

# 云纹石斑鱼(♀)×七带石斑鱼(♂)杂交 F<sub>1</sub> 形态特征与其亲本子代的比较分析\*

李炎璐<sup>1</sup> 陈 超<sup>1</sup> 王清印<sup>1</sup> 吴雷明<sup>2</sup> 宋振鑫<sup>1</sup>  
翟介明<sup>3</sup> 奥谷 亮<sup>4</sup> 大田 智<sup>4</sup>

(1. 农业部海洋渔业可持续发展重点实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071;

2. 上海海洋大学水产与生命学院 上海 201306; 3. 莱州明波水产有限公司 烟台 261418;

4. 日本(爱媛)生命科学株式会社 日本)

**摘要** 为研究云纹石斑鱼(♀)×七带石斑鱼(♂)杂交 F<sub>1</sub> 的形态特征以及与其亲本子代的关系, 运用常规测量方法和聚类分析法对云纹石斑鱼、七带石斑鱼及云纹石斑鱼(♀)×七带石斑鱼(♂)杂交 F<sub>1</sub> 3 个群体 6 月龄幼鱼的形态特征进行测量和分析, 对 3 个群体的 12 项可量、可数性状进行指数分析。结果显示, 杂交 F<sub>1</sub> 体型呈椭圆形, 侧扁而粗壮, 体侧具 7 条灰褐色横向条带, 杂交 F<sub>1</sub> 在体色条纹上均具有云纹石斑鱼与七带石斑鱼的特征; 可量、可数的性状中有 6 项性状偏向于云纹石斑鱼, 5 项性状偏向于七带石斑鱼, 1 项与二者相同; 聚类分析结果表明, 杂交 F<sub>1</sub> 与云纹石斑鱼聚为一类。研究表明, 杂交 F<sub>1</sub> 在体色条纹上表现为二者的中间态, 在形态上较接近于母本云纹石斑鱼。

**关键词** 云纹石斑鱼; 七带石斑鱼; 杂交 F<sub>1</sub>; 形态特征

中图分类号 S917 文献标识码 A 文章编号 1000-7075(2014)05-0104-05

鱼类的形态学特征是物种遗传特性最直观的外在表现, 也是鱼类分类的重要依据(顾志敏等, 2008)。外部形态特征主要包括体长、体质量、背鳍条数和胸鳍条数等可量、可数的性状, 是鱼类生长测量的基本指标, 同时也是判断其生长情况的重要依据(闫学春等, 2007)。因此, 研究鱼类的形态特征, 对于掌握鱼类生物学特性以及选择优良品种, 均有重要的指导意义。

云纹石斑鱼(*Epinephelus moara*)和七带石斑鱼(*Epinephelus septemfasciatus*)同属于鲈形目(Perciformes)、鲷科(Serranidae)、石斑鱼亚科(Epinephelinae)、石斑鱼属(*Epinephelus*), 云纹石斑鱼为暖温性中下层鱼类(朱元鼎, 1962), 具有个体大、生长速度较快的特点; 七带石斑鱼为冷温性礁栖鱼类具有个体大、耐

低温、营养价值高等特点(Nagano *et al.*, 2007; 陈超等, 2011), 是海水鱼类中优良的养殖品种(程波等, 2009; 谢菁等, 2009)。云纹石斑鱼和七带石斑鱼均属于经济价值较高的鱼类, 为利用这二者的优良性状, 对其进行杂交, 并成功获得了杂交 F<sub>1</sub> 鱼苗(李炎璐等, 2013)。本研究对云纹石斑鱼(♀)×七带石斑鱼(♂)杂交 F<sub>1</sub> 的形态特征进行了较为系统的测量和分析, 可为鱼类杂交育种的利用及优良品种的选育提供基础资料。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料来源及苗种培育条件

实验鱼为 2011 年 6 月在山东省莱州明波水产有

\* 科技部国际合作项目(2012DFA30360)和国家科技支撑项目(2011BAD13B01)共同资助。李炎璐, E-mail: ysfriilianlu@126.com

