

尼奥鱼[尼罗罗非鱼(♀)×奥利亚罗非鱼(♂)] 同其亲本的形态和判别

李家乐 李思发 李勇 王维明 朱泽闻

(农业部水产增养殖生态生理重点开放实验室, 上海水产大学, 200090)

摘要 本文报道尼奥鱼同其亲本尼罗罗非鱼、奥利亚罗非鱼形态上的异同点和判别方法。用卡方法对8个可数形态参数, 用聚类分析和判别分析及主成分分析的方法对8个可量性状和24个框架参数进行综合分析。从体色上看, 尼奥鱼偏于父本奥利亚罗非鱼, 而三种多元分析的结果均表明尼奥鱼的体型偏于母本尼罗罗非鱼, 因此认为控制体色和体型遗传的是不同的基因组合。建立了区分尼罗、奥利亚和尼奥鱼的简单判别公式。

关键词 尼罗罗非鱼, 奥利亚罗非鱼, 尼奥鱼, 形态

罗非鱼(*Tilapia*)是世界性养殖鱼类, 是联合国粮农组织向第三世界推广的养殖对象。目前, 我国养殖的罗非鱼主要是尼罗罗非鱼(*Oreochromis niloticus*, 以下简称尼罗)及尼罗罗非鱼(♀)×奥利亚罗非鱼(♂, *O. aureus*, 以下简称奥利亚)的杂交种(以下简称“尼奥鱼”, 俗称“全雄罗非鱼”或“雄性化罗非鱼”等), 养殖产量居世界首位。

尼罗是淡水中罗非鱼类里生长最快的一种。但尼罗性成熟早, 一般在我国5~6个月龄就性成熟繁殖, 影响了它的生长。它同奥利亚的杂交种——尼奥鱼具有雄性率高的特点, 且生长率快于双亲[李家乐等1997, 王楚松等1989]。所以, 目前很多地区多以养殖尼奥鱼代替养殖尼罗。

对罗非鱼种间[陈素芝和叶卫1994]和尼罗种内品系间李思发和李家乐[1998]的形态学差异研究有过报道。对尼奥鱼与其父母亲本的形态差异也有一些报道, 但结果互有矛盾。王楚松等[1989]、李思发和蔡完其[1995]、吴婷婷[1996]认为尼奥鱼形态与母本尼罗极相似, 但陈素芝和叶卫[1994]和王明学[1995]却认为尼奥鱼形态与父本奥利亚相似, 他们都没有详细说明原因。因此有必要对尼奥鱼与其父母本在形态学上作一比较, 并对它们的差异作详细研究。

1 材料与方法

1.1 实验材料和测量时间

本研究的对象为吉富品系尼罗、奥利亚、尼奥鱼[吉富品系尼罗(♀)×奥利亚(♂)], 均取自于国家级青岛罗非鱼良种场3个严格隔离的养殖群体。它们分别饲养在3个50m²、环境条

件相似的圆形温流水越冬池。采样时间 1998 年 5 月 6~14 日。取样见表 1。

1.2 参数测量

共测量了 135 尾罗非鱼, 5400 个参数。这些参数分为两大类。一类是传统的形态学参数, 包括可数性状和可量性状, 共 16 项。可数

性状有侧线鳞 I 数(罗非鱼的前段侧线鳞)、侧线鳞 II 数(罗非鱼的后段侧线鳞)、侧线上鳞数、侧线下鳞数、背鳍棘数、背鳍条数、臀鳍棘数、臀鳍条数, 共 8 项; 可量性状有全长、体长、体高、体厚、头长、吻长、眼径和眼间距, 共 8 项。另一类为罗非鱼的框架参数(Truss network), 共 24 项。框架测量定位点的选择参照 Brzenki 和 Doyle[1988]。但增加了吻部的定位点 2 个, 以把罗非鱼的头前部信息包含进去, 得到罗非鱼框架测量图[李思发等 1998]。可数性状直观计数, 可量性状用两脚规测量直线距离。测量参数精确到 mm。

