

平成9年度ヒラメ黒化対策試験

塩垣 優・兜森 良則・松坂 洋・鹿内 満春

本県におけるヒラメ栽培漁業の事業化は平成2年度から開始され、県栽培漁業振興協会で種苗生産から放流効果まで実施されているところであるが、種苗生産の段階で問題となっている無眼側黒化対策が緊急に解決されるべき課題の一つとなっている。

協会からの要請を受け、当所では平成6年度より黒化対策試験を実施してきたところである(平成7年度には都合により未実施)。

平成6年度には13日令仔魚(全長5.9mm)を用い、アルテミアの栄養強化剤(5種)の影響に力点を置いた試験を実施したが、結果からはAタイプの出現率に差が認められなかった(38-49%)。

平成8年度には市販されている3種の配合飼料と飼育槽内における流速の差による検討を行った。供試仔魚は25-27日令(全長12-13mm)の浮遊生活末期の仔魚を用いた。結果からは、4試験区とも、無眼側の黒化は100%に近く、被覆面積2分の1以上の重度のAタイプ黒化の出現率が84-99%に達し試験区間での差は認められなかった。

今年度は以上の経過を踏まえて、飼育試験結果から黒化原因を特定できる試験内容とすることを眼目に、試験内容を設定した。また、どの段階で黒化が決定されるのか、また特にAタイプ黒化を抑制する強化剤を特定することを目的に、今年度初めて孵化仔魚の段階から飼育試験を実施したので報告する。

材料及び方法

生物餌料

- ・ワムシ L型協会株を用い、培養には濃縮淡水クロレラ(V₁₂)のみを用い、培養水温23℃とした。1m³アルテミア孵化層での3日サイクルのバッチ式培養とした。
- ・アルテミア 北米産耐久卵を用い、孵化条件は水温28℃、30時間後に取上げたものを栄養強化に用いた。
- ・配合飼料 黒化が出にくいとされる日清製粉(株)製おとひめの初期飼料のみとした。

試験区

1m³円形パンライト水槽を掛流し注水とし、適宜成長にともない注水量を増やした。飼育実験棟南面に直線一行に9面を並べ設置した。水槽側面、底面とも黒ビニールシートで遮光した。

試験区1-9の内容は図1、表1のとおりワムシ系列を6試験区、アルテミア系列を3試験区計9試験区とした。

飼育水へはナシクロ等は一切添加しなかった。照度の調節は南面の窓ガラスのブラインドを降ろし、過度の透過光線が入らないよう、遮光幕を張る等の対策を行い、さらに水面への光線をカットする意味で水量を0.9m³までおとした。餌料生物の給餌量、二次培養密度、餌料系列、餌料生物の栄養強化剤の投与量についてはそれぞれ表2-5に示した。

試験魚

協会産受精卵160gを平成9年7月14日、当所に搬入し、同日0.5m³アルテミア孵化槽に收容した。

試験区收容

7月16日午前に孵化仔魚を收容した。收容密度は1万尾/m³とし、全てカウントして收容した。

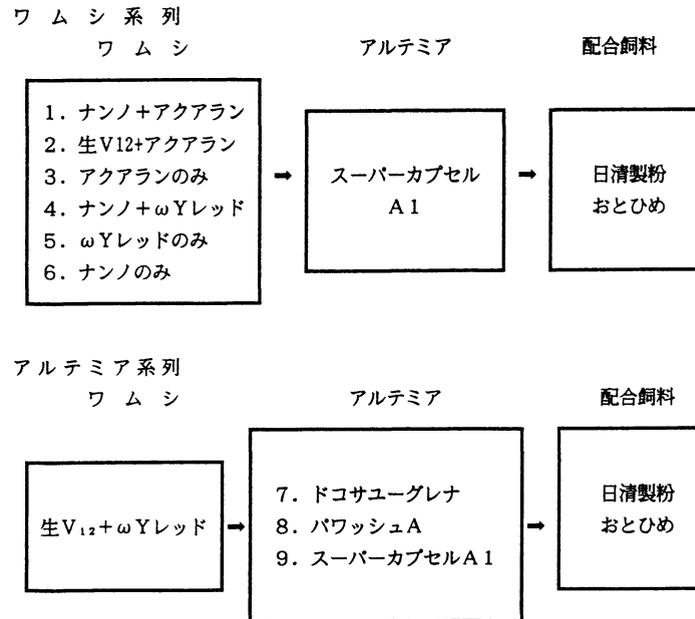


図1 各試験区（1－9）の栄養強化の内容と餌料系列

試験結果と考察

投餌開始 7月17日午後よりワムシ投与開始。

投餌内容 計画と異なった内容となったので付記しておく。

ワムシ投与期間	計画3－20日令	実績2－16日令
アルテミア投与期間	計画14－30	実績15－38
配合飼料投与期間	計画25－	実績24－

ワムシについてはナンクロの培養不調により、二次強化に予定していたナンクロについては5－8日令まで濃縮クロレラV12で代用した。また、ワムシの培養室内の気温の上昇により培養水温が25℃を越し、培養不調となりワムシの投与期間を計画の20日令までもたせず、16日令での給餌となった。アルテミアについては強化剤としたスーパーカプセルが25℃以上でカプセル膜が溶け出すため、培養水温を上げないために、調餌室の冷房を引き込み、水温21－22℃を維持した。二次培養密度は計画通り1000個体/mlを維持し、二次培養水量を4、6、8、10Lと段階的に増やした。

