

アルテミア給餌期間を異にした人工採苗ヒラメの 体色異常出現率の変異

青海 忠久*・篠田 正俊**

Variations of Frequency Occurrence of Color Anomalies in Hatchery-reared Flounder, *Paralichthys olivaceus*, Due to Duration of *Artemia salina* Fed

Tadahisa SEIKAI* and Masatoshi SINODA**

Synopsis

It has not been revealed that the color anomalies of hatchery-reared flatfish occur at a high percentage. In this study early foods supplied to larvae were noted using rotifer, *Brachionus plicatilis* (O. F. Müller), and brine shrimp nauplii, *Artemia salina*, which are usually utilized as foods on practical seed production of flounder, *Paralichthys olivaceus*. Larvae of *P. olivaceus* were reared separately in five tanks in order at 10, 15, 20, 25, 33 days after hatching, corresponding to sized groups of 5-6, 7-8, 9-10, 11-12, 14-15 mm in total length, respectively. In stock tanks for rearing the just hatched larvae (before their metamorphose) only rotifer were used, and from the stage when larvae were separated to the five tanks rotifer and artemia were supplied. At the end of experiment, when most larvae (more than 99%) had metamorphosed, all of juveniles were harvested from tanks.

High percentage occurrence (94-98%) of color anomalies were observed in tanks to which mixed foods were supplied from the rather early stage of fish (less than 10 mm), and the anomalies were albinism of most whole ocular side except such as margin of eyes, snout and operculum. High occurrence of color anomalies on a part of ocular side, however, were observed in tanks, mixed foods from the stage of 10 to 15 mm in total length.

It is suggested that frequent occurrence and extend of color anomalies of *P. olivaceus*, depend on feeding duration of artemia as early food for larvae. Difference in size between normal juveniles and abnormal colored juveniles were not so remarkable, and the former seemed to be a little smaller than the latter.

人工採苗した異体類には、一般に「白化個体」と呼ばれる体色異常個体が高率で出現するが、その発生機構は不明である。近年種苗生産技術の発展により、各地でヒラメ (*Paralichthys olivaceus*) やマコガレイ (*Limanda yokoyamae*) 等を養殖用および放流用種苗として数万~数10万尾の規模で種苗生産が行われている。これらの体色異常個体については、養殖用および放流用種苗としての有効性に疑問があり、その発生機構の解明と防除は急務であると考えられる。本研究では、体色異常の出現要因の一つに初期餌料が関与していると考え、ヒラメの種苗生

産において最も一般的に給餌されているシオミズツボムシ *Brachionus plicatilis* O. F. Müller (以下ワムシと呼ぶ) とアルテミア *Artemia salina* ふ化幼生 (以下アルテミアと呼ぶ) (耕田, 1981) を用い、アルテミアの給餌期間を異にしてヒラメ仔稚魚の飼育を行った。飼育されたヒラメの変態完了稚魚について、出現した体色異常個体の類別を行い、各Typeの体色異常個体の出現率を比較し若干の知見を得たので報告する。本実験を実施するにあたり、種々の御便宜をいただき、本報告の掲載の機会を与えていただいた京都府立海洋センター塩川 司所長他職員の皆様に深謝する。

実験方法

親魚と採卵 実験には、京都府立海洋センターで1981年4月13日に採卵したヒラメ受精卵の一部を用いた。採

* 京都大学農学部付属水産実験所 (Fisheries Research Station, Kyoto University, Maizuru City, Kyoto 625)

** 京都府立海洋センター (Kyoto Institute of Oceanic and Fishery Science, Miyazu City, Kyoto 626)

卵に用いたヒラメ親魚は、同年4月上旬に京都府沿岸で漁獲され、京都府立海洋センターで蓄養していたもの（雌7尾、全長44~72cm・体重1.1~5.0kg、雄2尾、全長45cm・体重1.0~1.2kg）である。4月11日にゴナトロピンまたはハクレン脳下垂体（アセトンによる脱水乾燥粉末）の生理食塩水懸濁液を親魚に注射し、4月13日搾出乾導法によって人工受精させた。得られた卵は同センター室内水槽に収容した後、受精後3日目に浮上卵の一部約4万粒を舞鶴市長浜の京都大学農学部附属水産実験所に乗用車で輸送した。到着した卵はプレハブ飼育棟内に設置し、15°Cに加温した100lパンライト水槽に収容し、弱い通気と流水を行って卵管理した。4月18日午前9時にはふ化を完了し、得られたふ化仔魚は約2万尾であった。

