

# 贝壳上污损生物的重量对栉孔扇贝生长和存活的影响

齐占会<sup>1,2,3</sup> 方建光<sup>3\*</sup> 张继红<sup>3</sup> 毛玉泽<sup>3</sup> 蒋增杰<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

(<sup>2</sup>中国科学院研究生院, 北京 100039)

(<sup>3</sup>中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

**摘要** 对网笼养殖的栉孔扇贝壳上污损生物的数量进行了研究, 发现9~11月贝壳上污损生物的湿重分别为1.47、0.49和2.09 g, 与上壳重的比值分别为28.16%、10.24%和31.29%。通过在栉孔扇贝上壳添加上壳干重0.5、1、2和3倍重的水泥, 用以模拟附着在扇贝壳上的污损生物, 设不添加水泥的对照组, 对贝壳上污损生物的重量对栉孔扇贝生长和存活的影响进行了研究。结果表明, 实验组扇贝壳长、闭壳肌和剩余软体组织的特定增长率及存活率与对照组均没有显著差异( $P>0.05$ ), 说明贝壳上的污损生物的重量没有影响扇贝的生长和存活。

**关键词** 栉孔扇贝 污损生物 桑沟湾 特定增长率 存活率

**中图分类号** S944.3 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2009)06-0131-05

## Effects of shell fouling on the growth and survival of *Zhikong scallop Chlamys farreri*

QI Zhan-hui<sup>1,2,3</sup> FANG Jian-guang<sup>3\*</sup> ZHANG Ji-hong<sup>3</sup>  
MAO Yu-ze<sup>3</sup> JIANG Zeng-jie<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071)

(<sup>2</sup>Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)

(<sup>3</sup>Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Qingdao 266071)

**ABSTRACT** The quantity of fouling organism on scallop shell and the effects of the mass of artificial fouling on growth and survival of *C. farreri* was studied. Sixty scallops were randomly sampled from September to November, 2007, at monthly intervals. Artificial fouling (cement) weighing 0.5, 1, 2 and 3 times the mass of the upper valve were fixed to the upper valve of *C. farreri* Scallops with no artificial fouling served as the controls. Survival and specific growth rate (SGR) of shell length, dry mass of muscle and remaining soft tissue were examined after 60 d longline cultivation in Sanggou Bay. From September to November, the amount of shell fouling decreased from 1.47 g to 0.49 g, and again increased to 2.09 g in November. There were no significant differences in growth parameters and survival between the treatment and control

国家自然科学基金项目(40676093;30700619)和国家863计划项目(2006AA100304;2006AA10Z414)共同资助

\* 通讯作者。E-mail: fangjg@ysfri.ac.cn, Tel: (0532)85822957

收稿日期: 2008-10-29; 接受日期: 2009-02-25

作者简介: 齐占会(1980-), 男, 博士研究生, 主要从事海洋生态学研究。E-mail: qizhanhui006@163.com, Tel: 15908964903

groups, indicating that artificial fouling did not detrimentally affect the growth and survival of *C. farreri*. In Sanggou Bay, even in summer season when the natural fouling was heaviest, the mass that developed on scallop shells was much lower than the experimental levels. Thus, it is unlikely that the mass of natural occurred fouling organisms on the shell would negatively affect the growth and survival of *C. farreri*.

