

## シマアジ仔稚魚の鰭と鱗の発育

|       |                        |
|-------|------------------------|
| 誌名    | 水産増殖 = The aquiculture |
| ISSN  | 03714217               |
| 巻/号   | 392                    |
| 掲載ページ | p. 201-210             |
| 発行年月  | 1991年6月                |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## シマアジ仔稚魚の鰭と鱗の発育

村井 衛<sup>1)</sup>・川辺勝俊<sup>2)</sup>・加藤憲司<sup>1)</sup>・隆島史夫<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup> 東京都水産試験場・<sup>2)</sup> 東京水産大学)

Early Development of Fins and Scales in Reared Striped Jack,

*Caranx delicatissimus*

Mamoru MURAI, Katsutoshi KAWABE, Kenji KATO and Fumio TAKASHIMA

### Abstract

The early development of fins and scales in striped jack, *Caranx delicatissimus*, were studied.

The complement of soft rays was observed in the anal fin at 5.8mm SL, subsequently in the pelvic fin at 7.8mm SL, dorsal fin at 8.3mm SL, caudal fin at 8.6mm SL, and pectoral fin at 9.8mm SL. Metamorphosis from larvae to juvenile was completed at 9.8mm in SL.

Segmentation of the soft rays started in the caudal fin, subsequently in the dorsal fin, anal fin, pectoral fin and pelvic fin. Branching of soft rays started in the caudal fin and pectoral fin, subsequently pelvic fin, dorsal fin and anal fin.

Hind margin of the caudal fin changed in shape along with the development. It became round until at 7.6mm in SL, and truncated from 7.6mm to 8.5mm in SL. After then it emerginated from 8.0mm to 11.5mm in SL and forked at 20.0mm SL. The shape of pectoral fin was also changed as development, and became adult form at 93.0mm SL.

The squamation began in juvenile 11.8mm SL and was completed when the juvenile attained 31.0mm SL. A few scutes appeared midlaterally on the caudal peduncle at 11.8mm SL, cycloid scales appeared at 12.8mm SL. The relationship between scale length (R) and standard length (SL) was shown by the equation,  $R=4.667 \cdot SL-57.172$  ( $r=0.9791$ ).

シマアジ種苗生産量は、採苗技術の進歩とともに急速に増大し、1988年には全国でおよそ185万尾が生産されるようになった。また、養殖種苗のみならず、栽培漁業・放流用種苗としての需要が1/2を占めるまでになってきた<sup>1)</sup>。しかし、本種の初期発育については報告が少なく、卵発生や仔魚期の形態変化<sup>2, 3)</sup>、ふ

化に及ぼす水温の影響<sup>4)</sup>などわずかである。著者らは、本種の仔稚魚期成長様式を明らかにし、種苗生産における飼育管理の向上や、放流サイズの決定を図るうえでの基礎資料を得る事を目的とした一連の研究を行っているが、本報では自然産出卵をふ化させて、人工飼育した仔稚魚の鰭条と鱗の初期発育を明らかにしたの

受領日：1990 (H2) 年12月30日

索引語：シマアジ/仔稚魚/鰭/鱗

連絡先：〒125 東京都葛飾区水元公園1-1 東京都水産試験場 村井 衛

Address : M. MURAI, Tokyo Met. Fish. Exp. Stn. 1-1, Mizumotokouen, Katsushika, Tokyo 125, Japan

で概要を述べる。

### 材料と方法

**供試魚** 1989年12月25日、東京都小笠原水産センター陸上水槽で養成中の天然産親魚から得た自然産出卵をふ化させた仔稚魚を用いた。産卵時の水温は22.0℃であった。

ふ化仔魚へはふ化後4日目よりシオミズツボワムシを給餌し、同時に飼育水槽にグリーンウォーター（ナンクロブシス含有）を添加した。飼育水槽の換水率は2～4回/日で、毎日消灯前に底掃除をした。飼育水温は、ふ化後4日目までは22℃であったが、25日までに24℃まで上昇させ、以後36日目まではこの水温を保った。そして37日目から沖出し時までは、海面水温であるおよそ20℃まで水温を下げた。沖出しはふ化後39日目に行い、以後海面網生け簀で80日間飼育した。沖出し後は、オキアミ、ムロアジ、マガキをミキサーで破碎した生餌にビタミン・ミックス、ミネラル・ミックスを加え、さらに配合飼料（直径400μm）を加えて混合したものを1日5回給餌した。沖出し飼育中の水温は20～22℃であった。

**観察と標本作成** ふ化後30日までは毎日、30日～120日までは3～7日おきに数十尾を取り上げて、2%中性ホルマリン液で固定した。固定標本の一部は澄川・藤田<sup>5)</sup>、小泉<sup>6)</sup>の方法を参考にして透明骨格標本を作成し、アリザリンレッド・Sで染色した。

鱗条の観察については、標準体長（以下「体長」もしくは「SL」と略記）5.5～45.2mmまでの染色標本105個体を対象に、背鱗、尾鱗、胸鱗、腹鱗の棘、軟条数、分節軟条数として分枝軟条数を実体顕微鏡下で計数した。分節、分枝の基準は福原<sup>7)</sup>によった。また、尾鱗後縁と胸鱗の形状変化については染色骨格標本以外にもホルマリン固定標本も適宜用いて観察した。

鱗の観察に関しては、鱗条観察に用いた105個体に体長40～60mmの標本6個体を加えた111個体を対象とした。これらの左体側部について実体顕微鏡下で初生鱗の発生部位と鱗域<sup>8)</sup>の拡大状況を観察した。また、体側全面に鱗が形成された段階以降の標本については、鱗の成長を知るため左体側部胸鱗裏側から数枚採鱗して形状を観察し、鱗長（R）を測定した。鱗長は再生鱗や発育が不良と思われる鱗を除き、鱗の中心から溝条が存在している区域の外縁までの長さをマイクロメーターで測定した。

