

アルテミアと天然動物プランクトンの併用給餌 および養成アルテミア給餌によるヒラメ 稚魚の白化個体出現率の減少*1

中西雅幸・藤田真吾

Reduction in Frequency of Albinism in a Flounder Juvenile, *Paralichthys olivaceus*, Fed on *Artemia* with Wild Zooplankton and Pre-fed *Artemia*

Masayuki NAKANISHI and Shingo FUJITA

Synopsis

This paper describes main factors of albinism of a flounder (*P. olivaceus*) juvenile from view point of diets taken by the previous stages.

A rearing experiment was carried out to clear the relationship between the ratio of wild zooplankton to *Artemia* for diet of larval flounder and a frequency of albinism on ocular side of the flounder juveniles. As the result, it was observed that not only the frequency of the normal-colored juvenile was not up to much by 23.7%, but also the survival rate was reduced to 25.2%, when half an *Artemia* was substituted by wild zooplankton for the diet.

On the other hand, when pre-fed *Artemia*, one of the means of reinforcement of the nutritional value, was given to the larval flounder, the normal-colored juvenile showed high rate by 46.4%, and also the survival rate was high by 84.5%. Therefore, this rearing way using pre-fed *Artemia* will be very useful on mass production of flounder seedlings.

As the result of the rearing experiments, it was considered that the frequency of albinism of flounder juveniles was effected by minute algae fed by zooplankton including *Artemia*.

ヒラメ *Paralichthys olivaceus* の種苗生産過程でみられる体色異常には有眼側の白色化(いわゆる白化)と無眼側の着色があり、種苗や漁獲個体の商品性の問題の他に、とりわけ放流種苗として白化個体は放流後の捕食のされやすさ*2という点でさらに深刻な問題となっている。

白化個体の出現原因と対策は現在のところ完全には明らかにされていないが、飼育水の水質(杉山ら, 1985)と仔魚期の餌料が白化個体の出現に大きく関与するとの知見が集積されてきた。そのうち、餌料に関しては仔魚

の成長と生残率が低下するという問題点は残されているが、天然動物プランクトンの給餌が白化個体の出現率を低下させるためには有効であることが知られている(SEIKAI, 1985; 京都府立海洋センター, 1985, 1986)。

一方、培養餌料の栄養価の改善に関してシオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* (以下、ワムシと略す)ではビタミン等を強化することによってある程度は白化個体の出現率を低下させ得ることが示されている(京都府立海洋センター, 1986; 等)。それに反して、アルテミア幼生 *Artemia salina* (以下、アルテミアと略す)の場合、ワムシと同じ方法でビタミン強化してもヒラメ稚魚の体色異常が改善されないことが示されている(京都府立海洋センター, 1986)。これに対し、NORDENG and BRATLAND (1971)は海産の *Chlamydomonas* sp. 等で栄養強化した養成アルテミアを用いて plaice *Pleuronectes*

*1 本研究費の一部は水産庁健苗育成技術開発委託事業費によった。

*2 反田 實. (1986). 飼育実験から見た白化ヒラメの生態的弱点. 昭和61年度日本水産学会春季大会講演要旨集. P.106.

platessa を飼育し、97%の色素正常魚を得ているが、この実験では対照区が設定されていないのでその効果の程度は不明である。

そこで、ヒラメ種苗生産の主餌料であるアルテミアと天然動物プランクトンの併用給餌および養成アルテミアの給餌等の実験を行ない、これらの餌料がヒラメの白化現象にどのように作用するかを明らかにしようと試みた。さらに、これらの実験の結果から、ヒラメの白化要因についても考察を加えたので報告する。

