

コウライアカシタビラメ仔魚の成長、生残に及ぼす日長とワムシ密度の影響

草 加 耕 司・小 見 山 秀 樹・岩 本 俊 樹

Effects of Photoperiod and Rotifer Prey Density on the Growth and Survival of Hatchery-reared
Three-lined Tonguefish *Cynoglossus abbreviatus* Larvae

Koji KUSAKA, Hideki KOMIYAMA and Toshiki IWAMOTO

コウライアカシタビラメ *Cynoglossus abbreviatus* は沿岸の砂泥域に分布するウシノシタ科の魚類で、瀬戸内海中央部ではイヌノシタ *C. robustus*, アカシタビラメ *C. joyneri* とともに小型機船底びき網（以下、小型底びき網）や刺網漁業の重要な対象種である^{1,2)}。しかし、近年、漁獲量が減少傾向にあるため³⁾、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も検討されている。

岡山県農林水産総合センター水産研究所では、藤田ら⁴⁾に基づき、1990年代に種苗生産試験を実施したが⁵⁾、初期減耗や着底期以降の飼育等に課題を残し、種苗生産技術は確立されたとは言い難い。前報では小型水槽を用いた5回次の飼育試験を実施し、本種の仔稚魚の特性に応じた飼育方法の検討と量産に向けた課題を整理した⁶⁾。その結果、初期の低生残の要因は、本種仔魚の遊泳が緩慢であることによる摂餌成功率の低さに起因する摂餌不良があげられた。そこでハタ類⁷⁻⁹⁾やカワハギ *Stephanolepis cirrifer*¹⁰⁾等の初期摂餌の促進目的で効果が明らかにされている開口から一定期間の恒明と、シオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* sp. complex（以下、ワムシとする）の高密度給餌に関する飼育試験を行い、日長とワムシ密度がコウライアカシタビラメ仔魚の成長、生残に及ぼす影響を調べたので報告する。

材料と方法

供試卵 2010年10月～'12年3月に瀬戸内市牛窓町漁協の小型底びき網で漁獲されたコウライアカシタビラメ天然魚を数か月から1.5年間養成し、自然産卵によって得た卵を供試した。

日長試験 '11年5月に得られた受精卵を、ふ化予定日の前日までろ過海水の流水水槽で管理した後、200L円形ポリカーボネート水槽に1.4万粒/㎡の密度で収容し、仔

魚のふ化後16日目（以下、仔魚のふ化後n日目を日齢nとする）まで飼育した。

試験区は、仔魚が開口して摂餌を開始する日齢5～16の間に日長を12時間とする区（以下、12時間明期区とする）と、日齢5～10の間に恒明とし、その後12時間明期に戻す区（以下、24時間明期区とする）の2区を設定した。試験区はそれぞれ2水槽を用いた。

ワムシ密度試験 '12年5月に得られた受精卵を用い、初期餌料とするワムシの飼育水中における密度を5, 10, 20, 30個体/mLとする4試験区を設定した。試験区には500L水槽をそれぞれ1水槽用い、前述の24時間明期区と同様の日長条件で日齢16まで仔魚を飼育した。

その他の飼育方法 飼育水は自然水温の紫外線殺菌海水を使用し、卵収容時から換水率1回転/日の流水とし、日齢10から1.5回転/日とした。通気は、水槽中央に1個のエアストーン（20×20×150mm）を配置して行った。飼育水には日齢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）2～5 mLを海水で約10倍に希釈して1日2回、水面から添加した。照度は水槽上部に設置した水銀灯と蛍光灯により飼育水面直上で600～2,000luxとなるよう調光した。

餌料はワムシのみとし、日齢5以降に1日1回給餌した。毎日10時頃、水槽内のワムシ密度を調べ、日長試験では飼育水中の密度が15個体/mLとなるよう、またワムシ密度試験では各区の設定条件に対する不足分を追加した。なお、ワムシは高度不飽和脂肪酸が強化された淡水産濃縮クロレラで栄養強化した。水槽内の底掃除は行わず、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）3～5 gを200mLの海水に溶いたあと1日2回添加した。

