

长江刀鲚不同生态型间的某些形态差异

程万秀 唐文乔*

上海海洋大学鱼类研究室 种质资源发掘与利用教育部重点实验室 上海 201306

摘要:为寻找和检验长江刀鲚 (*Coilia nasus*) 不同生态型间的形态差异,分析了江苏靖江、上海九段沙、浙江太湖和江西鄱阳湖 4 个种群 906 尾样本的脊椎骨数、臀鳍条数和上颌骨长。结果表明,即使是同一种群内的脊椎骨数和臀鳍条数变幅也较大,但均以靖江和九段沙种群的较多,众数分别为 81、80 和 108、109;太湖和鄱阳湖种群的较少,分别为 77、75 和 100、98。上颌骨长/头长也以靖江和九段沙种群的较大,均值为 1.067 和 1.063;太湖和鄱阳湖种群则分别为 1.014 及 0.831。单因素方差分析表明,除了靖江与九段沙种群之间,其他种群间的脊椎骨数和上颌骨长/头长的平均值均有显著或极显著差异;而臀鳍条数均不具有显著的种群差异。洄游型(包含靖江和九段沙)、太湖和鄱阳湖种群的 Bayes 判别成功率分别达 92.9%、92.8% 及 99.5%,表明现有研究虽已认同短颌鲚 (*C. brachygnathus*) 和湖鲚 (*C. nasus taihuensis*) 同属于刀鲚,但三者之间还可以依据某些形态特征的组合进行区分。

关键词:臀鳍条数;脊椎骨数;上颌骨长;生态型识别;长江;刀鲚

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2011)05-33-08

Some Phenotypic Varieties between Different Ecotypes of *Coilia nasus* in Yangtze River

CHENG Wan-Xiu TANG Wen-Qiao*

Laboratory of Ichthyology, Shanghai Ocean University, Key Laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources, Ministry of Education, Shanghai 201306, China

Abstract: In order to find and examine morphological differences between different ecotypes of *Coilia nasus* we measured the maxillary length, counted on vertebrae and anal fin ray by X-ray on 906 samples from four populations collected in Yangtze River Jingjiang in Jiangsu, Jiuduansha in Shanghai, Taihu Lake in Zhejiang, Poyang Lake in Jiangxi, respectively. The number of vertebrae and anal fin ray varied greatly no matter in the same or between different population. The number of vertebrae and anal fin ray were 81, 80, 77, 75 and 108, 109, 100, 98 in Jingjiang, Jiuduansha, Taihu Lake and Poyanghu Lake population, respectively. The ratio of maxillary length/head length in the four populations were 1.067, 1.063, 1.014 and 0.831 on average. ANOVA analysis on the number of vertebrae and ratio of maxillary length/head length indicated there was significant difference between the four populations except that between Jiuduansha and Jingjiang populations. However, the mean of anal fin rays did not showed any significant difference between all the four populations. The identification success rate between migratory population, including Jingjiang and Jiuduansha, with

基金项目 上海市科委重点项目 (No. 08391910200), 上海市教委 E-研究院项目 (No. E03009), 上海市重点学科建设项目 (No. S30701);

* 通讯作者, E-mail: wqtang@shou.edu.cn;

第一作者介绍 程万秀, 女, 硕士研究生; 研究方向: 鱼类学; E-mail: annieben@163.com。

收稿日期: 2011-03-28, 修回日期: 2011-07-14

population of Taihu Lake and Poyanghu Lake were 92.9%, 92.8% and 99.5% by Bayes discriminant function. The results of this study indicate that *C. brachygnathus* and *C. nasus taihuensis* can be discriminated by some morphological differences although the existing research has agreed in both of them belonging to *C. nasus*.

Key words: Anal fin rays; Vertebrae number; Maxillary length; Ecotypes identification; Yangtze River; *Coilia nasus*

