

几种环境因子对方斑东风螺稚螺生长与存活的影响

刘建勇¹, 罗俊标²

(1. 湛江海洋大学 水产学院, 广东 湛江 524025; 2. 珠海市水产养殖科学技术推广站, 广东 珠海 519165)

摘要:研究了不同的海水温度、盐度、pH 值和底质等主要环境因子对方斑东风螺 (*Babylonia areolata*) 稚螺生长与存活的影响。结果表明, 方斑东风螺稚螺生存和生长的最高和最低临界水温分别为 35 和 11, 适宜水温为 14~32, 最适水温为 26~29, 适温范围内, 稚螺的日生长率随着水温的升高而增加, 在 29 时达到峰值, 为 262.5 $\mu\text{m}/\text{d}$ 。方斑东风螺稚螺生存和生长的最高和最低临界盐度分别为 38 和 11, 适宜盐度为 14~35, 最适盐度为 17~29, 适宜盐度范围内, 低盐海水有利于提高稚螺的日生长率, 盐度对稚螺生长的影响不如温度的影响明显。方斑东风螺稚螺在 pH 为 8.0 时, 有最高日生长率, 为 220.4 $\mu\text{m}/\text{d}$, pH 高于 9.0、低于 7.0 时, 日生长率与成活率显著降低。池底铺砂可显著提高稚螺的日生长率, 但对稚螺的成活率无显著影响。

关键词:方斑东风螺 (*Babylonia areolata*); 稚螺; 环境因子; 生长; 存活

中图分类号: S965.231

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2008)07-0015-05

方斑东风螺 *Babylonia areolata* (Lamarck) 俗称花螺, 香螺。隶属软体动物门 Mollusca, 腹足纲 Gastropoda, 前鳃亚纲 Prosobranchia, 新腹足目 Neogastropoda, 蛾螺科 Buccinidae, 东风螺属 (*Babylonia*), 其个体较大, 肉味鲜美, 风味独特, 营养价值高, 是一种经济价值很高的底栖海产动物^[1]。近十几年以来, 由于酷捕滥采, 目前自然资源日益匮乏, 市场上更是供不应求。为了保护自然资源和满足人们日益增长的需求, 开展东风螺的人工养殖有着非常重要的意义和广阔的应用前景。目前有关东风螺方面的研究多集中在成体的生殖^[2~4], 摄食与营养^[5], 幼虫变态的化学诱导^[6], 胚胎发育, 幼虫生长发育与温、盐度的关系^[7]和人工育苗^[8,9]等方面。而有关养成方面的报道较少, 特别是有关方斑东风螺稚螺养殖方面的研究尚未见报道。作者主要研究了温度、盐度、pH 值、底质等主要环境因子对方斑东风螺稚螺成活和生长的影响, 以期对方斑东风螺稚螺的中间培育提供基础数据资料。

1 材料与方法

1.1 材料

实验于 2004 年 4~7 月在广西东兴市海信育苗场结合生产进行, 收购当地渔民出海拖网所捕获的大规格的方斑东风螺作为亲螺, 将亲螺所产的卵在

水泥池中孵化, 并将孵化出的面盘幼虫培育到稚螺, 孵化及培育条件为: 海水温度为 25~27, 盐度为 22.3~23.4。选取大小均匀(平均壳宽 1.097 cm, 平均壳高 1.642 cm)、活力强的同池稚螺作为实验材料。

1.2 方法

1.2.1 温度实验

共设计 10 个温度梯度, 分别为 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32, 35, 每个温度梯度设有 3 个平行组。实验期间各实验水槽中的海水水温由控温仪 (WMZK-01, 上海) 控制, 温度波动 ± 0.1 。实验在规格为 50 cm \times 40 cm \times 35 cm 的玻璃水槽中进行, 实验海水经过沉淀、砂滤, 盐度为 22.3~23.4, pH 值 7.9~8.0。玻璃水槽底部铺 0.5 cm 厚的细砂, 每个玻璃水槽放养平均壳高为 1.642 cm 的方斑东风螺稚螺 30 个, 每天早、晚各投喂文蛤肉 1 次, 及时清除残饵, 视水质情况日换水 1/3~1/2, 水槽底部的细砂每周清洗 1 次。实验时间为 35 d, 观察并统计稚螺的生长和存活情况。

收稿日期: 2005-07-10; 修回日期: 2005-10-20

基金项目: 广东省农业攻关项目 (2002C20316)