材料と方法

予備飼育および試験区の設定 ヒラメ親魚は、昭和55年に魚獲され、海洋センターの室内水槽で飼育された♂1尾（全長 60 cm）と♀2尾（全長 55 cm, 66 cm）である。昭和60年7月4日に自然産出された卵（正常卵率 89.5%）を用い、7月6日にふ化した仔魚（ふ化率83.2%）を 200 l 容パンライト水槽に収容して微流水、微通気で予備飼育した。飼育試験はすべて室内で行ない、水面照度を蛍光灯照明で 1,000 lux（12時間点灯）に設定した。飼育水には 5 μm カートリッジフィルターでろ過した海水を用い、予備飼育期間中の水温は 21.4~22.4°C に設定した。餌料には海産クロレラ（種名不明、以下クロレラと略す）とパン酵母で培養したワムシを 5 個体/ml 以上の密度となるよう与えた。

ふ化後 18 日目に 100 l 容透明パンライト水槽 9 槽へ予備飼育の終了した仔魚を各々 1,000 尾ずつ収容した。Table 1 に示したように 5 区を除き、各区 2 槽ずつ設定した。試験餌料給餌期間中（ふ化後 19~33 日目）の水温は 22.2~23.5°C の間で変動した。その他の飼育条件

は予備飼育時と同様にし、注水量は 3 回転/日の回転率となるようにした。

試験餌料 (Table 1) 対照区 (4 区) にはワムシと 28°C, 44 時間でふ化させたアルテミアのみを与えた。1, 2, 3 区にはワムシ、アルテミアおよび天然動物プランクトン (以下、プランクトンと略す) の 3 種類を併用給餌した。プランクトン 1 個体はアルテミア 1 個体に相当するとして、通常飼育におけるアルテミア給餌個体数の各々 50%, 25%, 10% をプランクトンで置き換えて給餌した。プランクトンの採集には 71~200 μm 目合のネットを用いた。同時に採集されるごみ等を除去するため、プランクトンをクロレラ等の餌料藻類を添加せずに一夜通気して放置したところ、植物プランクトンや細かなごみ等はフロック状になって沈殿した。そこで翌朝、上澄中のプランクトンを計数した後、所定量を各試験区に給餌した。給餌したプランクトンの組成を Table 2 に示した。1 日目の給餌は最も摂餌されにくいと考えられたプランクトンを 8 時に、その後、ワムシ (11 時)、アルテミア (13 時以降) の順とした。そして、給餌したアルテミアが翌朝まで飼育槽に残存しないよう、最後の給餌を 15 時に行った。

5 区にはワムシと養成アルテミアを給餌した。養成アルテミアはふ化幼生を 24~48 時間、クロレラ単独、あるいはクロレラ+キートセロス *Chaetoceros calcitrans*, クロレラ+キートセロス+テトラセルミス *Tetraselmis* sp. の混合液を用いて、室内で育成したものである。

なお、実験には終始、同一 Lot の天津産アルテミア卵 (日配車えび飼料 (株) 製, Lot No. 850222) を使用し、各試験区への給餌量を Table 3 に示したように

Table 1. Food items and ratio of wild zooplankton and *Artemia* for each unit of the rearing experiment as to albinism of a flounder *P. olivaceus* juvenile.

Exp. tank	Initial size of larvae Mean ± SD	Food items	
		19-33 days after hatching	34-43 days after hatching
1-1 -2	7.12 ± 0.46 mm	Ro+WZ50: Ar50	Ar
2-1 -2		Ro+WZ25: Ar75	Ar
3-1 -2		Ro+WZ10: Ar90	Ar
4-1 -2		Ro+Ar	Ar
5-1		Ro+Pre-fed Ar	Ar

Ro: Rotifer, Ar: *Artemia*, WZ: Wild Zooplankton

等しくなるように設定した。

サンプリング 試験餌料の給餌開始後5日毎に各試験槽から仔魚を約30尾ずつ取り上げMS-222で麻醉後、全

長を測定した。ふ化後34日目からすべての試験区の餌料をアルテミアのみとして飼育を継続し、ふ化後44日目に飼育試験を終了した。そして、生残魚をMS-222で麻醉

Table 2. Daily change of wild zooplankton composition (%) given to flounder larvae of the experimental units 1 to 3.

