

拟穴青蟹形态性状与性腺重量的相关分析*

Correlation Analysis between Morphometric Traits and Gonad Traits in *Scylla paramamosain*

赵 鹏¹, 宋忠魁^{1**}, 聂振平¹, 童万平¹, 李梦芸², 孙奉玉³

ZHAO Peng¹, SONG Zhong-kui¹, NIE Zhen-ping¹, TONG Wan-ping¹, LI Meng-yun², SUN Feng-yu³

(1. 广西海洋研究所, 广西海洋生物技术重点实验室, 广西北海 536000; 2. 湖南农业大学生物科学技术学院, 湖南长沙 410128; 3. 南华大学药学与生命科学学院, 湖南衡阳 421001)

(1. Guangxi Key Laboratory of Marine Biotechnology, Guangxi Institute of Oceanology, Beihai, Guangxi, 536000, China; 2. College of Bioscience and Biotechnology, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan, 410128, China; 3. Pharmacy and Life Science, South China University, Hengyang, Hunan, 421001, China)

摘要:选取 16 月龄池塘养殖雌性拟穴青蟹 (*Scylla paramamosain*) 67 只, 测量其头胸甲长 (X_1)、头胸甲宽 (X_2)、腹部宽 (X_3)、体重 (X_4) 和性腺重 (Y)。利用相关分析和路径分析方法计算形态性状对性腺重的相关系数、通径系数和决定系数, 明确影响拟穴青蟹性腺重的主要形态性状, 为拟穴青蟹选育提供理论依据和技术支持。结果表明, 形态性状与性腺重相关性极显著 ($P < 0.01$), 其中体重对性腺重的直接影响和决定程度最大 (0.736, 54.2%), 腹部宽次之, 头胸甲长最小。通过头胸甲长、腹部宽和体重估计性腺重的多元回归方程为: $Y = 14.467 - 1.556X_1 + 1.626X_3 + 0.245X_4$ ($R^2 = 0.499$)。

关键词:拟穴青蟹 形态性状 性腺重 相关分析 回归分析

中图法分类号: S917 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2013)01-0057-03

Abstract: 67 female *Scylla paramamosain* (Estampador, 1949) were selected from the 16-month old pond cultured population, and the carapace length (X_1), carapace width (X_2), abdomen width (X_3), body weight (X_4) and gonad weight (Y) were measured individually. Correlation analysis and path analysis were conducted to calculate the correlation coefficients and path coefficients between morphometric traits and gonad weight. Major morphometric attributes that affect the gonad weight were determined. The results showed that the tested traits and gonad weight were significantly correlated ($P < 0.01$). Body weight had predominant direct effect and determinacy on gonad weight (0.736, 54.2%). The abdomen width and carapace length exhibited a slight direct effect on gonad weight. Multiple regression equations for the carapace length, abdomen width, body weight and gonad weight were obtained: $Y = 14.467 - 1.556X_1 + 1.626X_3 + 0.245X_4$ ($R^2 = 0.499$).

Key words: *Scylla paramamosain*, morphometric traits, gonad weight, correlation analysis, regression analysis

青蟹属 (*Scylla*) 隶属于甲壳纲 (Crustacea)、十足目 (Decapoda)、短尾亚目 (Brachyura)、梭子蟹科 (Portunidae), 在我国主要分布在南部海岸到印尼爪哇海之间海域及长江以南的沿岸海域^[1,2]。现在我国东南沿海养殖的大多为拟穴青蟹^[3] (*Scylla*

收稿日期: 2012-06-11

修回日期: 2012-09-26

作者简介: 赵 鹏 (1984-), 男, 研究实习员, 主要从事海洋水产动物养殖与遗传育种研究。

* 广西科学研究与技术开发计划项目 (桂科攻 11107012-11; 桂科能 09322003), 广西自然科学基金项目 (桂科自 0991189) 资助。

** 通讯作者: 宋忠魁 (1973-), 男, 博士, 副教授, 主要从事青蟹遗传育种研究。Email: songsir2003@yahoo.com.cn

paramamosain, Estampador), 拟穴青蟹已成为我国南部海域重要的海水养殖品种之一。

目前的研究表明,甲壳类动物中对虾形态性状间具有显著的相关关系^[4~8],在蟹类中也发现了同样的规律^[9~11]。定量研究形态性状间相关关系,对开展性状的选择育种具有重要实际意义,因为综合多性状的选择育种更有利于选育效率的提高^[12]。在选择育种中,生产性能的提高是良种选育主要的目标之一,而性腺是评估亲本繁殖力的主要性状。由于性腺属于解剖性状,因此开展该性状的选择育种存在一定的难度。如果能找到与性腺性状有相关关系,而且对性腺性状具有直接影响和决定作用的易测量性状,就可以通过易测量性状的选择而间接选育性腺性状。本文利用相关分析和通径分析方法研究与性腺重具有相关性的形态性状,并将性状间相关系数剖分成性状的直接作用与通过其它性状的间接作用,通过多元回归分析建立体重与腹部宽为自变量预测性腺重的回归方程,为性腺重的选育提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料与测量方法