作者简介: 刘建勇 (1970-), 男, 河北唐山人, 工程师, 硕士, 主要从事海水养殖方面的教学和研究, 电话: 0759-2382109, E-mail: hdljyong@tom.com

1.2.2 盐度实验

共设计 10 个盐度梯度,分别为 11,14,17,20,23,26,29,32,35,38。每个盐度梯度设 3 个平行组,盐度通过在砂滤海水中加入粗制食盐或曝光自来水得以实现,海水温度为自然水温,20~22℃,pH 值 7.9~8.0,稚螺的规格、数量、培养方法及试验日期同温度试验。

1.2.3 pH 实验

共设计 7 个 pH 梯度,分别为 4,5,6,7,8,9,10,每个 pH 梯度设 3 个平行组,不同 pH 的海水用分析纯的 1 mol/L 的 HCl 溶液和 1 mol/L 的 NaOH 溶液调配,充气,直至 pH 稳定,实验期间为保持海水 pH 值的稳定,每日全换水 1 次。海水温度为自然水温,20~22℃,盐度为 22.3~23.4。稚贝的规格、数量、培养方法及试验日期同温度试验。

1.2.4 底质实验

取自然海区潮间带上的海砂用淡水冲洗干净,晒干,采用筛析法^[1]将海砂粒径分为 100~300 μm、500~700 μm、1 800~2 000 μm 3 种规格,分别将 3 种粒径的砂铺在玻璃水槽的底部制成 A、B、C 3 种底质,厚度均为 0.5 cm,以不铺砂的玻璃水槽为对照组(D),每种底质组设 3 个重复,海水温度为自然水温,20~22℃,pH 值 7.9~8.0,盐度为 22.3~23.4,稚螺的规格、数量、培养方法及试验日期同温度试验。

1.3 数据计算与分析

1.3.1 生长率(R_G)的测定

在试验结束时,测定稚贝的壳高(L_1),并与初始壳高(L_0)相比较。生长率(R_G)的计算公式为:

$$R_G = (L_1 - L_0) / (t_1 - t_0)$$

式中, t_1 和 t_0 分别为实验结束和开始时的时间,死亡稚螺的体长视为与初始体长相等,生长率视为零。 R_G 的单位为 μm/d。

1.3.2 成活率的测定

成活率(R_s)的计算公式为:成活率(%) = (成活个数/总个数) × 100%。

1.3.3 数据分析

采用 SPSS 系统软件对实验数据进行统计分析,先对数据作单因素方差分析(ANOVA),处理间若有显著差异,再用 SSR 法进行多重比较, $P < 0.05$ 为差异显著。

2 结果

2.1 水温对方斑东风螺稚螺生长和存活的影响

图 1 为实验结束时方斑东风螺稚螺的生长与存活情况。在水温为 8℃ 时,方斑东风螺稚螺活力极差,身体分泌大量粘液,反应迟钝,48 h 后死亡率超过 50%,72 h 时全部死亡。水温为 11~35℃ 时,稚螺均能生存,但 11℃ 和 35℃ 时,活力差,摄食量少,身体伏于砂中很少活动,实验结束时成活率分别为 19.0%,24.4%,且生长基本处于停滞状态。因此,可以认为方斑东风螺稚螺生存和生长的最高和最低临界水温分别为 35℃ 和 11℃。

在临界水温范围内,各组的成活率和生长率的统计分析表明,不同水温对方斑东风螺的生存和生长产生了显著影响($P < 0.05$)。水温为 14~29℃ 时,各组的成活率无显著差异,均超过 80%,随着温度的升高或降低,成活率显著降低;水温为 14~29℃ 时,日生长率随着水温的升高而增加并在 29℃ 时达到峰值,为 262.5 μm/d,显著高于 26℃ 时的生长率,26℃ 时的生长率显著高于 23,32℃ 时的生长率,而 23,32℃ 时的生长率差异不显著。综合不同水温梯度下稚螺的成活率和日生长率情况,可认为方斑东风螺稚螺生长的适宜水温范围为 14~32℃,最适水温为 26~29℃。

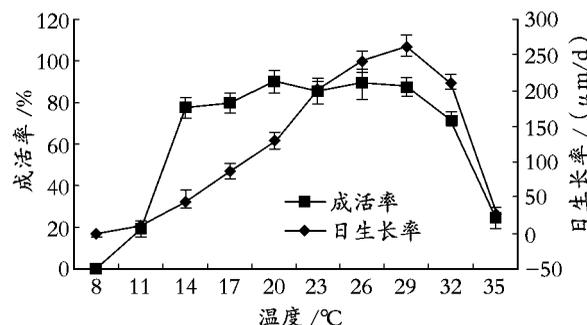


图 1 温度对方斑东风螺稚螺生长和存活的影响

Fig. 1 Influence of sea temperature on growth and survival of *Babylonia areolata* juveniles

