

主养青鱼高产池塘的浮游植物和有机碎屑

王友亮 姚宏禄 吴乃薇 顾月兰 边文冀

(江苏省淡水水产研究所, 南京 210017)

提 要 本文报道了主养青鱼净产11.25、15吨/公顷·年两个产量级池塘的浮游植物和有机碎屑组成、现存量的研究结果:浮游植物丰度为20-60 mg/L,有机碎屑丰度为30-70 mg/L;浮游植物群落由7种优势种群交替组成,它们分别是隐藻(*Cryptomonas. spp*)、蓝裸甲藻(*Gymnodinium cyaneum*)、裸藻(*Euglena spp*)、针杆藻(*Synedra sp.*)和菱形藻(*Nitzschia sp.*)、尖头藻(*Raphidiopsis spp*)、裂面藻(*Merismopedia spp.*)、绿球藻类(*Chlorellaceae spp.*)、隐藻为主的鞭毛藻类占优势。文中还探讨了浮游植物与鱼池水质净化、浮游植物有机碎屑丰度与鱼产量的关系。

关键词 青鱼, 高产鱼塘, 浮游植物, 有机碎屑

浮游植物和有机碎屑是养鱼池塘生态系统中的主要基础饵料,也是衡量水体养殖生产潜力和水质等级的重要指标,Boyd、Schroeder 等人作了较系统的总结和报道[Boyd, 1990; Schroeder, 1978; Schroeder, 1981]。关于我国高产鱼池浮游植物组成、生物量或现存量、水华类型、水质等级、浮游植物初级生产力与鱼产量等已有较系统的报道[王武, 1981; 何志辉, 1979、1983、1985; 吴乃薇等1992; 姚宏禄, 1991; 姚宏禄等, 1987、1990; 雷衍之等, 1983; 颜京松和姚宏禄, 1989]。湖泊有机碎屑的定量测定也有过报道[林婉莲等, 1984]。而主养青鱼高产池塘的浮游植物和有机碎屑的研究尚未见报道。现将我们1983-1984年在苏州对主养青鱼高产池塘的浮游植物和有机碎屑的组成、现存量、变化规律及其同鱼池水质净化、鱼产量之间的关系等进行的系统观测、分析和总结作一报道,以期改善水质、调整混养结构、提高产品质量、产量和饲养管理水平等方面,提供有关技术参数和理论依据。

一、材 料 和 方 法

(一) 鱼池情况

试验点为苏州市郊区长青乡申庄和吴县黄桥乡占上养鱼场,位于东经120°51'、北纬30°09'处。1983、1984年太阳总辐射能量分别为45880.2和45142.0 GJ/公顷·年;年平均气温分别为16.3℃和16.0℃。3-11月(生长期)的水温变动范围为9-34℃、平均水温21℃左右。选点观测的6口鱼池进行以青鱼为主的高产养殖试验结果,在1987年已有报道[姚宏禄等, 1987]。依鱼池产量高低分为净产11.25吨/公顷·年和15吨/公顷·年两个鱼产量级别;依主养鱼所占净产量比重分为主养青鱼型和青草鱼并重型。各观测鱼池的面积、水深、净产量及每种鱼占鲜鱼总净产

