

菲律宾蛤仔 5 个地理群体形态差异分析

祁剑飞, 宁 岳, 巫旗生, 郭 香, 郑雅友, 曾志南*, 江泽贵
(福建省水产研究所、福建省海洋生物增殖与高值化利用重点实验室, 福建 厦门 361013)

摘要:应用单因素方差分析、聚类分析、主成分分析和判别分析方法,对海州(HZ)、南浦(NP)、莱州(LZ)、莆田(PT)和汕尾(SW)等不同海域的 5 个菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)野生群体形态数据进行比较分析。单因素方差分析表明 HZ 群体在多个形态参数上与其它组差异显著;聚类分析显示 HZ 群体与其它组距离较大;主成分分析共提取 2 个主成分,贡献率为 28.28% 和 20.77%,累计贡献率为 49.05%,散布图表明 HZ 群体与其他组区分明显;建立了 5 个群体的判别函数,判别准确率 P_1 和 P_2 均为 36.0% ~ 80.0%,综合判别率为 53.6%,HZ 群体的判别率最高。以上结果说明 HZ 群体与其它 4 组形态差异显著。

关键词:海洋生物学;菲律宾蛤仔;形态;聚类分析;主成分分析;判别分析

DOI: 10.3969/J. ISSN. 2095-4972. 2020. 02. 005

中图分类号:P735

文献标识码:A

文章编号:2095-4972(2020)02-0189-06

菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)是一种广温、广盐、广分布的海洋经济贝类,2017 年全国蛤类产量达 417.79 万吨,占全国海水养殖产量的 20.88%^[1],其中菲律宾蛤仔产量超过 300 万吨,是我国单品种养殖产量最高的海洋生物物种,其总产量在所有贝类物种中也居世界第二^[2]。遍及全国沿海,特别是辽宁和山东的大规模菲律宾蛤仔养殖活动得益于福建省大规模的苗种供应^[3],据业内估计,其苗种产量占全国的 90% 以上。但是这种长期的异地苗种底播养殖方式会对当地野生种群的遗传结构产生一定影响^[4]。因此对菲律宾蛤仔野生种群资源的调查和评估很有必要,既有利于保护野生种群资源,也可杂交育种提供参考。而外部形态差异则是不同野生地理群体基于形态测量学的判定条件。

关于菲律宾蛤仔遗传差异的报道^[5-9]较多,而关于其不同地理群体形态差异的研究,除邹琰(2010)和牛泓博等(2015)分别研究了山东和辽宁沿海菲律宾蛤仔形态差异^[10-11]外,鲜有报道。本研究测定了采自不同海域的 5 个菲律宾蛤仔野生群体的形态参数,分析了其形态差异,可为今后的种质资源保护和遗传选育提供参考。

源保护和遗传选育提供参考。

1 材料与方法

1.1 样品采集

样品于 2018 年 9—12 月,采自海州(HZ: 37°59'26.7"N, 125°44'45.8"E)、南浦(NP: 39°27'49.5"N, 125°12'40.2"E)、莱州(LZ: 37°21'24.2"N, 119°50'18.9"E)、莆田(PT: 25°10'29.3"N, 119°15'43.8"E)和汕尾(SW: 22°40'31.7"N, 115°28'17.2"E)自然海区。通过低温保活分多批次运至厦门小嶝水产科技有限公司实验基地,流水充气暂养。样本信息见表 1。

表 1 菲律宾蛤仔 5 个群体样本信息
Tab. 1 Information of 5 populations of Manila clam

采样地点	采样时间	壳长/cm	壳高/cm	壳宽/cm
HZ	2018.09	3.19 ± 0.14	2.23 ± 0.22	1.59 ± 0.09
NP	2018.10	3.36 ± 0.17	2.28 ± 0.18	1.51 ± 0.08
LZ	2018.08	2.84 ± 0.23	1.88 ± 0.14	1.24 ± 0.11
PT	2018.12	2.62 ± 0.18	1.76 ± 0.15	1.20 ± 0.09
SW	2018.11	3.12 ± 0.18	2.09 ± 0.11	1.39 ± 0.07

