

インダイの鰭および鱗の形成について

福原 修・伊藤 捷久*

On the Formation of the Fins and Squamation in the Japanese Parrot Fish, *Oplegnathus fasciatus* Reared in the Laboratory

Osamu FUKUHARA and Katsuhisa ITO

Newly hatched larvae of the Japanese parrot fish, *Oplegnathus fasciatus* were reared during the 1976 and 1977 period from egg stages to juveniles in order to observe the formation of fins and scales. Larvae were reared in indoor tank to an average standard length of 20 mm. Juveniles then were transferred to net cages. Larvae and juveniles were fed on cultured *Brachionus plicatilis*, *Artemia salina* and minced meat of fish.

Morphological data on fin and scale development were obtained from 271 specimens, stained by Alizarin, fish size ranged from 5.0 to 66.0 mm standard length.

Segmentation of soft-ray in each fin occurred in specimens between 8.0 and 10.0 mm SL, whereas branching of soft-ray had been observed in juveniles of about 20 to 30 mm SL.

The first appearance of scales was observed when the fish attained about 12.0 mm SL. Scales appeared on several portions of the body, the anterior end of the trunk and the peduncle, then extended to each side with increasing fish size. Squamation was completed in specimens larger than 25 mm in standard length.

インダイ, *Oplegnathus fasciatus* は北海道以南の日本各地の沿岸に広く分布する。最近では増養殖を目的として各地で人工種苗生産が盛んに行なわれ、その有用性も増しつつある。本種の形態に関しては卵およびふ化仔魚について水戸¹⁾、斑紋の形成について内田²⁾、福所³⁾らの研究があるが、他の形態についてはほとんど明らかにされていない。今回、人工飼育した稚仔魚の形態を観察し、鰭および鱗の形成などについて明らかにしたので報告する。

本研究を進めるにあたり、援助、指導をいただいた本所増殖部栄養生理研究室長阪口清次博士、調査研究の機会を与えられた愛媛県水産試験場津田武男元場長、山城正一現場長および満田春馬増殖課長に感謝いたします。また本稿の校閲をいただいた増殖部長齊藤雄之助博士および英文について指導いただいたヘリゴランド生物研究所 Harald Rosenthal 博士、統計処理について指導、助言いただいた本所梅沢敏技官にお礼申し上げます。

材 料 お よ び 方 法

観察に供した稚仔魚は、1976と1977年に卵から人工飼育して得た。受精卵は、愛媛県水産試験場の網生管内に収容した親魚が自然放卵したもので、採集した卵を飼育室に移しふ化した後、生物飼料、魚肉等を投与

1978年6月29日受理、南西海区水産研究所業績 第76号

* 愛媛県水産試験場 (Ehime Prefectural Fisheries Experimental Station)

した。飼育期間は1976年が6月11日～8月30日、77年が6月6日～8月13日である。この飼育期間中の水温は、76年が18.8°C～27.3°C、77年が21.0°C～26.7°Cであった。体長20mm前後までは陸上水槽（1～15トン）で飼育し、それ以降は小割生簀（3×3×3m）で飼育した。標本は各水槽より適時採取し、10%海水ホルマリン液で固定し、4～6カ月後に南西海区水産研究所においてアリザリン染色を行ない、それぞれの観察に供した。

観察は鱗の分節、分枝および形状変化と鱗の発生、生長について行ない鱗や鱗の大きさの測定は、ほぼ福原⁴⁾⁵⁾と同様である。鱗の輪郭については実体顕微鏡（Heerbrugg, Wild M7A型）で行なった。

