

# 中国伊洛瓦底江和怒江褶鮡属鱼类的形态差异及分类地位

李旭<sup>1,2</sup>, 李凤莲<sup>1,2</sup>, 刘恺<sup>1,2</sup>, 周伟<sup>1,2,\*</sup>

(1. 西南林学院 保护生物学学院; 2. 云南省高校森林灾害预警与控制重点实验室, 云南 昆明 650224)

**摘要:** 将来自中国伊洛瓦底江和怒江中115尾褶鮡属(*Pseudecheneis*)鱼类标本以采集地分为10组, 对它们开展多变量形态度量学研究, 共测量了25个框架性状和14个常规性状。经两次主成分分析, 逐步提取分值散点聚在一起标本, 最终分离出5种不同的类型。第1类仅分布于伊洛瓦底江支流龙川江中下游, 以其尾柄细长, 区别于其他类型, 确认为细尾褶鮡 (*P. stenura*), 其余4类均是未被描述的新种。第2类分布于伊洛瓦底江支流龙川江上游, 体型极度纤细延长。第3类分布于怒江支流湾甸河, 以胸鳍长为主要鉴别特征区别于其他类型, 综合解剖学和分子生物学的系统发育研究结果, 这类标本应是未被描述的一新种。第4类和第5类分别分布于怒江支流南汀河及伊洛瓦底江支流大盈江, 它们以背部色斑的差异相互区分。此外, 腾冲曲石部分标本的度量数据无法与大盈江的标本区分, 外部形态特征亦无差异。它们是同一种类的不同地理种群, 还是不同的种类, 或者腾冲曲石的这些标本是另一新种? 这些猜测均有待后续采用其他方法研究后进一步确认。

**关键词:** 褶鮡属鱼类; 伊洛瓦底江; 怒江; 形态度量学; 主成分分析

**中图分类号:** Q959.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 0254-5853-(2008)01-0083-06

## Morphologic Differentiation and Taxonomic Status of *Pseudecheneis* (Siluriformes: Sisoridae) from Irrawaddy and Salween Drainages, China

LI Xu<sup>1,2</sup>, LI Feng-lian<sup>1,2</sup>, LIU Kai<sup>1,2</sup>, ZHOU Wei<sup>1,2,\*</sup>

(1. Faculty of Conservation Biology, Southwest Forestry College;

2. Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control in Yunnan Higher Education Institutions, Kunming, Yunnan, 650224, China)

**Abstract:** One hundred and fifteen specimens of *Pseudecheneis* from the Irrawaddy and Salween drainages were divided into ten groups according to localities. When analyzed by the methods of multivariate morphometrics, twenty-five frame and 14 general characteristics were measured. According to the results of principal components analyzed twice, specimens clustered together by scatter plots of scores were gradually picked up and could be divided into five types. The first type only occurred in the middle and lower Longchuan Jiang, a branch of Irrawaddy. It is distinguished from other types by its slender and elongated caudal peduncle and can be identified as *P. stenura*. The other four types were un-described species. The second type was distributed in the upper Longchuan Jiang, a branch of the Irrawaddy and they had an extremely elongated body. The third type appears in the Wandian He, a branch of the Salween. And the length of its pectoral fin was longer than others which was the main distinguishing characteristic from the other types. Combined with the anatomical and phylogenetic results and molecular biological studies, this type is considered an un-described species. The fourth and fifth types occur respectively in the Nanding He, a branch of the Salween and the Daying Jiang, a branch of the Irrawaddy. They differ from each other by the color pattern on the dorsal surface. Furthermore, some specimens from Qushi of Tengchong County and specimens from the Daying Jiang are not differentiated by morphometrics or external characteristics. They belong to a different geographic population of the same species. Different species, or specimens from Qushi of Tengchong County can be considered a new species. All suppositions should be confirmed by further studies in the future.

