

Effects of *Cyclops* on the Transformation Survival Rate of Larvae of *Scylla paramamosain*

Zhongwen Jin¹, Yangcai Wang¹, Zhongning Wu²

¹Ningbo Institute of Marine and Fisheries, Ningbo Zhejiang

²Yinzhou Fisheries Technology Service Station, Ningbo Zhejiang

Email: jzhongwen@sina.com

Received: Nov. 2nd, 2018; accepted: Nov. 19th, 2018; published: Nov. 26th, 2018

Abstract

The experiment of mixed culture and swimming speed of *Cyclops* sp. and larvae of *Scylla paramamosain* were carried out. The results show that the swimming speed of *Cyclops* sp. is 1.31 ± 0.23 cm/min, and the larvae of *Scylla paramamosain* (Z1) is 0.48 ± 0.22 cm/min. The swimming speed of *Cyclops* sp. is 2.7 times of that of *Scylla paramamosain* (Z1), with extremely significant ($p < 0.01$). With the density of *Cyclops* sp. at 20 - 100 ind/L in the mixed culture, there was significant difference in the survival rate in Z1, but no significant difference in Z2. Due to the faster swimming and reproduction, and the competition in water space with larvae of *Scylla paramamosain*, *Cyclops* sp. is unfavorable to larvae of *Scylla paramamosain* in the green crab ecological seedling breeding pond.

Keywords

Scylla paramamosain, Zoea larva, *Cyclops* sp., Swimming Speed, Metamorphosis Survival Rate

剑水蚤对拟穴青蟹初期蚤状幼体变态成活率的影响

金中文¹, 王扬才¹, 吴仲宁²

¹宁波市海洋与渔业研究院, 浙江 宁波

²宁波市鄞州区渔业技术管理服务站, 浙江 宁波

Email: jzhongwen@sina.com

收稿日期: 2018年11月2日; 录用日期: 2018年11月19日; 发布日期: 2018年11月26日

摘要

通过对剑水蚤(*Cyclops sp.*)和拟穴青蟹(*Scylla paramamosain*)蚤状幼体游泳速度测定和不同密度的剑水蚤和拟穴青蟹幼体混合养殖试验。结果表明:剑水蚤的游泳速度 1.31 ± 0.23 cm/min, 蚤状幼体(Z1)的游泳速度 0.48 ± 0.22 cm/min, 剑水蚤的游泳速度是拟穴青蟹蚤状幼体(Z1)的2.7倍, 两者的速度差异极其显著($p < 0.01$); 剑水蚤密度20~100 ind/L时, 蚤状幼体(Z1)的成活有显著差异($p < 0.05$)而蚤状幼体(Z2)的成活率无显著差异($p > 0.05$)。由于, 剑水蚤的游泳速度迅速, 繁殖速度快, 与青蟹幼体造成水体空间的竞争, 对青蟹池塘生态育苗造成不利。

关键词

拟穴青蟹, 蚤状幼体, 剑水蚤, 游泳速度, 变态成活率

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

青蟹生态育苗是一种新的育苗方法, 探明育苗池塘中浮游动物和青蟹幼体间的相互关系, 对提高幼体培育技术至关重要[1]。河蟹育苗池塘中常见生物对蚤状幼体之间的关系比较复杂, 桡足类严重影响轮虫数量, 桡足类对蚤状幼体有正面作用, 也有负面作用[2] [3] [4], 桡足类、轮虫的营养成分十分丰富, 富含青蟹幼体必须的 EPA 和 DHA [5] [6], 桡足类是青蟹育苗的优质饵料, 桡足类作为一个大类, 其中, 某些种类是捕食性种类, 不能活体投喂[4]。但对剑水蚤(*Cyclops sp.*)和青蟹幼体的相互关系, 以及剑水蚤对青蟹幼体的危害尚未有文献报道。水蚤是生态育苗池塘的优势种, 剑水蚤在青蟹育苗池塘最常见, 而且, 繁殖速度快, 密度大。选择青蟹发育阶段中最脆弱的蚤状幼体(Z1), 作为剑水蚤的竞争对象进行实验, 最为合适。为完善青蟹池塘生态育苗方法, 探讨水蚤和青蟹幼体的相互关系, 开展本实验。

