

# 斧文蛤(*Meretrix lamarchii*)形态性状对体质量的影响效果分析\*

张嘉丽 王庆恒<sup>①</sup> 邓岳文 杜晓东

(广东海洋大学水产学院 南海水产经济动物增养殖广东普通高校重点实验室 湛江 524088)

**摘要** 从湛江东海岛斧文蛤野生群体随机取 200 个 2 龄个体,测量壳长(*SL*)、壳宽(*SW*)、壳高(*SH*)、韧带长(*LiL*)、小月面长(*LuL*)和体质量(*W*) 6 个性状,计算性状间的相关系数;以壳性状为自变量、体质量为依变量,采用通径分析方法计算壳性状对体质量的通径系数、决定系数,建立回归方程。结果显示,壳长、壳宽、壳高、韧带长与体质量极显著相关( $P < 0.01$ ),小月面长与体质量相关不显著( $P > 0.05$ )。壳长、壳宽、壳高对体质量的直接影响均达到极显著水平( $P < 0.01$ ),韧带长对体质量的直接影响较小,相关不显著( $P > 0.05$ );壳长对体质量的直接效应和间接效应均最大,是影响体质量的最重要因素。采用逐步回归分析方法建立了形态性状对体质量的多元回归方程  $Y_W = -126.784 + 1.249X_{SL} + 2.036X_{SW} + 0.911X_{SH}$ ,为斧文蛤选种提供了理论依据和测度指标。

**关键词** 斧文蛤;形态性状;体质量;通径分析;回归方程

**中图分类号** S968 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2014)06-0110-04

斧文蛤(*Meretrix lamarchii*)隶属于软体动物门、双壳纲(Bivalvia)、帘蛤目(Veneroida)、帘蛤科(Veneroidae)、文蛤属(*Meretrix*),分布于台湾和广东以南至海南三亚沿海、日本房总以南(庄启谦, 2001)。有关斧文蛤的报道主要集中在近缘种的系统分类学研究方面(张素萍等, 2012)。

斧文蛤个大味美,售价高于相同规格的文蛤,具有很好的市场潜力。斧文蛤也是研究人员建议的南海北部近海增殖放流备选种类(陈丕茂, 2009)。目前,市售斧文蛤主要依赖于采捕自然资源,人工繁育和增养殖技术报道极少,仅有董迎辉等(2011)对斧文蛤精子超微结构与受精过程的细胞学变化进行了观察研究;张炯明等(2011)<sup>1)</sup>简要介绍了斧文蛤人工繁育试验的初步结果。

质量性状(体质量、软体部质量、闭壳肌质量等)

是食用贝类最直接也是最重要的育种目标性状(吕庆凯等, 2012),但测定不便;贝壳形态性状则易于测量,适合基层单位操作。利用统计学方法剖析形态性状与重量性状之间的关系,可通过对形态性状的选择达到育种目的。刘小林等(2002)报道 2 龄栉孔扇贝(*Chlamys farreri*)壳长、壳宽、壳高与活体质量间呈显著正相关( $P < 0.05$ ),其中壳高的直接影响最大,是影响活体质量的主要因素。何毛贤等(2006)分析了马氏珠母贝(*Pinctada martensii*)不同生长时期的壳长、壳高、壳宽和活体质量间的相关性,构建了形态性状对活体质量的回归方程。常亚青等(2008)研究发现,1 龄虾夷扇贝(*Patinopecten yessoensis*)壳长、壳宽、壳高与活体总质量、软体质量和闭壳肌质量均极显著相关,但仅有壳长对 3 个质量性状的直接作用达到显著水平。

