

琴文蛤形态性状对体量的影响效果分析

刘博, 滕爽爽, 邵艳卿, 柴雪良, 王侃

(浙江省海洋水产养殖研究所, 浙江省近岸水域生物资源开发与保护重点实验室, 浙江 温州 325001)

摘要: 从广西琴文蛤(*Meretrix lyrata*)养殖群体中随机选取 87 颗成贝, 测量其活体重(y)、壳长(χ_1)、壳高(χ_2)、壳宽(χ_3)及外韧带长(χ_4), 计算相关系数。采用通径分析方法计算了以体长性状为自变量对体重做依变量的通径系数、决定系数及相关指数, 对各性状的影响大小进行剖分, 明确影响琴文蛤体重的主要外部形态性状。结果表明, 所测各形态性状间的相关性均达到极显著水平($P < 0.01$); 其中外韧带长($P=0.3593$)和壳宽($P=0.3480$)对体重的直接影响较大, 是影响体重的主要因素。决定系数分析结果与通径分析结果有一致的变化趋势; 所选各形态性状与体重的复相关指数为 $R^2=0.943$; 表明所选性状是影响体重的主要性状。利用多元回归分析法建立了壳长、壳宽及外韧带长为自变量的估计体重的回归方程: $y=-32.2882+0.2604\chi_1+0.2991\chi_2+0.6737\chi_3+0.5175\chi_4$, 为琴文蛤选种提供了理论和理想的测度标准。

关键词: 琴文蛤(*Meretrix lyrata*); 形态性状, 体重; 相关分析; 通径分析

中图分类号: S917.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2011)10-0091-05

琴文蛤(*Meretrix lyrata*)属于帘蛤科(Veneridae)的文蛤属(*Meretrix*), 是广温、广盐性滩涂埋栖型贝类, 在中国南部沿海均有分布, 以受淡水影响的内湾及河口近海, 如广东沿海、广西北海湾、台湾西海岸及日本、越南、菲律宾海区一带资源最为丰富。是近年来崛起的海产养殖贝类, 已经在我国南部沿海地区进行了规模化养殖。在选择育种中, 体重性状是良种选育最直接的目标性状, 也是生产性能的直接反映, 然而活体质量性状与形态指标相比不直观, 且准确测量操作难度大。利用多元分析查清形态性状与体重之间的关系以及对体重的直接影响大小, 通过形态性状的选择达到选中目的, 在生产中具有重要的现实意义。

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。Harue等^[1]利用多元相关分析进行了红海鲤科养殖鱼类标准体长、体重对体脂肪含量的估计; Deboski等^[2]用多元回归方法, 估计了大西洋鲑鱼形态学特征与体脂肪含量相关性的研究; Robert等^[3]对大扇贝(*Pecten maximus*)双轮幼体形态学特征和幼体脂肪含量与最大形变进行了多元回归分析; Ahmed^[4]利用多元相关分析了鱼、鲸和贝类幼龄期体长、体重相关的生长参数。刘小林等^[5]对凡纳对虾(*Litopenaeus vannamei*)的体重与多个形态性状进行了多元分析, 建立了估计体重的多元回归方程。耿绪云等^[6]对中华绒螯蟹一龄幼蟹外部形态性状对体重

的影响效果分析, 董世瑞^[7]、安丽^[8]等对影响中国对虾的主要形态性状分析等, 李朝霞^[9]对影响紫石房蛤的主要形态性状进行了分析。以上研究均确定了影响目标性状的主要外部形态性状, 但有关琴文蛤的相关研究尚未见有报道。

本研究对琴文蛤的体重与多个形态性状进行了多元分析, 利用相关分析、通径分析、回归分析方法, 给出了影响琴文蛤体重的主要形态性状及其直接和间接作用的大小, 建立了估计体重的多元回归方程, 为琴文蛤的选育工作提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验动物的选择

2010年7月5日在广西北海湾随机选取琴文蛤 87 颗, 分别测定壳长、壳宽、壳高、外韧带长 4 个壳性状及活体重。

1.2 测量方法

游标卡尺(精确到 0.1mm)测量壳长、壳宽、壳高、

收稿日期: 2011-07-23; 修回日期: 2011-08-30

基金项目: 浙江省科研院所专项项目(2009F20010); 温州市科技兴海项目(S20080019); 国家贝类产业技术体系项目(CARS-48)

作者: 刘博(1977-), 男, 江苏徐州人, 博士, 助理研究员, 研究方向: 滩涂贝类遗传育种研究, 电话: 0577-88202028, E-mail: liubomusic@126.com; 柴雪良, 通信作者, 教授, 研究方向: 海水养殖与生态, 电话: 0577-89990218, E-mail: cxl-5888@163.com

