

ヒラメ仔魚期の飼育水温が体色異常に及ぼす影響

石橋 亮,¹ 下島さゆり,² 山本眞司,¹ 村田 修^{1*}

(種苗生産・養殖グループ)

¹近畿大学水産研究所, ²近畿大学大学院農学研究科

* murata@cypress.ne.jp

近年, ヒラメ *Paralichthys olivaceus* の種苗生産において, 仔魚の自然条件とかけ離れた高水温飼育が採用されることが少なくない。これは, 魚病発生の回避や仔魚期間の著しい短縮による早期出荷等の生産者側の利便性が主な成立理由であり, 目的によっては優れた方法である¹⁾。高水温飼育による形態異常の発生, 成長率および雄の出現率が高いことは, これまでにいくつかの報告がある^{2, 3)}。昨年の実験では, 高水温(25℃)で飼育した場合に体色異常の発生, 成長率および雄の出現率が高いことが明らかにされた。しかし, 夏季の大量生産時において能力的に冷却が追いつかず, やむをえず高水温で飼育することになった場合に, 昇温開始時期の差異が成長および体色異常に及ぼす影響についての研究はなされていない。本研究では, 昇温開始時期をヒラメの各発育ステージで変えることにより, ヒラメ稚魚の成長および体色異常に及ぼす影響を調べた。

試料および方法

供試卵 供試卵には, 2004年4月11日に香川県関西物産株式会社で自然産卵によって得られた胚体形成卵を用いた。

飼育方法 実験区は, 南によるヒラメ仔稚魚の発育ステージを基に分類し⁴⁾, 5実験区設けた。対照区として卵収容時から18~20℃に設定した区, 1区として発育ステージAで12時間かけて25℃まで昇温した区, 2区として発育ステージDで12時間かけて25℃まで昇温し

た区, 3区として発育ステージGで12時間かけて25℃まで昇温した区, 4区として発育ステージIで12時間かけて25℃まで昇温した区を設けた。各区とも昇温までは, 水温を18~20℃に保った。昇温後は, 実験終了までは水温を一定に保った。各区とも500ℓ容ポリカーボネイト水槽に5000粒ずつ卵を収容し, 2基ずつ設けた。実験終了日は孵化後60日目とした。

飼育水へのナノクロロプシスの添加およびワムシの給餌は孵化後3日目から, アルテミアの給餌は孵化後15日目から, 人工配合飼料(丸紅飼料製アルテック K-2)の給餌は孵化後24日目から行い, 給餌量は成長と共に増加させた。ワムシおよびアルテミアは日清マリンテック製マリングロスで24時間栄養強化後給餌した。孵化直後は止水にし, ワムシ給与開始後部分流水にし, アルテミア給与開始後流水にした。卵収容と同時に40W蛍光灯により12 h/dayで光照射を行った。また, 孵化後40日目に全個体を取り上げ計数後, 新しい水槽に収容した。

調査項目 卵収容直後に対照区1, 2より50粒ずつサンプリングし卵径測定を行い, 孵化完了後孵化率を求めた。また, 実験期間中は毎日水温測定を行った。孵化後0日目から30日目までは毎日, 30日目以降は5日ごとに各水槽からランダムに20尾ずつサンプリングを行った。なお, 40日目と60日目は各水槽からランダムに100尾ずつサンプリングした。その後, 実体顕微鏡に設置したCCDデジタルカメラ(FUJI PHOTO FILM 社製 HC-2500)で撮影し, パーソナルコンピュータに取り込んだ画像

から画像解析ソフトウェア (Scion corporation 社製 Scion Image) を用いて全長測定を行い、10 %ホルマリン溶液で固定、保存した。孵化後 40 日目以降のサンプルについては、スキャナー (Canon canoscan 8200F) を用いて、各個体の有眼側および無眼側を撮影し、得られた画像から全長測定を行った。有眼側の体色については、変態完了後に決定し、孵化後 40 日目以降には着色部位が明白になるが、白化個体は斃死が起こりやすく生残率が低下するため、孵化後 40 日目に各水槽の白化個体を計数し白化率を求めた。

さらに、孵化後 60 日目に各水槽から黒化個体を計数し黒化率を求めた。また、孵化後 40 日目のサンプルについては得られた画像から有眼側体色の分類を行い、孵化後 60 日目のサンプルについては無眼側体色の分類を行った。有眼側の分類は、福所による人工採苗ヒラメに発現する白化個体の類別に順じて行った⁵⁾。なお、この分類表には正常個体が含まれていなかったため、Type-IX を正常個体として付け加え、9 タイプに分類した。無眼側の分類は、石原・有村の報告を基に行なった¹⁾。

