

金州鱼种场浮游生物和水肥度控制的研究

何志辉 李永函

(养 殖 系)

提 要

在金州鱼种场22个鱼池中比较浮游植物状况和白鲢的生长和发育的关系。结果表明：1. 当水中以隐藻、血红裸藻、单鞭金藻等鞭毛藻类占优势时，白鲢生长良好；2. 以粉状微囊藻、蓝球藻、蓝纤维藻、平裂藻之类极小型蓝藻占优势的水中，白鲢的亲鱼发育和鱼种生长都不好，但蓝藻中拟鱼腥藻占优势时，鱼类生长特佳；3. 在养鱼池密养的条件下，必须保持15~20毫克/升以上的浮游植物量才能保证白鲢的快速生长。

1978和1980两年学习南方渔农施肥和管水的方法，成功地在盐碱性水质的池塘中，培育出稳定的鞭毛藻类型肥水。文中论述了控制水肥度的主要措施。

金州鱼种场是大连水产学院教学和科研的基地，同时为大连地区各养殖场提供鱼种。从七十年代以来我们常在这里结合生产，研究浮游生物种、量变化和鱼类的生长及鱼产量的关系以及鱼池施肥的试验。本文报道1971、1978和1980三年的试验工作。

鱼种场位于大连市区金县城内。鱼池面积一般1~3亩，平均水深1~1.5米。水源为井水。由于受沿海盐碱性土壤的影响，井水的矿化度(1400~2800毫克/升)较淡水高3~6倍以上，属氯化钠型的寡盐水。据6~7月的测定，鱼池新水的pH值为8.4~9.3，溶氧在4.4~17毫克/升之间，氯化物821~1198毫克/升，硫酸盐145~313毫克/升，钙离子260~311毫克/升，镁离子154~204毫克/升，钠钾离子共计340~580毫克/升，总碱度1.5~2.9毫克当量/升，总硬度18.7~15.1°。营养盐类和有机质的含量也较高：亚硝酸盐0.002~0.066毫克/升，总氮0.133~2.230毫克/升，磷酸盐0.008~0.027毫克/升，硅酸盐12.0~13.2毫克/升。COD 28.1~29.5毫克/升。在生长期中由于投饵、施肥和蒸发浓缩的影响，池水的化学特点有所变化，pH可升高到10以上，溶氧可超过20毫克/升，总碱度有时降到0.7毫克当量/升，COD和营养盐类的变幅加大。

试验期间浮游生物的定量均按我们⁽²⁾1979年提出的计算生物量的方法进行。

一、浮游生物和鲢亲鱼培育

1971年春季进行四个亲鱼培育池中浮游生物的观测。106、202、206和新5号池面积约2亩，水深1.5米左右。每池放养鲢亲鱼100~200斤。早春(4月上旬)清塘后放入牛粪1000斤，以后每日洒豆浆并根据水色追施化肥(氯化铵和过磷酸钙，每次各施3~5

斤)。饲养期间各池浮游植物状况如表1。

1971年四个亲鱼池浮游植物测定(毫克/升)
%

表1

池名	样品数	总量	甲藻	蓝藻	绿藻	硅藻	裸藻	金藻	优势种类
106	12	$\frac{41.8}{100}$	$\frac{6.8}{16.3}$	$\frac{19.8}{47.4}$	$\frac{2.2}{5.2}$	$\frac{8.8}{21.1}$	$\frac{3.1}{7.4}$	$\frac{1.1}{2.6}$	粉状微囊藻、小环藻、隐藻
202	8	$\frac{89.5}{100}$	$\frac{4.7}{5.3}$	$\frac{75.7}{84.5}$	$\frac{1.9}{2.1}$	$\frac{5.3}{5.9}$	$\frac{1.3}{1.5}$	$\frac{0.6}{0.7}$	粉状微囊藻、颤藻、尖头藻
206	17	$\frac{60.7}{100}$	$\frac{5.9}{9.7}$	$\frac{30.7}{50.6}$	$\frac{2.9}{4.8}$	$\frac{15.8}{26.0}$	$\frac{2.4}{4.0}$	$\frac{3.0}{4.9}$	粉状微囊藻、小环藻、隐藻、单鞭金藻
新5号	10	$\frac{95.4}{100}$	$\frac{9.6}{10.1}$	$\frac{45.4}{47.6}$	$\frac{2.1}{2.2}$	$\frac{28.5}{29.8}$	$\frac{1.0}{1.1}$	$\frac{8.8}{0.2}$	粉状微囊藻、菱形藻舟形藻、隐藻