Food items	Days after hatching														
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
*1	—	52.4	80.2	73.9	3.8	9.4	—	—	—	—	8.3	4.5	4.3	29.4	5.0
*2	—	4.8	1.0	8.7	—	—	—	—	—	—	—	4.5	—	—	—
<i>Podon</i>	—	—	—	4.3	15.4	—	4.2	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Evadne</i>	—	—	—	—	15.4	—	4.2	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Paracalanus</i>	18.2	—	1.0	—	3.8	3.1	—	18.5	33.3	10.3	16.7	9.1	8.7	—	15.0
<i>Pseudodiaptomus</i>	—	—	—	—	—	—	4.2	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Acartia</i>	—	—	—	—	3.8	—	—	—	—	3.4	—	—	4.3	—	—
<i>Oithona</i>	54.5	23.8	7.3	8.7	42.3	84.4	70.8	81.5	66.7	79.3	66.7	68.2	39.1	41.2	60.0
<i>Microsetella</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.5	—	—	2.5
Zoea/Mysis	27.3	—	2.1	—	15.4	—	4.2	—	—	—	—	—	—	5.9	—
Nauplius	—	19.0	6.3	4.3	—	3.1	4.2	—	—	—	—	9.1	30.4	17.6	10.0
Copepodite	—	—	2.1	—	—	—	8.3	—	—	6.9	8.3	—	13.0	5.9	7.5

*1: Tintinnidae, Codonellidae *2: Coxliellidae, Cyttarocylidae

Table 3. Daily amount of experimental diets given to larvae in each experimental tank ($\times 10^4$ inds./day \cdot tank).

Days after hatching	Experimental Unit														
	1			2			3			4		5			
	Ro	WZ	Ar	Ro	WZ	Ar	Ro	WZ	Ar	Ro	Ar	Ro	Pre-fed G	Ar GTC	GC
19	50	4.4	4.4	50	2.2	6.6	50	0.9	7.9	50	8.8	50	8.8		
20	50	5.3	5.3	50	2.7	8.0	50	1.1	9.5	50	10.6	50	10.6		
21	50	6.5	6.5	50	3.3	9.8	50	1.3	11.7	50	13.0	50	13.0		
22	50	7.5	7.5	50	3.8	11.3	50	1.5	13.5	50	15.0	50		15.0	
23	50	9.0	9.0	50	4.5	13.5	50	1.8	16.2	50	18.0	50		18.0	
24	50	12.0	12.0	50	6.0	18.0	50	2.4	21.6	50	24.0	50		24.0	
25	50	14.0	14.0	50	7.0	21.0	50	2.8	25.2	50	28.0	50		18.7	9.3
26	50	16.0	16.0	50	8.0	24.0	50	3.2	28.8	50	32.0	50			32.0
27	50	20.0	20.0	50	10.0	30.0	50	4.0	36.0	50	40.0	50			40.0
28	50	24.0	24.0	50	12.0	36.0	50	4.8	43.2	50	48.0	50			48.0
29	50	18.0	17.1	50	14.2	25.6	50	5.7	30.8	50	34.2	50			57.0
30	50	34.5	34.5	50	17.3	51.8	50	6.9	62.1	50	69.0	50			66.5
31	50	42.0	42.0	50	21.0	63.0	50	8.4	75.6	50	84.0	50			84.0
32	50	40.0	40.0	50	20.0	60.0	50	8.0	72.0	50	80.0	50			30.0
33	50	50.0	50.0	50	25.0	75.0	50	10.0	90.0	50	100.0	50			100.0

Ro: Rotifer, WZ: Wild Zooplankton, Ar: *Artemia*, G: *Chlorella*, T: *Tetraselmis* sp., C: *Chaetoceros calcitrans*