通讯作者: 陈 超, 研究员, E-mail: ysfriichencao@126.com

收稿日期: 2014-04-11, 收修改稿日期: 2014-04-25

表 1 实验鱼规格

Tab.1 The specification of the experimental fish

实验鱼 Experimental fish	全长 Total length (mm)	体长 Body length (mm)	体质量 Body weight (g)
云纹石斑鱼 <i>Epinephelus moara</i>	120.76±7.29	101.05±6.46	26.07±7.29
七带石斑鱼 <i>Epinephelus septemfasciatus</i>	123.99±13.80	103.25±11.50	36.26±11.79
杂交 F <sub>1</sub> <i>E. moara</i> (♀) × <i>E. septemfasciatus</i> (♂)	148.18±9.44	123.61±7.73	58.47±9.64

限公司同批繁殖的云纹石斑鱼(宋振鑫等, 2012)、七带石斑鱼(吴雷明等, 2013)和云纹石斑鱼(♀)×七带石斑鱼(♂)杂交 F<sub>1</sub>, 实验鱼规格如表 1 所示。仔稚幼鱼在 25m<sup>3</sup>的育苗池中培育, 水温范围为 20–24℃, 盐度范围为 27–33, DO 5 mg/L, pH 7.6–8.4, 3 个群体采用相同的管理饲养模式。培育至 6 月龄时, 测全长、体长和体质量, 每组测量 30 尾, 随机取样。

## 1.2 云纹石斑鱼、七带石斑鱼与杂交 F<sub>1</sub> 形态学分析

### 1.2.1 形态测量及数量性状分析

采用常规测量方法(李思发, 1998; Brzeski *et al.*, 1988<sup>1)</sup>; Nancy *et al.*, 1989<sup>2)</sup>), 用游标卡尺分别测量每种鱼的可量性状, 包括全长、体长、体高、头长、吻长、眼径、眼间距、尾柄长、尾柄高等, 对背鳍条数、胸鳍条数、腹鳍条数、臀鳍条数、尾鳍条数等可数性状记数。对 3 个群体的数量性状进行统计学分析, 分别计算全长/体长、体长/体高、体长/头长、头长/吻长、头长/眼径、头长/眼间距、尾柄长/尾柄高等形态值。

### 1.2.2 形态学特征分析方法

采用杂种指数 (Hybrid Index, HI) 和聚类分析法确定杂种与原种相似程度(张兴忠等, 1988)。杂种指数计算公式为:

$$N = 1/2[(V_b - V_m)/(V_f - V_m) \times 100 - 50] \quad (1)$$

式中,  $N$  为杂种指数,  $V_b$  为杂种性状的平均值,  $V_m$  为母本性状的平均值,  $V_f$  为父本性状的平均值。若  $N$  为负值, 表示杂种性状偏向母本;  $N$  为正值, 表示杂种性状偏向父本。若  $N$  为 100%, 表示杂种性状完全偏向母本或者父本;  $N$  为 0, 表示杂种性状为介于母本与父本的中间型。

## 1.3 数据分析

实验数据均采用生物统计学方法和 SPSS 软件进行分析, 所得数据进行单因素方差分析 (One-Way ANOVA), 数据以平均值±标准差表示。

## 2 结果

### 2.1 杂交 F<sub>1</sub> 外部形态特征

体型呈椭圆形, 侧扁而粗壮; 眼中大, 上侧位; 口大; 吻短而圆钝; 上下颌前端具小犬齿, 两侧齿细尖; 体被细小栉鳞; 背鳍棘部与鳍条部相连, 鳍棘较长; 胸鳍后端圆形; 腹鳍延伸至肛门附近; 臀鳍与背鳍鳍条同形, 后端圆形; 尾鳍圆形。体侧具 7 条灰褐色横带: 第 1 条由背鳍起点斜向眼后方; 第 2 条由背鳍第 3–4 鳍棘基部斜向鳃盖, 分成两支; 第 3、4

