

三疣梭子蟹 4 个野生群体形态差异分析

高保全^{1,2}, 刘萍¹, 李健¹, 戴芳钰¹, 马^姓²

(1. 中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071; 2. 中国海洋大学 生命科学与技术学部, 山东 青岛 266003)

摘要:通过对鸭绿江口、莱州湾、海州湾、舟山 4 个野生群体的三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus*) 14 项生物学外部形态性状的测量, 采用多元分析方法对其进行比较分析。聚类分析结果表明, 海州湾、舟山 2 个群体形态最为接近, 鸭绿江口和莱州湾 2 个群体形态较为接近。对样本所属群体进行判别分析, 4 个群体雌蟹的综合判别率为 87.0%, 其中海州湾最低, 为 80.0%; 莱州湾最高为 92%。4 个群体雄蟹的综合判别率为 80.8%, 其中海州湾最低, 为 72.0%; 鸭绿江口最高, 为 96%。并建立 4 个群体各自的判别函数公式。通过对 16 项形态比例参数进行单因素方差分析, 找到了 4 个群体间存在显著差异的形态比例参数。3 种分析结果均认为, 4 个群体三疣梭子蟹在形态上已产生一定程度的差异, 但所有的差异均未达到亚种水平, 需要多项参数综合判别才能将 4 个群体的三疣梭子蟹区分开。[中国水产科学, 2007, 14 (2): 223-228]

关键词:三疣梭子蟹; 野生群体; 形态学差异; 聚类分析; 判别分析

中图分类号:Q959.481 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2007)02-0223-06

三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus*) 是一种重要的海洋经济动物, 隶属甲壳纲 (Crustacea)、十足目 (Decapoda)、梭子蟹科 (Portunidae), 分布于中国、朝鲜、日本等海域^[1-2], 是中国重要的渔业资源。由于三疣梭子蟹具有独特的经济价值, 因此自 20 世纪 50 年代起国内有关三疣梭子蟹的养殖习性、生理生态、胚胎发育、组织学等方面的研究较多。如孙颖民等^[3-4]对三疣梭子蟹的生长发育方面进行了研究, 李太武等^[5-6]对三疣梭子蟹胚胎发育和组织学方面进行了研究, 堵南山等^[7]对三疣梭子蟹的活体胚胎发育方面进行了研究, 宋海棠等^[8]对浙江近海三疣梭子蟹生殖习性进行了研究等。但有关分子遗传特性的研究仅仅在近 1、2 年才开展。余红卫等^[9]分析了三疣梭子蟹雌性成体 6 种组织中的 10 种同工酶的分化表达模式, 结果发现三疣梭子蟹同工酶系统具有明显的组织特异性。朱冬发等^[10]研究了三疣梭子蟹个体发育早期 11 种同工酶酶谱的变化。结果表明三疣梭子蟹 EST、ME、MDH、SDH、GOT、ACP 和 AMY 等 7 种同工酶电泳图谱显示了明显的发育阶段差异性, 大都随发育渐趋复杂。朱冬发等^[11]进行了三疣梭子蟹染色体数目和核型的研究, 结果发现, 三疣梭子蟹染色体的数目是 $2n = 106$ 。

郭天慧等^[12]对三疣梭子蟹的 16S rRNA 和 CO I 基因片段序列进行分析, 通过与 GenBank 中其他蟹类比较, 认为三疣梭子蟹 mtDNA 的系统发生与传统分类一致。Place 等^[13]测定了三疣梭子蟹线粒体的完全序列, 并且对遗传变异方面作了研究。但有关三疣梭子蟹基础生物学研究, 如形态学, 幼体实验生态、生理及资源保护方面都有许多工作尚待开展^[14]。不同群体是否由于地理隔离产生了形态方面差异的研究尚未见报道。本研究运用聚类、判别、单因子方差等方法对 4 个野生群体三疣梭子蟹形态特征进行比较分析, 以期三疣梭子蟹地理种群的识别、亲缘关系的比较、种质资源保护和遗传育种提供数据支持。