結 果

飼育結果 卵径は、 0.9 ± 0.02 mm であった。また、正常孵化率は、 85.2 ± 4.4 % であった。奇形仔魚および未孵化卵がわずかに見られたがほぼ正常な孵化仔魚であった。実験終了時での各実験区における平均生残率は、対照区で 39.9 ± 2.5 %, 1 区で 26.0 ± 5.1 %, 2 区で 31.3 ± 7.1 %, 3 区で 39.5 ± 8.5 % および 4 区で 42.9 ± 4.9 % であった (Fig.1)。

Fisher の PLSD による有意差検定を行った結果、実験区間で有意な差は認められなかったものの、1 区で最も低い生残率を示し、发育ステージの初期に昇温した実験区ほど低い生残率を示す傾向が見られた。

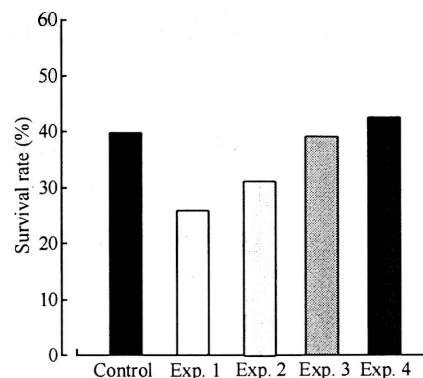


Fig. 1. Survival rate of Japanese flounder at 60 days after hatching. Control : no treatment, Exp. 1 : water temperature up to 25°C at stage A, Exp. 2 : water temperature up to 25°C at stage D, Exp. 3 : water temperature up to 25°C at stage G, Exp. 4 : water temperature up to 25°C at stage I.

孵化直後の平均全長は、 2.59 ± 0.06 mm であった。その後、1 区、2 区、3 区、4 区と順に 25°C まで昇温した後は、各実験区とも徐々に成長速度が増大した。実験終了時の平均全長は、対照区で 40.0 mm, 1 区で 44.2 mm, 2 区で 46.3 mm, 3 区で 43.5 mm および 4 区で 41.5 mm であった。また发育ステージの推移については、1 区が最も早く发育ステージを経て変態を完了しており、发育ステージの初期に昇温した実験区ほど各发育ステージの存続時間は短かった。

体色異常出現状況 白化率は、対照区で 0.20 %, 1 区で 2.10 %, 2 区で 1.89 %, 3 区で 0.43 % および 4 区で 0.17 % であった (Fig. 2)。

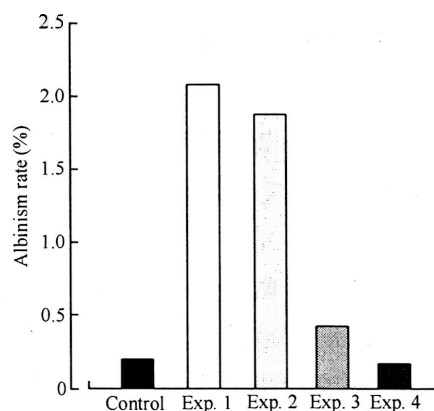


Fig. 2. Albinism rate of Japanese flounder at 40 days after hatching. Control : no treatment, Exp. 1 : water temperature up to 25°C at stage A, Exp. 2 : water temperature up to 25°C at stage D, Exp. 3 : water temperature up to 25°C at stage G, Exp. 4 : water temperature up to 25°C at stage I.

Fisher の PLSD による有意差検定の結果、1 区、2 区間と対照区、3 区、4 区間で有意な差が認められた。白化率は発育ステージ初期に昇温した 1 区および 2 区で顕著に高い値を示した。黒化率は、対照区で 25.0 %、1 区で 93.8 %、2 区で 84.6 %、3 区で 95.6 %、4 区で 78.2 %であり、対照区以外の昇温したすべての実験区において極めて高い値を示した。

次に、スキャナーによって取り込んだ画像から孵化後 40 日目のサンプルにおける白化個体、孵化後 60 日目のサンプルにおける黒化個体について分類した。まず、白化個体においてはすべての実験区でほぼ正常個体であったが、体色異常個体は異常部分の面積が大きい傾向が見られた。黒化個体においては、昇温したすべての実験区でタイプ 8 のように異常部分の面積が小さく、体側部分に体色異常が出現する個体が多く見られた(Fig. 3)。