2. 试验方法

拟穴青蟹(*Scylla paramamosain*)实验幼体取自人工培育的幼体, 蚤状幼体(Z1)为3日龄, 蚤状幼体(Z2)为2日龄, 剑水蚤(*Cyclops sp.*)从池塘自然繁殖的水蚤中分离取得。

蚤状幼体和不同密度剑水蚤混养实验, 实验设计分为 I、II、III 三个组, 置于 1000 mL 烧杯中, 静水方法, 不投喂饵料, 实验期间水温 $23.5^{\circ}\text{C} \sim 24.5^{\circ}\text{C}$, 盐度(S) 25.8, 实验时间 66 h。实验 I 组, 设 A、B、C 3 个小组, A 组, 青蟹蚤状幼体(Z1)密度 40 ind/L, 为对照组, B 组, 青蟹蚤状幼体(Z1)密度 40 ind/L, 放入剑水蚤密度 20 ind/L, C 组, 青蟹蚤状幼体(Z1)密度 40 ind/L, 放入剑水蚤密度 40 ind/L; 实验 II 组, 设 D、E、F 3 小组, D 组, 青蟹蚤状幼体(Z1)密度 40 ind/L, E 组, 青蟹蚤状幼体(Z1)密度 40 ind/L, 放入剑水蚤密度 40 ind/L, F 组, 青蟹蚤状幼体(Z1)密度 40 ind/L, 放入剑水蚤 100 ind/L; 实验 III 组, 设 G、H、I 3 小组, G 组, 青蟹蚤状幼体(Z2)密度 40 ind/L, 为对照组, H 组, 青蟹蚤状幼体(Z2)密度 40 ind/L, 剑水蚤密度 40 ind/L, I 组, 青蟹蚤状幼体(Z1)密度 40 ind/L, 放入剑水蚤密度 100 ind/L。以上实验各设三个平行组。及时记录幼体数量, 计算蚤状幼体的成活率。

拟穴青蟹蚤状幼体(Z1)和剑水蚤(*Cyclops sp.*)的游泳速度的测定方法, 采用移液管和尺子, 记录游动

距离和时间, 计算游泳速度。剑水蚤选择性成熟的挂卵个体和未挂卵个体两种。

采用 SPSS 19.0 软件对数据进行统计分析。各实验组的平均值、标准差和变异系数进行描述统计分析, 利用单因素方差分析对实验组数据进行显著性分析, 将差别显著的实验组间进行多重比较(LSD)。

3. 试验结果

3.1. 剑水蚤和蚤状幼体的游泳速度

剑水蚤的游泳速度为 1.31 ± 0.23 cm/min, 蚤状幼体(Z1)的游泳速度为 0.48 ± 0.22 cm/min, 剑水蚤的游泳速度是蚤状幼体(Z1)的 2.7 倍, 两者的速度差异极其显著($p < 0.01$), 挂卵和未挂卵剑水蚤的游泳速度无显著差异, 见表 1, 表 2。

Table 1. Swimming speed of *Cyclops* sp. and larvae of *Scylla paramamosain*, unit cm/min

表 1. 剑水蚤和蚤状幼体游泳速度测定, 单位 cm/min

	n	均值	标准差	最小值	最大值
剑水蚤	12	1.31	0.23	0.95	1.67
挂卵剑水蚤	7	1.46	0.45	0.96	2.17
蚤状幼体(Z1)	6	0.48	0.22	0.22	0.77

Table 2. LSD analysis of swimming speed of *Cyclops* sp. and larvae of *Scylla paramamosain* (Z1)

表 2. 剑水蚤和蚤状幼体(Z1)游泳速度 LSD 分析

(I)种类	(J)种类	两组均数的差(I-J)	标准误差	p值	95%置信区间	
					下限	上限
1	2	-0.145	0.144	0.324	-0.443	0.153
	3	0.831*	0.151	0.000	0.518	1.144
2	1	0.145	0.144	0.324	-0.153	0.443
	3	0.976*	0.168	0.000	0.627	1.324
3	1	-0.831*	0.151	0.000	-1.144	-0.518
	2	-0.9757*	0.168	0.000	-1.324	-0.627

