

文章编号: 1674-7054(2015)01-0030-11

对虾地膜精养池浮游生物的时空差异

关仁磊^{1 3}, 向 斌¹, 陈兆明¹, 杨世平^{1 2}, 孙成波^{1 2}

(1. 广东海洋大学 水产学院, 广东 湛江 524088; 2. 广东高校热带海产无脊椎动物养殖工程技术研究中心, 广东 湛江 524088; 3. 广东粤海饲料集团有限公司, 广东 湛江 524017)

摘 要: 通过研究整个养殖周期地膜对虾养殖池浮游生物种类、数量及空间分布, 探索浮游生物的时空差异。结果显示: 整个养殖周期, 浮游植物共 8 门 46 种, 绿藻门 15 种, 硅藻门 9 种, 蓝藻门 9 种, 隐藻门 2 种, 裸藻门 2 种, 黄藻门 3 种, 甲藻门 2 种, 金藻门 4 种。养殖前期优势种多为绿藻和硅藻; 养殖中后期优势种多为蓝藻和绿藻; 个体数量呈螺旋式上升, 中期达最大, 变化范围为 $3.01 \times 10^7 \sim 1.45 \times 10^8 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1}$ 。浮游动物共 4 类 28 种, 原生动物 16 种, 轮虫类 8 种, 桡足类 2 种, 其他浮游幼虫 2 种。养殖前期优势种多为原生动物、轮虫类及桡足类; 养殖中后期优势种多为原生动物和轮虫, 密度随时间推移逐渐增大, 变化范围为 $0.49 \times 10^3 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1} \sim 10.4 \times 10^3 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1}$ 。浮游生物空间分布: 垂直分布差异不显著 ($P > 0.05$); 水平区域分布差异显著 ($P < 0.05$), 且个体总数大小排序是: D 区(中心区) > C 区(近中心区) > B 区(近边缘区) > A 区(池塘边缘区)。虾池浮游生物的多样性指数和优势集中性指数均较低: 浮游植物分别为 1.69 ~ 1.76 和 0.36 ~ 0.44, 浮游动物分别为 1.39 ~ 1.46 和 0.3 ~ 0.34。浮游生物的时空差异间接体现了对虾地膜养殖池中水质变化情况。

关键词: 地膜池; 浮游植物; 浮游动物; 时空差异

中图分类号: S 963.21

文献标志码: A

养殖水体生态环境中, 浮游生物可作为对虾直接或间接的饵料, 同时还具有物质循环和能量供应的功能, 起到维持虾池水域生态系统平衡的作用。目前关于浮游生物的研究很多, 邢玉杰等^[1]调查坤龙水库浮游生物群落; 王世峰等^[2]对精养鱼池的浮游生物进行分析; 查广才等^[3]研究凡纳滨对虾养殖浮游生物群落及多样性; 杨秀兰等^[4]报道了浮游生物在盐碱地封闭式对虾养殖中的生态作用。但有关对虾地膜养殖池浮游生物群落以及水体中浮游生物的时空差异尚未见报道。笔者对养殖凡纳滨对虾的地膜虾池中的浮游生物种类、数量以及浮游生物的空间分布进行了整个养殖周期的监测, 旨在了解地膜对虾池养殖水体中微型浮游生物的群落组成以及空间分布, 为在地膜对虾池进行高密度健康养殖的水质调控提供参考。

1 材料与方法

1.1 虾池概况 2 口地膜养殖池选自湛江国联水产开发股份有限公司南三基地, 编号为 D1# 和 D2#。虾池形状为正方形, 面积都为 0.33 hm^2 , 设有中央排污口, 在养殖期间, 虾池的平均水深约 1.5 m。养殖前期配备 4 台 1.5 kw 的水车式增氧机, 养殖后期补加 2 台 1.5 kw 潜水射流式增氧机。2 池放养凡纳滨对虾虾苗密度为 $150 \text{ 万尾} \cdot \text{hm}^2$, 养殖过程投喂全价对虾配合饲料, 养殖期为 2012-04-26 ~ 2012-07-17, D1# 池产量为 4 075 kg, 规格为 $110 \text{ 尾} \cdot \text{kg}^{-1}$; D2# 池产量为 3 948 kg, 规格为 $116 \text{ 尾} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

1.2 样点的设置及采样时间 根据虾池形状, 把水平区域平均分为池塘边缘区、近边缘区、近中心区、中心

收稿日期: 2014-05-12

基金项目: 湛江市自主创新企业科技创新项目(2011[79]); 广东省海洋渔业科技推广专项(A201301D02)

作者简介: 关仁磊(1987-), 男, 硕士, 从事对虾养殖与水产药品研发工作, E-mail: grl615@126.com

通信作者: 孙成波(1970-), 男, 博士, 教授, 从事对虾养殖和病害防治研究和教学工作, E-mail: scb248@126.com

区4个区域,分别设置为A、B、C、D区。每个区设置4个采样点,每个采样点根据水深情况,再平均分5个水层采样,从上到下分别设W1、W2、W3、W4、W5(表层和底层分别距离水面和池底各5 cm),如图1。

1.3 样品的采集 浮游植物、原生动物定量分析水样采集:取1 L均匀水样,用1.5%鲁哥氏液固定,沉淀48 h后浓缩至30 mL,甲醛保存备用;浮游动物定量分析水样采集:取10 L水样,用浮游生物网(200目)过滤,滤出物装入50 mL小瓶内用5%甲醛保存备用。

1.4 样品的分析

1.4.1 浮游植物、原生动物的定量 将备用水样充分摇匀,迅速吸取0.1 mL水样注入到0.1 mL浮游植物计数框(表面积为20 mm × 20 mm)内,在10 × 40倍视野下采用目镜视野法计数,每个水样计数3次,取平均值^[5]。具体观察的视野数由样品中浮游植物的量决定,视野数参照指标为10 ~ 100个视野,需50个视野;5 ~ 6个视野,需100个视野;1 ~ 2个视野,需200个视野。

1.4.2 小型和中型浮游动物的定量 将定量样品摇匀,取1 mL样品置于浮游动物计数框中,在显微镜下整片计数,每个样品计数3片求平均值。通过公式将计数结果换算为单位体积中浮游动物个数:

$$N = V_s \times n / V \times V_a$$

式中: N—水体中浮游动物个体数($\text{cell} \cdot \text{L}^{-1}$); V—采样体积(L); V_s —沉淀体积(mL); V_a —计数体积(mL); n—计数所获得的个体数。

1.4.3 浮游生物的鉴定 浮游植物、浮游动物鉴定方法分别参照Hu H和Shen Y等^[6-7]的方法。

1.4.4 浮游生物的多样性分析 采用马克行等^[8]报道的Shannon-Weaner多样性指数H'和Simpson优势集中性指数D'分别计算浮游生物的多样性指数和优势度。

