

挂榜山小鲵成体和亚成体舌器的形态特征

熊建利^{①②} 孙平^① 朱文文^① 刘秀英^{③④}

(^① 河南科技大学动物科技学院 洛阳 471003;

^② 四川大学生命科学学院 生物资源与生态环境教育部重点实验室 成都 610064;

^③ 河南科技大学农学院 洛阳 471003;

^④ 中南林业科技大学林业遥感信息工程研究中心 长沙 410004)

摘要:以透明骨骼双色法对挂榜山小鲵(*Hynobius guabangshanensis*)成体和亚成体舌器的形态特征进行观察和详细描述。结果表明,在成体中,下舌软骨中部交叉;角舌软骨末端被第一下鳃骨和第一角鳃骨的愈合体遮盖;具有基鳃软骨角状突;第二角鳃骨骨化;尾舌骨骨化,呈“一”字形。在亚成体中,下舌软骨中部未交叉;第一下鳃骨和第一角鳃骨单独存在;无基鳃软骨角状突;第二角鳃骨未骨化;具有第三、第四对角鳃骨,且均为软骨;尾舌骨未骨化,成“1”字形。这些形态特征的改变可能由舌器在成体和亚成体阶段的功能所引起。

关键词:小鲵科;成体;亚成体;舌器;形态特征

中图分类号:Q954 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2010)02-138-05

The Morphological Features of Hyobranchial Apparatus in Adult and Subadult *Hynobius guabangshanensis*

XIONG Jian-Li^{①②} SUN Ping^① ZHU Wen-Wen^① LIU Xiu-Ying^{③④}

(^① *Animal Science and Technology College, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003;*

^② *Key Laboratory of Bio-resources and Eco-environment, Ministry of Education, College of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu 610064;*

^③ *College of Agriculture, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003;*

^④ *Research Center of Forestry Remote Sensing and Information Engineering, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China)*

Abstract: The hyobranchial apparatus features of adult and subadult *Hynobius guabangshanensis* were observed by clearing and double-staining method. In adult, the middle of hypohyal was crossed; the end of ceratohyal was covered by a complex of hyobranchial I and ceratobranchial I; basibranchial plate was present; ceratobranchial II was ossified; urohyal was also ossified and showed a “一” shape. In subadult, the middle of hypohyal was not crossed; hyobranchial I and ceratobranchial I were present separately; basibranchial plate was not presented, ceratobranchial II was not ossified; ceratobranchial III and ceratobranchial IV were present, and both were cartilage; urohyal was not ossified and showed a “1” shape. These changes of morphological characters may be caused by the function of hynobranchial apparatus in adult and subadult.

Key words: Hynobiidae; Adult; Subadult; Hynobranchial apparatus; Morphological features

基金项目 国家自然科学基金项目(No. 30900138),河南科技大学博士科研启动基金项目(No. 09001367),中南林业科技大学林业遥感信息工程研究中心开放性研究基金课题(No. RS2008k01);

第一作者介绍 熊建利,男,博士;研究方向:动物系统与进化,野生动物保护与自然保护区管理;E-mail: xjlpanda@126.com。

收稿日期:2009-07-28,修回日期:2009-12-18

挂榜山小鲵 (*Hynobius guabangshanensis*) 隶属有尾目 (Urodela) 小鲵科 (Hynobiidae) 小鲵属, 是沈猷慧等根据湖南祁阳挂榜山标本而命名^[1]。挂榜山小鲵为中国特有种, 分布区极其狭窄, 数量较少, 仅分布于湖南祁阳县挂榜山林场。由于缺乏受危状态、生态要求等资料, Xie 等将其列为数据缺乏的物种^[2]。有关挂榜山小鲵的研究目前集中于生物学和资源保护^[3]、胚胎发育^[4]、繁殖生态^[5]、核型^[6]等方面; 而舌器 (hynobranchial apparatus) 的特征未见报道。在有尾目中, 舌器的形态特征不仅在分类学中是重要的分类特征, 而且在系统进化和适应进化研究中也具有重要意义。相关研究主要集中在无肺螈科物种^[7-13]; 而作为有尾目中第三大科的小鲵科^[14]则仅见零星报道^[15-21], 且稀有专门对舌器的研究^[22]。本文对挂榜山小鲵成体与亚成体舌器的形态特征进行观察和详细描述, 旨在探讨成体和亚成体舌器形态特征的差异, 为探讨物种的分类和形态特征的功能、演化提供基础资料。

