

# 淮河流域似鳊不同群体的形态差异分析

陆文泽, 顾钱洪, 王景龙, 陈启豪, 胡清霞, 袁淑琴, 岑双双, 王梦雪, 周传江, 孟晓林, 聂国兴

(河南师范大学 水产学院, 河南 新乡 453007)

**摘要:** 研究似鳊群体间形态差异及与生境的关系, 为淮河流域鱼类物种多样性和资源保护提供基础资料。选择淮河干流望岗及支流潢河、宿鸭湖, 2015年7-8月采集似鳊群体, 测量16项形态学可量性状, 得到16项比例性状数据; 运用SPSS20.0软件对比例性状数据进行单因素方差分析、主成分分析、聚类分析和判别分析。结果显示, 望岗群体与潢河群体形态差异较小, 两者均与宿鸭湖群体形态差异较大; 相比望岗群体和潢河群体, 宿鸭湖群体的胸鳍、腹鳍明显短小, 表现出一定的退化; 头部更瘦削, 尾柄更加粗壮; 望岗与潢河生境相似, 宿鸭湖与它们生境差异较大, 推测3个似鳊群体间的形态差异与其生境有关。胸鳍长/体长、腹鳍长/体长可作为在形态上区分3个似鳊群体的主要依据。

**关键词:** 淮河流域; 似鳊; 形态差异分析; 生境适应性

**中图分类号:** Q13 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2020)03-0100-07

似鳊(*Pseudobrama simoni*), 隶属于鲤形目(Cypriniformes)鲤科(Cyprinidae)似鳊属(*Pseudobrama*), 广泛分布于我国长江、钱塘江、黄河和海河等水系, 主要生活在河流、湖泊及水库的中下层, 喜集群逆水而游, 故有逆鱼之称(李思发, 1981; 倪勇和伍汉霖, 2006), 其繁殖力强, 种群数量较大, 具有一定的经济价值(李思发, 1981; 李德尚等, 1988; 倪勇和伍汉霖, 2006)。似鳊主要以着生藻类为食, 并且是鳊(*Siniperca chuatsi*)、鳊(*Elopichthys bambusa*)、翘嘴鲌(*Culter alburnus*)等肉食性鱼类的主要食物, 在食物链中起承上启下的关键作用(程兴华等, 2012; 徐东坡等, 2014), 在维系水域生态系统的物质循环、能量流动和鱼类物种多样性方面作用极其重要(王坤等, 2009; 邹莉瑾等, 2010; 刘国栋等, 2011)。长期以来, 一些学者结合似鳊的生态意义, 对似鳊群体的年龄结构、生长特征、死亡率和时间格局等进行了研究(程兴华等, 2012; 徐东坡等, 2014;

孙广文等, 2013)。孙广文等(2013)针对长江流域似鳊群体小型化, 渔业资源比较严峻的现象, 建议补充似鳊野生群体资源。

似鳊作为淮河流域一个广布种, 有关其资源分布和形态学研究较少。淮河流域鱼类物种多样性呈下降趋势, 鱼类资源衰退明显(詹春芳等, 2016; 顾钱洪等, 2016)。淮河干流望岗和支流潢河, 水流速较急; 虽有翘嘴鲌、鳊等肉食性鱼类分布, 但资源衰退明显, 生物量很小(詹春芳等, 2016; 顾钱洪等, 2016); 淮河流域宿鸭湖水库水面平静, 红鲌类、鲌类等大型肉食性鱼类种群生物量稳定且较大(戴泽贵等, 1990)。河流与水库这2种不同类型水体生境差异很大, 对于似鳊这一喜集群逆水而游的物种而言, 生境差异的影响更加凸显。本研究选择淮河干流望岗、支流潢河为河流代表, 宿鸭湖为水库代表, 测量似鳊群体的形态学可量性状, 比较群体间的形态差异并找到主要区分性状, 进而研究群体间形态差异与生境的关系, 为淮河流域鱼类物种多样性和资源保护提供基础资料。

收稿日期: 2017-11-01 修回日期: 2019-10-23

基金项目: 河南省重点科技攻关项目(172102310751, 162102310443, 152102310314, 142102110057); 河南省水产动物营养与健康养殖创新型科技团队(CXTD2016043)。

