

# 栉孔扇贝壳尺寸性状对活体重的影响效果分析\*

刘小林 常亚青<sup>1</sup> 相建海<sup>1)</sup> 宋 坚<sup>1</sup> 丁 君

(中国科学院海洋研究所实验海洋生物学开放研究实验室 青岛 266071;

西北农林科技大学动物科技学院 陕西杨陵 712100)

<sup>1</sup>(大连水产学院 农业部海洋水产增养殖水生态学重点开放实验室 大连 116023)

<sup>1)</sup>(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

**提要** 选取 65 只 2 岁龄栉孔扇贝,测定其壳长、壳厚、壳高、活体重、肉重、熟肉重,计算相关系数,采用通径分析方法计算了以贝壳性状为自变量对活体重作依变量的通径系数、决定系数及相关指数。结果表明,栉孔扇贝壳长、壳厚、壳高与活体重、净肉重、熟肉重的相关系数均达到极显著水平( $P < 0.01$ );壳高对活体重的直接影响( $0.6682^{**}$ )最大,是影响活体重的主要因素;壳长与活体重的相关程度很大,但对活体重的直接影响( $0.2559^*$ )较小,主要通过壳高间接影响活体重,是影响活体重的次要因素;壳厚对活体重的直接影响( $0.0960^*$ )最小;决定系数分析结果与通径分析结果有一致的变化趋势;所选贝壳性状与活体重的复相关指数为  $R^2 = 0.8847$ ;多元回归分析建立了壳长、壳厚、壳高估计活体重的回归方程为:  $Y = -42.1331 + 3.160X_1 + 3.5253X_2 + 7.6920X_3$ ,为扇贝选种提供了理论依据和理想的测度指标。

**关键词** 栉孔扇贝,壳尺寸性状,活体重,相关系数分析

中图分类号 S968.31

贝类壳性状和活体重、净肉重、熟肉率指标是贝类遗传育种与种苗繁殖和科学研究的重要依据。其中活体重是最直接的育种目标性状,在选择育种中,由于阴干活体重须等待并需要称量工具,现场操作有一定困难,而壳体尺则容易准确度量,利用多元回归分析,弄清壳性状与活体重之间的关系以及对活体重的直接影响大小,通过体尺性状的选择达到选种目的,具有非常重要的现实意义。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。Yang 等(1999)报道了烟台筏养栉孔扇贝生长性状与环境因素的相关分析;张涛等(2000)报道了栉孔扇贝同化率周年变化及其环境的关系;王运涛等(1999)研究了栉孔扇贝大规模死亡的原因;Harue 等(2000)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;Debowski 等(1999)用多元回归方法对大西洋鲑鱼形

\* 国家重大基础科研项目资助, G1999012009 号; 博士后基金项目资助, 鲁博办(2001)01 号。刘小林, 男, 出生于 1961 年 4 月, 博士后, 副教授, E-mail: xlyc@ms.qdio.ac.cn

1) 通讯作者, 相建海, E-mail: jhxiang@ms.qdio.ac.cn

收稿日期: 2001-11-20, 收修改稿日期: 2002-04-27

态学特征(体长、体重、体高)估计体脂肪含量的研究;Turker等(1998)等利用小龙虾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(1995)用多元回归分析根据叶状幼体和稚虾丰富度指数预测西方岩龙虾的捕获量;Robert等(1999)根据大扇贝(*Pecten maximus*)双轮幼体形态学特征和幼体脂肪含量与最大形变的多元回归分析;Henderson等(1994)根据气候、捕食者、竞争因素与幼龄比目鱼丰度的相关分析;Ahmed等(2000)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;Rhoders等(1984)分析了淡水龙虾体长、体重的关系,全体长与甲壳长的相关,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。本研究用活体重与壳性状进行了多元相关分析,为扇贝的选育工作提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

在大连市小窑湾选取2龄(1999年7月—2001年7月)栉孔扇贝(*Chlamys farreri*)65只,测定其壳性状(壳长、壳厚、壳高)、活体重、净肉重、熟肉重。