仔魚の成長、生残、摂餌調査 試験終了時に全数を取上げて計数し、生残率（取上げ尾数/ふ化仔魚数×100、

%)を算出した。同時に各水槽につき60尾をm-アミノ安息香酸エチルメタンホネートで麻酔後に万能投影機で10倍に拡大し、全長をデジタルノギスで測定した。初期の摂餌状況を調査するため、日長試験は日齢5～10、ワムシ密度試験は日齢5～9において給餌から4時間後に各水槽より30尾の仔魚を採取し、顕微鏡下で消化管内のワムシ咀嚼器を計数して、摂餌個体率(ワムシを摂餌した仔魚数/観察尾数×100, %)を算出した。さらに仔魚30尾の消化管内ワムシ数を総計して、仔魚1尾当たりの平均ワムシ摂餌数(ワムシ数の総計/観察尾数, 個/尾)を求めた。

統計処理 日長試験における仔魚の全長と生残率の比較には Student の t 検定を用いて有意差を検定した。ワムシ密度試験における仔魚の全長の比較には、一元配置の分散分析を用いて有意差を検定し、有意差が認められた場合には Tukey の方法を用いて多重比較を行った。また、生残率の比較には Fisher の直接確率検定を実施した後、Bonferroni 法により多重性を調整した。各検定とも有意水準 5 %で行った。

結 果

日長試験 期間中の水温は17.0～18.8℃、平均値は17.8℃で水槽間の差はほとんどなかった。

日齢4に過半数の仔魚が開口、日齢5には下顎が発達して可動する機能的開口を確認した。日長時間別のワムシ摂餌状況の推移を図1に示した。両試験区とも給餌初日の日齢5には摂餌個体率30%であったが、日齢6には12, 24時間明期区でそれぞれ57%と83%, 日齢8には73

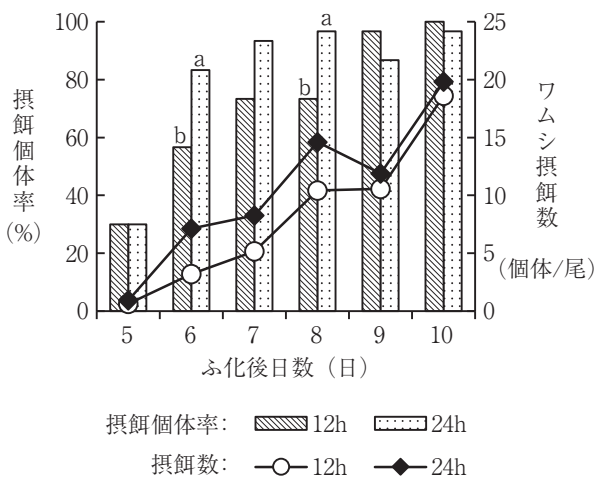


図1 日長試験における12時間と24時間明期区のワムシ摂餌状況の推移

摂餌個体率 = ワムシ摂餌仔魚数/観察尾数 × 100
ワムシ摂餌数: 消化管内のワムシ数の総計/観察尾数
異なるアルファベット間で有意差あり ($p < 0.05$)

%と97%に高まり、以後は両区とも80%を越え、ほぼ同率となった。日齢6～8における24時間明期区の摂餌個体率は、12時間区よりも有意に高かった。仔魚1尾当たりの平均ワムシ摂餌数は、日齢5の1個/尾未満から成長とともに増加し、腸管の捻転がみられ始めた日齢8には両区とも10個/尾を超えた。摂餌調査期間中は、24時間明期区の摂餌数が12時間区より常に多かった。

試験終了時の全長と生残率を表1に示した。12時間と24時間明期区で比較すると、全長はそれぞれ6.92 ± 0.88mm (平均値 ± 標準偏差) と7.15 ± 0.86mm で統計的な有意差はみられないものの、後者の方がやや大きかった。生残率は20.5%, 43.1%と後者が前者の約2倍で有意に高かった。

