

文章编号: 1674-5566(2011)02-0217-07

刀鲚仔稚鱼脊柱和附肢骨骼发育

陈渊戈¹, 夏冬¹, 钟俊生¹, 赵盛龙², 张宇¹

(1. 上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306; 2. 浙江海洋学院 海洋科学学院, 浙江 舟山 316004)

摘要: 使用硬骨-软骨双染色技术, 描述了刀鲚 (*Coilia nasus*) 仔稚鱼 (体长范围为 7.0 ~ 33.9 mm) 脊柱及附肢骨骼的形态发育特征。骨骼形成的顺序依次为肩带, 背鳍支鳍骨、臀鳍支鳍骨, 脉弓, 髓弓, 尾下骨, 椎体, 腹鳍支鳍骨、尾上骨, 背鳍前支鳍骨, 肋骨。胸鳍支鳍骨无后匙骨, 左右乌喙软骨在腹面联合。侧尾下骨和第 1 尾下骨基部产生短暂的软骨质连接 (20.1 mm SL)。第 1、2 尾上骨联合形成棒状尾上骨 1+2。第 1 髓弓与脑颅之间区域具 1 游离髓弓。脊柱以体前中部位置为起点向前后发育。髓弓、脉弓的发育方式与鲱形目其他鱼类不同。脉弓首先以体中部为中心向前后发育; 髓弓随后亦以从体中部向前后发育, 12.4 mm SL 个体开始同时从最前端向后发育。这一发育方式与鲱形目其他鱼类相比更接近高等鱼类。因此, 刀鲚可能是进化过程中的过渡物种。

研究亮点: 首次对长江口重要的经济鱼类刀鲚的仔稚鱼早期发育阶段的脊柱和附肢骨骼的发育进行了研究, 探明了硬骨和软骨发育的时间次序, 并与鲱形目其他鱼类骨骼的早期发育进行比较, 发现了鲱形目鱼类骨骼的早期发育方式同中有异。与高等鱼类的比较显示刀鲚较鲱形目其他鱼类更为高级, 进而判断刀鲚是进化的过渡物种。

关键词: 刀鲚; 脊柱; 附肢骨骼; 骨骼发育

中图分类号: S 917

文献标识码: A

硬骨-软骨双染色技术的出现, 推动了对鱼类骨骼系统早期发育的研究^[1-5]。此类研究的开展, 进一步推动了鱼类系统演化及鱼类系统分类的研究。

刀鲚 (*Coilia nasus*), 隶属于鲱形目, 鲹科, 鲹属, 是一种溯河性鱼类, 分布于中国、朝鲜和日本, 我国产于东海、黄海、渤海及各通海江河水系中下游, 是长江口产量较高的经济鱼类^[6]。鉴于刀鲚在渔业上的重要性, 国内学者对刀鲚的形态特征^[7-8]、生态习性^[9-10]、性腺发育^[11]和遗传结构^[12-13]等进行了大量研究, 而其骨骼系统的早期发育至今还未有探讨。国外学者已经对鲱形目的太平洋鲱 (*Clupea pallasii*)^[14]、鲹 (*Engraulis japonicus*)^[15-16]、远东拟沙丁鱼 (*Sardinops melanostictus*)^[17]等的骨骼系统发育作了详细的报道, 刀鲚作为鲱形目脊椎骨数量最多的鱼类, 极

具研究价值。

本研究探究了刀鲚脊柱和附肢骨骼的早期发育过程, 旨在为完善鲱形目鱼类骨骼系统发育提供基础的科学依据。

1 材料与方法

所用样本采自长江口沿岸碎波带。采样时, 由 2 人手持小型拖网 (1 m × 4 m, 网目 1 mm) 在碎波带沿平行岸方向拖曳作业, 每网作业距离 50 m, 所得样本当场用 10% 福尔马林溶液固定。根据张冬良的方法划分发育阶段^[8], 前弯曲期仔鱼测量脊索长 (notochord length, NL), 脊索末端上弯的个体测量标准体长 (standard length, SL)。参照 DINGERKUS 和 UHLER 的方法^[18]进行透明染色, 在 Olympus OZ 体视镜下观察并绘制骨骼发育图。

