

淇河鲫鱼下咽骨形态学描述

田华香, 王凤产, 多甜, 胡凤霞, 赵晓进

(河南师范大学水产学院, 河南新乡 453007)

摘要:观察成年淇河鲫鱼下咽骨形态特征,比较下咽骨与体型性差.选取58例成年淇河鲫鱼(雄24,雌34)3个体型变量、下咽骨4个形态变量及3个比值变量.测量数据处理采用SPSS 20.0软件.结果显示淇河鲫鱼体型变量性差有统计学意义($P < 0.05$),性差方向是雌性大于雄性;下咽骨形态变量和比值变量性差无统计学意义($P > 0.05$).主成分分析结果显示下咽骨7个变量可以提取3个因子,可以解释原始变量总变异的88.05%.反映了变量之间的关联程度.淇河鲫鱼体型变量性差显著,下咽骨性差无统计学意义;下咽骨变量提取的少数因子可以对多个自变量做出解释.

关键词:淇河鲫鱼;下咽骨;性差;因子分析

中图分类号:S965.117

文献标志码:A

淇河鲫(*Carassius auratus*)属鲤形目(Cypriniformes)鲤科(Cyprinidae)鲤亚科(Cyprininae),产于豫北淇河,是河南特有的名贵优质鱼类^[1-2].淇河鲫鱼头短小、吻钝、下颌稍向上斜、下咽齿呈侧扁形状^[3].

鲤科鱼类下咽骨是由第5对鳃弓特化而来,其上附有发育良好的下咽齿.下咽骨通常为两块左右对称的弧形骨构成,分列于头部咽喉腹面.下咽骨由于形态特殊、遗传高度稳定,一般不会发生变异,所以是鲤科、亚科、种间分类和品质鉴定的重要依据之一^[4-5].鲤科鱼类无口腔齿,下咽骨和咽齿的形态决定了其食性类型和摄食能力^[6].胡凤霞等^[7]最近报道了淇河鲫形态学两性异形和异速生长.本文以淇河鲫下咽骨为研究对象,观察外部形态和三维结构,以推测其与功能的联系,讨论淇河鲫下咽骨形态与环境 and 食性的适应性.

1 材料和方法

淇河鲫取自河南师范大学水产养殖基地.成年标本58尾(雄24,雌34).以2龄鱼为主,个体规格为(200.0±49.0)g.按常规方法制作下咽骨标本^[8].根据资料选择3个外部形态变量、4个下咽骨变量和3个比值变量进行测量^[9-10].测量工具采用电子数显游标卡尺,测量精度0.01mm.所有数据均由专业技术人员测量,测量后进行复核校正^[11].3个外部体型变量分别是体长、体宽和体高;4个下咽骨形态变量分别是咽骨长、咽骨宽、前肢长和后肢长;3个比值变量分别是后肢长/咽骨长、前肢长/咽骨长和咽骨宽/咽骨长.测量位点见图1.数据分析采用SPSS20.0统计软件.统计方法主要采用单因素方差分析(ANOVA)和主成分分析(PCA).

2 结果

淇河鲫下咽骨的三维结构见图2,包括下咽骨的三维结构、背面观、侧面观和后面观.

淇河鲫鱼外部体型变量和下咽骨变量描述性统计结果和方差分析见表1.

收稿日期:2016-01-15;修回日期:2016-07-30.