### 結 果

**体成長** 供試魚の成長はFig. 1のとおりで、ふ化後120日には体長がほぼ80mmとなった。

**仔魚膜および不對鱗の形状変化** 発育にともなう鱗の形成過程をFig. 2に示した。ふ化仔魚から幼魚までの仔魚膜、鱗を中心とした形態変化は発育段階別に区分すると次のようであった。

1. 前期仔魚期 (Fig. 2 A), 仔魚膜は透明で、体全体の約2/3を覆っていた。仔魚膜は背側と腹側ではほぼ同じ幅であるが、腹側では連続しないで、肛門部で区切られた。
2. 後期仔魚期-1 (Fig. 2 B), 後頭部の骨質隆起縁に始まる仔魚膜は体中央部でやや幅が広がるが、脊索後部では上下外縁ともになめらかに窪んでいた。仔魚膜は肛門部で一旦区切られ、消化管下部の仔魚膜とは明らかに区別された。
3. 後期仔魚期-2 (Fig. 2 C), 仔魚膜の始まる位置は後頭部の骨質隆起縁からさらに後方となり、以前に比較して後退した。仔魚膜は全体的に縮小し、将来背鱗軟条及び臀鱗軟条となる部分は大きく広がった。このため、脊索後部におけるくびれは益々大きくなる。尾鱗後縁は上下不相称な円形を呈した。腹側の肛門より前の鱗膜は以前に比較し小さくなった。各鱗は未だ分離していないが、背鱗、尾鱗、臀鱗の各鱗条基底が観察できた。
4. 稚魚移行期 (Fig. 2 D), 後頭部の骨質隆起縁は未だ残っており、鱗膜の始まる位置も以前とほぼ変わらなかった。一方、背鱗と尾鱗、臀鱗と尾鱗が尾

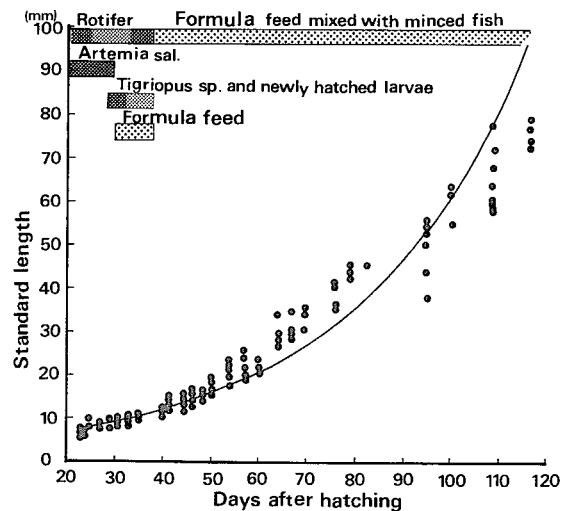


Fig. 1. Growth of larval and juvenile striped jack reared under artificial conditions.

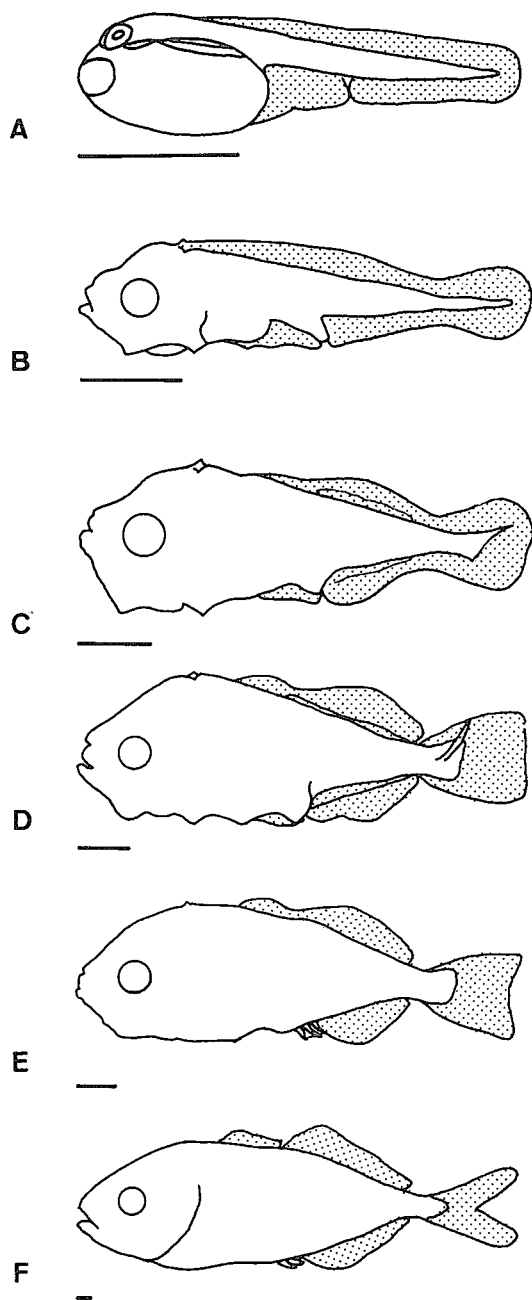


Fig. 2. Profiles in developmental change of unpaired fin. Bars indicate 1.0mm.