ワムシ密度試験 期間中の水温範囲は15.7～18.9℃、平均値は17.4℃で水槽間の差はほとんどなかった。

ワムシ密度別の摂餌状況の推移を図2に示した。日齢5の摂餌個体率は、ワムシ密度5個体/mL (7%) < 10個体 (17%) < 30個体 (43%) ≒ 20個体区 (47%) の順となり、30個体と20個体は5個体/mL区よりも有意に高かった。日齢6では各区63～70%とほぼ同率となり、日齢7以降は全区80%以上で安定して差はみられなかった。ワムシ摂餌数は、日齢5の0.3～1個/尾から徐々に増加して、日齢9に全区で15個/尾以上となったが、この間、試験区間に一定の傾向はみられなかった。

ワムシ密度試験終了時の全長と生残率を図3に示した。平均全長は、5個体/mL (6.25mm) < 10個体 (6.87mm) < 30個体 (7.61mm) ≒ 20個体区 (7.83mm) の順で有意差がみられた。生残率は41～61%の範囲で、10個体/mL (41%), 5個体 (45%), 20個体 (58%), 30個体区 (61%) の順で、統計的な有意差はみられなかったものの、高密度区で高い傾向があった。

表1 日長試験終了時の全長と生残率

試験区	水槽 No.	全長 (mm)	生残率 (%)
12時間明期	1	6.87 ± 0.80	17.6
	2	6.96 ± 0.97	23.4
	平均	6.92 ± 0.88 ^a	20.5 ^b
24時間明期	1	7.05 ± 0.76	38.8
	2	7.25 ± 0.94	47.5
	平均	7.15 ± 0.86 ^a	43.1 ^a

異なるアルファベット間で有意差有り ($p < 0.05$)

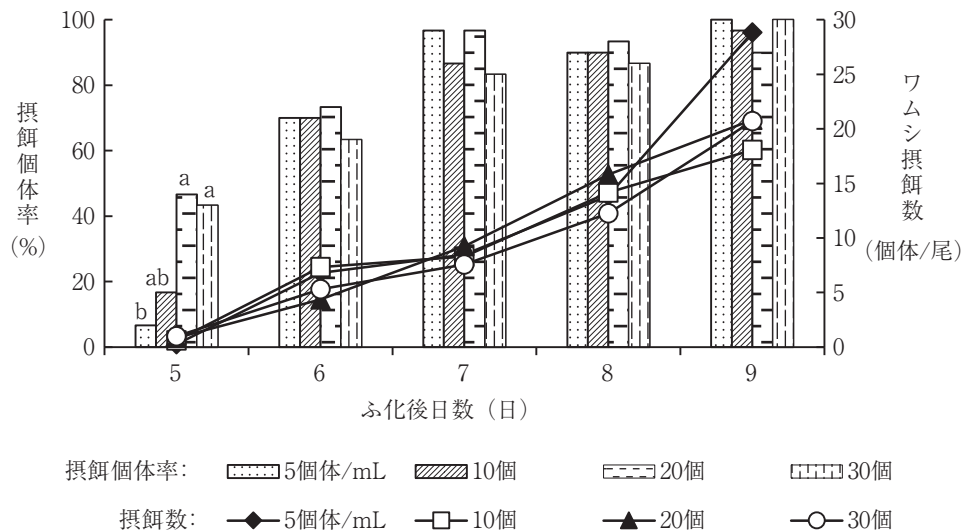


図2 ワムシ密度別の摂餌状況の推移
 摂餌個体率 = ワムシ摂餌仔魚数 / 観察数 × 100
 ワムシ摂餌数 : 消化管内のワムシ数の総計 / 観察尾数
 異なるアルファベット間で有意差有り ($p < 0.05$)