从表1可见:四池浮游植物平均在42~95毫克/升之间,在组成上均以蓝藻最高(47~85%),硅藻次之(6~30%)甲藻更次之(5~16%)。

浮游动物观测次数较少,根据14个样品的测定,总量在3.2~11.0毫克/升之间,以202池最高,均以剑水蚤和轮虫为主,极少枝角类

从全年的变化情况来看,四个池的浮游植物基本上可分为两个时期。五月初以前以硅藻类〔菱形藻(Nitzschia)针杆藻(Synedra)、小环藻(Cyclotella)等〕和鞭毛藻类〔单鞭金藻(Chromulina)、隐藻(Cryptomonas)等〕为主;5月初以后以蓝藻〔粉状微囊藻(Microcystis pulverea)颤藻(Oscillatoria)等〕为主;五月份(水温16~18℃)为过渡期。表2列出培育期间202号池浮游植物情况。

当年的生产实践证明:四个池鲢亲鱼的发育情况和催产效果都不佳,并且蓝藻占比重最高,持续期最长的202号池鲢亲鱼的性腺发育最差。

206号池1971年浮游植物测定(毫克/升)

表2

日期	总量	甲藻门	蓝藻门	绿藻门	硅藻门	裸藻门	金藻门	优势种类
15/4	17.7	10.8	0	0.8	3.0	2.7	0.4	隐藻、针杆藻
20/4	41.3	9.1	0.1	0.2	28.9	1.9	1.1	针杆藻、隐藻
25/4	38.4	0.6	0	0.6	12.3	3.8	21.1	单鞭金藻、针杆藻
28/4	45.0	3.0	1.0	1.0	11.2	6.0	22.8	单鞭金藻、针杆藻
10/5	72.5	6.0	24.8	6.0	33.7	0.2	1.8	粉状微囊藻、针杆藻
17/5	279.9	0.1	253.5	17.5	5.5	2.8	0	粉状微囊藻
26/5	162.1	2.3	156.5	0.5	1.0	1.8	0	粉状微囊藻
28/5	71.0	1.4	62.0	0.6	0.5	6.5	0	粉状微囊藻、颤藻
7/6	16.1	9.1	4.2	1.5	1.1	0	0.2	隐藻、颤藻
14/6	39.7	16.8	0.2	3.0	6.5	4.1	0.1	隐藻、小环藻
17/6	59.9	15.1	1.0	3.0	38.8	2.0	0	小环藻、隐藻
2/7	48.7	12.4	2.0	3.5	28.7	2.1	0	小环藻、隐藻
16/7	41.1	3.8	2.6	5.5	25.8	3.4	0	小环藻、菱形藻
21/7	47.1	0.4	5.0	1.7	39.3	0.7	0	小环藻、菱形藻
3/8	24.7	1.6	4.5	2.4	14.2	2.0	0	小环藻、颤藻
25/9	9.9	0.7	2.5	1.0	4.4	0.9	0.1	舟形藻、尖头藻
15/11	27.8	6.9	2.0	1.0	14.2	0.1	3.5	舟形藻、光甲藻

二、鱼种池浮游生物种量和鱼种生长速度的比较

1971年8~9月间在10个鱼池结合鱼种饲养进行浮游植物和鲢鱼种生长的试验。鱼

池面积0.4~2亩不等；水深平均0.6米；放鱼密度为1~2万尾/亩，视鱼体大小而异；试验日期9~13天；各池分别进行1~3次浮游植物定量，镜检鱼类食物和测定生长情况（每次20尾）。

从表3可见：各地浮游植物量在18.5~124毫克/升之间。108、201、203、204、207，和老8号六个池均以蓝藻占优势，但203号裸藻和甲藻的生物量与蓝藻相近。老9号以裸藻为主，102、107和205号以甲藻占优势，其中老9号和205号蓝藻占有相当比重。鱼种生长以老9号和203号池最好（平均日增长1.33和1.70毫米）；两池浮游植物量较高（84和77毫克/升），优势种均为血红裸藻（*Euglena sanguinea*）和隐藻。205和102号浮游植物量不很高（19和24毫克/升），但鱼种生长也较好（日增长1.55和1.36毫米）。102号以光甲藻（*Glenodinium*）和隐藻占优势；205号隐藻和小型蓝藻较多，同时浮游动物中多隆线水蚤（*Daphnia carinata*），鱼肠道中也以这种水蚤为主。其余各池鱼种日增长均小于1毫米，其中以粉状微囊藻占绝对优势的老8号和204号池鱼的生长最差——日增长仅0.29和0.25毫米，日增重只有14和8毫克。

10个鱼种池的浮游植物量（毫克/升）和鱼种生长速度

表 3

池 名	样 品 数	总 量	甲藻	蓝藻	绿藻	硅藻	裸藻	金藻	优 势 种 类	鱼种日 增 重 (毫克)	鱼种日 增 长 (毫米)
203	2	76.7	9.6	38.3	1.7	1.1	26.0	9	血红裸藻、隐藻	—	1.70
205	3	18.5	8.3	7.2	1.3	0.2	1.0	0.5	隐藻、小型蓝藻	28	1.55
102	2	24.0	14.2	4.3	2.0	1.7	1.2	0.6	光甲藻、隐藻	—	1.36
老9号	1	84.0	80.7	15.1	0.7	0.5	58.8	0	血红裸藻、隐藻	97	1.33
207	2	104.3	16.8	78.5	3.8	4.1	0.8	0.73	小型蓝藻、隐藻	—	0.789
201	2	46.1	6.0	34.8	1.3	1.0	2.9	0.1	小型蓝藻、隐藻	—	0.780
107	2	21.6	14.0	3.2	0.8	2.4	1.1	0.1	隐藻、小型蓝藻	—	0.55
108	1	25.7	3.5	21.0	0.5	0.7	0	0	颤藻、拟鱼腥藻	—	0.55
老8号	1	142.1	3.4	135.7	0.6	1.1	11.3	0	粉状微囊藻、裸藻	14	0.29
204	3	90.5	1.2	81.9	2.5	0.4	4.5	0	粉状微囊藻	8	0.25

