

文章编号: 1000-0615(2002)05-0440-08

乐清湾塘养泥蚶的生长

尤仲杰¹, 王一农², 陈 坚³

(1. 宁波大学海洋生物工程重点实验室, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波大学海洋与水产系, 浙江 宁波 315211;
3. 温州市海洋水产局, 浙江 温州 325000)

摘要: 1998 年 6 月至 2000 年 7 月对浙江省乐清湾塘养泥蚶的生长进行了详细的观察。刚孵化变态的 D 形幼虫壳长 92~100 μm , 经 10d 培育达到 180.5~201.5 μm , 平均每日增长 8.9~10.2 μm ; 稚贝附着后 16d 平均壳长从 191.3 μm 增长到 634.1 μm , 平均每日增长 27.7 μm ; 出库稚贝放养于围塘内, 培育 9 个月平均壳长达到 8.34mm, 成为商品贝苗, 平均每月增长 0.86mm, 其中 9~10 月份增长可达 1.65mm; 再经 15 个月培育达到成品贝, 平均壳长 28.57mm, 平均每月增长 1.35mm。泥蚶是一种慢生型贝类。对室内浮游幼虫、稚贝、中间暂养贝苗、成蚶养殖期间的多项生长指标进行测量和称重, 获得的相关关系非常显著。

关键词: 泥蚶; 幼虫; 贝苗; 稚贝; 生长; 池塘养殖

中图分类号: S965.231 文献标识码: A

Growth of *Tegillarca granosa* in the pond culture of Leqing Bay

YOU Zhong-jie¹, WANG Yi-nong², CHEN Jian³

(1. Key Laboratory of Ocean Bioengineering, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2. Department of Oceanography and Fisheries, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

3. Wenzhou Bureau of Oceanography and Fisheries, Wenzhou 325000, China;)

Abstract: From January 1998 to July 2000, detailed observation were made on the growth of blood clam, *Tegillarca granosa*, in the pond culture of Leqing Bay (Zhejiang Province, China). Larva (just hatched) is 92–100 μm in shell length, after 10 days cultivation, it attains 180.5–201.5 μm in shell length, average increase of 8.9–10.2 μm per day. After attachment, juveniles increase to 634.1 μm in shell length from 191.3 μm , average increase of 27.7 μm per day. Juveniles at mid culture in pond, average shell length achieves 8.34mm in 9 months, this is the commodity seeding, average increase 0.86mm per month. After 15 month rearing, it becomes the finished product, average shell length 28.57mm, average increase 1.35mm per month. *Tegillarca granosa* belongs to slow growth type. Several growth indexes of the blood clam larvae and seeding in cultural ponds, juveniles at mid culture, and mature blood clam were measured and weighed. The following regression equations, which have closely correlation were obtained:

(1) Linear regression equation of shell height(H) and length(L) of blood clam larvae: $L = 58.547 + 0.859H$

(2) Linear regression equation of shell height(H) and length(L) of blood clam seeding: $L = 128.643 + 1.795H$

(3) Linear regression equation of shell height(H) and length(L) of blood clam juveniles: $L = 1.517H - 0.368$

收稿日期: 2002-01-11

资助项目: 国家星火项目(97B101D700062), 浙江科委重点项目泥蚶全人工养殖技术研究

作者简介: 尤仲杰(1958—), 男, 浙江宁波人, 副教授, 从事贝类养殖学研究, Tel: 0574-87600590, E-mail: zi_you@hotmail.com

(4) Linear regression equation of shell height(H) and length(L) of mature blood clam: $L = 1.660H - 9.563$

(5) Linear regression equation of shell width (D) and length(L) of mature blood clam: $L = 1.349 + 1.425D$

(6) Functional equation of body weight (W) and length (L) of mature blood clam: $W = 0.831L^{3.425}$

Key words: *Tegillarca granosa*; larvae; seeding; juveniles; growth; pond culture

泥蚶(*Tegillarca granosa* Linnaeus) 俗称血蚶、宁蚶等, 为广温广盐性贝类, 分布于印度-西太平洋海域, 在我国主要分布于山东以南沿海, 是山东、浙江、福建和两广滩涂养殖的重要经济贝类, 南方各省沿岸养民具有悠久的养蚶历史和丰富的养殖经验。关于泥蚶的研究有对人工育苗^[1-4]、繁殖^[5]、幼虫摄食习性^[6]和环境因子对不同发育阶段影响的研究^[7]。而对泥蚶幼虫、稚贝的生长以及养殖塘内中间培育期和养成期生长的研究至今未见详细报道。浙江乐清湾是我国最大的泥蚶苗种生产和养殖基地, 也是我国较早研究人工育苗和中间培育的场所。本文对乐清湾塘养泥蚶浮游幼虫、室内附着稚贝、出库稚贝的中间培育及塘内成蚶的养成各阶段的生长特点进行了详细地研究, 旨在为泥蚶全人工养殖的稳产高产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 幼虫生长观察

