

人工採苗クロダイにおける鼻孔隔皮と嗅板の形成過程

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
著者	松岡, 正信
巻/号	50巻4号
掲載ページ	p. 401-406
発行年月	2002年12月

人工採苗クロダイにおける鼻孔隔皮と 嗅板の形成過程

松岡正信

(2002年9月17日受理)

Development of the Inter-Nostril Epidermis and Olfactory Lamellae in Artificially Reared Black Sea Bream, *Acanthopagrus schlegeli*

Masanobu MATSUOKA*¹

Abstract: Development of the inter-nostril epidermis and olfactory lamellae was investigated in artificially reared black sea bream, *Acanthopagrus schlegeli*. The olfactory placode in early larvae was exposed on the upper surface of the snout. Later, the olfactory placode became a concave shape and the early elliptic nostril formed. At about 6 mm TL, rudiments of the inter-nostril epidermis had developed at the upper and lower edges of the nostril. The rudiments elongated and combined at about 9 mm TL. At this stage, the early stage nostril was completely divided into the anterior and posterior nostrils. In a 10.8 mm TL specimen, a straight ridge was formed on the concave olfactory placode. The first olfactory lamella was recognized in a 13.7 mm specimen. Formation of the initial olfactory lamellae was considered a characteristic in the development for the transformation from larvae to juveniles. Supplemental lamellae attached to the ridge on both sides and increased in the anterior direction. The largest specimen examined, 49 mm TL, had 17 lamellae. Analyses by least squares regression of the allometry equation were calculated on the number of olfactory lamellae and the total length of specimens. Plots on log/log co-ordinates were divided into two stanzas delimited by one inflection point. The inflection point occurred at 16.03 mm TL.

Key words: *Acanthopagrus schlegeli*; Nostril; Inter-nostril epidermis; Olfactory lamella

人工採苗マダイ, *Pagrus major*において初めて鼻孔隔皮欠損症(前鼻孔と後鼻孔の間の隔皮が欠如し両鼻孔が連続する異常症例)の出現が報告されて以来¹⁾, トラフグ²⁾, *Takifugu rubripes*, スズキ³⁾, *Lateolabrax japonicus*, イサキ⁴⁾, *Parapristipoma trilineatum*, クロダイ⁵⁾, *Acanthopagrus schlegeli*においても同欠損症が生じていることが明らかにされてきた。人工採苗マダイでは本欠損症はかなり高率で起こるため, 種苗放流の際の自然標識としてよく用いられている。しかし, 健全種苗を大量生産する上で本欠損症の出現要因の究明と防除は重要な課題である⁶⁾。このためには様々な飼育実験を行うと共に, 鼻孔隔皮を含めた嗅覚器の形成過程に関する基礎的知見の蓄積が不可欠と考えられる。

鼻孔隔皮の形成過程に関する報告は少なく, 安楽ら⁷⁾の人工採苗マダイにおける観察例と, 松岡⁸⁾の天然マダイ仔稚魚における観察例があるにすぎない。また, 嗅覚は魚類にとって重要な感覚であり, 索・摂餌行動, 繁殖行動, 社会行動などに関与している⁹⁾。嗅板や嗅上皮の発達に関する研究は, サケ・マス類では比較的多く行われているが¹⁰⁾, 海産魚類では少ない¹¹⁾。

本研究は, これまで報告例のないクロダイについて鼻孔隔皮形成過程と嗅板の増加過程を調べたものである。なお, 本研究に用いたシリーズ標本は鼻孔隔皮欠損症が全く発生しなかった飼育例のものであり, 正常な発育過程を示していると考えられる。

*¹ 水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所 (National Research Institute of Fisheries and Environment of Inland Sea, Fisheries Research Agency, Ohno, Hiroshima 739-0452, Japan).