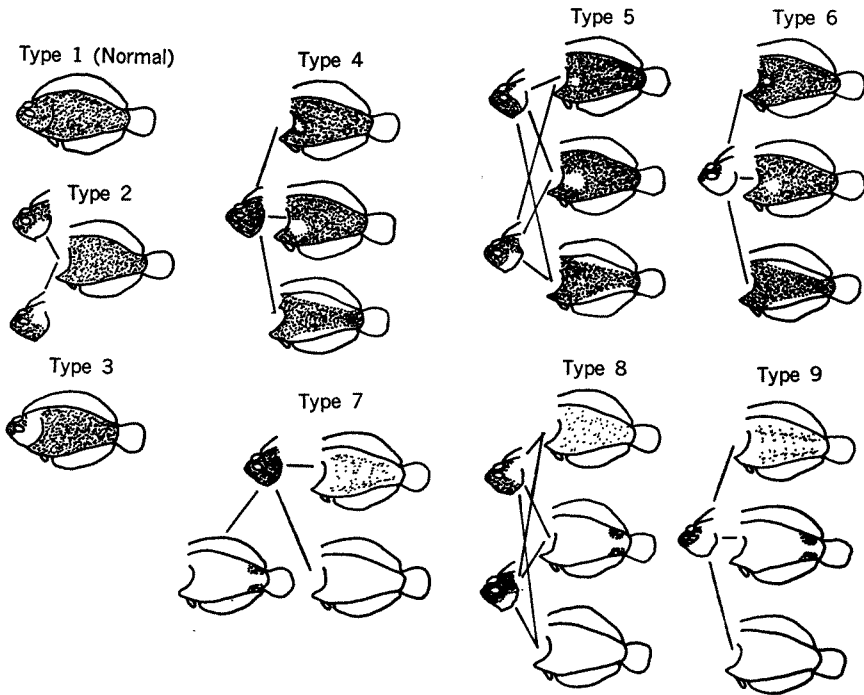


Fig. 1. Classification of albinism on the ocular side of the flounder juveniles. Shaded and white areas show colored and albino areas, respectively. This classification is in accord with the 3rd edition of the manual for rearing experiments as to albinism of flounder juvenile proposed by SEIKAI, T. in 1985.

後10%ホルマリン中に保存し、後日、体色発現ステージに達している個体のうち、奇形魚を除き青海(1985)*に従って9種類の着色タイプに類別した(Fig. 1)。

結 果

成長と生残率 試験餌料の給餌期間中における供試魚の成長経過を Fig. 2 に示した。ふ化後33日目における平均全長は1区で 13.15 mm, 2区で 13.71 mm, 3区で 14.37 mm であり、プランクトン併用率の高かった試験区ほど成長は遅く、併用率の最も低い3区でも対照区(4区, 15.32 mm)と比較すると成長は若干劣った。養成アルテミア給餌区(5区)の全長は 14.72 mm で4区のそれとほぼ同じであった。

生残率は Table 4 に示したようにプランクトン併用率の高かった試験区ほど低く、1区では25.2%にすぎず、2区でも65.2%であった。しかし、3区(81.7%)および5区(84.5%)の生残率は4区(86.0%)と同様

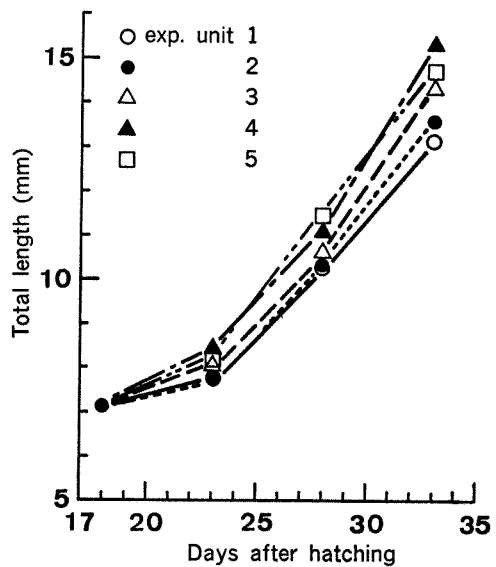


Fig. 2. Mean larval growth of each experimental unit. Excepting the larvae fed on pre-fed *Artemia*, mean values of two tanks were described.

* 青海忠久. (1985). 昭和60年度健苗育成事業共通試験マニュアル (No. 3).

