

文章编号: 1004-7271(2009)01-0014-07

## 青岛和舟山褐牙鲆群体形态差异分析

楼 宝<sup>1</sup>, 龚小玲<sup>2</sup>, 毛国民<sup>1</sup>, 史会来<sup>1</sup>

(1. 浙江省海洋水产研究所, 浙江 舟山 316100;

2. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306)

**摘 要:**通过传统形态学测定和框架测定相结合,用方差、判别和主成分等分析方法,分析了青岛和舟山褐牙鲆两地理群体的形态差异。5个可数性状的分析结果表明,青岛牙鲆背鳍和臀鳍鳍条数目分别比舟山牙鲆的多 10.75根和 8.4根,二者差异极显著( $P < 0.01$ )。69个可量和框架数据的分析结果表明,其中有 43个差异极显著,比例为 62.32%;通过主成分分析表明,主成分 1 总方差贡献率为 34.397%,包括了 37个性状,其中的 23个性状集中在吻端至臀鳍末端之间,对两群体的综合判别准确率为 100%。青岛和舟山褐牙鲆两地理群体外部形态上存在显著性的差异,且可以用可数、可量和框架数据相结合来判别归属。

**关键词:**褐牙鲆;青岛;舟山;形态鉴别;综合判别准确率

**中图分类号:** S 917 **文献标识码:** A

## Analysis of morphological variations between two geographical populations of *Paralichthys olivaceus* from Qingdao and Zhoushan

LOU Bao<sup>1</sup>, GONG Xiao-ling<sup>2</sup>, MAO Guo-ming<sup>1</sup>, SHI Hui-lai<sup>1</sup>

(1. Zhejiang Marine Fisheries Research Institute, Zhoushan 316100, China;

2. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** Traditional morphological data and truss network data were combined to conduct a multivariation analysis to study the morphological variation of two geographical populations of *Paralichthys olivaceus* from Qingdao and Zhoushan. Analysis of five meristic characters indicated that the numbers of dorsal fin rays and anal fin rays of *Paralichthys olivaceus* from Qingdao more 10.75 and 8.4 were than those of Zhoushan respectively, and the difference was very significant ( $P < 0.01$ ). The results of cluster analysis of 69 metric characters plus truss network data showed the difference of 43 of them were very significant and the component 1 was 34.394%, which included 37 characters. 23 of them came from tip of snout to terminus of anal fin. The discriminant rate of synthesis of two populations were 100%. There was significant difference of morphological traits between two geographical populations of *Paralichthys olivaceus* from Qingdao and Zhoushan, and they could be discriminated by meristic characters, metric characters plus truss network data.

**Key words:** *Paralichthys olivaceus*; Qingdao; Zhoushan; morphological variation; discriminant rate of

收稿日期: 2008-09-12

基金项目: 浙江省重点农业科研项目 (2006C22038); 浙江省科研院所研究开发专项重点项目 (2006F120002); 浙江省海洋开发管理项目 (05-07); 上海市重点学科建设项目 (S30701); “十一五”国家科技支撑计划项目 (编号 2007BAD43B05); 浙江省重大科技专项 (2008C12011)

作者简介: 楼 宝 (1969-), 男, 浙江义乌人, 高级工程师, 主要从事海水鱼类增殖方面的研究。

通讯作者: 龚小玲, Tel: 021-61900426; E-mail: xlgong@shou.edu.cn

## synthesis

褐牙鲆 (*Paralichthys olivaceus*) (俗称“牙鲆”)属于鲽形目、鲆科、牙鲆属,是重要的海产经济鱼类,我国南方和北方海域均有分布<sup>[1]</sup>。牙鲆一般在水温 23℃ 以上摄食减少,在水温达 33℃ 时,有的成鱼只能短暂存活<sup>[2]</sup>,这就造成牙鲆不能在南方开展大规模的养殖。而南方舟山本地也存在牙鲆种群,耐高温,能安全渡夏与越冬<sup>[3]</sup>。同种不同的地理种群,却显现出不同的生物学习性,它们在外形形态上的比较研究却没有报道过。形态学特征是遗传物质与环境因子互作的结果,是物种鉴定的有效依据,但对种群的鉴定却无能为力<sup>[4]</sup>,以多元分析的方法,对可数、可量性状及框架数据等参数,进行综合分析,比较不同地理种群的形态差异,以及建立不同种群的判别方程却是有效的方法,也有大量的报道<sup>[5-8]</sup>。本研究采集北方青岛和南方舟山的牙鲆两个不同的地理种群,运用方差分析、判别分析、主成分分析等多元分析的方法,分析它们的形态变化,并找出差异显著的性状,建立青岛和舟山两牙鲆群体的判别方程,为进一步研究牙鲆自然种群的分布格局打下基础,也为牙鲆自然资源的开发利用和保护提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料来源

