

龙头水库浮游植物初级产量、 浮游生物生物量和鲢鳙鱼产力的研究

张来发 王爱民 赵金利

(吉林省水利局水产处)

提 要

1978—1979年在龙头水库进行了浮游植物初级产量和浮游生物生物量的研究。浮游植物初级产量每昼夜平均为1.88克碳/米³。浮游植物和浮游动物生物量分别为5.764 mg/L和0.587 mg/L。用龙头水库的实例来讨论水域生态系的供饵能力、鲢鳙鱼产力和鱼种的合理放养量。

引 言

龙头水库是在1962年建成的。总库容1050万立方米,设计灌溉面积1.2万亩,养鱼水面1065亩,平均水深6米。是一座以灌溉为主,结合养鱼等综合利用的中型水库。它位于北纬42°52',东经125°27'。水库于1963年开始养鱼,10多年来共投放秋片鱼种489万尾。从1968—1978年共捕捞鲜鱼63.3万斤,11年平均亩产57.4斤,最高年产的1975年捕鱼13万斤,亩产122斤,回捕率4.6%。

我们依照国际生物学规划(IBP)的工作方法,对龙头水库的供饵能力,鲢鳙鱼产力以及鱼种的合理放养进行了初步研究。

1978年的原始资料由王庆有提供;1979年的工作有张来发、王爱民、赵金利参加;水化学分析由蒋桂珍、王立英负责。全文由张来发执笔。

工 作 方 法

我们在1978—1979年每年5—10月的生长期,在一个中心点的永久断面上,每月一次进行研究。浮游生物采样取各层水的1L混合样品,碘液固定,用沉淀法浓缩至30或50ml。在容积为0.1ml和1ml的计数框上计算浮游植物和浮游动物。每个样品观察两次,每次100个视野,结果取两次的平均值。计算浮游植物重量应用10°kmk相当于1mg浮游植物湿重的标准。

用黑白瓶法测定浮游植物光合作用。分6层挂瓶(0.10, 0.50, 1, 2, 3, 4m),挂瓶一昼夜(24小时),用常规法测定氧量。说明初级生产能力的是1平方米水柱深的光合作用

层的初级生产量,用克碳(gC)或千卡(Kcal)表示,整个水域用吨碳(T.C)表示。在挂瓶同时测定水温和透明度。水库营养盐类用常规法测定,还收集了水文学方面的有关资料。

结 果

1. 水文学状况

龙头水库是一座以灌溉为主的水库,水位变化和水的交换量很大,特别是在鱼的生长期。现将水库建成后的水文学状况列于表 1。

表 1 龙头水库水文学资料

年 份	项目 单 位		开间前蓄水量		汛后蓄水量		5—8月 用水量 (万立方米)	全年降雨量 (毫米)	无 冰 期 (天数)
	水 量 (万立方米)	面 积 (公里 ²)	水 量 (万立方米)	面 积 (公里 ²)					
1963	32	0.205	128	0.548	—	—	669.2		
1964	401	1.120	127	0.548	—	—	1009.2		
1965	435	1.142	123	0.548	—	—	434.8		
1966	253	0.978	530	1.151	—	—	706.9		
1967	210	0.747	345	1.142	—	—	535.8		
1968	335	1.037	246	0.978	—	—	674.9		
1969	241	0.978	529	1.151	—	—	615.8		
1970	261	0.890	369	1.078	—	—	593.2		
1971	531	1.151	303	1.588	—	—	717.7		
1972	611	1.317	426	1.320	1061.9	—	595.2		
1973	803	1.588	956	1.321	754.6	—	677.7		
1974	518	1.150	583	1.314	748.5	—	638.7		
1975	577	1.310	602	1.310	778.2	—	943.1		
1976	677	1.322	340	1.027	682.2	—	647.5		
1977	516	1.150	373	1.037	475.6	—	—		
1978	529	1.151	238	0.975	—	—	—		
1979	332	1.037	—	—	—	—	—		
平 均	427.2	1.075	420.3	1.065	750.2	—	675.7	214	