1 材料与方法

本研究共用挂榜山小鲵标本 9 只, 其中成体 7 只 (编号 SCUM051201XJL ~ SCUM051207XJL); 亚成体 (完成变态, 外鳃完全吸收) 2 只 (编号 SCUM051221XJL、SCUM051222XJL)。成体于 2005 年 11 月 25、26 日采自模式产地湖南祁阳县挂榜山林场 (26. 37. 755°N, 111. 58. 106°E; 海拔 720 m), 全长 105. 49 ~ 153. 31 cm; 亚成体则由与成体同时采集的 2 对卵袋带回实验室孵化、饲养至亚成体, 全长分别为 58. 65 cm、60. 21 cm。将标本固定后利用透明骨骼双色法^[23]将舌器制作成透明骨骼, 然后在 LEICA MZ6. 9 解剖镜下进行观察, 并拍照。舌器术语采用 Reilly 等^[13]的术语。

2 结果

2.1 成体 成体舌器由 8 部分组成, 大部分为软骨, 仅小部分为硬骨 (图 1)。

下舌软骨 (hypohyal) 一对, 为细软骨条; 前

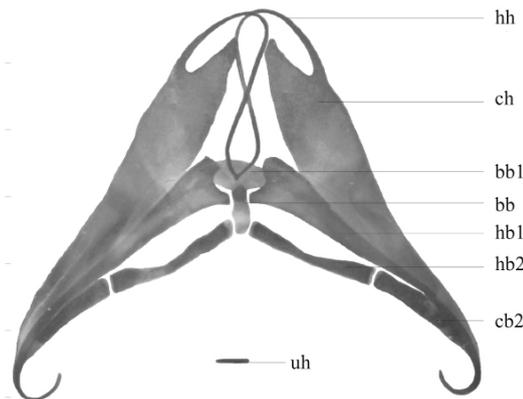


图 1 成体挂榜山小鲵舌器

Fig. 1 The hynobranchial apparatus of adult *Hynobius guabangshanensis*

hh. 下舌软骨; ch. 角舌软骨; bb. 基鳃软骨; bbl. 基鳃软骨角状突; hb1. 第一下鳃骨; hb2. 第二下鳃骨; cb2. 第二角鳃骨; uh. 尾舌骨。

hh. Hypohyal; ch. Ceratohyal; bb. Basibranchial; bbl. Basibranchial plate; hb1. Hyobranchial I; hb2. Hyobranchial II; cb2. Ceratobranchial II; uh. Urohyal.

端前伸弯曲成弧形, 与角舌软骨 (ceratohyal) 相接; 左右下舌软骨在中部交叉呈“8”字形, 后端愈合, 且与基鳃软骨 (basibranchial) 相连。

角舌软骨一对, 前端较宽, 后端逐渐变细, 呈竹片状; 末端未骨化, 且末端部分被第一下鳃骨和第一角鳃骨愈合体 (complex of hyobranchial I and ceratobranchial I) 的末端覆盖。

基鳃软骨单个, 位于中线的后部; 中部有一个突起, 愈合的下舌软骨通过此突起与基鳃软骨相连; 前端有一片状的角状突——基鳃软骨角状突 (basibranchial plate), 位于下舌软骨下方; 后端与第二下鳃骨 (hyobranchial II) 相关节。

