

## イシダイ稚仔魚飼育指標としての斑紋の形成

福所邦彦

### Development of Color Pattern in *Oplegnathus fasciatus*, Useful Indicator in Rearing

Kunihiko Fukusho

(Received December 12, 1974)

The development of the seven transverse bands on the sides of *Oplegnathus fasciatus* (Temminck and Schlegel), which had been reported mostly on larval fish collected from the field, was traced from artificially fertilized eggs to juvenile stage under laboratory conditions. Observations on the growth, behavior, feeding, and changes of color and markings were made on specimens selected with adequate intervals. The works were conducted in May, 1972 and 1973. The observations are summarized as follows.

The formation of the cross-bands is commenced with the larva of about 8 mm in total length about or 20 days after hatching, and completed at about 20 mm or about 35 days after hatching at the water temperatures of 18.5~23.7°C. The process of cross-bands formation can be divided into nine stages as illustrated and tabulated. Stages correspond more closely with the size of the fish than with the age of fish after hatching.

The gathering behavior of larval fish toward floating seaweeds, as observed in the field, was confirmed by placing seaweeds in the rearing tank. The behavior occurs first in the fish about 11 mm (8~12 mm) long which is the Stage 2 of the bands formation. It is also confirmed that the process of the bands formation is not affected by the presence or absence of the floating seaweeds around the larvae kept in the rearing tank. It can be said that the development of the bands during the larval stage is an intrinsic character of the species. Whereas, the change of the ground color of the body into bright brownish yellow in the juvenile staying around or among the floating seaweeds is considered as an adaptation, as such color change is less clear in those kept in the rearing tank without floating seaweeds.

The diet can be changed from natural organisms to minced fish meat most efficiently in the larvae of about 12 mm long which is about one month after hatching or the Stage 5 of the cross-bands formation. It was suggested through the observations that the status of the bands formation can be used as an indicator for determining timing in rearing fish larvae, for feeding, exchange of tank water, transferring the larvae from the tank to the floating cage in the sea.

(Laboratory of Aquiculture, Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries, Nomozaki, Nagasaki, 851-05, Japan)

イシダイ *Oplegnathus fasciatus* (Temminck and Schlegel) の体側には 7 条の横帯があり、成長にともなう斑紋の変化は雌雄判別の指標として用いられる（道津, 1963; 道津・夏刈, 1967; 熊井・中村, 1973）。また、斑紋の異常あるいは中間的特徴が近縁種イシガキダイ *O. punctatus* (Temminck and Schlegel) との天然交雑魚に関する論議の材料になっている（内田, 1937; 塩屋他, 1973）。

斑紋の形成過程については、天然採集魚にもとづく内

田 (1926) の詳細な報告があるが、今回、各成長段階の斑紋の特徴を種苗生産の際の稚仔魚飼育管理手順の指標として注目した。そして、人工採卵によりふ化させ、飼育した標本について斑紋形成過程を観察し、若干の知見を得た。なお、内田（前記）が天然では斑紋の形成と流れ藻につく現象が並行すると述べていることから、このことを実験的に確かめる試みも行ったので、その結果も併せて報告する。

## 材料および方法

**供試魚** 1972年5月22日五島奈良尾の定置網で漁獲された天然親魚（魚体重3.5kg）から、性腺刺激ホルモン（シナホリン）注射による採卵・受精を実施、受精卵輸送時の生着卵に対するふ化率47.6%、総採卵数に対するふ化率12.3%、ふ化仔魚約10万尾を室内12t水槽に収容した。餌料としては、マガキ *Crassostrea gigas* 幼生（ふ化後4~11日）、シオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* (4~25日)、および *Artemia salina* のノウブリウス幼生 + *Tigriopus japonicus* (18~35日) を与えて育成した。ふ化後25日に魚肉を与え始め、同27日に一部が、次いで同35日には全魚が魚肉に餌付いた。ふ化後10日までは1日当たり1/3~1/2の換水による止水で、その後は流水で飼育した。その間の飼育水温は18.5~23.7°C、溶存酸素は各水温下で98~106%，pH 8.35~8.82であった。

上記の供試魚の他に、ほぼ同様に飼育して採取した

1973年度の標本も観察した。なお、1973年度のふ化仔魚は養成親魚の池中自然産卵法による採卵によって得られたものである。

**方法** 稚仔魚の成長を追って適時標本を採取し、体長測定後市販ホルマリンの4~10%液で固定し、解剖顕微鏡下で斑紋を調べた。藻につく個体の大きさの調査に際しては、ホンダワラ類をふ化後15日から飼育水槽中に浮べて藻につく過程を観察し、適時標本を採取後体長測定を行った。なお、稚仔魚が浮漂物あるいは飼育槽壁等に誘引される現象については、種々の形態と段階があるが、ここでは単に藻・他物に“つく”と表現した。