結果 および 考察

本種の卵は、油球1個を有する透明な分離浮性卵である。ふ化仔魚は卵黄の前方に油球を有する。今回実験に用いた受精卵の卵径は0.87mm（N=100, SD=0.020）で、ふ化仔魚は全長2.27mm（N=100, SD=0.201）、体長2.18mm（N=100, SD=0.030）であった。卵および仔魚の大きさは水戸¹⁾による天然採集卵の観察結果とほぼ同じである。本実験に使用した体長約5.0mmから56.0mmまでの体長、体高関係を Fig. 1 に示した。Y = -1.90 + 0.58X が得られ、相関係数もきわめて高い。また体長と全長との関係については、同じく Y = 0.610 + 1.187X（N=216, r=0.997）が得られた。

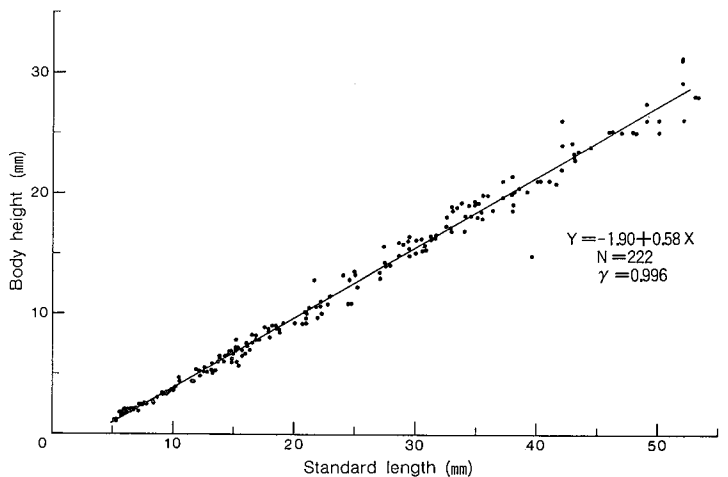


Fig. 1. *Oplegnathus fasciatus*. Relationship between body height and standard length.

1. 各鱗の形状変化

稚仔魚の発育に伴う各鱗の形成過程を Fig. 2 に示した。ふ化仔魚から稚魚期までの各鱗の形状を中心とした形態変化はつぎのように区分することができる。

ふ化仔魚 (Fig. 2, A) 仔魚膜は頭部に始まり、肛門部周辺で終り、背側、腹側はほぼ同じ幅で、脊索後方の背腹外縁はなめらかにくぼんでいるが特殊な構造はみられない。仔魚膜の体側において占める面積の割合は大きい。

後期仔魚期-1 (Fig. 2, B, C) 仔魚膜は前期に比べ、体側における割合は小さくなる。尾部後方のくぼみはさらに増すことにより、尾部中央部の背腹両側外縁で盛り上がりが目立つ。肛門部前端的仔魚膜は消失する傾向にあり、ウチワ状を呈する胸鱗が認められる。尾下骨の形成が始まり、尾鱗部分は円形を呈する。

