

脊尾白虾形态性状对体质量影响的通径分析

张成松, 李富花, 相建海*

(中国科学院海洋研究所, 实验海洋生物学重点实验室, 山东 青岛 266071)

摘要: 为确定适于脊尾白虾人工选育的理想测度指标, 实验以 4 月龄的池塘养殖脊尾白虾为研究对象, 随机选取 177 尾测定体长、全长、头胸甲长、头胸甲宽、头胸甲高、第一腹节高、第一腹节宽、腹部长、额剑上齿数目、额剑下齿数目和体质量共 11 个指标, 采用相关分析和通径分析方法, 计算以形态性状为自变量对体质量作依变量的通径系数及决定系数, 并定量分析了形态性状对体质量的影响效应。通径分析显示, 脊尾白虾体长、头胸甲宽、头胸甲高、第一腹节宽对体质量的通径系数达到极显著水平, 是直接影响体质量的主要指标, 其中以体长对体质量的直接影响最大, 而其余指标对体质量的直接影响均较小, 是影响体质量的次要因素, 经逐步回归分析后均被剔除; 逐步回归分析建立了体长、头胸甲宽、头胸甲高和第一腹节宽对体质量的回归方程, 其回归截距及相应的回归系数分别为 -3.277 、 0.470 、 0.980 、 0.528 和 1.942 。研究表明, 体长、头胸甲宽、头胸甲高和第一腹节宽与体质量的复相关系数(R^2)为 0.976 , 为影响体质量的主要自变量。

关键词: 脊尾白虾; 形态性状; 相关分析; 通径分析

中图分类号: Q 348; S 917.4

文献标志码: A

脊尾白虾 (*Exopalaemon carinicauda*) 系温带海区底栖虾类, 主要分布于中国大陆沿海和朝鲜半岛西岸的浅海低盐水域, 尤以黄海、渤海产量最高, 是我国特有的 3 种经济虾类之一^[1]。脊尾白虾环境适应性强、生长快、肉质好、经济价值高、养殖经济效益可观, 是有潜力的增养殖虾类品种。据不完全统计, 目前全国脊尾白虾养殖面积约 1 万 hm^2 ^[2], 该品种养殖产量已占我国东部沿海混养池塘总产量的 $1/3$ ^[3]。目前脊尾白虾养殖苗种主要通过自然海区纳苗、捕捞天然苗或直接在养殖池放养抱卵虾等获得, 苗种数量和质量受外部环境的影响极大, 并且现有的苗种均来源于未经驯化、选育的野生虾, 甚至是人工养殖的越冬虾, 养殖群体往往表现为生长速度慢、抗逆能力差、商品虾规格差异明显等, 从而显著降低了养殖的经济效益。因此, 开展具有优良性状的脊尾白虾新品系选育势在必行。

多元分析已广泛应用于水产养殖的方案优化和生产量的估计。Fontaine 等^[4-5]分析了 3 种重要经济对虾的尾长与全长、体长与体质量的相关, Thomas^[6]对短沟对虾 (*Penaeus scmisulcatus*) 体长与体质量的相关及相对条件因子进行了系统分析。Turker 等^[7]利用小龙虾 (*Procambarus clarkii*) 体脂肪和净肉组织导电性的差异, 建立了用体导电性估计净肉量、脂肪、蛋白质、水分、粗灰粉的回归分析方法; Caputi 等^[8]根据叶状幼体和稚虾丰富度指数用多元回归分析方法预测了西方岩龙虾 (*Panulirus cygnus*) 的捕获量; Rhodes 等^[9]分析了淡水龙虾 (*Austropotamobius pallipes*) 体长、体质量的关系, 全长与甲壳长的相关, 肌肉生产量与甲壳长度相关以及体脂肪、碳水化合物、蛋白质的关系。这些研究均涉及多个变量, 利用多元回归方程估计目标性状, 但大多没有区分自变量对依变量的直接作用和间接影响。刘小林

收稿日期: 2012-12-04 修回日期: 2013-03-21

资助项目: 国家科技支撑计划 (2011BAD13B01); 虾产业体系项目 (CARS-47)

通信作者: 相建海, E-mail: jhxiang@qdio.ac.cn

等^[10-11]采用多元回归分析研究了凡纳滨对虾 (*Litopenaeus vannamei*) 形态性状对体质量的影响以及栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*) 壳尺寸性状对活体质量的影响,首次区分了自变量对依变量的直接作用和间接影响大小。随后,多元回归分析方法在其他水产动物研究中广泛利用。

