

# 孵育温度对虾蟹幼体质量影响的初步研究\*

朱小明 李少菁 (厦门大学亚热带海洋研究所, 厦门 361005)

**【摘要】** 研究了亲体催产、幼体孵化和幼体培养温度对斑节对虾和中华绒螯蟹胚胎及早期幼体生长发育的影响. 在实验温度(中华绒螯蟹, 17~21℃; 斑节对虾, 26~30℃)范围内, 胚胎及幼体的生长发育随温度升高而加快, 但幼体的大小和蜕皮变态存活率随温度升高而降低. 虾蟹幼体孵育的温度效应决定于亲体催产温度及升温方式、幼体孵化温度和培养温度. 着重探讨了孵育温度等环境条件对幼体质量的影响, 并提出从虾蟹胚胎和幼体发育期间能量代谢和物质代谢等途径开展进一步研究.

**关键词** 孵育温度 斑节对虾 中华绒螯蟹 幼体质量

**Effect of brooding temperature on larval quality of shrimp and crab.** Zhu Xiaoming and Li Shaojing (Xiamen University, Xiamen 361005). -Chin. J. Appl. Ecol., 1998, 9(1): 71~74.

Studies on the effect of temperature for induced spawning, egg hatching and larval culturing on the embryonic and larval growth and development of *Penaeus monodon* and *Eriocheir sinensis* showed that in the range of temperature tested (crab, 17~21℃; shrimp, 26~30℃), the embryonic and larval growth rates of shrimp and crab were increased, but their larval size and their larval ecdysis and survival rates were decreased with raising brooding temperature. The results also showed that the effect of larval brooding temperature depended on the induced spawning temperature, the method of raising temperature, and the temperature for egg hatching and larvae culturing. The effect of brooding temperature and other environmental factors on larval quality was evaluated in particular, and the approaches to further study the metabolism of energy and matter at embryonic and larval developmental stages of shrimp and crab were advanced.

**Key words** Brooding temperature, *Penaeus monodon*, *Eriocheir sinensis*, Larval quality.

## 1 引言

虾蟹苗种生产中片面追求高温, 滥用药物、饵料, 致使养殖虾蟹苗种质量低劣, 阻碍了养殖业的持续发展. 研究虾蟹人工繁育技术, 为养殖业提供数量充足、质量上乘的苗种, 是发展虾蟹养殖业的基础. 在探讨苗种的质量时, 一般更注重亲体的质量和幼体的营养, 而往往忽视亲体培育和孵育幼体的最适环境条件. 在育苗生产中, 为了缩短生产周期, 加快资金周转, 往往采用“适温的上限”, 这一方面是虾蟹育苗中育成率偏低、出苗率不稳定的重要原因; 另一

方面也会影响育成苗种的质量, 是养殖失败的潜在隐患<sup>[1]</sup>. 中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)亲蟹孵幼期间, 采用不同的升温方式和孵幼温度, 将直接影响第一期蚤状幼体( $Z_1$ )的变态率<sup>[2]</sup>.

本文报道亲体促熟培育和孵育幼体的温度与虾蟹胚胎及早期幼体生长发育关系的初步研究结果; 探讨温度对虾蟹幼体质量影响的机制, 为开展水产养殖基础理论研究, 优化养殖环境, 更新养殖观念提供参考资料.

\* 福建省青年自然科学基金资助项目(C96010).  
1997-01-13 收稿, 1997-05-26 接受.

2 材料与方法

2.1 实验材料和地点

斑节对虾(*Penaeus monodon*)亲虾从马来西亚自厦门口岸进口,中华绒螯蟹从江苏南通市购买.实验用水为自然离岸海水,经沉淀、2级沙滤.实验地点是福建连江、莆田对虾育苗场和厦门大学工学馆实验室.

2.2 斑节对虾

斑节对虾亲虾体重150~200g,挑选性腺发育良好交配过的60尾雌虾,平均分养于面积为12m<sup>2</sup>、条件相同的4个亲虾培育池内,海水比重为1.021,投喂鲜活沙蚕、文蛤肉,每天吸污2次,并视水质情况少量换水.当水温逐步升到24℃时,用镊烫法切除眼柄催熟.眼柄切除手术后第二天再开始升温,第一组每2天升0.5℃,最后温度为26℃;第二组每天升0.5℃,最后温度为27℃;第三组每天升1.0℃,最后温度为28℃,第四组每天升1.5℃,最后温度为30℃.产卵温度与亲虾促熟培育的温度相同.以第一组、第三组所产无节幼体进行温度对无节幼体生长发育的实验.

