

⑬

369-373

渍涝洼地不同类型高产鱼池的浮游动物

谷孝鸿

S 954.1

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

提要 根据渍涝洼地不同深度、不同主养鱼池浮游动物群落的动态变化特征, 探讨了高产精养鱼池中原生动物在池塘生态系统中的作用及鲢鳙鱼摄食对浮游动物的影响, 并就池塘水体中浮游动物的供养能力及看水养鱼水质标准作了评价。

关键词 渍涝洼地, 鱼池, 浮游动物

群落动态变化

山东省禹城市辛店洼原为一季节性积水洼地, 面积约 370hm²。该地区水、土、热资源丰富, 洼底由于长期积水沼泽化, 洼缘盐渍化, 整个洼地一直处于撂荒状态。自“七·五”开始, 中国科学院南京地理与湖泊研究所在治理黄淮海盐碱涝洼地的科技攻关中, 点面结合, 根据“用中求治”的原则, 合理规划, 分片开发, 挖鱼塘建台田, 使地下水地表化, 抬高土面抑盐, 整个洼区建成了一个高产高效的塘田生态渔业区, 经过近十年的治理, 洼地渔业产量大幅度提高, 塘田系统逐渐完善, 群众养鱼由过去的粗放粗养靠天养鱼发展到现在的看水养鱼, 根据水色判断施肥、投饵、排注水及其它一系列管理措施, 作者就几年来该地区不同类型高产鱼池水质状况以及渍涝洼地开挖鱼塘建成生态渔业区后池塘浮游动物的变化, 判断这一生态系统的稳定性和合理性。

1 工作方法

1.1 试验塘及鱼种放养

洼地鱼塘均于 1986 年开挖, 1992 年对部分鱼塘进行清淤改造, 几年来, 选择的试验鱼塘是三排 1 号、四排 1、2、4 号(以下简称为 3-1、4-1、4-2、4-4), 塘口面积均为 3200m², 3-1、4-1、4-2、4-4 塘口深度分别为 2.5、3.5、1.5、1.6m, 保持水深一般在 2.0、2.5、1.2、1.4m, 1992 年在不同水深的 3-1、4-1、4-2 三口鱼塘中, 单位水体中以同一密度放养鱼种; 1993 年 3-1、4-1 以不同主养鱼放养; 1994 年 3-1、4-1 放养鱼种基本相似情况下进行不同季节比较研究, 试验三年间, 各塘鱼种放养状况见表 1。

1.2 浮游动物采样及分析

试验鱼池在池四周搭有向内约 5m 长的竹桥, 各塘固定一个采样点, 根据试验要求在不同水层采样, 分层采样时用负压计虹吸取水, 当只取表、底层水时(表层在 0.2-0.5m, 底层为距底泥 0.5m), 用采水器取水。

浮游甲壳类(包括无节幼体)的定量水样, 取 5L 水经 25 号网过滤浓缩, 全量计数, 原生动

· 国家“八·五”攻关课题 85-06-01-01 的研究内容之一。

收稿日期: 1996-04-05; 收到修改稿日期: 1997-06-10。

作者简介: 谷孝鸿, 男, 1966 生, 工程师, 现主要从事鱼类生态学方面的研究, 已发表有关论文十余篇。

物及轮虫定量样品,用 1000mL 水样加 15mL 鲁果氏液固定,经 24—48h 沉淀浓缩到 30mL,用 0.1mL 计数框在显微镜下全片计数,两片计数平均,镜检结果的全部数量按体积法换算成生物量,原生动物、轮虫其体积根据体形测量其要素,假定其比重为 $1\text{g}/\text{cm}^3$,根据各自体积公式换算^[1],枝角类、桡足类在定量水样中很少,其单体重直接根据文献[2]方法换算^[2]。