柄部で分離した。背鱗には将来の第1背鱗と第2背鱗の境界にくびれが見られるようになり、尾鱗後縁は円形から截形へ変化した。尾鱗軟条上部で尾部棒状骨が認められた。腹側の肛門より前の鱗膜は以前

に比較すると、小さくなった。

5. 稚魚期 (Fig. 2 E), 後頭部は円みを帯び、骨質隆起縁はわずかに認められた。背鱗には数本の棘が観察され、軟条部の区別が明らかとなったが、第1背鱗と第2背鱗は未だ分離していなかった。尾柄部はやや長くなり、尾鱗後縁は截形から湾入形へ変化した。臀鱗には明瞭に2本の棘が認められ軟条部との区別が明らかとなった。

6. 幼魚期 (Fig. 2 F), 頭部は全体に円みを帯び、後頭部の骨質隆起縁はすでに消失していた。第1背鱗と第2背鱗は分離していた。尾鱗後縁の形状は湾入形から二叉形へ変化した。

背鱗 体長6.2mmで第1背鱗棘が8本、第2背鱗棘が1本となり定数に達した。体長8.3mmで第2背鱗軟条が定数(22~25本)に達した。成長にともなう背鱗軟条数および分節、分枝軟条数の変化を Fig. 3 に示した。分節は定数に達した後直ちに始まるが、分節開始が最も遅い個体の体長は6.7mm、分節完了の最も早い個体は9.0mmであった。分節は前方の軟条から始まり、最後方の軟条が最も遅かった。分枝は分節が完了した後に始まった。軟条未分枝の最大個体は体長15.4mmであった。また、分枝完了の最小個体は21.7mmで、分枝が完了するまでの期間は分節に比較するとやや長かった。分枝は後方の軟条が早く、最前方の軟条が最も遅かった。

臀鱗 体長5.8mmで臀鱗棘が定数(2本)に達した。臀鱗棘は体長6.2mmで定数(1本)となった。軟条が定数(18~22本)に達するのは体長6~7mm頃であった。成長にともなう臀鱗軟条数および分節、分枝軟条数の変化を Fig. 3 に示した。定数化完了後直ちに分節が始まった。また、軟条未分節の最大個体は背鱗の場合と等しく、体長6.7mmで、分節完了の最小個体は10.4mmで、分節期間は背鱗の場合に比較すると、やや長かった。分節は前方から進み最後部軟条が最も遅かった。分枝は全軟条が分節した後で、背鱗の場合よりやや早く始まった。軟条未分枝の最大個体は体長15.4mmで背鱗と等しいが、分枝の完了した最小個体は18.0mmであった。分枝は後方の軟条が最も早く、最前方の軟条が最も遅かった。

尾鱗 後縁の形状は成長にともなって変化した。発育段階は Fig. 4 に示したように5段階に分けられた。

Aは後期仔魚期で、未だ仔魚膜があって連続していた。この段階は体長7.6mmまでであった。

Bは稚魚移行期で、尾鱗は背鱗や臀鱗とは脊索後部で分離していた。後縁の形状は円みを帯びた形状から

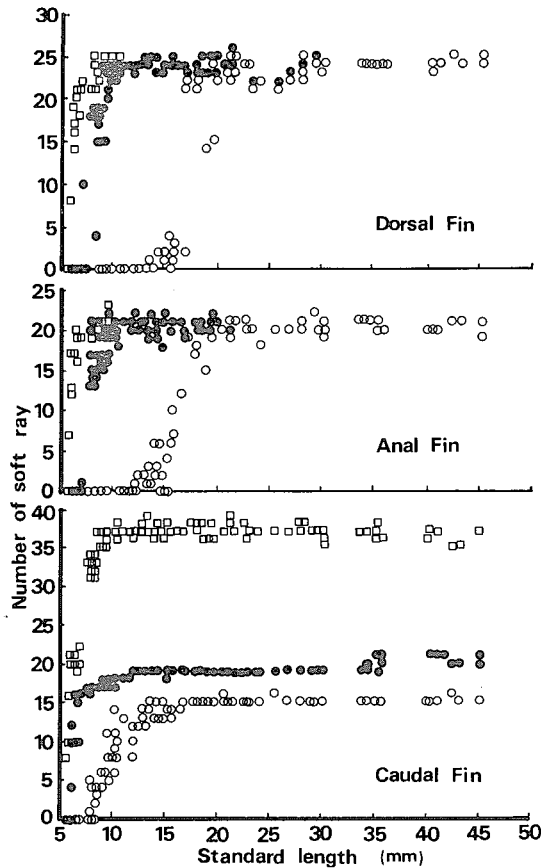


Fig. 3. Changes of the number of soft rays in unpaired fin.

- : unsegmented soft ray,
- : segmented soft ray,
- : branched soft ray.

截形へ移行した。この段階は体長7.1~8.5mmであった。

Cは稚魚期で後縁の形状は湾入を始めた。この段階は体長8.0~11.5mmであった。

Dはさらに湾入が進み、後縁の形状は湾入形となった。この段階は体長11.1~21.8mmであった。

Eは成魚とほぼ同じ二叉形で、早い個体はこの段階へほぼ体長20mmで達した。

成長ともなう尾鰭軟条数および分節、分枝軟条数の変化は Fig. 3 に示すとおりである。体長5.5mmでは尾下鰭軟条数8本を数え、5.8mmでは10本であった。この段階では下尾骨は未だ下方を向いており、準下尾骨とは明らかに区別できた。体長6.2mmでは、下尾骨は後方向き、軟条数も急速に増加するとともに、上葉と下葉の区別ができた。定数化が完了するのは体長

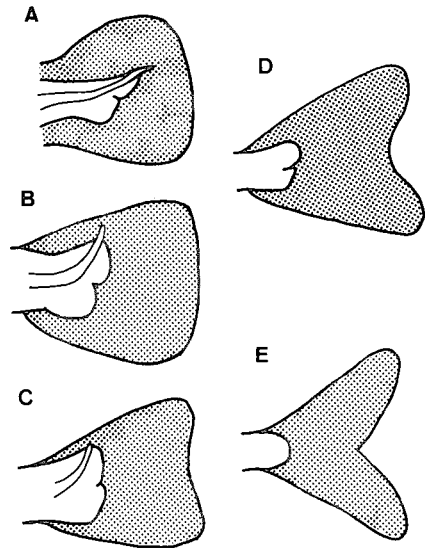


Fig. 4. Changes of hind margin of caudal fin.