Table 4. Outline of the rearing experiment of flounder larvae.

	Experimental tank									
	1		2		3		4		5	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	
Initial larval age in day										18
Initial No. of larvae (N_0)										1,000
Initial larval size										
TL (mm) mean										7.12
SD										± 0.46
No. of specimens taken out during exp. (N_1)	221	221	226	257	192	230	202	171	218	
Larval age in day at the end of feeding exp. diet										33
Larval size at the end of feeding exp. diet										
TL (mm) mean	12.86	13.43	13.31	14.10	14.98	13.75	15.18	15.46	14.72	
SD	± 2.02	± 2.15	± 1.74	± 1.48	± 1.67	± 1.95	± 1.49	± 1.68	± 0.93	
Larval age in day at the end of rearing exp.										44
No. of survivors (N_2)	319	74	509	480	655	634	643	758	661	
Survivor size										
TL (mm) mean	24.61	25.17	20.92	22.46	21.03	21.12	23.04	22.75	22.47	
SD	± 3.80	± 3.95	± 2.09	± 3.54	± 3.09	± 2.86	± 2.47	± 3.55	± 3.22	
No. of deformed fish	0	0	2	2	2	4	1	0	0	
Rate of deformed fish (%)	0	0	0.4	0.4	0.3	0.6	0.2	0	0	
No. of metamorphosed fish	319	74	508	480	653	633	639	756	659	
Rate of metamorphosed fish (%)	100	100	99.8	100	99.7	99.8	99.4	99.7	99.7	
Survival rate (%) [*]	41.0	9.5	65.8	64.6	81.1	82.3	80.6	91.4	84.5	
mean (%)	25.2		65.2		81.7		86.0		—	

* $\{N_2/(N_0 - N_1)\} \times 100$

良好であった。なお1, 2, 3区に投与したプランクトンの主体は有鐘纖毛虫と *Oithona* であった (Table 2)。ふ化後24日目のプランクトン給餌3時間後における仔魚の摂餌状況は Table 5 に示したように、1尾当りの摂餌個体数が3個体以下と少なく、主として *Oithona* を摂餌していた。また、一部の仔魚は前日から飼育槽に残存していたワムンも摂餌していた。

色素正常個体の出現率 プランクトンを併用給餌することによって色素正常個体の出現率は対照区(4区)の8.3%(2槽平均)に対し、1, 2, 3区ではそれぞれ23.7%, 15.1%, 17.2%と上昇した (Fig. 3, Table 6)。

1~4区について、プランクトン併用率と主要な着色タイプの出現率との関係をみると併用率が低い試験区ほど Type 1 (正常) と Type 8 の出現率が低く、Type 4 と Type 7 の出現率が高くなる傾向が認められた

(Fig. 4)。

一方、1~4区ではいずれの試験区でも色素のほとんど発現しない Type 9 の出現率が最も高く、かつ、プランクトン併用率に関係なくほぼ一定値を示した (Fig. 4)。

次に、養成アルテミアを給餌した5区では正常個体の出現率が46.4%と対照区やプランクトン併用給餌区に比較して高く、しかも白化程度の高い Type 8 と Type 9 が少なくなると同時に、白化程度の低い Type 4 が増加した (Fig. 3, Table 6)。

考 察

仔魚の飼育槽に餌生物のほとんど残存しない朝にプランクトンを給餌するとある程度はそれを仔魚に摂餌させることができた。しかし、仔魚の成長や生残率が低下したことや、仔魚が前日から飼育槽に残存していたワムン

Table 5. Composition of gut contents of flounder larvae. The 24-day old larvae were collected after three hours from fed on wild zooplankton.

	Experimental tank		
	1-1	2-1	3-1
No. of fish examined	5	5	5
Range of total length (mm)	6.7~8.0	7.4~8.5	7.2~9.0
No. of fish with food	5	4	5
No. of fish with wild zooplankton	5	2	5
Food items			
Oithona	11	10	7
Oncaea	—	1	—
Harpactid	—	—	1
Unidentified Crustacea	3	—	1
Gastropoda larva	1	—	—
Sub total	15	11	9
Rotifer	2	5	5
Artemia egg	—	3	—
Unidentified	—	—	1
Sub total	2	8	6
Mean No. of wild zooplankton fed by fish	3.0	2.2	1.8

Table 6. Frequency (%) of the flounder juveniles classified into each type of pigmentation.