表 1 试验鱼塘鱼种放养情况

Tab. 1 Fingerlings cultivated in experimental fish ponds

年份	塘号	总放养尾数	总放养重量 (kg)	滤食鱼尾数	所占比例 (%)	滤食鱼重量 (kg)	所占比例 (%)	总鱼产量 (kg)	增重倍率
1992	3-1	3709	430.4	2030	54.73	271.4	63.06	1946.5	4.5
	4-1	5062	540.6	2547	50.36	357.5	66.13	2352.9	4.3
	4-2	3347	350.3	1700	50.79	235.7	67.28	1771.0	5.1
1993	3-1	6618	692.6	4530	68.44	419.9	60.63	2975.0	4.3
	4-1	6689	822.5	3444	51.49	209.5	25.47	3412.0	4.2
1994	3-1	4207	685.2	2357	56.03	384.1	56.06	2630.5	3.8
	4-1	4250	370.7	2602	61.22	555.4	63.78	2878.1	3.1

2 试验结果

2.1 肥水的浮游动物种类

从不同状态下试验鱼塘三年的浮游动物种类看,不同肥水鱼池中,都以轮虫及原生动物群落占主导地位,浮游甲壳类所占比例很小,出现种类总以一些广生性的轮虫为主,根据定量样品检测,优势种排序为:异尾轮虫 *Trichocerca* sp.,花筐臂尾轮虫 *Brachionus calyciflorus*、萼花臂尾轮虫 *B. calyciflorus*、无柄轮虫 *Ascomorpha* sp.,三肢轮虫 *Filinia* sp.,多肢轮虫 *Polyarthra* sp.,裂足轮虫 *Schizocerca* sp.,晶囊轮虫 *Asplanachna* sp.,等,原生动物则为一些常见的肥水种类如焰毛虫 *Askenasia* sp.,草履虫 *Paramecium* sp.,栉毛虫 *Tidinium* sp.,砂壳虫 *Duffugia* sp.,等;枝角类仅见到秀体溞一种 *Diaphanosoma* sp.,裸腹溞一种 *Moina* sp.;桡足类仅见到剑水蚤属 *Cyclops* 一种及无节幼体,甲壳类所占比重很小,生物量不足 $1\text{mg}/\text{L}$,注地水体 pH7.50—8.80、盐度 0.8‰—1.5‰稍高于其它养鱼地区,试验池中出现的浮游动物种类及优势种群相似,这说明浮游动物的普生性,这也是池塘生态系统稳定的标志之一。

2.2 肥水的浮游动物生物量

在 1992—1994 三年中,不同养殖条件下鱼池中所取的 218 个浮游动物定量样品,其生物量变幅在 $0.7245\text{mg}/\text{L}$ (1993 年 3 月 25 日)— $17.1551\text{mg}/\text{L}$ (1994 年 9 月 24 日),低于 $1\text{mg}/\text{L}$ 的样品 45 个,大于 $10\text{mg}/\text{L}$ 样品 18 个,和其它地区所报道的数据相比,浮游动物生物量相对偏低,这主要因为试验鱼塘浮游动物中原生动物占数量比例大(一般在 50%左右),而且轮虫个体相对较小,所以总体上浮游动物数量虽高,但生物量并不高,这是浮游动物小型化的结果,也是池塘水体超富营养化的特征之一^[3]。

2.3 不同主养鱼鱼池浮游动物现存量的差异

1993 年中,4-1 塘以草食性鱼为主,3-1 塘以滤食性鱼为主,养殖期间无人调节水质,结果显示,浮游动物在不同鱼池中表、底层差异明显,具体数量见表 2,但同一池塘中表、底层差异不显著,从试验结果看,不同主养鱼鱼池中在一定季节原生动物昼夜差异较大(表 3),因为在原生动物中有部分光合自养型种类,所以当水体中具有较多的该类型原生动物时,即显示

出趋光性,从而形成昼夜的一定差异。

表2 不同主养鱼池浮游动物数量比较(1993年)