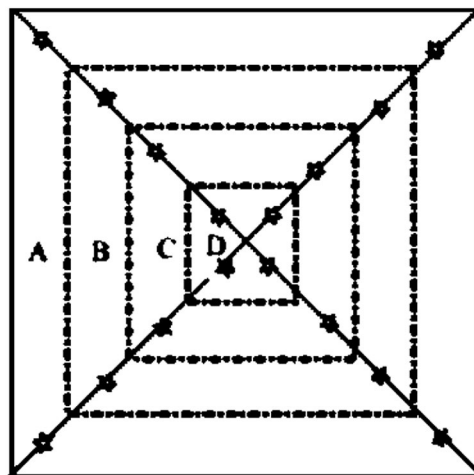


图1 标有五角星的地方为采样点

Fig. 1 Marked with asterisks are the sampling points

2 结果与分析

2.1 对虾地膜养殖池水体浮游植物群落结构

2.1.1 对虾地膜养殖池水体浮游植物种类组成 在整个养殖过程中,D1#和D2#池的浮游植物群落结构以及优势种的变化大体相同。2池共鉴定出浮游植物8门共46种,其中绿藻门(*Chlorophyta*)15种,硅藻门(*Bacillariophyta*)9种,蓝藻门(*Cyanophyta*)9种,隐藻门(*Cryptophyta*)2种,裸藻门(*Euglenophyta*)2种,黄藻门(*Xanthophyta*)3种,甲藻门(*Pyrrophyta*)2种,金藻门(*Chrysophyta*)4种。所有种类中种类最多的是绿藻门,占32.6%,其次是硅藻门和蓝藻门,各占19.6%,隐藻门、甲藻门、裸藻门各占4.3%,黄藻门以及金藻门分别占6.5%、8.7%。养殖前期,以绿藻门的衣藻属(*Chlamydomonas*)、鼓藻属(*Cosmarium*)、亚心型扁藻(*P. subcordiformis*)和硅藻门的角毛藻属(*Chaetoceros*)为优势种,蓝藻、隐藻、甲藻、金藻和裸藻为常见种或少见种,养殖中后期,主要以蓝藻门的小形色球藻(*Chroococcus minor*)、不定微囊藻(*Microcystis incerta*)、小颤藻(*Oscillatoria tenuis*)和绿藻门的波吉卵囊藻(*O. borgeri*)、小球藻(*Chlorella vulgaris*)为优势种,硅藻、隐藻、甲藻、金藻、裸藻、黄藻为常见种或少见种(见表1)。

2.1.2 对虾地膜养殖池浮游植物种类数量变化 整个养殖过程中,2口虾池的水体浮游植物种类数量的变化趋势比较相似,前期,物种数量均相对较少,但随着养殖时间的推移,种类逐渐增多,在养殖60 d左右达到最多,养殖结束时,物种数量有所降低,种类的变化范围10 ~ 20种,平均为14种(见图2)。

2.1.3 对虾地膜养殖池浮游植物密度的时间变化 2口虾池浮游植物密度变化趋势大体一致,均表现为养殖前期较低,之后持续升高,到养殖30 d左右时,达到了最大密度,接着呈现下降的趋势,在养殖后期,又开始上升。2口虾池整个养殖周期内浮游植物密度总的变化范围为 $3.01 \times 10^7 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1} \sim 14.50 \times 10^7 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1}$,平均为 $8.60 \times 10^7 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1}$ 。浮游植物密度从养殖开始至收获,均保持较高水平(见图3)。

表 1 对虾地膜养殖池养殖期间浮游植物物种组成

Tab. 1 Composition of phytoplankton species in the film-lined shrimp ponds

种类 Species	各时间段丰富度 Abundance at different time of culture									
	0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d	60 d	70 d	80 d	
绿藻门 <i>Chlorophyta</i>										
小箍藻 <i>Trochiscia reticularis</i>	+	+	+							
衣藻属 <i>Chamydomonas</i>	++ +		+	++	+	++	++	++	++	
中华叶衣藻 <i>Lobomonas sinensis</i>	+									
亚心型扁藻 <i>P. subcordiformis</i>	+	++	+++	+++		+	++	++		
盐藻 <i>Dunaliella salina</i>		+		++						
眼状微绿球藻 <i>N. oculata</i>	+	+	++	+	+		++	++		
鼓藻属 <i>Cosmarium</i>		+++	++	++	++		+	+		
雨生红球藻 <i>H. pluuiialis</i>					++	+	++	+	+	
蹄形藻属 <i>Kirchneriella</i>			+	++	+			+	+	
长绿梳藻 <i>Chl. elongatum</i>			+							
小球藻 <i>Chlorella vulgaris</i>		+			++		++		+++	
空球藻属 <i>Eudorina</i>					+		++			
狭形纤维藻 <i>A. angustus</i>								+		
栅藻属 <i>Scenedesmus</i>								++		
波吉卵囊藻 <i>O. borgei</i>								+	++	
蓝藻门 <i>Cyanophyta</i>										
小形色球藻 <i>Chroococcus minor</i>	+	+	+	++	+++	++	+	+	+	
银灰平裂藻 <i>Oscillatoria glauca</i>								+		
不定微囊藻 <i>Microcystis incerta</i>		+			+	++	++	+++	+++	
小颤藻 <i>Oscillatoria tenuis</i>			+	++	+++	+++	+++	+++	+++	
小席藻 <i>P. tenue</i>					+					
念珠藻属 <i>Nostoc</i>								+		
针状蓝纤维藻 <i>D. acicularis</i>					+					
针晶蓝纤维藻 <i>D. raphidioides</i>									+	
聚球藻属 <i>Synechococcus</i>									++	
硅藻门 <i>Bacillariophyta</i>										
透明卵形藻 <i>C. pellucida</i>	+									
角毛藻属 <i>Chaetoceros</i>	+++									
舟形藻属 <i>Naucula</i>		+					+			
条纹小环藻 <i>C. striata</i>		+	+	++	++	++		+		
海链藻属 <i>Thalassiosira</i>						++				
柔弱几内亚藻 <i>G. delicatula</i>						++			++	
脆杆藻属 <i>Fragilaria</i>							+			
新月菱形藻 <i>N. closterium</i>								+		
圆筛藻属 <i>Coscinodiscus</i>				+						
甲藻门 <i>Pyrrophyta</i>										
裸甲藻属 <i>Gymnodinium</i>		++		+						
海生原甲藻 <i>E. marina</i>					+	+	+			
隐藻门 <i>Cryptophyta</i>										
红细胞藻属 <i>Rhodomonas</i>	+	+	+	++	++	+				
素隐藻 <i>Ch. paramaecium</i>						++	+	+	+	
裸藻门 <i>Euglenophyta</i>										
曲膝裸藻 <i>Euglena geniculata</i>			++	+	+		+	+		
光明裸藻 <i>Euglena lucens</i>							+	+		
黄藻门 <i>Xanthophyta</i>										
头状黄管藻 <i>O. capitatum</i>				++	+					
漆口藻 <i>G. semen</i>					++			++	+	
拟丝状黄丝藻 <i>T. ulothrichoides</i>									++	
金藻门 <i>Chrysophyta</i>										
湛江等边金藻 <i>I. zhanjiangensis</i>	+	+	++			+				
三毛金藻属 <i>Prymnesium</i>		+	+							
鱼鳞藻属 <i>Mallomonas</i>					+					
谷生棕鞭藻 <i>O. uallesiacca</i>									++	

注: +++ 为优势种(优势度 $\geq 10\%$); ++ 为常见种(优势度: 3% ~ 9%); + 为少见种(优势度 $\leq 2\%$)(下同)

Note: +++ means dominant species(dominance is greater than 10%); ++ means familiar species(dominance between 3% to 9%); + means rare species(dominance less than 2%); similarly hereinafter

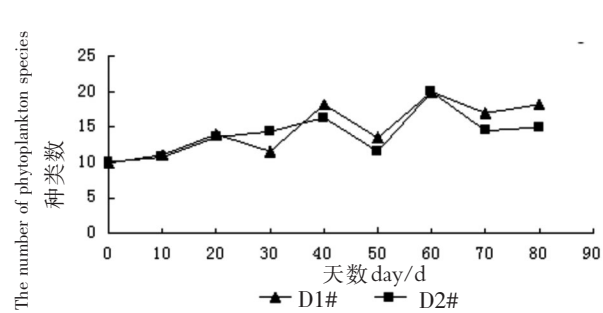


图 2 对虾地膜养殖池养殖期间浮游植物种类数量变化
Fig. 2 Change of phytoplanktons pecies in the film-Lined shrimp ponds