**Key words:** *Pseudecheneis*; Irrawaddy River; Salween River; Morphometrics; Principal component analysis

收稿日期: 2007-10-10; 接受日期: 2007-12-11

基金项目: 西南地区生物多样性保育国家林业局重点实验室(西南林学院)开放基金资助项目(KL200701)

第一作者简介: 李旭(1981-), 男, 汉族, 硕士, 主要从事野生动物多样性研究

\* 通讯作者 (Corresponding author), E-mail: weizhou@public.km.yu.cn

褶鲃属(*Pseudecheneis*)系 Blyth 于 1860 年建立, 模式种为 *Glyptosternon sulcata* M'Cllelland, 其模式产地为印度梅加拉亚邦的卡西山(Khasi Hills), 属恒河水系(Ng, 2006a)。Hora(1937)以 *Propseudecheneis tchangi* Hora 为模式种建立新属 *Propseudecheneis*。在检视保存于中国科学院动物研究所的 2 尾 *Propseudecheneis tchangi* 全模标本后, Chu(1982)认为, *Propseudecheneis* 的分类性状与褶鲃属相同, *Propseudecheneis* 被视为褶鲃属的异名, 予以归并, 因此 *Propseudecheneis tchangi* 被改称为扁体褶鲃 [*Pseudecheneis tchangi* (Hora)]。因扁体褶鲃模式标本形态变异范围与黄斑褶鲃 [*Pseudecheneis sulcata* (M'Cllelland)] 重叠, 因此该种又被视为黄斑褶鲃的同物异名。而分布于中国伊洛瓦底江和怒江的褶鲃属鱼类均被视为黄斑褶鲃(Chu et al, 1990; Chu & Mo, 1999)。

在后来的研究中, 一些采自印度、尼泊尔和中国的褶鲃属鱼类标本逐渐被定名为新种, 分别是壮尾褶鲃(*Pseudecheneis crassicauda* Ng)、艾氏褶鲃(*P. eddsi* Ng & Edds)、舵脂褶鲃(*P. serracula* Ng)、细尾褶鲃(*P. stenura* Ng & Edds)和小眼褶鲃(*P. suppaetula* Ng)(Ng & Edds, 2005; Ng, 2006a, b)。Ng (2006a)认为, 扁体褶鲃应为一有效种; 并进一步指出, 黄斑褶鲃只分布于恒河水系, 在中国绝无分布, 且推测中国伊洛瓦底江和怒江中只应分布着扁体褶鲃和细尾褶鲃。

扁体褶鲃模式标本仅记录采自云南, 但无确切的采集地点(Tchang, 1936)。据与扁体褶鲃模式标本相邻编号的其他种类的采集点和分布区域推测, 该种的模式标本应采自滇西腾冲一带(Zhou & Chu, 1992)。在大量检视采自伊洛底江和怒江的褶鲃属鱼类标本后, 我们发现, 除细尾褶鲃以外, 确实存在多种体型变异的群体。请中国科学院动物研究所张春光研究员代为拍摄扁体褶鲃模式标本照片后, 发现扁体褶鲃标本体色灰黑, 仅在头后枕部具黄色斑块, 自背鳍起点以后通体无斑, 明显区别于伊洛底江和怒江的褶鲃属鱼类标本。由此产生以下疑问, 伊洛瓦底江和怒江中除细尾褶鲃外, 还有无其他种类分化和分布, 不同形态差异的群体是否为未被描述的新种? 或仅是细尾褶鲃地理种群间的差异? 针对上述疑问, 遂运用主成分分析方法, 对采自伊洛瓦底江和怒江的褶鲃属标本开展多变量形态度量学研究, 以期对中国褶鲃属鱼类后续分类提供依

据。

## 1 材料与方法

本项研究检视了中国科学院昆明动物研究所保存的细尾褶鲃模式标本。其余标本均保存于西南林学院动物学标本室, 共计 115 尾(表 1)。同一采集点的标本给予统一的分组编号, 便于在主成分分值散点图中识别(表 1, 图 1)。

