

# 3个淇河鲫群体的形态差异与判别分析

赵晓进, 田华香, 多甜

(河南师范大学 水产学院, 河南 新乡 453007)

**摘要:**研究淇河林县段、淇县段和新乡市3个养殖群体淇河鲫的形态差异. 对各群体淇河鲫的16项变量进行测量, 运用单因素方差分析和多元判别分析方法对各变量进行研究. 数据统计分析采用SPSS 23.0. 结果显示: 体长/全长、体高/全长、头长/全长、眼径/全长、尾柄长/全长和背鳍基长/全长在群体间的差异有统计学意义( $P < 0.05$ ). 逐步判别分析提取体高/全长、尾柄长/全长和背鳍基长/全长共3项变量建立2个判别函数, 对判别函数的检验使用回代检验和交互检验, 判别率分别为100%和97.5%. 表明淇河鲫3个养殖群体在形态上存在一定程度的差异. 不同群体淇河鲫的归属可以通过某些形态性状进行判定.

**关键词:**淇河鲫; 不同群体; 形态差异; 判别分析

**中图分类号:** S965.117

**文献标志码:** A

淇河鲫(Qihe River *C. auratus*)是河南特有的名贵优质鱼, 具有体厚背宽的特征, 又称“双背鲫”. 单元勋等<sup>[1]</sup>首先报道了淇河鲫的性状变异、生长等特征. 孙兴旺<sup>[2]</sup>报道了淇河鲫的生物学特性. 冯建新等<sup>[3]</sup>和李学军等<sup>[4-5]</sup>比较分析了淇河鲫与其他鲫的形态差异. 胡凤霞等<sup>[6]</sup>最近报道了淇河鲫雌雄两性的形态学差异. 物种间外在的形态特征差异是其内在遗传特征在一定环境条件下的具体表现, 也是物种分类的重要依据. 根据鱼类形态差异来判定其分类归属, 目前已有较多资料报道<sup>[7-9]</sup>, 但对不同群体间淇河鲫形态差异的研究较少. 本文采用多元判别分析方法, 初步研究淇河鲫3个养殖群体的形态差异, 为不同群体淇河鲫的识别与鉴定、管理与保护等提供理论依据.

## 1 材料和方法

试验用淇河鲫分别来自淇河上游林县段淇河鲫原种场、下游淇县段淇河鲫原种场和新乡市河南师范大学水产养殖基地. 林县段和淇县段淇河鲫都是在当地养殖多年, 新乡市淇河鲫是2010年从淇县淇河鲫原种场引进, 多年来一直在河南师范大学水产养殖基地饲养繁殖. 2015年10月从养殖群体中随机挑选体格健壮、生长良好、无畸形、平均体重为(200±54)g的淇河鲫进行试验观察.

形态参数测量分为两类. 一类为可数性状, 如侧线鳞数、侧线上鳞数、侧线下鳞数、背鳍棘数、背鳍条数、臀鳍棘数和臀鳍条数等, 可数性状直观计数. 另一类为可量性状, 全长、体长、体高、体宽、头长、吻长、眼径、尾柄长、尾柄高和背鳍基长等, 使用索尼高清相机对试验鱼进行拍照, 用Photoshop软件测量各个长度数据, 精确度为0.01 mm. 淇河鲫形态测量的测量位点参照有关文献<sup>[6,10]</sup>.

为了消除鱼体大小对各个变量分析的影响, 每尾鱼的实测变量均除以全长得到比例参数作为校正数据. 本文选取体长/全长、体高/全长、头长/全长、吻长/全长、眼径/全长、尾柄长/全长、尾柄高/全长、背鳍基长/全长和体宽/全长共9个形态变量. 采用SPSS 23.0对数据进行统计分析.

采用多变量逐步判别分析来确定各变量对群体差异的贡献率, 并提取对群体差异贡献较大的变量来建立判别函数. 在决定提取的变量是否进入函数时, 使用系统默认F值作为逐步停止的标准, 当F值大于等于

收稿日期: 2017-02-20; 修回日期: 2017-06-10.

基金项目: 河南省基础与前沿技术研究计划项目(132300410136)

作者简介(通信作者): 赵晓进(1957—), 男, 山东聊城人, 河南师范大学教授, 博士生导师, 研究方向为水产动物营养与品质调控, E-mail: zxj\_6119@163.com.