**KEY WORDS** Scallop *Chlamys farreri* Fouling Sanggou Bay  
Specific growth rate (SGR) Survival

污损生物又称附着生物,是附生在养殖设施或者生物体表面的动物、植物和微生物的总称(Azis *et al.* 2001)。贝类养殖笼上的污损生物会阻塞网孔,阻碍网笼内外的水交换,导致笼内的食物和氧气含量降低(Claereboudt *et al.* 1994; Lodeiros *et al.* 1996; Taylor *et al.* 1997; Ross *et al.* 2002)。很多滤食性污损生物如海鞘和贻贝等与扇贝竞争食物,降低贝的生长速度(MacDonald *et al.* 1985; Wallace *et al.* 1985; Su *et al.* 2007; 苏振霞等 2008)。一般认为附着在贝壳上的污损生物增加了贝壳的重量和闭壳肌的负担,影响滤水、呼吸等正常生理活动(Lesser *et al.* 1992; Vélez *et al.* 1995; Lodeiros *et al.* 2000)。栉孔扇贝 *Chlamys farreri* 是我国北方重要的贝类养殖品种,养殖的规模和产量都很大(Guo *et al.* 1999)。高温季节扇贝壳上附着有很多污损生物。生产当中担心污损生物会使贝壳加重,影响扇贝生长,通常在倒笼的同时对贝壳上污损生物进行清除,但清理操作会对扇贝造成胁迫,降低生长和存活(蒋增杰等 2006)。污损生物重量是否会影响扇贝的生长和存活,进而是否有必要对其进行清除等都未见有相关的研究和报道。本实验对贝壳上污损生物的重量以及其对栉孔扇贝生长和存活的影响进行了研究,以期对栉孔扇贝的生产管理提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地点

实验在我国北方典型的贝藻养殖海区桑沟湾进行。桑沟湾位于山东东部(37°01'~37°09'N, 122°24'~122°35'E),属半开放型海湾,面积大约 132 km<sup>2</sup>。湾内平均水深约 7.5 m。栉孔扇贝是桑沟湾重要的养殖品种,养殖的规模和产量都很大。

### 1.2 样品采集与处理

2007年9~11月,每月从栉孔扇贝养殖笼内随机取扇贝样品60个,取下上壳上所有污损生物,称量污损生物的湿重。解剖扇贝,分离出上壳,烘干(60℃, 48 h)后称量扇贝上壳的干重,确定污损生物湿重和上壳干重的比例。

2008年4月挑选壳长(54.4±4.22 mm)接近的扇贝170只,去除贝壳上所有污损生物。随机选取20个扇贝,测量壳长后解剖分离出上壳、闭壳肌和剩余软体组织,烘干(60℃, 48 h)后分别称量干重。分析壳长和上壳、闭壳肌和剩余软体组织的干重之间的回归关系。将剩余的150只扇贝随机分成5组(4个实验组和1个对照组),每组包含扇贝30只。方差分析显示各组间扇贝壳长没有显著差异( $P>0.05$ )。测量并记录每只贝的初始壳长,在贝壳上用防水记号笔做标记。根据打样取得的回归关系和各个实验扇贝初始壳长,计算每只扇贝的初始的上壳干重、闭壳肌干重和剩余软体组织干重。

### 1.3 实验处理

设置水泥重量分别为扇贝上壳干重的0.5、1、2和3倍等4个实验组和不添加水泥的对照组(分别以T0、T1、T2和T3和对照组表示)。根据每只扇贝的上壳干重,称取相应倍数的水泥,与少量水混合后粘在扇贝的上壳上,用以模拟附着在贝壳上的污损生物。

实验处理完成后, 将扇贝在流水的水槽内暂养 3 d, 以使其从实验操作的影响中恢复。扇贝在网盘直径 30 cm, 层高 20 cm 的网笼内养殖。养殖密度为每层 25 只, 其中包括每个实验组和对照组的扇贝各 5 只, 以减少各组在垂直分布上的差异。

扇贝笼在浮筏上悬挂养殖, 吊养深度为 2.5 m, 实验养殖周期为 2008 年 4 月 16 日至 6 月 16 日共 60 d。实验结束后, 收回所有扇贝, 检查各组的死亡个数, 计算死亡率。测量所有扇贝的壳长, 之后全部解剖, 分离出闭壳肌和剩余软体组织, 烘干后分别称量干重。

### 1.4 数据处理

存活率 =  $N_2/N_1 \times 100\%$ 。其中,  $N_1$  和  $N_2$  分别为初始实验扇贝数和实验结束时的扇贝数。特定增长率 (Specific Growth Rate, SGR%/day) =  $100 \times (\ln X_2 - \ln X_1) / t$ , 其中,  $X_1$  和  $X_2$  分别为扇贝的初始壳长和实验结束时的壳长; 初始闭壳肌干重和实验结束时的闭壳肌干重; 初始剩余软体组织干重和实验结束时的剩余软体组织干重。t 为养殖时间。

