

# 七带石斑鱼(*Epinephelus septemfasciatus*)两个 野生群体形态差异分析\*

王新安<sup>1</sup> 马爱军<sup>1</sup> 陈超<sup>1</sup> 杨志<sup>2</sup> 曲江波<sup>2</sup>

(1. 中国水产科学研究院黄海水产研究所 农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室 青岛 266071;  
2. 烟台市开发区天源水产有限公司 烟台 264003)

**提要** 对 2 种不同地理种群七带石斑鱼进行 14 项形态性状的测定, 采用 2 种多元统计分析方法和 *t*-检验方法, 比较了 2 个群体的外部形态特征。*t*-检验结果表明, 2 群体在 14 个性状中有 12 个性状表现出极其显著差异( $P < 0.01$ ), 1 个性状表现出差异显著( $P < 0.05$ )。主成分分析构建了 3 个反映形态特征信息的综合性指标——主成分 1、主成分 2 和主成分 3, 三者的贡献率分别为 29.873%、25.091% 和 16.875%, 三个主成分的累积贡献率为 71.804%, 2 群体之间存在明显的偏离态势, 形成两个不同的类群, 2 群体在主成分 1 轴上的差异较在主成分 2 轴上的差异更为明显, 主成分 1 主要由经 *t*-检验差异指标数量多和差异程度大的性状组成。判别分析表明, 2 个七带石斑鱼群体的形态差异显著 ( $P < 0.0001$ ), 建立了 2 个群体的判别函数, 其判别准确率及综合判别率均为 100%, 可以认为逐步判别法对七带石斑鱼不同群体的初步鉴定是可行的。差异系数(*C.D*)计算的结果表明, 尽管 2 群体在形态上存在一定的差异, 但尚未达到亚种水平。主成分分析、*t*-检验和判别分析的结论基本上是类似的, 它们从不同的角度反映了群体间的形态学差异。

**关键词** 七带石斑鱼, 野生群体, 形态学差异, 分析  
**中图分类号** Q953

七带石斑鱼(*Epinephelus septemfasciatus*), 属鲈形目、鲷科、石斑鱼属, 主要分布在黄海、东海沿岸, 为石斑鱼在黄海唯一分布的品种, 因其能够耐受 7—8 的低温冷水, 又称为“冷水石斑”。七带石斑鱼生长速度快, 肉质鲜嫩, 味道鲜美, 具有潜在的巨大经济价值, 是当前市场潜力巨大的名优海水鱼高档品种。有关七带石斑鱼的研究, 20 世纪 60 年代仅见资源分布的记载, 70—80 年代开始有七带石斑鱼捕捞数量的记录, 90 年代以来日本、韩国、中国台湾地区开始养殖七带石斑鱼。韩国对七带石斑鱼的研究近几年刚刚开始, 苗种繁育数量较少。中国台湾地区目前对七带石斑鱼的研究主要集中在亲鱼饲养、驯化、受精卵的采集等, 并对苗种繁育技术进行了初步的试验,

但尚未突破苗种的规模化繁育。在国际上, 日本对七带石斑鱼的研究相对较为全面和深入, 主要对其繁育(Nilar *et al.*, 2004)、亲鱼神经坏死症病毒(Tanaka *et al.*, 2001, 2003, 2004)、养殖技术(Wakabayashi, 1996)、种质资源分析(Tanaka, 2003)等方面进行研究, 并取得了重大进展。

2000 年以来, 中国水产科学研究院黄海水产研究所对七带石斑鱼一直密切关注, 并于 2002 年到日本广岛、韩国济州岛和中国台湾进行七带石斑鱼繁育和养殖现状考察和技术交流。为尽快攻克七带石斑鱼人工繁育技术难点, 2005 年, 黄海水产研究所和烟台开发区天源水产有限公司合作先后从韩国和日本引进两个群体的七带石斑鱼进行研究。但 2 个不同群体

\* 国家高技术研究发展计划(863 计划)项目资助, 2006AA10A414 号; 农业部 948 项目, 2008-Z8 号。王新安, 硕士, E-mail: wangxinanwxa@126.com