三、1978年培育鞭毛藻类的试验

从1971年的工作中可以看到：金州鱼种场各鱼池在生长期中蓝藻占极大的优势，而所有粉状微囊藻和其它小型蓝藻占优势的水对鲢亲鱼的性腺发育和鱼种的生长都是很不利的。1973~1975年曾做过用药物或黄泥汤抑制蓝藻的试验，但都没有收到明显的效果。

1972~1977年我们曾多次对辽宁地区“南方技工”所管理的肥水以及广东，江浙一带高产塘的传统肥水进行生物学分析⁽³⁾，发现这些肥水的共性是以隐藻为代表的鞭毛藻类占很大的优势，而蓝藻通常很少。所有有经验的渔农管理鱼池的特点是：逐日向鱼池施入有机肥料或人工投饵，同时常冲水或补新水。因此1978年开始，我们学习和采用南方渔农管理水质的方法来促进鞭毛藻类的发展和抑制蓝藻孳生。

1978年7月~10月选用501和502两个鱼池作为控制水质培养鲢鱼种的试验。7月初两塘都用生石灰清塘，待药物失效后施入牛马粪500斤/亩为基肥。在饲养期间每日

上午洒人畜粪尿 50~100斤/亩。总共施入 6000斤/亩。鱼池水源为井水,清塘、施肥、灌水后,每隔 3~5 天冲水一次。注水量约占原水量 20%,但 501 池 8 月 8 日因鱼种浮头急救,曾从邻近池塘注入占总水量 30% 富含蓝藻的肥水。鱼种放养密度约为 2~2.5 万/亩,70% 为白鲢。此外还对 306 号和卅里堡渔场的 301 和 302 号进行观测以便比较。306 号池因固氮蓝藻占优势,饲养期间未投饵也未施肥。301 和 302 两池因肥源不足,施肥量和施肥次数较少。

试验期间定期测定浮游生物种量和鱼种生长速度(每次随机取样 20~30 尾,测定体长和体重)以及水温、pH、溶氧等理化因子。

从表 4 可见各池浮游生物情况如下:

1. 501 和 502 两个试验池浮游植物量平均为 49.3(12.8~105.7) 和 47.9(6.1~98.9) 毫克/升,其中鞭毛藻类分别达到总量的 69.6% 和 87.5%;主要优势种为隐藻和衣藻。501 池蓝藻占总量 21.7%,502 池仅占 4.6%。

浮游动物量分别为 9.6 (0.4~81.4) 和 17.1 (0.5~90.9) 毫克/升,两池相差较大,在组成上均以轮虫和纤毛虫为主。

2. 306 号浮游植物量平均达 170.5 (34.8~316.8) 毫克/升,蓝藻占 90.8%。从 7 月

1978 年试验池浮游生物情况

表 4

鱼池	样品数	浮游植物量(毫克/升)							浮游植物优势种	浮游动物量(毫克/升)	浮游动物优势种
		甲藻	绿藻	硅藻	蓝藻	裸藻	金藻	总计			
金 501	10	25.7	7.8	2.2	10.7	2.3	0.6	49.3	隐藻、衣藻、平裂藻	9.6	臂尾轮虫、巨腕轮虫、纤毛虫
金 502	10	31.3	9.8	3.7	1.9	0.4	0.8	47.9	隐藻、衣藻、小环藻、菱形藻	17.1	臂尾轮虫、晶囊轮虫、纤毛虫
金 306	7	10.4	4.8	0.2	154.8	0	0.6	170.8	拟鱼腥藻、蓝球藻、隐藻	—	
卅 301	5	2.8	1.2	1.1	2.2	1.4	0.1	8.8	隐藻、菱形藻、裸藻、蓝球藻	1.0	臂尾轮虫、泡轮虫、纤毛虫
卅 302	9	2.0	2.2	1.7	0.5	1.2	0.2	7.8	隐藻、小环藻、菱形藻、绿球藻类	1.9	巨腕轮虫、臂尾轮虫、纤毛虫

15 日到 8 月 19 日以前约一个月时间始终以拟鱼腥藻 (*Anabaenopsis*) 占绝对优势,以后半个月优势种转为蓝球藻 (*Chroococcus*),总量也下降。

