

マゴチ仔稚魚の脊柱, 尾骨, 腰帯の形成

塚島 康生, 宮木 廉夫

Development of Vertebral Colum, Caudal Skeleton, and Pelvic Fin-Supports of the Larvae and Juvenile Flat-Head Fish, *Platycephalus* sp.

Yasuo Tsukashima and Kadoo Miyaki

Development of the vertebral colum, caudal skeleton and pelvic fin-supports of the artificialy-reared larvae and juvenile flat-head fish, *Platycephalus* sp., is studied by double staining method for bone and cartilage.

Cartilage of neural arch appeared in 4.34mm TL. Centrum began to ossification on anterior rigion of the notochord in 5.1mm TL. All centrum wer ossified in about 11mm TL.

Hypural cartilage appeared under the notocord in 4.3mmTL. Element of caudal skeleton cartilage appeared in 6.64mmTL. Caudal skeleton is completed in about 40mm TL.

Crescent-shaped pelvic fin-supports cartilage appeared in 5.23mm TL. Postpelvic process present three-forked shape in about 12mm TL. Pelvic fin-supports show adult type in about 48mm TL showing triangle shape.

魚類の仔稚魚における骨格形成については、軟骨と硬骨の二重染色法¹⁾が開発されてから、主として人工種苗生産した仔稚魚をもとに、幾つかの報告²⁻⁸⁾がなされている。筆者らは現在マゴチの種苗量産技術開発研究を行っており、各発育段階のマゴチ仔稚魚を自由に手に入れることができる状態にある。マゴチ仔稚魚については感覚器の発達についての報告^{*1)}はあるが、骨格形成についての報告はこれまでに見当たらない。そこで、筆者らはアリザリンレッドとアルシアンブルーによる二重染色法により仔稚魚の成長に伴う骨格形成について観察した。今回はこのうち、脊柱、尾骨とコチ類で特異的な形態をしている腰帯の発達について報告する。

材料と方法

種苗生産 採卵は1998年5月24日長崎県西彼杵郡野母崎町沖合で延縄により漁獲された天然親魚を用いた。水揚げ後長崎県総合水産試験場に運搬し、5月25日にホルモン処理（LHRHaコレステロールペレット埋め込み、 $100\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{BW}$ ）を施し、約72時間後に搾出法で採卵し、乾導法で人工授精した。

仔魚飼育は受精卵約200,000個を20k1円形コンクリート水槽に収容してふ化させ、同水槽で14日間仔稚魚の飼育を行い、その後50k1円形水槽に移し稚魚を着底させた。種苗生産中の飼育水温は自然水温とした。餌料は日令2からS型シオミズツボウムシ *Brachionus rotundiformis*で、その後成長に伴っ

*1 鈴木伸洋, 濱田豊市: 人工飼育マゴチ仔稚魚の感覚器の形成過程と行動の変化. 平成9年度日本水産学会秋期大会講演要旨集, 636.

てアルテミア *Artemia salina* 幼生, 微粒子配合飼料, 天然カイアシ類および魚卵 (マダイ *pagrus major* およびイサキ *Parapristipoma trilineatum*) を与えた。また, 日令4より仔魚飼育水中に50万 cells/mlの密度を目安にナンノクロロプシス *Nannochloropsis* sp. を添加した。

脊柱, 尾骨, 腰帯の観察 日令10~62の仔稚魚を用い, Dingerkus and Uhlerの方法¹⁾に従って透明二重染色標本を作製して実体および生物顕微鏡下で観察した。

結 果

種苗生産

飼育期間中の仔稚魚の全長の推移と餌料系列を Fig. 1に示した。このように, マゴチはふ化直後で全長2.4mm, 日令4で3.6mm, 日令10で4.3mm, 日令20で10mmに達し, このころ大型個体の水槽低へ

の着底が認められた。さらに日令30で15mm, 日令40で25mm, 日令60で約60mmに達した。なお, 飼育期間中の水温は20.8~27.8度であった。

骨格形成

脊柱の発達 全長4.34mm, 日令10の仔魚脊柱 (Fig.2 A): 第1~3神経弓門の軟骨原基が出現しているが, 一对の先端はまだ融合せず離れたままである。第4神経弓門の軟骨原基は, 脊髓背面近くに脊索から離れて出現する。背索は直線状であり, これの尾部下面に下尾骨の軟骨原基が1個出現している。