鲚属 (*Coilia*) 是鲱形目 (Clupeiformes) 鲱科 (Engraulidae) 的一群中小型鱼类, 一般认为有 13 种, 分布于太平洋中西部至印度洋沿岸水域。鲚属的多数种类生活在沿海, 具有明显的在沿海与河口间短距离洄游的习性, 有些如越南的 *C. lindmani* 为纯淡水种类^[1]。关于中国鲚属鱼类的分类尚未有定论, 目前认为鲚属在中国有 4 种, 即凤鲚 (*C. mystus*)、发光鲚 (*C. dussumieri*)、七丝鲚 (*C. grayi*) 和刀鲚 (*C. nasus*)^[2]。其中刀鲚主要分布在中国、日本和朝鲜半岛, 包括两种生态类型 (ecotype), 一类为洄游生态型即刀鲚, 春季性成熟后从河口溯江而上进入江、湖中产卵繁殖, 孵化后的幼鱼随水返海肥育; 另一类为淡水定居生态型, 主要生活在长江中下游及其附属的太湖、巢湖等湖泊中, 前者以前称为短颌鲚 (*C. brachygnathus*), 后者称湖鲚 (*C. nasus taihuensis*)^[3-19]。渔业上, 定居型刀鲚是低值渔品, 而溯江洄游中的刀鲚自古就与鲥鱼 (*Tenualosa reevesii*)、河鲀 (*Takifugu obscurus*) 并称“长江三鲜”。

上颌骨长和臀鳍条数一直被认为是区别刀鲚不同生态类型的主要特征^[2-4], 但以前并没有作过大样本的比较。本文依据近年采集的大量标本, 采用数码 X 光拍照手段, 对长江刀鲚 4 个代表性种群的上颌骨长、臀鳍条数和脊椎骨数进行了分析, 以明晰不同生态型间的这些表型差异, 为水产贸易和种质利用提供形态学依据。

1 材料与方法

1.1 标本采集及上颌骨长度测量 刀鲚的长江洄游型即靖江和九段沙样本在溯河产卵途中的 4 月采集, 定居型即太湖和鄱阳湖样本则在秋季的捕捞季节采集。所有标本均直接采自正在捕捞作业的渔船, 共计 906 尾。采样时间、地点及尾数等信息见表 1。标本经冰鲜保存后带回实验室, 称量体长和体重, 用游标卡尺测量头长及同侧 (左侧) 上颌骨的长度 (精确到 0.01 mm)。测量后的标本用 95% 酒精固定, 中间更换酒精 2~3 次, 最后用 75% 酒精保存备用。

表 1 4 个刀鲚种群的采样地点、采样时间及样本的度量数据

Table 1 Sampling site, sampling date, and measurement on samples from four populations

| 生态型 Ecotypes | 地理种群 Population | 采样点 Sampling site | 采样时间 (年-月) Sampling date (Year-Month) | 样本量 (尾) Samples (ind) | 体长 (cm) Body length (Mean ± SD) | 体重 (g) Body weight (Mean ± SD) |
|------------------|----------------------|------------------------------|--|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 洄游 Migration | 靖江 Jingjiang | 江苏靖江 Jiangsu Jingjiang | 2009-04 | 239 | 22.7 ± 4.7 | 46.14 ± 29.20 |
| | 九段沙 Jiuduansha | 上海九段沙 Shanghai Jiuduansha | 2009-04 | 184 | 23.7 ± 3.5 | 55.01 ± 25.50 |
| 定居 Settlement | 太湖 Taihu Lake | 浙江长兴 Zhejiang Changxing | 2009-09 | 263 | 20.9 ± 2.8 | 38.04 ± 18.59 |
| | 鄱阳湖 Poyanghu Lake | 江西湖口 Jiangxi Hukou | 2009-11 | 220 | 20.6 ± 4.2 | 35.20 ± 20.50 |

1.2 X 光图片拍摄及臀鳍条和脊椎骨计数

标本在 KODAK DXS4000 数码 X 光机上拍摄。拍摄后的 X 光图片导入 Photoshop 11.0 软件,用其计数器功能对臀鳍鳍条及脊椎骨进行分段标记,人工计数。

1.3 数据处理 直接测量的数据称长度性状,包括体长、头长、上颌骨长,与体重一起作为可量性状。直接读出的数据称为可数性状,包括脊椎骨数和臀鳍鳍条数。对长度性状除以相应的体长后的比例性状 (proportional character),用于逐步判别分析 (stepwise discriminant analysis, SDA)。选择欧氏距离 (euclidean distance) 和组间连接法 (between-groups linkage) 进行种群聚类,用树形图显示种群间的亲疏程度。数据用 Excel 2003、Statistica 11.0 和 SPSS 16.0 软件处理。

2 结果

2.1 脊椎骨数和臀鳍条数

2.1.1 脊椎骨数 所分析的 906 尾刀鲚标本均获得了清晰可辨的脊椎骨和臀鳍条 X 光图片。在 4 个种群中,以靖江和九段沙种群的脊椎骨数最多,分别为 76 ~ 84 (众数为 81) 和 76

