

研究简报

盐度及钙镁离子对中华绒螯蟹  
大眼幼体育成 II 仔蟹的成活率和生长的影响  
EFFECTS OF THE AMBIENT SALINITY AND THE AMBIENT  
 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  CONCENTRATION ON THE SURVIVAL AND  
GROWTH OF *ERIOCHEIR SINENSIS*,  
FROM THE MEGALOPA TO THE JUVENILE

成永旭

(华东师范大学生物系, 上海 200062)

王 武 谭玉钧 严生良 施正峰

(上海水产大学渔业学院, 200090)

CHENG Yong-Xu

(Department of Biology, East China Normal University, Shanghai 200062)

WANG Wu, TAN Yu-Jun, YAN Sheng-Liang and SHI Zheng-Feng

(Fisheries College, Shanghai Fisheries University, 200090)

关键词 中华绒螯蟹, 大眼幼体, 仔蟹, 盐度, 钙离子、镁离子, 成活率, 生长

KEYWORDS *Eriocheir sinensis*, Megalopa, Juvenile crab, Salinity,  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ , Survival, Growth

目前,我国在中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)养殖中大眼幼体育成仔蟹的成活率比较低,要解决这一问题的关键之一是改善养殖水质。河蟹与对虾相比,对水质的要求有其特殊性,从大眼幼体开始一般都要在淡水中生活,直到发育成熟。由于此时大眼幼体和仔蟹的渗透压调节能力还较低,所以外环境的盐度大小及变化,是影响仔蟹成活率的重要因素。环境中不同的无机离子对仔蟹的生长和成活产生一定的影响。已知河蟹的高渗透调节是通过鳃部 Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATP 酶来实现的[Pequeux 和 Gilles 1981, 1988, Gocha 等 1987],而镁离子是此酶的一个活性剂,因此环境中加入一些镁离子,能影响 Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-ATP 酶活性,从而影响蟹的生长。钙离子是中华绒螯蟹钙化作用的主要元素,水中钙离子也能影响蟹的生长。本文就盐度和钙镁离子对仔蟹的生长和成活率的影响进行了研究。

## 1 材料和方法

### 1.1 盐度实验

取滁州市水产研究所新场房四号池的大眼幼体,经过两天逐步淡化,在 5 月 21 日将淡化好的大眼幼体 200 只装入一号容器中;将淡化到盐度 5.8 的大眼幼体取 200 只放入二号容器中;淡化到盐度 11.5 的大眼

幼体放入三号容器。以后各容器盐度保持不变, 并从 21 日开始均投同一人工配制微颗粒饲料, 每天按蟹体重的 2% 投喂一次(下午 4:30 左右), 在投喂前换水一次, 去除死苗和死仔蟹并计数。整个饲养过程都在充氧条件下进行, 水温 21℃ 左右。

## 1.2 离子实验

实验用苗取自滁州市水产研究所人工育苗场。实验容器采用 1 000mL 大烧杯。实验前按要求用分析纯  $MgSO_4$  和  $CaCl_2$  配制好  $Ca$ 、 $Mg$  离子含量不同的实验用水。实验期间全部用小型充氧机充氧, 每天换水去污除死苗。大眼幼体阶段以卤虫无节幼体为饵料, 仔蟹以后采用红虫投喂。

## 2 结果

### 2.1 不同盐度对仔蟹存活率的影响

盐度对仔蟹的成活率影响很大。在实验盐度范围内, 盐度越高, 其成活率越高, 最高达 55.5% (表 1)。

表 1 在不同盐度下育成的各期仔蟹死亡数和成活率

Table 1 The death and survival of each stage of juvenile crab at the different salinities

盐度	放养数	各期死亡数			消失数*	各期成活数			I 期仔蟹成活率(%)	总成活率(%)
		蟹苗	I 期	II 期		I	II	III		
淡水	200	115	11	4	24	25	18	2	38.5	22.5
5.8	200	43	10	5	66	10	45	21	59	33.0
11.5	200	22	12	6	40	13	56	42	74	55.5

\* 消失数=放养数-各期死亡数-各期成活数

### 2.2 不同盐度对仔蟹生长的影响

盐度对壳长增长的影响: 不同盐度下, 用同种饲料饲养, 对仔蟹的壳长增长基本没影响 ( $P > 0.01$ )。在淡水、盐度 5.8 和 11.5 下, I 期蜕壳蟹空壳的平均壳长依次为 2.322、2.402 和 2.451 毫米。II 期仔蟹蜕壳蟹的空壳的平均壳长依次为: 3.018、3.061 和 3.057 毫米。