量的比例如表1。

表1 鱼池基本情况
Table 1 General condition of fish ponds

池 名	年份	面积 (公顷)	水深 (米)	鲜鱼总净产量 (千克/公顷·年)	每种饲养鱼占鲜鱼总净产量的百分数 (%)							
					青鱼	鲤鱼	团头鲂	草鱼	鲢	鳊	白鲫	鲫鱼等
苏州申庄												
边基地	1983	0.60	2.6	10548.00	43.5	17.0	8.1	2.3	18.2	3.4	7.4	0.1
西眼池	1983	0.44	3.0	12644.30	33.0	20.0	7.9	8.9	19.5	3.7	2.6	4.4
东眼池	1983	0.47	2.5	11025.60	43.6	16.3	5.2	5.9	17.5	4.9	5.6	1.0
吴县占上												
1号池	1983	0.60	2.8	12165.00	41.2	13.8	9.9	10.3	13.2	5.2	3.5	2.9
14号池	1983	0.61	2.9	12282.75	35.6	11.0	10.0	15.0	13.1	5.0	4.9	5.4
苏州申庄												
西眼池	1984	0.44	3.0	14670.00	33.0	21.3	11.2	6.9	17.2	7.0	2.3	1.1
东眼池	1984	0.96	2.5	13806.00	36.3	17.6	10.0	4.5	20.3	5.4	3.5	2.4
吴县占上												
1号池	1984	0.60	2.8	15180.00	18.4	17.7	10.9	20.9	18.2	6.8	3.1	4.0
9号池	1984	0.77	2.9	15666.00	21.9	14.5	9.1	22.7	18.3	6.5	4.3	2.7
14号池	1984	0.61	2.9	15252.75	22.9	18.2	10.0	17.4	17.0	7.1	3.8	3.6

(二) 观测方法

每年从4月开始,逐月采集水样,至11月结束。1983-1984年共采集水样150个,其中定量分析水样69个。

采集水样点选在池心,每次采取中上层(水深1 m 以上)水样1000 ml,加入15 ml 鲁哥氏液固定48小时以上,后浓缩至30 ml 左右,加福尔马林固定。

测定时将浓缩水样准确地稀释至40 ml,充分摇匀,取0.1 ml 置于浮游植物计数框内,用 OLYMPUS BH-2型高级显微镜,10×40倍观测10个视野。对大型藻类实行全片计数。

将计数结果换算成每升个数,然后按照各种藻类个体体积换算成生物量[何志辉,1979]。碎屑按啮蚀隐藻(*Cryptomas erosa*)大小计数,取平均体积换算成湿重。小型和微型藻类合并到属,按照属平均体积换算成生物量。

二、结果和讨论

(一) 浮游植物与有机碎屑丰度

浮游植物与有机碎屑现存量的测定数据如表2。从6口鱼池69个定量水样分析得出:浮游植物生物量在10 mg/L 以下的出现频度为5.8%,10-20 mg/L 的为9.1%,20-60 mg/L 的为62.0%,60-90 mg/L 的为14.4%,100 mg/L 以上的为8.7%(图1)。

表2 主养青鱼高产池塘的浮游植物和有机碎屑含量

Table 2 Contents of phytoplankton and organic-detritus in high-output fish ponds with the Black carp as the major cultured species

池名	年份	样本数	浮游植物 (毫克/升)							有机碎屑 (毫克/升)	浮游植物 +有机碎屑 (毫克/升)
			总量	隐藻	硅藻	裸藻	绿球藻	蓝藻	其它藻类		
苏州申庄											
西眼池	1983	7	33.28	15.62	3.95	4.79	4.44	4.19	0.29	67.06	100.34
	1984	6	46.77	15.91	0.88	2.49	7.97	16.30	3.22	35.69	82.46
东眼池	1983	8	47.16	25.59	2.33	3.79	5.50	5.48	4.47	68.17	115.33
	1984	6	63.61	35.08	7.32	2.82	8.86	8.76	0.77	80.80	144.41
边基池	1983	7	64.53	20.43	3.21	13.81	4.18	3.11	19.79	51.56	116.09
吴县占上											
1号池	1983	7	34.88	12.94	2.65	10.56	3.15	2.97	2.61	48.01	82.89
	1984	7	73.15	16.96	2.97	21.48	4.00	7.96	19.78	39.22	112.37
14号池	1983	7	31.53	10.60	2.59	7.72	4.34	5.54	0.74	62.09	93.62
	1984	7	33.53	7.93	3.48	8.75	4.80	3.89	4.68	40.26	73.79
9号池	1984	7	61.26	11.29	2.50	10.51	4.87	0.69	31.40	63.10	124.36
\bar{X}				17.23	3.19	8.67	5.21	5.88		55.59	
$\bar{\delta}$				7.66	1.58	5.56	1.71	4.13		14.13	
变动范围				7.93	0.88	2.49	3.15	0.69		35.69	
				35.08	7.32	21.48	8.86	16.30		67.03	