1 材料与方法

1.1 材料

2005 年 10 月中旬, 采集 3 海区 4 个野生自然群体各 50 只, 雌雄比例 1:1, 体质量 $(176.7 \pm 30.2) \text{ g}$ 。4 个群体分别为渤海的莱州湾群体; 黄海的鸭绿江口群体、海州湾群体; 东海的舟山群体。所有三疣梭子蟹活体空运带回实验室后, 直接测量并观察背部颜色及斑点。

收稿日期: 2006-07-31; 修订日期: 2006-11-06。

基金项目: 国家高技术研究发展计划项目 (2006AA10A406); 科技部基础研究专项资助 (2004DKA30470); 山东省科技攻关项目 (2005GG3205070)。

作者简介: 高保全 (1980-), 男, 硕士研究生, 从事海水养殖生物种质资源与遗传多样性研究。

通讯作者: 刘萍, E-mail: liuping@ysfri.ac.cn

1.2 形态指标及测定

采用游标卡尺,精确到 0.1 mm,测量全甲宽(A)、甲长(B)、第一侧齿间距(C)、第二侧齿间距(D)、额宽(E)、大螯不动指长(F)、大螯不动指宽(G)、大螯不动指高(H)、大螯长节的长(I)、第一步足长节的长(J)、第一步足长节的宽(K)、体高(L)、甲宽(M)共 13 项长度指标。用电子天平,精确到 0.1 g,测量蟹体质量(N)。

1.3 方法

为消除三疣梭子蟹规格大小对形态参数的影响,把以上各形态参数转化为如下 16 项形态比例参数: B/A 、 C/A 、 D/A 、 E/A 、 F/A 、 G/A 、 H/A 、 I/A 、 J/A 、 K/A 、 L/A 、 M/A 、 N/A 、 E/C 、 K/J 、 G/F 。

采用 SPSS 软件,对各群体进行聚类分析、判别分析并建立判别公式,根据单因素方差分析的结果,对群体间差异较大的形态比例参数进行差异系数(CD)的计算。

1.3.1 聚类分析 分别求出 16 项形态比例参数的平均数,再用这些平均值作聚类分析。采用欧式距离的最短系统聚类法^[15]。

1.3.2 建立判别公式 根据聚类分析的结果,采用逐步判别的方法进行判别分析,选出对判别贡献较大的参数建立相对简单的判别公式。

1.3.3 判别准确率、综合判别率

判别准确率 $P_1 = (\text{判别正确的蟹数} / \text{实际判别的蟹数}) \times 100\%$

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

A_i 为群体判别正确的蟹子数, B_i 为实测的群体样本数, K 为群体数。

1.3.4 差异系数(CD)的计算 差异系数按 Mayr 等^[16]的方法计算,如差异系数 ≥ 1.28 ,可视为两群体间具有亚种以上水平的差异。

2 结果与分析

2.1 形态特征比较

各群体三疣梭子蟹形态特征比较如表 1 所示。

由表 1 可知,不同群体由于生活环境的不同,头胸甲表面的特征已经发生了一些变化,主要表现在颜色和斑点的差异上。

2.2 聚类分析

聚类分析把 4 个群体的蟹分为 2 组。第 1 组为舟山群体和海州湾群体,2 群体距离最短,形态最为接近;第 2 组为莱州湾群体和鸭绿江口群体,2 群体之间距离比较近;最后,这 2 组再聚合(图 1)。

表 1 4 群体三疣梭子蟹头胸甲表面特征比较

Tab.1 Carapace comparison of four *Portunus triuberbuculatus* populations

头胸甲特征 Characters of carapace	鸭绿江口 Yalu River estuary	莱州湾 Laizhou Bay	海州湾 Haizhou Bay	舟山 Zhoushan
颜色 Colour of carapace	深黄褐色	浅黄褐色	紫褐色	深黄褐色
斑点 Fleck of carapace	白色斑点较少	白色斑点很少	白色斑点较少	白色斑点较多