备注: *显著差异水平在 0.05, 1 为剑水蚤, 2 为挂卵剑水蚤, 3 为蚤状幼体(Z1)。

3.2. 不同剑水蚤密度对蚤状幼体成活率的影响

实验 I 组, B 组水蚤密度 20 ind/L 和 C 组水蚤密度 40 ind/L 时, 青蟹幼体(Z1)成活率(%)分别为 51.70 ± 0.76 和 30.00 ± 15.00 , 组间无显著差异($p > 0.05$), 见表 3~表 4。

Table 3. Survival rate of *Scylla paramamosain* (Z1) under different density conditions

表 3. 不同剑水蚤密度条件下蚤状幼体(Z1)的成活率

	n	均值	标准差	标准误差	95%均值置信区间		最小值	最大值
					下限	上限		
A	3	0.433	0.161	0.093	0.034	0.833	0.25	0.55
B	3	0.517	0.764	0.044	0.327	0.706	0.45	0.60
C	3	0.300	0.150	0.087	-0.073	0.673	0.15	0.45
总变异	9	0.417	0.150	0.05	0.301	0.532	0.15	0.60

Table 4. LSD analysis of survival rate of *Scylla paramamosain* (Z1) by different *Cyclops* sp. density
表 4. 不同水蚤密度对蚤状幼体(Z1)成活率 LSD 分析

(I)水蚤	(J)水蚤	两组均数的差 (I-J)	标准误差	p值	95%置信区间	
					下限	上限
A	B	-0.833	0.110	0.476	-0.352	0.185
	C	0.133	0.110	0.270	-0.135	0.402
B	A	0.833	0.110	0.476	-0.185	0.352
	C	0.217	0.110	0.096	-0.052	0.485
C	A	-0.133	0.110	0.270	-0.418	0.135
	B	-0.217	0.110	0.096	-0.485	0.052

实验 II 组, F 组水蚤密度 100 ind/L 时, 蚤状幼体(Z1)成活率高于 E 组。青蟹幼体(Z1)成活率(%)分别为 45.00 ± 22.90 和 17.70 ± 12.60 , 两组的差异显著($p < 0.05$), 见表 5~表 7。说明水蚤密度 100 ind/L 时, 对幼体的成活率造成严重影响。

Table 5. The survival rate of *Scylla paramamosain* (Z1) by different *Cyclops* sp. density
表 5. 不同水蚤密度条件下蚤状幼体(Z1)的成活率

	n	均值	标准差	标准误差	95%均值置信区间		最小值	最大值
					下限	上限		
D	3	0.583	0.144	0.833	0.225	0.942	0.50	0.75
E	3	0.450	0.229	0.132	-0.119	1.019	0.20	0.65
F	3	0.177	0.126	0.073	-0.196	0.429	0.00	0.25
总变异	9	0.383	0.256	0.086	0.186	0.580	0.00	0.75

Table 6. Variance analysis of survival rate of *Scylla paramamosain* (Z1) at different *Cyclops* sp. density
表 6. 不同水蚤密度条件下对蚤状幼体(Z1)成活率方差分析

	平方和SS	自由度	均方MS	F值	p值
组间变异	0.347	2	0.173	5.832	0.039
组内变异	0.178	6	0.030		
总变异	0.525	8			

Table 7. LSD analysis of survival rate of *Scylla paramamosain* (Z1) by different *Cyclops* sp. density
表 7. 不同水蚤密度对蚤状幼体(Z1)成活率 LSD 分析

(I)水蚤	(J)水蚤	两组均数的差 (I-J)	标准误差	p值	95%置信区间	
					下限	上限
D	E	0.133	0.141	0.380	-0.211	0.478
	F	0.467	0.141	0.016	0.122	0.011
E	D	-0.133	0.141	0.380	-0.478	0.211
	F	0.333*	0.141	0.056	-0.011	0.678
F	D	-0.467	0.141	0.016	-0.811	-0.122
	E	-0.333*	0.141	0.056	-0.678	0.011

备注: *显著差异水平在 0.05。

实验 III 组, H 组水蚤密度 40 ind/L 和 I 组水蚤密度 100 ind/L 对蚤状幼体(Z2)的成活率无显著影响($p > 0.05$), 见表 8~表 10。