图 1 云纹石斑鱼、七带石斑鱼及杂交 F<sub>1</sub> 的外部形态Fig.1 The morphology of *E. moara*, *E. septemfasciatus* and the hybrid F<sub>1</sub>1. 云纹石斑鱼; 2. 七带石斑鱼; 3. 杂交 F<sub>1</sub>1. *E. moara*; 2. *E. septemfasciatus*; 3. Hybrid F<sub>1</sub>

1) Brzeski VJ, Doyle RW. A morphometric criterion for sex discrimination in tilapia. The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceeding 15. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center of Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, 1988, 439–444

2) Nancy LS, Doyle RW. The coordination of growth in juvenile tilapia (*Oreochromis mossambicus* × *O. hornorum*). Proceedings of Second Asian Fisheries Forum, 1989, 138–143

条由背鳍棘部延伸至腹部,至腹部时稍向前倾;第5、6条由背鳍条部垂直伸至臀鳍部;第7条位于尾柄部并几乎将整个尾柄覆盖。形态表现为云纹石斑鱼与七带石斑鱼的中间态。

## 2.2 云纹石斑鱼、七带石斑鱼与杂交 F<sub>1</sub> 可数性状的比较

表2所示为3个群体的5个可数性状比较及杂种指数。其中,背鳍、胸鳍条数的杂种指数为负值,偏向云纹石斑鱼;臀鳍、尾鳍条数的杂种指数为正值,偏向七带石斑鱼;腹鳍条数与云纹石斑鱼、七带石斑鱼相同。

## 2.3 云纹石斑鱼、七带石斑鱼与杂交 F<sub>1</sub> 可量性状的比较

表3所示为3个群体的7个可量性状比较及杂种指数。其中,体长/头长、头长/眼径、头长/眼间距、尾柄长/尾柄高4项指数为负值,偏向云纹石斑鱼;全长/体长、体长/体高、头长/吻长3项为正值,偏向七带石斑鱼。杂交 F<sub>1</sub> 表现出偏母本遗传的特性。

## 2.4 聚类分析

对云纹石斑鱼、七带石斑鱼及杂交 F<sub>1</sub> 3个群体的12项形态学性状进行聚类分析(图2)。结果显示,杂交 F<sub>1</sub> 与云纹石斑鱼聚为一类,云纹石斑鱼与七带石

表2 云纹石斑鱼、七带石斑鱼及杂交 F<sub>1</sub> 的可数性状  
Tab.2 Countable characteristics of *E. moara*, *E. septemfasciatus* and the hybrid F<sub>1</sub>

条数 Amount	云纹石斑鱼 <i>E. moara</i>		七带石斑鱼 <i>E. septemfasciatus</i>		杂交 F <sub>1</sub> Hybrid F <sub>1</sub>		杂种指数 Hybrid index
	范围 Range	平均数 Average	范围 Range	平均数 Average	范围 Range	平均数 Average	
	背鳍 Dorsal fins	14-17	14.4±0.8	13-15	13.6±0.6	13-15	
胸鳍条数 Pectoral fins	16-19	16.8±0.7	16-17	17.0±0.2	16-17	16.3±0.5	-184.236
腹鳍条数 Pelvic fins	5	5	5	5	5	5	0
臀鳍条数 Anal fins	8-9	8.0±0.2	8-9	8.9±0.3	8-9	8.9±0.3	+28.763
尾鳍条数 Caudal fins	16-18	17.6±0.6	16-18	17.1±0.8	15-18	16.1±0.6	+127.813

表3 云纹石斑鱼、七带石斑鱼及杂交 F<sub>1</sub> 的可量性状  
Tab.3 Measurable characteristics of *E. moara*, *E. septemfasciatus* and the hybrid F<sub>1</sub>

