

文章编号: 1004 - 7271(2002)04 - 0305 - 05

## 三角鲂与团头鲂正反杂交 $F_1$ 的遗传性状

杨怀宇, 李思发, 邹曙明

(上海水产大学农业部水产种质资源与养殖生态重点开放实验室, 上海 200090)

**摘要:**采用聚类分析、主成分分析和判别分析 3 种数理统计方法,对团头鲂、三角鲂及其正反杂交  $F_1$  的比例性状和框架参数进行分析,探讨了亲本形态性状在子代中的遗传传递情况。结果表明:(1)正反交  $F_1$  形态都表现出较多的母性遗传特征,但三角鲂母本对杂交  $F_1$  遗传特征的影响强于团头鲂母本。(2)躯干部特征、头尾轴特征及背棘等为区分团头鲂、三角鲂及其正反杂交  $F_1$  的重要因子。

**关键词:**团头鲂;三角鲂;杂交;形态;传递

**中图分类号:**S917      **文献标识码:** A

## A primary study on inheritance of morphological traits from *Megalobrama amblycephala*, *Megalobrama terminalis* to their reciprocal hybrids ( $F_1$ )

YANG Huai-yu, LI Si-fa, ZOU Shu-ming

(Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquacultural Ecosystem Certificated by the Ministry of Agriculture, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** In this paper, the meristic traits and truss network characters of *Megalobrama amblycephala*, *Megalobrama terminalis* and their reciprocal hybrids were studied by three multivariate analysis (clustering analysis, discriminant analysis and principal component analysis), and the genetic transfer of morphology traits from parents to their hybrids was analysed. The results showed: (1) The morphological traits in reciprocal hybrids were more traced through the female ancestor. The inheritance from *M. terminalis* to hybrids was stronger than that from *M. amblycephala*. (2) The characters of main part of body, head-tail axis, sand hard spine of dorsal fin are important factors to discriminate *Megalobrama amblycephala*, *Megalobrama terminalis* and their reciprocal hybrids.

**Key words:** *Megalobrama amblycephala*; *Megalobrama terminalis*; hybrid; morphology; inheritance

种间杂交是增加生物变异性的的重要手段。通过杂交,遗传物质可以从一个群体传递到另一个群体。但亲本形态特征在其杂交后代的传递相当复杂<sup>[1-4]</sup>,只有对亲本和杂种作深入系统的比较,才能全面了解亲本和子代的遗传传递关系。团头鲂(*Megalobrama amblycephala*)、三角鲂(*Megalobrama terminalis*)的形态差异已有人作过细致的研究<sup>[5,6]</sup>,但有关父、母本对正反杂交子代遗传的影响研究,尚未见报道。本实验以传统形态学可量性状和框架参数相结合,采用聚类分析、判别分析、主成分分析 3 种多元分析方

收稿日期:2002-09-02

基金项目:国家十五科技攻关项目资助(2001BA505B0514)

作者简介:杨怀宇(1977-),男,湖北宜昌人,土家族,上海水产大学 2000 级硕士研究生,专业方向为水产种质资源与种苗工程。

通讯作者:李思发(1938-),男,上海水产大学首席教授,博士生导师。E-mail:lisifak@online.sh.cn

法处理,详细比较了团头鲂、三角鲂及其正反杂交种的形态性状的遗传差异,进而探讨了杂交子一代与其亲本的亲缘关系和判别依据,为鱼类杂交育种研究提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

三角鲂,30尾;团头鲂,29尾;正交  $F_1$ ,为团头鲂♀×三角鲂♂,30尾;反交  $F_1$ ,为三角鲂♀×团头鲂♂,30尾。以上4种鱼的样本均取自上海水产大学南汇种质资源实验站。

### 1.2 数据测量和处理

共测量了119尾鱼的3300个数据。数据分为传统形态学可量数据和框架数据。传统可量数据(9项)包括:全长、体长、体高、头长、吻长、眼径、眼间距、尾柄长、尾柄高和背棘长。框架数据共20项,测量定位点的选择主要参照文献[7]的方法(图1)。

传统可量数据分析中,9项传统可量数据转换为比例性状参数,即全长/体长、体长/体高、体长/头长、头长/吻长、头长/眼径、体长/尾柄长、尾柄长/尾柄高以及背棘长/体长<sup>[7]</sup>。

