

南四湖的水生生物和渔业生态初析*

王健鹏

(山东省淡水水产研究所)

提 要 南四湖是指位于山东省南部的微山、昭阳、独山和南阳四个湖, 现有水面 11.9 万公顷。目前的平均鱼产量是 94.05 公斤/公顷。1983—1984 年我省对该湖进行了全面的渔业资源调查。南四湖的溶氧含量平均为 8.71 毫克/升, pH 为 7.1—9.7。湖水中的磷酸盐是 0.0108 毫克/升, 三态氮是 0.465 毫克/升。水生维管束植物的生物量是 2584.2 毫克/米², 浮游植物和浮游动物的平均生物量分别为 1.709 和 0.601 毫克/升, 底栖动物的平均生物量是 92.65 克/米²。鱼类的优势种类是鲫鱼、黄颡鱼、乌鳢、红鳍鲌、长春鳊、鲢鱼、鲤鱼。并为开发它们提出了初步建议。

关键词 湖, 水生生物, 渔业, 生态系统

“南四湖”(微山、昭阳、独山、南阳四湖的总称)位于山东省南部微山县境内, 上级湖高程为 34.0 米, 下级湖高程为 32.5 米时的面积有 11.9 万公顷⁽¹⁾, 是纳入淮河水系的第二大湖泊, 也是山东省最重要的淡水渔业基地。

南四湖流域面积为 31700 平方公里, 有较丰富的营养盐类和饵料资源, 水质条件有利于水生生物的生长, 是著名的高产湖泊。南四湖目前的平均鱼产量 94.05 公斤/公顷, 渔产量 119.85 公斤/公顷。年代平均产量以五十年代最高, 平均渔产量 178.05 公斤/公顷。后来由于二级坝等水利设施的修建, 农田用水剧增, 使南四湖的水位得不到保障。随着目前渔民的生产手段有了改进, 捕捞压力就远远地超过了鱼类自然增殖的能力, 渔业资源逐年被破坏。这些都是渔产量大幅度下降的因素。六十年代渔产量降到最低水平, 平均渔产量仅有 81.45 公斤/公顷。七十年代渔产量有所回升, 达 135.75 公斤/公顷。但是鱼类种群结构趋向单一化和低龄化, 经济效益下降。针对如何改善南四湖的鱼类组成, 使南四湖的初级生产力最大限度地得到利用, 提高南四湖的渔产量和经济效益, 作者根据山东省淡水水产研究所等单位于 1983—1984 两年所做的调查结果作一初析。

南四湖渔业生态结构

南四湖生态系中的生物组成分生产者、消费者、分解者三大类。这三大类代表三种不同营养方式的生物, 其中消费者可根据其在食物链中的位置分成次级生产者、三级生产者 and 顶级生产者三类。另外, 非生物因素也影响这个生态系。由于这几部分在生态系中进

* 本文承蒙青岛海洋大学水产学院李德尚教授审阅、修改, 束景升、马俊岭、杨立帮、王育峰、苏联芳、葛文萍等同志提供材料, 在此一并致谢。

收稿年月: 1987年6月; 1988年10月修改。

(1) 南四湖水资源调查组, 1983。南四湖水位与面积容量关系表。

行物质循环和能量流动的相互作用,从而使生态系达到了相对平衡。现将各部分的结构特点分述如下:

一、非生物因素

南四湖地区属温带季风大陆性气候,湖内多年的平均气温是 14.2°C ,水温平均高于 14°C 的时期在4月中旬到10月下旬。该湖的溶氧含量较为丰富,全年四次采样平均值为 8.71 毫克/升^[11]。pH一般是 $7.1-9.7$,呈弱碱性。湖水中的营养盐类较为丰富,尤其是三态氮,春、秋季最高分别达 0.813 和 0.616 毫克/升,全年的平均值为 0.465 毫克/升。南四湖湖水中磷酸盐的含量较少,全湖无机磷的平均含量为 0.0108 毫克/升,春季最高也只达到 0.013 毫克/升。

