

# 版纳鱼螈牙齿的形态及发育

李家洲<sup>1</sup> 李桂芬<sup>1</sup> 罗德志<sup>0</sup> 蒙绍权<sup>1</sup> 姚锦仙<sup>2</sup>\*

(<sup>1</sup> 玉林师范学院化学与生物学系 玉林 537000; <sup>0</sup> 苍梧县沙头镇二中 苍梧 543117;

» 北京大学生命科学院 北京 100871)

**摘要:** 对我国特有的濒危珍稀两栖动物版纳鱼螈 (*Ichthyophis bannanicus*) 牙齿的形态及其发育进行了研究。结果表明,版纳鱼螈牙齿发生于口腔上皮的底层细胞。一颗完整的牙齿由齿冠、纤维环和肉茎三部分构成,为同型钉状双尖齿。牙齿在上、下颌均排列成两排,每个齿位着生 1~2 颗牙齿。齿位数和齿数通常上颌齿多于下颌齿,上颌舌侧齿多于唇侧齿,下颌唇侧齿多于舌侧齿。随着个体的生长发育,齿位数和齿数会在颌后部增加。亚成体和成体有大量换齿或脱齿现象。牙齿从着生稀疏、功能齿和替换齿夹杂着生趋向功能齿密集整齐着生。同时,将此研究结果与其他蚓螈类进行了比较和分析。

**关键词:** 版纳鱼螈; 牙齿; 形态; 发育

中图分类号: Q954 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2009)052-24-08

## Tooth Morphology and Development of *Ichthyophis bannanicus*

LI Jia2Zhou<sup>1</sup> LI Gui2Fen<sup>1</sup> LUO De2Zhi<sup>0</sup> MENG Shao2Quan<sup>1</sup> YAO Jin2Xian<sup>2</sup>\*<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Department of Chemistry and Biology, Yulin Normal University, Yulin 537000;

<sup>0</sup> Shatou Second Middle School in Cangwu County, Cangwu 543117;

» College of Life Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** The Yunnan Caecilian (*Ichthyophis bannanicus*) is the *Gymnophiona* species found only in China. Here we report the dentition of *I. bannanicus* at different developmental stages. The results show that the teeth of *I. bannanicus* are derived from the basal layer cells of the oral epidermis. A mature tooth has two parts linked by a fibrous ring, namely pedicel and crown. The teeth are homodont and nail-like with bicuspid. Both maxilla and submaxilla of the adult individuals have two teeth rows, and one or two teeth grow from each locus. But the numbers of teeth and loci in the maxilla are usual more than those in the submaxilla. Moreover, the number of lingual series teeth is more than that of labial series teeth in the maxilla, while opposite trend is observed in the submaxilla. The number and loci of teeth increase at the posterior jaw as individual grows. Numerous teeth are found in the state of replacement or abscission in the subadult and adult. Meanwhile, sparse attachment of the functional teeth interlaced with unfunctional teeth change to dense and regular attachment of functional teeth. We also compare the dentition of *I. bannanicus* with that of other caecilians.

**Key words:** Yunnan Caecilian (*Ichthyophis bannanicus*); Tooth; Morphology; Development

基金项目 广西科学基金项目(No. 桂科自 0832285);

\* 通讯作者, E-mail: jxyao@pku.edu.cn;

第一作者介绍 李家洲,男,副教授;研究方向:动物学; E-mail: ljz810@163.com.

收稿日期: 2009-02-23, 修回日期: 2009-04-25

版纳鱼螈(*Ichthyophis bannanicus*) 是两栖动物蚓螈目(*Gymnophiona*) 在中国的仅有代表, 为我国珍稀特有种, 目前仅见于云南、广东和广西的部分地区<sup>[1]</sup>。2000 年被列入 5 国家保护的有益的或者具有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录<sup>6 X</sup>, 2004 年 5 中国物种红色名录<sup>6</sup> 将其定为/ 近危 0 等级<sup>[2]</sup>。国外已有一些对其他蚓螈目动物牙齿的研究<sup>[3-6]</sup>, 但至今为止, 国内外尚没有关于版纳鱼螈牙齿的研究报道。本文采用传统的解剖学和组织学方法, 对版纳鱼螈牙齿进行形态学及其发育的研究, 为进一步研究版纳鱼螈牙齿的发育机制和生长规律积累资料, 并为分析其食性, 探讨我国版纳鱼螈的分类和进化地位提供基础信息。

## 1 材料与方法

111 材料 实验动物于 2005 年 7 月至 2008 年 2 月不同时期, 获自广西北流市六麻镇(地理坐标为: 东经 110b25c, 北纬 22b26c), 共 6 尾(表 1)。标本称体重、测体长后用 10% 福尔马林固定 1 ~ 2 d, 再用 60% 酒精保存, 待用。