生残率

途中経過の17日令（8月2日）での夜間柱状サンプリング結果は表6のとおりであり、すでにかかなりの減耗が見られた。

最終生残率は表8に示したように、途中で減耗が激増したW1－4については日令41－49で終了取上げとし、W5－A9については70日令で終了させた。結果は著しい低生残率となった。その原因については、飼育水温の高水温障害が考えられた。飼育水温の経過は表7のとおり、最高25.8℃を記録し、この為、変態サイズが著しく小型となり全長10－11mmで着底した。通常であれば着底サイズは全長17－18mmであり、異常な飼育環境下であった。

今回9試験区で試験を行ったが試験途中で特にW1－3では、配合に切り替えてから、水質の悪化が原因であったかどうかは不明であるが、W3で41日令で急激に落ち、斃死個体が赤く染色され、排水サイフォン内部も赤く染まる現象が見られた。同じく、W1、2も49日令で急激な減耗が見られた。残る区も、時期の早い遅いはあっても、70日令で生残個体が減少したので切り上げとした。今回の試験で生残率の著しい低下は、高水温による生理障害が主因と考えられるが、共食いによる物理的障害さらには食害による

減耗もあったものと考えられる。41日令以降、試験区毎に、トビ個体については1個体ずつヤスで突いて取上げたが、表8に示したように成長差は著しく大であった。しかし、その除去は不十分で生残率の低下につながったものと考えられる。次年度には試験途上での選別を考慮すべきであろう。

成 長

各試験区ごとの全長測定結果を表8に示した。

14、20、28日令までの測定結果からは、通算して、W1区の成長が最も評価される。しかし、最終取上げの時点での評価は著しい低生残率のため意味のない結果となった。

28日令までの結果からは、ワムシの強化にナシとアクアラン併用区で最も優れており、アクアランのみの区を大きく上回っている。後述する無眼側体色異常の防除も踏まえて考慮すれば、ナシとアクアラン併用方法がここでは最も優れた強化法と考えられる。

体色異常の観察結果

今回の試験では20mmサイズ、30mmサイズでそれぞれの体色異常を検討する計画であったが、急激な減耗が見られたため途中で試験終了とした。そのため、かなり小さいサイズでの検討が必要となり、出現した色素胞が将来消失するものであるかどうか判断しなくてはならないため、成長段階ごとの色素胞の出現過程あるいは消失過程を詳細に検討する必要が生じた。その結果、10数mmのかなり小型サイズでも色素異常を判断できることが分かったので、今回観察した範囲における、一般的な傾向について取り纏めた。

1) 無眼側体色異常の出現タイプの解説

今回の試験では全長30mm以上まで飼育できなかったため、小型の個体では10数mmからの観察を行ったが、実態顕微鏡下で観察すれば、観察される色素胞のうち、将来消失するものか、あるいは発達していくものか判断が可能であった。

以下の無眼側体色異常のタイプ分けは水産庁（1990）に従った。

将来消失する色素胞の形態：

初期に於ては大体に於て大型で星状に伸長した形態を示すことが多い。白化個体の有眼側、無眼側の白地となる部分のそれらは共通した形態を示す。それが、消失していく過程で、次第に分布が疎らとなり且つ、小型化し、30mm前後では微小な点状に縮小し、最後に消失する。

将来発達する色素胞の形態：

浮遊期仔魚に見られる種特有の色素胞分布を一次色素胞分布というが、この期間に見られる色素胞がその付近で微小な色素胞集団に変化する。この場合、顕微鏡下で個々の色素胞が独立して見えることは少ない。所謂密布型を呈する。

上記の特徴は、各成長段階の色素胞の形態変化を連続して追加することにより、容易に区別できるようになる。

タイプA

大半は背鰭、臀鰭基底に沿って出現するものでその外側の境界は不明瞭であるが内側の境界はほぼ明らかで、量的に多く色素胞の集合が認められるものでも成長すればA3、少ないものでA4に相当する。

