

# 精养虾池浮游植物、理化因子与虾病的关系

米振琴 谢 骏\* 潘德博\* 张 跃\* 严旭东 庄世鹏

(深圳市水产养殖技术推广站, 深圳 518006)

(中国水产科学研究院珠江水产研究所, 广州 510380)\*

**摘 要** 精养虾池中,影响浮游植物丰度的主因子由大至小依此为磷酸盐>氨氮>铁>亚硝酸氮>盐度>酸碱度>硝酸氮>温度>锰>溶解氧。浮游植物的 Shannon-Weaver 指数与水质的富营养程度密切相关,前期该指数普遍小于后期,主要随着水质富营养化程度增高,该指数降低;该指数的大小还直接与虾的成活率呈负相关( $R = -0.88$ )。水中理化因子的含量与虾的成活率相关程度不高,但理化因子的变异系数与虾的成活率密切相关( $R = 0.90$ 左右)。采用施用光合细菌、稳定二氧化氯二种水质处理方式,能减少虾病发生。

**关键词** 浮游植物,理化因子,虾病,精养虾池

**中图分类号** S912

在对虾养殖水环境中,调节水质保持浮游植物的群落结构和数量及防止虾病发生,是对该系统进行调控和提高对虾产量的重要内容和手段。国内外对浮游植物、虾池理化因子及虾病有过较多研究[孙耀和宋云利 1988,孙刚等 1999,齐振雄等 1988,沈国英等 1992,李庆彪等 1995,Boonyaratpalin 等 1993,Browdy 1993],但对这三者之间的相互关系,未见有详细研究。本文通过对浮游植物群落及水质理化因子变化与虾病发生之间关系的研究,探讨了产生虾病的原因,并提出对虾养殖池塘生态系统调控的处理方式。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

实验虾池位于深圳宝安区沙镇,共有30口精养池,面积1~2公顷,平均水深1.5米左右。实验虾为斑节对虾。放养密度为15~30万尾/公顷。主要投喂对虾系列配合饲料。养殖过程采取设置蓄水池,海水预先沉淀,消毒处理,安装增氧机。实验由1999年4月至7月,对精养池主要水化学因子(溶解氧、pH值、COD,无机三氮等)以及浮游生物进行了一个养殖周期的测定。采样测定水温、水深、透明度、COD、氨氮、亚硝酸氮、硝酸氮和磷酸盐,均按海洋调查规范[陈觉民等 1982]中的方法测定。浮游生物记数通过采集表层水样500mL,加碘固定沉淀后,浓缩至50mL,取混均后的浓缩样1mL,置于记数器上,在光学显微镜下进行浮游生物的定性和定量分析。浮游植物监测每隔3天进行一次,营养盐监测每隔6天进行一次,采样时间设在一天中的11:00~

13:00。

## 1.2 方法

用 Shannon-Weaver 指数计算物种多样性, 计算公式为  $H = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_2 P_i)$

其中,  $H$  为物种多样性指数,  $S$  为物种数,  $P_i$  为第  $i$  种浮游植物在其总数中的相对数量 ( $P_i = n_i/N$ ),  $n_i$  为第  $i$  种的个体数,  $N$  为所有种的个体总数; 用灰色系统关联度分析法进行主因子分析, 分辨系数取 0.5, 数据的标准化采用均值化进行; 用变异系数 (coefficient of variation) 来表示水质指标的变动情况, 计算公式为:  $Vp = 100s/x$ , 其中  $Vp$  为变异系数,  $x$  为水质指标的均值,  $s$  为均方差。

## 2 结果

### 2.1 浮游植物丰度与养殖水环境营养状况的关系

#### 2.1.1 浮游植物丰度与水化因子的关系

以浮游植物量 (mg/L) 为母序列  $\{X_0(t)\}$ 。

表1 各因子对浮游植物丰度的关联度及排序

Tab. 1 The degree of correlation between the factors affecting the increment of population density of phytoplankton

	温度	盐度	溶解氧	酸咸度	磷酸盐	氨氮	亚硝氮	硝酸氮	Fe	Mn
关联度	0.803	0.821	0.728	0.819	0.955	0.908	0.840	0.816	0.896	0.753

由表1可以看出, 对浮游植物影响的顺序依此为 (由大至小) 为磷酸盐 > 氨氮 > Fe > 亚硝氮 > 盐度 > 酸咸度 > 硝酸氮 > 温度 > Mn > 溶解氧。

#### 2.1.2 Shannon-Weaver 多样性指数与水质富营养化的关系

Shannon-Weaver 多样性指数测量了群落的异质性与稳定性, 多样性指数 ( $H$ ) 越大, 其所代表生态系统的信息含量就越高。由于虾池浮游植物群落结构简单, 优势种单一, 从而也就决定了其虾池  $H$  值相对较低。从表2可以看出, 前期的  $H$  值普遍大于后期, 主要因为随着养殖时间的增加, 投饵增加, 残饵增加, 残饵和代谢物质也随之增加, 水质富营养化程度增高,  $H$  值相应降低。