2006年采集青岛和舟山两地野生牙鲆,每群体各采集样本 20尾,同一采样群体的样本大小规格尽量接近,且挑选形体正常的个体作为实验样本,以新鲜样本测量各形态数据。舟山、青岛牙鲆体长和体重均值分别在 25.62±2.46 cm、30±2.81 cm 和 402.35±8.78 g、574±6.37 g 尽管个体大小上有些差异,但发育阶段、外部形态相似。

### 1.2 数据采集

测量的数据分为两类:一类是传统形态学数据,包括可数和可量性状。可数性状包括背鳍、臀鳍、两侧胸鳍条、尾鳍的鳍条数;可量性状有全长、体长、体高、头长、吻长、眼径、尾柄长等,可数性状和可量性状一共有 12项。另一类为框架数据,共 63项。框架测量定位点的选择主要参照 Brzeski & Doyle<sup>[9]</sup>、Nancy & Doyle<sup>[10]</sup> 和李思发<sup>[11]</sup> (见图 1)。

### 1.3 数据处理和分析

为了消除鱼体规格大小对形态分析的影响,每尾鱼的所有实测可量性状(除体重外)均用体长进行校正后,再分别求出各组样本每个参数的平均比值,用平均比值作多元统计分析。

#### 1.3.1 方差分析

分析数据涉及牙鲆两群体 5个可数性状、7个可量性状(其中体长作为校正参数)及 63个框架性状分别用方差分析进行差异性检验,如果方差分析检验为差异显著( $P < 0.05$ )、极显著( $P < 0.01$ ),则用 Duncan's 多重比较进行分析。

#### 1.3.2 多元统计分析

(1)方差分析:获得的数据经体长校正后进行分析,分析各性状之间的差异性。

(2)判别分析:用逐步判别法对所有的形态数据进行筛选,去除判别效果不显著的参数,计算判别准确率 and 互相证实准确率,建立判别方程。

判别准确率  $P_1 = \text{判别正确的尾数} / \text{实际尾数}$ 。

互相证实准确率  $P_2$ :在共有  $N$  个样品中,每次留下一个样品作为新样品,由  $N-1$  个样品建立判别

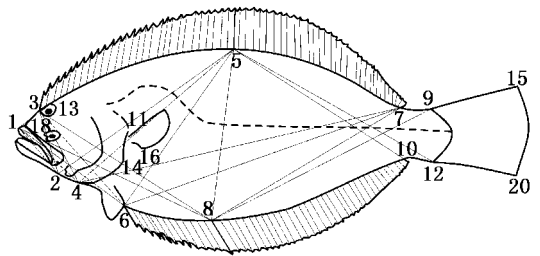


图 1 牙鲆框架测量图

Fig 1 Figure of measuring truss network

for *Paralichthys olivaceus*

1. 吻前端; 3. 背鳍起点; 5. 第 28 枚背鳍鳍条处; 7. 背鳍末端; 9. 尾鳍背部起点; 11. 胸鳍上端起点; 13. 上眼前缘中点; 15. 尾鳍背部末端; 2. 下颌骨末端; 4. 腹鳍起点; 6. 臀鳍起点; 8. 第 13 枚臀鳍鳍条处; 10. 臀鳍末端; 12. 尾鳍腹部起点; 14. 鳃盖骨最后端; 16. 胸鳍下缘起点; 18. 下眼前缘中点; 20. 尾鳍腹部末端

函数,然后将留下的这个样品代入判别函数,判别其归属,其计算方法同  $P_1$ 。

$$\text{综合判别率} = \sum_{i=1}^k A_i \sum_{j=1}^k B_j \quad (i=1, 2, 3, \dots)$$

式中:  $A_i$  为第  $i$  个群体判别正确的尾数,  $B_j$  为第  $j$  群体的实际尾数,  $k$  为群体数。

(3)主成分分析是一种降维计算,将多个指标转化为少数几个综合指标的统计方法。本研究将 8 个可量参数和 62 个框架参数通过筛选出 14 个综合性指标,即主成分 1、2、3、4、……、12 等。