浮游植物月平均生物量为48.97 mg/L,整个鱼类生长季节的丰度通常大于10 mg/L,能满足滤食性鱼对浮游生物密度不小于10 mg/L的需求。鱼产量的增加也引起浮游植物丰度的相对增加:11.25吨/公顷·年产量级(1983年)鱼池浮游植物平均生物量为42.28 mg/L;而15吨/公顷·年产量级(1984年)鱼池平均浮游植物生物量上升为55.66 mg/L。上述频度分布还表明,高产鱼池浮游植物丰度一般维持在适中水平,只在特定条件下出现过或过低现象。分析水样中,浮游植物量超过100 mg/L的水样仅6个,如1983年7月申庄边基池同时出现蓝裸甲藻和绿色裸藻水华,生物量高达169.41 mg/L;浮游植物量低于10 mg/L的水样有4个,如1983年8月占上1号池生物量仅7.0 mg/L,这与该池出现藻类大量死亡的“转水”有关。

对有机碎屑的定量分析表明,在69个水样中超过10 mg/L的水样出现频度占94.2%;超过100 mg/L的水样出现频度为13.6%;小于10 mg/L的水样仅4个(图2)。

有机碎屑主要包括死亡浮游生物、残饵及鱼类粪便,碎屑中常附生许多细菌。它构成滤食性鱼类饵料的重要部分。其现存量常相当于(1:1)或大于浮游植物生物量。

有机碎屑的变动主要与滤食性鱼摄食强度、浮游生物死亡率、鱼类排粪量及投饵量等有关。有机碎屑月平均湿重是55.59 mg/L,各试验塘的数据如表2。

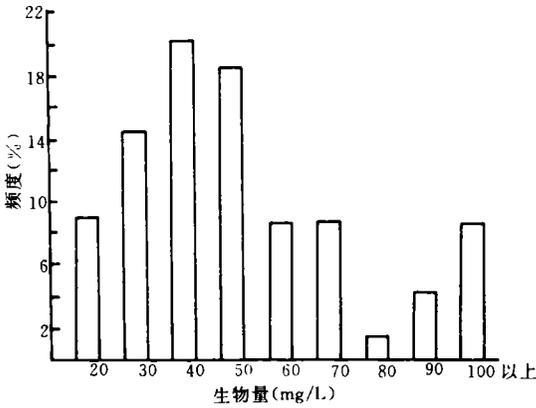


图1 浮游植物生物量的频度分布

Fig. 1 Percentage occurrence of standing biomass of phytoplankton

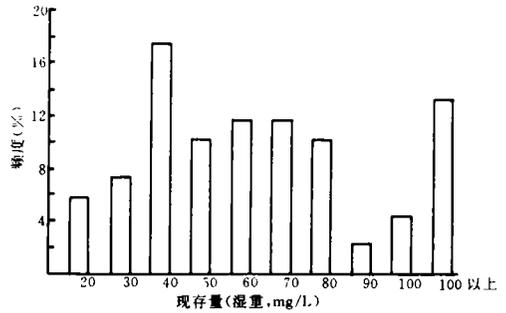


图2 有机碎屑现存量的频度分布

Fig. 2 Percentage occurrence of standing crop of organic-detritus

(二) 浮游植物和有机碎屑丰度的季节变化

浮游植物与有机碎屑丰度的季节变化如图3。浮游植物呈明显的季节变化,4月生物量较高,5、6月下降,7、8月及9、10月呈持续上升趋势,但仍低于4月。这显然与浮游植物增殖速率、滤食性鱼摄食强度等直接有关。4月份水温较低,鱼的现存量不高,滤食性鱼类摄食强度尚弱,浮游植物便大量繁殖和积累;随着水温逐渐升高,鱼类现存量日渐增长,滤食性鱼类摄食强度日渐增加,5、6月的摄食旺盛,对浮游植物的消耗显著增大,使浮游植物生物量处于低谷。进入盛夏,尽管滤食性鱼类及杂食性鱼类摄食旺盛,但浮游植物增殖率(或初级生产力)也增大并达到高峰[姚宏禄等,1990],因而浮游植物生物量呈逐渐增加趋势。

