

## マダイ稚仔魚の形態学的研究—Ⅲ.

### 斑紋の形成

福原 修

## Morphological Studies of Larva of Red Sea Bream—III.

### Formation of Black Stripes

Osamu FUKUHARA

The experiment was designed in order to observe the formation of transverse stripes in juveniles of the Red Sea Bream. Data are based on observations from specimens reared under laboratory conditions. Methods used to rear and observe larvae and juveniles were almost identical to those described previously (FUKUHARA 1976a, b).

Black stripes appeared first on specimens of about 7.5 mm standard length, developing gradually as the juvenile grew. The five black stripes were completed at a standard length of more than 11.0 mm. Completion of stripe formation was attained within a period ranging from day 27 to day 41 after hatching.

増養殖の目的のために人為的に生産したマダイ種苗を使用するに際して、諸器官の発生と形態や行動の変化を把握し、それぞれの发育段階における形態的、機能的特性を知っておくことは重要である。前報（福原<sup>1)2)</sup>）では、このような観点から鱗および鱗の発生経過の観察を行ない、稚魚の初期と後期に観察した器官は、関連連しながら発達し、生活様式に少なからぬ影響を及ぼすであろうことを指摘した。今回は本種の生活史の初期において生活様式のうつりかわりを知る上で重要と考えられる斑紋の形成を明らかにするため人工飼育で得た標本を用いて観察を行ない、従来の知見への追加と斑紋の生活様式に及ぼす影響に関して若干の吟味を行なった。

魚類の色彩斑紋について、内田<sup>3)4)</sup>は多くの海産魚におけるその形成を観察し、発達は系統的であること、また生態の変換が伴うことを明らかにしている。本種の斑紋については、内田等<sup>5)</sup>が天然標本を観察しているが、形成過程および時期の詳細についてはふれていない。

最近、福所<sup>6)</sup>は人工生産したインダイの斑紋形成を調べ、斑紋形成が摂餌生態の変化とよく関連し、飼育管理過程の移動時期を知る上で有用な一つの指標とできることを指摘した。本種においても斑紋は幼期において特徴的に形成され、かつ行動変化を伴っていることからマダイ幼期における生態を解明する上できわめて有効であると考えられる。

本研究を進めるにあたり終始指導と助力をたまたわり本稿の校閲を労らわせた本研究所増殖部長斉藤雄之助博士、栄養生理研究室長阪口清次博士に深謝する。また実験材料の採取に御協力いただいた広島県水産試験場伏見徹研究員および資料の統計処理について指導いただいた梅沢敏技官に感謝いたします。西ドイツヘリゴランド生物研究所、Harald Rosenthal 博士には英文の校閲をいただいた記して謝意を表する。

## 材 料 お よ び 方 法

観察に用いた標本は、1977年5月19日～7月16日の間、南西海区水産研究所において飼育した。飼育に用いた仔魚、餌料生物および水槽等は前報とほぼ同様である。飼育水槽 (polycarbonate 樹脂, 円形, 1,000ℓ) は屋内に設置し、水面より50cm上部に60W白色電球をとりつけ雨天の時は点灯した。標本は前年の観察から斑紋の形成が始まると考えられたふ化後約25日から3～4日おきに飼育水槽より適時採取し、生体あるいは5%中性ホルマリン固定の後すみやかに観察した。観察は全個体について、実体顕微鏡下 (Wild Heerbrugg, M7A型) で標本の輪郭と斑紋の出現部位を描画し、万能投影器上 (Nikon, model V-16) でその体長測定を行なった。

## 結 果

### 飼育条件

飼育期間中の使用した生物餌料、水温および塩分変化を Fig. 1 に示した。餌料はシオミズソボワムシ *Brachionus plicatilis* を3日～20日、シオダマリミジンコ *Tigriopus japonicus* を18日～35日および魚貝肉を26日以降それぞれ投与した。水温は原則として午前9時に測定したが、その変動範囲は17.3～24.4℃で平均21.2℃であった。なお塩分の測定回数は充分ではないが、おおむね29～31%の範囲であったと思われる。飼育に用いた受精卵の卵径は $0.918 \pm 0.029$ mm (N=103) である。

