

ヒラメ仔稚魚の生残, 成長及び体色異常の出現に 及ぼす配合飼料の効果

山本章造・尾田 正

The Effects of Several Diets on Survival, Growth and Color Anomalies in
Juvenile Flounders *Paralichthys olivaceus*

Syozo YAMAMOTO and Tadasi ODA

人工生産したヒラメの稚魚に出現する体色異常は、放流後の生き残りを困難にさせるだけでなく、養殖用種苗としての商品価値を著しく低下させる¹⁾原因になる。当栽培漁業センターで量産しているヒラメ稚魚にも、体色異常のうち、白化は15%前後、黒化は90%前後出現し、問題となっている²⁾。

体色異常の現象や原因については、青海³⁾や福所^{1, 4, 5)}らによって総説されており、それらによると、種苗生産時の栄養条件が原因の1つとされている。

そこで、仔魚期の餌料として、生物餌料に加えてメーカーの異なる数種の配合飼料を生物餌料と併用して飼育試験を行い、それらが仔稚魚の生残、成長及び体色異常の出現などに及ぼす影響について検討した。その結果を報告する。

材料と方法

飼育試験は、実験規模の0.2kl容小型水槽と、実用規模の30kl容大型水槽を用いて2回実施した。大型水槽を用いた飼育試験の方法及び経過については、別に報告⁶⁾したとおりである。ここでは、小型水槽を用いた飼育試験の方法についてのみ記述する。

試験区 試験区は餌料の種類別に6区設定し、その内容を表1に示した。1~3区はメーカーの異なる市販及び試験用の配合飼料を、4区はそれら3種を混合した飼

料を生物餌料と併用して用いた。5区は生物餌料のみを、6区は4区と同様の混合した配合飼料のみを用いた。3種類の配合飼料の一般分析値、アミノ酸組成及び脂肪酸組成を表2, 3, 4に示した。3種類の飼料間の分析値に大きな差はなかった。

表2 飼料の一般成分分析値 (%)

成分 \ 飼料	A	B	C
粗タンパク質	60.5	60.4	53.4
粗脂肪	20.0	18.8	15.3
粗繊維			2.0
粗灰分	9.7	13.2	9.8
水分	5.6	4.4	4.9

表3 飼料中のアミノ酸組成 (%)

アミノ酸 \ 飼料	A	B	C
アルギニン	5.3	8.86	8.45
リジン	7.2	6.41	7.68
ヒスチジン	3.1	1.85	2.42
フェニルアラニン	—	4.55	4.42
チロシン	3.1	3.19	3.46
ロイシン	3.0	7.73	7.98
イソロイシン	8.7	4.81	4.75
メチオニン	0.3	2.08	2.71
バリン	2.7	4.72	5.06
アラニン	6.3	5.41	5.93
グリシン	4.6	5.53	6.85
プロリン	7.2	6.73	4.66
グルタミン酸	16.9	17.22	14.16
セリン	5.6	4.71	4.49
スレオニン	5.3	4.05	4.49
アスパラギン酸	3.5	7.16	9.86
トリプトファン	—	—	1.29
シスチン	—	0.94	1.34
タウリン	—	2.34	—

表1 試験区別の餌料種類

試験区	1	2	3	4	5	6
配合飼料	A	B	C	混合	—	混合
生物餌料	○	○	○	○	○	—

表4 飼料中総脂質の脂肪酸組成 (%)

脂肪酸	飼料	
	B	C
14:0	3.5	3.7
15:0	0.6	0.1
16:0	16.2	16.1
16:1	6.0	6.8
17:1	0.9	0.4
18:0	3.0	2.5
18:1n9	16.6	16.3
18:2n6	14.8	9.3
18:3n3	0.2	1.1
18:4n3	1.8	1.5
20:1n9	4.9	7.7
20:3	0.2	-
20:4n3	0.4	0.9
20:4n6	-	1.0
20:5n3	11.8	10.9
22:1n9	2.7	6.9
22:4	0.4	-
22:5n3	1.2	1.7
22:6n3	13.5	11.3
24:1	1.1	1.4
未同定	0.2	0.4

供試材料 当栽培漁業センターで採卵し、4月29日にふ化した仔魚を、水温17~18℃のもとで、油脂強化を行ったシオミズツボワムシ*Brachionus plicatilis* (以下ワムシと略す)のみを与えて飼育したふ化後15日目の平均全長6.6±0.53mm (平均値±標準偏差)の仔魚を試験に供した。