## 結 果

**成長と発育段階** ふ化後の成長を平均全長で表すと、Table 1に示す通りである。すなわち、前期仔魚期の形態変化はふ化後の経過時間に並行してみられるが、摂餌を開始した後期仔魚期以後の形態変化は体長の推移と相関する。そこで、摂餌開始前はふ化後経過時間（ふ化当

Table 1. The rearing record of the larvae of *O. fasciatus* in standing and flowing sea water in 12 ton concrete tank in 1972.

Date	Days after hatching	Number of fish examined	Total length (mm)			Water temperature (°C)	Items of food given*
			Range	Average	Standard deviation		
May 25	1	20	2.10~2.64	2.31	0.12	20.5	—
	2	10	3.20~3.24	3.13	0.07	20.2	—
	3	10	3.10~3.30	3.26	0.06	18.5	—
	4	4	3.35~3.35	3.35	—	20.3	a, b
	5	8	2.90~3.50	3.31	0.19	—	a, b
	6	13	3.10~3.75	3.50	0.17	21.0	a, b
	7	12	3.25~4.00	3.52	0.20	21.5	a, b
	8	12	3.30~4.20	3.75	0.26	21.2	a, b
	10	19	3.55~4.40	3.97	0.24	21.9	a, b
	12	16	3.15~4.65	4.06	0.39	—	b
	13	12	3.75~4.85	4.52	0.33	—	b
	14	13	3.60~5.95	4.75	0.58	22.1	b
	15	8	3.95~5.30	4.78	0.36	21.8	b
	16	13	5.15~6.95	6.22	0.54	23.1	b
	18	11	5.95~7.85	6.78	0.51	22.7	b, c, d
	19	13	6.35~8.70	7.63	0.65	21.7	b, c, d
	22	10	6.85~10.15	9.09	0.98	23.7	b, c, d
	25	10	8.70~12.70	10.47	1.27	23.6	b, c, d, e
	27	10	11.20~16.50	13.66	1.58	23.5	c, d, e
	30	10	13.50~19.00	15.89	1.65	22.8	c, d, e
	34	11	13.90~24.00	17.62	3.78	23.3	c, d, e
July 2	39	12	23.00~27.60	25.05	1.37	—	e

\* a, laboratory made trochophore larvae of oyster (*Crassostrea gigas*); b, tank reared rotifer (*Brachionus plicatilis*); c, laboratory hatched brine shrimp (*Artemia salina*) in nauplius stage; d, marine copepods collected; e, fish meat paste.

日を 1 日令とする), それ以後は全長で表すと, 2 日令には胸鰓の原基が生じ, 日数の経過と共に卵黄は吸収され, 4 日令には一部, そして同 5 日令にはほとんど吸収され尽し, ほぼ全個体において開口が認められ, 順次摂餌を開始する。この頃, 既に胸鰓は団扇状を呈し, 形態的特徴は前期仔魚期から後期仔魚期への移行を示す。全長 4.2 mm の個体では, 尾柄部の仔魚膜はくびれ, 尾鰓の尾部棒状骨と下尾軸骨の原基が認められ, 全長 4.7 mm では尾鰓の鱗条も発達し, 背鰓の鱗条原基が分化する。以後, 成長にともなって仔魚膜は徐々に退縮し, 全長 8.2 mm では完全に消失して各鱗条数が定数 (D. XI~XII, 16~19; A. III, 13~14; C. 19~20; P. 17~18; V. I, 5) に達し, 稚魚期への移行が終了する。その後, 成長にともなって体高が増し, 斑紋が形成され若魚の特徴的形態に徐々に近くなり, 全長 60 mm で若魚に達する。

**行動の変化** 前期仔魚期には游泳力はなく, 飼育槽内では通気によって生ずる水流に流される。開口して摂餌を開始する頃には, 十分発達した胸鰓で体の平衡を保つようになり, やがて尾柄部を左右に振って推進力を得て, 水流に逆らう游泳が認められ, 摂餌行動も頭部を左右に振るなどの積極的行動を行うようになる。ふ化後 7 日頃から, 昼間には水平・垂直両方向に一塊になったパッチ (patch) を形成し始める。ふ化後 18 日頃からパッチを形成しなくなり, 各個体は飼育槽全域に均等に散開し, 体前半部が黒色化することと並行して, 順次水槽壁面, あるいは通気用チューブにつき始める。