数据采用 Statistic 6.0 进行单因子方差 (One-way ANOVA) 分析, 差异显著时采用 Duncan 法, 比较各组之间的差异, 显著水平设为 0.05。

## 2 实验结果

### 2.1 栉孔扇贝壳上附着生物的数量

壳上的污损生物的重量显示出明显的季节特征 (表 1), 9 月份温度较高, 污损生物的重量为 1.47 g, 随着温度降低污损生物的数量在 10 月份急剧下降到 0.49 g, 但 11 月份尽管温度继续降低, 但污损生物的重量却上升到 2.09 g。污损生物与上壳的重量比例变化与壳上污损生物重量相似, 也是从 9 月到 10 月有所降低, 之后到 11 月又有升高。

### 2.2 贝壳上污损物重量对扇贝生长的影响

实验结果显示, 水泥模拟的污损生物的重量对栉孔扇贝壳长、闭壳肌干重和剩余软体组织干重的特定增长率均没有显著影响 (图 1, A、B、C) ( $P > 0.05$ )。

表 1 栉孔扇贝壳上污损生物的重量及其与上壳重的比例

Table 1 The weight of fouling organisms on *C. farreri* shell and the ratio of fouling to upper valve

月份 Month	9 月 September	10 月 October	11 月 November
壳上污损生物重量 (g) Weight of shell fouling (g)	1.47 ± 2.05	0.49 ± 0.73	2.09 ± 2.24
污损生物重与上壳重的比例 (%) Ratio of fouling to upper valve (%)	28.16 ± 38.6	10.24 ± 15.03	31.29 ± 31.63

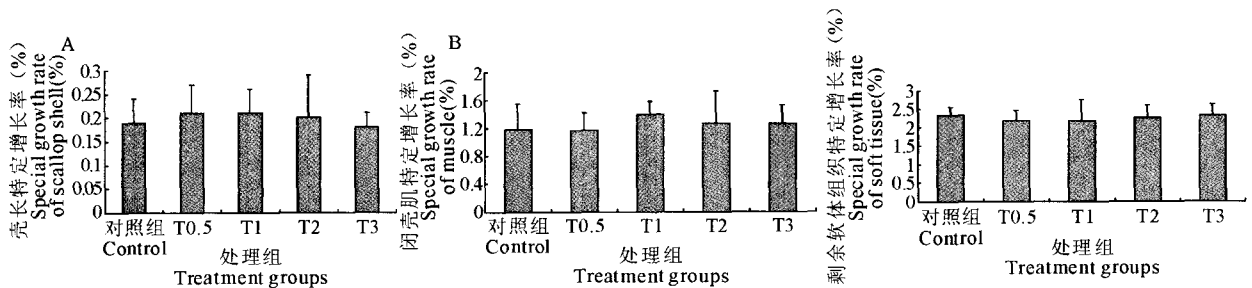


图 1 水泥重量对栉孔扇贝 (A) 壳长、(B) 闭壳肌干重和 (C) 剩余软体组织干重特定增长率的影响

Fig. 1 Effect of mass of artificial fouling added to the upper valve of *C. farreri* on the increase of (A) shell length, (B) dry mass of muscle and (C) dry mass of remaining soft tissue

### 2.3 贝壳上污损物重量对扇贝存活率的影响

各实验组扇贝的存活率与对照组之间没有显著差异( $P>0.05$ ),说明贝壳上水泥的重量对栉孔扇贝的存活没有显著影响(图2)。实验结束时检查死亡扇贝,发现大部分死贝的个体大小与实验开始时接近,说明这些扇贝是在实验初期死亡的。死亡个体可能是由于实验操作所造成的胁迫引起的,而非由壳上水泥的重量所造成的。