上述所有数据均用 SPSS 11.5 软件进行统计分析。

## 2 结果

### 2.1 可数性状

#### 2.1.1 方差分析

以可数性状背鳍条、臀鳍条、尾鳍条和胸鳍左右鳍条进行方差分析的结果见表 1,舟山牙鲆背鳍条和臀鳍条均值在 81.65 和 61.4 根,明显高于青岛的 69.9 和 53 根,二者之间存在极显著的差异 ( $P < 0.01$ );无眼侧的胸鳍条舟山为 11.53 根,少于青岛的 11.9 根,二者之间存在显著性的差异 ( $P < 0.05$ );尾鳍条和有眼侧的胸鳍条差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

表 1 牙鲆两群体可数性状均值与标准差

Tab 1 Means and standard deviations of meristic characters for two populations of *Paralichthys olivaceus*

性状	舟山	青岛	P
背鳍条	81.65±2.720	69.90±2.972	0.000
臀鳍条	61.40±2.037	53.00±2.103	0.000
尾鳍条	16.90±0.447	17.00±0.324	0.423
胸鳍条(有眼侧)	12.20±0.676	11.95±0.826	0.275
胸鳍条(无眼侧)	11.53±0.443	11.90±0.641	0.042

### 2.2 可量性状与框架结构

#### 2.2.1 方差分析

牙鲆两群体可量性状及框架结构性状经方差分析和多重比较检验,其结果如表 2。

表 2 牙鲆两群体方差分析的显著性检验值

Tab 2 The values of significant test of AMOVA between two populations of *Paralichthys olivaceus*

变量	方差	变量	方差	变量	方差	变量	方差	变量	方差
全长 体长	.002	6-7 体长	.115	1-3 体长	.027	8-12 体长	.078	14-2 体长	.002
头长 体长	.000	8-1 体长	.253	1-5 体长	.000	10-20 体长	.114	16-6 体长	.002
眼径 体长	.000	8-3 体长	.317	3-5 体长	.000	9-12 体长	.274	16-4 体长	.025
体高 体长	.680	2-1 体长	.001	5-7 体长	.000	20-9 体长	.000	16-2 体长	.513
吻长 体长	.229	8-7 体长	.000	5-9 体长	.002	20-7 体长	.026	13-18 体长	.014
尾柄长 体长	.130	8-9 体长	.002	7-9 体长	.014	11-3 体长	.000	13-1 体长	.000
2-3 体长	.000	10-5 体长	.000	7-15 体长	.016	11-5 体长	.000	13-5 体长	.000
2-5 体长	.000	10-7 体长	.323	2-4 体长	.421	11-2 体长	.163	13-11 体长	.000
4-1 体长	.000	10-9 体长	.004	2-6 体长	.002	11-4 体长	.006	18-14 体长	.000
4-3 体长	.000	10-15 体长	.130	4-6 体长	.001	11-6 体长	.064	18-2 体长	.000
4-5 体长	.031	12-5 体长	.000	4-8 体长	.001	11-16 体长	.005	18-11 体长	.000
6-1 体长	.000	12-7 体长	.011	6-8 体长	.000	14-1 体长	.000	9-15 体长	.000
6-3 体长	.000	12-9 体长	.140	6-10 体长	.201	14-3 体长	.000	12-20 体长	.003
6-5 体长	.030	12-15 体长	.000	8-10 体长	.000	14-5 体长	.000		

6 个可量性状中,其中吻长 体长、尾柄长 体长、体高 体长,在舟山和青岛两群体间差异不显著

( $P > 0.05$ ), 而全长、体长、头长、体长与眼径、体长在两群体间却存在极显著性的差异 ( $P < 0.01$ )。

在框架结构中, 63个框架数据, 差异极显著 ( $P < 0.01$ )的有 40个, 比例为 63.49%; 差异显著 ( $P < 0.05$ )的有 9个, 比例为 14.06%; 差异不显著 ( $P > 0.05$ )的有 14个; 比例为 21.88%。

从方差分析结果可知, 舟山、青岛牙鲈两群体间存在着非常明显的差异。

## 2.2.2 判别分析

将可量与框架数据相结合进行判别分析。用逐步判别程序对经过校正的 69个形态参数进行筛选, 淘汰掉 61个形态参数, 得到 8-3 体长、3-5 体长、7-9 体长、11-3 体长、11-16 体长、14-1 体长、14-3 体长、18-1 体长等 8个判别效果显著的形态参数。