3.84 时,变量被选进模型,当  $F$  值小于等于 2.71 时,变量被移出模型.判别函数准确率的检验采用回代检验和交互检验<sup>[11]</sup>.

## 2 结 果

### 2.1 方差分析

林县、淇县和新乡 3 个淇河鲫群体可数性状和可量性状比值共 16 项变量的描述性统计结果见表 1. 方差分析结果显示,只有体长/全长、体高/全长、头长/全长、眼径/全长、尾柄长/全长和背鳍基长/全长这 6 项变量在群体间的差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),其他变量在群体间的差异均无统计学意义.

### 2.2 判别分析

采用逐步判别法对 9 个形态比例参数进行分析,由判别函数得分值生成的淇河鲫 3 个群体的散点图(图 1),林县、淇县和新乡 3 个淇河鲫群体的组质心坐标分别为(-1.384, 1.830)、(-2.498, -1.363)和(3.273, -0.283),以及围绕着组质心的样本,图中显示林县和淇县淇河鲫的形态差异较小,两者均与新乡淇河鲫的形态差异较大.可以通过表 2 的数据对判别函数做进一步解释.3 个群体得到 2 个判别函数,第一判别函数的特征值为 7.156,解释了总方差的 80.2%,第二个判别函数的特征值为 1.772,解释了总方差的 19.8%,两个函数共解释了总方差的 100%.同时,两个判别函数的差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),表明具有较好的判别力.

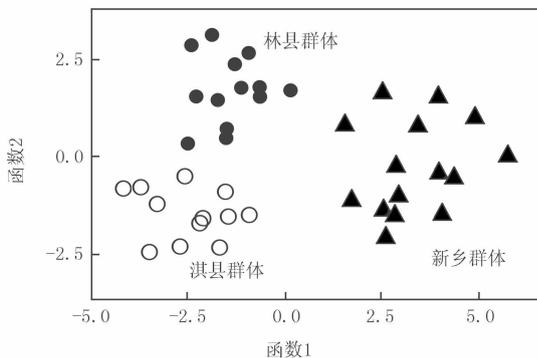


图1 判别函数得分值生成的3个群体淇河鲫散点图

表 1 3 个群体淇河鲫可数性状和可量性状比值的均值、标准差和  $F$  检验

项 目	林县群体( $n=12$ )	淇县群体( $n=13$ )	新乡群体( $n=15$ )	$F$ 值	$P$ 值
侧线鳞数	29.75±0.622	29.69±0.630	29.93±0.704	0.519	0.599
侧线上鳞数	6.08±0.289	6.08±0.277	6.00±0.000	0.606	0.551
侧线下鳞数	6.42±0.515	6.15±0.376	6.27±0.458	1.061	0.356
背鳍棘数	3.00±0.000	3.00±0.000	3.00±0.000	—	—
背鳍条数	17.50±0.522	17.69±0.751	18.00±0.535	2.325	0.112
臀鳍棘数	3.00±0.00	3.00±0.00	3.00±0.00	—	—
臀鳍条数	6.08±0.289	6.00±0.577	6.07±0.258	0.158	0.854
体长/全长	0.804±0.009	0.801±0.013	0.819±0.007	13.544	0.000
体高/全长	0.305±0.007	0.274±0.008	0.306±0.012	52.074	0.000
头长/全长	0.179±0.016	0.186±0.009	0.195±0.013	5.065	0.011
吻长/全长	0.031±0.009	0.030±0.005	0.033±0.004	0.629	0.539
眼径/全长	0.039±0.005	0.038±0.004	0.045±0.004	10.086	0.000
尾柄长/全长	0.094±0.009	0.095±0.006	0.128±0.008	89.629	0.000
尾柄高/全长	0.123±0.005	0.122±0.005	0.122±0.008	0.149	0.862
背鳍基长/全长	0.319±0.015	0.313±0.029	0.381±0.026	33.076	0.000
体宽/全长	0.172±0.010	0.160±0.005	0.166±0.019	2.557	0.091