8.6mmであった。定数は鰭葉の根元にある棘に類似する痕跡的な鰭条を含めると上葉が18~20本、下葉が16~19本、尾鰭両葉では35~39本であった。このうち、分節する軟条の定数は上葉で10~11本、下葉で9~10本、両葉で19~21本であった。分節は定数化が完了する前に始まった。軟条未分節の最大個体は体長5.8mm、分節完了の最小個体は35.2mmであった。尾鰭の分節期間は長く、胸鰭の場合とほぼ等しかった。分枝は分節が進行中に始まった。軟条未分枝の最大個体は体長8.4mm、分枝完了の最小個体は43.2mmであった。分節、分枝の方向は尾叉が最も深い部分から始まり、上葉については背方向に、また下葉については腹方向に進んだ。分節軟条20~21本のうち分枝がみられたのは15~16本で未分枝軟条は5~6本であった。

胸鰭 成長ともなう形状の変化は Fig. 5 に示すとおりである。

Aは体長3.4mmの前期仔魚の胸鰭で、梨形である。

Bは体長4.7mmの後期仔魚の胸鰭で、円味を増しているが、未だ後方へは伸長していなかった。胸鰭が後方へ伸長を開始し、不規則な楕円形となるのは稚魚移行期で、体長ほぼ6mm以後であった。

Cは体長9.4mmの稚魚初期の胸鰭で、斜め後方や上方に伸び始め、軟条や鰭膜の占める面積は急に大きくなった。体長9.8mmで軟条が定数化(22~24本)した。

Dは体長13.1mm、Eは体長25.2mmの稚魚期の胸鰭

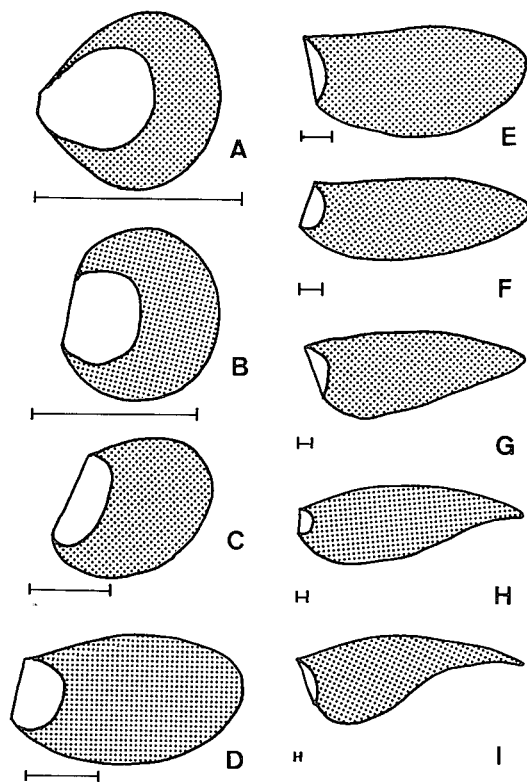


Fig. 5. Sequential changes in shape of pectoral fin. A : 3.4mm, B : 4.7mm, C : 9.4mm, D : 13.1mm, E : 25.2mm, F : 47.0mm, G : 66.1mm, H : 93.0mm, I : 175.0mm in SL. Bars indicate 0.5mm in A and 1.0mm in the others.

で、Cに比較すると後方にさらに伸長するが、全体に不規則な長楕円形で軟条や鱗膜の占める面積はさらに大きくなった。

Fは体長47.0mmの稚魚の胸鰭で、Eに比較するとさらに細長く後方に延びた。胸鰭の分節、分枝は体長43.2mmで完了するが、この段階での胸鰭全体の形状はI（尾叉長175mm）に比較すると未発達と思われた。そこで、体長66.1mmと93.0mmの2個体について観察した。

Gは体長66.1mmの稚魚の胸鰭で、Fに比較すると後縁の形状はやや鋭角となって伸長した。一方、基部周辺は幅を増し、円みを帯びた不規則な三角形を呈した。

Hは体長93.0mmの個体の胸鰭で、後縁の形状はさらに鋭角となる。一方、基部周辺は幅を増し、成魚の形状に近づいた。

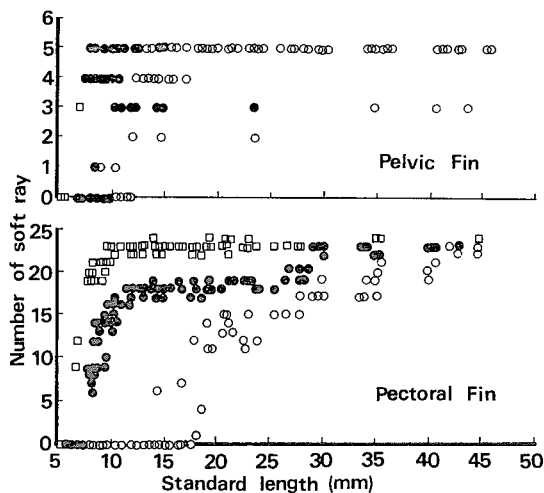


Fig. 6. Changes of the number of soft rays in paired fin.

□ : unsegmented soft ray,  
● : segmented soft ray,  
○ : branched soft ray.