Table 8. Survival rate of *Scylla paramamosain* (Z2) at different *Cyclops* sp. density
表 8. 不同水蚤密度条件下蚤状幼体(Z2)成活率

	n	均值	标准差	标准误差	95%均值置信区间		最小值	最大值
					下限	上限		
G	3	0.433	.202	0.117	-0.069	0.938	0.20	0.50
H	3	0.583	0.029	0.017	0.512	0.655	0.55	0.60
I	3	0.483	0.104	0.060	0.225	0.742	0.40	0.60
总变异	9	0.500	0.132	0.044	0.398	0.602	0.20	0.60

Table 9. Variance analysis of survival rate of *Scylla paramamosain* (Z2) at different *Cyclops* sp. density
表 9. 不同水蚤密度条件下蚤状幼体(Z2)成活率方差分析

	平方和SS	自由度	均方MS	F值	p值
组间变异	0.035	2	0.018	1.000	0.422
组内变异	0.105	6	0.018		
总变异	0.140	8			

Table 10. LSD analysis of survival rate of *Scylla paramamosain* (Z1) by different *Cyclops* sp. density
表 10. 不同水蚤密度对蚤状幼体(Z1)成活率 LSD 分析

(I) 水蚤	(J) 水蚤	两组均数的差	标准误差	p 值	95%置信区间	
		(I-J)			下限	上限
G	H	-0.150	0.108	0.214	-0.414	0.114
	I	-0.050	0.108	0.660	-0.314	0.214
H	G	0.150	0.108	0.214	-0.114	0.414
	I	0.100	0.108	0.390	-0.164	0.364
I	G	0.050	0.108	0.660	-0.214	0.314
	H	-1.000	0.108	0.390	-0.364	0.164

以上实验结果表明,青蟹蚤状幼体(Z1)阶段,剑水蚤的密度 100 ind/L 时,幼体的成活率明显降低,而青蟹蚤状幼体(Z2)阶段,同样的剑水蚤密度对青蟹幼体的成活率影响不显著,说明随着幼体发育,剑水蚤的危害程度逐渐减轻。

4. 讨论

4.1. 剑水蚤与青蟹幼体的竞争关系

饵料生物个体大小和游泳速度快慢,决定生物间摄食与被摄食的关系。杨宇峰[7]测定近邻水蚤的游泳平均速度 3.31 cm/min,剑水蚤的游泳速度与裸腹蚤(*Moina* sp.)相近,剑水蚤的游泳速度是拟穴青蟹蚤状幼体(Z1)的 2.7 倍,见表 11。实验表明,拟穴青蟹蚤状幼体(Z1)的游泳速度与剑水蚤存在极其显著的差异($p < 0.01$)。蚤状幼体(Z1)不具备捕食剑水蚤的能力。而且,桡足类的繁殖速度很快,石斑鱼育苗池桡足类繁殖平均世代时间 42.31 h,生产率 4.56 mg/L·d⁻¹ [8],河蟹生态育苗池塘桡足类密度幅度达 20~1540 ind/L [4]。

青蟹池塘生态育苗前期阶段,剑水蚤等桡足类的密度不断增加,水蚤密度可达 367.45 ± 16.32 ind/L,造成空间的“挤压效应” [1]。这样,蚤状幼体和水蚤势必存在水体空间的竞争。水蚤在水体中窜动,干扰了河蟹幼体变态所需的水环境,使变态受阻而以致死亡。肉食性桡足类,与河蟹蚤状幼体(Z1, Z2)竞争轮虫,争空间,伤害河蟹幼体,其危害性就更大[3]。

Table 11. Comparison of swimming speed about larvae of *Scylla paramamosain*, copepods and rotifers
表 11. 青蟹蚤状幼体与桡足类和轮虫的游泳速度比较

名称	最大游泳速度(cm/s)	平均速度(cm/s)
近邻水蚤(<i>C. vlcinus</i>)	9.00	3.31
裸腹蚤(<i>Moina</i> sp.)	1.75	1.33
萼花臂尾轮虫(<i>Brachionus calyciflorus</i>)	0.07	0.04
桡足类幼体(<i>Copepodites</i>)	0.80	0.46
晶囊轮虫(<i>Asplanchna</i>)	0.04	0.04
青蟹蚤状幼体(Z1) (<i>Zoea</i> larva of <i>Scylla paramamosain</i>)	0.77	0.48