材料および方法

観察に用いたシリーズ標本は、1999年6～8月に瀬戸内海区水産研究所で人工飼育したものである。30 l パンライト2面にクロダイ卵を各約2000粒ずつ収容した。卵は翌日にふ化し、その後3日目に摂餌開始期に達した。初期餌料としてナンクロロプシスと油脂酵母を併用して培養したS型ワムシを与えた。ふ化後15日間は止水飼育とし、その後、底掃除と1/5量の換水を毎日行った。ふ化後26日目からはアルテミアの

ノープリウスをワムシと併用して与えた。42日目以降は80 l水槽で流水飼育を行うと共に、オキアミミンチ肉と配合餌料を与えた。75日目に全ての稚魚を取り上げて固定した。この期間中の飼育水温は22.1～28.4℃であった。

シリーズ標本は、ふ化当日から摂餌開始期までは毎日、その後は1日おき、2日おきと次第に間隔を長くして、それぞれ約20個体を10%中性海水ホルマリンで固定した。

鼻孔形態の観察には左体側を用い、シアニン5Rで

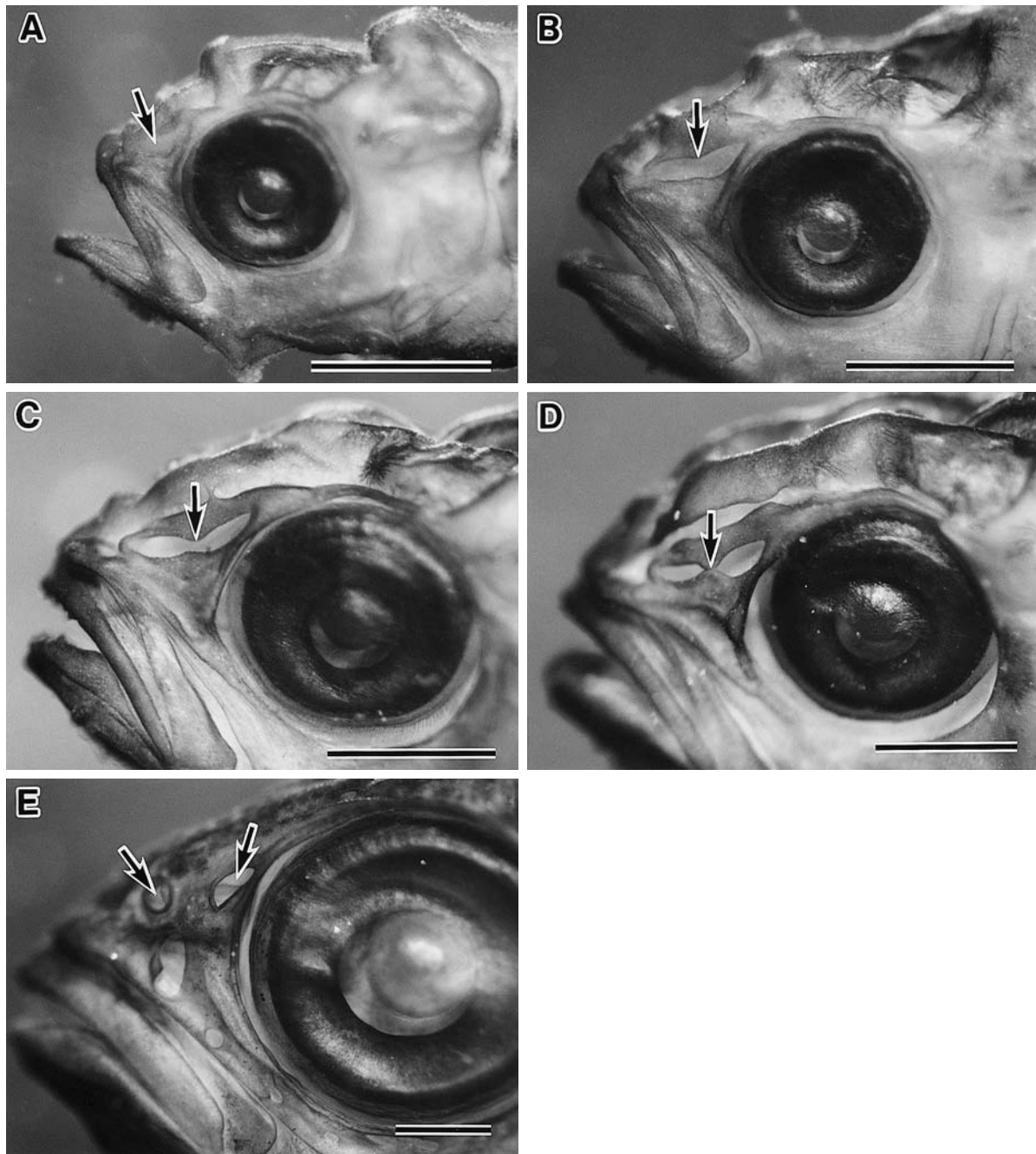


Fig. 1. Development of the inter-nostril epidermis in artificially reared black sea bream. A: stage A. B: early B stage. C: late B stage. D: stage C. E: stage D. Arrows show the olfactory placode (A), inter-nostril epidermis (B, C, D) and anterior and posterior nostrils (E). Scale bars indicate 0.5 mm.

染色した後、実体顕微鏡観察と写真撮影を行った。嗅板の観察には右体側を用い、鼻孔隔皮や周辺の表皮を取り除いて嗅板を露出させ同薬品で染色した後、観察、計数および写真撮影に供した。

鼻孔形態の発育段階は基本的に安楽ら⁷⁾に従った。すなわち鼻孔隔皮が全く形成されていないものをAステージ、上下の隔皮が形成途上のものをBステージ、両隔皮が重なるか接したものをCステージおよび両隔皮が完全に癒合し鼻孔が完成したものをDステージとした。

結 果