结果显示有体高/全长、尾柄长/全长和背鳍基长/全长共 3 个变量进入判别函数,使用非标准化系数构建的 2 个判别函数方程如下:

$$F_1 = -27.89 + 36.15 \times (\text{体高/全长}) + 101.91 \times (\text{尾柄长/全长}) + 18.60 \times (\text{背鳍基长/全长});$$

$$F_2 = -21.67 + 101.30 \times (\text{体高/全长}) - 52.70 \times (\text{尾柄长/全长}) - 7.69 \times (\text{背鳍基长/全长}).$$

表2 3个群体淇河鲫判别分析统计量

函数	特征值	方差的百分率	相关系数	函数检验	$\lambda$ 值	卡方值	P值
1	7.156	80.2	0.937	1到2	0.044	112.256	0.000
2	1.772	19.8	0.800	2	0.361	36.701	0.000

为了检验所得判别函数的有效性,对已测样本进行预测分类,回代检验和交互检验的判别结果见表3.逐步判别分析的检验结果表明判别函数有效,能较好的分辨不同群体的淇河鲫.理论上讲,如果知道某个体的相关变量,就可以估计出该个体的归属群体.本方法的操作是任取一样本(已知分类群体或未知分类群体)的这3项变量代入判别函数,得到2个函数得分值 $F_1$ 和 $F_2$ ,在典则判别函数散点图中标出该样本的具体位置,便可得知该样本的归属群体.例如,任取一样本,得到其体高/全长为0.259,尾柄长/全长为0.090,背鳍基长/全长为0.314,把这3个参数分别代入建立的2个判别函数, $F_1 = -3.52$ , $F_2 = -2.56$ ,根据函数得分值在散点图中标出该个体的位置,得知该个体归属于淇县群体.再查看该个体是来自淇县群体,判别正确.

表3 3个群体淇河鲫的判别分析检验结果

	群体	预测群体			单个群体判别率/%	综合判别率/%
		林县	淇县	新乡		
回代检验	林县	12	0	0	100	100
	淇县	0	13	0	100	
	新乡	0	0	15	100	
交叉检验	林县	12	0	0	100	97.5
	淇县	1	12	0	92.3	
	新乡	0	0	15	100	

## 3 讨论

### 3.1 不同群体淇河鲫的形态特征

本研究中3个群体淇河鲫可数性状7项变量中有6项的均值与李学军等<sup>[5]</sup>报道的淇河鲫(取自淇县淇河鲫原种场)对应各项变量的均值数相近或相同,只有背鳍条数的均值稍高于李学军等<sup>[5]</sup>报道的淇河鲫背鳍条数均值.可数性状7项变量在3个淇河鲫群体间的差异没有统计学意义( $P > 0.05$ ),表明3个群体淇河鲫在可数性状上的差异不显著.在可量性状比值上,3个群体方差分析的结果显示不同养殖群体的淇河鲫在体长/全长、体高/全长、头长/全长、眼径/全长、尾柄长/全长和背鳍基长/全长上的差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),说明3个养殖群体淇河鲫产生了一定程度的差异.

### 3.2 不同群体淇河鲫的判别分析

目前国内学者对水产动物形态差异的分析采用多元统计方法的研究报告较多,如鲤<sup>[12]</sup>,淇河鲫与其他鲫鱼<sup>[5]</sup>,双齿近相手蟹<sup>[13]</sup>和淇河鲫的两性异形<sup>[6]</sup>,等.本研究选用逐步判别法中的Wilks' lambda法,从9项变量中提取出3项建立非标准化判别函数方程,由检验结果知3个淇河鲫群体的正确判别率较高.采用全模型法和逐步判别法得到的判别结果是一致的,回代检验综合判别率为100%,交互检验综合判别率为97.5%,表明得到的判别函数稳定性较好.但全模型法需要全部的变量才能建立判别函数方程,比较烦琐(故文中没有列出全模型法的判别结果),逐步法只需提取的几个变量便可建立判别函数,能够快速进行识别,简单易操作,应用更广.结果提示在9个形态比值参数中,真正对群体的判别起决定作用的仅是少数.由逐步判别法提取结果知3个淇河鲫群体的形态差异主要表现在鱼体的横向和纵向上.鱼类的形态差异比其他脊椎动物更容易受到外界环境的影响,不同群体间在某些变量上呈现显著差异,可能主要与各群体所处的养殖位置有关<sup>[14]</sup>.林县和淇县属于淇河的上下游,与新乡的地理位置较远.此外,这里选择的新乡地区淇河鲫来自养殖水体,显然与自然水体中的群体存在差异.本文提取的变量与程磊等<sup>[15]</sup>在淇河鲫雌核发育克隆系鉴定与性状分析中对林县段淇河鲫的研究中把体高、体宽、背鳍基长作为特征变量的结果基本上一致,只有尾柄