飼育条件 飼育水槽にはポリカーボネイト製の0.2kl容水槽を使用し、屋内にそれを設置した。水面上の日中最高照度が7,000lux以下を保つように、遮光幕を用いて調整し、周囲は黒色のポリエチレンシートで覆い、側面からの光の透過を遮断した。各水槽に、前記の仔魚を1,000尾ずつ計数して収容したが、飼育試験開始時の仔魚数は、初期の摂餌状況の観察のためのサンプリングや底掃除時の吸い込みによる減少分を除き、800尾とした。

飼育水は、ろ過海水を一旦大型水槽に溜めて加温した後、水中ポンプを用いて飼育水槽に注水した。注水量は、飼育試験開始時は1日当たり水槽の2倍量とし、魚の成長に応じて注水量を増加して、最終的には5倍量とした。底掃除はサイホン式で、配合飼料給餌区は原則として毎日行った。共喰などによる死魚数が目立ち始める飼育20日目以後から、底掃除の際にそれらを計数した。

飼育水温は、加温によって18~19℃の範囲に調整し、自然水温がそれを越えた時点で加温を中止した。水温は、毎朝10時に測定した。

飼育試験は、1990年5月15日から6月26日までの42日間行った。試験終了時に全数を取り上げて計数すると

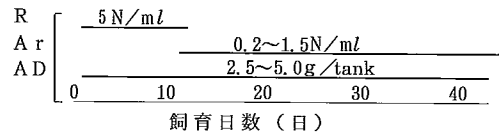


図1 餌料の種類と給餌系列

R:シオミズツボワムシ, Ar:アルテミア幼生, AD:配合飼料

時	飼育日数 (日)	餌料
8.00	0	配合飼料
9.00	10	配合飼料
10.00	20	配合飼料
12.00	30	配合飼料
14.00	40	生物餌料
16.00	0	生物餌料
17.00	10	配合飼料

図2 餌料別の1日の給餌系列

もに、各区150尾ずつを残して10%ホルマリンで固定し、全長と体重の測定及び体色異常の調査に供した。残りの150尾は、成長に伴う体色異常の変化を調査するために、コンクリート水槽内に設置した生簀網に収容し、配合飼料を与えて7月25日まで30日間の継続飼育をした。

また、飼育期間中の成長を把握するために、15日毎に仔魚を30尾ずつ採集し、全長を測定した。

図1に使用した餌料種類別の給餌系列を示した。給餌量は、基本的にはヒラメ飼育実験マニュアル⁷⁾に従った。配合飼料の給餌量は、試験開始時には1日に1槽当たり2.5gとし、魚の成長に応じて増加して、最終的に5.0gとした。ワムシは、飼育12日目まで1日当たり5個体/ml与え、アルテミア*Artemia salina*幼生は、飼育10日目から試験最終日まで、1日に0.2~1.5個体/mlの密度で与えた。ワムシはナンノクロロプシス*Nannochloropsis oculata*と油脂酵母で培養し、アルテミア幼生は、24時間培養でふ化するアメリカ産を使用した。培養時油脂で強化し、10ppm濃度のニフルスチレン酸ナトリウムで葉浴後使用した。

図2に、1日の給餌時刻を餌料別に示した。併用区は配合飼料を1日に5回、生物餌料を最終時に1回給餌し、配合飼料単独区は1日に6回給餌した。生物餌料は、飼育19日目まで16時に投与していたが、生物餌料単独区の摂餌時間を長くするために、20日目以後は14時に変更した。

表5 小型水槽と大型水槽の主な飼育条件の相違

飼育水槽	供試卵 産地	供試魚 ふ化後日数	飼育水温 平均℃	アルテミア幼生 産地	生物餌料 給餌比%
小型水槽	自家	15	19.9	アメリカ	11.9
大型水槽	日裁協伯方島	0	18.7	中国	25.2

表6 飼育開始時の摂餌状況

試験区	1	2	3	4
表層 群摂餌率 (%)	50	80	50	100
表層 平均摂餌率 (%)	70.0	88.0	30.5	86.0
底層 群摂餌率 (%)	60	80	40	60
底層 平均摂餌率 (%)	66.7	47.5	47.5	66.7

群摂餌率：(摂餌個体数/調査個体数)×100

平均摂餌率：摂餌個体の消化管内飼料の充満率

摂餌量の調査 5月15日の飼育試験開始時に、各配合飼料に対する摂餌量を調査した。規定量の配合飼料を2回給餌した後の午前9時30分に、各水槽の表層と底層近くから20尾ずつの仔魚をピペットでスライドグラス上に素早く採集後、カバーグラスで押圧した。この標本を顕微鏡下で観察し、仔魚の消化管内の飼料の充満状況を調べた。摂餌量は、群摂餌率(調査個体数中の摂餌個体数の割合)と平均摂餌率(摂餌個体中の消化管内飼料充満率)で表した。

