

大眼华鳊和伍氏华鳊的形态差异及其物种有效性

张 鹏¹ 谢仲桂^{1,2} 谢从新²

(1. 中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072; 2. 华中农业大学水产学院, 武汉 430070)

摘要: 分别对大眼华鳊和伍氏华鳊 137 尾标本 7 个可数性状和 18 个可量性状进行主成分分析, 以探讨这两个种之间的形态差异及其物种有效性。研究结果显示: 无论是在可数性状上还是可量性状上, 大眼华鳊和伍氏华鳊之间的形态差异并不显著, 而且大眼华鳊大陆的标本和台湾的标本无明显的不同。此表明, 大眼华鳊和伍氏华鳊应该为同一个种。根据国际动物命名法规, 伍氏华鳊应是大眼华鳊的次定同物异名。

关键词: 大眼华鳊; 伍氏华鳊; 形态差异; 物种有效性

中图分类号: Q959.4 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2004)05-0511-08

华鳊属 (*Sinibrama* Wu, 1939) 隶属于鲤科 (Cyprinidae) 亚科 (Cultrinae), 是一类在河流和湖泊环境中栖息的中小型淡水鱼类。它主要分布于中国长江及其以南诸水系(包括台湾岛和海南岛), 而国外仅见于越南和老挝的红河水系^[1-4]。根据罗云林^[2]的分类整理, 中国华鳊属鱼类有 4 个种, 即伍氏华鳊 (*S. wui*)、大眼华鳊 (*S. macrops*)、海南华鳊 (*S. melrosei*) 和四川华鳊 (*S. taeniatus*)。其中, 伍氏华鳊广泛分布于瓯江、钱塘江、灵江、闽江及长江中上游; 大眼华鳊分布于台湾、珠江和长江(乌江)。海南华鳊见于海南岛、元江、珠江(西江)和韩江, 而四川华鳊只局限分布于长江上游。Kottelat^[3]最近发现, 华鳊属鱼类在老挝也有其分布, 并鉴定为 *S. affinis* Vaillant^[5] 于 1892 年依据越南莱州 (Lai Chau) 的标本描述的一新种: *Chanodichthys affinis*。同时, 他还指出, 海南华鳊实际上是 *C. affinis* 的次定同物异名。罗云林^[6]依据采自广西钦州的标本描述了一新种——须华鳊 (*S. barbatula*)。随后, 罗云林^[7]以此种为模式种建立了一新属——须鳊属 (*Pogobrama*)。此属与华鳊属的主要区别性状是: 口角只有一对短须和 14—16 根臀鳍分枝鳍条。但是须鳊属的有效性仍值得进一步研究。作者^[8]最近研

究发现, 名为大眼华鳊的乌江标本是一未被描述的新种, 并命名为长鳍华鳊 (*S. longianalis*)。因此, 目前中国华鳊属鱼类有 5 个种, 它们是: 大眼华鳊、伍氏华鳊、海南华鳊 (*S. affinis*)、四川华鳊和长鳍华鳊。

目前, 对大眼华鳊和伍氏华鳊的物种有效性还没有很好的了解。依据罗云林^[2]的检索表, 两者非常相似, 它们相区别的两个主要性状是臀鳍分枝鳍条和鳃耙数目。但是, 这两个性状的分布存在部分重叠。更令人难以置信的是, 大眼华鳊不仅有台湾和大陆这两个完全隔离的种群, 而且它们之间相间隔的内陆水系却被与其密切相关的物种即伍氏华鳊所占据。此外, 钱塘江、珠江和闽江地理居群的物种归属问题仍然存在较大的分歧^[9-10]。因此, 本文旨在通过对大眼华鳊和伍氏华鳊的外部形态差异的研究, 探讨其物种有效性。

1 材料和方法

1.1 材料 所检视的标本均来自于中国科学院水生生物研究所淡水鱼类博物馆福尔马林浸泡标本, 共 137 尾; 大眼华鳊和伍氏华鳊不同地理居群的标本编号、采集地、体长统计以及数目分别见表 1。

收稿日期: 2003-07-10; 修订日期: 2004-02-19

基金项目: 中国科学院生物分类与区系特别支持费资助课题

作者简介: 张 鹏(1965—), 男, 湖北红安人; 博士; 研究方向: 鱼类进化生物学, E-mail: zhang_e@ihb.ac.cn。蔡鸣俊先生在框架外框图中覆墨, 特此致谢

表 1 大眼华鳊和伍氏华鳊的采集地、数目和体长

Tab 1 Sampling localities, numbers and standard length of *S. macrops* and *S. wui*.