2. 水温

水温是确定光合作用强度的重要数值。龙头水库的年变化如表 2。

表 2 龙头水库水温(°C)变化资料

年 \ 月	5	6	7	8	9	10	平 均
1978	16.0	25.0	28.5	22.0	16.0	9.0	19.4
1979	18.4	20.0	23.0	24.6	18.4	9.0	18.9

龙头水库生长期表层水温平均 1978 年为 19.4°C, 1979 年为 18.9°C, 两年生长期内的平均温度相差 0.5°C, 最高水温为 1978 年 7 月 28.5°C, 最低为 10 月 9.0°C。

3. 透明度

透明度决定光线透入的程度和藻类的光合作用。1978—1979年的透明度见表3。

表3 1978—1979年透明度(厘米)变化表

年\月	5	6	7	8	9	10	平均
1978	90	75	60	80	50	70	70.8
1979	80	80	80	100	60	70	79.2

1978年的透明度变化在50—90厘米之间, 1979年在60—100厘米之间。透明度最高为1978年9月—50厘米, 最低为1979年8月—100厘米。

4. pH值

水库水常年呈弱碱性。pH值在7.2—8.5之间。

5. 水化学状况

1978—1979年水化学状况列表4。

表4 水化学状况 单位: mg/L

项 目	年 月	一 九 七 八						一 九 七 九					
		5	6	7	8	9	10	5	6	7	8	9	10
硝酸盐		0.032	—	—	0.29	—	0.065	0.037	0.078	0.051	0.088	0.081	0.067
磷酸盐		0.324	—	—	0.0032	—	0.0018	0.009	0.0086	0.003	0.0036	0.045	0.004
氯化物		5.49	—	—	5.74	—	0.57	6.05	5.76	5.87	4.70	5.00	6.40
有机物耗氧		4.87	—	—	9.12	—	6.40	5.67	6.72	7.15	8.96	13.71	10.52

磷酸盐的最高含量在1978年5月—0.324 mg/L, 最低在10月—0.0018 mg/L, 全年平均—0.1097 mg/L。1979年的最低含量在7月—0.003 mg/L, 最高在9月—0.045 mg/L, 全年平均—0.0126 mg/L。

硝酸盐的最高含量在1978年8月—0.29 mg/L, 最低在5月—0.032 mg/L, 全年平均—0.125 mg/L。1979年的最低含量在5月—0.037 mg/L, 最高在8月—0.088 mg/L, 全年平均—0.067 mg/L。

6. 浮游生物初级产量

龙头水库在1978—1979年5—10月研究期间光合作用强度在最表层(0.10m)的初级产量1978年为2.44 mgO₂/L 昼夜。在水下2米深处分别为0.414 mgO₂/L 昼夜和0.85 mgO₂/L 昼夜。在水下4米处分别为0.092 mgO₂/L 昼夜和0.52 mgO₂/L 昼夜。

这种明显的产量分层现象可以在分析浮游植物水温按深度分布情况的基础上加以解释。在水库表层至水深1米处聚集着大量浮游植物。表层的初级产量高是由表层的浮游

植物高度的光合作用强度所决定的。因为表层的浮游植物比深层的浮游植物日照条件好。

龙头水库从 1978 年 5 月到 1979 年 10 月浮游植物平均生产量 1978 年为 $3.55 \text{ gO}_2/\text{m}^2$ 或 $1.33 \text{ gC}/\text{m}^2$ 。1979 年为 $6.48 \text{ gO}_2/\text{m}^2$ 或 $2.43 \text{ gC}/\text{m}^2$ 。生长期(180 天)的生产量 1978 年为 $639 \text{ gO}_2/\text{m}^2$ ，1979 年为 $1166 \text{ gO}_2/\text{m}^2$ 。两年的平均生产量为 $5.0 \text{ gO}_2/\text{m}^2$ 或 $1.88 \text{ gC}/\text{m}^2$ ，生长期的生产量为 $900 \text{ gO}_2/\text{m}^2$ 或 $338.4 \text{ gC}/\text{m}^2$ 。详细结果见表 5。