3. 施肥量不足的卅里堡 301、302 两池浮游植物量平均仅 8.7(3.2~12.1) 和 7.7(3.4~14.2) 毫克/升;在组成上 301 号以甲藻 (32.0%) 和蓝藻 (25.4%) 为主,302 号以绿藻 (28.2%) 和甲藻 (26.1%) 为主,两池鞭毛藻类分别占总量的 52.2% 和 43.7%。浮游动物量平均仅 1.0 和 1.9 毫克/升,以轮虫和纤毛虫为主。

整个试验期间的水质条件,501 和 502 两池很相似。水温为 21~29℃,个别时间达到 30~32℃;溶氧通常都在 2 毫克/升以上,最高达到 18.5 毫克/升;pH 多在 7.5~9.2 之间,个别时间达到 9.4~9.5。水的透明度多为 20~30 厘米。306 号池溶氧 1.4~19.6 毫克/升;pH 8.2~9.8;透明度在拟鱼腥藻占优势期间不超过 15 厘米,后期达到 25~30 厘米。

1978年试验池鱼种生长情况

表 5

鱼 池	放养密度 (万尾/亩)	出 塘 率 (%)	出塘尾重 (毫克)	日 增 重 (毫克)	出塘尾长 (毫米)	日 增 长 (毫米)	日 单 产 克/米 ²	饲 养 期 (天)
金 501 池	1.67	80.2	6680	64.35	82.4	0.63	1.7	91
金 502 池	41.0	90.3	9420	110.93	99.1	0.93	2.8	88
金 306 池	2.30	75.0	9874	199.43	98.8	1.59	6.0	49
卅 301 池	1.20	65.6	3410	35.82	69.7	0.43	0.4	84
卅 302 池	2.20	80.1	4790	44.53	79.8	0.52	1.2	91

各池鲢鱼种的生长情况有颇大的差异(表 5)。浮游植物量不足10毫克/升的卅里堡301和 302 池,出塘率只有65.6%和80.1%,平均日增长不过0.4~0.5毫米,日增重仅35.8~44.5毫克,日单产仅 0.4~1.2克/米²。鞭毛藻类比重最高的502号池,出塘率达90.3%,日增长平均0.93毫米,日增重 111 毫克,日单产 2.8克/米²。鞭毛藻类占优势,但 蓝 藻较多的501号池,出塘率80.2%,日增长0.63毫米,日增重 64.9毫克,日单产 1.7克/米²。两个试验塘鱼种的出塘率和生长速度都超过用豆浆饲养的生产塘。306 号池出塘率虽只有75%,但鱼种生长特快,日增长平均1.59毫米。日增重199毫克,日单产达 6克/米²。