物种 Species	编号 Code	采集地 Sampling localities	样本数 Sample	体长(mm) Standard length
大眼华鳊 <i>S. macrops</i>	1	台湾	3	104.4—144.6
	2	广西融水、融安、南宁、龙州和宁明以及贵州榕江(珠江)	23	89.2—160.2
伍氏华鳊 <i>S. wui</i>	3	贵州铜仁和锦屏以及湖南吉首、泸溪、沅陵和麻阳(沅江)	21	86.0—166.0
	4	江西余江、广丰、弋阳和贵溪(信江)	13	94.4—135.8
	5	安徽屯溪(钱塘江)	14	103.5—124.6
	6	浙江嵊县(曹娥江)	9	81.2—124.0
	7	浙江仙居、天台和临海(灵江)	18	100.2—166.5
	8	浙江丽水和缙云(瓯江)	15	70.5—127.4
	9	福建宁化、建瓯、南平和建阳(闽江)	21	79.5—146.2

1.2 形态度量方法 采用 9 个如图 1 所示的解剖学坐标点以建立形态度量的框架(Truss network), 它们分别是 A—吻端(Tip of snout); B—枕骨后末端(Distal tip of occiput); C—胸鳍起点(Insertion of pectoral fin); D—背鳍起点(Origin of dorsal fin); E—背鳍基部后末端(Posterior end of dorsal fin base); F—腹鳍起点(Insertion of pelvic fin); G—臀鳍起点(Origin of anal fin); H—尾鳍背部起点(Dorsal origin of caudal fin); I—尾鳍腹部起点(Ventral origin of caudal fin)。它们之间的距离用 A-B、A-C……、H-I 表示, 共测量了 18 个框架结构可量性状。此外, 还

计数了 7 个可数性状, 它们分别是: 侧线鳞(Lateral line scales, LS)、侧线上鳞(Scales above lateral line, ALS)、侧线下鳞(Scales below lateral line, BLS)、围尾柄鳞(Circumpectuncular scales, CPS)、背鳍前鳞(Predorsal scales, PS)、臀鳍分枝条(Branched anal finrays, AR) 和胸鳍分枝条(Branched pectoral fin rays, PtR)。所有框架结构的可量性状都是坐标点与点之间的直线距离, 采用电子数显卡尺(Electronic digital caliper)进行测量, 精确度为 0.1mm。可数和可量性状数据统计见表 2 和表 3。

表 2 大眼华鳊和伍氏华鳊的可数性状数据(Range/Mean±Std Error)

Tab. 2 Meristic data for *S. macrops* and *S. wui*.

物种 Species	编号 Code	侧线鳞 LS	侧线上鳞 ALS	侧线下鳞 BLS	围尾柄鳞 CPS	背鳍前鳞 PS	胸鳍分支鳍条 PtR	臀鳍分支鳍条 AR
大眼华鳊 <i>S. macrops</i>	1	58—60	11	5	20—21	25—26	14—15	22—23
		59±1	11±0	5±0	20.3±0.6	25.3±0.6	14.7±0.6	22.7±0.6
伍氏华鳊 <i>S. wui</i>	2	55—61	9—10	5—6	19—21	19—24	14—16	20—25
		57.7±1.7	9.5±0.5	5.3±0.5	20.2±0.7	21.4±1.4	14.6±0.6	22.7±1.2
	3	55—59	9—11	5—6	19—23	20—23	14—16	22—24
		56.8±1.3	9.7±0.5	5.7±0.5	20.2±1.0	21.3±0.9	14.9±0.7	22.8±0.6
	4	55—59	9—10	5—6	19—21	21—24	14—15	20—23
		56.5±1.1	9.5±0.5	5.5±0.5	20.1±0.8	22.3±1.0	14.5±0.5	21.2±0.9
	5	56—60	10—11	5—6	19—22	22—26	14—15	20—22
		58.4±1.4	10.6±0.5	5.8±0.4	20.3±0.8	24.0±1.5	14.6±0.5	21.0±0.7
	6	55—61	9—11	5—6	20—23	20—25	14—15	20—21
		58.9±1.7	10.3±0.7	5.6±0.5	21.1±0.8	23.3±1.7	14.7±0.5	20.4±0.5
	7	56—61	10—11	5—6	18—21	24—26	14—16	18—22
		58.7±1.3	10.3±0.5	5.6±0.5	19.9±0.8	25.1±0.8	14.8±0.6	20.7±1.2
	8	55—60	10—11	5—6	19—20	20—25	14—16	19—23
		57.5±1.4	10.1±0.3	5.3±0.5	19.6±0.5	22.7±1.7	14.7±0.7	21.1±1.1
	9	55—60	10—11	5—6	19—21	21—26	14—16	20—23
		57.7±1.2	10.1±0.3	5.6±0.5	20.0±0.7	23.2±1.3	15.1±0.7	21.3±1.1

表3 大眼华鳊和伍氏华鳊的可量性状数据(Range/Mean±Std. Error)(单位:mm)

Tab.3 Morphometric data for *S. macrostomus* and *S. wuui*.