全長4.80mm, 日令14の仔魚脊柱 (Fig.2 B): 第1~6神経弓門軟骨原基は背索に接している。その後方の神経弓門軟骨は脊髓背面近くにあり, 脊索には接していない。同時に血道弓門軟骨原基が脊索に接して7~8個出現する。脊索後端は上屈を始め, その下面に下尾骨1~3の軟骨原基と準下尾骨軟骨原基が出現する。

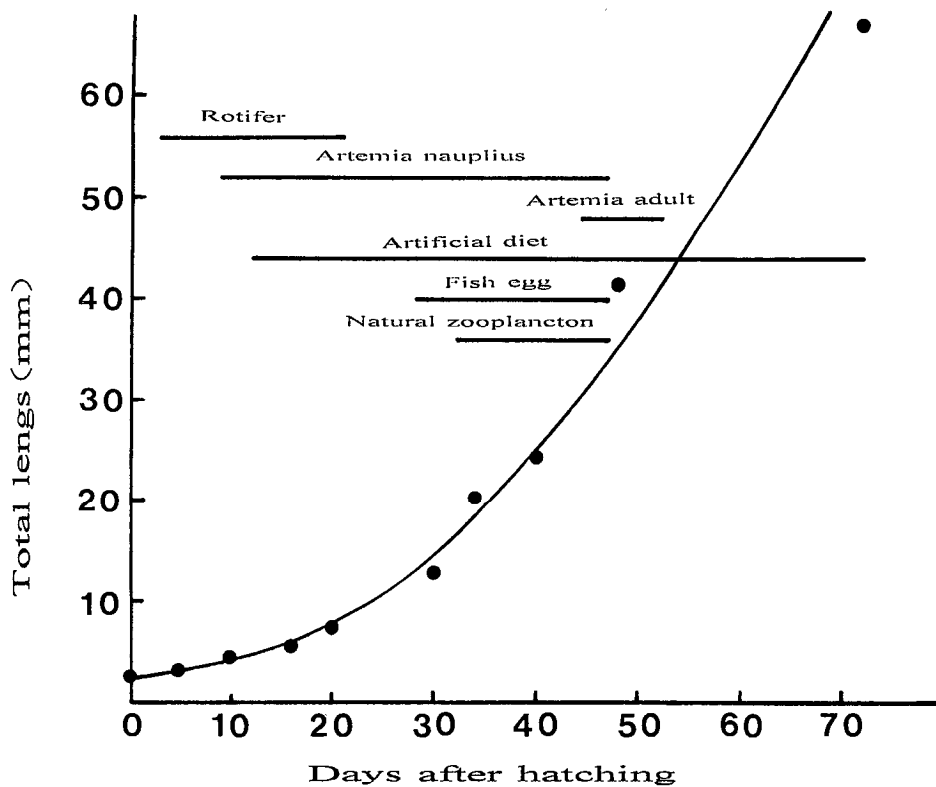


Fig. 1. Growth and feeding schedule of flat-head fish *platycephalus* sp.