1.3 体色观察

每种罗非鱼雌雄各 3 尾。

1.4 分析方法

将尼罗、奥利亚、尼奥鱼的形态参数用 χ^2 法、聚类分析、判别分析、主成分分析的方法进行。所有参数经 SYSTAT 软件处理, 详见李思发等[1998]。

2 结果

2.1 三种罗非鱼外部形态

尼罗、奥利亚和尼奥鱼的形态相同点为体侧扁、背高、头部平直或稍隆起, 体被栉鳞; 侧线鳞折断, 呈不连续两行, 尾鳍末端呈钝圆形; 背鳍、臀鳍、尾鳍上均有黑白相间的斑点; 性成熟鱼尾鳍边缘呈红色。它们的不同点为尼罗罗非鱼背鳍、臀鳍、尾鳍的斑点呈垂直斜向排列 9~13 条; 尾鳍边缘黑色。奥利亚罗非鱼鳃盖后部有一明显蓝色斑, 尾鳍上的斑点呈不规则排列、所有的斑点较尼罗罗非鱼的斑点粗大; 背鳍边缘蓝黑色。尼奥鱼体表有黑带, 鳃盖后部有较明显蓝色斑块, 头部比较绿; 尾鳍上有呈波浪状不连续排列的比其父母本都细小的斑点; 背鳍边缘蓝黑色。

2.2 可数性状

三种罗非鱼的可数性状的平均值如表 2。

经卡方法检验 3 种罗非鱼间两两配对比较的卡方值是 $\chi^2_{\text{尼罗-奥利亚}} = 0.045$ 、 $\chi^2_{\text{尼罗-尼奥}} = 0.125$ 和 $\chi^2_{\text{奥利亚-尼奥}} = 0.135$, 都小于 $\chi^2_{0.95} = 0.711$, 表明 3 种罗非鱼可数性状相互差异均不显著。

表 1 尼罗、奥利亚和尼奥鱼的取样

Tab. 1 Samples of *Oreochromis niloticus*, *O. aureus* and their hybrid

群 体	数量(尾)	全长(cm)
尼 罗	37(19 ♀:18 ♂)	24.43±2.27(37)
奥利亚	33(16 ♀:17 ♂)	24.69±3.11(33)
尼奥鱼	33(6 ♀:27 ♂)	24.31±1.44(33)

表 2 尼罗、奥利亚和尼罗鱼成鱼可数性状均值和方差

Tab. 2 Overall means and standard deviation of meristic characters of *Oreochromis niloticus*, *O. aureus* and their hybrid

性状	侧线鳞数 I	侧线鳞数 II	侧线上鳞	侧线下鳞	臀鳍棘数	臀鳍条数	背鳍条数	背鳍棘数
尼罗	21.32±0.75	15.51±0.93	6	8	3	8.92±0.55	12.92±0.60	16.76±0.50
奥利亚	21.67±1.08	15.60±1.22	6	8	3	9.18±0.53	12.56±0.71	16.36±0.74
尼罗鱼	21.97±0.73	16.36±1.17	6	8	3	9.55±0.67	12.79±0.74	16.27±0.67

2.3 可量性状与框架参数

2.3.1 聚类分析

图 1 是尼罗、奥利亚和尼罗鱼 3 组聚类分析结果。尼罗鱼的形态较接近其母本尼罗。

2.3.2 判别分析

按判别分析程序对 3 种罗非鱼的 32 项形态参数(8 项可量性状和 24 项框架参数)进行分析, 判别效果极显著 ($P < 0.01$)。判别准确率 P_1 为 90.9%~100%, 判别准确率 P_2 为 92.5%~100% (表 3)。

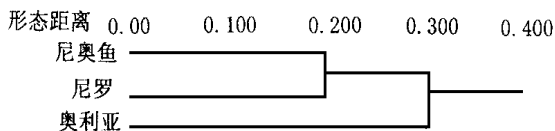


图 1 尼罗、奥利亚、尼罗鱼成鱼

形态可量性状和框架参数聚类分析图

Fig. 1 Dendrogram of clustering conducting on metric and truss network characters of *Oreochromis niloticus*, *O. aureus* and their hybrid

表 3 尼罗、奥利亚和尼罗鱼可量与框架参数判别结果

Tab. 3 Results of discriminant analysis conducting on metric and truss network characters of *Oreochromis niloticus*, *O. aureus* and their hybrid

鱼别 (尾)	尼罗	尼罗	奥利亚	判别准确率		平均拟合概率(%)
				P_1 (%)	P_2 (%)	
尼罗(33)	30	3	0	90.9	100	
尼罗(37)	0	37	0	100	92.5	97.2
奥利亚(33)	0	0	33	100	100	
合计	30	40	33			
%	29.1	38.8	32.0			