由图3,有机碎屑现存量在4、5、6月逐渐增加,季节变化趋势与浮游植物几乎相反。即浮游植物的增长直接影响有机碎屑现存量,每当出现藻类暴死现象时,有机碎屑现存量则大量增加。浮游植物与有机碎屑的这种互补性,为滤食性和杂食性鱼提供了较丰富的基础饵料。浮游植物生物量(X, mg/L)和有机碎屑现存量(Y, mg/L)之间的相关分析结果为(图4):

$$Y = -0.742X + 94.19, n = 9, r = -0.602, (P < 0.05).$$

由表2统计结果,可以确定主养青(鲤)鱼型和青草鱼并重型高产鱼池的主要浮游植物组成丰度为:

隐藻类	10-20 mg/L;	蓝藻类	3-8 mg/L;
裸藻类	5-10 mg/L;	绿球藻类	3-8 mg/L;
蓝裸甲藻季节性出现	50-100 mg/L;	硅藻类	2-4 mg/L.

由表2还可看出,以青(鲤)鱼为主的申庄高产池和青草鱼并重型的占上高产池的各大类浮游植物组成是有差异的,尤以隐藻和裸藻的差异显著。申庄高产池的隐藻生物量都高于占上高产池;相反,占上高产池的裸藻生物量都明显高于申庄高产池。这既反映两者养殖方法上的差

异,也反映了增加草鱼放养量和投草量更有利于裸藻的生长繁殖。两裸藻的繁荣则可能抑制了隐藻的增长。

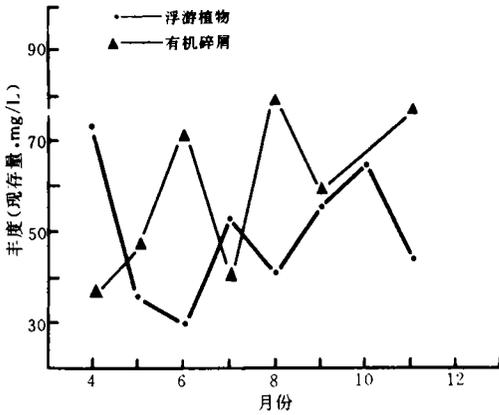


图3 浮游植物和有机碎屑丰度的季节变化

Fig. 3 Seasonal distribution of abundance of phytoplankton and organic-detritus

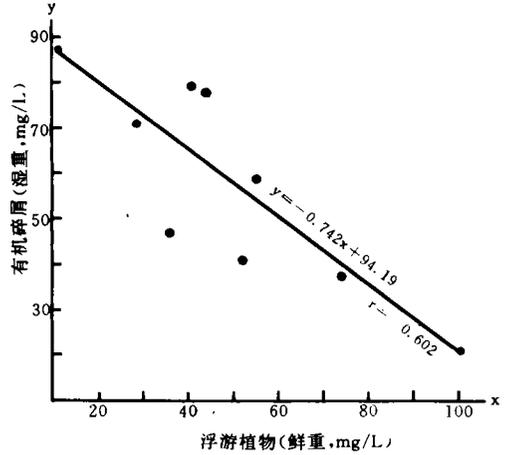


图4 浮游植物与有机碎屑相关图

Fig. 4 The relationship between phytoplankton biomass and organic detritus standing crop

(三) 浮游植物群落的优势种群

根据鱼池浮游植物群落中的藻类组成、数量和生物量分析,确定其优势种群。

1. 隐藻属(*Cryptomonas*) 隐藻为所有鱼池中的优势属种。从4-11月,数量与生物量都较高,达100-877万个/L,平均 421 ± 194 万。其中以4月和9月数量最高。主要种类为啮蚀隐藻(*Cryptomonas eros*)。隐藻门的蓝隐藻数量变动很大,但其生物量较小,也可作为隐藻类优势属种的组成之一。

2. 蓝裸甲藻(*Gymnodinium cyaneum*) 该藻多发生在仲夏与仲秋。在分析水样中,最大数量达207万个/L,生物量达124.2 mg/L。在观测鱼池中,有3口池的数量和生物量很高;1口池虽未检出,但观察到该种水华,可能与漏采水样有关。