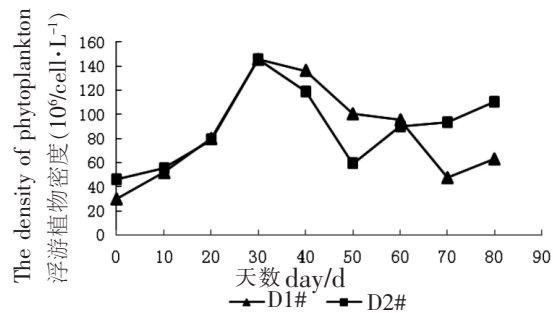


图 3 对虾地膜养殖池养殖期间浮游植物密度的数量变化
Fig. 3 Quantitative change of phytoplankton density in the film-lined shrimp ponds

2.1.4 对虾地膜养殖池浮游植物密度垂直变化 虾池水体中各水层的浮游植物密度的差异均不显著 ($P>0.05$)。实验期间,监测到最小密度 $2.63 \times 10^7 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1}$ 出现在实验开始第 1 d 的 W5 水层,当养殖时间为 30 d 时,在 W5 水层监测到最大密度 $15.93 \times 10^7 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1}$ 。养殖周期内所监测到的浮游植物在各个水层的分布不显著,因此,浮游植物总体密度垂直分布无明显的规律性(见表 2)。

表 2 养殖期间浮游植物密度的垂直变化情况

Tab. 2 The change of vertical distribution at different time of culture of phytoplankton density

塘号 水层		各时间段浮游植物密度($10^6/\text{cell} \cdot \text{L}^{-1}$) The density of phytoplankton								
Ponds Layers		0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d	60 d	70 d	80 d
D1	W1	30.2±1.5a	48.3±6.8a	81.3±22.1a	136.3±16.1a	153±24.7a	102.3±31.1a	105.3±5.5a	53±5.6a	58.3±20.2a
	W2	26.5±8.6a	49.5±6.6a	81.0±7.9a	136.6±12.6a	127.0±13.5a	101.0±35a	93.3±17.2a	43.0±11.5a	60.7±14.5a
	W3	32.5±11.7a	53.7±8.1a	76.3±15.8a	153.8±4.6a	132±14.3a	87.6±22.1a	86±12.8a	51.3±9.1a	72.6±7.1a
	W4	35.3±16.6a	51.3±4.2a	82±20.9a	143±8.8a	133.3±21.4a	95.6±43.1a	91±10.1a	37.3±2.5a	63.6±2.1a
	W5	26.3±7.2a	54.3±5.7a	80.2±16.1a	156.6±14.2a	135.2±13.6a	116±24.3a	101.7±18.8a	52±17.3a	60±5.2a
D2	W1	41.5±8.9a	52.3±12.6a	74.6±7.2a	144.0±23.5a	66.5±23.3a	51.3±7.4a	88.3±19.1a	99.5±14.6a	132.7±31.2a
	W2	47.6±6.3a	63±15.3a	76.7±9.2a	130.0±21.6a	69.2±12.9a	58.0±29.5a	98.3±27.1a	96.2±18.6a	103±16.5a
	W3	47.3±4.9a	53.6±13.3a	82.7±3.1a	152±23.4a	50±11.1a	58.0±13.7a	83.716±a	94±17a	116.6±10.2a
	W4	43.3±9.6a	65±13a	75.3±3.5a	141±27.7a	49±12.7a	60.0±21a	90±13.4a	89.8±22.3a	103.6±4a
	W5	49.7±4.4a	46.6±6.3a	85.6±7.1a	159.3±19.1a	58.5±9.7a	59.6±30.8a	88.3±16.4a	87.2±19.8a	97.3±8.1a

注: 表内同列数据注小写字母不同表示差异显著 ($P<0.05$); 下同

Note: The values within the same column with different lowercase letters denote significant difference ($P<0.05$ similarly hereinafter)

2.1.5 对虾地膜养殖池浮游植物密度水平变化 虾池水体中的浮游植物密度(见表 3) 除在 0 d 监测时 4 个区域之间无显著差异 ($P>0.05$) 外,在其他时段监测时 4 个区域之间的浮游植物密度分布均呈显著差异 ($P<0.05$)。浮游植物最小密度 $3.0 \times 10^7 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1}$ 出现在 0 d,养殖到 30 d 时,在 D 区监测到了浮游植物最大密度 $15.8 \times 10^7 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1}$ 。每次监测浮游植物的最大密度通常出现在 D 区,总体来看,虾池水体中浮游植物密度在各区域的大小顺序为: D 区(中心区) > C 区(近中心区) > B 区(近边缘区) > A 区(池塘边缘区)。

2.1.6 对虾地膜养殖池浮游植物优势种的动态(见图 4) D1# 虾池浮游植物优势种为硅藻门的角毛藻、绿藻门的中华叶衣藻、鼓藻属、眼状绿球藻、小球藻、蓝藻门的小颤藻、小形色球藻以及不定微囊藻。优势种通常都有 2~3 种,在一些时间段内,甲藻门的裸甲藻、裸藻门的曲膝藻以及隐藻门的素隐藻有时都会占到总体个数的 10% 以上,因此,这部分也算作优势种。养殖初期优势种主要为角毛藻属,之后被鼓藻属和亚心型扁藻代替,到养殖后期小颤藻则占了主导地位。D2# 虾池浮游植物的优势种为硅藻门的角毛藻属、条纹小环藻、绿藻门的中华叶衣藻、鼓藻属、亚心型扁藻、波吉卵囊藻、小球藻、蓝藻门的小颤藻、小形色球藻以及不定微囊藻。优势种多,演替也比较快,养殖初期是角毛藻属,很快被鼓藻属替换,随后亚心型扁藻代替了鼓藻属,到养殖后期主要以蓝藻门的小颤藻、小形色球藻以及不定微囊藻为主,详见图 4。

表 3 养殖期间浮游植物密度的水平分布变化情况
Tab. 3 The chang of horizontal distribution of phytoplankton density

塘号 区域		各时间段浮游植物密度 The density of phytoplankton(10 ⁶ cell · L ⁻¹)								
Ponds	Areas	0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d	60 d	70 d	80 d
D1	A	33.4 ± 3.8a	43 ± 9.1a	78.3 ± 12.3a	139.2 ± 15.3a	134.6 ± 13.3a	90 ± 21.7a	78.5 ± 9.6a	43.4 ± 6.4a	51.3 ± 7.2a
	B	31.8 ± 3.9a	49.3 ± 9.9b	80.6 ± 10.8a	143.2 ± 7.6a	128.2 ± 16.9a	86.4 ± 11.8a	81.2 ± 11.1a	46.8 ± 8.6a	56.2 ± 11.7a
	C	35.2 ± 4.2a	52.2 ± 5.9b	84.4 ± 10.5a	153 ± 14.2b	131.6 ± 19.1a	118.2 ± 18.3b	101.2 ± 7.4b	45.6 ± 5.7a	66 ± 14.9b
	D	30 ± 5.8a	53.8 ± 6.7b	96.2 ± 12.2b	156 ± 11.5b	150 ± 21.2b	125.2 ± 24.3b	104 ± 9.7b	49.6 ± 11.7a	69 ± 8.06b
D2	A	46.6 ± 10.7a	49.6 ± 12.1a	75.2 ± 8.3a	140.8 ± 13.8a	63.8 ± 10.3a	41.4 ± 6.1a	72.8 ± 5.1a	95.8 ± 8.6a	94.7 ± 9.3a
	B	46.6 ± 12.2a	55.6 ± 8a	77.2 ± 3.9ab	139.4 ± 20.5a	56.2 ± 12.6a	55.4 ± 9.8a	94.8 ± 21.5b	99.4 ± 17.6a	99 ± 13.7a
	C	43.4 ± 18.6a	60.4 ± 6.6.5a	84.6 ± 5.3b	148.4 ± 13.9a	65 ± 17.2a	67 ± 11.2ab	76.6 ± 10.3a	88.8 ± 12.2a	108.2 ± 17a
	D	45 ± 10.4a	70.8 ± 18b	85.3 ± 6.7b	158 ± 12.6b	79.6 ± 9.7b	81 ± 15.7b	97.8 ± 9.5b	89.4 ± 16.5a	124.8 ± 12.3b