本研究对脊尾白虾的形态性状和体质量进行了多元回归分析,利用相关分析、通径分析区分了影响脊尾白虾体质量的主要形态性状及直接影响和间接作用的大小,并通过逐步回归方法,建立形态性状与体质量间的多元线性最优回归方程,以期对脊尾白虾人工选育提供理论依据和理想的测度指标。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

实验在南通聚濠水产有限公司进行,随机选取在土池养殖的4月龄脊尾白虾200尾左右(实测218尾),剔除抱卵虾及额剑、尾节不完整的虾,共挑选出实验用待测虾177尾,测量体长(X_1)、全长(X_2)、头胸甲长(X_3)、头胸甲宽(X_4)、头胸甲高(X_5)、第一腹节高(X_6)、第一腹节宽(X_7)、腹部长(X_8)、额剑上齿数目(X_9)、额剑下齿数目(X_{10})和体质量(Y)共11个指标。

1.2 测量方法

用吸水纸吸干虾体表面水分,用电子称(± 0.01 g)直接称量获得体质量并记录。额剑上、下齿数目,直接计数获得。

形态性状的测量采用杨长明等^[12]的方法,实验虾称重后用数码相机拍照,在拍摄过程中,数码相机的位置及焦距保持不变,拍照时与虾体同一平面上放有一带刻度的直尺作为参照物。利用Photoshop软件测量体长、全长、头胸甲长、头胸甲宽、头胸甲高、第一腹节高、第一腹节宽,在Photoshop中处理时,测定两点间的像素 a ,再测定直尺上1 cm的像素值 b , a 和 b 的比值就是要

测定的两点间的实际距离。腹部长等于体长减去头胸甲长。

体长,眼柄基部至尾节末端的距离;全长,额剑前端至尾节末端的长度;头胸甲长,眼窝后缘连线中央至头胸甲中线后缘的长度;头胸甲宽,头胸甲最宽处的长度;头胸甲高,头胸甲下沿到头胸甲背脊线的距离;第一腹节高,第一腹节下沿到第一腹节背脊线的距离;第一腹节宽,第一腹节最宽处的长度。

1.3 分析方法

数据分析参照杜家菊等^[13]的方法用SPSS 15.0软件进行。测定结果经初步统计整理,获得各项表型参数估计值(统计量)后,分别进行表型相关分析、形态性状各指标对体质量的通径分析和决定系数计算,剖析这些性状对体质量的直接作用和间接影响,剔除偏回归系数不显著的性状,保留偏回归系数显著的形态性状对体质量建立回归方程。相关系数(r_{xy})、通径系数(P_i)、决定系数(d_i)、双性状共同决定系数(d_{ij})的计算公式^[14]:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

$$P_i = R_{xx}^{-1} R_{xy} \quad (2)$$

$$d_i = P_i^2 \quad (3)$$

$$d_{ij} = 2r_{ij} \times P_i \times P_j \quad (4)$$

式中, R_{xx}^{-1} 为 x 性状间的相关矩阵的逆矩阵; R_{xy} 为 x 对 y 的相关矩阵; r_{ij} 为 i 性状对 j 性状的相关系数。

2 结果

2.1 各性状的表型参数估计量

所测形态性状和体质量的数据经初步整理,获得表型统计量列于表1。体质量和额剑下齿数目的变异系数较大,而体长和全长的变异较小。

表1 各形态性状的表型参数
Tab.1 The apparent parameters of the traits

指标 index	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
平均数 mean	1.824	5.091	6.827	1.375	0.809	0.905	0.695	0.740	3.72	7.107	5.655
标准差 standard deviation	0.445	0.443	0.611	0.138	0.078	0.084	0.071	0.064	0.313	0.695	0.761
变异系数/% coefficient of variation	24.391	8.695	8.956	10.037	9.700	9.270	10.251	8.694	8.41	9.776	13.460

2.2 性状间的相关系数

脊尾白虾各形态性状及体质量之间的表型相关系数列于表 2。除额剑上齿数目与额剑下齿数目外,其他各形态性状及体质量的表型相关均呈

极显著水平 ($P < 0.01$), 额剑上齿数目与额剑下齿数目之间相关极显著 ($P < 0.01$)。体质量与形态性状的相关大小依次为 $r_{1y} > r_{7y} > r_{2y} = r_{3y} > r_{8y} > r_{4y} > r_{5y} > r_{6y} > r_{9y} > r_{10y}$ 。