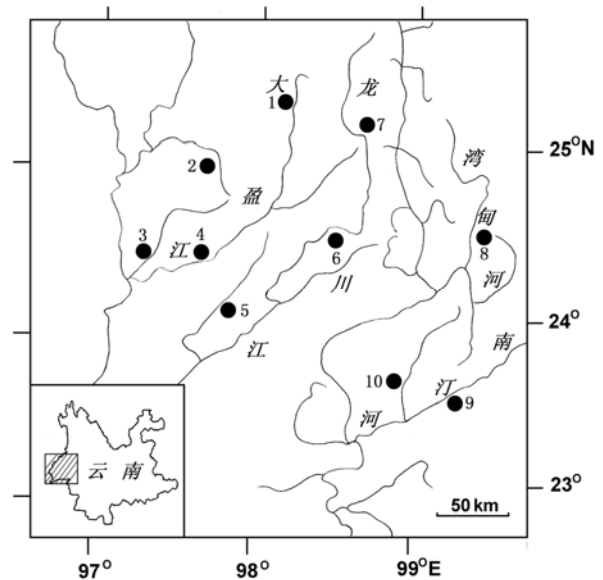


图 1 研究用褶鲃属鱼类标本分组分布图(序号与表 1 的分组号对应)

Fig. 1 Distribution map of grouping specimens of *Pseudecheneis*(the serial number corresponds with the grouping number in Tab. 1)

结合褶鲃属鱼类分类常使用的鉴别特征(Chu & Mo, 1999; Ng, 2006b)和多变量形态度量学研究的方法(Bookstein et al, 1985), 共采用 12 个解剖学坐标点(landmarks of anatomy)(图 2), 测量了 25 个框架结构性状(frame character)和 14 个常规性状(general character)(表 2)。数据测量采用电子数显卡尺(electronic digital caliper), 精确度为 0.1 mm。所有形态性状的测量值经对数转换( $\log_{10}$ )后参与进一步分析, 以消除异速生长及体型差异对分析结果的影响(Xie et al, 2003)。主成分分析(principal component analysis, PCA)在 SPSS 13.0 for Windows 上完成, 使用因子分析(factor analysis)中的默认设置对数据标准化, 选择协方差矩阵(covariance matrix)和 Varimax 正交旋转法协助因子分析。图像处理在 Sigma Plot 9.0 上完成。

表 1 研究标本的分组及数量  
Tab. 1 Sampling localities and numbers of examined materials

组号 Group	采集点 Sampling localities	水系 Drainage	标本量 Number	组号 Group	采集点 Sampling localities	水系 Drainage	标本量 Number
1	腾冲古永	大盈江上游槟榔江	3	6	腾冲龙江桥	龙川江中游	2
2	盈江拉咱	伊洛瓦底江支流	4	7	腾冲曲石	龙川江上游	36
3	盈江铜壁关	大盈江下游支流	5	8	昌宁柯街	怒江支流湾甸河	34
4	盈江芒允	大盈江下游	4	9	沧源南滚河	南汀河中游	11
5	梁河勐养	龙川江下游	12	10	镇康凤尾镇	南汀河支流凤尾河	4
合 计 Total							115

## 2 结果与分析

第 1 次主成分分析结果显示, 前 3 个主成分的累积贡献率达 97.11%(表 2)。采自昌宁县柯街的褶鲃标本(组 8)凭借 PC1、PC2 的分值散点区别于其他地理种群的标本(图 3A), 采自梁河县勐养(组 5)和腾冲县龙江桥(组 6)的褶鲃标本凭借 PC3 的分值散点区别于其他地理种群的标本(图 3B)。观察其余不同采集地标本的分值散点, 仍可大致区分为不同的类群, 因此作第 2 次主成分分析。

剔除昌宁县柯街、梁河县勐养和腾冲县龙江桥的褶鲃标本, 将余下的标本重新作第 2 次主成分分析, 前 3 个主成分的累积贡献率达 98.08%。采自腾冲县曲石的 12 号标本(组 7)凭借 PC2 的分值散点区别于其他地理种群的标本, 该部分标本 PC1 和 PC3 分值的差异进一步分为 2 类(图 4)。采自怒江支流南汀河的标本(组 9 和 10)凭借 PC2、PC3 的分值散点区别于其他地理种群的标本(图 4B)。其余不同采集地标本的分值散点相互重叠, 无法进一步区分为不同的群。