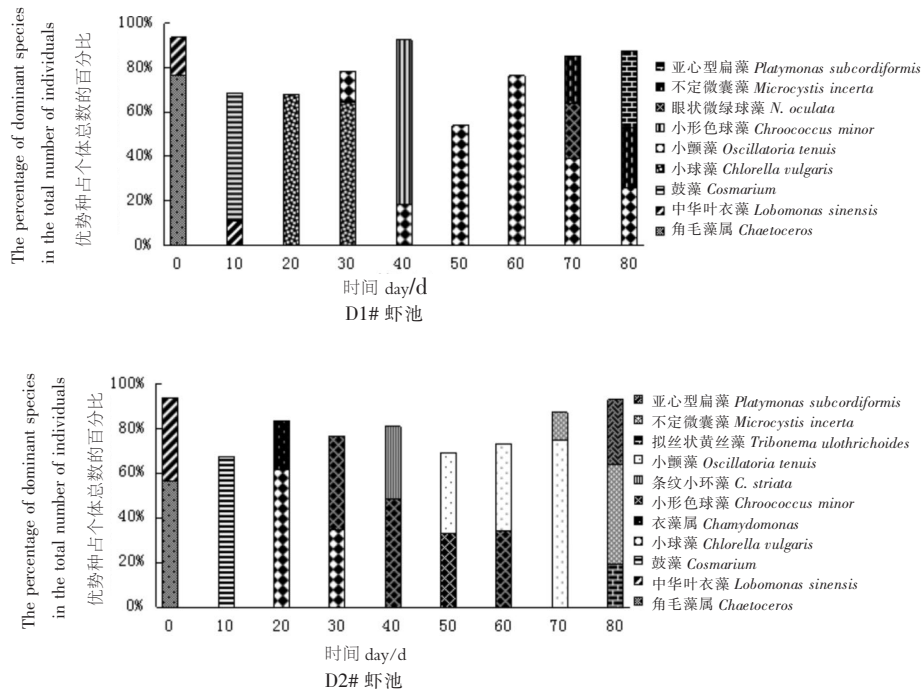


图 4 对虾地膜养殖池浮游植物优势种演替动态

Fig. 4 Succession of dominant species of phytoplankton in the film-lined shrimp ponds

2.1.7 对虾地膜养殖池浮游植物群落物种多样性 2 口虾池的浮游植物群落多样性指数比较一致,表现为养殖初期比较低,随着养殖时间的延长,多样性指数随之增高,其中受对虾、浮游动物等的摄食和降雨的影响,在养殖 20 d 时,多样性指数有一定的下降,20 d 后多样性指标呈持续升高态势,随着多样性指数升高,群落结构相应地趋于复杂与稳定。D1、D2 号虾池的平均多样性指数分别为 1.76、1.69。D1# 虾池群落结构比 D2# 虾池相对稳定。2 口虾池的浮游植物群落优势集中性指数大体相同,初期较大,随着养殖时间增加,优势集中性指数逐渐降低,但 D1# 虾池出现波动。总体而言,浮游植物群落优势集中性指数的变化规律与多样性相反,D1#、D2# 虾池的平均优势集中性指数分别为 0.44 和 0.36(见表 4)。

2.2 对虾地膜养殖池浮游动物的群落结构

2.2.1 对虾地膜养殖池浮游动物种类组成 本实验共观测到浮游动物 28 种,其中原生动物(Protozoa) 16 种,轮虫类(Rotatoria) 8 种,桡足类(Copepode) 2 种,其他浮游幼虫(Larva) 2 种,养殖前期原生动物、轮虫类以及桡足类共为优势种,分别为原生动物的钟形钟虫(Vorticella campanula)、轮虫类的褶皱臂尾轮虫(Brachionus plicatilis),桡足类的近邻剑水蚤(Cyclops vicinus);养殖中期主要由原生动物和轮虫为优势种,分别是原生动物的旋回侠盗虫(Strobilidium gyrans)、轮虫类的褶皱臂尾轮虫(Brachionus plicatilis)、壶状臂尾轮虫(Brachionus urceus);养殖后期由原生动物和轮虫为优势种,分别是原生动物的钟形钟虫(Vorticella)、小轮毛虫(Trochilia minuta)、黏仆游虫(Euplotes muscicola)、轮虫类的褶皱臂尾轮虫、壶状臂尾轮虫(见表 5)。

表 4 养殖期间对虾地膜养殖池浮游植物群落多样性

Tab. 4 The diversity index of phytoplankton communities in the film-lined shrimp ponds

时间 /d Times	Shannon-Weaner 多样性指数 H'		Simpson 优势集中性指数 D	
	Shannon-Weaner diversity index(H')		Simpson index for dominance concentration(D)	
	D1#	D2#	D1#	D2#
0	0. 79	0. 83	0. 62	0. 46
10	1. 76	1. 54	0. 28	0. 45
20	1. 56	1. 47	0. 49	0. 43
30	1. 73	1. 75	0. 45	0. 29
40	1. 91	1. 88	0. 61	0. 34
50	1. 91	1. 86	0. 37	0. 23
60	1. 83	1. 81	0. 59	0. 27
70	2. 04	1. 92	0. 26	0. 53
80	2. 32	2. 18	0. 25	0. 28
均值 Average	1. 76	1. 69	0. 44	0. 36

表 5 养殖期间对虾地膜养殖池浮游动物种类组成

Tab. 5 Composition of zooplankton species in the film-lined shrimp ponds

种类 Species	浮游动物丰富度 Abundance of zooplankton at different time of culture								
	0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d	60 d	70 d	80d
原生动物 <i>Protozoa</i>									
锤吸管虫属 <i>Tokophrya</i>		+							
旋回侠盗虫 <i>Strobilidium gyrans</i>		+	+	+	+	+			+
卵圆口虫 <i>Trachelius ovum</i>			+						
小轮毛虫 <i>Trochilia minuta</i>					+	+	+	+	
拟铃壳虫属 <i>Tintinnopsis</i>				+					
板壳虫属 <i>Coleps</i>					+				
半盾虫属 <i>Hemiphrys</i>					+			+	+
鳞壳虫属 <i>Euglypha</i>						+			
大弹跳虫 <i>Halter grandinella</i>						+	+		
黏游仆虫 <i>Euplotes muscicola</i>						+	+	+	+
冠冕砂壳虫 <i>D. corona</i>							+	+	+
钟形钟虫 <i>Vorticella campanula</i>			+	+	+			+	+
瓶累枝虫 <i>Epistylis urceolata</i>								+	
壳吸管虫属 <i>Acineta</i>									+
彩盖虫 <i>Opercularis phryganeae</i>									+
黑睫杵虫 <i>Ophryoglena atra</i>									+
轮虫类 <i>Rotatoria</i>									
褶皱臂尾轮虫 <i>Brachionus plicatilis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
壶状臂尾轮虫 <i>Brachionus urceus</i>	+	+		+	+	+	+	+	+
圆型臂尾轮虫 <i>B. rotundiformis</i>	+	+				+	+	+	+
椎尾水轮虫 <i>E. senta</i>							+	+	+
前节晶囊轮虫 <i>A. priodonta</i>							+		+
爱德里亚侠甲轮虫 <i>C. adriatica</i>									+
颤动疣毛轮虫 <i>Synchaeta tremula</i>						+	+		
大肚须足轮虫 <i>Euchlanis dilatata</i>				+		+			
桡足类 <i>Copepode</i>				+					
近邻剑水蚤 <i>Cyclops vicinus</i>	+	+	+						
小星猛水蚤属 <i>Microsetella</i>	+	+							
其它 <i>Other</i>									
藤壶六肢幼体 <i>Migration larva</i>	+								

