

南澳青蛤 (*Cyclina sinensis*) 野生群体 数量性状间的相关及通径分析

杨彦鸿^{1,2}, 李朝霞³, 郑怀平^{1,2}, 刘合露^{1,2}, 孙泽伟^{1,2}

(1. 汕头大学广东省海洋生物技术重点实验室, 广东 汕头 515063; 2. 汕头大学广东高校海水贝藻养殖工程技术研究中心, 广东 汕头 515063
3. 青岛农业大学动物科技学院, 山东 青岛 266109)

摘要: 于2009年9月, 从南澳岛野生青蛤群体中随机选取162枚1-2龄的个体, 测量形态性状(壳长、壳高、壳宽)和活体重, 采用相关分析、回归分析、通径分析等方法研究了四个数量性状之间的相关性在影响活重量方面的作用。结果表明, 四个数量性状间的相关性均达到显著水平($P < 0.05$), 相关系数从0.732到0.880; 对活体重影响最大的因素是壳长, 其值达16.26%。壳高与壳长间的协同作用对活体重的间接影响最大, 其值为25.87%, 壳宽的作用最小。以活体重(Y)为因变量, 壳长(x_1)、壳高(x_2)、壳宽(x_3)为自变量建立的回归方程为: $Y = 60.3203 + 0.9134x_1 + 0.8113x_2 + 0.6410x_3$ ($R^2 = 0.8641$)。本研究结果表明, 以提高重量为选育目标, 应首先对壳长进行选择, 同时加强对壳高的协同选择, 为青蛤的选择育种提供理论依据。

关键词: 青蛤; 野生群体; 数量性状; 相关性; 通径分析

中图分类号: Q959.215

文献标识码: A

文章编号: 1001-6932(2010)05-0550-04

Correlation and path analysis of quantitative traits for natural population of *Cyclina sinensis* in Nan'ao Island

YANG Yan-hong^{1,2}, LI Zhao-xia³, ZHENG Huai-ping^{1,2}, LIU He-lu^{1,2}, SUN Ze-wei^{1,2}

(1. Key Laboratory of Marine Biology of Guangdong, Shantou University, Shantou, 515063, China

2. Mariculture Research Center for Subtropical Shellfish & Algae, Shantou University, Shantou 515063, China

3. Animal Science & Technology College, Qingdao Agriculture University, Qingdao, 266109, China)

Abstract: One hundred and sixty two individuals of *Cyclina sinensis* (1-2 years old) were sampled from the natural population, and their three morphological traits (shell length, shell height, shell width) and total weight were measured in September, 2009. The correlation analysis, multiple regression analysis and path analysis were used to estimate the correlation among the traits measured and the influence of three morphological characters on total weight. The results showed that there was significant correlation among shell length, shell height, shell width, and total weight ($P < 0.05$), and correlation coefficient ranged from 0.732 to 0.880. Among three morphological traits, shell length and shell width separately made the largest and smallest direct impact on total weight, and their values were up to 25.87% and 16.26%, respectively; shell length and shell height made the largest indirect influence on total weight, and its' value was up to 25.87%. The regression equation about shell length (x_1), shell height (x_2), shell width (x_3) and total weight (Y) was established through multiple regression analysis just as followed: $Y = -60.3203 + 0.9134x_1 + 0.8113x_2 + 0.6410x_3$ ($R^2 = 0.8641$). The present results provide a theoretical reference for selection breeding in *C. sinensis*. Shell length could be used as the first important trait for the selection breeding of *C. sinensis*, meanwhile, shell height should be considered.

Key words: *Cyclina sinensis*; natural population; quantitative traits; correlation; path analysis

收稿日期: 2010-06-03; 修订日期: 2010-07-30

基金项目: 广东高校工程技术研究中心建设项目 (GCZX-A0908), 广东省部产学研结合项目 (2009B090300334), 广东省科技计划项目 (2009B020308010), 汕头市科技计划项目 (D200900135) 等资助