表 2 脊尾白虾各形态性状及体质量间的表型相关系数
Tab.2 The phenotype correlation coefficient among the traits of *E. carinicauda*

性状 trait	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
Y	1.000	0.971 **	0.955 **	0.955 **	0.922 **	0.912 **	0.748 **	0.969 **	0.947 **	0.076	-0.024
X ₁		1.000	0.975 **	0.951 **	0.871 **	0.869 **	0.773 **	0.948 **	0.990 **	0.078	-0.006
X ₂			1.000	0.941 **	0.875 **	0.863 **	0.751 **	0.936 **	0.960 **	0.088	0.041
X ₃				1.000	0.904 **	0.886 **	0.709 **	0.929 **	0.899 **	0.080	0.002
X ₄					1.000	0.899 **	0.641 **	0.899 **	0.829 **	0.083	-0.019
X ₅						1.000	0.678 **	0.893 **	0.834 **	0.055	0.004
X ₆							1.000	0.751 **	0.777 **	0.062	0.062
X ₇								1.000	0.927 **	0.049	-0.024
X ₈									1.000	0.074	-0.007
X ₉										1.000	0.199 **
X ₁₀											1.000

注: ** 表示差异极显著 ($P < 0.01$), * 表示差异显著 ($P < 0.05$), 下表同。

Notes: ** indicates very significant difference ($P < 0.01$), * indicates significant difference ($P < 0.05$), the same as the following.

2.3 各形态性状对体质量影响的通径分析

表 3 显示了脊尾白虾各形态性状对体质量的通径系数,其中体长、头胸甲宽、头胸甲高和第一腹节宽对体质量的通径系数(直接作用)达到极显著水平 ($P < 0.01$)。体长对体质量的直接作用

最大,但在体长与体质量的相关中,仍然只有小一部分是通过其对体质量的直接作用,大部分是通过体长对体质量的间接影响。各形态性状对体质量的间接作用均大于直接作用。

表 3 脊尾白虾各形态性状对体质量影响的通径分析
Tab.3 Path analysis of the effects of morphometric traits on body weight of *E. carinicauda*

性状 trait	相关系数 correlation coefficient	直接作用 direct effect	间接影响 indirect effect				
			Σ	X ₁	X ₄	X ₅	X ₇
X ₁	0.971 **	0.468 **	0.504		0.151	0.087	0.266
X ₄	0.922 **	0.173 **	0.751	0.408		0.090	0.253
X ₅	0.912 **	0.100 **	0.814	0.407	0.156		0.251
X ₇	0.969 **	0.281 **	0.689	0.444	0.156	0.089	

2.4 各形态性状对体质量的决定程度分析

对体质量直接作用显著的 4 个形态性状单独或两两共同对体质量的决定系数见表 4。对角线列出了形态性状体长、头胸甲宽、头胸甲高和第一腹节宽对体质量单独的决定系数,对角线上方列出了这 4 个形态性状两两联合对体质量的共同决定系数。由表 4 可以看出,对单性状决定系数而言,体长对体质量的决定程度最大,而第一腹节宽的决定程度最小;在共同决定系数中,体长与第一腹节宽对体质量的共同决定程度最大。复相关系数等于性状单独的决定系数和性状两两共同决定

系数之和,对脊尾白虾体质量直接作用显著的 4 个形态性状的复相关系数为 0.976。

表 4 脊尾白虾形态性状对体质量的决定系数
Tab.4 The determinant coefficients of morphometric traits to body weight of *E. carinicauda*

性状 trait	X ₁	X ₄	X ₅	X ₇
X ₁	0.219	0.014	0.081	0.249
X ₄		0.030	0.031	0.086
X ₅			0.010	0.050
X ₇				0.079

2.5 逐步回归分析及多元回归方程的建立

根据逐步回归分析的结果(表5),剔除偏回归系数不显著的全长、头胸甲长、第一腹节高、腹部长、额剑上齿数目和额剑下齿数目共6个形态性状,保留体长、头胸甲宽、头胸甲高及第一腹节

宽,建立多元回归方程: $Y = -3.277 + 0.47X_1 + 0.98X_4 + 0.528X_5 + 1.942X_7$ 。多元回归关系和各个偏回归系数的显著性检验结果表明,回归关系达到极显著水平($P < 0.01$)(表6)。