### 112 方法

11211 整体标本的处理 将固定的标本头部

流水冲洗 24 h, 2% 氢氧化钾加入少量 5% 过氧化氢浸泡 6 h, 0.1% 茜素红染液染色 6 h, 甘油和水按 1B1 配制的透明液进行透明<sup>[3, 4, 7, 8]</sup>。染色后的牙齿使用装配 Leica DFC420 数码摄像头的 Leica S8AP0 体视显微镜观察拍照和测量。

11212 切片标本的制作 从鳃孔后 2 cm 处将头部切下, 浸入 5% 甲酸、5% 甲醛溶液脱钙 3 d, 按常规技术制成厚度为 5 μm 的组织切片, 改良的 Mallory 氏三色法染色<sup>[9]</sup>。BX51 奥林巴斯数码生物显微镜观察拍照和测量。

11213 扫描电镜观察 利用北京大学环境扫描电子显微镜(ESEM)(型号: Quanta 200FEG, 仪器编号: 0407723) 直接对版纳鱼螈牙齿进行电镜观察, 并进行记录和照相。

11214 牙齿发育阶段的划分 本研究参照 Lawson<sup>[5]</sup> 和 Wake<sup>[6]</sup> 对其他蚓螈类牙齿发育阶段的划分标准, 结合版纳鱼螈牙齿的发育情况与齿形变化特点, 确定了本文的划分标准(图 1): a 阶段齿指齿冠刚开始钙化的牙齿; b 阶段齿指釉质开始形成, 齿冠更长的牙齿; c 阶段齿指齿冠比 b 阶段齿长, 进一步钙化的牙齿(若属再生齿, 此阶段齿尚未进入脱落齿留下的空位); d 阶段齿指具有未钙化的透明肉茎的牙齿(若

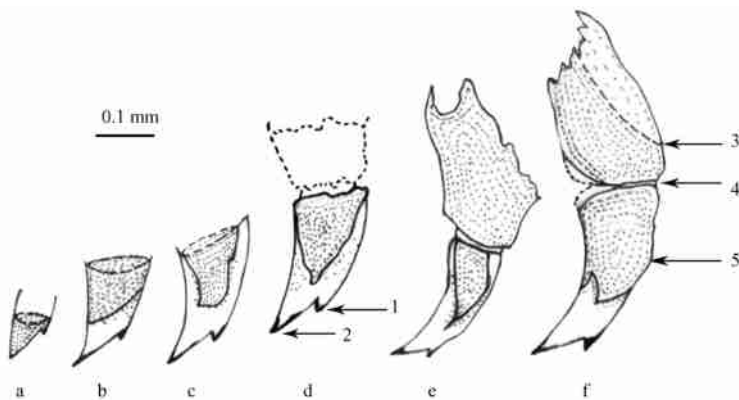


图 1 版纳鱼螈各发育阶段牙齿齿形

Fig. 1 The shape of teeth at different stages in the *Ichthyophis bannanicus*

11 次尖; 21 主尖; 31 肉茎; 41 纤维环; 51 齿冠。a. a 阶段齿; b. b 阶段齿; c. c 阶段齿; d. d 阶段齿; e. e 阶段齿; f. f 阶段齿。  
11 Minor cusp; 21 Major cusp; 31 Pedicel; 41 Fibrous ring; 51 Tooth crown. a. a stage of the tooth; b. b stage of the tooth; c. c stage of the tooth; d. d stage of the tooth; e. e stage of the tooth; f. f stage of the tooth.

属再生齿, 此阶段齿已进入脱落齿留下的空位); e 阶段齿指具有钙化肉茎的牙齿; f 阶段齿指肉茎被侵蚀的牙齿; g 阶段齿指脱落齿留下的残余或空位。与 Lawson<sup>[5]</sup> 的划分一样, 本文的 d 阶段齿已分化出了肉茎, 但没有发生钙化, 在染色标本中难以见到, 但在切片中可以见到这些长在脱落齿留下的残余旁的牙齿, 实际上已有肉茎。研究中没有发现 Wake<sup>[6]</sup> 提到的开始位置旋转的 c 阶段齿, 版纳鱼螈牙齿的旋转发生于进入脱落齿留下的空位之后。

## 2 结果与分析

### 2.1 1 牙齿的分布

版纳鱼螈上颌着生牙齿的骨骼是前颌骨 (premaxilla)、犁骨 (vomer) 和颌腭骨 (maxillopalatine)<sup>[10]</sup> (图版 Ñ: 1)。上颌着生的牙齿包括二列。一列由前颌骨和颌腭骨上的牙齿组成的唇侧齿排, 即前颌骨2颌腭骨齿系, 排布成 /C0形 (标本 1、2、3) (图版 Ñ: 1) 或 /U0形 (标本 4、5、6) (图版 Ñ: 2)。另一列与 Taylor<sup>[11]</sup> 对蚓螈的研究结果相似, 一个基本平行于唇侧齿排