### 1.2 方法

壳性状的测定:壳长度用游标卡尺测定壳前后的最大长度;壳厚度用游标卡尺测定壳左右两侧间的最大厚度;壳高用游标卡尺测定壳顶到壳缘的最大高度;活体重量用电子天平称量脱水阴干后的活贝全重量;净肉重用电子天平称量剥离下的壳内全部肉的重量;熟肉重用电子天平称量净肉量经微波炉蒸熟8min且冷却到室温后的重量。

### 1.3 分析方法

贝壳各性状和活体重、净肉重、熟肉重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、壳性状各指标对活体重的通径分析和决定系数计算,剖析了这些性状对活体重的直接作用和间接影响。

## 2 结果与分析

### 2.1 各性状的表型参数估计值(统计量)

所测贝壳各性状和活体重的数据资料经初步整理后的表型统计量见表1。

表1 所测各性状的表型统计量( $n=65$ )  
Tab. 1 The apparent statistics of various trait ( $n=65$ )

性状	壳长 $X_1$ (cm)	壳厚 $X_2$ (cm)	壳高 $X_3$ (cm)	活体重 $Y$ (g)	肉重量 $Z$ (g)	熟肉重 $W$ (g)
平均数 $\bar{X}$	5.7518	2.0306	6.1811	30.6022	14.7512	8.2894
标准差 $S$	0.5059	0.1686	0.5319	6.1512	3.0936	2.2828
变异系数 $CV$ (%)	8.7963	8.3036	8.6046	20.1005	20.9720	27.5387

### 2.2 性状间的相关系数

贝壳各性状及活体重相互之间的表型相关系数见表2。

表 2 性状间表型相关系数

Tab. 2 The phenotype correlation coefficient between the traits

性状	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y$	$Z$	$W$
$X_1$	1	0.2942*	0.9009**	0.8861**	0.8537*	0.8336**
$X_2$		1	0.3190**	0.3844**	0.3452**	0.4087**
$X_3$			1	0.9294**	0.9125**	0.8612**
$Y$				1	0.9464**	0.9003**
$Z$					1	0.90512**
$W$						1

注:  $r_{0.05, 63} = 0.2446$ ;  $r_{0.01, 63} = 0.3181$ 。\* 表示差异显著, \*\* 表示差异极显著, 表 3 同

由表 2 可见, 所列各性状间的表型相关大部分呈显著或极显著水平, 特别是活体重与贝壳各性状的相关系数均达到极显著水平 ( $P < 0.01$ ), 其大小依次为  $r_{3y} > r_{1y} > r_{2y}$ , 表明所选指标进行相关分析具有重要的实际意义。同时对净肉重、熟肉重与壳性状和活体重进行了相关分析, 这些性状间均达到极显著的相关, 从相关程度的强弱来看, 除壳厚与其余所有性状呈中等正相关外, 其他性状间均表现强的正相关。

### 2.3 贝壳各性状对活体重的通径系数

根据通径分析原理, 利用性状间的表型相关系数分析结果, 建立贝壳各性状对活体重的通径系数正则方程组, 用加减消元法解正则方程组, 得到各性状对活体重的通径系数分别为  $P_1 = 0.2559$ 、 $P_2 = 0.0960$ 、 $P_3 = 0.6682$ , 进而得到相关指数  $R^2 = \sum P_{x_i y} = 0.8847$ 。

通径系数反映自变量对依变量的直接影响。在所选的壳性状中壳高对活体重的直接影响最大, 壳厚对活体重的直接影响最小。

### 2.4 贝壳各性状对活体重的作用

根据相关系数的组成效应, 可将贝壳各性状与活体重的相关系数剖分为各性状的直接作用  $P_i$  和各性状通过其他性状的间接作用两部分, 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 effects of shell traits on live weight

性状	相关系数 $r_{ij}$	直接作用 $P_i$	间接影响 $r_{ij} P_j$			
			$\Sigma$	$X_1$	$X_2$	$X_3$
$X_1$	0.88613**	0.25589*	0.630245		0.028239	0.60201
$X_2$	0.38444**	0.09597*	0.288461	0.07529		0.21317
$X_3$	0.92937**	0.66822**	0.261148	0.23053	0.030617	