收稿日期: 2010-06-17 修回日期: 2010-09-15

基金项目: 上海科学技术委员会重要攻关项目 (0839190200); 上海市水生生物重点学科建设项目 (S30701)

作者简介: 陈渊戈 (1986-), 男, 硕士研究生, 专业方向为鱼类生态学。E-mail: yg.chan.shou@gmail.com

通讯作者: 钟俊生, E-mail: jszhong@shou.edu.cn

2 结果

2.1 胸鳍支鳍骨

匙骨首先在 5.0 mm NL 个体出现,呈细长条状,同时出现弓形的肩喙软骨,中部具有 1 小孔(图 1A),左右肩喙软骨在腹面联合。16.3 mm SL 个体出现上匙骨和后颞骨,肩喙软骨扩大,外形近似三角形,从上至下排列着 3 个孔(图 1C)。26.4 mm SL 个体匙骨下部发育扩大与肩喙软骨紧密接合;肩喙软骨上下两端延长,并从中部开始硬骨化(图 1F)。33.9 mm SL 个体肩喙软骨已全部骨化,分裂为上部的肩胛骨和下部的乌喙骨。肩胛骨仍具 1 大孔,大孔上方整齐排列着一纵列小孔;乌喙骨上的孔消失,后下区域形成复杂的褶皱(图 1G)。

支鳍软骨在 7.7 mm NL 个体出现,中部具有 1 孔(图 1B)。此孔随后贯通整个骨块,将支鳍软骨分为上下两部分。这两部分又各形成 1 个孔(图 1D),最终将支鳍软骨分为 3 部分(图 1F)。完全硬骨化之后,这 3 部分的基础又形成联合,成为整个扇状结构(图 1E)。20.1 mm SL 个体生长出 1 游离支鳍软骨(图 1D)。刀鲚无后匙骨。匙骨、后颞骨和上匙骨为膜骨,肩胛骨、乌

喙骨和支鳍骨为软骨化骨。

2.2 腹鳍支鳍骨

16.3 mm SL 个体形成腹鳍支鳍骨,棒状的软骨末端有 3 枚担鳍软骨(图 2A)。支鳍软骨从中部向前后两端硬骨化,至稚鱼阶段完成硬骨化,而担鳍软骨仍为软骨状态(图 3C)。

2.3 尾鳍支鳍骨

11.5 mm NL 个体脊索末端腹侧形成 2 枚软骨质尾下骨(图 3A),至 12.4 mm NL 个体 6 枚尾下骨及侧尾下骨全部出现(图 3B)。12.9 mm SL 个体脊索末端上弯。16.3 mm SL 个体形成 2 枚尾上骨(图 3C)。20.1 mm SL 个体第三枚尾上骨形成,侧尾下骨与第一尾下骨基部形成联合(图 3D),随后分离(图 3E)。33.9 mm SL 个体 1、2 尾上骨联合成尾上骨 1+2;尾下骨生长扩大,与尾上骨共同构成一扇状,将尾杆骨完全包被在内,尾前椎体的髓棘和脉棘亦向后延伸参与到尾扇的一部分。侧尾下骨和尾下骨进入弯曲期后开始硬骨化,硬骨化程度从侧尾下骨和第 1 尾下骨至第 6 尾下骨依次递减(图 3C)。尾下骨及侧尾下骨皆从中部向两端硬骨化,但直至稚鱼阶段仍未能完全硬骨化,尾上骨亦为软骨状态(图 3C-F)。