收稿日期:2019-01-25
基金项目:国家贝类产业技术体系资助项目(CARS-49);国家科技基础条件平台建设运行资助项目(2019DKA30470);福建省政府种业工程资助项目(2014SI477-9)
作者简介:祁剑飞(1984—),男,助理研究员;E-mail: qijianfei007@163.com
* 通讯作者:曾志南(1963—),男,研究员;E-mail: xmzsn@sina.com

1.2 形态指标及测定

每个群体测定 50 个样本,外部形态测量指标参考刘建勇等(2010)^[12],采用游标卡尺(精确到 0.01 mm)测量了壳长(AB)、壳宽(GH)、壳高(OC)、韧带长(OD)、楯面长(OE)、楯面宽(MN)、小月面长(OF)、前端到腹缘(BC)、后端到腹缘(AC)9 个形态性状(图 1),共获取了 2 250 个数据。

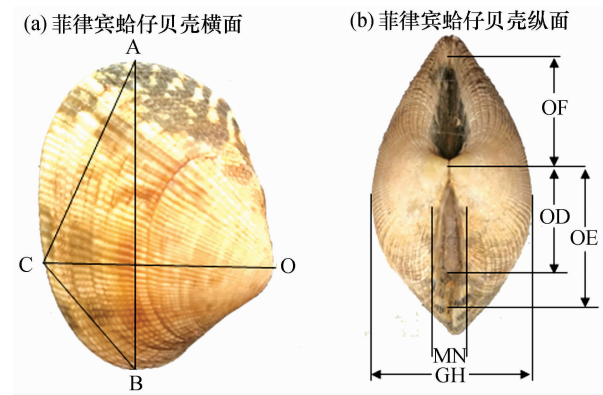


图 1 菲律宾蛤仔形态测量位点

Fig.1 Landmark points for morphological measurement of Manila clam

1.3 数据分析

为消除不同群体规格大小对数据的影响,每个个体的数据除以壳长进行校正。应用SPSS 17.0以校正后的数据对 5 个群体形态差异进行单因素方差分析、聚类分析、主成分分析和判别分析。

1.3.1 单因素方差分析 采用 Tukey s-b(K)法进

行多重比较,并划分出同类子集,其显著性水平设置为 0.05。

1.3.2 聚类分析 利用各参数校正值的均值,采用平方欧氏距离法进行系统聚类分析。

1.3.3 主成分分析 以校正后的 8 个参数值为变量,250 个个体的数据整体进行主成分分析,选取特征值大于 1 的主成分进行结果分析。

1.3.4 判别分析 采用逐步判别分析法,判别准确率公式如下:

$$P_1 = n/N \times 100 \tag{1}$$

$$P_2 = n/N_d \times 100 \tag{2}$$

$$P = \sum_{i=1}^k A_i / \sum_{i=1}^k B_i \tag{3}$$

式(1~3)中: P_1 、 P_2 为判别准确率(%), P 为综合判别率(%), n 为判别正确的菲律宾蛤仔数(个), N 为实测菲律宾蛤仔数(个); N_d 为判别菲律宾蛤仔数(个); A_i 为第 i 个群体判别正确的菲律宾蛤仔数(个), B_i 为第 i 个群体实际判别的菲律宾蛤仔数(个), k 为群体数(个)。

2 结果与讨论

2.1 单因素方差分析

菲律宾蛤仔 HZ 组 GH/AB、OC/AB、OD/AB 和 MN/AB 显著大于其他组($p < 0.05$,表 2),这表明 HZ 群体壳宽较厚,壳高较高,壳形接近球形,与其他组形态差异明显。其他组之间各指标互有差异,整体壳形差别不明显。