通讯作者: 陈超, 副研究员, E-mail: ysfriuchencao@126.com

收稿日期: 2007-04-20, 收修改稿日期: 2007-11-30

是否由于地理隔离存在形态方面的差异尚不清晰。作者以主成分分析和判别分析 2 种多元分析方法为主, 结合 *t*-检验方法, 比较和分析韩国群体和日本群体的形态特征差异, 以期为七带石斑鱼地理种群的识别、亲缘关系的比较、种质资源的保护提供理论依据, 进而为将来利用种群间杂交繁育出七带石斑鱼的优质苗种打下基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

本研究所用数据为烟台开发区天源水产有限公司 2 个群体七带石斑鱼(*Epinephelus septemfasciatus*)

的性能测定资料, 测定时间为 2007 年 1 月 20 日。2 个野生群体来至日本和韩国。不同群体分池养殖, 维持各项养殖管理条件基本一致。观察样本的数量和规格见表 1。

### 1.2 形态指标及测量

采用游标卡尺、直尺等测量工具测定 2 个不同群体的形态学性状。群体测量参数包括全长(*TL*)、体长(*BL*)、体高(*BD*)、体厚(*BW*)、头长(*HL*)、吻长(*SL*)、眼径(*ED*)、眼间距(*IS*)、眼后头长(*PL*)、尾柄长(*CPL*)、尾柄高(*CPW*)、臀鳍宽(*VFW*)、背鳍宽(*DFW*)、吻至背鳍起点长(*SDL*)。用电子天平测量七带石斑鱼的体质量(*BWH*)。共 15 个测量指标。

表 1 七带石斑鱼 2 个不同群体的观测样本数量和规格

Tab.1 The number and size of sampled *E. septemfasciatus* from two different populations

群体	样本数	体长(cm)		体质量(kg)	
		范围	平均值 ± 标准差	范围	平均值 ± 标准差
日本	68	42.20—64.40	47.64 ± 3.53	2.76—8.22	4.42 ± 1.00
韩国	39	47.50—68.00	54.73 ± 4.28	4.16—11.42	6.72 ± 1.64

### 1.3 统计分析

对于上述所得的形态学特征数据与其体长(*BL*)的比值作为形态度量分析的性状值, 以消除样本个体大小差异对形特征的影响(潘沙芳等, 2006)。共得到 14 个比例性状, 采用统计软件 SPSS13.0 进行以下统计分析。

**1.3.1 主成分分析** 参照 Moralev(2001)、苏金明等(2002)的方法, 通过软件分析, 从所有参数指标中得出 3 个综合性指标, 即 3 个主成分; 计算机软件分析将输出主成分 1、主成分 2 和主成分 3 的贡献率及三者累积贡献率, 显示各主成分的特征向量。

**1.3.2 判别分析** 用逐步判别法建立七带石斑鱼 2 个群体的判别函数, 据此对所有样本进行判别。判别准确率的计算按照钱荣华等(2003)的方法进行:

判别准确率  $P_1 = (\text{判断正确的七带石斑鱼数} / \text{实际判别的七带石斑鱼数}) \times 100\%$

$$\text{综合判别率 } P_2 = \left( \frac{\sum_{i=1}^K A_i}{\sum_{i=1}^K B_i} \right) \times 100\%$$

式中,  $A_i$  为群体判别正确的七带石斑鱼数,  $B_i$  为实测的群体样本数,  $K$  为群体数。

**1.3.3 *t*-检验** 采用 *t* 检验, 比较七带石斑鱼两个群体的形态差异。

**1.3.4 差异系数(*C.D*)的计算** 参照 Mayr 等(1953)的方法计算差异系数, 检验不同群体之间的差异程度。参照识别和划分亚种的 75%规则, 差异系数(*C.D*)可由下式求得:

$$C.D = (M_1 - M_2) / (S_1 + S_2)$$

式中,  $M_1$  和  $M_2$  分别代表两个群体某项形态性状的平均值,  $S_1$  和  $S_2$  为对应的标准差。若差异系数大于 1.28, 则分为亚种。