2013 年,作者开展了斧文蛤人工育苗技术的探

\* 国家贝类产业体系湛江综合试验站(CARS-48)资助。张嘉丽, E-mail: 383372278@qq.com

<sup>①</sup> 通讯作者: 王庆恒, 副教授, E-mail: wangqingheng@163.com

收稿日期: 2014-04-09, 收修改稿日期: 2014-06-22

1) 张炯明, 肖国强, 邵艳卿, 等. 斧文蛤(*Meretrix lamarchii* Deshayes)人工繁殖技术试验. 中国动物学会中国海洋湖沼学会贝类学分会第九次会员代表大会暨第十五次学术讨论会会议摘要集, 2011, 163

索, 利用相关分析、通径分析和多元回归分析等统计方法, 分析斧文蛤贝壳形态性状对体质量的影响, 以期为斧文蛤优质种苗繁育工作提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

实验所用斧文蛤于 2013 年 9 月采集自湛江市东海岛海域, 随机取样 200 个 2 龄个体, 清洗干净后进行各指标测定。利用游标卡尺测量壳长(*SL*)、壳宽(*SW*)、壳高(*SH*)、韧带长(*LiL*)、小月面长(*LuL*), 精确到 0.02 mm。*SL* 为壳前后端的最大距离, *SW* 为捏紧两边贝壳测量其两壳的最大距离, *SH* 为从壳顶至腹缘的最大距离; *LiL* 为韧带前后端之间的最大距离; *LuL* 为小月面前后端之间的最大距离。利用电子天平称量个体的体质量(*W*), 精确到 0.01 g。

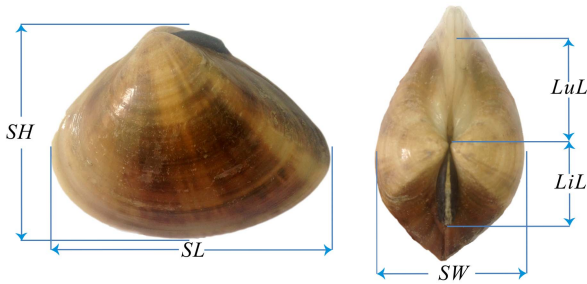


图 1 斧文蛤形态性状测量

Fig.1 The morphological characters of *M. lamarchii*

*SL*: 壳长; *SW*: 壳宽; *SH*: 壳高; *LiL*: 韧带长; *LuL*: 小月面长  
*SL*: Shell length; *SW*: Shell width; *SH*: Shell height;  
*LiL*: Ligament length; *LuL*: Lunule length

### 1.2 数据分析

以斧文蛤壳长、壳宽、壳高、韧带长、小月面长和体质量为字段名建立数据库, 用 Excel 对数据进行初步处理, 再利用 SPSS 19.0 软件分别进行表型相关分析、形态性状各指标对体质量通径分析和决定系数的计算, 剖析这些性状对体质量的直接作用和间接影响, 并采用逐步回归法建立多元回归方程, 进一步对方程进行拟合度检验(袁志发等, 2003; Stevens, 2001)。

## 2 结果

### 2.1 测量性状表型值

斧文蛤贝壳形态性状和体质量测定统计值见表 1。各测定性状变异系数在 5.80%–19.72%之间, 体质量的变异系数最大, 其次为小月面长, 壳高的变异系数最小。

表 1 测量性状的统计值 ( $n=200$ )

Tab.1 The statistical results of each measurement ( $n=200$ )

性状 Traits	均值 Mean	标准差 SD	变异系数 CV(%)
壳长 <i>SL</i> (mm)	63.47	4.21	6.63
壳高 <i>SH</i> (mm)	49.66	2.88	5.80
壳宽 <i>SW</i> (mm)	31.26	2.14	6.85
韧带长 <i>LiL</i> (mm)	15.70	1.32	8.41
小月面长 <i>LuL</i> (mm)	16.89	1.83	10.81
体质量 <i>W</i> (g)	61.40	12.11	19.72

### 2.2 测量性状相关分析

各测定性状间的表型相关系数见表 2。其中, 壳长、壳高、壳宽和韧带长与体质量间相关性极显著( $P<0.01$ ), 小月面长与体质量间相关性不显著( $P>0.05$ )。