随机选取本课题组选育的同批池塘养殖 16 月龄雌性拟穴青蟹 67 只,用数显游标卡尺(精度 0.01mm)测量头胸甲长、头胸甲宽、腹部宽,用电子天平(精度 0.01g)称量体重和性腺重。形态性状测量参照文献^[1]。体重和性腺重为沥干水分后的青蟹活体重和解剖后性腺湿重。

1.2 分析方法

测量数据用 SPSS16.0 软件进行统计整理,计算各性状的平均值,标准差和变异系数,借助 SPSS 软件计算性状间的表型相关系数和通径系数^[13],计算决定系数,并用逐步回归分析方法建立以性腺重为依变量以头胸甲长、腹部宽及体重为自变量的多元回归方程。相关系数、通径系数及决定系数的计算公式参考文献^[4]。

2 结果与分析

2.1 各性状统计量

各性状的平均值、标准差及变异系数见表 1。由表 1 可知,各性状变异系数较大,由于是同一批苗种,养殖环境又一致,因此个体间存在较大的遗传变异,遗传多样性丰富,这为性状的遗传改良提供了条件。

2.2 性状间的相关系数

拟穴青蟹性状间相关系数的计算结果见表 2。由表 2 可知,研究中所测性状与性腺重均极显著相关

($P < 0.01$)。各性状与性腺重的相关系数大小依次为 $r_{X_4,y} > r_{X_3,y} > r_{X_1,y} > r_{X_2,y}$ 。在相关程度上,性状间均呈现出强的正相关。

表 1 各性状的平均值、标准差及变异系数*

Table 1 Mean values, standard deviation and variation coefficients of morphometric traits

性状 Traits	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数 Coefficient of variation(%)
X ₁ (mm)	78.335	6.706	8.56
X ₂ (mm)	115.210	8.955	7.77
X ₃ (mm)	50.787	7.620	15.00
X ₄ (g)	286.700	63.730	22.23
Y (g)	45.288	21.176	46.76
GSI	15.50.0614	39.51	

* GSI 为性腺指数 Gonad somatic index, $GSI = Y/X_4 \times 100\%$ 。

表 2 性状间的相关系数

Table 2 The correlation coefficient between the traits

性状 Traits	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Y
X ₁		0.902**	0.739**	0.815**	0.540**
X ₂			0.559**	0.884**	0.505**
X ₃				0.453**	0.554**
X ₄					0.599**

** 相关性极显著 ($P < 0.01$), * 相关性显著 ($P < 0.05$)。

** Extremely significant correlation ($P < 0.01$), * Significant correlation ($P < 0.05$)。

2.3 通径分析

在相关分析的基础上,计算通径系数的结果如表 3 所示。头胸甲长、腹部宽及体重对性腺重的通径系数分别为 -0.493, 0.585 和 0.736,除头胸甲长的通径系数为显著 ($P < 0.05$) 外,其余两个性状的通径系数均达到极显著水平 ($P < 0.01$)。体重和腹部宽对性腺重的直接作用大于间接作用,其中体重对性腺重的直接作用最大(0.736),而头胸甲长对性腺重的直接作用是负向的,主要通过腹部宽和体重对性腺重产生大于自身负向作用的间接影响,最终表现出与性腺重极显著正相关。头胸甲宽对性腺重的通径系数不显著 ($P > 0.05$)。

2.4 决定系数

头胸甲长、腹部宽及体重对性腺重的决定系数见表 4。表 4 中对角线数据为单个性状对性腺重的决定系数,对角线上方数据为两个性状共同对性腺重的决定系数。由表 4 可知,体重对性腺重的决定程度最大,达到了 54.2%,共同决定系数中,腹部宽和体重共同对性腺重的决定系数最大。