体色異常の調査 体色異常は、有眼側の体色異常(以下、白化とする)と無眼側の体色異常(以下、黒化とする)の出現率について調査した。白化と黒化のタイプわけは、付図1, 2に示した。白化は青海⁹⁾に、黒化は岡山水試⁹⁾に従い、いずれもタイプ番号が大きくなるにつれて異常の程度が顕著になるように、一部を改変した。小型水槽については、試験終了時の6月26日と継続飼育後の7月25日の2回調査した。一方、大型水槽については、量産飼育終了時の5月27日から6月2日の間及び中間育成期間中の6月18日と7月16日の計3回調査を行った。中間育成の飼育結果は別に報告したとおりである²⁾。調査結果については、分散分析と最小有意差法によって、体色異常出現率の飼料間における有意性を検定した。なお、試験区5は小型水槽のみを調査し、試験区6については、仔魚が小さ過ぎたために体色異常の調査ができなかった。

小型水槽と大型水槽における飼育条件の主な相違をまとめて、表5に示した。これらの違いのうち、供試卵の由来¹⁰⁾とアルテミア¹¹⁾の産地は体色異常に影響を及ぼすことが報告されている。しかし、飼育水温や生物餌料給餌比はこの程度の差では体色異常に影響を及ぼすこ

表7 配合飼料別の物性の特徴

飼料		A	B	C
		物性		
粒子性	不均一	不均一	均一	
浮遊性	大	中	小	
溶出性	大	大	小	

とが少ない⁴⁾と考えられている。

結果と考察

大型水槽を用いた飼育結果は、別に報告した⁹⁾。ここでは、その体色異常の出現状況と小型水槽で飼育した試験結果について記述する。

飼育試験開始時の摂餌状況 飼育水槽に収容後、1~2日間は、浮遊期の仔魚でありながら水槽底に着底するものが見られた。そこで、表層と底層近くから仔魚を20尾ずつ採集し、消化管内の配合飼料の充満状況を調査した。その結果を表6に示した。表層近くの仔魚は、群摂餌率が50%以上、平均摂餌率が、3区を除き70%以上であった。一方、底層の仔魚の群摂餌率は、3区を除き60%以上、平均摂餌率は50%前後であった。以上の結果から、1, 2, 4区の配合飼料に対する摂餌は良好と考えられたが、3区では低かった。また、表層と底層近くの仔魚の摂餌量に大きな差はなかった。

使用した配合飼料の物性の特徴を表7に示した。A, Bは飼育水を汚しやすく、特に、Bは、給餌後飼育水の表面に油膜を生じた。Cは粒子のサイズが均一でよく揃い、粒子の崩壊が少なく飼育水を汚すことは少なかったが、給餌後飼育水になじむと速やかに沈降した。そのため、3区の仔魚は摂餌の機会が少なく、摂餌量が他区に比べて少なかったと考えられた。

次に、42日間の飼育試験結果を表8に示した。

生残率 試験区別の生残率は、配合飼料単独区9.0%、生物餌料単独区33.8%であった。一方、併用区は、35.6%から69.3%の範囲であり、いずれも単独区より高く、併用効果があると考えられた。また、生残率は併用区間で差があるが、大型水槽での飼育結果⁹⁾と傾向が異なったことから、この差は必ずしも配合飼料の違いによる結果だけとは考えられなかった。

試験区別の累積死亡数の日変化を図3に示した。飼育試験開始後19日目までは、その後の死亡数と生残数から推定した値で点線で示し、20日目以後は、底掃除の際に死亡数を計数した実数で、実線で示した。

配合飼料単独区は、20日目までに70%以上が死亡して

表8 飼育試験結果

項目	試験区					
	1	2	3	4	5	6
開 月日	5, 15					
始 尾数(尾)	800					
時 平均全長(mm)*1	6.6±0.53					
月日	6, 26					
尾数(尾)	285	554	368	418	270	72
終 平均全長(mm)	22.0	24.6	19.7	22.5	20.7	15.4
了 ±標準偏差	2.82	4.57	2.42	4.55	2.90	3.05
時 平均体重(mg)	111.3	135.7	69.4	102.6	82.6	33.3
±標準偏差	41.52	68.23	25.45	51.00	30.95	17.38
肥満度*2	9.39	9.12	9.02	9.01	9.31	9.12
飼育日数(日)	42					
生 残 率(%)	35.6	69.3	46.0	52.3	33.8	9.0
日 間 成 長 量(mm/日)	0.39	0.43	0.31	0.38	0.34	0.21