根据这 8种可量和框架性状经体长校正后的值计算得到的牙鲈两群体判别准确率及互相证实准确率 (见表 3)可知, 牙鲈两群体的判别准确率和相互证实准确率均为 100%, 也即是舟山和青岛两群体依据这些可量和框架性状是不会发生错判的, 也进一步证实了它们之间存在显著性的差异。

表 3 牙鲈两群体可量性状和框架性状判别结果 (根据筛选出的 64个形态参数)

Tab. 3 The discriminant results of measurable and truss frameworks characters for two populations of *Paralichthys olivaceus* (based on 64 selected morphological parameters)

	判入尾数 (尾)		判别准确率 $P_1$ (%)	互相证实判入尾数 (尾)		互相证实 $P_2$ (%)
	青岛	舟山		青岛	舟山	
青岛	20	0	100	20	0	100
舟山	0	20	100	0	20	100
综合判别准确率			100			100

用筛选出的 8量和框架性状做判别分析, 得到牙鲈两群体线性判别公式常数项及各项系数, 详见表 4。

表 4 牙鲈 2群体可量性状及框架性状形态线性判别公式常数项及各项系数 (逐步判别法)

Tab. 4 The constant terms and all coefficients of linear discriminant functions of measurable and truss frameworks characters for two populations of *Paralichthys olivaceus*

组别	8-3/体长	3-5/体长	7-9/体长	11-3/体长	11-16/体长	14-1/体长	14-3/体长	18-1/体长	(Constant)
青岛	65.368	-660.835	3816.617	4808.012	-854.824	5775.046	4188.602	240.227	-1375.129
舟山	76.911	-992.989	4271.940	5871.023	-2319.171	6713.202	5202.319	290.664	-1822.116

$$\text{青岛} = -1375.129 + 65.368 V_1 - 660.835 V_2 + 3816.617 V_3 + \dots + 240.227 V_8$$

$$\text{舟山} = -1822.116 + 76.911 V_1 - 992.989 V_2 + 4271.94 V_3 + \dots + 290.664 V_8$$

该方程可以用于舟山和青岛两群体牙鲈的归属, 即将待检验个体的各值, 分别代入 2个判别方程中, 哪一个判别方程的值最大, 该个体即属于哪一个群体。

## 2.2.3 主成分分析

通过主成分分析, 得到前 12个主成分的特征根、方差贡献率、累计贡献率 (见表 5)

由表 5可知, 主成分 1-12的特征根均大于 1, 且总的方差贡献率在 80%以上, 说明这 12个主成分可以用于分析本试验数据。12个主成分对不同种群间总方差的贡献率分别为, 主成分 1:34.397%, 主成分 2:15.212%等, 累计贡献率 85.566% (表 5), 它们包含了总变异的大部分, 说明可以用相互独立的因子来概括这六种鱼的形态差异。

进一步观察对总变异贡献率最大的主成分 1和主成分 2 (见表 6), 其中主成分 1主要包括了 37个性状, 其中 23个性状集中在吻端到臀鳍和胸鳍之间, 占 62.16%, 由此可推断舟山、青岛牙鲈两群体的形态差异主要表现在自吻端到肛门之间。

表 5 前 12 主成分的相关矩阵特征值

Tab. 5 Eigenvalues of correlation matrix of the front 12 principal components

主成分	特征根	方差贡献率	累计贡献率
1	23.734	34.397	34.397
2	10.496	15.212	49.609
3	6.064	8.789	58.397
4	3.265	4.733	63.130
5	2.858	4.143	67.272
6	2.304	3.339	70.611
7	2.250	3.261	73.873
8	1.994	2.889	76.762
9	1.779	2.579	79.341
10	1.584	2.295	81.636
11	1.419	2.056	83.693
12	1.293	1.874	85.566

表 6 牙鲆两群体主成分分析中的因子负荷矩阵及主成分对总变差的贡献率

Tab. 6 Component matrix and contribution of principal components to total variances in PCA analysis for two populations of *Paralichthys olivaceus*