仔稚魚の飼育 ヒラメ仔稚魚の飼育は当水産実験所内のプレハブ飼育棟内で行った。飼育水槽は当初飼育棟内に並置した500lパンライト水槽2面（水槽I-S, II-S）を使用し、後述のようにこれらより順次同棟内に並置した100lパンライト水槽10面（水槽I-A~I-E・II-A~II-E）に分槽し、合計12面を使用した。飼育期間中は投げ込み式ヒーターにより15~17°Cに加温して各槽の水温をほぼ同一に保ち、通気・換水率も等しく調節した。飼育水へのクロレラ添加はふ化後14日目まで、飼育水中の濃度が20~40万cells/mlになるように毎日行った。餌料はワムシとアルテミアのみを用いた。ワムシは、ふ化後2日目~21日目まではパン酵母とクロレラの併用ワ

ムシを12時間以上クロレラで2次培養して用い、ふ化後22日目~35日目までは油脂酵母とクロレラの併用ワムシをそのまま用いた。アルテミアは新東亜交易社製のブラジル産アルテミア卵をふ化させて用いた。ワムシとアルテミアの給餌量については後述する。飼育実験終了時には、飼育したヒラメ稚魚の全個体を10%ホルマリンで固定し、後日体色異常の類別と類別された各Type毎に計数と全長の測定を行った。

仔稚魚の分槽と飼料の転換 得られたふ化仔魚約20,000尾より、ふ化当日に水槽I-S・II-Sにそれぞれ8,850尾、7,650尾を収容した。仔稚魚の成長に従ってFig. 1に示したように、平均全長5mmより15mmまでの間を5段階に分けて、水槽I-S・II-Sより水槽I-A~I-EおよびII-A~II-Eに順次日を追って仔稚魚を分槽した。分槽は2lプラスチック製計量カップによ

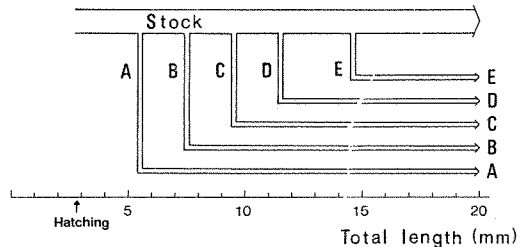


Fig. 1 Scheme for separating flounder larvae, *P. olivaceus*, to five tanks (A~E) from stock tank in relation to their development.

Table 1 Results of rearing experiment of hatchery-reared flounder, *P. olivaceus*.

	I-S	II-S	I-A	II-A	I-B	II-B	I-C	II-C	I-D	II-D	I-E	II-E
Initial No. of larvae (N_0)	8850	7650	1000	1000	900	900	800	800	600	600	600	600
Separated day from stock tank (days after hatching)	0	0	10	10	15	15	20	20	25	25	25	25
Separated No. of larvae (N_1)	3900	3900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
No. of specimens taken out during experiment (N_2)	320	271	183	180	153	145	119	120	90	86	93	88
No. of harvests at the end of experiment (N_3)	1799	2358	802	668	715	703	552	672	500	497	485	490
Survival rate (%) { $N_3 / (N_0 - N_1 - N_2)$ } × 100	38.9	67.8	98.1	81.5	95.7	93.1	81.1	98.3	98.0	96.7	95.7	95.8
Total length Mean (mm)	19.3	18.5	18.6	19.4	19.2	19.2	20.0	19.1	19.9	20.3	19.9	19.1
S.D. (mm)	1.8	1.3	1.7	1.5	1.6	1.6	1.8	1.7	1.8	1.9	1.7	1.6
No. of metamorphosed fish	1797	2358	798	668	715	703	552	670	497	494	481	486

り、水ごと仔稚魚をすくいとり、50 l 程度の海水を満した 100 l 水槽に計数を行いながら 1 cm 以内の水位差で静かに注ぎ込んで行った。ただし水槽 I-D・II-D へ分槽した時点で、水槽 I-S・II-S には変態を完了して着底する稚魚が数尾づつ認められたので、できるだけ無作為に分槽することを目的として、水槽 I-E・II-E へも同時に稚魚の分槽を行った。すべての稚魚が変態を完了するのに必要な日数をふ化後50日程度と推定し、途中の斃死・サ

ンプリング尾数等を考え併せて水槽 I-A・II-A~I-E・II-E への分槽尾数を、それぞれ正確に計数して1,000尾・900尾・800尾・600尾・600尾とした。

餌料は水槽 I-S・II-S では、すべての稚魚が変態を完了するまでワムシ単独給餌とし、変態を完了したと認められたふ化後35日目よりアルテミアを給餌した。分槽した10水槽には、水槽 I-E・II-E を除いて分槽当日よりワムシとアルテミアを併用給餌し、水槽 I-E・II-E で