表5 偏回归系数检验
Tab.5 Coefficient test of partial regression

偏回归分析 analysis of partial regression	常量 constant	X_1	X_4	X_5	X_7
偏回归系数 partial regression coefficient	-3.277	0.470	0.980	0.528	1.942
t 值 t-value	-53.504	12.493	5.673	3.325	6.543
显著性 significance	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000

表6 多元回归方程的方差分析
Tab.6 ANOVA analysis of multiple regression equation

指标 index	总平方和 sum of squares	自由度 df	均方 mean square	F 值 F-value	显著性 significance
回归 regression	34.010	4	8.500	1780.646	0.000
残差 residual	0.821	172	0.005		
总计 total	34.834	176			

3 讨论

相关系数是两个变量间相互关系的综合,包含了两者的直接关系和通过其他变量的间接关系,单纯采用性状间的相关系数不能正确表述两性状间的真实关系,而通径分析不仅能正确表述变量间的真实关系,而且能把性状间相关剖分成直接作用和间接影响,直接作用反映两者的本质关系^[10]。本实验中,脊尾白虾全长、头胸甲长和腹部长与体质量的表型相关系数分别为0.955、0.955和0.947,其相关程度大于头胸甲宽与体质量的表型相关系数(0.922),但通径分析结果表明,脊尾白虾全长、头胸甲长和腹部长对体质量的直接影响不显著,而头胸甲宽的直接影响则达到了极显著水平。另外,包括体长、全长、头胸甲长、头胸甲宽、头胸甲高、第一腹节高、第一腹节宽、腹部长共8个形态性状与体质量的表型相关系数达到极显著水平,而通径分析表明仅有4个形态性状(体长、头胸甲宽、头胸甲高和第一腹节宽)对体质量有显著的直接影响。由此可见,性状间的表型相关分析不能判定各自变量对依变量的影响大小,而采用通径分析可以区分各性状对体质量的直接影响程度,并从中找到影响体质量指标的主要因素。

通径分析中,通径系数表示自变量对依变量的直接影响大小,通径系数随着所选择的自变量的个数和性质的不同而变化,如果增减自变量的个数或者更换自变量,通径系数都会发生改变,考虑的性状越多,分析结果就越可靠,但统计分析就越复杂,就不能突出重点。一般情况下,以自变量对依变量的表型相关系数达到显著水平为自变量入选条件,表型相关系数不显著者剔除^[10]。本研究通过剔除偏回归系数不显著的全长、头胸甲长、第一腹节高、腹部长、额剑上齿数目和额剑下齿数目共6个形态性状,保留体长、头胸甲宽、头胸甲高及第一腹节宽4个形态性状,建立了较为理想的多元回归方程。

在表型相关分析的基础上,进行通径系数分析和决定系数分析时,只有当复相关指数 R^2 或各自变量对依变量的单独决定系数及两两共同决定系数的总和 $\sum d$ (在数值上 $R^2 = \sum d$)大于或等于0.85(即85%)时,才表明影响依变量的主要自变量已经找到^[10]。本实验中,进入回归方程的4个形态性状对体质量的总决定系数为0.976,由此可以确认,体长、头胸甲宽、头胸甲高及第一腹节宽是影响脊尾白虾体质量的主要形态性状。

值得注意的是,杨磊等^[15]利用90尾3月龄池塘养殖脊尾白虾的形态性状数据进行了形态性

状对其体质量的影响效应研究,通径分析的结果表明,头胸甲长、头胸甲宽、尾扇长和第一腹节高对体质量的直接影响达到显著或极显著水平,是影响脊尾白虾体质量的主要形态性状。这与本实验的结果存在较大的差异,主要表现在上述报道中体长性状对体质量的直接影响较小而被剔除了,而在本实验中体长作为影响体质量的最重要形态性状(直接作用为 0.468)得以保留,另外,头胸甲长对体质量的直接影响也存在差异,原因可能是两者所用脊尾白虾的形态特征存在较大差异,例如,本实验中实验动物的平均体长为 5.09 cm,平均体质量为 1.82 g,头胸甲长仅占体长的 27.01%,而杨磊等^[15]分别为 3.65 cm、2.20 g 和 39.19%,或许正是这些种群间的形态差异最终导致了分析结果的不同。另外,实验动物月龄的差异也是可能原因之一,本研究所用实验动物种苗来源于室内水泥池育苗,月龄是从仔虾(P1)开始计算。目前已有研究证实不同月龄水产动物的性状主成分有所不同^[16-17],且影响其体质量的主要形态性状也有所不同^[18],在脊尾白虾中可能也存在类似的现象。有研究表明,日本沼虾(*Macrobrachium nipponens*)不同地理种群的形态参数存在一定差异但尚未达到亚种水平^[19],不同地理种群的脊尾白虾在形态特征上差异大小及程度还有待于进一步研究。