项目 Items	云纹石斑鱼 <i>E. moara</i>		七带石斑鱼 <i>E. septemfasciatus</i>		杂交 F <sub>1</sub> Hybrid F <sub>1</sub>		杂种指数 Hybrid index
	范围 Range	平均数 Average	范围 Range	平均数 Average	范围 Range	平均数 Average	
	全长/体长 Total length/body length	1.16-1.22	1.12±0.02	1.15-1.24	1.20±0.02	1.18-1.24	
体长/体高 Body length/body depth	2.56-3.55	3.15±0.27	2.48-2.93	2.65±0.11	2.51-2.93	2.75±0.10	+15.020
体长/头长 Body length/head length	2.11-2.98	2.45±0.15	2.21-2.59	2.38±0.09	2.36-2.75	2.52±0.10	-72.183
头长/吻长 Head length/snout length	2.28-4.78	3.45±0.65	3.13-4.80	4.21±0.39	3.13-4.61	4.00±0.33	+11.521
头长/眼径 Head length/eye diameter	3.90-5.89	5.14±0.49	3.25-5.72	4.64±0.53	4.85-6.71	5.71±0.52	-82.271
头长/眼间距 Head length/interorbital width	3.19-4.93	4.20±0.40	3.92-5.11	4.31±0.28	3.51-4.71	4.11±0.32	-62.838
尾柄长/尾柄高 Caudal peduncle length/caudal peduncle depth	0.88-1.47	1.20±0.12	0.67-1.20	0.92±0.13	0.89-1.43	1.11±0.12	-9.375

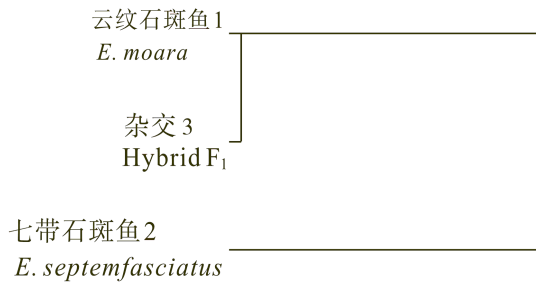


图 2 云纹石斑鱼、七带石斑鱼及杂交 F<sub>1</sub> 形态学性状的聚类分析

Fig.2 The cluster analysis of morphology of *E. moara*, *E. septemfasciatus* and the hybrid F<sub>1</sub>

斑鱼间的距离最大, 其次是杂交 F<sub>1</sub> 与七带石斑鱼间的距离, 杂交 F<sub>1</sub> 与云纹石斑鱼间的距离最短。表明杂交 F<sub>1</sub> 的形态偏向于云纹石斑鱼, 杂交 F<sub>1</sub> 的性状受母本的影响较大。

### 3 讨论

#### 3.1 体表的比较分析

鱼类杂交种形态学性状的变化极其复杂, 与生活环境密切联系, 但很大程度上取决于遗传基因的影响。本研究所用的实验鱼是在养殖环境相同的条件下获得的鱼苗。

杂交 F<sub>1</sub> 与云纹石斑鱼、七带石斑鱼在体态上最明显的区别为体色条纹。对 3 个群体外部体色和条纹进行观察, 云纹石斑鱼体侧的 6 条云状斑纹中第 1 条从背鳍开始斜向眼后方, 常分为两支, 第 2 条由背鳍第 3-4 鳍棘基底部斜向鳃盖至眼下颊部, 常分成 3 支(郭明兰, 2008)<sup>1)</sup>; 七带石斑鱼体侧有 7 条浅褐至灰褐色横带, 横带间具有不规则的白色至浅灰褐色斑纹, 各横带间平行分布, 几乎垂直分布, 且无分支(区又君等, 2012)。杂交 F<sub>1</sub> 具 7 条横带, 第 1、2 条横带向头部倾斜并有分支, 与云纹石斑鱼相似; 其余横带相互平行且无分支, 与七带石斑鱼相似, 说明杂交 F<sub>1</sub> 在体色条纹上同时具有双亲本特征, 为两亲本的中间态。