盐度对各期仔蟹水份含量的影响: 随着盐度的升高, 仔蟹的水份含量略有下降, 其中 I 期仔蟹的含水量依次为 71.38%、69.74% 和 68.79%。II 期仔蟹为 79.19%、69.94% 和 68.19%。

盐度对仔蟹体重增长的影响: 通过对 I 期仔蟹各盐度的体重的方差分析得知, 各盐度下体重无显著差异 ( $P > 0.05$ )。II 期仔蟹各盐度下体重经方差分析和多重比较, 只有盐度为 11.5 (体重 10.461 毫克) 和淡水中 (体重为 8.85 毫克) 的蟹体平均体重有显著差异。这种差异很可能是淡水中 II 期仔蟹的日龄小, 体内干物质积累低于盐度为 11.5 的蟹体。

盐度对仔蟹蜕皮周期的影响: 在 14 天实验中, 不同盐度下的平均蜕皮次数不同, 盐度越高, 平均蜕皮次数(等于每种盐度下从蟹苗到各期仔蟹的总蜕皮次数除以成活的 I、II、III 期蟹的总数值)也相对增多, 淡水中的为 1.43, 盐度为 5.8 和 11.5 的分别为 2.01 和 2.13。这说明在本实验盐度范围内, 增高盐度能缩短蜕皮周期。

### 2.3 仔蟹的蜕皮增长

在淡水、盐度为 5.8 和 11.5 三种不同水中, 蟹苗蜕皮到 I 期仔蟹的水份分别净增加了 49.1%、52.49% 和 52.56%, 而相应干物质的净增量只有 23.34%、28.73% 和 32.93%; 由 I 期蜕皮到 II 期仔蟹时, 水份净增加了 61.80%、55.60% 和 57.45%, 而相应的干物质只平均增加了 6.39%、23.62% 和 27.70%。蜕皮后水分的增加远大于干物质的积累, 可见, 中华绒螯蟹的蜕皮增重主要是由于吸水的缘故。在 II 期仔蟹的干物质增重中,

淡水 II 期仔蟹的干物质增重与其它两组相比有显著差异, 这可能是淡水中蜕皮慢, 采样是刚刚蜕皮的 II 期仔蟹, 吸收了大量水份, 而其干物质还未来得及积累的缘故。

## 2.4 钙镁离子对大眼幼体和仔蟹成活率的影响

表 2 Ca 和 Mg 离子含量对蟹苗育成仔蟹成活率的影响(恒温 24℃)

Table 2 Influence of  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  concentration on survival in different juvenile Chinese crab stages

Ca / Mg (mg/L)	蟹苗 → I 期仔蟹成活率(%)	I 期 → II 期仔蟹成活率(%)	总成活率(%)
32.3 / 9.5*	30.2	78.0	26.68
100.5 / 9.5	40.4	82.5	33.33
50.4 / 9.5	50.0	80.0	40.00
197.0 / 9.5			33.00
205.0 / 9.5	35.0	90.0	31.50
237.0 / 9.5			13.00
297.0 / 9.5			7.00
377.0 / 9.5			0.00
32.3 / 99.7	40.0	87.5	35.00
32.3 / 155.0	56.0	96.0	53.76
32.3 / 200.4	65.0	92.3	60.00

\* 指所用淡水中 Ca 离子含量为 32.3mg/L; Mg 离子含量为 9.5mg/L

水温 24℃ 时, 在淡水中单纯提高 Ca 离子浓度, 对提高蟹苗到各期仔蟹的成活率作用不大; 而提高 Mg 离子浓度则可显著提高成活率。还可以看到, 水中 Ca 离子浓度超过 200mg/L 时, 死亡率渐增(表 2)。

Ca/Mg 比是在盐度为 3 的基础上, 配成 1:3、1:2.5 和 1:2 三种比例, 而三个比例中其绝对量又各有变异(表 3)。水中 Ca/Mg 为 1:2.5, 其绝对值分别为 161mg/L 和 403mg/L, 这一组成活率较高, 其次为 Ca/Mg 为 133/400(1:3)这一组。另外, 无论水中钙离子浓度是多少, 镁离子浓度在 400mg/L 时, 成活率都较高。