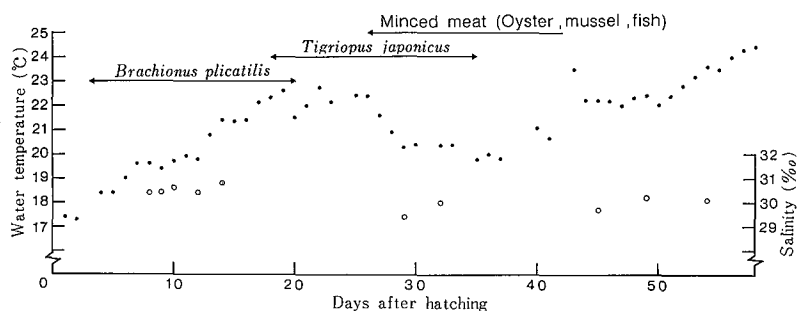


Fig. 1. Rearing experiment with *Chrysophrys major* larvae. Water temperature, salinity and feeding periods for different types of food during the rearing period.

### 斑紋の形成過程

本種の斑紋は体側に5本の横帯が形成され、軀幹部に2横帯、尾部に2横帯、両部分の境に1横帯認められる。前方の2横帯は体側を完全には横切らないが、後方の3横帯は臀鰭基底部および尾柄部腹面で連続する。各横帯の位置は、背鰭直前 (第1帯)、背鰭第3～5棘条 (第2帯)、背鰭第1～3軟条 (第3帯)、背鰭第8～10軟条 (第4帯) および尾柄部 (第5帯) であり、背鰭第8～10棘条周辺に位置する黒色素群は第2帯、第3帯を連結させ、両帯はY字形を呈している。

Fig. 2 に斑紋の形成される過程を模式的に示した。5横帯以外に頭頂部、上顎、眼部および鰓蓋部などに黒色素胞が分布するが、ここでは5横帯を構成する群について記述、図示した。発達段階はつぎのように区分することができる。

*Stage A*, 後期仔魚期あるいは稚魚期に相当する。体側上には目立った色素胞は認められない。

*Stage B*, 形態的発育段階は前期とほぼ同様である。背鰭基底後端から尾柄背側にかけて黒色素胞の1群が出現する。観察個体のほとんどは背側から出現するが、まれに腹側から出現する個体がみられる。

*Stage C*, 前期に出現した黒色素の1群は腹側方向へむかってその帯状範囲を拡げる。さらに背鰭直前と棘条部にある2群の黒色素胞が目立つようになる。

*Stage D*, 形態的には稚魚期に入り、尾柄部前方の1群は体側を完全に横切り、斑紋を形成し第4帯が完成する。臀鰭基底周辺の黒色素は前方に伸びている。軀幹部背側の3群は前期よりわずかに範囲を拡げる。

*Stage E*, 第3帯に相当する斑紋が形成される。前期からの経過時間はきわめて短い。第3帯の腹側前縁は未だ臀鰭前端に達していないが腹側で前期に完成した第4帯と連なる。背鰭直前の1群は体側中央域まで伸び他の群も同様に拡がる。また、第3帯前方に1かたまりの黒色素胞が出現してくる。

*Stage F*, 第4帯は背鰭後端でその範囲を拡げる。また尾柄腹側は第4帯から拡張した第5帯に相当する色素群が外縁にそって目立つようになり、背側に向かって带状に伸びる。

*Stage G*, 尾柄部に出現した群は体側を横切り、完成する。第3帯は、その幅を上げ軀幹後方に達し、*Stage E*で出現した前方の1群と連なる。さらにその1群は第2帯とも連なり、第2帯と第3帯が背側でY字形を呈している。