作者简介: 杨彦鸿 (1987-), 男, 硕士生, 甘肃定西人, 从事海洋贝类遗传育种研究, 电子邮箱: 09yhyang@stu.edu.cn

通讯作者: 郑怀平 (1968-), 男, 教授, 安徽五河人, 从事海洋贝类遗传育种与繁殖研究, 电子邮箱: hpzheng@stu.edu.cn

青蛤 (*Cyclina sinensis* Gmelin) 俗称黑蛤、铁蛤、圆蛤和牛眼蛤等, 隶属瓣鳃纲、帘蛤目、帘蛤科, 主要分布于朝鲜、日本、琉球群岛、东南亚, 以及中国南北沿海^[1], 具有很高的经济价值。然而, 像许多其它经济贝类一样, 缺乏高产抗逆养殖品种是目前制约青蛤养殖业进一步发展的突出问题。

贝类的数量性状主要包括壳长、壳高、壳宽等形态性状和活体重、软体重、壳重或闭壳肌重等重量性状^[2]。贝类产量不仅是一个受多基因调控的数量性状, 与壳长、壳高、壳宽、活体重及软体重等其他数量性状的存在相关关系^[3]。因此, 贝类数量性状的测定是产量评估和亲本选择的基本依据。通过研究产量主要构成因素的遗传相关和通径分析, 可得到各数量性状间的相关性及对产量的增益大小, 从而为遗传育种提供理论依据。目前, 有关青蛤数量性状间的相关及通径分析的研究仅见于高玮玮等人的报道^[4]。本文以粤东南澳岛青蛤野生群体为对象, 通过对其数量性状间相关性及通径分析研究, 旨在查明各数量性状间的相关性及影响产量的因素组成, 为青蛤的遗传育种提供理论指导。

1 材料和方法

1.1 材料

2009 年 9 月, 从粤东南澳岛的野生群体中随机取样 162 个个体, 贝龄 1-2 年。

1.2 测量的性状和测量方法

受测的 4 个数量性状包括壳长、壳高、壳宽等 3 个形态性状和 1 个重量性状 (活体重), 形态性状采用游标卡尺 (精度: 0.02 mm) 测量, 活体重采用电子天平 (精度: 0.01 g) 称量。

1.3 数据分析

壳长、壳高、壳宽、活体重等性状均值采用单变量(Univariate)统计处理, 各性状间的相关系数由多元相关分析求出。

以活体重 Y 为因变量, 以壳长 (x_1)、壳高 (x_2)、壳宽 (x_3) 为自变量, 进行多元线性回归方差分析和偏回归系数检验, 然后采用逐步回归法建立多元回归方程。使用的多元回归线性模型如下:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k$$

式中, Y 为因变量 (活体重); b_0 是常数项; b_i 是因变量 x_i 对自变量的偏回归系数。

由于偏回归系数 b_i 是带单位的, 单位不同就无法比较。另一方面, 若 x_i 的标准差不同, 彼此间也

不能比较。因此, 对 b_i 的分子和分母分别除以 Y 和 x_i 的标准差, 转化成标准化的偏回归系数, 这就是自变量 x_i 到因变量 Y 的直接通径系数 ($P_{Y \cdot x_i}$), 可用下面的公式表示:

$$P_{Y \cdot x_i} = b_i \frac{\sigma_{x_i}}{\sigma_Y}$$

性状 x_i 通过性状 x_j 到因变量的间接通径系数 ($P_{x_i \cdot x_j}$) 由公式 $P_{x_i \cdot x_j} = r_{ij}P_{j \cdot Y}$ ($i \neq j$) 计算获得。

决定系数 (determination coefficient, d) 是表示原因对结果的决定程度的系数, 其中, 单一性状对 Y 产生的决定系数被称为直接决定系数 (d_i): $d_i = P_{i \cdot Y}^2$; 一性状通过另一性状对 Y 产生的决定系数被称为间接决定系数 (d_{ij}): $d_{ij} = 2r_{ij}P_{i \cdot Y}P_{j \cdot Y}$

所有的统计分析均采用 SAS8.0 软件处理。

2 结果分析

2.1 四个数量性状的参数分析

壳长、壳高、壳宽和活体重四个数量性状的表型参数统计见表 1。活体重的变异系数和方差均远大于其他三个数量性状。由于选择的效果与方差在青蛤高产品培育中应用, 对其数量性状进行选择时, 应按照活体重、壳宽、壳高、壳长的顺序考虑选择可以取得理想的效果。

