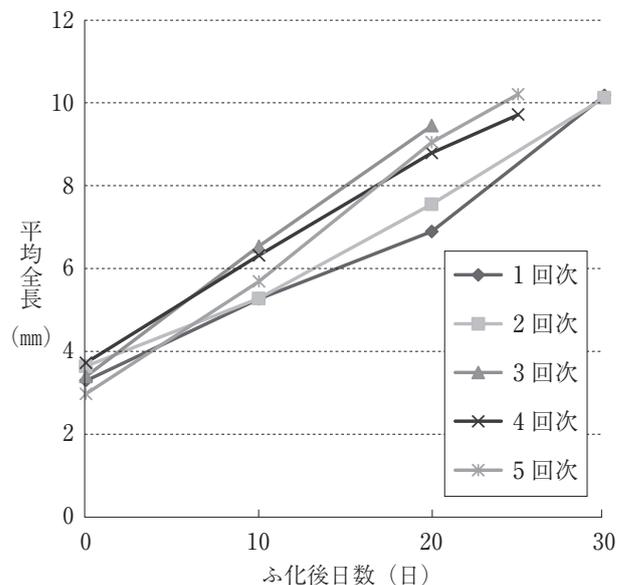


図4 浮遊期飼育における回次別の全長推移

と2回次の2水槽をそれぞれH-25とH-20で廃棄した。これらの原因として、遊泳力不足による開口後の摂餌不良と考え、5回次はワムシの給餌密度を10個/mlから15個に増加して摂餌促進を図った。また、本種ではこの時期に、暗期と点灯から数時間の間、底面に蟻集する行動が普通に観察されるため、糞や死魚の堆積する底面へ蟻集沈降することによる衰弱を疑い、ワムシ給餌開始時期から沈降性の貝化石を散布して底質の環境改善に努め

た。なお、4回次はH-25にエアレーション停止による事故で生残魚が減少したため廃棄した。

回次ごとのふ化後日数と着底割合を図5に示した。吻嘴の垂れ下りや黒黄色素胞の出現が始まった変態中の仔魚は、1回次ではH-29で初認され、以後回次が進むにつれ早まり5回次にはH-20となった。この時期は体高が増した変態前の仔魚と変態中の後期仔魚が混在した。変態前の仔魚は、中上層を定位遊泳する群、吻を上にし尾部を左右に振って水面をつつく群、水槽壁面付近のよどみで体を傾け片側側を上にして水表面を旋回する群など、様々な行動パターンがみられた。また、変態中の仔魚は、右体側を下にしてU字形にくねらせ、中上層で静止する行動が観察された。それらに続く着底開始は、4回次を除く1～5回次がそれぞれH-31, 29, 23, 21からと、水温の上昇ともに早期化した。それ以降、順次着底が進み、ほぼすべての生残魚が着底を終えるのに2週間以上を要した。特に生残尾数が多かった3回次は、着定完了までの期間が約3週間と長期化した。この間、全体の10%を超える程のピークはほとんどみられず、だんだらと着底は進んだ。

5回次は着底がほぼ完了したH-35ですべて取上げた。取上げた着底魚の全長組成を図6に示した。着底魚の平均全長は15.7mmで、範囲は11.3～22.3mmと2倍近い大小差が生じていた。

浮遊期飼育の回次ごとの生残率を図7に示した。1, 2回次には10%以下であった生残率は、3回次の3例では15%前後、5回次には30%以上に向上した。1～3回

次には着底魚が出現するH-23からH-46までほぼ毎日、着底魚の回収を行い、5回次は概ね全ての着底が完了したH-35で一度に取上げを行ったが、特に減耗もなく、早期の着底魚が大型化して大小差が生じる以外には大きな問題はなかった。5回次までの着底魚総取上げ尾数は5,500尾、平均生残率は16.0%であった。

着底期の飼育 着底期飼育の水温推移を図8に示した。期間中の水温は18.3～26.3℃で、0.1℃/日の上昇期であった。

着底期飼育における全長推移を図9に示した。平均全長は30日目で26.0mm、60日で36.6mm、80日で39.1mmに達した。日間成長量は、開始から30日までの間が0.46mm/日、30～60日までの間が0.34mm/日、60～80日までの間が0.15mm/日であった。浮遊期から通算す