基鳃软骨角状突单个, 与基鳃软骨相连; 中部被下舌软骨遮盖, 两侧被第一下鳃骨和第一角鳃骨愈合体遮盖。

第一下鳃骨和第一角鳃骨的愈合体一对, 窄条形软骨片, 位于角舌软骨内侧; 前宽后窄, 细长, 呈钩状, 包围第二角鳃骨 (ceratobranchial II) 末端。

第二下鳃骨一对,两端粗大,中间较细,为硬骨;前端与基鳃软骨的后端相关节;后端与第二角鳃骨相关节。

第二角鳃骨一对,为硬骨;前端较粗大,往后逐渐变细;后端被第一下鳃骨和第一角鳃骨的愈合体末端包围。

尾舌骨 (urohyal) 单一、游离的硬骨,通过肌肉和韧带与舌器的其他部分相连;呈“一”字形。

2.2 亚成体 亚成体舌器由 10 部分组成。同成体舌器一样,大部分为软骨,仅小部分为硬骨 (图 2)。

下舌软骨一对,较短,前端前伸弯曲成弧形,末端与角舌软骨相接;但左右下舌软骨在中部不交叉;后端愈合与基鳃软骨相连。

角舌软骨一对,较短,前后几等宽;末端不被第一下鳃骨末端覆盖,且末端未骨化。

基鳃软骨单个,通过中部的突起和愈合的下舌软骨相连;前端无基鳃软骨角状突;后端与第二下鳃骨相关节。

第一下鳃骨 (hyobranchial I) 一对,前窄后宽;前端与基鳃软骨相连,后端与第一角鳃骨 (ceratobranchial I) 相关节。

第一角鳃骨 (ceratobranchial I) 一对,几等宽,末端略内弯。

第二下鳃骨一对,为硬骨。

第二角鳃骨一对,为软骨,不及第一角鳃骨长。

第三角鳃骨 (ceratobranchial III) 一对,为软骨;位于第二角鳃骨内侧。

第四角鳃骨 (ceratobranchial IV) 一对,为软骨;位于第三角鳃骨内侧。

尾舌骨单一、游离的软骨;呈“1”字形。

3 讨论

尾舌骨位于基鳃软骨后,为一游离的骨块。在以往小鲵科动物舌器的描述中均未发现此骨块^[15-22],直到最近张寒珍等在山溪鲵 (*Batrachuperus pinchonii*) 的舌器中发现此骨块,并根据国内公开发表的有尾目文献资料中

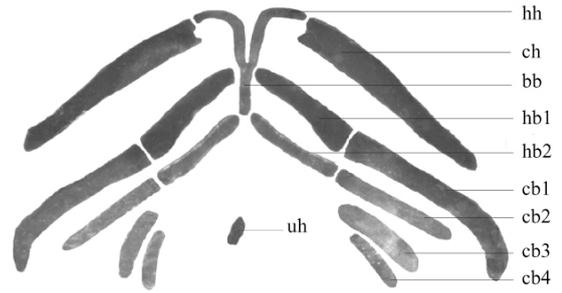


图 2 亚成体挂榜山小鲵舌器

Fig. 2 The hyobranchial apparatus of subadult *Hynobius guabangshanensis*

hh. 下舌软骨; ch. 角舌软骨; bb. 基鳃软骨; hb1. 基鳃软骨角状突; hb1. 第一下鳃骨; hb2. 第二下鳃骨; cb1. 第一角鳃骨; cb2. 第二角鳃骨; cb3. 第三角鳃骨; cb4. 第四角鳃骨; uh. 尾舌骨。

hh. Hypohyal; ch. Ceratohyal; bb. Basibranchial; hb1. Basibranchial plate; hb1. Hyobranchial I; hb2. Hyobranchial II; cb1. Ceratobranchial I; cb2. Ceratobranchial II; cb3. Ceratobranchial III; cb4. Ceratobranchial IV; uh. Urohyal.