#### 体長と斑紋の発達

稚仔魚の成長に伴う斑紋の発達を前述した発育段階に対応させて Fig. 3 に示した。体長の増加に伴な

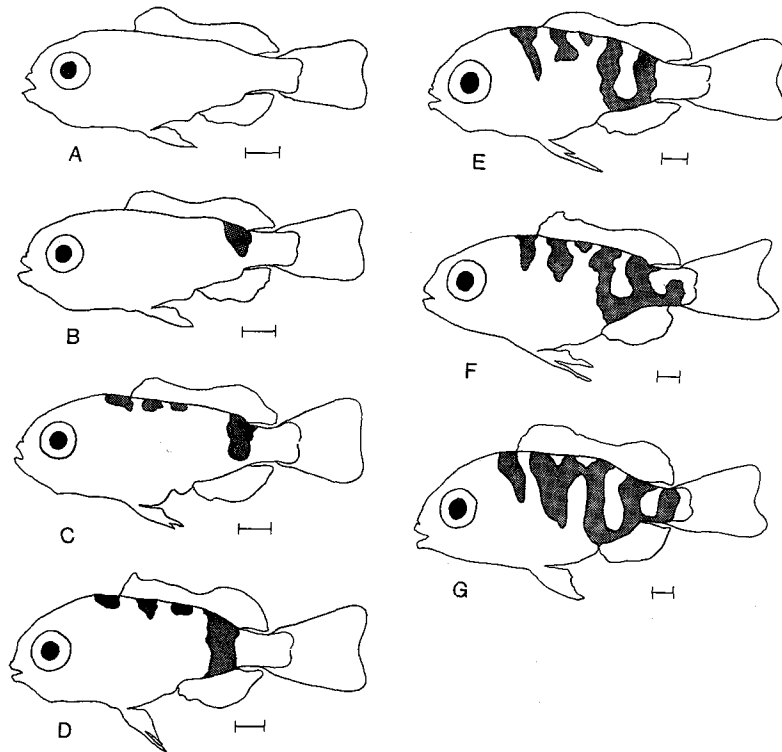


Fig. 2. *Chrysophrys major*. Semidiagrammatic drawing of sequence in black stripe formation distinguished by the number of transverse band formed on the body surface. Scales denote 1 mm.

い斑紋の形成は進む。平均体長7.0mm前後から形成が始まり、早い個体では体長約9.0mmで形成を終える。各発育段階における変異幅からみて体長約11.0mm以上の個体ではすべて斑紋の形成を完了していることがうかがえる。形成を完了した斑紋は、飼育魚で観察する限り、体長20mm前後までは明瞭であるが、体長30~40

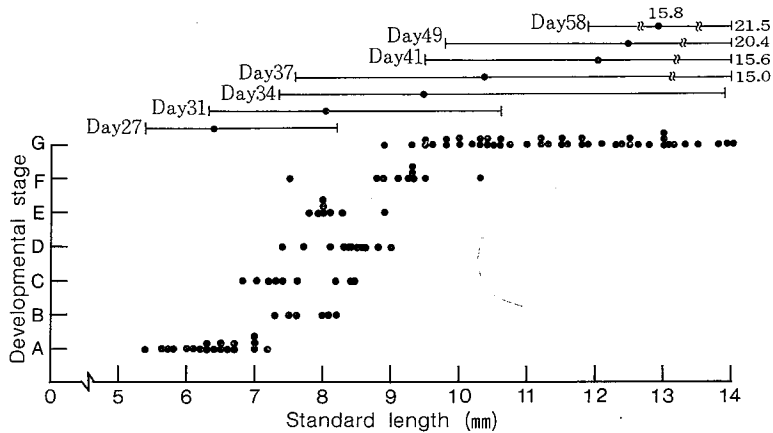


Fig. 3. *Chrysophrys major*. Development of black stripe plotted against standard length. A—G identical to the descriptions in Figure 2. Minimum, average and maximum size of each sampling day are indicated.