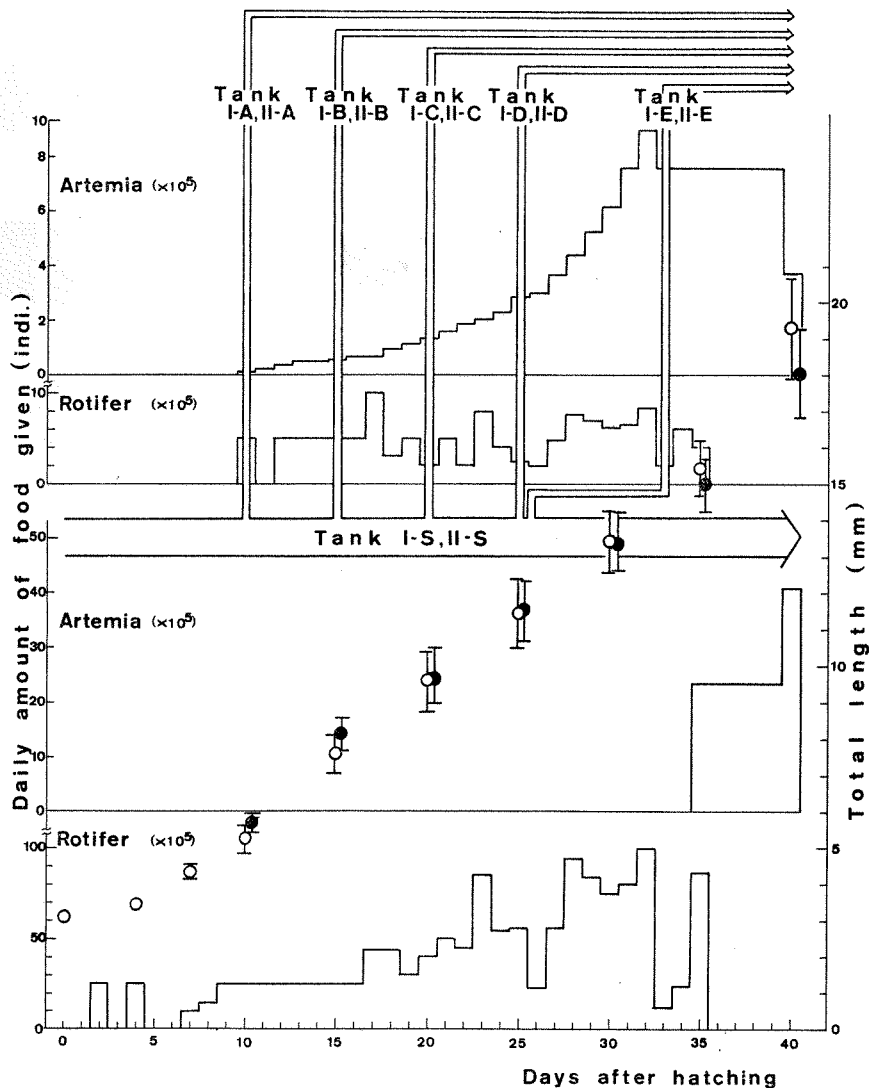


Fig. 2 Development of flounder larvae, *P. olivaceus*, change of foods and amounts of foods given in each tank. Open circles: total length of larvae from Tank I-S, closed circles: total length of larvae from Tank II-S. Arrows indicate separations of larvae from stock tanks and change of their foods.

は稚魚の平均全長が 14 mm を超えたと推定されたふ化後33日目以前までは分槽後もワムシ単独給餌を続け、33日目よりワムシとアルテミアを併用給餌した。なお分槽した10水槽についても、ほとんどの稚魚が変態を完了したと認められたふ化後36日目よりアルテミアを単独給餌した。給餌量は、平本ほか(1980)を参考にし、水槽 I-A~I-E, II-A~II-E は水槽 I-S および II-S の 1/5 量を目安として算定した。分槽した 100 l 水槽では、ワムシの給餌量を当初よりほぼ一定量(約 60 万個体/日)に保ち、給餌量の必要増加分はアルテミアでまかなった。ワムシとアルテミアの給餌は当初それぞれ 1 日 1 回とし、ふ化後17日目以後はそれぞれ 1 日 2 回とした。

結 果

飼育結果の概要 今回の実験では推定より10日以上早く変態をほぼ完了したので、各槽の稚魚はふ化後40日目に全個体を取り上げ、10%中性ホルマリンで固定した。飼育結果の概要を Table 1 に示した。各水槽に仔稚魚を収容した時点よりの生残率は、水槽 I-S・II-S が38.9%・67.8%で水槽 I-A・II-A~I-E・II-E が81.1~98.3%であった。取上時の平均全長は 18.5~20.3 mm, 変態完了個体はいずれの水槽も取り上げた稚魚の99%以上であった。ヒラメ仔稚魚の成長、分槽経過と各水槽当りの

