

文章编号: 1004-7271(2002)02-0118-06

河口区斑节对虾淡化养殖塘浮游生物状况

王丽卿, 王为东, 臧维玲, 俞宏辉

(上海水产大学渔业学院, 上海 200090)

摘要: 初步研究了 1998 年河口区斑节对虾淡化养殖塘生态系中的浮游生物状况。各塘浮游植物生物量变幅较大, 平均含量为 36.33 ± 28.40 mg/L; 浮游植物总密度均值为 $3.05 \pm 2.18 \times 10^8$ cells/L, 水体已呈富营养化状态。浮游植物的生物量及种类数均以蓝藻占优势, 其次是绿藻和硅藻, 这与我国传统家鱼高产池塘的浮游植物群落结构显著不同。各塘浮游动物丰度与组成变化较大, 不如浮游植物稳定。浮游植物与浮游动物生物量之比平均为 0.903:1, 斑节对虾塘尚有进一步开发的潜力。

关键词: 斑节对虾, 河口区, 淡化养殖, 浮游生物

中图分类号: S968.22, S912 文献标识码: A

The state of plankton in lower salinity ponds cultured with *Penaeus monodon* in estuarine area

WANG Li-qing, WANG Wei-dong, ZANG Wei-ling, YU Hong-hui
(Fisheries College, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: The paper deals with the preliminary study on the plankton in lower salinity ponds cultured with *Penaeus monodon* in 1998. The biomass of phytoplankton varied remarkably in different ponds and the mean value was 36.33 ± 28.40 mg/L. However, total phytoplankton density was almost identical and remained stable at 10^8 organisms or cells per liter. The average value was $3.05 \pm 2.18 \times 10^8$ cells per liter, which showed the water was in eutrophy. The Cyanophyta (blue algae) predominated in the culture ponds either according to the biomass or according to the species of phytoplankton. The second dominant algae in ponds was Chlorophyta (green algae) or Bacillariophyta (diatom). The dominant species in prawn ponds differed significantly from that in fish ponds. The abundance and composition of zooplankton were remarkably different and were not so stable as those of phytoplankton. The mean ratio of phytoplankton biomass to zooplankton was 0.903:1, and the *Penaeus monodon* culture ponds still had potential to be developed.

Key words: *Penaeus monodon*; estuarine area; lower salinity culture; plankton;

在河口区开展斑节对虾 (*Penaeus monodon*) (俗称草虾) 的淡化养殖可有效地减少病毒通过海水传播, 降低病害的发生, 同时可加快斑节对虾的生长, 是对虾养殖业走可持续发展之路的有益探索。目前国内外均有斑节对虾淡化养殖或咸淡水养殖成功的报道^[1-4], 但有关河口区斑节对虾淡化塘浮游生物状况的研究报道甚少。本试验对斑节对虾淡化养殖塘生态系中起重要作用的浮游生物进行了种类、数

量、生物量等的初步调查, 以期为斑节对虾的淡化养殖提供参考。

1 材料与方 法

于 1998 年 6 - 10 月选取上海金山漕泾对虾养殖公司 S₁、10 - 1、S₂ 等斑节对虾淡化养殖塘作为试验塘, 各塘生产情况见表 1。其中 S₁、S₂ 塘每隔 5 ~ 10 天以人为加注淡水逐降盐度, 10 - 1 塘盐度下降则由天然降水所致。

1.1 浮游生物样品的采集

浮游生物样品在虾塘饵料台近环沟处的固定点于 0 ~ 0.5m 水层定期采集。浮游植物定量样品取 1L 水样, 加鲁哥氏碘液及福尔马林固定静置 24 小时后浓缩成 50mL, 摇匀取 0.1mL, 用浮游植物计数框计数个体数; 浮游动物定量样品取水样 10L, 浓缩后计数所得。按体积法^[5]计算各类浮游生物的生物量。

1.2 基本水质指标的测定

每次采样的同时, 测定水温、透明度、pH、盐度等基本水质指标。透明度用萨氏盘, pH 用 pHB - 4 型酸度计, 盐度用 SYY - 1 折射盐度计测定。

1.3 浮游生物多样性指数计算公式

采用 Shannon-Weaver 指数公式, 即 $H = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$, 式中 $P_i = n_i/N$; n_i 为群落中第 i 物种的个体数, N 为所有物种的个体数之和, s 为群落总物种数目。