Exp. tank		Type of pigmentation of flounder juvenile									Total
		1 (Normal)	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1	21.3	0	0	1.3	0	0	18.5	28.2	30.7	319
	2	33.8	0	0	5.4	0	0	6.8	27.0	27.0	74
	Mean	23.7	0	0	2.0	0	0	16.3	28.0	30.0	393
2	1	11.4	0	0	3.2	0	0	24.7	29.2	31.6	507
	2	19.0	0	0	4.2	0	0	25.9	23.9	27.0	478
	Mean	15.1	0	0	3.7	0	0	25.3	26.6	29.3	985
3	1	18.9	0.3	0	6.1	0	0	20.1	23.8	30.8	652
	2	25.4	0	0	4.3	0	0	34.2	21.0	25.1	629
	Mean	17.2	0.2	0	5.2	0	0	27.0	22.4	28.0	1281
4	1	19.1	0	0	9.1	0	0	34.7	17.4	29.7	639
	2	7.7	0	0	5.6	0	0	31.0	20.4	35.5	756
	Mean	8.3	0	0	7.2	0	0	32.7	19.0	32.8	1395
5	1	46.4	0.5	0	11.2	0.9	0	22.0	6.8	12.1	659

も摂餌していたこと等から判断して、今回投与したプランクトンは仔魚にとって好適な餌料ではなかったと考えられる。

プランクトン併用給餌区における正常個体の出現率は最高でも1区の23.7%にとどまり、SEIKAI (1985) が

Oithona を主とするプランクトンを与えて98%以上の正常個体出現率を得たことと一致しなかった。その理由の1つとしてはアルテミアを併用したことがあげられる。つまり、仔魚にプランクトンを補助的に摂餌させても白化個体出現の一因となるアルテミアの影響を排除できな

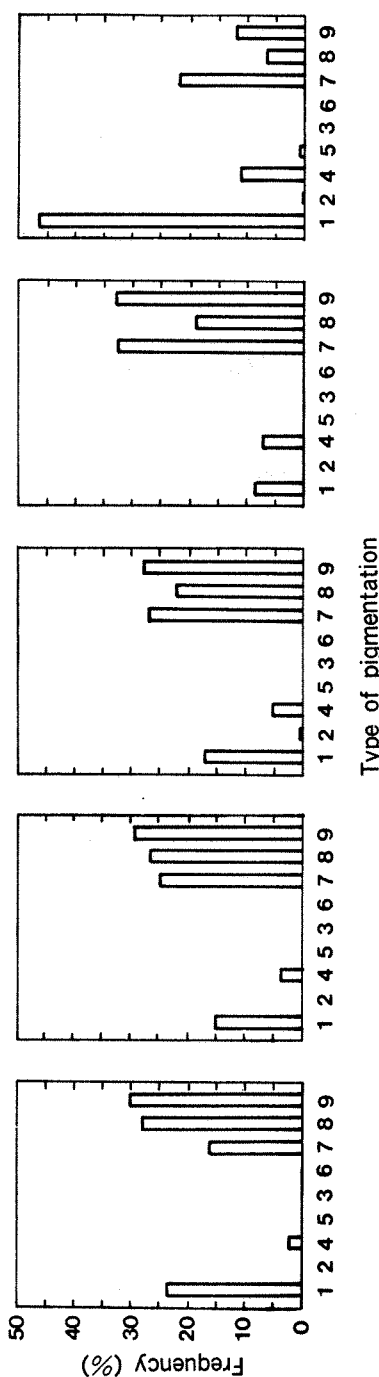


Fig. 3. Mean frequency of each type of pigmentation by each experimental unit. Excepting the juveniles fed on pre-fed *Artemia*, mean values of two tanks were described.