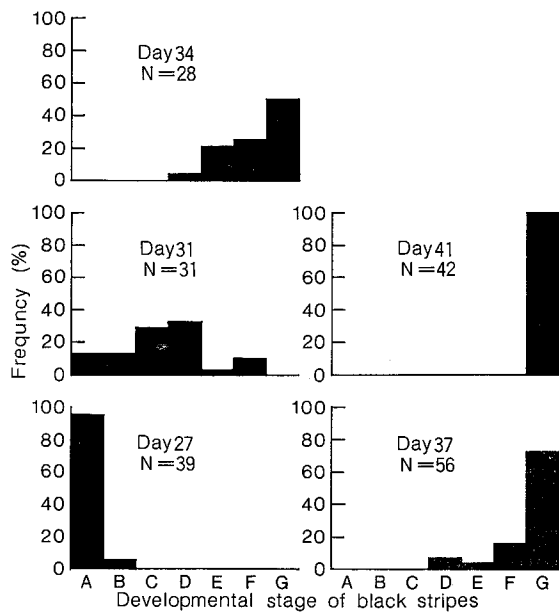


Fig. 4. Stage distribution of black stripes on each sampling day. N=number of fish observed.

mm頃になるとやや不明瞭になる。その後しだいに斑紋の消失傾向がみられ、体長70mm近くになるとほとんどの個体は不明瞭で、飼育中に刺激を与えた時、瞬時に認められる程度である。

Fig. 3 上部に示した各測定日の標本の平均体長でみるとふ化後34日で平均体長と斑紋の形成完了時期がほぼ一致し、さらにこの大きさはふ化後41日目における最小個体に相当している。すなわち、41日目以降はすべての観察個体の斑紋形成が完了していることを示している。

#### 日令と斑紋の形成

ふ化後の日数経過に伴う斑紋の各発育段階別の組成を Fig. 4 に示した。25日目は全個体が Stage A であったので27日目から図示した。27日目は95%が Stage A であるが、4日後(31日目)には、Stage C, D が多くなり、約10%はすでに、Stage F に達している。34日目には Stage D 以上にすべてが達し、約半数が Stage G に達している。3日後(37日目)には約70%が斑紋の形成を完了し、41日目には前述したように全個体が形成を完了している。ふ化後41日前後は、形態的には稚魚期に達して間もない時期に相当する。

## 考 察

本種の斑紋形成については内田ら<sup>5)</sup>が天然標本について、全長12.0mm (pl 73からの推定体長9.4mm) で本報の Stage D に相当すると思われる個体と全長15.8mm (同じく推定体長12.6mm) で5横帯の完成した個体 (Stage G) について報告している。観察標本の諸条件が異なるため両者の詳細な比較はできないが、内田らの天然標本が全長12.0mmで鱗式D. XII, 10; A. III, 8に達していることから今回の観察と同様に稚魚期移行直後かあるいは、移行まもないうちに斑紋第4帯が形成し始めるのではないかと考えられる。この時期は初期生活史における形態的に大きな変換期にあたり、従来見られなかった諸行動が発現、分化する (YAMAGISHI<sup>7)</sup>, 福原<sup>1)</sup>)。本研究で今までに得られた諸器官の発達と飼育条件下で観察される行動変化などを総括すると Fig. 5 のように示されよう (一部未発表)。今回の観察で斑紋形成がみられた期間すなわちふ化後経過日数にして約27日~40日、体長で約7.5mm~11.0mmは飼育水槽内で稚魚は走触性を示すと共に遮蔽物周辺に定位する。そして魚貝肉を摂食し、友喰いやなわばり形成が認められる。これらの一連の行動変化は生理的変化にも起因することは充分考えられるが、外部形質の発達面では鱗が体側全面に出現し外部からの刺激に対する保護機能が高まり、各鱗が分化することにより游泳の様式が波状運動から推進運動にかわるなどの形態変化に伴う機能の発達と斑紋の形成時期が一致していることは何らかの関連性があると考えられる。こうした事実からもこの時期がマダイの初期生活史の上で大きな生息の変換期であることがうかがえる。