表 3 形态性状对性腺重影响的通径分析结果

Table 3 Path analysis of the effects of morphometric traits on gonad weight

性状 Traits	相关系数 Related coefficient r_{ij}	直接作用 Direct effect P_i	间接作用 Indirect effect $r_{ij} P_j$			
			Σ	X_1	X_3	X_4
X_1	0.540**	-0.493*	1.032		0.432	0.600
X_3	0.554**	0.585**	-0.031	-0.364		0.333
X_4	0.599**	0.736**	-0.137	-0.402	0.265	

** 相关性极显著 ($P < 0.01$), * 相关性显著 ($P < 0.05$).
** Extremely significant ($P < 0.01$), * Significant ($P < 0.05$).

表 4 形态性状对性腺重的决定系数

Table 4 Determinants coefficient of the morphometric traits on gonad weight

性状 Traits	头胸甲长 Carapace length	腹部宽 Abdomen width	体重 Body weight
头胸甲长 Carapace length	0.243	-0.426	-0.591
腹部宽 Abdomen width		0.342	0.390
体重 Body weight			0.542

2.5 回归分析

在相关分析和通径分析的基础上,应用逐步回归分析的方法建立以性腺重为依变量以头胸甲长(X_1)、腹部宽(X_3)和体重(X_4)为自变量的多元回归方程 $Y = 14.467 - 1.556X_1 + 1.626 X_3 + 0.245 X_4$ ($R^2 = 0.499$)。经方差分析,回归关系 ($F = 20.956, P = 0.000 < 0.01$) 及各变量的回归系数均极显著(头胸甲长 $t = -2.234, P = 0.029$; 腹部宽 $t = 4.083, t = 0.000 < 0.01$; 体重 $t = 4.418, P = 0.000 < 0.01$)。经检验,通过多元回归方程预测的估计值与实际观测值无显著差异 ($P > 0.05$),表明方程的预测结果与实际相符,可以在现实中应用。

3 讨论

本研究所选实验材料为 16 月龄池塘养殖的成体雌性拟穴青蟹,从性腺指数来看 ($GSI = 15.55$),接近膏蟹水平 ($GSI = 16.03$)^[14],此时的青蟹既可以上市销售又可以作为亲本用来繁育后代,因此研究结果对养殖生产及遗传育种具有重要的现实意义。性状间的相关分析是进行多元分析的基础,本文所选性状与性腺重均极显著 ($P < 0.01$) 相关,说明对所选性状进行进一步的相关分析具有重要的实际意义。从与性腺重的相关系数大小来看,体重 > 腹部宽 > 头胸甲长 > 头胸甲宽;在相关程度上,形态性状与性腺重

之间存在显著的正相关,这与已有的虾蟹类动物形态性状与重量性状存在正相关关系的研究结果^[4,5,10]一致。

多元回归分析结果显示,拟穴青蟹头胸甲长对性腺重的通径系数达到显著水平 ($P < 0.05$),腹部宽与体重对性腺重的通径系数达到极显著水平 ($P < 0.01$),而与性腺重极显著相关的头胸甲宽对性腺重的通径系数不显著,在回归方程中进行了剔除。从通径分析结果上来看,体重对性腺重的直接影响及决定程度最大,腹部宽次之,头胸甲长最小,这与相关分析的结果一致。通径分析的相关指数 $R^2 = 0.499 < 0.85$,说明可能存在未测量的性状对性腺重产生影响,这有待于进一步的研究。就本文的研究结果来看,体重、腹部宽和头胸甲长可以作为间接选择性腺重的参考指标,在制定以性腺重为选育目的性状的育种计划时,应该重点加以关注。本文研究了拟穴青蟹形态性状和体重对性腺重的影响,利用通径分析和多元回归分析的方法定量研究了形态性状和体重对性腺重的影响效果和决定程度,明确了体重、腹部宽和头胸甲长可以作为间接选择性腺重的参考指标,建立了以上述性状为自变量估计性腺重的多元回归方程,经检验方程可以应用于实际,为开展拟穴青蟹性腺性状的选育提供了参考。

参考文献:

- [1] Keenan C P, Davies P J F, Mann D L. A revision of the genus *Scylla* de Haan, 1833 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Portunidae) [J]. Raffles Bull Zool, 1998, 46: 217-245.
- [2] Roehrdanz R L. An improved primer for PCR amplification of mitochondrial DNA in a variety of insect species [J]. Insect Mol Biol, 1993(2): 89-91.
- [3] 马凌波, 张凤英, 乔振国, 等. 中国东南沿海青蟹线粒体 COI 基因部分序列分析 [J]. 水产学报, 2006, 30(4): 463-468.
- [4] 刘小林, 吴长功, 张志怀, 等. 凡纳对虾形态性状对体重的影响效果分析 [J]. 生态学报, 2004, 24(4): 857-862.
- [5] 田焱, 孔杰, 杨翠华, 等. 中国对虾 (*Fenneropenaeus chinensis*) 形态性状与体重的相关性分析 [J]. 海洋与湖沼, 2006, 37(增刊): 54-59.
- [6] 孙成波, 邓先余, 李镇泉, 等. 北部湾野生日本囊对虾 (*Marsupenaeus japonicus*) 体重和形态性状的关系 [J]. 海洋与湖沼, 2008, 39(3): 263-268.
- [7] 孙成波, 李镇泉, 黄海立, 等. 北部湾野生生长毛明对虾 (*Fenneropenaeus penicillatus*) 体重和形态性状的关系 [J]. 广东海洋大学学报, 2008, 28(6): 76-80.

(下转第 70 页 Continue on page 70)

- 的生长和营养特制分析[J]. 基因组学与应用生物学, 2011, 30(5):614-619.
- [8] 谢少平,倪晋山. 空心莲子草、大豆和向日葵根部 K^+ (Rb^+) 的吸收和通量分析[J]. 植物生理学报, 1987, 13(4):410-417.
- [9] Song Z Z, Su Y H. Distinguishing the potassium enrichment capability of *Alternanthera philoxeroides* associated with high-affinity potassium transport through KUP systems[EB/OL]. Weed Science (In-Press), doi: <http://dx.doi.org/10.1614/WS-D-12-00100.1>
- [10] 陈斌,吉训凤,季应明,等. 沅制水花生作麦稻基肥的效应研究[J]. 土壤通报, 2000, 31(4):180-182.
- [11] 庞金华,沈瑞芝,程平宏. 三种植物对 COD 的耐受极限与净化效果[J]. 农业环境保护, 1997, 16(5):209-213.
- [12] 白峰青,郑丙辉,田自强. 水生植物在水污染控制中的生态效应[J]. 环境科学与技术, 2004, 27(4):99-101.
- [13] 朱慧,吴双桃. 空心莲子草在污染治理中的应用[J]. 河北化工, 2006, 29(6):55-57.
- [14] 李裕红,袁建军,陈怀宇,等. 泉州湾若干海岸植物铜、锌、铅及氮、磷、钾元素分布特征[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(4):630-634.
- [15] 颜素珠,梁东,彭秀娟. 8 种水生植物对污水中重金属:铜的抗性及其净化能力的探讨[J]. 中国环境科学, 1990, 10(3):166-170.
- [16] Murashige T, Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures[J]. *Physiol Plant*, 1962, 15(3):473-497.
- [17] 卢如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社, 2000:191-196.

(责任编辑:邓大玉)

(上接第 59 页 Continue from page 59)

- [8] 胡贤德,孙成波,李镇泉,等. 北部湾墨吉明对虾和斑节对虾形态性状对体质量的影响分析[J]. 海南大学学报:自然科学版, 2009, 27(1):48-53.
- [9] 耿绪云,王雪惠,孙金生,等. 中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 一龄幼蟹外部形态性状对体重的影响效果分析[J]. 海洋与湖沼, 2007, 38(1):49-54.
- [10] 高保全,刘萍,李健. 三疣梭子蟹形态性状对体重影响的分析[J]. 海洋水产研究, 2008, 29(1):44-50.
- [11] 刘磊,李健,高保全,等. 三疣梭子蟹不同日龄生长性状相关性及其对体重的影响[J]. 水产学报, 2009, 33(6):964-971.
- [12] Falconer D S, Mackay T F C. Introduction to quantitative Genetics (4th ed) [M]. Addison Wesley Longman Limited, 1996, UK:223-245.
- [13] 张琪,丛鹏,彭励. 通径分析在 Excel 和 SPSS 中的实现[J]. 农业网络信息, 2007(3):109-111.
- [14] 唐小林,沈琪,胡超群,等. 拟穴青蟹卵巢早期发育的组织学观察[J]. 海洋湖沼通报, 2009(3):72-78.
- [15] 宋春妮,李健,刘萍,等. 日本蟳形态性状对体重的影响效果[J]. 大连海洋大学学报, 2010, 25(4):365-369.

(责任编辑:邓大玉)