~ 84 (众数 80);太湖种群次之,为 74 ~ 79 (众数 77);鄱阳湖种群的最少,为 72 ~ 77 (众数 75)。各个种群的脊椎骨数大致呈正态分布 (图 1)。其中,靖江和九段沙种群的重叠明显,太湖和鄱阳湖种群也有一定程度的重叠,但前后两者之间的区别较大。

单因素方差分析表明,靖江与九段沙种群的脊椎骨数差异不显著 ($P = 0.291$),但与太湖、鄱阳湖种群的差异极显著 (P 均为 0.000)。九段沙与太湖种群的差异显著 ($P = 0.017$),与鄱阳湖种群的差异极显著 ($P = 0.001$)。太湖与鄱阳湖种群的差异不显著 ($P = 0.291$)。

2.1.2 臀鳍鳍条数 与脊椎骨数一样,臀鳍鳍条数也是靖江和九段沙种群的最多,分别为 95 ~ 121 (众数为 108) 和 94 ~ 117 (众数 109),太湖和鄱阳湖种群的较少,分别为 93 ~ 112 (众数 100) 和 88 ~ 108 (众数 98)。4 个种群的臀鳍鳍条数也基本呈现出中间高、两侧低的正态型分布现象 (图 2)。其中,靖江和九段沙种群、太湖和鄱阳湖种群的重叠较多,单因素方差分析显示,4 个种群的平均臀鳍鳍条数并不具有显著性的差异 (靖江与九段沙、太湖、鄱阳湖种群的 $P = 0.577, 0.207$ 和 0.473 ;九段沙与太湖、鄱阳

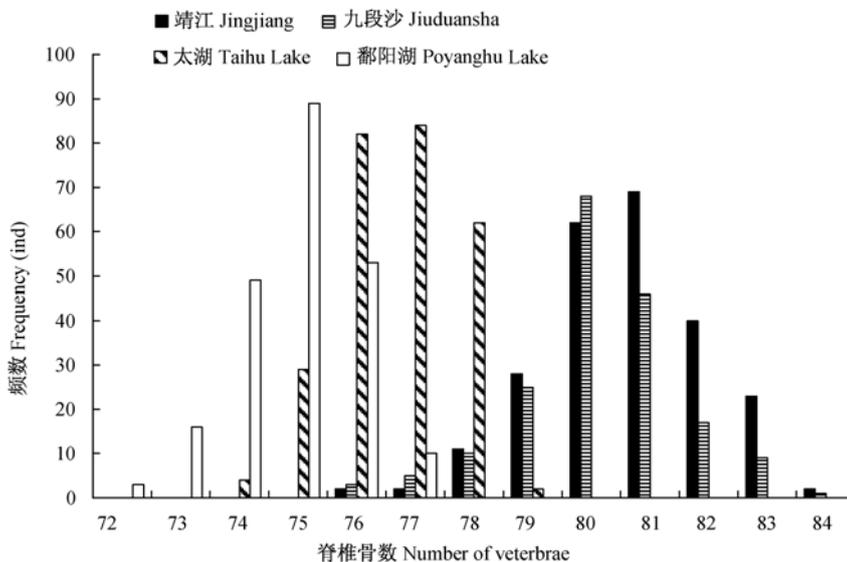


图 1 4 个刀鲚种群脊椎骨数的分布比较 ($n = 906$)

