

日本沼虾幼体摄食量及生长的研究*

何林岗 顾志敏 尤秀芬

(浙江省淡水水产研究所, 湖州 313001)

俞大维 毛节荣 王淑霞

(杭州大学生物系, 杭州 310012)

提要 于1990年6月—7月,用南京丰年虫无节幼体作饵料,在培养皿中对日本沼虾溞状幼体作单只培养,测定了各期溞状幼体(Z_1 — Z_9)的日摄食量及总摄食量,并观察了饥饿条件下溞状幼体的生长与成活情况。实验表明, Z_1 , Z_2 阶段,不投饵并不影响其变态和成活率;但自 Z_1 孵出连续饥饿5d后,即使投饵,溞状幼体也不能正常蜕壳和成活; Z_3 阶段是摄食量增加的突变期。南京丰年虫无节幼体是日本沼虾幼体的适口饵料, P_1 育成率可达70%。

关键词 日本沼虾 幼体 摄食量

日本沼虾 *Macrobrachium nipponense* (de Haan) 又名青虾,是我国淡水虾类中经济价值较高的一种,资源量颇丰。国内外学者对其进行过一些研究(张建森等,1965;戈敏生,1980;许加平等,1989;虞冰如,1987),然而,迄今一直缺乏对其幼体摄食量与生长的专题性研究报告。我们通过投喂南京丰年虫 *Chirocephalus nanjinensis* (Shen) 无节幼体,进行正常投饵与饥饿条件下日本沼虾溞状幼体摄食量与生长的试验,以期为本沼虾人工育苗及营养、饵料方面的研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 日本沼虾溞状幼体

于1990年6月—7月,采用浙北地区捕获的天然抱卵亲虾(体长5—6cm),选取即将孵出的抱卵虾单尾放养在玻璃缸内。一般,第二天清晨即可见出膜的第一期溞状幼体(Z_1)。在出膜不久的溞状幼体中,挑选较活泼的个体分放在直径9cm的培养皿中单只饲养,作正常投饵条件下的培养试验。另取30只溞状幼体分成6组,每组5只幼体放养在直径15cm的培养皿中作饥饿条件下的培养试验。其中1—5组,分别饥饿1,2,3,4,5d;第6组为对照组,正常投饵。

1.2 培养用水

将池塘水先经目大 $125\mu\text{m}$ 的筛绢过滤,再用滤纸过滤之,以使培养用水尽量少含浮游生物。饥饿试验组,则采用煮沸冷却沉淀后的过滤水。

1.3 饵料

投喂刚孵出不久的南京丰年虫¹⁾无节幼体(体长约 400 — $500\mu\text{m}$),根据前一天的摄食

* 国家自然科学基金资助项目,3880095号;浙江省自然科学基金资助项目,288177号。本文由顾志敏执笔。

收稿日期:1991年4月9日;接受日期:1992年6月3日。

1) 南京丰年虫休眠卵由杭州大学生物系提供。

量及时增加投饵量以满足饵料供应。

1.4 水温

试验在室温条件下进行。正常投饵培养试验,水温 $26 \pm 3^\circ\text{C}$; 饥饿培养试验,水温 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 。

1.5 管理

每天换水、投饵和检查,记录蜕壳、摄食、成活或死亡等数据。

日本沼虾各期蚤状幼体的分期标准参照戈敏生(1980)的划分。

2 结果

2.1 正常投饵条件下日本沼虾蚤状幼体的摄食量与生长

2.1.1 摄食量 经投喂南京丰年虫无节幼体,13只皿中有9只蚤状幼体顺利发育成后期幼体(即仔虾)(P_1)。根据这9只蚤状幼体的日摄食量,统计出各期平均每只幼体的日摄食量、平均每只幼体蜕壳间期总摄食量和由 $Z_1 \rightarrow P_1$ 的平均总摄食量(表1)。由表1可知, Z_1 不摄食,蜕壳变态成 Z_2 后方才开始摄食,但日摄食量较少; Z_3 的日摄食量明显增加,比 Z_2 增加约4.3倍,而此后各期日摄食量均不超过前一期的1倍。此外,平均每只幼体蜕壳间期总摄食量也呈现出与上述相似的变化趋势。上述结果表明, Z_3 阶段是摄食量增加的突变期。

试验还观察到,一般情况下,蚤状幼体在蜕壳间期内的日摄食量差别不大。幼体的日摄食量与培养天数并不呈线性相关,只在完成一次蜕壳变态后方显著增加。然而,在9只蚤状幼体之间,其各期蜕壳间期总摄食量及育成 P_1 的总摄食量相差很大,反映出不小的个体差异(见表1括号内数据)。