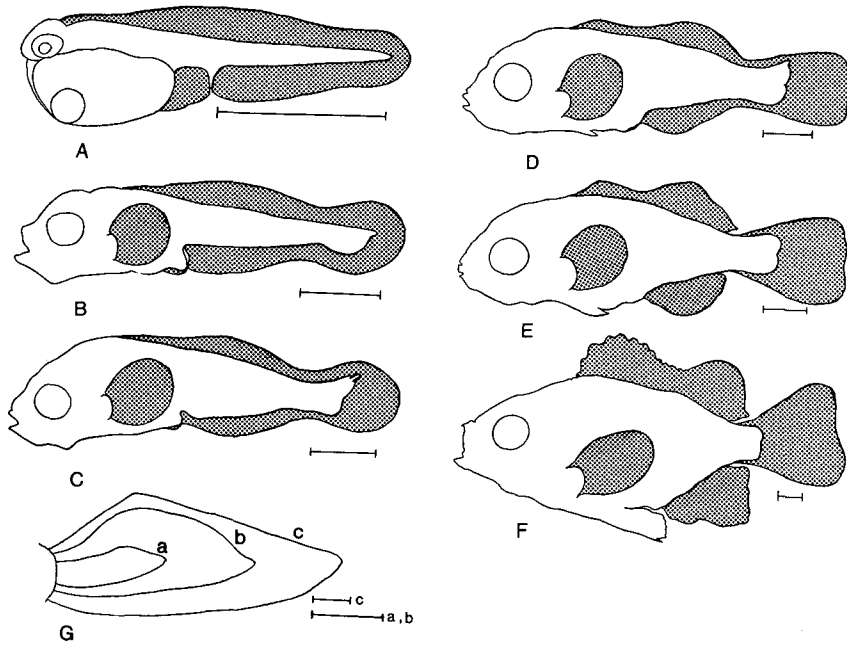


Fig. 2. Profile change of paired and unpaired fins of Ishidai, *Oplegnathus fasciatus* from newly hatched larvae to metamorphosis. Scales denote 1.0 mm.

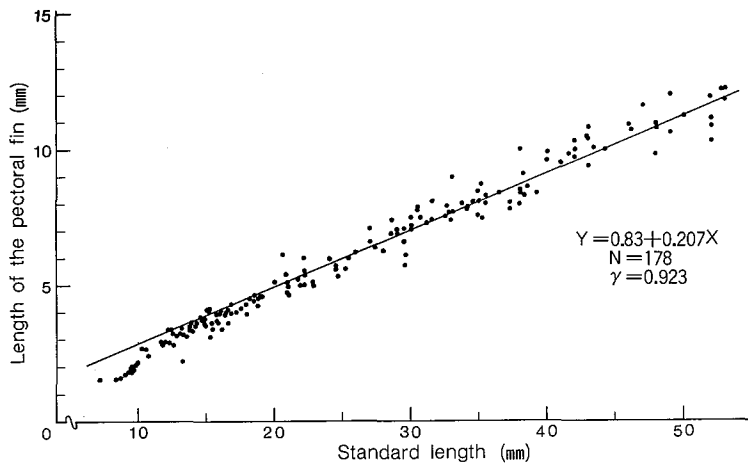


Fig. 3. *Oplegnathus fasciatus*. Length of pectoral fin plotted against standard length. See to FUKUHARA (1976a) for the portion of pectoral fin length measured.

後期仔魚期—2 (Fig. 2, D) 仔魚膜の幅は各部において著しく狭くなり、肛門部前端はほとんど消失する。胸鱭は大きな変化はないが、尾鱭周縁は円形から截形へと変化する、脊索末端部の突出はほとんど目立たなくなる。

移行期 (Fig. 2, E) 後期仔魚から稚魚への形態的移行期にあたる。不對鱭は分離し、背鱭、臀鱭、尾鱭としての形状が整ってくる。尾鱭および胸鱭の形状は前期とほぼ同じである。

稚魚期 (Fig. 2, F) 背鱭は棘条部と軟条部の間でくぼみ、棘条部の周縁は波状を呈する。後端は臀鱭と同様、体軸に対して垂直になり、本種の形態的特徴を示すようになる。胸鱭は上下方向より左右方向に長くなるが、外縁は前期と同様円形である。尾鱭は後縁が湾入形を呈するようになり、形状は本種の完成段階に達する。

Stage F で本種の鱭の形成はほぼ完成し、これ以降著しい形態変化はみられない。すなわち尾鱭後縁は湾入形を呈し、胸鱭も後縁は尖りを増すことはない。また、腹鱭は魚類一般に認められるように先端部が尖りを増し完成する。成長に伴う胸鱭の伸長との関係で、最小自乗法に求めたのが Fig. 3 である。 $Y = 0.207X + 0.830$ の帰直線式で示され、相関係数 0.923 で分散も小さく相関性は高い。また腹鱭の幅との間には $Y = 0.091X + 0.070$ ($N = 178, r = 0.900$) の関係が得られた。尾鱭後縁の形状は、一般に円形、截形、湾入形へと変化する推進力を増すが、各形状を示した標本の体長範囲は、円形が 6.25mm まで、截形が 5.6mm ~ 10.8mm および湾入形が 10.3mm 以上であった。