## 3 讨 论

### 3.1 龙川江褶鲃属鱼类的分化

梁河县勐养分布的褶鲃标本(组 5)与中国科学院昆明动物研究所保存的细尾褶鲃模式标本(组 6)聚为一群(图 3B), 该群可确认为细尾褶鲃。在 PC3 负荷值排序前 5 位的性状中, 性状眼至枕骨后末端距(B-D)、吻端至枕骨后末端距(A-D)和眼间距(IW)代表鱼体头部的形态差异, 性状臀鳍基部末端至尾鳍背部起点距(J-K)代表鱼体尾柄纤细程度的差异, 性状背鳍长(DF)代表背鳍长度的差异。原始描述指出, 细尾褶鲃以尾柄纤细区别于同属其他种类(Ng, 2006a)。基于分值散点的分布分析, 伊洛瓦底江和

怒江分布的其他褶鲃标本尾柄均相对细尾褶鲃要粗短一些。

腾冲曲石的标本(组 7)可分为 2 群, 它们均非细尾褶鲃。第 1 群包括了图 4 中 PC2 轴正方向上的 12 号标本(图 4), 在 PC2 负荷值排序前 5 位的性状中(表 2), 性状眼径(ED)代表眼大小的差异, 性状臀鳍基部末端至尾鳍背部起点距(J-K)、臀鳍基部末端至尾鳍腹部起点距(J-L)、脂鳍起点至尾鳍背部起点距(I-K)和背鳍基部末端至尾鳍背部起点距(G-K)综合反映了鱼后体纤细程度的差异。核对标本后发现, 第 1 群身体纤细延长, 可明显区别于其他采集点的鱼类标本, 应是未被描记的新种; 而位于 PC1 轴左方的 5 号标本体长明显小于右方的 7 号标本, 但其余形态特征无差异。可以确认, 第 1 群的标本在散点图中进一步分为两类是受标本个体体长大小的影响, 它们应是同一物种。腾冲曲石的第 2 群包括了图 4 中 PC2 轴负方向上的 24 号标本(图 4), 其尾柄比细尾褶鲃粗短, 体型比第 1 群粗壮, 散点与大盈江标本(组 1-4)的分值散点重叠, 其分类地位随后讨论。

### 3.2 湾甸河与南汀河褶鲃属鱼类的分化

怒江支流湾甸河的褶鲃标本(组 8)应为未被描记的另一新种。在 PC1 负荷值排序前 5 位的性状中(表 2), 性状脂鳍起点至背鳍基部末端距(I-G)代表背部区域的长短, 性状口裂(WM)、眼间距(IW)和吻端至眼距(A-B)代表头部形态的差异, 性状胸鳍长(LPT)代表胸鳍长度的差异。在 PC2 负荷值排序前 5 位的性状中(表 2), 性状眼径(ED)代表眼大小的差异, 性状背鳍基长(DFB)、脂鳍起点至臀鳍起点距(I-H)、枕骨后末端至腹鳍起点距(D-E)和脂鳍起点至臀鳍基部末端距(I-J)代表鱼体中部体型大小的差异。标本再检查结果, 湾甸河的褶鲃鱼类标本胸鳍后伸过腹鳍基后端, 胸鳍明显长于其余采集点的标

表 2 檢視标本形态性状及其主成分因子负荷  
 Tab. 2 Morphometric characteristics and principal components extracted from examined materials