#### 3.2 可量、可数性状的比较分析

对云纹石斑鱼、七带石斑鱼及杂交 F<sub>1</sub> 的 12 项可量、可数性状进行分析, 结果显示, 其中 6 项性状偏向于云纹石斑鱼, 5 项性状偏向于七带石斑鱼, 1 项

与二者相同。由此可见, 在杂交 F<sub>1</sub> 形态学性状的遗传表现中既有来自母本的性状, 又有来自父本的性状, 表明杂交 F<sub>1</sub> 的形态学特征同时受父母本遗传基因的影响, 并且总体偏母本遗传的特性。据报道, 鲫 (*Carassius auratus*, ♀) × 禾花鱼 (*Procypris merus*, ♂) 杂交 F<sub>1</sub> 的形态表现多为母性遗传特征, 母本鲫对杂交 F<sub>1</sub> 遗传特性的影响强于父本禾花鱼(孙翰昌等, 2011); 赤眼鲮 (*Squaliobarbus curriculus*, ♀) 和 鳙 (*Aristichthys nobilis*, ♂) 的杂交 F<sub>1</sub> 与其父母本比较, 其形态学性状偏向于母本(金万昆等, 2012); 鳊 (*Siniperca chautsi*, ♀) × 斑鳊 (*Siniperca scherzeri*, ♂) 杂种 F<sub>1</sub> 的形态特征略偏向于母本(宓国强等, 2010); 翘嘴红鲌 (*Erythroculter ilishaeformis*, ♀) × 团头鲂 (*Megalobrama amblycephal*, ♂) 杂种 F<sub>1</sub> 与亲本的聚类分析结果为杂种 F<sub>1</sub> 接近于中间型, 但受母本的影响略大(顾志敏等, 2008)。有关鱼类形态学的研究证明, 聚类分析能够较好地说明种群间的差异程度。本研究的聚类分析结果表明, 杂交 F<sub>1</sub> 与云纹石斑鱼聚为一类, 与七带石斑鱼差异较云纹石斑鱼大, 说明杂交 F<sub>1</sub> 遗传物质的表达受母本的影响大于父本。

### 参 考 文 献

- 区又君, 苏慧, 李加儿, 等. 七带石斑鱼的形态和生物学性状. 南方水产, 2012, 8(2): 71-75
- 朱元鼎. 东海鱼类志. 北京: 科学出版社, 1962, 642
- 闫学春, 梁利群, 孙效文, 等. 鲤鲫杂交两种回交 F<sub>1</sub> 鱼的形态特征比较. 东北农大学学报, 2007, 38(6): 797-800
- 孙翰昌, 代丽. 鲫(♀)×禾花鱼(♂)杂交及杂交 F<sub>1</sub>、亲本的形态特征研究. 淡水渔业, 2011, 41(1): 48-52
- 李炎璐, 王清印, 陈超, 等. 盐度对云纹石斑鱼(♀)×七带石斑鱼(♂)杂交 F<sub>1</sub> 胚胎发育和仔鱼活力的影响. 渔业科学进展, 2013, 34(5): 17-22
- 李思发. 中国淡水主要养殖鱼类种质研究. 上海: 科学技术出版社, 1998, 1-10
- 吴雷明, 陈超, 翟介明, 等. 七带石斑鱼仔鱼摄食习性的观察. 渔业科学进展, 2013, 34(2): 58-64
- 宋振鑫, 陈超, 翟介明, 等. 云纹石斑鱼胚胎发育及仔、稚、幼鱼形态观察. 渔业科学进展, 2012, 33(3): 26-34
- 张兴忠, 仇潜如, 陈曾龙. 鱼类遗传与育种. 北京: 农业出版社, 1988, 168-169, 175-193, 206
- 陈超, 赵明, 柳学周, 等. 七带石斑鱼胚胎及仔稚鱼形态观察. 渔业科学进展, 2011, 32(5): 24-31
- 金万昆, 俞丽, 杨建新, 等. 赤眼鲮(♀)与鳙(♂)杂交 F<sub>1</sub> 生物学特性. 中国水产科学, 2012, 19(4): 611-619