单位:个/L

Tab.2 Zooplankton abundance in different fish ponds

塘号	3月23日		5月27日		7月24日		8月26日		10月22日		
	表	底	表	底	表	底	表	底	表	底	
4-1	4750	7250	3300	1.1	25073.2	27917	28862.6	18309.6	26551	5100	5700
5-1	33000.6	39750.6	69002.6	59101.4	13559.8	14853.1	17700.4	14451.2	6900	7070	
对照池	2256.8		6315.8		6517						

表3 不同主养鱼塘不同时段表层原生动物的数量变化¹⁾

单位:个/L

Tab.3 Abundance change of protozoa and Rotifera in surface layer of fish ponds in different periods

采样时间	四排1号										三排1号									
	5月		5月		7月		8月		10月		3月		5月		7月		8月		10月	
	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
17:00	2100	1850	12350	13650	13050	11850	7550	12750	3300	1590	13950	13950	30900	38100	8850	4500	9150	8550	1500	7400
18:00	3150	900	15900	17250	11250	8100	8300	9450	2790	750	21450	15000	18800	40500	2600	6900	2400	5200	1700	2900
19:00	1200	750	17100	17700	7350	15600	6150	13050	2730	1350	28650	12750	12300	29700	11400	3850	11250	10500	3450	2600
22:00	1350	1050	18750	14550	11700	13050	3750	9300	4350	1350	17400	16350	17400	13200	17400	2000	15050	12750	4500	2150
23:00	2850	2700	14400	11550	2450	10500	6150	9000	7550	900	24000	26850	19800	19950	15000	4350	13450	10350	2250	3750
01:00	2400	1050	13350	15550	14700	7800	5400	12500	4950	750	26550	18750	25400	48150	15900	4750	14100	10800	9450	3150
03:00	2850	1800	9750	15500	7950	13350	3600	10200	4800	1350	21450	6600	21450	44250	10200	4500	13200	8250	1700	2850

1) P: 原生动物 Protozoa; R: 轮虫 Rotifera.

2.4 不同深度鱼池浮游动物的差异

所有试验鱼塘有效水深不超过 2.5m,一般在 1.5—2.0m 之间。洼地鱼塘因其面积相对较小、鱼类放养密度高、鱼类活动及风力搅动、水体混合均匀,不同水层浮游动物差异相对较小,但在一定时段(7、8 月间)不同水层中由于水体温跃层的产生,原生动物差异较为明显。

3 讨论

3.1 原生动物在池塘生态系统中的作用

试验鱼塘在高密度养殖状态下,浮游动物中原生动物及较小的轮虫占主要部分,原生动物数量占总数量一般在 45%—50%,而轮虫则在 50%—55%左右,原生动物在其食物链中对细菌有依赖性,而对浮游植物非依赖性^[3],原生动物作为水生态系统中的低等动物,较轮虫可更直接地利用水体中营养物质;据资料表明^[2,6],在水生态系统中食肉动物具有较高的同化效率和较低的净生产效率,而食粪动物、食植物则具有较低的同化效率和较高的净生产效率,因此与其它水生动物相比,原生动物的净生产效率较高,在池塘水体中,原生动物的作用较之轮虫等更为突出,水中大量的生物一般都可排泄出很多代谢物,而这些有机物质又可被原生动物中的纤毛虫所利用,并保留在消费者食物库中,然后通过微生物的作用进入再循环,由于原生动物净生产效率高,呼吸量相对小,因而它们的能量消耗相对于其它水生动物就比较小,原生动物中碳、氮、磷的含量占体重的百分比一般较其它浮游动物为高^[7],试验鱼塘由于面积相对较小,鲢、鳙鱼的放养比例相对较大,总放养量的增大,使鱼的群体对整个食物的摄食能力提高,鲢、鳙鱼的大量滤食,加速了对初级产量的利用,促进了物质循环,精养池塘由于外源营养物质

的投入,使水体中 N、P 含量逐渐增加,促进了水生态系统生物生产力,原生动物现存量是总生产量被利用后的剩余量,原生动物本身可被较大型的浮游动物和底栖生物及鱼类等直接或间接利用,所以在池塘水体中,原生动物通过食物网、链关系,影响水生态系统的生物和生产力.在高产养鱼池塘中,这一影响较低密度养鱼池塘更为突出.从同一池塘鱼产量与原生动物现存量看(表 4),在一定范围内渔获量越高,相应地原生动物现存量也越高.