成長にともなう胸鰭軟条数および分節、分枝軟条数の変化は Fig. 6 のとおりである。体長7.0mmまでは未分節であったが、体長ほぼ8mmの個体では分節が認められた。分節完了の最小個体は体長35.2mmであった。軟条未分枝の最大個体は体長8.4mm、分枝完了の最小個体は43.2mmであった。分節、分枝の方向は背側の長い軟条から始まり、腹側の短い軟条が最も遅かった。分節、分枝の完了する体長は尾鰭の場合と等しかった。

腹鰭 軟条は、体長5.5mmでは芽状突起であったが、7.0mmでは2~3本出現していた。体長7.8mmで定数化(4~5本)した。成長にともなう軟条数および分節、分枝軟条数の変化は Fig. 6 のとおりである。分節は定数化完了後に始まった。未分節の最大個体は体長9.1mmで、分節完了の最小個体は9.9mmであった。分枝は分節完了後やや経過した後に始まった。軟条未分枝の最大個体は体長12.0mmで分枝完了の最小個体は14.2mmであった。分節、分枝期間は他の鰭の場合に比較して最も短かった。また分節、分枝の方向は前方から後方に進んだ。

各鰭の軟条に分節、分枝が認められない最大個体及び分節、分枝が完了した最小個体の体長をまとめると Table 1 のとおりである。

初生鱗と鱗域：初生鱗の発生と鱗域の拡大は Fig. 7 に示すとおりで、10段階に分けられた。

**Table 1.** The largest size with unsegmented and unbranched rays as well as the smallest size with completely segmented and branched ray.

| Criteria   | Fin (soft ray) | Segmentation | Branching |
|--|----------------|--------------|-----------|
| Largest size with undeveloped rays (SL, mm)      | Dorsal         | 6.7          | 15.4      |
|  | Anal           | 6.7          | 15.4      |
|  | Caudal         | 5.8          | 8.4       |
|  | Pelvic         | 9.1          | 12.0      |
| Smallest size with fully developed rays (SL, mm) | Pectoral       | 7.0          | 8.4       |
|  | Dorsal         | 9.0          | 21.7      |
|  | Anal           | 10.4         | 18.0      |
|  | Caudal         | 35.2         | 43.2      |
|  | Pelvic         | 9.9          | 14.2      |
|  | Pectoral       | 35.2         | 43.2      |

A : 尾柄側面の体側正中線に沿って稜鱗が1列5~6枚出現した。出現部位は第11~第14尾椎骨付近である。この段階の最小個体は体長11.8mmであった。

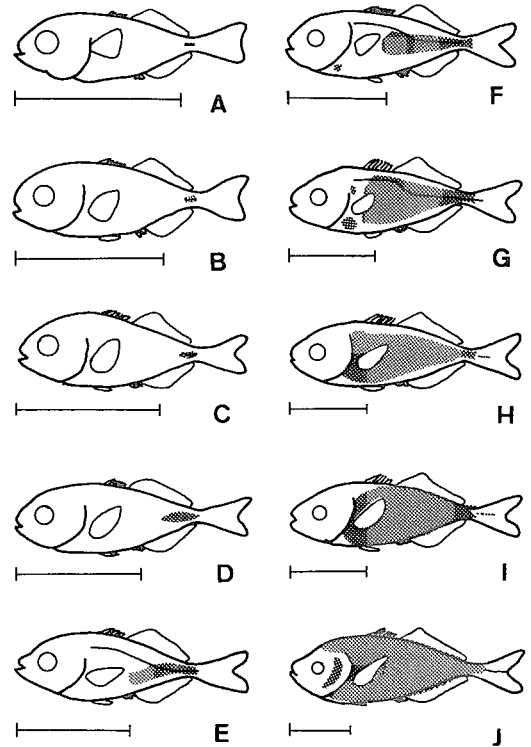
B : 稜鱗は体側正中線に沿って前方に拡大し、8~10枚となった。この稜鱗列を中心として腹側(第11尾椎骨付近)に1列の円鱗が出現した。この段階の最小個体は体長12.8mmであった。

C : 稜鱗はさらに体側正中線に沿って、前方に増加し10~18枚となった。鱗域は初生鱗が発生した部位(第11尾椎骨付近)を中心として前後(第8~第14尾椎骨付近)に、また体側正中線より背側方向に広がった。円鱗の鱗列は体側正中線より腹側に1~3列、同じく背側に1~3列が観察された。この段階の最小個体は体長12.8mmであった。

D : 稜鱗はさらに体側正中線に沿って、前方に増加し20枚前後となる。円鱗の鱗域はさらに拡大した。前方では体側正中線に沿って、先に腹側へ拡大し、背側への拡大は遅かった。後方では尾鰭両葉の尾柄基部に拡大してきた。鱗列はさらに増えた。この段階の最小個体は体長15.5mmであった。

E : 尾柄部のほぼ全体が覆われた。拡大した鱗域の前端部は、肛門部直上に達したが、未だ尾部全体には広がっていない。後端部は尾鰭両葉の基部で、複数の鱗列をなしていた。側線が明確になってきた。側線は尾部の後半では体側正中線の稜鱗に沿っているが、第6尾椎骨付近からは背側に大きく彎曲した。この段階の最小個体は体長16.8mmであった。

F : 尾柄部から拡大してきた鱗域の前端は胸鰭に隠れる部位まで進んだ。これらの鱗域とは別に、躯幹前方部(胸鰭基部前方)に数個の円鱗が出現した。この段階では、尾部全体の6割が覆われたが、尾部体側の



**Fig. 7.** Sequence of the squamation in the juveniles reared under artificial conditions.

A : 11.8mm, B : 12.8mm, C : 13.1mm, D : 15.5mm, E : 16.8mm, F : 18.8mm, G : 21.4mm, H : 22.0mm, I : 22.4mm, J : 31.0mm in SL.