2.2.2 对虾地膜养殖池的浮游动物种类数量的变化 2 口虾池浮游动物物种数量在整个养殖过程中的变化趋势基本相同,均表现为前期较低,随着养殖时间的推移,在对虾的摄食和降雨的影响下,在养殖至 20 d 时,物种数最小,之后不断升高,直至养殖结束时,达到了物种数量的最高峰。浮游动物物种变化范围为 4~16 种,平均为 8 种(见图 5)。

2.2.3 地膜对虾池浮游动物密度的时间变化 2 口虾池浮游动物密度变化趋势大体一致,均表现为养殖 40 d 内相对较低,且变化比较平缓,之后迅速升高,并持续增加,直至养殖结束时,达到了最大密度。由于受虾类摄食、换水等的影响,养殖 20 d 时,浮游动物的密度最小。两口虾池的浮游动物密度相差不大,整个养殖周期内浮游动物密度总的变化范围为 $0.49 \times 10^3 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1} \sim 10.4 \times 10^3 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1}$,平均为 $3.46 \times 10^3 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1}$ (见图 6)。

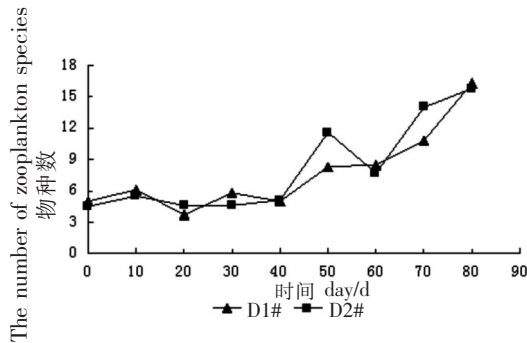


图 5 对虾地膜养殖池浮游动物种类的数量变化
Fig.5 Quantitative change of zooplankton species in the film-lined shrimp ponds

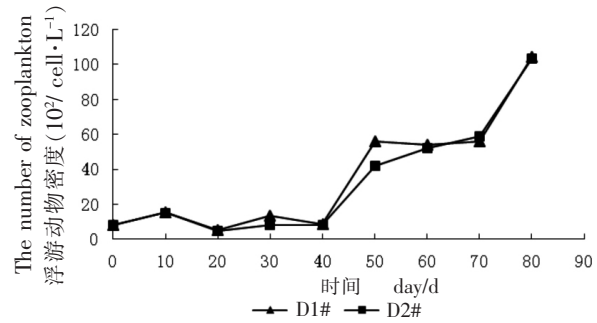


图 6 对虾地膜养殖池浮游动物密度的数量变化
Fig.6 Quantitative change of zooplankton density in the film-lined shrimp ponds

2.2.4 地膜对虾池浮游动物密度垂直变化 虾池水体中各个水层的浮游动物密度除第 1 次观测结果出现差异显著 ($P < 0.05$) 外,其余各时间段内差异均不显著 ($P > 0.05$)。实验期间监测到最小密度 $0.425 \times 10^3 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1}$ 出现在养殖 20 d 的 W1、W3 水层,当养殖结束时,在水层 W5 监测到密度的最大值 $12.26 \times 10^3 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1}$ 。由于养殖周期内监测到的浮游动物在各个水层的分布差异不显著,因此,在垂直方向上,浮游动物总体密度分布未发现明显的规律性(见表 6)。

2.2.5 对虾地膜养殖池浮游动物密度水平变化 虾池水体中的浮游动物密度,除前 2 次监测的 A、B、C、D 区域之间的差异不显著 ($P > 0.05$) 外,在其他时期监测的各个区间之间的浮游植物密度分布均存在差异显著 ($P < 0.05$)。而最小密度 $0.42 \times 10^3 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1}$ 出现在 20 d 的 A 区,当养殖结束时,在 D 区监测到了最大密度 $12.92 \times 10^3 \text{ cell} \cdot \text{L}^{-1}$ 。监测发现,浮游动物最大密度通常出现在 D 区,其次是 C 区或 B 区, A 区最少。总体而言,虾池水体中浮游动物密度在各区域的大小排名顺序为: D 区 > C 区 > B 区 > A 区。养殖期内 2 虾池水体浮游动物密度在水平区域上分布情况见表 3-7。

2.2.6 地膜对虾池浮游动物优势种演替动态 不同养殖期 2 虾池的浮游动物的优势种有所不同。在养殖前期, D1# 虾池以原生动物钟形钟虫和褶皱臂尾轮虫为优势种; D2# 虾池以原生动物钟形钟虫、褶皱臂尾轮虫以及桡足类剑水蚤共为优势种;在养殖中期, D1# 虾池的优势种为原生动物旋回侠盗虫、小轮毛虫和褶皱臂尾轮虫; D2# 虾池的优势种为原生动物旋回侠盗虫和褶皱臂尾轮虫、壶状臂尾轮虫;养殖后期, D1# 虾池由原生动物黏仆游虫和褶皱臂尾轮虫、壶状臂尾轮虫共为优势种; D2# 虾池以原生动物钟形钟虫、黏仆游虫和褶皱臂尾轮虫、壶状臂尾轮虫共为优势种(见图 7)。

2.2.7 对虾地膜养殖池浮游动物群落物种多样性 2 口虾池浮游动物的多样性指数比较相似,第 1 次和最后 1 次监测的分别是多样性指数的最小值和最大值。D1#、D2# 池的多样性平均指数分别为 1.46、1.39。优势集中指数的变化和多样性指数具有一定的相反规律, D1#、D2# 池的平均优势集中指数分别为 0.34 和 0.30。D1# 池的多样性指数和优势集中指数均比 D2# 池大(见表 3-8)。