Aステージの嗅上皮は吻部上面に露出していた (Fig. 1A)。その後、嗅上皮は内部に湾入し始め、開口部には表皮が発達し、長楕円形の鼻孔を形成した。次に、鼻孔中央部の上下に鼻孔隔皮がわずかに伸長してBステージの初期となった (Fig. 1B)。さらに鼻孔隔皮が伸長してBステージの後期となり (Fig. 1C)、鼻孔隔皮の上下が接してCステージとなった (Fig. 1D)。上下の鼻孔隔皮は完全に癒合し幅も広くなり、明瞭な前鼻孔と後鼻孔が形成された (Fig. 1E)。

Aステージの鼻孔を持った最大個体は全長6.3mmであった。Bステージに移行し始めた最小個体は6.1mmであり、同ステージの最大個体は8.7mmであった。Cステージは9.2mmの1個体のみ認められた。Dステージに達した最小個体は8.8mmであり、9.5mm以上の個体は全てDステージであった。以上の結果から、AからBステージへの移行サイズは約6mm、BあるいはCからDステージへの移行は約9mmと考えられた (Fig. 2)。

嗅板の形成は鼻孔の発達より遅れ、Dステージ初期

の個体の嗅上皮は平坦で隆起物は全く認められなかった (Fig. 3A)。全長10.8mmの個体で初めて嗅上皮の長軸方向に1本の皮摺が形成された (Fig. 3B)。これは後に嗅板の付着部となるものである。皮摺のみが認められた最大個体は13.0mmであった。13.7mmの個体では、皮摺の後端部に1枚の嗅板が形成された。その後、皮摺の両側に沿って吻端方向に順次嗅板数が増加した (Fig. 3C, D)。Fig. 3Eは47mmの個体の嗅房であり、17枚の嗅板が認められる。

Fig. 4はクロダイ仔稚魚の全長と嗅板数の増加過程を両対数グラフで示したものである。アロメトリー式 ($\text{Log } y = a + b \text{Log } x$, ここで y は嗅板数, x は全長, a と b は定数) は以下の2本の直線に回帰した。

$$(1) \text{Log } y = -0.688 + 1.168 \text{Log } x \quad (16.0 \text{mm} \leq x \leq 49 \text{mm})$$

$$(2) \text{Log } y = -6.727 + 6.180 \text{Log } x \quad (13.6 \text{mm} \leq x \leq 15.0 \text{mm})$$