表2 虾池水体中浮游植物的多样性指数

Tab. 2 The diversity index of phytoplankton communities in shrimp pond

养殖月份	H 值					
	2号池	5号池	6号池	7号池	8号池	9号池
4月	0.353 ± 0.098	0.498 ± 0.153	0.213 ± 0.069	0.745 ± 0.110	0.652 ± 0.203	0.531 ± 0.116
5月	0.285 ± 0.231	0.315 ± 0.176	0.123 ± 0.008	0.654 ± 0.204	0.369 ± 0.360	0.445 ± 0.036
6月	0.296 ± 0.113	0.654 ± 0.321	0.336 ± 0.102	0.598 ± 0.068	0.462 ± 0.136	0.358 ± 0.117
7月	0.105 ± 0.087	0.326 ± 0.105	0.457 ± 0.035	0.236 ± 0.140	0.365 ± 0.121	0.214 ± 0.114
平均值	0.259 ± 0.107	0.448 ± 0.161	0.282 ± 0.145	0.558 ± 0.222	0.462 ± 0.134	0.387 ± 0.135

## 2.2 浮游植物的群落特征与虾病发生率的关系

试验期间虾池中浮游植物共有5个门,即绿藻门、蓝藻门、硅藻门、隐藻门和甲藻门。记有25个种属。各门的数量分别为 $7.63 \times 10^6$ 细胞/毫升、 $0.253 \times 10^6$ 细胞/毫升、 $0.144 \times 10^6$ 细胞/毫升、 $11.83 \times 10^6$ 细胞/毫升和 $0.231 \times 10^6$ 细胞/毫升,浮游植物总丰度为 $20.09 \times 10^6$ 细胞/毫升,其中绿藻和硅藻占58.89%、37.98%。而浮游植物的生物总重量中,各门分别占55.27%、1.69%、32.26%、6.20%、4.48%,以绿藻占比例最大,硅藻次之。

表3反映了浮游植物多样性指数和虾病程度的关系:其中N为池塘的个数,r为浮游植物多样性指数( $X_1$ )和成活率(Y)的相关系数。多样性指数的降低是由于水中富营养化程度增加,过量的营养盐和有机物引起水中浮游生物种类发生变化所致。虾池以其特定的群落组成方式反映出这一结论。从一般的结论看来,当H值低于0.5时,水质即不同程度地表现出变色、发黑等恶化的表征。从对虾的生长情况来看,也不同程度地出现了病症和死亡现象,其发病程度与多样性指数呈负相关关系。浮游植物的多样性指数从本质上反映出水质的好坏程度。

表3 虾池浮游植物多样性指数和虾成活率的关系  
Tab. 3 Relationship index of phytoplankton communities and shrimp survival rate

	N	r
NH <sup>4+</sup>	30	-0.83
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	30	-0.88
H <sub>2</sub> S	30	-0.92

## 2.3 虾池水质理化因子变化与虾病程度的关系

表4反映了虾池水质理化因子含量与虾病程度的关系:其中N为池塘个数,r为虾池理化因子含量( $X_2$ )与成活率(Y)的相关系数。我们调查结果表明,虾池中的氨氮、亚硝酸氮和虾的疾病存在一事实上的关系,但相关程度不高,其它地方的虾病还与水中的硫化氢有关,但是该地属于红树林沉积底质,底质中铁的含量较高,池塘中的硫化氢含量少,基本不影响虾的生长。

表5反映了虾池水质理化因子变化与虾病程度的关系:其中N为池塘个数,r为虾池理化因子的变异系数( $X_2$ )与成活率(Y)的相关系数。虾池中水质理化因子的变化变异系数与虾病程度(成活率)密切相关,相关系数在0.9左右。

表4 虾池水质理化因子含量和虾成活率的关系

Tab. 4 Relationship physicochemical factor and shrimp survival rate

	N	r
NH <sup>4+</sup>	30	0.53
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	30	0.58
H <sub>2</sub> S	30	0.68

表5 虾池水质理化因子变异系数和虾成活率的关系

Tab. 5 Relationship the variable coefficient of physicochemical factor and shrimp survival rate

	N	r
NH <sup>4+</sup>	30	0.93
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	30	0.88
H <sub>2</sub> S	30	0.92

## 2.4 水质调节的效果比较

同表6可知,ClO<sub>2</sub>和光合细菌处理后的H值及变异系数均有所下降,成活率较平均水平

(35%)有明显提高。在施用75公斤/公顷(22~26亿个菌体/mL)的光合细菌后,池塘水色呈黄绿色,透明度保持在0.45~0.50m之间,pH值稳定,其它水化因子也相对稳定。观察到对虾活动正常,生长较对照组快。养殖期间未出现任何虾病。养殖水体在施用二氧化氯后( $0.25 \times 10^{-6}$ ~ $0.35 \times 10^{-6}$ )得到改善和净化,COD、氨氮、亚硝酸氮和硝酸氮等指标下降,对虾活动正常,生长较对照组快,养殖期间未出现任何虾病。

