

凡纳滨对虾养殖水体中浮游生物群落的多样性分析研究

李由明¹ 黄翔鹤²

(1.琼州学院 生物科学与技术学院 海南三亚 572022; 2.广东海洋大学 水产学院 广东湛江 524088)

摘要:为探讨凡纳滨对虾养殖水体中浮游生物群落的演替,对虾池水体中浮游生物群落组成和其多样性进行了分析。研究结果表明:在凡纳滨对虾养殖水体中,浮游植物的优势种主要由小球藻(*Chlorella* sp.)、波吉卵囊藻(*Oocystis borgei*)、小环藻(*Cyclostella* sp.)、新月拟菱形藻(*N.closterium* sp.)、角毛藻(*C.mueeleri* sp.)、平裂藻(*Merismopedia* sp.)和席藻(*Phormidium* sp.)组成。浮游植物多样性指数变化范围为0.08~1.89,平均值为 1.36 ± 0.25 ,优势度指数变化范围为0.20~0.98,平均值为 0.51 ± 0.26 。浮游动物的优势种为许水蚤(*Schmackeria* sp.)和臂尾轮虫(*Brachionus* sp.),其中,水体中许水蚤无节幼体的数量呈规律性波动,波动周期为15d。

关键词:凡纳滨对虾 浮游生物 群落 多样性指数

中图分类号:S96

文献标识码:A

文章编号:1674-098X(2013)01(a)-0009-03

Analysis of plankton community diversity of culturing pond for *Litopenaeus vannamei*

LI You-ming¹ HUANG Xiang-hu²(1.Qiongzhou University, Hainan Sanya 572200, College of Life Science and Technology;
2.Guangdong Ocean University, Guangdong Zhanjiang 524088, Fisheries college)

Abstract:The composition and diversity of plankton of culturing pond of *Litopenaeus vannamei* were analysed for knowing the succession of plankton community. Results indicated that the dominant species of phytoplankton are *Phormidium* sp, *Oocystis borgei*, *Cyclostella* sp, *N.closterium* sp, *C.mueeleri* sp, *Merismopedia* sp and *Chlorella* sp in pond. Range of diversity index is 0.08~1.89, average value is 1.36 ± 0.25 ; range of dominance index is 0.20~0.98, average value is 0.51 ± 0.26 . Dominant species of zooplankton are *Schmackeria* sp and *Brachionus* sp. The amounts of nauplius of *Schmackeria* sp fluctuate regularly and the period of changing is 15 days.

Key words: *Litopenaeus vannamei* plankton community diversity index

在对虾养殖过程中,水体中的浮游生物群落对养殖过程中营养盐的调控和维护养殖水体中微生态环境的稳定具有重要作用。李色东等研究发现虾池中浮游生物是维持池塘生态系统的正常功能,稳定池塘环境是不可缺少的。卢静等研究表明浮游植物对水体中的一些营养盐的吸收,在一定程度上使得养殖后期的水质保持良好,防止水体富营养化。同时,浮游植物还是水体中溶解氧的主要来源。水体中的浮游动物对浮游植物的摄食是水体中初级生产力向较高级营养级转化的关键,浮游动物的群落演替对浮游植物群落的调控有重要的影响。孙耀等研究表明,虾池中一些浮游生物还可作为养殖早期对虾幼体的主要食物来源,对幼虾早期的生长具有重要作用。但是,目前对虾池中浮游生物群落的多样性演替研究较少,该文对凡纳滨对虾虾池水体中浮游生物群落的多样性及动态变化进行了分析和探讨。

1 材料和方法

1.1 试验用虾池

试验用虾池为铺有聚乙烯塑料薄膜的高位池(一种高密度的集约化对虾养殖池塘),池塘底部高于海水的最高潮

位线1~6 m,完全依靠动力供水,面积大小为4亩/口,水深1.60~1.75 m,放养密度为75000~120000尾/hm²,每口塘配备10~13台0.75 kw叶轮式增氧机。面积大小为4亩/口,水深1.6~1.75 m。每口虾池配备0.75 kw的4个叶轮式增氧机和一个潜水式增氧机,水体为循环水。试验期间水温为19~23℃,盐度范围14~20。

1.2 样品采集和处理

试验期间采样时间15:00~17:00,每隔两天采集1次。在每个池塘的上风口、下风口和中间各选择一个采样点,在每一采样点的水表层下30~40 cm处采水样1L,加15 mL鲁哥氏液现场固定。