的舌侧齿排, 由犁骨和颌腭骨上的牙齿组成, 即犁骨2颌腭骨齿系, 齿排呈 /V0形 (标本 1、2、3) (图版 Ñ: 1) 或 /U0形 (标本 4、5、6) (图版 Ñ: 2) 排列。两个齿系间为一个凹陷的槽。下颌着生牙齿的骨骼是齿骨<sup>[10]</sup>, 也具有两排牙齿, 齿骨前端向后凹陷形成一条纵沟, 沟两边的两条脊上着生牙齿, 排成两排基本平行的 /V0形 (标本 1、2) (图版 Ñ: 3) 或 /U0形 (标本 3、4、5、6) (图版 Ñ: 4)。无论是齿位数还是齿数, 在上颌, 通常唇侧齿少于舌侧齿, 下颌则相反。随着个体的生长, 齿位会在颌后部增加, 齿数也相应增加 (表 1)。根据版纳鱼螈牙齿的着生情况, 本研究以其上、下颌中线处的牙齿为起点, 沿颌向后数出的齿位为横坐标, 以牙齿的发育阶段为纵坐标, 绘出版纳鱼螈牙齿分布图 (图 2), 图中每一个黑点表示一颗牙齿, 绝大多数齿位有 2 颗不同发育阶段的牙齿; 少数齿位仅有 1 颗牙齿, 并且均为 d 阶段齿; 仅有一例齿位有 3 颗不同发育阶段的牙齿 (328 mm 标本右上颌唇侧第 8 齿位)。

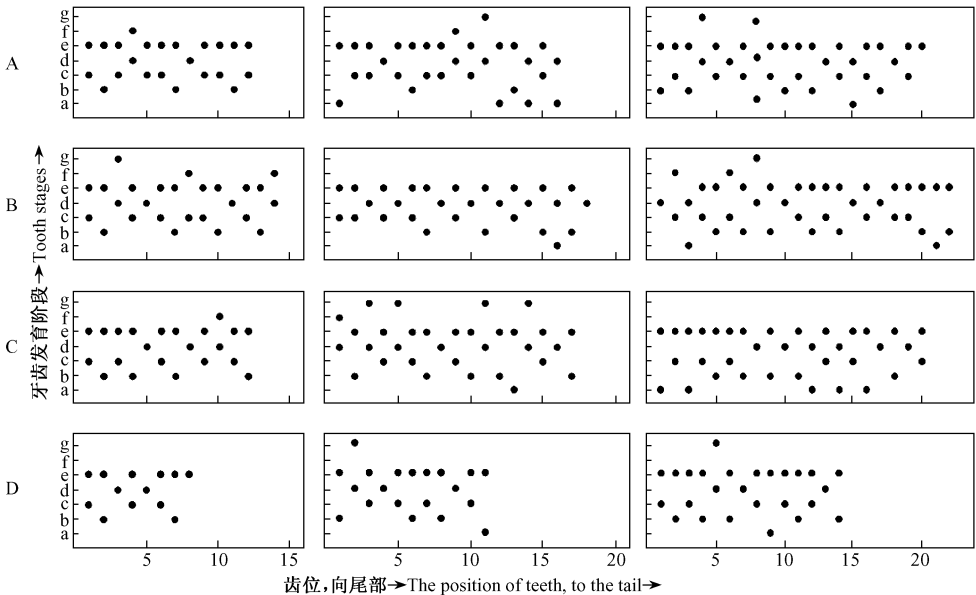


图 2 57 mm (左列)、182 mm (中列) 和 328 mm (右列) 标本齿位图

Fig. 2 Locus maps of teeth in 57 mm (left row), 182 mm (middle row) and 328 mm (right row) specimen

A. 右上颌唇侧; B. 右上颌舌侧; C. 右下颌唇侧; D. 右下颌舌侧。

A. The right upper jaw labial series; B. The right upper jaw lingual series; C. The right labial dentary series;

D. The right lingual dentary series.

表 1 版纳鱼螈的齿位和齿数

Table 1 The position and number of teeth in *Ichthyophis bannanicus*

标本号 Specimen No.	性别 Sex	体长 Length (mm)	齿位P齿数 Position Number of teeth			
			上颌唇侧	上颌舌侧	下颌唇侧	下颌舌侧
			Upper jaw labial series	Upper jaw lingual series	Labial dentary series	Lingual dentary series
1	a	57	24P46	28P51	24P42	16P25
2	a	80	26P48	30P52	24P44	19P28
3	·	142	30P50	34P56	28P47	22P32
4	a	182	33P61	37P62	34P62	22P38
5	·	230	35P63	39P68	34P63	24P43
6	·	328	40P76	44P80	40P72	28P51