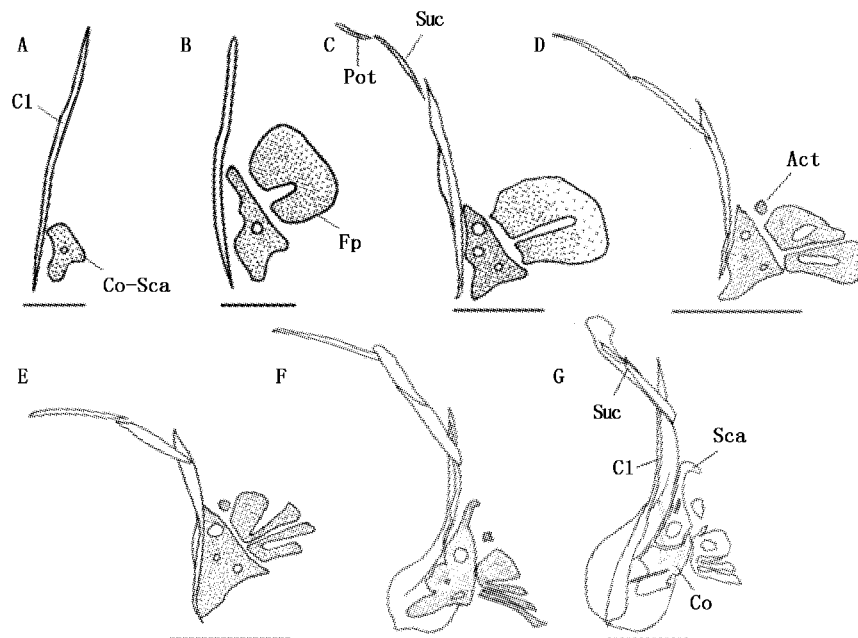


图 1 刀鲚肩带发育

Fig.1 Development of pectoral girdle in *Coilia nasus*

A. 5.0 mm NL; B. 7.7 mm NL; C. 16.3 mm SL; D. 20.1 mm SL; E. 23.4 mm SL; F. 26.4 mm SL; G. 33.9 mm SL; Act. 支鳍骨; Cl. 匙骨; Co. 乌喙骨; Co-Sca. 肩喙软骨; Fp. 支鳍软骨; Pot. 后颞骨; Sca. 肩胛骨; Suc. 上匙骨. 比例尺: 0.1 mm (A, B) 0.5 mm (C) 1.0 mm (D, E, F, G). 打点区域表示软骨组织,空白区域表示硬骨部分。

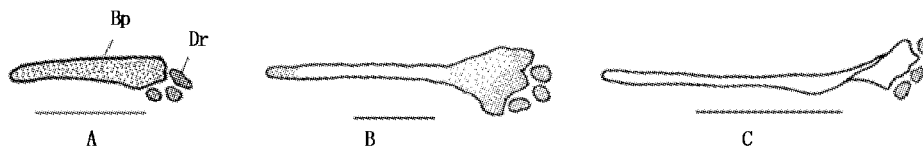


图2 刀鲚腰带发育

Fig. 2 Development of pelvic girdle in *Coilia nasus*

A. 16.3 mm SL; B. 26.5 mm SL; C. 33.9 mm SL; Bp. 支鳍骨; Dr. 担鳍骨; 比例尺: 0.5 mm(A, B) 1.0 mm(C); 打点区域表示软骨组织; 空白区域表示硬骨部分。

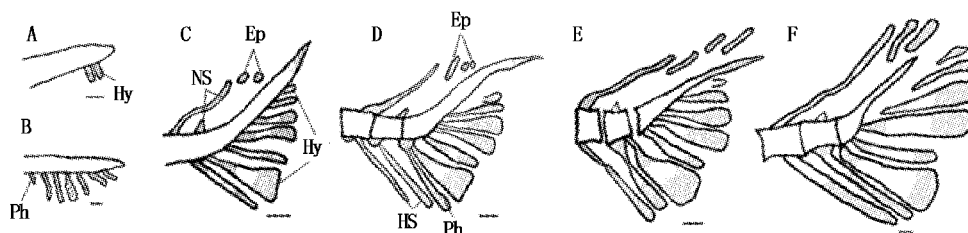


图3 刀鲚尾鳍支鳍骨发育

Fig. 3 Development of caudal fin supports in *Coilia nasus*

A. 11.5 mm NL; B. 12.4 mm NL; C. 16.3 mm SL; D. 20.1 mm SL; E. 23.4 mm SL; F. 33.9 mm SL; Ep. 尾上骨; Hs. 脉棘; Hy. 尾下骨; Ns. 髓棘; Ph. 侧尾下骨; 比例尺: 0.1 mm; 打点区域表示软骨组织; 空白区域表示硬骨部分。