性状(characters)	大眼华鳊 <i>S. macrostomus</i>				伍氏华鳊 <i>S. wuui</i>			
	1	2	3	4	5	6	7	8
A-B	17.3—26.4 24.4±3.1	17.3—26.4 21.9±2.3	16.3—29.3 20.6±3.5	16.5—24.4 20.6±2.2	18.1—21.9 20.1±0.1	15.5—23.0 18.6±2.6	18.1—27.9 21.0±2.9	14.3—23.6 20.0±3.0
A-C	24.4—38.6 24.4—38.6	23.7—44.7 24.9—34.6	25.9—31.6 29.4±3.0	25.6±1.6 29.4±3.0	21.0—31.7 26.2±3.8	23.7±2.9 33.1±4.1	20.1—33.6 24.9±4.4	20.2±2.6 20.3—36.2
B-C	31.1±3.6 31.1±3.6	29.3±5.9 30.1—64.6	16.3—31.3 30.1—64.6	17.3—24.6 40.1±8.9	13.6—23.0 40.2±3.0	17.8—30.3 33.1±5.6	13.0—24.4 47.7±6.6	13.5—26.2 27.9±3.4
B-F	31.0—60.0 45.6±6.1	30.6—62.4 43.1±9.9	23.6±3.2 43.5±6.0	21.6±2.9 42.3±2.7	20.7±1.5 37.1—48.9	17.7±3.1 28.1—44.2	24.0±3.1 36.0—62.6	19.8±2.9 23.5—43.2
C-D	31.1—63.3 26.3—54.8	30.1—63.3 25.2—59.9	35.2—51.2 42.4±6.2	35.2—51.2 43.2±3.1	30.2±3.0 36.0±5.5	33.7±5.6 36.0±5.5	26.0—51.1 35.7±6.0	26.0—51.1 37.8±5.7
C-F	20.5—40.1 28.5±2.8	18.2—42.3 29.8±4.9	22.7—34.8 28.0±7.1	24.8—33.0 28.0±4.0	19.2—29.7 28.0±2.4	28.3—46.3 24.5±3.5	35.6—63.4 36.3±5.6	27.5—56.2 40.8±3.5
D-F	38.7±3.7 10.3—20.9	39.4±10.0 9.9—18.6	41.7±6.7 11.6—16.4	37.4±6.3 12.8—16.3	35.8±2.5 9.0—16.9	37.6±4.5 12.6—18.8	30.3±4.6 8.5—15.6	29.1—54.3 34.2±5.6
D-E	13.8±2.1 27.8—57.6	13.7±2.7 26.6—61.2	14.3±1.8 30.9—45.6	14.4±1.1 34.2—42.9	12.1±2.5 24.4—38.8	15.8±1.9 31.6—51.9	12.4±2.4 32.0±5.2	13.4±2.1 35.5±5.8
D-G	40.9±5.7 26.4—54.5	42.9±6.5 26.4—54.5	39.9±9.9 25.5—38.7	39.4±2.6 29.1—44.2	31.5±4.9 32.5—41.0	31.6—51.9 23.3—37.2	21.3—38.3 29.8—50.0	24.0—48.6 23.5—44.3
E-F	39.4±4.2 41.1±6.5	39.1±9.5 37.6±6.1	17.2—33.9 30.6±4.5	17.8—28.4 30.5±2.1	21.0—27.0 24.0±1.9	14.3—22.9 19.8±3.3	13.3—25.3 28.3±4.2	13.4±5.4 20.1±3.7
F-G	15.7—34.0 25.0±4.3	23.6±5.0 23.7—36.0	23.2±3.5 20.4—48.8	23.7—51.2 30.5±4.5	40.5—50.7 44.2±3.3	33.2—46.1 38.7±5.2	22.4±4.1 20.1±3.7	17.2—31.5 27.2±4.3
E-H	36.7—62.1 51.2±5.8	31.4—68.1 45.9±10.1	31.9±8.1 44.6±5.3	37.5—51.2 44.6±5.3	40.0—49.9 44.9±3.1	39.9—64.3 51.7±6.7	30.7—57.4 40.0±7.2	18.6—37.1 43.4±5.7
E-I	37.8—65.1 52.7±6.4	32.7—70.8 48.1±10.4	38.2—54.5 47.6±5.4	32.7—45.4 47.1±3.1	19.7—29.9 40.3±5.4	23.9—39.8 53.7±6.6	18.6—37.1 41.7±7.5	32.3—60.6 45.1±6.3
G-H	36.5—63.8 47.2±6.8	33.8—66.9 46.8±9.8	37.2—52.0 45.6±5.6	40.0—49.9 44.9±3.1	32.2—47.7 38.7±5.6	40.6—60.0 49.8±5.6	28.1—49.3 40.5±6.8	32.3—54.1 43.0±5.3
C-I	32.4—56.4 40.8±6.2	30.4—58.8 44.8±5.8	31.8—47.2 41.9±8.3	35.0—44.9 40.8±4.7	28.0—42.7 34.0±5.0	35.3—51.9 44.2±5.2	24.3—45.0 36.1±6.2	28.4—48.1 37.7±4.6
H-I	10.5—18.4 14.4±1.8	10.5—18.4 14.2±1.9	9.1—19.5 12.8±2.9	11.5—14.9 12.8±1.5	9.6—15.4 13.6±1.0	12.1—17.6 11.7±1.9	8.7—17.0 14.7±1.6	12.3±1.9 12.0±2.1

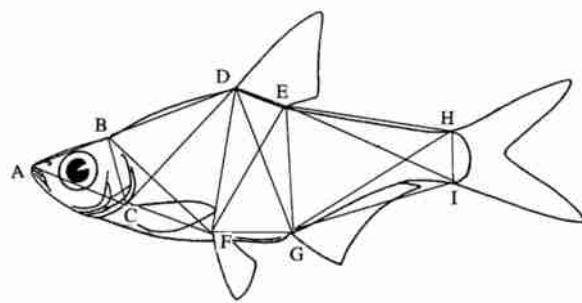


图 1 大眼华鳊和伍氏华鳊鱼体形态测量

Fig 1 Measurements on *S. macrops* and *S. wui*

1.3 分析方法 用 SPSS 软件分别对可数和可量性状进行主成分分析。可数性状的原始数据经进行标准化处理后, 依据其相关矩阵(Correlation matrix) 提取主成分。可量性状原始数据首先进行对数转换(\log_{10})以除去异速生长(Allometries), 再依据其方差协方差矩阵(Variance covariance matrix) 提取主成分。

