

文章编号: 1005-8737(2001)04-0023-04

哈蟆通水库水位变化对浮游植物 初级生产力及能量转化效率的影响

姜作发, 夏重志, 董崇智, 赵春刚

(中国水产科学研究院 黑龙江水产研究所, 哈尔滨 150070)

摘 要: 1991~1993年水位变化对哈蟆通水库浮游植物初级生产力及能量转化效率和多样性影响的研究结果表明: 1) 浮游植物现存量随水位下降而升高; 2) 浮游植物初级生产力与水位的变化有明显的相关性; 3) 能量转化效率随水位的下降而降低, 天然饵料资源未得到充分利用; 4) 浮游植物多样性指数随水位降低而变小, 呈明显的相关性($r = 0.925$)。

关键词: 哈蟆通水库; 水位; 初级生产力; 能量转化效率

中图分类号: Q948.8

文献标识码: A

影响水库浮游植物初级生产力及能量转化效率的因素很多, 国内外多集中在水化学、鱼类、浮游生物等与初级生产力及能量转化效率的关系研究^[1~6]。水库作为蓄水、灌溉、防洪、养殖多功能水体, 担负着灌溉、防洪的任务, 水位变化较大, 对浮游植物初级生产力及能量转化效率影响较大。本研究旨在评价水位变化对水库浮游植物初级生产力、能量转化效率及生物多样性的影响, 为合理利用水资源, 建立冰封型大水面综合养殖模式, 发挥最大经济效益提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 水库概况

哈蟆通水库位于黑龙江省宝清县东部八五二农场境内, 地处挠力河支流哈蟆通河上游。坝址位于东经 $130^{\circ}53'$, 北纬 $46^{\circ}20'$, 是三江平原腹地的一个集防洪、灌溉、发电、养鱼为一体的大型丘陵水库。该水库于1958年兴建, 1979年竣工, 控制流域面积 505 km^2 , 可养鱼水面 $1\,232\text{ hm}^2$, 平均水深 5.0 m ,

属大陆性气候, 全年平均气温 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$, 年平均降雨量 566.5 mm , 结冰期 120 d , 积温 $2\,775.9^{\circ}\text{C}$, 日照时数 $2\,278.5\text{ h}$ 。水质透明度 $40\sim 70\text{ cm}$, 溶解氧 $8\sim 10\text{ mg/L}$, pH平均 7.3 , 矿化度 77.8 mg/L , 总硬度 $1.45\sim 2.90$ 德国度, 总氮(TN)平均 1.338 mg/L , 总磷(TP)平均 0.800 mg/L , N/P比值为 $1.6\sim 7.0$ 。1983年开始投放鲢鳙鱼种, 当年捕获量 $211.8\times 10^4\text{ kg}$ 。

1.2 采样站的设置

根据水库自然形态及生态特点设采样站。库区上、中、下游各设3个断面, 每个断面设3个采样站, 在库湾设1个采样站, 共设10个采样站。初级生产力测试站分别设在水库的上、中、下游(图1)。

1.3 采样及计数方法

1991~1993年分别于5、7、9月各采样1次, 代表春、夏、秋季。采样方法为水面下 0.5 m 和离底 0.5 m , 表底层样品等量混合, 取 1 L 水样经 24 h 沉淀浓缩至 30 ml , 用于样品定量。浮游植物计数方法、初级生产力测试均按文献[7]进行。初级生产力测试时间与浮游植物相同。

1.4 水位、气象

资料来自哈蟆通水库气象站。

收稿日期: 2001-07-09

基金项目: 农业部重点科研资助项目(渔85-91-05-01-03)

作者简介: 姜作发(1949-), 男, 副研究员, 从事淡水生态研究。

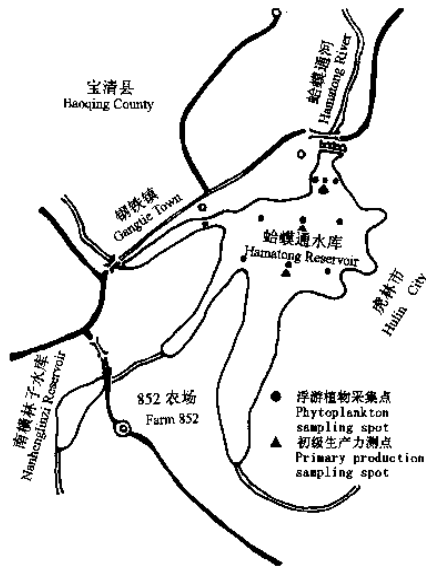


图 1 蛤蟆通水库采样点

Fig.1 Sampling spots in Hamatong Reservoir

1.5 生物多样性指数的计算

计算浮游植物多样性的公式采用 Shannon-wiener 多样性指数 (H) 及 Simpson 多样性指数 (D)^[8]:

$$H = -\sum (P_i)(\log P_i), D = 1/\sum (P_i)^2$$

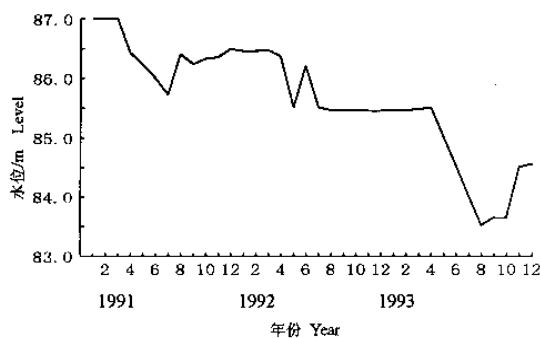


图 2 蛤蟆通水库 1991~1993 年水位变化

Fig.2 Level change of Hamatong Reservoir 1991~1993

2 结果与讨论

2.1 水位变化

水库水位变化受排水和降水量的调控, 周年变化不明显, 但年际变化较大。研究期间, 最高年份

1991 年水位为 86.38 m, 最低年份为 1993 年 84.20 m, 相差 2.18 m(图 2)。

2.2 水位变化对浮游植物生物量的影响

浮游植物生物量随水位的降低而升高。1991 年水位 86.38 m, 生物量为 7.821 mg/L, 1993 年水位降至 84.20 m, 现生物量升高到 15.254 mg/L。1991~1993 年水位 (L) 和生物量 (Y) 的关系式为:

$$Y = 299.47 - 3.375 L, r = -0.998$$

呈直线回归(图 3)。从图中可见, 水位变化与浮游植物生物量之间呈明显相关性($r = -0.998$)。

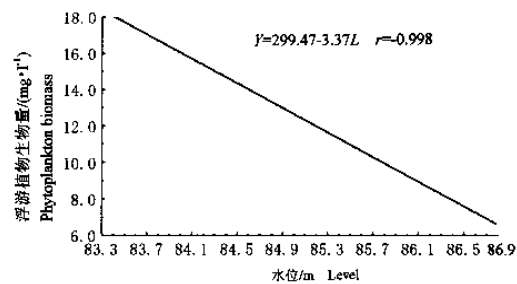


图 3 水位变化与浮游植物生物量

Fig.3 Water level change and biomass of phytoplankton

2.3 水位的变化对浮游植物初级生产力的影响

蛤蟆通水库 1991~1993 年浮游植物初级生产力见表 1。从中可见, 水位变化对浮游植物初级生产力的影响是显著的。它们之间存在着显著的负相关:

$$P = 86.164 - 0.09 L, r = -0.358$$

水位较高的 1991 年浮游植物初级生产力最低, 平均毛产量仅为 (O_2) 4.42 g/(m²·d), 浮游植物产量为 21.57 g/(m²·d); 随着水位的下降, 浮游植物初级生产力逐渐升高, 其变化虽然不象浮游植物生物量呈直线回归, 但有增高的趋势, 此变化与水位对浮游植物生物量的影响是密切相关的。

2.4 水位变化对能量转化效率的影响

根据何志辉等^[3]对我国湖泊水库的鱼生产量和初级生产力的能量转化效率划分标准, 蛤蟆通水库浮游植物初级生产力的能量转化效率 1991~1993 年平均为 0.54%, 属中等转化效率水体(表 2)。

从能量转化效率来看, 虽然随着水位的下降浮游植物初级生产力逐渐升高, 但能量转化效率却呈

下降趋势, 浮游植物初级生产力能量转化效率不高, 这说明该水库的滤食性鱼的放养量未达到水体的载养量, 天然饵料资源未得到充分利用。

2.5 水位变化对生物多样性的影响

表 3 显示蛤蟆通水库浮游植物的 Shannon-

Wiener 指数值^[8], 不同水位的浮游植物多样性指数不同。调查结果表明, 水位较高的 1991 年浮游植物多样性指数高, 水位较低的 1993 年最低。同时应用 Simpson 多样性指数公式计算^[8], 其结果的总趋势与 Shannon-Wiener 计算结果一致(表 3)。

表 1 蛤蟆通水库浮游植物初级生产力

Table 1 Primary production of phytoplankton in Hamatong Reservoir

年份 Year	水位 Level/m	浮游植物 Phytoplankton		毛产量/(g O ₂ ·m ⁻² ·d ⁻¹) Gross yield	浮游植物产量/(g·m ⁻² ·d ⁻¹) Phytoplankton yield
		(mg·L ⁻¹)	(g·m ⁻²)		
1991	86.38	7.821	31.28	4.42	21.57
1992	85.64	10.714	8.49	8.49	41.43
1993	84.20	15.254	6.35	6.35	30.99