2.4 背鳍支鳍骨、背鳍前支鳍骨

7.0 mm NL 个体的脊索中部已现 7 枚背鳍支鳍软骨(图 4A), 担鳍软骨随后出现(图 4B)。13.7 mm NL 个体的背鳍支鳍软骨和担鳍软骨全部形成, 第一背鳍支鳍软骨基部开始分叉, 最后一枚支鳍软骨末端向后形成横突。背鳍支鳍骨从前向后硬骨化, 每一支鳍骨从中部向两端硬骨化, 所有担鳍软骨在 33.9 mm SL 个体仍为软骨。背鳍前支鳍骨在 16.3 mm SL 个体出现 2 枚, 18.4 mm SL 个体增加到 5 枚(图 4E), 分别对应第 1 ~ 5 椎体。

在生长发育过程中, 背鳍支鳍骨的位置逐渐前移(图 4D-F), 第一背鳍支鳍骨基部最终移动至第 6 椎体背侧, 与背鳍前支鳍骨相接。

2.5 臀鳍支鳍骨

7.0 mm NL 个体首先观察到 14 枚臀鳍支鳍软骨(图 4A)。8.2 mm NL 个体第 6 ~ 14 枚支鳍软骨末端形成担鳍软骨(图 4B), 并以此为中心向前后两端发生(图 4E)。22.6 mm SL 个体已形成 94 枚臀鳍支鳍骨, 90 枚担鳍软骨。臀鳍支鳍骨由前向后硬骨化, 每一支鳍骨从中间向两端硬骨化(图 4F)。稚鱼阶段的臀鳍支鳍骨基本硬骨化完全, 但所有担鳍骨仍为软骨。

2.6 脊柱

包括尾杆骨在内, 脊椎数量为 77 ~ 80, 其中躯椎 15 枚。第 16 椎体脉弓合拢, 划分躯椎和尾椎(图 4E)。12.4 mm SL 个体第 1 至 45 椎体形成硬骨环。18.4 mm SL 个体所有椎体形成, 在脊椎 1/3 处发育程度最高, 依次向两端减小。22.6 mm SL 个体椎体硬骨化完全, 前后相接, 并出现椎体前、后突。脉弓先在脊索中部形成, 随后髓弓在脉弓对应位置出现, 两者皆以体中部为中心向前后两端发生。12.4 mm SL 个体最前端椎体形成髓弓, 并同时由最前端向后发生(图 4C, D), 成为第二个生长点。髓弓和脉弓(包括椎体横突)的硬骨化进程以体中部为中心向前后两端进行, 每一髓弓、脉弓、髓棘和脉棘从中部向基部和末端硬骨化。在 22.6 mm SL 个体第一椎体前方, 脑颅与第一髓弓之间出现一枚游离骨块(图 4F)。

2.7 腹肋

16.3 mm SL 个体腰带骨上方形成两枚短棒状软骨, 18.4 mm SL 个体可见 3 ~ 13 椎体腹侧对应 10 枚软骨质腹肋(图 4E), 22.6 mm SL 个体具 20 腹肋并由前向后硬骨化(图 4F)。