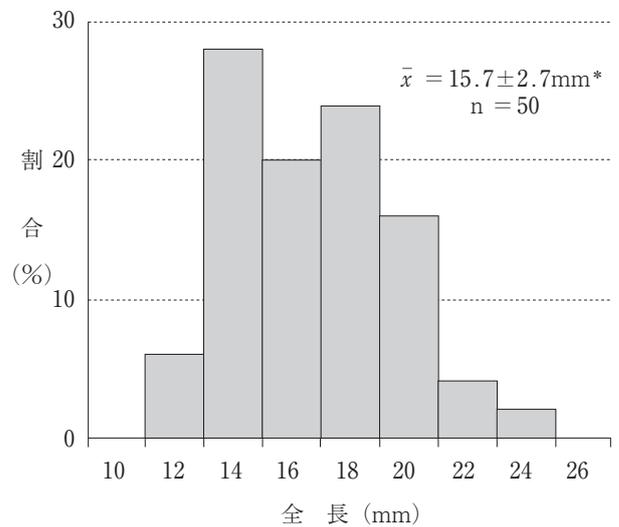


図6 5回次取上げ着底魚の全長組成
*平均値±標準偏差

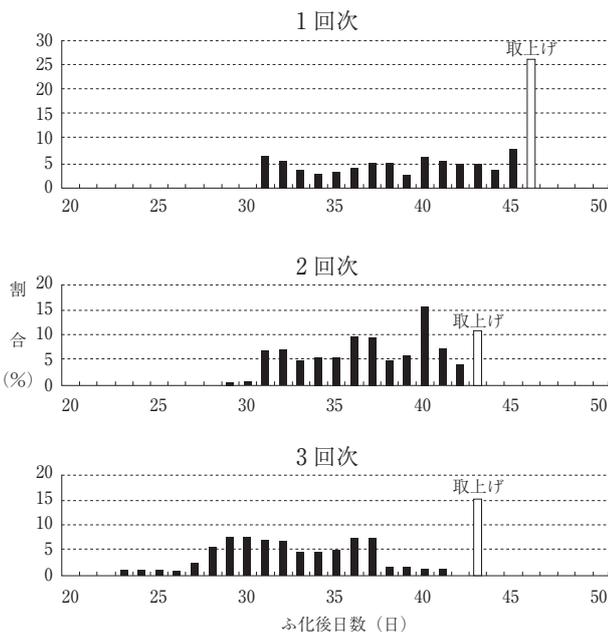


図5 回次別のふ化後日数と着底割合

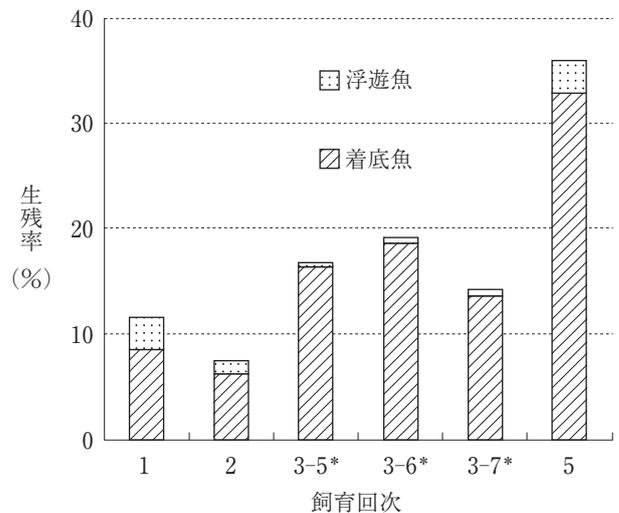


図7 浮遊期飼育の回次別生残率
*水槽 No.

ると、約120日間のワムシ及びアルテミアの生物餌料給餌のみによる飼育で、約40mmまで成長することが分かった。

着底期飼育の生残率の推移を図10に示した。飼育開始当初は目立ったへい死はなかった。成長に伴い過密気味になったためか、18日頃から午前給餌前にほぼ1/3の着底魚が遊泳し、25日目に200lから500lに水槽替えを行ったが、この頃から水槽壁の水面上に干上がって死亡する「這い上がり死」が発生し始めた。這い上がり死魚の状況と死亡魚の全長組成を写真1と図11にそれぞれ示した。這い上がり死は、夜間に有眼側で水槽壁面の水面上数cmに這い上がり、自力で戻れなくなる本種特有の死亡例で、全長18mm頃から頻発し40mmで終息した。大型化により水槽底面が過密状態になると、壁面にも着底域が拡がり、やがては小型魚から遊泳を始めるが、高密度化に伴い増加する傾向があった。分槽による低密度化や水槽上部からのシャワーにより被害が軽減できた。以後、60日頃に水槽底面の汚れや高密度化による突き合いに起因すると考えられる若干のへい死で生残率を下げたが、疾病等による大きな減耗はみられず、着底期80日間の生残率は87.5%と高かった。

