

# 低洼盐碱地鱼虾混养塘中的浮游生物\*

李宽意 刘正文 高 光 吴庆龙 胡耀辉 胡文英

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

**提 要** 1997 年 5~9 月低洼盐碱地鱼虾混养塘中的浮游生物数量与生物量的月变化特点为: 浮游植物中隐藻、裸藻与硅藻生物量在实验期间较高, 蓝藻与绿藻在数量上占优势, 进入秋季后蓝藻数量逐渐超过绿藻; 浮游动物中原生动物、桡足类数量分别在 5、6 月份占优势, 桡足类生物量这两个月占绝对优势, 轮虫、原生动物的数量分别在 7、8 月份优势明显。结果表明实验期间小型浮游生物数量增加。分析表明, 低洼盐碱地池塘水体浮游生物的变化与水体营养盐的含量、水产经济动物(鱼虾)、水温等因素密切相关。

**关键词** 浮游生物 鱼虾混养塘 低洼盐碱地

**分类号** Q179.1

鱼塘水体中的浮游生物不仅是鱼、虾幼体及鲢(*Hypthalmichthys molitrix*)、鳙(*Aristichys nobilis*)等滤食性鱼类的重要饵料, 而且对养殖水体中的物质循环有重要影响。研究鱼虾混养塘中的浮游生物对于干旱缺水或不便引水地区的水产养殖业有重要意义, 因为针对浮游生物的变化可采取相应的饵肥料措施, 有的放矢地调控水质, 获取养殖丰收。

## 1 材料与方 法

### 1.1 实验塘概况

实验于 1997 年 5~9 月进行, 实验塘设置在中国科学院南京地理与湖泊研究所辛店试验基地, 其所在地原为一典型低洼盐碱地, 经鱼塘—台田生态工程技术改造成塘田系统区, 鱼塘养鱼养虾、台田种果树庄稼, 生态、经济效益显著。实验塘两个, 分 1 号塘、2 号塘(表 1), 池底淤泥厚 30~50cm, 水深 0.8~1.2m。实验前做好清塘、肥水、设置附着物等准备工作。

表 1 实验塘概况

Tab.1 The data of the experimental ponds

塘号	面积 ( $\text{hm}^2$ )	苗种	体长 ( $\text{mm}$ )	放养密度 ( $\text{万尾}/\text{hm}^2$ )	出塘规格 ( $\text{尾}/\text{kg}$ )	产量 ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )
1 号	0.109	罗氏沼虾	7.0~8.0	18.35	90	822.02
		鲢	8.0~10.0	4.59	22	1222.94
2 号	0.199	罗氏沼虾	7.0~8.0	7.47	90	216.90
		鲢	8.0~10.0	2.51	22	560.68

\* 中科院创新项目(CXNIGLAS-A02-03)“九五”攻关项目(96-008-04-02)及中科院农业重大项目(NK95-01-01)共同资助

收稿日期 2001-11-10; 收到修改稿日期 2002-08-27. 李宽意, 男, 1971 年生, 助理研究员.

## 1.2 水样采集与分析、计数

每月 15 日前后在实验塘定点采集表层 0.5m 水样,进行浮游动植物的定性、定量及水质分析.水质分析为常规分析法<sup>[1]</sup>.为分析浮游植物,采水样 1000mL 加鲁哥氏液(Lugol's solution) 15mL 摇匀后静置 24h 以上,浓缩至 30mL 后摇匀取 0.1mL,放入计数框中在显微镜下按视野法计数,每瓶水样取样两片计数,取其平均值.原生动物与小型轮虫检测水样用浮游植物定量水样,取 0.1mL 全片计数,两片平均.浮游甲壳类与大型轮虫采 5L 水用 25 号筛绢网过滤,全量计数.镜检结果按体积法换算成生物量<sup>[2]</sup>.

## 2 结果与分析

### 2.1 浮游植物

1 号塘浮游植物月平均数量为  $7468.8 \times 10^4$  ind/L,平均生物量为 37.225mg/L,2 号塘浮游植物月平均数量为  $6996.8 \times 10^4$  ind/L,平均生物量为 40.870mg/L,两塘均以蓝藻数量最多,隐藻生物量最高.优势藻类为小箍藻(*Trochiscia reticularis*)、十字藻(*Crucigenia apiculata*)、四尾栅藻(*Scenedesmus quadricauda*)、银灰裂面藻(*Merismopodia glauca*)、具星小环藻(*Cyclotella stelligera*)、中华尖头藻(*Raphidiosis sinensia*)等.