1998年6月9日采用乐清湾南塘镇塘养两年的3龄泥蚶作亲贝, 采用阴干流水刺激获得受精卵, 原池孵化, 当胚胎发育至D形幼虫时倒池入新池继续培养。培育池4.0m×9.0m, 水深1.3m, 浮游幼虫培育密度: 前5d控制在10~15个·mL⁻¹, 5d后控制在6~8个·mL⁻¹, 附着时控制在4~5个·mL⁻¹; 培育水温26~27℃, pH8.1, 比重1.014~1.016, 中量24h连续充气, 每平方米1个气石。培育前期(前5d)投喂球等鞭金藻(*Isochrysis galbana*), 控制藻类密度1×10⁴~2×10⁴细胞·mL⁻¹, 后期(后5d)加投牟氏角毛藻(*Chaetoceros muelleri*)和青岛大扁藻(*Platymonas helgolandica* var. *tsingtaoensis*)。每天上午8:00随机取样水体中浮游幼虫50个以上, 置于显微镜下测量幼虫壳长和壳高, 直至6月19日附着结束。

1.2 室内附着稚贝生长观察

当幼虫附着后, 保持水深0.6~0.8m, 水温控制在28~29℃, 投喂青岛大扁藻, 每天两次, 保持水体中藻类密度5000~8000cell·mL⁻¹, 稚贝培育密度10×10⁵粒·m⁻², 4~5d倒池一次, 每天全量换水1~2次。自6月19日起, 每隔一天在上午8:00随机取样50个以上稚贝进行测量壳长和壳高, 至7月5日结束。

1.3 稚贝中间培育期生长观察

选择环境稳定、饵料丰富、敌害生物少的乐清湾内玉环县海山乡的海水养殖塘, 底质为软泥, 海水比重1.005~1.016, pH7.8~8.2, 用千分之二氯化钠清塘, 在塘内用筛绢网围成稚贝培育田66.7~667m²不等, 蓄水30~40cm。起始培养密度为每平方米5×10⁴~10×10⁴粒稚贝, 每半月疏苗一次, 密度减半, 到次年4月份出售或分养时培养密度为每平方米1000~2000粒, 每周施肥1次, 用发酵的鸡粪(3.3~4.0kg·hm⁻²)或无机肥均可。每月随机取样50~100粒稚贝, 用游标卡尺测量壳长和壳高, 同时测定水温。

1.4 成蚶养成期生长观察

成蚶养成塘大小0.66~3.33hm², 保持水深0.5m以上, pH7.9~8.4, 周年比重变化范围为1.006~1.017, 放养密度675×10⁴粒·hm⁻², 每周施肥一次(同上), 实养面积为塘面积的1/4, 每月测定水温, 每月随机取样50~100粒, 用游标卡尺测量壳长、壳高、壳宽, 用扭力天平(感量0.1g)称粒重, 然后将贝壳和软体部置于70℃恒温箱中烘干24h, 用电子天平(0.1mg)称干肉重和干壳重。

1.5 数据处理及生长指标的确定

肥满度(CI)(%) = (干肉重/干壳重) × 100

用微机处理生长测量数据, 得出壳长、壳高、壳宽、体重之间的回归方程及频率分布图。

2 结果

2.1 浮游幼虫的生长

泥蚶的D形幼虫壳长在92~100 μm 之间, 在水温26~27 $^{\circ}\text{C}$ 条件下, 经10d的培养, 达到附着变态期, 这时的壳长范围在180.5~201.5 μm 之间, 平均壳长191.3 μm , D形幼虫开始的前5d生长较慢, 平均每天增长仅7 μm , 到了壳顶期生长加快, 平均每天增长13.4 μm , 幼虫发育至即将附着时, 生长减慢下来(图1)。到了190~200 μm 左右, 此时如果饵料不足或水温降低, 对幼虫生长有明显影响, 长时间维持在200 μm 左右。故育苗生产中应特别注意。

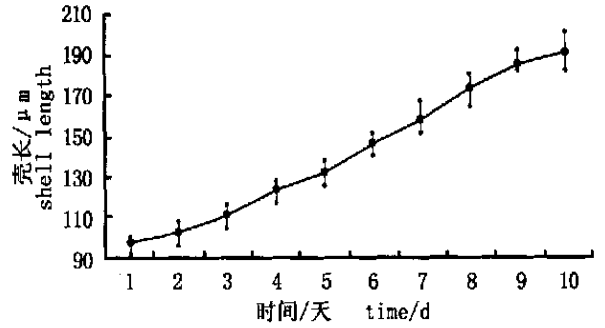


图1 泥蚶浮游幼虫在人工育苗池中的生长
Fig. 1 The growth of *Tegillarca granosa* larvae in artificial raising