今回の標本では全試験区で軽微な個体が大半であり、A2、A1に相当するものは認められなかった。

タイプB

尾柄部より前位で、体躯幹部に背腹対をなす形で短い線状に出現するものが大半であり、B1に相当する。B2タイプは殆ど見られなかった。

タイプC

C1タイプはごくごく稀である。C2タイプは認められなかった。殆どは、腹鰭基底と肛門との間にめくれ込みの形で出現するC3タイプである。正常魚でもいくらかのめくれ込みはあるので、軽微な場合の色素異常かそうでないのかの判断は難しい。ここに、主観の入り込む余地が大きく、出された数値をそのまま信用はできない。

C3でも、前述の腹鰭基底と肛門の間に出現するタイプと腹鰭基底よりも前位の喉位（峡部）に出現するタイプは区別すべきである。喉位の色素は殆ど正常なめくれ込みである。ここでいうC3タイプの典型的なものは、色素胞の密布する領域が背方に山形に伸び、著しく強い暗色斑をなす。その程度は、さまざまであり、異常か、正常か判断に迷う所である。

タイプD

尾柄部背・腹縁部のめくれ込みを異常か正常か判断するのは極めて困難である。特にめくれ込みが体側中央部に向かい広がるものについてD1としたが、客観性に欠ける。D2, 3は出現しなかった。

タイプE

鰭部の色素異常は観察が困難であり、今回は無視した。

各試験区ごとの最終取揚標本をもとに無眼側の体色異常をタイプ別に表9に集計した。ここでは、1個体に複数のタイプが出現した場合、それぞれをダブルカウントした。すなわち、観察標本のうち、それぞれのタイプが出現した標本の全体に占める割合として示した。

前述したとおり、タイプC、Dでは主観の入る要素が強く、観察日により、その判定が異なった可能性もあるため、ここではタイプAにしぼって検討する。

表9に見られるようにW1-W3ではAタイプの出現率が著しく低く、他の試験区とは明らかな差が認められた。このことから、以下のことが推定された。

結果の解析 一特に問題となるタイプAに注目して

I. ワムシの強化剤の比較

アルテミアの強化剤を同じスーパーカプセルとした試験区間での比較

W1~W6：アクアランを用いた区とそうでない区で明らかな差が生じた。

アクアランを用いた区では著しくAタイプの出現率は低い。

アクアランの他に添加剤として用いたナンノ、V₁₂の有無による差は認められない。

これらのことから、ワムシの強化剤としてAタイプの出現を抑えるためには単独のナンノ、 ω Y、V₁₂の効果は認められない。

II. アルテミアの強化剤の比較

ワムシの強化剤として同じV₁₂+ ω Yを用いたA7~9の比較からアルテミアの強化剤の無眼側Aタイプの出現を抑える効果は認められない。

III. タイプAの出現に関与する要因の推定

1. 時期としてはワムシの段階で決定されること。
2. ワムシの強化剤としてのナンノ、V₁₂、 ω Y等の単独使用はAタイプ出現を助長し、逆効果であること。
3. ワムシの強化剤にアクアランを用いればAタイプ黒化防止の効果が期待されること。
4. ワムシの強化にアクアランを用いれば、アルテミア以降の餌料の強化内容にはその結果が左右されないこと。

の4点が強く示唆される結果となった。すなわち、仔魚期の初期の段階で、ある物質をアクアランから供給してやれば、無眼側Aタイプの出現は相当に抑えられることが期待される。

今後は、今回得られた結果の再現性があるのかどうか再検討の必要がある。

その後には、アクアランの何が効果があるかの特定をすべきであろう。

また、飼育時期については、前述したように早める必要があり、無眼側黒化をクリアーした場合の、生残、成長等についても検討すべきである。

3) 白化個体の出現について

表6に示したように、今回の試験では各試験区とも白化出現率が高く2-4割にも達した。

無眼側の黒化の出現率と白化のそれには相関は認められず、これまで言われていた、「白化率が高いと無眼側黒化は少ない」というのは再考の余地があるように思われる。

4) トビ個体の体色異常について

各試験区におけるトビ固体の取上げ日令は41-70日令と差があるが、一般にトビ個体では無眼側の体色異常は少ないと言われているのに反し、W1, 2では白化率、無眼側ではC3タイプの出現率が高かった(表10)。しかし、W4-A9では無眼側の正常個体の出現率は高く、前述の傾向を裏付けた。

ただし、標本数が少ないため、ここではこれ以上の議論はできない。ただ、トビ個体とその他の小型個体では色素異常の出現傾向に差があるようである。

引用文献

水産庁(1990)：ヒラメの無眼側体色異常の出現パターンに関する検討委員会議事録。

表1. 各試験区の栄養強化の内容. ω Y, 脂酵母レッド;
V₁₂, 濃縮淡水クロレラ.