未见该骨块的报道,命名为后鳃骨 (os post-branchial)^[24]。然而尾舌骨,部分国外学者称之为甲状骨 (os thyroideum)^[25]或三角骨 (os triangulare)^[26],在有尾目其他物种中早已被国外学者报道,且指出在所有的有尾两栖动物幼体中尾舌骨均存在,但在变态后其仅保留在部分科属的物种中^[8, 12-13, 27]; Reilly 还对尾舌骨的来源进行研究,指出尾舌骨来自基鳃软骨的后部,经与基鳃软骨分离而形成^[12]。在本研究中,尾舌骨在亚成体和成体中均被发现,且在亚成体中未骨化、呈“1”字形,而在成体中骨化,呈“一”字形。到目前为止,尾舌骨仅在山溪鲵和挂榜山小鲵成体中被发现,同时该骨块的功能还未知,因此该骨块是否存在于所有的小鲵科动物的成体中以及该骨块的功能还有待于进一步研究。

第一下鳃骨与第一角鳃骨愈合与否可能与不同物种的进化地位以及同一物种不同发育阶段有关。在前人有关小鲵科物种舌器的研究结果中,商城肥鲵 (*Pachyhynobius shangchengensis*)^[18-20]成体的舌器中第一下鳃骨与第一角鳃骨独立存在;而极北鲵

(*Salamandrella keyserlingii*)^[15]、施氏巴鲵(*Liua shihi*)^[16]、山溪鲵^[19]、秦巴巴鲵(*L. tsinpaensis*)^[19]成体的舌器中第一下鳃骨与第一角鳃骨则愈合,但在极北鲵幼体的舌器中二者是独立存在^[22]。本研究结果与前人研究结果相同,即在成体中第一下鳃骨与第一角鳃骨愈合,而在亚成体中独立存在。

基鳃软骨角状突在前人有关小鲵物种的研究中在部分物种^[16-17]中被发现,而在部分物种^[15, 18-22]中缺失,这可能与不同物种的进化地位有关。在本研究中挂榜山小鲵成体舌器具有基鳃软骨角状突,而在亚成体中缺失。此外,第二角鳃骨在亚成体舌器中未骨化,而在成体中骨化;以及第三、第四角鳃骨存在于亚成体的舌器中,而在成体中缺失。这些均可能是由于不同的发育阶段而引起。

综上所述,从亚成体到成体的发育过程中,舌器形态特征发生了较大改变,这些形态特征的改变可能由成体和亚成体阶段舌器的功能所致。舌器的主要功能是作为捕食器官。挂榜山小鲵幼体经过变态后将以陆栖生活为主(除繁殖季节到水域进行水栖生活),从水栖到陆栖,其捕食方式发生巨大变化从而导致了舌器的形态特征的改变。因此,这些形态特征在一定程度上可作为形态特征演化的证据,成为形态特征的适应进化和系统发育关系的依据。

致谢 感谢湖南师范大学生命科学学院的沈猷慧教授、中南林业科技大学野生动植物保护与利用研究所的杨道德教授和湖南祁阳挂榜山林场的工作人员在野外采集过程中的帮助;感谢中国科学院成都生物研究所曾晓茂研究员、卿立燕博士在饲养挂榜山小鲵过程中的帮助。