2. 各鱭の分節および分枝

各鱭の成長に伴う分節、分枝軟条数の変化を Fig. 4. に示した。本種の鱭式は、D. XI ~ XII, 16 ~ 18, A. III, 12 ~ 13, C. 19 ~ 20, P. 17 ~ 18, V. I, 5 とされている (大島⁶⁾, 富山他⁷⁾, 阿部⁸⁾, 桧山・安田⁹⁾, 福所³⁾)。今回観察した標本の軟条数は、背鱭 16 ~ 18, 臀鱭 12 ~ 14, 尾鱭 17 ~ 18 (不分枝軟条 2) 胸鱭 16 ~ 18 (不分枝軟条 2) および腹鱭 5 であった。観察した個体数は約 230 尾で、分節未形成の個体は一部省略し、分節、分枝軟条数と体長が同一であった複数の個体は前述した図中には 1 点で示してある。以下各鱭について記載する。なお本文中においては標本の長さは特に表示しない場合はすべて標準体長 (Standard length) を示す。

背鱭 (Fig. 4, 上) 軟条 16 本以上を分節、分枝の完成と判断すると、分節は体長約 7.0mm から始まり、早い個体は約 9.0mm で終えるが、遅い個体は 19.0mm 頃と判断される。分枝は早い個体は 12.0mm 頃、遅い個体は 16.0mm 頃からそれぞれ始まり、21.0mm から 25.0mm の間に完成することがうかがえる。

臀鱭 (Fig. 4, 中) 軟条 12 本以上について観察すると、分節は約 7.0mm から始まり、8.4mm から約 10.0mm の間に完了する。分枝は 12.0mm ~ 15.0mm の間で始まり、20mm 前後に完成すると思われる。

尾鱭 (Fig. 4, 中) 軟条 17 本以上を分節完了、15 本以上を分枝完了として見ると、分節は 5.8mm 頃から始まり、早い個体は 7.2mm 頃にすでに完了している。形成期間がきわめて短かく、形成が早い時期に行なわれるのが他の鱭と比較して特徴的な点である。分枝も形成期間は早く、約 10.0mm から始まり、12.5mm 頃から 20.0mm の間には完了すると思われる。

胸鱭 (Fig. 4, 下) 軟条 16, 14 をそれぞれ分節および分枝の完了としてみると、分節の完了は約 15.0mm から 22.0mm の間にあり、形成期間は他の鱭に比べ長い。分枝は 12.0 ~ 17.0mm 前後から始まり、早い個体で約 30.0mm、遅い個体で 45.0mm 頃に完了すると考えられる。

腹鱭 軟条 5 本について分節、分枝が認められ、条数に変異はない。他の鱭と異なり、分節と分枝の形成期間が重複しているのが特徴で、14.2mm ~ 14.5mm までに分節、分枝を完了する。

形成期間についてみると分節はいずれの鱭においても分枝より短い。不對鱭 (背, 臀, 尾鱭) は分節が完了したのち分枝が始まるが、對鱭 (胸鱭, 腹鱭) においては分節と分枝の形成期間が重複しているのが不對鱭との大きな差異である。