この2本の直線の交点、すなわち変曲点は $x = 16.03 \text{mm}$, $y = 5.244$ 枚と算出された。

考 察

前述のように人工採苗マダイでは鼻孔隔皮欠損症がかなり高率で起こるのに対し、クロダイにおける欠損症の発生率は低く⁵⁾、本研究で用いた標本のように全く発生しない例もある。クロダイの鼻孔の形成過程を天然マダイ⁸⁾と比較すると、前者ではAステージの終わりからBステージ初期の鼻孔は長楕円形に近い形を呈していた (Fig. 1B)。一方、後者の鼻孔はより短軸距離の長い楕円形を示していた (松岡⁸⁾, Fig. 1B)。鼻孔隔皮は短軸方向に沿って伸長するため、マダイはクロダイに比べてより長い鼻孔隔皮を形成する必要がある。このことから、クロダイでは鼻孔の短軸距離が

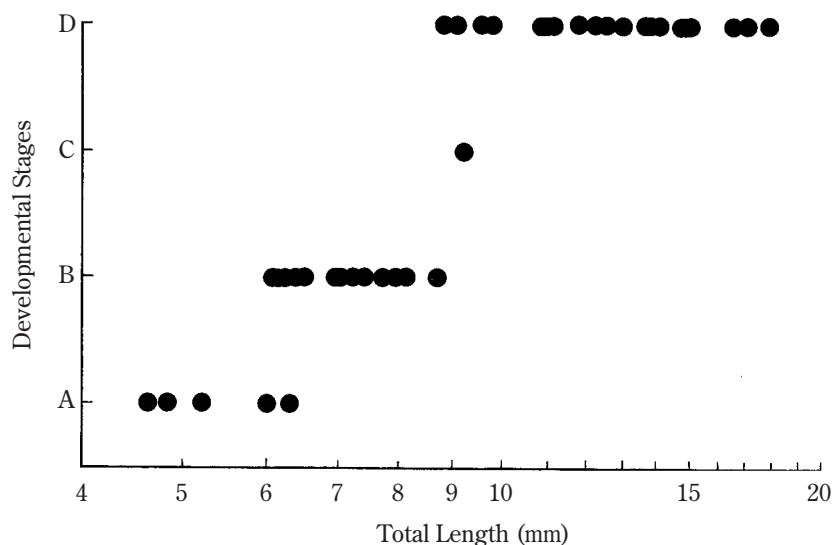


Fig. 2. Relationship between developmental stages of the inter-nostril epidermis and the total length in artificially reared black sea bream.