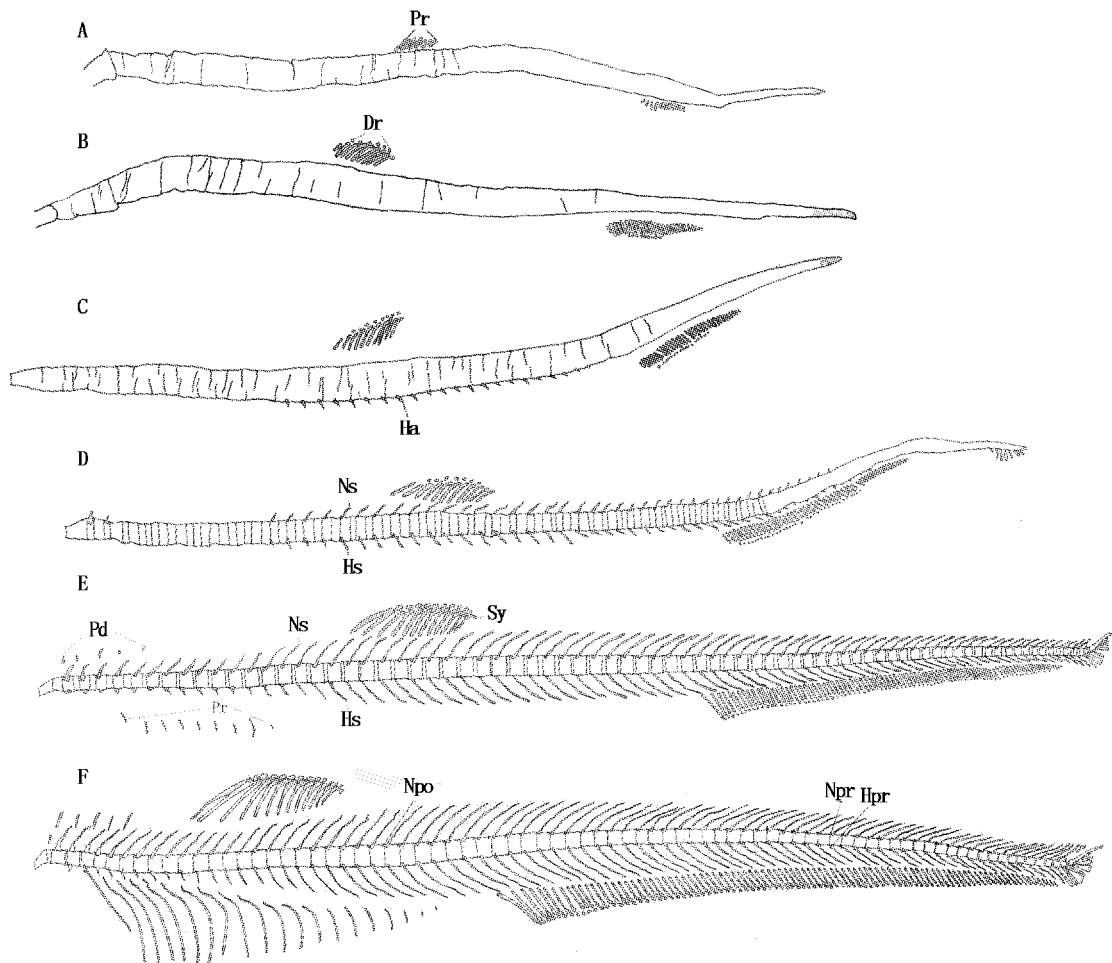


图4 刀鲚脊柱、背鳍支鳍骨、臀鳍支鳍骨、腹肋发育

Fig. 4 Development of vertebral column, dorsal and anal fin supports, pleural ribs in *Coilia nasus*

A. 7.0 mm NL; B. 8.2 mm NL; C. 9.7 mm NL; D. 12.4 mm NL; E. 18.4 mm SL; F. 22.6 mm SL. Dr. 担鳍骨; Ha. 脉弓; Hpr. 血管前神经突; Hs. 脉棘; Npo. 神经后关节突; Npr. 神经前关节突; Ns. 髓棘; Pd. 背鳍前支鳍骨; Pr. 腹肋; Sy. 横突; 打点区域表示软骨组织; 空白区域表示硬骨部分。

3 讨论

3.1 各发育阶段的骨骼发育适应性

刀鲚仔鱼在卵黄囊期(4.7 ± 0.77 mm)已开口,胸鳍原基已形成,各鳍无鳍条^[8],意味着刀鲚在卵黄囊完全吸收前已开始从外部摄食,进入内、外源混合营养时期,但鉴于其游泳器官未形成,仍以内源营养为主,外源营养作为补充。进入前弯曲期,匙骨和肩喙软骨出现,形成了胸鳍支鳍软骨、全部背鳍支鳍软骨、部分臀鳍支鳍软骨、全部尾下骨,脊索上开始形成硬骨环,髓弓和脉弓也开始出现,由此建立了初步的游泳能力,使仔鱼有效捕食和避敌成为可能。