各鱭の鱭条数について福所³⁾ は、人工飼育標本で全長 8.2mm で定数化していることを観察した。一方、

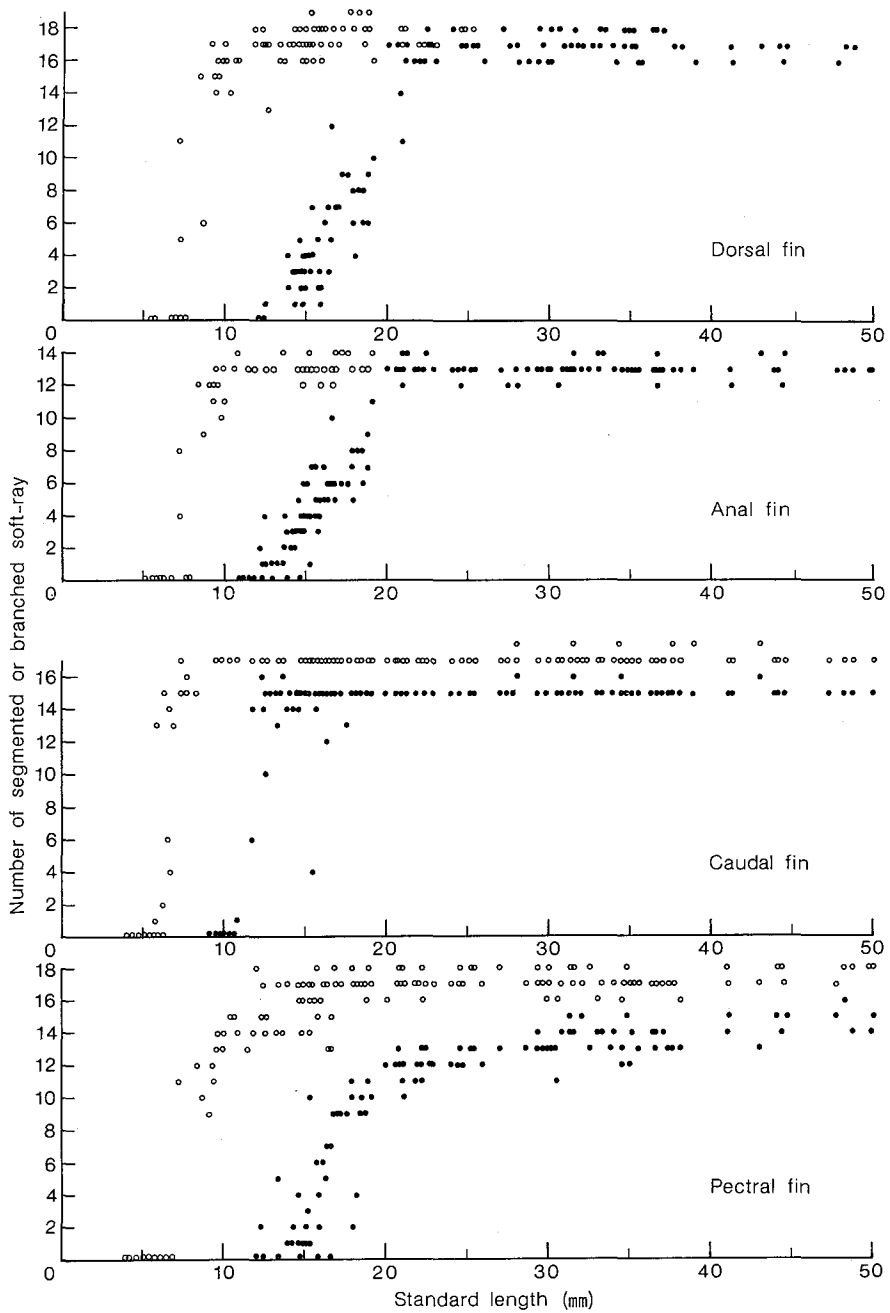


Fig. 4. *Oplegnatus fasciatus*. Segmentation (open circles) and branching (closed circles) of soft-ray in paired and unpaired fins.