2 结果

2.1 可数性状

可数性状的主成分分析得到前 5 个主成分的因子载荷见表 4, 其方差的累积贡献率达到 86.2%。在 PC1(第一主成分) 轴上具有较大因子载荷的是: 侧线鳞、侧线上鳞和背鳍前鳞; 在 PC2(第二主成分) 轴上具有较大因子载荷的是侧线下鳞、围尾柄鳞和臀鳍分枝鳍条; 在 PC3(第三主成分) 轴上具有较大因子载荷的是侧线下鳞和胸鳍条。全部可数性状差

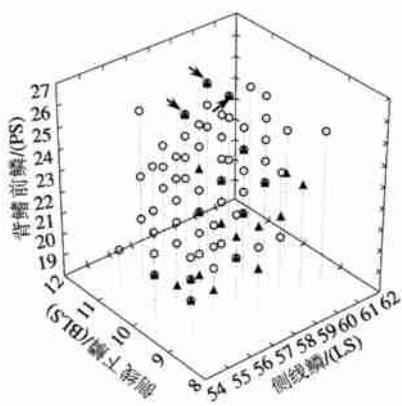


图 2 大眼华鳊和伍氏华鳊的侧线鳞、侧线上鳞和背鳍前鳞的三维分布图(箭头所指为台湾的标本)

Fig 2 Three dimensional distribution of lateral line scales, scale rows above lateral line and predorsal scales for *S. macrops* (▲) and *S. wui* (○). Arrow pointing to the specimens from Taiwan.

异分别在这 3 个主成分上都表现出较大的贡献值。为了进一步探讨这些性状的分类学意义, 对在 PC1 轴具有较大因子载荷的 3 个性状作三维分布图(图 2)。从图 2 中可以发现, 大眼华鳊和伍氏华鳊并未形成两个分离的集群。同样情况出现在 PC2 轴上具有较大因子载荷的 3 个性状的三维分布图中, 以及 PC3 轴上具有较大因子载荷的 2 个性状二维分布图中。而且 PC1 和 PC2 以及 PC2 和 PC3 的二维散布图(图 3、图 4) 中也可以看出, 大眼华鳊和伍氏华鳊并未形成两个分离的集群。同时, 在图 2、图 3、图 4 中, 并未发现大眼华鳊的台湾标本与大陆标本之间存在明显的差异。

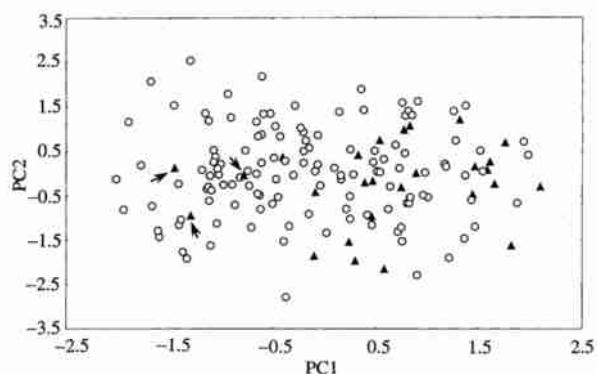


图 3 大眼华鳊和伍氏华鳊可数性状第一、二主成分散布图(箭头所指为台湾的标本)

Fig 3 Scatterplot on the first two principle components extracted from meristic characters of *S. macrops* (▲) and *S. wui* (○). Arrow pointing to the specimens from Taiwan

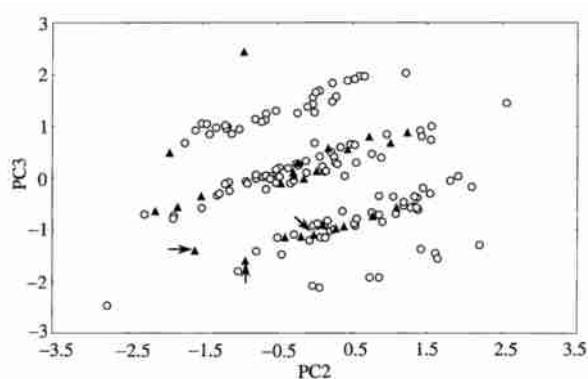


图 4 大眼华鳊和伍氏华鳊可数性状第二、三主成分散布图(箭头所指为台湾的标本)

Fig. 4 Scatterplot on the second and third principle components extracted from meristic characters of *S. macrops* (▲) and *S. wui* (○). Arrow pointing to the specimens from Taiwan.

表4 大眼华鳊和伍氏华鳊可数性状前5个主成分分析因子载荷

Tab. 4 Loadings on the first five principal components extracted from meristic characters of *S. macrops* and *S. wui*.