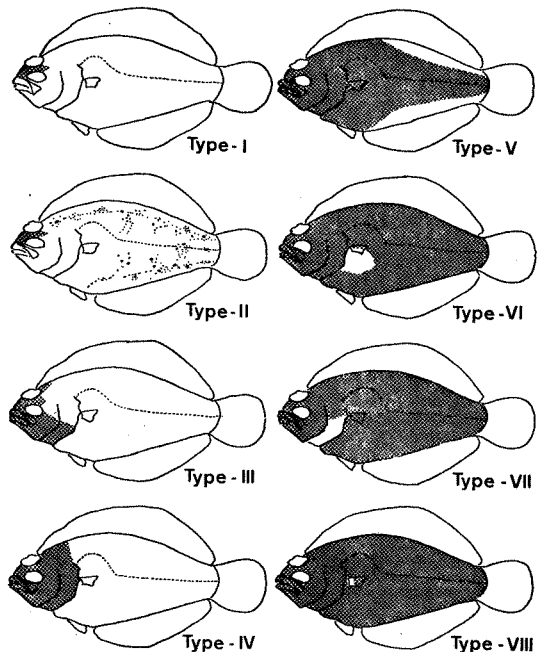


Fig. 3 Classification of color anomalies on ocular side of hatchery-reared flounder, *P. olivaceus*, juveniles. Shaded area shows normally colored area, and white area shows albinic area.

Table 2 Frequency of each type color anomaly of hatchery-reared flounder, *P. olivaceus*, juveniles in each tank.

Tank	I-S	II-S	I-A	II-A	I-B	II-B	I-C	II-C	I-D	II-D	I-E	II-E	
Normal	88.7	89.7	4.3	2.7	3.1	5.7	5.1	2.3	23.1	27.1	87.7	67.3	
Abnormal	Type-I	6.2	5.4	27.5	18.7	22.8	29.2	18.3	13.0	5.4	9.1	6.0	5.1
	Type-II	0.3	tr.	—	—	—	—	1.8	—	0.4	1.2	1.5	2.9
	Type-III	0.2	0.6	4.0	3.4	5.2	4.0	—	1.4	0.2	0.4	—	—
	Type-IV	—	—	—	0.9	—	—	—	—	—	—	—	0.2
	Type-V	0.1	—	—	0.7	0.8	—	2.4	1.1	0.8	3.4	—	—
	Type-VI	0.8	1.1	3.9	3.7	3.5	2.1	3.6	0.9	5.4	11.5	1.2	4.3
	Type-VII	1.1	0.6	0.3	0.1	—	0.4	—	—	0.6	0.8	2.1	1.4
	Type-VIII	2.3	2.5	2.9	4.9	3.9	2.1	5.8	5.2	29.6	17.6	0.8	16.3
	Type-II+III	—	0.1	16.4	9.9	5.3	11.8	3.4	14.7	3.2	—	0.6	—
	Type-II+IV	0.1	tr.	35.0	43.6	49.9	27.0	38.6	41.2	10.7	10.1	—	1.2
	Type-V+VI	—	—	3.0	5.8	4.5	9.4	9.1	8.9	11.5	13.6	—	—
	Type-V+VIII	—	—	2.8	5.8	1.0	8.3	10.0	10.3	8.7	5.7	—	—
	Others	0.1	—	—	—	—	—	1.9	1.1	0.4	—	—	1.2
Sub total	11.3	10.3	95.7	97.3	96.9	94.3	94.9	97.7	76.9	72.9	12.3	32.7	
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

給餌量を Fig. 2 に示した。図中の仔稚魚の全長は水槽 I-S・II-S を代表値として示したが、飼育途中および取上時の各水槽間の平均全長の相違は、いずれの測定時でも全水槽の平均全長の 7.7% 以内であった。各水槽当りの給餌量は図中の上段が水槽 I-A~I-E および II-A~II-E で、下段が水槽 I-S および II-S である。図中に示された矢印に従って水槽 I-S および II-S から水槽 I-A~I-E および II-A~II-E への分槽と餌料の転換を行った。

体色異常個体の類別 ホルマリン固定したヒラメ稚魚の変態完了個体を、体色正常個体と体色異常個体に分け、後者については有眼側の体色異常部位によって Fig. 3 に示した 8 種類の体色異常基本型に類別した。ただし天然の plaice, *Pleuronectes platessa* L. で報告されている各鱗の白化 (VEEN, 1969) については、取り上げた魚体の