## 3 讨论

目前对于桑沟湾污损生物的研究很少,仅方建光等(1996)和蒋增杰等(2006)对浮筏和网笼上的污损生物的数量进行过研究。栉孔扇贝壳上附着生物的数量变化特征尚未见报道。桑沟湾地处温带地区,9月份温度较高,栉孔扇贝壳上的污损生物的湿重约上壳重的28.16%,远低于热带地区扇贝壳上的污损生物的数量(Lodeiros *et al.* 1996;苏振霞等 2008)。随着温度下降,10月份贝壳上的污损生物数量也有所降低,但是11月份污损生物的数量又有所升高,这主要是由于随温度降低海鞘等生物逐渐脱落减少,但是11月以后贻贝成为优势种,随着贻贝的附着和长大,污损生物的重量又有所增加。

桑沟湾4~6月的水温为7.7~16.6℃,此时扇贝生长较快且污损生物的数量较少(蒋增杰等 2006),对实验设计中水泥重量与扇贝上壳重的比例的影响很小,故实验选择在此期间进行。有研究显示,污损生物的重量是上壳干重的47%时对牡蛎 *Crassostrea rhizophorae* 壳长和软体组织的生长没有影响(Salazar 2004),但当污损生物重量增加到上壳干重的3倍时会降低壳长的生长速度(Lodeiros *et al.* 2007),说明贝壳上的污损生物对贝类的影响与其重量有关。Lodeiros等(1996)对热带扇贝 *Euvola ziczac* 的研究发现污损生物的重量达到上壳干重的86%~90%时会对降低其生长和存活。本实验中,污损生物的重量即使3倍于上壳干重时,也没有影响栉孔扇贝的生长和存活。表明贝类对污损生物重量的耐受能力存在很大的种属差异。

有研究认为贝壳上的污损生物会增加贝壳的重量和闭壳肌的负担,影响了肌肉(Widman *et al.* 1991; Uribe *et al.* 2001)或者软体组织生长(Lodeiros *et al.* 1996,2000;Cropp *et al.* 1992)。本实验中各组扇贝闭壳肌和软体组织的生长均无显著差异,说明污损生物的重量没有影响栉孔扇贝的生长,这与Lodeiros等(2007)对牡蛎 *C. rhizophorae* 的研究相一致。

养殖中栉孔扇贝壳上的自然污损生物的重量远低于本实验设计的水平,除非有牡蛎附着,污损生物的重量很少能达到上壳重的3倍,所以污损生物的重量不会对贝的生长及存活造成影响。清除贝壳上的污损生物会对扇贝造成胁迫并导致扇贝在空气中干露,尤其在温度较高的8、9月份,清除扇贝壳会严重影响其生长速度,甚至导致死亡,得不偿失。因此作者建议在夏、秋季最好不对扇贝壳上的附着生物进行清除,扇贝壳上的污损生物可以在11月份以后温度降低后进行清除,以减少滤食性污损生物对扇贝的食物竞争。在收获前也应对扇贝壳进行清除以改善外观,提高市场价值。

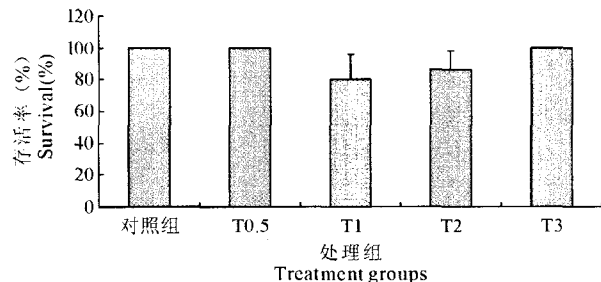


图2 栉孔扇贝壳上水泥的重量对存活率的影响

Fig. 2 Effect of mass of artificial fouling added to the upper valve of *C. farreri* on the survival