表 6 浮游动物密度的垂直分布变化情况

Tab. 6 The change of vertical distribution of zooplankton density

塘号	水层	各时间段浮游动物密度(10 ² cell · L ⁻¹) The density of zooplankton at different time of culture								
		0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d	60 d	70 d	80 d
D1	W1	6.20 ± 0.5a	15.50 ± 1a	6.00 ± 1.83a	13.25 ± 5.9a	8.00 ± 1.83a	49.33 ± 6.02a	53.00 ± 4a	53.67 ± 18.71a	84.67 ± 12.66a
	W2	7.00 ± 0.82ab	15.25 ± 1.26a	5.00 ± 0.85a	12.00 ± 8.4a	8.75 ± 1.26a	58.33 ± 15.95a	60.12 ± 10.53a	55.66 ± 6.11a	93.66 ± 36.7a
	W3	8.00 ± 1.41bc	15.50 ± 1a	5.25 ± 0.96a	14.25 ± 2.21a	9.25 ± 1.5a	57.33 ± 3.51a	58.67 ± 10.69a	59.66 ± 10.11a	119.60 ± 48.8a
	W4	9.50 ± 1.29cd	16.50 ± 1a	5.00 ± 0.81a	10.00 ± 1.15a	9.25 ± 1.7a	58.67 ± 11.5a	46.66 ± 4.93a	48.33 ± 9.01a	103.00 ± 26.5a
	W5	10.75 ± 0.96d	17.25 ± 1.26a	6.25 ± 1.71a	18.00 ± 8.26a	8.50 ± 2.38a	56.33 ± 16.16a	52.00 ± 15.13a	43.00 ± 9.54a	122.60 ± 9.01a
D2	W1	6.00 ± 1.22a	13.75 ± 2.22a	4.25 ± 0.96a	9.25 ± 3.86a	8.00 ± 1.63a	39.67 ± 4.01a	50.67 ± 5.73a	46.25 ± 11.02a	83.33 ± 15.04a
	W2	6.75 ± 1.25a	14.50 ± 1.29a	5.00 ± 1.42a	7.75 ± 2.36a	8.25 ± 0.96a	41.00 ± 6.08a	53.33 ± 6.8a	60.75 ± 8.26a	92.00 ± 33.8a
	W3	8.00 ± 0.82b	15.00 ± 2a	4.25 ± 1.5a	7.00 ± 3.55a	9.25 ± 2.21a	44.67 ± 9.23a	54.00 ± 1a	66.00 ± 11.57a	116.00 ± 52.3a
	W4	9.25 ± 0.59c	16.25 ± 1.5a	4.75 ± 2.21a	7.75 ± 4.11a	8.00 ± 1.82a	44.67 ± 11.9a	51.33 ± 1.53a	60.50 ± 11.73a	104.30 ± 27.3a
	W5	10.75 ± 0.5d	16.75 ± 2.5a	6.25 ± 2.75a	9.25 ± 2.06a	8.75 ± 1.26a	52.33 ± 10.96a	55.00 ± 12.16a	60.25 ± 19.15a	119.30 ± 6.11a

表 7 浮游动物密度的水平分布变化情况

Tab. 7 The change horizontal distribution of zooplankton density

塘号	区域	各时间段浮游动物密度 The density of zooplankton at different time of culture(10 ² / cell · L ⁻¹)								
		0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d	60 d	70 d	80 d
D1	A	7.40 ± 1.67a	14.60 ± 1.14a	4.20 ± 1.3a	10.40 ± 7.05a	7.40 ± 2.07a	49.60 ± 11.17a	47.30 ± 4.35a	43.50 ± 3.13a	87.60 ± 15.56a
	B	8.00 ± 2a	15.80 ± 1.3a	5.61 ± 0.89b	14.00 ± 3.6b	8.80 ± 1.3ab	52.61 ± 11.54a	59.00 ± 11.11b	47.20 ± 11.8a	85.40 ± 17.3a
	C	8.20 ± 1.78a	15.60 ± 1.67a	5.80 ± 1.48b	14.82 ± 7.82b	9.00 ± 1.58ab	64.33 ± 12.34b	55.41 ± 10.43b	63.20 ± 19.11b	99.60 ± 26.9ab
	D	9.61 ± 2.07a	16.4 ± 2.19a	5.80 ± 1.48b	14.80 ± 5.4b	9.80 ± 0.83b	60.80 ± 6.87b	57.80 ± 4.64b	57.80 ± 8.7b	129.20 ± 28b
D2	A	7.4 ± 2.3a	14.2 ± 2.16a	5.2 ± 0.83a	5.8 ± 1.3a	7.8 ± 1.48a	41.4 ± 12.6a	42.6 ± 2.43a	56 ± 6.72a	87.46 ± 12.5a
	B	8.00 ± 1.58a	15.21 ± 1.3a	5.22 ± 1.92a	6.20 ± 1.92a	7.40 ± 1.14a	47.61 ± 11.9b	43.22 ± 5.31a	70.00 ± 21.29b	82.20 ± 18.22a
	C	8.41 ± 2.07a	15.00 ± 1.87a	6.41 ± 2.2b	8.80 ± 1.92b	10.00 ± 1.22b	38.52 ± 5.34a	57.80 ± 7.2b	51.00 ± 9.43a	98.60 ± 24.9ab
	D	8.80 ± 1.92a	16.60 ± 2.61a	6.76 ± 1.92b	12.00 ± 2.23c	8.61 ± 1.14ab	48.42 ± 6.94b	61.66 ± 4.03b	72.12 ± 2.73b	128.20 ± 29b

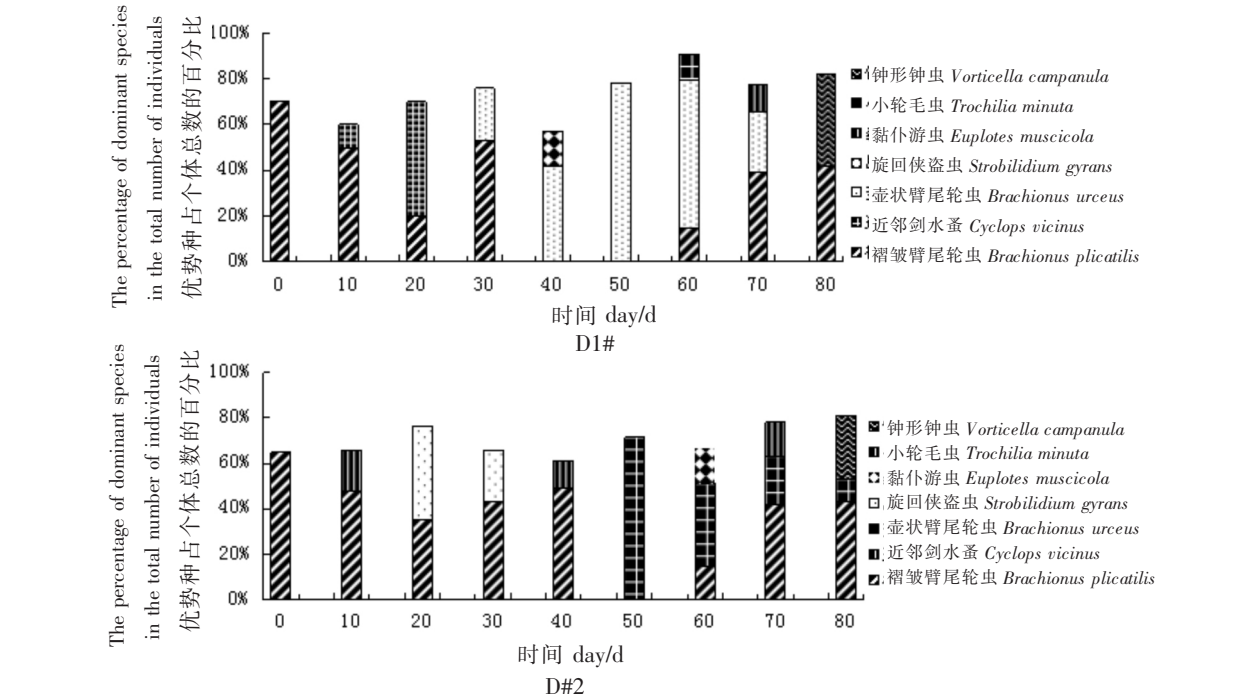


图 7 对虾地膜养殖池浮游动物优势种演替动态

Fig. 7 Succession of dominant species of zooplankton in the film-lined shrimp ponds