大きさでは肉眼での判別が困難であり、今回の類別化の対象外とした。

体色異常 Type-I: 眼隔域より吻端にかけてのみ体色が発現したもの。

体色異常 Type-II: Type-I に似るが、躯幹部および尾部には黒色素による斑紋が存在し、しかも体色を有しないもの。

体色異常 Type-III: Type-I より体色発現域が広く、後頭部や鰓蓋の一部まで体色発現域がおよんでいるもの。

体色異常 Type-IV: 頭部のすべてに体色が発現し、その他の部位には体色が発現しないもの。

体色異常 Type-V: 躯幹部および尾部の辺縁部に体色未発現域を有するもの。

体色異常 Type-VI: 腹部の一部にのみ体色未発現域を

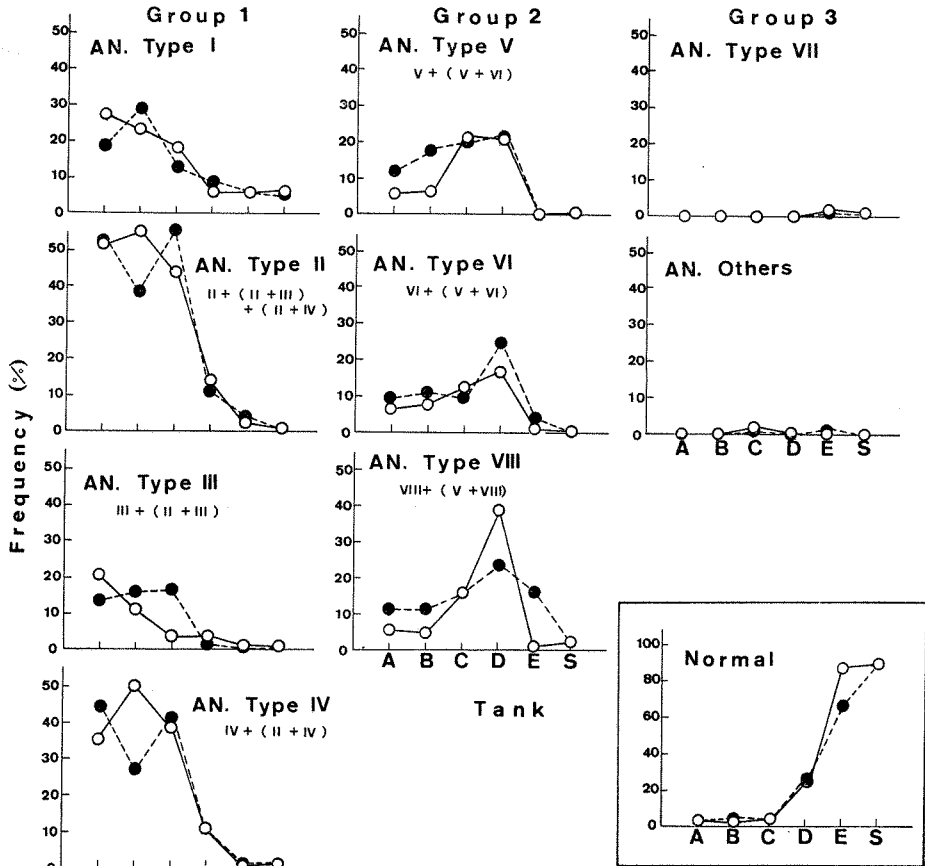


Fig. 4 Change of frequency occurrence of color anomalies of juveniles harvested from each tank. Open circles: frequencies occurrence in Tank I-S series and closed circles: in Tank II-S series.

有するもの。

体色異常 Type-VII：後頭部や鰓蓋の一部にのみ体色未発現域を有するもの。

体色異常 Type-VIII：胸鰭の基部にのみわずかに体色未発現域を有するもの。

以上の基本型に属するものの他に、これら基本型が2～3種組合された複合型も多数認められた。

体色異常個体の出現率 各水槽別、体色異常 Type 別の出現率を Table 2 に示した。体色異常個体全体の出現率は、各水槽間で顕著な相違が認められ10.3～97.7%であった。水槽 I-A・II-A～I-C・II-C では94.3～97.7%と高率で出現し、水槽 I-D・II-D では72.9～

76.9%とやや出現率が低下し、水槽 I-E・II-E および I-S・II-S では10.3～32.7%と低率となる明瞭な傾向が認められた。ここで特定の体色異常部位に着目して、複合型の体色異常をそれぞれの基本型に加えて水槽毎の出現率の変化を Fig. 4 に示したところ、その変化パターンにより3群に分類された。それらは水槽A～Cに高い出現率を示す第1群(体色異常 Type I,II,III,IV)、水槽Dに出現率のピークを示す第2群(体色異常 Type V,VI,VIII)、各水槽とも出現率が低く明瞭な傾向が認められないが第2群にやや似る第3群(体色異常 Type VII,その他)であった。第1群に分類された異常は比較的有眼側全体におよぶ異常であったのに対し、第2・

Table 3 Size variations in total length of normal and each anomalous colored juveniles of *P. olivaceus* from each tank.