**斑紋形成の様式と時期** 形成過程は Fig. 1 に示す通りであるが, 模式的に示すと 9 段階に分けられる (Fig. 2)。ここに, 記述の便宜上, 7 条の横帯を頭部から尾部に向って第 1 帯から第 7 帯と呼び, また, 体側面において頭部と尾部方向に対しては前後, 背・腹方向に対しては上下という用語を用いれば, 9 段階はそれぞれ次のようにになる。

**第1段階 (Fig. 2-1):** 黒色素胞が, 背鰓棘部基底の中央よりやや後方と肛門の後端とを結ぶ線より前方の体側に分布し, その結果, 頭・胸部は黒色を呈する。この場合, 黒色素胞の分布は腹部に対し頭頂部の方がやや密である。また, 前記の線より後方では, 脊鰓基底と下尾軸骨の縁辺に沿ってそれぞれ数個の小さな点状黒色素が並ぶのみである。そのため, 生体では半透明である尾柄部と尾鰓以外は全体が黒色に見える。

**第2段階 (Fig. 1-1, Fig. 2-2):** 頭部より吻にかけての区域, 背鰓基底前端部域, および背鰓棘部の中央よりやや後方の基底域から黒色素胞の分布密度が増し, それ

ぞれ分布域が下方向に半島状に伸長する。すなわち, 第 1 帯~第 3 帯の上方部が融合した状態で出現する。これと並行して, 色素胞の分布域の後縁は背・臀鰓両棘部の後端を結ぶ線まで伸びる。

**第3段階 (Fig. 2-3):** 第 2 段階で融合して出現した第 1 帯~第 3 帯はそれぞれ下方向に伸出し, やがて各帯は分離独立する。しかし, この時の第 1 帯は眼窩上縁, 第 2 帯は鰓蓋の後端域までしか達せず, 第 3 帯は体側部を横断する,

**第4段階 (Fig. 1-3, Fig. 2-4):** 第 3 帯は後縁の体側中央線の付近より後方に向って三角錐状に色素胞の分布域が拡大する。これと並行して, 背鰓・臀鰓両基底に沿って色素胞が分布域を伸長し, やがて合一して, 第 3 帯と第 4 帯が融合した横帯が出現する。なお, 第 1 段階において背鰓・臀鰓両棘部の後端を結ぶ線より前方が黒色化し, 第 2 段階において既に第 1 帯~第 4 帯の上部が融合して出現する場合も認められた。

**第5段階 (Fig. 2-5):** 第 4 段階で生じた第 3 帯・第 4 帯が融合した幅広い横帯は, 中間域の色素胞が収縮して, 両帯は分離独立する。

**第6段階 (Fig. 1-4, Fig. 2-6):** 第 4 帯の後縁より後方に向って色素胞の分布域が三角錐状に伸長する。体側中央線に沿って飛石状に色素胞が並び, 尾柄の後端に達する。これと並行して, 背鰓・臀鰓両基底に沿っても色素胞が並ぶ。この間に第 2 帯の下半部は発達し, 背鰓基部を通過して腹鰓基部に達する。

**第7段階 (Fig. 1-5, Fig. 2-7):** 第 6 段階で生じた第 4 帯後方の三角錐状の黒色素胞の分布域は, 尾柄部に沿って台形状を呈する。やがて, 背鰓・臀鰓両基部に沿って発達した黒色素胞と合一し, 第 4 帯と分離し, 第 5 帯~第 6 帯が融合した大斑となる。背・臀両鰓の鱗膜の色調にも濃淡が生じ, 各帶と連続する部分は色が濃くなってくる。頭頂部の横帯は, 眼窓をはさんで上下に連続した顕著な第 1 帯として出現する。

**第8段階 (Fig. 2-8):** 第 6 段階で生じた台形状の大斑は, その前方部の色素胞が上下方向に退縮して第 5 帯から分離独立する。そして, 第 5 帯の上下両端の黒色素分布域は上下に伸長して背・臀両鰓および, 各鰓の外縁に達する。

**第9段階 (Fig. 1-6, Fig. 2-9):** 第 8 段階で第 5 帯と分離した尾柄部を占有する黒色帶は, 前後に分かれ, 各々第 6 帯と第 7 帯になり, 全横帯が完成する。

1972 年度に人工ふ化・飼育したイシダイ 141 尾 (全長 9.1~27.6 mm) における各段階の斑紋の出現する全長は Fig. 3 に示す通りである。すなわち, 魚体前半部