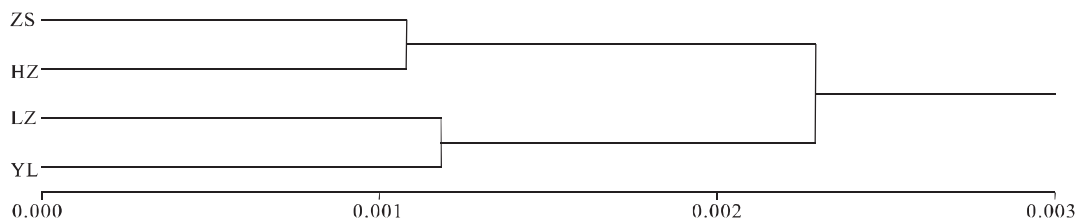


图 1 4 群体三疣梭子蟹聚类分析图

HZ—海州湾; LZ—莱州湾; YL—鸭绿江口; ZS—舟山。

Fig.1 Cluster dendrogram of four *P. triuberbuculatus* populations

HZ—Haizhou Bay; LZ—Laizhou Bay; YL—Yalu River estuary; ZS—Zhoushan.

2.3 判别分析

由于聚类分析尚不能判别样本的群体所属,故

进一步进行判别分析。鉴于雌蟹和雄蟹之间有显著的差异所以将它们分开分别判别。

表 2 显示 4 个群体雌蟹采用 16 项形态比例参数的判别结果,各群体的判别准确率:鸭绿江口群体为 88.0%,莱州湾群体为 92.0%,舟山湾群体为 88.0%,海州湾群体为 80.0%。综合判别率为 87.0%。

表 2 应用 16 项形态比例参数对 4 个三疣梭子蟹群体雌蟹的判别结果

Tab.2 Discriminant results of four female *P. triuberbulatus* populations using 16 morphological parameters

群体类型 (n) Population type	预测分类 Predicted group membership				判别准确率 / % Identification accuracy
	YL	LZ	ZS	HZ	P_1
YL (25)	22	2	1	0	88.0
LZ (25)	2	23	0	0	92.0
ZS (25)	3	0	22	0	88.0
HZ (25)	2	2	1	20	80.0
综合判别率 / % Total discriminant accuracy					87.0

注:HZ—海州湾;LZ—莱州湾;YL—鸭绿江口;ZS—舟山。

Note: HZ—Haizhou Bay; LZ—Laizhou Bay; YL—Yalu River estuary; ZS—Zhoushan.

表 3 显示 4 个群体雄蟹采用 16 项形态比例参数的判别结果,各群体的判别准确率:鸭绿江口群体为 96.0%,莱州湾群体为 79.2%;舟山群体为 76.0%;海州湾群体为 72.0%。综合判别率为 80.8%。

表 3 应用 16 项形态比例参数对 4 个三疣梭子蟹群体雄蟹的判别结果

Tab.3 Discriminant results of four male *P. triuberbulatus* populations using 16 morphological parameters

群体类型 (n) Population type	预测分类 Predicted group membership				判别准确率 / % Identification accuracy
	YL	LZ	ZS	HZ	P_1
YL (25)	24	1	0	0	96.0
LZ (25)	1	19	2	3	79.2
ZS (25)	0	3	19	3	76.0
HZ (25)	2	3	2	18	72.0
综合判别率 / % Total discriminant accuracy					80.8

注:HZ—海州湾;LZ—莱州湾;YL—鸭绿江口;ZS—舟山。

Note: HZ—Haizhou Bay; LZ—Laizhou Bay; YL—Yalu River estuary; ZS—Zhoushan.