*1 平均値±標準偏差

*2 (体重/全長³) × 10³

おり、その後は生残数が少なかったことから、死亡数も減少した。一方、試験区1～5の生物餌料給餌区の死亡数は相対的に少なかったが、20日以後も死亡が続き、特に、5区では底掃除の際の刺激によって、ショック死する稚魚が目立った。これは、長期間にわたってアルテミア幼生単独で飼育した影響と考えられた。20日目以後、着底稚魚が増え始めると、浮遊期稚魚を襲う共喰いが目立ち始め、共喰いが増加すると、水槽によってはとびが出現した。これらは着底魚も襲うことから死亡数は減少せず、とびが出現した水槽ほど生残率が低かった。

成長 42日間の飼育試験の結果、平均全長6.6mmの仔魚は、15.4mmから24.6mmの稚魚に成長した。

併用区の成長は、単独給餌区に比べ、3区を除きいずれも優れ、併用の効果がみられた。また、併用区間でも平均全長に差があり、これは大型水槽における飼育結果と同様な傾向を示したことから、配合飼料の相違による効果の差と考えられた。しかし、各配合飼料の分析値が明らかな一般成分、アミノ酸組成、脂肪酸組成の値には大きな差はなかった。ただ、3区で生物餌料単独区とほとんど成長が変わらなかったのは、仔魚の配合飼料に対する摂餌量が少なかった結果と考えられた。

併用区間の日間成長量は、0.31から0.43mm/日の範囲であり、大型水槽における0.28から0.42mm/日と大きな差はなかった。肥満度は、9.01から9.39の範囲であり、配合飼料単独区が特に劣ることはなかった。

次に、試験区別の成長経過を図4に示した。配合飼料単独区の仔魚は、飼育15日目で生物餌料給餌区よりす

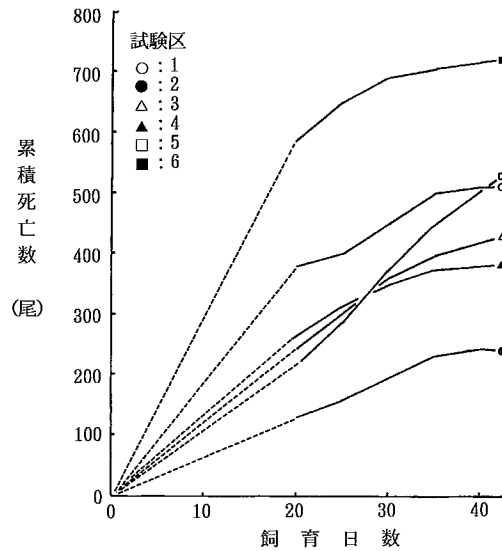


図3 試験区別の死亡数の経日変化

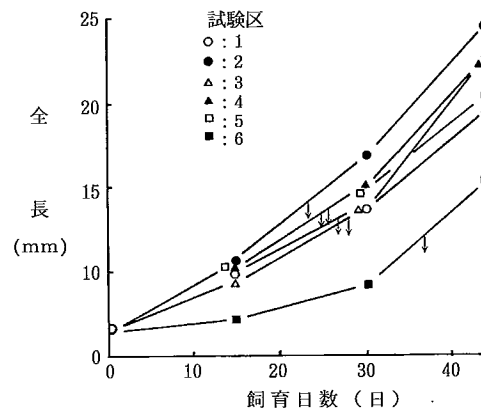


図4 試験区別の成長

↓: 50%着底時期

に劣り、その差はさらに拡大した。一方、生物餌料給餌区間では、15日以後に成長差が現れ始め、成長するにつれてその差は大きくなった。

飼育17日目頃から、着底稚魚が現れ始め、50%着底時期は、2区、24日目、4、5区、25日目、1、3区、27日目及び6区、36日目であった。成長が速いほど早期に、しかも大型で着底する傾向がうかがわれた。

次に、飼育期間中の水槽当たりの総給餌量を餌料別に表9に示した。湿重量に換算した生物餌料の給餌率は、11.9%であり、大型水槽での25.2%に比べ若干低かった。これは、飼育実験マニュアル⁷⁾に従った結果であり、配

表9 餌料別の1槽当たり総給餌量

餌料の種類	総給餌量	湿重量換算量
ワ ム シ	1,100万個体	22 g
アルテミア幼生	560万個体	75.6 g
配合飼料	145 g	725 g

*ワムシ, 2μg/個体, アルテミア幼生, 14μg/個体
配合飼料, ×5

表10 試験区別の餌料効率*

試験区	1	2	3	4	5	6
開始時総重量 (g)	0.18					
終了時総重量 (g)	31.72	75.18	25.54	42.89	22.30	2.40
増重量 (g)	31.54	75.00	25.36	42.71	22.12	2.22
総給餌量 (g)	822.6	822.6	822.6	822.6	97.6	725
餌料効率 (%)	3.83	9.12	3.08	5.19	22.74	0.31