性状 Characters	第一主成分	第二主成分	第三主成分	第四主成分	第五主成分
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
侧线鳞 LS	- 0.621	- 0.260	- 0.096	- 0.450	0.518
侧线上鳞 ALS	- 0.683	- 0.232	- 0.006	0.390	- 0.080
侧线下鳞 BLS	- 0.106	- 0.579	0.505	0.510	0.0795
围尾柄鳞 CPS	- 0.175	- 0.669	- 0.349	- 0.324	- 0.532
背鳍前鳞 PS	- 0.851	0.209	- 0.074	0.018	0.0511
胸鳍条 PtR	- 0.014	0.108	- 0.813	0.500	0.093
臀鳍条 AR	0.584	- 0.547	- 0.248	0.011	0.390
方差贡献率(%)	28.0	18.0	15.9	0.139	0.104

方差分析显示, 7个可数性状中有4个性状(侧线上鳞、侧线下鳞、背鳍前鳞和臀鳍分枝鳍条)在所检测的大眼华鳊和伍氏华鳊标本之间均存在显著性差异(F 值分别为7.29, 6.88, 12.07和23.56; $P < 0.05$)。但是, 从表2中可以看出, 侧线上鳞、侧线下鳞和背鳍前鳞在大眼华鳊和伍氏华鳊之间无明显的间断分布, 它们不足以成为二者之间的鉴定性状。

臀鳍分枝鳍条一直作为大眼华鳊和伍氏华鳊的重要鉴别性状^[2], 前者臀鳍分枝鳍条通常为22—26, 而后者为18—22。本研究显示, 大眼华鳊和伍氏华鳊在臀鳍分枝鳍条的分布上实际存在较大的重叠(表5), 无明显的间断。此表明, 臀鳍分枝鳍条数目也不能作为两物种间的鉴别性状。因此, 上述4个性状的差异显然是种内的个体差异, 而非种间差异。

表5 大眼华鳊和伍氏华鳊臀鳍分枝鳍条数目的频数分布

Tab. 5 Frequency distribution of branched anal fin rays in *S. macrops* and *S. wui*

物种(Species)	臀鳍分枝鳍条数(Branched anal fin rays)								标本数 (Number)	平均值 (Mean)
	18	19	20	21	22	23	24	25		
<i>S. macrops</i>	)	)	1	2	9	10	4	1	26	22.6
<i>S. wui</i>	2	4	25	42	32	21	5	)	111	21.3

2.12 可量性状

可量性状主成分分析得到前3个主成分的因子载荷见表6, 其累积贡献率达到92.12%。所有性状的PC1都比较相似, 相差不大, 它反映了鱼体大小的差异, 而PC2和PC3差异显著, 反映的是形态上的差异^[11]。图5和图6分别是PC1与PC2和PC2与PC3的二维散布图。从图5中可以看出, 无论是在PC1(大小轴)还是PC2(形态轴)上, 大眼华鳊台湾的标本与珠江标本不能完全区分开来; 大眼华鳊与伍氏华鳊标本的重叠度非常大, 二者也不能互相分离。同样的结论也不难在图6中看出。由此可见, 大眼华鳊台湾和大陆珠江的标本形态上差别不大, 它与目前大陆分布的名为伍氏华鳊的形态上也没有显著的不同。

3 讨论

长期以来, 很多学者认为伍氏华鳊和大眼华鳊是两个不同的物种。然而, 他们在这两个种的区分界限和地理分布上有较大的分歧。伍献文^[12]最初将长江上游岷江水系(四川乐山和宜宾)的标本鉴定

表6 大眼华鳊和伍氏华鳊可量性状前3个主成分分析因子载荷

Tab. 6 Loadings on the first three principal components extracted from morphometric characters of *S. macrops* and *S. wui*

性状 Characters	第一主成分	第二主成分	第三主成分
	PC1	PC2	PC3
A2B	01169	- 01250	- 01328
A2C	01182	- 01200	- 01256
E2C	01222	01020	- 01193
E2D	01224	- 01175	01001
E2F	01230	- 01081	01093
C2D	01232	01020	01122
C2F	01237	- 01192	01394
D2F	01243	01449	01122
D2E	01219	- 01011	- 01182
D2G	01237	01273	01060
E2F	01234	01348	010136
E2G	01231	- 0.272	0.561
E2G	01234	01426	01069
E2H	01211	- 01013	- 01210
E2I	01214	01014	- 01175
G2H	01205	01093	- 01169
G2I	01202	01081	- 01212
H2I	01205	- 01094	- 01216

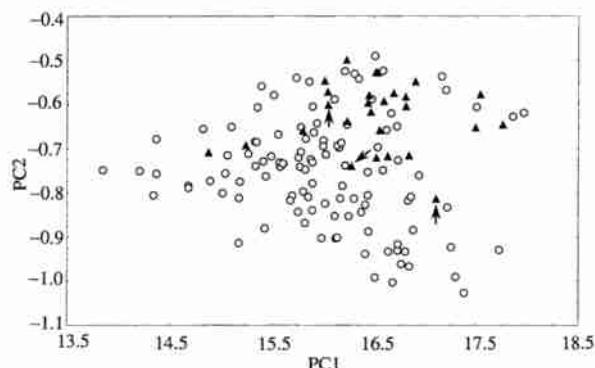


图5 大眼华鳊和伍氏华鳊可量性状第一、二主成分散布图
(箭头所指为台湾的标本)