表 5 1978—1979 年龙头水库浮游植物初级产量

年 份	单 位	一 昼 夜 生 产 量							生长期 平 均	年生产量
		5	6	7	8	9	10			
一九七八	总生产量	gO_2	2.93	3.44	3.31	6.08	4.93	0.61	3.55	639.4
		gC	1.10	1.29	1.24	2.28	1.85	0.28	1.33	289.0
		Kcal	10.28	12.07	11.62	21.94	17.30	2.14	12.46	2240
一九七九	总生产量	gO_2	5.49	4.99	6.40	11.65	6.24	4.16	6.48	1160.4
		gC	2.06	1.87	2.40	4.37	2.34	1.56	2.43	487.4
		Kcal	19.27	17.51	22.46	40.89	21.90	14.60	22.74	4094.0

$1 \text{ mgO}_2 = 0.375 \text{ mgC}$, $1 \text{ mgC} = 3.51 \text{ cal}$.

两年的平均总生产量为 $902.4 \text{ gO}_2/\text{m}^2$ 或 $338.4 \text{ gC}/\text{m}^2$ 或 $3167 \text{ Kcal}/\text{m}^2$ 。根据上述计算结果，我们算出全水库年度总生产量 1978 年为 453 gO_2 或 170 T.C ，1979 年为 829 gO_2 或 240 T.C ，两年平均为 641 gO_2 或 240 T.C 。

7. 浮游生物

(1) 浮游植物 龙头水库浮游植物是比较丰富的，1979 年平均为 262 万个/升，相当于生物量 5.764 mg/L 。各月份的数量是 5 月—445 万个/升，6 月—560 万个/升，7 月—93.6 万个/升，8 月—212.4 万个/升，9 月—212.4 万个/升，10 月—48.6 万个/升。各门藻类的数量和生物量见表 6。

表 6 1979 年各门藻类数量(万个/升)/生物量(mg/L)

月 份	总 量	蓝	绿	硅	裸	甲	金	黄
V	445	21.6	30.6	892.4	—	—	—	—
	9.79	0.207	0.306	9.496	—	—	—	—
VI	560	36	117	376.2	1.8	—	45	—
	12.32	0.946	1.17	9.104	0.027	—	0.594	—
VII	93.6	25.2	14.4	45	5.4	2.7	—	—
	2.059	0.242	0.144	1.089	0.080	0.069	—	—
VIII	212.4	27	23.4	158.4	3.6	1.8	—	—
	4.673	0.260	0.234	3.833	0.053	0.039	—	—
IX	212.4	50.4	30.6	102.6	23.4	—	—	—
	4.673	0.484	0.306	2.483	0.346	—	—	—
X	48.6	7.2	—	14.4	—	—	—	21.6
	1.069	0.069	—	0.349	—	—	—	0.628
平 均	262	27.9	43.2	181.5	8.55	2.25	45	21.6
	5.764	0.268	0.432	4.392	0.127	0.049	0.594	0.628

经初步鉴定按数量和生物量均以硅藻为主,硅藻占总量的71.85%,其次是绿藻和蓝藻分别占17.1%和11.05%,其他藻类较少,只有个别月份有,黄藻数量很大,仅在10月。

(2) 浮游动物 龙头水库浮游动物生物量1979年平均为0.587mg/L,其中轮虫类0.116mg/L,占19.76%,枝角类0.441mg/L,占75.1%,无节幼体0.026mg/L,占4.4%,原生动物0.0038mg/L,占0.66%,见表7。

表7 1979年浮游动物数量(个/升)和生物量(mg/L)