2 结 果

2.1 斑节对虾淡化养殖采样期间基本水质指标

经测定, 斑节对虾淡化养殖浮游生物采样塘基本水质指标见表 2。

2.2 斑节对虾淡化养殖塘的浮游生物种类组成、生物密度和生物量

2.2.1 浮游植物种类组成和生物密度

经鉴定, 河口区斑节对虾淡化塘浮游植物有 37 种属(见表 3)。从藻细胞数量看, 优势种为蓝藻门的小形色球藻 (*Chroococcus minor*)、微小平裂藻 (*Merismopedia tenuissima*)、席藻 (*Phormidium* sp.)、阿氏拟项圈藻 (*Anabaenopsis arnoldii*)、巨颤藻 (*Oscillatoria princeps*) 等, 其藻细胞密度均高达 $10^7 \sim 10^8$ cells/L。各试验塘在每次采样过程中浮游植物密度均超过 10^7 cells/L, 平均 $3.05 \pm 2.18 \times 10^8$ cells/L, 各塘水体均呈富营养化状态^[6]。S₂ 塘 9 月 1 日发生巨颤藻水华, 其密度高达 2.81×10^8 cells/L。从各采样塘的藻类种类数看, 也以蓝藻类最多, 绿藻和硅藻种类次之, 裸藻类极少。斑节对虾淡化养殖生态系中浮游植物以蓝藻类为主, 显著不同于何志辉等^[7]报道的养鱼池塘以隐藻等鞭毛藻类为主、硅藻绿藻次之、蓝藻极少的浮游植物群落结构。

2.2.2 浮游动物种类组成和生物密度

斑节对虾淡化养殖塘浮游动物种属较少, 主要由轮虫类、枝角类、桡足类、多毛类幼体等组成(表 4), 优势种明显包括壶状臂尾轮虫 (*Brachionus urceus*)、角突臂尾轮虫 (*Brachionus angularis*)、须足轮虫 (*Euchlanis* sp.)、多刺裸腹溞 (*Moina macrocopa*)、华哲水蚤 (*Sinocalanus* sp.) 等。由表 4 可知, 不同塘或在不同日期浮游动物各组分丰度与优势种群会有较大变化。在养殖初期(6 月 26 日), 桡足类密度较高,

表 1 各采样塘生产情况

Tab.1 The basic conditions in experimental ponds

塘号	面积 (hm ²)	放苗时间 月-日	放苗密度 (ind/hm ²)	单位产量 (kg/hm ²)	成活率 (%)
S ₁	0.08	6-15	19.3×10^4	2415.0	40.6
S ₂	0.08	6-16	19.3×10^4	2557.5	41.3
10-1	1.15	6-21	14.9×10^4	2430.0	67.3

表 2 斑节对虾淡化养殖塘基本水质状况

Tab.2 The water qualities of lower salinity ponds cultured with *Penaeus monodon*

日期(月-日)	塘号	水温(℃)	盐度	透明度(cm)
6-26	S ₁	27.6	7.00	30
	10-1	27.1	7.50	53
8-8	S ₁	36.4	6.28	37
	10-1	34.4	6.56	37
9-1	S ₂	26.3	3.52	56

S₁塘与10-1塘分别占总生物密度的71%和62% ;养殖中期(8月8日)轮虫的平均密度增大,桡足类的平均密度则呈减少的趋势 ;至9月1日S₂塘轮虫密度比枝角类、桡足类为高。斑节对虾淡化养殖塘中浮游动物生物密度出现的这种消长趋势与各类浮游动物对盐度的适应、各类浮游动物之间的营养关系以及斑节对虾对各类浮游动物的摄食等有关。枝角类在整个采样期间生物密度均较低。3个采样塘中只有10-1塘发现多毛类幼体,并且由于多毛类幼体由浮游逐渐转为底栖,使得8月8日多毛类幼体的生物密度(8.6个/升)远小于6月26日的生物密度(231个/升)。