天然標本については内田²⁾が全長9.3mm, 体長7.2mmの個体において鱗条がすべて形成されていることを認めている。また, いずれの標本においても鱗条の定数化の時期に斑紋形成が始まっているので斑紋の形成開始と, 鱗条の定数化がほぼ同一時期と判断できる。

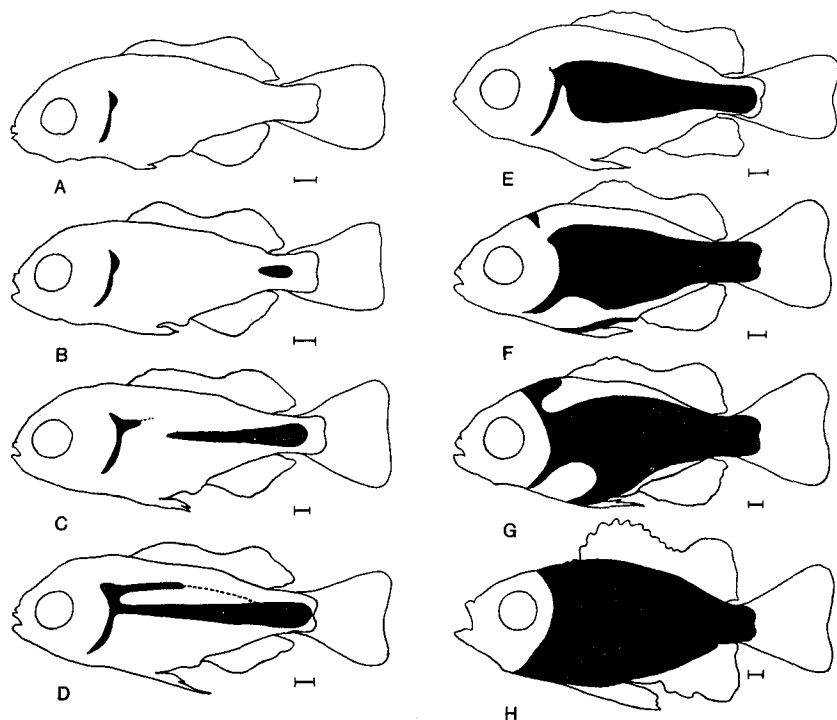


Fig. 5. Semidiagrammatic drawing of scale development of *Oplegnathus fasciatus*. Scales denote 1.0 mm.

3. 鱗の発生と生長

本種の鱗は長方形の楕鱗できわめて小さく, 発生は稚魚期移行後まもなく始まる。鱗の軀幹および尾部における発生を Fig. 5 に模式的に示した。鱗域の拡張経過はつぎのような8つの発達段階に分けることができる。

Stage A, 初生鱗は鰓蓋外縁, 軀幹先端部に三日月状に出現する。上部域に出現した鱗はきわめて小さいが, 下部のそれはやや大きく1列に鰓蓋外縁に沿って認められる。

Stage B, 前期に出現した鱗域に大きな変化はない。尾柄部体側中央線上に新たな鱗の一群が出現する。

Stage C, 軀幹先端に出現した鱗は側線に沿ってその範囲を拡げつつある。一方, 尾柄部の鱗域は体側中央線上を頭部方向に拡がり, 先端部ほど鱗列は少ない。

Stage D, 体側両端で発生した鱗は体側中央線上にそって連なる。側線は尾部まで形成され, それに沿って拡張していた鱗域は軀幹後方にまで達している。

Stage E, 側線上と体側中央線上にそれぞれ鱗域を拡げていた鱗は連なり, 体側の約2/3を覆うようになる。

Stage F, 尾柄部は全て鱗で覆われ, 体側全面の約2/3に鱗が出現している。軀幹部背側前方と腹側に, 体

側の鱗域より離れて新しい鱗群が出現する。

Stage G, 前期に出現した鱗は、体側中央部のそれと連なり、鱗の認められない部位は、背鱗、臀鱗基部周辺の一部と腹腔部のみとなる。

Stage H, 体側全面が鱗で覆われる。

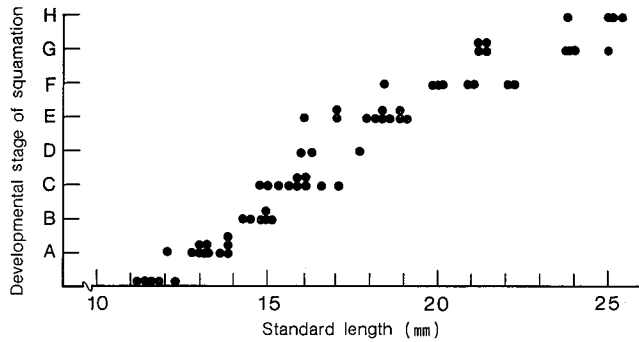


Fig. 6. *Oplegnathus fasciatus*. Developmental stage of squamation plotted against standard length. Illustration of the stage of scale formation see Figure 5.