作者简介: 陆文泽, 1995年生, 男, 从事鱼类形态学研究工作。E-mail: 15617188627@163.com

通信作者: 顾钱洪, 1984年生, 男, 副教授, 主要从事鱼类资源保护和群体遗传学研究。E-mail: qianhong\_g@163.com

聂国兴, 1971年生, 男, 教授, 主要从事渔业资源评估与利用研究。E-mail: niegx@htu.cn

## 1 材料与方法

### 1.1 样本采集与处理

2015年7-8月采集宿鸭湖、望岗、潢河似鳊群体。样品采集后用清水冲洗黏附于体表的泥沙和粘液等污物, 矫正体形, 当即用10%的甲醛溶液固定。对体形较大的标本, 在固定前先以10%的甲醛溶液作腹腔注射和背部肌肉注射。

## 1.2 研究方法

1.2.1 形态学测量 用数显卡尺(精确度0.01 mm)测量全部样本的 16 项形态学可量性状(谢从新, 2010),包括全长(TL)、体长(SL)、体高(BD)、体宽(BW)、头长(HL)、吻长(SNL)、腹鳍基末端至臀鳍基起点长(PV)、眼径(OD)、眼间距(IW)、尾柄长(CPL)、尾柄高(CPD)、背鳍长(DL)、胸鳍长(PFL)、腹鳍长(PVL)、臀鳍长(AL)、腹鳍基末端至肛门长(PA)。

1.2.2 数据处理 为消除样品个体规格差异对形态分析的影响,将全部样本的各项形态学原始数据除以对应的体长数据加以标准化处理(体长作为校正参数被除去)(李思发等,1991);同时,将头长数据除以对应的吻长数据、其他数据除以对应的体长数据,共得到 16 项比例性状数据。运用 SPSS20.0 软件对 3 群体的所有比例性状数据进行单因素方差分析、主成分分析、聚类分析和判别分析。采用杨慧荣等(2016)的方法,对 3 群体 16 项比例性状数据进行方差齐性检验,选取符合单因素方差分析条件的数据进行不同群体间的 LSD 多重比较;通过主成分分析,提取主导 3 群体形态差异的主要成分,参照张尧庭和方开泰(1982)的方法计算各主成分的特征值、

贡献率和累计贡献率,根据主成分个数提取原则,提取特征值大于 1 的主成分并计算这些主成分中各项比例性状的贡献率;用 3 群体 16 项比例性状数据的平均值进行聚类分析,采用系统聚类-类间平均链锁法计算各群体间的平方欧氏距离,并基于平方欧氏距离构建 3 群体间的聚类图;采用逐步判别法对 3 群体全部比例性状数据进行判别分析,利用挑选后的比例性状建立各群体的判别公式。判别准确率的计算参照李思发等(1990)方法,判别准确率的计算公式(王伟等,2007)为:

$$\text{判别准确率 } P_1 = O/M \quad (1)$$

$$\text{判别准确率 } P_2 = O/N \quad (2)$$

$$\text{综合判别率} = \sum_{i=1}^k A_i = \sum_{i=1}^k B_i \quad (3)$$

式(1)~(3)中, $O$  为该似鳊群体判别正确的尾数, $M$  为该群体实际尾数, $N$  为判入该群体的尾数, $A_i$  为第  $i$  个群体中判别正确的尾数, $B_i$  为第  $i$  个群体中的实际尾数, $k$  为群体数。

## 2 结果与分析

调查样点及不同地理群体的基本信息见表 1。

表 1 3 个似鳊群体的数目、体长与生境状况

Tab.1 Number in group, standard length and habitat conditions of three *P. simoni* populations

调查样点	生境状况	样本数/ 尾	体长/mm	
			平均值±标准差	范围
望岗 固始县三河尖乡望岗村	水面宽,水深 2~3m,水流较急	23	97.7674±13.3823	82.05~146.88
潢河 潢川县潢河大桥	水面宽,水深 1~2m,水流较急	30	103.9627±15.3659	59.05~134.64
宿鸭湖 水库	水深 5~8m,无水流	20	130.0045±16.8203	106.48~163.44