Fig15 Scatterplot on the first two principle components extracted from morphometric characters of *SI macrops* (w) and *SI wui* (o)

Arrow pointing to the specimens from Taiwan

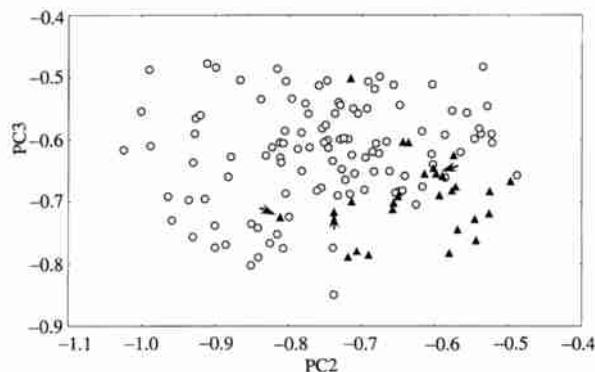


图6 大眼华鳊和伍氏华鳊可量性状第二、三主成分散布图
(箭头所指为台湾的标本)

Fig6 Scatterplot on the second and third principle components extracted from morphometric characters of *SI macrops* (w) and *SI wui* (o) Arrow pointing to the specimens from Taiwan

为一新种 *Chanodichthys* sp1。Rendahl^[13]随后将采自同一水系的标本命名为 *Chanodichthys wui*, 即伍氏华鳊。伍文献^[14]建立了华鳊属 (*Sinibrama*), 其模式种是伍氏华鳊, 采自于漓江水系。但是, 易伯鲁和吴清江^[9]认为长江水系和漓江水系的标本是有较大差异的。漓江水系的标本具有体较厚、尾柄较长、体高较矮、眼间距较宽以及侧线鳞较多等特点, 而区别于长江水系的伍氏华鳊, 并将其命名为多鳞华鳊 *SI wui polylepis*。然而, 罗云林^[2]不同意此观点, 将它归入了大眼华鳊 (*SI macrops*)。大眼华鳊是 G nther^[15]依据台湾的标本进行描述的, 最初被定名为 *Chanodichthys macrops*。易伯鲁和吴清江^[9]认为浙江和福建的标本也是大眼华鳊, 但是罗云林^[2]将它们归入了伍氏华鳊中。此外, 庄桂香^[10]和罗云林^[2]

认为珠江也有大眼华鳊的分布, 后者同时指出乌江的标本也是大眼华鳊, 并且认为其在体型、侧线鳞、臀鳍条和比例性状上与该种没有多大差异, 只是发现乌江的标本第一鳃弓外侧鳃耙较多 (12215vsl 9211), 她将此差异看作是分布于不同地区种内的变异, 故将乌江的标本归入了大眼华鳊中。作者^[8]最近对中国大陆水系华鳊属鱼类标本的比较研究发现, 乌江标本是一个未被描述的物种, 命名为长鳍华鳊 (*Sinibrama longianalis*)。

作者认为, 不同研究者在大眼华鳊与伍氏华鳊在物种界限的划分及其地理分布上出现分歧的原因有如下三个方面。其一, 已有的研究缺乏全面检视这两个物种地理分布范围内的标本, 而且有的甚至存在检视标本严重不足的现象。这难免使得在可数性状计数和可量性状测量上不出现误差, 以至于将这种误差误认为种间差异。其二, 形态度量方法存在缺陷。鱼类分类学研究通常采用 Hubbs & Lagler^[16]提出的形态度量方法。但是, 在此方法所用的可量性状都是二维的(沿水平和垂直方向), 呈非均匀分布(多集中在头部和尾柄部), 这样相互之间不可避免地发生重叠, 甚至还包含了非同源的特征(最大体长和最低尾柄高)等等。这些缺陷使得常规形态度量并不能准确地描述鱼体形态。其三, 在对研究中类群进行可数和可量性状统计分析并依此确立其分类学意义时, 研究者通常遵循的程序是, 首先根据经验对某些居群预先进行归类, 在此基础上进行统计分析, 然后比较不同居群的性状差异, 确立其分类价值, 并依此证明预先归类的是否正确。这实际上是一个假设 v 论证的过程。显然, 这一程序本身必须对居群的归属作预先的假设。在此情况下, 这种假设对可数和可量性状统计结果有十分重大的影响, 因而也就影响了研究者对性状分类学价值的评估甚至对物种分类的判断。目前, 大眼华鳊和伍氏华鳊物种分类研究普遍使用了此分析过程。其四, 国内所有关于华鳊属鱼类的分类研究都没有检视大眼华鳊模式产地(台湾)的标本。

本文研究运用了多变量形态度量学 (Multivariate morphometrics) 方法, 选取一定数量的解剖学同源坐标点 (Landmark), 并将鱼体分成若干个功能单元区 (Functional units), 采用框架结构 (Truss network) (图 1) 从多维空间去度量其外部形态(包括纵向、横向和斜向测量距离), 可以较精确地反映鱼体形态差异, 并对众多的形态变量进行诸如主成分分析等多变量统计分析, 筛选出存在显著差异的形态变量, 进