2.2 室内附着稚贝的生长

当幼虫刚变态附着成稚贝后, 次生壳尚未出现, 此时基本不摄食, 12~24h后摄食强度猛增, 这时稚贝进入快速生长, 在水温28~29 $^{\circ}\text{C}$ 条件下, 平均每天的壳长增长量为27.7 μm (图2)。在生产中我们经常遇到在饵料充足时可达40~50 $\mu\text{m}\cdot\text{d}^{-1}$ 的增长量。稚贝一般在附着后第2~3天出现次生壳, 此期的稚贝放射肋出现, 形态已如成蚶; 再经半个月的培养, 当稚贝壳长超过500 μm 以后即可移至室外培养或出售。

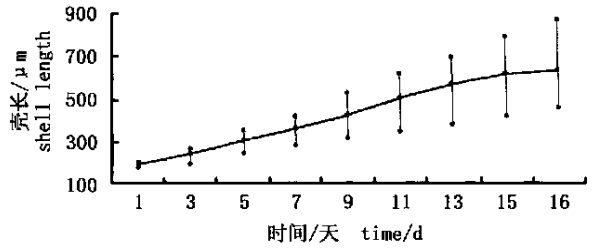


图2 泥蚶附着稚贝在人工育苗池中的生长
Fig. 2 The growth of *Tegillarca granosa* seedling in artificial raising

2.3 中间培育期贝苗的生长

在自然水温7.3~30.4 $^{\circ}\text{C}$ 条件下, 平均壳长634.1 μm (范围456.7~865.1 μm)的出库稚贝在蚶塘内经9个月的培养达到平均壳长8.34mm(范围6.4~10.2mm)(图3)。此时的贝苗即可用于成蚶养成。

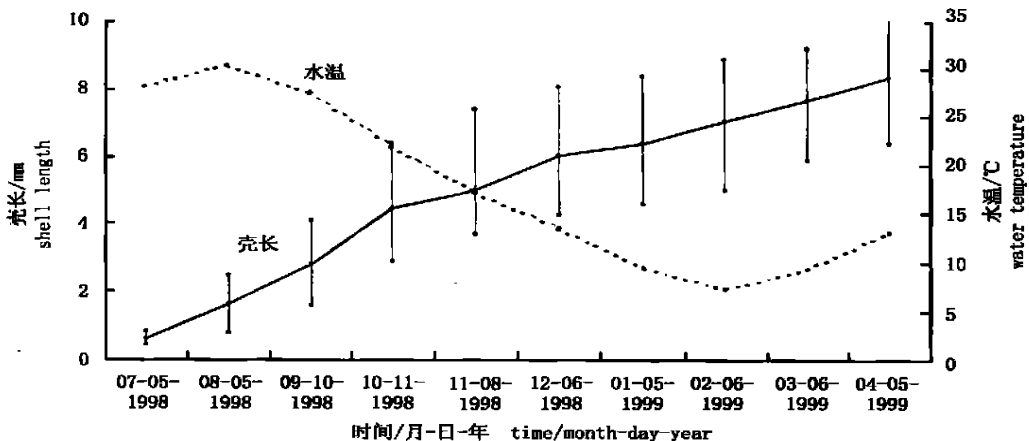


图3 泥蚶稚贝中间培育阶段的壳长与水温之间的关系

从图3可见, 贝苗前期(7-10月份)生长较快, 此时水温在 22.1~30.4℃之间, 平均每月增长 1.28mm, 其中又以 9-10月增长最快, 达到 1.65mm; 随着水温下降, 生长减慢, 从 10月到翌年 4月, 每月的壳长增长量仅为 0.65mm。

2.4 成蚶养成期的生长

2.4.1 壳长、壳高、壳宽的生长

平均壳长为 8.34mm 的贝苗在池塘水温 7.6~30.2℃条件下养殖 15个月, 达到平均壳长为 28.57mm(范围 24.4~31.6mm)的商品贝, 平均壳高和壳宽也分别从 5.74mm(范围为 4.6~6.9mm)和 4.90mm(范围为 4.2~5.8mm)增长到平均壳长 23.38mm(范围为 20.3~24.7mm)和 19.14mm(范围为 16.1~20.9mm)。从图4中可见, 4月份开始水温回升, 泥蚶贝壳开始生长, 随着水温升高, 生长加快, 6-10月达到生长最大值, 平均每月 2.43mm, 最快的 9-10月达到 2.90mm; 10月以后随着水温下降, 生长减慢, 12月-翌3月这段时间贝壳的生长缓慢, 在 2月几乎达到零增长, 在贝壳上形成致密的纹痕, 即为年龄的标志。