数量性状的生长指标通常包括以长度度量和以重量度量的生长指标两类^[9]。本实验利用脊尾白虾的长度性状和重量性状来共同探讨数量性状间的关系,以形态性状作为自变量,其对重量性状的回归相关性极为显著,因此以长度性状来评价和预测重量性状是可行的,这在凡纳滨对虾^[10,12,20]、中国明对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)^[14,18]、秀丽白虾(*Exopalaemon modestus*)^[21]、虾夷马粪海胆(*Strongylocentrotus internedius*)^[22]、栉孔扇贝^[11]、长肋日月贝(*Amusium pleuronectes*)^[23]、青蛤(*Cyclina sinensis*)^[24]、文蛤(*Meretrix meretrix*)^[25]、马氏珠母贝(*Pinctada martensi*)^[26]、紫石房蛤(*Saxidomus purpurata*)^[27]、华贵栉孔扇贝(*Chlamys nobilis*)^[28]、九孔鲍(*Haliotis diversicolor*)^[29]及大黄鱼(*Larimichthys crocea*)^[30]等的研究中都获得了证实。因此,在脊尾白虾的选育过程中,体长、头胸甲宽、头胸甲

高及第一腹节宽是较理想的选育测度指标。

参考文献:

- [1] 李新正,刘瑞玉,梁象秋. 中国长臂虾总科的动物地理学特点[J]. 生物多样性,2003,11(5):393-406.
- [2] 梁俊平,李健,刘萍,等. 脊尾白虾生物学特性与人工繁育的研究进展[J]. 中国农学通报,2012,28(17):109-116.
- [3] Xu W, Xie J, Shi H, et al. *Hematodinium* infections in cultured ridgetail white prawns, *Exopalaemon carinicauda*, in eastern China[J]. Aquaculture, 2010, 300(1-4):25-31.
- [4] Fontaine C T, Neal R A. Relation between tail length and total length for the three commercially important penaeid shrimp[J]. Fishery Bulletin, 1968, 67(1):125-126.
- [5] Fontaine C T, Neal R A. Length-weight relations for the three commercially important penaeid shrimp of the Gulf of Mexico[J]. Transactions of the American Fisheries Society, 1971, 100(3):584-586.
- [6] Thomas M M. Age and growth, length-weight relationship and relative condition factor of *Penaeus semisulcatus* De Haan [J]. Indian Journal of Fisheries, 1975, 22(1-2):133-142.
- [7] Turker H, Eversole A G. Evaluation of nondestructive method for determining body composition of crayfish [J]. Journal of Shellfish Research, 1998, 17(1):339.
- [8] Caputi N, Brown R S, Phillips B F. Predicting catches of the western rock lobster (*Panulirus cygnus* selective) based on indices of peurulus and juvenile abundance [C]. ICES, Marie Science Symposia, Copenhagen, Denmark, 1995:287-293.
- [9] Rhodes C P, Holdich D M. Length-weight relationship, muscle production and proximate composition of the freshwater crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) [J]. Aquaculture, 1984, 37(2):107-123.
- [10] 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.
- [11] 刘小林,常亚青,相建海,等. 栉孔扇贝壳尺寸性状对活体重的影响效果分析[J]. 海洋与湖沼,2002,33(6):673-678.
- [12] 杨长明,何铜,刘小林,等. 凡纳对虾形态性状对体质量的逐步回归分析[J]. 西北农业学报,2011,20(2):15-20.