表 2 菲律宾蛤仔 5 个群体形态的方差分析

Tab.2 ANOVA analysis of morphological parameters on 5 populations of Manila clam

群体	GH/AB	OC/AB	OD/AB	OE/AB	MN/AB	OF/AB	BC/AB	AC/AB
HZ	0.50 ± 0.02 ^a	0.70 ± 0.06 ^a	0.39 ± 0.05 ^a	0.54 ± 0.03 ^{ab}	0.11 ± 0.02 ^a	0.30 ± 0.05 ^a	0.46 ± 0.06 ^a	0.72 ± 0.05 ^a
NP	0.45 ± 0.02 ^{bc}	0.68 ± 0.05 ^b	0.37 ± 0.02 ^b	0.52 ± 0.03 ^b	0.08 ± 0.01 ^c	0.31 ± 0.02 ^{ab}	0.49 ± 0.03 ^{bc}	0.68 ± 0.03 ^{bc}
LZ	0.44 ± 0.02 ^d	0.66 ± 0.02 ^b	0.36 ± 0.05 ^b	0.51 ± 0.03 ^c	0.09 ± 0.01 ^b	0.30 ± 0.02 ^a	0.50 ± 0.05 ^c	0.66 ± 0.03 ^c
PT	0.46 ± 0.02 ^b	0.67 ± 0.05 ^b	0.37 ± 0.03 ^b	0.55 ± 0.05 ^a	0.09 ± 0.01 ^{bc}	0.32 ± 0.06 ^b	0.51 ± 0.03 ^c	0.68 ± 0.04 ^b
SW	0.45 ± 0.02 ^{cd}	0.67 ± 0.03 ^b	0.37 ± 0.02 ^b	0.55 ± 0.06 ^a	0.09 ± 0.01 ^{bc}	0.30 ± 0.02 ^a	0.47 ± 0.03 ^{ab}	0.70 ± 0.03 ^a

注:同列数据上标字母“a,b,c”完全不同表示有显著差异($p < 0.05$)。

2.2 聚类分析

5 个群体形态性状的聚类分析(图 2)可以看出 NP、LZ 和 PT 等 3 组形态差异不大,而 NP 与 LZ 群体形态尤其接近;整体来看除 HZ 外的 4 组之间差异较小,而其整体与 HZ 差异很大,这说明 HZ 组形态与其它 4 组差异明显。

2.3 主成分分析

按照特征值大于 1,共提取 2 个主成分(表 3)。

主成分 1 解释的总方差贡献率为 28.28%,主成分 2 为 20.77%,累计贡献率为 49.05%,即 2 个主成分可解释 5 个群体间形态差异的 49.05%。在主成分 1 中 GH/AB 影响最大,其负荷值为 0.802,其次为 MN/AB,负荷值为 0.751,这说明主成分 1 代表了“宽度”对壳型的影响;在主成分 2 中前端到 BC/AB 影响最大,其负荷值为 0.794,其次为 OF/AB,负荷值为 0.618,这说明主成分 2 代表了“长度”对壳型

的影响。

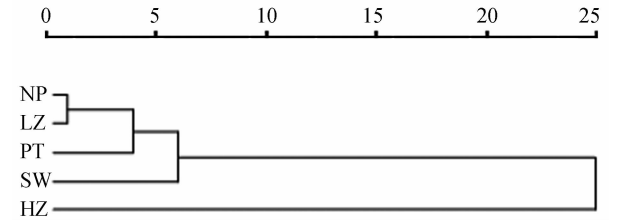


图 2 菲律宾蛤仔 5 个群体形态性状聚类分析
Fig.2 Clustering dendrogram by morphological traits of 5 populations of Manila clam

表 3 菲律宾蛤仔 5 个群体形态的 2 个主成分矩阵
负荷值和贡献率

Tab.3 Contribution ratios and loading of 2 principal components for morphological parameters of 5 populations of Manila clam

形态性状	主成分 1	主成分 2
GH/AB	0.802	0.239
OC/AB	0.52	0.406
OD/AB	0.485	0.156
OE/AB	0.372	0.275
MN/AB	0.751	-0.012
OF/AB	0.05	0.618
BC/AB	-0.334	0.794
AC/AB	0.591	-0.572
贡献率	28.28%	20.77%