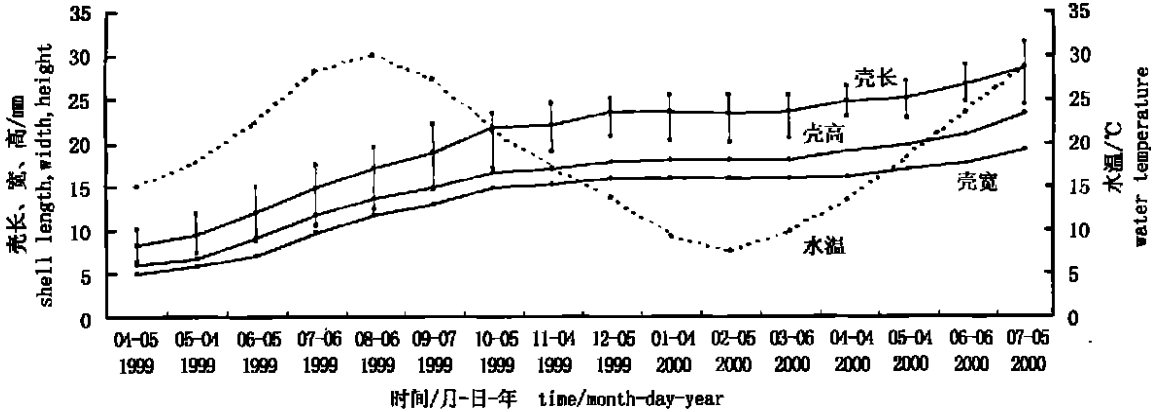


图4 成蚶养成塘内泥蚶的生长与水温的关系

Fig. 4 The relation between the water temperature and growth of mature blood clam in the pond

2.4.2 体重的生长

平均体重 0.24g 的贝苗经 15个月的培育后, 达到平均体重 5.9g 的成蚶, 最大的可达 8.25g(图5)。从图中可以看出, 体重生长呈现出与壳长生长基本一致的规律。

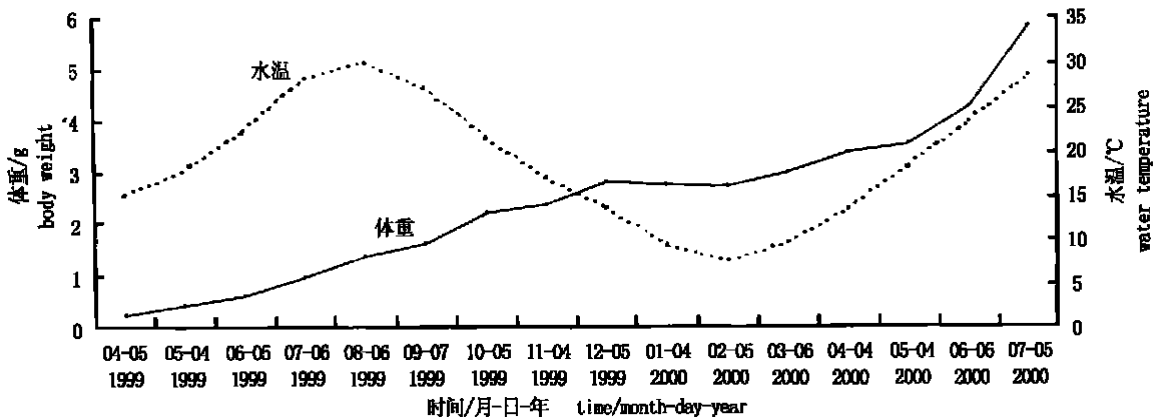


图5 养殖 15个月泥蚶体重的增长曲线

Fig. 5 The increase body weight curve of blood clam in the pond

2.4.3 肥满度的变化

养殖塘内泥蚶肥满度的变化见图6,从图中可知,4月份开始泥蚶的肥满度增长很快,7月份达到全年最高值,为30.04%;5~8月份正是塘养泥蚶的繁殖期,体内营养物质大量积累,解剖可见软体部性腺非常饱满;8月份以后因精卵的大量排放,肥满度下降,个体极度消瘦,10月份达到最低值,仅为7.41%,11月份以后肥满度又有所回升,个体处于育肥阶段。