性状 Character	第1次分析结果			第2次分析结果			
	Results of analysis for the first time			Results of analysis for the second time			
	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3	
A-B	吻端至眼距	0.720	0.558	0.388	0.851	0.406	0.316
A-C	吻端至胸鳍起点距	0.695	0.608	0.363	0.819	0.480	0.300
A-D	吻端至枕骨后末端距	0.605	0.421	0.665	0.865	0.423	0.252
A-F	吻端至背鳍起点距	0.693	0.549	0.450	0.867	0.384	0.308
B-D	眼至枕骨后末端距	0.252	0.363	0.884	0.870	0.421	0.158
C-E	胸鳍起点至腹鳍起点距	0.665	0.613	0.401	0.810	0.488	0.295
C-F	胸鳍起点至背鳍起点距	0.670	0.598	0.415	0.827	0.436	0.329
D-C	枕骨后末端至胸鳍起点距	0.697	0.552	0.433	0.859	0.418	0.263
D-E	枕骨后末端至腹鳍起点距	0.617	0.693	0.333	0.825	0.466	0.269
D-F	枕骨后末端至背鳍起点距	0.569	0.687	0.390	0.726	0.511	0.418
E-F	腹鳍起点至背鳍起点距	0.590	0.677	0.399	0.864	0.440	0.204
E-G	腹鳍起点至背鳍基部末端距	0.568	0.690	0.395	0.865	0.419	0.224
E-H	腹鳍起点至臀鳍起点距	0.643	0.620	0.418	0.808	0.456	0.340
F-H	背鳍起点至臀鳍起点距	0.662	0.638	0.381	0.851	0.436	0.283
G-H	背鳍基部末端至臀鳍起点距	0.698	0.602	0.361	0.837	0.498	0.207
G-J	背鳍基部末端至臀鳍基部末端	0.707	0.613	0.337	0.850	0.453	0.256
G-K	背鳍基部末端至尾鳍背部起点	0.621	0.663	0.402	0.750	0.584	0.306
I-A	脂鳍起点至吻端距	0.678	0.613	0.398	0.844	0.456	0.277
I-G	脂鳍起点至背鳍基部末端距	0.865	0.329	0.289	0.835	0.472	0.251
I-H	脂鳍起点至臀鳍起点距	0.561	0.718	0.393	0.818	0.489	0.292
I-J	脂鳍起点至臀鳍基部末端距	0.586	0.691	0.392	0.819	0.526	0.206
I-K	脂鳍起点至尾鳍背部起点距	0.583	0.667	0.436	0.712	0.626	0.307
J-K	臀鳍基部末端至尾鳍背部起点	0.464	0.685	0.505	0.632	0.690	0.323
J-L	臀鳍基部末端至尾鳍腹部起点	0.521	0.688	0.453	0.645	0.689	0.311
K-L	尾鳍背部起点至尾鳍腹部起点	0.697	0.640	0.292	0.801	0.492	0.319
TL	全长	0.637	0.647	0.416	0.793	0.525	0.306
SL	体长	0.647	0.650	0.394	0.788	0.529	0.312
BD	体高	0.651	0.606	0.416	0.889	0.346	0.272
ED	眼径	0.039	0.964	0.112	0.256	0.886	0.091
IW	眼间距	0.837	-0.060	0.470	0.823	0.467	0.217
LPT	胸鳍长	0.795	0.438	0.368	0.772	0.550	0.300
LPL	腹鳍长	0.664	0.612	0.405	0.789	0.484	0.363
DF	背鳍长	0.557	0.662	0.473	0.748	0.512	0.408
DFB	背鳍基长	0.495	0.730	0.422	0.818	0.416	0.361
AF	臀鳍长	0.613	0.617	0.470	0.803	0.495	0.312
AFB	臀鳍基长	0.620	0.676	0.364	0.839	0.463	0.254
CF	尾鳍长	0.619	0.613	0.461	0.836	0.469	0.264
WM	口裂	0.845	0.480	0.032	0.784	0.338	0.489
HW	最大头宽	0.646	0.633	0.396	0.869	0.447	0.187
贡献率 Variance (%)		40.81	38.41	17.89	64.50	24.91	8.67
累积贡献率 Cumulative (%)		40.81	79.22	97.11	64.50	89.41	98.08