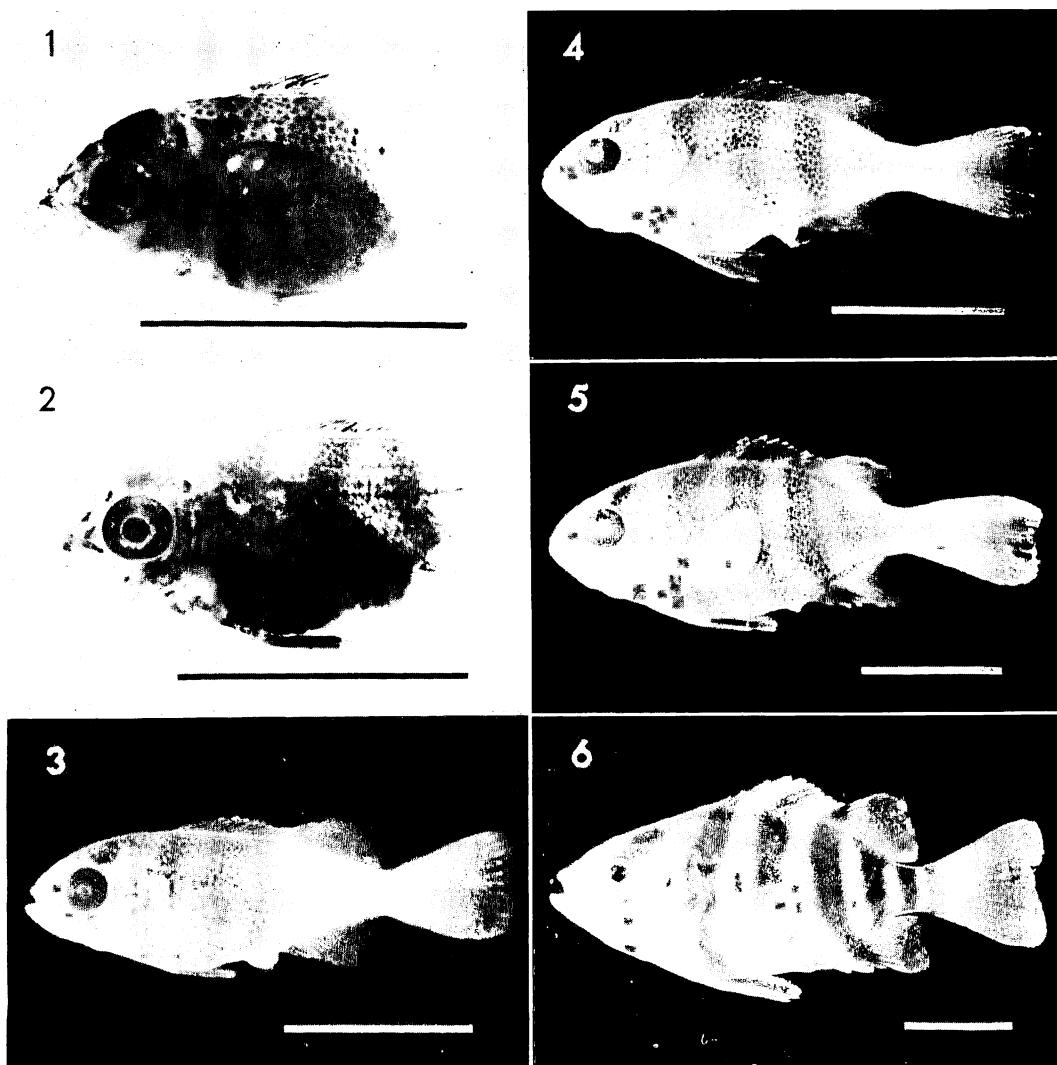


Fig. 1. Development of transverse bands in 6 stages shown in *O. fasciatus* reared in tank. For the stage numbers, see Fig. 2. 1, first to third anticipative bands developing (10.9 mm in total length, stage 1); 2, first to fourth anticipative bands developing without passing the stages 2~4 (11.5 mm); 3, fourth anticipative band still united with the third (13.0 mm, stage 4); 4, fourth band establishing and the fifth anticipative band differentiating from the fourth (14.2 mm, stage 6); 5, fifth to seventh anticipative band developing as the large patch of melanophore along caudal peduncle (17.7 mm, stage 7); 6, all seven bands completed (23.4 mm, stage 9). Posterior half of the body, nearly transparent, is not shown in the photographs 1 and 2. The line in each picture denotes 5 mm.