1 号塘浮游植物优势类群为绿藻与蓝藻,5 月中旬绿藻数量为 880 万个/L 为优势类群,6 月份绿藻数量上升到极大值( $6512 \times 10^4$  ind/L)优势更明显,同时,蓝藻也在大量繁衍,数量上升.此后,绿藻数量不断下降蓝藻数量继续上升,7 月初蓝藻取代绿藻成为优势类群,7 月中旬蓝藻数量达最大值( $7632 \times 10^4$  ind/L),优势极显著.此后,蓝藻数量明显下降绿藻数量缓慢回升,到 8 月中旬绿藻达  $2840 \times 10^4$  ind/L,数量上略占优势,9 月蓝藻数量再次明显上升并取代绿藻.蓝、绿藻虽在数量上占优势但其生物量所占比例较低,生物量贡献最大的是隐藻、裸藻与硅藻.5 月中旬隐藻生物量为 9.392mg/L,占总量的 53.22%,6 月份裸藻生物量达 11.68mg/L,占总量的 54.56%,7 月份隐藻生物量再次达最大值 18.824mg/L,占总量的 51.34%,8 月份硅藻生物量为 31.944mg/L,占总量的 60.13%,9 月份隐藻生物量第三次达最大值 28.06mg/L,占 48.99%.2 号塘浮游植物各类群的变化趋势与 1 号塘相似.

### 2.2 浮游动物

1 号塘浮游动物月平均数量为 21489.6ind/L,月平均生物量为 9.86mg/L,其中原生动物的数量最多,占浮游动物总数的 82.89%,枝角类数量最少,仅占 0.03%,轮虫、桡足类数量分别居第二、三位.生物量最大的是桡足类,占浮游动物总生物量的 80.43%,枝角类生物量最低,仅占 1.83%,前者是后者的 44 倍之多,生物量居二、三位的分别是原生动物与轮虫.2 号塘浮游动物月平均数量为 18112.1ind/L,月平均生物量为 9.38mg/L,与 1 号塘相似,数量最多的是原生动物,生物量最高的是桡足类.原生动物优势属种为砂壳虫(*Diffugia*)、轮虫类为异尾轮虫(*Tvichocerca*)、晶囊轮虫(*Asplanchna*);枝角类为秀体溞(*Daphanosoma*);桡足类为剑水溞(*Mesocyclops*).

1 号塘中原生动物 5、8 月份数量上占明显优势,分别达到 22650ind/L、46050ind/L,占该月总数的 77.43%、91.60%,6、7 月份数量较少,为非优势类群,原生动物生物量所占比例较低,5、6、7 月生物量及所占百分比分别为:1.133mg/L、4.47%、0.038mg/L、0.45%、0.09mg/L、6.95%,但在 8 月份生物量达 2.303mg/L,所占百分比上升为 53.32%,成为该月生物量最大的类

群. 轮虫类在数量上除了在 7 月份占优势( 数量 2400 个/L、占百分比 56.89% )外, 在其它月份都较少. 轮虫生物量在 7 月份总生物量较少情况下占较大优势, 为 0.72mg/L, 占 55.61%. 8 月份生物量较 7 月份高, 但所占百分比只有 30.57%. 桡足类在数量上只有 6 月份为优势类群, 达 1309ind/L, 占 59.02%, 但 5 月份桡足类的绝对数量却比 6 月份高得多, 达 5700.8ind/L( 该月数量百分比为 19.49% ), 生物量达 22.824mg/L( 该月生物量百分比为 90.02% ), 比其它类群各月生物量的总和还要多. 枝角类在数量与生物量上都不占优势. 2 号塘浮游动物各类群的变化趋势与 1 号塘相似.

## 3 讨论

### 3.1 水环境对浮游生物的影响

浮游生物的变化与其自身组成、水体营养盐、滤食性鱼类、水温等都密切相关. 实验结果表明, 两塘浮游植物与浮游动物数量高峰期恰好相反, 浮游植物丰度最高时浮游动物的数量跌至最低谷, 浮游植物群落数量稀少时浮游动物却相对丰富得多. 这是由于浮游动物数量多, 密度高时, 浮游植物被捕食压力加剧, 数量就不断减少; 相反, 浮游动物数量少密度较衡时, 浮游植物被捕食压力减轻, 藻类不断繁衍数量不断扩张. 这说明浮游植物与浮游动物之间的关系是此消彼长, 相互牵制的.