### 2.1 LSD 多重比较

3 群体的各项比例性状数据经方差齐性检验,10 项数据符合单因素方差分析条件。对这 10 项比例性状数据进行不同群体间的 LSD 多重比较,不同群体间具有显著性差异( $P < 0.05$ )的比例性状共 7 项(表 2)。望岗群体、潢河群体与宿鸭湖群体 3 者间在 PFL/SL 和 PVL/SL 上存在极显著差异( $P < 0.01$ );在 TL/SL、PV/SL、IW/SL、CPD/SL 4 项比例性状上,宿鸭湖群体分别与望岗群体、潢河群体存在极显著差异( $P < 0.01$ ),而望岗群体和潢河群体之间无显著性差异( $P > 0.05$ );在 HL/SNL 上,望岗群体与潢河群体存在极显著差异( $P < 0.01$ ),宿鸭湖群体与其他 2 个群体间存在显

著性差异( $P < 0.05$ )。

### 2.2 主成分分析

提取了特征值大于 1 的主成分共 5 个,它们的累积贡献率为 74.741%(表 3)。第 1 主成分中,PVL/SL、PFL/SL、PV/SL、TL/SL、PA/SL、BD/SL、OD/SL、IW/SL 绝对值较大,主要反映鳍、体型和头部的特征;第 2 主成分中,HL/SNL、BW/SL、SNL/SL、BD/SL、AL/SL、CPD/SL 绝对值较大,主要反映头部、体型和尾部的特征;第 3 主成分中,SNL/SL、OD/SL、HL/SL 绝对值较大,主要反映头部特征;第 4 主成分中,IW/SL、DL/SL 绝对值较大,主要反映头部和背部特征。以上指标主要集中于似鳊体型、鳍、头部和尾部的形态特征。

表2 7项形态特征 LSD 的多重比较

Tab.2 LSD multiple comparisons of the three *P. simoni* populations based on 7 morphological characteristics

形态特征	群体及均值	比对群体	群体间均值差异	标准误	P	95%置信区间	
						下限	上限
全长/体长 TL/SL	宿鸭湖	望岗	-0.0380 **	0.0053	0.000	-0.0486	-0.0274
	1.2026	黄河	-0.0352 **	0.0050	0.000	-0.0452	-0.0252
	望岗	宿鸭湖	0.0380 **	0.0053	0.000	0.0274	0.0486
	1.2405	黄河	0.0028	0.0048	0.564	-0.0068	0.0124
	黄河	宿鸭湖	0.0352 **	0.0050	0.000	0.0252	0.0452
头长/吻长 HL/SNL	1.2378	望岗	-0.0028	0.0048	0.564	-0.0124	0.0068
	宿鸭湖	望岗	0.2088 *	0.0847	0.016	0.0400	0.3776
	3.2876	黄河	-0.2015 *	0.0799	0.014	-0.3609	-0.0421
	望岗	宿鸭湖	-0.2088 *	0.0847	0.016	-0.3776	-0.0400
	3.0788	黄河	-0.4103 **	0.0767	0.000	-0.5634	-0.2573
腹鳍基末端至 臀鳍基起点长/体长 PV/SL	黄河	宿鸭湖	0.2015 *	0.0799	0.014	0.0421	0.3609
	3.4891	望岗	0.4103 **	0.0767	0.000	0.2573	0.5634
	宿鸭湖	望岗	0.0242 **	0.0053	0.000	0.0136	0.0348
	0.2521	黄河	0.0172 **	0.0050	0.001	0.0072	0.0272
	望岗	宿鸭湖	-0.0242 **	0.0053	0.000	-0.0348	-0.0136
眼间距/体长 IW/SL	0.2279	黄河	-0.0070	0.0048	0.149	-0.0166	0.0026
	黄河	宿鸭湖	-0.0172 **	0.0050	0.001	-0.0272	-0.0072
	0.2350	望岗	0.0070	0.0048	0.149	-0.0026	0.0166
	宿鸭湖	望岗	-0.0058 **	0.0018	0.002	-0.0094	-0.0023
	0.0860	黄河	-0.0062 **	0.0017	0.000	-0.0095	-0.0028
胸鳍长/体长 PFL/SL	望岗	宿鸭湖	0.0058 **	0.0018	0.002	0.0023	0.0094
	0.0918	黄河	-0.0003	0.0016	0.829	-0.0036	0.0029
	黄河	宿鸭湖	0.0062 **	0.0017	0.000	0.0028	0.0095
	0.0922	望岗	0.0003	0.0016	0.829	-0.0029	0.0036
	宿鸭湖	望岗	-0.0261 **	0.0036	0.000	-0.0334	-0.0189
腹鳍长/体长 PVL/SL	0.1708	黄河	-0.0157 **	0.0034	0.000	-0.0226	-0.0089
	望岗	宿鸭湖	0.0261 **	0.0036	0.000	0.0189	0.0334
	0.1970	黄河	0.0104 **	0.0033	0.002	0.0038	0.0169
	黄河	宿鸭湖	0.0157 **	0.0034	0.000	0.0089	0.0226
	0.1866	望岗	-0.0104 **	0.0033	0.002	-0.0169	-0.0038
尾柄高/体长 CPD/SL	宿鸭湖	望岗	-0.0262 **	0.0029	0.000	-0.0321	-0.0204
	0.1472	黄河	-0.0162 **	0.0028	0.000	-0.0217	-0.0106
	望岗	宿鸭湖	0.0262 **	0.0029	0.000	0.0204	0.0321
	0.1735	黄河	0.0101 **	0.0027	0.000	0.0048	0.0154
	黄河	宿鸭湖	0.0162 **	0.0028	0.000	0.0106	0.0217
尾柄高/体长 CPD/SL	0.1634	望岗	-0.0101 **	0.0027	0.000	-0.0154	-0.0048
	宿鸭湖	望岗	0.0056 **	0.0014	0.000	0.0028	0.0085
	0.1100	黄河	0.0062 **	0.0014	0.000	0.0034	0.0089
	望岗	宿鸭湖	-0.0056 **	0.0014	0.000	-0.0085	-0.0028
	0.1044	黄河	0.0005	0.0013	0.698	-0.0021	0.0031
0.1039	宿鸭湖	望岗	-0.0062 **	0.0014	0.000	-0.0089	-0.0034
		黄河	-0.0005	0.0013	0.698	-0.0031	0.0021