表 2 测量性状的表型相关系数

Tab.2 The correlation coefficients of the traits

性状 Traits	壳高 <i>SH</i>	壳宽 <i>SW</i>	韧带长 <i>LiL</i>	小月面长 <i>LuL</i>	体质量 <i>W</i>
壳长 <i>SL</i>	0.935**	0.863**	0.769**	0.076	0.948**
壳高 <i>SH</i>		0.857**	0.826**	0.217*	0.931**
壳宽 <i>SW</i>			0.746**	0.196*	0.921**
韧带长 <i>LiL</i>				0.390**	0.759**
小月面长 <i>LuL</i>					0.120

\*:  $P<0.05$ , \*\*:  $P<0.01$

### 2.3 通径分析

根据上述相关分析结果, 壳长、壳高、壳宽和韧带长与体质量间均存在极显著相关性, 可进行通径分析, 将各贝壳形态性状对体质量的相关系数剖分为各性状的直接效应和通过其他性状的间接效应两部分, 分析结果见表 3。壳长、壳高、壳宽对体质量的直接效应分别为  $P_{SL}=0.426$ 、 $P_{SH}=0.274$ 、 $P_{SW}=0.372$ , 均呈极显著相关( $P<0.01$ ); 而韧带长对体质量的直接影响较小, 相关不显著( $P>0.05$ )。

各形态性状对体质量的间接效应由大到小为

表 3 各形态性状对体质量的通径分析

Tab.3 Path analysis of the morphological traits to the weight

性状 Traits	相关系数 $r_{ij}$	直接效应 $P_i$	直接效应 $\Sigma$	间接效应 $r_{ij}P_j$			
				→壳长 <i>SL</i>	→壳高 <i>SH</i>	→壳宽 <i>SW</i>	→韧带长 <i>LiL</i>
壳长 <i>SL</i>	0.948**	0.426**	0.522		0.256	0.321	-0.056
壳高 <i>SH</i>	0.931**	0.274**	0.657	0.398		0.319	-0.060
壳宽 <i>SW</i>	0.921**	0.372**	0.548	0.367	0.235		-0.054
韧带长 <i>LiL</i>	0.759**	-0.073	0.832	0.327	0.226	0.278	

\*\*: $P<0.01$

$LiL>SH>SW>SL$ 。各形态性状通过壳长对体质量的间接作用最大,为 0.327–0.398;壳长、壳高和壳宽对体质量的间接效应占相关系数的比例分别为 55.06%、59.50%、70.57%。

## 2.4 决定系数

各形态性状对体质量的决定系数见表 4。结果表明,壳长、壳宽、壳高和韧带长对体质量的相对决定程度由大到小为  $SL>SW>SH>LiL$ , 分别为 0.182、0.138、0.075 和 0.005;在共同决定系数中,壳长和壳宽对体质量的共同决定程度最大,达 0.297。4 种形态性状对体质量的总决定系数  $\sum d=0.969$ 。

表 4 各形态性状对体质量的决定系数

Tab.4 The determination coefficient of the morphological traits to the weight

性状 Traits	壳长 $SL$	壳高 $SH$	壳宽 $SW$	韧带长 $LiL$
壳长 $SL$	0.182	0.218	0.297	-0.048
壳高 $SH$		0.075	0.175	-0.033
壳宽 $SW$			0.138	-0.040
韧带长 $LiL$				0.005

## 2.5 回归方程的建立

利用逐步回归法建立以斧文蛤贝壳形态性状指标为自变量、体质量为依变量的回归方程  $Y_w = -126.784 + 1.249X_{SL} + 2.036X_{SW} + 0.911X_{SH}$ 。采用  $F$  检验对构建的回归方程进行显著性检验,结果表明,回归方程达到极显著水平( $F=684.307, P<0.01$ );入选性状对体质量的拟合优度  $R^2$  为 0.945,达到极显著水平( $P<0.01$ ),说明所引入性状对体质量有较大的决定作用。