以上判别准确率比较高,是用了 16 项形态比例参数计算的结果。为了建立简便实用的判别公式,在确保一定判别准确率的前提下,进一步筛选出贡献较大的形态比例参数,并建立判别公式。判别公式包括 2 组。一组是 4 个群体雌性蟹的判别公式,只选用 4 个形态比例参数,各群体的判别准确率:鸭绿江口群体为 76.0%,莱州湾群体为 84.0%,舟山群体为 92.0%,海州湾群体为 82.6%,综合判别率为 83.7%,较使用 16 项数据下降了 3.3 个百分点;另一组是 4 个群体雄性蟹的判别公式,也选用 4 个形态比例参数,各群体的判别准确率:鸭绿江口群体为 92.0%,莱州湾群体为 70.8%,舟山群体为 75.0%,海州湾群体为 55.6%,综合判别率为 72.9%,较使用 16 项数据下降了 7.9 个百分点。简

化的判别公式虽然判别正确率有所降低但依然在 72.9% 以上,而测量的数据大大减少,故认为可实际运用于初判。

雌性判别公式:

鸭绿江口 (YL)

$$F_1 = 2\,538.239 X_1 + 703.846 X_2 + 644.689 X_3 + 1\,307.252 X_4 - 690.233$$

莱州湾 (LZ)

$$F_2 = 2\,428.85 X_1 + 826.715 X_2 + 673.139 X_3 + 1\,223.180 X_4 - 674.836$$

舟山 (ZS)

$$F_3 = 2\,545.118 X_1 + 871.935 X_2 + 595.270 X_3 + 1\,245.158 X_4 - 697.466$$

海州湾 (HZ)

$$F_4 = 2\,764.409 X_1 + 705.309 X_2 + 783.671 X_3 + 1\,177.347 X_4 - 770.991$$

雄性判别公式:

鸭绿江口 (YL)

$$F_1 = 387.056 X_5 + 1\,507.520 X_2 + 2\,916.864 X_3 + 1\,441.907 X_6 - 1\,228.836$$

莱州湾 (LZ)

$$F_2 = 351.363 X_5 + 1\,537.100 X_2 + 2\,801.349 X_3 + 1\,541.764 X_6 - 1\,198.176$$

舟山 (ZS)

$$F_3 = 345.960 X_5 + 1\,644.258 X_2 + 2\,801.638 X_3 + 1\,647.787 X_6 - 1\,266.190$$

海州湾 (HZ)

$$F_4 = 349.747 X_5 + 1\,538.884 X_2 + 2\,830.044 X_3 + 1\,649.130 X_6 - 1\,255.596$$

式中: X_1 代表第一侧齿间距/全甲宽 (C/A), X_2 代表第一步足长节长/全甲宽 (J/A), X_3 代表额宽/第一侧齿间距 (E/C), X_4 代表体高/全甲宽 (L/A), X_5 代表体质量/全甲宽 (N/A), X_6 代表甲长/全甲宽 (B/A)。

要判断某只三疣梭子蟹所归属的群体, 只需测出 4 个形态比例参数, 分别带入 4 个判别公式, 哪个公式得到的 F 值最大, 该蟹就属于哪个群体。

2.4 单因子方差分析

在 P 为 0.05 水平, 鸭绿江群体和莱州湾群体

之间有 3 个形态比例参数存在差异: E/C 、 N/A 、 L/A ; 鸭绿江群体和海州湾群体之间有 5 个参数存在差异: E/C 、 N/A 、 B/A 、 C/A 、 D/A ; 鸭绿江群体和舟山群体之间有 8 个参数存在差异: E/C 、 N/A 、 J/A 、 C/A 、 D/A 、 B/A 、 M/A 、 K/J ; 莱州湾群体和海州湾群体之间有 7 个参数存在差异: E/C 、 N/A 、 C/A 、 D/A 、 B/A 、 E/A 、 L/A ; 莱州湾群体和舟山群体之间有 8 个参数存在差异: E/C 、 N/A 、 C/A 、 D/A 、 B/A 、 M/A 、 L/A 、 J/A ; 舟山群体和海州湾群体之间有 4 个参数存在差异: E/C 、 N/A 、 M/A 、 J/A 。