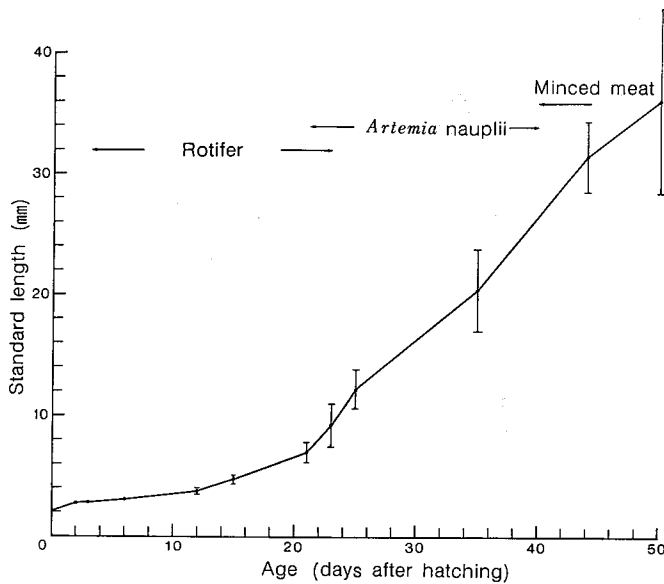


Fig. 7. Growth curve from newly hatched larvae through young for Ishidai, *Oplegnathus fasciatus* reared in the laboratory. Vertical bars indicate standard deviation. The feeding scheme is also shown. Number of each measurement represent number of specimens observed. Material was collected in 1976 except for day 35.

稚仔魚の成長に伴う鱗の発生を知るため、前述した鱗の各發育段階に達する体長範囲を Fig. 6 に示した。鱗の未発生の最大個体は12.4mmで形成の始まりの最小個体は約12.0mmであった。鱗の形成は、2～3 mm程度の変異を伴ないながら供試魚の体長増加に伴なって認められる。体側全面が鱗に覆われる個体の最小は約24.0mmで、遅くとも27.0mm以上の個体は初生鱗の形成を完了していると考えられる。また、鱗が形成される体長範囲を日齢との関係についてみると、今回得られれ稚仔魚の成長曲線 (Fig. 7) から判断すれば、ふ化後約28日から38日の約10日間の期間に形成されていることになる。この形成期間は、形態的には稚魚への移行期あるいは移行直後の稚魚期に相当し斑紋の形成もほぼ時期を同じくして行なわれる。

初生鱗の形成がほぼ完了した約27.0mmから約50.0mmまでの標本の胸鰭中央部の体側上から3～4枚の鱗を採取し測定した。そして鱗長 (R) と体長 (SL) の関係を最小自乗法によって求め、 $R = -0.013 + 0.0068 SL$ (N=54) が得られた。相関係数は0.833でやや分散が大きいといえる。稚魚の成育に伴う鱗の形状変化は Fig. 8 に示したように体側全面に鱗が出現した時期は楕円形を呈し、中心は不明瞭で小棘も数本のみ認められるが30mm以上になると次第に外縁の各隅が鋭角化の傾向を示し、小棘、隆起線、溝条などのそれぞれの鱗紋要素も数的に増加する。そして約40～50mmになると外縁の各隅がほぼ直角になり、中心も明瞭に認められ全体の形状も長方形に近くなり、成魚の形状に似てくる。