表1 正常投饵条件下日本沼虾蚤状幼体摄食量^{a)}(只)

Tab. 1 Food uptaken (in ind.) per zoea of *Macrobrachium nipponensis* under the condition of normally feeding

摄食项目	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9
平均每只幼体日摄食量	0	3	13	21	33	37	51	61	72
平均每只幼体蜕壳间期总摄食量	0	7 (2,11)	35 (22,49)	55 (35,72)	96 (68,146)	146 (116,165)	205 (184,221)	258 (234,307)	351 (138,497)
平均每只幼体育成 P_1 总摄食量	1153 (927,1341)								

a) 平均值系平均9只蚤状幼体的摄食量,括号内数据为最小值与最大值。

2.1.2 成活数 蚤状幼体的成活及蜕壳变态情况如图1所示。从 $Z_1 \rightarrow Z_4$, 全部成活; 到孵后第8天(即 Z_1 发育变态成 Z_5 时), 成活数开始减少, 其间 $Z_4 \rightarrow Z_6$ 共死亡3只, $Z_6 \rightarrow Z_7$ 死亡1只, Z_7 以后成活数保持不变。蚤状幼体发育成后期幼体的成活率达70%(为验证南京丰年虫无节幼体的饲喂效果, 曾先后二次另行在20只培养皿中作单只培养试验, 结果 $Z_1 \rightarrow P_1$ 的成活率为65%—85%)。

2.1.3 蜕壳间期 在温度 $26 \pm 3^\circ\text{C}$ 下, Z_1, Z_2 的蜕壳间期均为2d; 自 Z_3 起, 个体间出现差异, 蜕壳间期为2d或3d; $Z_5 \rightarrow Z_6$ 各蜕壳间期又均为2d; Z_9 则为2—4d。此外,

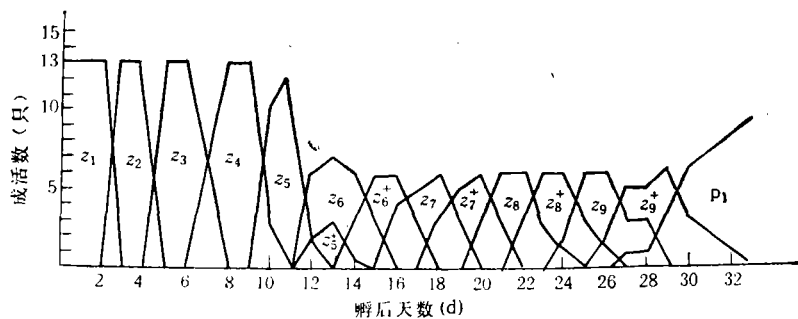


图 1 正常投饵条件下日本沼虾蚤状幼体的成活及蜕壳变态情况

Fig. 1 Survival and molting situation of *Macrobrachium nipponensis* zoeae under the condition of normally feeding

自 Z_5 以后,有时幼体在变态进程中出现中间蜕壳状态,即需蜕 2 次壳才完成一期形态的递进。在不同个体之间,出现中间蜕壳状态的时间也不一致,尚无规律可循。因此,由 Z_1 生长发育成 P_1 的蜕壳次数也不尽相同,少则 9 次,多则 14 次。

2.2 饥饿条件下日本沼虾蚤状幼体的摄食量与生长

2.2.1 摄食量 饥饿条件下日本沼虾蚤状幼体孵出后 10d 内的日摄食量见表 2。饥饿 1, 2, 3d 组自投饵后,当天及其后各天的日摄食量与对照组无甚差别。饥饿 4d 组在投饵之当天与对照组相似,而其后 2, 3d 内有较对照组稍低的趋势。饥饿 5d 组,在第 6 天投饵后,已少有捕食能力,不久蚤状幼体便陆续全部死亡。

表 2 饥饿条件下日本沼虾蚤状幼体孵出后 10d 内平均每只日摄食量(只)

Tab. 2 Daily food uptaken (in ind.) per zoea of *Macrobrachium nipponensis* under the condition of starvation during 10 days after hatching

饥饿天数	蚤状幼体孵出后天数									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	5	8	14	19	29	29	29	34	38
1	0	5	8	14	19	27	28	29	35	38
2	0	0	9	14	19	27	27	28	34	38
3	0	0	0	14	19	26	28	27	27	33
4	0	0	0	0	19	20	23	26	28	35
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