## 2 结果

### 2.1 形态特征比较

2 个群体七带石斑鱼形态特征比较如表 2 所示。由表 2 可知, 不同的群体由于生活环境的差异, 表面特征已经发生了一些变化, 主要表现在体色、条带的

表 2 七带石斑鱼 2 个不同群体形态特征比较

Tab.2 The morphological comparison of in the two different populations of *E. septemfasciatus*

群体	体色	条带	鳃盖上嵴数	背鳍	臀鳍	尾鳍	胸鳍	腹鳍
日本	深褐色	清晰	3	—14	—8	13	10	—5
韩国	浅褐色	不清晰	1	—13	—8	14	14	5

清晰度、鳃盖上嵴的数目以及各鳍鳍式的差异上。

## 2.2 主成分分析

对七带石斑鱼 2 个群体的 14 个形态比例性状进行主成分分析, 共获得 3 个主成分。主成分贡献率和累积贡献率的计算参照张晓庭等(1982)。14 个性状对 3 个主成分的特征向量及 3 个主成分的方差贡献率见表 3。结果表明: 第一个主成分贡献率为 29.873%, 根据主成分特征向量分量的绝对值可知, 主要反映  $BW/BL$ 、 $ED/BL$ 、 $PL/BL$ 、 $CPL/BL$ 、 $CPW/BL$ 、 $BWH/BL$  等指标, 其中  $BW/BL$  和  $BWH/BL$  的影响最大; 第二个主成分贡献率为 25.091%, 主要反映  $TL/BL$ 、 $BD/BL$ 、 $VFW/BL$ 、 $DFW/BL$  等指标; 第三个主成分贡献率为 16.875%, 主要反映  $HL/BL$ 、 $SL/BL$  等指标。三个主成分的累积贡献率为 71.804%, 未达到累积贡献率大于或等于 85% 的要求, 说明七带石斑鱼难以用几个相互独立的因子来概括不同群体间的形态差异。

表 3 七带石斑鱼 2 个群体的 14 个性状对 3 个主成分的特征向量及主成分的贡献率

Tab.3 Eigenvectors and cumulative contribution rates of three principal components from 14 traits of two *E. septemfasciatus* populations

性状	主成分		
	1	2	3
$TL/BL$	0.272	0.730	0.560
$BD/BL$	0.241	0.816	0.016
$BW/BL$	0.821	-0.123	0.319
$HL/BL$	0.274	0.203	0.837
$SL/BL$	0.086	-0.118	0.870
$ED/BL$	-0.754	0.531	0.064
$IS/BL$	-0.168	0.652	-0.133
$PL/BL$	0.732	0.155	0.041
$CPL/BL$	0.720	-0.127	-0.016
$CPW/BL$	0.775	0.203	0.289
$VFW/BL$	-0.301	0.801	0.166
$DFW/BL$	-0.004	0.829	0.081
$SDL/BL$	0.555	0.355	0.488
$BWH/BL$	0.801	-0.022	0.087
各主成分贡献率(%)	29.873	25.091	16.875
累积贡献率(%)	29.873	54.929	71.804

用七带石斑鱼 2 个不同地理种群的主成分 1 和主成分 2 绘制主成分分析图, 结果如图 1 所示。主成分 1 主要反映了  $BW/BL$ 、 $ED/BL$ 、 $PL/BL$ 、 $CPL/BL$ 、 $CPW/BL$ 、 $BWH/BL$  等指标, 主成分 2 主要反映了  $TL/BL$ 、 $BD/BL$ 、 $VFW/BL$ 、 $DFW/BL$  等指标, 从图 1 中可以看出: 韩国群体和日本群体之间存在明显的偏