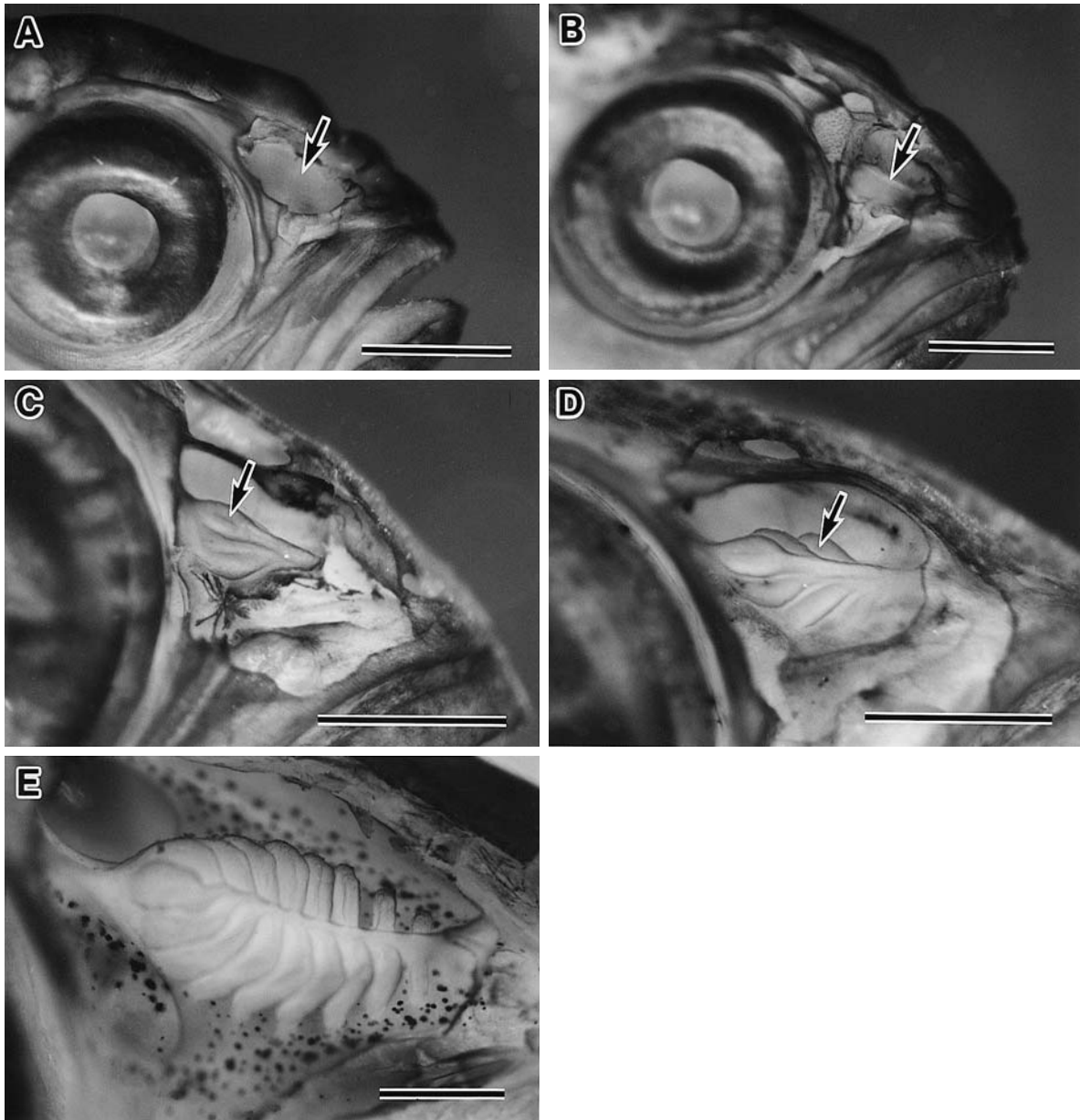


Fig. 3. Development of the olfactory organ in artificially reared black sea bream. A: concave olfactory placode (arrow). B: formation of the straight ridge on the olfactory placode (arrow). C: formation of three olfactory lamellae (arrow). D: formation of six olfactory lamellae (arrow). E: formation of 17 olfactory lamellae. Scale bars indicate 0.5 mm.

短いため比較的速やかに上下の鼻孔隔皮が結合するのに対し、マダイでは鼻孔の短軸距離が長いため鼻孔隔皮形成期間が長く、その間に形成不全が生じることによって鼻孔隔皮欠損症に至り易い特質を有しているのではないかと考えられる。

安楽ら⁷⁾が報告した人工採苗マダイの鼻孔形態の発育段階では、Cステージは「十分に発達した鼻孔隔皮形成組織は、鼻孔中央部で重なり合っているが、ピペット等の水流で容易に両組織が分離されて癒合していない段階」と定義されている。しかし、天然マダイではこのような段階は全く観察されず、鼻孔隔皮が鼻孔中央部で接した1個体をCステージとした⁸⁾。本研究の

クロダイにおいても全く同様の結果であった。このことから、正常な発育状態においては安楽ら⁷⁾の示したCステージは生じにくいのではないかと考えられる。すなわち、このCステージの仔魚の鼻孔隔皮は発育不全状態であることが示唆され、後に異常形態の鼻孔に移行する可能性があるものと推定される。なお、この飼育例における欠損症の出現率は、平均全長34mmサイズで57%であった。

本研究の人工採苗クロダイでは、鼻孔形態のAからBステージへの移行サイズは全長約6mm、BあるいはCからDステージへの移行は約9mmであった。安楽ら⁷⁾は、人工採苗マダイではふ化後約40日以降(平