試験区名	ワムシの強化剤		アルテミアの強化剤
W1	ナンノ	+アクアラン	スーパーカプセル
W2	V ₁₂	+アクアラン	スーパーカプセル
W3		アクアラン	スーパーカプセル
W4	ナンノ	+ ω Y	スーパーカプセル
W5		ω Y	スーパーカプセル
W6	ナンノ		スーパーカプセル
A7	V ₁₂	+ ω Y	ドコサユーグレナ
A8	V ₁₂	+ ω Y	パウッシュ
A9	V ₁₂	+ ω Y	スーパーカプセル

表2. 生物餌料の給餌量の目安 (ヒラメ1個体当たりの給餌個体数)

ヒラメ全長 (mm)	ワムシ	アルテミア
4~6	30~80	
6~8	80~250	5~30
8~10	250~500	30~100
10~12	500~800	100~250
12~	1,000~	250~300

表3. 二次培養密度

餌料生物名	培養密度 (個体数/m ³)
ワムシ	1,000
アルテミア	100~150

表 4. 餌料系列

餌料生物名	投与期間 (日令)
ワムシ	3 ~ 20
アルテミア	14 ~ 30
配合飼料	25 ~

表 5. 餌料生物栄養強化剤の投与量の目安

強化剤名	投 与 量
ワムシ強化用	
アクアラン	300 g/m ²
生クロレラ V ₁₂	5,000 ml/m ²
ω Y (油脂酵母レッド)	2 g/100万個体
アルテミア強化用	
ドコサユウグレナ	200 g/m ²
パウッシュ A	75 ml/m ²
スーパーカプセル A 1	300 ml/m ²

表 6. 17日令における夜間柱状サンプリングによる推定生残率

試験区名	W 1	W 2	W 3	W 4	W 5	W 6	A 7	A 8	A 9
生残率%	45	44	37	60	48	33	37	48	44

表 7. 飼育水温の経過

日 令	水 温 (°C)
2-10	21-22
11-	23-24
17-23	24-26
24-27	23-24
28-31	22-23
32-	21-22

表 8. 各試験区の日令別平均全長. 70日令ではトビ個体は除外した

日 令	試 験 区								
	W 1	W 2	W 3	W 4	W 5	W 6	A 7	A 8	A 9
14	7.36 ±0.75	7.04 ±0.47	6.86 ±0.60	6.44 ±0.64	6.32 ±0.68	6.49 ±0.63	6.53 ±0.62	6.92 ±0.64	6.74 ±0.89
20	8.61 ±1.01	8.06 ±0.76	7.83 ±0.72	7.89 ±0.76	8.39 ±0.95	9.03 ±1.33	7.84 ±0.84	8.69 ±1.29	8.72 ±1.04
28	10.59 ±1.19	9.24 ±0.77	9.50 ±1.36	8.77 ±1.61	9.14 ±1.73	9.43 ±1.41	8.85 ±1.45	9.24 ±1.24	8.77 ±1.22
41			17.53 ±2.89						
49	16.90 ±2.41	15.00 ±1.89		18.13 ±2.59					
70					22.27 ±3.08	23.58 ±3.69	23.14 ±3.10	22.10 ±3.20	22.40 ±2.82
取揚日令	49	49	41	49	70	70	70	70	70
生残個体数	485	166	124	83	109	693	103	448	753
生残率 (%)	4.9	1.6	1.2	0.8	1.1	6.9	1.0	4.5	7.5
白化率	38.0	26.0	34.1	21.7	30.0	28.0	31.6	41.7	30.0

表9. 無眼側体色異常の出現状況 (%)

試験区	A	B	C	D	正常	標本数
W 1	3.0	4.0	70.0	24.0	29.0	100
W 2	2.0	2.0	100	0	0	100
W 3	3.5	0	83.5	0	5.9	100
W 4	39.1	49.3	79.7	39.1	18.8	69
W 5	40.0	18.0	60.0	26.0	36.0	101
W 6	66.3	21.1	90.5	6.3	5.2	95
A 7	83.2	6.3	21.1	6.3	14.7	95
A 8	75.8	6.8	6.1	0	23.5	132
A 9	81.0	16.0	94.0	27.0	1.0	100

表10. 試験区におけるトビ個体の体色異常等

試験区	採集日令 範囲	全長範囲 (mm)	標本数	白化率	無眼側体色異常 (%)				
					A	B	C	D	正常
W 1	41-49	29-48	13	63.6	36.4	27.3	90.9	0	0.9
W 2	49	33-53	4	25.0	25.0	0	100	0	0
W 4	41-49	29-49	18	16.7	0	16.7	66.7	0	33.3
W 5	41-70	28-55	11	9.1	0	0	27.3	0	45.5
W 6	41-70	26-48	9	22.2	0	11.1	66.7	0	66.7
A 7	41-70	27-46	14	14.2	28.6	0	14.2	0	57.1
A 8	41-70	31-87	17	23.5	11.8	0	0	0	88.2
A 9	41-70	29-50	19	0	5.3	0	42.1	0	52.6