表 3 钙镁比及其绝对量与蟹苗育成仔蟹成活率的关系

Table 3 The relationship between Ca/Mg ratios or their concentration and survival of juvenile

Ca <sup>2+</sup> / Mg <sup>2+</sup>	1/3	1/3	1/3	1/2.5	1/2.5	1/2.5	1/2	1/2	1/2
Mg (mg/L)	216	400	518	211	403	577	167	325	464
Ca (mg/L)	73	133	194	84	161	231	84	163	132
苗数	25	25	25	25	25	25	25	25	25
I 期成活率(%)	32	56	48	40	64	52	28	44	32
II 期成活率(%)	100	100	87.5	100	100	80	100	90.9	100
总成活率(%)	32	56	42	40	64	41.6	28	40	32

## 3 讨论

### 3.1 盐度对大眼幼体和仔蟹成活率的影响

在仔蟹的高渗调节范围内, 盐度越高, 成活率也越高。其原因可能是这一阶段中华绒螯蟹的高渗调节能力还很有限。表现在不能适应一定小范围盐度的急剧变化[张烈士 1988]。

Pequeux 和 Gill[1981] 研究表明, 在中华绒螯蟹的高渗调节范围内, 随着环境中 Na 离子的升高, 其鳃部对 Na 离子的主动吸收也加快。在环境 Na 离子浓度达 100mM 时(相当于盐度为 10 海水的 Na 离子浓度)[Santos 和 Salomao 1985, Findley 和 Strickle 1978], 主动吸收达最大值。在 100~250mM(相当于盐度 20 左右海水 Na 离子浓度)之内, Na 离子的主动吸收保持在最高水平, 基本不再增加。而 Na 离子主动吸收加快有助于中华绒螯蟹的高渗调节。由此可见, 在蟹的高渗调节范围内, 盐度越高, 其高渗调节越易, 可以缓和渗透调节能力的不足。这可能就是在一定盐度下, 大眼幼体到仔蟹成活率高的主要原因。

### 3.2 盐度对中华绒螯蟹生长和蜕皮的影响

在仔蟹的高渗调节范围内的三种盐度下, 各期仔蟹的壳长增长和体重增加基本上无显著差异。因此, 高渗调节下不同盐度对于同期同步发育的蟹, 不会造成壳长和体重上的差异。而且一些广盐性蟹类, 在其高渗调节范围内, 盐度都不会影响同期蟹的生长, 若超越其高渗调节范围, 将使生长受到抑制。如真蟹 (*Carcinus meanus*), 在盐度为 30 的生长比在盐度为 22 时要慢 [Bliss 1985], 是因为盐度 22 下此蟹是高渗调节, 在盐度 30 下已变为等渗调节。美洲蓝蟹 (*Callinectes sapidus*) 也是如此 [Towle 等 1979, Findley 和 Stickle 1978]。至于盐度对广盐性蟹类生长的影响机制, 目前还不明。

### 3.3 中华绒螯蟹的蜕皮生长

甲壳类的生长主要是蜕皮生长, 包括壳长的增长和体重的增加。体重的增加主要是靠蜕皮时从介质中大量吸水 [Towle 等 1985, Bliss 1983]。本实验蜕皮时各期吸水净增重百分数在 50% ~ 60%, 显著高于各期相应干物质净增 (20% ~ 30%)。蜕皮时水的吸收机制还不清楚。现知中华绒螯蟹在蜕皮前血淋巴渗透压增加, 对水份的吸收是有利的, 但大量的吸水不可能是由这种渗透吸水来进行。Bliss [1983] 通过对美洲蓝蟹 (*C. sapidus*), 蜕皮时的吸水计算, 表明蜕皮前血淋巴渗透压增高所产生的吸水远低于蜕皮时所吸收的水量。