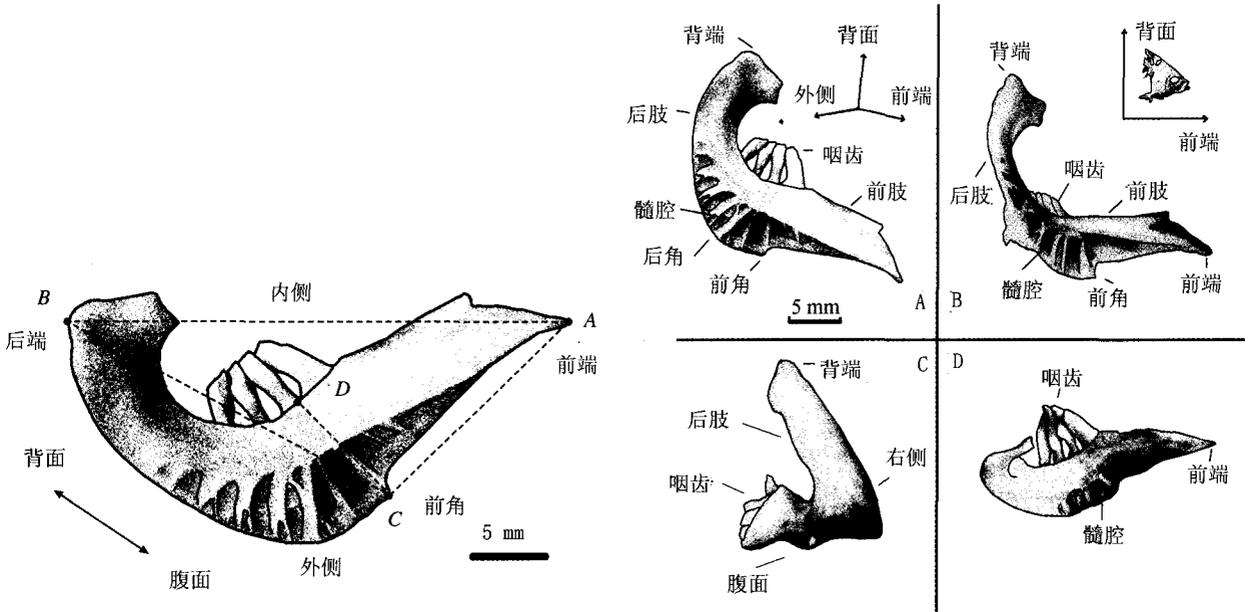
基金项目:河南省基础与前沿技术研究计划项目(132300410136);河南师范大学博士科研启动课题资助(5102109179103).

第1作者简介:田华香(1988-),女,河南南阳人,河南师范大学在读硕士研究生,研究方向:水产动物营养与品质调控.

通信作者:赵晓进,河南师范大学教授,E-mail: zxj_6119@163.com.

结果显示:3 个体型变量中体高、体宽 2 个变量性差有显著性统计学意义($P < 0.01$),体长变量虽然未达到统计学水平,但是非常接近统计学检验的小概率临界值($P = 0.051$).性差方向为雌性大于雄性;比较来看,其余 7 个下咽骨变量雌雄之间不存在统计学差异($P > 0.05$).结果提示淇河鲫体型变量与下咽骨形态变量性差大小不同.

对下咽骨的 4 个形态变量和 3 个比值变量进行主成分分析, Bartlett 球形度检验结果 ($Bartlett = 1070.82, P < 0.001$)表明下咽骨 7 个变量适合做主成分分析.



AB: 咽骨长, AC: 前肢长, BC: 后肢长, CD: 咽骨宽
图1 右侧下咽骨测量位点

A: 右侧下咽骨三维图; B: 外侧观; C: 后面观; D: 背面观
图2 淇河鲫右侧下咽骨

表 1 淇河鲫鱼骨骼变量描述性统计和方差分析

变量	雄性			雌性			ANOVA	
	N	均值	标准差	N	均值	标准差	F	P
体长	31	185.738 mm	20.152	62	196.971 mm	16.739	3.879	0.051
体高	31	68.775 mm	8.754	62	77.852 mm	8.012	12.652	0.001 *
体宽	31	35.023 mm	6.801	62	41.957 mm	7.139	9.291	0.003 *
咽骨长	24	22.455 mm	1.23	32	22.395 mm	1.642	0.023	0.880
后肢长	24	17.322 mm	0.950	32	17.125 mm	1.402	0.352	0.555
前肢长	24	11.054 mm	0.762	32	11.123 mm	0.685	0.124	0.726
咽骨宽	24	6.295 mm	0.362	32	6.365 mm	0.516	0.319	0.575
后肢长/咽骨长	24	0.772	0.014	32	0.764	0.016	3.125	0.083
前肢长/咽骨长	24	0.492	0.017	32	0.498	0.021	1.032	0.314
咽骨宽/咽骨长	24	0.281	0.015	32	0.285	0.018	0.751	0.390