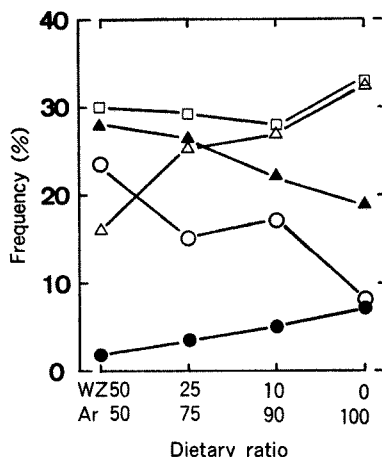


Fig. 4. Relationships between the dietary ratio of *Artemia* and wild zooplankton and mean frequency of some principal types of pigmentation. Symbols indicate as follows, ○: type 1, ●: type 4, △: type 7, ▲: type 8, and □: type 9.

かったためと考えられる。あるいは、プランクトンを無給餌状態で一夜放置したため、その栄養組成が異っていた可能性も考えられる。

天津産アルテミアを投与すると Type 4 と Type 7 の出現率が高くなることはすでに報告されている(京都府立海洋センター, 1984, 1985)。Fig. 4 から明らかのように、プランクトン併用率が低い試験区では両着色タイプの出現率が比較的高く、アルテミア給餌の特徴を示した。すなわち、正常個体の出現率のみならずその他の着色タイプの出現率も投与されたアルテミアとプランクトンの比率を反映すると考えられる。一方、プランクトン併用率の高かった試験区でも Type 9 の出現率が低下しなかったことは、現在までいくつか報告されているプランクトン給餌試験において、正常個体の出現率が高いと同時にそれ以外の稚魚が Type 9 になる例が多く見られること(京都大学農学部附属水産実験所・東京水産大学, 1985, 1986; 京都府立海洋センター, 1985, 1986)と類似している。以上のようなことは Type 9 とその他の着色タイプの出現要因が異なることを示唆しており、白化個体の出現機構や着色の進行過程を明らかにするうえで非常に興味深い。

次に、養成アルテミア給餌試験についてみると、京都府立海洋センター(1986)等の行ったビタミン強化アルテミアの給餌試験においては、ビタミン強化がされてい

たことが確認されている* にもかかわらず、ワムシの場合と異なり白化防除効果を認めなかったことと一致せず、正常個体の出現率が46.4%と高くなった。その理由は次の様に考えられる。ふ化直後のアルテミアは摂餌しないのでこの時期に栄養の豊富な浸漬液で短時間培養してもそれらが体表に付着すること以外、アルテミアの栄養運搬者としての役割は期待できないであろう。また、こうして付着させた栄養物質は仔魚の飼育槽に投入されてから仔魚に摂餌されるまでの間に体表から脱落し、実際に仔魚に摂取されるその量はかなり少なくなるものと想像される。それに反して今回の実験ではアルテミアに培養藻類を十分に摂餌させたことが白化抑制に有効であった原因と考えられる。さらに、今回使用したアルテミアは正常個体の出現率を大幅に上昇させるだけでなく、白化程度の高い Type 9 の出現率を低下させるということから、今回使用したプランクトンよりも正常な色素を発現させる作用が強かったと考えられる。

プランクトン併用給餌試験で正常個体の出現率が大幅には増加しなかった理由をプランクトンが採集されてから植物プランクトン等がフロックを形成するような状態で一夜放置されたものであり、消化管内容物をすでに排出してしまっていたためと仮定すると、養成アルテミア給餌試験の結果と考え合わせて、プランクトン自体の体成分よりも、むしろ、それらが摂餌している微細な藻類等があるいはプランクトンの消化管内で作られる別の栄養素が白化抑制に関して重要な地位を占めると推察される。

