

文章编号: 0529-6579 (2000) S-0103-04

斑节对虾仔虾对低盐度海水耐受力的研究^{*}

林元烧, 曹文清

(厦门大学海洋学系 / 亚热带海洋研究所, 厦门 361005)

摘 要: 在室内条件下, 对斑节对虾 (*Penaeus monodon*) 仔虾耐受低盐海水能力的实验研究结果表明: 全长 12 mm 的仔虾在每天递减盐度 10%, 20% 和 30% 3 种条件下, 其 LC_{50} 下限盐度为 3‰~4‰, 存活时间分别为 11, 5 和 2.5 d. 较大个体 (全长 17 mm) 的仔虾其耐受低盐的能力更强. 文中讨论了对虾仔虾对低盐度海水耐受力的机制以及在对虾养殖中意义.

关键词: 斑节对虾 (*Penaeus monodon*); 盐度; 耐受力

中图分类号: S968.22; Q178.112 **文献标识码:** A

斑节对虾 (*Penaeus monodon*), 俗称草虾, 是 90 年代我国南方沿海地区对虾养殖的主要种类之一. 近年来, 由于沿海养殖环境日趋恶化, 对虾养殖病害频繁发生, 严重阻碍了对虾养殖业的健康发展. 人们在探讨有效的病害防治措施的同时, 斑节对虾的养殖区域也逐渐向内陆延伸, 从咸淡水交汇的区域向淡水区域过渡, 由此获得新的养殖环境, 开拓养殖区域. 斑节对虾, 尤其是仔、稚虾, 对盐度的适应下限是多少, 在低盐度海水环境中的存活率高低, 是养殖者在放养苗种时应该注意的问题. 本文在实验室内模拟几种低盐度海水变化对斑节对虾存活率影响, 旨在了解斑节对虾仔、稚虾对低密度盐水的耐受力, 为养殖生产部门提供科学的参考依据.

1 材料与方法

1.1 虾苗及育苗技术

虾苗来自于厦门大学“三结合”基地. 虾苗个体大小为 11~13 mm 和 16~17 mm (全长) 仔虾. 育苗技术措施按一般对虾育苗方法, 至仔虾 8~9 d 开始加淡水, 使育苗池中的盐度日趋降低, 一般日降盐度 3‰. 本实验开始取材料时的池中水盐度为 15‰.

1.2 实验用水

实验用海水取自厦门大学海滨的自然海水, 经沙滤, 储存于水泥池中. 淡水取自自来水, 储存于水泥池中经曝气 3 d 后使用. 实验用水是用上述 2 种水按不同比例混合而成. 本实验分 A, B 和 C 3 个实验组, 分别用淡水每天以 10%, 20% 和 30% 的比例更换虾苗培

^{*} 基金项目: 福建省“重中之重”资助项目

收稿日期: 1999-09-15 97 届毕业生范高超参与部分实验工作

育水，使培育水体的盐度日趋淡化，其淡化的盐度变化趋势可用下式估算

$$S_t = S_0(1 - x)^t$$

式中， S_t 为实验第 t 天的虾苗培育水盐度； S_0 为实验开始时的海水盐度； x 为淡化比例（%）； t 为时间（d）。

实验期间每天用系列海水密度计，测量海水密度，辅以水温校正后换算为海水盐度。

1.3 实验方法

用 45 cm×45 cm×35 cm 的白色泡沫箱，装水 60 L。每箱中放仔虾 60 尾，供以足量的活体丰年虫无节幼虫和蒙古裸腹蚤（*Moina mongolica*），水温 28~29℃，室内光强和自然光周期，24 h 不间断充气。每实验组（A、B 和 C 组）设平行实验 3 个，另设对照组 1 个，每天记录虾苗死亡数量。虾苗存活率数据除特别指明外系 3 个平行实验的平均值。

2 实验结果

2.1 盐度对斑节对虾仔虾成活率的影响

本实验所用的斑节对虾仔虾在其培育后期的水体盐度仅 15‰，因此，本实验用水的起始盐度也以 15‰为实验起点。实验用水的盐度变化情况如图 1a 所示。

各组仔虾（全长平均 12 mm）的平均成活率如图 1b 数据点所示，图中曲线系各组数据点的回归线。对照图 1a 和 1b，可以看出，仔虾的成活率随其环境盐度的降低而下降，两者的趋势基本一致。A、B、C 3 组实验中，各组实验的盐度降低速率不尽相同，仔虾的成活率也不尽相同。C 组的仔虾在实验的第 9 天，盐度为 0.61‰时，仔虾死亡殆尽。A 组第 9 天的成活率为 70%（盐度 5.81‰），B 组 20%（盐度 2.01‰）。各组仔虾达半数成活（ LC_{50} ）对应的盐度分别为 3.84‰（A 组）、3.25‰（B 组）和 3.87‰（C 组），各组虾苗达 LC_{50} 的实验持续时间分别为 11，5 和 2.5 d（由内插法求出）。从本实验结果可以看出，斑节对虾仔虾对盐度变化的耐受力有一基本稳定值，尽管各组实验的盐度变化速率差别很大，但仔虾的 LC_{50} 的盐度范围在 3‰~4‰之间，盐度变化主要对仔虾的存活时间有着重要影响。