4.2. 桡足类与青蟹的饵料关系

桡足类是青蟹后期幼体优良的饵料，在池塘生态育苗前期，桡足类不能直接利用作为活体饵料生物[1]。河蟹土池生态育苗中桡足类是蚤状幼体(Z3)后期幼体的优质饵料[2]。桡足类和轮虫营养丰富，是蟹类优质的饵料。土池培育轮虫 EPA、DHA、AA 等 HUFA 含量高于酵母和微绿球藻培育的轮虫[8]。池塘育苗水体生态系统中，常常发生摄食与被摄食出现翻转现象。河蟹养殖池塘浮游动物群落交替演变也存在这种关系[9] [10]。在青蟹蚤状幼体(V)和大眼幼体(M)阶段，随着青蟹幼体附肢和颚足变态发育和捕食能力的提高，大量捕食剑水蚤等桡足类。青蟹幼体与剑水蚤等桡足类既是竞争关系又是摄食关系。

4.3. 避免育苗池塘水蚤大量繁殖的措施

育苗池塘土壤、水源和投喂的轮虫携带是池塘剑水蚤等桡足类的主要来源，育苗前对池塘彻底暴晒、清塘、消毒是必要的。对育苗水体预处理，采用 50 mg/L 浓度的漂白粉对蓄水池水进行处理，沉淀 12 h 后抽入育苗池备用，或者结合敌百虫消毒，也能达到较好的预防目的。育苗池塘暴发桡足类的处理十分困难，有人尝试药物毒杀桡足类，但药物对幼体的毒性更大[4]。育苗时发生桡足类，一般不宜采用药物毒杀的方法。

5. 结论

剑水蚤在青蟹生态育苗中，对青蟹幼体的影响主要是造成水体饵料的竞争和空间的“挤压效应”的竞争，幼体(Z1)阶段剑水蚤达到 100 ind/L 会造成幼体成活率降低，随着幼体发育，幼体对剑水蚤的竞争能力逐步提高。

项目基金

浙江省宁波市重大科技攻关项目(2016C11003)。

参考文献

- [1] 金中文, 王杨才, 吴仲宁, 等. 青蟹池塘生态育苗试验[J]. 海洋科学, 2014, 38(11): 68-73.
- [2] 李晓东, 金送笛, 刘胥. 河蟹生态育苗池中几种常见生物对蚤状幼体的影响[J]. 水产科学, 2000, 19(3): 1-4.
- [3] 张清靖, 白永安, 赵英华. 河蟹生态育苗池桡足类群落结构的研究[J]. 四川农业大学学报, 2005, 23(4): 475-481.
- [4] 赵红艳, 刘胥, 骑缝. 对中华绒螯蟹生态育苗池中桡足类控制的初步研究[J]. 水产科学, 2012, 31(3): 165-168.
- [5] 吴旭干, 成永旭, 贺诗水, 等. 褶皱臂尾轮虫土池低盐度培育及脂肪酸营养评价[J]. 海洋水产研究, 2007, 28(4): 59-65.
- [6] 陈凯, 乔振国, 王朝新. 不同饵料对拟穴青蟹后期幼体变态及成活率的影响[J]. 现代渔业信息, 2010, 25(11): 25-27.

- [7] 杨宇峰, 杨家新, 黄祥飞. 近邻剑水蚤对浮游动物的摄食[J]. 水生生物学报, 1998, 22(1): 71-78.
- [8] 杨薇. 石斑鱼池塘育苗水体生态系统的研究(II)——轮虫、桡足类的种群增长[D]: [硕士学位论文]. 海口: 海南大学, 2011.
- [9] 郝俊, 马旭州, 王友成, 等. 河蟹生态养殖池后生浮游动物的群落结构及动态[J]. 上海海洋大学学报, 2015, 24(4): 523-531.
- [10] 陈珂. 三种海洋桡足类摄食、生殖和发育的研究[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 中国海洋大学, 2014.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2373-1443, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: ojfr@hanspub.org