月份	V		VI		VII		VIII		IX		X		平均	
	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量
原生动物	—	—	—	—	215	0.006	190	0.005	125	0.0024	30	0.0008	140	0.0038
轮虫	155	0.11	160	0.12	215	0.16	280	0.20	125	0.09	20	0.015	159	0.116
枝角类	5	0.09	—	—	—	—	15	1.09	5	0.09	—	—	8.3	0.441
桡足类	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
无节幼体	—	—	—	—	15	0.045	2.5	0.008	—	—	—	—	8.75	0.026
总计	160	0.20	160	0.12	445	0.211	487.5	1.357	225	0.183	50	0.016	316	0.587

从上表看出,浮游动物以轮虫和枝角类数量最大,其他的微不足道。原生动物和轮虫的数量比较多,平均每升达到140个或159个,但生物量很小。枝角类数量虽少,平均每升8.3个,但生物量大。与国内的其他水库比较,龙头水库浮游动物的数量和生物量是比较低的。见表8。

表8 龙头水库和其他水库浮游生物的比较指标

水库名	省 属	浮游植物数 量和生物量	浮 游 动 物				
			原生动物	轮 虫	枝 角 类	桡 足 类	无节幼体
龙 头	吉林	262	140	159	8	—	9
		5.764					
清 河	辽宁	248	—	270	28	62	—
		5.352					
青 山	浙江	59	—	710	28	21	—
水 丰	辽宁	57	—	87.5	19	61	—
官 厅	北京	185	—	813	12	27	—
密 云	北京	183	—	1765	20	92	—

讨 论

(1) 龙头水库的供饵能力。根据1978—1979年在龙头水库进行的研究结果,浮游植物的毛产量应为640吨氧或240吨碳。浮游植物的净产量应为毛产量的80%,因此净产量为429吨氧,或192吨碳,或 2116×10^8 千卡。折合浮游植物湿重($1\text{mgO}_2 = 6.1\text{mg}$ 浮游植物湿重)为3904吨。把鱼类对浮游植物的利用率定为80%,则为3123吨。龙头水库每亩每年可提供浮游植物鲜重6000斤,比辽宁清河水库5000斤,湖北东湖4500斤稍高一点。

(2) 浮游植物初级产量和鲢鳙鱼产力。在本研究进行之前, 龙头水库的最高鱼产量 1975 年达到过鱼产 122 斤, 平均亩产 57.4 斤。我们应用下列公式计算鲢鳙鱼生产力。

$$\text{鲢鱼生产力 } F_H = \frac{p \cdot K \cdot a \cdot H_v}{E_H \cdot c} \cdot P_G$$

$$\text{鳙鱼生产力 } F_A = \frac{f \cdot K \cdot a \cdot A_r}{E_A \cdot c} \cdot P_G$$

P_G ——浮游植物毛产量 640 吨氧。

p ——浮游植物净产量为毛产量的比例 0.80。

K ——氧转化为能的热当量 3.51。

c ——鲜鱼肉的热当量 1.2。

H_v ——鲢的搭配比例 0.7。

A_r ——鳙的搭配比例 0.3。

E ——饵料系数, 鲢(E_H)为 40, 鳙(E_A)为 20。

K 、 C 、 H_v 、 A_r 、 p 、 a 、 E 均可视为常数。把上述数字代入公式, 获得鲢鱼生产力为 21 吨鱼, 鳙鱼生产力 18 吨鱼。鲢鳙合计为 39 吨鱼。应当指出, 水域中还有浮游细菌、有机碎屑和外来性有机物质没有计算在产量之内, 这些饵料都可被鲢鳙利用, 而且据国内外的学者研究, 数量还很大, 常常接近或超过浮游植物初级产量。至少有 30% 可被鲢鳙鱼利用。因此鲢鳙鱼的产量在 39 吨的基础上还可增加 12 吨, 达到 51 吨。我们的计算结果与龙头水库 1975 年的最高产量年产 13 万斤, 亩产 122 斤相近, 也就是说 13 万斤的产量可能是鲢鳙鱼的饱和产量。这个结果是否正确有待今后实践证实。这里还不包括其他鱼类的饵料, 如水生植物, 底栖生物, 小型杂鱼和其他的掠食性鱼类。这些饵料都可被鲤、鲫、草、鳊、鲂、青、鳊等鱼类利用, 我们还都没有研究。如果加上这部份产量, 鱼产量将会更高。