1) 郭明兰. 云纹石斑鱼与褐石斑鱼的比较研究. 厦门大学博士学位论文, 2008, 28-29

- 宓国强, 赵金良, 贾永义, 等. 鳊(♀) × 斑鳊(♂)杂种 F<sub>1</sub> 的形态特征与微卫星分析. 上海海洋大学学报, 2010, 19(2): 145–150
- 顾志敏, 贾永义, 叶金云, 等. 翘嘴红鲌(♀) × 团头鲂(♂)杂种 F<sub>1</sub> 的形态特征及遗传分析. 水产学报, 2008, 32(4): 533–544
- 程波, 陈超, 王印庚, 等. 七带石斑鱼肌肉营养成分分析与品质评价. 渔业科学进展, 2009, 30(5): 51–57
- 谢菁, 区又君, 李加儿, 等. 七带石斑鱼胚体和卵黄囊期仔鱼的发育. 海洋通报, 2009, 28(2): 41–49
- Nagano N, Hozawa A, Fujiki W, *et al.* Skeletal development and deformities in cultured larval and juvenile seven-band grouper, *Epinephelus septemfasciatus*(Thunberg). Aquaculture Research, 2007, 38(2): 121–130

(编辑 冯小花)

## Comparative Analysis of the Morphological Characteristics Between Hybrid F<sub>1</sub> by *Epinephelus moara* (♀) × *E. septemfasciatus* (♂) and the Offspring of Its Parents

LI Yanlu<sup>1</sup>, CHEN Chao<sup>1</sup>, WANG Qingyin<sup>1</sup>, WU Leiming<sup>2</sup>, SONG Zhenxin<sup>1</sup>,  
ZHAI Jieming<sup>3</sup>, Okutani Akira<sup>4</sup>, Satoshi Ota<sup>4</sup>

(1. Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071; 2. College of Fisheries and Life Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306; 3. Laizhou Mingbo Fisheries Limited Company, Yantai 261418; 4. Bio Ehime Co., Ltd., Japan)

**Abstract** The current study described the morphological characteristics of the hybrid F<sub>1</sub> by *Epinephelus moara* (♀) × *E. septemfasciatus* (♂) and the relationship to the offspring of its parents. The hybrid F<sub>1</sub> of *E. moara* (♀) × *E. septemfasciatus* (♂) at 6 months old were measured and analyzed by the conventional morphometrics and the cluster analysis. Five traits of the countable characteristics and nine traits of the measurable characteristics of the hybrid F<sub>1</sub> of *E. moara* (♀) × *E. septemfasciatus* (♂), *E. moara*, and *E. septemfasciatus* were analyzed. The result showed that the body shape of the hybrid F<sub>1</sub> of *E. moara* (♀) × *E. septemfasciatus* (♂) were oval, flat and stout with seven taupe lateral bands on the side of body surface. The body color of the hybrid F<sub>1</sub> by *E. moara* (♀) × *E. septemfasciatus* (♂) were a mixture of both *E. moara* and *E. septemfasciatus*. Among twelve measurable and countable traits for hybrid index analysis, there were six traits approached to *E. moara*, five traits approached to *E. septemfasciatus* and one trait approached to both the *E. moara* and *E. septemfasciatus*. The result of cluster analysis showed that the hybrid F<sub>1</sub> of *E. moara* (♀) × *E. septemfasciatus* (♂) was closed to the female *E. moara* in the morphology. The study indicated that the body color of the hybrid F<sub>1</sub> by *E. moara* (♀) × *E. septemfasciatus* (♂) appeared to be a mixture, and the morphological characteristics were closed to the female *E. moara*.

**Key words** *E. moara*; *E. septemfasciatus*; Hybrid F<sub>1</sub>; Morphology