

研究简报

高体    咽齿个体发育过程及其系统学意义

刘焕章  单乡红  陈健波  
(中国科学院水生生物研究所, 武汉  430072)

STUDIES ON PROCESS AND SYSTEMATIC SIGNIFICANCE OF THE  
PHARYNGEAL TEETH DEVELOPMENT OF *RHODEUS OCELLATUS*

LIU Huan zhang, SHAN Xiang-hong and CHEN Jiar bo  
( Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

关键词: 高体    ; 咽齿; 个体发育; 系统学

Key words: *Rhodeus ocellatus*; Pharyngeal teeth; Ontogeny; Systematics

中图分类号: Q 171    文献标识码: A    文章编号: 1000- 3207( 2001) 01- 004

鱼类为 5- 5 齿式, 主行齿数目为最普通的形式。但    鱼类咽齿全部为单行, 没有 2 或 3 行咽齿存在, 咽齿的形态也表现出光滑和有锯齿的变异, 显示出一定的独特性。Nakajima 对琵琶湖中高体的咽齿替换过程作了简单描述<sup>[1]</sup>。由于方法和材料的限制, 在他的研究中没有早期的材料。本研究采用人工受精、孵化和室内养殖的方式, 从早期材料开始, 观察咽齿替换的模式和形态变化, 同时对比养殖情况下, 自然产卵在蚌内, 孵化发育后刚从蚌体游出的仔鱼材料, 分析高体    咽齿发育的系统学意义和生态适应。

1 材料与方法

- 1.1 取材 高体    [ *Rhodeus ocellatus* (Kner) ] 亲鱼采自湖北武汉, 经实验室饲养, 通过人工繁殖取得受精卵。常温下进行孵化、饲养。鱼苗一出膜即开始定时取材, 前 25d 每 24h 一次, 25d 以后每隔 1d、间隔 4d、间隔 8d 取材, 间隔时间随咽齿发育状况而定, 直至 61d。材料鱼及时用 4% 的福尔马林溶液固定。
- 1.2 制样 方法同单乡红<sup>[2]</sup>。
- 1.3 观察 用双筒显微镜和解剖镜观察。体长测量从吻端至最末一枚尾椎骨。
- 1.4 术语及名称 幼齿序号沿用 Nakajima 的方式表示。最先出现的一枚齿为 C<sub>0</sub>, 其后方出现的一枚齿为后齿 Pol, 其前方的齿为前齿, 依次记为 An1, An2, An3。同一时相出现的齿称为同一替换波。

收稿日期: 2000- 06- 19; 修订日期: 2000- 09- 30  
基金项目: 国家自然科学基金 39670101、49832010 资助。  
作者简介: 刘焕章( 1966- ), 男, 湖北省鄂州市人; 副研究员; 主要从事鱼类进化生物学研究。陈健波为华中农业大学水产学院 1997 年实习生。本研究得到乐佩琦、何舜平研究员帮助, 蔡鸣俊同志复墨插图, 特表谢意!

2 结果

2.1 咽齿替换过程

高体  咽齿的生长和替换同仔鱼的生长是呈正向相关的, 咽齿的生长及替换如图 1、表 1 所示。第 7d 在尚未骨化的条状角鳃骨上出现了第一颗咽齿, 位于角鳃骨中部 Ce0 齿位, 为初齿。第 9—11d, 第二颗齿出现在 Ce0 后方 Pol 位置, 第 12d 第三颗齿在 An1 位置出现, 到第 13d 已观察到 An1 和 Pol 逐渐趋于同步, 这两颗齿组成第二波替换齿。第 14—15d 在第二替换波齿上方 Ce0 和 An1 的前方长出了第四和第五颗齿, 为第三替换波齿, 此时位于 Ce0 齿位的第四颗齿将逐渐生长并向下着生到角鳃骨上, 老齿变小, 向背侧偏移, 替换掉原齿位的一代齿, 第四颗齿称为第一颗齿的替换齿。在第 16、18、21d, Pol、An1、An3 的位置分别出现了第六、七、八颗齿, 组成第四替换波齿, 到约 23d 仔鱼刚游出蚌内时, An3 齿才着生于咽骨上, 这代齿发育缓慢, 具成鱼咽骨形, 仔鱼体内卵黄基本耗尽。至此 Ce0、An2 和 Pol、An1、An3 五个齿位的交错替换规律已形成。当第七替换波齿着生时, 咽齿已达成体齿式。成体齿一行五枚, 由两列替换齿组成。1、3、5 为一替换波, 2、4 为另一替换波, 齿的替换是相邻齿位交错进行的, 为幼体齿替换过程的继续。咽齿发育过程如图 1。