表3 斑节对虾淡化养殖塘浮游植物种类结构及生物密度

Tab.3 The density and species composition of phytoplankton in lower salinity ponds cultured with *Penaeus monodon*

		(cells/L)				
门类	浮游植物名称	S ₁ 6月26日	10-1 6月26日	S ₁ 8月8日	10-1 8月8日	S ₂ 9月1日
蓝藻门	小形色球藻 <i>Chroococcus minor</i>	+++	++++	+++	+++	+++
	湖沼色球藻 <i>C. limneticus</i>				++	
	水华微囊藻 <i>Microcystis flos-aquae</i>	++++				
	席藻 <i>Phormidium</i> sp.	++++	++++	+++	++++	+++
	微小平裂藻 <i>Merismopedia tenuissima</i>		++++	++++		
	银灰平裂藻 <i>M. glauca</i>		+++		++++	
	优美平裂藻 <i>M. elegans</i>				+++	
	艾氏拟顶圈藻 <i>Anabaenopsis arnoldii</i>	+++	++		+++	
	泡沫节球藻 <i>Nodularia spumigena</i>	+++	++			
	螺旋藻 <i>Spirulina</i> sp.	++	++		+++	+
	固氮鱼腥藻 <i>Anabaena azotica</i>				+++	
	巨颤藻 <i>Oscillatoria amphibia</i>				+++	++++
	捏团粘球藻 <i>Gloeo capsa magma</i>			+++		
硅藻门	池生菱形藻 <i>Nitzschia stagnorum</i>	+				
	肋缝菱形藻 <i>N. frustulum</i>		+			
	线形菱形藻 <i>N. linearis</i>					+
	尖布纹藻 <i>Gyrosigma acuminatum</i>	+	+	+		+
	隐头舟形藻 <i>Navicula cryptocephala</i>			++		++
	系带舟形藻 <i>N. cincta</i>		++		++	
	长圆舟形藻 <i>N. oblonga</i>		++			
	简单舟形藻 <i>N. simplex</i>				+	
	舟形桥弯藻 <i>Cymbella naviculiformis</i>		+	+	+	
	胡斯特桥弯藻 <i>C. hustedtii</i>					+
	美丽双壁藻 <i>Diploneis puella</i>	+			+	
	扭曲小环藻 <i>Cyclotella comta</i>			+	++	
绿藻门	肾形藻 <i>Nephrocytium agardhianum</i>	++	++	+++	+++	
	小形月牙藻 <i>Selenastrum bibraianum</i>	++	+++	+++	++	+
	镰形纤维藻 <i>Ankistrodesmus falcatus</i>	++	++	++		
	螺旋纤维藻 <i>A. spiralis</i>		+			
	小球藻 <i>Chlorella vulgaris</i>		++		++	
	双对栅藻 <i>Scenedesmus bijuga</i>		+++			
	美丽胶网藻 <i>Dictyosphaerium pulchellum</i>		++			+++
	线形粘杆藻 <i>Gloeothece linearis</i>			+++		
	波吉卵囊藻 <i>Oocystis borgei</i>			++		
硬弓形藻 <i>Schroederia robusta</i>				++		
裸藻门	绿色裸藻 <i>Euglena viridis</i>	+			+	+
总生物密度(× 10 ⁸ cells/L)		1.41	0.86	6.22	4.17	2.57

注: + + + + + '表示藻细胞密度为 10⁸ 数量级,同理 + + + + '表示 10⁷ ; + + + '表示 10⁶ ; + + '表示 10⁵ ; + '表示 10⁴

表 4 斑节对虾淡化养殖塘浮游动物种类组成和生物密度

Tab.4 The density and species composition of zooplankton in lower salinity ponds cultured with *Penaeus monodon*

(ind/L)