在 P 为 0.01 水平, 鸭绿江群体和莱州湾群体之间有 3 个形态比例参数存在差异: E/C 、 N/A 、 L/A ; 鸭绿江群体和海州湾群体之间有 5 个参数存在差异: E/C 、 N/A 、 B/A 、 C/A 、 D/A ; 鸭绿江群体和舟山群体之间有 5 个参数存在差异: J/A 、 C/A 、 D/A 、 B/A 、 M/A ; 莱州湾群体和海州湾群体之间有 5 个参数存在差异: E/C 、 N/A 、 C/A 、 D/A 、 B/A ; 莱州湾群体和舟山群体之间有 7 个参数存在差异: E/C 、 N/A 、 C/A 、 D/A 、 B/A 、 M/A 、 L/A ; 舟山群体和海州湾群体之间有个 3 参数存在差异: E/C 、 N/A 、 M/A 。

2.5 差异系数 (CD) 的检验

经单因子方差检验, 4 群体三疣梭子蟹之间有 8 项形态比例参数差异极显著 ($P < 0.01$), 通过计算得其差异系数 (表 4)。

表 4 4 群体三疣梭子蟹之间差异较大的特征

Tab.4 Characters with high variance among four *Portunus triuberbuculatus* population

形态比例参数 Proportional parameter	群体类型 Population types				差异系数 Coefficient of difference
	YL	LZ	ZS	HZ	
N/A	1.336 ± 0.103	1.087 ± 0.180	1.329 ± 0.326	1.070 ± 0.235	0.787
L/A	0.247 ± 0.009	0.240 ± 0.011	0.247 ± 0.009	0.245 ± 0.012	0.350
B/A	0.440 ± 0.011	0.436 ± 0.012	0.454 ± 0.022	0.449 ± 0.016	0.529
C/A	0.275 ± 0.007	0.272 ± 0.012	0.287 ± 0.009	0.288 ± 0.012	0.667
D/A	0.349 ± 0.031	0.350 ± 0.013	0.363 ± 0.012	0.365 ± 0.016	0.340
J/A	0.220 ± 0.017	0.220 ± 0.015	0.231 ± 0.020	0.224 ± 0.015	0.314
M/A	0.513 ± 0.016	0.511 ± 0.016	0.528 ± 0.020	0.513 ± 0.018	0.472
E/C	0.320 ± 0.011	0.352 ± 0.021	0.319 ± 0.039	0.385 ± 0.044	0.795

注: 1) 差异系数是指差别最大的两种群间的 CD 值。2) A, 全甲宽; B, 甲长; C, 第一侧齿间距; D, 第二侧齿间距; E, 额宽; L, 大螯长节的长; J, 第一步足长节的长; M, 甲宽; N, 体质量。3) HZ, 海州湾; LZ, 莱州湾; YL, 鸭绿江口; ZS, 舟山。

Note: 1) Coefficient of difference shows the largest CD value among the four populations. 2) A, Full carapace width; B, carapace length; C, First orbital margin width; D, Second doital margin width; E, Frontal width; L, Meropodit length of the claw; J, Meropodit length of the first paraeopod; M, Body height; N, Body weight. 3) HZ, Haizhou Bay; LZ, Laizhou Bay; YL, Yalu River estuary; ZS, Zhoushan.

从表4可知:4群体三疣梭子蟹之间存在极显著差异的8项形态比例参数差异系数均小于1.28(表4),说明各群体间的形态差异尚未达到亚种水平,属于不同地理群体之间的差异。

3 讨论

3.1 4群体三疣梭子蟹的差异

近年来关于三疣梭子蟹种质资源的研究较少,有人认为北方莱州湾的三疣梭子蟹头胸甲上没有白色斑点,而南方舟山的三疣梭子蟹头胸甲上有白色斑点并以此作为群体区别的标准。作者通过大量观察研究发现此方法并不可靠,有的莱州湾三疣梭子蟹头胸甲上也有白色斑点,不过比舟山的要少一些。关于它们头胸甲颜色的差别也是很细微的,并不能作为群体判别的科学依据。本研究通过多种分析,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不同群体进行判别。群体形态之间的差异和地理位置有关,北方两群体(莱州湾、鸭绿江口)内部之间的差异远远小于它们和南方两群体(海州湾、舟山)之间的差异。同样南方两群体内部之间的差异远远小于它们和北方两群体之间的差异。但差异均未达到亚种水平,只是地理群体间的差异。