Fig. 1 Frequency of vertebrae number of four populations

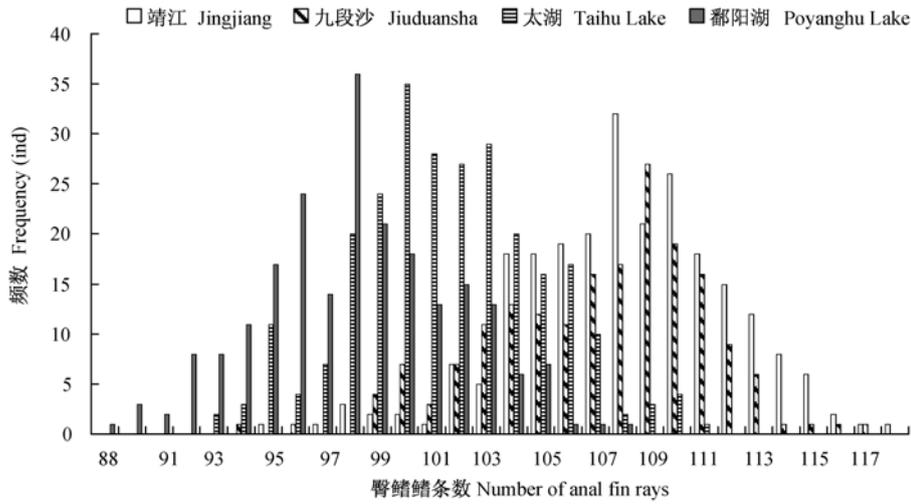


图2 4个刀鲚种群臀鳍条数的分布比较(n=906)
Fig.2 Frequency of anal fin rays of four populations

湖种群的 $P=0.282$ 和 0.201 ;太湖与鄱阳湖种群的 $P=0.577$ 。

2.2 上颌骨长

2.2.1 体长对上颌骨长的影响 Pearson 相关分析显示,906 尾个体的上颌骨长与体长的相关系数为 0.847 ,两者相关性极显著 ($P=0.000$);而上颌骨长/体长、上颌骨长/头长与体长的相关性系数仅为 0.066 和 0.044 ,两者与体长都不呈显著性相关 ($P=0.286$ 和 $P=0.195$)。表明上颌骨长会随着体长的增长而变长,但上颌骨长/体长和上颌骨长/头长则为稳定性状,不随着鱼体的生长而变化。

2.2.2 上颌骨长/头长 4 个种群的上颌骨

长/头长(表 2)中,九段沙种群的均值最大,为 1.067 ;靖江和太湖种群次之,均值分别为 1.063 和 1.014 ;鄱阳湖种群最小,均值仅为 0.831 。单因素方差分析表明,靖江与九段沙种群的差异不显著 ($P=0.324$),但其与太湖、鄱阳湖种群之间的差异极显著 (P 均为 0.000)。

2.2.3 头长/体长 4 个种群中,以靖江群体的头长/体长均值最大,为 0.161 ;太湖、鄱阳群体的次之,均为 0.155 ;九段沙群体的最小,为 0.150 (表 2)。单因素方差分析显示,除九段沙与太湖、鄱阳湖群体的差异不显著 ($P=0.412$ 和 0.530)外,其他群体间的差异均极显著 ($P=0.000$)。

表 2 4 个地理种群的上颌骨长/头长、头长/体长的比较

Table 2 The ratio of maxillary length/head length and head length/body length of populations

| 群体 Population | 样本尾数 Samples (ind) | 上颌骨长/头长 Maxillary length/Head length | | 头长/体长 Head length/Body length | |
|-------------------|--------------------------|---|------------------------|----------------------------------|------------------------|
| | | 变化幅度 Variation range | 平均值 ± 标准差 Mean ± SD | 变化幅度 Variation range | 平均值 ± 标准差 Mean ± SD |
| | | 靖江 Jingjiang | 239 | 0.895 ~ 1.206 | 1.067 ± 0.043 |
| 九段沙 Jiuduansha | 184 | 0.872 ~ 1.196 | 1.063 ± 0.033 | 0.149 ~ 0.152 | 0.150 ± 0.001 |
| 太湖 Taihu Lake | 263 | 0.752 ~ 1.097 | 1.014 ± 0.036 | 0.155 ~ 0.156 | 0.155 ± 0.001 |
| 鄱阳湖 Poyanghu Lake | 220 | 0.807 ~ 0.890 | 0.831 ± 0.019 | 0.154 ~ 0.157 | 0.155 ± 0.001 |

2.3 聚类分析 脊椎骨数、臀鳍条数、头长/体长、上颌骨长/体长、上颌骨长/头长 5 个性状的欧氏平方距离中,靖江与九段沙群体之间和太湖与鄱阳湖群体之间的欧氏平方距离都较近,而前两者与后两者之间的欧氏平方距离则较远(表 3)。聚类结果可见,靖江与九段沙以及太湖与鄱阳湖各可合为一个组群,而 2 个组群间的关系较远(图 3)。

2.4 判别分析 用上述 5 个性状建立 Bayes 判别函数(系数见表 4),可获得如下判别方程,靖江: $F1 = \text{脊椎骨数} \times 58.758 + (\text{上颌骨长/体长}) \times 136.343 + (\text{上颌骨长/头长}) \times 300.722 - 2.639 \times 10^3$; 九段沙: $F2 = \text{脊椎骨数} \times 58.339$