表 8 对虾地膜养殖池浮游动物群落多样性
Tab. 8 The diversity index of zooplankton communities in the film-lined shrimp ponds

时间/d Time	Shannon-Weaner 多样性指数 H'		Simpson 优势集中性指数 D	
	Shannon-Weaner diversity index(H')		Simpson index for dominance cloncentration(D)	
	D1#	D2#	D1#	D2#
0	0.88	0.79	0.49	0.42
10	1.69	1.45	0.25	0.26
20	1.53	1.31	0.25	0.29
30	1.32	1.16	0.33	0.24
40	1.76	1.68	0.2	0.25
50	0.89	1.07	0.61	0.51
60	1.28	1.25	0.44	0.23
70	1.82	1.85	0.19	0.25
80	1.99	1.92	0.27	0.29
平均值 Average	1.46	1.39	0.34	0.30

2.3 浮游植物与浮游动物相关关系 2 口虾池的浮游植物与浮游动物关系变化略有所不同。D1# 池浮游植物在养殖 40 d 内的变化趋势是先上升后下降 ,之后继续下降 ,最后又有所上升; D2# 池浮游植物在养殖 40 d 内的变化趋势是先上升后下降 ,50 d 后不断升高。D1# 、D2# 虾池浮游动物在 40 d 内出现波浪式的变化 50 d 开始 ,D1# 池先下降后升高 ,而 D2# 虾池从 50 d 后不断持续升高 ,最后达到最高峰。由此看出 ,浮游植物与浮游动物在养殖中后期 ,两者的密度变化趋势较一致(见图 8) 。

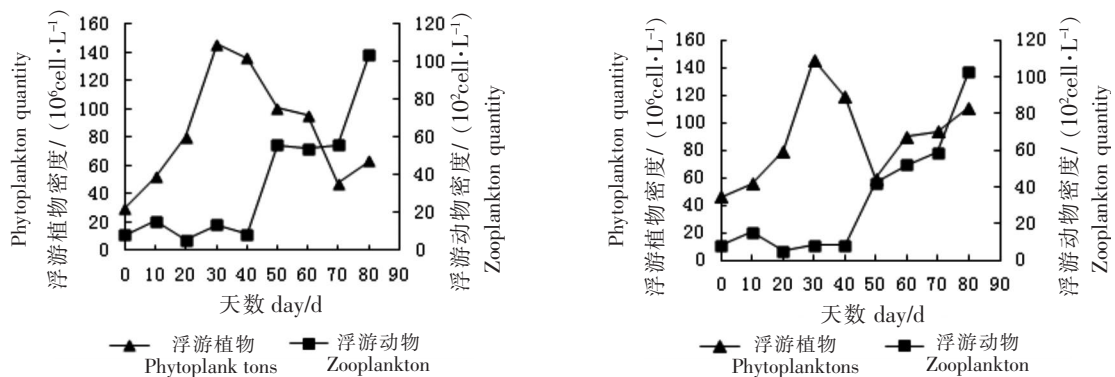


图 8 浮游动物与浮游植物的关系

Fig. 8 The relationship between zooplankton and phytoplankton

3 讨 论

3.1 对虾地膜养殖池浮游生物种类组成及多样性 结果表明 ,养殖前期 ,浮游植物优势种为绿藻、硅藻 ,浮游动物优势种为原生动物、轮虫、桡足类; 养殖中后期 ,浮游植物为绿藻、蓝藻 ,浮游动物为原生动物、轮虫。黄翔鹄^[9]等研究表明 ,高位池浮游生物在养殖中后期优势种突出且单一 ,以绿藻、蓝藻为主; 吴斌等^[10]调查北海凡纳滨对虾养殖池塘微型藻类组成发现 ,养殖前期优势种主要是硅藻和绿藻 ,养殖后期为颤藻和裸藻。陈建武^[11]等报道匙吻鲟混养池塘中浮游植物优势种为蓝藻和绿藻 ,浮游动物优势种主要是小型原生动物 ,本研究结果与他们的结论一致。养殖用水经过处理降低了浮游生物的引入 ,但养殖过程中 ,一些药物的施用、饵料的增加以及粪便等排泄物不断积累 ,导致水体富营养化加重 ,必然引起养殖各时期浮游生物群落结构产生差异。吴斌等^[10]研究表明 ,养殖前期浮游植物密度相对较低 ,养殖后期浮游植物密度较高。笔者监测发现前期浮游植物密度低而中期较高的结果与吴斌等略有不同 ,这可能是因为养殖中期不换水 ,降雨少 ,营养盐丰富 ,而后期营养盐虽然也丰富 ,但换水较多 ,降雨量大 ,反而比中期少。

浮游植物多样性是组成群落结构研究的重要部分 ,群落种类多样性在群落生态组织上具有可测定的、独特的生物学特征^[12]。张汉华^[13]等研究结果表明 ,整个养殖周期养殖池塘浮游生物多样性指数平均为 1~2。刘孝竹^[14]等报道低盐度养殖池塘浮游微藻的种类多样性指数为 2.5~3.2。吴恢碧^[15]等分析静态池塘养殖

系统和循环流水池塘养殖系统中浮游植物的多样性指数分别为 1.68~2.56 和 2.15~2.49。本研究对虾地膜养殖池浮游生物多样性监测结果显示:浮游植物平均为 1.69~1.76,浮游动物平均为 1.39~1.46。本研究结果与张汉华^[13]等研究结果一致,与吴恢碧^[15]等、刘孝竹等^[14]的结果有差异。多样性指数是一项较复杂的,能反映水体丰度和均匀度的综合性指标,易受多种因素影响。孙儒泳等^[16]认为群落物种多样性受多种因素(如水温、时间、空间、初级生产力、水体条件、竞争和捕食等)影响,因此,研究结果会产生差异。

3.2 地膜对虾池浮游生物时空分布以及浮游植物与浮游动物的关系 结果表明,浮游植物与浮游动物在虾池中垂直分布差异不显著($P>0.05$),可能是由于虾池水较浅,增氧机的作用,也可能跟采样时间有关,如唐森铭等^[17]调查发现泉州湾水域浮游植物生物量呈现昼夜变化节律,表现为生物量白天高于夜间;浮游植物与浮游动物在虾池水体水平方向上差异显著($P<0.05$),且浮游生物密度变化是越靠近池中央密度越大,即 D 区>C 区>B 区>A 区,这可能是由于虾池中央设有排污口,池底有一定坡度,增氧机作用下,使池水形成环流,并构成一定的向心弱漩涡,引发浮游生物往池中央集中,最后导致从池边到池中央各个区域浮游生物密度出现差异。

浮游植物与浮游动物的相关性前期不显著,后期比较明显。摄食假说指出,浮游动物与浮游植物在空间分布上呈负相关^[18],这在一定程度上解释了在养殖前期浮游动物下降,浮游植物上升的现象。Huntley 与 Turner 等^[19-20]认为桡足类的摄食没有选择性,但 Turriff 等^[21]通过实验发现,飞马哲水蚤偏向于摄食威氏海链(*Thalassiosira weissflogii*),而不是脱壳亚历山大藻(*Alexandrium excavatum*)。王小冬等^[22]研究表明中型浮游动物的摄食具有选择性,会受到食物的多少、好坏、体型大小等因素的影响。因此,浮游动物选择性摄食浮游植物,对浮游植物群落种类、结构有较大影响,特别是养殖后期,浮游植物种类增加,摄食选择性增大,被摄食的种类数量会降低,很难成为优势种,而有毒的藻类不被摄食,易导致有毒害浮游植物大量繁殖,反过来制约浮游动物的生长。