2.3 中华绒螯蟹

从生产备用的中华绒螯蟹种蟹中选择体重

表1 孵育温度对斑节对虾产卵,胚胎和幼体发育的影响

Table 1 Influence of brooding temperature on spawning, embryonic and larval development of *Penaeus monodon*

温度 Temperature (℃)	手术至产 卵时间 A (d)	产卵亲虾 B (ind.)	平均产卵量 C (×10 <sup>4</sup> ·ind. <sup>-1</sup> )	孵化率 D (%)	N <sub>1</sub> 体长 E (μm)	N→Z <sub>1</sub> 变态率 F (%)	发育时间 G (h)	Z <sub>1</sub> 体长 H (μm)
26	9~15	13	81	74	342	85	55	938
27	8~13	11	76	75	335	81	51	921
28	7~11	12	72	73	330	82	50	916
30	5~10	10	59	82	314	74	48	897

A. Time from eyestalk extirpated to spawning, B. Spawned females, C. Average spawned eggs, D. Hatching rate, E. Length of N<sub>1</sub>, F. Moults rate of N→Z<sub>1</sub>, G. Development time of N, H. Length of Z<sub>1</sub>.

孵育温度对无节幼体生长发育也有明显的作用,无节幼体发育至第Ⅰ期 蚤状幼体(Z<sub>1</sub>)所需的时间与温度呈负相关,但无节幼体至 Z<sub>1</sub> 的蜕皮变态率和 Z<sub>1</sub> 的大小随温度升高而下降(表 1).为进一步探讨孵育温度与无节幼体生长发育的关系,取第一组(I,26℃)和第三组(Ⅲ,28℃)所获得的 N<sub>1</sub> 在不同温度下培育,结果进一步证实了上述温度与无节幼体生长发育的关系

100g 左右的抱卵蟹 120 只,实验也分 4 组,盐度为 2‰,水温为 11℃ 时开始提温第一组 5 天升 1℃;第二组每 4 天升 1℃;第三组每 3 天升 1℃;第四组每 2 天升 1℃;孵幼水温分别为 17℃、18℃、19℃ 和 21℃.观察 Z<sub>1</sub> 的发育情况及蜕皮变态率.幼体期的投饵等管理措施按常规进行,并尽量使 4 组保持一致.

2.4 幼体长度测定

同一温度组任意取 4 组幼体,每组 10 个,在解剖镜下测定长度,斑节对虾测定体长,中华绒螯蟹测定头胸甲长与宽.文中所列数据均为平均值.

3 实验结果

3.1 斑节对虾

温度对斑节对虾性腺发育有明显的影 响,在实验温度范围内,温度越高,切除眼柄至产卵所需的时间越短;而平均产量与促熟温度的关系恰好相反,随温度的升高而下降;孵育温度高,孵化率相对较高,但温度与孵化率的关系不明确;孵育温度最高的第四组所获得无节幼体(N)最小,而低温下所获得的幼体相对较大(表 1).

(表 2),但无节幼体生长发育的温度效应首先决定于亲虾促熟、孵化幼体的温度,其次才与无节幼体的培育温度有关.

3.2 中华绒螯蟹

中华绒螯蟹卵的孵化期与孵育温度的关系明显,在实验温度范围内,温度越高,所需的孵化时间越短;而平均每尾亲蟹孵幼数与温度的关系不明显,但亲蟹孵出幼体的大小与孵育温度呈显著负相关,温度

表2 温度对不同温度下孵化无节幼体生长发育的影响  
Table 2 Effect of culturing temperature on growth and development of nauplius at different hatched temperature