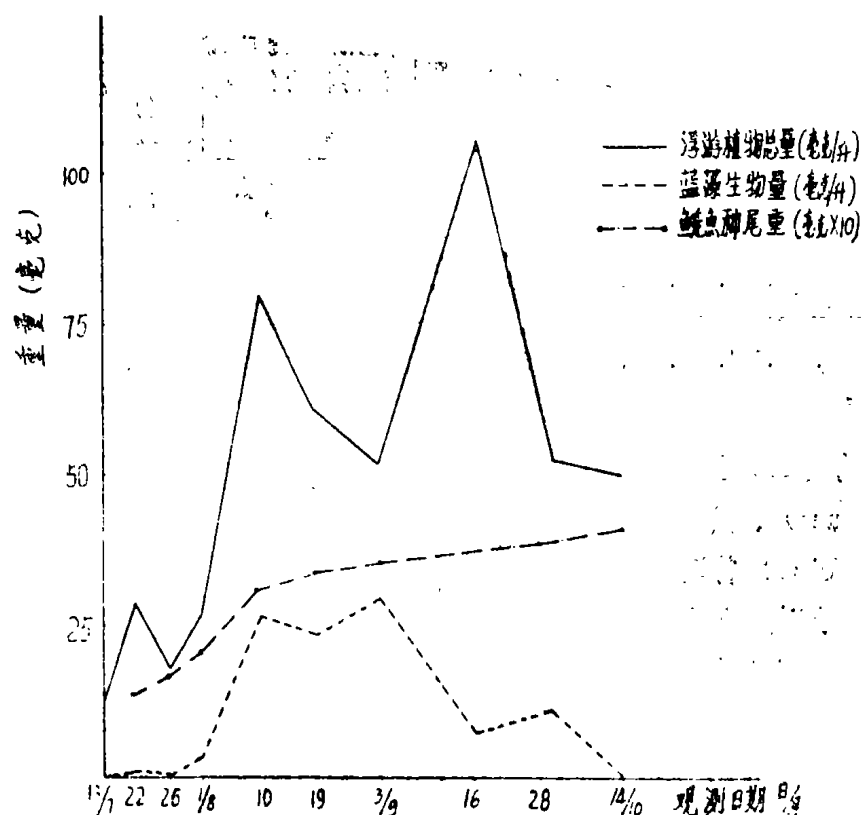


图 1 501 号池浮游植物量及鲢鱼种生长情况

在同一池塘中也能看出浮游生物组成和鱼种生长之间的明显依存关系。从图1可见: 501号池在8月10日以前蓝藻占的比重很小, 鱼种生长也较快, 并且有随浮游植物量增长加快的趋势。此后随着蓝藻相对量的增大, 虽然浮游植物总量增高, 鱼种生长反而减慢。306号池这种情况表现更为明显: 在拟鱼腥藻几乎独霸的7月15日至8月19日仅经35天培养, 鱼种全长达92毫米, 体重达10克; 平均日增长约2毫米, 日增重282.5毫克。以后随着拟鱼腥藻的消退和蓝藻的大量出现, 鱼种生长极慢; 14天内日增长平均仅0.51毫米, 日增长反为负值。

四、1980年培育鞭毛藻类的试验

1978年的工作已表明: 采用南方渔农管理水质的方法, 可以把金州鱼种场的蓝藻塘改造成鞭毛藻塘, 并显著地提高养鱼效率; 同时还表明: 蓝藻中有些种类, 如拟鱼腥藻是白鲢的优质食物。

为了进一步验证这一结果, 1980年又选用106和404两池作为控制鞭毛藻类的试验塘, 601号为对照池。各池水深约1米, 每日泼洒人畜粪尿150~200斤/亩, 鱼种放养密度1万尾/亩, 其他情况与1978年相同。从表6可见:

1. 106和404两池浮游植物量平均分别达到271.6(39.0~818.3)和159.3(15.7~469.5)毫克/升; 其中鞭毛藻类占77.3%和64.8%, 优势种有隐藻、(Chlamydomonas)衣藻, 空球藻(Eudorina)、鳞孔藻(Lepocinclis)等。

1980年试验池浮游生物情况

表6

鱼池	样品数	浮游植物量(毫克/升)								浮游植物优势种类	浮游动物量(毫克/升)	浮游动物优势种类
		甲藻	绿藻	硅藻	蓝藻	裸藻	金藻	总计	鞭毛藻类			
金106	19	146.7	26.8	27.8	16.5	50.7	3.2	211.7	209.9	隐藻、鳞孔藻、衣藻、菱形藻	30.3	臂尾轮虫、巨腕轮虫、纤毛虫
金404	14	48.5	55.8	8.4	33.0	8.7	5.6	160.0	103.6	隐藻、空球藻、绿球藻、类微囊藻	67.6	臂尾轮虫、晶囊轮虫、裸腹藻
金601	6	9.3	8.3	1.0	46.2	1.4	0.4	66.6	14.7	拟鱼腥藻、蓝纤维藻	5.8	臂尾轮虫、纤毛虫

浮游动物量106号为30.3毫克/升, 404号为67.6毫克/升, 在组成上均以轮虫〔臂尾轮虫(Brachionus)、晶囊轮虫(Asplanchna)、巨腕轮虫(Pedalia)为主, 但404号裸腹水蚤(Moina)曾短期占优势。

2. 601号对照池浮游植物量为66.6毫克/升, 其中蓝藻(拟鱼腥藻、蓝纤维藻)(Dactylococcopsis)占69.4%, 浮游动物量仅5.8毫克/升。

从表7可见: 鲢鱼种的生长情况以鞭毛藻类最多、蓝藻最少的106号为最佳, 成活率98%, 体长97.8毫米, 体重9克; 平均日增长1.35毫米, 日增重177毫克, 日单产2.6克/米²。404号次之成活率95%, 体长94.4毫米, 体重8.2克, 日增长1.28毫米, 日增重161.2毫克, 日单产2.3克/米²。以蓝藻占优势的601池更次之成活率82%, 体长76.6毫米, 体重4.3克, 日增长0.84毫米, 日增重62.6毫克, 日单产值0.8克/米²。从图2可

见：在 404 号池蓝藻占优势的 8 月 6 日至 8 月 13 日的一周中，鲢鱼种日增长从 1.64 毫米降到 0.8 毫米；而在 8 月 16 日至 8 月 20 日蓝藻消退，鞭毛藻重新占优势时，鲢鱼种日增长又回升到 1.79 毫米。

1980 年试验池鱼种生长情况

表 7

鱼 池	放养密度 万尾/亩	出 塘 率 (%)	出塘尾重 (毫克)	日 增 重 (毫克)	出塘尾长 (毫米)	日 增 长 (毫米)	日 单 产 (克/米 ²)	饲 养 期 (天)
金 106 池	1.0	98	9000	177.6	97.18	1.35	2.6	50
金 404 池	1.0	95	8200	161.2	94.4	1.28	2.3	50
金 601 池	1.0	82	4263	62.6	76.6	0.84	0.8	67