参 考 文 献

- [1] 沈猷慧,邓学建,王斌. 湘中西部小鲵属一新种——挂榜山小鲵(两栖纲:小鲵科). 动物学报, 2004, 50(2): 209-215.
- [2] Xie F, Jiang J P. *Hynobius guabangshanensis* // IUCN. 2008 IUCN Red List of Threatened Species [EB/OL]. [2009-07-24]. <http://www.iucnredlist.org>.
- [3] 孙普选,张贵祁,蒋艾青,等. 湖南中国小鲵的生物学特征及其资源保护措施. 中国水产, 2005, 10: 70-71.
- [4] 米小其,邓学建,郭克疾,等. 挂榜山小鲵早期胚胎发育初步观察. 四川动物, 2007, 26(2): 377-378.
- [5] 郭克疾,米小其,邓学建. 挂榜山小鲵的繁殖生态. 生态学杂志, 2008, 27(1): 77-82.
- [6] 熊建利,卿立燕,曾晓茂,等. 挂榜山小鲵的核型(有尾目:小鲵科). 四川动物, 2008, 27(2): 236-238.
- [7] Regal P J. Feeding specializations and classification of terrestrial salamanders. *Evolution*, 1966, 20: 392-407.
- [8] Özeti N, Wake D B. The morphology and evolution of the tongue and associated structures in salamanders and newts (Family Salamandridae). *Copeia*, 1969, (1): 91-123.
- [9] Lombard R E, Wake D B. Tongue evolution in the lungless salamanders, Family Plethodontidae I. Introduction, theory and a general model of dynamics. *Journal of Morphology*, 1976, 148: 265-286.
- [10] Lombard R E, Wake D B. Tongue evolution in the lungless salamanders, Family Plethodontidae II. Function and evolutionary diversity. *Journal of Morphology*, 1977, 153: 39-80.
- [11] Wake D B. Functional and evolutionary morphology. *Pers Biol Med*, 1982, 25: 603-620.
- [12] Reilly S M. Ontogeny of the hyobranchial apparatus in the Salamanders *Ambystoma talpoideum* (Ambystomatidae) and *Notophthalmus viridescens* (Salamandridae): The ecological morphology of two neotenic strategies. *Journal of Morphology*, 1987, 191: 205-214.
- [13] Reilly S M, Lauder G V. Atavisms and the homology of hyobranchial elements in lower vertebrates. *Journal of Morphology*, 1988, 195: 237-245.
- [14] Frost D R. Amphibian Species of the World: an Online Reference, Version 5.2 (2009) [DB/LO]. New York: American Museum of Natural History. [2009-07-24]. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>.
- [15] 马克勤. 极北小鲵骨骼的研究. 吉林师大学报, 1964, 1: 79-88.
- [16] 张服基. 巴鲵 *Liua shihi* (两栖纲:小鲵科) 骨骼的解剖. 两栖爬行动物学报, 1985, 4(1): 17-24.
- [17] 张服基. 我国有尾两栖动物的分类. 四川动物, 1986, (2): 31-37.
- [18] 张服基,胡其雄. 小鲵科的水栖进化及一新属新种. 两栖爬行动物学报, 1985, 4(1): 36-40.
- [19] 赵尔宓, 张服基. 北鲵属 *Ranodon*、山溪鲵属 *Batrachuperus*、巴鲵属 *Liua* 和异鲵属 *Xenobius* 骨骼的比

- 较研究及其系统发育探讨. 两栖爬行动物学报, 1985, 4(3):209-218.
- [20] 李仲辉, 瞿文元. 商城肥鲵的骨骼. 动物世界, 1986, 3(2/3):49-56.
- [21] 王丽文, 赵艳艳, 梁传成. 爪鲵骨骼系统的研究. 四川动物, 2004, 23(3):172-177.
- [22] 邱幼祥. 极北小鲵幼体的舌器骨骼. 两栖爬行动物学报, 1987, 6(2):74.
- [23] Hanken J, Wassersug R J. The visible skeleton. *Functional Photography*, 1981, 16:22-26, 44.
- [24] 张寒珍, 刘少龙, 赵云, 等. 山溪鲵的骨骼系统. 四川动物, 2009, 28(3):412-416.
- [25] Noble G K. *The Biology of the Amphibian*. New York and London: Mcgraw-Hill Publications, 1931.
- [26] Francis T B. *The Anatomy of the Salamander*. Oxford: Clarendon Press, 1934.
- [27] Jarvik E. The composition of the intermandibular division of the head in fish and tetrapods and the diphyletic origin of the tetrapod tongue. *Kungl Svenska Vetenskapsakad*, 1963, 9(1):1-74.