浮游生物的变化受水体营养盐的影响<sup>[3-4]</sup>. 本实验硅藻的月平均数量仅次于蓝藻与绿藻, 其月平均生物量仅次于隐藻, 可能与低洼盐碱地鱼塘硅的含量较高有关.  $\text{SiO}_2$  的含量为 4.5 ~ 9.4mg/L<sup>[5]</sup>. 从表 2 可知, 随着水体营养程度的增加, 浮游动物生物量有明显减少趋势, 而浮游植物与浮游生物总量有显著增加趋势. 对表 2 数据采用 Pearson 相关分析列表 3, 表 3 表明总氮与浮游植物生物量显著相关, 与浮游动物生物量呈负相关; 总磷与浮游植物生物量相关, 与浮游动物生物量呈负相关. 这结果与 Michad Lynch and Joseph Shapir( 1981 )所报道的不一致, 他们通过一系列围隔实验认为, 不管是否有鱼, TN、TP 的增加对浮游植物总量没有定量影响<sup>[6]</sup>. 实验结果的不一致可能与实验中氮磷浓度水平不同有关.

表 2 水体 N、P 含量与浮游生物的关系

Tab.2 N、P and biomass of plankton in shrimp ponds

项目	月份	TN (mg/L)	TP (mg/L)	浮游植物 (mg/L)	浮游动物 (mg/L)	浮游生物总量 (mg/L)
一号塘	5	2.340	0.243	17.648	25.356	43.004
	6	5.041	0.544	21.408	8.477	29.885
	7	4.418	0.553	36.665	1.295	37.960
	8	7.031	0.835	53.122	4.319	57.441
	9	5.810	0.553	57.280	-	-
二号塘	5	2.340	0.243	17.648	25.356	43.004
	6	4.678	0.286	41.220	7.404	48.624
	7	4.258	0.524	37.226	1.748	38.974
	8	7.031	0.835	46.683	3.005	49.688
	9	6.297	0.623	61.572	-	-

表 3 水体中 TN 与 TP 与浮游生物生物量的相关关系

Tab.3 Correlation between TN (TP) and biomass of plankton in fishpond

项目	TN	TP	浮游植物	浮游动物	浮游生物
TN					
TP	0.905 **				
浮游植物	0.830 **	0.658 **			
浮游动物	-0.769 *	-0.725 *	-0.786 *		
浮游生物	0.457	0.345	0.676	-0.075	

\* 表示  $p < 0.05$ ; \*\* 表示  $p < 0.01$ .

温度也是影响浮游生物变化的重要因素.例如:蓝藻数量随着水温上升而上升,1号塘蓝藻数量6月是5月的50倍,7月是5月的近120倍,但当水温上升到一定限度(7月15日水温在33.0℃以上),藻类繁殖生长受抑制,数量呈下降趋势,致使8月蓝藻数量只有5月的16倍,随着8月水温(30.0℃以下)下降蓝藻数量又有较大回升,9月蓝藻数量是5月的75倍之多.本实验期间水温一般在25℃以上,平均水温都在27.0℃以上,因此一直是喜高温的蓝、绿藻占优势群落,其它喜低温的藻类数量一直不高,金藻门甚至未检出.

### 3.2 虾对浮游生物的影响

浮游生物也与食浮游生物鱼类有关<sup>[7~8]</sup>.鱼类主要影响大型浮游动物的数量,国内外学者从各方面得到了证明.杨宇峰与黄祥飞通过围圈实验表明,在鲢鳙混养的围圈中,溞(*Daphnia*)、微型裸腹溞(*Moina micrura*)与短尾秀体溞(*Diaphanosoma brachyurum*)数量很少,而无鱼的围圈中,它们的数量较多<sup>[9]</sup>;Arcifa, Northcotet 和 Froehlich 围圈实验证实:在无鱼的围圈中,有大量的枝角类存在,而有鱼的围圈中这些枝角类均未出现<sup>[10]</sup>;Christoffersent 等也通过围圈实验证实了有鱼围圈中大型浮游动物生物量明显低于无鱼围圈,无鱼围圈中甲壳类占主导地位,而有鱼围圈中微囊藻属(*Microcystis*)、束丝藻属(*Aphanizomenon*)、鱼腥藻属(*Anabaena*)等藻类大量滋生<sup>[11]</sup>.本实验初期池塘水体桡足类较多,后期桡足类急剧下降而原生动物大量繁衍,枝角类数量与生物量一直较低,这可能是由于罗氏沼虾和鲢鱼对大型浮游动物枝角类与桡足类的优先摄食,减轻了原生动物与大型浮游生物竞争食物的压力,从而有助于原生动物的发展.同时由于大型浮游甲壳类的减少,降低了对浮游植物的捕食,造成了实验中浮游植物生物量上升.

