

蒋涛涛,施育彦,姚韩韩,等. 泥蚶壳形态性状对活体重和软体部重的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(5):200-202.

泥蚶壳形态性状对活体重和软体部重的影响

蒋涛涛¹, 施育彦¹, 姚韩韩¹, 孙长森², 林志华¹, 董迎辉¹

(1. 浙江万里学院/浙江省水产种质资源高效利用技术研究重点实验室, 浙江宁波 315100;

2. 台州学院生命科学院, 浙江临海 317000)

摘要: 随机取样泥蚶二龄成贝 450 颗, 测量其壳长、壳宽、壳高、活体重和软体部重, 采用相关分析、通径分析、决定系数分析和多元回归分析方法, 定量分析了壳形态性状对活体重和软体部重的影响。结果表明, 泥蚶各形态性状间的相关性均达到极显著水平 ($P < 0.01$); 壳宽对活体重直接影响最大 (0.456), 是影响活体重的主要因素; 壳高对软体部重直接影响最大 (0.369), 是影响软体部重的主要因素。决定系数分析结果与通径分析结果变化趋势基本一致。所选壳形态性状对活体重和软体部重的复相关指数 R^2 分别为 0.853 和 0.443, 表明所选性状指标是影响活体重和软体部重的主要因素。分别建立了以活体重和软体部重为因变量、壳形态性状为自变量的最优多元回归方程。

关键词: 泥蚶; 壳形态性状; 活体重; 软体部重; 相关分析; 通径分析

中图分类号: S917 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)05-0200-03

泥蚶 (*Tegillarca granosa*) 俗称血蚶, 是江、浙、闽沿海滩涂贝类养殖的主要种类, 具有很高的营养价值和经济价值。然而, 当前养殖的泥蚶种质属于未经遗传改良的野生型, 经过多年人工繁殖、养殖之后, 出现了严重的种质退化现象, 对泥蚶养殖业的健康可持续发展极为不利, 因此, 加强泥蚶种质的遗传改良和良种培育势在必行。

在贝类选择育种中, 活体重和软体部重是最直接、最重要的目标性状。然而, 在育种实践中, 当贝类体重的遗传力较低、软体部重测量会对亲本造成致命伤害时, 直接选育的效果就大打折扣, 而通过对与体重存在较高遗传相关的形态性状的选育则能达到较好的选育效果。因此, 利用多元回归分析的方法, 弄清壳形态性状对活体重和软体部重的影响, 便可通过对壳形态性状的选择达到选种之目的, 这在实际生产中具有重要的应用价值^[1]。迄今为止, 科技工作者已在栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*)^[1]、华贵栉孔扇贝 (*C. nobilis*)^[2-3]、毛蚶 (*Scapharca subcrenata*)^[4]、皱纹盘鲍 (*Haliotis discus hannai*)^[5]、文蛤 (*Meretrix meretrix*)^[6]、琴文蛤 (*M. lyrata*)^[7]、紫石房蛤 (*Saxidomus purpuratus*)^[8-9]、硬壳蛤 (*Mercenaria mercenaria*)^[10]、青蛤 (*Cyclina sinensis*)^[11] 等多种贝类中进行了壳形态性状与体重的多元分析, 并确定了影响体重的主要壳形态性状; 但目前关于泥蚶壳形态性状与体重间关系的研究尚未见报道。

本研究对泥蚶壳形态性状与活体重和软体部重之间的关

系进行了多元分析, 通过相关分析、通径分析和回归分析, 确定影响泥蚶活体重和软体部重的主要壳形态性状, 并建立估计活体重和软体部重的最优多元回归方程, 为泥蚶良种选育工作奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试泥蚶样品于 2012 年 9 月采自浙江省宁波市象山县养殖海区, 随机取样贝体健壮、活力好、壳表无损伤的泥蚶 2 龄成贝 450 颗, 用于试验测量。

1.2 泥蚶性状的测量

壳形态性状测量: 利用游标卡尺 (精度为 0.01 mm) 测量壳长、壳高、壳宽。

活体重测量: 用清水将泥蚶壳表的泥沙及污物清洗干净, 晾干壳表水分, 使用电子天平 (精度为 0.01 g) 称量活体重。

软体部重测量: 活体解剖泥蚶, 用滤纸吸除表面水分和血液, 电子天平 (精度为 0.01 g) 称量软体部重量。

1.3 数据处理

利用 SPSS 16.0 软件对壳长、壳高、壳宽、活体重和软体部重数据进行初步整理, 获得平均值、标准差、变异系数等表型参数估计值, 然后进行各性状间相关分析、通径分析和决定系数计算, 剖析各形态性状对活体重和软体部重的直接影响和间接影响^[12]。利用逐步回归法建立以活体重和软体部重为因变量、壳形态性状为自变量的最优回归方程, 并对方程进行拟合度检验。设置 $P < 0.05$ 为显著水平, $P < 0.01$ 为极显著水平。