斑紋の形成が、保護あるいは遮蔽としてのその意義 (川本<sup>8)</sup>, LAGLER *et al*<sup>9)</sup>, 松原他<sup>10)</sup>, ノルマン<sup>11)</sup>) から考えて生活様式、特に生息場所への要求が変化してきたことを示唆している。外部形態の一形質が比較的認識し易い状態で、生活様式の変化を反映している点がインダイのように飼育技術面への応用という点で有効性がある。

斑紋の形成と行動の変化が相伴なって起こる例は多い (内田<sup>12)</sup>, 福所<sup>6)</sup>, 星合<sup>13)</sup> ZAMA *et al*<sup>14)</sup> FUKUHARA<sup>15)</sup>)。特に生息場所の環境に最も関連すると思われるが、水槽内飼育から観察されるように環境変化とは必ずしも関係なく一定の日数を経過すれば斑紋が形成されるので前述したように稚魚の、場所を中心とした新しい環境適応を示しているものと解される。最近、LAGLER *et al*<sup>16)</sup> は、斑紋の意義について個体間の認知的役割を記載している。移行期に観察される攻撃行動、なわばり形成なども斑紋形成時期に特に著しいことからこうした側面からの検討も必要と思われる。

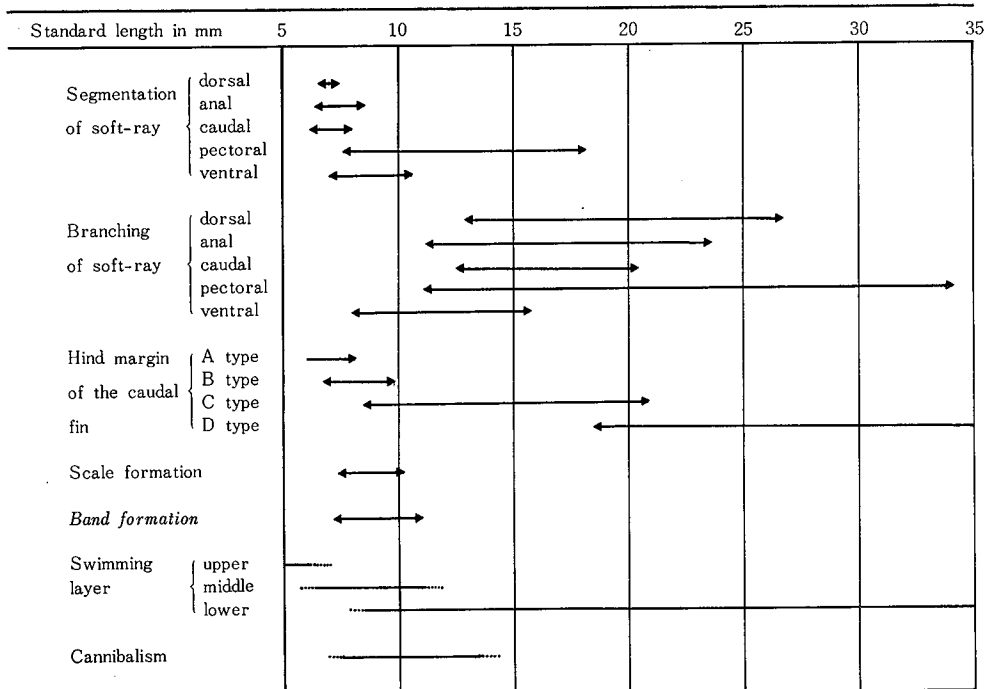


Fig. 5. Diagrammatic drawing of the relation between morphological development and change of behavioral mode observed in the rearing tanks. Dotted areas : transitional phase.