将固定的水样置于室内分液漏斗中静置沉淀,在水样沉淀开始2 h后将分液漏斗轻轻旋转,防止藻类附着在分液漏斗内壁,静置沉淀48 h,浓缩至50 mL,并加少量的甲醛保存,待镜检观察。

1.3 浮游植物样品分析

将水样左右平移的方式轻轻摇动200次,摇匀后立即用定量吸管从中吸取0.1 mL置入0.1 mL计数框内,在40倍的物镜下观察计数,每个水样计数两次,取其平均值。具体观察的视野数以样品中

浮游植物的多少而定;如果平均每个视野有十几个到几十个,50个视野即可。如果每个平均每个视野有5~6个时,需要100个视野;如果平均每个视野不超过1~2个时,要200个视野。在对样品定量分析的同时,对样品进行定性分析。

1.4 浮游动物样品分析

小型浮游动物(原生动物、轮虫和无节幼体)的水样采用浮游植物水样处理同样方法浓缩到30~50 mL。原生动物、轮虫和无节幼体可在4倍镜下计数,遇到难以分辨的种类再用高倍镜鉴别。镜视前先将定量水样充分摇匀,用定量吸管吸取0.5 mL注入0.5 mL的计数框中,计算全部个体;大型浮游动物采集时,采水10 L,用25#浮游生物网过滤,加鲁哥氏液固定,沉淀浓缩到50 mL,再经24 h沉淀并浓缩到10~20 mL,用1 mL浮游生物计数框计数。计算全部个体。

每份样品均计数3片。

1L水中各种浮游动物个数(N)可按下式计算:

$$N = VP / \omega C$$

式中:V - 水样沉淀浓缩后的体积(mL)

C - 计数框的体积(mL)

基金项目:2011琼州学院青年教师基金(QYQN201122),2012三亚市院地科技合作项目(2012YD03)。

作者简介:李由明(1978—),男,讲师,博士研究生,研究方向为水域生态。

ω - 采样体积 (L)

P - 镜视中的浮游动物个数 (平均值)

1.5 浮游植物多样性计算

采用Shannon-wiener多样性指数

H' , $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$ 和Simpson优势集中

性指数D, $D = \sum_{i=1}^S (P_i)^2$ 上述公式中, $P_i = n_i / N$, n_i 为物种I的个体数, N为群体样本个体总数, P_i 为第i个种个体数占总个数的比例, S为群落中物种数。

2 结果

2.1 虾池中浮游植物的种类

实验虾池中的藻类属于5个门, 共21个种。其中, 硅藻门有9种, 占有藻类种数的42.86%; 绿藻门有5种, 占有藻类种数的23.81%; 蓝藻门有5种, 占有藻类种数的23.81%; 甲藻门有1种, 占有藻类种数的4.76%; 隐藻门有1种, 占有藻类种数的4.76%。

2.2 虾池浮游植物的群落组成

2.2.1 虾池中浮游植物优势种群组成

虾塘水体中早期的浮游植物优势种群为绿藻门的小球藻 (*Chlorella* sp.) 和波吉卵囊藻 (*Oocystis borgei*), 硅藻门的小环藻 (*Cyclotella* sp.)、新月拟菱形藻 (*N. closterium* sp.)、角毛藻 (*C. mueleri* sp.)、蓝藻门的平裂藻 (*Merismopedia* sp.) 和席藻 (*Phormidium* sp.)。其中, 卵囊藻的数量在试验16 d至19 d达到最大, 最大数量为 2.35×10^7 , 其在藻类总的数量中所占比例最大为98.09%; 小球藻的数量在试验早期开始时最大, 最大数量为 6.87×10^5 , 在藻类数量中所占比例最大为26.6%; 小环藻数量的在试验早期最大, 最大数量为 4.79×10^6 , 在藻类数量中所占最大比例为59.6%; 新月拟菱形藻的数量在13 d最大, 最大数量为 2.82×10^7 , 在藻类数量中所占比例最大为85.21%; 角毛藻的数量在13 d达最大; 最大数量为 2.80×10^6 , 平裂藻的数量在10 d达最大, 最大为 8.11×10^5 , 在藻类数量中所占比例最大为5.8%; 席藻的数量在10 d达最大, 在藻类数量中所占比例最大为27.87%。

1号池的浮游植物的优势种主要由卵囊藻、小球藻和小环藻组成, 其优势种随时间的演变见图1。2号池中浮游植物的优势种主要由小环藻、波吉卵囊藻、新月拟菱形藻、平裂藻和席藻组成, 其优势种随时间的演变见图2。3号池中浮游植物的优势种主要由小环藻、卵囊藻、席藻、新月拟菱形藻、平裂藻和角毛藻组成, 其优势种随时间的演变见图3。