2.2.2 成活数 饥饿条件下蚤状幼体的成活情况如表 3 所示。由表 3 可见,饥饿 1—4 d 的各试验组均与对照组相同,蚤状幼体全部成活。饥饿 5d 的试验组,幼体不能正常生长变态,孵后第 6 天即开始死亡,至第 9 天无一成活。上述结果表明, Z_1, Z_2 阶段,不投饵并不影响蚤状幼体的成活和变态;自 Z_1 孵出起连续饥饿 5d (已进入 Z_3 约 1d),即使投饵,幼体也不能继续蜕壳生长,不久将夭折。

2.2.3 蜕壳间期 以多数幼体蜕壳状态为准, Z_1 — Z_5 的蜕壳间期及 Z_1 生长发育成 P_1 的总天数见表 4。结果表明,饥饿 1—3d 各试验组与对照组无明显差异;饥饿 4d 组, Z_3 的

表 3 饥饿条件下日本沼虾溞状幼体孵出后 10d 内成活数(只)

Tab. 3 Number of survival (in ind.) of *Macrobrachium nipponensis* zoeae under the condition of starvation during 10 days after hatching

饥饿天数	溞状幼体孵出后天数									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5	3	1	1	0	0

表 4 饥饿条件下日本沼虾 Z_1-Z_5 的蜕壳间期 (d) 及 $Z_1 \rightarrow P_1$ 育成总天数Tab. 4 Molting intervals (in days) of Z_1-Z_5 and the time (in days) for metamorphosis from Z_1 to P_1 of *Macrobrachium nipponensis* under the condition of starvation

饥饿天数	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	$Z_1 \rightarrow P_1$ 育成总天数
0	1	2	2	1	1	18
1	1	2	2	2	1	20
2	2	2	2	2	1	20
3	1	2	2	2	1	18
4	1	2	3	2	1	23
5	1	2	0	0	0	0

蜕壳间期较对照组多 1d, 在第 5 天投饵后, 其后各期的蜕壳间期基本上与其它各组相同。但 $Z_1 \rightarrow P_1$ 育成总天数则比对照组多了 5d; 而饥饿 1, 2, 3d 组的 P_1 育成总天数分别较对照组多 2, 2, 0d, 相差并不大。唯有饥饿 5d 的试验组, 溞状幼体自进入 Z_3 后, 不能再生长变态, 最终死亡。

3 讨论与结论

3.1 南京丰年虫无节幼体是日本沼虾幼体的适口饵料

南京丰年虫属甲壳纲、颚足亚纲, 无甲目, 迄今仅我国有分布报道。近年来在杭州大学生物系主持下, 我们对该动物的增殖与利用进行了研究, 试图将其应用于水产养殖。在本试验中, 采用投喂南京丰年虫无节幼体, $Z_1 \rightarrow P_1$ 培育成活率达 70%。南京丰年虫无节幼体作为溞状幼体的开口饵料, 大小相宜, 适口性佳。与卤虫相比, 它适于淡水培养, 因此, 作为一种动物性活饵料源, 今后应用于淡水名贵肉食性鱼类及蟹、虾类的苗种培育和养殖, 具有良好应用前景。

3.2 适口饵料不足是日本沼虾溞状幼体培育成活率低的重要原因

以往, 对于日本沼虾的人工育苗, 一般是利用池塘天然浮游生物和蛋黄、豆浆等饵料(戈敏生, 1980; 许加平等, 1989), P_1 的育成率仅在 30% 以下, 幼体死亡高峰在 $Z_3 \rightarrow Z_4$ 阶段(张建森等, 1965), 其原因一直未能探明。本试验结果表明, 在保证有充足的南京丰年虫无节幼体投喂下, $Z_3 \rightarrow Z_4$ 阶段无一个体死亡, $Z_3 \rightarrow Z_4$ 蜕皮率为 100%。这说明

$Z_3 \rightarrow Z_4$ 死亡高峰的出现,主要是由于幼体饵料不适口或适口饵料供应不足所致,与其它如饲养水盐度的关系不大(虞冰如,1987)。但在饵料充裕的情况下,本试验出现 $Z_4 \rightarrow Z_5$ 尚有一个死亡高峰,多数是幼体因蜕壳不遂而死亡,对此还需进一步研究。