注: \* 差异显著水平为  $P < 0.05$ , \*\* 差异显著水平为  $P < 0.01$ .

Note: \* means significant level of differences was  $P < 0.05$ , \*\* means significant level of differences was  $P < 0.01$ .

运用第1主成分和第2主成分作二维散点图(图1),望岗群体和黄河群体重叠较多,2个群体间形态差异较小;宿鸭湖群体与另外2个群体的重叠较少,与它们的形态差异相对较大。

### 2.3 聚类分析

3群体之间的欧式距离见表4。望岗群体和黄

河群体欧氏距离较短,仅为19.413;宿鸭湖群体与望岗群体、黄河群体欧氏距离较长,分别达41.413和35.174。3个群体的水平聚类树状图见图2,望岗群体和黄河群体先聚为一支,然后再与宿鸭湖群体聚为一支。望岗群体和黄河群体间形态差异较小,它们与宿鸭湖群体的形态差异较大。

表 3 3 个似鳊群体 16 项可量比例性状主成分分析

Tab.3 Principal component analysis of 16 morphometric characteristics of the three *P. simoni* populations

性状	主 成 分				
	1	2	3	4	5
TL/SL	0.739	-0.251	0.190	0.194	-0.104
BD/SL	-0.634	0.530	0.051	0.221	0.201
BW/SL	-0.498	0.561	0.226	0.273	-0.016
HL/SL	0.391	-0.353	-0.512	0.208	0.449
SNL/SL	0.442	0.534	-0.650	0.083	-0.063
HL/SNL	-0.223	-0.746	0.408	0.006	0.307
PV/SL	-0.750	-0.205	-0.111	0.312	-0.088
OD/SL	0.610	0.132	0.596	0.088	0.062
IW/SL	0.502	-0.320	-0.121	0.539	0.237
CPL/SL	0.208	0.220	0.496	-0.501	0.197
CPD/SL	-0.214	0.464	-0.115	-0.221	0.650
DL/SL	-0.028	0.437	0.393	0.517	0.331
PFL/SL	0.808	-0.033	0.079	0.155	0.102
PVL/SL	0.870	0.158	0.178	0.011	-0.103
AL/SL	0.374	0.508	0.093	0.252	-0.370
PA/SL	-0.718	-0.318	0.241	0.322	-0.204
初始特征值	4.936	2.626	1.842	1.365	1.189
贡献率/%	30.850	16.415	11.512	8.531	7.433
累计贡献率/%	30.850	47.265	58.778	67.308	74.741