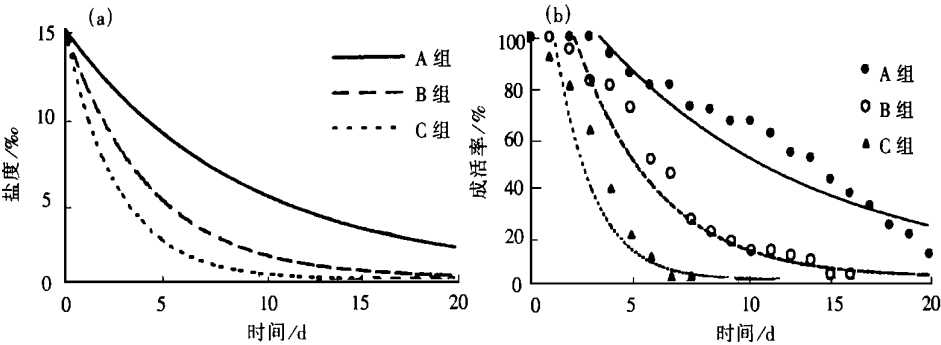


图 1 斑节对虾仔虾在不同盐度条件下的成活率

(a) 实验中盐度变化曲线；(b) 仔虾成活率回归曲线

2.2 不同体长仔虾对盐度的适应

在前述实验的基础上，进一步对不同体长仔虾对低盐的耐受力做了比较实验，分 A1、A2、B1 和 B2 组。A 组实验用水盐度下降速率每天为 10‰；B 组为 20‰；1 组的实验仔虾

平均体长 12 mm；2 组为 17 mm（表 1）。其它控制条件和实验方法如前所述。实验结果如图 2 所示。各组所得的 LC_{50} 的盐度值如表 1 所示。结果表明，平均体长 17 mm 的仔虾对低盐度变化的耐受力高于 12 mm 体长的仔虾。

表 1 盐度对不同体长仔虾 LC_{50} 的影响

组别	仔虾体长 mm	盐度下降速率 ‰	LC_{50} ‰
A1	12	10	3.84
A2	17	10	2.83
B1	12	20	3.25
B2	17	20	1.76

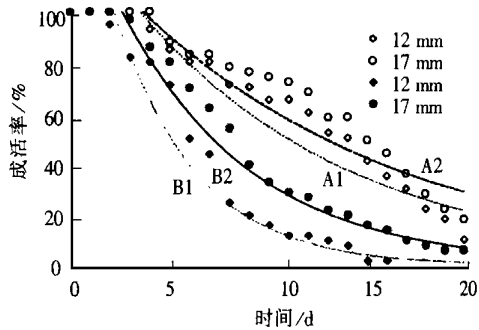


图 2 盐度变化对不同体长仔虾成活率的影响

3 讨论

3.1 斑节对虾仔虾对盐度变化的耐受力

一般认为，海洋动物在个体发育中渗透调节系统发育较晚，在个体发育中对盐度的适应能力按照谢尔福德-佩塞内尔定律增长，但在个体发育过程中可能发生一些变化^[1]。中国对虾（*P. chinensis*）仔虾不仅有很强的耐受低盐能力，而且其适盐范围随个体的发育完善而不断扩大，具有育苗生产意义的适盐的下限为 16 ‰左右，但在 7 ‰的低盐条件下，也仍有部份仔虾能够生存^[4]。从养殖生产意义考虑，斑节对虾和刀额新对虾（*Metapenaeus ensis*）生长的最适盐度下限分别为 13.8 ‰和 8.96 ‰，但在盐度 1 ‰~3.25 ‰范围内，斑节对虾仍有 5 %~25 %的个体能够存活和生长^[3]。本文实验结果表明，斑节对虾 12 mm 体长的仔虾达 50 %成活率的盐度范围在 3 ‰~4 ‰之间，17 mm 的仔虾其耐受低盐的能力较大些，可在盐度范围低至 1.76 ‰~2.83 ‰之间。它与中国对虾^[1]、斑节对虾^[2]和刀额新对虾^[2]的结果基本一致。从上述结果看来，斑节对虾的幼体发育过程中也符合谢尔福德-佩塞内尔定律。