二、生产者

南四湖的水生高等植物共鉴定出74种,分别隶属于2门28科45属^[11]。秋季是全湖生物量的最高峰,其总生物量可达304.63万吨,按平均分布面积11.9万公顷计数,平均生物量为 2584.2 克/米²。其中沉水植物和浮叶植物的总生物量分别达210万吨和23.13万吨,分布面积9.33万公顷;挺水植物的总生物量为71.5万吨,分布面积2.47万公顷。

在沉水植物和浮叶植物中,以轮叶黑藻(*Hydrilla verticillata*)生物量最大,其次是聚草(*Myriophyllum spicatum*)和光叶眼子菜(*Potamogeton lucens*),98%的沉水植物都是草食性鱼类的饵料生物。南四湖中水生高等植物的P/B系数以1.25计,全湖的年生产量达 3230.24 克/米²,水生高等植物的干湿比按7.7%计,每克干草的能量按3927卡计,则可作为鱼类饵料的水生高等植物总能量为 6.9×10^{11} 千卡,平均每公顷可提供能量 7.548×10^6 千卡。全湖每年还可提供71.5万吨的挺水植物,相当于 2.16×10^{11} 千卡的能量。其优势种主要是芦苇(*Phragmites communis*)和菰(*Zizania caduciflora*)。

南四湖浮游植物隶属于8门46科116属^[11],年平均数量218.2万个/升,年平均生物量1.7094毫克/升,其生长期的平均生物量为2.0021毫克/升。南四湖浮游植物的数量、生物量及其优势种群均随着季节的不同而有明显变化,其生物量各季节的分布为春季单峰型,具有春夏秋冬递减的变化趋势,四季的生物量分别是2.3694、2.1988、1.4381和0.8312毫克/升。其数量与生物量的变化趋势基本相同,只是冬季比秋季略高一点。南四湖浮游植物的优势种类主要是蓝隐藻属(*Chroomonas*)、隐藻属(*Cryptomonas*)、舟形硅藻属(*Navicula*)、小环藻属(*Cyclotella*)、纤维藻属(*Ankistrodesmus*)等14种,其数量占总数量的69.5%。

南四湖的平均深度以1.5米计,则平均每公顷浮游植物的生物量为25.62公斤,以P/B系数146计,生长期的生产量为3739.8公斤/公顷,1克鲜重的浮游植物相当于575卡能量,则每公顷可提供 2.15×10^6 千卡的能量。

三、消费者

南四湖的消费者主要分为次级生产者、三级生产者和顶级生产者三大类。

(1) 次级生产者 所谓的次级生产者即植食性动物,主要包括浮游动物、植食性鱼

类、底栖动物和杂食性鱼类的一部分。据调查南四湖的浮游动物共有 249 个种别^[11], 四次采样总平均数量为 5770 个/升, 生物量 0.601 毫克/升, 其中个体数量最多的是原生动物, 生物量最大的是桡足类(见表 1)。优势种类主要有睥睨虫(*Askenasia*)、针簇多肢轮虫(*Polyarthra trigla*)、圆形盘汤蚤(*Chydorus sphaericus*)、汤匙华哲水蚤(*Sinocalanus dorrii*)。

表1 浮游动物数量和生物量统计表(1983年)

Table 1 The statistical table of quantity and biomass of the zooplankton (1983)

种类	数量(个/升)		生物量(毫克/升)	
	平均数	%	平均数	%
原生动物	5613.2	97.28	0.1918	31.91
桡足类	74.2	1.29	0.2583	45.15
枝角类	12.2	0.21	0.1009	16.79
轮虫	70.4	1.22	0.055	9.15
总计	5770	100	0.601	100