### 3.4 钙镁离子对中华绒螯蟹大眼幼体育成仔蟹成活率的影响

在淡水中, 单纯提高钙镁离子浓度对大眼幼体育成仔蟹成活率影响的显著不同, 与中华绒螯蟹本身的渗透压调节有关。因为中华绒螯蟹的高渗调节是由鳃中  $\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{ATPase}$  来进行的, 镁离子是此酶的活性剂, 而且中华绒螯蟹同其它广盐性蟹类, 如 *Ucides cordatus*; 美洲蓝蟹 (*C. sapidus* 等) [Findley 和 Stickle, 1978; Santos 和 Salomao, 1985; Ronaldo 等, 1986] 一样对水中钙离子的吸收是主动吸收, 对镁离子的吸收是被动吸收。所以当提高水中镁离子浓度时, 蟹血淋巴镁离子浓度也相应增加, 从而使鳃  $\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{ATPase}$  的活性提高, 其高渗调节能力也增加。另外, 钙镁离子对  $\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{ATPase}$  的作用可能是相互拮抗的, Winkler [1986] 研究了  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  离子对真蟹 (*C. meanus*)  $\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{ATPase}$  活性的影响时发现, 环境中  $\text{Ca}^{2+}$  离子浓度在 0.2 ~ 3mM 时, 对  $\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{ATPase}$  活性有强烈的抑制作用, 另一组在环境中加入 25mM  $\text{Mg}^{2+}$  离子时, 这种抑制作用消失。这说明在广盐性蟹类中  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  在其渗透压调节方面, 有互相拮抗的作用。但水中  $\text{Mg}^{2+}$  离子浓度过高, 中华绒螯蟹由尿中排出的  $\text{Mg}^{2+}$  离子也增加 [Bliss 1983], 所以并不是环境中镁离子越高越好。本实验  $\text{Mg}^{2+}$  离子最适浓度在 400mg/L (相当于盐度为 14 左右海水中  $\text{Mg}^{2+}$  离子的浓度),  $\text{Ca}^{2+}$  离子在 100 ~ 200mg/L 浓度比较合适。因此, 提高介质水的镁离子浓度可提高幼蟹的成活率。而提高钙离子浓度不能使血淋巴钙离子发生相应变化, 对中华绒螯蟹的高渗调节可能作用不大, 所以对提高幼蟹的成活率作用不大。

## 4 结论

一定盐度下可明显促进中华绒螯蟹大眼幼体到 III 期仔蟹的生长和提高其成活率。增加水中镁离子浓度可提高中华绒螯蟹大眼幼体到 III 期仔蟹的成活率, 最适浓度在 400 毫克/升左右。

由于淡水中中华绒螯蟹大眼幼体到 III 期仔蟹的成活率较低, 尤其是大眼幼体到 I 期仔蟹期间死亡率特别高, 而在一定盐度下死亡率可明显降低, 因此生产上培育出的大眼幼体不要马上进行淡化, 最好分池在相应盐度下继续培育成仔蟹, 或在淡水中加粗制镁盐使其浓度在 400 毫克/升左右, 使大眼幼体培育成仔蟹。

成永旭同志为厦门大学海洋系博士后。

## 参 考 文 献

- 张烈士. 1988. 长江口中华绒螯蟹繁殖场环境调查. 水产科技情报, (1): 3~ 7.
- Bliss D E. 1983. The Biology of crustacean academic press, INC. Harcourt Brace Jovanovich, publishers. 5: 53~ 161.
- Findley A M, Stickle W B. 1978. Effects of salinity on hemolymph composition of the blue crab, *Callinectes sapidus*. Marine Biology, 46: 9~ 15.
- Gocha N et al. 1987.  $\text{Cl}^-$  fluxes across isolated, perfused gills of the Chinese crab *Eriocheir sinensis* acclimated to freshwater. Comp Biochem Physiol, 88A: 581~ 584.
- Pequeux A, Gilles R. 1981. Na fluxes across isolated perfused gills of Chinese crab *E. sinensis*. J Exp Biol, 92: 173~ 186.
- Pequeux A, Gilles R. 1988. The transepithelial potential difference of isolated perfused gills of the Chinese crab *E. sinensis* acclimated to freshwater. Comp Biochem Physiol, 89: 163~ 172.
- Ronaldo P F, Fe D P, Jocelyn M L. 1986. Effect of salinity on the osmotic,  $\text{Cl}^-$ , total protein and  $\text{Ca}^{2+}$  concentration in the hemolymph of the prawn. Comp Biochem Physiol, 83A: 701~ 708.
- Santos M de C F, Salomao L C. 1985. Hemolymph osmotic and ionic concentrations in the gecarcinid crab *Ucides cordatus*. Comp Biochem Physiol, 81A: 581~ 583.
- Towle D W, Palmer G E, Harris J L. 1979. Role of gill  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPase in acclimation of blue crab (*Callinectes sapidus*) to low salinity. J exp zool, 196: 315~ 322.
- Winkler A. 1986. Effects of inorganic sea water constituents on branchial  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPase activity in the shore crab *Carcinus maenas*. Marine Biology, 92: 537~ 544.