2 结果与分析

2.1 泥蚶各性状的表型参数

所测泥蚶壳形态性状和活体重、软体部重数据统计结果见表 1。从各参数的变异系数来看, 软体部重和活体重的变异程度相对较大, 其中以软体部重的变异系数最大 (17.60%)。

收稿日期: 2013-03-01

基金项目: 国家现代农业产业技术体系项目 (编号: CARS-48); 浙江省海洋生物技术产业科技创新团队项目 (编号: 2012R10029); 浙江省宁波市农业择优委托项目 (编号: 2010C10011)。

作者简介: 蒋涛涛 (1991—), 男, 浙江台州人, 在读本科生, 从事海洋贝类遗传学研究。Tel: (0574) 88224250; E-mail: 229219748@qq.com。

通信作者: 董迎辉, 博士, 助理研究员, 主要从事贝类人工繁育与遗传育种研究。Tel: (0574) 88224250; E-mail: dongyinghui118@126.com。

表1 泥蚶各性状的表型参数($n=450$)

指标	壳长 X_1 (mm)	壳高 X_2 (mm)	壳宽 X_3 (mm)	活体重 Y_1 (g)	软体部重 Y_2 (g)
平均值	27.912 6	22.584 7	19.770 0	8.348 6	1.742 6
标准差	1.636 6	1.166 1	1.012 7	1.179 7	0.306 7
变异系数(%)	5.863 3	5.163 2	5.1224	14.130 5	17.600 1

注:变异系数=(标准差/平均值)×100%。

2.2 泥蚶各性状间的相关系数

表2显示,泥蚶各性状间的相关性均达到极显著水平($P<0.01$),表明所选性状适合进行相关性分析。活体重 Y_1 与其他性状的相关系数从大到小依次为:壳高>壳宽>壳长,均表现为高度正相关;软体部重与其他性状的相关系数从大到小为:壳高>壳宽>壳长,均表现出中度正相关。

表2 泥蚶各性状间的相关系数

性状	壳长 X_1	壳高 X_2	壳宽 X_3	活体重 Y_1	软体部重 Y_2
壳长 X_1	1	0.753 **	0.609 **	0.748 **	0.522 **
壳高 X_2		1	0.773 **	0.895 **	0.630 **
壳宽 X_3			1	0.879 **	0.623 **
活体重 Y_1				1	0.658 **
软体部重 Y_2					1

注:** 表示极显著相关($P<0.01$)。

2.3 泥蚶形态性状对活体重和软体部重的通径系数

通径系数即偏回归系数,其大小反映自变量对因变量的直接影响。在进行多元回归分析时,将引入通径系数检验极显著的性状为自变量^[13]。显著性检验结果表明,泥蚶壳长、壳高和壳宽对活体重的通径系数 P 检验均极显著($P<0.01$),大小依次为壳宽>壳高>壳长,说明壳宽对活体重的直接影响最大。根据各性状对活体重的通径系数,进而计算出复相关指数 $R^2 = \sum P_i r_{iy} = 0.853$ (表3)。

表3 泥蚶各形态性状对活体重的通径分析

性状	相关系数 $r_{x_{ij}}$	直接作用 P_i	间接作用 $r_{ij}P_j$			
			Σ	X_1	X_2	X_3
壳长 X_1	0.719	0.114	0.605		0.327	0.278
壳高 X_2	0.872	0.434	0.438	0.086		0.352
壳宽 X_3	0.860	0.456	0.404	0.069	0.335	

泥蚶壳长对软体部重的通径系数处于不显著水平($P>0.05$),而壳高和壳宽的通径系数达到极显著($P<0.01$),故将壳长性状剔除。壳高和壳宽对软体部重的通径系数分别为0.369、0.338(表4),计算出复相关指数 $R^2 = 0.443$,表明壳高对软体部重的直接影响最大。

表4 泥蚶各形态性状对软体部重的通径分析

性状	相关系数 r_{xy}	直接作用 P_i	间接作用 $r_{ij}P_j$		
			Σ	X_2	X_3
壳高 X_2	0.630	0.369	0.261		0.261
壳宽 X_3	0.623	0.338	0.285	0.285	