南四湖浮游动物数量的季节变化为夏季单峰型。由于南四湖中原生动物的数量很大, 所以其生物量与全国同类型湖泊相比较少, 平均每公顷的生物量为 9.006 公斤^[11], 以 P/B 系数 25 计, 全年的生产量为 225.15 公斤/公顷, 可提供能量 68895.9 千卡/公顷。浮游动物的各大类也表现出明显的季节性变化(如图 1 所示)。

南四湖底栖动物共鉴定出软体动物 36 种^[4], 节肢动物甲壳纲 9 种, 昆虫纲的 15 个科, 其中摇蚊科幼虫共鉴定出 8 个种(群), 环节动物 8 个种^[8]。全年平均数量为 931.59 个/米², 生物量 92.65 克/米², 其中以软体动物的生物量为最高, 每平方米达 84.90 克, 约占总生物量的 91.64%。各种底栖动物数量和生物量见表 2。

南四湖水草丛生, 为软体动物的生活提供了良好的条件, 腹足类在湖中呈全湖分布状态, 其最大密度可达 3750 个/米², 重 434 克/米²。优势种群是长角涵螺(*Alocinma longicornis*)、纹沼螺(*Parafossarudus striatulus*)、硬环棱螺(*Bellamyia lapidea*)和河蚌(*Corbicula fluminea*)。虾类亦呈全湖性分布, 以中华米虾(*Caridina denticulata sinensis*)的数量最多, 是南四湖重要的水产资源和饵料生物资源。摇蚊幼虫的优势种群是羽摇蚊(*Tendipes plumosus*)和细长摇蚊(*Tendipes attenuatus*)。

计算可知南四湖的底栖动物每公顷可提供能量 118061.25 千卡。(各类动物的能量换算见表 3)

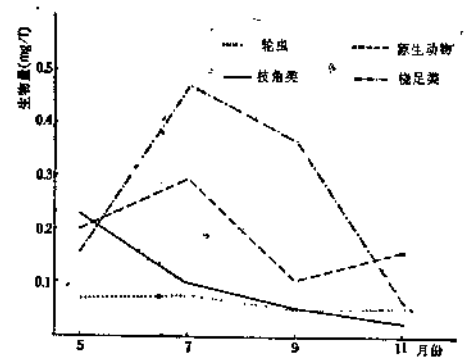


图1 浮游动物各大类生物量季节变化(1983年)

Fig. 1 Seasonal changes of biomass about every kinds of zooplankt zooplankton (1983)

表2 底栖动物数量、生物量统计表(1983)

Table 2 The Statistical table of quantity and biomass on zoobenthos (1983)

种 类	数量		五月				九月				平均			
	个/m ²	%	克/m ²	%	个/m ²	%	克/m ²	%	个/m ²	%	克/m ²	%		
腹足类	527.88	68.78	82.81	79.30	857.90	82.78	69.76	86.24	692.64	74.35	76.29	82.33		
瓣鳃类	10.66	1.29	13.40	12.83	1.16	0.11	3.84	4.75	5.91	0.63	8.62	9.30		
水蚯蚓	48.33	5.24	0.66	0.63	13.25	1.28	0.18	0.22	28.29	3.04	0.42	0.45		
蛭类	16.66	2.02	0.59	0.57	10.23	0.99	0.27	0.33	13.45	1.44	0.43	0.46		
摇蚊幼虫	103.11	12.47	0.73	0.99	73.72	7.11	0.66	0.82	88.42	9.49	0.70	0.75		
水生昆虫	81.69	10.00	1.93	1.85	30.21	2.92	3.95	4.88	55.96	6.00	3.08	3.33		
虾类	39.77	4.81	4.24	4.06	48.23	4.65	2.18	2.69	44.00	4.72	3.21	3.46		
其他	4.26	0.52	0.06	0.06	1.62	0.16	0.05	0.06	2.94	0.32	0.05	0.06		
合计	826.86		104.42		1036.32		80.89		931.59		92.66			

表3 底栖动物能量换算表(1983年)

Table 3 The energy conversion table of The zoobenthos(1983)