3.2 南北群体三疣梭子蟹差异较大的原因探讨

形态学的特征是受遗传因子和环境因子共同影响的。莱州湾群体生活于渤海,渤海封闭性强^[14],该群体的三疣梭子蟹是个地方性种群,越冬后,在4月上中旬开始生殖洄游,游至渤海湾和莱州湾近岸浅水区河口附近产卵;12月初开始越冬洄游,至渤海深水区蛰伏越冬,至翌年3月^[17-18],整个生命活动完全局限于渤海之内,与南方两个群体之间产生了地理隔离。根据本实验得到的结果推测,鸭绿江口群体与南方两个群体之间没有基因交流,这还需要其他资源工作者做进一步的考察验证。另外由于不同海域环境所造成的生长温度和栖息底质等的不同,以及它们生活的不同海区的盐度和饵料的不同导致形态的差异,造成南北群体之间差异比较大。

鸭绿江群体和莱州湾群体差异之所以比较小,是因为它们生活的海域同属于暖温带,生长环境比较接近。南方两群体内部差异比较小,除了环境方面比较相似外,另外舟山群体三疣梭子蟹活动范围比较广,北可达黄海南部的吕泗、大沙鱼场^[18],根据本实验得到的结果推测舟山与海州湾的三疣梭子蟹

存在基因交流,这需要其他资源工作者做进一步的考察验证。

3.3 与绒螯蟹形态差异分析的比较分析

李晨虹等^[19]利用32个外部形态特征对中国大陆沿海六水系绒螯蟹作了形态差异分析,结果发现辽河、长江、黄河、瓯江4个北方水系聚为一组,珠江和南流江两个南方水系聚为一组。这与本实验得到的结果基本相同,南北群体之间的差异比较大,南方群体内部差异比较小,北方群体内部差异也比较小。由此可以推断:由于中国幅员辽阔造成南北水系之间气候、水质环境等方面的差异,导致在其水体中长期生活的物种产生形态方面的差异,最终导致遗传变异。这应当引起注意,同时对其他物种也应当作类似的分析,从而为中国的种质资源的保护提供理论依据。

3.4 多元分析方法在三疣梭子蟹形态判别上的应用

以前在三疣梭子蟹群体分类与鉴定上,仅限于对某几个特征性状的有或无的描述,这对种上的分类十分有效。但对于形态相似程度很高的群体鉴别,却显得无能为力。本研究采用聚类分析和判别分析系统分析了4个野生群体三疣梭子蟹的16项形态比例参数,较好地形态上对它们做了区分。两种分析结果是类似的,但它们是从不同的角度反映群体间的差异,因此也是不可替代的。本实验建立的判别分析可以在实践上运用于群体鉴别,判别率相当高。

参考文献:

- [1] 戴爱云,冯钟琪,宋玉枝,等.三疣梭子蟹渔业生物资源的初步调查[J].动物学杂志,1977,(2):30-33.
- [2] 戴爱云,杨思谅,宋玉枝,等.中国海洋蟹类[M].北京:海洋出版社,1986:213-214.
- [3] 孙颖民,宋志乐,严瑞深,等.三疣梭子蟹生长的初步研究[J].生态学报,1984,4(1):57-64.
- [4] 孙颖民,闫愚,孙进杰.三疣梭子蟹幼体发育[J].水产学报,1984,8(3):219-226.
- [5] 李太武.三疣梭子蟹精子的发生及超微结构的研究[J].动物学报,1995,41(1):41-47.
- [6] 李太武.三疣梭子蟹肝脏的结构研究[J].海洋与湖沼,1996,27(5):471-477.
- [7] 堵南山.甲壳动物学(下)[M].北京:科学出版社,1993:882-883.
- [8] 宋海棠,丁跃平,许源剑.浙江北部近海三疣梭子蟹生殖习性研究[J].浙江水产学院学报,1988,7(1):39-46.
- [9] 余红卫,朱东发,韩宝芹.三疣梭子蟹不同组织同工酶的分析