5. 与浮游植物量增大的同时，106 和 404 两个试验池的鱼种生长速度较 1978 年的试验池快得多。

五、讨 论

(一) 通过对养鱼池的实验观察，比较浮游植物状况和鱼类生长的关系，并从而判定各种藻类在鱼营养中的作用，这种方法虽然易受各项环境因子的干扰，但是所得结果比较全面，并且具有很强的实践意义。根据我们 1971、1978 和 1980 年对 18 个鱼池和 4 个亲鱼池的试验观察，可以得出下列几点结论：

1. 当浮游植物中以隐藻、血红裸藻、衣藻、单鞭全藻等鞭毛藻类占优势时，白鲢生长良好。

2. 以粉状微囊藻、蓝球藻、蓝纤维藻、平列藻之类小型蓝藻占优势的水中，白鲢生长不好，但蓝藻中拟鱼腥藻占优势时，鱼类生长特佳。

3. 在养鱼池密养条件下，必须保持较高的浮游植物量才能保证鲢鱼种的快速生长。

前已指出，我国南方高产塘的传统肥水都是以鞭毛藻类占优势，并且优势种常为有限的几个种、属构成。金州鱼种场以及上述南方高产塘中占优势的鞭毛藻类其细胞大小都在 10~20 微米以上，均是白鲢滤食器官易于滤取的(4,8,13)。镜视鱼种消化道，表明这些种类都消化良好，因此可以认为绝大多数鞭毛藻类都是鲢鱼的优质食物。

关于蓝藻在鲢食物中的意义，一向有分歧。我们的实验表明，多数蓝藻是白鲢的劣质食物而拟鱼腥藻则是特优食物。但是 1 寸以下的白鲢鱼种，特别是体质瘦弱的小鱼种对拟鱼腥藻的利用较差（如 601 池前期）。

根据我国池塘养鱼的经验，蓝藻占优势的水养鱼效果一般较差，但渭南水产工作站(5)的报告曾指出，螺旋鱼腥藻 (*Anabaena spiroides*) 塘鲢鱼生长特佳。国外 Мал-ярская 等 (1973)(14) 和 Вовк 等 (1976)(11) 的材料也和我们的实验观察一致。

倪达书等 (1954)(7) 首先通过培养和镜视指出：白鲢不易消化蓝藻等食物；近年石志中等 (1975) (6) 用 P^{32} 所做实验证明白鲢对鱼腥藻的吸收率达 70% 以上。据我们的观

察,拟鱼腥藻、尖头藻等白鲢食后消化良好(但白鲢食尖头藻生长不佳),各种颤藻的消化性通常不好,粉状微囊藻和许多小型蓝藻消化性最差。从形体大小来看,白鲢不能滤食这些小型蓝藻,但是它们常混在其它藻类中或本身由胶质凝结成团而被滤食。

消化性差和一些种类的细胞较小是蓝藻塘鱼类生长不好的重要原因。此外,在很多情况下还和鱼类的能量平衡有关。据 Маляревская 等(1973)(14)的测定,当以绿球藻类为食时,白鲢从食物中所得能量有54~71%积累于体上,仅29~46%消耗于能量代谢;而食微囊藻等蓝藻时61~71%消耗于代谢,仅29~37%用于生长。

在1978年的试验中,卅里堡301、302两池虽然不是蓝藻占优势,但是浮游植物总量太低,鱼种生长也不好。据 Панов 等(1969)(15)的实验观察,保证白鲢幼鱼生长的束丝藻(Aphanizomenon)浓度最低要4.4毫克/升,而以17毫克/升最适。据 Вовк(1976)(11)的试验,鱼池中绿藻、硅藻、裸藻等食物密度达到8~10毫克/升以上时才能保证白鲢鱼种的快速生长。在我们做试验的鱼种塘中,白鲢生长较快的几个池(71年的203、102、老9号;73年的501和502;80年的106和404等)鞭毛藻类和硅藻、绿藻生物量都达到20毫克/升以上;71年的205池上述藻类总量仅11.3毫克/升,鲢鱼种转以隆线蚤为主要食物,生长也很好。其它各池中有一些上述藻类总量也超过20毫克/升,但小型蓝藻所占比重太大,鱼种生长并不好。从501和502以及106和404池的对比中也可以看出:在浮游植物总量相近或都很高的情况下,劣质食物比重越大,白鲢生长越差。