综合分析时,9个传统可量数据与20个框架数据都转换为以全长为基数的校正参数。

所有参数用SYSTAT软件处理<sup>[8]</sup>。

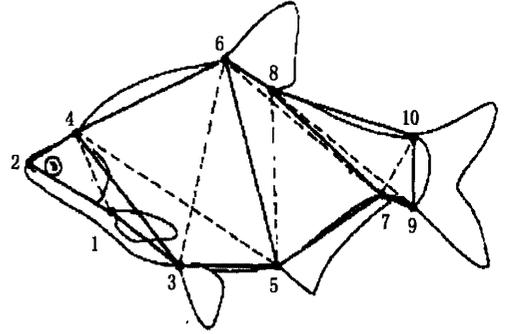


图1 框架测量图

Fig.1 Drawing of measuring truss network

注:11个定位点之间的距离为24个框架参数。例如,5-8表示定位点5与8之间的距离。定位点:

- 1、下颌骨最后端; 3. 腹鳍起点; 5. 臀鳍起点; 7. 臀鳍末端;
9. 尾鳍腹部起点; 2. 吻前端;
4. 额部有鳞部最前缘; 6. 背鳍起点; 8. 背鳍背棘部末端;
10. 背鳍末端; 12. 尾鳍背部起点。

## 2 结果

### 2.1 比例性状参数

9个比例性状中,正反杂交  $F_1$  的全长/体长均受父本的强烈影响;体长/体高则受母本的强烈影响;头长/眼径、体长/尾柄长、尾柄长/尾柄高和背棘长/体长等4个性状的值介于父母本的值之间。正反杂交  $F_1$  的体长/头长、头长/吻长和头长/眼间距3个性状的值在父母本平均值的范围之外,说明这3个性状相对于亲本有一定的变异。

对9个比例性状参数,进行聚类分析,结果如图2所示。从聚类分析的结果来看,三角鲂与反交  $F_1$  先聚类,再与正交  $F_1$  相聚。表明三角鲂对杂交  $F_1$  的比例性状影响较大,而团头鲂在杂交  $F_1$  的形态特征的影响较小。

表1 团头鲂、三角鲂及杂交后代传统比例性状

Tab.1 Traditional meristic parameters of *Megalobrama amblycephala*, *M. terminakii* and  $F_1$  of their hybrids

	团头鲂	三角鲂	正交 $F_1$	反交 $F_1$
全长/体长	1.211 ± 0.019	1.253 ± 0.010	1.261 ± 0.074	1.225 ± 0.016
体长/体高	2.110 ± 0.047	2.401 ± 0.045	2.231 ± 0.098	2.449 ± 0.033
体长/头长	4.610 ± 0.112	4.602 ± 0.198	4.583 ± 0.165	4.239 ± 0.116
头长/吻长	3.992 ± 0.172	3.206 ± 0.224	2.921 ± 0.184	2.976 ± 0.126
头长/眼径	3.630 ± 0.119	2.780 ± 0.162	3.091 ± 0.208	3.073 ± 0.126
头长/眼间距	2.120 ± 0.088	2.042 ± 0.112	1.895 ± 0.078	1.953 ± 0.072
体长/尾柄长	10.442 ± 0.654	8.605 ± 0.382	10.107 ± 0.651	9.238 ± 0.504
尾柄长/尾柄高	0.752 ± 0.042	1.006 ± 0.054	0.774 ± 0.042	0.898 ± 0.043
背棘长/体长	1.673 ± 0.044	2.167 ± 0.122	1.861 ± 0.085	2.099 ± 0.079

\* 均值 ± 95%置信限

对 9 个比例性状参数进行判别分析。对团头鲂的判别准确率为 93.1%，有 2 个样本误判为正交 F<sub>1</sub>；对三角鲂的判别准确率为 73.3%，5 个样本误判为正交 F<sub>1</sub>，3 个样本误判为反交 F<sub>1</sub>；对正交 F<sub>1</sub> 判别准确率为 73.3%，2 样本误判为团头鲂，2 样本误判为三角鲂，4 样本误判为反交 F<sub>1</sub>；对反交 F<sub>1</sub> 判别准确率为 93.3%，2 样本误判为三角鲂。判别分析结果显示，在正反交 F<sub>1</sub> 中，其形态也多表现出三角鲂的特征，这与聚类分析结果基本一致。119 个样本的分布如图 3。