外韧带的长度指标;用电子天平(精确到 0.001g)测量阴干后活体重。

1.3 分析方法

采用 SPSS13.0 统计分析软件对活体重、壳长、壳宽、壳高、外韧带测定结果经初步统计整理,获得各项形态参数估计值后,分别进行形态相关分析、形态性状各指标对体重的通径分析和决定系数计算,剖析了这些性状对体重的直接作用和间接影响进而求得决定系数^[10-11],通过偏回归系数检验剔出不显著的性状,取偏回归系数显著的形态性状分别对活体重新建立多元回归方程,并对方程进行拟合度检验。相关系数的计算公式为:

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

通径系数 $P_{x_i, y}$ 简称为 P_i 是标准化变量后的偏回归系数,也称为标准偏回归系数;决定系数又区分

为两种,单个自变量对依变量的决定系数为 $d_{x_i, y}$, 简称为 d_i , 两个性状对体重的共同决定系数 $d_{x_i x_j, y}$ 简称为 d_{ij} , 计算公式分别为:

$$p_i = b_i \times \frac{S_{xi}}{S_y}, b_i \text{ 为偏回归系数, } S_{xi} \text{ 为 } x_i \text{ 的标准差, } S_y \text{ 为 } y \text{ 的标准差。}$$

$$d_i = p_i^2, d_{ij} = 2r_{ij} \times p_i \times p_j$$

2 结果与分析

2.1 各性状的表型参数估计值

所测形态性状和体重的数据资料经初步整理后的表型统计量列于表 1。

2.2 性状间的相关系数

贝类各性状及活体重相互间的表型相关系数见表 2。

由表 2 可知,所列各性状间的表型相关全部呈极显著水平($P < 0.01$),表明所选指标进行相关分析具有重要的实际意义。

表 1 琴文蛤各形态性状的表型参数值

Tab. 1 Descriptive statistics of the phenotypic traits

性状	壳长 χ_1 (mm)	壳高 χ_2 (mm)	壳宽 χ_3 (mm)	外韧带长 χ_4 (mm)	活体质量 y (g)
平均值	37.8640	32.0168	20.9139	29.1132	16.3022
标准差	2.1668	2.0045	1.5510	2.0848	3.0027
变异系数 CV(%)	0.0572	0.0626	0.0742	0.0716	0.1842

表 2 性状间表型相关系数

Tab. 2 The phenotype correlation coefficients among traits

性状	χ_1	χ_2	χ_3	χ_4	y
χ_1	1	0.9283**	0.7517**	0.8037**	0.9236**
χ_2		1	0.7878**	0.8383**	0.9494**
χ_3			1	0.4458**	0.8067**
χ_4				1	0.8328**
y					1

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

2.3 贝类各形态对体重的通径系数

根据通径分析原理,利用统计分析软件(SPSS),得到琴文蛤各形态性状对体重的通径系数,各通径系数反映了该性状对琴文蛤活体重的直接影响。经显著性检验,各形态性状对活体重均达到显著水平($P < 0.05$),其中壳长、壳宽、外韧带长 3 个性状对活体重的通径系数达到了极显著水平($P < 0.01$)(见表 5)。结果分别为全长 $P_1=0.1879$ 、 $P_2=0.1996$ 、 $P_3=0.8067$ 、 $P_4=0.8328$,由此得到复相关指数 $R^2=0.943$ 。

通径系数反映自变量对依变量的直接影响。在所选的各形态性状中外韧带长对体重的直接影响最大,壳长对体重的直接影响最小。

2.4 琴文蛤各形态性状对体重的作用

根据相关系数的组成效应,将琴文蛤各形态性状与体重的相关系数剖分为各性状的直接作用 P_i 和各形态性状通过其他性状的间接作用部分,即 $r_{x_i y} = p_i + \sum r_{ij} p_j$, 结果见表 3。

表 3 贝壳各性状对活体重的影响

Tab. 3 The correlations of phenotype traits with live weights

性状	相关系数	直接作用	间接途径系数				合计
			χ_1	χ_2	χ_3	χ_4	
χ_1	0.9236	0.1879	—	0.1853	0.2616	0.2888	0.7357
χ_2	0.9494	0.1996	0.1744	—	0.2741	0.30119	0.7498
χ_3	0.8067	0.3480	0.1413	0.1604	—	0.1602	0.4619
χ_4	0.8328	0.3593	0.1510	0.1673	0.1551	—	0.4735

由表 3 可知, 琴文蛤各形态性状对体重的间接影响均大于直接影响, 其中壳宽(χ_3)、外韧带长(χ_4)对活体重的直接影响较大, 壳长的直接作用最小, 是影响活体重的次要因素; 壳长(χ_1)和壳高(χ_2)主要通过其他各性状间接影响活体重。