弯曲期个体体表已经可以观察到鳞囊的存

在,但内骨骼的硬骨化程度还不高,臀鳍支鳍骨还未全部出现。张冬良^[8]等从外部形态上对此进行过分析,并提出以臀鳍条发育完全作为进入稚鱼期(21.08 ± 3.28 mm)的标志。本研究中,臀鳍支鳍骨全部形成的个体(22.6 mm)各部分骨骼都已形成,且硬骨化程度较高,椎体前后相接,外形与成鱼近似。因此,从骨骼发育的角度也支持了以臀鳍条作为进入稚鱼期的标志的可靠性。

从弯曲期仔鱼到稚鱼的发育过程中形成上匙骨、后颞骨、尾上骨、腰带、背鳍前鳍基骨、肋骨。椎体、脉弓和髓弓全部出现。此阶段躯干的加固和游泳器官的完善为快速游泳提供所需动力,扩大了索饵范围,提高了捕食效率,在食性的转变过程中起到重要作用。

3.2 刀鲚仔稚鱼骨骼发育的特殊性

GOODRICH^[19]研究鲱科鱼类提出左右肩喙骨在腹面联合,其作用是加固骨架的结构。这一特征存在于所有鲱形目鱼类。鲱科鱼类和鲱科鱼类肩带的骨骼构成有所区别。鲱科鱼类无后匙骨^[16],鲱科鱼类具鳞片状或长刺状突出的后匙骨^[17]。本研究刀鲚仔稚鱼的左右肩喙骨相联,无后匙骨,支持了其属于鲱科分类地位。

鱼类的尾下骨通常也会发生联合,其形式各异,是系统分类的重要特征。大麻哈鱼(*Oncorhynchus keta*)第1、2尾下骨基部联合;高体鲢鱼(*Rhodeus ocellatus ocellatus*)侧尾下骨与第1尾下骨基部联合;糙头小银汉鱼(*Atherion elymus*)除侧尾下骨及第1、2尾下骨基部联合外,第1、2尾下骨末端也具联合;阿部鲮虾虎鱼(*Mugilogobius abei*)第1、2尾下骨完全联合,但不与侧尾下骨联合^[20]。不同于上述鱼类,较低等的鲱形目鱼类中,正如鲱的侧尾下骨与第一尾下骨基部形成短暂软骨质桥接^[16],刀鲚的尾下骨联合程度也很低。

鲱^[16]、百慕大小公鱼(*Anchoiella choerostoma*)^[21]、刀鲚的尾上骨在发育过程中有形成联合的现象。发育早期具3枚尾上骨,在生长发育过程中第1、2尾上骨联合成为尾上骨1+2,直观观察便仅见2枚尾上骨。而鲱科的远东拟沙丁鱼3枚尾上骨未形成联合^[17]。较高等鱼类中,鲱小鲷(*Pagellus erythrinus*)^[22]、金色小叶齿鲷(*Microspathodon chrysurus*)^[2]、西大西洋笛鲷(*Lutjanus campechanus*)^[23]、真鲷(*Pagrus major*)^[1]3枚尾上骨也未形成联合。因此,虽然高等鱼类骨骼数量趋于减少,但尾上骨似乎是个例外。

鲱形目鱼类一般从第一尾下骨向前后硬骨化^[16]。刀鲚的侧尾下骨和第1尾下骨硬骨化程度非常接近,但明显高于其他尾下骨。

鲱科、鲱科鱼类的椎体发育方式具有共同性,远东拟沙丁鱼脊椎以第20椎体为中心向前后两端发育^[17]。鲱椎体发育的中心与远东拟沙丁鱼近似,除此以外,随着第一髓弓的出现从第一椎体向后发育^[16]。本研究显示刀鲚椎体的发育中心在体前中部,发育趋势相同。太平洋鲱^[14]、远东拟沙丁鱼^[17]、鲱^[16]的髓弓和脉弓与椎体的发育方向相反,先从脊索末端区域向前发

育,随后从最前方向后发育;大西洋后线鲱(*Opisthonema oglinum*)的髓弓和脉弓只从尾部向前发育^[24]。较高等的条纹狼鲈(*Morone saxatilis*)、美洲狼鲈(*M. americana*)^[25]、西大西洋笛鲷^[23]、真鲷^[26]、大黄鱼^[5]髓弓从最前端向后发育,脉弓则以体中部为发育的中心。刀鲚的髓弓和脉弓的发育方式与上述鲱形目鱼类截然不同,更接近高等鱼类。这可能是由于刀鲚身体延长,髓弓和脉弓首先从体中部生长能更好地支撑身体。