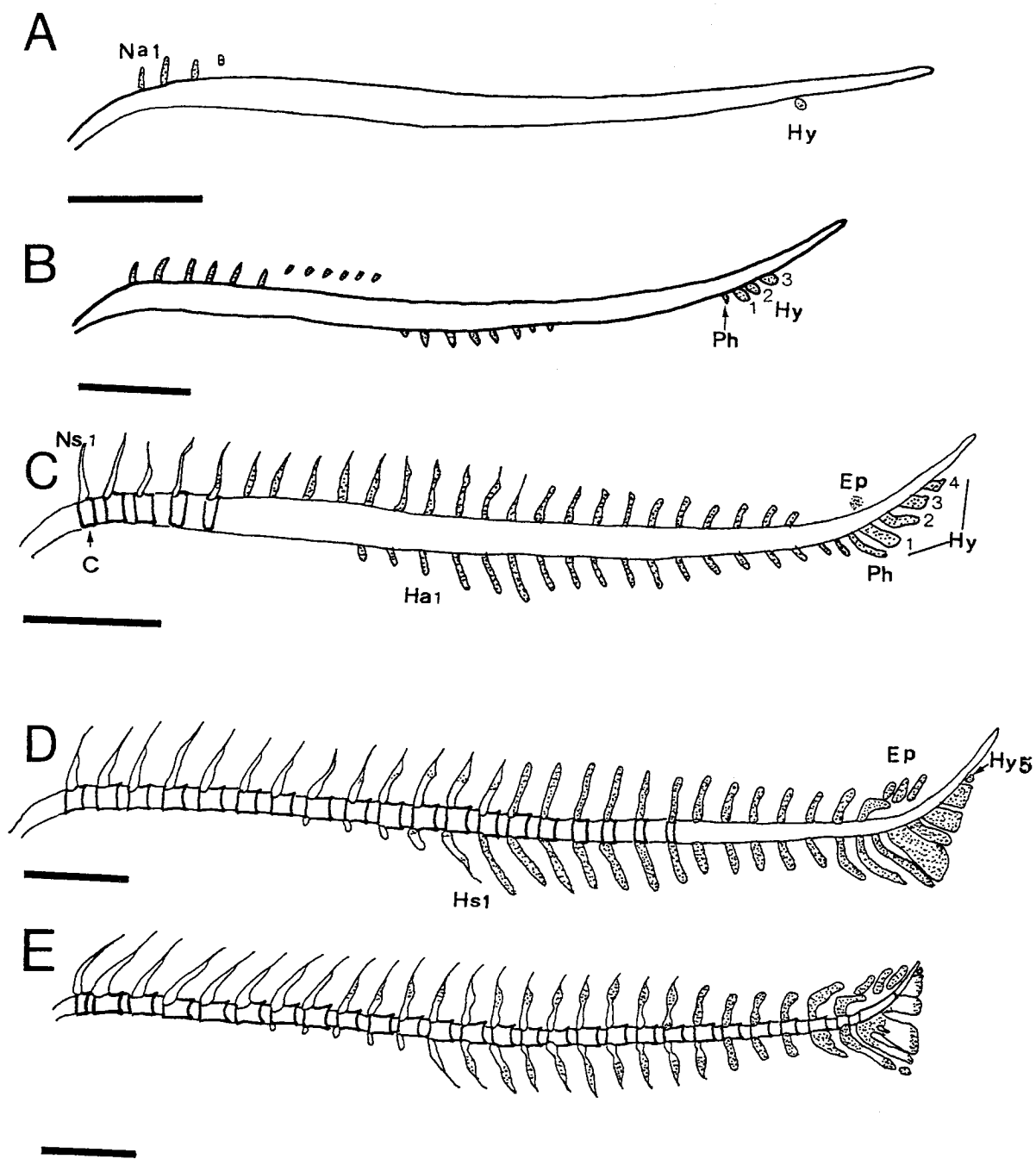


Fig. 2. Ossification sequence of vertebral column and caudal skeleton in *Platycephalus* sp. Lateral view. A: 4.34mm in TL. B: 4.80mm. C: 5.10mm. D: 6.79mm. E: 10.92mm. C, centrum; Ep, epural; Ha, haemal arch; Hs, haemal spine; Hy, hypural; Na, neural arch; Ns, neural spine; Ph, parhypural. Stippled areas show developed ossification. Scales indicate 0.5mm.

全長5.10mm, 日令14の仔魚脊柱 (Fig.2 C) : 第1~4椎体が化骨を始め, 同時にその上に伸びる神経弓門, 神経棘も化骨する。他の神経弓門, 神経棘, 血道弓門, 血管棘, 横突起の軟骨もほぼ出現する。下尾骨1~4, 準下尾骨の軟骨も出現する。上屈した背索上面にうっすらと青くそまった上尾骨の軟骨原基が1個出現する。下尾骨5の軟骨はまだ出現しない。

全長6.79mm, 日令20の仔魚脊柱 (Fig.2 D) : 椎体の化骨が進み, 第18~19椎体まで化骨する。神経弓門, 神経棘の化骨は進むが, 血道弓門, 血管棘の化骨は遅い。上尾骨の軟骨が3個出現している。また, 下尾骨5の軟骨原基が出現する。