从图 3 可见看出,除 HZ 群体外,其它 4 组混杂在一起,难以区分,这和聚类分析的结果较一致。

2.4 判别分析

采用逐步判别分析,筛选出 X_1 (GH/AB)、 X_2 (OE/AB)、 X_3 (MN/AB) 和 X_4 (AC/AB) 共 4 个性状特征值建立了 5 个群体的判别函数:

$$\begin{aligned} Y_{\text{HZ}} &= 814.485X_1 + 220.653X_2 + 331.141X_3 + 472.528X_4 - 451.783 \\ Y_{\text{NP}} &= 745.604X_1 + 222.846X_2 + 150.492X_3 + 448.072X_4 - 386.301 \\ Y_{\text{LZ}} &= 714.053X_1 + 214.790X_2 + 219.063X_3 + 438.213X_4 - 367.209 \\ Y_{\text{PT}} &= 755.939X_1 + 235.811X_2 + 179.968X_3 + 451.513X_4 - 402.781 \\ Y_{\text{SW}} &= 727.249X_1 + 237.870X_2 + 192.687X_3 + 466.209X_4 - 402.165 \end{aligned}$$

表 4 为 5 个判别函数的各项系数和常数,表 5 为判别分析结果,判别准确率 P_1 和 P_2 均在 36.0%

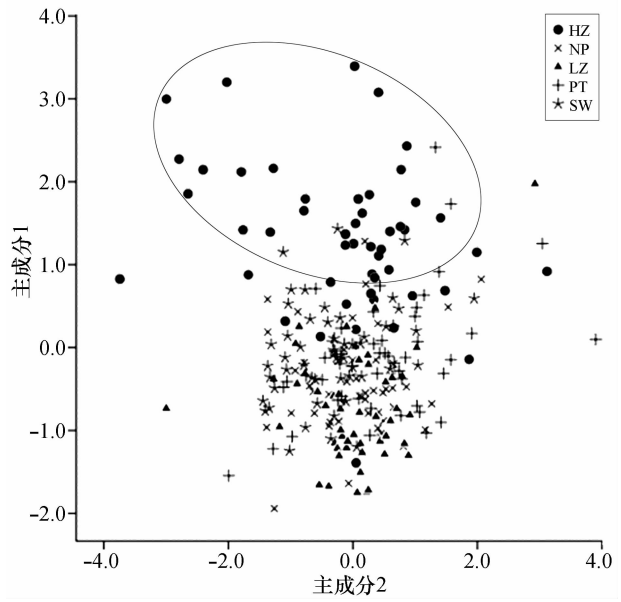


图 3 菲律宾蛤仔 5 个群体形态主成分散布图
Fig.3 Scattering diagram of the principal components for morphological parameters of 5 populations of Manila clam

~80.0% 之间;5 个群体的综合判别率为 53.6%。HZ 群体的判别率最高,为 80.0%,这说明该群体特征明显,易于判别。

表 4 5 个菲律宾蛤仔群体的 Fisher 线性判别式的
各项系数及常数

Tab.4 Coefficients and constants of Fisher discriminant functions for 5 populations of Manila clam

变量	性状	HZ	NP	LZ	PT	SW
X_1	GH/AB	814.485	745.604	714.053	755.939	727.249
X_2	OE/AB	220.653	222.846	214.790	235.811	237.870
X_3	MN/AB	331.141	150.492	219.063	179.968	192.687
X_4	AC/AB	472.528	448.072	438.213	451.513	466.209
常数		-451.783	-386.301	-367.209	-402.781	-402.165

表 5 5 个菲律宾蛤仔群体判别分析结果

Tab.5 Fisher discriminant results of 5 populations of Manila clam

群体	判别准确率/%			预测分类/个					样本 合计 /个
	P_1	P_2	P	HZ	NP	LZ	PT	SW	
HZ	80.0	80.0	53.6	40	0	0	8	2	50
NP	52.0	48.0		3	26	10	4	7	50
LZ	64.0	60.0		1	11	32	4	2	50
PT	36.0	36.0		4	11	7	18	10	50
SW	46.0	44.0		2	5	11	9	23	50
样本合计/个				50	53	60	43	44	250