探索因子分析采用最大四次方值法旋转,旋转后发现每个变量在各个因子上的载荷更加明确,提取的因子更容易解释和命名.以 0.60 为临界值,第一因子提取了 4 个变量,分别是 4 个咽骨线性测量变量:咽骨长(AB)、咽骨宽(CD)、前肢长(AC)和后肢长(BC).解释了总方差的 47.83%的变异,可以命名为下咽骨形态因子,见表 2、3.第二因子提取了 2 个变量,分别是后肢长/咽骨长(BC/AB)和前肢长/咽骨长(AC/AB),解释了总方差的 22.74%,可以命名为咽骨延伸度因子.第三因子提取了 1 个变量咽骨宽/咽骨长(CD/AB),解释了总方差的 17.48%,可以命名为咽骨指数或相对长度因子.3 个因子共解释了总方差变异的 88.05%.

表2 选择的7个下咽骨变量主成分分析统计量

提取因子	特征值	方差/%	累积方差/%
PC1	3.348	47.83	47.83
PC2	1.592	22.74	70.57
PC3	1.224	17.48	88.05

表3 主成分分析提取各因子的负载系数

因子	咽骨长	后肢长	前肢长	咽骨宽	后肢长/咽骨长	前肢长/咽骨长	咽骨宽/咽骨长
PC1	0.957	0.918	0.949	0.624	0.123	-0.036	-0.282
PC2	0.265	0.422	-0.251	0.227	0.652	-0.882	-0.014
PC3	-0.050	-0.030	-0.053	0.753	0.062	-0.022	0.958

3 讨论

鲤科鱼类咽骨和咽齿的形态、排列方式和位置在分类学上具有重要意义^[11]. 不同亚科成鱼的下咽骨和下咽齿形态差异,为摄食不同类型的食物提供了保证.

本研究首次在国内报道了淇河鲫下咽骨的三维结构. 主要结果显示淇河鲫鱼头短小,下颌稍向上斜. 位于鱼头后部的下咽骨坚固强大,长而弯,从前外侧观呈新月形(图2). 在下咽骨中内侧有4枚排列紧密、侧偏和整齐的咽齿. 属于单行齿. 下咽骨长宽变化不大,体长一般为咽骨长的10倍,咽骨后肢长明显大于前肢长,前角尖锐突出,后角圆钝不明显. 以前的研究证实鲤科下咽骨有三种形态类型:宽短型、中间型和狭长型^[12,13]. 中间型下咽骨长与宽的比值范围为3.29~4.47. 本文观测结果显示下咽骨的长宽比值为 3.547 ± 0.209 ,属于中间型. 在摄食过程中下咽骨和下咽齿是相互配合、相互协调去完成摄食行为. 不同形态的下咽骨和下咽齿间的交互作用,共同处理不同类型的食物^[12]. 因此,淇河鲫下咽骨和下咽齿组合是中间型和单行主行齿. 中等长短的下咽骨表示淇河鲫具有一定强度的咬合和切割能力,该类型的下咽骨配合着生单一行的主行齿,主要是可以加强咬合方面的力量. 在对其肠道食物分析时发现,淇河鲫对于食物的选择性不强,是偏植物食性的杂食性鱼类^[14]. 推测淇河鲫下咽骨和下咽齿组合与杂食性的功能适应是一致的.