表 2 蛤蟆通水库能量转化效率

Table 2 Energy transformation rate in Hamatong Reservoir

年份 Year	水位/m Level	初级毛产量* Primary gross yield		鱼产量/② Fish yield	F/P
		①	②		
1991	86.38	4.420	2 068.56	15.50	0.0075
1992	85.64	8.490	3 973.32	12.72	0.0032
1993	84.20	6.350	2 971.80	16.66	0.0056

*: ①以 gO₂·m⁻²·d⁻¹计; ②以 kg·m⁻²·a⁻¹计。

表 3 蛤蟆通水库浮游植物与多样性指数

Table 3 Diversity index of phytoplankton in Hamatong Reservoir

年份 Year	水位/m Level	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	平均 Average
1991	86.38	3.785	3.968	3.980	3.911
1992	85.64	3.412	3.643	3.631	3.562
1993	84.20	3.063	3.247	2.405	2.905

3 结论

水位的变化是影响水库浮游植物初级生产力及能量转化效率和多样性的主要因素之一, 水位高, 浮游植物的种类较多, 生物量低; 反之, 水位低, 浮游植物种类较少, 生物量高。这是由于水位下降, 库容变小、水位降低(平均仅为 1.5~2.0 m), 水库底泥中的营养盐通过水流的作用, 释放到水体中, 使水体中

营养盐的浓度增加, 促进浮游植物的生长繁殖, 并使之密度、生物量升高, 种类减少, 水质透明度下降。因而, 水位与浮游植物初级生产力、能量转化效率、多样性指数之间存在明显的相关性。

致谢: 本文在修改过程中得到大连水产学院何志辉教授的热忱指导, 特此致谢。

参考文献:

- [1] 王 骥. 武汉东湖的浮游植物初级生产力及若干生态因素关系[J]. 水生生物学集刊, 1981, 7(3): 295-311.
- [2] 金送笛, 朴文豪, 邢殿楼. 哈尔滨地区高产鱼池水质研究——水化学与初级生产力[J]. 大连水产学院学报, 1984, (1): 1-14.
- [3] 何志辉, 王喜庆. 碧流河水库水化学、浮游生物和初级生产力[J]. 大连水产学院学报, 1992, 7(2, 3): 1-18.
- [4] 陈立桥, 陈英鸿, 倪达书. 池塘饲养鱼类优化结构及其增产原理 II. 池塘主养鱼类合理群落结构及其能量转换效率[J]. 水生生物学报, 1993, 17(3): 197-205.
- [5] 何志辉. 中国湖泊、水库初级生产力及其能量转化效率[J]. 水产科学, 1987, (1): 24-30.
- [6] 何志辉. 中国湖泊和水库营养分类[J]. 大连水产学院学报, 1987, (1): 1-10.
- [7] 张觉民, 何志辉. 内陆水域渔业自然资源调查手册[M]. 北京: 农业出版社, 1991. 12-122.
- [8] 胡春英. 围网养鱼对浮游动物多样性的影响[J]. 水生生物学报, 2000, 24(5): 430-433.

Effects of water level changes on primary production and energy transformation of phytoplankton in Hamatong Reservoir

JIANG Zuo-fa, XIA Chong-zhi, DONG Chong-zhi, ZHAO Chun-gang
(Heilongjiang Fisheries Research Institute, Harbin 150070, China)

Abstract: Hamatong Reservoir is located in Heilongjiang Province, E130°53', N46°20', with water area 505 km² and water depth 5.0 m. An investigation was made during 1991 to 1993 on its phytoplankton biomass and the results show that: (1) The number of phytoplankton increases with the lowering of water level. (2) The primary production of phytoplankton notably relates to the level of water. (3) The rate of energy transformation decreases with the decrease of water level. It shows the natural food resource is not in the best use. (4) The diversity index of phytoplankton decreases with the decline of water level, and has significant ($r = 0.925$) correlation with the change of water level.

Key words: Hamatong Reservoir; water level; primary production; energenic transformation rate

欢迎订阅 2002 年《水产学报》

《水产学报》是中国水产学会主办的水产科学性刊物。于 1964 年创刊。主要刊载渔业资源、水产养殖和增殖、水产捕捞、水产品保鲜与综合利用、渔业水域环境保护、渔船、渔业机械与仪器以及水产基础研究等论文、简报和综述,并刊登学术动态和重要书刊的评价。

本刊为双月刊,大 16 开,国内外公开发行。每期单价:15.00 元。国内统一刊号:CN31-1283/S;国际标准刊号:ISSN1000-0615。国外发行 Q-387,国内邮发代号 4-297。读者可在当地邮局订阅,也可直接汇款到编辑部订阅。请保存订刊收据,本刊将向订户优惠提供《水产学报》创刊至 2001 年全文检索光盘。

编辑部地址:上海市军工路 334 号,上海水产大学 48 号信箱

邮政编码:200090

联系电话:(021)65710232

传真:(021)65680965

E-mail:scxuebao@online.sh.cn