- [13] 杜家菊,秦志伟. 使用 SPSS 线性回归实现通径分析的方法[J]. 生物学通报,2010,45(2):4-6.
- [14] 董世瑞,孔杰,万初坤,等. 中国对虾形态性状对体重影响的通径分析[J]. 海洋水产研究,2007,28(3):15-22.
- [15] 杨磊,赵晶,杨鹏,等. 池养脊尾白虾形态性状对体重的影响效应[J]. 浙江海洋学院学报:自然科学版,2012,31(3):191-196.
- [16] 何铜,刘小林,杨长明,等. 凡纳滨对虾各月龄性状的主成分与判别分析[J]. 生态学报,2009,29(4):2134-2142.
- [17] 唐瞻杨,肖俊,李莉萍,等. 尼罗罗非鱼 (*Oreochromis niloticus*) 不同月龄性状的主成分与判别分析[J]. 海洋与湖沼,2012,43(2):288-293.
- [18] 安丽,刘萍,李健,等. “黄海1号”中国明对虾形态性状对体质量的影响效果分析[J]. 中国水产科学,2008,15(5):779-786.
- [19] 赵晓勤,倪娟,陈立侨,等. 日本沼虾4种群的形态差异分析[J]. 中国水产科学,2006,13(2):224-229.
- [20] 李刚,刘小林,黄皓,等. 凡纳滨对虾净肉质量的影响因素分析[J]. 海洋科学,2007,31(6):70-74.
- [21] 张敏莹,刘凯,段金荣,等. 太湖秀丽白虾形态性状对体重影响的通径分析[J]. 中国农学通报,2010,26(21):417-421.
- [22] 杨小刚,常亚青,刘小林. 虾夷马粪海胆壳性状对活体质量的影响效果分析[J]. 水产科学,2010,29(2):83-86.
- [23] 王雨,叶乐,陈旭,等. 海南野生长肋日月贝形态性状与重量性状的通径分析[J]. 安徽农业科学,2009,37(8):3570-3572.
- [24] 高玮玮,袁媛,潘宝平,等. 青蛤 (*Cyclina sinensis*) 贝壳形态性状对软体部重的影响分析[J]. 海洋与湖沼,2009,40(2):166-169.
- [25] 吴杨平,陈爱华,姚国兴,等. 文蛤贝壳形态性状对活体重的影响分析[J]. 海洋渔业,2010,32(3):320-325.
- [26] 刘志刚,王辉,孙小真,等. 马氏珠母贝经济性状对体重决定效应分析[J]. 广东海洋大学学报,2007,27(4):15-20.
- [27] 黎筠,王昭萍,于瑞海,等. 紫石房蛤壳性状对活体重影响的定量分析[J]. 海洋水产研究,2008,29(6):71-77.
- [28] 郑怀平,孙泽伟,张涛,等. 华贵栉孔扇贝1龄贝数量性状的相关性及通径分析[J]. 中国农学通报,2009,25(20):322-326.
- [29] You W W, Ke C H, Luo X, *et al.* Genetic correlations to morphological traits of small abalone *Haliotis diversicolor* [J]. *Journal of Shellfish Research*,2010,29(3):683-686.
- [30] 刘贤德,蔡明夷,王志勇,等. 闽-粤东族大黄鱼生长性状的相关与通径分析[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版,2008,38(6):916-920.

Path analysis of effects of morphometric attributes on body weight of *Exopalaemon carinicauda*

ZHANG Chengsong, LI Fuhua, XIANG Jianhai*

(Key Laboratory of Experimental Marine Biology, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Abstract: In order to ascertain the optimal and measurable indices used in artificial breeding of *Exopalaemon carinicauda*, the effects of morphometric attributes on body weight of *E. carinicauda* were analyzed by path analysis. Besides body weight, ten morphometric attributes, including the body length, total length, carapace length, carapace width, carapace height, first abdominal segment height, first abdominal segment width, abdomen length, number of upper frontal eminence spin and number of lower frontal eminence spin were recorded for 177 four-month-old *E. carinicauda*. The correlation coefficients among all attributes were calculated, and the path coefficients and determination coefficients were calculated by taking the body weight as a dependent variable, and the other ten morphometric attributes as independent variables in path analysis. The data indicated that the path coefficients of four morphometric attributes (body length, carapace width, carapace height, first abdominal segment width) to body weight reached significant difference ($P < 0.01$) level. Among above four significant factors for body weight, body length showed the greatest effect on body weight with the direct effect efficiency of 0.468**. The direct effects of total length, carapace length, first abdominal segment height, abdomen length, number of upper frontal eminence spin and number of lower frontal eminence spin on body weight were quite low, therefore, they were regarded as insignificant factors influencing the body weight. The stepwise regression analysis established a multiple regression equation on the effects of body length, carapace width, carapace height, first abdominal segment width on body weight with partial regression coefficients of -3.277, 0.470, 0.980, 0.528 and 1.942 separately. Judging from the high multiple-correlation coefficient ($R^2 = 0.976$), the main attributes (body length, carapace width, carapace height, first abdominal segment width) determining the body weight have been selected.

Key words: *Exopalaemon carinicauda*; morphometric attributes; correlation analysis; path analysis

Corresponding author: XIANG Jianhai. E-mail: jhxiang@qdio.ac.cn