Colored type	Tank	I-S	II-S	I-A	II-A	I-B	II-B	I-C	II-C	I-D	II-D	I-E	II-E
		Normal	19.3 1.8	18.6 1.5	17.1 1.5	*	17.1 1.5	17.3 1.4	18.1 1.9	*	18.9 1.4	19.2 1.9	20.0 1.6
Abnormal	Type-I	18.8 1.6	17.7 1.6	18.1 1.8	19.9 1.6	19.4 1.4	19.0 1.7	19.1 1.7	18.0 2.1	19.5 2.0	18.7 2.2	19.0 1.9	18.3 1.8
	Type-II	*	*	—	—	—	—	*	—	*	*	*	*
	Type-III	*	*	18.4 1.2	18.9 1.6	19.4 1.1	19.2 1.4	—	*	*	*	—	—
	Type-IV	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	*
	Type-V	*	—	—	*	*	—	*	*	*	*	—	—
	Type-VI	*	17.5 2.0	17.4 1.9	18.3 1.8	17.9 2.6	*	19.5 2.9	*	21.0 1.9	21.5 1.5	*	20.1 1.4
	Type-VII	*	*	*	*	—	*	—	—	*	*	*	*
	Type-VIII	20.2 2.1	18.0 1.5	17.7 1.6	18.9 1.2	18.2 1.3	*	19.2 1.5	18.6 1.7	20.2 1.7	21.5 1.1	*	19.6 1.7
	Type-II+III	—	*	18.4 1.2	18.7 1.1	18.9 1.3	18.9 1.1	*	19.4 1.3	*	—	*	—
	Type-II+IV	*	*	19.5 1.4	19.5 1.5	19.4 1.5	19.4 1.4	20.3 1.5	19.0 1.4	20.3 1.8	20.6 1.5	—	*
	Type-V+VI	—	—	19.3 2.0	20.5 1.4	20.5 1.6	19.8 1.7	21.3 1.5	20.4 1.1	20.5 1.7	20.9 1.5	—	—
	Type-V+VIII	—	—	*	19.9 1.2	*	19.8 1.4	20.6 1.7	19.7 2.2	20.3 1.8	20.9 1.4	—	—
	Others	*	—	—	—	—	—	*	*	*	—	—	*
	Mean	19.2 1.9	17.7 1.7	18.7 1.7	19.4 1.5	19.3 1.5	19.3 1.6	20.0 1.8	19.1 1.7	20.3 1.8	20.7 1.7	19.0 1.9	19.5 1.8
Mean	19.3 1.8	18.5 1.3	18.6 1.7	19.4 1.5	19.2 1.6	19.2 1.6	20.0 1.8	19.1 1.7	19.9 1.8	20.3 1.9	19.9 1.7	19.1 1.6	

Asterisks show that number of such type individuals were less than 20, and bars show that such type did not appear on each tank in this table.

3群は有眼側の部分的な異常であった。

体色異常と稚魚の全長 Table 2 に示された各水槽における各 Type の稚魚について、20尾未満出現したものは省き、30尾以上出現したものは無作為に30尾取り出し、20~30尾出現したものはすべての個体の全長を測定し、その結果を Table 3 に示した。体色正常個体は12水槽中10水槽で測定され、7水槽では体色異常個体より小さい値を示した。そこで体色正常個体と、多くの水槽において比較可能な体色異常個体 Type I, VI, VIII, II+IV, V+VI および体色異常個体全体の平均全長の差の有意性について t 検定を行った。体色正常個体と体色異常個体各 Type および全体で比較可能なものが47例、うち5%の危険率で有意差が認められるものは33例で、体色正常個体の方が小さいといえるものは29例であった。ただ体色正常個体の出現率が高い水槽 I-S・II-S・I-E に限っては、むしろ体色正常個体の方が大きい傾向を示した。

考 察

体色異常の類型化 天然の異体類の体色異常には、「白化」(albinism) と「両面有色」(ambicoloration) の2種があることが知られている (NORMAN, 1934) が、本研究では人工採苗ヒラメの体色異常の大半を占める有眼側の「白化」を対象を限定した。人工採苗した異体類の体色異常については、有眼側の体表面に対する体色発現部位または白化部位の面積の割合で示されている例 (SHELBOURN, 1974) や、白化の有無だけで示されている例 (RILEY, 1966) が多く、体色異常部位に着目して詳細な類別化を行った報告例は認められない。本研究において、水槽により各 Type の体色異常の出現率が異なったことから、体色異常部位によってその発生機構や変態完了後の成長に伴う体色の発現過程が異なることも考えられる。Fig. 4 に示したように、各水槽での出現率の変動パターンにより 8 Type の体色異常が3群に分類されたことから、少なくともこの程度の類別を行わなければ、相互に実験結果を比較するうえで、混乱を生じる恐れがあると考えられる。