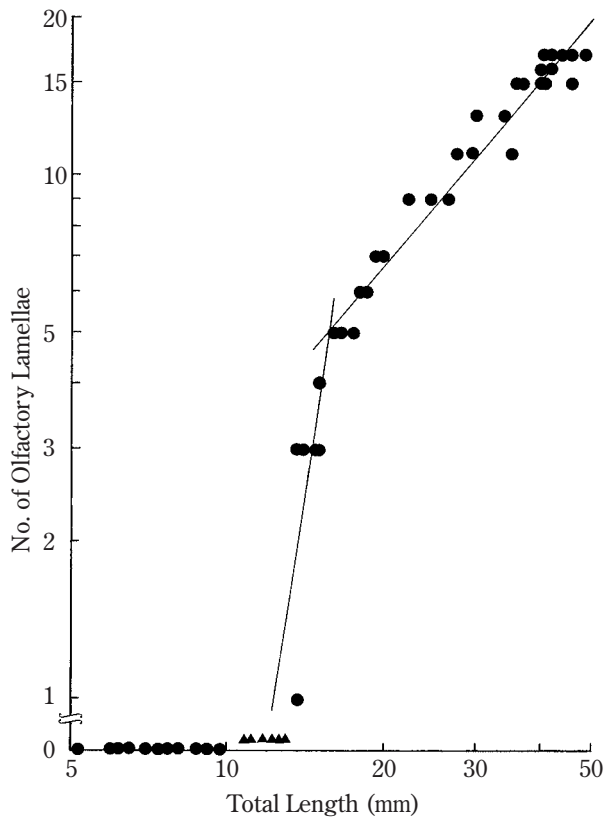


Fig. 4. Logarithmic plots showing the relationship between the number of olfactory lamellae and the total length in artificially reared black sea bream. Solid triangles indicate specimens with a straight ridge on the olfactory placode.

均全長13mm)でBとDステージが安定した頻度で観察されるとしている。このことは、人工採苗マダイの鼻孔隔皮の完成は約13mmであることを示唆している。松岡⁸⁾は、天然マダイについてAからBステージへの移行サイズは約8mm、BあるいはCからDステージへの移行は約12mmであったとしている。マダイとクロダイを比較すると、A-B移行期で2mm、B・C-D移行期で3~4mm程度クロダイの方が小さいサイズで鼻孔が形成されていた。日本栽培漁業協会¹²⁾によると、百鳥事業場における粗放的生産種苗では全長5mmまでにはほぼ全個体の鼻孔隔皮の分化が完了したという。これらのことから、人工採苗魚ではより小さいサイズで鼻孔形成が進行するほど鼻孔隔皮欠損症が少ない傾向にあるのではないかと推察される。しかし、鼻孔隔皮欠損症の発生がみられない天然マダイでは人工採苗クロダイより鼻孔隔皮の分化サイズがかなり大きいことを考慮すると⁸⁾、分化サイズだけでなく飼育環境と自然環境の間の何らかの違いが欠損症発現の主要因と考えるのが妥当であろう。

上田ら⁹⁾は嗅板の配列様式をA~Hの8型に分け、H型に近いものほど嗅覚が鋭いとみなしている。H型とは隆起線の左右に嗅板が長く配列したものである。

Fig. 3Eの嗅板配列(全長47mm)はG型とH型の間に近いものであった。Matsuoka¹¹⁾は、マイワシの嗅板数は成魚になっても体成長と共にさらに増加することを示した。Fig. 4において全長16.0~49mmの間の回帰直線の傾きは1.168であり、クロダイの嗅板数は成長と共にさらに増加し、よりH型に近づくと思われる。従って、クロダイの嗅覚は成長するにつれてより鋭敏になると考えられる。

Fukuhara¹³⁾は、クロダイの体長が9~11mmの間を境として形態的に大きな変化がみられ、次の発育段階(すなわち稚魚期)に達すると報告している。体長9~11mmは全長に換算すると約11~14mmに相当する。嗅覚器の形成過程と稚魚期への移行の関係について検討すると、仔魚期には嗅板は全く形成されず、嗅上皮表面に皮摺が認められたのは10.8~13.0mmであった。嗅板の形成された最小個体は13.6mmであった。Fig. 4に示した2本の回帰直線の変曲点は16.03mmにあった。従って、この変曲点は稚魚期への移行後まもなく生じるものと考えられる。以上のことから、皮摺の認められる段階が仔魚期から稚魚期への移行期に相当し、嗅板の形成は稚魚期への移行を特徴づける重要な形質と思われる。