*餌料効率 = (湿増重量 / 湿給餌量) × 100%

合飼料の給餌量が多過ぎて、残餌などが水槽底に沈殿しがちであった。

飼育期間中の総給餌量と稚魚の増重量とから餌料効率(湿増重量 / 湿給餌量 × 100%)を求めて表10に示した。開始時湿体重は、安永¹²⁾による全長-体重関係から推定した。配合飼料併用区の餌料効率は、3.08~9.12%の範囲であり、大型水槽での飼育結果より低かった。これは、配合飼料の給餌比率が、小型水槽においてより高く、無駄な餌が多かった結果と考えられた。

体色異常の出現状況 小型水槽での飼育試験終了時と30日間の継続飼育後及び大型水槽での種苗生産終了時と中間育成終了時に、体色異常の出現率を調査し、それらをまとめて表11に示した。小型水槽、大型水槽の違いにかかわらず、試験区別の体色異常の出現率は同様な傾向を示した。

試験区別の白化出現率の平均は、1区、7.0%、2区、14.1%、3区、0.7%、4区、6.3%及び5区、52.2%であり、併用区の白化出現率は明らかに低く、白化の出現を抑制する配合飼料の効果が認められた。さらに、併用区間においても、配合飼料の種類によって出現率に違いがあったことから、試験区間の差を分散分析によって検討した結果を表12に示した。試験区間において、危険率1%水準で有意差が認められ、白化の出現率は併用する配合飼料の種類によっても、差を生じると推察された。さらに、飼料間の差を、最小有意差 (l. s. d.) 法によって検討した結果、l. s. d. (5%水準) は3.367となり、1区と4区の間には有意な差はないが、その他の試験区間には有意差が認められ、2区は有意に高く、3区は低かった。以上の結果から、白化の出現率は飼料の種類によ

表11 飼料別の体色異常出現率 (%)

試験区	1	2	3	4	5	調査月日	
小	7.5	19.1	3.3	11.5	56.7	6.26	
	10.9	18.3	0	8.6	47.7	7.25	
	5.0	14.5	0.4	4.0		5/27~6/2	
大	7.0	13.0	0	4.0		6.18	
	4.8	5.7	0	3.6		7.16	
	平均	7.0	14.1	0.7	6.3	52.2	
小	52.4	30.8	97.6	72.9	24.0	6.26	
	59.4	79.5	100	73.4	86.9	7.25	
	80.0	77.0	100	79.0		6.18	
大	82.8	83.3	100	89.4		7.16	
	平均	68.7	67.7	99.4	78.7	55.5	

表12 飼料間における白化出現率の分散分析結果

要因	平方和	自由度	分散	F値
飼料間	451.524	3	150.508	25.074**
群間	125.333	4	31.333	5.220*
誤差	72.031	12	6.003	
合計	648.888	19		

**、*: それぞれ1%、5%水準での有意差を表す。

て異なり、試験区3の飼料は、白化の出現を抑制する効果が高いと考えられた。

各配合飼料の一般成分、アミノ酸組成及び脂肪酸組成の分析値には大きな差がなく、白化を抑制する成分は特定できなかったが、飼料の種類によって、白化の出現率が異なったことから他の栄養成分が関与している可能性が高いと考えられた。微粒子配合飼料を投与することによって、白化をある程度抑制出来ることはすでに報告^{13,14)}されており、三木¹⁵⁾は生物餌料へのビタミンAの添加が白化の抑制に有効であることを明らかにしている。また、金沢¹⁶⁾はビタミンAに加えて、リン脂質とドコサヘキサエン酸が白化の抑制に重要であることを報告している。しかし、いずれの実験においても、これらだけで白化を完全に抑制することはできておらず、白化は水質などの環境的な要因とも複合して出現する¹¹⁾と考えられている。

次に、白化魚のタイプ別出現率を表13, 14に示した。併用区の白化の出現率は20%以下で低かったが、白化の部分が体表の50%以上を占めるタイプ7~9の出現率が高く、白化の顕著な個体が多かった。また、生物餌料単独区は、6月18日及び26日の小型種苗では、白化の出現率と共に程度も高かったが、7月16日及び25日になると、程度の低いタイプも出現しており、成長するにつれて、白化部分への黒色素の形成が進行すると考えられた。白

表13 小型水槽における白化のタイプ別出現率 (%)