从上述 32 个参数的变量中选出对判别贡献较大的十个特征显著的形态参数变量(WL、BW、ED、EW、 A_{13} 、 A_{23} 、 A_{36} 、 A_{46} 、 A_{912} 、 A_{1012}), 依次将它们的校正值 wl, bw, ed, ew, a_{13} , a_{23} , a_{36} , a_{46} , a_{912} , a_{1012})按大小排列如表 4。

表 4 判别分析中贡献较大的变量(按单因子 F 检验值由大到小排列)

Tab. 4 Variables (ranked by F test values) with high contributions in discriminant analysis

显著差异参数	F 检验值(F)	判别率($P > F$)	显著差异参数	F 检验值(F)	判别率($P > F$)
bw	44.41	0.0001	a_{1012}	8.91	0.0008
a_{36}	12.52	0.0001	a_{13}	8.26	0.0005
wl	16.04	0.0001	ed	8.24	0.0005
ew	14.91	0.0001	a_{912}	6.31	0.0026
a_{23}	12.52	0.0001	a_{16}	6.24	0.0028

利用校正后的十个形态参数变量建立奥利亚、尼罗和尼奥鱼的判别公式如下:

(1)尼罗:

$$Y1 = -473934 + 11277bw + 5713wl + 673ed + 4882ew - 3331a_{13} + 24834a_{16} + 30154a_{23} + 33147a_{36} + 10921a_{912} + 2269a_{1012} \dots \dots \dots (1)$$

(2)奥利亚:

$$Y2 = -473887 + 11189bw + 5709wl + 665ed + 4856ew - 3338a_{13} + 24832a_{16} + 30102a_{23} + 33131a_{36} + 10905a_{912} + 2277a_{1012} \dots \dots \dots (2)$$

(3)尼奥鱼:

$$Y3 = -473766 + 11215bw + 5725wl + 671ed + 4832ew - 3322a_{13} + 24862a_{16} + 30154a_{23} + 33277a_{36} + 10895a_{912} + 2256a_{1012} \dots \dots \dots (3)$$

上列判别公式可以判断 3 种罗非鱼的所属, 方法是将其可量参数与框架参数经线性函数校正后的数值代入上列公式, 函数值最大的即为其所属。

2.3.3 主成分分析

从主成分分析图中(图2), 尼罗、奥利亚和尼奥鱼之间的重叠情况可以看出, 它们之间存在着差异, 其中尼奥鱼与尼罗的重叠程度要比奥利亚的重叠程度大。

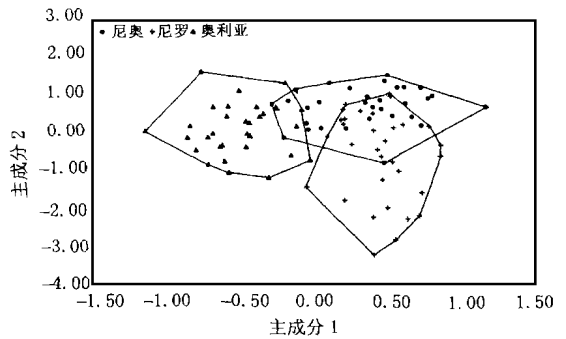


图2 尼罗、奥利亚和尼奥鱼主成分分析图
Fig.2 Map of principal component analysis of *Oreochromis niloticus*, *O. aureus* and their hybrid

3 讨论

尼罗和奥利亚分属两个种, 它们在外形形态上有明显的差异。本次研究所观察的尼罗和奥利亚在体色上可明显区分, 与前人的描述一致[张中英等 1979, 吴婷婷 1996, 李思发和李家乐 1998]; 而聚类分析结果表明, 尼罗和奥利亚的形态距离为 0.3; 判别分析的判别率均达 100%; 主成分分析也有类似结果。故这两种罗非鱼存在显著的形态学差异。从尼罗(♀)×奥利亚(♂)杂交种尼奥鱼的蓝色体色、尾鳍上的条纹和鳃盖后部的暗色斑等, 比较多地继承父本奥利亚, 这与王明学[1995]和陈素芝和叶卫[1994]的观察结果相似。但是, 参数的定量分析结果表明, 尼奥鱼偏于母本尼罗, 主要表现在: ①尼奥鱼与奥利亚聚类分析的形态距离(0.3)大于其与尼罗的形态距离(0.2); ②在对 33 尾尼奥鱼的判别中, 判入尼罗的为 3 尾, 判入奥利亚的为 0 尾; ③主成份分析中, 尼奥鱼与尼罗的重叠部分多于尼奥鱼与奥利亚的重叠部分。造成尼奥鱼体色比较近似于奥利亚, 而体形比较近似于尼罗的原因可能为, 控制体色遗传与体型遗传的基因组合不同, 而亲本的各种基因组合在杂交后代所起的作用也不同, 有待进一步研究。