### 2.2 校正参数的综合分析

通过聚类分析、主成分分析和判别分析 3 种统计方法，比较分析三角鲂和团头鲂亲本对正反交 F<sub>1</sub> 体型特征的影响力。

首先，对 29 个校正参数进行聚类分析，聚类树如图 4 所示：4 个群体分为 2 类，即团头鲂与正交 F<sub>1</sub> 为一类，三角鲂与反交 F<sub>1</sub> 为另一类。综合分析得到的结果表明，三角鲂和团头鲂亲本在杂交 F<sub>1</sub> 中均表现出一定的母性效应，这与前面仅靠比例参数得到的结果稍有不同（只有三角鲂表现出母性效应）。

其次，用以上 29 个参数进行判别分析，4 群体的判别准确率高达 100%，无一误判。清楚地显示各群体之间的形态学差异（图 5）。

再次，用这 29 个参数进行主成分分析，结果显示，因子 1 的贡献率比较高，为 33.99%，它主要由框架参数的 4-1、3-5、7-9、9-10、4-6、6-8、8-9、4-3、4-5、6-3、6-5、6-7、8-5 和 8-7 这 13 个参数决定；因子 2 累计贡献率为 15%，主要由背棘长等性状决定；因子 3 累计贡献率为 8%，主要由体长和头长决定。

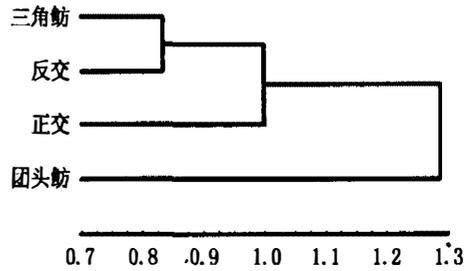


图 2 三角鲂、团头鲂及其杂交 F<sub>1</sub> 传统比例性状的聚类分析(最小距离法)

Fig.2 Cluster dendrogram on traditional meristic parameter of *M. amblycephala*, *M. terminalis* and F<sub>1</sub> of their hybrids(Single Linkage)

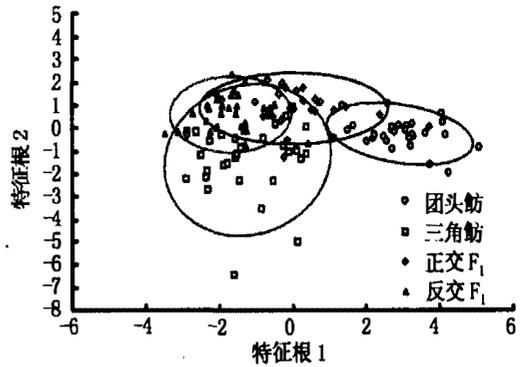


图 3 团头鲂、三角鲂及其杂交 F<sub>1</sub> 传统比例性状的判别分析

Fig.3 Discriminant analysis on traditional meristic parameter of *M. amblycephala*, *M. terminalis* and their hybrids (F<sub>1</sub>)

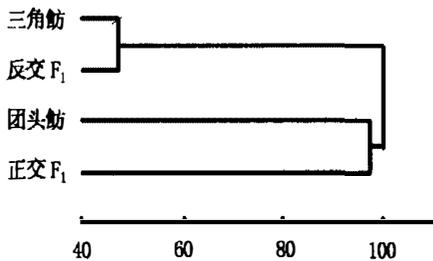


图 4 团头鲂、三角鲂及其杂交 F<sub>1</sub> 校正参数聚类分析(最小距离法)

Fig.4 Cluster analysis of adjusted parameter of *M. amblycephala*, *M. terminalis* and F<sub>1</sub> of their hybrids(Single Linkage)

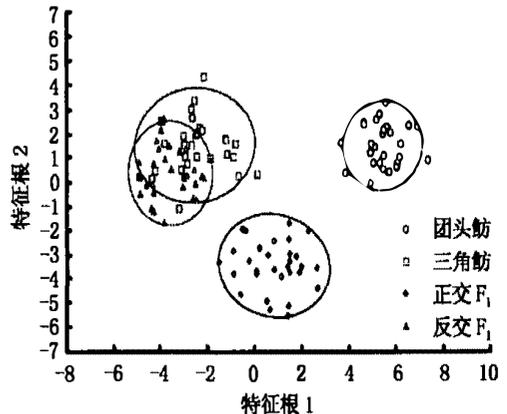


图 5 团头鲂、三角鲂及其杂交 F<sub>1</sub> 校正参数的判别分析

Fig.5 Discriminant analysis of adjusted parameter of *M. amblycephala*, *M. terminalis* and F<sub>1</sub> of their hybrids