$+ (\text{上颌骨长/体长}) \times 133.224 + (\text{上颌骨长/头长}) \times 306.239 - 2.606 \times 10^3$; 太湖: $F3 = \text{脊椎骨数} \times 55.880 + (\text{上颌骨长/体长}) \times 130.650 + (\text{上颌骨长/头长}) \times 292.512 - 2.395 \times 10^3$; 鄱阳湖: $F4 = \text{脊椎骨数} \times 54.873 + (\text{上颌骨长/体长}) \times 126.985 + (\text{上颌骨长/头长}) \times 240.364 - 2.242 \times 10^3$ 。

逐步判别的结果见表 5。在 4 个种群的 906 尾个体中,有 195 尾被错误地判别为其他种群,总体错判率高达 21.5%,判别成功率仅为 78.5%。但这些错判主要发生在靖江与九段沙种群之间,有 144 尾被错判,而其他种群之间被错判的仅 51 尾。

表 3 4 个不同地理种群的欧氏平方距离

Table 3 Squared euclidean distance on four different populations

| 地理种群 Population | 欧氏平方距离 Squared euclidean distance | | | |
|--------------------|-----------------------------------|----------------|---------------|-------------------|
| | 靖江 Jingjiang | 九段沙 Jiuduansha | 太湖 Taihu Lake | 鄱阳湖 Poyanghu Lake |
| 靖江 Jingjiang | 0.000 | 0.222 | 16.081 | 33.235 |
| 九段沙 Jiuduansha | 0.222 | 0.000 | 12.534 | 28.055 |
| 太湖 Taihu Lake | 16.081 | 12.534 | 0.000 | 3.108 |
| 鄱阳湖 Poyanghu Lake | 33.235 | 28.055 | 3.108 | 0.000 |

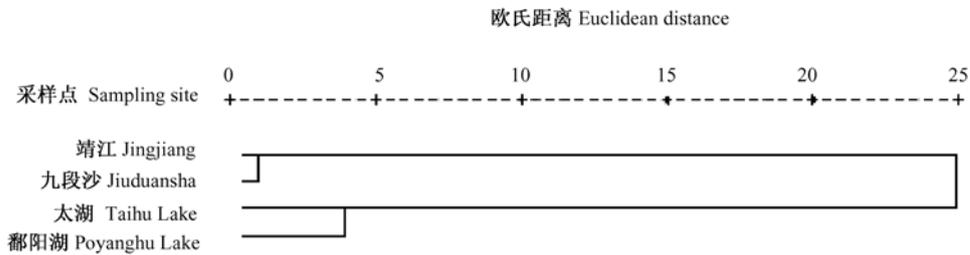


图 3 4 个不同地理种群的聚类分析图

Fig.3 The dendrogram of hierarchical cluster analysis on four different populations

表 4 形态性状的判别方程系数

Table 4 Coefficients of the discriminant equation on morphological characters

| 性状 Character | 方程 1 Equation 1 | 方程 2 Equation 2 | 方程 3 Equation 3 | 方程 4 Equation 4 |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 靖江 Jingjiang | 九段沙 Jiuduansha | 太湖 Taihu Lake | 鄱阳湖 Poyanghu Lake |
| 脊椎骨数 Vertebrae | 58.758 | 58.339 | 55.880 | 54.573 |
| 上颌骨长/体长 Maxillary length/Body length | 136.343 | 133.224 | 130.650 | 126.985 |
| 上颌骨长/头长 Maxillary length/Head length | 300.722 | 306.239 | 292.512 | 240.364 |
| 常数 Constant | -2.639×10^3 | -2.606×10^3 | -2.395×10^3 | -2.242×10^3 |

如果将靖江和九段沙合并为一个洄游型种群,再与太湖和鄱阳湖种群作判别(系数见表6),在906尾个体中,仅有50尾被错判,错判率降至5.5%,判别成功率达94.5%。其中,423