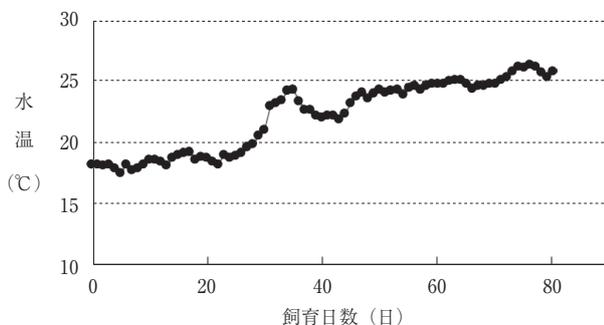


図8 着底期飼育の水温推移

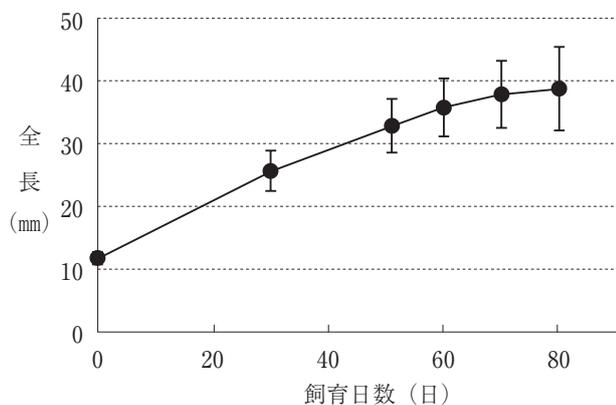


図9 着底期飼育における全長推移
(平均値±標準偏差)

考 察

今回は藤田ら⁵⁾が報告したコウライアカシタビラメ仔稚魚飼育の餌料系列など基本操作に、近年のキジハタ *Epinephelus akaara*¹²⁾、オニオコゼ *Inimicus japonicus*¹³⁾等の種苗生産で用いられている初期摂餌を促進するための24時間照明や貝化石散布による底質改善などの新技術を加えて、異なる水温帯で5回の飼育を行った。その結果、量産化に繋がるレベルでの着底魚の生産に成功し、様々な知見を得るとともに考慮すべき飼育管理法や今後の問題点も抽出できた。

藤田ら^{4,5)}は、本種は14~16℃では媒精90~98時間後にふ化が行われるとしており、本研究でも発生水温とふ化までの所要時間はほぼ一致した。更に今回新たに、飼育条件下における本種の自然産卵水温と考えられる13~19℃^{6,8,11)}の限界水温付近におけるふ化までの所要時間も把握することができた。仔魚膜鰭が物理的な衝撃で傷つき