が黒色化する第1段階は全長8.1~9.1mm(ふ化後19~22日)で、全横帯が形成されるのは15~16mm(27日前後)から19~20mm(30~34日)である(Fig. 3)。そして、標本中にはかなりの変異の幅がみられたが、斑紋の形成は通常全長の増加と相関することが確認された。

1973年度産のイシダイ(全長6.1~23.2mm)134尾について調べた結果、全長6.1~7.0mmの9個体では頭頂部に樹枝状黑色素胞が分布するのみで第1段階に達しておらず、全長7.1~8.0mmの6個体では第1段階の個体3、達していない個体3、そして全長8.1~9.0mm

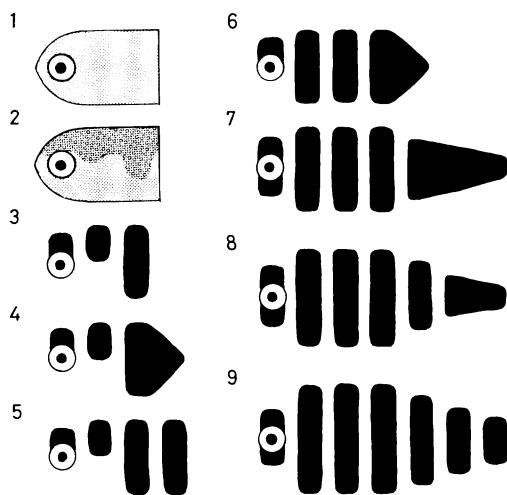


Fig. 2. Schematic representation of the process of transverse band formation in *O. fasciatus* with the growth of fish. Each stage may be denoted as follows: 1, body surface anterior to the line connecting middle part of spinous dorsal base and posterior edge of anus showing bluish color by development of melanophores; 2, darkening of upper parts of anticipated second and third bands; 3, anterior 3 bands completely isolated; 4, the third band expanded posteriorly; 5, the fourth band isolated from the third; 6, the fourth band expanded posteriorly; 7, the fourth band established, and the anticipated fifth to seventh bands formed in a lateral band expanding on caudal peduncle; 8, the fifth band established and the anticipative patch of sixth and seventh band; 9, completion of all seven bands.

の9個体では第1段階に達していない個体2, 第1段階6, そして第2段階1であった。それ以後の各全長級群における斑紋形成段階の出現頻度は1972年度産の標本の場合とほぼ同様であった。

**斑紋の形成時期と藻につく発育段階との関係** 前述のようにこれまでの飼育経験から、魚体前半部が黒色化を始める頃に稚魚は通気用チューブあるいは水槽壁につくことが観察されているが、この習性と稚魚が流れ藻につ

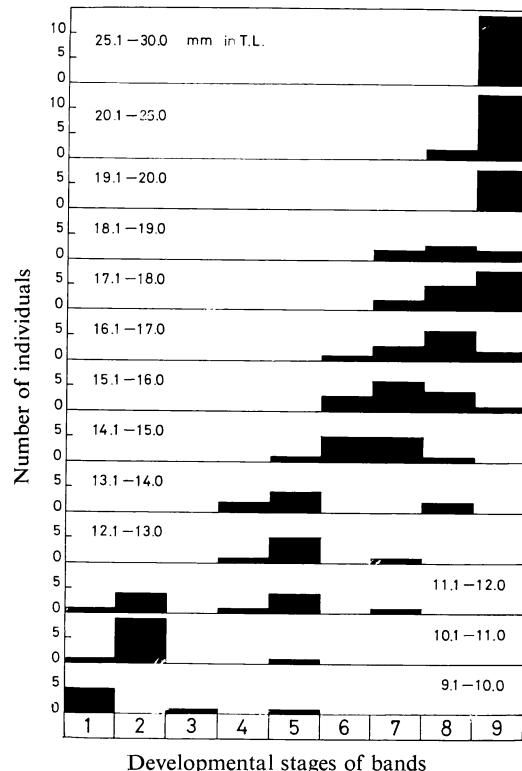


Fig. 3. Frequency polygons to show the 9 stages of transverse bands formation in the larvae of *O. fasciatus* referred to the size (total length in range) of the fish. See Fig. 2 for the pattern in 9 stages of the bands.