周縁部には未だ鱗が見られなかった。この段階の最小個体は体長18.8mmであった。

G : 尾柄部から拡大してきた鱗域の前端はさらに前方に進んだ。体側正中線の背側にも鱗域が広がり、尾部全体の8割が覆われたが、尾部体側の周縁部には未だ鱗は見られなかった。一方、躯幹前方部では鰓孔付近に円鱗が数個出現した。この時、胸部の鱗列はすでに複数になっていた。この段階の最小個体は体長21.4mmであった。

H : 尾柄部、躯幹前方2か所から拡大してきた鱗域は、躯幹部、尾部のほぼ9割を覆うようになったが、胸鰭の裏側及び基部周辺、後頭部から第1背鰭にかけての一部、胸部の腹鰭より前方の一部、及び体側周縁には未だ鱗は観察されなかった。この段階の最小個体は体長22.0mmであった。

I : 鱗域は背鰭、臀鰭軟条基部にも拡大し、体側周縁部も躯幹部の第1背鰭前方及び胸部の腹鰭前方の各

一部を除いてほぼ初生鱗で覆われた。尾鰭は尾骨上のほぼ全域が覆われた。この段階の最小個体は体長24.4 mmであった。

J: 鱗域は躯幹部全体に拡大し、後頭部や眼下部にも及んだ。稜鱗は尾鰭両葉の交叉最後部に及ぶ。この段階の最小個体は体長31.0 mmであった。

初生鱗の出現していない最大個体は体長11.7 mmであり、出現の最も早い個体は11.8 mmであった。体側全面に鱗が出現する最小個体は体長約31 mmで、これ以上の体長では、体各部で初生鱗の形成がほぼ完了している。

稚魚の鱗の成長と発達 初生鱗形成が完成した体長31 mm~80 mmまでの25個体について、左体側部胸鰭裏側から3~4枚の鱗を採取して観察および鱗長(R)を測定した結果をFig. 8に示した。

Aは体長22.3 mmの個体から採取した鱗で、中心部の周囲に隆起線が1本見られた。

Bは体長30.0 mmの個体から採取した鱗で、隆起線は増加するが未だ溝条は見られなかった。

Cは体長34.3 mmの個体から採取した鱗で、隆起線はさらに増加し、溝条が形成され始めた。

Dは体長44.3 mmの個体から採取した鱗で、溝条が明瞭であった。

E, Fはそれぞれ体長54.5 mmおよび80.7 mmの個体から採取した鱗で小棘はなく、表面は滑らかな構造で円鱗の特徴を備えた鱗である。鱗紋は、鱗の中心をはさんで左右に同心円状に隆起線が見られた。溝条は表皮内に入り込んだ被覆部にみられ、鱗の中心から外縁に向かっているが、なかには、外縁まで到達しない溝条もあった。溝条の数は多いもので4本であったが、

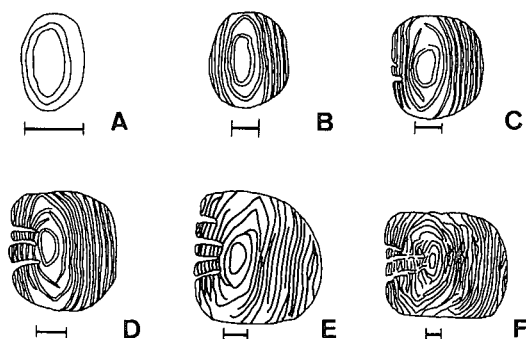


Fig. 8. Development of the scales during juvenile stages. Bars indicate 100  $\mu$ m.

A: 22.3 mm, B: 30.0 mm, C: 34.3 mm, D: 44.3 mm, E: 54.5 mm, F: 80.7 mm, in SL.

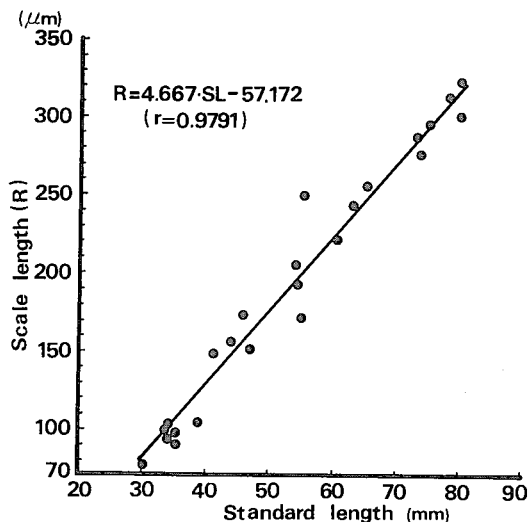


Fig. 9. Relationship between scale length and standard length in the juveniles.

全く見られないものもあり、0~4本と不規則である。

鱗長と体長との関係はFig. 9のとおりで、両者の関係を最小自乗法によって求めると、

$$R(\text{鱗長}) = 4.667 \cdot SL(\text{体長}) - 57.172$$

が得られ、相関係数  $r = 0.9791$  で明らかな相関関係がみられた。

## 考 察

鰭の発達は、魚の遊泳能力や行動に深く関わっており、生活様式を知る上で極めて重要である。一般に、仔魚期の後半になると鰭条の原基が出現し、急速に鰭条の形成が進み鰭条数が定数に達して稚魚期となる<sup>9, 10</sup>。今回の観察結果では、シマアジ各鰭軟条の定数化は臀鰭(体長5.8 mm)、腹鰭(体長7.8 mm)、背鰭(体長8.3 mm)、尾鰭(体長8.6 mm)、胸鰭(体長9.8 mm)の順であった。このことから、シマアジは体長9~10 mmで稚魚期に達すると考えられる。また、本種の鰭式は、これまでの報告によれば、D. VIII-1, 23~26; A. II-1, 21~23; P<sub>1</sub>. 19~20である<sup>11)</sup>が、今回の人工採苗魚における観察結果では、D. VIII-1, 22~25; A. II-1, 18~22; P<sub>1</sub>. 22~24; P<sub>2</sub>. 4~5でほぼ等しかった。