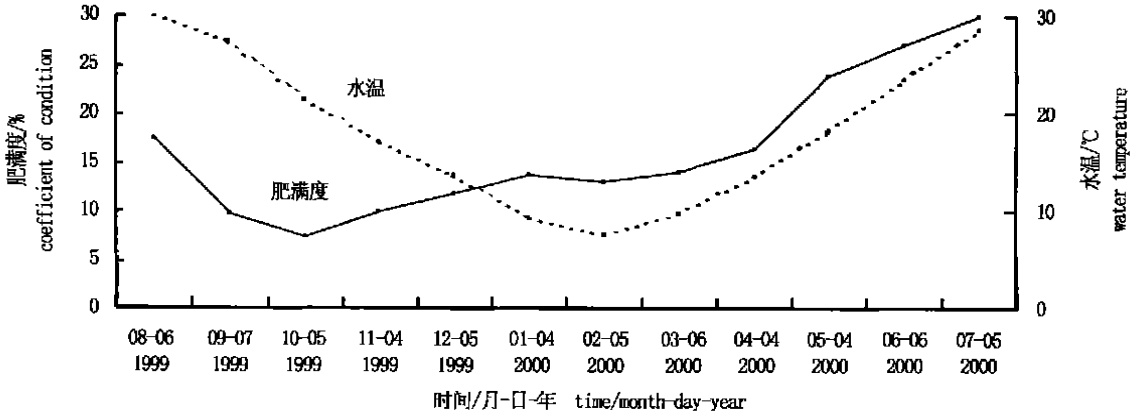


图6 养殖塘内泥蚶肥满度的季节变化

Fig. 6 The coefficient of condition seasonal change of blood clam in the pond

2.5 生长指标的频率分布

2.5.1 个体大小的频率分布

贝苗经15个月养殖达到商品规格,其壳长的频率分布为:壳长2.9~3.0cm组的呈现频率最高,达25%;其次是2.8~2.9cm组占20%;2.7~2.8cm组和3.1~3.2cm组各占15%(图7-a)。

2.5.2 体重的频率分布

养殖15个月的商品泥蚶的体重频率分布为:以个体重6.0~7.0g组出现频率最高,占35%;其次是4.0~5.0g组,占20%;3.0~4.0g组和8.0~9.0g组各占15%(图7-b)。

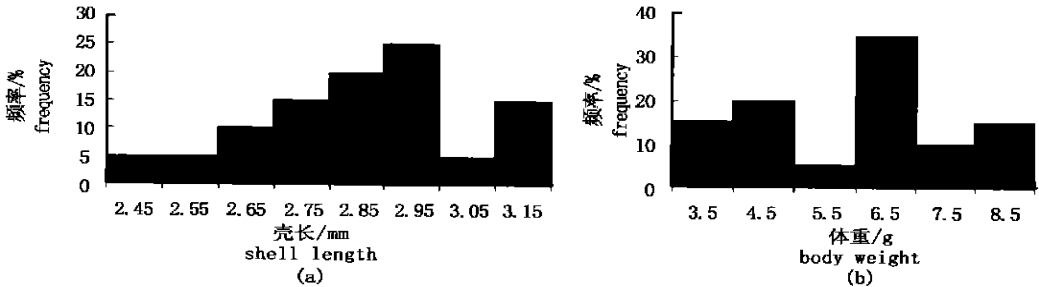


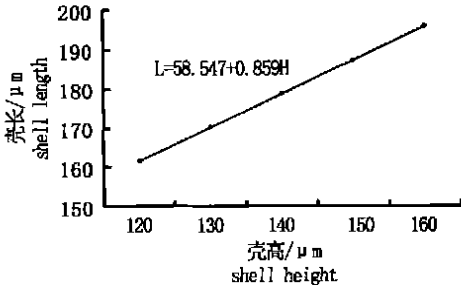
图7 养殖15个月的商品泥蚶生长指标的频率分布

Fig. 7 The frequency distribution of blood clam growth index in breed aquatics

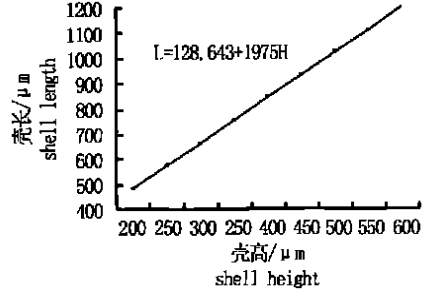
2.6 各生长指标之间的关系

2.6.1 泥蚶浮游幼虫壳高与壳长之间的关系

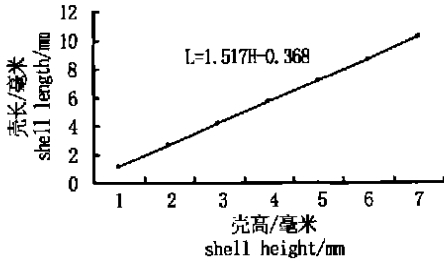
泥蚶浮游幼虫壳高和壳长之间的关系由下列线性方程表示: $L_{幼虫} = 58.547 + 0.859H_{幼虫}$ ($r = 0.941$, $n = 100$, $P < 0.01$)。它们之间呈非常显著的正相关关系(图8-a)。