动物种类	单位生物量 (kg/ha)	P/B系数	生产量 (kg/ha)	能量值 (1kg = Kcal)	单位热量 (Kcal/ha·Y)
软体动物	848.25	1	848.25	120	101790
虾类	32.1	1.5	48.15	150	7222.5
环节动物	8.55	2.1	17.96	120	2155.2
昆虫	38.25	1.5	57.38	120	6885.6
合计	927.15		971.74		118053.3

南四湖中植食性鱼类较少,能形成优势种群的只有长春鳊(*Parabramis pekinensis*), 占总渔获量的 1.27%。杂食性鱼类是南四湖鱼类的主体,鲫鱼(*Carassius auratus*)的产量居首位,占渔获物的 69.15%。鲤鱼(*Cyprinus carpio*)占 1.08%。根据食性分析,植物性饵料在鲫鱼渔获物肠道中的出现率为 95%,鲤鱼也达 45.5%。据研究,水生植物所提供杂食性鱼类的能量约占其摄食的 2/3。1983 年南四湖的鱼类单产是 90.15 公斤/公顷,其中每公顷植食性鱼类 1.14 公斤,可折合能量 590.55 千卡/公顷;杂食性鱼类 63.3 公斤/公顷,其中属于次级生产的能量为 21855 千卡/公顷。

(2) 三级生产者和顶级生产者 三级生产者是指以底栖动物、浮游动物和以植食性鱼类为食的一类鱼;而顶级生产者是指它们自己不再被其他鱼类或敌害所食的一类鱼。顶级生产者包括的范围很广,在此我们所讨论的顶级生产者只限于凶猛鱼类,如乌鳢(*Ophioccephalus argus*)、鲶鱼(*Parasilurus asotus*)等。我们所讨论的三级生产者主要是肉食性鱼类,如黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*)、红鳍鲌(*Culter erythropterus*)等,也包括杂食性鱼类的一部分,它们占杂食性鱼类能量的 1/3。根据 1983—1984 年 150 余次的渔获物分析,共采集鱼类标本 78 种,分别隶属于 8 目 16 科 53 属^[2]。鲤科鱼类 48 种,占总种数的 61.45%。南四湖的鱼类以鲫鱼为绝对的优势种类,而且所占比例之高在全国同类湖泊中居首位。

由表 4 可看出肉食性鱼类在渔获物中占 26.73%,其中三级生产者(黄颡鱼、红鳍鲌为主)占 15.52%,可提供能量 8394.75 千卡/公顷。凶猛鱼类(以乌鳢、鲶鱼为主)占渔获

表4 南四湖经济鱼类所占渔获物的比例(1983)
Table 4 The proportion of economic fish on productivity
in the four lakes in south of shandong (1983)

鱼类名称	平均尾重(克)	百分比(%)	鱼类名称	平均尾重(克)	百分比(%)
鲫鱼	23.5	69.15	鲢鱼	100.0	1.22
黄颡鱼	29.0	12.17	鲤鱼	191.0	1.08
乌鳢	258.0	9.99	合计		98.23
红鳍鲌	37.0	3.35	其他		1.70
长春鳊	49.0	1.27			

物的 11.21%，可提供能量 6477 千卡/公顷。

4. 分解者 南四湖水体中有大量微生物对动植物的尸体、残骸及排泄物进行支解，使其成为有机碎屑，并继续分解成为营养盐类，重新进入生态系的物质循环。这些微生物本身又为滤食性动物(包括部分鱼类)提供了饵料。

湖泊生态系中各种动植物之间由于摄食和被摄食的关系，形成了一个复杂的食物网，南四湖各种动植物之间的能量转化和物质循环过程如图 2 所示。

由图 2 可以看出在南四湖生态系中，由初级生产者固定下来的太阳能 9.69×10^6 千卡/公顷·年，经过几个营养级的转化，到顶级生产只剩下很少的一部分能量 (6467.7 千卡/公顷·年)。90%以上的能量都在转化中按照 L. Lindeman 的“百分之一定律”消耗掉了^[7]，使其各营养级年产量的能量值排成金字塔形。计算可知，南四湖中各营养级的转化率均小于 10%，鱼类对初级生产力的利用率为 0.495%，仅为东湖的 25.7%。(如表 5 所示)