浮游动物名称		S ₁ 6月26日	10-1 6月26日	S ₁ 8月8日	10-1 8月8日	S ₂ 9月1日
轮虫	壶状臂尾轮虫 <i>Brachionus urceus</i>	65	135		2835	
	角突臂尾轮虫 <i>Brachionus angularis</i>				3885	
	须足轮虫 <i>Euchlanis</i> sp.	765	350		8780	
	月形腔轮虫 <i>Lecane luna</i>	65	315			415
	半圆鞍甲轮虫 <i>Lepadella</i>		165			
	巨腕轮虫 <i>Pedalia</i> sp.			315		
	聚花轮虫 <i>Conochilus</i> sp.				435	
	晶囊轮虫 <i>Asplanchna</i> sp.			35		
	小计	830	895	485	13100	3250
	枝角类	枝角类幼体 Cladocera larvae		30	135	
多刺裸腹蚤 <i>Moina macrocopa</i>		413	204	28.9		741
小计		413	234	163.9	0	841
桡足类	无节幼体 naupii	1515	815	365	385	150
	桡足幼体 Copepodid larvae	476	57		114	62.4
	华哲水蚤 <i>Sinocalanus</i> sp.	613	1035	0.81	1331	
	披针纺锤水蚤 <i>Acartia southwelli</i>	448	447	0.81	778	
	温剑水蚤 <i>Thermocyclops</i> sp.	55	48			
	火腿许水蚤 <i>Schmackeria poplesia</i>			34.3		10.4
	剑水蚤 <i>Cyclops</i> sp.			15		335
	猛水蚤 <i>Harpacticoida</i> sp.		6.3	7.3		
	小计	3107	2408	423	2608	557.8
	纤毛虫类 Ciliata sp.		115			
沙蚕幼体 Polychaeta larvae		231		8.6		
生物密度 (ind/L)	4350	3883	1072	15717	4649	

2.2.3 浮游生物生物量

98年斑节对虾淡化养殖塘浮游植物和浮游动物的生物量见表5、表6。

从表5可以看出,三个虾塘的浮游植物量变动幅度较大,其中S₂塘由于发生了巨颤藻(*O. princeps*)的水华,在9月1日浮游植物量竟高达1436.34 mg/L, S₁与10-1塘浮游植物量波动范围为9.82~65.94 mg/L,平均含量为36.33±28.40 mg/L,低于戴习林等^[8]所报道的中国对虾池浮游植物量95.48±37.46 mg/L。从表5还可以看出,各塘浮游植物生物量中均以蓝藻门占绝对优势,占浮游植物总量的63.7~99.6%,平均约占88.36%。

由表6可知,浮游动物量除S₁塘8月8日外,均在50 mg/L以上,平均浮游动物量为56.15±29.14 mg/L。各塘浮游动物平均生物量以桡足类最高,占50.33%。枝角类和轮虫分别占28.51%、14.0%。各塘浮游植物与浮游动物生物量之比(S₂塘除外)范围为0.14~1.63,平均值为0.903,说明在斑节对虾淡化养殖塘中浮游植物量与浮游动物量基本相等。

表5 斑节对虾淡化养殖塘浮游植物生物量

Tab.5 The phytoplankton biomass of lower salinity ponds cultured with *Penaeus monodon* (mg/L)

塘号	日期	蓝藻门	硅藻门	绿藻门	裸藻门	总量(PB)
S ₁	6.26	65.03	0.26	0.39	0.26	65.94
S ₁	8.8	9.13	4.78	0.42	0	14.33
10-1	6.26	6.89	0.51	2.42	0	9.82
10-1	8.8	53.58	0.23	0.67	0.74	55.21
S ₂	9.1	*	1.24	0.88	0.21	*
平均		33.66	1.40	0.96	0.24	36.33

表6 斑节对虾淡化养殖塘浮游动物生物量

Tab.6 The zooplankton biomass of lower salinity ponds cultured with *Penaeus monodon* (mg/L)

塘号	日期	桡足类	枝角类	轮虫	总量(ZB)	PB/ZB
S ₁	6.26	35.35	20.65	2.33	58.33	1.13
S ₁	8.8	3.04	4.15	1.60	8.79	1.63
10-1	6.26	40.88	16.20	1.42	70.06	0.14
10-1	8.8	50.39	0	28.07	87.06	0.63
S ₂	9.1	11.64	39.05	5.87	56.56	*
平均		28.26	16.01	7.86	56.15	0.903