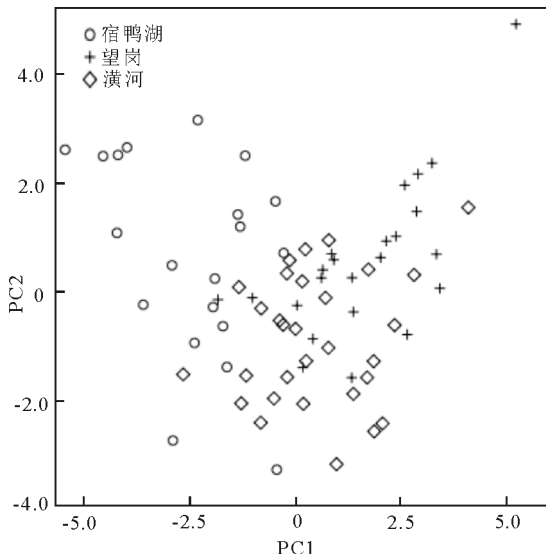


图 1 似鳊 3 个群体主成分散点分布

Fig.1 Scatter plots for morphometric characteristics of the three *P. simoni* populations based on the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> principle components as axis

表 4 3 个似鳊群体 16 项可量性状聚类平方欧式距离

Tab.4 Squares of euclidean distances for the three *P. simoni* populations based on 16 morphometric characteristics

群体	宿鸭湖	望岗	黄河
宿鸭湖	0.000	41.413	35.174
望岗	41.413	0.000	19.413
黄河	35.174	19.413	0.000

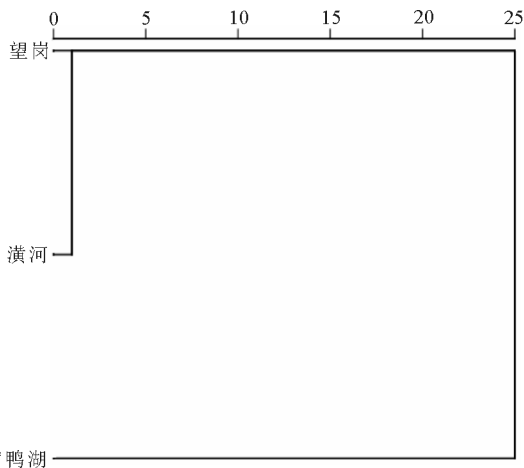


图 2 3 个似鳊群体 16 项可量性状聚类

Fig.2 Cluster analysis of the three *P. simoni* populations based on 16 morphometric characteristics

2.4 判别分析

3 群体的各项比例性状数据都被用于逐步判别分析。F 检验结果显示,3 个似鳊群体间形态差异显著( $P < 0.01$ ),判别效果较好。为提高判别公式的实用性,从 16 个比例性状中选出对判别贡献较大的 HL/SNL ( $X_1$ )、OD/SL ( $X_2$ )、CPD/SL ( $X_3$ )、PFL/SL( $X_4$ )、PVL/SL( $X_5$ )共 5 个比例性状并进行判别。所得公式如下:

(1)宿鸭湖群体

$$Y_1 = -458.848 + 60.545X_1 + -232.326X_2 + 4525.755X_3 + 195.176X_4 + 1347.399X_5$$

(2)望岗群体

$$Y_2 = -466.295 + 58.180X_1 + 3.224X_2 + 3958.493X_3 + 358.578X_4 + 1540.418X_5$$

(3)黄河群体

$$Y_3 = -470.603 + 63.341X_1 + 39.727X_2 + 4032.518X_3 + 290.363X_4 + 1482.411X_5$$

判断似鳊个体的群体归属时,将个体的前述 5 个比例性状数据分别代入 3 个判别函数公式,似鳊个体属于具有最大函数值的判别公式所表示的群体。判别结果(表 5)显示,宿鸭湖群体的判别准确率达 100%,黄河群体、望岗群体的判别准确率分别

表 5 似鳊群体判别结果

Tab.5 Results of discriminant analysis of the three *P. simoni* populations

群体	样本/尾	群体判别/尾			准确率/%
		宿鸭湖	望岗	黄河	
宿鸭湖	20	20	0	0	100.0
望岗	23	0	17	6	73.9
黄河	30	2	5	23	76.7
合计	73	22	22	29	82.2