框架性状缩写见图 2 (Abbreviations for general and frame characters see Fig. 2)。

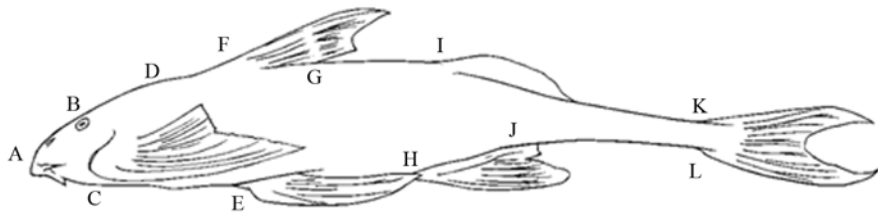


图 2 褶鲃属鱼类框架性状图

Fig. 2 Frame character for the species of *Pseudecheneis*

A: 吻端(snout tip); B: 眼(eye); C: 胸鳍起点(origin of pectoral fin); D: 枕骨后末端(posterior point of occipital); E: 腹鳍起点(origin of pelvic fin); F: 背鳍起点(origin of dorsal fin); G: 背鳍基部末端(posterior end of dorsal-fin base); H: 臀鳍起点(origin of anal fin); I: 脂鳍起点(origin of adipose fin); J: 臀鳍基部末端(posterior end of anal-fin base); K: 尾鳍背部起点(dorsal origin of caudal fin); L: 尾鳍腹部起点(ventral origin of caudal fin)。

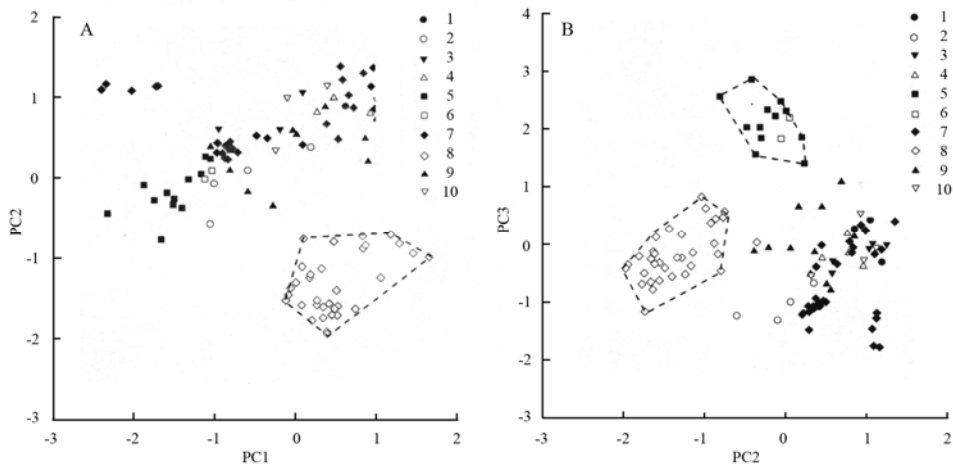


图 3 褶鲃属不同地理种群第 1 次主成分分析分值散布图

Fig. 3 Scatter plots for the first time analysis by principal components for *Pseudecheneis* species from different locality groups

A: 第 1、2 主成分散点图; B: 第 2、3 主成分散点图(A: scatter plot of scores on PC1 and PC2; B: scatter plot of scores on PC2 and PC3)。