表 1 各性状的表型统计量

Tab. 1 Statistics for phenotypic parameters of various traits

参数	壳长/mm	壳宽/mm	壳高/mm	活体重/g
平均数 Means	42.58	27.02	43.58	31.29
标准差 SD	5.76	4.27	6.25	13.04
方差 Variance	33.14	18.27	39.07	170.12
变异系数 CV%	13.52	15.81	14.34	41.69

2.2 数量性状的相关性分析

四个数量性状间相关系数列于表 2 中。各数量性状间有显著的相关性 ($P < 0.001$), 其中, 活体重与壳高的相关系数 (0.880) 最大, 与壳长的相关系数 (0.878) 次之, 与壳宽的相关系数 (0.799) 最小。在进行青蛤的人工选育时, 通过壳高或壳长的直接选择可以有效的提高活体重。但是由于相关系数只能两个性状之间的密切程度, 同时存在多个性状及相关时, 这种相关只能反映其间的复合关系, 并不能表明个性状对产量作用的原因和效应大小, 因此, 需要进行通径分析。

表 2 四个数量性状间的相关系数
Tab. 2 Correlation coefficients between traits

性状	壳长	壳高	壳宽	活体重
壳长	1	0.825***	0.731***	0.878***
壳高		1	0.755***	0.880***
壳宽			1	0.799***
活体重				1

注: *** ($P < 0.001$)

2.3 形态性状对活体重的通径分析

由表 3 可知,三个形态性状对活体重产生的直接效应的大小顺序依次为壳长(0.403 2)、壳高(0.389 1)、壳宽(0.210 1),如要应用于生产中,从对产量的直接贡献来看,应优先考虑壳长。壳长、壳高、壳宽 3 个形态性状也可通过其他性状对活体重产生不同的间接效应(表 3)。其中,壳长通过壳高对活体重的间接效应最大(0.332 5),其次是壳高通过壳长对活体重的间接效应(0.320 8),壳长通过壳宽对活体重的间接影响(0.294 9)与壳高通过壳宽对活体重的间接影响(0.293 7)基本相同,而壳宽通过壳长与壳宽通过壳高对活体重的间接影响均比较小。

表 3 形态性状对活体重的通径分析
Tab. 3 Path analyses of morphological traits on total weight

性状	相关系数	直接作用	间接作用			
			Σ	壳长	壳高	壳宽
壳长	0.877 6	0.403 2	0.474 4	—	0.320 8	0.153 6
壳高	0.880 2	0.389 1	0.491 1	0.332 5	—	0.158 6
壳宽	0.798 7	0.210 1	0.588 6	0.294 9	0.293 7	—

2.4 形态性状对活体重的决定程度的分析

表 4 中对角线上数据表示某一性状对活体重的直接决定系数,而对角线以上的数据则为某一性状通过另一性状对活体重的间接决定系数。所有决定系数的总和为 0.864 1,与 R^2 值相等,说明三个形态性状是影响活体重的主要性状。其中,壳长对活体重的直接决定作用最大,占 16.26%;壳长通过壳高对活体重的间接决定作用最大,占 25.87%。因此在以活体重为育种目标时,形态上首先要考虑到壳长的作用,同时还要考虑到壳高的协同作用。

表 4 形态性状对活体重的决定系数
Tab. 4 Determinant coefficients of morphological traits on total weight

形态性状	壳长	壳高	壳宽
壳长	0.162 6	0.258 7	0.123 9
壳高		0.151 4	0.123 4
壳宽			0.044 1

2.5 形态性状对活体重的回归分析

由表 5 可见,三个形态性状均能对活体重产生极显著的影响($P < 0.001$),其影响由大到小依次为壳长、壳高、壳宽。由于表 5 中所有偏回归系数均极显著,所以证明自变量和因变量之间都存在极显著的线性关系。可建立如下的回归方程。

$$Y = -60.3203 + 0.9134x_1 + 0.8113x_2 + 0.6410x_3$$
$$(R^2 = 0.8641)$$

式中, Y 为活体重(g), x_1 壳长(mm), x_2 为壳高(mm), x_3 为壳宽(mm)。

表 5 形态性状对活体重的回归分析
Tab. 5 Regression analysis of morphological traits on total weight

变量	偏回归系数	标准回归系数	t 值	p 值
常数	-60.320 3	0	-20.51	< 0.001
x_1	0.913 4	0.403 2	7.41	< 0.001
x_2	0.811 3	0.389 1	6.88	< 0.001
x_3	0.641 0	0.210 1	4.48	< 0.001