3. 裸藻(*Euglena* spp.) 以绿裸藻(*E. viridis*)、尖尾裸藻(*E. oxyuris*)和梭形裸藻(*E. acus*)为主要种类,数量多达每升百万以上,生物量达100 mg/L以上,发生时间多在初夏和夏末初秋。

4. 针杆藻(*Synedra* spp.)与菱形藻(*Nitzschia* spp.) 主要种类为尖针杆藻(*Synedra acus*)和新月菱形藻(*Nitzschia closterium*)。4-5月、8-9月大量出现,数量多达1千万个/L,镜检出现率很高。如1983年5月边基池水样中,数量达1036万个/升,生物量达8.29 mg/L;1984年5月东眼池水样中,数量达853万个/L,生物量达6.83 mg/L,在同年9月水样中,数量达1143万个/L,生物量达9.14 mg/L。在4月或5月、8月或9月,其它各塘的数量都在百万个/L以上。

5. 尖头藻(*Raphidiopsis* spp) 该优势种群主要由弯曲尖头藻(*R. curvata*)和中华尖头藻(*R. sinensis*)组成。常在8月或9月出现,数量多达1千万个/L以上,生物量多达15 mg/L以上。

伴随该优势种出现的有弓形藻属中的硬弓藻(*Schroederia robusta*)、纤维藻属(*Ankistrodesmus*)以及针状蓝纤维藻(*Dactylococopsis acicularis*)等微细的丝状藻类。

6. 裂面藻(*Merismopedia spp*) 8、9月份发生,主要种类为点状裂面藻(*M. punctata*)等3种,数量常达1千万个/L以上。

7. 绿球藻类(*Chlorellaceae spp.*) 常见属种为小球藻属(*Chlorella*)中的小球藻(*Ch. vulgaris*),栅藻属(*Scendesmus*)中的二形栅藻(*S. dimorphus*)及数种小形栅藻,十字藻属(*Crucigenia*)中的四足十字藻(*C. tetrapedia*)、十字藻(*C. apiculata*)和四角十字藻(*C. quadrata*),四角藻属(*Tetraëdron*)中的膨胀四角藻(*T. tumidulum*)、微小四角藻(*T. minimum*)和具尾四角藻(*T. caudatum*),以及蹄形藻属(*Kirchneriella*)、集星藻属(*Actinastrum*)、纤维藻属(*Ankistrodesmus*)、四星藻属(*Tetrastrum*)等属的种类。数量多在1千万个/L,在整个鱼类生长期间的数量都很大,尤以8、9月份最多。绿球藻类多是微型藻类,生物量虽不大,但数量较多,对水色的影响大。故其优势种群可依个体数量而定。

(四) 浮游植物与鱼池水质

浮游植物的种类组成可反映鱼池水质状况。以隐藻、裸藻、蓝裸甲藻为主的鞭毛藻类是嗜有机质的;绿球藻类的组成种类也是嗜有机质的。以它们为主的藻类群落便反映了鱼池水中的有机质含量丰富。经测定,其有机物耗氧量为12.76-15.57 mg/L。其中主养青鱼型池塘的耗氧量平均为13.3 mg/L;青草鱼并重型池塘的耗氧量平均为15.3 mg/L。

浮游植物在鱼池水体自净过程中常起到重要作用。如鞭毛藻类具有两型营养,既可利用光能吸收无机碳(C)进行光合作用,又可吸收有机碳进行异养生活;既可吸收溶解有机质,还可吞食颗粒有机物质,可不断地降低池水中的有机质含量。同时,藻类本身分泌的有机质,以及藻类死亡解体产生的大量有机碎屑乃是高产鱼池有机质的一个重要来源。这又丰富了食物网,促进了鱼池物质和能量的良性循环。

浮游植物在水体自净作用中,还可从环境中吸收大量无机氮(N)素[Schroeder, 1987],减少NH₃积累。加之藻类的光合作用,使水体处于氧化状态,更减少了NH₃、H₂S和CH₄等有害气体的产生。同时,浮游植物的光合作用产氧乃是高产养鱼池塘溶解氧(DO)的主要来源。本研究得出:浮游植物光合产氧常占高产鱼池溶解氧来源的80-90%[姚宏禄, 1988]。