表6 不同处理方式虾池的H值、水质因子的变异系数及成活率的变化

Tab. 6 Comparison of the value of H, the variable coefficient of water quality factors and survival rate in different experiment

	ClO <sub>2</sub> 处理前	ClO <sub>2</sub> 处理后	光合细菌处理前	光合细菌处理后
H值	0.236	0.477	0.135	0.352
变异系数	158%	50%	189%	38%
成活率		65%		80%

### 3 讨论

虾池浮游植物与浮游动物有一定关系,但由于我们试验虾池的早期基本不投饵,虾苗主要以浮游动物为饵料,加上后期虾池“白虾”大量繁殖,浮游动物极少。故本文仅考虑理化因子对浮游植物的影响,忽略浮游动物对浮游植物的影响。结果表明,水中理化因子对浮游植物的都大,其中主要是磷酸盐、氨氮、Fe等因子,也就是说,水中的氮、铁、磷对浮游植物的影响最大。氮磷对浮游植物的影响大与一般情况相符合,而铁对浮游植物影响大的原因主要与该地的底质及水源(井水)中含铁高有关。

在虾池浮游植物中,绿藻和硅藻是精养虾池的优势种群,我们观测的结果表明,以绿藻为优势种的池塘,水质稳定,虾病较少,而以硅藻为优势种的池塘,水质也较稳定,虾病少。在对虾养殖中,一般都出现以绿藻为主的绿色水系比以硅藻为主的褐色水系好,究其原因可能是绿藻为主的绿色水系藻类较多,水体生态系数稳定,容易保持池水的“活、爽”,而以硅藻为主的褐色水系藻类单一,不及绿色水系稳定,对虾容易产生应激反应。

从生态学的角度来看,水域富营养化的主要特征是过量的营养盐和有机物引起的植物种类发生变化,多样性指数降低。本研究统计结果表明,虾池的多样性指数越低,虾池的富营养化程度就越高,水质条件就越差,虾病也多。

在养殖后期氨氮和亚硝酸氮含量高,是潜在的致病因子,不过即使该两指标高,但并不一定引发虾病。造成虾病的直接原因是各种理化因子的变化,如果变化大,超过对虾的应激能力,则容易引发虾病。从变异系数、H值与虾病程度的关系可以看出,水质理化因子、浮游植物量的变化,都是造成虾病发生的主要因子。故保证养虾池塘系统的稳定是虾类健康养殖的关键。

### 参 考 文 献

- 孙 刚,国际翔,王振堂等. 1999. 对虾杆状病毒暴发式大流行的生态机理初步研究. 生态学报, 19(2):283~286  
 孙 耀,宋云利. 1998. 虾塘养殖水环境中氮磷营养盐的存在特征与行为. 水产学报, 22(2):117~123  
 李庆彪,李美芝,王宝廷. 1995. 虾池生态系统的特点和虾病. 海洋学报, (5):90~93

- 齐振雄,李德尚,张曼平等. 1998. 对虾养殖池塘氮磷收支的实验研究. 水产学报, 22(2):124~128
- 沈国英,林均民,黄凌风等. 1992. 对虾养殖早期虾池初级生产力及其作用的调查研究. 厦门大学学报(自然科学版), 31(2):188~193
- 陈觉民. 1993. 海水化学. 北京:农业出版社. 20~50
- Boonyaratpalin S, Supamattaya K, Kasomchandra S. 1993. Yellow-head disease of black tiger prawn (*Penaeus monodon*). In Second Symposium on Disease in Asian Aquaculture, Fish Health Section;3. Asian Fisheries Sonciety, Thailand. 68~75
- Browdy C L. 1993. IHNV virus and intensive culture of *Penaeus vannamei*: effects of stocking density and water exchange rates. Crust Biol, 13(1):87~94

## RELATIONSHIP AMONG THE PHYTOPLANKTON, PHYSICOCHEMICAL FACTORS AND SHRIMP DISEASE IN INTENSIVE SHRIMP FARMING POND

MI Zhen-Qin, XIE Jun \* , PAN De-Bo \* , ZHANG Yue \* ,  
YAN Xu-Dong, ZHUANG Shi-Peng  
(Shenzhen Agriculture Bureau, 518006)

(Pearl River Fisheries Research Institute, CAFS, Guangzhou 510380) \*

**ABSTRACT** The main factors affecting the phytoplankton fecundity are nitrogen in  $\text{NO}_3^-$  or  $\text{NH}_4^+$ , phosphorus in phosphate, manganese, etc in the shrimp ponds. The correlative co-efficiency between phytoplankton Skannan-weaver index and eutrophy is significant ( $R=0.90$  or so). This index is also related to the shrimp survival rate. The correlative co-efficiency between physicochemical factor and shrimp survival rate is not significant, but the variable coefficient of physicochemical factors is highly related to shrimp survival rate. Through adding the photosynthetic bacterium and chloride dioxide ( $\text{ClO}_2$ ) to clean water body in pond, the occurrence of shrimp disease reduces.

**KEYWORDS** phytoplankton, physicochemical factor, shrimp disease, intensive shrimp farming pond