2.5 讨论

2.5.1 菲律宾蛤仔的形态差异 贝类形态变异受遗传因子和环境因子共同影响,是对栖息环境长期适应的结果。本研究通过几种多元分析方法对菲律宾蛤仔 8 个形态校正参数比较分析,结果表明 HZ 群体与 NP、LZ、PT 和 SW 群体在外部形态上差异显著。虽然聚类分析将 NP、LZ、PT 和 SW 聚在一起,显示出从北到南差异逐渐增大的趋势,但是 HZ 与其它组的差异显然不是地理隔离造成的,因为距离相近的 NP 与之差异巨大而与另外 3 个群体相似。其他研究中也存在类似的结果,牛泓博等认为辽宁沿海菲律宾蛤仔不同群体间的形态变异程度与地理距离有一定关系,但主要受栖息地环境影响^[11]。宋菲菲等(2012)认为毛蚶(*Scapharca subcrenata*)群体变异程度可能与地理距离有一定关系,同时受到栖息地环境的影响^[13]。贝类均具有较强的表型环境可塑性,其表型变异并不总是由遗传导致,更多是受栖息地环境影响^[14-15]。Kwon 等(1999)将韩国沿海外壳形态差异明显的 3 组菲律宾蛤仔转移到同一养殖区域,13 个月后发现它们外形差异变得不显著,证明栖息地环境是其外壳形态的主要影响因素^[16]。Watanabe 等(2010)对日本 4 个海湾菲律宾蛤仔形态学研究发现,栖息于贫营养环境中的个体较营养条件良好的个体壳宽更大^[17];Caill-Milly 等(2012)研究表明,群体密度较低及褐色肌肉病会导致菲律宾蛤仔个体呈现更高的 GH/AB 比值,使外形接近于球形^[18]。然而 HZ 组壳宽较大的形态差异是否由海州呈贫营养化海区环境和较低种群密度造成,尚需对采样地生态条件开展进一步研究。

2.5.2 蛤类形态差异判别方法 传统贝类分类鉴定依据是壳长、壳高、壳宽、壳色和纹理等几个指标,主观性较强,误判率较高。因此基于形态测量学的聚类分析、主成分分析、判别分析等多元分析方法在蛤类不同地理群体的形态差异分析中广泛应用^[19-21],这些方法虽然基于测量数据,依靠数学统计分析得出区分结果,消除了人的主观影响,但是由于测量的形态学指标较少,在分析形态相似的地理群体间差异时仍是差强人意。也有学者应用广义线性模型和传统形态测量学结合的方法对菲律宾蛤仔地理群体进行判别分析^[22],但该方法筛选后采用的

预测变量组合只有 1 种,没有突破传统形态测量学方法的短板,且由于要求响应变量 Y 服从二项分布,导致研究群体只能为 2 个,更加局限了该方法的应用。为消除形态学指标少的缺陷,近年来基于椭圆傅里叶分析的轮廓线法^[23]和基于空间坐标系的地标点法^[24]等几何形态测量学方法得到一定应用,这两种方法依靠计算机图形处理技术采集更多更精确的形态几何数据并做更准确的定量分析。但几何测量学方法需要专门的图像采集硬件和专业的图形处理软件,成本较高,操作繁琐,限制了它们的应用。

在贝类地理群体差异分析中,形态差异分析是一个重要方面,然而大多数双壳类尤其是蛤类外壳近似圆形,形态差异分析具有局限性,将其与生理生化、分子生物学指标结合将会使结果更加准确。