注:表5、表6中带*的数字不计在平均值内。

3.3 淡化对浮游生物多样性指数的影响

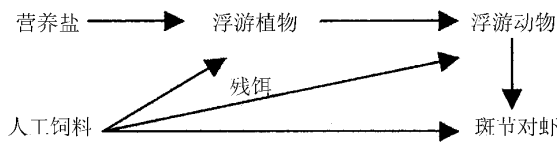
斑节对虾养殖塘淡化对浮游植物和浮游动物生物多样性指数的影响见表 7。

由表 7 可知,河口区斑节对虾养殖塘的盐度在 3~8 变化范围内,随着盐度的下降,浮游植物优势种群更明显(表 3),相应的多样性指数呈指数递减趋势。浮游动物的多样性指数与盐度的下降无明显相关关系。但在同一养殖塘,随着盐度的下降浮游动物、植物的多样性指数均下降。

4 讨论

4.1 斑节对虾淡化养殖塘浮游植物与浮游动物的关系

在斑节对虾的养殖过程中,虾的饵料主要以投喂人工饲料为主,养殖塘内的营养关系表现为:



在斑节对虾体长达 8cm 以前,浮游动物可部分被虾所摄食,随着虾个体的长大,要求摄食的食物颗粒越来越大,浮游动物被摄食的几率大为降低,缺少摄食者的浮游动物的生物量也逐渐积累。同时,养殖后期,随着人工投喂饲料量的增加,由残饵形成的有机碎屑是很多滤食性浮游动物的食物。故表现在生物量上,即浮游植物和浮游动物生物量之比平均为 0.903:1,远小于何志辉等^[7]所提出的高产鱼池中浮游植物和浮游动物的生物量之比 3:1~4:1。由此可见,斑节对虾淡化养殖塘在生产力上还存在进一步开发的潜力,可适当放养一些食浮游动物的水产经济动物。

4.2 斑节对虾淡化养殖塘浮游生物与生产的关系

4.2.1 浮游生物对养殖塘生态系中理化因子的影响

在现有养虾技术条件下,池塘浮游生物组成一般表现为数量大、种类多,因此其种类和数量的变化,对池水的理化因子影响很大。由于浮游植物的大量存在而进行的光合作用,使得在正常天气下斑节对虾淡化养殖塘溶解氧最高可达 10mg/L 以上^[9]。同时,浮游植物在生长繁殖过程中可利用虾池中残饵分解所产生的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 降低了池水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的含量,有利斑节对虾的生长。此外,池水中的浮游植物降低了透明度,符合对虾生长的生态要求。但是浮游植物的过量繁殖,其光合作用大量吸收了水中的 CO_2 ,使淡化塘池水的 pH 升高,高者可达 9 以上^[9]。浮游动物可以作为幼虾的良好补充饵料,但是,虾池浮游动物的大量繁生,能造成 pH 降低、氨氮升高,并且在养虾后期缺少有效的浮游动物摄食者,浮游动物的繁殖速度很快,在池水中的密度也很高,它们大量消耗池水中的氧气,造成对虾浮头死亡。徐宁等^[10]曾报道夜间浮游生物群落呼吸在溶氧消耗中占相当大的比例,高达 82% 以上。

4.2.2 浮游生物的调控

据调查结果,在对虾池水的管理上,应该考虑池水中生物之间的相互关系,保持某些有益生物,并利用它们抑制或消灭另一些有害生物。例如,虾苗入池到体长 8cm 以前(一般是从开始放苗到 7 月底),池水中的桡足类是对虾的优质生物饵料,同时,一些肉食性的镖水蚤大量存在,又能在该阶段生物密度较高的轮虫等不利生物不能大量繁殖,如何把池水调节得有利于桡足类的生长和繁殖是池水管理的难点和要点之一。根据调查结果,我们还发现当浮游动物的后续营养级链断链而成为多余时,可用药物把它们杀死,以免大量消耗水中的氧气而成祸害。另外,沙蚕幼体的大量生长对斑节对虾的养殖十分有