尾洄游种群的判别成功率为92.9%,263尾太湖种群的判别成功率为92.8%,220尾鄱阳湖种群的判别成功率达99.5%(表7)。

表5 基于形态性状的4个地理种群逐步判别结果

Table 5 Stepwise discriminant based on morphological characters from four populations

| | 种群 Population | 判别种群 Classification group | | | | 总计 Total |
|----------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|------------------|----------------------|-------------|
| | | 靖江 Jingjiang | 九段沙 Jiuduansha | 太湖 Taihu Lake | 鄱阳湖 Poyanghu Lake | |
| 逐步判别结果(尾) Result of SDA (ind) | 靖江 Jingjiang | 160 | 66 | 13 | 0 | 239 |
| | 九段沙 Jiuduansha | 78 | 87 | 19 | 0 | 184 |
| | 太湖 Taihu Lake | 0 | 4 | 245 | 14 | 263 |
| | 鄱阳湖 Poyanghu Lake | 0 | 0 | 1 | 219 | 220 |
| 逐步判别结果(%) Result of SDA | 靖江 Jingjiang | 66.9 | 27.6 | 5.4 | 0.0 | 100.0 |
| | 九段沙 Jiuduansha | 42.4 | 47.3 | 10.3 | 0.0 | 100.0 |
| | 太湖 Taihu Lake | 0.0 | 1.5 | 93.2 | 5.3 | 100.0 |
| | 鄱阳湖 Poyanghu Lake | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 99.5 | 100.0 |

表6 形态性状的判别方程系数

Table 6 Coefficients of discriminant equation on morphological characters

| 性状 Character | 方程1 Equation 1 | 方程2 Equation 2 | 方程3 Equation 3 |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 洄游型 Migration | 太湖 Taihu Lake | 鄱阳湖 Poyanghu Lake |
| 脊椎骨数 Vertebrae | 55.851 | 53.216 | 51.886 |
| 上颌骨长/体长 Maxillary length/Body length | 79.233 | 75.519 | 71.729 |
| 上颌骨长/头长 Maxillary length/Head length | 183.951 | 178.230 | 132.072 |
| 常数 Constant | -2.411×10^3 | -2.193×10^3 | -2.044×10^3 |

表7 基于形态性状的3个地理种群逐步判别和交互验证结果

Table 7 Stepwise discriminant and cross validation based on morphological characters from three populations

| | 种群 Population | 判别种群 Classification group | | | 总计 Total |
|--|-------------------|---------------------------|------------------|----------------------|-------------|
| | | 洄游型 Migration | 太湖 Taihu Lake | 鄱阳湖 Poyanghu Lake | |
| 逐步判别(尾) Result of SDA (ind) | 洄游型 Migration | 393 | 30 | 0 | 423 |
| | 太湖 Taihu Lake | 5 | 244 | 14 | 263 |
| | 鄱阳湖 Poyanghu Lake | 0 | 1 | 219 | 220 |
| 逐步判别(%) Result of SDA | 洄游型 Migration | 92.9 | 7.1 | 0.0 | 100.0 |
| | 太湖 Taihu Lake | 1.9 | 92.8 | 5.3 | 100.0 |
| | 鄱阳湖 Poyanghu Lake | 0.0 | 0.5 | 99.5 | 100.0 |
| 交互验证(尾) Result of cross validation (ind) | 洄游型 Migration | 391 | 32 | 0 | 423 |
| | 太湖 Taihu Lake | 6 | 243 | 14 | 263 |
| | 鄱阳湖 Poyanghu Lake | 0 | 3 | 217 | 220 |
| 交互验证(%) Result of cross validation | 洄游型 Migration | 92.4 | 7.6 | 0.0 | 100.0 |
| | 太湖 Taihu Lake | 2.3 | 92.4 | 5.3 | 100.0 |
| | 鄱阳湖 Poyanghu Lake | 0.0 | 1.4 | 98.6 | 100.0 |

3 讨论

分布于长江的刀鲚是 Jorden 等于 1905 年根据上海标本命名的一个物种^[1-3], 但 Whitehead 等^[1]认为, 其与 1846 年 Temminck 依据日本标本命名的 *C. nasus* 是同一物种。同时, 在长江中下游的太湖、巢湖等湖泊中, 还生活着一种在形态和生活习性上有一定差异的淡水定居型种群, 袁传宓等将其定名为湖鲚 (*C. nasus taihuensis*), 作为刀鲚的一个亚种^[4]。刘文斌通过同工酶和形态特征的比较分析, 认为湖鲚尚未达到亚种水平^[5]。通过外形、矢耳石形态、mtDNA 控制区和 *Cyt b* 序列所作的分析, 同样认为湖鲚是刀鲚的一个地理种群^[6-13]。