### 摘 要

マダイ幼期における斑紋の形成を1976年～1977年の飼育実験から得た稚仔魚を用いて観察した。得られた結果はつぎのとおりである。

- 1) 体側の5横帯は、形態的には稚魚移行期前後の比較的短期間内に形成される。
- 2) 形成開始から完成までの大きさ、日令は体長で約7.5mm～11.0mm、ふ化後経過日数で約27日～40日である。
- 3) 形成は、まず第4帯に相当する尾柄前方部に黒色素胞が出現し、始まる。体側を完全に横断したのち第3帯が形成され、他の斑紋はほぼ同時に形成される。体長20mm頃までは斑紋は、きわめて明瞭であるがそれ以降は次第に不鮮明となり、体長70mm近くになるとほとんど消失する。
- 4) 斑紋の形成と飼育水槽内での摂餌、友喰い、なわばり形成などの行動様式の変化とよく関連づけられ、斑紋の形成が特に生息環境の変化を示すものと考えられた。

### 文 献

- 1) 福原修, 1976: マダイ稚仔魚の形態学的研究Ⅰ, 鱭の形成について. 本誌(9), 1-11.
- 2) 福原修, 1976: マダイ稚仔魚の形態学的研究Ⅱ, 初生鱗の発生と生長. 同誌, 13-18.
- 3) 内田恵太郎, 1928: 魚類における種々なる型の斑紋の形成及び系統に就いて. 動雑40, 496-498.

- 4) 内田恵太郎, 1966 : 5. 魚類の変態. 脊椎動物発生学, (久米又三編, 培風館), 115—122.
- 5) 内田恵太郎・今井貞彦・水戸敏・藤田矢郎・上野雅正・庄島洋一・干田哲資・田福正治・道津喜衛, 1958 : 日本産魚類の稚魚期の研究, 第1集. 九大農学部水産学第2教室, viii+89pp., 86pls
- 6) 福所邦彦, 1975 : イシダイ稚仔魚飼育指標としての斑紋の形成. 魚雑22(1), 23—30.
- 7) YAMAGISHI, H., 1969 : Postembryonal Growth and its Variability of the Three Marine Fishes with Special Reference to the Mechanism of Growth Variation in Fishes. Res. Popul. Ecol. 11(1), 14—33.
- 8) 川本信之, 1956 : 魚類生理学, 第1版. iii+319pp., 石崎書店.
- 9) LAGLER, K. F., J.E. BARDACK and R.R. MILLER, 1962 : Ichthyology. 1st edit. xiii+545pp., John Wiley and Sons Inc. New York.
- 10) 松原喜代松・落合明・岩井保, 1965 : 魚類学(上), 水産学全集9. 342pp., 恒星社厚生閣.
- 11) NORMAN, J.R. 黒沼勝造・上野達治共訳, 1970 : 魚の博物学. xii+393pp., 社会思想社.
- 12) 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. 動雑38(454), 228—237.
- 13) 星合愿一, 1977 : クロソイ稚仔魚について. 魚雑24(1), 35—42.
- 14) ZAMA, A., M. ASAI and F. YASUDA, 1977 : Changes with Growth in Bony Cranial Projections and Color Patterns in the Japanese Boarfish, *Pentaceros japonicus*. Jpn. J. Ichthy. 24(1), 26—34.
- 15) FUKUHARA, O., 1977 : Some Morphological Observations on Larvae and Juveniles of the Kurodai, *Mylio macrocephalus* (Sparidae: TELEOSTEI) Reared in the Laboratory. Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. (10), 1—16.
- 16) LAGLER, K.F., J.E. BARDACK, R.R. MILLER and D.R.M. PASSINO, 1977 : Ichthyology, 2nd edit. xv+506pp., John Wiley and Sons Inc. New York.