当外界盐度发生变化时，海洋动物通过渗透调节对外实现有机体与海水之间的水交换，对内实现细胞和组织之间的水分平衡。当外界海水的盐度升高时，动物即有失水的可能，反之，动物则有涨水之虞。对虾与绝大多数的海洋无脊椎动物一样，属于变渗型动物^[1,4]，但它们仍然具有一定范围的渗透调节能力。藉助于离子调节和细胞内游离氨基酸库的启动或关闭，动物体仍将有可能在变化了的外界海水盐度环境中获得新的渗透平衡。Roberston (1960) 和 Greenway (1974)^① 发现甲壳类在蜕皮期间能单独吸收更多的 Ca^{2+} ，以满足身体对钙的需要，这时，钙的离子渗透在离子调节上占了主要地位，虾类的触角腺在离子的调节方面有重要的作用。此外，通过鳃或触角腺在反浓度梯度下主动地吸收海水中的离子以及通过排泄器官有选择地排泄某些离子也是甲壳动物进行渗透调节的重要过程之一。不少对虾（*P. aztecus*, *P. carinatus*, *P. duorarum*, *P. indicus*, *P. setiferus*, *P. stylirostris*, *P. vannamei*）^① 的仔、稚虾时期是在沿海或河口低盐区地带渡过的，它们对盐度降低的渗透反应都是进行高渗调节。斑节对虾与其它对虾一样，其幼体发育经历 4 个阶段 13 次蜕

① 厦门大学海洋系海洋生物教研室. 海洋浮游动物生理生态学专题. 1983.
(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

壳而成为仔虾,其形态、生态、习性、行为等与成体日趋相似,对环境的适应性也日渐增强。变渗底栖动物内环境渗透调节能力不强,可能与行为特性的某些适应有关。例如,匿藏底泥或沙层中,因为底泥或沙层通常能够较长时间地保持盐度变化前的环境。这在日本对虾(*P. japonica*)和斑节对虾成虾养殖池中常能看到成虾匿藏在底泥或沙层中。尽管斑节对虾仔虾能够经受较低的盐度变化,但渗透调节过程中,不仅有水的渗透移动,而且还伴随着物质的交换和能量的消耗。因此,维持适宜的盐度有利于对虾的生长。

3.2 斑节对虾仔虾耐受低盐能力在养殖中的意义

前已述及,斑节对虾仔虾耐受低盐能力较强,这对于南方沿海地区春夏季掌握适当时机放苗和扩大养殖区域具有重要意义。我国南方地区,春夏季雨水偏多。尤其是在春季,不仅阴雨连绵,而且中等降雨持续的日子甚长,导致虾池盐度急剧下降且长时间维持较低的盐度环境,如厦门地区受大陆径流影响较多的虾池(九龙江河口两岸)在4~5月放苗时,池中盐度常在3‰~6‰之间。根据本实验结果,12 mm体长的仔虾在每天10%~20%的盐度下降速率条件下尚有50%的个体可存活5~11 d,17 mm体长的仔虾,其对低盐的耐受能力更强。根据斑节对虾仔虾对低盐适应能力强特点,与育苗场配合及早做好仔虾前期的适应低盐驯化工作,是提高放苗成活率的关键环节。

参考文献:

- [1] M. E. 维诺格拉多夫. 海洋生物结构(第一卷)[M]. 李世珍等译. 北京: 海洋出版社, 1985. 23~33.
- [2] 刘传桢. 室内高密度培养中国对虾仔虾技术的研究[J]. 水产学报, 1985, 9(1): 1~11.
- [3] WU Qin-se. Study on the adaptability to salinity in *Penaeus monodon* and *Metapenaeus ensis*[A]. In: Proc on intl symp on shrimp culture in Asia-Pacific region[C]. Beijing: The China Society of Fisheries, 1993. 131~137.
- [4] KINNE O. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals II. Salinity and temperature salinity combinations[J]. Oceanogr. Marine Biol., Ann Rev, 1964(2): 133~201.

Laboratory Study on Tolerance to Lower Salinity in Postlarvae of *Penaeus monodon*

LIN Yuan-shao^{*}, CAO Wen-qing

Abstract: Based on the experimental studies, the adaptability to lower salinity in postlarvae of *Penaeus monodon* is carried out under laboratory conditions (fed with nauplii of *Artemia* spp. and *Moina mongolica* (cladocera), water temperature 28~29 °C, aeration continuously). Results show that with salinity decreasing in the rate of 10%, 20% and 30% every day from 15‰, the lowest limit of salinity for 50% survival rate of postlarvae (total length 12 mm) ranges between 3‰~4‰, and the larvae can survive for 11, 5 and 2.5 days, respectively. The older larvae (17 mm in total length) may stand lower salinity than younger ones. The mechanism of tolerance to lower salinity of this kind of prawn and its significance in culture are discussed.

Keywords: *Penaeus monodon*; salinity; tolerance

^{*} Department of Oceanography/Subtropical Institute, Xiamen University, Xiamen 361005, China