远东拟沙丁鱼与鲱在第一髓弓与脑颅之间皆具一枚游离骨块^[16-17],即独立髓弓(isolated neural arch)和脑颅后附属骨(postcranial accessory bone)。西大西洋笛鲷^[23]、条纹狼鲈、美洲狼鲈^[25]无此骨块,表明在高等鱼类中此骨块已经进化消失,仅存在于部分低等鱼类。

刀鲚的胸鳍支鳍骨、尾上骨、尾下骨、椎体发育的形态特征及背鳍支鳍骨的移动现象,都符合典型的鲱科鱼类特征,第一髓弓与脑颅之间存在的游离骨块也显示了刀鲚较低等的分类地位,而髓弓和脉弓的发育方式却较为高级。因此,刀鲚极有可能是进化过程中的一个过渡物种。

参考文献:

- [1] KOHNO H, Y TAKI, Y OGASAWARA, et al. Development of Swimming and Feeding Functions in Larval *Pagrus major* [J]. Japan J Ichthyol, 1983, 30(1):47-60.
- [2] POTTHOFF T, S KELLEY, V SAKSENA, et al. Description of Larval and Juvenile Yellowtail Damsel, *Microspathodon chrysurus*, Pomacentridae, and Their Osteological Development [J]. Bull Mar Sci, 1987, 40(2): 330-375.
- [3] DASILAO J C Jr, AMAOKA K Y. Development of the Vertebral Column and Caudal Complex in a Flyingfish, *Parexocoetus mento mento* Teleostei: Exocoetidae [J]. Ichthyol Res, 1998, 45(3): 303-308.
- [4] CLAUDIA J Dulcey Cala, Oscar A TARAZONA, Martha P RAMÍREZ-PINILLA. The Morphology and Post-Hatching Development of the Skull of *Bolitoglossa nicefori* (Caudata: Plethodontidae): Developmental Implications of Recapitulation and Repatterning [J]. Zoology, 2009, 112(3):227-239.
- [5] 王秋荣,倪玥莹,林利民,等.大黄鱼仔稚鱼脊柱、胸鳍及尾鳍骨骼系统的发育观察[J].水生生物学报,2010,34(3):467-472.
- [6] 张国祥,倪勇.上海鱼类志[M].上海:上海科学技术出版社,1990.
- [7] 程起群,李思发.刀鲚和湖鲚种群的形态判别[J].海洋