2.4 泥蚶壳形态性状对活体重和软体部重的影响

根据相关系数(r_{xy})的组成,可将壳形态性状与体重的相关系数分解为壳形态性状对体重的直接作用 P_i (通径系数)

和间接作用 $\sum r_{ij}P_j$ 2部分,即 $r_{xy} = P_i + \sum r_{ij}P_j^{[1]}$ 。从表3中看出,除壳宽外,壳长和壳高对活体重的间接影响均大于直接影响,即壳宽对活体重的直接影响最大,其他性状主要通过壳宽的作用间接影响活体重。表4显示,壳宽与壳高对软体部重的直接作用均大于间接作用,且壳高的直接影响最大,是影响软体部重的主要因素。

2.5 泥蚶壳形态性状对活体重和软体部重的决定程度分析

单个性状对活体重或软体部重的决定系数为 $d_i = P_i^2$, 2个性状的共同决定系数 $d_{ij} = 2P_i r_{ij} P_j^{[1]}$ 。根据所得数据计算出泥蚶壳各形态性状间协同对活体重和软体部重的决定系数。表5和表6的对角线上是计算出的单个壳形态性状对活体重或软体部重的决定系数,对角线以上是两两性状共同对活体重或软体部重的决定系数。3个单独决定系数和3个两两共同决定系数的总和为 $\Sigma d = 0.853$,与复相关指数 R^2 相等,表明所选壳形态性状是影响活体重的重要性状,其他影响相对较小。壳长、壳高和壳宽对活体重的相对决定程度大小依次为:壳宽>壳高>壳长。在共同决定系数中,壳高和壳宽对活体重的共同决定程度最大,为30.55%。

表5 泥蚶壳形态性状对活体重的决定系数

性状	壳长 X_1	壳高 X_2	壳宽 X_3
壳长 X_1	0.013 0	0.074 6	0.063 4
壳高 X_2		0.188 4	0.305 5
壳宽 X_3			0.207 9

表6 泥蚶壳形态性状对软体部重的决定系数

性状	壳高 X_2	壳宽 X_3
壳高 X_2	0.136 2	0.192 6
壳宽 X_3		0.114 2

由表6可知壳高和壳宽对软体部重的单独决定系数和共同决定系数的总和 $\Sigma d = 0.443$,与其复相关指数 R^2 相等,表明壳高和壳宽也是影响软体部重的重要性状。壳高和壳宽对软体部重的决定程度相差不大,分别为13.62%和11.42%,共同决定程度为19.26%。

2.6 多元回归方程的建立

通过对泥蚶各性状的偏回归系数进行检验,剔除相关不显著的性状,最终建立了2个最优回归方程。以活体重为因变量,壳长、壳宽和壳高为自变量的最优回归方程: Y (活体重) = -14.957 + 0.104 X_1 + 0.439 X_2 + 0.531 X_3 ;以软体部重为因变量,壳宽和壳高为自变量的最优回归方程: Y (软体部重) = -2.474 + 0.097 X_2 + 0.102 X_3 。

经显著性检验,多元回归关系和偏回归系数均达到极显著水平($P<0.01$)。回归检测结果显示估计值与实际观测值差异不显著($P>0.05$),表明该结果能够真实地反映泥蚶各形态性状间的本质关系。

3 讨论

3.1 通径分析的特点及自变量的确定

在水产动物遗传育种中,确定选育物种各性状间的相互关系显得尤为重要,合理利用性状间的相关性能有效提高选育的效果^[14]。简单的表型相关不能真实地说明各性状间的

关系,而通径分析能将相关系数分解为直接作用和间接作用,有助于确定各个自变量和因变量间的本质关系^[15]。目前,通径分析已广泛地应用于真鲷(*Pagrosomus major*)^[16]、中国对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)^[17]、中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)^[18]等水产动物中,对其养殖方案的优化和生产量的估计发挥了重要作用,为育种工作的开展提供了理想的测度指标。在通径分析中,通径系数代表自变量对因变量的直接作用大小,会随着所选择自变量的个数和性质的不同而不同。一般情况下,为使分析结果可靠、重点突出,将以自变量对因变量的表型相关系数达到显著水平为自变量入选条件,不显著的自变量予以剔除^[1,13]。本试验中,壳长、壳宽和壳高与活体重的相关系数均达到极显著水平($P < 0.01$),均入选为自变量;在壳长、壳宽和壳高对软体部重的通径系数检验中,壳长对软体部重的通径系数不显著,故将壳长性状剔除,将壳宽和壳高纳入自变量。这也进一步说明通径分析更能精确反映各性状间的真实关系。