体色異常と全長 人工採苗した plaice では、同一水槽内では大型個体ほど体表に体色が発現している割合が高く、また同一水槽より変態前に大型個体群と小型個体群を別々の水槽に分槽して継続飼育したところ、実験終了時には両区の平均全長にほとんど相違が認められなくても、体色の発現状態は前者が優れていたと報告されている (SHELBOURN, 1974)。ところがヒラメにおいて平

均全長で比較すると、体色正常個体の方がむしろ体色異常個体よりやや小さい傾向を示し、他の飼育例 (青海, 1979) でも同様であった。これはヒラメと plaice の種の相違によることも考えられるが、plaice の場合には、飼育実験期間が約90日間と長期にわたり、成長の早い個体はふ化後40~50日目で変態を完了し、変態完了後40~50日間も飼育されていたと推定される。このことを考慮すれば、ヒラメの体色異常個体で認められる、変態完了後の成長に伴う白化部位への体色発現域の拡大 (青海, 1979) といった現象が、plaice の変態完了後に起っていたことも考えられる。少くともヒラメが変態を完了した直後では、体色正常個体と異常個体の全長にはほとんど相違がないかむしろ前者の方がやや小さいと考えられる。

体色異常が決定される時期の推定 今回の飼育実験における水槽 I-A~I-E および II-A~II-E の生残率 (81.1~98.3%) と実験終了時の変態完了個体の占める割合 (99%以上) から、それぞれの水槽における体色異常の Type 別出現率の変異は、飼育期間中に特定の Type の体色異常個体だけが選択的に斃死したり変態が抑制されたために生じた結果ではないと考えられる。Fig. 4 に示したように、水槽 I-S・II-S よりそれぞれ別系統として分槽した各槽で、同時期に分槽したものについては、各 Type の体色異常の出現率にはほぼ同様の傾向が認められた。これらのことから、各槽における各 Type の体色異常の出現率は飼育条件の相違による後天的な影響をほぼそのまま反映した結果であると推定される。そこで3群に分けた各 Type 別体色異常の水槽間の出現率の変化傾向と、分槽時の平均全長により、体色異常となる部位が決定される時期が推定できる。今回の実験で高い出現率と顕著な変化を示したのは第1群と第2群であった。第1群では水槽 A~C で高い出現率で推移し、水槽 D 以降に顕著な出現率の低下が認められた。第2群では A~D に向ってゆるやかに出現率が増加し、水槽 E で顕著な出現率の低下が認められた。水槽 C, D および E では分槽時の平均全長がそれぞれ 9~10, 11~12, 14~15 mm であった。第2群は部分的な体色異常であり、水槽 A~C では第1群の全体的な体色異常に含まれてしまうものも多いため、みかけ上水槽 D で最も高い出現率を示したとも考えられる。これらの結果から、有眼側の全体的な体色異常である第1群では少くとも全長約 10 mm 以前 (特に 10 mm 前後に)、また部分的な体色異常である第2群では、より後期の全長 14 mm (変態完了期直前) まで飼育条件の相違によりその出現

率が影響をうけたと考えられる。

体色異常と初期飼料 本研究において、最も主要な飼育条件の相違は、分槽とそれに伴うワムシ単独給餌からワムシとアルテミアの併用給餌への餌料の転換であった。アルテミアの給餌をおくらせるほど、体色異常の程度と出現率が低下したと推察される。分槽時期が全く等しくアルテミアの給餌期間だけが異なる水槽 I-D・II-D と I-E・II-E の体色異常出現率の顕著な相違もこの推論を支持していると考えられる。近年海産仔稚魚の種苗生産用初期餌料の栄養価については概要が明らかにされ、ワムシ・アルテミアでも一般組成（渡辺ほか，1978 a），ミネラル組成（渡辺ほか，1978 a），アミノ酸組成（渡辺ほか，1978 b），脂肪酸組成（渡辺ほか，1978 c，1979；今田ほか，1979；岡ほか，1980；青海ほか，1980；渡辺ほか，1978 d；WATANABE et al., 1980）等が報告されている。それらによると、ワムシとアルテミアの間には一般的に相違の認められる成分もあるが、脂肪酸組成以外はそれほど顕著ではないとされている。脂肪酸組成については、ワムシでは培養餌料や培養条件により、アルテミアでは産地や年度によりかなりの変異が認められている。既に報告されている成分の他の微量成分についての検討も必要で、何が体色異常の出現を左右する要素になったかは、今後栄養学的な側面からの検討を進めなければならない。ただし、異体類の体色異常の出現に影響をおよぼす要因が初期餌料だけとは考え難く、ほぼ同一の餌料条件を与えても体色異常の出現率が大幅に異なる事例もある（青海，1979）。初期餌料の質の他にも、初期餌料の量（RILEY, 1966）、卵質（SCHELBURN 1974）や卵管理方法（DANNEVIG & HANSEN, 1952）、仔稚魚の飼育密度（SCHELBURN, 1974）、飼育水の物理化学的性状や光条件（大分県浅海漁業試験場，1977）などの飼育環境もある場合には大きく関与している可能性が考えられる。異体類の体色異常現象の発生機構を探るうえでは、上述のような種々の条件下での事例を重ねるとともに、花田・福士（1973）がマコガレイの幼稚魚で示唆した体色異常と神経支配異常の知見などをもとに、組織学的・生理学的な側面からの総合的な検討が必要であると考えられる。