浮游植物优势种群在水体中并不是稳定不变的, 在实验过程的前半阶段, 浮游植物种群变化较大。其中, 卵囊藻的种群在试验前期较稳定, 在16 d出现较大的变化; 小环藻种群在试验中期比较稳定, 在前期和后期有波动, 小环藻和卵囊藻种群变化趋势较一致; 并且, 卵囊藻在整个实验期间较另三种浮游植物有较大的变化; 新月拟菱形藻呈规律性波动, 且波动的程度远大于小环藻和波吉卵囊藻的波动; 平裂藻在整个实验前半阶段, 种群一直呈增长趋势 (图2和图3)。在实验后半阶段, 即虾苗投放到高位池一个月后, 各个优势种群的变化较稳定。除新月拟菱形藻在整个实验期间一直呈稳定状态外, 小环藻、波吉卵囊藻、席藻和平裂藻则在该阶段的后期有增长趋势。

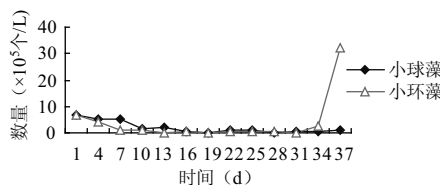


图1 1号虾池小球藻和小环藻种群变化

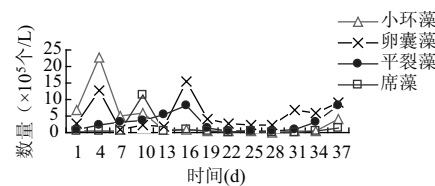


图2 2号虾池浮游植物优势种群变化

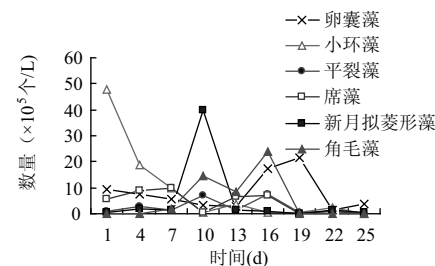


图3 3号虾池浮游植物优势种群变化

2.2.2 虾池中浮游植物总量的变化

虾塘水体中浮游植物总的数量在养殖早期较少, 且数量稳定, 到试验中后期, 数量开始增大, 且出现较大的变化 (图4)。

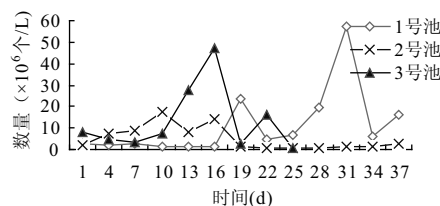


图4 虾池中藻类总量的变化

2.2.3 虾池中浮游植物种群的多样性指数和优势度指数

不同的虾池在放养虾苗前水体中的浮游植物的多样性是不同的, 同时, 同一虾池在不同时间内, 其水体中浮游植物的多样性也是不同的。一般在养殖的早期, 水体中浮游植物种类的数量相对养殖后期较少。虾池水体中浮游植物的多样性指数平均在0.83~1.48。其中2号池和3号池的多样性指数总体相对较高, 平均在1.20左右。水体中多样性指数变化较大, 水体中藻相不稳定, 种群变化频繁。其中, 1号池中浮游植物群落的多样性指数的范围为: 0.08~1.64, 2号池中浮游植物群落的多样性指数的范围为: 0.68~1.89, 平均值为1.28。3号池中浮游植物群落的多样性指数范围为: 0.43~1.89, 平均值为1.16。

三个虾塘中的浮游植物群落多样性指数较低, 虾池中的水体在养殖早期时, 浮游植物群落结构比较简单。虾池水体中浮游植物群落的多样性指数在试验开始时, 即虾苗刚刚投放到虾池中时, 多样性指数H'较大, 然后减小, 再增大, 呈波动性变化; 而优势度指数D则相反, 开始较小, 然后增大, 再减小。呈波动性变化 (图5、图6)。即浮游植物群落的多样性指数和优势度指数的变化规律时相反。