## 3 讨论

相关分析是研究表型性状间密切程度的一种常用的统计方法,在育种工作中有利于制定合理的多性状选育方案。已有大量研究表明,海洋贝类壳形态性状与体质量间存在显著相关性。王辉等(2006)报道了南海毛蚶(*Scapharca subcrenata*)壳厚、壳高、壳长和体质量间均为极显著正相关( $P<0.01$ )。Deng 等(2007)报道了皱纹盘鲍(*Haliotis discus Hannai*)稚贝期的壳长、壳高和体质量间呈显著正相关( $P<0.05$ )。本研究结果表明,斧文蛤的壳长、壳宽、壳高、韧带长和体质量间存在极显著正相关( $P<0.01$ ),小月面长与体质量间相关性不显著( $P>0.05$ ),相关系数排序为壳长>壳高>壳宽>韧带长>小月面长。

但是,表型性状的相关关系是两变量间关系的综

合体现,由变量间的直接关系以及通过其他变量影响的间接关系共同决定,不能准确表述两个性状间的真实关系。通径分析可将相关系数剖分成直接影响(即通径系数)和间接影响两部分,从而可以探明两个性状之间的真正关系。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作为通径分析中自变量入选条件,将表型相关系数不显著者剔除。在本研究中,壳长、壳宽、壳高、韧带长作为进行通径分析入选自变量,而小月面长被剔除。

通径分析结果显示,斧文蛤壳长、壳宽、壳高对体质量的直接效应均与体质量呈极显著相关( $P<0.01$ ),数值排序为壳长>壳宽>壳高,与上述相关系数壳高>壳宽不一致;韧带长对体质量直接效应为-0.073,经检验相关性均不显著( $P>0.05$ ),说明韧带长对体质量的影响主要是通过其他性状间接产生的。这种相关系数和通径系数趋势不一致的现象已在多种物种的研究中得到证实。刘志刚等(2009)报道华贵栉孔扇贝壳长、壳高和绞合线长对闭壳肌重呈极显著正相关( $P<0.01$ ),但通径系数分别为 0.04 和-0.043,相关性均不显著( $P>0.05$ )。王庆恒等(2010)报道波纹巴非蛤(*Paphia undulate*)壳长、壳宽、壳高和韧带长对软体部重的表型相关系数均呈极显著相关( $P<0.01$ ),但通径系数分别为 0.005( $P>0.05$ )、0.567( $P<0.01$ )、0.340( $P<0.05$ )和 0.066( $P>0.05$ )。

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  $\sum d$ (在数值上  $R^2=\sum d$ )大于或等于 0.85 时,才表明影响依变量的主要自变量已经找到(刘小林等, 2002)。本研究中,入选的形态性状对体质量总的决定系数为 0.969,说明所测性状包含影响体质量的主要性状,其他未测定或剔除的性状对体质量的影响较小,可以不予考虑。

多元回归分析结果显示,斧文蛤韧带长和小月面长对体质量的偏回归系数不显著,在建立回归方程时予以剔除,所建立的方程为  $Y_w = -126.784 + 1.249X_{SL} + 2.036X_{SW} + 0.911X_{SH}$ ,经检验,回归关系极显著,偏回归关系也极显著。入选的 3 个性状对软体部重的拟合优度  $R^2$  为 0.945,达到极显著水平( $P<0.01$ ),因此可以确定,壳长、壳宽、壳高是影响体质量的主要性状。在本研究中回归分析和通径分析的结果是一致的。该研究结果对斧文蛤的育种具有指导意义和实用价值。