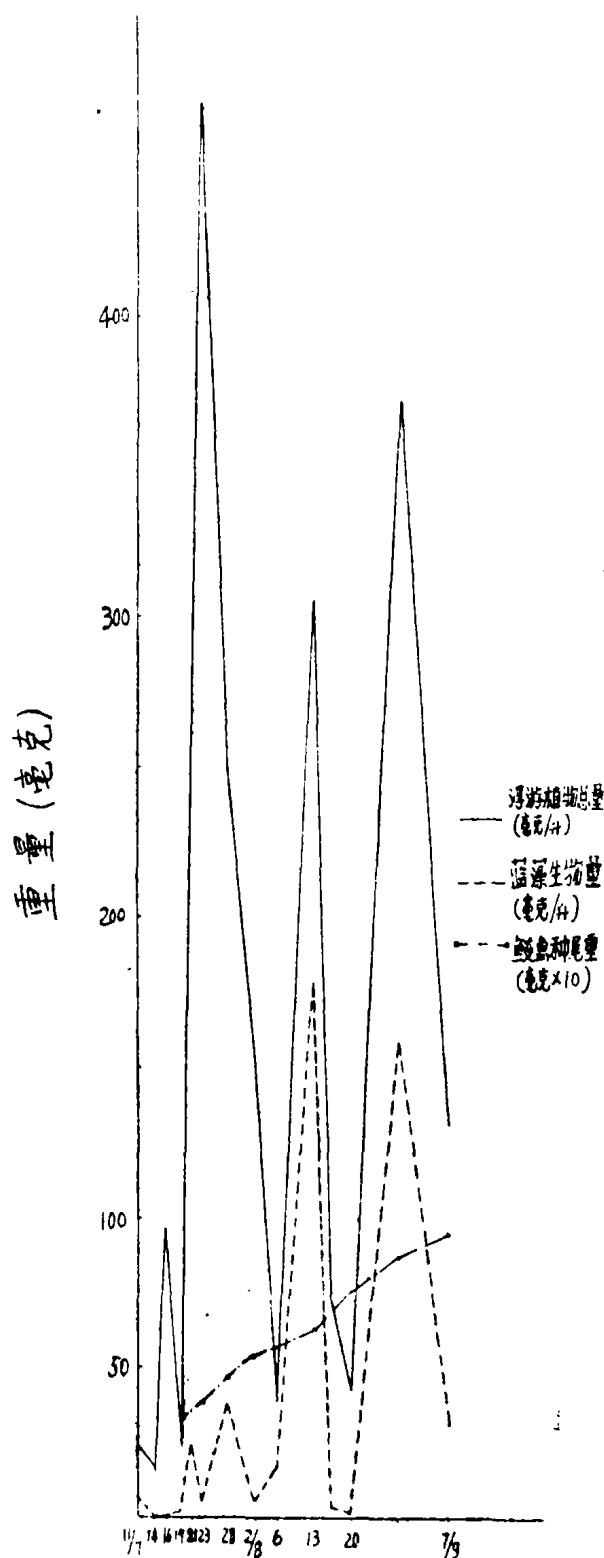


图2 404号池浮游植物量和鲢鱼种生长情况

大致说来,鱼池中劣质食物以外的浮游植物量应达到15~20毫克/升以上,才能保证白鲢鱼种的快速生长。然而据我们近年的观察,有些水库(如清河水库)浮游植物量不及10毫克/升,白鲢生长良好。这点表明:鱼的密度越大,要求越高的食物密度;同时可能幼鱼较成鱼要求更高的食物密度。

(二)金州鱼种场浮游生物的特点是蓝藻占极大的优势。1971年所观测的14个鱼池中,有八个为蓝藻塘,另六个池中蓝藻也占相当比重。1972~1977年五六月以后,几乎所有鱼池也都出现蓝藻强水华。这种情况既和水质条件也和管理方式有关。前已指出金州鱼种场水的矿化度、氯化钠含量和pH值都比较高,这些条件均对蓝藻的孳生有利^(9,12)。此外,蓝藻对照度和溶氧的降低,硫化氢的存在以及其他不良的环境条件具有较强的适应能力⁽¹²⁾,不少种类还有固氮能力,有些种类在缺磷条件下能分泌碱性磷酸酶使有机磷分解出磷酸盐供本身利用,所以能在其它藻类不能正常生活的水中大量出现。

金州鱼种场过去管理欠佳,施肥不及时,豆浆泼洒不均匀(量也不足),注新水少,水质容易老化。这些都是促进蓝藻繁殖的原因。

相反,南方渔农管理水的方式是勤施肥和常注水。他们逐日投入大量有机肥料,使水中经常保持丰富的溶解和悬浮有机质,这对于既营光合营养,又能象动物那样利用微细的有机碎屑和像细菌那样直接吸收溶解有机质的鞭毛藻类的孳生极为有利。此外,常向池中冲注新水,由于稀释各种代谢产物的浓度与更新环境促进物质循环和形成水流,在一定程度上可防止蓝藻的发生。如所周知,在长期死滞的静水中最易形成蓝藻水华。

(三)我们1978和1980两年的试验证明:即使象金州鱼种场这类微盐碱性水质的池塘中,采用南方渔农的施肥和管理方式,也能培育出以隐藻为主的鞭毛藻类型传统肥水,其关键性措施是:

1. 足施勤施有机肥料。在水深1~1.5米的池塘,施牛马粪500~1000斤/亩作基肥,随着水由瘦转肥又从肥转瘦时,每日按全池泼洒的方式,追施100~200斤/亩人畜粪(或相应的其他有机肥料)。因为施基肥后首先是一些小型绿藻和硅藻的繁殖使水转肥,以后随着这些小型种类被浮游动物所滤食水又变瘦,这时强化追肥正好能促进残留的较大型鞭毛藻类的迅速发展。否则,不是水肥不起来,就是被蓝藻水华所取代。施肥量和鞭毛藻类生物量似有一定关系,1978年施肥量为100斤/亩左右(水深1.5米),鞭毛藻类平均生物量为30~40毫克/升;1980年施肥量为150~200斤/亩左右(水深1米),鞭毛藻类平均生物量为100毫克/升以上。若按单位体积计算1980年比1978年施肥量增加2倍,而鞭毛藻类生物量也增加近2倍。