く習性との関連を確認することを目的として、ホンダワラ類を飼育水槽中に投入して観察した。その結果、藻の周囲に集まり始めた個体の平均全長は10.9 mm、藻の中に入り出している個体14.0 mm、完全に藻の中に入った個体15.7 mmであった(Table 2)。

同様の観察を1973年にも試み、通気用チューブにつき始めた個体を数回にわたって計41尾採集したところ、その全長の平均と範囲は $10.66 \pm 1.01$  mm (7.85~11.95) であった。

両年の観察結果から、藻につき始める時期と斑紋形成開始時期は一致することが確認され、さらに、斑紋の形

Table 2. Size of *O. fasciatus* larvae and relation of seaweeds in the rearing tank.

Relation to seaweeds	Number examined	Total length (mm)		
		Range	Average	Standard deviation
Swimming to	22	9.60~12.60	10.86	0.80
Swimming in and out	10	12.60~15.50	13.95	0.96
Staying among	10	14.00~18.20	15.68	1.36

成開始は飼育槽中に投入した海藻の有無に関連するのではなく、上述の体長に達することにともなうことが確認された。

### 考 察

イシダイの斑紋の形成過程とその発育段階については、天然採集魚について内田（1926）の詳細な報告があり、部分的な記載が水戸（1966）によって行われている。しかし、人工飼育した稚仔魚については、仔魚期の色素胞の発達について水戸（1956）の知見があるのみで、斑紋の形成について報告はみあたらない。今回の人工採苗のイシダイにおける成長ならびに斑紋形成過程は、天然魚の場合とほぼ一致していたが、内田（前記）が報じた第4帶の形成過程に加えて、第4帶が第3帶から分離独立せず、第1帶から第4帶までの上部が同時に形成されることも認められた。斑紋が形成される体長も天然採集魚の場合と一致し、全長9mm前後から形成が始まり、全長15~16mmから25mmまでには完成することが再確認された。水温18.5~23.7°Cで飼育した場合のふ化後の日数を表すと、20日頃から27~35日にいたる7~15日間に形成が行われる。

これまでのイシダイ飼育の経験によれば、その人工採苗の際の成長にともなう投餌の順序は次の通りである。すなわち、平均全長約7mm（ふ化後20日前後）まではシオミズツボワムシ、その後は天然コペポーダ類あるいは*Artemia* 幼生、そして全長約12mm（30日前後）で魚肉ミンチに餌付け、以後魚肉を給餌して種苗サイズまで育成する。魚肉への餌付けの時期を逸すると成長が鈍り、歩減りの原因となるが、今回の飼育では、平均全長10.5mm（ふ化後25日）で魚肉への餌付けを開始し、同13.7mm（同27日）では魚肉を摂り始める個体が現れ、そして同17.6mm（同34日）では殆ど全魚が餌付くことを認めた。また、斑紋の形成過程を以って魚肉への餌付け時期を表すと、第3帶形成の頃に開始し、第7帶が形成される頃には餌付けを終えることになる。前述のように、飼育管理の基準としては、ふ化後日数ではなく体長を用いることが妥当と考えられるが、飼育途中の体長測定は煩雑である。そこで、今後イシダイの人工採苗が試験段階から多量生産段階に移される場合、斑紋の形成段階を魚肉への餌付け開始時期の指標とすることにより飼育手段が明瞭化されるものと思われる。他方、魚肉への餌付けに先がけ、稚魚を海面筏に垂下した小割生簀に移して（いわゆる沖出し）、夜間点灯により生簀中に集まったコペポーダ類を摂らせる方法等が採られている。この沖出し時の適切な体長については、福所他、

（1972）では全長8.5mmとしたが、これは、魚体前半部が黒色化するサイズと一致し、沖出し時期の指標として用い得ると考えられる。

流れ藻につくインダイのサイズについては、内田（1926, 1964）とIda et al. (1967 a, b) は採集し得た最小の個体がそれぞれ全長9.3mmと8.0mmであったと報告し、また千田（1965）は全長8.0mmでつき始めたと述べている。今回の飼育実験による観察では、通気用チューブなどにつき始めた最小の個体は全長7.9mm、藻につき始めた最小の個体は全長9.6mmで、天然における報告とよく一致する。なお、魚が流れ藻につく理由として、千田（1965）は餌料、蔭、物の存在、走触性、および音響をあげ、特定の要因が場合に応じて強く働くたり、また、複数の要因が同時に作用したりするとしている。岩井（1971）は、魚が浮漂物を認めたとき、そこへ寄つて同じ方向へ移動するという行動は群行動の初期に現われる行動と似ていることを指摘し、児島（1957）とHirosaki（1960）は、インダイが藻につく理由を説明づけることを目的とし、天然採集魚による実験を行い、誘引要因としてそれぞれ流れ藻の存在自体と蔭（照度の減少）を指摘した。いずれにしても、人為環境下の稚仔魚の飼育管理において、藻につく習性を応用することが飼育密度や歩留りを高める等の手段になるか否か、その効用については今後の研究にまたれる。