全長10.92mm, 日令22の仔魚脊柱 (Fig.2 E) : 椎体はほぼ全部が化骨する。第21神経弓門, 神経棘, 第22血道弓門, 血管棘以降はまだ軟骨である。それら以前の両弓門, 棘もかなり前方まで軟骨部分が残る。下尾骨も化骨を始める。上尾骨はまだ軟骨である。

尾骨の発達 全長4.39mm, 日令10の仔魚尾骨 (Fig.3 A) : 脊索末端下面に2個の下尾骨軟骨原基が出現する。背索はまだ直線状である。

全長5.10mm, 日令14の仔魚尾骨 (Fig.3 B) : 背索末端下面に下尾骨1~4, 準下尾骨の軟骨が出現している。脊索末端上面には上尾骨の軟骨原基がかすかに出現する。背索末端は上屈を始めている。

全長6.63mm, 日令20の仔魚尾骨 (Fig.3 C) : 下尾骨1~4は発達するが, まだそれぞれは融合しない。下尾骨5が出現する。上尾骨が3個軟骨で出現している。特化神経弓門も軟骨で出現する。

全長8.97mm, 日令20の仔魚尾骨 (Fig.3 D) : 尾部棒状骨が化骨する。下尾骨1および2と準下尾骨が中央部分を除いて融合する。下尾骨1~4, 準下尾骨の中央部分が化骨を始める。上尾骨はまだ軟骨である。尾鰭椎前椎体血管棘の先端に遊離した軟骨が出現する。

全長13.75mm, 日令30の稚魚尾骨 (Fig.3 E) : 下尾骨は縁辺部と尾部棒状骨との関節部を除いてほぼ化骨する。準下尾骨側突起が出現する。下尾骨3および4はまだ融合しない。上尾骨は中央部分が化骨する。尾神経骨が尾部棒状骨の上面に接して出現する。特化神経弓門も化骨を始める。

全長18.48mm, 日令36の稚魚尾骨 (Fig.3 F) : 準下尾骨と下尾骨1が分離する。下尾骨2と3の間の溝が広がる。下尾骨3および4はまだ融合しない。上尾骨の縁辺部はまだ軟骨である。特化神経弓門は脊椎骨との関節部を除いて化骨する。上尾骨3と下尾骨5との間に遊離軟骨が出現している。

全長70.59mm, 日令62の稚魚尾骨 (Fig.3 G) : 下尾骨1および2, 3および4は完全に融合し, それらは大きく離れる。上尾骨, 下尾骨, 準下尾骨, 尾鰭椎前椎体血管棘の縁辺部に軟骨部分が残る, 尾神経骨の先端, 下尾骨5の先端, 尾鰭椎前椎体血管棘の先端にそれぞれ遊離軟骨がある外は化骨し尾骨は成魚型となる。

腰帯の発達 全長5.23mm, 日令14の仔魚腰帯 (Fig.4 A) : 三か月型の軟骨原基が出現する。

全長6.64mm, 日令20の仔魚腰帯 (Fig.4 B) : 形状はまだ三か月型であるが中央部分はすでに化骨している。両先端部分は鋭角でまだ軟骨のままである。骨間隙の形は卵型である。

全長12.41mm, 日令30の稚魚腰帯 (Fig.4 C) : 後腰帯突起が3叉し, マゴチの腰帯の特異な形になる。後腰帯隆起線が現れる。上腰帯隆起線はまだ明瞭ではない。ほぼ全体が化骨するが, 下腰帯隆起線の先端と腹鰭の関節部分は軟骨である。

全長48.40mm, 日令50の稚魚腰帯 (Fig.4 D) : 軟骨部分は下腰帯隆起線の先端部分に少しと腹鰭の関節部分に残る。上腰帯隆起線も成魚と同じ形となる。また, 左右の腰帯の間の骨間隙の形はオムスピ型となり, ほぼ成魚型となる。