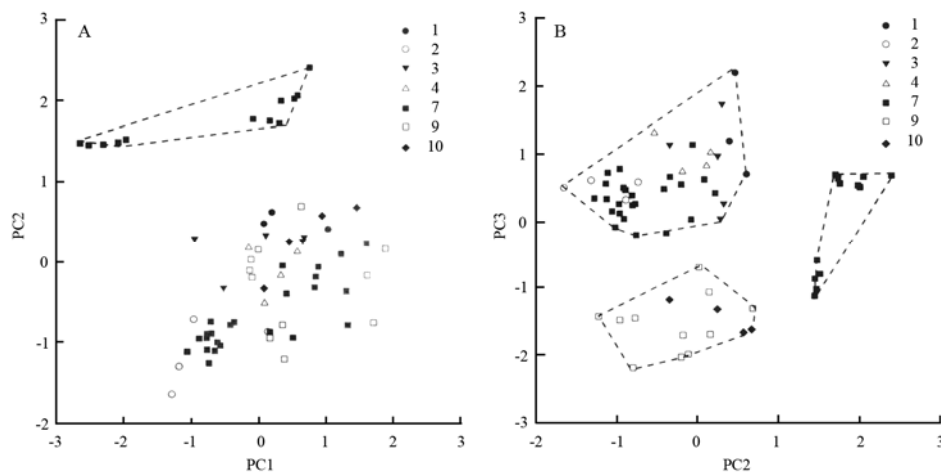


图 4 褶鲃属不同地理种群第 2 次主成分分析分值散布图

Fig. 4 Scatter plots for the second analysis by principal components for *Pseudecheneis* species from different locality groups

A: 第 1、2 主成分散点图; B: 第 2、3 主成分散点图(A: scatter plot of scores on PC1 and PC2; B: scatter plot of scores on PC2 and PC3)。

本。形态学和分子生物学(线粒体 DNA)两方面的系统发育研究结果均表明,怒江(湾甸河)与伊洛瓦底江(大盈江和龙川江)标本不相同,亲缘关系较远(Zhou & Zhou, 2005; Zhou et al, 2007),也支持湾甸河的群体应为一独立的有效种。

怒江支流南汀河中分布的褶鲃鱼类(组 9 和 10)亦是未被描述的新种。南汀河的褶鲃标本凭借第 2 次主成分分析的 PC3 分值散点区别于伊洛瓦底中的鱼类标本(图 4B),在 PC3 负荷值排序前 5 位的性状中(表 2),性状口裂(WM)和枕骨后末端至背鳍起点距(D-F)代表鱼体头部形态的差异,性状背鳍长(DF)和背鳍基长(DFB)代表背鳍形态的差异,腹鳍长(LPL)代表腹鳍长度的差异。分别核对南汀河与伊洛瓦底江的褶鲃标本,难以找出确定的体型特征区分南汀河与伊洛瓦底江的鱼类标本。但南汀河标本头后枕部无色斑,大盈江和龙川江的标本头后枕部具明显的色斑,且南汀河与伊洛瓦底江的标本背鳍起点的色斑形态亦不相同,故南汀河中的标本应为独立的物种,且为一未被描述的新种。

### 3.3 大盈江褶鲃属鱼类的分化

大盈江中各采集点的褶鲃鱼类(组 1—4)主成分分值散点相互重叠,不能区分为不同的地理种群(图

4B)。该流域中分布的褶鲃属鱼类应是同一物种,该物种尾柄较细尾褶鲃粗短,体型较龙川江中第 1 群粗壮(组 7 的一部分标本),胸鳍较湾甸河的标本(组 8)短,背部的色斑与南汀河的标本不同,应是另一新种。腾冲曲石第 2 群标本(组 7 的另一部分标本)的度量数据无法与大盈江中标本区分,外部形态特征亦无差异。二者是同一种类的不同地理种群,还是不同的种类,或者腾冲曲石的这些标本是另一新种?这些猜测均有待采用其他方法研究后进一步确认。

## 4 小结

经多变量形态度量学研究,基本可以确认,至少有 5 种褶鲃鱼类分布于中国伊洛瓦底江和怒江。第 1 种为细尾褶鲃,主要分布于龙川江中下游,其余 4 种均是未被描述的新种。第 2 种分布于龙川江上游,以体型纤细延长为主要的鉴别特征。第 3 种分布于怒江支流湾甸河,以胸鳍相对较长为主要鉴别特征。第 4 和第 5 种分别分布于怒江支流南汀河及伊洛瓦底江支流大盈江,它们凭借背部色斑的差异相互区分。