短颌鲚是 1908 年由 Kreyenberg 等依据洞庭湖标本确立的物种, 由于上颌骨较短和淡水性分布, 一直被视为有别于刀鲚的有效物种^[1-2]。但随着刀鲚淡水定居型种群在太湖等水域的发现, 两者在生态上的差异变得模糊, 张世义认为短颌鲚也是刀鲚的一个淡水型种群^[2]。这一结果也被 mtDNA 控制区和 *Cyt b* 基因构建的系统发育树所证实^[7-11]。

本研究表明, 虽然脊椎骨数和臀鳍条数的变动幅度较大, 不同种群间有一定程度的重叠, 但除了靖江与九段沙种群之间, 其他种群间的脊椎骨数确有显著性或极显著性差异, 而臀鳍条数并不具有显著性的种群差异。同时发现, 上颌骨长本身会随着体长的增长而变长, 其与体长或头长的比值则是稳定的性状, 而上颌骨长/头长也表现出与脊椎骨数基本一致的种群差异。因此, 原先将臀鳍条数和上颌骨本身的长度作为短颌鲚区别于刀鲚的主要特征是不太适合的, 而脊椎骨数和上颌骨长/头长却确实两者间存在着差异。

如果将靖江和九段沙合并为一个洄游种群, 而与太湖和鄱阳湖种群作 Bayes 判别, 则洄游种群、太湖种群和鄱阳湖种群的判别成功率分别可达 92.9%、92.8% 及 99.5%, 这与郭弘艺等利用矢耳石形态特征所作的分析结果类似^[12-14]。尽管现有研究已基本认同短颌鲚和

湖鲚同属于刀鲚, 但这三者之间还可以依据某些形态特征的组合, 利用多元分析进行可靠区分。

致谢 赵振官老师和周晓轶同学协助采集标本, 特此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] Whitehead P J P, Nelson G J, Wongratana T. FAO species catalogue. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). Part 2. Engraulidae. FAO Fisheries Synopsis, 1988, 125(7): 460-475.
- [2] 张世义. 中国动物志: 硬骨鱼纲 鲱形目 海鲱目 鲱形目 鼠鲱目. 北京: 科学出版社, 2001: 138-144.
- [3] 袁传宓, 秦安龄, 刘仁华, 等. 关于长江中下游及东南沿海各省的鲚属鱼类中下分类的探讨. 南京大学学报: 自然科学版, 1980, (3): 67-77.
- [4] 袁传宓, 林金榜, 秦安龄, 等. 关于我国鲚属鱼类分类的历史和现状——兼谈改造旧鱼类分类学的几点体会. 南京大学学报数学半年刊, 1976, (2): 1-12.
- [5] 刘文斌. 中国鲚属 4 种鱼的生化和形态比较及其系统发育的研究. 海洋与湖沼, 1995, 26(5): 558-564.
- [6] Cheng Q Q, Lu D R. PCR-RFLP analysis of cytochrome *b* gene does not support *Coilia ectenes taihuensis* being a subspecies of *Coilia ectenes*. J Genet, 2005, 84(3): 307-310.
- [7] 程起群, 温俊娥, 王云龙, 等. 刀鲚与湖鲚线粒体细胞色素 *b* 基因片段多态性及遗传关系. 湖泊科学, 2006, 18(4): 425-430.
- [8] Ma C Y, Cheng Q Q, Zhang Q Y, et al. Genetic variation of *Coilia ectenes* (Clupeiformes: Engraulidae) revealed by the complete cytochrome *b* sequences of mitochondrial DNA. J Exp Mar Biol Ecol, 2010, 385(1/2): 14-19.
- [9] 唐文乔, 胡雪莲, 杨金权. 从线粒体控制区全序列变异看短颌鲚和湖鲚的物种有效性. 生物多样性, 2007, 15(3): 224-231.
- [10] 许志强, 葛家春, 黄成, 等. 基于颌骨长度和线粒体 *Cyt b* 序列变异探讨短颌鲚的分类地位. 大连水产学院学报, 2009, 24(3): 242-246.
- [11] Liu J X, Gao T X, Wang Y J, et al. Sequence comparison of partial cytochrome *b* genes of two *Coilia* species. J Ocean Univ China, 2005, 4(1): 85-88.
- [12] 程起群, 韩金娣. 鲚属两种群的形态变异及综合判别. 湖泊科学, 2004, 16(4): 356-364.
- [13] 郭弘艺, 魏凯, 唐文乔, 等. 基于矢耳石形态特征的中国鲚属鱼类种类识别. 动物分类学报, 2010, 35(1): 127