胡凤霞等^[7]报道了淇河鲫体型变量存在性差. 结果显示成年雌性个体体型变量大于雄性个体,外部体型变量(体高、体宽和尾柄长)具有显著的性别差异,与这里的结果基本一致. 李学军等^[15]在研究淇河鲫与其他3种鲫鱼的形态特征时发现,淇河鲫在体宽、躯干长和尾部等方面特异性显著. 本研究是淇河鲫形态学系列研究的延续和扩展. 就体型来看,一般是雌性个体大于雄性个体,这与雌性繁殖输出最大化和雄性运动能力有关,尤其是在成鱼的繁殖期. 本研究将淇河鲫的3个形态变量列入表1中,目的是为了与下咽骨形态变量进行比较. 结果显示下咽骨4个主要形态变量包括3个比值变量性别之间无显著性差异($P > 0.05$). 与淇河鲫体型变量性差模式明显不同. 产生这种差异的原因可能是多种多样的.

对于上述结果可以从以下几个方面进行分析:(1)下咽骨形态变量没有性差或性差较弱这一结果很可能实际存在. 本文中体型和下咽骨数据是来自同批次的样本,统计结果不会受到样本大小、批次和个体大小的影响. 可以相信下咽骨的性差不会受到标本处理方法和统计方法的影响. 资料显示为了消除各个变量的绝对值大小对结果的影响,一般对原始数据进行对数转换处理^[7],或者采用的协方差分析来排除个体大小的影响之后再比较性别因素对因变量的影响^[7]. 本文为此也做了相应的对数转换和协方差分析. 下咽骨性差与表1结果一致. 所以,可以排除个体大小和变量绝对长度的影响,可以对结果做出进一步推测和解释.(2)不同变量、局部与整体变量性差表现程度不同. 这一特征在动物界包括人类是普遍存在的. 例如,胡凤霞等^[7]报道了淇河鲫体长和体宽变量存在明显性差($P < 0.01$). 但是,尾柄长、尾柄高和尾鳍长却没有性差($P > 0.05$),这一结果与Oliveira等^[16]报道的罗非鱼(*Oreochromis mossambicus*)体型性差结果基本一致.(3)需要指出下咽骨性差与它们相对应的体型性差比较起来表现不显著,并不是完全否定下咽骨的性差存在,比较而言它们的性差较弱. 作者随后又采取了其他两种方法来进一步研究下咽骨性差大小. 多元判别分析和二元逻辑回归分析^[17]结果显示下咽骨存在一定的性差. 多元判别分析结果显示雄性标本24例,性别判别正确为18例,判别错误为6例,雄性性别正确判别率是75.0%. 二元逻辑回归判别分析结果是雌雄标本共56例,判别正确为

42例,判别错误为14例,总的性别正确判别率是75.0%。结果提示不同的方法对研究结果有一定程度的影响,同时提示下咽骨性差可能较弱。值得注意的是,下咽骨的4个线性变量有2个是雄性大于雌性,2个是雌性大于雄性,可能在某种程度上掩饰了性差大小。(4)下咽骨性差与外部体型性差不同也可以解释为局部与整体的关系。还有一种比较合理的解释为外部体型性差主要受繁殖季节和运动行为的影响较大,下咽骨相对来说受繁殖行为和繁殖季节影响较小。(5)淇河鲫鱼是三倍体,本研究选取实验材料是人工水体养殖的淇河鲫。由于淇河鲫属于天然三倍体雌核发育鲫鱼,在其自然种群中,异源精子(其他鱼类的精子)不仅起着刺激卵子雌核发育的作用,而且还与卵核间发生遗传物质交流,影响子代的性状(如生长和体色性状等)^[18]。淇河鲫性差研究资料很少,本文提供一个基本数据供参考。这里只是一个初步探讨,总体上样本较小,方法单一,选择变量不多,缺乏横向比较资料,有待于进一步补充完善。淇河鲫包括其他一些鱼类的性别分化、性别比例以及性别转换研究是一项既有理论意义,又有应用价值的研究课题。