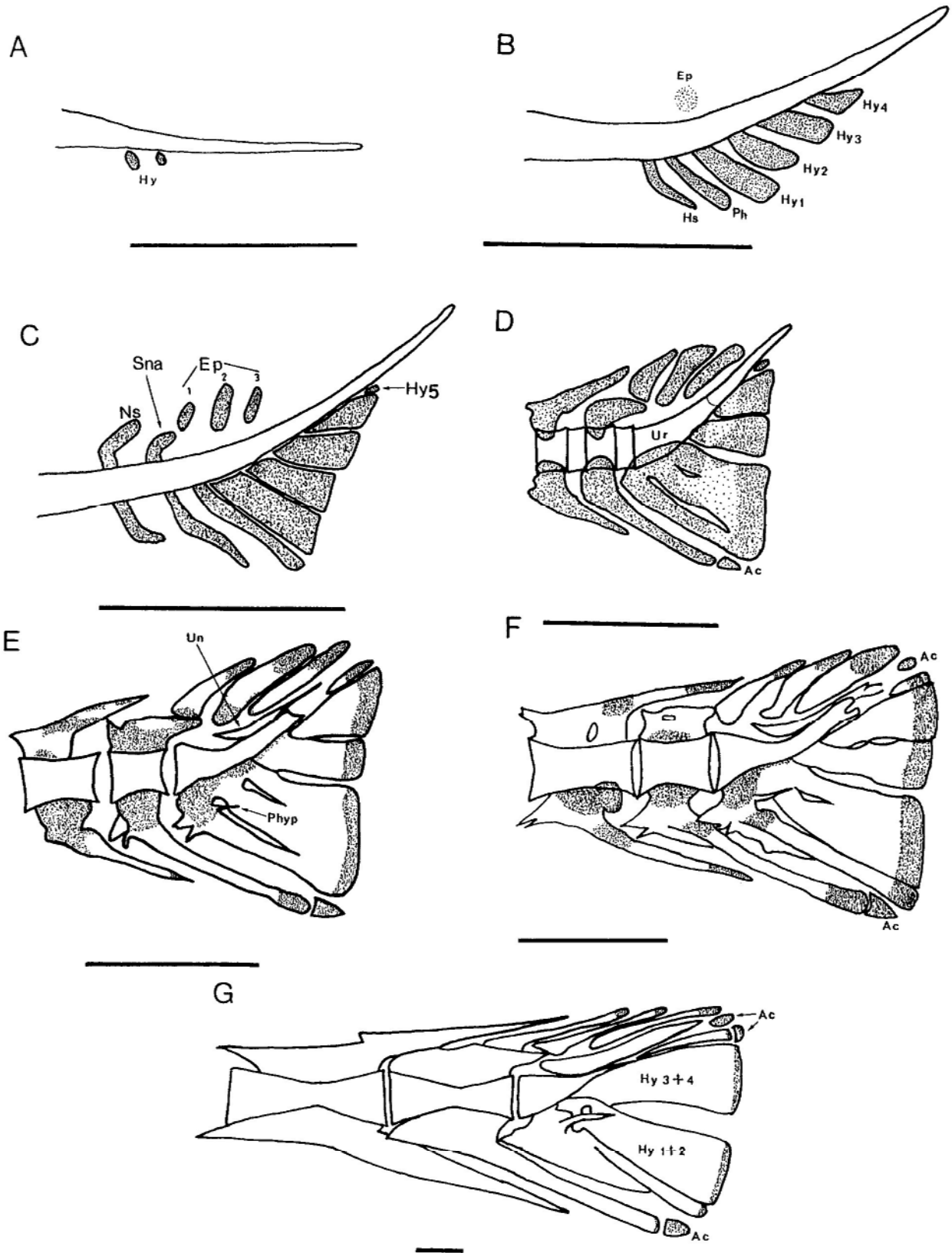


Fig. 3. Development of caudal skeleton in *Platycephalus* sp.
Lateral view. A : 4.39mm in TL. B : 5.10mm. C : 6.63mm. D : 8.97mm. E : 13.75mm. F : 18.48mm. G : 70.59mm
Ac, accessory cartilage ; Ep, epural ; Hs, haemal spine ; Hy, hypural ; Ns, neural spine ; Ph, parhypural ; Phyp, parhypurapophysis ; Sna, specialized neural arch ; Un, uroneural ; Ur, urostyle. Stippled areas show cartilage. Rough stippled areas and open areas show weak and developed ossification, respectively. Scales indicate 0.5mm.