調査月日 試験区 検査尾数	6月26日					7月25日				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
タイプ										
1	92.5	80.9	96.7	88.5	43.3	89.1	81.7	100	91.4	52.3
2										4.3
3										
4	0.8		1.7	2.5						8.7
5							6.1			
6			0.8							
7	2.5			0.8	2.5	4.7	4.1			13.0
8	4.2	11.4	0.8	5.7	34.2	4.7	6.1		5.3	21.7
9		7.7		2.5	20.0	1.7	2.0		3.3	
白化合計	7.5	19.1	3.3	11.5	56.7	10.9	18.3	0	8.6	47.7

化部分への着色の進行は生田¹⁷⁾も観察している。

一方、黒化の出現率はいずれの試験区も高く、併用区
の平均出現率は、67.7%から99.4%の範囲であった。生
物餌料単独区は55.5%であり、配合飼料を併用するこ
とによって、黒化の出現率はむしろ高くなった。また、試
験区別の出現率は、小型水槽と大型水槽で同様な傾向を
示したことから、白化と同様に併用区間の分散分析を
行った。その結果、危険率5%水準で有意差が認められ、
併用する配合飼料の種類によって、黒化の出現率に差が
あると推察された。さらにこの結果を最小有意差法に
よって検定した結果、l. s. d. (5%水準)は18.883と
なり、3区が有意に高いことが認められた。

次に、黒化のタイプ別出現率を表15、16に示した。黒
化の部分か縁辺部にかざられる程度の低い2、3タイプ
は、出現率に差はあっても、ほとんどすべての区に共通

して出現した。一方、体表の50%以上の部分が黒色素で
覆われているタイプ7~10の出現率は、試験区間で相違
した。特に、3区はタイプ番号が高い、黒化の顕著な個
体が多く出現し、しかも、着底間もない全長15mm前後
で明らかに黒化と判断できる個体が多く出現した。黒化
の出現率が高い区ほど、その程度も高い傾向があった。

また、6月18日及び26日の小型種苗に比べ、7月16及
び25日の大型種苗ほど、黒化の出現率が高くなるととも
に、黒化の程度も顕著になっており、成長につれて、黒
化の部分か拡大すると考えられた。

以上の結果、黒化は白化と同様に、併用する配合飼料
の種類によって出現率が異なったが、配合飼料を併用す
ることによって、白化とは逆に出現率が高くなった。

当栽培漁業センターにおけるヒラメの種苗生産では、
例年、黒化の出現率は高く²⁾、飼育試験と同様な結果を

表14 大型水槽における白化のタイプ別出現率 (%)

調査月日 試験区 検査尾数	6月18日				7月16日			
	1	2	3	4	1	2	3	4
タイプ								
1	93	87	100	96	95.2	94.3	100	96.4
2								0.3
3					1.2			
4	3	2				0.9		0.3
5					0.8	0.6		0.9
6					0.8	0.3		
7	2	1		2	2.0	0.9		
8	2	9		2		3.0		0.3
9		1						1.8
白化合計	7	13	0	4	4.8	5.7	0	3.6

表15 小型水槽における黒化のタイプ別出現率 (%)

調査月日 試験区 検査尾数	6月26日					7月25日				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
タイプ										
1	47.6	69.2	2.4	27.1	76.0	40.6	20.5	0	26.6	13.1
2	30.0	16.7	9.9	23.8	2.0	57.8	67.3	12.5	23.3	30.4
3	19.1	13.3	17.4	45.1	17.0	1.6	12.2	55.0	36.7	52.2
4		0.8			4.0					
5										
6										4.3
7				1.6	1.0					
8			27.3	0.8					6.7	
9			5.0					30.0	6.7	
10			38.0	1.6				2.5		
黒化合計	52.4	30.8	97.6	72.9	24.0	59.4	79.5	100	73.4	86.9

タイプ5は不明瞭なことから、判定から除いた。

示した。今回の小型水槽と大型水槽においては、類似した出現傾向を示したことから、黒化の出現は供試した卵の由来やアルテミアの産地あるいは飼育方法の若干の相違だけではなく、餌料の影響も大きいと考えられた。黒化に関する研究はまだほとんどされていないが、餌料より環境に起因するところが大きい¹⁶⁾ という考えもある。しかし、黒化は少なくとも種苗生産時と中間育成時に分けて考える必要があり、前者は今回の試験で明らかになったように餌に起因するところが大きく、後者は飼育環境によるところが大きいと思われる。

次に、黒化と白化の出現率の関係を図5に示した。白化の出現率が高くなると、明らかに黒化の出現率は低下

した。飼育方法がほぼ同じで、配合飼料の種類だけが異なる条件においては、白化と黒化の出現率は負の相関を考えると考えられた。このことから、餌飼料を用いて白化の抑制を考える場合には、黒化についても注意を払う必要があると思われた。