鼻孔隔皮欠損症の原因究明と防除のためには様々な飼育実験が不可欠であるが、形態学的アプローチとしては鼻孔隔皮欠損魚と正常魚における嗅覚器の構造の比較研究や嗅感覚細胞の発達過程に関する電子顕微鏡レベルの研究等が必要であろう。

要 約

人工採苗クロダイについて鼻孔隔皮と嗅板の形成過程を調べた。仔魚初期における嗅上皮は吻部表面に露出していたが、後に内部に湾入し初期の鼻孔を形成した。全長約6mmには、初期鼻孔の上下に鼻孔隔皮原基が分化した。これらは次第に伸張し、約9mmには初期鼻孔の中央部で結合し、前鼻孔と後鼻孔に分かれた。この結果について、これまでに知見のあるマダイと比較検討した。

嗅板は前・後鼻孔よりかなり遅れて形成された。10.8mmの個体で嗅上皮表面に1本の皮摺が初めて認められ、13.7mmの個体で最初の嗅板が皮摺後端に分化した。嗅板の形成は仔魚期から稚魚期への移行の指標として重要な形質であると考えられた。その後、嗅板は皮摺の左右に付着し、吻端方向に向かって形成された。47mmの個体では17枚の嗅板が認められた。嗅板数と全長を両対数グラフにプロットすると、アロメトリー式は2本の直線に回帰した。これらの交点(変曲点)は16.03mmのところであり、稚魚期への移行後まもなくのサイズに相当した。

謝 辞

本研究を行うにあたり、クロダイ卵を提供して下さった財団法人広島市水産振興協会のスタッフの方々に深謝する。飼育に際しご援助いただいた水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所海区水産業研究部沿岸資源研究室長銭谷 弘博士および河野悌昌研究員に御礼申し上げる。

文 献

- 1) 後藤政則 (1986) : 養殖マダイにみられた鼻孔の形態異常について. 栽培技研, **15**(1), 87-88.
- 2) 長崎県 (2000) : 種苗放流実態調査. 平成7~11年度放流技術開発事業報告 (トラフグ), 山口県・福岡県・長崎県・三重県・愛知県・静岡県・秋田県, p. 5.
- 3) 茨城県水産試験場 (1998) : スズキ人工種苗に認められる鼻孔隔皮の形態異常. 平成7年度~9年度放流技術開発事業報告書 (スズキ), 茨城県水産試験場・大分県海洋水産研究センター浅海研究所, pp.13-15.
- 4) 熊本県栽培漁業協会 (1999) : イサキ人工種苗に見られた鼻孔隔皮欠損について. 栽培漁業事例集 (平成10年度版), 水産庁資源生産推進部栽培養殖課, pp.53-54.
- 5) 松岡正信 (2000) : クロダイの鼻孔隔皮欠損症について. 水産増殖, **48**(4), 675-676.
- 6) 日本栽培漁業協会 (1999) : 種苗生産技術の開発-マダイ-伯方島事業場. 平成9年度日本栽培漁業協会事業年報, 日本栽培漁業協会, pp.142-147.
- 7) 安楽和彦・舛田知子・川村軍蔵・Mana, R.R. (1999) : 人工種苗マダイの鼻孔隔皮形成過程. 日水誌, **65**(3), 501-502.
- 8) 松岡正信 (2001) : 天然マダイ仔稚魚の鼻孔隔皮形成過程. 日水誌, **67**(5), 896-897.
- 9) 上田一夫・佐藤真彦・岡 良隆 (1981) : 魚類嗅覚神経系の構造. 魚類の化学感覚と摂餌促進物質 (日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.9-25.
- 10) Hara, T. J. (1989): Structural and functional development of olfactory organ in teleosts. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **118**, 183-194.
- 11) Matsuoka, M. (2001): Development of sense organs in the Japanese sardine *Sardinops melanostictus*. *Fisheries Sci.*, **67**(6), 1036-1045.
- 12) 日本栽培漁業協会 (1996) : 種苗生産技術の開発-マダイ-伯方島事業場. 平成6年度日本栽培漁業協会事業年報, 日本栽培漁業協会, pp.110-113.
- 13) 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. Lab.*, **10**, 1-16.