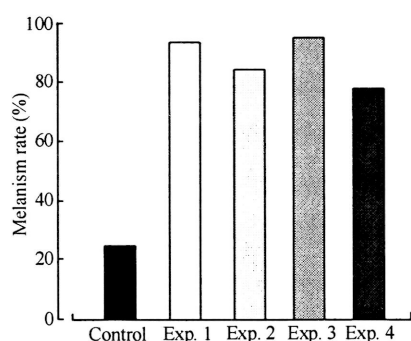


Fig. 3. Melanism rate of Japanese flounder at 60 days after hatching. Control : no treatment, Exp. 1: water temperature up to 25°C at stage A, Exp. 2: water temperature up to 25°C at stage D, Exp. 3: water temperature up to 25°C at stage G, Exp. 4: water temperature up to 25°C at stage I.

考 察

本実験では仔魚期のヒラメにおいて昇温する時期を変えることにより、成長率、生残率、有眼側および無眼側における体色異常、雄出現率に及ぼす影響について調べた。

まず、昇温した時期が早い実験区ほど生残率が低かったことについては、25 °C 高水温飼育により成長速度が増したことによって飼育密

度が高まり、早期に昇温したもののほど生残率が低下したことが考えられた。また、浮遊期の仔魚にとって 25 °C 高水温は環境または生理的に負担が大き過ぎたことも考えられた。

孵化後 46 日目に対照区 II において大量減耗した。これは、飼育水中の仔魚および餌料生物の排泄物や、それらの分解生物が水槽中に蓄積されることによる水質の悪化が何らかの病気を発生させたことが考えられる⁶⁾。

白化率が変態完了前に昇温した実験区で高い値を示したことについては、浮遊期の飼育環境が間接的に白化出現を左右し、仔魚期に異常高水温で飼育すると白化個体が多く出現することは既に報告されており、変態完了後に昇温した実験区では昇温による影響を受けなかったため白化率は低い値を示したと考えられた。

無眼側の体色異常については、昇温した実験区だけでなく、出現率は低かったものの対照区でも黒化が見られたことから、着底期前期 (G ステージ) に飼育密度が適切でなかったことが重要な要因の一つであると考えられる。また、昇温したすべての実験区で黒化率が高い値を示したことについては、何らかの負荷で順調な発育上の成長が阻害された場合には黒化個体の出現に影響を及ぼすことは既に報告されている⁷⁾。本実験においても 25 °C 高水温飼育が負荷となり間接的に悪影響を与えたためであると考えられ、防除策として成長速度を適切に維持し、順調に成長させ、変態過程を正しい機序で経過させることが肝要だと示唆された。

また、仔魚期の早期に昇温した実験区ほど雄の発現率が高い値を示した。ヒラメの生殖腺分化の臨界時期は変態着底終了以後 1 ヶ月の間にあり、この間に 25~28 °C の高水温で飼育すると 100 % 雄になることは既に報告されている²⁾。本実験においても同様のことが起こったと考えられる。

本実験の結果から昇温開始時期に関わらず 25 °C 高水温飼育は体色異常を引き起こし、正常

個体への発達を妨げた。今後は設定水温を低下させ夏期の飼育水温の限界値を検討する必要があると考えられた。

謝 辞

本研究を進めるにあたりヒラメを飼育管理していただいた近畿大学水産研究所職員の皆様に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 石原孝・谷村有紀（1996）：無眼側の色素異常タイプ。研究成果報告，栽培漁業センター，4.
- 2) 青海忠久（1997）：ヒラメの生物学と資源培養，5. 体色異常発現機構。水産学シリーズ 112. 恒星社厚生閣，pp63-73.
- 3) 山本栄一（1992）：ヒラメの雌性発生および倍数化を利用した育種。水産育種，18. 13-23.
- 4) 南卓志（1982）：ヒラメの初期生活史。日本水産学会誌，48. 1581-1588.
- 5) 福所邦彦（1990）：人工採苗ヒラメの白化現象と防除法（上）。水産研究，9. 42-46.
- 6) 杉山元彦，中野広，矢野豊，福田雅明，村上直人（1982）：異体類の健苗育成に関する研究－I. 白化等の異常個体出現率におよぼす注水量の影響について。北水研報，50. 63-69.
- 7) 水産総合研究センター（2004）：ヒラメ無眼側体色異常個体の出現要因と防除技術。栽培漁業シリーズ，3.