表 7 斑节对虾养殖塘盐度变化和浮游生物多样性指数

Tab.7 The influence of salinity variety on diversity indexes of plankton

塘号	日期	盐度	浮游植物 H	浮游动物 H
10-1	6.26	7.50	3.19	3.09
S ₁	6.26	7.00	2.12	2.55
10-1	8.8	6.56	1.57	1.81
S ₁	8.8	6.28	0.9	2.41
S ₂	9.1	3.52	0.28	1.82

利,沙蚕的浮游幼虫是幼虾的良好饵料,底栖幼虫和成虫是成虾的良好饵料^[11]。在斑节对虾养殖期间引入沙蚕幼体或成体是提高斑节对虾成活率和产量的有效生物途径之一。3个采样塘中,只有10-1塘出现多毛类幼体,而在生产上,该塘的成活率高达67.3%,比另2个塘约高20%(表1)。

同时,我们还发现,S₂塘9月1日发生巨颤藻的水华,该藻为丝状体,肉眼可见,它在水体中的大量存在,会堵塞虾的鳃而影响呼吸。在养虾管理上可采取换水等措施,降低其过多的生物量。所以,对池水进行生物调查,已经成为对虾养成技术中一项重要的内容。Claude^[12]指出迫切需要对藻类种类进行研究以决定哪些种类是对鱼产量更有利,并调控有助于这些藻类生长的条件。目前似乎尚不可能在鱼池中进行单一种类的藻类培养。然而,却有可能获得足够多关于各种藻类的生态学知识从而维持更多有利藻类达到一定丰度。控制多数不利种的繁殖也应该是可能的。因此,对于斑节对虾塘生态系中的浮游生物(尤其是有利种群)及其生态学尚需进一步研究。

参考文献:

- [1] Fast A W, L J Lester. Marine shrimp culture: Principal and practice[M]. Amsterdam: Elsevier Science publishers, 1992. 525-533.
- [2] 耿隆坤,王建钢,张东,等. 上海地区低盐度海水中草虾养殖试验[J]. 水产科技情报, 1991, 18(1): 2-4.
- [3] 董存有,张金荣. 珠江口低盐度水双季养殖研究[J]. 齐鲁渔业, 1992, 40(3): 34-37.
- [4] Muthe N. Brackishwater aquaculture in Orissa, gnelia, Report from a MFS mission[J]. Fish Dev Ser Natl Swed Board-Fish, 1986(18): 65.
- [5] 何志辉. 淡水浮游生物的生物量——改进浮游生物定量工作的当务之急[J]. 动物学杂志, 1979, (4): 53-56.
- [6] Chien Y H. 海虾养殖的水质要求和管理[J]. 水产科技情报, 1997, 24(6): 278-279.
- [7] 何志辉,李永函. 无锡市河埭口高产鱼池水质的研究 II. 浮游生物[J]. 水产学报, 1983, 7(4): 287-298.
- [8] 戴习林,朱正国,臧维玲,等. 河口区中国对虾塘浮游生物调查研究报告[J]. 海洋渔业, 1992, (3): 111-113.
- [9] 臧维玲,王为东,戴习林,等. 河口区斑节对虾淡化养殖塘水化学状况与水质管理模式[J]. 中国水产科学, 2001, 8(4): 74-78.
- [10] 徐宁,李德尚. 养殖池塘溶氧平衡与日最低值预报的研究概况[J]. 中国水产科学, 1998, 5(1): 278-279.
- [11] 韩方训,王道和,韩丰贵,等. 沙蚕在对虾养殖生产中的应用[J]. 海洋科学, 1991, (3): 4-6.
- [12] Claude B E. Water quality management for pond fish culture[M]. Elsevier scientific publishing company, 1982. 78-84.

下期文章摘要

对美国渔业管理模式的初步探讨

陈刚¹, 陈卫忠²

(1. 上海水产大学海洋学院, 上海 200090; 2. 东海水产研究所资源室, 上海 200090)

摘要 本文试图通过探讨美国的渔业管理模式, 和我国目前所应用的渔业管理进行对比分析, 从中找出可供我国学习并借鉴的方面, 并得出一些初步的设想与建议, 以供有关渔业管理部门参考。

关键词 美国, 渔业, 管理, 对比, 模式