在因子1中,特征向量绝对值较大的各性状主要是集中在躯干部的各性状,反映了躯干的体型特征。因子2反映了体表的一些差别,例如背棘长等。因子3显示了鱼体在长轴上的一些特征,如体长及头长等。

### 3 讨论

形态学特征受到遗传因子和环境因子的共同影响<sup>[9]</sup>。但从比例参数来看,全长/体长、体长/体高、尾柄长/尾柄高及背棘长/体长4个因子的95%置信限较小,显示群体内这些比例性状的差异较小,也表明它们受环境因子的影响较小。而在主成分分析(所有性状以全长校正)中,背棘长与体长分别为因子2和因子3的决定性状。所以背棘长是可以区分4个群体的标准性状。

亲本对后代基因的传递情况一直是研究重点,多数研究表明,母本对后代基因有较大的影响力,或者说杂种后代的性状一般偏向于母本。这在前人对荷包红鲤♀×元江鲤♂、鲢♀×鳙♂、鲢♀×草鱼♂杂交后代的形态学研究结果中已有证明<sup>[10,11]</sup>;松井佳一报道镜鲤和日本鲤杂交F<sub>1</sub>的多数性状也系母性遗传<sup>[12]</sup>。然而,杂交种形态数量性状变化又具有复杂性,小林宏进行的泥鳅(*Misgurnus anguillicandatus*),北方条鳅(*Barbatula toni oreas*),和短体北鳅(*Lefua nikkonis*)3个种间杂交,其杂种F<sub>1</sub>幼鱼的形态学性状却受父本影响<sup>[13]</sup>;松岛昌大等进行的鲤鱼和河内鲫的杂种分为鲤鱼型、鲫鱼型和中间型3种形态类型<sup>[14]</sup>。除此之外,夏德全等应用RAPD技术发现正交子代(尼罗罗非鱼♀×奥利亚罗非鱼♂)在遗传关系上介于双亲之间,不表现出明显的倾向性;而反交子代(奥利亚罗非鱼♀×尼罗罗非鱼♂)却与母本奥利亚罗非鱼极其相似<sup>[15]</sup>。楼允东与张克俭对高邮杂交鲫的研究发现,杂交种主要形态性状偏向母本,而其它性状有的(空壳重)介于双亲之间,有的(如EST酶谱)与双亲有较大差异<sup>[16]</sup>。本研究综合传统可量参数和框架参数进行的聚类分析、判别分析和主成分分析的结果显示,在三角鲂和团头鲂的正反杂交种中存在一定的母性效应。但这一效应在各种性状中表现出复杂性,有的性状并不遵循这一规律,一些比例性状参数和校正参数均出现偏离双亲现象。综上所述,多数试验的解释是亲本所拥有的基因和基因组合对后代的表现有决定作用,即亲本基因在后代的传递决定于两个亲本的基因以及亲本间基因的互作。例如,杂种优势解释为亲本基因的互作(通常有三种假说:显性、超显性和有害与不利基因的代偿)<sup>[17]</sup>;遗传差异较大的亲本往往能产生具有超亲优势的杂交后代<sup>[18]</sup>。不过,在自然选择和人工选择的共同作用下,传递还受到环境的影响。不同亲本的基因在后代基因库中所占比例不同,因而,双亲对后代群体的遗传贡献是不均等的<sup>[19]</sup>。总之,在鱼类形态上,亲本基因在杂交后代中的传递受到诸多因素的作用,情况相当复杂,值得进一步研究。

对比例性状参数和框架参数,综合地使用比单独地使用能提高形态分类的判别能力,这一点在本实验中也得到了证明。研究发现,对鱼类形态有重要影响的躯干部数据,在比例性状中没有反映出来;而仅仅依靠比例性状参数进行判别分析时,4群体的平均判别准确率只有83.19%,而综合判别时,准确率可达100%。