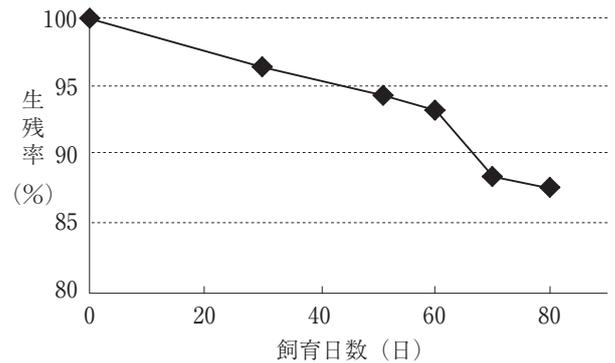


図10 着底期飼育の生残率の推移



写真1 這い上がり死した稚魚
写真下部は水面下の活魚

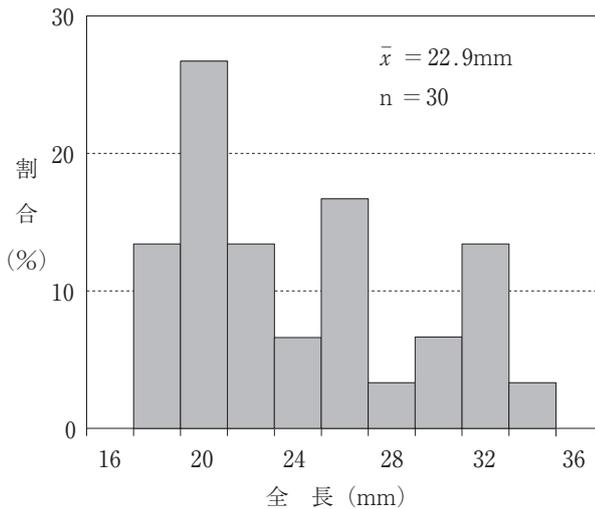


図11 這い上がり死魚の全長組成

やすい本種⁹⁾では、飼育水槽への収容は仔魚ではなくふ化前の卵収容が適切と考えられるが、水温の上昇に従いふ化までの時間が急速に短縮されることから、卵管理中の水温経過と発生状況を考慮しながら収容作業を計画する必要がある。

ふ化後の飼育水温についても、ふ化から開口まで及び変態から着底など各発育段階までにかかる時間や、成長速度にも大きく影響することが確認され、その程度も把握できた。そのほか、5回の飼育例では、回次が進むにつれ着底までの生残率が上昇したことから、産卵後期の水温にあたる18~20℃程度の高い水温域に適水温があることが示唆された。これらの傾向は水温の違いが仔稚魚の活性に影響を及ぼした結果と考えられ、飼育日数の短縮など生産の効率化との兼ね合いも含め、適水温の検討は今後の重要な課題である。

次に給餌に関して、開口及びワムシの給餌開始について尾田ら⁹⁾は、顎の発達状況の観察から開口後1日目からの給餌が良いとしており、今回はこれに準じた。胃内容物調査においても、初給餌日の群摂餌率は30%にすぎず2日目から高まったこと等から、開口翌日からの給餌開始で十分と考えられた。一方、ワムシ給餌密度について福澄ら⁸⁾は、通常な海産魚で給餌される5個/ml¹⁴⁾では群摂餌率が50%を超えることがなくH-11で全滅し、50~100個/mlの高密度ほど摂餌が良好であったと報告している。今回、1~4回次の10個/mlから5回次には15個/mlに増量したところ、初期減耗が軽減され生残率の向上に繋がった。浮遊期の初期飼育において、定位姿勢をとれない仔魚が多く、遊泳がやや緩慢と思われることから、更に高密度な給餌が適している可能性もある。また、今回試みた摂餌初期の24時間照明は、開口から内

部栄養吸収完了までの時間が短いハタ類等¹⁵⁾で摂餌機会の増加目的で採用されているが、本種仔魚でも良好なワムシの摂餌状況が確認され、連続明期による障害等も特にはみられなかったことから、初期の摂餌促進には一定の効果があつたと判断された。この効果についても、ワムシ給餌密度とともに今後、比較試験等で明らかにしていきたい。

一方、アルテミア給餌については、他の海産着底魚と同様に変態仔魚が出現するH-22頃から午前と午後の2回に分けてワムシと併用し、着底後は単独給餌で成長に応じて増量し、生物餌料だけの系列で問題なく全長40mmまで飼育できた。ただし、将来的なアルテミア培養施設の無い育成場での二次飼育を考慮すると、より簡便で安価な栄養価の高い配合飼料への切り替えが不可欠となる。今後、配合飼料への餌付けサイズや残餌による底面の汚れに対応した飼育方法の検討を予定している。

飼育環境、特に良好な底層環境の維持は着底魚にとって重要であるが、今回、他魚種¹⁶⁾で実績のある多孔質の貝化石を用いた。深浦ら⁷⁾は、浮遊期にも水槽底に着く習性をもつ仔魚が底掃除の際に吸い出されて減耗要因になることを指摘しており、生物餌料のみの給餌で残餌を出さず、貝化石を散布して底掃除を一切行わない管理が、本種には非常に有効と考えられた。更に、変態した稚魚も日々の散布で堆積した貝化石上に着底後潜砂し、着実な成育がみられた。その結果、同管理で取上げまで底掃除や着底魚の回収を行わなかった5回次が最も生残率は高かったが、一方で大小差が顕著となった。本種では共食いはないが、底面を這い回る習性のためか、着底後高密度化した際に、小型魚が大型魚に突かれる状況がしばしば観察され、それが原因と考えられる鱗の損傷やへい死も散見された。着底への移行期に一度、浮遊魚の底面への沈降が少ない午後、もしくは給餌直後に早期着底群をサイフォンで回収するか、取上げ後にもじ網等により選別を行う等の処置を行うべきと考えられた。