如果水中蓝藻已经开始占优势,仍应按日追肥,这样才能创造对鞭毛藻类有利的条件从而通过竞争而抑制蓝藻;不然将出现最劣的蓝藻型“老水”。

2. 保持足够的水深。据我们多年的观测,池塘浮游植物中鞭毛藻类所占的比例有随水深而增高的趋势。从1978和1980两年的试验也能看出问题,如1978年501和502两池水深平均1.5米,鞭毛藻分别占总量的69.6%和87.5%;1980年106和104两池的水深平均1米。鞭毛藻类分别占总量的77.3%和64.8%。

鞭毛藻类在深水池塘容易占优势的原因可能比较复杂,但其趋光垂直移动应是原因之一。这种周期性的垂直移动使鞭毛藻类可以分布到补偿深度以下的深水区,而其他藻

类下沉到深层后通常难以长期生存。为了有利于鞭毛藻类的发展,鱼池水深以1.5米以上为宜。

3. 每隔数天冲注新水一次。冲水次数和添注水量视水源条件而定,每次以不超过原水量20%为宜。

冲注新水时应防止把受化学污染的水注入,也不要使孳生大量蓝藻的“老水”注入。金州鱼种场的501池和404池都曾因注入大量含蓝藻的水而致影响鞭毛藻类的发展。

参 考 文 献

- 〔1〕何志辉、李永函,1975 论白鲢的食物问题。水生生物学集刊,第5卷第4期:541~548。
- 〔2〕何志辉,1979 淡水浮游生物的生物量。动物学杂志,1979(4):53~56。
- 〔3〕何志辉、李永函,1983。无锡市河埭口高产鱼池水质的研究2 浮游生物。水产学报,第7卷第4期:286~299。
- 〔4〕刘焕亮,1981 鲢鳙的滤食器官。大连水产学院学报,1981年第一期:13~33。
- 〔5〕陕西渭南地区水产工作站,1973。螺旋鱼腥藻鱼种塘的初步探讨。淡水渔业,9:8~13。
- 〔6〕石志中、方德奎、张卫,1975。白塘等鱼种对螺旋鱼腥藻消化吸收的示踪实验报告。水生生物学集刊,第5卷第4期:497~502。
- 〔7〕倪达书、将燮治,1954。花鲢和白鲢的食料问题。动物学报,6(1):59~71。
- 〔8〕Michael C., Cremer and R. O. Smitherman, 1980. Food habits and growth of Silver and Bighad carp in cage and ponds. Aquaculture, 20:57~64.
- 〔9〕Welch, E. B. 1980. Ecological effects of waste water. Cambridge.
- 〔10〕Wetzel, R.G. 1975. Limnology, Saunders philadelphia
- 〔11〕Вовк П. С., 1976, Биология дальневосточных растительноядных рыб и их хозяйственное использование в Водоемах Украины, Киев.
- 〔12〕Константинов А. С. 1979. Гидробиология Москва.
- 〔13〕Кузнецов Е. А. 1977, Потребление бактерий белый толстолобиком *Hypophthalmichthys molitrix* (Val). Вопр ихтиол Том 17. вып. 3:455~461.
- 〔14〕Маляревская А. Я., Биргер Т. И., Арсан О. М., Соломатина В. Д., 1973, Изменение биохимического состава годовиков Толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* Val. при потреблении ими различных кормов. Пищевые потребности и баланс энергии у рыб. Киев.
- 〔15〕Панов Д. А., Сорокин Ю. И. и Мотенкова А. Г. 1969, Экспериментальное изучение питания молоди Толстолобиков. Вопр.ихтиол. том 9, вып 1:138~152.

STUDIES ON THE PLANKTON OF FISHPONDS AND THE CONTROL OF WATER FERTILITY IN ZINZHOU FINGERLINGS FARM

He Zhihui and Li Yonhan

The correlation of growth and development of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) with the composition and biomass of phytoplankton has been studied in the fishponds.

It shows that silver carp grows bad in water dominated by blue green algae, such as *Merismopedia*, *Chroococcus*, *Dactylococcopsis*, *Microcystis* and other u-algae, with the exception of *Anabaenopsis*, which is found to be the most effective food for this fish.

When *Cryptomonas* and other flagellate algae dominate in pond water silver carp also grows well and a concentration of 20 mg/l of these algae may be high enough to make them a good growth.

According to the experience of Chinese fishfarmers, the flagellate algae blooms have been successfully reproduced to displace the blue green algae blooms in Jinzhou fingerlings farm.