由表 3 可以看出, 除直接作用最大的壳高对活体重的间接作用小于直接作用外, 其他 2 个贝壳性状对活体重的间接作用均大于直接作用。与活体重的相关系数很大的壳长, 对活体重的直接作用并不是很大, 而其间接作用却达到最大, 主要通过壳高间接地影响活体重; 壳厚对活体重的直接作用和间接作用都很小, 它是影响活体重的次要因素。

### 2.5 贝壳各性状对活体重的决定程度分析

根据单个性状对活体重的决定系数为  $d_i = P_i^2$ , 两个性状对活体重的共同决定系数

$d_{ij} = 2r_{ij}P_iP_j$ , 计算出贝壳各性状间协同对活体重的决定系数见表 4。

表 4 贝壳各性状对活体重的决定系数

Tab 4 The determinant coefficients of the shell traits on the live weight

性状	$X_1$	$X_2$	$X_3$
$X_1$	0.065478	0.014452	0.308092
$X_2$		0.009211	0.040917
$X_3$			0.446519

表 4 的对角线上给出了每个贝壳性状单独对活体重的决定系数, 对角线以上给出了两两性状共同对活体重的决定系数。3 个单独的决定系数和 3 个两两共同决定系数的总和为  $\sum d = 0.8847$ , 它与相关指数  $R^2$  的数值相等。表明本研究所列贝壳性状是影响活体重的重点性状, 其他影响相对较小。通过分析, 壳长、壳厚、壳高对活体重的相对决定程度分别为 6.55%、0.92%、44.65%, 其中壳高的决定程度最大, 近乎占一半; 在共同决定系数中, 壳高和壳长对活体重的共同决定程度最大, 达 30.81%。

### 3 多元回归方程的建立

根据多元相关分析和通径系数分析知道, 壳性状与活体重的相关系数和通径系数均达到显著或极显著的程度, 因此可以对活体重进行回归估计, 建立用壳长、壳厚、壳高估计扇贝活体重的多元回归方程:

$$Y = -42.1331 + 3.1360X_1 + 3.5253X_2 + 7.6920X_3$$

其中,  $Y$  为活体重 (g),  $X_1$  为壳长 (cm),  $X_2$  为壳厚 (cm),  $X_3$  为壳高 (cm)。

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 ( $P < 0.01$ ) 水平, 壳高的偏回归系数极显著 ( $P < 0.01$ ), 壳厚和壳长的偏回归系数达到显著 ( $P < 0.05$ )。经回归预测, 估计值与实际观察值差异不显著, 说明该方程可简便可靠地应用于实际生产中。

## 4 讨论

### 4.1 自变量的确定

性状间的表型相关系数是进行相关分析的基础, 本研究所测的 3 种体尺性状与活体重的相关系数均极显著 ( $P < 0.01$ ), 使进一步的统计分析具有重要的实际意义。

### 4.2 通径分析的特点

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不同, 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, 将表型相关系数不显著者剔除。

### 4.3 影响活体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, 表明影响依变量的主要自变量已经找到。本研究中,  $R^2 = \sum d = 0.8847$ , 说明所列的贝壳性状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, 进一步说明通径系数分析结果能够反映壳性状与活体重之间的真实关系。

#### 4.4 依变量与自变量相关性

有的自变量与依变量的相关系数很大, 但它对依变量的直接影响并不一定很大, 因为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, 而直接作用反映两者的本质关系, 是在错综复杂的关系中抓主要矛盾的依据。研究表明, 壳性状与活体重表现显著的正相关, 与生产实际中已有的结果一致, 目前尚无同类的研究报道可以借鉴和比较。