要 約

1. ヒラメ仔稚魚の生残、成長及び体色異常に及ぼす配合飼料の影響を検討するために、生物餌料との併用による飼育試験を行った結果、以下のことが明らかになった。
2. 配合飼料の種類によって仔魚の摂餌性は異なり、そ

表16 大型水槽における黒化のタイプ別出現率 (%)

調査月日 試験区 検査尾数	6月18日				7月16日			
	1	2	3	4	1	2	3	4
タイプ								
1	20	23	0	21	17.2	16.7	0	10.6
2	21	25		46	38.4	29.1	2.0	37.1
3	56	51	22	30	34.0	19.1	7.0	40.8
4					0.4			
5								
6	1				6.4	34.5		6.2
7					1.6			0.3
8			28	1			34.0	4.1
9	1	1	47	2	2.0		27.0	0.9
10	1		3			0.6	30.0	
黒化合計	80	77	100	79	82.8	83.3	100	89.4

タイプ5は不明瞭なことから、判定から除いた。

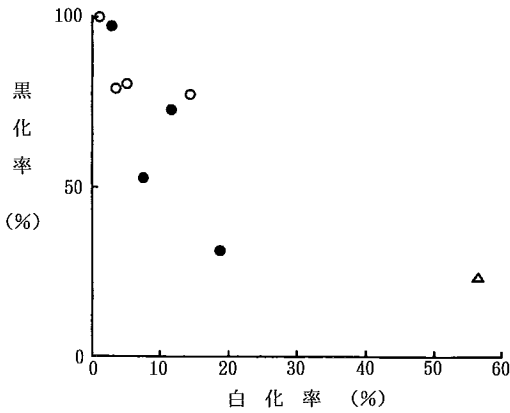


図5 白化と黒化の出現率の関係

○：大型水槽，●：小型水槽，△：生物餌料

これは主に飼料の物性によると考えられた。

3. 生残率は、配合飼料の種類によって異なったが、水槽の大きさによっても差があり、必ずしも飼料の影響だけとは考えられなかった。

4. 飼育20日目以後、共食いによる死亡が見られ、それはとびの出現によって顕著になり、生残率を低下させる原因になった。

5. 成長は、配合飼料の種類によって異なり、摂餌量の差によるところが大きいと考えられた。配合飼料単独区では顕著に劣った。

6. 稚魚の肥満度は、9.01から9.39の範囲で、配合飼料単独区が特に劣ることはなかった。

7. 試験区によって稚魚の着底時期は異なり、成長が速いほど早期に、大型で着底する傾向があった。

8. 湿重量に換算した餌料効率率は、3.08から9.12の範囲で低かった。

9. 白化の出現率は、生物餌料単独区が52.2%に対し、併用区は0.3から14.1%の範囲で、配合飼料を併用することによって明らかに低下した。

10. 白化の出現率は、併用した配合飼料の種類によって異なり、分散分析の結果、飼料間で有意の差が認められた。しかし、飼料中の白化を抑制する成分は特定できなかった。

11. 黒化の出現率は、生物餌料単独区が55.5%に対し、併用区は67.7%から99.4%の範囲であり、配合飼料を併用することによって高くなった。

12. 黒化の出現率は、配合飼料の種類によって有意に異なり、しかも、出現率が高いほど黒化の程度も顕著になっ

た。

13. 以上のことから、白化と黒化は、仔稚魚期の餌料の栄養組成が原因の1つで出現すると考えられた。

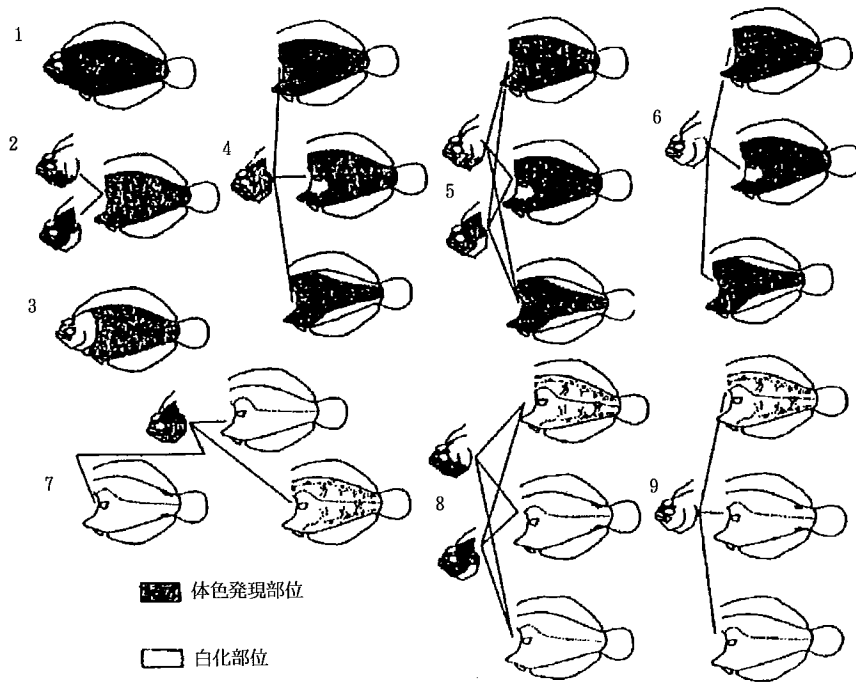
14. 飼育方法がほぼ同じで、餌料の種類だけが異なる条件においては、白化と黒化の出現率は負の相関を示した。