2.2 咽齿的形态变化

齿胚刚出现时为胶质状, 外观尖锥形, 悬浮于下咽骨周围的结缔组织。稍后能染上色, 其骨化从尖端开始并向根部逐渐扩展, 直至完成齿的着生过程。

高体  仔鱼刚游出蚌时, 咽齿发育至长出完整的五枚齿, 与人工繁殖所得材料相对比, 同受精后 23d 的仔鱼咽齿发育较为一致, 体长 7.8mm; 此后 23d(出蚌时) 至 61d, 为咽齿向成体齿形态转换的时期, 41d 后咽齿替换进入成体齿的正常替换模式、到 61d 咽齿发育为成齿形态。高体  咽齿形态变化如图 2。

(1) 齿呈锥形, 略弯, 第一、二替换波齿属此形。(2) 齿具狭窄的咬合面, 齿面向后, 顶端稍尖, 第三、四替换波齿属此。(3) 齿顶端弯曲, 呈尖钩状, 从第五替换波齿开始。(4) 咬合面边缘具明显锯齿, 第六、七

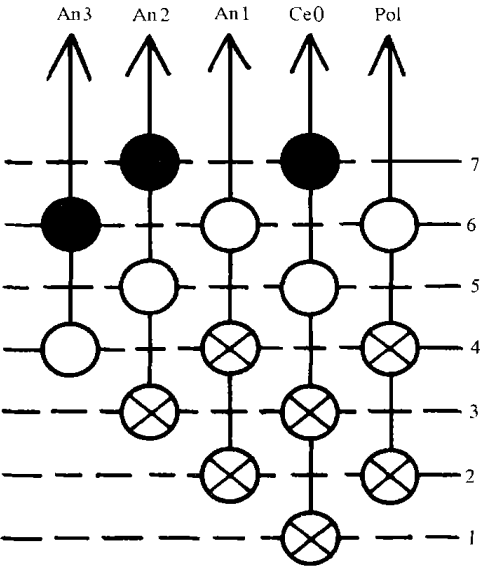


图 1 第七替换波时高体  咽齿的着生情况

Fig. 1 Replacement of pharyngeal teeth in

*Rhodeus ocellatus* at the 7<sup>th</sup> replacement wave

● 未着生咽齿 Teeth unankylosed

○ 着生咽齿 Teeth ankylosed ○ 脱落咽齿 Teeth shed

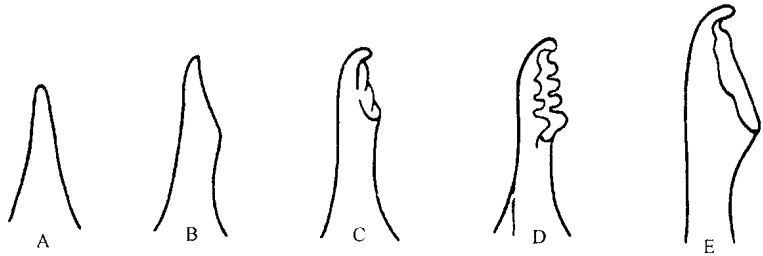


图 2 高体  咽齿发育的形态变化

Fig. 2 Morphological development of pharyngeal teeth in *Rhodeus ocellatus*.

A. 第 8d. 8 day, B. 第 23d. 23 day, C. 第 25d. 25 day, D. 第 35d. 35 day, E. 第 61d. 61 day

替换波齿。(5) 锯齿消失, 齿面较光滑, 第九替换波以后。

表 1 高体 咽齿的替换过程

Tab. 1 Replacement of pharyngeal teeth in *Rhodeus ocellatus*

受精后天数 Days after fertilization	体长(mm) Body length	样本数 Number of samples	咽齿替换过程 Replacement pattern	替换波 Replacement wave
1—5	3—6.3	各 2 尾	—	—
6	6.3—6.5	2	—	—
7	6.5—7.0	4	1.	1
8	6.5—7.0	4	1.	1
9	6.7—7.0	4	1. 1	2
10	7.0—7.1	4	1. 1	2
11	7.0—7.1	3	1. 1(2)	2
12	7.1—7.2	3	1. 2	2
13	7.1—7.3	3	1. 2	2
14	7.3—7.6	5	1. 2. 1	3
15	7.4—7.6	2	1. 2. 2	3
16	7.4—7.6	3	1. 2. 2. 1	4
17	7.6	3	1. 2. 2. 1	4
18	7.6—7.8	4	1. 2. 2. 2	4
19	7.6—7.8	5	1. 2. 2. 2	4
20	7.7—7.8	5	1. 2. 2. 2	4
21	7.7—7.8	4	— . 2. 2. 3	4
22	7.8	4	— . 2. 2. 3	4
刚游出蚌体	7.8	4	— . 2. 2. 3	4
24	7.8—8.0	5	— . . . 2. 3. 1	5
25	7.8—8.1	3	— . . . 2. 3. 2	5
29	8.1—8.3	5	— . . . 2. 3. 2. 1	6
35	8.4—9.0	3	— . . . . . 3. 2. 3	7
41	9.1—9.4	5	— . . . . . 3. 2. 3. 2	7
50	10.6—11.6	5	— . . . . . 3. 2. 3. 2	8
61	14—15.5	5	— . . . . . 2. 3. 2. 3(2)	9