温度 Temperature (℃)	发育时间 Development time of N (h)	N→Z <sub>1</sub> 变态率 Moult rate of N→Z <sub>1</sub> (%)	Z <sub>1</sub> 体长 Length of Z <sub>1</sub> (μm)
Ⅰ	26	53	85
	27	51	83
	28	51	84
	29	50	80
	30	48	75
Ⅲ	27	53	81
	28	50	82
	29	49	80
	30	48	78

越高, 获取的 溞状Ⅰ期(Z<sub>1</sub>)个体越小(表3)。

不同孵育温度下所获取Z<sub>1</sub>各自继续

表4 孵育温度对中华绒螯蟹 Z<sub>1</sub> 生长发育的影响

Table 4 Influence of culturing temperature on growth and development of *Eriocheir sinensis* Z<sub>1</sub>

温度 Temperature (℃)	各时幼体密度 Larval density from hatching (×10 <sup>4</sup> ind·m <sup>-3</sup> )					Z <sub>1</sub> 蜕皮变态时间 Development time of Z <sub>1</sub> (h)	Z <sub>1</sub> 蜕皮变态率 Moult rate of Z <sub>1</sub> (%)
	0h	24h	48h	72h	96h		
17	25	235	20	19	17.5	92	69
18	25	22	18	16.5	14	88	59
19	25	23	17	15	12	80	51
21	25	20	15	11	8	76	36

4 讨 论

4.1 孵育温度与幼体大小和存活率关系

相关种的幼体一般是北方的大于南方的;在胚胎发育期间降低温度至自然适温的下限时能获得更大和更有生命活力的幼体.同种亲体的不同个体、不同批、不同季节所产幼体的生活力和发育情况差异非常大<sup>[9,10]</sup>.一般是亲体正常繁殖季节所产幼体生命力较强,与繁殖盛期相比,繁殖季节末期所产幼体对环境的耐受力差,对培育条件要求更为苛刻,其中温度是一个重要因子.孵育温度对斑节对虾、中华绒螯蟹胚胎及早期幼体生长发育的研究结果初步证实了孵出幼体的质量与数量与孵育温度有关,而且首先决定于亲体培育、促熟、孵化温度,然后才与幼体培育温度有关.梁象秋等<sup>[7]</sup>研究中华绒螯蟹幼体发育时,孵化期

表3 中华绒螯蟹孵幼期温度对孵幼数、Z<sub>1</sub> 大小的影响  
Table 3 Effect of brooding temperature on larval laying and larval size during egg carrying stage of *Eriocheir sinensis*

温度 Temperature (℃)	孵化期 Incubation period (d)	平均 孵幼数 Average laid Z <sub>1</sub> (×10 <sup>4</sup> )	Z <sub>1</sub> 头 胸甲长 Carapace length of Z <sub>1</sub> (μm)	Z <sub>1</sub> 头 胸甲宽 Carapace width of Z <sub>1</sub> (μm)
17	28	20	540	456
18	26	18	525	443
19	23	19	492	414
21	20	21	467	372

在孵育温度条件下培育(表4).随着孵育温度升高,Z<sub>1</sub> 生长发育至蜕皮变态的时间缩短;但随孵育温度升高,Z<sub>1</sub> 背刺折断几率提高,胃不饱满的幼体数增多,导致蜕皮变态率降低.

水温为 9~13℃,幼体期水温变动范围为 11~22℃,所获 溞状Ⅰ期状幼体体长 1.59~1.78mm,大眼幼体体长为 4.90~5.36mm.与之相比,目前河蟹人工育苗中这两期幼体的体长都明显偏小,本文实验中测得 Z<sub>1</sub> 体长为 1.17~1.51mm.“低”水温(22~24℃)下培育的斑节对虾幼体比常规水温下培育的幼体具体壮、质好、整齐划一等优点,存活率较高且稳定<sup>[5]</sup>.在虾蟹苗种生产中,经营者为缩短生产周期加快资金周转,采用高温育苗已成为普遍现象,但同时也是育苗期间病害多发的直接原因<sup>[1,5]</sup>,并导致育成率偏低,育成苗种质量低劣.