各值 体长	组分											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
全长 体长	.650	.401	-.011	.240	-.009	-.027	-.021	.052	-.226	-.036	.128	.294
头长 体长	.883	.272	-.046	-.195	-.012	-.090	-.015	-.070	.031	.004	.106	-.037
眼径 体长	.915	.056	-.072	-.043	-.120	.016	.105	-.028	-.044	.047	-.017	.069
吻长 体长	.152	-.028	-.124	.106	-.471	-.205	.347	.189	.410	.021	-.194	-.162
尾柄长 体长	-.454	-.381	.567	-.080	.032	-.108	.103	-.093	.309	-.045	.120	.189
体高 体长	.015	.745	.213	.066	-.043	.049	-.242	-.060	-.107	.076	.132	-.381
2-1 体长	.629	-.049	-.372	.258	.287	.160	-.096	.160	-.008	.460	-.008	.035
2-3 体长	.720	.256	.138	-.281	-.361	-.031	.085	-.106	-.013	-.248	.057	.002
2-5 体长	-.591	.727	.159	.020	.092	-.199	-.035	.101	-.038	-.008	.033	.069
4-1 体长	.833	.053	-.085	.098	-.174	-.100	.383	.189	.059	.031	-.044	-.040
4-3 体长	.908	.157	.128	.055	-.097	-.036	.178	.083	-.085	.006	.059	.016
4-5 体长	-.335	.662	.083	-.019	-.200	-.055	-.102	-.044	-.020	.140	-.096	.148
6-1 体长	.908	.042	-.162	.066	.076	.046	.039	-.033	-.001	-.132	.099	.159
6-3 体长	.893	.091	-.243	.001	.100	.086	.062	-.097	.093	-.142	.032	.033
6-5 体长	-.262	.832	-.100	-.029	-.085	-.079	-.126	-.303	.186	.067	-.067	.003
6-7 体长	-.028	.545	-.110	.608	-.252	.139	-.113	-.208	-.055	-.119	-.122	-.059
8-1 体长	.424	.667	-.204	.162	.202	.143	.146	.029	.031	-.214	.036	-.045
8-3 体长	.072	-.117	-.190	-.199	-.196	.209	-.340	.080	-.449	-.240	-.090	.190
8-7 体长	.599	.050	.448	.316	-.183	-.253	-.226	.169	.145	.145	.113	-.097
8-9 体长	.435	-.114	.652	.185	-.159	-.151	-.369	.013	.155	.084	.012	-.043
10-5 体长	.784	-.259	.145	.229	-.072	.173	-.030	-.024	-.237	-.130	-.119	-.199
10-7 体长	-.071	.463	.090	-.107	-.079	.568	-.158	.414	.130	-.078	-.185	-.086
10-9 体长	-.477	.022	.607	.046	.152	.224	.084	-.136	-.166	.014	.047	.029
10-15 体长	.339	.504	.416	-.104	.227	-.085	-.055	-.256	.086	.187	-.336	.150
12-5 体长	.610	-.362	.435	.220	-.023	.227	.039	-.064	-.067	-.078	-.070	-.087
12-7 体长	-.487	-.147	.528	.172	.042	.328	.261	.069	.259	.142	.027	.139
12-9 体长	-.229	.058	.697	.135	-.049	.355	.329	-.035	-.191	.141	.074	.011