**212 牙齿的形态** 版纳鱼螈的牙齿为同型钉状双尖齿, 大尖(主尖)在内, 小尖(次尖)在外, 呈弧形弯向口腔(图版  $\tilde{N}$ : 5, 6), 侧生于骨的舌面。一颗完整的牙齿由齿冠、纤维环和肉茎三部分组成(图版  $\tilde{N}$ : 7, 8)。肉茎上部近似圆柱形, 下部不整齐, 舌面比唇面稍长。牙齿的体积随着牙齿的生长发育而增大; 其着生角度随着牙齿的生长发育而发生改变: 早期替换齿的指向与功能齿指向近于垂直, 随着发育成熟, 逐渐发生约 90° 的旋转而与功能齿的指向平行(图版  $\tilde{N}$ : 5)。功能齿朝向口腔内弯曲成弧形, 替换齿稍直。

### 213 牙齿的发育

**21311 不同发育阶段的版纳鱼螈牙齿 57 mm 标本(幼体)** 上颌唇侧齿系呈/C0形, 舌侧齿系呈/V0形。两齿系在犁骨与颌髁骨接合处相交, 唇侧齿系终结, 舌侧齿系继续向后方延伸 2 个齿位, 下颌齿呈两排平行的/V0形排列, 唇侧齿向后方延伸 4 个齿位。牙齿短小、柔软、微弯、排列紧密。

142 mm 标本(幼体) 上颌唇侧齿呈/C0形排列, 舌侧齿呈/V0形排列, 舌侧齿向后方延伸 2 个齿位。齿间距较 57 mm 标本的稍大, 唇侧齿系的功能齿弯曲程度也较大, 牙体短而粗, 着色深, 说明牙齿的钙化程度增高, 牙齿尖端弯曲朝向口腔中央。两个齿排都有连续的功能齿与 d 阶段齿交替排列的现象。下颌齿呈双/U0形排列, 舌侧齿系齿间距均匀, 唇侧齿向后方延伸 3 个齿位。牙齿形态与上颌齿相似, 随着向后延

伸牙体逐渐变小。因此不同齿位上形态相同而大小不同的两颗齿可能处于牙齿发育周期中的同一阶段。两齿系中, 同一齿位的两颗牙齿一般都相距两个发育阶段。

182 mm 标本(亚成体) 上颌齿已变为两个平行的/U0形齿排, 舌侧齿系向后方延伸 2 个齿位, 功能齿排列整齐、均匀, 着色深, 几乎全为 e 阶段齿, 功能齿与非功能齿呈现出明显的交替排列现象(图 2)。下颌齿也呈双/U0形平行排列, 唇侧齿以中线呈对称分布, 舌侧齿的齿位较少, 两齿排相交后唇侧齿向后延伸 6 个齿位。

328 mm 标本(成体) 上颌功能齿如同钉子一样着生, 舌侧齿曲度较大, 齿冠尖细, 基部大。唇侧齿系中线处功能齿整齐, 舌侧中线处功能齿少, 正被替换齿所替换, 舌侧齿向后方延伸 2 个齿位。下颌齿着色深, 排列紧密, 分布较对称, 中线处功能齿整齐, 替换齿紧贴着同一齿位上的功能齿。功能齿齿尖指向咽喉部, 着生较幼体和亚成体的都稳固。唇侧齿向后方延伸 6 个齿位。在右上颌唇侧第 8 齿位上, 可见同时存在三颗齿的现象, 其中 g 阶段齿是脱落齿留下的半个弧形残余, d 阶段齿已指向咽中央, 肉茎虽未着色, 但已依稀可见, 说明 g 阶段齿将消失, d 阶段齿将发育为 e 阶段齿; a 阶段齿只比一般 b 阶段齿略小, 说明 a 阶段齿将发育为 b 阶段齿。