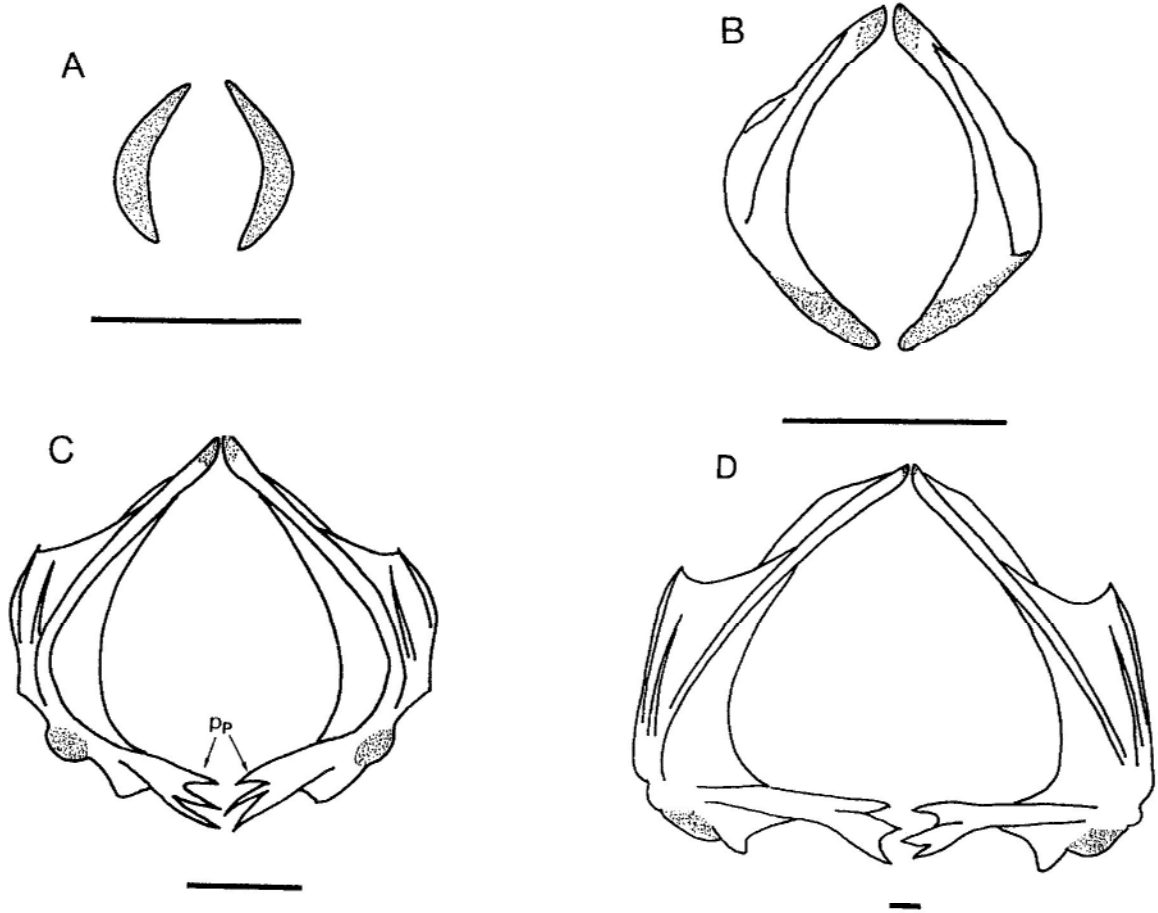


Fig. 4. Development of pelvic fin-supports in *Platycephalus* sp.
 Ventral view. A : 5.23mm in TL. B : 6.64mm. C : 12.41mm. D : 48.40mm
 Pp, postpelvic process. Stippled areas show cartilage. Open areas show developed ossification. Scales indicate 0.5mm.