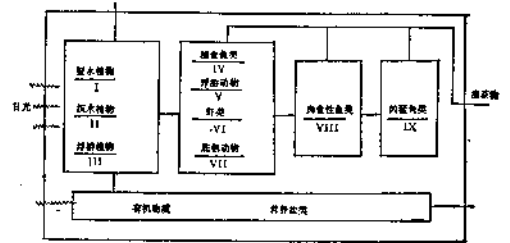


图 2 南四湖生态系能量分配与物质循环模式图(1983)(单位: 千卡/公顷·年)

Fig. 2 The model of energy distribution and material circulation in the ecological system of the four lakes in south of Shandong (1983) (Kcal/ha·y)

I—10950000 II—7540000 III—2150000
IV—22000 V—69000 VI—7200
VII—111000 VIII—19000 IX—6500

表5 南四湖与东湖的生态效率比较(1983)
Table 5 Compare of the ecological efficiency between the
four lakes and east lake(1983)

湖名	太阳总辐射能(千卡/米 ² ·年)	初级生产对总辐射的利用率	鱼类对初级生产利用率
东湖	1,100,000	0.38%	1.48%
南四湖	1,150,000	0.104%	0.495%

讨 论

1. 南四湖的鱼产潜力

鱼产潜力的计算是按照 $F = \frac{W \cdot P/B \cdot T}{f}$ 的公式进行的^[10]。其中F—鱼产潜力；W—饵料资源生物量；T—饵料资源利用率；f—饵料系数。其中T、f、P/B等系数是参照国内外同类型湖泊所取得的数据，浮游植物的P/B系数是通过黑白瓶测得的，各类饵料生物所提供的鱼产潜力如表6所示。

表6 南四湖部分饵料生物提供鱼产潜力计算表(1983)

Table 6 The calculated table of the supple on fish catch by partial food organism in the four lakes in south of Shandong (1983)

饵料名称	生物量 (公斤/公顷)	P/B 系数	生产量 (公斤/公顷)	饵料利用率 (%)	饵料系数	可提供鱼产力 (公斤/公顷)
浮游植物	31.2	146	4555.35	20	4.0	22.8
水生植物	24441.6	1.25	30552	50	120	127.35
浮游动物	11.11	20	222.15	50	10	11.1
虾类	32.1	1.5	48.15	30	7	2.1
合计	24517.01		35377.65			163.35

另外，底栖动物为底栖性、杂食性鱼类提供了丰富的饵料。南四湖的软体动物生物量每公顷达848.25公斤，我们以每年增产现在生物量的50%计，饵料系数为60，那么软体动物每年可提供鱼产潜力7.05公斤/公顷^[5]。南四湖的水蚯蚓、水生昆虫的生物量为46.8公斤/公顷，根据文献记载水蚯蚓、水生昆虫每年的增殖能力达1.5（摇蚊）—2.2（水蚯蚓）倍，我们在此取最保守的数字1倍，饵料系数6，可提供杂食性鱼类7.8公斤/公顷^[9]。有机碎屑和细菌作为鱼类饵料虽往往被忽视，但根据Winberg（1972）对三种不同营养类型湖泊有机碎屑的测定可知，它所提供的鱼产潜力为浮游植物的2.6—4.5倍，我们以其下限2.6倍计算，可提供鱼产潜力59.25公斤/公顷，微生物能提供浮游植物一半的鱼产潜力，为11.4公斤/公顷。