3.3 浮游生物对对虾养殖的影响 浮游生物对对虾养殖的影响是多方面的,在养殖早期,一般形成如下食物链:营养盐→浮游植物→浮游动物→幼虾。实践证明,虾苗摄食浮游生物,特别是轮虫、桡足类可以提高免疫力、抗病力,而且生长速度较快、个体大。在虾池生态系统中,浮游植物可利用虾池中营养盐进行光合作用合成有机物,产生大量氧气。据文献[4]报道,池塘中 80% 溶解氧由浮游植物提供,因此,浮游植物在满足对虾高密度养殖对溶解氧的需求起着至关重要的作用,但必须控制浮游植物的种类和数量,如以绿藻、硅藻为优势种,它们不仅稳定性好,而且能促进对虾的生长。以蓝藻或甲藻为优势种的池塘,水质通常是蓝绿、泛红,这种水色不利于对虾的生长且容易引发疾病。曹煜成等^[23]报道绿藻中有很多耐污染、耐盐的种类,因此,这些种类可以在养殖后期成为优势种,以维持良好的水色。

参考文献:

- [1] 邢玉鑫,林治宝,胡志平,等. 坤龙水库浮游生物调查及鱼产力分析[J]. 水利渔业,2007,27(2): 61-62.
- [2] 王世锋,曾勇,王玉涛,等. 精养鱼池浮游生物及其鱼产力分析[J]. 安徽农业科学,2010(026): 14481-14482.
- [3] 查广才,周昌清,黄建荣,等. 凡纳对虾淡化养殖虾池微型浮游生物群落及多样性[J]. 生态学报,2004,24(8): 1748-1755.
- [4] 杨秀兰,薄学锋. 浮游生物在盐碱地封闭式对虾养殖中的生态作用[J]. 齐鲁渔业,2002,19(10): 5-8.
- [5] 赵文. 水生生物学[M]. 北京: 中国农业出版社,2005: 501-511.
- [6] HU H J, LI R Y, WEI H Z, et al. Freshwater algae of China[M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technological Press, 1980: 478.
- [7] SHEN Y F. Protozoology[M]. Beijing: Science Press, 1999: 139-482.
- [8] 马克行,刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 I α 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性,1994,2(4): 231-239.
- [9] 黄翔鹤,王庆恒. 对虾高位池优势浮游植物种群与成因研究[J]. 热带海洋学报,2002,21(4): 36-44.
- [10] 吴斌,廖思明. 广西北海凡纳滨对虾养殖池塘中微型藻类组成调查[J]. 广西科学,2009,15(4): 452-455.
- [11] 陈建武,朱永久,赵建华,等. 匙吻鲟混养池塘中浮游生物的变化[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版,2012,41(4): 503-508.
- [12] 叶文虎,栾胜基. 环境质量评价学[M]. 北京: 高等教育出版社,1994: 150.
- [13] 张汉华,李卓佳,郭志勋,等. 益生菌对海水虾池浮游生物的生态调控效果研究[J]. 海洋科学,2009,33(1): 12-20.
- [14] 刘孝竹,李卓佳,曹煜成,等. 低盐度养殖池塘常见浮游微藻的种类组成、数量及优势种群变动[J]. 南方水产科

- 学, 2009, 5(1): 9–16.
- [15] 吴恢碧, 李谷, 陶玲, 等. 循环流水池塘养殖系统浮游植物群落结构与特征[J]. 华中农业大学学报, 2008, 27(5): 648–653.
- [16] 孙儒泳. 动物生态学原理(第三版)[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2001.
- [17] 唐森铭, 陈兴群. 泉州湾水域浮游植物群落的昼夜变化[J]. 海洋学报, 2006, 28(4): 129–137.
- [18] 郑重. 浮游生物学概论[M]. 北京: 科学出版社, 1964.
- [19] HUNTLEY M. Nonselective, nonsaturated feeding by three calanid copepod species in the Labrador Seal [J]. Limnol. Oceanogr, 1981, 26(5): 831–842.
- [20] TURNER J T, TESTER P A. Zooplankton feeding ecology: nonselective grazing by the copepods *Acartia tonsa* Dana, *Centropages velificatus* De Oliveira, and *Eucalanus pileatus* Giesbrecht in the plume of the Mississippi River [J]. Journal of experimental marine biology and ecology, 1989, 126(1): 21–43.
- [21] TURRIFF N, RUNGE J A, CEMBELLA A D. Toxin accumulation and feeding behaviour of the planktonic copepod *Calanus finmarchicus* exposed to the red-tide dinoflagellate *Alexandrium excavatum* [J]. Marine Biology, 1995, 123(1): 55–64.
- [22] 王小冬, 孙军, 刘东艳, 等. 海洋中型浮游动物的选择性摄食对浮游植物群落控制[J]. 海洋科学进展, 2006, 23(4): 524–535.
- [23] 曹煜成, 李卓佳, 杨莺莺, 等. 浮游微藻生态调控技术在对虾养殖应用中的研究进展[J]. 南方水产科学, 2007, 3(4): 70–73.

Spatial and Temporal Difference in Distribution of Plankton in Film-lined Shrimp Ponds

Guan Renlei^{1,3}, Xiang Yun¹, Chen Zhaoming¹, Yang Shiping^{1,2}, Sun Chengbo^{1,2}

(1. Fisheries College, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China; 2 Tropical Invertebrates Aquaculture Research Center of Guangdong Colleges and Universities, Zhanjiang 524088, China 3. Guangdong Yuehai Feed Group, Zhanjiang 524017, China)

Abstract: The species, quantity and spatial distribution of plankton during the shrimp culture cycle were observed in plastic-film-lined shrimp ponds from April to July 2012 at Haikou, Hainan, China to explore the spatial and temporal differences in plankton distribution in the shrimp ponds. During the shrimp culture there were 46 species under 8 phylums of phytoplankton in the shrimp ponds, including 15 species under the phylum chlorophyta; 9 under diatoms or cyanophyta; 2 under cryptophyta, euglenophyta, or dinoflagellates; 3 under xanthophyta, 4 under chrysophyta. The dominant species were mostly under chlorophyta and bacillariophyta at the early stage of shrimp culture but mostly under cyanobacteria and chlorophyta at the mid and late stages. Their numbers of individuals of the phytoplankton were increased spirally and to the maximum at the mid stage of the culture, ranging from 3.01×10^7 to 1.45×10^8 cell/L. There were 28 species under 4 types of zooplankton: 16 species under protozoa, 8 under rotatoria, 2 under copepods and 2 species of larvae under other types of zooplankton. The dominant species were mostly under protozoa, rotatoria and copepods at the early stage of culture but mostly under protozoa and rotaria at the late stage of culture. The density of zooplankton increased gradually over time at the range of 0.49×10^3 cell $\cdot$ L⁻¹ $\sim$ 10.4×10^3 cell $\cdot$ L⁻¹. Spatial distribution of plankton had no significant difference in vertical distribution ($P > 0.05$) but had significant differences in horizontal distribution ($P < 0.05$) with the total number of individuals of plankton being in the order of D (central area of the pond) $>$ C (near the central area) $>$ B (near the marginal area) $>$ A (marginal area) area. The indexes of both diversity and dominance concentration of plankton were lower in the shrimp ponds, ranging between 1.69 $\sim$ 1.76 and 0.36 $\sim$ 0.44 for phytoplankton, respectively and 1.39 $\sim$ 1.46 and 0.3 $\sim$ 0.3 for zooplankton, respectively. Spatial and temporal differences in plankton distribution indirectly reflected the change of water quality in the film-lined shrimp ponds.

Key words: film-lined pond; phytoplankton; zooplankton; spatial and temporal difference