考 察

マダイ²⁾では神経弓門軟骨の形成は第2および3が最初であるが、今回観察したマゴチ仔魚ではカサゴ *Sebastes marmoratus* 仔魚と同様³⁾第1および2が最初であった。さらに、マゴチ仔魚では神経弓門において、第3までは脊索背面から上方に、第4~12までは脊髄背面に軟骨が出現し下方に伸長するが、マダイのように背索と脊髄の両方から軟骨が伸長することは確認できなかった。椎体の化骨もマダイやクロソイ *Sabastes schlegeli*⁷⁾ およびカムルチー *Channa argus*¹⁰⁾ と同様に背索の前方から後方に向

かって起こり、背索中央部から始まるマイワシ *Sarudinops melanostictus*⁴⁾ とは異なった。尾骨の形成過程の中で、下尾骨について、マゴチと同じカサゴ目に属するクロソイと比較すると、クロソイでは下尾骨1, 2は全長6.5mmで融合し、下尾骨3, 4は全長8.4mmで融合する。準下尾骨とは全長12.4mmで下尾骨1, 2と基部で融合する。化骨が完了している全長21.9mmで準下尾骨と下尾骨1, 2は分離して成魚形となる。一方、マゴチでは、下尾骨1, 2は全長8.97mmで準下尾骨、下尾骨1, 2は基部、縁辺部ともに融合する。全長18.48mmでほぼ化骨が完了しているが、準下尾骨と下尾骨1, 2は基部で

^{*)}塚島 宮木 (未発表)

まだ融合している。下尾骨1, 2は融合しているが、中央部分にまだ溝が残る。下尾骨3, 4もまだ融合していない。全長40.53mmで下尾骨1, 2と3, 4はそれぞれ完全に融合し、準下尾骨も下尾骨1, 2と分離し成魚型となる。前述した鈴木と濱田¹も日令50：全長35-40mmの個体においては感覚器が完成すると報告している。また、下尾骨1, 2と3, 4の融合の時期がクロソイではマゴチよりかなり早いと推察された。全長70.59mmの成魚型の尾骨の形態は、体長93.5mmのメゴチの尾骨の記載⁹⁾と遊離軟骨の数を除けば良く一致し、メゴチ型である。マゴチ成魚の体型は著しく縦扁しており、腹鰭は両側にはみ出した形になっている。腹鰭を支持する腰帯も中央部が外側に張り出して三角形となる特異な形となっている。全長5.23mmの仔魚の腰帯軟骨原基はマダイやイワシのように一対が平行に並んでおらず、三日月型を内ち合わせした形で、すでに浮遊仔魚の時に成魚の特異な腰帯の形を持つことが分かった。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、種々の協力を頂いた当水産試験場の種苗量産科の皆様にご礼申し上げます。また、文献の御教示や助言を頂いた北九州市立自然史博物館の藪本博士に深謝する。

文 献

- 1) G.Dingerkus, and L.D.Uhler : Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage. *Stain Technol.*, **52**, 229-232(1977).
- 2) 松岡 正信：マダイの脊柱と尾骨の発達. *魚類学雑誌*, **29**, 285-294 (1982).
- 3) M.Matsuoka : Development of the skeletal tissues and skeletal muscles in the red sea bream. *Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.*, **65**, 1-114 (1987).
- 4) M. Matsuoka : Osteological development in the Japanese sardine, *Sardinops melanostictus*. *Ichthyological Research*, **44**, 275-295(1997).
- 5) 日下文, 山岡 耕作, 山田 達夫, 安部 昌明, : キジハタ尾骨の発達. *水産増殖*, **42**, 273-278(1994).
- 6) 勝山 明里：アジ科魚類2種の仔稚魚期の摂餌、遊泳器官の発達と種苗生産上の問題点－1 プリ. *栽培技研*, **18**, 65-82 (1989).
- 7) M. Omori, Y. Sugawara, and H. Honda : Morphogenesis in hatchery-reared larvae of the black rockfish, *Sebastes schlegeli*, and its relationship to the development of swimming and feeding functions. *Ichthyological Research*, **43**, 267-282(1996).
- 8) H. Kohno, Y.Taki, Y.Ogasawara, Y.Shirojo, M.Taketomi, and M.Inoue : Development of swimming and feeding functions in larval *Pagrus major*. *Japan. J. Ichthyol.*, **30**, 47-60 (1983).
- 9) 藤田 清：魚類尾部骨格の比較形態図説. 東海大学出版会, 東京1990, pp403-408.
- 10) Y. Itazawa, : The ossification sequences of the vertebral column in the carp and the snake-head fish. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **29**, 667-674(1963).