### 参 考 文 献

- 王运涛, 相建海, 1999. 栉孔扇贝大规模死亡的原因探讨. 海洋与湖沼, 30(6): 770—774
- 张 涛, 杨红生, 王 萍等, 2000. 烟台四十里湾海区栉孔扇贝同化率周年变化及其与环境的关系. 海洋与湖沼, 31(3): 266—272
- Ahmed M, Abbas G, 2000. Growth parameters of finfish and shellfish juveniles in the tidal waters of Bhanbhore, Korangi Creek and Miami Hor Lagoon. Pakistan Journal of Zoology, 32(1): 21—26
- Caputi N, Brown R S, Phillips B F, 1995. Predicting catches of the western rock lobster (*Panulirus cygnus* selective) based on indices of peurulus and juvenile abundance. ICES, Copenhagen (Denmark), 287—293
- Deboski P, Dobosz S, Rolak S *et al.*, 1999. 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. Archives of Polish Fisheries, 7(2): 237—243
- Haue K, Mutsuyshi T, Katsuya M *et al.*, 2000. Estimation of body fat content from standard body length and body weight on cultured Red Sea bream. Fisheries Science, Tokyo, 66(2): 365—371
- Henderson P A, Seaby R M H, 1994. On the factors influencing juvenile flatfish abundance in the lower Severn Estuary, England. Neth J Sea Res, 32(3—4): 321—330
- Rhodes C P, Holdich D M, 1984. Length-weight relationship, muscle production and proximate composition of the freshwater crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet). Aquaculture, 37(1): 107—123
- Robert R, Nicolas L, Moisan C *et al.*, 1999. Morphological and biochemical characterizations of the great scallop *Pecten maximus metamorphosis*. C R Acad Sci (Ser. 3) (Sci Vie/ Life Sci), 322(10): 847—853
- Turker H, Eversole A G, 1998. Evaluation of nondestructive method for determining body composition of crayfish. J Shellfish Res, 17(1): 339
- Yang Hongsheng, Zhang Tao, Wang Jian *et al.*, 1999. Growth characteristics of *Chlamys fareri* and its relation with environmental factors in intensive raft-culture areas of Sshiliwan Bay, Yantai. J Shellfish Res, 18(1): 71—76

## ANALYSIS OF EFFECTS OF SHELL SIZE CHARACTERS ON LIVE WEIGHT IN CHINESE SCALLOP *CHLAMYS FARRERI*

LIU Xiao-Lin, CHANG Ya-Qing<sup>1</sup>, XIANG Jian-Hai<sup>2</sup>, SONG Jian<sup>3</sup>, DING Jun<sup>4</sup>

(<sup>1</sup>Experimental Marine Biology Laboratory, Institute of Oceanology,

The Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071; College of Animal Science and Technology,

Northwest Sci-Tech, University of Agriculture and Forestry, Yangling, 712100)

(<sup>2</sup>Key Lab of Marine Ecology in Aquaculture of Ministry of Agriculture, Dalian Fisheries University, Dalian, 116023)

(<sup>3</sup>Institute of Oceanology, The Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071)

**Abstract** Data for this study were collected from 65 Chinese scallop *Chlamys farreri* at two years old in Xiaoyaowan village of Dalian City. The shell length ( $X_1$ ), the shell thickness ( $X_2$ ), the shell height ( $X_3$ ), and the live body weight ( $Y$ ) and meat weight ( $Z$ ) and cooked meat weight ( $W$ ) were measured. The correlation coefficient matrix was calculated. The preceding 3 shell characters were used as independent variables, and live body weight was used as a dependent variable for path analysis, path coefficients ( $P_i$ ), determination coefficients ( $d_i$ ) and correlation index ( $R^2$ ) were calculated. The results showed that 3 correlation coefficients between each shell character and the live body weight were all very significant difference ( $P < 0.01$ ). Shell height ( $X_3$ ) gave predominant direct effect ( $P_3 = 0.6682$ ) and determinacy on the live body weight, it is the key effective factor. Shell length ( $X_1$ ) gave slightly direct effect ( $P_1 = 0.2559$ ) and significant indirect effect (0.6682) through shell height on the live body weight. Shell thickness ( $X_2$ ) gave slightly direct effect and indirect effect on the live body weight. It was clear from the result of high correlation index ( $R^2 = 0.8847$ ) that the path coefficient analysis could reveal the truthful relationship between the independent variables and the dependent variable. The multiple regression equation obtained to estimate live body weight as  $Y = -42.1331 + 3.1360X_1 + 3.5253X_2 + 7.6920X_3$ .

This paper provides theoretical evidence and perfect measure target for breeding of scallops.

**Key words** *Chlamys farreri*, Shell size character, Live body weight, Correlation analysis