2.2 海水盐度对方斑东风螺稚螺生长和存活的影响

图 2 为实验结束时方斑东风螺稚螺的生长与存活情况。盐度为 11~38 时,稚螺均能生存,但在盐

度为 11 和 38 时,稚螺的活力差,摄食量少,身体伏于砂中很少活动,实验结束时成活率分别为 11.1%, 19.0%,且生长基本处于停滞状态。因此,可以认为方斑东风螺稚螺生存和生长的最高和最低临界盐度分别为 38 和 11。

在临界盐度范围内,各组的成活率和生长率的统计分析结果表明,不同盐度对方斑东风螺的生存和生长产生了显著影响($P < 0.05$)。盐度为 14~32 时,各盐度组的成活率无显著差异,均超过 80%,随着盐度的升高或降低,成活率显著降低;盐度为 20 时,稚螺有最大的日生长率,为 229.0 $\mu\text{m}/\text{d}$,但与盐度为 17,23 时的日生长率差异不显著,盐度为 17 时的日生长率与盐度为 23,26 时的日生长率无显著差异,但显著大于 29 时的日生长率,而 23,26,29 三组间的日生长率差异不显著,盐度低于 17 或高于 29 时,日生长率均显著降低。综合不同盐度梯度下稚螺的成活率和日生长率情况,可认为方斑东风螺稚螺生长的适宜盐度为 14~35,最适盐度为 17~29。在最适盐度范围内,低盐海水有利于提高稚螺的日生长率,盐度对稚螺生长的影响不如温度的影响明显。

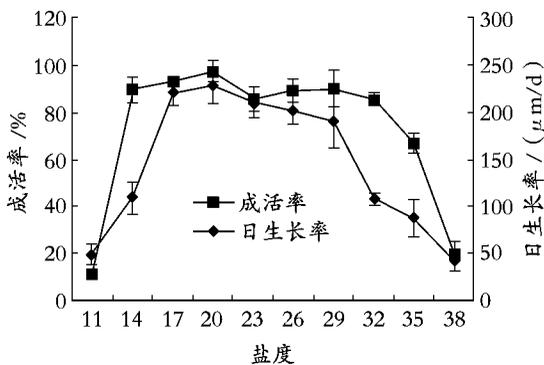


图 2 盐度对方斑东风螺稚螺生长和存活的影响

Fig. 2 Influence of sea water salinity on growth and survival of *Babylonia areolata* juveniles

2.3 海水 pH 对方斑东风螺稚螺生长和存活的影响

图 3 为实验结束时方斑东风螺稚螺的生长与存活情况。pH 值为 4~10 时,稚螺均能生存。各组的成活率和生长率的统计分析结果表明,不同海水的 pH 对方斑东风螺的生存和生长产生了显著影响($P < 0.05$)。pH 为 7,8,9 时,各 pH 组稚螺的成活率无显著差异,均超过 80%,显著高于其他各 pH 组的成活率;pH 为 8 时,稚螺的日生长率最高,为 220.4 $\mu\text{m}/\text{d}$,显著高于其他各组。

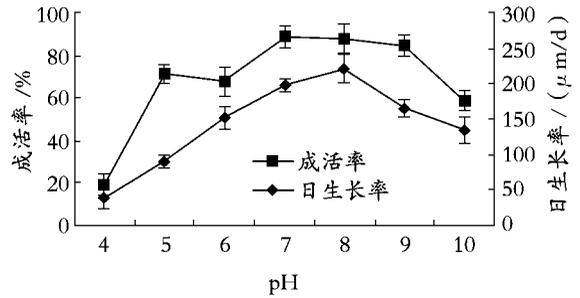


图 3 pH 对方斑东风螺稚螺生长和存活的影响

Fig. 3 Influence of sea water pH on survival and growth of *Babylonia areolata* juveniles

2.4 底质对方斑东风螺稚螺生长和存活的影响

图 4 为实验结束时方斑东风螺稚螺的生长与存活情况。不同底质下稚螺的成活率均超过 80%,统计分析结果表明不同底质对稚螺的成活率影响不显著($P > 0.05$),而对日生长率有显著影响($P < 0.05$),A,B,C 3 种底质下稚螺的日生长率无显著差异,均显著高于 D 组。可见,池底铺砂与否,对方斑东风螺稚螺成活率无影响,但对其日生长率有显著影响。