综合以上结果, 随着个体的发育, 上颌牙齿的排布从/C+U0形转变为双/U0形, 下颌牙齿的排布则由双/V0形转为双/U0形; 上下颌的

齿位、齿数总体趋向增加, 牙齿体积增大, 弯曲度增加; 牙齿从着生稀疏、功能齿和替换齿夹杂着生趋向功能齿密集整齐着生。

**21312 牙齿的组织学发育** 版纳鱼螈的牙齿起源于口腔上皮的底层细胞。在牙齿发生时, 这些细胞分裂增生, 数量增加, 凹进上皮下的结缔组织, 形成牙板, 牙板末端形成一个杯状的结构。随后杯状结构加深, 装入大量伸长的中胚层细胞, 形成中胚层乳突, 并且分化为内层和外层牙板层(图版  $\tilde{N}$ : 9)。之后在中胚层乳突之上产生一个圆锥形前期牙本质层, 它是牙质细胞层的开始。这一阶段之后是牙蕾的稍微伸长, 以及次齿尖的发育。由于前期牙本质在主、次两齿尖上不断形成, 使齿尖不断增长。同时, 内层牙板产生了一薄层釉质, 前期牙本质被釉质所覆盖。随后, 牙蕾进一步伸长, 接着齿冠的牙质产生, 下部牙质也很快产生, 形成牙齿的肉茎。纤维环在牙齿发育的早期已形成(图版  $\tilde{N}$ : 10)。在肉茎形成的时候, 连接牙齿与上皮的牙板断开, 牙齿开始长出牙床, 紧接着进入功能齿位置, 牙齿指向也发生旋转, 之后固着在骨骼上, 替换原来的牙齿, 成为功能齿。在此过程中部分肉茎并不完全钙化, 即使是在成熟的牙齿中, 肉茎下部也只是部分完全钙化而与骨骼愈合, 未钙化的部分始终与周围结缔组织保持连接(图版  $\tilde{N}$ : 8)。受侵蚀后的牙齿, 通常齿冠脱落, 这意味着侵蚀可能会损坏纤维环。肉茎的侵蚀发生在基部, 首先从舌面开始, 之后逐渐侵蚀到唇面的肉茎边缘。

**21313 对各阶段牙齿比例的分析** 一般地, 每一个齿位上拥有一颗功能齿(多为 e 阶段齿)和一颗替换齿(多为 c 阶段齿)。同一齿位上的两颗齿, 相差约 2 个阶段。全部测试标本各阶段齿数所占比例的统计结果见图 3。不同发育阶段个体中牙齿各发育阶段齿数所占比例的趋势也与此基本一至。从图 3 可以看出, 处在 c 和 e 阶段的牙齿数量最多, 说明在牙齿发育周期中, 在这两个阶段所经历的时间最长。相反, 牙齿的发生及牙齿受侵蚀、替换所经历的时间则很短。

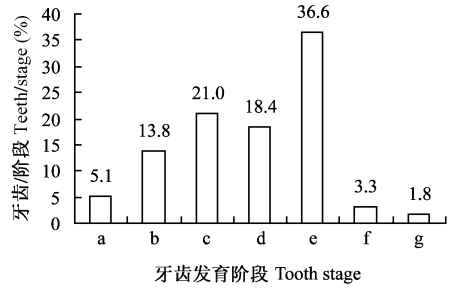


图 3 版纳鱼螈各发育阶段牙齿所占的百分比

Fig. 3 Percentages of teeth at various stages in *Ichthyophis bannanicus*

### 3 讨论

**311 版纳鱼螈牙齿与其他蚓螈类牙齿的形态比较** 版纳鱼螈的牙齿可分为近基部的肉茎和上端的齿冠, 它们通过一个明显的未钙化的纤维环所连接。齿冠的形态与卵生种类地下蚓属的 *Hypogeophis rostratus*<sup>[3]</sup> 相似, 为双尖形。不同的是 *H. rostratus* 的齿冠只是微微弯曲, 而版纳鱼螈的齿冠弯曲度较大。据 Kupfer<sup>[2]</sup> 等报道, 一个以母体的皮肤为食, 从卵生种类向卵胎生种类进化的过渡种, 布蚓属的 *Boulengerula taitanus*, 其幼体(57 mm)为三尖齿, 成体既有单尖齿, 也有双尖齿, 齿冠的弯曲程度与版纳鱼螈的相似。另据 Wake<sup>[6]</sup> 报道, 一个卵胎生种类墨西哥蛇皮蚓(*Dermphis mexicanus*)的牙齿在胎儿时期为多尖形, 在出生后则替换为单尖齿。本研究所观察到的版纳鱼螈的牙齿, 从幼体到成体自齿冠形成至换齿脱落都是双尖齿。

牙齿在捕食和完成吞咽动作中发挥作用, 它的曲度可能与食性有关<sup>[6]</sup>。大部分陆生蚓螈类都是利用上下颌来捕获食物, 版纳鱼螈主要以蚯蚓等小动物和浮游生物为食, 而且喜吞食活的生物, 弯曲的牙齿可有效防止张嘴吞咽时猎物挣扎逃脱。

**312 版纳鱼螈牙齿与其他蚓螈类牙齿在发育上的比较** 版纳鱼螈牙齿的组织学发育过程与 Lawson<sup>[5]</sup> 对 *H. rostratus* 的研究结果基本相同。*H. rostratus* 是一个拥有与所有成体蚓螈相类似齿系的卵生物种<sup>[6]</sup>。本研究也发现 Lawson<sup>[5]</sup> 所