4.2 温度对幼体质量影响的机制探讨

动物的繁殖习性是动物长期适应自然形成的,违背其繁殖规律,人为过多地加快其性腺、胚胎发育,势必造成发育不完善,

导致幼体数量、质量下降,从而影响进一步的生长发育,乃至养成果。长江口河蟹繁殖场 10 月至来年 5 月,水温变化  $4 \sim 20.6^{\circ}\text{C}$ ,盐度  $0.8 \sim 1.5\%$ 。<sup>[3]</sup>。一般认为,河蟹在海水中越冬抱卵比来年交配抱卵的育苗效果好,海水中越冬亲蟹总抱卵率是淡水越冬的 2.3 倍<sup>[4]</sup>,在自然条件下,河蟹产卵至孵化约需 6~7 个月的时间,胚胎处于囊胚期时间长达 3 个多月<sup>[6]</sup>。为了满足生产安排,河蟹亲蟹孵幼期间升温采用螺旋式升温效果较好<sup>[8]</sup>。近几年来斑节对虾、中华绒螯蟹育苗生产中普遍存在着育成率低,出苗率不稳定,可以认为较高的孵育温度是一个重要原因,其机制尚待进一步探讨。大西洋鲑鱼(*Gadus morhua*)在胚胎发育的自然温度( $0 \sim 6.1^{\circ}\text{C}$ )范围内,温度升高  $6^{\circ}\text{C}$ ,胚胎蛋白增长速度提高 1.65 倍,而膜内胚胎发育时间却缩短 2.7 倍,出膜时总的胚胎蛋白量降低 1.65 倍,孵出幼体蛋白质含量随温度的升高而下降<sup>[11]</sup>。这是由于温度对卵黄蛋白吸收速率和胚胎蛋白增长速率这两个相互独立的过程影响程度不一的结果。蛋白质是虾蟹胚胎的重要能源物质,并且是胚胎发育过程中组织分化和器官形成的基石。孵育温度将直接影响幼体的种质,从而影响幼体以后的生存、生长和发育<sup>[1]</sup>。

本研究仅是该方面研究的初步探索。研究温度等环境因子对胚胎发育中胚胎生长和代谢的影响,对于了解胚胎适应

变化环境的机制和不同个体、不同批次、不同季节、不同地理种群种内种质差异的形成极为重要,而这些基础理论知识对于通过创造适宜的幼体培育和养殖条件从而优化水产养殖环境非常有益。可以认为,从胚胎和幼体发育期间物质代谢(特别是蛋白质)动态和能量代谢两方面深入开展研究,旨在提高水产养殖的理论和技术水平,促进虾蟹人工养殖的可持续发展。

#### 参考文献

- 1 朱小明. 1996. 福建河蟹人工养殖的能量学探讨. 福建水产, (3): 51~54.
- 2 苏鹤声. 1996. 关于中华绒螯蟹亲体孵幼期的升温方式对溞状 I 期幼体变态的影响. 水产科学, 15 (3): 12~13.
- 3 张列士. 1988. 长江河蟹繁殖场环境调查. 水产科技情报, (1): 3~7.
- 4 张志恩. 1995. 河蟹人工育苗中几项技术问题的探讨. 河北渔业, (2): 9~11.
- 5 林伟雄、苏永全. 1995. “低”温条件培育斑节对虾的研究. 厦门大学学报(自然科学版), 34(5): 818~823.
- 6 周仲利. 1989. 不同温度条件下河蟹胚胎发育观察. 淡水渔业, 18(3): 8~10.
- 7 梁象秋、严生良、郑德崇等. 1974. 中华绒螯蟹 *Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards 的幼体发育. 动物学报, 20(1): 61~68.
- 8 葛立军. 1995. 对河蟹亲蟹培育几个问题的探讨. 水产科学, 14(2): 45~46.
- 9 Anger, K. 1987. Energetics of Spider crab *Hysa araneus megalopa* in relation to temperature and the moult cycle. Mar. Ecol. Prog. Ser., 36: 115~122.
- 10 Brown, S. D. 1992. The effects of temperature and salinity on survival and development of early life stage of Florida stone crabs *Menippe mercenaria* (Say). JEMBE, 157: 115~136.
- 11 Knftina, N. D. and Novikon, G. G. 1986. Embryonic growth and utilization of yolk storage protein during early ontogeny of Cod, *Gadus morhua*, at different temperature. Vopr. Ikhtologii, 26: 646~657.