为76.7%和73.9%。黄河群体、望岗群体的判别准确率虽较低,但均超过70%;3群体综合判别准确率较高,为82.2%。

### 3 讨论

#### 3.1 似鳊群体间形态差异和鉴别特征

群体(population)通常指同一物种具有相同形态特征的类群,鱼类群体间的变异可以为群体结构的划分和群体鉴定提供基础资料和依据(杨慧荣等,2016)。形态学方法至今仍是判明群体间差异的主要手段(陈杰等,2014),同遗传学分析相比,形态度量学方法更加方便、迅速、破坏性小(刘建勇和杨廷宝,2009)。目前,框架性状度量评价方法虽已广泛应用,但是传统形态学方法并未过时,且有时能起到更好效果(徐丹丹等,2017)。

本研究结果说明望岗群体与黄河群体形态差异较小,宿鸭湖群体与它们形态差异较大。从整体上看,3个似鳊群体间的形态差异覆盖似鳊个体全身,包括体型、头部大小、躯干部的胸鳍和腹鳍以及尾柄;单因素方差分析结果显示,胸鳍长/体长和腹鳍长/体长在各群体间均存在极显著差异( $P < 0.01$ ),且在主成分分析时对群体间形态差异的贡献率最高,因此胸鳍长/体长和腹鳍长/体长可作为在形态上区分3个似鳊群体的主要依据;在全长/体长、腹鳍基末端至臀鳍基起点长/体长、眼间距/体长、尾柄高/体长4项比例性状上,宿鸭湖群体分别与望岗群体、黄河群体存在极显著差异( $P < 0.01$ );在头长/吻长比例性状上,宿鸭湖群体分别与望岗群体、黄河群体存在显著性差异( $P < 0.05$ ),望岗群体与黄河群体间存在极显著差异( $P < 0.01$ )。这些比例性状在群体间的差异相对弱化,只能从3个群体中区分出1个群体,它们可作为在形态上区分3个似鳊群体的次要依据。

#### 3.2 似鳊形态对生境的适应

本研究选取的3个样点有较好的代表性。在水文特征上,望岗位于淮河干流,黄河是淮河一级支流,2样点水面宽阔,水体较浅,水流较急,为典型的河流生境(詹春芳等,2016;顾钱洪等,2016);宿鸭湖水库属平原湖泊型水库,水体较深,水流平缓,环境较封闭,为典型的静水生境(戴泽贵等,1990;董长兴,2016)。在鱼类物种组成和数量上,宿鸭湖水库红鲌类、鲌类等大型肉食性鱼类种群生物量稳定且较大(戴泽贵等,1990);望岗、黄河虽有翘嘴鲌、鳊等肉食性鱼类分布,但资源衰退明显,生物量很小(詹

春芳等,2016;顾钱洪等,2016)。综上,望岗群体与黄河群体生境相似,均与宿鸭湖群体生境差异明显。

研究表明,鱼类形态特征是遗传因素与环境因素共同作用的产物(Kinsey et al,1994)。与遗传因素相比,环境因素对鱼类形态不仅会产生影响(Shepherd,1991;Ken,1994;West-Eberhard,2003),而且影响通常更显著(Wimberger,1992)。本研究LSD多重比较的结果说明宿鸭湖群体的胸鳍和腹鳍相比另2个群体明显短小,表现出一定的退化;头部相比另2个群体更瘦削,尾柄相比另2个群体更加粗壮。从鱼体结构与功能的关系上看,胸鳍、腹鳍主要起控制运动、转向和维持身体平衡作用(谢从新,2010)。较小的头部可以减少鱼体与水体的接触面积,降低游泳过程中的阻力,加快游泳速度;粗壮的尾柄能提供足够的动力,具有很强的加速能力,且二者协同作用有利于个体有效逃避捕食者的追捕(张缓缓和曾燊,2015)。本研究认为,宿鸭湖环境较封闭、捕食者生物量大而稳定,故较之望岗群体和黄河群体,宿鸭湖群体需要加快游泳速度以逃避捕食者的追捕,减轻被捕食压力,进而逐渐发展出瘦削的头部和粗壮的尾柄。望岗群体和黄河群体因长期处于捕食者生物量很小的环境,逃避捕食者追捕的需求明显更小,故较之宿鸭湖群体,它们头部更大,尾柄也退化。需要指出的是,宿鸭湖群体需逃避捕食者追捕;望岗群体和黄河群体生活在水流较急的河流生境,且似鳊喜集群逆水而游,可见3群体对控制运动、转向和维持身体平衡都有需求。但是本研究发现,宿鸭湖群体的胸鳍和腹鳍相比另2个群体明显短小,表现出一定的退化。推测是因为宿鸭湖水流平缓,个体逃避捕食者追捕侧重于加快游泳速度;而在河流中逆水而游则更需要控制运动强度,把握运动方向和维持身体平衡。综上所述,基于形态学可量性状的分析,本研究发现,宿鸭湖群体作为水库群体,与河流群体间的形态差异较大,且差异主要集中在与游泳相关的性状上,若干研究也有类似发现(杨秀平等,2002;王伟等,2007)。本研究认为,似鳊不同地理群体之间的形态差异是各群体对不同生境长期适应的结果,与较多研究的结论(杨秀平等,2003;王伟等,2007;谷伟等,2007;陈杰等,2014)一致。