2.5.3 菲律宾蛤仔种质资源保护和遗传育种 我国是世界上进行菲律宾蛤仔人工育苗规模最大、数量最多的国家。仅在福建省垦区育苗生产中,面积为 86.6 hm² 的池塘就可培育 2 mm 的稚贝 604.9 亿粒^[25]。大规模的育苗生产需要大规模的亲贝供应,但业者在选择菲律宾蛤仔亲贝时仅考虑性腺成熟度,而忽略其他性状,使用一龄性腺饱满的亲贝育苗已是普遍现象。从育种学的角度看,这些菲律宾蛤仔亲贝大多是未经系统选育或改良的人工养殖群体,经过多年反复养殖再育苗,存在近亲繁殖的风险,商品蛤经济性状日趋退化。因此,保护原始的优良品种,并利用这些优良的种质资源培育新品种、新品系,已成为贝类养殖业亟待解决的重要课题^[26]。本研究测量了多个形态性状参数,通过形态性状的多元分析评估了 5 个地理群体菲律宾蛤仔的种质资源状况,可为其种质资源保护和遗传育种工作提供依据。

3 结论

应用多元分析方法对不同海域的 5 个菲律宾蛤仔野生群体形态数据进行比较分析。结果表明 HZ 群体与其它 4 组形态差异显著,GH/AB 明显较大,但这种差异是由遗传差异还是环境差异造成,需进一步研究。本研究可为菲律宾蛤仔种质资源保护和遗传育种提供基础资料。

参考文献:

- [1] 农业农村部渔业渔政管理局. 2018 年中国渔业年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2018: 26-27.
- [2] DE-MONTAUDOUIN X, LUCIA M, BINIAS C, et al. Why is Asari (= Manila) clam *Ruditapes philippinarum* fitness poor in Arcachon Bay: a meta-analysis to answer? [J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2016, 178: 226-235.

- [3] 郭永禄. 胶州湾底播增殖菲律宾蛤仔 (*Ruditapes philippinarum*) 渔业生物学研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2005: 47-51.
- [4] LIU X Q, BAO Z M, HU J, et al. AFLP analysis revealed differences in genetic diversity of four natural populations of Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) in China[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2007, 26(1): 150-158.
- [5] MURA L, COSSU P, CANNAS A, et al. Genetic variability in the Sardinian population of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum*[J]. Biochemical Systematics and Ecology, 2012, 41: 74-82.
- [6] AN H S, PARK W J, CHO K C, et al. Genetic structure of Korean populations of the clam *Ruditapes philippinarum* inferred from microsatellite marker analysis[J]. Biochemical Systematics and Ecology, 2012, 44: 186-195.
- [7] XING K, GAO M L, LI H J. Genetic differentiation between natural and hatchery populations of Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) based on microsatellite markers[J]. Genetics and Molecular Research, 2014, 13(1): 237-245.
- [8] NIE H T, NIU H B, ZHAO L Q, et al. Genetic diversity and structure of Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) populations from Liaodong peninsula revealed by SSR markers[J]. Biochemical Systematics and Ecology, 2015, 59: 116-125.
- [9] 胡利莎, 张振, 马培振, 等. 10 个菲律宾蛤仔野生群体的遗传多样性研究[J]. 海洋与湖沼, 2016, 47(3): 549-556.
- [10] 邹琰. 山东沿海菲律宾蛤仔形态学特征和群体遗传研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2010: 21-33.
- [11] 牛泓博, 聂鸿涛, 赵力强, 等. 辽宁沿海菲律宾蛤仔不同地理群体形态差异研究[J]. 海洋科学, 2015, 39(11): 54-60.
- [12] 刘建勇, 吴继兴, 孙成波. 我国东南沿海 5 个波纹巴非蛤 (*Paphia undulata*) 地理群体的形态差异分析[J]. 海洋与湖沼, 2010, 41(1): 114-120.
- [13] 宋菲菲, 王其翔, 刘名, 等. 不同地区毛蚶的形态差异的比较研究[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2012, 42(11): 40-45.
- [14] CADRIN S X. Advances in morphometric identificaton of fishery stocks[J]. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 2000, 10(1): 91-112.
- [15] MÁRQUEZ F, ROBLEDO J, PEÑALOZA G E, et al. Use of different geometric morphometrics tools for discrimination of phenotypic stocks of striped clam *Ameghinomya antiqua* (Veneridae) in north Patagonia, Argentina [J]. Fisheries Research, 2010, 101(1/2): 127-131.
- [16] KWON J Y, PARK J W, LEE Y H, et al. Morphological variation and genetic relationship among populations of the short-necked clam *Ruditapes philippinarum* collect from different habitats[J]. Fisheries and Aquatic Science, 1999, 2(1): 98-104.
- [17] WATANABE S, KATAYAMA S. Relationships among shell shape, shell growth rate, and nutritional condition in Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) in Japan[J]. Journal of Shellfish Research, 2010, 29(2): 353-359.
- [18] CAILL-MILLY N, BRU N, MAHÉ K, et al. Shell shape analysis and spatial allometry patterns of Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) in a mesotidal coastal lagoon[J]. Journal of Marine Biology, 2012: 281206.
- [19] 冯建彬, 李家乐, 王美珍, 等. 我国四海区不同群体文蛤形态差异与判别分析[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2005, 24(4): 318-323.
- [20] 么宗利, 王慧, 周凯, 等. 我国 5 个青蛤地理群体形态差异分析[J]. 海洋水产研究, 2007, 28(2): 63-70.
- [21] 陈爱华, 吴杨平, 姚国兴, 等. 丽文蛤与文蛤 4 个地理群体形态差异分析[J]. 海洋渔业, 2010, 32(2): 125-131.
- [22] 董建宇, 胡成业, 杨晓龙, 等. 基于 GLM 模型 Logistic 回归的菲律宾蛤仔地理群体判别[J]. 海洋与湖沼, 2018, 49(6): 1 318-1 324.
- [23] 白秀娟, 侯刚, 冯波. 外形轮廓法识别南海沿海 4 个文蛤地理群体[J]. 广东海洋大学学报, 2015, 35(3): 22-27.
- [24] 郑朝臣, 姜涛, 骆仁军, 等. 不同产地中华绒螯蟹形态差异的地标点法分析[J]. 水产学报, 2017, 41(12): 1 896-1 907.
- [25] 翁国新. 菲律宾蛤仔大水面人工育苗技术[J]. 福建水产, 2006, 28(4): 85-88.
- [26] 孙振兴, 常林瑞. 贝类种质资源保护研究进展[J]. 海洋湖沼通报, 2005(3): 103-108.