离态势, 形成两个不同的类群, 2 群体在主成分 1 轴上的差异较在主成分 2 轴上的差异明显。

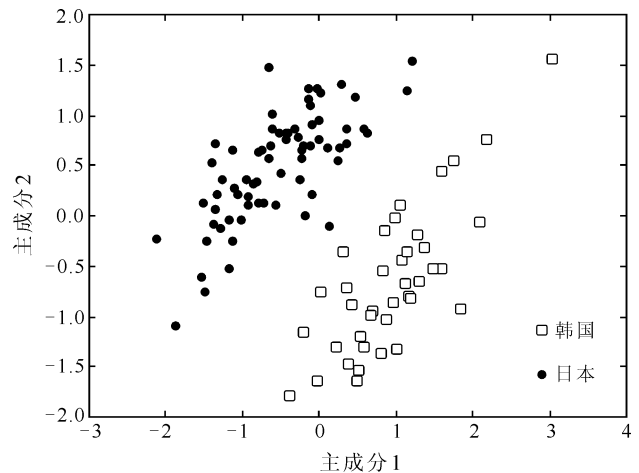


图 1 2 个不同地理种群七带石斑鱼 14 个形态学特征前两个主成分分布

Fig.1 Plot of first 2 principal components from PCA based on 14 morphological indices of two *E. septemfasciatus* populations

## 2.3 判别分析

利用逐步筛选变量的方法, 从 14 个特征性状中筛选出对区分两类总体有显著贡献的 8 个变量, 即  $BW/BL$ 、 $SL/BL$ 、 $ED/BL$ 、 $IS/BL$ 、 $PL/BL$ 、 $CPW/BL$ 、 $VFW/BL$ 、 $DFW/BL$ , 当判别函数中含这 8 个变量时, 两类之间判别效果的多元显著性检验结果为: 特征值为 6.447, 典型相关系数为 0.930,  $Wilks' \lambda = 0.134$ , 经  $\chi^2$  检验,  $\chi^2$  为 202.786,  $P < 0.0001$ , 表明利用这 8 个变量所建立的判别函数的判别效果具有非常显著性意义。

2 群体的判别函数式为:

$$\text{韩国群体: } Y = -264.040 + 251.251X_1 + 281.427X_2 + 441.559X_3 + 167.639X_4 + 190.628X_5 + 321.971X_6 + 328.441X_7 + 426.541X_8$$

$$\text{日本群体: } Y = -284.771 + 90.193X_1 + 182.716X_2 + 806.170X_3 + 288.403X_4 + 81.571X_5 + 175.022X_6 + 515.697X_7 + 516.700X_8$$

式中,  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$ 、 $X_7$ 、 $X_8$  分别表示  $BW/BL$ 、 $SL/BL$ 、 $ED/BL$ 、 $IS/BL$ 、 $PL/BL$ 、 $CPW/BL$ 、 $VFW/BL$ 、 $DFW/BL$ 。要判断某尾七带石斑鱼所归属的群体, 只需测出 8 个形态比例参数, 分别代入上述 2 个判别公式, 计算出 2 个函数值, 以函数值最大的判别函数所对应的群体名称作为该个体的种群名。据此对所有观测样本按上述判别函数进行预测分类, 结果见表 4。总判别准确率及日本群体和韩国群体的判别准确率均为 100%。

表4 判别函数对观测样本的预测分类及判别准确率  
Tab.4 Predicted classification of discriminant functions for observed specimens and their percentages of accuracy

群体类型(n)	预测分类		判别准确率 $P_1(\%)$
	韩国群体	日本群体	
韩国群体(39)	39	0	100
日本群体(68)	0	68	100
综合判别率/%			100

## 2.4 t-检验

t-检验结果见表5。结果表明：韩国群体和日本

群体在  $BD/BL$ 、 $BW/BL$ 、 $SL/BL$ 、 $ED/BL$ 、 $IS/BL$ 、 $PL/BL$ 、 $PL/BL$ 、 $CPL/BL$ 、 $VFW/BL$ 、 $DFW/BL$ 、 $SDL/BL$  和  $BWH/BL$  12 个性状上表现出极其显著差异( $P<0.01$ )，在性状  $HL/BL$  上差异显著( $P<0.05$ )，在性状  $TL/BL$  上差异不显著( $P>0.05$ )。

## 2.5 差异系数(C.D)的检验

韩国群体和日本群体各性状差异系数的计算结果见表5。结果表明，2 群体在  $ED/BL$  上差异系数(1.800)较高，大于1.28，其它13个性状的差异系数均低于1.28。