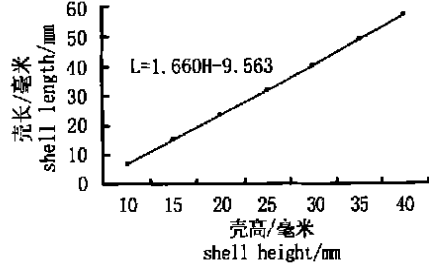
(a) 浮游幼虫壳长与壳高的关系
(a) linear regression equation of shell height and length of blood clam larvae



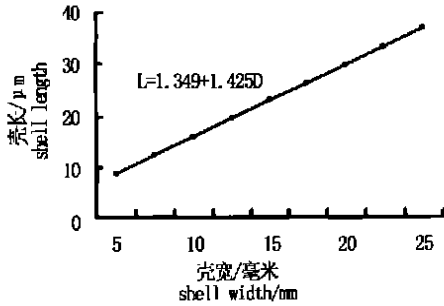
(b) 室内附着稚贝壳长与壳高的关系
(b) linear regression equation of shell height and length of blood clam seeding



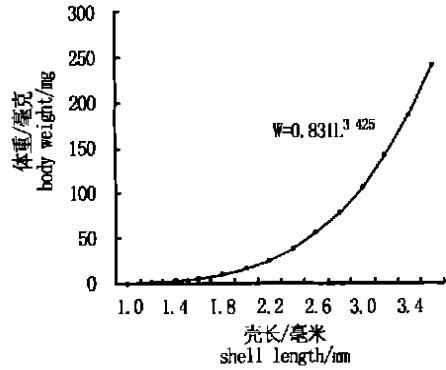
(c) 中间培育期贝苗壳长与壳高的关系
(c) linear regression equation of shell height and length of blood clam juveniles



(d) 成蚶壳长与壳高的关系
(d) linear regression equation of shell height and length of mature blood clam



(e) 成蚶壳长与壳宽的关系
(e) linear regression equation of shell width and length of mature blood clam



(f) 成蚶壳长与体重的关系
(f) linear regression equation of shell length and weight of mature blood clam

图 8 泥蚶各生长指标之间的关系

Fig. 8 The relation of growth index of blood clam

2. 6. 2 室内稚贝壳高与壳长之间的关系

室内附着稚壳高和壳长之间的关系由下列线性方程表示: $L_{\text{稚贝}} = 128.643 + 1.795H_{\text{稚贝}}$ ($r = 0.955, n = 100, P < 0.01$)。

两者之间具有非常显著的正相关关系(图 8-b)。

2. 6. 3 贝苗中间培育期间壳高与壳长之间的关系

中间培育期贝苗是指出库稚贝移至养殖塘中进行中间培育,一直达到规格为壳长 6.4~ 10.2cm 之间的商品种苗,壳长和壳高之间的关系由下列线性方程表示:

$$L_{\text{贝苗}} = 1.517H_{\text{贝苗}} - 0.368 \quad (r = 0.888, n = 100, P < 0.01)$$

两者之间具有非常显著的正相关关系(图 8-c)。

2.6.4 成蚶壳高与壳长之间的关系

贝苗经过 15 个月的养殖达到商品泥蚶,壳长与壳高之间的关系由下列线性方程表示:

$$L_{成贝} = 1.660H_{成贝} - 9.56 \quad (r = 0.923, n = 100, P < 0.01)$$

两者之间具有非常显著的正相关关系(图 8-d)。

2.6.5 成蚶壳宽与壳长之间的关系

壳长与壳高之间的关系由下列线性方程表示:

$$L_{成贝} = 1.349 + 1.425D_{成贝} \quad (r = 0.985, n = 100, P < 0.01)$$

两者之间具有非常显著的正相关关系(图 8-e)。

2.6.6 成蚶体重与壳长之间的关系

成蚶体重与壳长之间的关系用下面方程表示:

$$W_{成贝} = 0.831L_{成贝}^{3.425} \quad (r = 0.913, n = 100, P < 0.01)$$

两者之间具有非常显著的幂函数关系(图 8-f)。

3 讨论

3.1 乐清湾塘养泥蚶的生长特点

研究表明,乐清湾泥蚶的生长过程其表现出双壳类生长的一般规律,在幼虫期生长缓慢,进入稚贝期后生长加快,且即使在冬季平均水温 7.5℃条件下也能生长;但是,进入成贝期后,在冬季几乎停滞生长。生长高峰出现在每年的 5~10 月份。在水温较高的广东和广西沿海终年都能生长。