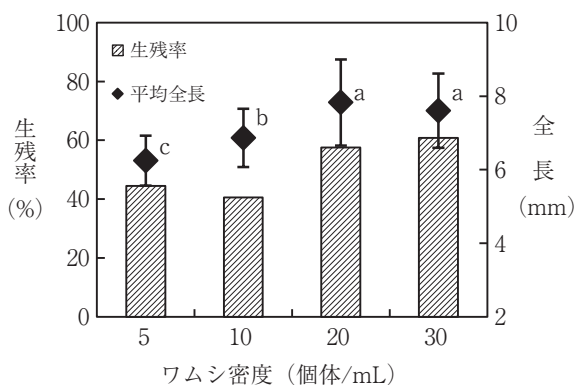


図3 ワムシ密度試験終了時の全長と生残率
 異なるアルファベット間で有意差有り ($p < 0.05$)
 垂直のバーは標準偏差を示す

考 察

多くの魚類仔稚魚は視覚による摂餌を行うため^{11,12)}, 長日条件下では摂食時間が延長されて摂餌機会が増加し, 成長や生残が改善されることが期待される¹³⁾。キジハタ *Epinephelus akaara*⁷⁾, スジアラ *Plectropomus leopardus*⁸⁾, マハタ *Epinephelus septemfasciatus*⁹⁾等, 初期摂餌の失敗による減耗が著しいハタ類の種苗生産では, 給餌開始から一定期間の恒明で成果を上げている。今回, 摂餌行動が緩慢な本種でも同様の効果を期待して開口から5日間の24時間照明を行ったところ, 12時間明期区よりも成長, 生残, 摂餌に優れ, 初期飼育の改善効果が認められた(表1)。一方, スジアラ⁸⁾, マハタ⁹⁾では, 恒明の有効性を認めた上で, この継続が仔魚本来の

朝夕2回の摂餌リズムを乱し, 摂餌生態に変調を来すことが指摘され, それぞれ初期減耗が安定する日齢5と日齢8前後には終了すべきとしている。日長試験での日齢6~8の摂餌個体率は24時間明期区が高かったが, それ以降は明瞭な差が認められなかったため(図1), 本種における恒明条件の設定期間は日齢10前後までで十分と考えられた。その後, 日齢10~16には12時間明期区と比較しても仔魚の不調や著しい減耗等は観察されなかったため, 恒明による負の影響もなかったと判断した。日長条件について平田ら¹⁴⁾は, カンパチ *Seriola dumerili* 仔魚では18時間明期の生残率が12時間や24時間明期区より高く, 恒明でない長日のほうが適していると報告し, 初期飼育に適した光周期が魚種により異なるのは明期における仔魚の活動(代謝)と摂餌によるエネルギー収支が異なるためと述べている。本種も長日が適している可能性もあり, 今後は長日時間や期間設定に関する詳細な試験を行い, 最適な長日条件を明らかにする必要がある。

生物餌料の密度は, 多くの海産仔魚が5~10個体/mLのワムシ密度で種苗生産されている¹⁵⁾。福澄ら¹⁶⁾は本種の初期飼育において, 50個体/mLの高密度で摂餌個体率やワムシ摂餌数が高まったとし, クエ *Epinephelus bruneus*¹⁷⁾では20~30個体/mL, 遊泳力の乏しいアカハタ *Epinephelus fasciatus*¹⁸⁾仔魚では30個体/mLの維持が初期減耗に有効とされていることから, 今回は異なる餌料密度の飼育試験で特に高密度の効果を検討した。その結果, 20, 30個体/mLのワムシ密度区の生残率が5, 10個体/mL区よりも高く, 全長もワムシ密度が高い試験区は

ど大きくなる傾向を示した(図3)。ワムシ密度試験における摂餌個体率は、給餌開始日の日齢5ではワムシ20, 30個体/mL区が5, 10個体/mL区より高かった(図2)。これは高密度の餌料が遊泳力の備わっていない前期仔魚にワムシとの遭遇頻度を高め、摂餌機会を増やした結果と考えられた。しかし、日齢6以降は摂餌個体率に明瞭な差は認められなくなったことから、発育に伴い摂餌に関与する諸器官が発達し、低密度下においても積極的な摂餌行動が可能となるためと考えられる。これらのことから、高密度給餌の期間は摂餌個体率が80%を超えて安定する日齢7までで十分と考えられた。