3 讨论

3.1 咽齿替换的模式

Nakajima 总结了鲤科鱼类咽齿早期的替换模式并将其归纳为 4 种类型, 高体 属于其中的 A 型。单乡红对扁圆吻鲷咽齿的早期发育观察发现, 扁圆吻鲷咽齿的早期替换为基于 B、D 基础上的 E、F 型。对比诸多种类的研究结果发现咽齿早期替换模式的差异系统学意义不大, 其理由为: 1、在同一种类中存在有不同类型的多态性, 即不同的类型在同一种类中同时存在, 显示出它不具有独特性; 2、一般情况下, 早期咽齿替换的形式会有不同, 成体以后替换方式相同, 说明早期的选择压力不大, 向成体转化时选择压力较大, 因此早期替换形式的差异对成体齿的排列影响不大。

3.2 咽齿形态的发育过程

尽管鲤科鱼类成鱼的咽齿表现出各种形态, 但在早期, 它们的形态是相似的, 以后再发育成不同的形态, 并且咽齿形态的转换是同食性相关联的。朱元鼎认为在鲤科鱼类成体中, 肉食性的种类具有锥状的咽齿, 植物食性的种类咽齿为侧扁, 杂食性的种类咽齿形状则多样化。乐佩琦等列出了鲤科鱼类咽齿

发育的 7 个阶段和与之对应的种类<sup>[3]</sup>, 但是这一结果同现在的系统发育研究结果不相吻合, 说明咽齿的形态发育中趋同的因素很大。高体 成体咽齿光滑, 但在发育过程中的一段时间出现锯齿, 显示高体 是从咽齿有锯齿的种类演化而来的, 同时也说明以咽齿有无锯齿作为区分种类的标准有一定的局限性。

### 3.3 副行齿的意义

朱元鼎认为鲤科鱼类中 3 行齿为原始的状态, 副行齿的存在为一种原始特征。Nakajima 则认为副行齿的出现是一种新的特征。单乡红观察了扁圆吻鲷的副行齿的发育, 发现副行齿的替换遵循主行齿幼齿的替换规律, 而且副行齿的存在同咽骨的形态相关。 鱼类均没有副行齿存在, 从广泛比较的角度, 我们认为副行齿的缺失才是一种新的特征, 副行齿的缺失意味着主行齿的功能加强, 而且形态更加特化。

### 3.4 主行齿的枚数

主行齿的数目是鲤科鱼类中相对稳定的性状。最原始和最普遍的数目是 5, 在鲷亚科中为 6—7 枚, 在鲢、鳙鱼中为 4 枚, 在鲤亚科鲤属中为 3 枚。齿数减少时, 齿的体积变大, 齿数增加时齿变侧扁。这些变化都与不同的食性相适应的。高体 咽齿为 5 枚, 是原始性状。其主要的变化在咽齿的形状方面。

### 3.5 鲤科鱼类咽齿发育与演化的机制

对鲤科鱼类咽齿个体发育过程的研究表明, Edmund 和 Osborn 的学说联合起来解释了咽齿的发育机制, 即咽齿的替换是一波一波进行的, 但后一波齿的替换位置则受前一波齿的发育抑制的影响。事实上, 咽齿的发育不仅受前一波咽齿的影响, 它也受咽骨的发育的影响。在鱼体的发育过程中, 食性的转换使得肌肉的活动影响了咽骨的形态发育, 咽骨的形态制约着咽齿的发育, 并最终影响鲤科鱼类咽齿的系统演化, 这种演化包括咽齿的行数、主行齿的数目、主行齿的形状等方面的变化。

### 参考文献:

- [1] Nakajima T, et al. An analysis on the pattern of tooth replacement in the cyprinid fish, *Rhodeus ocellatus ocellatus* [J]. *Jap. J. Oral Biol.*, 1981, **23**(4): 893—895
- [2] 单乡红. 扁圆吻鲷(鲤科)下咽齿的个体发生及替换规律[J]. *水生生物学报*, 2001, **25**(1): 42—49
- [3] 乐佩琦、中岛经夫. 中国野鲮亚科鱼类-鲮鱼咽齿发育的研究[J]. *动物学研究*, 1994, **15**(增刊): 74—81
- [4] Nakajima T. The development and replacement pattern of the pharyngeal dentition in the Japanese Cyprinid fish, *Gnathopogon caenulascens* [J]. *Copeia*, 1979: 22—28
- [5] Nakajima T. Larval vs adult pharyngeal dentition in some Japanese cyprinid fishes [J]. *J. Dent. Res.*, 1984, **63**(9): 1140—1146
- [6] Edmund A G. Tooth replacement phenomenon in the lower vertebrates [J]. *Contr. Life Sci. Div. Roy. Ont. Mus.*, 1960, **52**: 1—190
- [7] Osborn J W. New approach to Zahnreihe [J]. *Nature*. 1970, **225**: 343—346