這い上がり対策として宮木¹⁰⁾は、水槽上部から壁面への海水シャワーの他、水槽側面に沿ったエアレーションが有効と報告している。飼育尾数に対する這い上がり死魚の割合は無視できる程度のものであるが、壁面への固着と腐敗の影響を考え、この時期により簡易な対策を講じる必要がある。

要 約

1. 養成親魚からの自然産出卵を500l水槽に収容し、異なる水温帯において計5回次のコウライアカシタピラ

メ仔稚魚の飼育を実施した。

2. 採卵からふ化までの所要日数 (D) は、水温 (T) 12.7~18.8℃の範囲で5日から1日と変化し、この関係は $D = 201e^{-0.28T}$ の式で表せた。
3. ふ化から4~5日目に機能的開口が確認され、翌日から10~15個/mlでワムシを、変態が始まる22日頃からアルテミアを給餌し、23~46日目に全長12.1~15.7mmの着底魚を計5,500尾取上げた。ふ化から着底までの平均生残率は16.0%であった。
4. 着底以降もアルテミア単独給餌で飼育を継続した結果、80日間で生残率87.5%、全長40mmに成長した。ふ化から通算約120日の生物餌料のみの給餌により、約40mmまで成長することが分かった。
5. 本種仔稚魚期の特性から、①初期の24時間照明、②ワムシの高密度給餌、③貝化石の散布、④這い上がり防止のためのシャワー等の処置が、生残率向上のために有効であった。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、本種の種苗生産技術全般についてご教授いただいた長崎県総合水産試験場種苗量産技術センターの宮木廉夫博士に心からお礼申し上げます。

文 献

- 1) 日本水産資源保護協会, 1997: 日本の稀少な野生水生生物に関する基礎資料 (IV), 190-195.
- 2) 元谷 剛, 2010: 岡山県海域で操業する小型底びき網漁業の漁獲物組成 (平成21年), 岡山水研報告, **25**, 24-29.
- 3) 岡山県農林統計協会, 2008, 平成18~19年岡山県水産統計年報, 37.
- 4) 藤田矢郎・田北 徹, 1965: ムラサキアカシタビラメの卵発生と仔魚前期, 日水誌, **31**, 388-392.
- 5) 藤田矢郎・北島 力・林田豪介, 1986: コウライアカシタビラメの成熟促進, 卵発生と飼育による仔稚魚の形態, 魚類学雑誌, **33**, 304-315.
- 6) 原田和弘, 水田 章・杉野雅彦, 1994: コウライアカシタビラメの種苗生産試験, 平成5年度兵庫水試事報, 137-138.
- 7) 深浦雄一・倉田清典, 1999: 種苗生産試験Ⅲ(コウライアカシタビラメ), 平成10年度熊本水研事報, 179-181.
- 8) 福澄賢二・太刀山透・深川敦平, 2001: コウライアカシタビラメの採卵と仔稚魚の飼育, 福岡水海技セ研報, **11**, 21-27.
- 9) 尾田 正・水戸 鼓, 1994: コウライアカシタビラメ仔魚の相対成長, 摂餌可能サイズと適正塩分, 岡山水試報, **9**, 85-88.
- 10) 宮木廉夫, 2010: コウライアカシタビラメの種苗生産について, 豊かな海づくり水産開発ながさき, **106**, 1-4.
- 11) 後藤真樹・草加耕司・小見山秀樹・弘奥正憲, 2012: コウライアカシタビラメの採卵, 岡山県水産研究所ホームページ, <http://www.pref.okayama.jp/soshiki/206/>
- 12) 草加耕司・藤井義弘・増成伸文, 2005: キジハタ仔魚期の減耗軽減のための種苗生産試験, 岡山水試報, **20**, 45-48.
- 13) 草加耕司・池田博明・増成伸文, 2007: オニオコゼの種苗生産, 岡山水試報, **22**, 196-200.
- 14) 田中 克, 1981: 海産仔魚の摂餌と生残-II, 生残に必要な限界餌料密度の推定(1), 海洋と生物, **12**, 63-68.
- 15) 濱本俊策・栩野元秀・横川浩治, 1986: キジハタふ化仔魚飼育時における小型飼料の有効性と照明効果, 香川水試報, **2**, 1-11.
- 16) 津村誠一, 高野正嗣, 小畑泰弘, 與世田兼三, 2004: キジハタの初期飼育における貝化石の添加効果, 平成15年度栽培漁業センター技報, **1**, 45-48.