- 134.
- [14] 郭弘艺,唐文乔,魏凯,等. 中国鲚属鱼类的矢耳石形态特征. 动物学杂志, 2007, 42(1): 39-47.
- [15] 徐(山乃)南,孙超白,童远瑞,等. 长江流域刀鲚鱼生殖洄游的“生物指标”. 南京大学学报:自然科学版, 1978, (3): 85-91.
- [16] Yang J, Arai T, Liu H, et al. Reconstructing habitat use of *Coilia mystus* and *Coilia ectenes* of the Yangtze River estuary, and of *Coilia ectenes* of Taihu Lake, based on otolith strontium and calcium. J Fish Biol, 2006, 69(4): 1120-1135.
- [17] Zhong L, Guo H, Shen H, et al. Preliminary results of Sr:Ca ratios of *Coilia nasus* in otoliths by micro-PIXE. Nucl Instr Meth, 2007, 260(1): 349-352.
- [18] 杨金权,胡雪莲,唐文乔,等. 长江口邻近水域刀鲚的线粒体控制区序列变异与遗传多样性. 动物学杂志, 2008, 43(1): 8-15.
- [19] 周宗汉,林金榜. 刀鲚和短颌鲚血清蛋白聚丙烯酰胺凝胶电泳的比较研究. 南京大学学报:自然科学版, 1985, 21(1): 107-111.

江西武夷山的毛冠鹿

毛冠鹿(*Elaphodus cephalophus*), 别名青鹿, 属于偶蹄目(ARTIODACTYL)鹿科(Cervidae)。

毛冠鹿体重 15~28 kg。体毛粗硬、体背毛色大部为黑褐或棕褐色, 额顶有短而硬的簇状毛, 面颊、唇周、内耳侧及耳尖灰白色, 腹毛浅淡, 鼠蹊部、肛周、尾下和后腿内侧白色。无额腺, 但眶下腺发达, 尾较短。雄性具极短且不分叉的角, 隐于毛丛中难以见到, 上犬齿较长。

毛冠鹿分布于长江以南、西南地区及陕西、甘肃等地(张荣祖等, 1997)。栖息于海拔 1 000~4 000 m 的阔叶林、针阔混交林、针叶林和山地灌丛等生境。以青草、野果、嫩枝叶、竹笋或竹叶为食。通常于晨昏活动觅食, 独栖。冬春繁殖, 每胎多为 1 仔。

2009 年 10 月以来, 我们在江西武夷山国家级自然保护区 160 km² 范围内, 海拔 440~2 130 m 区域选择了涵盖区内各类植被、环境类型以及不同人类活动干扰程度的生境共 7 条样带, 安装红外线照相机 34 台, 进行大型兽类调查监测。红外相机设置模式为: 像素 5 M/张、连续拍摄 3 张、拍摄间隔时间 10 s、自动记录拍摄时间, 照片自然光时为彩色、红外灯补光时为黑白。截止 2010 年 10 月共获得有效照片 6 080 张, 其中拍到毛冠鹿 378 只·次。初步分析发现毛冠鹿在保护区内主要栖息于海拔 1 000~2 160 m 范围的常绿落叶阔叶混交林、针阔混交林、针叶林和中山苔藓矮林、中山灌丛草甸等远离村庄、植被原生状态保存较好的生境。白天、晚上均有个体活动, 2009 年 10 月 8 日 10:50 时拍到 2 只成体共同活动并有添阴行为; 2010 年 6 月 2 日 14:16 时拍到 1 只乳房胀大的雌体带 1 幼体; 2010 年 7 月 26 日 14:59 时和 17:18 时在同一地点 2 次拍到 2 只朝同一方向运动。

从固定相机所摄毛冠鹿的频次和照片内容初步分析, 毛冠鹿在江西武夷山有一定数量且群体状况相对健康。由于该项工作还在进行当中, 有待收集更多数据做进一步汇总分析。

封面照片: 林剑声 2011 年 5 月 30 日 08:30 时摄于江西武夷山国家级自然保护区, 处于海拔 1 780 m 的原生状态常绿落叶阔叶-针叶混交林, 该个体为雌性成体。

程松林^① 林剑声^②

(^① 江西武夷山国家级自然保护区 铅山 334500; ^② 江西省科学院 南昌 330029)