表 4 池塘鱼产量与原生动物数量的比较

Tab. 4 Relationship between fish yield and Protozoa abundance

年 份	3-1		4-1	
	原生动物现存量(个/L)	渔获量(kg/3200m ²)	原生动物现存量(个/L)	渔获量(kg/3200m ²)
1993	14010	2979	7330	3412.0
1994	13800	2630	5950	2878.1

3.2 鲢鳙鱼摄食对浮动物的影响及浮游动物的供养能力.

三年试验,七口塘次,以鲢鳙鱼放养为主,从鲢鳙放养尾数所占比例看,变幅在 50.08%—69.31%,放养鱼种重量所占比例为 56.06%—66.13% (1993 年 4-1 塘放养大规格草鱼种除外). 鲢鳙鱼终生可以浮游生物为食,但由于滤食器官鳃耙结构不尽相同,形成了功能上的差异. 鳙鱼的食谱中,浮游动物所占比例高于鲢鱼. 在池塘水体中,由于鱼类滤食及其在水中的活动,使塘泥沉积物中的营养物质不断分解放出补给于水体中,易形成强烈“水华”,总磷浓度的增加,使大的浮游动物消失. 养殖期间,大型甲壳类数量、生物量都不足总量的 1%. 池塘出现的“水华”主要以蓝、绿藻为主. 这些藻类一般不能为较大型浮游动物直接利用. 因此,表现在池塘中较大型的轮虫如萼花臂尾轮虫、晶囊轮虫等数量、生物量都较低,而一些以细菌、菌胶团、有机碎屑等形成的“食团”为食的较小浮游动物如异尾轮虫、无柄轮虫及原生动物得到发展.

在非养殖季节的“空塘”期,试验鱼塘中硅藻、甲藻含量相对较高,这为大型浮游动物提供了有利的食物条件,加上没有或很少被鱼类及其他浮游生物摄食,因此鱼塘在冬春“闲季”,池塘中大型浮游甲壳类达到峰值. 1993 年春放鱼种前 3-1、4-1 塘甲壳类数量达 200 个/L 以上(为历年所测最高值),而当放鱼后,这种状况随之改变.

精养池塘中鲢鳙鱼可以天然浮游生物为食,但由于量的不足必须投以粉末性饲料作补充. 根据池塘浮游动物现存量的测定结果,浮游动物对滤食性鱼类有一定的供养能力. 以 1993 年 3-1 塘(以鲢鳙鱼为主养殖池塘)为例,3-10 月养殖期间,浮游动物平均生物量为 5.6178mg/L,其中原生动物为 0.4444mg/L,轮虫为 5.0458mg/L,甲壳类为 0.1276mg/L,该塘面积 3200m²,水深 2.0m,设 P/B 系数原生动物为 200,轮虫为 100,甲壳类为 50,其利用率分别取 50%、60%、70%,饲料系数分别取 10、8、6,则该塘浮游动物的供鱼能力为 275.4Kg. 鲢鳙鱼占该塘鱼获总量的 62.81%,而浮游动物提供的可占 14.72%,加上浮游植物、有机碎屑、细菌等可提供的鱼产力,估计天然供鱼力可占实际生产的 40%以上. 由此看出,在高密度鲢鳙鱼养殖池塘中,做好水质管理,是提高生产力的关键.