而有效地辨别种间及种内的不同地理居群的形态差异^[11, 17, 18]。除了采用框架结构测量克服了上述传统形态测量上的局限外, 多变量形态度量学还有一个显著的优点, 即使用了多变量统计方法, 即主成分分析方法。此方法是依据分析结果来进行归类, 无需对所研究类群的地理居群标本的归属作任何预先假设, 在分析程序上与以往的研究完全不同^[11]。此外, 本文研究包含了台湾的大眼华鳊标本。分析结果显示, 无论在可数还是可量性状上, 大眼华鳊台湾标本与大陆的标本无明显的不同, 而且它与伍氏华鳊之间无显著的形态差异, 此表明, 大眼华鳊和伍氏华鳊为同一个种。根据国际动物命名法规, 伍氏华鳊应是大眼华鳊的次定同物异名。

最近, 国内可见采用多变量形态度量学进行淡水鱼类物种分类的报道^{[19]~[24]}。值得指出的是, 虽然这些研究采用了框架结构进行形态度量, 并对测量距离进行主成分分析, 但是它们在框架结构选取或数据处理和分析上颇值得商榷。例如, 谢仲桂等^[19]所研究的两个物种隶属于科, 此类群鱼类适应于急流环境生活, 因而其头和躯体前部为平扁型, 在腹面形成一个吸盘状的结构, 借此附着在基石的表面, 以免在急流中被流水冲走。显然, 生活在不同急流环境中的不同种类或类群在吸盘结构上存在不同的差异。因此, 此结构的平面结构图应该成为框架结构测量的首选对象。然而, 他们选择的却是体侧矢面框架结构图。同样情况也存在于杨秀平等^[20]对流水性鲤科鱼类类群))蛇属和似属鱼类的研究中。

蔡明俊等^[20]和杨秀平等^{[21]~[24]}采用了 STATISTICA 510 软件对所研究类群的可量性状进行主成分分析。可是, 他们在数据处理上存在问题。(1)用可量性状与体长的百分比而不是原始数据的对数转换来消除不同大小个体之间的异速生长。这种处理改变原来性状的性质, 使其转换成频率型或连续型数据。而且此类型数据的统计分析需要足够大量的样本。此外, 性状的原始数据可以满足进行推理时所要求的统计假设, 但当其以比例性状的形式出现时, 同样的统计假设不能得到满足;(2)用 STATISTICA 510 软件进行主成分分析是依据数据的相关距阵而不是方差和协方差距阵。虽然这两种方法都可以使用, 但是因从可量性状的相关距阵中提取主成分的理论前提不能满足, 故多变量形态度量学分析普遍采用方差和协方差距阵^[11]。在形态度量学分析中对数据进行处理比较合理的方法是, 在进行主成分

分析前要对可量性状原始数据进行对数转换; 分析时要依据方差和协方差距阵。

在杨秀平等^[21]对宽鳍的形态度量学研究中, 还忽视了其两性异型的问题。众所周知, 宽鳍是一个两性异型鱼类, 雌雄个体在大小和形态诸多方面存在明显差异。因此, 在分析宽鳍不同地理居群的形态差异时, 不能不考虑其居群内的性别差异。严格地讲, 主成分分析方法只适合于分析一个类群。而在同时分析几个相关物种或一个物种不同性别以及不同年龄组等多个类群时, 应当采用由常规主成分分析演变而来的多类群主成分分析^[25](MGPCA: multiple group principle component analysis) 或共同主成分分析^[26](CPCA: common principle component analysis)。

总之, 多变量形态度量学是形变分析中较普遍使用的方法之一, 较普遍用于物种形态判别。但是针对研究中类群的形态特征, 恰当选取框架结构测量和正确对数据的进行处理分析, 是此方法成功应用十分重要的环节。

参考文献:

- [1] Winfield I, Nelson J S. Cyprinid fishes: Systematics, biology and exploitation[M]. London: Chapman and Hall. 1991, 156) 210
- [2] Chen Y Y. Fauna Sinica [Osteichthyes: Cypriniformes] [M]. Beijing: Science Press. 1998, 142) 148. [陈宜瑜. 中国动物志(硬骨鱼纲: 鲤形目). 北京: 科学出版社. 1998, 142) 148]
- [3] Kottelat M. Fishes of Laos [M]. Colombo: Wildlife Heritage Trust Publications. 2001
- [4] Kottelat M. Freshwater fishes of northern Vietnam [R]. Washington: World Bank. 2001
- [5] Vaillant L. Sur quelques poissons rapportés du haut Tonkin par M. Pavie[J]. Bull. Soc. Philomath. Paris, 1892, 4(8): 127
- [6] Luo R L, Chen Y Y, Huang H J. Description of two new species of cyprinid fishes from Guangxi[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 1985, 9(3): 280) 284. [罗云林, 陈宜瑜, 黄宏金. 广西鲤科鱼类二新种. 水生生物学报, 1985, 9(3): 280) 284]
- [7] Luo Y L. A new genus of Cultrinae from China(Cypriniformes: Cyprinidae)[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 1995, 19(2): pl 3. [罗云林. 中国亚科一新属(鲤形目: 鲤科). 水生生物学报, 1995, 19(2): 封 3]
- [8] Xie Z G, Xie C X, Zhang E. *Sinibrama longianalis*, a new cyprinid species (Pisces: Teleostei) from the upper Yangtze River basin in Guizhou, China. Roff. Bull. Zool. 2003(in press).
- [9] Wu H W. The cyprinid fishes of China, Volume 1. Shanghai: Sciences and technology Press. 1964, 63) 120. [伍献文. 中国鲤科鱼类志(上卷). 上海: 上海科学技术出版社. 1964, 63) 120]
- [10] Zheng B S. The freshwater fishes of Guangxi, China[M]. Nanning: Guangxi People's Press. 1981, 34) 55[庄桂香. 鲢亚科. 郑葆