文 献



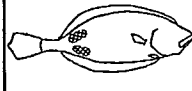







- 1) 福所邦彦, 1990: 人工種苗ヒラメの白化現象と防除法(上), 水産の研究45, 42-46
- 2) 山本章造・尾田正, 1992: 水槽内に設置した生簀網によるヒラメ稚魚期の飼育, 岡山水試報, 6, 100-108
- 3) 青海忠久, 1990: ヒラメ白化個体の出現機構と防除, 水産増殖, 38, 394
- 4) 福所邦彦, 1990: 人工種苗ヒラメの白化現象と防除法(中), 水産の研究, 48, 62-69
- 5) 福所邦彦, 1991: 人工種苗ヒラメの白化現象と防除法(下), 水産の研究, 50, 55-57
- 6) 山本章造・尾田正, 1992: ヒラメの種苗生産, 岡山水試報, 6, 236-241
- 7) MF21, 人工配合飼料研究会, 1990: 飼育マニュアル集, 平成1年度重要海産稚仔魚の栄養要求解明及び微粒子配合飼料の開発に関する報告書, 1-61
- 8) 青海忠久, 1984: 異体類白化個体に関する生物学的研究, 異体類白化個体出現に関する栄養学的研究, 昭和58年度 健苗育成技術開発委託事業報告書, pp30
- 9) 岡山水試栽培漁業センター, 1987: 昭和61年度放流技術開発事業報告書(ヒラメ班), pp38
- 10) 田畑和男, 1991: ヒラメの白化現象の遺伝的要因の一考察, 水産増殖, 39, 29-35
- 11) T. Seikai, T. Watanabe, and M. Shimozaki, 1987: influence of three geographically different strains of *Artemia* nauplii on occurrence of albinism in hatchery-reared flounder *Paralichthys olivaceus*, Nippon Suisan Gakkaishi, 53, 195-200
- 12) 安永義暢, 1988: ヒラメ仔稚魚の生理生態に関する研究, 水産工学研究所研究報告, 9, 9-164
- 13) 北島力・林田豪介・下崎真澄・渡辺武・1985: 人工採苗ヒラメの体色異常出現に対する微粒子飼料の抑制効果, 長崎水試研報, 11, 29-35
- 14) 尾田正・菅野泰久, 1986: ヒラメの白化個体出現に及ぼす微粒子飼料の影響, 岡山水試報, 1, 80-84
- 15) 三木教立・谷田朝宏・浜川秀夫・山田幸夫・桜川則広・1990: ビタミンA投与ワムシ給餌によるヒラメ白化防除, 水産増殖, 38, 147-155

16) 金沢昭夫, 1991: 仔稚魚の栄養要求に関する研究, 9 ヒラメの白化個体出現機構, MF21人工配合飼料研究会, 平成2年度報告書, 66-71

17) 生田哲郎, 1981: ヒラメの人工生産種苗に発現する着色不完全個体の幼魚期における着色の進行, 京都海洋センター研報, 5, 39-45



付図1 白化部位をもとにした体色の類型⁸⁾

型	発現状況	型	発現状況
1	 正常 (黒化部位なし)	6	 胸鰭基部が黒化
2	 楕円状の黒化が体幹部後方に発現	7	 鰓蓋あるいは頭部の一部が黒化
3	 点状あるいは帯状の黒化が背鰭と腹鰭の基部に沿って発現	8	 体幹部の50%以上と頭部の一部が黒化
4	 円状の黒化が体幹部に点在	9	 体幹部の50%以上と頭部が黒化
5	 尾鰭の一部あるいは全体が黒化	10	 全体が黒化

付図2 黒化部位をもとにした体色の類型⁹⁾