·续上表·

各值 体长	组分											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12-15 体长	.716	.445	.125	-.049	-.019	.034	-.032	.084	-.269	.074	-.025	.083
1-3 体长	.261	-.029	.001	-.215	-.328	.171	.011	-.039	.017	.383	.483	-.109
1-5 体长	-.511	.765	-.015	-.050	-.156	-.111	.003	.121	-.021	.054	-.023	.131
3-5 体长	-.668	.646	-.021	.034	-.133	-.206	.015	.114	-.030	-.012	-.027	.029
5-7 体长	.863	-.214	.115	.184	.002	.007	-.069	-.059	.006	-.102	-.207	-.166
5-9 体长	.516	-.353	.509	.123	.207	.131	-.097	-.143	-.136	-.141	-.214	.005
7-9 体长	-.548	-.197	.604	-.074	.274	-.034	-.039	.054	.034	.069	.046	.120
7-15 体长	.499	.282	.470	-.176	.212	-.034	.047	.108	-.165	.001	-.219	.311
2-4 体长	.161	-.282	.032	.290	.250	-.391	.411	.337	-.087	-.021	-.059	.225
2-6 体长	.616	-.086	-.192	.203	.482	-.135	.263	.154	.258	-.150	.105	.144
4-6 体长	.579	.129	-.197	.181	.397	-.048	-.109	-.120	.222	-.210	.204	.075
4-8 体长	-.380	.536	.115	.333	.132	.146	.018	.071	.257	-.252	.334	-.027
6-8 体长	-.701	.457	.188	.206	-.001	.119	.053	.088	.059	.033	.169	-.055
6-10 体长	-.016	.361	-.125	.738	-.385	.125	.010	-.117	.052	-.138	-.055	.141
8-10 体长	.579	-.198	.335	.407	-.171	-.297	-.321	-.106	.020	.133	.035	-.007
8-12 体长	.226	-.363	.524	.452	-.128	-.323	-.258	-.233	.128	-.067	.005	.121
10-20 体长	.373	.502	.410	-.208	.174	-.093	.077	-.049	.014	.126	-.346	.012
9-12 体长	-.207	.140	.627	.010	-.168	.262	.413	-.076	-.133	-.073	.257	-.022
20-9 体长	.701	.460	-.030	-.052	-.187	.065	.222	-.041	-.115	-.091	.097	.014
20-7 体长	.431	.410	.450	-.267	-.006	.093	.315	-.036	.061	-.019	-.084	-.007
11-3 体长	.841	.101	-.115	-.011	-.124	-.256	.214	-.143	-.047	-.067	.160	.043
11-5 体长	-.637	.677	-.163	.030	-.051	-.064	.020	-.028	-.014	.099	.067	.136
11-2 体长	-.152	.502	.446	-.029	.161	-.295	.182	.211	-.105	-.040	-.028	-.351
11-4 体长	.597	.197	.063	.377	.303	.237	-.082	.205	-.203	.270	.151	-.027
11-6 体长	.366	.392	-.055	-.340	.389	.202	-.168	-.094	.308	-.057	.075	-.108
11-16 体长	-.208	.488	-.378	.340	.376	-.023	.183	-.203	-.173	-.080	-.001	-.188
14-1 体长	.946	.111	.008	-.125	-.081	-.077	.020	-.030	.098	.020	.039	-.041
14-3 体长	.820	.072	.087	-.385	.117	-.066	-.153	-.019	.130	.129	.140	-.056
14-5 体长	-.451	.809	-.137	.018	-.031	-.162	-.020	.034	.021	.162	-.018	.135
14-2 体长	.563	-.151	-.397	.302	.250	.125	-.074	.164	-.049	.496	.026	.079
16-6 体长	.593	.404	.149	-.090	.127	.266	-.209	.021	.252	-.142	-.009	.232
16-4 体长	.471	.557	.102	.016	.165	.169	-.071	-.324	.247	.041	-.053	.017
16-2 体长	-.074	.324	.319	.024	.441	-.277	-.069	.299	-.127	-.195	.021	-.349
13-18 体长	.545	.121	-.285	.147	-.138	.254	.290	.041	.292	.178	-.398	-.161
13-1 体长	.720	.154	-.092	-.194	.017	.047	.041	-.398	-.019	.107	.079	-.009
13-5 体长	-.680	.653	.006	.003	-.160	-.076	.004	.108	-.050	.082	-.022	.103
13-11 体长	.840	.090	.087	-.071	-.039	-.184	.238	-.213	-.081	.185	.036	-.100
18-14 体长	.696	.116	.286	-.126	-.141	-.040	-.250	.412	.131	-.128	.129	.000
18-2 体长	.672	.037	.071	-.086	-.254	.179	-.210	.531	.185	-.077	-.052	.067
18-11 体长	.860	.032	.212	-.156	-.110	-.120	.049	.069	-.130	.141	.052	.007
9-15 体长	.817	.217	-.112	-.064	-.177	.024	.040	.084	-.105	-.117	.140	.204
12-20 体长	.617	.569	-.100	-.046	.093	-.171	-.140	.078	-.188	-.065	-.075	-.080

### 3 讨论

牙鲆是东北亚的特有种,我国黄海和渤海产量较多,东海和南海较少<sup>[12]</sup>,是名贵的经济鱼类,也是我国北方的重要养殖对象,早在1959年张崇理就对褐牙鲆的早期发育史进行了研究<sup>[13]</sup>,随后又有其他学者在牙鲆的育种<sup>[14-15]</sup>,遗传多样性等<sup>[16-17]</sup>方面作过较多的研究,但有关牙鲆不同地理种群的形态学差异的研究却未见报道。