斑紋の意義については、いくつかの説（Lagler et al. 1962; 松原他, 1965; Norman, 1970, 等）があり、保護色（concealment）、警戒色（advertisement）、偽装（disguise）等に関連させている。イシダイの横帯は、内田（1966）が類別した9型の(i) よこじま（transverse stripes）に相当し、流れ藻につく他の魚種と同様に迷彩的效果（カモフラージュ）が推察されるであろう。このことは、藻につき始めたのと同時に斑紋形成が開始されることからも理解される。しかし、飼育槽中に投入した海藻の有無とは関係なく、前述のサイズに達すると斑紋が発達することは、遺伝的な機構によると考えられる。一方、天然魚の場合20mm前後、すなわち斑紋形成後から流れ藻から離れるまでの間に地色が鮮黄色になることは、内田（1966）が述べた色彩変換の類型の黄褐色適応と解される。この現象は、海藻を水槽および小割生簀中に投入しないで飼育した場合、天然魚におけるほど顕著でない。したがって、この適応現象は斑紋形成とは逆に環境の変化に対応する反応であろうと解される。

天然のイシダイとイシガキダイでは斑紋に異常のある個体が知られている（内田, 1926, 1937; 内田, 1972; 塩屋・西村・吉田, 1973）。このことについて、内田

(1937) は斑紋発達が何らかの原因で中途で止まった幼形保存説を提唱した。最近、塩屋他は、これら斑紋異常個体の外部形態も併せて調査し、さらに原田他 (1970, 1972, 1973) の一連の両種の交雑試験結果と対比検討した結果、天然交雑説を採っている。人工採苗イシダイにおいては、かなりの頻度で斑紋異常に第5帶～第7帶の融合、不整列、およびこれら3帶のいずれかの欠損等が観察される。この現象は、その割合が大きいことから、単なる奇形ではなく、斑紋が種の特徴的形質として完全に固定していない結果に起因すると考えられる。この問題については、さらに多くの標本について詳細に調べた後検討すべきであり、ここでは問題を提起するに留める。

## 要 約

人工ふ化・育成したイシダイの体側斑紋(7本の横帶)の形成過程を調べた。形成の様式は天然採集個体について調査した場合の既報とほぼ同一で、その発達は体長に相関することが確認された。まず、背鰭棘部の中央よりやや後方の基底と肛門の後端を結ぶ線より前方が黒色化する(全長 8.1～9.1 mm)。第1帶～第3帶の上方部が融合した状態で現れ、やがて各帶は分離独立する(9.1～10.0 mm)。第3帶に連続して発達した黒色素胞の分布帶は、分離独立して第4帶になる(11.1～12.0 mm)。第5帶～第7帶は共通の大斑として現れ、大斑が第4帶より分離し、同様にして第5帶が形成され(16.1～17.1 mm)、ついで第6帶と第7帶が分離独立し、全7帶が完成する(18.0 mm)。水温 18.5～23.7°C で飼育した場合には、斑紋の形成はふ化後約 20 日に始まり、同 27～35 日に完成する。

イシダイの人工採苗における稚魚の飼育管理の基準としては、ふ化後日数ではなく体長を採ることが妥当であり、体長と相関して発達する斑紋の特徴が飼育指標として用い得る。飼育経験上、全長 12 mm 前後から魚肉に餌付けるとその後の成長が良好であることが判明しているので、第4帶形成時を餌付け開始の指標とすることが可能である。

## 謝 辞

この研究を進めるにあたり御指導と本稿の御校閲をいただいた京都大学農学部岩井保教授、また本稿を校閲され御助言を賜った黒沼勝造博士に謹んで感謝の意を表する。終始御鞭撻をいただいた長崎県水産試験場塩川司博士ならびに同増養殖研究所長藤田矢郎博士に深謝し、研究途上便宜を受けた同所魚介類科長松清恵一氏はじめ