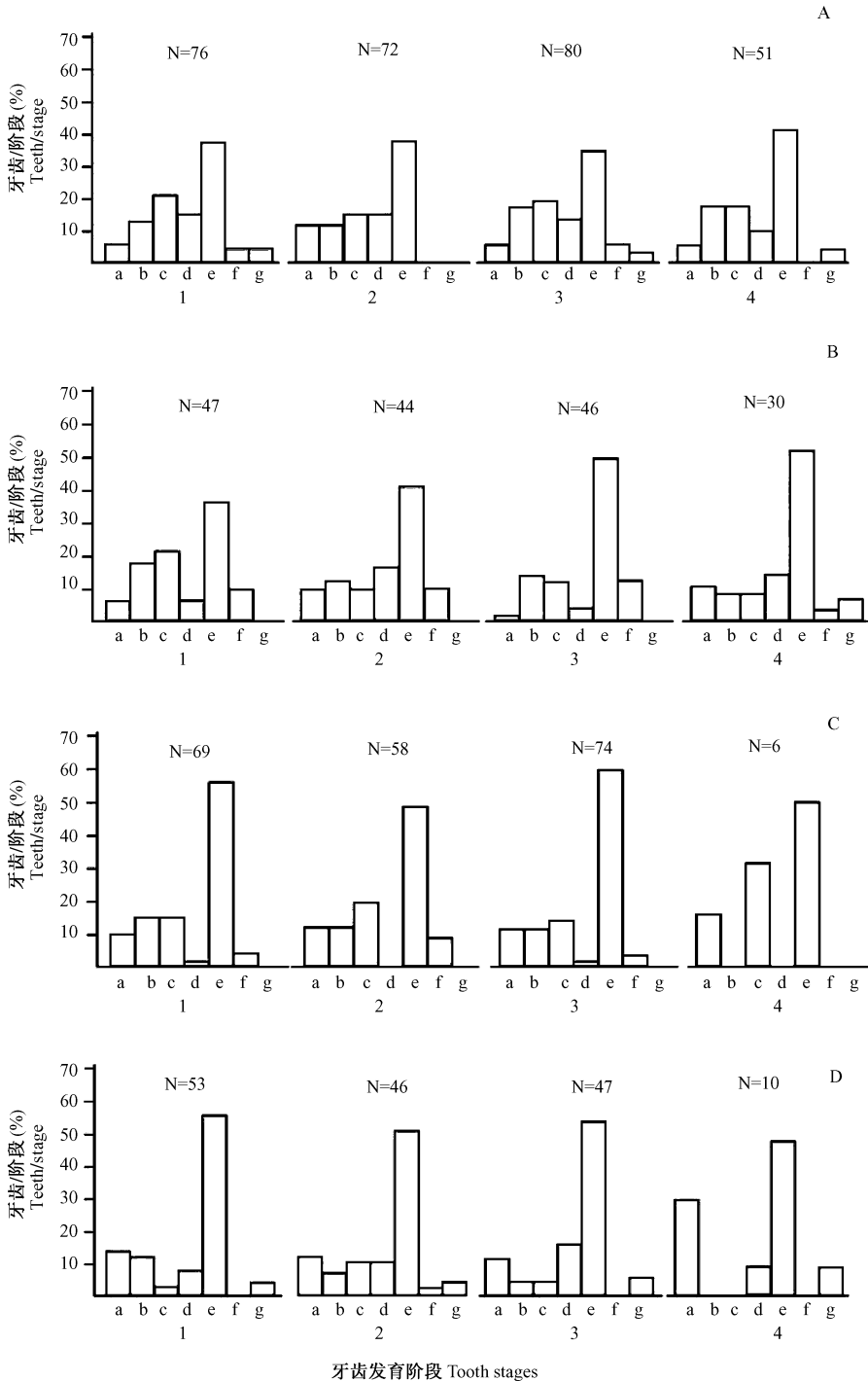


图 4 几种蚓螈类成体牙齿各发育阶段齿数所占比例

Fig. 4 Percentages of teeth at various stages in adult caecilians

A. 版纳鱼螈(328 mm); B. 塞使土蚓(300 mm)<sup>[6]</sup>; C. 多褶裸蚓(389 mm)<sup>[6]</sup>; D. 扁尾盲游螈(368 mm)<sup>[6]</sup>. 1| 上颌唇侧; 2| 下颌唇侧; 3| 上颌舌侧; 4| 下颌舌侧; N. 该齿排的齿数。

A. *Ichthyophis bannanius* (328 mm); B. *Geotrypetes seraphini* (300 mm)<sup>[6]</sup>; C. *Gymnopsis multiplicata* (389 mm)<sup>[6]</sup>; D. *Typhlonectes compressicauda* (368 mm)<sup>[6]</sup>. 1| The upper jaw labial series; 2| The labial dentary series; 3| The upper jaw lingual series; 4| The lingual dentary series; N. Number of teeth in the row.