长不同。

本研究仅是一项基础研究,3个群体淇河鲫的某些形态特征可作为区分不同群体的主要依据,通过上述方法可加以区分。但形态学特征受到遗传因素和环境因素的双重影响<sup>[16]</sup>,仍需通过细胞及分子生物学等方法进一步分析不同养殖群体淇河鲫的差异。

### 参 考 文 献

- [1] 单元勋,瞿薇芬. 河南淇河鲫 *Carassius auratus* 的生物学[J]. 河南师范大学学报(自然科学版),1985,47(3):17-22.
- [2] 孙兴旺. 淇河鲫的生物学特性[J]. 淡水渔业,1986(2):22-34.
- [3] 冯建新,惠筠,杨兴丽,等. 淇河鲫与彭泽鲫的生物学性状比较研究[J]. 淡水渔业,2004,34(4):14-16.
- [4] 李学军,王阅雯,高丽霞,等. 淇河鲫与野生鲫形态及染色体差异研究[J]. 水产科学,2010,29(11):674-676.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 王茜,李晓东,戴伟,等. 不同水系绒螯蟹群体外部形态的判别分析[J]. 水产科学,2006,25(3):125-128.
- [8] 宋文,王艺舟,祝东梅,等. 三个地理种群鲂的形态差异与判别分析[J]. 水产学杂志,2013,26(4):1-7.
- [9] 杨慧,朱文彬,董在杰,等. 3个红罗非鱼群体的形态差异分析[J]. 上海海洋大学学报,2015,24(5):678-684.
- [10] 冯昭信. 鱼类学[M]. 北京:中国农业出版社,2008:7.
- [11] 冯岩松. SPSS 22.0 统计分析应用教程[M]. 北京:清华大学出版社,2015.
- [12] 明俊超,董在杰,梁政远,等. 6个不同鲤群体的形态差异分析[J]. 广东海洋大学学报,2009,29(6):1-6.
- [13] 徐敬明,杨明柳,吴斌,等. 中国沿海双齿近相手蟹9个群体形态差异分析[J]. 四川动物,2015,34(4):481-488.
- [14] 杨阳,庄平,张涛,等. 多鳞四指马鲛4个地理群体的形态差异[J]. 上海海洋大学学报,2013,22(6):849-854.
- [15] 程磊,刘洋,鲁翠云,等. 淇河鲫雌核发育克隆系鉴定与性状分析[J]. 水产学杂志,2013,26(6):1-6.
- [16] Kong L F, Li Q, Qiu Z X. Genetic and morphological differentiation in the clam *Coelomactra antiquate* (Bivalvia: Veneroidea) along the coast of China[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 2007, 343(1):110-117.

## Morphological Variation and Discriminant Analysis among Three Geographical Populations of Qihe River *Carassius auratus*

Zhao Xiaojin, Tian Huaxiang, Duo Tian

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

**Abstract:** The morphological variation about three populations of Qihe river *C. auratus* collected from Qixian, Linxian and Xinxiang were studied in the present research. For morphological characters of each population, sixteen variables were measured and analyzed by one-way analysis of variance and discriminant analysis. All the data were computed with SPSS for version 20.0. The result revealed that there were significant difference in six proportional characters (body length/ total length, body height/ total length, head length/ total length, interorbital distance/ total length, caudal peduncle length/ total length, base length of dorsal fin/ total length) among the three populations of Qihe river *C. auratus*. Three notable variates like body height/ total length, caudal peduncle length/ total length and base length of dorsal fin/ total length were constructed by the analysis of discriminant functions to establish two discriminant functions. The original sample test and cross-validation test were used to examine these functions, with the total classification accuracy of 100% and 97.5%, respectively. The results showed that there were several differences about morphological of the three populations of Qihe river *C. auratus* to some extent. The origin of different Qihe river *C. auratus* can be confirmed by some characters of morphological.

**Keywords:** Qihe river *C. auratus*; different populations; morphological variation; discriminant analysis

[责任编辑 王凤产]