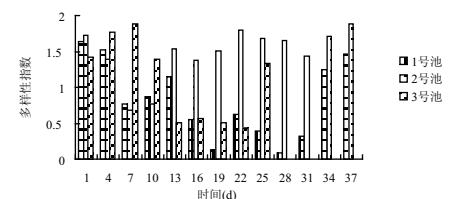


图5 虾池中浮游植物群落多样性指数变化

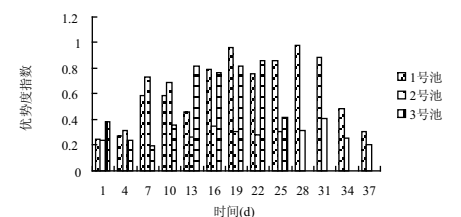


图6 虾池中浮游植物优势度指数变化

2.2.4 浮游动物种类和数量

虾塘早期水体中, 浮游动物主要以哲水蚤中的许水蚤和轮虫为主, 偶尔出现猛水蚤。水体中浮游动物的优势种群为哲水蚤。在哲水蚤的不同发育阶段中, 以无节幼体的数量呈规律性变化, 从最大量到最小量间的时间间隔约为15 d, 周期约为30 d, 最大量时达 5.4×10^3 个/L; 成体和桡足幼体的数量均比无节幼体的数量少, 最大量分别为 6.5×10^3 个/L、 4.5×10^3 个/L。成体的变化周期亦约为

30d。轮虫的数量最大为 1.7×10^4 个/L, 种群变化规律则不明显。

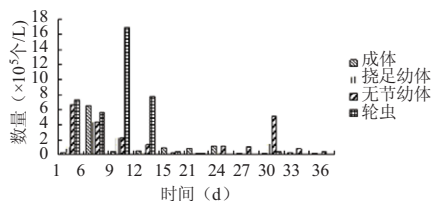


图7 1号池浮游动物优势种群变化

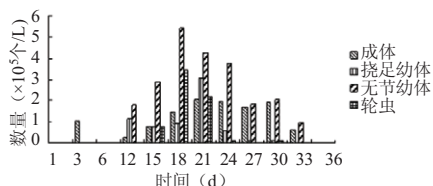


图8 2号池浮游动物优势种群变化

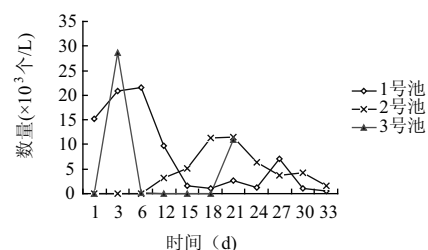


图9 浮游动物总量的变化

3 结语

3.1 浮游植物群落的变化

在虾苗投放到虾池前, 浮游生物的多样性较高。虾池水体环境相对稳定, 水体中浮游生物群落波动较小, 具有相对高的稳定性, 虾苗投放到虾池中后, 由于虾苗的捕食活动, 虾池中浮游生物收到虾苗捕食压力的影响, 致使水体中浮游生物群落的多样性发生变化。对虾对浮游植物群落的影响主要通过其对水体中浮游动物种群的调控, 从而间接的调控水体中的浮游植物的群落; 同时, 对虾幼体还滤食一些浮游植物, 对浮游植物群落产生直接的影响。从图5中多样性指数的变化可以看出, 1号池和3号池的 H' 波动较大, 说明在虾苗投放到水体中后的一段时间内, 水体中的藻相变的不稳定。而2号池由于在虾苗投放前, 多样性指数较大, 在虾苗投放后, H' 波动较1号池和3号池小, 说明藻相较另两个池稳定。从这三个虾池中浮游植物群落的多样性的变化可以知, 在虾苗投放前, 养殖水体中浮游植物群落结构的复杂性对保持以后水体中藻相的稳定性具有重要的作用。藻相的过于单一, 一容易导致浮游植物群落的不稳定, 进而导致水体中的浮游动物群落的波动, 从而对对虾的生长产生一定影响。同时水体中单细胞藻大量繁殖时, 还容易使水体的透明

度增高, 影响对虾的摄食及栖息, 从而对对虾健康产生影响。

在优势种群中, 小球藻和小环藻的种群变化趋势是基本一致的。并且这两个作为优势藻类的种群比较稳定。一方面可能是在养殖早期水质变化不大, 水环境比较稳定; 另一方可能是这两种藻类的生理特征决定的。查广才等对凡纳对虾淡化养殖过程中微型浮游生物群落及多样性进行研究后, 也是发现在养殖早期小环藻是养殖水体中的优势种之一。在对小环藻的最后一次取样中, 其数量突然增大很多, 可能是由以下原因引起的: 第一是在采取水样时, 采样的不均匀造成的, 第二是在计数时, 将样品水样摇匀后, 从样品瓶中取样时的不均造成的。卵囊藻在实验的前半阶段, 即在虾苗投放到高位池一个月左右的时间内, 其种群稳定(图2)。卵囊藻种群在实验阶段的后半时期, 即虾苗放到高位池一个月到两个月之间的时间内, 其种群变动较大, 主要原因是水体中氨氮的浓度数值也是在此阶段内呈增加的趋势, 估计卵囊藻种群变化与水体中氨氮浓度增加有关。