主成分个数的确定主要依据2个原则:(1)保留特征根大于1的主成分,(2)累积贡献率大于80%。这里提取了3个因子,它们的累计贡献率为88.05%,结果见表2。提示下咽骨长(咽骨长、后肢长和前肢长)是决定下咽骨形态的主要变量,这里咽骨宽比较特殊,在PC1上咽骨宽的负载系数是0.624,在PC3上是0.753。因子分析使用了前2个因子,累计信息量为70.57%。应当说对原始数据的利用已经比较充分。但是考虑到对咽骨宽的解释较弱,因此可以考虑对第3因子加以解释。对第3因子负载较大的变量是咽骨宽(负载系数:0.753)和咽骨宽/咽骨长(负载系数:0.958)。综上所述,咽骨的7个变量可以降低为3个因子。第1因子为下咽骨形态因子,包括3~4个变量(AB,AC,BC和CD),代表了下咽骨的基本形态特征,主要由基因控制;第2因子为下咽骨相对长度比值因子,包括2个变量(BC/AB和AC/AB),代表了下咽骨的基本类型,可能与食性和环境因素有关;第3因子是咽骨宽因子,包括2个变量(CD和CD/AB),是咽骨形态的补充因子,既与咽骨形态有关又与比值有关,都涉及咽骨宽,也有可能与其他一些未知因素有关。需要进一步探讨:

资料显示鱼类下咽骨和咽齿是研究其系统发育和分类应用的主要指标,这里对淇河鲫下咽骨性差研究属于种内比较,而对其下咽骨形态特征的发育和演化需要进行种间比较和下咽齿形态差异分析^[8]。有关下咽骨的形态与功能、下咽骨的系统发育和种间比较以及下咽骨的波动不对称性等还需要进一步的深入研究。

参 考 文 献

- [1] 王阅雯. 淇河鲫鱼形态学和 RAPD 标记遗传多样性研究[D]. 新乡:河南师范大学,2010.
- [2] 赵宏亮,肖调义. 淇河鲫鱼资源现状及保护对策[J]. 河南水产,2007(3):5-6.
- [3] 谢忠明. 优质鲫鱼养殖技术[M]. 北京:中国农业出版社,2003:110.
- [4] Chu Y T. Comparative studies on the scales and on the pharyngeals and their teeth in Chinese Cyprinids; with particular reference to taxonomy and evolution[M]. Shanghai: Biol. Bull St John's University,1935:1-225.
- [5] 伍献文,陈宜瑜,陈湘群,等. 鲤亚目鱼类分科的系统发育和科间系统发育的相互关系[J]. 中国科学 A 辑,1981,3(3):369-376.
- [6] 周家健. 山东山旺中新世鲤科化石[J]. 古脊椎动物学报,1990,28(2):95-127.
- [7] 胡凤霞,胡海洋,田华香,等. 淇河鲫鱼形态学两性异形研究[J]. 水产科学,2016,35(1):43-47.
- [8] 曾 橘,刘焕章. 鲟亚科鱼类下咽骨和下咽齿的形态差异及其功能适应[J]. 动物学研究,2009,30(6):699-706.
- [9] Miranda R, Escala M C. Morphometrical comparison of cleithra, opercular and pharyngeal bones of autochthonous Leuciscinae (Cyprinidae) of Spain[J]. Folia Zoologica,2005,54(1/2):173-188.
- [10] Tarkan A S, Gursoy G C, Gaygusuz O, et al. Use of bone and otolith measures for size-estimation of fish in predator-prey studies[J]. Folia Zoologica,2007,56(3):328-336.
- [11] 樊晓丽,林植华,丁先龙,等. 鲢鱼和胡子鲶的两性异形与雌性个体生育力[J]. 生态学报,2014,34(3):555-563.
- [12] 何舜平,乐佩琦,陈宜瑜. 鲤形目鱼类咽齿形态及发育的比较研究[J]. 动物学报,1997,43(3):255-262.
- [13] 曾 橘,刘焕章. 东亚鲤科鱼类下咽齿和下咽骨的形态演化规律[C]. 中国海洋学会鱼类学分会第七届会员代表大会暨朱元鼎教授诞辰110周年学术研讨会学术论文摘要集. 上海,2006.
- [14] 孙兴旺. 淇河鲫的生物学特征[J]. 淡水渔业,1986(2):5-8.
- [15] 李学军,王阅雯,郭 瑄,等. 淇河鲫与其它3种鲫形态差异的多元统计分析[J]. 上海海洋大学学报,2011,20(5):682-687.