軟条の定数化が完了すると、分節、分枝が進行して発育が進む点は他の魚種と変わらない。

仔稚魚における鰭の発育と初生鱗形成過程を発育順に示すとFig. 10のとおりである。ところで、シマアジの場合、分節開始は尾鰭、背鰭、臀鰭、胸鰭、腹鰭



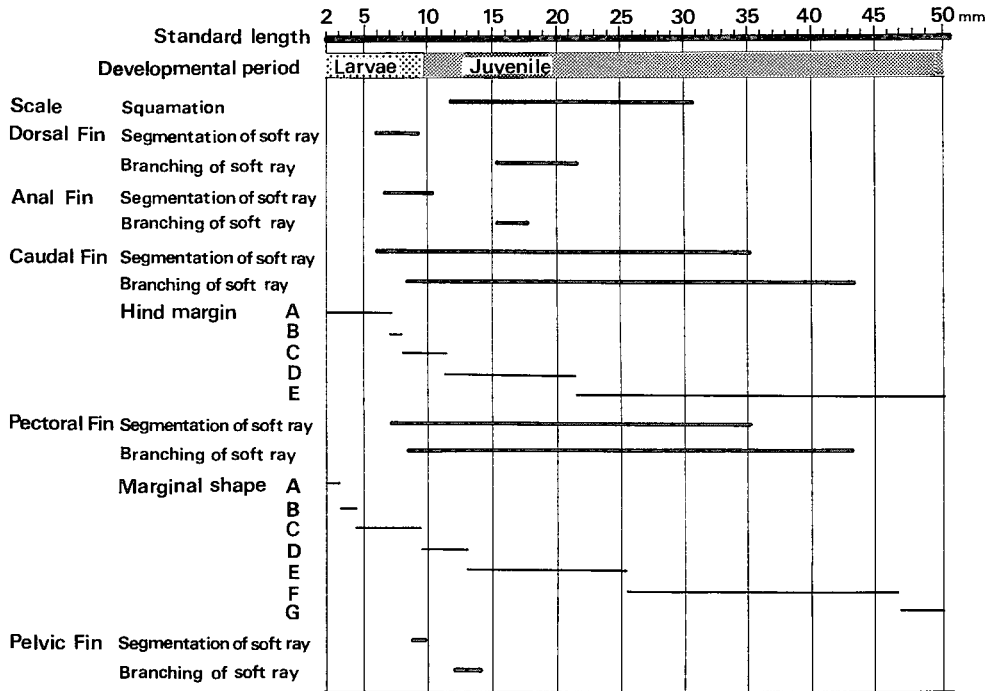


Fig. 10. Developmental changes of fins and scales in relation to standard length during larval and juvenile stage. Symbol letters of hind margin of caudal fin and marginal shape of pectoral fin correspond to those of Fig. 4 and Fig. 5, respectively.

の順であったが、マダイ<sup>7)</sup>、ブリ<sup>13)</sup>、クロダイ<sup>14)</sup>、イシダイ<sup>15)</sup>、イサキ<sup>16)</sup>等他の海産魚種でも分節開始は尾鰭が最も早い。尾鰭は多くの魚類で遊泳に際して推進力を与える主要な鰭であり<sup>12)</sup>、遊泳効率の向上によって餌料生物を追いかけ補食する能力が高まることになる。シマアジの場合も、鰭条の発育が急速に進み、基本的な形態が形成されて稚魚期に達すると、摂餌活動も活発となり補食できる生物種類も豊富になると思われる。このことは、シマアジ種苗の大量生産例での給餌生物の種類と消化管内に見いだされる餌料生物数との関係に示されていて、全長5～9mmの仔魚ではシオミズツボムシが最も多く、全長10mmを越すと、*Artemia* ふ化幼生、*Tigriopus* sp., 天然コペポーダ等の摂餌が活発となる<sup>17)</sup>。つまり体長10mm前後が補食、摂餌行動の転換期と言える。しかし、軟条分節の形成期間でみると、尾鰭は胸鰭とほぼ等しく、ほかの鰭と比較すると極めて長い。しかも、尾鰭と胸鰭では軟条が定数に達する以前に分節が開始され、この点でも他の鰭とは異なる。尾鰭の分節期間が他の鰭より長い点は、マダイ<sup>7)</sup>、ブリ<sup>13)</sup>、クロダイ<sup>14)</sup>、イシダイ<sup>15)</sup>、イサキ<sup>16)</sup>等他の海産魚種とは異なっているが、

この傾向は分枝形成についても同様で、分枝の開始が最も早いのは尾鰭ならびに胸鰭、次いで腹鰭、背鰭ならびに臀鰭であった。マダイ<sup>7)</sup>、イシダイ<sup>15)</sup>、イサキ<sup>16)</sup>では、背鰭、臀鰭、尾鰭等の不對鰭は分節完了後に分枝が始まり、胸鰭、腹鰭等の対鰭においては分節と分枝が同時に進行する。しかし、今回の観察結果では、シマアジは不對鰭のうち尾鰭だけが分節と分枝が同時に進行する。また、対鰭のうち腹鰭は分節と分枝は同時に進行しない。しかも、尾鰭は分節開始が胸鰭よりやや早いことを除けば、分節の完了や分枝期間は胸鰭と等しい。尾鰭後縁の形状が湾入を開始するのは体長8.0mmで、成魚に近い二分形となるのは体長20mm以降である。胸鰭は体長8.0mmで後縁が伸長を開始し、43.2mmで基本的には分節、分枝が完成するが、全体の形状が成魚に近くなるのは体長93mm以降である。このことは、遊泳機能が発達する過程で、まず推進力を生み出す尾鰭が優先され、遊泳時の浮力、安定機能や急停止等複雑な遊泳行動を可能にする機能を持つ胸鰭は徐々に形成されて行くものと思われる。

初生鱗形成は、体長11.8mm～31.0mmの間に完了するが、アジ科魚類の初生鱗形成期間についてはブリ<sup>13)</sup>

では体長22.1~40.2mmとの報告がある。他の海産魚では、マダイ<sup>9)</sup>が体長10~15mm, イシダイ<sup>10)</sup>が12.0~25.0mm, クロダイ<sup>11)</sup>が10.2~16.0mm, アイナメ<sup>12)</sup>が27.0~53.0mm, イサキ<sup>13)</sup>が15.9~34.2mmである。仔稚魚の外部形態としての初生鱗形成は鰭の発育状況と合わせて考えるべきであろう。シマアジでは、初生鱗が出現する体長11.8mmでは、すでに各鰭は完全に分離して鰭条の定数化が完了し、稚魚期になっている。そして背鰭、臀鰭、腹鰭ではすでに分節が完了し、尾鰭後縁の形状は湾入形となっている。この傾向はマダイ<sup>9)</sup>, ブリ<sup>13)</sup>, クロダイ<sup>11)</sup>, イサキ<sup>13)</sup>等の魚種でも報告されている。