今回、アルテミアの餌料として3種の培養藻類を用いたので白化抑制に有効な種や栄養素を特定することはできない。しかし、それらのうちクロレラはワムシ培養の餌料の1つであり、一般的なヒラメ仔魚の飼育においても十分に仔魚に取り込まれていると考えてよい。事実、京都府立海洋センター(1985)によるとワムシの大量投与は白化個体の出現をかえって助長しており、クロレラは白化防除の有効種ではないと考えられる。他の2種の藻類に関する知見は見当たらず、また単に、ふ化後1日以上経過したアルテミアに白化防除効果のある可能性も残されており、これらの点を明らかにすることも重要である。

ヒラメ種苗量産の見地からすれば、白化防除方法の前

* 東京水産大学・京都大学農学部附属水産実験所・長崎県水産試験場・水産庁養殖研究所。(1985)。昭和60年度健苗育成技術開発委託事業中間報告書。31pp。

提条件として良好な成長と生残率が要求されることは言うまでもない。一般に、ワムシとアルテミアを給餌することで安定的に量産できるようになってきた。この様な現状から、現在の餌料系列を活用するためにはワムシやアルテミアの栄養価を改善することによる白化個体出現防除方法を確立することが急務である。

要 約

ヒラメ種苗生産において問題になっている白化個体の出現防除方法を明らかにする目的でアルテミアと天然動物プランクトンの併用給餌試験および、養成アルテミア給餌試験を行ったところ、以下の知見を得た。

1. アルテミアと天然動物プランクトンの併用率を変えてヒラメ仔魚を飼育したところ、各着色タイプの出現率は併用率に対応して変化し、天然動物プランクトンを増加させると色素正常個体の出現率は対照区の8.3%に対し、23.7%に上昇したものの生残率は低下した。
2. 天然動物プランクトンの併用率を高くしても正常個体の出現率が大幅に上昇しなかった理由として
 - 1) 天然動物プランクトンの摂餌量が少なかった。
 - 2) 投与したプランクトンが白化防除に有効でなかった。
 こと等が考えられた。
3. アルテミアふ化幼生を3種類の培養藻類で養成してヒラメ仔魚に給餌したところ正常個体が46.4%と最も高率で出現し、かつ、成長、生残率共に良好であった。
4. 白化抑制に有効な成分は微細な藻類等にも含まれている可能性が大きいと考えられた。
5. 養成アルテミアを利用した白化個体の出現防除方法は種苗量産現場でも応用できると考えられた。そのためにより効果的なアルテミアの養成方法を確立することが急務であると考えられた。

引用文献

- 京都大学農学部附属水産実験所・東京水産大学。1984。異体類白色化個体に関する生物学的研究・異体類白色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：30pp。
- 京都大学農学部附属水産実験所・東京水産大学。1985。異体類白色化個体に関する生物学的研究・異体類白色化個体出現に関する栄養学的研究。昭和59年度健苗育成技術開発委託事業報告書：36pp。
- 京都大学農学部附属水産実験所・東京水産大学。1986。異体類白色化個体に関する生物学的研究・異体類白色化個体出現に関する栄養学的研究。昭和60年度健苗育成技術開発委託事業報告書：38pp。

- 京都府立海洋センター. 1984. 異体類の白色化個体出現に関する飼育試験. 昭和58年度健苗育成技術開発委託事業報告書: 14pp.
- 京都府立海洋センター. 1985. 異体類の白色化個体出現に関する飼育試験. 昭和59年度健苗育成技術開発委託事業報告書: 19pp.
- 京都府立海洋センター. 1986. 異体類の白色化個体出現に関する飼育試験. 昭和60年度健苗育成技術開発委託事業報告書: 25pp.
- NORDENG, H. and P. BRATLAND. 1971. Feeding of plaice (*Pleuronectes platessa*) and cod (*Gadus morhua* L.) larvae. *J. Cons. int. Explor. Mer.*, **34**(1): 51~57.
- SEIKAI, T. 1985. Reduction in occurrence frequency of albinism in juvenile flounder *Paralichthys olivaceus* hatchery-reared on wild zooplankton. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **51**(8): 1261~1267.
- 杉山元彦・中野 広・矢野 豊・福田雅明・村上直人. 1985. 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.