泥蚶属于终生生长型贝类,这一结果与作者对彩虹明樱蛤(*Moerella iridescens*)^[8]和等边浅蛤(*Gomphina veneriformis*)^[9]的研究相一致。

从研究的结果可知,泥蚶是一种慢生型贝类,与已知的文蛤(*Meretrix meretrix*)、等边浅蛤和硬壳蛤(*Mercenaria mercenaria*)等廉蛤科种类相似^[9-11]。而与牡蛎科、扇贝科种类以及珠母贝的生长相比显然是很慢的,该两科贝类的一些种类一周年就可达到总生长量的 70%~80%^[12-14],而泥蚶却不到 30%。

一般情况下,贝类在生长过程中均表现出壳长生长和体重增长的不同步现象,如彩虹明樱蛤^[8]和等边浅蛤^[9]等。而泥蚶却表现出壳长生长和体重增长的不同步现象,在 4~9 月份的繁殖期内不但体重增长迅速,而且壳长也明显增加。产生这种差异的原因与该贝的生长环境有关,围塘养殖丰富的饵料生物和稳定的水环境条件是导致这种结果的主要因素。

3.2 塘养泥蚶与野生泥蚶生长的比较

据魏利平等^[15]报道,山东乳山湾自然海区泥蚶在水温 26.8~23.2℃的 8~11 月份,壳长月增长量为 1.05~1.41mm,且有位于潮带低的蚶苗生长快于潮带高的蚶苗的现象,到了冬季则停止生长。而乐清湾塘养泥蚶蚶苗的生长在水温为 22.1~30.4℃的 7~10 月份,平均壳长月增长达到 1.28mm,9~10 月份达到 1.65mm 的月增长量。显然比山东乳山湾蚶苗的生长要快,这与乐清湾这一时期水温较高和池塘蓄水养殖有关。塘养蚶苗因为生活在水中,24h 均能摄食,且相对水环境较稳定,表现出高增长量是显而易见的。

3.3 关于泥蚶生长指标的确定

对双壳类软体动物不同生长时期的多项生长指标进行观测,包括不同生活阶段的幼虫、稚贝、中间培育期贝苗、以及成贝的壳高、壳长、壳宽、体重、肉重、壳重等;这些生长指标大致可以分成二种计量单位:一种是以长度测量其生长指标,目前国内外常用的计量单位。另一种是以重量为生长指标,目前国内外很少使用。

这些生长指标的参数之间都具有非常显著的相关关系,我们通过相应的数理统计方法处理,就可以

获得由一个生长参数推算出另一个生长参数的结果。但是由于生长指标的不同,选用的方程也不一样。

我们从实际养殖结果探索中得出,泥蚶的浮游幼虫、室内稚贝、池塘中间培育阶段贝苗的壳高和壳长,和成蚶壳长、壳高及壳宽之间可用线性回归方程计算: $Y = a + bX$; 壳长与体重之间的关系用幂函数方程: $W = aL^b$ 来表示比较合适。

承蒙福建省水产研究所陈木研究员、山东省海洋水产研究所魏利平研究员、烟台师范学院孙振兴教授审阅并提出宝贵意见,在此深表感谢。

参考文献:

- [1] Lin Z Q, Wang D Q, Xu G X, et al. Examination on the artificial seedling of *Tegillarca granosa* Linnaeus[J]. Zheran Fish Sci Tec, 1980, 1: 1- 11. [林志强,汪德清,徐桂仙,等.泥蚶人工育苗试验报告[J].浙南水产科技,1980,1:1-11.]
- [2] Lin Z H, Wang T G, Xia C G. Large scale production of seeds of *Tegillarca granosa* Linnaeus[A]. Tran Chin Malac. (8)[C]. Peijing: Xueyuan Press, 1999. 124- 129. [林志华,王铁杆,夏彩国.泥蚶工厂化育苗技术[A].贝类学论文集(8)[C].北京:学苑出版社,1999.124-129.]
- [3] Zhang X Y, Zheng Y Y, Qi Y M, et al. Studies on technique for solid spatfall of *Tegillarca granosa* Linnaeus in the artificial seedling[J]. Shandong Fish, 1998, 15(2): 14- 16. [张晓燕,郑永允,戚以满,等.泥蚶人工育苗立体附苗技术的研究[J].齐鲁渔业,1998,15(2):14-16.]
- [4] Zhang X Y, Zheng Y Y, Qi Y M, et al. Studies on new techniques for producing artificial seedlings of *Tegillarca granosa* Linnaeus[J]. Tran Chin Malac(8)[C]. Peijing: Xueyuan Press, 1999. 119- 123. [张晓燕,郑永允,戚以满,等.泥蚶人工育苗新技术的研究[A].贝类学论文集(8)[C].北京:学苑出版社,1999.119-123.]
- [5] Zheng J S, Wang M L, Wang Z Y, et al. Study on the development of sex gonad reproductive cycle of bloody clam *Tegillarca granosa* Linnaeus [J]. Jour Ocen Uni Qingdao, 1995, 25(4): 503- 510. [郑家声,王梅林,王志勇,等.泥蚶的性腺发育和生殖周期[J].青岛海洋大学学报,1995,25(4):503-510.]
- [6] Fang J G, Sun H L, Kuang S H, et al. Study on the filtration and ingestion rate of bloody clam larvae *Tegillarca granosa* Linnaeus[J]. Ocen Limn Sinica, 1999, 30(2): 167- 171. [方建光,孙惠玲,匡世焕,等.泥蚶幼虫滤水率和摄食率的研究[J].海洋与湖沼,1999,30(2):167-171.]
- [7] You Z J, Xu S L, Bian P J, et al. The effects of sea water temperature and salinity on the growth and survival of *Tegillarca granosa* larvae and juveniles[J]. Acta Ocen Sinica, 2001, 23(6): 167- 172 [尤仲杰,徐善良,边平江,等.海水温度和盐度对泥蚶浮游幼虫和稚贝生长与存活的影响[J].海洋学报,2001,23(6):167-172.]
- [8] You Z J, Wang Y N, Zhu X T, et al. Preliminary study on population composition and growth of clam *Moerella iridescens* (Benson)[J]. Mar Sci Bull, 1990, 9(6): 35- 40. [尤仲杰,王一农,朱新丁,等.彩虹明樱蛤(*Moerella iridescens*)群体组成与生长的初步研究[J].海洋通报,1990,9(6):35-40.]
- [9] You Z J, Wang Y N, Yan Z R, et al. Growth and seasonal changes in size structure of clam *Gomphina veneriformis*[J]. Jour Ocen Taiwan Strait, 1991, 10(1): 52- 58. [尤仲杰,王一农,颜正荣,等.等边浅蛤(*Gomphina veneriformis*)的群体组成与生长[J].台湾海峡,1991,10(1):52-58.]
- [10] Zhang J Z. Study on the growth of *Meretrix meretrix* Linnaeus[D]. Xiamen University master graduate student paper, 1986. 1- 37. [张建中.文蛤生长的研究[D].厦门大学硕士研究生论文,1986.1-37.]
- [11] Craig M A. Growth of *Mercenaria mercenaria* and *Mercenaria mercenaria texana* seed clams planted in two Texas Bays[J]. Aquac, 1988, 71: 193- 207.
- [12] Zhang X, Xie Y K, Huang X J, et al. Study on the growth of *Pinctada fucata* (Groud)[A]. Tran Pearl Oyster[C]. Beijing: Science Press, 1984. 1- 8. [张玺,谢玉坎,黄贤建,等.合浦珠母贝生长的研究[A].珍珠贝文集[C].北京:科学出版社,1984.1-8.]
- [13] Jin Q Z, Guo D L, Xu M C, et al. A study on the growth *Chlamys nobilis* (Reeve) in Daya Bay[A]. The biology and mariculture of scallop *Chlamys nobilis* (Reeve)[M]. Beijing: Science Press, 1996. 75- 82. [金启增,郭澄联,徐梅春,等.大亚湾华贵栉孔扇贝生长研究[A].华贵栉孔扇贝育苗与养殖生物学[M].北京:科学出版社,1996.75-82.]
- [14] Jin Q Z, Guo D L, Li H. A study on the correlation of growth indexes of *Chlamys nobilis* (Reeve)[A]. The biology and mariculture of scallop *Chlamys nobilis* (Reeve)[M]. Beijing: Science Press, 1996. 90- 98. [金启增,郭澄联,黎辉.华贵栉孔扇贝生长指标相互关系研究[A].华贵栉孔扇贝育苗与养殖生物学[M].北京:科学出版社,1996.90-98.]
- [15] Wei L P, Sun J S, Ma S Z. The reproduction, growth and distribution of *Tegillarca granosa* Linnaeus in Rushan Bay, China[J]. J Fish China, 1986, 10(1): 87- 93. [魏利平,孙尽善,马绍正.乳山湾泥蚶繁殖期及蚶苗的生长与分布[J].水产学报,1986,10(1):87-93.]