(五) 浮游植物、有机碎屑和鱼产量

主养青鱼(含青草鱼并重型)池塘净产鱼为11.25吨/公顷·年(1983)级、15吨/公顷·年(1984)级的滤食性鱼类产量分别为2664-3262 kg/公顷·年(1983)、3888-4402 kg/公顷·年(1984)。且1984年滤食性鱼产量和非滤食性鱼产量均有显著增长,同时浮游植物的生物量和初级生产力均有较大幅度的增加,仅有机碎屑现存量增降不一(表3)。

究竟滤食性鱼类产量达到多大比较适宜呢?非滤食性鱼与滤食性鱼的混养比例多少比较恰当呢?鲢鳙等鱼类主要生长期为4-10月的200天左右,池塘浮游植物及有机碎屑分布平均水深为2米左右。设浮游植物平均生物量(或现存量)为最大密度,则保持其1/2倍的最大密度可达

表3 主养青鱼高产池塘的浮游植物、有机碎屑与鱼产量

Table 3 The phytoplankton organic-detritus and fish yield of high-output fish ponds with the Black carp as the major cultured species

池名	年份与净增减率(%)	浮游植物平均生物量(毫克/升)			浮游植物的净初级生产力(湿重, 千克/公顷)	有机碎屑现存量(毫克/升)	鲜鱼净产量(千克/公顷)			
		总量	隐藻	其它藻类			总净产量	滤食性鱼产量	非滤食性鱼产量	
苏州申庄西眼池	1983	33.28	15.62	27.66	109	119.30	67.06	12644.30	3262.23	9382.07
	1984	46.77	15.91	40.86	113	511.30	35.69	14670.00	3887.55	10782.45
	净增减率	+40.53	+1.86	+47.72	+4.02	-46.78	+16.02	+19.17	+14.93	
东眼池	1983	47.16	25.59	21.57	106	703.70	68.47	11025.60	3087.17	7938.43
	1984	63.61	35.08	28.53	115	377.80	80.80	13806.00	4031.35	9774.65
	净增减率	+34.88	+37.08	+32.27	+8.13	+18.01	+25.22	+30.58	+23.13	
吴县占上1号池	1983	34.88	12.94	21.94	未测	48.01	12165.00	2664.14	9500.86	
	1984	73.15	16.96	57.19	未测	39.22	15180.00	4402.15	11263.85	
	净增减率	+109.72	+31.07	+160.67	—	+22.41	+24.78	+65.24	+18.56	
14号池	1983	31.53	10.60	20.93	未测	62.02	12282.75	2825.03	9457.72	
	1984	33.53	7.93	25.60	123	590.90	40.26	15252.75	4255.52	10997.23
	净增减率	+6.34	-25.19	+22.31	—	-35.09	+24.18	+50.64	+16.28	

较高的增殖率(张雁秋,1985),亦即浮游植物有一半可被滤食性杂食性鱼类、浮游动物等摄食或自然死亡。据何志辉等[1983]的分析:浮游植物自然死亡约占19%,轮虫等浮游动物摄食28%,杂食性鱼类摄食3-12%,剩下40-50%可作为鲢鳙等滤食性鱼的饵料,饵料系数按20估算[何志辉等,1983]。相应的,有机碎屑现存量可被利用的也只能取50%,其中可作为鲢鳙等滤食性鱼类的饵料也取50%,饵料系数按50[Schroeder,1978]计算得出:1984年申庄养鱼场西眼、东眼鱼池浮游植物产滤食鱼能力平均为2761.5 kg/公顷、有机碎屑产鱼能力为1165.8 kg/公顷,两者之和为3927.3 kg/公顷;1984年占上养鱼场1号、9号、14号池浮游植物产鱼能力为2800.4 kg/公顷,有机碎屑产鱼能力为951 kg/公顷,两者之和为3751.4 kg/公顷。亦即1984年15吨/公顷鱼产量级池塘产滤食性鱼类的能力可达3751.4-3927.3 kg/公顷。若再加上浮游动物等供产滤食性鱼的能力,则估算总产量可超过4000 kg/公顷。对照表1所列1984年各池的鲢鳙白鲫实际鱼产量为3887.6-4558.8 kg/公顷。可见估算与实际产量基本吻合。上述分析和估算较符合实际,也易于应用实施。

本文为江苏省科委资助的重点科研项目。课题负责人姚宏禄现在江苏省水产技术推广站工作;本文由王友亮、姚宏禄执笔撰稿。

(1) 张雁秋,1985.风眼莲生长与密度等因素关系及对净化利用的影响.江苏生态(1985).