## 参 考 文 献

王庆恒, 邓岳文, 杜晓东. 波纹巴非蛤 *Paphia undulata* 表型性

- 状通径和回归分析. 热带海洋学报, 2010, 29(5): 132-135
- 王辉, 刘志刚, 符世伟. 南海毛蚶形态特征对体重的相关分析. 热带海洋学报, 2007, 26(6): 58-61
- 庄启谦. 中国动物志 软体动物门 双壳纲 帘蛤科. 北京: 科学出版社, 2001, 229-236
- 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. 海洋与湖沼, 2002, 33(6): 673-678
- 刘志刚, 章启忠, 王辉. 华贵栉孔扇贝主要经济性性状对闭壳肌重的影响效果分析. 热带海洋学报, 2009, 28(1): 61-66
- 吕庆凯, 梁萌青, 郑珂珂, 等. 饲料中添加不同脂肪源对半滑舌鳎亲鱼繁殖性能和仔鱼质量的影响. 渔业科学进展, 2012, 33(6): 44-56
- 何毛贤, 史兼华, 林岳光, 等. 马氏珠母贝生长性状的相关分析. 海洋科学, 2006, 30(11): 1-4
- 陈丕茂. 南海北部放流物种选择和主要种类最适放流数量估算. 中国渔业经济, 2009, 27(2): 39-50
- 张素萍, 王鸿霞, 徐凤山. 中国近海文蛤属(双壳纲, 帘蛤科)的系统分类研究. 动物分类学报, 2012, 37(3): 473-479
- 袁志发, 周静芋. 多元统计分析. 北京: 科技出版社, 2003, 145-180
- 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. 大连水产学院学报, 2008, 23(5): 330-334
- 董迎辉, 林志华, 姚韩韩. 斧文蛤精子超微结构与受精过程的细胞学变化. 水产学报, 2011, 35(3): 356-364
- Deng YW, Liu X, Zhang GF, et al. Genetic parameter estimates for growth traits at early stage of Pacific abalone, *Haliotis discus hannai* Ino. Acta Oceanologica Sinica, 2007, 26(5): 90-95
- Stevens JP. Applied multivariate statistics for the social science (4th Ed.). Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2001, 123-165

(编辑 冯小花)

## Effects of Morphological Traits on the Weight of *Meretrix lamarchii*

ZHANG Jiali, WANG Qingheng<sup>①</sup>, DENG Yuewen, DU Xiaodong

(Key Laboratory of Aquaculture in South China Sea for Aquatic Economic Animal of Guangdong Higher Education Institutes, Fisheries College, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088)

**Abstract** *Meretrix lamarchii* is delicious seafood with high economic value. The present market of *M. lamarchii* was mainly from wild population due to the lack of large-scale artificial breeding. In 2013, we carried out the artificial seedling exploration of *M. lamarchii*. The current study utilized several statistical methods to analyze the effects of morphological traits on *M. lamarchii*, which may provide knowledge for clam quality seedlings breeding work. The samples of *M. lamarchii* were randomly collected from Donghai Island, Zhanjiang. Shell length(SL), shell width(SW), shell height(SH), ligament length(LiL), lunule length(LuL) and weight(W) of two-years old *M. lamarchii* were measured. A correlation coefficient matrix was constructed based on the results, in which the weight was set as the dependent variable and others as independent variables. Path coefficient and correlation index were calculated, and the major phenotypic characters were determined. The results showed that all the correlation coefficients between independent variables and dependent variable were significant ( $P < 0.01$ ) except the lunule length ( $P > 0.05$ ). The effects of the shell length, shell width, and shell height on the weight were significant ( $P < 0.01$ ), and the shell length had predominant impact on the weight as a key effective factor. The multiple regression equation between the weight and the other traits was established as  $Y_W = -126.784 + 1.249X_{SL} + 2.036X_{SW} + 0.911X_{SH}$ , where  $Y_W$  is weight,  $X_{SL}$ ,  $X_{SW}$  and  $X_{SH}$  are the shell length, shell width and shell height, respectively. The current study may contribute to the artificial breeding of *M. lamarchii*.

**Key words** *Meretrix lamarchii*; Morphologic traits; Weight; Path analysis; Regression equation

① Corresponding author: WANG Qingheng, E-mail: wangqingheng@163.com