表5 2个群体14个性状的平均值及差异系数  
Tab.5 Mean values and coefficient of difference of the 14 morphometric indices in two populations

性状	韩国群体	日本群体	差异系数(C.D)
$TL/BL$	$1.310 \pm 0.057$	$1.322 \pm 0.049$	0.113
$BD/BL$	$0.350 \pm 0.029^{**}$	$0.366 \pm 0.020^{**}$	0.327
$BW/BL$	$0.199 \pm 0.019^{**}$	$0.167 \pm 0.013^{**}$	1.000
$HL/BL$	$0.442 \pm 0.028^*$	$0.430 \pm 0.022^*$	0.240
$SL/BL$	$0.123 \pm 0.016^{**}$	$0.114 \pm 0.014^{**}$	0.300
$ED/BL$	$0.028 \pm 0.003^{**}$	$0.046 \pm 0.007^{**}$	1.800
$IS/BL$	$0.095 \pm 0.014^{**}$	$0.108 \pm 0.010^{**}$	0.542
$PL/BL$	$0.272 \pm 0.019^{**}$	$0.252 \pm 0.015^{**}$	0.588
$CPL/BL$	$0.171 \pm 0.022^{**}$	$0.142 \pm 0.013^{**}$	0.829
$CPW/BL$	$0.149 \pm 0.013^{**}$	$0.137 \pm 0.010^{**}$	0.522
$VFW/BL$	$0.167 \pm 0.013^{**}$	$0.187 \pm 0.011^{**}$	0.833
$DFW/BL$	$0.591 \pm 0.030^{**}$	$0.624 \pm 0.029^{**}$	0.559
$SDL/BL$	$0.418 \pm 0.027^{**}$	$0.404 \pm 0.020^{**}$	0.298
$BWH/BL$	$0.122 \pm 0.025^{**}$	$0.092 \pm 0.016^{**}$	0.732

\*表示差异显著( $P<0.05$ )，\*\*表示差异极显著( $P<0.01$ )

## 3 讨论

### 3.1 2个群体七带石斑鱼的形态差异

在物种系统分类研究中，地理隔离一直被认为是种及种下阶元形成的重要因素。通过观察韩国和日本2个群体七带石斑鱼的外部形态，发现表面特征存在一定的差异，主要表现在体色、条带的清晰度、鳃盖上嵴的数目以及各鳍鳍式的差异上。体色及条带清晰度上的变化可能是环境因子或环境因子和遗传因子的共同作用，鳃盖上嵴的数目以及各鳍鳍式的差异则主要受遗传因子的影响。上述结果表明，2个群体应该属于不同的类群，然而，由于这2个群体是引进种，数量受到一定的限制，不可能进行大量观察。为进一步提供2群体判别的科学依据，本研究通过多种分析方法，从不同的角度反映群体间的形态学差

异，所建立的判别公式可以对群体进行判别。本文研究结果表明，2 群体七带石斑鱼在14个形态特征上除在性状  $TL/BL$  上差异不显著( $P>0.05$ )，在性状  $HL/BL$  上差异显著( $P<0.05$ )外，在其它12个性状上均达到差异极其显著水平( $P<0.01$ )，表明2 群体间在形态特征上已发生明显变化。从主成分分析图看，韩国群体和日本群体之间存在明显的偏离态势，形成两个不同的类群。判别分析也表明，2 个群体的形态差异显著( $P<0.0001$ )。作者认为，这种差异和这2个野生群体所处的地理位置有关。通过计算各性状的差异系数，2 群体除在  $ED/BL$  上差异系数(1.800)较高，大于1.28，其它13个性状的差异系数均低于1.28，显然，2 群体间的差异尚未达到亚种水平，只是地理群体间的差异。