- 珊。广西淡水鱼类志。南宁:广西人民出版社 1981, 34) 55]
- [11] Bookstein F L, Chemoff B, Elder R L, et al. Morphometrics in evolutionary biology [M]. Philadelphia: the academy of Natural Science special Publication 1985.
- [12] Wu H W. On some fishes collected from upper Yangtze valley[J]. *Sinensis*, 1930, 1(6): 73
- [13] Rendahl H. Die fischfauna der chinesischen provinz Szetschwan [J]. *Ark. Zool.*, 1932, 24A(16): 105.
- [14] Wu H W. On the fishes of L²kiang [J]. *Sinensis*, 1939, 10(1) 6): 92) 142
- [15] G ther A. Catalogue of the fishes in the British Museum[M]. London: British Museum, 1868
- [16] Hubbs C L, Lagler K F. Fishes of the Great Lakes region [M]. Michigan: University of Michigan press. 1947
- [17] Mamuris Z, Apostolidis A P, Panagiotaki P, et al. Morphological variation between red mullet populations in Greece[J]. *J. Fish Biol.*, 1998, 52: 107) 117
- [18] Winfield I, Nelson JS. Cyprinid fishes: Systematics, biology and exploitation[M]. London: Chapman and Hall. 1991, 55) 82.
- [19] Xie Z G, Zhang E, He S P. Studies on species validation for *Glyptothorax sinensis* (Regan) and *G. fukiensis* (Rendahl) with the method of morphometrics[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2001, 2(169) 172[谢仲桂, 张鶲, 何舜平. 应用形态度量学方法对中华纹胸 和福建纹胸 物种有效性的研究。华中农业大学学报, 2001, 2(169) 172]
- [20] Cai M J, Zhang M Y, Zeng Q L et al. A study on morphometrics of the genus *Meglobrama* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2001, 25(6): 631) 635[蔡鸣俊, 张敏英, 曾青兰。鲂属鱼类形态度量学研究。水生生物学报, 2001, 25(6): 631) 635]
- [21] Yang X P, Liu H Z, Liu B Y. Morphological variations of *Zacco platypus* (Temminck et Schlegel) [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2002, 21(2): 143) 147[杨秀平, 刘焕章, 刘炳印。宽鳍 *Zacco platypus*(Temminck et Schlegel) 的形态变异。华中农业大学学报, 2002, 21(2): 143) 147]
- [22] Yang X P, Zhang M Y, Liu H Z. Morphological variations and geographical differentiation of the genus *Pseudogobio* (Teleostei: Cyprinidae) in China[J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2002, 26(3): 282) 285[杨秀平, 张敏英, 刘焕章。中国似 鲴属鱼类的形态变异与地理分化研究。水生生物学报, 2002, 26(3): 282) 285]
- [23] Yang X P, Liu H Z, Tang Z J. Morphological variations and geographical differentiation of *Rhodeus ocellatus* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2002, 26(2): 173) 177[杨秀平, 刘焕章, 唐治军. 高体 *Rhodeus ocellatus* (Kner) 的形态变异及地理分化研究. 水生生物学报, 2002, 26(2): 173) 177]
- [24] Yang X P, Zhang M Y, Liu H Z. Studies on morphometrics of the genus *Sauvagobio* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2003, 27(2): 164) 169[杨秀平, 张敏英, 刘焕章。蛇 属鱼类形态度量学研究。水生生物学报, 2003, 27(2): 164) 169]
- [25] Thorp R S. Multiple group principal component analysis and population differentiation[J], *J. Zool. Lond.*, 1988, 216: 37) 40
- [26] Airolldi J P, Flury B K. An application of common principal component analysis to cranial morphometry of *Microtus californicus* and *M. odrogaster* (Mammalia, Rodentia) [J]. *J. Zool. Lond.*; 1988, 216: 21) 36

MORPHOLOGICAL VARIATION BETWEEN SINIBRAMA MACROPS AND S. WUI, WITH NOTES ON THEIR VALIDITIES

ZHANG E¹, XIE Zhong2Gu^{1,2} and XIE Cong2Xin²

(1. Institute of Hydrobiology, the Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072;

2. Fishery college, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070)

Abstract: Principal component analysis(PCA) was performed separately for seven meristic and eighteen morphometric traits for 137 specimens from two currently recognized species of *Sinibram*, namely *S. macrops* and *S. wui* occurring in southern China (including Taiwan Island), for investigating morphological differences between two species. Their species validities were also evaluated. PCA conducted on either meristic or morphometric characters demonstrated that there exist no distinct variations between Taiwan and mainland specimens of *S. macrops* or between this species and *S. wui*. It suggests that two species are conspecific. According to the International Code of Zoological Nomenclature(ICZN), *S. macrops* should be a senior synonym of *S. wui*.

Key words: *Sinibrama macrops*; *S. wui*; Morphological variations; Species validities