来自舟山和青岛牙鲆两个不同地理种群的牙鲆具有显著的形态学上的差异,且在可数、可量和框架三类形态学性状都有出现。可数性状中,均是青岛牙鲆的背鳍和臀鳍鳍条数目多于舟山牙鲆,两群体背鳍和臀鳍条数目的差异分别为10.75根和8.4根,差异极显著( $P < 0.01$ ),但仍在牙鲆背鳍条63~84和臀鳍条48~65的范围内<sup>[1]</sup>;在69个可量和框架分析数据中,差异极显著的有43个,比例为62.32%;通过主成分分析表明,主成分1包括了37个性状,总方差贡献率为34.397%,其中23个性状集中在自吻端到臀鳍和胸鳍之间,且可数性状,可量与框架的组合性状对两群体的综合判别准确率分别为97.5%和100%。结果表明,舟山和青岛牙鲆两个不同的群体,不仅在养殖性能和对高温的耐受能力上存在差异<sup>[18]</sup>,而且在外部形态上也存在着明显的差异,且它们形态学上的差异主要来自吻端至肛门,但它们之间存在着怎样的亲缘关系则有待进一步深入研究。

### 参考文献:

- [1] 孟庆闻,苏锦祥,缪学组.鱼类分类学[M].北京:中国农业出版社,1995:945-946.
- [2] 马永刚.牙鲆[J].北京水产,2003,(4):39.
- [3] 柳敏海,陈波,罗海忠,等.舟山褐牙鲆 *Paralichthys olivaceus*(Temminck & Schlegel)人工育苗技术初步研究[J].现代渔业信息,2006,21(9):24-26.
- [4] 李思发,李晨虹,李家乐.尼罗罗非鱼品系间形态差异分析[J].动物学报,1998,44(4):450-457.
- [5] 庆宁,吕凤仪,赵俊,等.华南沿海地区西部入海水系中黄颡鱼的形态变化及地理分化[J].动物学研究,2007,28(2):207-212.
- [6] 邵锋,陈新军,李纲,等.东黄海鲈鱼形态差异分析[J].上海水产大学学报,2008,17(2):204-209.
- [7] 赵健,朱新平,陈永乐,等.珠江卷口鱼不同地理种群的形态变异[J].动物学报,2007,53(5):921-927.
- [8] 刘汉生,易祖盛,梁健宏,等.唐鱼野生种群和养殖群体的形态差异分析[J].暨南大学学报(自然科学版),2008,29(3):295-299.
- [9] Brzeski V J, Doyle R W. A test of an on-farm selection procedure for tilapia in Indonesia [J]. *Aquaculture* 1995, 137: 219-230.
- [10] Nacy L S, R W Doyle. The coordination of growth in juvenile tilapia (*Oreochromis mossambicus* × *O. homonum*) [J]. *Aquaculture* 1995, 8(7): 231-245.
- [11] 李思发.长江、珠江、黑龙江鲢、鳙、草鱼种质资源研究[M].上海:上海科学技术出版社,1990.
- [12] 张辉,王亚斌,王维娜,等.牙鲆营养研究进展[J].河北大学学报:自然科学版,1998,18(增刊):88-90.
- [13] 张崇理.牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)的早期发育史[J].中国科学院海洋研究所丛刊,1959,1(4):71,80.
- [14] 刘海金,王常安,朱晓琛,等.牙鲆单倍体、三倍体、雌核发育二倍体和普通二倍体胚胎发育的比较[J].大连水产学院学报,2008,23(3):161-167.
- [15] 林越超,蔡良候,曾庆民,等.台湾海峡野生牙鲆人工繁殖和育苗技术研究[J].台湾海峡,2005,24(3):356-362.
- [16] 刘海金,朱晓琛,孙效文,等.牙鲆5个养殖群体的遗传多样性分析[J].中国水产科学,2008,15(1):30-37.
- [17] 房新英,张全启,齐洁,等.野生和养殖牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)遗传差异的RAPD和ISSR研究[J].海洋与湖沼,2006,37(2):138-142.
- [18] 史会来,楼宝,毛国民.舟山牙鲆、杂交牙鲆、青岛牙鲆和漠斑牙鲆对比养殖研究[J].水产养殖,2008,3:9-11.