### 3.2 三种分析方法结果比较

主成分分析是一种将原来多个彼此相关的指标

转换为新的、个数较少且相互独立或不相关综合指标的方法, 可以化简为繁, 且不损失或很少损失原有信息, 在体型分析中已得到广泛应用(魏开建等, 2003; 钱荣华等, 2003)。将多个形态比例性状综合成少数几个因子, 从而得出不同群体的差异大小, 并可根据不同群体的主成分值找出各群体在各主成分值上差异较大的参数(钱荣华等, 2003; 韩冰等, 2007; 马爱军等, 2008)。从主成分分析图(图 1)上可以看出, 韩国群体和日本群体之间存在明显的偏离态势, 形成两个不同的类群, 2 群体在主成分 1 轴上的差异较在主成分 2 轴上的差异明显。从表 3 可知, 主成分 1 主要反映了  $BW/BL$ 、 $ED/BL$ 、 $PL/BL$ 、 $CPL/BL$ 、 $CPW/BL$ 、 $BWH/BL$  等指标, 主成分 2 主要反映了  $TL/BL$ 、 $BD/BL$ 、 $VFW/BL$ 、 $DFW/BL$  等指标; 从表 5 可知, 主成分 1 中, 所有 6 项指标经  $t$ -检验均达到差异极其显著水平 ( $P<0.01$ ), 主成分 2 中, 经  $t$ -检验,  $BD/BL$ 、 $VFW/BL$ 、 $DFW/BL$  三项指标达到差异极其显著水平 ( $P<0.01$ ),  $TL/BL$  未达到差异显著水平 ( $P>0.05$ )。显然, 从主要差异指标数量和差异程度看, 主成分 1 轴上的差异较主成分 2 轴上的差异大。上述结果表明, 主成分分析与  $t$ -检验的结论基本上是类似的, 它们从不同的角度反映了群体间的形态学差异。

通常情况下, 测定的实际资料中包含较多的指标, 其中有些指标之间彼此相关。选择其中相互独立的若干指标用于建立判别函数式, 不仅函数的形式更简单, 效果也会更好。而有些指标可能对鉴定不同的类毫无用处, 把它们排斥在判别函数之外, 就更有意义了。所以, 在建立判别函数之前, 先进行逐步判别分析, 即进行变量筛选是很有必要的。逐步判别是对建立判别函数所依赖的诸因子进行合理选择, 因为它即考虑到各入选因子的重要性, 又考虑到每选入一个新因子对已入选因子的影响, 并及时对已入选因子进行剔除与否的处理, 组合最佳因子去建立判别函数, 在形态学分析上已得到广泛应用(魏开建等, 2003; 张永普等, 2004; 李朝霞等, 2006; 高保全等, 2007)。七带石斑鱼 2 群体间判别效果的多元显著性检验结果为: 特征值为 6.447, 典型相关系数为 0.930,  $Wilks'\lambda=0.134$ , 经  $\chi^2$  检验,  $\chi^2$  为 202.786,  $P<0.0001$ , 且 2 个群体的判别准确率均为 100%, 表明 2 群体间形态差异显著。 $t$ -检验结果表明, 2 群体在 14 个性状中有 12 个性状表现出极其显著差异 ( $P<0.01$ ), 1 个性状表现出差异显著 ( $P<0.05$ ), 主成分分析结果也表明, 2 群体之间存在明显的偏离态势, 形成两个

不同的类群。表明判别分析与  $t$ -检验和主成分分析的结果基本上是一致的。本实验利用逐步判别方法来判别七带石斑鱼的韩国群体和日本群体, 使用 8 个形态参数的平均拟合率高达 100%, 显然, 可以认为逐步判别对于七带石斑鱼不同群体的初步鉴定是可行的。