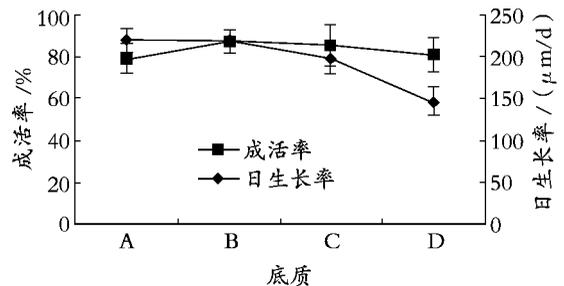


图 4 底质对方斑东风螺稚螺生长和存活的影响

Fig. 4 Influence of substrate on growth and survival of *Babylonia areolata* juveniles

海沙粒径(μm): A. 100~300; B. 500~700; C. 1 800~2 000; D. 无海沙
Sea sand particles size (μm): A. 100~300; B. 500~700; C. 1 800~2 000; D. no-sea-sand

3 讨论

温度和盐度是影响贝类分布、生长与存活的重要环境因子,因种类不同以及各个发育阶段对温度、盐度耐受能力不同,得出的适宜范围有较大差异。本研究发现,方斑东风螺稚螺生活的适宜水温为 14~32,最适水温为 23~29,适宜盐度为 14~35,最适盐度为 17~29,与刘德经等^[11]报道的台湾东风螺(*Babylonia formosea*)对温、盐度的适应范围比较接近。这与两种东风螺亲缘关系较近,均为南方分布

种类,生活环境相似,常共同栖息在潮下带浅海、河口区等有关。同时表明两种东风螺均为广盐性、暖水性海产腹足类。方斑东风螺稚螺对海水温度、盐度的适应范围较郑怀平等^[12,13]报道的台湾东风螺胚胎发育、幼虫存活、生长、变态的温、盐度适宜范围要广,表明东风螺稚螺期较卵囊期及幼虫期具有较强的温、盐度适应能力,这与墨西哥湾扇贝(*Argopecten irradians concentricus*)^[14]、泥蚶(*Tegillarca granosa*)^[15]、彩虹明樱蛤(*Moerella iridescens*)^[16]等贝类对温、盐度耐受力的规律一致。

因盐度不适导致方斑东风螺稚螺日生长率降低甚至死亡的主要原因是海水渗透压的改变超出了自身调节能力所致,一旦海水盐度变化过大,便会导致其心脏周围腔液压力猛增,表现出内脏团微微颤动、鳃的纤毛摆动速度下降、心跳减慢、足部伸缩缓慢、对外界刺激反应迟钝等现象。渗透压的改变不仅会降低动物的代谢速率,同时也会影响代谢过程的效率。同时,本研究结果还表明,在适宜范围内,低盐海水有利于提高稚螺的日生长率,盐度对稚螺日生长率的影响不如温度的影响明显。就温度对方斑东风螺稚螺的影响来看,温度至少有两方面的作用:一方面通过改变稚螺生命活动过程中酶的活性,影响代谢,从而影响其生长与存活;另一方面通过影响稚螺代谢过程中的能量收支,从而影响稚螺生长和存活。低温对方斑东风螺稚螺生长与存活的影响主要通过前者,而高温影响主要通过后者。低温情况下,稚螺代谢过程中酶的活性低,生物合成缓慢,因而表现为生长缓慢甚至死亡,水温过高时,稚螺体内营养积累不足维持高生长率和高代谢率,能量收支不平衡,最终导致生长率降低甚至死亡。

海水 pH 是海水理化性质的一个综合指标,它的变化实际上是水中理化反应和生物活动的综合结果。pH 过低,水中 CO₂ 增多,溶解氧含量降低,易导致腐生细菌的大量繁殖^[17],并影响贝壳的分泌和形成;pH 过高,NH₄⁺ 转化为 NH₃ 的百分率增高,而后者对水中生物有严重的毒害作用。在方斑东风螺的室外集约化养殖过程中,其代谢产物、残饵、粪便的积累及室外光线的变化很容易造成养殖水体 pH 的剧变,研究其对 pH 的适应性具有重要的应用价值。本研究发现方斑东风螺稚螺在 pH 为 8.0 时,有最高日生长率,而 pH 高于 9.0、低于 7.0 时,日生长率与成活率显著降低,这一结果与罗杰等^[7]所研究的方