南四湖水草丛生，为虾类，特别是草虾、小长臂虾（*Palaemonetes sinensis*）以及日本沼虾（*Macrobrachium nipponensis*）提供了优良的产卵、生存的环境，所以南四湖的虾类在渔产量中占有重要的地位，每年可提供商品虾2000—6000吨，占总渔获量的12—18%（合每公顷18.75—56.25公斤）。

在湖泊生态系中，各营养级之间的关系是非常复杂的，大部分能量在转化中消耗掉了，所以上面所提供的鱼产潜力只是我们在合理放养和合理开发中的一个参考数据。我们在计算中均取P/B系数、饵料利用率的最小值，饵料系数的最大值，因此所估算的鱼产潜力是一个极为保守的数据。在实际生产中只要我们通过繁殖保护，调整好鱼类种群结构，其鱼产力可望有很大的提高。

2. 南四湖鱼类区系分布及其限制鱼产量的主要因素

五十年代南四湖的鱼种类是多样化的，有大量的洄游性鱼类，仅刀鲚就年产2500吨。由于六十年代大建水利工程，将鱼的洄游路线全部堵死，使鱼类的组成简单化。湖泊定居性鱼类如鲫、鲤、黄颡鱼、红鳍鲌、乌鳢、泥鳅等成为绝对的优势种类，而海湖洄游和江湖洄游性鱼类，如刀鲚（*Coilis ectenes*）、鳗鲡（*Anguilla japonica*）、鲢（*Hypophthalmichthys*

molitrix)、鳊(*Aristichys nobilis*)、青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)等几乎全部绝迹了。

捕捞强度过大,繁殖保护工作跟不上,使渔获物逐渐低龄化;捕鱼网具的网目越来越小,使性成熟晚、个体大的鱼类越来越少;性成熟早、个体小的鱼类成为主要的渔获种类,经济效益显著降低。这种现象在南四湖的鲫鱼种群中明显地表现出来。南四湖的鱼类组成与饵料生物之间的比例不合理,滤食性、植食性鱼类偏少,大量的生物资源不能合理地利用。另外水位不稳,大量的农业用水造成干湖等现象都严重影响了水生生物和鱼类生长,破坏了湖泊资源,使鱼产量大幅度地下降。

3. 南四湖的营养盐类和其营养型的分析

南四湖流域面积大,进入南四湖的营养盐类较为丰富,据分析南四湖中的三态氮在最高的春季平均可达0.813毫克/升,水生生物生长期的平均值为0.58毫克/升,由于水生高等植物的大量生长,使南四湖中的磷酸盐含量较少,全湖平均含无机磷0.0113毫克/升,总磷0.018毫克/升。营养盐类的多寡是影响水生态系初级生产力的重要因素。根据理论推算,浮游植物在代谢过程中所需要的氮、磷之比为7.2/1,而南四湖中在水生生物生长期的氮磷之比达51.3:1,春季达62.3:1,有的采样点竟达125:1。说明磷的缺乏是南四湖初级生产力的主要限制因素。从磷酸盐、三态氮及浮游植物在生长期的变化曲线可以看出磷酸盐的浓度对浮游植物生物量的影响。(如图3所示)