## 参 考 文 献

- 马爱军, 王新安, 雷霖霖等, 2008. 大菱鲆(*Scophthalmus maximus*)四个不同地理群体数量形态特征比较. 海洋与湖沼, 39(1): 24—29
- 苏金明, 傅荣华, 周建斌等, 2002. 统计软件 SPSS 系列应用实战篇. 北京: 电子工业出版社, 290—301
- 李朝霞, 李 健, 王清印等, 2006. 中国对虾“黄海 1 号”选育群体与野生群体的形态特征比较. 中国水产科学, 13(3): 384—388
- 张永普, 林志华, 应雪萍, 2004. 不同地理种群泥蚶的形态差异与判别分析. 水产学报, 28(3): 339—342
- 张晓庭, 方开泰, 1982. 多元分析统计引论. 北京: 科学出版社, 393—401
- 钱荣华, 李家乐, 董志国等, 2003. 中国五大湖三角帆蚌形态差异分析. 海洋与湖沼, 34(4): 436—443
- 高保全, 刘 萍, 李 健等, 2007. 三疣梭子蟹 4 个野生群体形态差异分析. 中国水产科学, 14(2): 223—228
- 韩 冰, 王艳君, 高天翔, 2007. 黄、东海 3 个黄姑鱼群体和一个鲂鱼群体的形态学比较研究. 海洋水产研究, 28(3): 23—30
- 潘沙芳, 李太武, 苏秀榕, 2006. 用多元分析法研究泥蚶氨基酸地区差异. 海洋与湖沼, 37(6): 536—540
- 魏开建, 熊邦喜, 赵小红等, 2003. 五种蚌的形态变异与判别分析. 水产学报, 27(1): 13—18
- Mayr E, Linsle E G, Usinger R L, 1953. Methods and principles of systematic zoology. New York: McGRAW Hill, 23—39, 125—154
- Moralev S N, 2001. Cholinesterase active center. statistical analysis of structure variability. Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology, 37(1): 25—34
- Nilar S, Hisashi C, Toshihisa A *et al*, 2004. Ovarian development and final oocyte maturation in cultured sevenband grouper *Epinephelus septemfasciatus*. Fisheries Science, 70(3): 360—365
- Tanaka S, Kuriyama I, Nakai T *et al*, 2003. Susceptibility of cultured juveniles of several marine fish to the sevenband grouper nervous necrosis virus. Journal of Fish Diseases, 26(2): 109—115
- Tanaka S, Mori K, Arimoto M *et al*, 2001. Protective immunity of sevenband grouper, *Epinephelus septemfasciatus* Thunberg, against experimental viral nervous necrosis. Journal of Fish Diseases, 24(1): 15—22
- Tanaka S, Takagi M, Miyazaki T, 2004. Histopathological studies on viral nervous necrosis of sevenband grouper, *Epinephelus septemfasciatus* Thunberg, at the grow-out stage. Journal of Fish Diseases, 27(7): 385—399
- Wakabayashi H, 1996. Importation d'oeufs et de larves destinées à l'aquaculture au Japon. Rev Sic Tech Off Int Epiz, 15(2): 409—422

## MORPHOLOGICAL VARIATION IN TWO WILD POPULATIONS OF SEVENBAND GROUPER (*EPINEPHELUS SEPTEMFASCIATUS*)

WANG Xin-An<sup>1</sup>, MA Ai-Jun<sup>1</sup>, CHEN Chao<sup>1</sup>, YANG Zhi<sup>2</sup>, QU Jiang-Bo<sup>2</sup>

(1. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science; Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resource, Ministry of Agriculture, Qingdao, 266071; 2. Yantai Tianyuan Aquatic Limited Corporation, Yantai, 264003)

**Abstract** Morphologic comparison between two different populations of *Epinephelus septemfasciatus* from Japan and south Korea was conducted with 14 morphological indices using statistics methods. The results of *t*-test indicate that 12 of 14 morphological indices were significantly different ( $P < 0.01$ ) between the two populations. Principal component analysis revealed three principal components, contributing 29.87%, 25.09% and 16.88%, respectively, and reaching cumulatively 71.80%. Therefore, the morphological variations between the two populations are significant, and come mainly from the first principal component. The results of discriminant analysis revealed also a significant difference between the two populations ( $P < 0.0001$ ). Two discriminant functions were obtained; the identification accuracy and the total discriminant accuracy were all 100%, which shows that it is feasible to adopt stepwise discriminatory analysis to distinguish the two populations. In this study, all the results have revealed some morphological differences between the two populations. However, almost all the morphological indices were not different enough to feature a subspecies. In addition, the result of discriminant analysis agrees with that of principal component analysis and *t*-test, leading to the same conclusion.

**Key words** Sevenband grouper *Epinephelus septemfasciatus*, Wild populations, Morphological difference, Analysis