また、初生鱗が体表全体を覆うとみなされる体長31.0mmでは、背鰭、臀鰭、腹鰭は分節、分枝が完了し、尾鰭と胸鰭では分節、分枝が進行中で、尾鰭後縁の形状は完全な二叉形、胸鰭は後方に伸長しつつある段階にある。このことから、鰭の基本的構造は完成され、遊泳、摂餌活動は活発になっていると考えられ、積極的な遊泳活動から体表を保護する必要性が生じる時期であろう。また、このことから飼育管理上、体長30mm前後までは極力、機械的刺激は避けるべきで、飼育水槽での取り上げや沖出し等に際しては魚体の取扱いに充分注意する必要がある。

初生鱗の発生部位については、魚種によって躯幹前部である種類と尾柄部の種類がある<sup>19, 20)</sup>。今回の観察からすると、シマアジは後者に属し、しかも、尾部の鱗域拡大は稜鱗を中心として進むことが明らかとなった。

## 謝 辞

本研究の実施に当たり東京都水産試験場三木 誠、吉田勝彦、竹之内卓夫、岡村陽一、木村ジョンソンの各氏から多大な協力を頂いた。記して謝意を表する。

## 要 約

シマアジ仔稚魚期における鰭条と鱗の初期発育過程を検討し、以下の結果を得た。

- 軟条は臀鰭(体長5.8mm)、腹鰭(体長7.8mm)、背鰭(体長8.3mm)、尾鰭(体長8.6mm)、胸鰭(体長9.8mm)の順で定数化したことから、シマアジは体長がほぼ10mmで稚魚期となることが明らかとなった。
- 分節開始は尾鰭、背鰭、臀鰭、胸鰭、腹鰭、の順、また分枝開始は尾鰭・胸鰭、腹鰭、背鰭・臀鰭の順であった。
- 尾鰭と胸鰭では、軟条の定数化前に分節が開始され、分節進行中に分枝が始まった。尾鰭後縁は体長8.0mmで湾入し始め、体長20mm以降で二叉形となった。胸鰭は体長8.0mmから伸長し始め、体長43.2mmで分節、分枝が形成されたが、体長が93.0mm以降で、成魚に近い形状となった。
- 初生鱗は稜鱗で、体長11~12mmで尾柄部側正中線に沿って出現した。そして、体長12.8mmで稜鱗列の背腹側に円鱗が出現した。
- 初生鱗が形成された体長31mmから80mmまでの25個体での鱗長(R)と体長(SL)との関係は、 $R = 4.667 \cdot SL - 57.172$ の回帰直線式で表された。

## 文 献

- 1) 水産庁・(社)日本栽培漁業協会(1990):昭和63年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績(全国). 421pp.
- 2) 原田輝雄・村田 修・宮下 盛(1984):シマアジの人工ふ化飼育. 近畿大学水産研究所報告, (2), 151-160.
- 3) 村井 衛・加藤憲司・中野 卓・隆島史夫(1987):シマアジの卵発生と仔魚の形態学的変化. 水産増殖, 34(4), 217-226.
- 4) 川辺勝俊・村井 衛・加藤憲司・隆島史夫(1991):シマアジ卵発生に及ぼす水温の影響. 水産増殖, 39(2), 211-216.
- 5) 澄川冬彦・藤田 清(1984):魚類の分化と適応(透明骨格標本の教材化1). 遺伝, 38(9), 67-69.
- 6) 小泉正行(1988):サバ属稚仔および幼魚の透明骨格標本の作成例と分類. 東海ブロック卵稚仔プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, (8), 114-117.
- 7) 福原 修(1976):マダイ稚仔魚の形態学的研究-I:鰭の形成について. 南西水研報, (9), 1-11.
- 8) 福原 修(1976):マダイ稚仔魚の形態的研究-II, 初生鱗の発生と成長. 南西水研報, (9), 13-18.
- 9) Balon, E. K. (1975): Terminology of intervals in fish development., *J. Fish Res. Board Can.*, 32, 1663-1670.
- 10) 落合 明(1988):魚類解剖学, 緑書房, 東京, pp. 30-31.
- 11) 沖山宗雄編(1988):日本産稚魚図鑑. 東海大学出版会, 東京, pp. 474-477.
- 12) 岩井 保(1986):水産脊椎動物II 魚類. 恒星

- 社厚生閣, 東京, pp. 35-41.
- 13) Fukuhara, O., T. Nakagawa and T. Fukunaga (1986) : Larval and juvenile development of yellowtail reared in the laboratory. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **52** (12), 2091-2098.
  - 14) 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.
  - 15) 福原 修・伊藤捷久 (1978) : イシダイの鰭および鱗の形成について. 南西水研報, (11), 9-17.
  - 16) 木村清志 (1987) : イサキの資源生物学的研究. 三重大水研報, (14), 113-235
  - 17) 島 康洋・藤本 宏・有灘真人・今泉圭之輔 (1985) : シマアジの種苗生産. 栽培技研, **14** (2), 49-58.
  - 18) Fukuhara, O and T. Fushimi (1984) : Squamation of larval greenling *Hexagrammos otakii* (Pices : Hexagrammidae) reared in the laboratory. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **50** (5), 759-761.
  - 19) 久保伊津男・吉原友吉 (1957) : 水産資源学, 共立出版, 東京, pp. 45-64.
  - 20) 松原喜代松・落合 明・岩井 保 (1979) : 新版魚類学 (上). 恒星社厚生閣, 東京, pp. 20-27.