### 3.3 浮游生物的变化与水产养殖关系

浮游生物是鱼虾幼苗及鲢鳙等滤食性鱼类的天然饵料,是鱼塘食物链的重要环节,且其中的浮游植物不仅是最主要的初级生产者,而且是鱼塘溶氧的重要来源.

由表2可得出,1号塘总氮与总磷之比为9.03:1,2号塘总氮与总磷之比9.80:1,两塘总磷与总氮比均与浮游藻类光合作用所需TN、TP比值(7~14:1)一致.事实上,两塘浮游植物的生物量(1号塘平均生物量为37.23mg/L,2号塘为40.87mg/L)较高,达到了高产鱼塘浮游植物生物量20~100mg/L的标准.据报道,鲢鳙鱼最合适的食物密度为10~20mg/L<sup>[12]</sup>,而两塘浮游生物的平均生物量(1号塘47.09mg/L,2号塘50.25mg/L)都远远超过这一密度,这说明滤食性鱼类的放养密度还不够,特别是2号塘鲢鱼的放养密度2.51万尾/hm<sup>2</sup>(表1)较低.1号塘浮游动物与浮游植物生物量之比为1:3.8,2号塘为1:4.4,而一般高产鱼塘浮游动物与浮游植物生物量之比为1:3<sup>[12]</sup>,这说明鱼塘浮游动物量偏少,浮游植物量偏多,而鱼塘只放养鲢鱼,未放鳙

鱼,这主要是沼虾(白鲢也有部分滤食作用)对浮游动物捕食的结果。

### 参 考 文 献

- 1 雷衍之等.淡水养殖水化学.广西 广西科学技术出版社,1993 57~60
- 2 何志辉.淡水浮游生物的生物量.动物学杂志,1979(4):53~56 A6
- 3 McQueen D J, Post R, Mills E L. Trophic relationships in freshwater pelagic ecosystems. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 1986, **43**: 1571~1581
- 4 Smith V H. Low nitrogen to phosphorus ratios favor dominance by blue-green
- 5 谷孝鸿.不同养殖类型池塘浮游生物群落结构的初步分析.湖泊科学,1994(3):276~282
- 6 Michael L Shapiro J. Predation, enrichment, and phytoplankton community structure *Limnol. Oceanogr.* 1981, **26**(1):86~102
- 7 Lazzaro X. A review of planktivorous fishes: their evolution, feeding behaviours, selectivities, and impacts. *Hydrobiologia*, 1987, **146**: 97~167
- 8 Northcote T G. Fish in the structure and function of freshwater ecosystems: a "top-down" view. *Can. J. fish. Aquat. Sci.*, 1988, **45**: 3612~379
- 9 杨宇峰,黄祥飞.鲢鳙对浮游动物群落结构的影响.湖泊科学,1992(3):78~86
- 10 Arcifa J L, Northcote T G, Froehlich O. Fish-zooplankton interaction and their effects on water quality of a tropical Brazilian reservoir. *Hydrobiologia*, 1986, **139**: 48~58
- 11 Christoffersen, et al. Potential role of fish predation and natural populations of zooplankton in structuring a plankton community in eutrophic lake water. *Limnol Oceanogr.*, 1993, **38**(3):561~573
- 12 谷孝鸿.渍涝洼地鱼塘中浮游动物的变化.湖泊科学,1992(1):77~83

## Plankton of Fish and Shrimp Culture Ponds in Saline-Alkaline Wetland

LI Kuanyi      LIU Zhengwen      GAO Guang      WU Qinglong  
HU Yaohui      HU Wenyong

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Science, Nanjing 210008, P. R. China)

### Abstract

This paper studied the plankton community of fish and shrimp culture ponds in saline-alkaline wetlands during May to September 1997. In terms of numbers, the species of Chlorophyta dominated the community of phytoplankton in May, June and August, and Cyanophyta were the main taxa in July and September. However, Cryptophyta, Euglenophyta and Bacillariophyta were the most important components of the phytoplankton community in terms of biomass. According to the analysis of biomass, Copepoda was predominant in May and June, and Rotifera and Protozoa dominated the zooplankton community in July and August, respectively. Our results also suggests that the changes in the plankton communities of the ponds in saline-alkaline wetlands are due to a number of factors including nutrient concentration, abundance of fish and shrimp and water temperature.

**Keywords**: plankton; culturing pond; saline-alkali wetland