要 約

1. コウライアカシタビラメ仔魚の摂餌促進による初期減耗軽減を目的とし、日長条件と至適なワムシ密度を検討するため、飼育試験を実施した。
2. 日長試験では、開口から5日間の恒明の方が12時間明期よりも仔魚の初期摂餌、成長、生残に優れた。摂餌状況等の比較観察から、本種におけるその設定期間は日齢5～10程度が適切と考えられた。
3. ワムシ密度試験では、20, 30個体/mLのワムシ高密度区の成長、生残率が5, 10個体/mL区より高かった。高密度餌料は、特に開口直後の摂餌促進に効果的であったことから、日齢5～7程度のワムシ高密度設定が有効と考えられた。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、本種仔稚魚の飼育技術全般にわたりご教授いただいた長崎県総合水産試験場 宮木廉夫博士に厚くお礼申し上げる。

文 献

- 1) 大坂幸男・輿石裕一, 1997: コウライアカシタビラメ, 日本の稀少な野生水生生物に関する基礎資料(IV), 日本水産資源保護協会, 東京, 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: 漁業生産, 平成18～19年岡山県農林水産統計年報, p.31.
- 4) 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.
- 5) 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.
- 6) 草加耕司・後藤真樹・小見山秀樹・弘奥正憲, 2012: コウライアカシタビラメの仔稚魚の飼育方法の検討, 岡山水研報告, **27**, 37-43.
- 7) 濱本俊策・榎野元秀・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明期効果, 香川水試報, **2**, 1-11.
- 8) 與世田兼三・團 重樹・藤井あや・黒川優子・川合真一郎, 2003: 異なった日周条件がスジアラ仔魚の初期摂餌, 初期生残および消化酵素に及ぼす影響, 水産増殖, **51**, 179-188.
- 9) 照屋和久・與世田兼三・岡 雅一・西岡豊弘・中野昌次・森広一郎・菅谷琢磨・浜崎活幸, 2008: 光周期がマハタ仔魚の生残, 成長および摂餌に及ぼす影響, 日水誌, **74**, 645-652.
- 10) 成田篤史・柏倉 真・齋藤 寛・岡田喜裕・秋山信彦, 2011: 飼育環境の違いがカワハギ仔魚の摂餌活動, 摂餌量, 生残および成長に与える影響, 水産増殖, **59**, 551-561.
- 11) Blaxter HS., 1986: Development of sense organs and behaviour of teleost larvae with special reference to feeding and predator avoidanc, *Trans. Am. Fish. Soc.*, **115**, 98-114.
- 12) Boeuf G, Le Bail PY, 1999: Does light have an influence on fish growth?, *Aquaculture*, **177**, 129-152.
- 13) Trotter AJ, Battaglene SC, Psnkhurst PM, 2003: Effects of photoperiod and light intensity on initial swim bladder inflation, growth and post-inflation viability in cultured striped trumpeter (*Latris lineate*) larvae, *Aquaculture*, **224**, 141-158.
- 14) 平田善郎・浜崎活幸・今井彰彦・照屋和久・岩崎隆志・浜田和久・虫明敬一, 2009: カンパチ仔魚の生残, 成長, 摂餌および鰾の開腔に及ぼす光周期と水温の影響, 日水誌, **75**, 995-1003.
- 15) 田中 克, 1981: 海産仔魚の摂餌と生残-Ⅲ. 生残に必要な限界餌料密度の推定(2), 海洋と生物, **13**, 140-146.
- 16) 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.
- 17) 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.
- 18) 川辺勝俊・木村ジョンソン, 2007: 選別した小型S型ワムシを用いたアカハタの種苗生産, 栽培技研, **35**, 11-21.