3.2 浮游植物种群多样性

在凡纳滨对虾养殖过程中, 多采取淡化养殖的方式, 使得水体中的浮游植物的种类数量相对较少, 对珠海地区的虾池中浮游植物分析时, 也发现在淡化养殖过程中, 养殖水体中浮游植物的种类数量较少, 且水体中浮游植物群落的多样性指数和优势度指数的变化趋势相反。在养殖早期浮游植物的种类数较少, 到养殖中后期, 其种类数则增加, 主要原因是, 养殖过程中水体的微生态环境变得较养殖前期复杂, 以及水体理化因子的变动也较前期复杂。这种中后期水体微生态环境的复杂状况, 为多种浮游植物的生长提供了可能。

3.3 浮游植物优势种群的变化

从图1至图3中虾池水体中浮游植物优势种群的变化曲线知, 在对虾养殖过程中, 虾塘水体中的浮游植物的主要优势种群为绿藻门的卵囊藻和小球藻以及硅藻门的小环藻。这与黄翔鹤等对虾塘水体中浮游植物种群的研究结果一致。亚优势种为蓝藻门的平裂藻和席藻、绿藻门的新月拟菱形藻。从虾塘水体中浮游植物的优势种群和亚优势种群可以得出结论: 在虾塘水体中, 浮游植物主要为绿藻门、硅藻门和蓝藻门中的种类; 优势种单一、突出, 这与凡纳滨对虾特殊的池塘环境有关(如高浓度的消毒剂、高度副营养化和高浓度对虾分泌物)。

3.4 浮游动物种群的变化

从图4、图9中浮游植物总量的变化和浮游动物种群的变化可知, 浮游动物的种群的变化和浮游植物种群的变化存在一个时滞, 滞后时间约为15 d。由于浮游植

物和浮游动物在水体中的密度都是较高, 而密度效应是有时间延搁的, 数学模型研究也表明稳定的种群增长变化呈周期性, 本试验的结果也表明了这一点。

参考文献

- [1] 孙耀, 宋云利. 虾塘养殖水环境中氮磷营养盐的存在特征与行为[J]. 水产学报, 1998, 6(22): 117-123.
- [2] 孙耀, 李锋, 李键, 等. 虾塘水体中浮游植物群落特征及其与营养状况的关系[J]. 海洋水产研究, 1998, 19(2): 45-51.
- [3] 李色东. 南方3省南美白对虾养殖的现状与展望[J]. 饲料广角, 2004(10): 17-19.
- [4] 卢静, 李德尚. 对虾池的放养密度对浮游生物群落的影响[J]. 水产学报, 2000, 24(3): 240-246.
- [5] 查广才, 周昌清, 黄建荣, 等. 凡纳滨对虾养殖池微型浮游生物群落及多样性[J]. 生态学报, 2004, 8(24): 1748-1755.
- [6] 郭皓, 于占国. 虾池浮游植物群落特征及其与虾病的关系[J]. 海洋科学, 1996, 20(1): 39-44.
- [7] 胡鸿均, 李尧英, 魏印心, 等. 中国淡水藻类[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2006-10-01.
- [8] 彭聪聪, 李卓佳, 曹煜成, 等. 凡纳滨对虾半集约化养殖池塘浮游微藻优势种变动规律及其对养殖环境的影响[J]. 海洋环境科学, 2011, 30(2): 193-198.
- [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, 10(21): 36-44.
- [10] 孙儒冰, 李博, 诸葛阳, 等. 普通生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1997: 32-82.
- [11] 彭聪聪, 李卓佳, 曹煜成, 等. 虾池浮游微藻与养殖水环境调控的研究概况[J]. 南方水产, 2010, 6(5): 74-80.
- [12] 米振琴, 谢俊, 潘德博, 等. 精养虾池浮游植物、理化因子与虾病的关系[J]. 上海水产大学学报, 1999, 8(4): 304-308.
- [13] 沈国英, 林均民, 黄凌风, 等. 对虾养殖早期虾池初级生产力及其作用的调查研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1992, 31(2): 188-193.
- [14] 林元烧, 曹文清, 曾文德, 等. 斑节对虾摄食量与生长率的研究[J]. 台湾海峡, 1994, 3(13): 37-42.
- [15] 张硕, 董双林, 王芳. 人工配合饲料与天然饵料对中国对虾生长的贡献[J]. 中国水产科学, 2001, 9(8): 54-57.