2.5 各形态性状对体重的决定程度分析

根据单个性状对体重的决定系数 $d_i = P_i^2$, 两个性状对体重的共同决定系数 $d_{ij} = 2r_{ij}P_iP_j$, 计算出形态性状间协同对体重的决定系数列于表 4。

表 4 贝类各性状对体重的决定系数

Tab. 4 The determinant coefficients of the growth traits on the weight

性状	χ_1	χ_2	χ_3	χ_4
χ_1	0.0353	0.0697	0.0983	0.1085
χ_2		0.0399	0.1094	0.1203
χ_3			0.1211	0.1115
χ_4				0.1291

表 4 的对角线上方给出了每个形态性状单独对体重的决定系数, 对角线上给出了两两性状共同对体重的决定系数。4 个单独决定系数和 6 个两两共同决定系数的总和 $\sum d = 0.943$, 它与相关指数 R^2 的数值相等。表明本研究所列形态性状是影响体重的重点性状。通过分析, 壳长(χ_1)、壳高(χ_2)、壳宽(χ_3)和外韧带长(χ_4)对体重的决定程度分别为 3.53%、3.99%、12.11%和 12.91%, 其中外韧带长的决定程度最大壳长的决定程度最小; 共同决定系数中, 壳高(χ_2)与外韧带长(χ_4)对体重的决定程度最大为 12.03%, 壳长(χ_1)与壳高(χ_2)对体重的共同决定程度最小为 6.9%。

2.6 多元回归方程的建立

根据多元相关分析和途径系数分析可知, 所测量的壳形态性状对体重的途径系数均达到显著或极显著的程度, 因此可以对体重进行多元回归估计(表 5), 建立壳长、壳高、壳宽和外韧带长估计琴文蛤的多元回归方程。采用多元回归方法建立的估计体重的多元回归方程: $y = -32.2882 + 0.2604\chi_1 + 0.2991\chi_2 + 0.6737\chi_3 + 0.5175\chi_4$; 其中 y 为体重(g), χ_1 为壳长(mm), χ_2 为壳高(mm), χ_3 为壳宽(mm), χ_4 为外韧带长(mm)。

表 5 偏回归系数检验

Tab. 5 Partial regression coefficient test

变量	偏回归系数	标准误差	t 值	P 值
常数	-32.2882	1.3898	-23.2326	0
χ_1	0.2604	0.1016	2.5641	0.01
χ_2	0.2991	0.1525	1.9608	0.05
χ_3	0.6737	0.1104	6.1017	0
χ_4	0.5175	0.0932	5.5547	0

经多元回归关系的显著性检验和各个偏回归系数的显著性检验表明, 回归关系达到极显著, 回归

关系均达到极显著($P < 0.01$)水平(表 6), 所有的偏回归系数均达到显著水平($P < 0.05$), 其中壳高的偏回归

系数显著($P < 0.05$), 壳长、壳宽和外韧带长的偏回归系数达到极显著($P < 0.01$)。经回归预测, 估计值与实

际观察值差异不显著, 说明该方程可以简便可靠地应用于实际生产。

表 6 方差分析表

Tab. 6 The results of variance analysis

指数	自由度	总平方和	均方	F 值	P 值
回归	4	731.2379	182.8095	339.3652	0.000
残差	82	44.1718	0.5387		
总计	86	775.4097			

3 讨论

3.1 自变量的确定和通径分析特点

性状间的表型相关系数是进行相关分析的基础, 包含了两者的直接关系和通过其他变量的间接关系, 但相关分析不能全面的考察变量之间的真实关系, 使结果带有一定的片面性, 因此只能作为多元分析的基础, 以确保进一步多元统计分析具有实际意义。多元回归分析在一定程度上能够消除变量之间的混淆, 但由于偏回归系数带有单位, 使原因对结果的效应不能直接进行比较。而通径分析克服了相关分析与回归分析的不足, 能够真实反映各自变量和依变量间的本质关系, 且通径系数是变量标准化的偏回归系数, 因此能使原因对结果的效应能直接进行比较。同时通径系数还能区分原因对结果的直接作用和间接作用, 能全面反映原因和结果的相对重要性。本研究所测的 4 种形态性状与体重的相关系数均极显著($P < 0.01$), 说明本实验对各性状的统计分析具有重要的实际意义。

3.2 影响活体重的重点性状的确定

体重是海洋经济贝类选育的一项重要指标, 实际选育中常常通过选育其他性状达到间接选育体重的目的。通过通径分析和多元回归分析建立以体重为依变量, 以其他相关形态性状为自变量的多元回归方程是研究间接选育的重要方法。因此找到影响琴文蛤体重的重点性状是开展间接选育的重要前提。而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 Σd (在数值上 $R^2 = \Sigma d$) 大于或等于 0.85 (即 85%) 时, 表明影响依变量的主要自变量已经找到。本实验所测定的壳长、壳高、壳宽、 $R^2 = \Sigma d = 0.943$, 说明琴文蛤性状壳长、壳高、壳宽和外韧带长的是影响体重