## 参 考 文 献

- 方建光,匡世煥,孙慧玲,孙 耀,周诗贻,宋云利,崔 毅,赵 俊,杨琴芳,李 锋,张爱君,王兴章,汤庭耀. 1996. 桑沟湾那栉孔扇贝养殖容量的研究. 海洋水产研究,17(2):18~31
- 苏振霞,肖 辉,黄良民. 2008. 污损生物对大亚湾华贵栉孔扇贝的食物吸收及营养盐排泄的影响. 淮海工学院学报(自然科学版),17(1):61~64
- 蒋增杰,方建光,门 强,王 巍. 2006. 桑沟湾贝类筏式养殖与环境相互作用研究. 南方水产,2(1):23~29
- Azis, P. K. A., Al-Tisan I., and Sasikumar, N. 2001. Biofouling potential and environmental factors of seawater at a desalination plank intake. Desali-

- nation, 135:69~82
- César Lodeiros, Lee Galindo, Esperanza Buitrago, and John, H. H. 2007. Effects of mass and position of artificial fouling added to the upper valve of the mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae* on its growth and survival. *Aquaculture*, 262:168~171
- Claereboudt, M., Bureau, D., Côté, J., and Himmelman, J. H. 1994. Fouling development and its effect on the growth of juvenile giant scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture. *Aquaculture*, 121:327~342
- Cropp, D., and Hortle, M. 1992. Midwater cage culture of the commercial scallop *Pecten fumatus* Reeve 1852 in Tasmania. *Aquaculture*, 102:55~64
- Guo, X. M., Ford, S. E., and Zhang, F. S. 1999. Molluscan aquaculture in China. *J. Shellfish Res.* 18:19~31
- Lesser, M. P., Shumway, S. E., Cucci, T., and Smith, J. 1992. Impact of fouling organisms on mussel rope culture: Interspecific competition for food among suspension-feeding invertebrates. *J. Exp. Mar. Bio. Eco.* 165:91~102
- Lodeiros, C. J. M., and Himmelman, J. H. 1996. Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac* (L. 1758) in suspended culture. *Aqua. Res.* 27:749~756
- Lodeiros, C., and Himmelman, J. H. 2000. Identification of environmental factors affecting growth and survival of the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 182:91~114
- MacDonald, B. A., and Thompson, R. J. 1985. Influence of temperature and food availability on the ecological energetics of the giant scallop *Placopecten magellanicus*. I. Growth rates of shell and soft tissue. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 25:279~294
- Ross, K. A., Thope, J. P., Norton, T. A., and Brand, A. R. 2002. Fouling in scallop cultivation: Help or hindrance? *J. Shellfish Res.* 21:529~547
- Salazar, M. 2004. Biota Asociada a la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) en cultivo suspendido sometido a tres tratamientos de exondacion. Pages 54 in Tesis de grado TSU en Acuiculturay Oceanografía, Instituto Universitario de Tecnologías del Mar, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Isla Margarita
- Su, Z. X., Yan, Y., and Huang, L. M. 2007. Effect of fouling on feeding, oxygen consumption and waste excretion of Pearl oyster *Pinctada martensii* in Daya Bay cultivation. *Mar. Sci. Bull.* 9(2):34~42
- Taylor, J. J., Southgate, P. C., and Rose, R. A. 1997. Fouling animals and their effect on the growth of silver-lip oysters, *Pinctada maxima* (Jame-son) in suspended culture. *Aquaculture*, 153:31~40
- Uribe, E., Lodeiros, C., Felix-Pico, E., and Etchepare, I. 2001. Epibiontes en pect nidos de Iberoam rica. Pages 249~266 in Maeda-Martínez, A. N. (Ed.), Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica; Cienciay Acuicultura. Limusa, México
- Vélez, A., Freitas, L., Himmelman, J. H., Senior, W., and Marin, N. 1995. Growth of the of tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac*, in bottom and suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 136:257~276
- Wallace, J. C., and Reinsnes, T. G. 1985. The significance of various environmental parameters for growth of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (Pectinidae) in hanging culture. *Aquaculture*, 44:229~242
- Widman, J. C., and Rhodes, E. W. 1991. Nursery culture of the bay scallop, *Argopecten irradians irradians*, in suspended mesh nets. *Aquaculture*, 99:257~267