团头鲂和三角鲂为鲂属的2种重要经济鱼类,依据形态、同工酶和RAPD研究结果,二者有较近的亲缘关系<sup>[6]</sup>,人工杂交也不困难。本实验对团头鲂、三角鲂及其正反杂交F<sub>1</sub>这4群体进行判别分析的准确率可达100%,为这2种重要经济鱼类的杂交利用提供了一种监控手段。

#### 参考文献:

- [1] 曾淑芳. 江鳊新品种培育[J]. 湛江水产学院学报, 1990, 10(1): 23-27.
- [2] Chevassus B. Hybridization in fish[J]. Aquaculture, 1983, 33: 245-262.
- [3] 方宗熙. 海带杂种优势的利用[J]. 山东海洋学院学报, 1985, 15(1): 64-72.
- [4] 吴善. 通过杂交育种改善鲤鱼的品种[J]. 淡水渔业, 1982, 2: 10-13.
- [5] 甄献文. 中国鲤科鱼类志(上卷)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1964. 93-97.
- [6] 李思发, 朱泽闻, 邹曙明, 等. 鲂属团头鲂、三角鲂及广东鲂种间遗传关系及种内遗传差异[J]. 动物学报, 2002, 48(3): 339-345.

- [7] 李思发. 中国淡水主要养殖鱼类种质研究[M]. 上海:上海科学技术出版社,1998. 6.
- [8] Wikinson L. Systat: The system for statistics[M]. Evanston, IL. SYSTAT, 1989. 423 - 555.
- [9] Ihesen P E, Booke H E, Casselman J M, et al. Stock identification: materials and methods[J]. Can J Fish Aquat Sci, 1981, 38:1838 - 1855.
- [10] 钟麟,李有广,张松涛,等. 家鱼生物学和人工繁殖[M]. 北京:科学出版社,1965. 142.
- [11] 张建森,潘光碧. 鲤鱼体色体型遗传的研究[J]. 水产学报, 1983, 7(4): 301 - 312.
- [12] 松井佳一. 鲤の2.3形研の遗传に就て[J]. 遗传,1944,20:79.
- [13] 小林宏. 北海道产ドジョ科鱼类の交杂にて[J]. 鱼类学杂志,1957,1:160 - 176.
- [14] 松岛昌大. エイとカッチブナの交杂种の研究——Ⅲ交杂种 F4の形质解析[J]. 淡水研报,1972,22(2):109 - 126.
- [15] 夏德全,曹莹,杨弘. 罗非鱼杂交  $F_1$  代与亲本的遗传关系及其杂种优势的利用[J]. 中国水产科学,1999,(6)4:29 - 32.
- [16] 楼允东,张克俭. 高邮杂交鳊及其亲本遗传性状的比较研究[J]. 遗传,1992,14(4):18 - 20.
- [17] 吕鸿生(译). 杂种优势的实质及其有关问题[J]. 自然杂志,1987,(5):64 - 76.
- [18] 许明辉. 作物亲本间遗传差异与杂种优势研究进展[J]. 云南农业大学学报,1999,14(1):107 - 112.
- [19] 杨宁,吴常信. 亲本对后代群体的不均等遗传贡献及其优化控制[J]. 遗传学报,1993, 20(1):294 - 299.

下期文章摘要

## 南海北部陆架区海域鲈科鱼类的组成和分布

陈国宝, 李永振

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广州 510300)

**摘要:**1997年12月至1999年6月对南海北部陆架区海域进行了1周年底拖网渔业资源调查。调查分春(4-6月)、夏(7-9月)、秋(10-12月)、冬(12-2月)4个季节,每个季节都进行全海域的大面积定点调查,共捕获鲈科鱼类31种,分别隶属于11属。分析了渔获种类组成和渔获率在不同区域、不同季节、不同水深以及昼夜变化等。结果表明,北部湾海区的渔获率最高,粤东海区最低,并由西往东呈逐渐递减的趋势;夏、冬季鲈科鱼类的渔获率较高,而春、秋季较低;渔获率沿水深梯度的变化为100m以浅海域沿水深的增加而增加,100m以深海域随水深的增加而下降,以80~100m海域的渔获率相对较高;午夜的渔获率最低,14时最高。

**关键词:** 鲈科鱼类;组成;分布;陆架区;南海