器官の発達と飼育中の稚仔魚における行動との関連については、本種について福所³⁾が詳細な論議を行なっている。特に斑紋との関連については稚魚期前後の飼育管理技術の上で有用であるとしている。今回観察した鱗、鱗などの発達は、斑紋の形成とはほぼ同じ時期に行なわれていることからこれらの器官も斑紋と同様稚仔魚の生活様式の変化に関連していると考えられるので今後検討を加えていきたい。

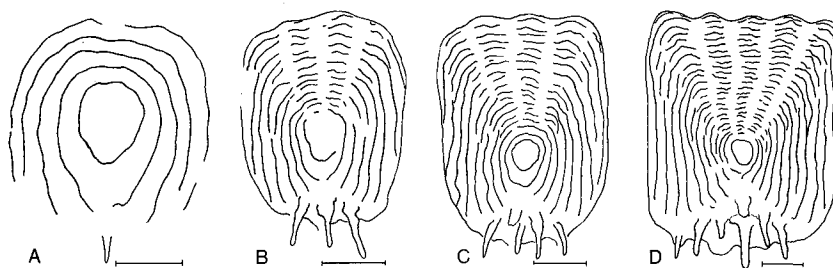


Fig. 8. Tracing of scale of *Oplegnathus fasciatus* from initial formation to the size of 50 mm standard length at which the specimen has a feature of ctenoid. Scales denote 0.5 mm.

摘 要

イシダイ幼期における鰭の形状変化、分節、分枝および鱗の発生、生長を知るため卵から飼育した標本を染色して観察した。得られた結果はつぎのとおりである。

- 1) 飼育に用いた卵、ふ化仔魚の大きさは、卵が直径 0.87 ± 0.020 mm、ふ化仔魚が体長 2.18 ± 0.030 mmであった。
- 2) 鰭の形状は、後期仔魚期までは一般魚類と大差なく、稚魚期に至って背鰭、臀鰭の各後縁が垂直になり、本種の形態的特徴を示すようになる。
- 3) 対鰭の成長に伴う伸長は、 $Y = 0.207X + 0.830$ (Y, 胸鰭, X, 体長) および $Y = 0.091X + 0.070$ (Y, 腹鰭, X, 体長) で示された。

- 4) 各鱭の分節は体長 8.0~10.0mm の間で完成し、分枝は体長 20.0mm から完成する鱭が現われ、体長 30.0mm までにすべて完了する。
- 5) 鱭は、軀幹前端と尾柄後端の 2 カ所から発生し、体側中央線上と側線に沿って鱭域を拡張し、体側中央部で連なった後、その鱭域を背側、腹側方向に拡張した後、体側全面を覆う。
- 6) 鱭の形成は、体長約 12.0mm から始まり、体長 25.0mm にはほぼ完了する。この間の日齢はふ化後 25 日から 39 日に相当した。

文 献

- 1) 水戸敏, 1956: インダイの卵発生と仔魚期. 九大農学部学芸雑誌 15(4), 501-506.
- 2) 内田恵太郎, 1926: インダヒ *Oplegnathus fasciatus* (TEMMINCK & SCHLEGEL) の稚魚に於ける斑紋の形成及び習性に就て. 動物学雑誌 38(454), 228-237.
- 3) 福所邦彦, 1975: インダイ稚仔魚飼育指標としての斑紋の形成. 魚雑 22(1), 23-30.
- 4) 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.
- 5) 福原修, 1976: マダイ稚仔魚の形態学的研究-II, 初生鱭の発生と生長. 同誌, 13-18.
- 6) 大島正満, 1940: 魚. 541p., 三省堂.
- 7) 富山一郎・阿部宗明・時岡隆, 1958: 原色動物大図鑑 II. 392+86pp., 北隆館.
- 8) 阿部宗明, 1964: 原色魚類検索図鑑. X+358pp., 北隆館.
- 9) 桧山義夫・安田富士郎, 1971: 日本産魚類大図鑑. 342pp., 講談社.

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