3.3 看水养鱼及高产鱼池的水质标准

传统的看水养鱼是以浮游藻类形成的“水华”在趋光条件下形成的水色变化来判断水质的肥、活、嫩、爽,一般无具体定量指标. 高产鱼池在整个生长期都呈现出水华. 何志辉等^[5]总结无锡河埭口一些高产鱼池的看水经验,几种水华其生物量都在 100mg/L 以上. 从试验池塘观测

分析, 当池塘水色灰白时, 表现在池塘水体中原生动物及小型轮虫较多。从经验判断, 这种水质正逐渐老化, 营养缺乏, 必须换注新水和施肥。从泛塘鱼池采样分析, 泛塘时浮游植物量虽高, 但此时原生动物、轮虫量也很高, 达 10×4 个/L 以上, 生物量可达 25mg/L, 池边可看到“漂动”的“白点”, 浮游植物影响水体透明度, 呈负相关, 浮游动物对透明度影响较小, 但在同一透明度时, 浮游植物的量及浮游动物的量可相差数倍。

从养鱼实践看, 试验鱼塘在同类型洼地池塘中, 鱼种放养量及鱼获量都是最高的, 从水质变化看, 高产鱼池应有相宜的肥度, 如浮游动物中, 原生动物数量一般要达到 $1.5 \cdot 10^4$ 个/L, 轮虫达 $1.8 \cdot 10^4 - 2.5 \times 10^4$ 个/L, 相应地浮游植物一般在 $1 \times 10^7 - 5 \times 10^7$ 个/L; 而生物量指标要求浮游动植物生物量之比为 1:5—1:10。由于池塘浮游动物主要以原生动物及小型轮虫为主, 而这两大类随总氮、总磷含量的波动而变化, 因此在池塘水体中要充分体现天然饵料的供养能力, 必须考虑到水体理化因子与生物因子的协同性, 在池塘中施肥, 水体中氮、磷含量迅速变化, 细菌, 原生动物随之相应变化, 浮游植物次之, 轮虫再次之^[4], 可见高产鱼池的水质变化是一整体协调的动态过程, 单一因子的指标高低, 不是高产鱼池适宜的特征。

参 考 文 献

- 1 赵玉主. 鲤鱼和鲢鳙鱼对池塘浮游生物的影响. 生态学报, 1993, 13(4): 348—355
- 2 黄祥飞等. 武汉东湖浮游动物数量和生物量变动的研究. 水生生物学集刊, 1984, 8(31): 345—357
- 3 谷孝鸿等. 滤食性鲢鳙鱼对池塘浮游生物的影响. 农村生态环境, 1996, 12(1): 6—10, 41
- 4 谷孝鸿. 渍涝洼地鱼塘中浮游动物的变化. 湖泊科学, 1992, 4(1): 71—76
- 5 徐润林等. 武汉东湖浮游原生动物的生产量. 见: 中国海洋湖沼学会编. 第四次中国海洋湖沼科学会议论文集. 北京: 科学出版社, 1989, 164—172
- 6 Welsh H E. Relationship between assimilation efficiencies and growth efficiencies for aquatic consumer. *Ecology*, 1958, 49: 755—770
- 7 林婉莲等. 武汉东湖优势浮游动物元素含量分析. 水生生物学报, 1985, 9(3): 258—263
- 8 何志辉等. 无锡市河埭口高产鱼池水质的研究 II 浮游生物. 水产学报, 1983, 7(4): 287—299

STUDY ON ZOOPLANKTON IN HIGH-YIELD FISH PONDS IN SALINE-ALKALI WETLAND

Gu Xiaohong

(Nanjing Institute of Geography & Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Abstract

According to the change of community structure with of fish ponds different water depths, the paper analyzed the ecological characters of zooplankton in high-yield fish ponds in saline-alkali wetland, and approached the roles of protozoa in fish ponds and the effects of filter-prey of zooplankton estimated and the standards of culturing fish water quality evaluated

Key Words Saline-alkali wetland, fish ponds, zooplankton