关于营养类型的划分,采用不同的指标差异很大,根据南四湖的发育,水生植物的数量以及渔产量等因素作者认为应将南四湖划入富营养型、人工控制的老年期湖泊。

4. 关于凶猛鱼类的问题

南四湖中,以鱼类为主要食料的乌鳢、鲢鱼占鱼类总产量的11.21%,另外还有鳊鱼、翘嘴红鲌等。应该怎样评价它们在湖泊生态系统中的作用,这些凶猛鱼类能给经济鱼类造成多大的危害,作者仅根据目前所掌握的材料提出这一问题作一讨论。在南四湖中除了经济价值较高的鱼类外,还有许多小杂鱼,如麦穗鱼、圆尾斗鱼、黄魮鱼等都是较大的种群,这些小型鱼类经济价值低,却从水中消耗掉一部分饵料,并占有一定的空间。而且它们还具有草上产卵和护卵习性,有较强的适应能力,这样就会由于食物竞争和空间竞争而引起经济鱼类产量的降低,作者认为目前南四湖就处于这样一种状态。适当发展凶猛鱼类可以把这些小型杂鱼转变为价值较高的商品鱼,从这一意义上讲,也是对小杂鱼资源有效利用。但也可能发生相反的情况,由于凶猛鱼类过多,小杂鱼数量减少,从而使凶猛鱼类以小杂鱼为食转向以经济鱼类的幼鱼为食,这样也会影响经济鱼类的产量。在实际生产中,我们必须弄清湖泊中凶猛鱼类和各种鱼类在食物、空间以及种群数量上的关系,通过这些关系的研究来指导我们的增养殖工作。

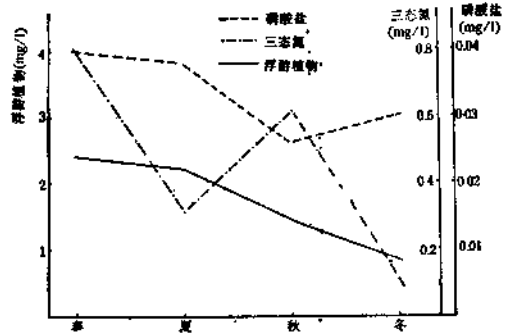


图3 磷酸盐、三态氮和浮游植物在生长期的变化曲线(1983年)

Fig. 3 The change curve of phosphate trimorphism nitrogen and phytoplankton in growth phase(1983)

开发利用南四湖的措施

根据南四湖的生态结构,本着调整生态结构的需要和现实可能性的原则,以较小的投入获得较大的生态效益,使南四湖生态系统的能流和物质循环向良好的方向发展。作者认为目前应采取以下措施。

1. 加强繁殖保护,辅助以放流四大家鱼、鲤鱼、中华绒螯蟹等经济动物,调整鱼类的种类结构,使水生生物资源最大限度地得到利用。酷渔滥捕是南四湖鱼产量降低的主要原因之一,因此我们必须加强对亲鱼产卵期及幼鱼的保护工作,搞好渔具渔法的管理,限制捕捞强度,放大网具尺寸,这样可以有效地阻止鱼类向小型化发展,提高鱼类的生态效率。我们在保护定居性鱼类的同时,应注意辅助投放四大家鱼等经济鱼类的大规格鱼种,使其鱼类的组成多样化,生物资源能被充分地利用。

2. 改善鱼的种类组成,引进与饵料生物组成相适应的优良鱼类品种。南四湖目前的鱼类组成与饵料生物总是相适应的,但鲫鱼是一种生长较为缓慢的鱼类,而且由于捕鱼网目的缩小使鲫鱼性成熟早、个体小,经济价值低,所以我们要大量地引进和投放食物链短的、生长快并能自繁形成优势种群的鲤鱼、团头鲂、细鳞斜颌鲷、方正银鲫、白鲫等优良品种,提高南四湖鱼类的质量,以满足人民群众吃上鱼、吃好鱼的要求。在南四湖还应在一定的范围内注意保护一些经济价值较高的凶猛鱼类,使它们能够适当地发展,以此来限制野杂鱼的发展。在具体的工作中,要在对生态系进行深入研究的基础上指导生产。

3. 在适宜的湖湾、湖汊和小面积的湖区内实行投饵与施肥相结合的网围或网箱养殖。湖泊的精养可以提高湖泊的初级生产力,建立良性的物质循环,提高湖泊的生态效率,使渔业生产从单纯的捕捞型逐步转向捕捞和养殖相结合的复合型。