Morphological variations of 5 wild populations of *Ruditapes philippinarum*

QI Jian-fei, NING Yue, WU Qi-sheng, GUO Xiang, ZHENG Ya-you, ZENG Zhi-nan^{*}, JIANG Ze-gui

(Key Laboratory of Cultivation and High-value Utilization of Marine Organisms in Fujian Province,
Fisheries Research Institute of Fujian, Xiamen 361013, China)

Abstract: One-way Analysis of Variance (ANOVA), cluster analysis, principal component analysis and multivariate discrimination analysis were used to study the morphological variations of wild populations of Manila clam *Ruditapes philippinarum* from 5 sea areas of Nanpu, Haizhou, Laizhou, Putian and Shanwei. One-way ANOVA showed that the clams of Haizhou group were significantly different from those of other groups in many morphological parameters. Cluster analysis indicated that the populations of Nanpu, Laizhou, Putian and Shanwei were morphologically similar except for Haizhou population. Principal component analysis showed that 2 principal components had contributory ratios of 28.28% and 20.77%, respectively, with a cumulative contributory ratio 49.05%. The scattering diagram showed that Haizhou group differed remarkably from other groups. The discriminant functions of 5 groups were established. As results the discriminant accuracy rate was 36.0% – 80.0% (P_1 , P_2), with a total of 53.6%, among which the discriminant accuracy rate of Haizhou group was the highest. To summarize, Haizhou group was morphologically significant different from the other four groups. This study can be helpful for germplasm resources protection and hybrid breeding of *Ruditapes philippinarum*.

Key words: marine biology; *Ruditapes philippinarum*; cluster analysis; principal component analysis; multivariate discrimination analysis

DOI: 10.3969/J. ISSN. 2095-4972. 2020. 02. 005

(责任编辑:方建勇)