Survey on Thicks and Pathogens in the Serum of its Host in Xinyang City, Henna Province

ZHANG Qunzhi^{1,2}, LUO Hailan¹, LI Xinwei¹, DONG Zimei²

(1. Department of Basic Medicine, Luohe Medical College, Luohe 462000, China; 2. College of Life Science, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

Abstract: 288 in total number of dogs, sheep and cattle were investigated by picking up ticks in the surface in Shangcheng County, Henna Province, where the tick's activity is dense. The real-time quantitative PCR, normal PCR and immune detection methods were used to analyze the parasitic ticks and pathogens which they are carrying. The results showed that the parasitic ticks in this area are mainly of the *Haemaphysalis longicornis* and there are also a small amount of *Rhipicephalus sanguineus* and *Boophilus microplus*; These ticks carry SFTSV and HGA pathogens; the fever with thrombocytopenia syndrome virus and non-form of phagocytic cells were detected in the serum of the ticks host. This is related to the occurrence of epidemic in this region and does not exclude the possibility of its spread from livestock to human. This study provides basic data for further research on the prevention and treatment of tick disease in South Henan Province.

Keywords: tick; host; serum; pathogen

(上接第 125 页)

- [16] Oliveira R F, Almada V C. Sexual dimorphism and allometry of external morphology in *Oreochromis mossambicus*[J]. *Journal of Fish Biology*, 1995, 46(6):1055-1064.
- [17] 张红坡, 张海峰. SPSS 统计分析实用宝典[M]. 北京: 清华大学出版社, 2012: 106-110.
- [18] 蒋一珪, 梁绍昌, 陈本德, 等. 异源精子在银鲫雌核发育子代中的生物学效应[J]. *水生生物集刊*, 1983, 8(1): 1-13.

Sexual Dimorphism of Pharyngeal Bone of Qihe River *Carassius Auratus*

TIAN Huaxiang, WANG Fengchan, DUO Tian, HU Fengxia, ZHAO Xiaojin

(College of Fisheries, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

Abstract: Sexual dimorphism of the pharyngeal bone in *Carassius auratus* from Qihe river was studied in the present study. The specimens of pharyngeal bone consisting of 58 adult individuals, including 24 females and 34 males (weight range: $(200 \pm 49)g$), were selected. Three variables of external morphology, four variables of pharyngeal bone and three variables of ratios were measured. The data were analyzed with the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 20.0. For the population of Qihe *Carassius auratus*, the variables of external morphology was statistically significant ($P < 0.05$), with morphology variables being smaller for males than for females; While there was no significant difference in sexual dimorphism between males and females for the variables of pharyngeal bone and variables of ratios. The result from PCA showed that seven variables of pharyngeal bone are extracted three factors that explained 88.05% of the variance of the original variables. Compared to sex determination of pharyngeal bone, there were significant sex differences in the variables of external morphology. Few factors which were extracted from pharyngeal bone could be explained by independent variables.

Keywords: Qihe *Carassius auratus*; pharyngeal bone; sexual dimorphism; factor analysis