3.3 日本沼虾幼体的摄食量与人工投饵

通过在正常投饵与饥饿条件下幼体日摄食量与生长的测定和观察, Z_1, Z_2 阶段不投饵并不影响其生长变态和成活率; Z_3 阶段是摄食量增加的突变期,饥饿将直接威胁 Z_3 的蜕壳生长和成活;自 Z_2 起开始摄食,其后摄食量随着幼体发育期的渐进而增加。这意味着日本沼虾蚤状幼体在 Z_1, Z_2 期,可以利用自身体内卵黄营养,维持正常的蜕壳生长。蛙蟹 *Ranina ranina* (皆川惠,1988),若孵化当天不投饵即可造成幼体高死亡率;中华绒螯蟹 *Eriocheir sinensis*, 幼体在饥饿 2d 投饵,不影响幼体的成活率,并有随饥饿天数的增加,蜕皮间期延长的特点(何林岗等,1988)。而日本沼虾幼体在饥饿 1—4d 后投饵,其成活率与蜕皮间期均与对照组无显著差别。这表明,刚出膜的日本沼虾幼体有比上述二种蟹更强的自我营养维持能力。但进入 Z_3 后,体内卵黄营养已逐渐消耗殆尽,必须从外界大量摄食,以补充生长发育的营养需求。在青虾人工育苗生产上,人工投饵时间的选择,最迟必须在进入 Z_3 开始,否则将会导致幼体大批死亡。在幼体蜕皮间期,日投饵量只需稳定或稍加即可,在完成一次蜕皮变态后,才需作较大的增加。

3.4 日本沼虾幼体发育中的中间蜕壳状态

日本沼虾蚤状幼体在同一培养条件下完成整个变态 ($Z_1 \rightarrow P_1$) 的蜕壳变态次数不一,为 9—14 次。从 Z_3 起,常会出现一次蜕壳不到位的中间蜕壳状态(图 1 中用 Z_3' 表示,余类推)。经我们初步观察,凡需蜕二次壳方可完成一期形态递进的幼体,第一次蜕壳后,若第二触角外鞭形态无递进变化,幼体形态、大小变化不大,即为中间蜕壳状态,则需再蜕壳一次。这种中间蜕壳状态现象在海产蛙蟹上也存在着(皆川惠,1979),原因尚不明。日本沼虾幼体完成整个变态的蜕壳次数不一,加重了变态状况的参差不齐,不仅造成不同个体间蜕壳间期总摄食量的差异,而且导致 $Z_1 \rightarrow P_1$ 育成总天数的相差较大。这将对高密度人工育苗带来不利影响。对此确有深入探讨的必要。

参 考 文 献

戈敏生,1980,淡水青虾幼体发育的初步研究,水生生物学集刊,7(2):214—223。

许加平、计新明,1989,池塘青虾繁殖和鱼虾混养试验,水产养殖,2:10—21。

张建森等,1965,关于青虾繁殖和发育的初步研究,动物学杂志,4:181—185。

何林岗、顾志敏,1988,中华绒螯蟹幼体摄食量的研究,海洋与湖沼,19(4):391—395。

虞冰如,1987,提高青虾幼体(II—V 期)成活率试验,上海水产大学科技文集,11:113—116。

皆川惠,1988,アサヒガニ幼生の生残,成長,捕食能および形態に及ぼす絶食の影響,水産増殖(日),36(3):227—230。

FOOD UPTAKE AND GROWTH OF *MACROBRACHIUM NIPPONENSIS* LARVAE FED WITH *CHIROCEPHALUS NANKINENSIS*

He Lingang, Gu Zhimin, You Xiufen

(Zhejiang Institute of Freshwater Fisheries, Huzhou 313001)

Yu Dawei, Mao Jierong, Wang Shuxia

(Department of Biology, Hangzhou University, Zhejiang 310012)

ABSTRACT

During June—July, 1990 study using nauplii of the fairy shrimp *Chirocephalus nanjinensis* (Shen) as feed, the daily and total food uptake of the freshwater shrimp *Macrobrachium nipponensis* (de Haan) zoeae in development stages (Z_1 – Z_9), reared individually in culture dishes were measured, and their growth and survival of the zoeae under the condition of starvation were also observed. The experiment indicated that deprivation of food had no effect on the metamorphosis and survival rate of Z_1 and Z_2 , but if they were deprived of food for 5 days after hatching they could not molt and survive normally even though food was given to them then. Z_3 was a stage of rapid increase in food uptake. The nauplii of *Chirocephalus nanjinensis* are considered to be suitable food for *Macrobrachium nipponensis* larvae. In the experiment, 70% survival through metamorphosis from Z_1 to P_1 was obtained among the larvae fed with the nauplii.

Key words *Macrobrachium nipponensis* Zoeae Food uptake