表 6 为多元性回归分析方差的分析结果。由表 6 可知,活体重与各形态性状之间的回归达到了极显著的水平($P < 0.001$),估计值和实际观测值差异不显著,说明该方程可应用于实际生产中。

表 6 形态性状对活体重回归的方差分析
Tab. 6 Analysis of variance for regression of morphological traits on total weight

方差来源	自由度	均方	F 值	P 值
回归	3	7 839.802 6	332.69	$P < 0.001$
残差	157	23.565 0		
总计	160			

3 讨 论

通径分析最先由 Wright 提出^[5],在研究多个变量间关系中具有准确、直观等优点,因此在遗传育种工作中得到了广泛的应用,成为分析各变量决定

效应的有效手段。国内最先将相关分析和通径分析应用于贝类的是刘小林等的栉孔孔扇贝壳尺寸对活体重的影响效果分析^[7], 近几年陆续出现了许多关于贝类相关和通径分析的报道, 涉及到虾夷扇贝^[7]、海湾扇贝^[8]、华贵栉孔扇贝^[9-10]、马氏珠母贝^[11]、紫石房蛤^[12]、翡翠贻贝^[13]、日月贝^[14]等。但是对于野生青蛤的报道还比较少, 仅见于高玮玮等人的一篇报道^[4]。本文以粤东南澳青蛤野生群体为研究对象, 分析了各形态性状对活体重的影响作用及相互关系, 发现对活体重起直接作用最大的是壳长、其决定作用达 16.26%, 壳高通过壳长对活体重的间接决定作用最大、决定作用达 25.87%。在选育青蛤高产品种时, 应首先考虑壳长, 同时考虑到对壳高的协同作用, 这为青蛤高产品种的培育确定了所要选择的目标性状。因此, 本研究对青蛤的高产品种培育具有非常重要的指导意义。

参考文献:

- [1] 潘宝平, 宋林生, 卜文俊, 等. 青蛤两个异域种群的遗传多样性与分化研究 [J]. 水生生物学报, 2005, 7: 372-377.
- [2] 王兴强, 曹梅, 阎斌伦, 等. 青蛤的生物学及繁殖 [J]. 水产科学, 2006, 6: 312-316.
- [3] 孙泽伟, 郑怀平, 杨彦鸿, 等. 近江牡蛎养殖群体数量性状间的相关及通径分析 [J]. 中国农学通报, 2010, 6: 333-336.
- [4] 高玮玮, 袁媛, 潘宝平, 等. 青蛤贝壳形态性状对软体部重的影响分析 [J]. 海洋与湖沼, 2009, 3: 166-169.
- [5] 常亚青, 张存善, 曹学彬, 等. 1龄虾夷扇贝形态性状对重量性状的影响效果分析 [J]. 大连水产学院学报, 2008, 10: 330-334.
- [6] Wright S. Evolution and the genetics of population III. Experimental results and evolutionary deductions [C]. University of Chicago Press, Chicago. 1977: (71): 456-461.
- [7] 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, 6: 673-678.
- [8] 李朝霞, 王春德. 海湾扇贝的自交与杂交子代的生长比较和通径分析 [J]. 中国农学通报, 2009, 25(08): 282-285.
- [9] 郑怀平, 孙泽伟, 张涛, 等. 华贵栉孔扇贝一龄贝数量性状的相关性和通径分析 [J]. 中国农学通报, 2009, 25(20): 322-326.
- [10] 刘志刚, 章启忠, 王辉. 华贵栉孔扇贝的主要经济性状对闭壳肌重的影响效果分析 [J]. 热带海洋学报, 2009, 28(1): 61-66.
- [11] Deng Y W, Du X D, Wang Q H, et al. Correlation and path analysis for growth traits in F₁ population of pearl oyster *Pinctada martensii* [J]. Mar Sci Bull, 2008, 10(2): 68-73.
- [12] 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 (05): 279-282.
- [13] 王庆恒, 邓岳文, 林晓东, 等. 翡翠贻贝形态性状对软体部质量的影响 [J]. 广东海洋大学学报, 2009, 8: 1-5.
- [14] 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): 3 570-3 572.