## 参考文献:

- Bookstein FL, Chernoff B, Elder RL, Humphries JM, Smith GR, Strauss RE. 1985. Morphometrics in Evolutionary Biology [M]. Philadelphia: The Academy of Natural Science Special Publication.
- Chu XL, Mo TP. 1999. Sisoridae [A]. In: Chu XL, Zheng BS, Dai DY. Fauna Sinica, Osteichthyes, Siluriformes [M]. Beijing: Science Press, 152-156. [褚新洛, 莫天培. 1999. 鲃科. 见: 褚新洛, 郑葆珊, 戴定远. 中国动物志, 硬骨鱼纲, 鲃形目. 北京: 科学出版社, 152-156.]
- Chu XL. 1982. Phylogeny of the genus *Pseudecheneis* (Siluriformes: Sisoridae), with descriptions of two new species [J]. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 7(4): 428-437. [褚新洛. 1982. 褶鲃属鱼类的系统发育及二新种记述. 动物分类学报, 7(4): 428-437.]
- Chu XL, Mo TP, Kuang PR. 1990. Siluriformes: Sisoridae [A]. In: Chu XL, Chen YR. The fishes of Yunnan, China. Part II [M]. Beijing: Science Press, 195-201. [褚新洛, 莫天培, 匡溥人. 1990. 鲃形目: 鲃科. 见: 褚新洛, 陈银瑞. 云南鱼类志(下册). 北京: 科技出版社, 195-201.]
- Hora SL. 1937. Notes on fishes in the Indian Museum. 36. On a new genus of Chinese catfishes allied to *Pseudecheneis* Blyth [J]. *Records of the Indian Museum*, 39: 348-350.
- Ng HH, Edds DR. 2005. Two new species of *Pseudecheneis*, rheophilic catfishes (Teleostei: Sisoridae) from Nepal [J]. *Zootaxa*, 1047: 1-19.
- Ng HH. 2006a. The identity of *Pseudecheneis sulcata* (McClelland, 1842), with descriptions of two new species of rheophilic catfish (Teleostei: Sisoridae) from Nepal and China [J]. *Zootaxa*, 1254: 45-68.
- Ng HH. 2006b. *Pseudecheneis suppaetula*, a new species of glyptosternine catfish (Teleostei: Sisoridae) from India [J]. *Zootaxa*, 1267: 59-68.
- Tchang TL. 1936. Study on some Chinese catfishes [J]. *Bulletin of the Fan Memorial Institute of Biology Zoology*, 7: 33-56.
- Xie ZG, Xie CX, Zhang E. 2003. Morphological variations among the Chinese species of *Sinibrama* (Pisces: Teleostei: Cyprinidae), with comments on their species validities [J]. *Zool Res*, 24(5): 321-330. [谢仲桂, 谢从新, 张 鄂. 2003. 我国华鳊属鱼类形态差异及其物种有效性的研究. 动物学研究, 24(5): 321-330.]
- Zhou W, Zhou YW. 2005. Phylogeny of the genus *Pseudecheneis* (Sisoridae) with an explanation of its distribution pattern [J]. *Zoological Studies*, 44(3): 417-433.
- Zhou YW, Pang JF, Zhou W, Zhang YP, Zhang Q. 2007. Taxonomy and molecular evolution of genus *Pseudecheneis* in family Sisoridae inferred from partial mitochondrial DNA sequences [J]. *Journal of Southwest Forestry College*, 27(3): 45-51. [周用武, 庞峻峰, 周 伟, 张亚平, 张庆. 鲃科褶鲃属鱼类部分线粒体 DNA 序列分析与分子进化. 西南林学院学报, 27(3): 45-51.]
- Zhou W, Chu XL. 1992. A new species of *Pseudecheneis* with comments on osteological differentiations at species level [J]. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 17(1): 110-115. [周 伟, 褚新洛. 1992. 鲃科褶鲃属鱼类一新种兼论其骨骼形态学的种间分化. 动物分类学报, 17(1): 110-115]