4. 种植和发展水生高等植物。南四湖底泥肥沃,沼泽型湖区面积大,有利于水生高等植物的生长,在适宜的湖区内种植芦苇、菰、莲藕、芡实、菱等多种经济植物。加强沿湖养牛、养鸭等畜牧生产,建立复合生态系统,综合利用南四湖的水草、螺类资源。还可以移植生长快、价值高的圆田螺和其他螺类,如福寿螺等。随着生态渔业和集约化生产的兴起,应建立系列水产品加工厂,综合利用水产资源,促进生产的发展,使水产品能更好地为人们所利用。

5. 在条件允许的条件下,疏通江湖之间的联系,在建造水利工程的同时考虑鱼的洄游线路,让洄游性鱼类能顺利地进入南四湖,使鱼类种类多样化,提高湖泊的生态效率。

6. 确保南四湖的水位,防治污染,建立良好的生产秩序等都是提高生产,造福于沿湖群众的必要措施。

参 考 文 献

- [1] 王育峰等,1986.南四湖渔业资源调查综合报告.淡水渔业,(2):19~22.
- [2] ——,1986.南四湖鱼类资源调查报告.齐鲁渔业,(4):6~8.
- [3] 马俊岭等,1987.南四湖底栖动物调查报告.齐鲁渔业,(1):43~45.
- [4] 刘月英等,1984.南四湖贝类资源调查报告.贝类学论文集,第2辑.
- [5] 刘建康,1955.养鱼池单位面积产量试验.水生生物集刊,(1):25~44.

- [6] —, 1959. 梁子湖的自然环境及其渔业资源问题。太平洋西部渔业研究委员会第二次全体会议论文集, 52~64, 科学出版社, 北京。
- [7] 何志辉, 1985. 淡水生物学(下册、生态学部分), 258. 农业出版社, 北京。
- [8] 陈一骏, 1983. 洪湖渔业生态系统初析。水产学报, 7(4): 331~342。
- [9] 陈其羽, 1980. 武昌东湖底栖动物群落结构和动态的研究。水生生物集刊, 7(1): 41~56。
- [10] 陈洪达, 1975. 武昌东湖水生维管束植物的生物量及其在渔业上的合理利用。水生生物学集刊, 5(3): 410~420。
- [11] 济宁市科委, 1987. 南四湖自然资源调查及开发利用研究, 285. 山东科学技术出版社。

A TENTATIVE ANALYSIS ABOUT THE AQUATIC ORGANISMS AND ECOSYSTEM OF FISHERY IN FOUR SOUTH LAKES OF SHANDONG

Wang Jianpeng

(Freshwater Fishery Research Institute of Shandong Province)

ABSTRACT The four south lakes of Shandong province is four connected lakes (Weishan Hu, Dushan Hu, Zhaoyang Hu and Nanyang Hu) with an area of 119 thousand hectare. The average depth of water is 1.5 meters and the average annual production of fish is about 94.05kg/ha.

The investigation was made in 1983-1984. In the lakes the amount of dissolved oxygen was 8.71 mg/L and pH value was 7.1-9.7. The amount of PO_4-P was 0.0108 mg/L. The amount of NO_3-N , NO_2-N and NH_4-N was 0.465 mg/L. The biomass of aquatic plant was 2584.2 g/m. Annual biomass of phytonplankton and zooplankton were 1.709 mg/L and 0.601 mg/L, respectively. The average annual biomass of zoobenthos was 92.65 g/m. Seven predominant species of fish in the lakes were: *Carassius auratus* (Linnaeus), *Pseudobagrus fulvidrco* (Richardson), *Ophiocephalus argus* (Cantor), *Calter erythropterus* (Basilewsky), *Parabramis pekinensis* (Basilewsky), *Parasilurus asotus* (Linnaeus) and *Cyprinus carpio* (Linnaeus). The water in four lakes was rich in nitrogen but poor in phosphates, thus the utility of the total primary production by the fishes in the four lakes was only 0.495%.

We also analysed the ecosystem structure of the fishes in the four lakes. A tentative proposal was suggested in order to exploit and utilize the aquatic resources in the four lakes.

KEYWORDS lake, aquatic organisms, fishery, ecosystem.