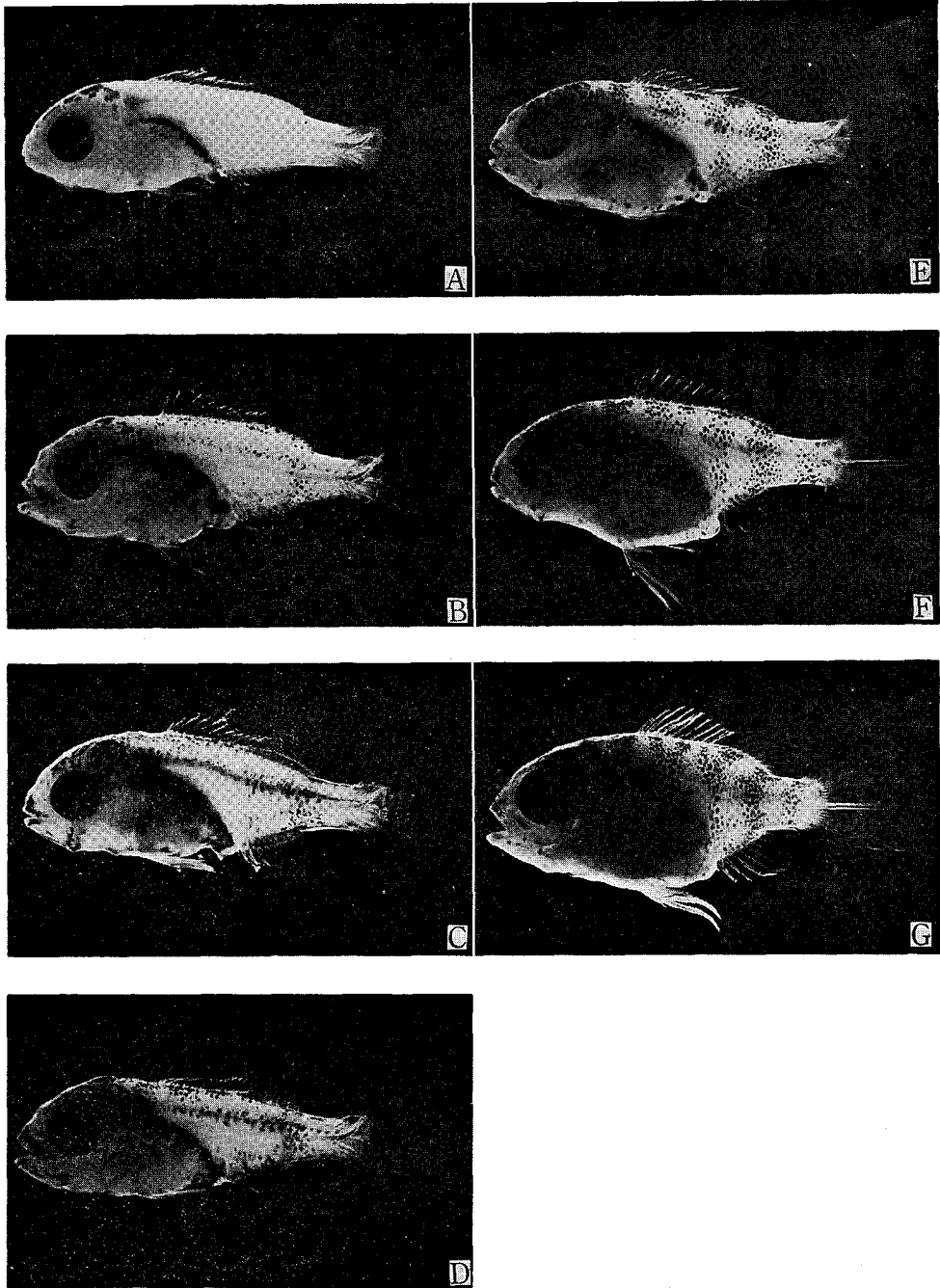


Plate 1. Photographs showing the black stripe formation of the reared red sea brem, *Chrysophrys major* under laboratory conditions.



## 正 誤 表

頁		誤	正
8	Plate 1	brem	bream
13	Fig. 4	pectral	pectoral
24	20 行	天 烈	天 然
68	19 行	(10)式より	(11)式より