3.2 影响泥蚶活体重和软体部重的重点性状的确定

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,只有当各自变量对因变量的单独决定系数及两两共同决定系数的总和 $\sum d$ (数值上 $R^2 = \sum d$) ≥ 0.85 时,才表明已找到影响因变量的主要自变量^[1]。本研究中,在壳长、壳高和壳宽对活体重的通径分析中 $\sum d = 0.853$,说明泥蚶壳长、壳高和壳宽是影响活体重的重点性状,其他尚未测度的性状的影响相对较小;在壳宽和壳高对软体部重的通径分析中, $\sum d = 0.443 0$,说明除壳宽和壳高以外,其他一些性状(壳顶宽、活体重等)对软体部重都能够产生一定的影响。

在通径分析中,通径系数定量地反映各自变量对因变量的直接作用,其绝对值越大,作用力就越大^[1]。由于不同贝类壳形态特征差异较大,影响其活体重或软体部重的性状也各不相同^[8]。在紫石房蛤^[8]、琴文蛤^[7]壳形态对活体重影响的研究中发现,壳宽是影响活体重的主要因素;在毛蚶^[4]、文蛤^[6]、硬壳蛤^[10]中,壳长是影响活体重的主要因素;而在栉孔扇贝^[1]、华贵栉孔扇贝^[3]中,壳高是影响活体重的主要因素。在本研究的泥蚶中,壳宽对活体重的通径系数、决定系数都最大,是影响活体重的主要因素,这暗示在以活体重为目标选育泥蚶高产新品种时,从形态性状上首先应选择壳宽,同时加强对壳高的协同选择。软体部是贝类的可食部分,软体部重也是贝类选育中重要的目标性状之一,通过对壳形态性状的间接选择也可达到选择软体部重的目的,因此,弄清对软体部重影响最大的壳形态性状是选育前首要解决的问题。在其他双壳贝类中的研究发现,壳高是影响青蛤软体部重的主要因素^[11],壳长是影响毛蚶软体部重的主要因素^[19]。本试验结果显示,壳高对泥蚶软体部重的通径系数、决定系数最大,是影响软体部重的最主要因素,表明在以泥蚶软体部重为目标时,应首先选择壳高,同时加强对壳宽的协同选择。

综上所述,壳宽和壳高是泥蚶选育中理想的测量指标,通过逐步回归分析建立的 2 个最优多元回归方程均可简便、可靠地应用于泥蚶选育的实际工作中去。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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[J]. 热带海洋学报,2009,28(1):61-66.
- [4] 陈丽梅,刘利华,秦传新,等. 渤海地区毛蚶形态性状对活体重的影响效果分析[J]. 安徽农业科学,2012,40(28):13813-13814.
- [5] 林娟娟,闵志勇,陈强. 杂交鲍子一代形态性状对活体重的影响效果分析[J]. 福建畜牧兽医,2010,32(2):8-10.
- [6] 吴杨平,陈爱华,姚国兴,等. 文蛤贝类形态性状对活体重的影响分析[J]. 海洋渔业,2010,32(3):320-325.
- [7] 刘博,滕爽,邵艳卿,等. 琴文蛤形态性状对体量的影响效果分析[J]. 海洋科学,2011,35(10):91-95.
- [8] 黎筠,王昭洋,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.
- [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] 宋坚,张伟杰,常亚青,等. 硬壳蛤形态性状对活体重的影响效果分析[J]. 安徽农业大学学报,2010,37(2):273-277.
- [11] 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.
- [12] 袁志发,周敬芊. 多元统计分析[M]. 北京:科学出版社,2002:130-131.
- [13] Wright S. Correlation and causation[J]. Jour Agric Research, 1921,20:557-585.
- [14] Harue K, Mutsuyshi T, Katsuya M. et al. Estimation of body fat content from standard body length and body weight on cultured Red Sea bream[J]. Fisheries Science,2000,66(2):365-371.
- [15] 敬艳辉,邢留伟. 通径分析及其应用[J]. 统计教育,2006(2):24-26.
- [16] Harue K, Mutsuyshi T, Katsuya M. et al. Estimation of body fat content from standard body length and body weight on cultured Red Sea bream[J]. Fisheries Science,2000,66(2):365-371.
- [17] 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.
- [18] 耿绪云,王雪惠,孙金生,等. 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[J]. 海洋与湖沼,2007,38(1):49-54.
- [19] 郝伟,徐国成,庞作宽,等. 毛蚶壳性状对体质量和软体部质量的影响效果分析[J]. 淮海工学院学报:自然科学版,2012,21(3):81-87.