有研究指出,同一物种不同地理群体间的形态差异与其地理分布密切相关,地理分布上较接近的群体形态差异较小,反之则较大(刘建勇和杨廷宝,2009;杨慧荣等,2016)。本研究也发现了这一点;望

岗群体和潢河群体均位于淮河干流及其一级支流上,地理分布较接近,两群体间形态差异也较小;宿鸭湖群体与它们有一定的地理跨度,与它们的形态差异也较大。有的研究从地理隔离、繁殖期不同、自然环境因子差异等因素造成群体间基因交流中断和遗传分化的角度分析了这一现象产生的原因(刘建勇和杨廷宝,2009;杨慧荣等,2016),并认为水库水体的长期相对封闭是造成水库群体与河流群体间形态差异较大的原因(王伟等,2007)。本研究发现,宿鸭湖似鳊群体作为水库群体与河流群体间的形态差异较大,并认为差异是各群体对不同生境长期适应的结果。长期相对封闭的环境是否已经导致宿鸭湖似鳊群体与河流群体间达到地理隔离和基因交流中断的程度,尚需进一步研究证实。

#### 参考文献

陈杰,李福贵,黄创新,等,2014. 不同鳊鲂属鱼类群体的形态差异分析[J]. 上海海洋大学学报,23(3):388-394.

程兴华,唐文乔,郭弘艺,等,2012. 长江靖江段沿岸似鳊的时间格局及生长特征[J]. 上海海洋大学学报,21(1):97-104.

戴泽贵,魏青山,樊启学,等,1990. 宿鸭湖水库鱼类调查报告[J]. 水利渔业,(5):31-34,55.

董长兴,2016. 河南省宿鸭湖水库淤积成因分析及清淤扩容必要性探讨[J]. 水利建设与管理,(6):67-69,40.

顾晓洪,孟晓林,周传江,等,2016. 信阳市潢川县鱼类资源调查[J]. 河南水产,(2):22-25,30.

李德尚,吴雄飞,谢宗墉,等,1988. 杂鱼在养鱼水库中的作用及其种群控制[J]. 生态学报,8(4):304-310.

李思发,1981. 关于逆鱼的生态学资料[J]. 动物学杂志,4(3):6-7.

李思发,蔡完其,周碧云,1991. 团头鲂种群间的形态差异和生化遗传差异[J]. 水产学报,15(3):204-211.

李思发,吴力钊,王强,等,1990. 长江、珠江、黑龙江鲢、鳙、草鱼种质资源研究[M]. 上海:上海科学技术出版社.

刘国栋,何光喜,刘其根,等,2011. 千岛湖大眼华鳊年龄、生长和繁殖的初步研究[J]. 上海海洋大学学报,20(3):382-391.

刘建勇,杨廷宝,2009. 我国沿海鲮鱼(*Mugil cephalus*)不同地理群体形态差异研究[J]. 海洋与湖沼,40(5):572-576.

倪勇,伍汉霖,2006. 江苏鱼类志[M]. 北京:中国农业出版社:308-310.

孙广文,沈建忠,胡少迪,等,2013. 长江天鹅洲故道似鳊年龄、生长和死亡率[J]. 淡水渔业,43(4):29-34.