参 考 文 献

- [1] 王 武, 1981. 高产成鱼池蓝绿裸甲藻水华的研究. 水产学报, 5(4):351-360.
- [2] 何志辉, 1979. 淡水浮游生物的生物量. 动物学杂志, (4):53-56.
- [3] ——, 1985. 从“看水”经验论养鱼水质的生物指标. 水生生物学报, 9(1):89-98.
- [4] 何志辉等, 1983. 无锡市河埭口高产塘水质研究 I, 浮游生物. 水产学报, 7(4):287-300.
- [5] 吴乃薇等, 1992. 主养青鱼池塘生态系统能量转换率的研究. 应用生态学报, 3(4):333-338.
- [6] 林婉莲等, 1984. 武汉东湖颗粒有机碎屑现存量的测定. 水生生物学集刊, 8(3):323-329.
- [7] 姚宏禄, 1991. 主养鲢鳙非鲫高产池塘的初级生产力. 南京林业大学学报, 15(增刊:生态学专辑):27-32.
- [8] 姚宏禄等, 1987. 池塘主养青鱼的生态因子与综合技术的研究. 水产养殖, (2):1-7.
- [9] ——, 1990. 主养青鱼高产池塘的初级生产力及其能量转化为鲢、鳙产量的效率. 水生生物学报, 14(2):114-128.
- [10] 雷衍之等, 1983. 无锡市河埭口高产鱼池水质研究(I, 水化学和初级生产力). 水产学报, 7(3):185-199.
- [11] Boyd, C. E., 1990. *Water quality in ponds for aquaculture. Alabama agriculture experiment station, Auburn University. Printed by Birmingham Publishing Co. Birmingham, Alabama, PP. 101-135*
- [12] Schroeder, G. L., 1978. Autotrophic and heterotrophic production of micro-organisms in intensely manured fish ponds and related fish yields. *Aquaculture*, 14:303-325.
- [13] Schroeder, G. L., 1987. Carbon and nitrogen budgets in manured fish pond on Israel's Coastal Plain. *Aquaculture*. 62:259-279.
- [14] Yan Jingsong and Yao Honglu, 1989. Integrated fish culture management in China. eds, "Ecological Engineering": An Introduction to Ecotechnology. J. Wiley and Sons, Inc., New York. PP. 375-408.

PHYTOPLANKTON AND ORGANIC-DETRITUS IN HIGH-OUTPUT FISH PONDS WITH BLACK CARP AS THE MAJOR CULTURED SPECIES

Wang Youliang, Yao Honglu, Wu Naiwei, Gu Yuelan and Bian Wenji

(*Jiangsu Provincial Freshwater Fisheries Research Institute, Nanjing 210017*)

ABSTRACT The phytoplankton population and organic-detritus of high-output (11.25—15 metric tons/ha. yr) fishponds with black carp as the major cultured species were studied during 1983—1984. The results indicated that the standing biomass of phytoplankton(wet) was 20—60mg/L and the standing crop of organic-detritus was 30—70mg/L. The dominant species of the studied phytoplankton community are *Cryptomonas* spp., *Gymmodinium cyaneum*. *Euglena* spp., *Synedra* spp., *Nitzschia* spp., *Raphidiopsis* spp., *Merismopedia* spp. and *Chlorellaceae* spp., which formed the water bloom alternately. The paper also studied the relationship between phytoplankton and water quality, and the relation between a bundance of phytoplankton organic-detritus and fish output.

KEYWORDS black carp, high-output fishponds, phytoplankton, organic-detritus