的重点性状, 其他未检测的性状的影响相对较小, 进一步说明通径系数分析结果能够反映生长性状与体重之间的真实关系。李朝霞等^[9]通过通径分析和回归分析, 确定了影响紫石房蛤活体重的主要形态性状依次为壳高、壳宽和壳长。本研究结果表明, 影响琴文蛤活体重的主要形态性状依次为外韧带长、壳宽、壳高和壳长。

数量性状的生长指标一般有两类: 以长度来度量生长指标和以重量来度量生长指标。本研究用琴文蛤的各长度指标和重量指标来共同探讨琴文蛤形态性状与体重间的生长相关, 把各形态性状作为自变量, 体重作为因变量, 建立了最优多元回归方程, 进一步明确了琴文蛤外韧带长、壳宽、壳高、壳长是琴文蛤选育中理想的测量指标, 为其育种工作的开展提供了理论依据和理想的测量指标。

参考文献:

- [1] Harue K, Mutsuyshi T, Katsuya M. Estimation of body fat content from standard body length and body weight on cultured Red Sea bream[J]. Fisheries Science Tokyo, 2000, 66 (2): 365-371.
- [2] Deboski P, Dobosz S, Robak S, et al. Fat level in body of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), and sea trout (*Salmo trutta* M. *trutta* L.) and method of estimation from morphometric data[J]. Archives of Polish Fisheries, 1999, 7 (2): 237-243.
- [3] Robert R, Nicolsa L, Moisan C, et al, Morphological and biochemical characterizations of the great scallop *Pecten maximus metamorphosis*[J]. C R Acad Sci (Ser.3) (Sci Vie/Life Sci), 1999, 322 (10): 847-853.
- [4] Ahmed M, Abbas G. Growth parameters of finfish and shellfish juvenile in the tidal waters of Bhanbore, Korangi Creek and Miani Hor Lagoon Pakistant[J].

- Journal of Zoology, 2000, 32 (3-4): 321-330.
- [5] 刘小林, 吴长功, 张志怀, 等. 凡纳对虾形态性状对体重的影响的效果分析[J]. 生态学报, 2004. 24(4): 857-862.
- [6] 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.
- [7] 董世瑞, 孔杰, 万初坤, 等. 中国对虾形体性状对体重影响的通径分析[J]. 海洋水产研究, 2007, 28(3): 16-22.
- [8] 安丽, 刘萍, 李健, 等. “黄海1号”中国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.
- [9] 李朝霞. 紫石房蛤形态性状对体重的影响效果分析[J]. 中国农学通报 2009, 25(5): 279-282.
- [10] 袁志发, 周敬芋, 郭满才. 决定系数—通径系数的决策指标[J]. 西北农林科技大学学报, 2001, 29(5): 131-133.
- [11] 袁志发, 周敬芋. 多元统计分析[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 130-131.

Mathematical analysis of the correlations between the morphometric attributes and body weight *Meretrix lyrata*

LIU Bo, TENG Shuang-shuang, SHAO Yan-qing, CHAI Xue-liang, WANG Kan

(Zhejiang Mariculture Research Institute, Wenzhou 325001, China; Zhejiang Key Laboratory of Exploitation and reservation of Coastat Bio-resource, Wenzhou 325001, China)

Received: Jul., 23, 2011

Key words: *Meretrix lyrata*; morphometric attribute; body weight; Correlation analysis; path analysis

Abstract: Data for this study were collected from 87 *M. lyrata* in Guangxi province. The shell length (χ_1), the shell height (χ_2), the shell width (χ_3), the outer ligament length (χ_4), and the body weight (y) were measured. The correlation coefficient matrix was constructed. The preceding four morphometric characters were used as independent variables, and the body weight was used as a dependent variable for calculations of path analysis, path coefficients (P_i), determination coefficients (d_i) and correlation index (R^2). It was found that all four correlations between the four morphological characters and the weight were significant ($P < 0.01$). Outer ligament length (X_4 , $P_1=0.3593$) and shell width (X_3 , $P_2=0.348$) were the key effective factors, bearing predominant, direct effect and determinacy on the live body weight. The result of high correlation index ($R^2 = 0.943$) clearly indicated that the path coefficient analysis could reveal the truthful relationship between the independent variables and the dependent variable. The multiple regression equation for estimation of live body weight was $y = -32.2882 + 0.2604\chi_1 + 0.2991\chi_2 + 0.6737\chi_3 + 0.5175\chi_4$. This paper provides theoretical evidence and appropriate measurement targets for breeding of *Meretrix Lyrata*.

(本文编辑: 康亦兼)