引用文献

- *DANNEVIG, A. & HANSEN, S. 1952. Faktorerv av betydaing for fiskegenes og. fiskegnelens oppvekst. Fisk. Skr. Havundersøk., 10: 1-36.
- 今田 克・影山百合明・渡辺 武・北島 力・藤田矢郎・米 康夫. 1979. 魚介類種苗生産用酵母（油脂酵母）の開発. 日水誌, 45(8): 955-960.
- 花田勝美・福士 堯. 1973. 種苗生産マコガレイにおける色素異常とメラニン色素. 青森県立中央病院医誌, 10(1): 6-11.
- 平本義春・小林啓二・三木教立. 1980. ヒラメの種苗生産に関する研究一Ⅱ. 水産増殖, 28(3): 134-141.
- 耕田隆彦. 1981. 種苗生産現場での初期餌料の調達. 養殖, 9(18): 89-91. 緑書房. 東京.
- NORMAN, J. R. 1934. A systematic monograph of the flatfish (Heterosomata); *Psetodidae*, *Bothidae*, *Pleuronectidae*. Brit. Mus. Nat. Hist., London, 459pp.
- 岡 彬・鈴木規夫・渡辺 武. 1980. 脂肪酸組成の異なるワムシのアユ仔魚に対する餌料効果. 日水誌, 44(11): 1413-1418.
- 大分県浅海漁業試験場（1977）魚介類人工採苗ならびに実用化試験（マコガレイ）. 昭和50年度大分県浅海漁業試験場報告: 17-23.
- RILEY, J. D. 1966. Marine fish culture in Britain VII. Plaice (*Pleuronectes platessa* L.) post-larval feeding on *Artemia salina* L. nauplii and the effects of varying feeding levels. J. Cons. perm. int. Explor. Mer., 30(2): 204-221.
- 青海忠久. 1979. 人工採苗ヒラメの飼育条件と体色異常の出現頻度. 長崎水試研報, (5): 9-17.
- 青海忠久・福所邦彦・西中弘興・村田八郎・渡辺 武. 1980. 油脂酵母ワムシの量産におけるクロレラ併用の効果. 水産増殖, 28(3): 115-121.
- SHELBURN, J. E. 1974. Population effects on the survival, growth and pigment of tank-reared plaice larvae. "Sea fisheries research" (ed. JONES, F. R. H.) 357-377. Eelck science, London.
- VEEN, J. F. 1969. Abnormal pigmentation as a possible tool in the study of the populations of plaice (*Pleuronectes platessa* L.). J. Cons. Int. Explore. Mer., Copenhagen, 32(3): 344-384.
- 渡辺 武・荒川敏久・北島 力・福所邦彦・藤田矢郎. 1978 a. 仔稚魚用生物餌料の一般組成およびミネラル組成. 日水誌, 44(9): 979-984.
- 渡辺 武・荒川敏久・北島 力・藤田矢郎. 1978 b. 仔稚魚用生物餌料の蛋白質の栄養価. 日水誌, 44(9): 985-988.
- 渡辺 武・北島 力・荒川敏久・福所邦彦・藤田矢郎. 1978 c. 脂肪酸組成からみたシオミズツボワムシの栄養価. 日水誌, 44(10): 1109-1114.
- 渡辺 武・大和史人・北島 力・藤田矢郎. 1978 d. 脂肪酸組成からみた *Artemia* の栄養価. 日水誌, 46(10): 1115-1122.
- WATANABE, T., OOWA, F., KITAJIMA, C. & FUJITA, S. 1980. Dietary value for red sea bream larvae of brine shrimp *Artemia salina* and their content of ω 3 highly unsaturated fatty acids. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 46(1): 35-42.

渡辺 武・大和史人・北島 力・藤田矢郎・米 康夫
1979. シオミズツボムシ *Brachionus plicatilis* の
栄養価と ω^3 高度不飽和脂肪酸. 日水誌, 45(7):
883-889.

* 印を付した文献については直接参照することができな
かった。