说的那种肉茎完全未钙化、几乎没着色的牙齿,但数量极少,所观察到少量部分钙化的肉茎着色也较浅,其余大多数为染色较深的牙齿(着色越深钙化程度越高),据此我们认为,版纳鱼螈牙齿肉茎发生钙化所经历的时间很短。此外,在发育过程中,齿冠的形态没有发生大的变化,这都与 Wake<sup>[4]</sup> 描述卵生种类牙齿的发育情况相类似。

版纳鱼螈牙齿着生角度的转变发生于牙齿进入空位向固着齿转变的过程,图版 5 中所显示的三颗牙齿,其着生角度的变化,很好地呈现了这个连续的过程。在这方面不同于 Wake<sup>[6]</sup> 对扁尾盲游螈 (*Typhlonectes compressicauda*) 和多褶裸蚓 (*Gymnopsis multiplicata*) 牙齿发育的描述,即牙齿在进入空位前就开始了旋转。

从成体牙齿各发育阶段齿数所占比例看(图 4),版纳鱼螈成体 (328 mm) 的齿数比例与 Wake<sup>[6]</sup> 报道的卵胎生塞使土蚓 (*Geotrypetes seraphini*) 成体 (300 mm) 的齿数比例类似,而与卵胎生的多褶裸蚓成体 (389 mm)、扁尾盲游螈成体 (368 mm) 的齿数比例相差比较大。

参 考 文 献

[ 1 ] 赵尔宓. 中国濒危动物红皮书 (两栖类和爬行类). 北

京: 科学出版社, 1998, 2.  
 [ 2 ] 汪松, 解焱主编. 中国物种红色名录 (第一卷 红色名录). 北京: 高等教育出版社, 2004, 190.  
 [ 3 ] Lawson R. The Teeth of *Hypogeophis rostratus* (Amphibia, Apoda) and tooth structure in the Amphibia. *Proc Zool Soc London*, 1965, 145: 321~ 326.  
 [ 4 ] Wake M H, Wurst G Z. Tooth crown morphology in caecilians (Amphibia: Gymnophiona). *J Morphol*, 1979, 159: 331~ 342.  
 [ 5 ] Lawson R. The development and replacement of teeth in *Hypogeophis rostratus* (Amphibia, Apoda). *Journal of Zoology*, 1965, 147: 352~ 362.  
 [ 6 ] Wake M H. The development and replacement of teeth in viviparous caecilians. *J Morphol*, 1976, 148(1): 33~ 63.  
 [ 7 ] 杨丽萍, 杨幼明, 杨钧等. 黄芩对大鼠胚胎致畸作用的观察. *中国比较医学杂志*, 2003, 13(3): 155~ 158.  
 [ 8 ] 李勇, 王维林, 袁正伟等. 一种简捷可靠的胎鼠骨和软骨双重染色技术. *中国医科大学学报*, 2004, 33(2): 189~ 190.  
 [ 9 ] 王平, 曹焯, 樊启昶等. 简明脊椎动物组织与胚胎学. 北京: 北京大学出版社, 2004, 231~ 232.  
 [ 10 ] 蒙绍权, 李桂芬, 黄鸿宣等. 版纳鱼螈的骨骼系统. *动物学杂志*, 2006, 41(4): 100~ 106.  
 [ 11 ] Taylor E H. *The Caecilians of the World: A Taxonomic Review*. Lawrence: Univ Kansas Press, 1968, 24.  
 [ 12 ] Kupfer A, Mueller H, Antoniazzi M M, et al. Parental investment by skin feeding in a caecilian amphibian. *Nature*, 2006, 440: 926~ 929.

图 版 说 明

11 142 mm 标本上颌; 21 328 mm 标本上颌; 31 80 mm 标本下颌; 41 328 mm 标本下颌; 51 逐渐旋转的三颗牙齿(箭头示); 61 牙齿形态扫描电镜图; 71 功能齿外形图; 81 功能齿切片; 91 早期发育的牙胚; 101 纤维环形成初期切片。

Explanation of Plate

11A maxillary of 142 mm specimen; 21A maxillary of 328 mm specimen; 31A submaxilla of 80 mm specimen; 41A submaxilla of 328 mm specimen; 51 Threeteeth with gradual position rotation (arrow); 61 Dental morphology revealed by scanning electron microscopy; 71 Outside view of the functional teeth; 81 Section of a functional teeth; 91A tooth at early development stage; 101 Section of a teeth in maxillary at early stage with fibrous ring.

ac. 主尖; ad. 下颌唇侧齿; am. 颌腭骨上的唇侧齿; b. 骨骼; ct. 齿冠; d. 牙板; dt. 脱落齿残余部分; ed. 牙板外层; f. 纤维环; ic. 次尖; id. 牙板内层; ld. 下颌舌侧齿; lm. 颌腭骨上的舌侧齿; mc. 中腭腔; o. 成牙质细胞; oe. 口腔上皮; pe. 肉茎; pr. 前颌骨上的牙齿; tl. 上颌唇侧齿; tm. 上颌舌侧齿; v. 犁骨上的牙齿。