- 科学, 2004, 28(11): 39-43.
- [8] 张冬良, 李黎, 钟俊生, 等. 长江口碎波带刀鲚仔稚鱼的形态学研究[J]. 上海海洋大学学报, 2009, 18(2): 150-154.
- [9] 万全, 赖年悦, 李飞, 等. 安徽无为长江段刀鲚生殖洄游群体年龄结构的变化分析[J]. 水生态学杂志, 2009, 2(4): 60-65.
- [10] 葛珂珂, 钟俊生, 吴美琴, 等. 长江口沿岸碎波带刀鲚仔稚鱼的数量分布[J]. 中国水产科学, 2009, 16(6): 923-930.
- [11] 陈文银, 李家乐, 练青平. 长江刀鲚性腺发育的组织学研究[J]. 水产学报, 2006, 30(6): 773-777.
- [12] 张媛, 胡则辉, 周志刚, 等. 利用 RAPD-PCR 与 ISSR-PCR 标记技术分析长江口刀鲚的群体遗传结构[J]. 上海水产大学学报, 2006, 15(4): 390-397.
- [13] 杨金权, 胡雪莲, 唐文乔, 等. 长江口邻近水域刀鲚的线粒体控制区序列变异与遗传多样性[J]. 动物学杂志, 2008, 43(1): 8-15.
- [14] GWYN A M. The Development of the Vertebral Column of the Pacific Herring (*Clupea pallasii*) [J]. Fish Res Bd Can, 1940, 5(1): 11-22.
- [15] BALART E F. Osteological Development of the Hyobranchial Apparatus in *Engraulis japonicus* [J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1985, 51(4): 515-519.
- [16] BALART E F. Development of the Vertebral Column, Fins and Fin Supports in the Japanese Anchovy, *Engraulis japonicus* (Clupeiformes: Engraulidae) [J]. Bull Mar Sci, 1995, 56(2): 495-522.
- [17] MATSUOKA M. Osteological Development in the Japanese Sardine, *Sardinops melanostictus* [J]. Ichthyol Res, 1997, 44(3): 275-295.
- [18] DINGERKUS G, UHLER L D. Enzyme Clearing of Alcian Blue Stained Whole Small Vertebrates for Demonstration of Cartilage [J]. Stain Technol, 1977, 52(4): 229-232.
- [19] GOODRICH E S. On a New Type of Teleostean Cartilaginous Pectoral Girdle found in young Clupeids [J]. Linn Soc London Zool, 1920, 34(230): 505-509.
- [20] KOHNO H, Y TAKI. Comments on the Development of Fin-Supports in Fishes [J]. Japan J Ichthyol, 1983, 30(3): 284-290.
- [21] HOLLISTER G. Caudal Skeleton of Bermuda Shallow Water Fishes [J]. I. Order Isospondyli: Elopidae, Megalopidae, Albulidae, Clupeidae, Dussumieriidae, Engraulidae. Zoologica, 1936, 21(23): 257-290.
- [22] SFAKIANAKIS D G, KOUMOUNDOUROS G, DIVANACH P, et al. Osteological Development of the Vertebral Column and of the Fins in *Pagellus erythrinus* (L. 1758). Temperature Effect on the Developmental Plasticity and Morpho-Anatomical Abnormalities [J]. Aquaculture, 2004, 232(1-4): 407-424.
- [23] POTTHOFF T, KELLEY S, COLLINS L A. Osteological Development of the Red Snapper, *Lutjanus campechanus* (Lutjanidae) [J]. Bull Mar Sci, 1988, 43(1): 1-40.
- [24] RICHARDS W J, MILLER R V, HOUDE E D. Egg and Larval Development of the Atlantic Thread Herring, *Opisthonema oglinum* [J]. Fish Bull US, 1974, 72(4): 1123-1136.
- [25] RONALD A F. Early Osteological Development of White Perch and Striped Bass with Emphasis on Identification of Their Larvae [J]. Trans Am Fish Soc, 1980, 109(4): 387-406.
- [26] MATSUOKA M. Development of vertebral Column and Caudal Skeleton of the Red Sea Bream, *Pagrus major* [J]. Japan J Ichthyol, 1982, 29(3): 285-294.

Development of the vertebral column and the appendicular skeleton in the larvae and juveniles of *Coilia nasus*

CHEN Yuan-ge¹, XIA Dong¹, ZHONG Jun-sheng¹, ZHAO Sheng-long², ZHANG Yu¹

(1. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Marine Science College, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316004, China)

Abstract: The development of the vertebral column and the appendicular skeleton of *C. nasus* was described. A series of wild specimens 7.0 – 33.9mm were cleared and stained for both cartilage and bone. All the skeletons developed in following sequence: pectoral girdle, dorsal and anal fin supports, haemal arches, neural arches and hypurals, vertebra, pelvic fin supports, epurals, predorsal bones, pleural ribs. According to the observation, the postcleithra was absent in *C. nasus*. Coracoid-scapula cartilages were joined at ventral part. Parhypural connected to hypural 1 by temporary cartilage connection in specimen 20.1mm SL. The anterior epurals 1 and 2 fused together, resulting in a rod-like epural 1 + 2. An isolated neural arch was observed between neurocranium and first neural arch. The vertebral column developed both antieriad and posteriad center on the area ahead the middle section. All these characteristics were typical within engraulidid fish, except for the sequence of neural and haemal arches occurrence. The haemal arches started to develop both antieriad and posteriad from the middle part of notochord, and the neural arches also started to develop from the middle section and later also posteriad from just behind the head in specimen 12.4mm SL. This showed more similarity with higher fishes than fishes in Clupeiformes, thus *C. nasus* may be a transitional specie in evolution.

Key words: *Coilia nasus*; vertebral column; appendicular skeleton; osteological development