- [J]. 动物学杂志, 2005, 40 (1): 84–87.
- [10] 朱冬发, 余红卫, 王春琳, 三疣梭子蟹个体发育早期的同工酶谱变化[J]. 水产学报, 2005, 29 (6): 751–756.
- [11] 朱冬发, 王春琳, 李志强, 等. 三疣梭子蟹核型分析[J]. 水产学报, 2005, 29 (5): 649–653.
- [12] 郭天慧, 孔晓喻, 陈四清, 等. 三疣梭子蟹线粒体 DNA, 16S rRNA 和 CO I 基因片段序列的比较研究[J]. 中国海洋大学学报, 2004, 34 (1): 22–28.
- [13] Place A R, Feng Xiao-jun, Steven C R, et al. Genetic markers in blue crabs II Complete Mitochondrial genome sequence and characterization of genetic variation[J]. Experim Mar Biol Ecol, 2005, 319: 15–27.
- [14] 薛俊增, 堵南山, 赖伟. 中国三疣梭子蟹 *Portunus trituberculatus* Miers 的研究[J]. 东海海洋, 1997, 15 (1): 60–65.
- [15] 张庭尧, 方开泰. 多元统计分析引论[M]. 北京: 科学出版社, 1982: 393–404.
- [16] Mayr E, Linsley E G, Usinger R L. Methods and principles of systematic zoology[M]. New York: McGraw Hill, 1953: 23–39, 125–154.
- [17] 邓景耀, 金显仕. 渤海越冬场渔业生物资源量和群落结构的动态特征[J]. 自然资源学报, 2001, 16 (1): 42–46.
- [18] 宋海棠, 丁耀平, 许源剑. 浙江近海三疣梭子蟹洄游分布和群体组成特征[J]. 海洋通报, 1989, 8 (1): 66–74.
- [19] 李晨虹, 李思发. 中国大陆沿海六水系统绒螯蟹(中华绒螯蟹和日本绒螯蟹)群体亲缘关系: 形态判别分析[J]. 水产学报, 1999, 23 (4): 337–342.

Analysis of morphological variations among four wild populations of *Portunus trituberculatus*

GAO Bao-quan^{1,2}, LIU Ping¹, LI Jian¹, DAI Fang-yu¹, MA Shen²

(1. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China; 2. College of Life Science and Technology, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: *Portunus triuberbuculatus* is an important economical species in China. In recent years, the wild stocks of *P. triuberbuculatus* along the coast of China have suffered fatal decrease in their resources due to overfishing and cultivation. So it is very important to analyze the morphological diversity of *P. triuberbuculatus*. In October 2005, 50 individuals were collected individually from four wild geographic populations distributed in the Yalu River estuary, Laizhou Bay, Zhoushan, and Haizhou Bay. In this research, cluster analysis, discriminant analysis and One-Way ANOVA analysis were applied in the analytical process. Based on 14 morphological characters of each population of *P. trituberculatus* from four locations, cluster analysis and discriminant analysis were conducted. Crabs from Haizhou Bay and Zhoushan were pooled into one group while crabs from Yalu River estuary and Laizhou Bay were pooled into another group by cluster analysis. In discriminant analysis, total accuracy rate of discriminant on female crabs from four locations was 87.0%. The accuracy rate of Haizhou Bay population was the lowest (80.0%), while that of Laizhou Bay population was the highest (92%). Total accuracy rate of discriminant on male crabs from four locations was 80.8%. Haizhou Bay population was the lowest at 72.0%, while Yalu River estuary population was the highest at 96%. The discriminant functions of the populations from four locations were established, respectively. One-Way ANOVA was conducted on 16 proportional parameters. The results showed that some proportional parameters were significantly different among the four populations. In this study all results supported that there were some morphological differences among the four populations, but variations of all the morphological traits were not characterized subspecies. Some integrative analysis was needed to distinguish accurately all geographic populations. [Journal of Fishery Sciences of China, 2007, 14 (2): 223–228]

Key words: *Portunus trituberculatus*; wild population; morphological difference; cluster analysis; discriminant analysis

Corresponding author: LIU Ping. E-mail: liuping@ysfri.ac.cn