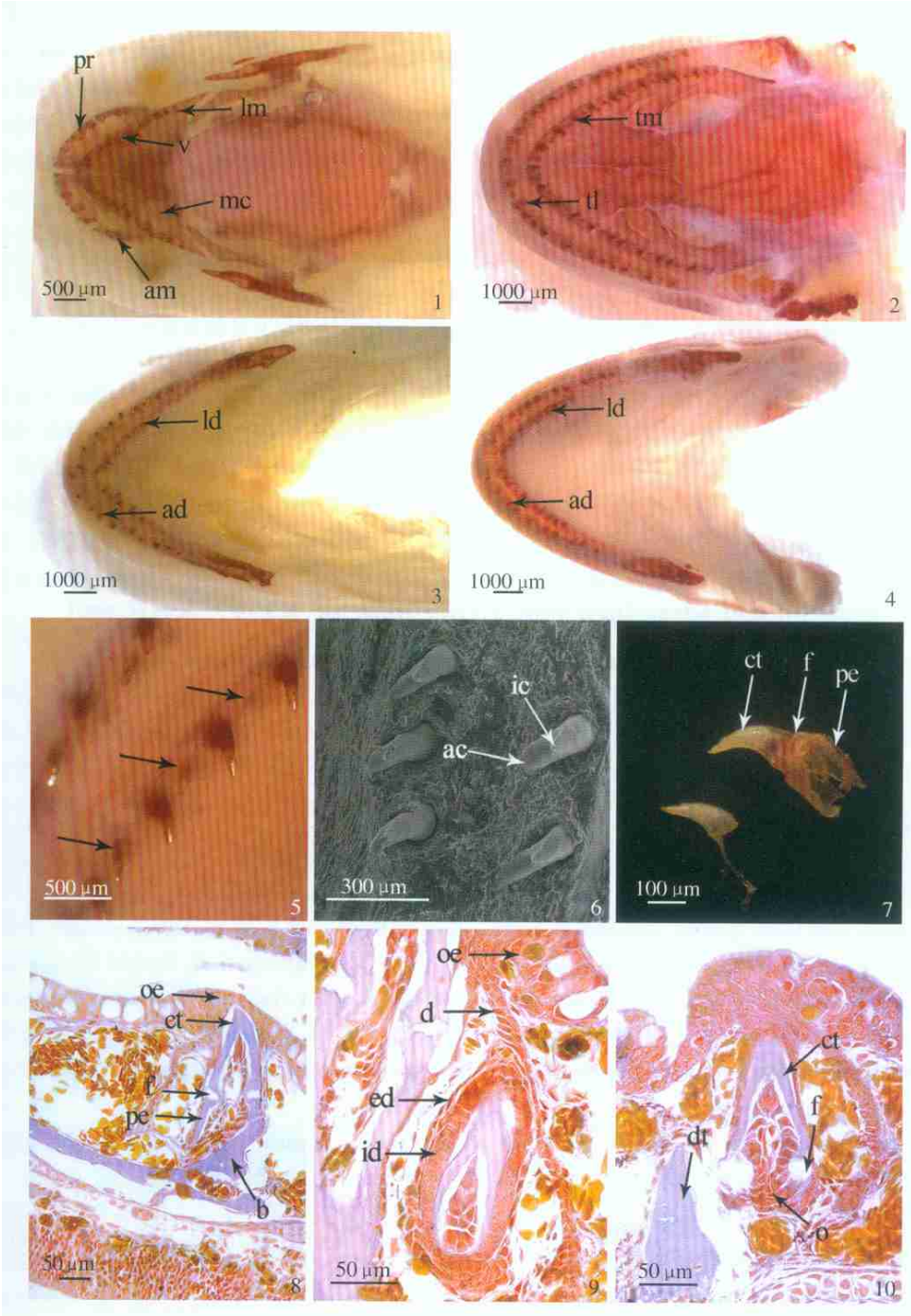
ac. Major cusp; ad. The tooth in labial series on dentary; am. The tooth in labial series on maxillopalatine; b. Bone; ct. Crown of tooth; d. Dental lamina; dt. A part of deciduous teeth; ed. External dental lamella; f. Fibrous ring; ic. Minor cusp; id. Internal dental lamella; ld. The tooth in lingual series on dentary; lm. The tooth in lingual series on maxillopalatine; mc. Mediopalatal cavity; o. Odontoblasts; oe. Oral epithelium; pe. Pedicel; pr. The tooth on premaxillary; tl. The tooth in labial series on maxillary; tm. The tooth in lingual series on maxillary; v. The tooth on vomer.

李家洲等: 版纳鱼螈牙齿的形态及发育

图版 Ñ

LI Jia2Zhou et al. : Tooth Morphology and Development of *Ichthyophis bannanicus*

Plate Ñ



图版说明见文后