王坤,凌去非,李倩,等,2009. 苏州地区泥鳅和大鳞副泥鳅年龄与生长的初步研究[J]. 上海海洋大学学报,18(5):553-558.

王伟,陈立侨,顾志敏,等,2007. 7个翘嘴红鲌群体的形态差异分析[J]. 淡水渔业,37(3):40-44.

谢从新,2010. 鱼类学[M]. 北京:中国农业出版社:26-27.

徐丹丹,王志坚,王永明,等,2017. 中华沙鳅和宽体沙鳅形态差异及其物种有效性分析[J]. 水生生物学报,41(4):827-834.

徐东坡,张敏莹,周彦锋,等,2014. 长江常熟江段似鳊的生长特征及形态特性[J]. 大连海洋大学学报,29(4):397-402.

杨慧荣,欧阳徘徊,李桂峰,等,2016. 珠江流域3个野生大眼鳊群体的形态差异[J]. 中国水产科学,23(2):447-457.

杨秀平,刘焕章,唐治军,2002. 高体鳊的形态变异及地理分化研究[J]. 湖北大学学报(自然科学版),24(2):173-177.

詹春芳,周传江,孟晓林,等,2016. 固始县鱼类资源调查[J]. 河南水产,(3):26-30.

张缓缓,曾燊,2015. 6种快速游泳鲤科鱼类的形态差异及功能适应[J]. 天津农业科学,21(3):71-75.

张尧庭,方开泰,1982. 多元统计分析引论[M]. 北京:科学出版社:393-401.

邹莉瑾,张敏,邹晓荣,等,2010. 东南太平洋公海智利竹筴鱼年龄与生长研究[J]. 上海海洋大学学报,19(1):62-67.

Ken J T,1994. The complex bingham distribution and shape analysis [J]. Journal of The Royal Statistical Society, Series B (Methodological),56:285-299.

Kinsey S T, Orsoy T, Bert T M, et al,1994. Population structure of the Spanish sardine *Sardinella aurii*: natural morphological variation in a genetically homogeneous population [J]. Marine Biology,118(2):309-317.

Shepherd G,1991. Meristic and morphometric variation in black sea bass north of cape hatteras, North Carolina [J]. North American Journal of Fisheries Management, 11(2):139-148.

West-Eberhard M J,2003. Phenotypic plasticity and the origins of diversity [J]. Annual Review of Ecology & Systematics,20(1):249-278.

Wimberger P H,1992. Plasticity of fish body shape. The effects of diet, development, family and age in two species of *Geophagus*, (Pisces: Cichlidae) [J]. Biological Journal of The Linnean Society,45(3):197-218.

## Morphological Differences Between Different *Pseudobrama simoni* Populations in the Huaihe River Basin

LU Wen-ze, GU Qian-hong, WANG Jing-long, CHEN Qi-hao, HU Qing-xia, YUAN Shu-qin,  
CEN Shuang-shuang, WANG Meng-xue, ZHOU Chuan-jiang, MENG Xiao-lin, NIE Guo-xing

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

**Abstract:** *Pseudobrama simony* widely inhabits the Huaihe River basin and plays an important role in maintaining material cycling, energy flow and biodiversity within the basin. In this study, we analyzed the morphological differences of three *P. simoni* populations in the Huaihe River basin: Wanggang River, Huanghe River (a tributary of Huaihe River) and Suyahu Reservoir. The objectives were to explore the effect of habitat on fish morphology and provide basic data for conserving biodiversity and aquatic resources in the basin. In July and August of 2015, *P. simoni* specimens were collected from each of the three areas and 16 characteristic morphometrics were compared by One-Way ANOVA, principal component analysis, cluster analysis and discriminant analysis. The morphological characteristics of the Wanggang and Huanghe River groups were similar, while the Suyahu Reservoir group was clearly different. Morphological differences between populations were those primarily associated with swimming. The pectoral and pelvic fins of the Suyahu population were smaller and shorter, the head was thinner and the caudal peduncle was thicker compared with the Wanggang and Huanghe populations. Wanggang River and Huanghe River habitats are similar, with flowing water, while the water in Suyahu Reservoir is quiescent. The morphological differences between the three *P. simoni* populations were therefore attributed to a difference in habitat, i. e., adaptations to swimming in standing water vs. flowing water.

**Key words:** Huaihe River basin; *Pseudobrama simoni*; morphological difference analysis; habitat adaptability