(3) 龙头水库鲢、鳙鱼的合理放养量。关于鲢、鳙鱼鱼种的合理放养量, 我们应用下面的公式:

$$\text{鲢的放养量} = \frac{\text{鲢的生产量}}{\text{起水鲢的平均重量}} \times \frac{1}{\text{鲢的回捕率}}$$

$$\text{鳙的放养量} = \frac{\text{鳙的生产量}}{\text{起水鳙的平均重量}} \times \frac{1}{\text{鳙的回捕率}}$$

起水鲢鳙的平均重量——鲢为 2 斤, 鳙为 3 斤。

鲢鳙的生产量——鲢为 5.45 万斤, 鳙为 4.70 万斤。

鲢鳙鱼的回捕率——各为 5% (0.05)。

1——鱼种规格 4 寸, 实际龙头水库的放养规格为 2.5 寸, 小于 1, 为 0.62。

将上述数字代入公式, 获得鲢的放养量为 33.9 万尾, 鳙的放养量为 9.8 万尾, 合计放养量为 43.7 万尾。每亩平均放养鲢 318 尾, 鳙 91 尾, 合计 400 尾。龙头水库 13 年共投放鱼种 489 万尾, 平均每年投放 35 万尾。如果要达到预期产量, 还需增加投放量 8 万尾。

放养量与规格、回捕率等有密切关系。

结 论

(1) 龙头水库浮游植物每昼夜平均生产量 1978 年为 1.33 gC/m^3 , 1979 年为 2.43 gC/m^3 , 两年平均为 1.88 gC/m^3 。

(2) 1 平方米水柱 1978 年总生产量为 239.4 gC , 1979 年为 437.4 gC , 两年平均为 338.4 gC 。

(3) 全水库全年总生产量为 240 T.C , 可提供浮游植物鲜重 3123 吨。折合成鱼 40 吨。细菌、有机碎屑等可增加 30% 鱼产量达到 51 吨。

(4) 鱼种放养量为 43.6 万尾。随起水重量, 鱼种规格和回捕率而变化。

(5) 浮游植物生物量为 5.764 mg/L , 浮游动物生物量为 0.587 mg/L 。

参 考 文 献

- [1] 王骥等, 1976. 武昌东湖渔业增产试验及增产原理的分析. 水生生物学集刊, 6(1):5—15
- [2] 何志辉, 1979. 淡水浮游生物的生物量. 动物学杂志, 4:53—56.
- [3] Winberg, G. G., 1970. Energy Flow in Aquatic Ecological system *Polskie Arch Hydrobiol.* 17:11—19 Vol. XVII №1/2
- [4] Винберг, Г. Г., 1976. Итоги исследований пресноводных Сообществ Всех Трофических уровней ресурсы Биосферы 2:45—157 изд. «наука» Ленинградское отделение Ленинград.
- [5] Трифонова, И. С., 1976. Биологическая продуктивность озера красного в Годовом Чикле 69—104 изд. «наука» Лен. отделение Ленинград.

A STUDY ON PRIMARY PRODUCTIVITY OF PHYTOPLANKTON, BIOMASS OF PLANKTON AND FISH PRODUCTIVITY OF SILVER CARP AND BIG-HEAD IN THE LOUTOU RESERVOIR

Zhang laifa, Wang Aimin and Zhao Jinli

(Fisheries Department of Water Conservancy Bureau, Jilin Province)

Abstract

The study on primary productivity of phytoplankton and biomass of plankton of Longtou reservoir was carried out during 1978—1979. The mean primary productivity of phytoplankton is 1.88 gC/m^3 per day. The biomass of phytoplankton and zooplankton are 5.764 mg/L and 0.587 mg/L respectively. Basing upon the samples of the Longtou reservoir, fish productivity of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and big-head carp (*Aristichthys nobilis*) and rational stocking of an aquatic ecosystem are discussed.