科員の皆様に厚くお礼申し上げる。

## 引 用 文 献

- 道津喜衛。1963. イシダイ成魚の体色、斑紋に現われた雌雄差。水産増殖、11 (2): 101～103, pl. 1.
- 道津喜衛・夏苅豊。1967. イシガキダイおよびイシダイの体色はん紋にあらわれた第2次性徵。長崎大学水産学部研究報告、(24): 1～7, figs. 1～3.
- 福所邦彦・岩本浩・神田高司・藤田矢郎。1974. 昭和48年度イシダイの人工採苗試験、増養殖に関する研究報告—I. (長崎県水産試験場増養殖研究所): 24～30, fig. 1.
- 原田輝雄・水野兼八郎・村田修・宮下盛・古谷秀樹・熊井英水・中村元二。1970. イシダイとイシガキダイの人工交配とふ化仔魚の飼育。昭和45年度日本水産学会年会講演要旨集、日本水産学会、東京、p. 34.
- 原田輝雄・村田修・宮下盛・古谷秀樹。1972. 養成したイシダイ(♀)とイシガキダイ(♂)の雑種の形態。昭和47年度日本魚類学会年会講演要旨集、日本魚類学会、東京、p. 8.
- 原田輝雄・熊井英水・村田修・中村元二・宮下盛。1973. 養成したイシガキダイ(♀)とイシダイ(♂)の雑種 F<sub>1</sub>の形態。昭和48年度日本魚類学会年会講演要旨集、日本魚類学会、東京、p. 8.
- Hirosaki, Y. 1960. Observations and experiments on the behavior of fishes toward floating objects in aquarium (Preliminary report). J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., ser. VI. 14 (3): 320～326, pl. 1.
- Ida, H., Y. Hiyama and T. Kusaka. 1967. Study on fishes gathering around floating seaweed—I Abundance and species composition. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 33 (10): 923～929, figs. 1～5.
- Ida, H., Y. Hiyama and T. Kusaka. 1967. Study on fishes gathering around floating seaweed—II Behavior and feeding habit. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 33 (10): 930～936, figs. 1～6.
- 岩井保。1971. 魚学概論。恒星社厚生閣、東京、ii+iv +228 pp., 75 figs.
- 児島俊平。1957. 蔭影および浮游物に対する稚魚(カワハギ、イシダイ)の行動について。日本水産学会誌、22 (12): 730～735, fig. 1.
- 熊井英水・中村元二。1973. 養殖イシダイ親魚における雌雄の判別。昭和48年度日本水産学会秋季大会講演要旨集、日本水産学会、東京、p. 64.
- Lagler, K. F., J. F. Bardach, and R. R. Miller. 1962. Ichthyology. John Wiley and Sons, Inc., New York, xiii+545 pp., 183 figs.
- 松原喜代松・落合明・岩井保。1965. 魚類学(上)。水産学全集 9、恒星社厚生閣、東京、ii+xi+342 pp., 397 figs.
- Norman, J. R. 1970. 黒沼勝造・上野達治共訳「魚の博物学」。社会思想社、東京、xii+393 pp+vvii, figs. 148.
- 水戸敏。1956. イシダイの卵発生と仔魚期。九州大学農学部学芸雑誌、15 (4): 501～507, pl. 1.

- 水戸敏. 1966. 日本海洋プランクトン図鑑第7巻, 魚卵・稚魚. 葦洋社, 東京, 74 pp., pls. 26.
- 千田哲資. 1965. 流れ藻の水産的効用. 水産研究叢書 13, 日本水産資源保護協会, 東京, 55 pp., 17 figs.
- 塩屋照雄・西村和久・吉田勝彦. 1973. 伊豆大島海域におけるイシダイ属天然交雑魚の記録. 魚類学雑誌, 20 (1): 47~49, fig. 1.
- 内田至, 編. 1972. なんと名をつけるとよいのか—イシガキイシダイ? 山のうえの魚たち(姫路市立水族館), 3 (3): 8, 1 fig.
- 内田恵太郎. 1926. イシダヒ *Oplegnathus fasciatus* (Temminck & Schlegel) の稚魚における斑紋の形成および習性について. 動物学雑誌, 38 (454): 228~237, figs. 1~6.
- 内田恵太郎. 1937. イシガキダヒの幼期, 並に斑紋異常の一未成魚個体について. 動物学雑誌, 49(11): 376~387, fig. 1~8.
- 内田恵太郎. 1964. 稚魚を求めて. 岩波書店, 東京, vii+207 pp., 88 figs.
- 内田恵太郎. 1966. 久米又三編脊椎動物発生学. 培風館, 東京, 99~122, 25 figs.
- (851-05 長崎県野母崎町野母 長崎県水産試験場増養殖研究所)