罗非鱼是一个比较特殊的群体, 种与种之间在池塘环境下能自然交配, 并且杂种能育。这就很容易造成罗非鱼类的种类混杂。如何区分罗非鱼原良种和杂交种是很多生产单位(特别是保种单位)迫切需要解决的问题。根据本次研究的结果来看, 从体色上, 很容易将尼罗和尼奥鱼区分开来, 但区分奥利亚和尼奥鱼却比较困难。从体形上, 多参数的综合分析可有效地判别 3 种罗非鱼。我们建立了较为简单的判别公式(1)、(2)和(3), 只需测量十个形态参数, 可以

达到平均判别准确率为 97% 的效果。

参 考 文 献

- 王明学. 1995. 罗非鱼养殖. 北京: 科学技术文献出版社. 4~6
- 王楚松, 夏德全, 胡 玫等. 1989. 奥尼鱼(*S. niloticus* ♀×*S. aureus* ♂) 杂种优势利用的研究. 淡水渔业. (13)6: 14~15
- 吴婷婷. 1996. 奥利亚罗非鱼养殖和生产潜力. 淡水渔业. 2: 16~18
- 李思发, 李家乐. 1998. 吉富品系尼罗罗非鱼. 中国水产, 27(4): 36
- 李思发, 李晨虹, 李家乐. 1998. 尼罗罗非鱼品系间形态差异分析. 动物学报, 44(4): 400~457
- 李思发, 蔡完其. 1995. 我国尼罗罗非鱼和奥利亚罗非鱼养殖群体的遗传渐渗. 水产学报. 19(2): 105~111
- 李家乐, 李晨虹, 李思发等. 1997. 不同品系尼罗罗非鱼(♀)× 奥利亚罗非鱼(♂) 养殖性能差异研究. 上海水产大学学报, 6(2): 96~101
- 张中英, 吴福煌, 仇潜如等. 1979. 对引进尼罗罗非鱼的分类鉴定. 淡水渔业. 9: 2~6
- 陈素芝, 叶 卫. 1994. 我国引进的罗非鱼类的初步研究. 动物学杂志, 29(3): 18~23
- Brzenki V J, Doyle R W. 1988. A morphometric criterion for sex discrimination in tilapia. In: Pullin R S V, Bhukaswan T, Tonguthai K, Maclean J L, eds. The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceeding 15. 623. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center of Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. 439~444

MORPHOLOGY AND DISCRIMINATION OF HYBRID *OREOCHROMIS NILOTICUS* (♀) × *OREOCHROMIS AUREUS* (♂) AND THEIR PARENTS

LI Jia-Le, LI Si-Fa, LI Yong, WANG Wei-Ming, ZHU Ze-Wen

(Key Laboratory of Ecology and Physiology in Aquaculture of Ministry of Agriculture, Shanghai Fisheries University, 200090)

ABSTRACT Common and different morphological aspects, discriminant methods of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), blue tilapia (*O. aureus*) and their hybrid (*O. niloticus* ♀×*O. aureus* ♂) were reported. Morphological differences of hybrid and their parents were comprehensively analyzed by χ^2 -test of 8 meristic characters, and by clustering analysis, discriminant analysis and PCA of 9 metric plus 24 truss network characters. The hybrid resembled blue tilapia from body color, but it resembled Nile tilapia from the results of three multivariate analysis in body shape by different combination of genes. Genetics of body color and body size were controlled by different combination of genes. Discriminant functions were formed to identify Nile tilapia, blue tilapia and their hybrid.

KEYWORDS *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis aureus*, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*, Morphology