斑东风螺卵囊孵化、幼虫培育适宜的 pH 范围相近。

参考文献:

- [1] 蔡英亚,张英,魏若飞. 贝类学概论(修订版) [M]. 上海:科学技术出版社,1995. 244-245.
- [2] 施华宏,黄长江,陈善文. 方斑东风螺和波部东风螺的性畸变及其对生殖的影响[J]. 中国水产科学,2003,10(4):293-296.
- [3] Liu L L, Suen I J. Prosobranch gastropod imposex in the west coast of Taiwan [J]. *Venus*, 1996,55(3):207-214.
- [4] Horiguchi T. Contamination by organotin (tributyltin and triphenyltin) compounds from antifouling paints and endocrine disruption in marine gastropods [J]. *RIKEN Review*, 2001,35:9-11.
- [5] 柯才焕,符艳,汤鸿,等. 波部东风螺对饵料的摄食和对饵料蛋白质的消化率[J]. 海洋科学,1997,21(5):5-7.
- [6] 柯才焕,李少菁,李复雪. 两种东风螺幼虫附着和变态的化学诱导研究[J]. 海洋学报,1996,18(4):90-95.
- [7] 罗杰,杜涛,刘楚吾. 酸碱度、盐度对方斑东风螺卵囊孵化率和不同饵料对幼虫生长发育、存活的影响[J]. 海洋科学,2004,28(6):5-9.
- [8] 刘永,梁飞龙,毛勇,等. 方斑东风螺的人工育苗高产技术[J]. 水产养殖,2004,25(2):22-25.
- [9] 吴善. 方斑东风螺的产卵及幼体培育[J]. 中国水产,2000,1:40-42.
- [10] 王如才,王昭萍,张建中. 海水贝类养殖学[M]. 青岛:青岛海洋大学出版社,1993. 8.
- [11] 刘德经,肖思祺. 台湾东风螺生态学的初步研究[J]. 中国水产科学,1998,5(1):93-96.
- [12] 郑怀平,朱建新,柯才焕,等. 温盐度对波部东风螺胚胎发育的影响[J]. 台湾海峡,2000,19(1):1-5.
- [13] 郑怀平,柯才焕. 盐度对波部东风螺幼虫存活、生长及变态的影响[J]. 台湾海峡,2001,20(2):216-223.
- [14] 尤仲杰,陆彤霞,马斌,等. 盐度对墨西哥湾扇贝幼虫和稚贝生长与存活的影响[J]. 动物学杂志,2003,38(3):58-60.
- [15] 尤仲杰,王一农,丁伟,等. 几种环境因子对不同发育阶段泥螺的影响[J]. 浙江水产学院学报,1994,13(2):79-85.
- [16] 顾晓英,尤仲杰,王一农,等. 几种环境因子对彩虹明樱蛤不同发育阶段的影响[J]. 东海海洋,1998,16(3):40-47.
- [17] 纪成林. 中国对虾养殖新技术[M]. 北京:金盾出版社,1989. 81-97.

Influences of some environmental factors on growth and survival of *Babylonia areolata* juveniles

LIU Jian-yong¹, LUO Jun-biao²

(1. Fisheries College of Zhanjiang Ocean University, Zhanjiang 524025, China; 2. The Fishery Technical Extension Center of Zhuhai City, Zhuhai 519165, China)

Received: Jul. 10, 2005

Key words: *Babylonia areolata* juvenile; environmental factor; growth; survival

Abstract: Under the conditions of controlled seawater temperature, salinity, pH and substrate, the influences of temperature, salinity, pH and substrate on the growth and survival of *Babylonia areolata* juveniles were studied respectively. The results showed that: the upper and lower limited temperature were 11 and 35 respectively. The optimum temperature was 14 ~ 32 and the most optimum temperature was 26 ~ 29. Under the optimum temperature, the growth rate increased with increasing temperature: the growth rate was 226.5 $\mu\text{m}/\text{d}$ at 29. The upper and lower limited salinity were 11 and 38 respectively. The optimum salinity was 14 ~ 35 and the most optimum salinity was 17 ~ 29. Under the optimum salinity, the low salinity can improve the growth rate of *B. areolata* juveniles. The influences of salinity on growth was less obvious than that of the temperature. The growth was the best and the survival rate was the highest at sea water pH value of 8. When the pH value lower than 7 and higher than 9, the growth and the survival rate will be obviously declined. Some sand which put on the bottom of the pool will increase the growth rate remarkable but has no remarkable influences on the survival rate of *B. areolata* juveniles.

(本文编辑:张培新)