

广东省枫树坝水库浮游植物研究及其富营养化评价*

刘蔚秋¹, 陈桂珠¹, 李金泉², 骆三娣², 邓亚成²

(1. 中山大学生命科学学院, 广东 广州 510275;

2. 龙川县林业局, 广东 龙川 517300)

摘要: 对龙川县枫树坝水库中的浮游植物进行了初步研究。通过对 10 水样的分析, 共检出浮游植物 49 种, 其中绿藻门 10 属 18 种, 蓝藻门 5 属 9 种, 硅藻门 6 属 11 种, 裸藻门 2 属 10 种, 金藻门 1 种; 水库浮游植物的密度为 $0.8 \times 10^3 \sim 4.87 \times 10^3$ 个/L 之间; 浮游植物的 Shannon-Weaver 多样性指数在多数位点大于 3, 均匀度指数均大于 0.5。根据浮游植物的优势种组成、密度及多样性系数的评价结果, 说明枫树坝水库仍处于贫营养化阶段。

关键词: 浮游植物; 富营养化; 枫树坝水库; 评价

中图分类号: X524 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2002) 01-0113-03

枫树坝水库位于广东省龙川县的枫树坝省级自然保护区内, 水库纵贯整个自然保护区, 水库始建于 1970 年, 具有防洪、发电、供水、灌溉等多种功能。水库上游集水面积 5 150 km², 水库年均库容 7.48 亿 m³, 年均水位 147 m, 年均水面面积 30.05 km²。保护区降水丰富, 森林覆盖率达 64.3%, 枫树坝水库水质良好, 据河源市环境监测站 1997—1999 连续 3 a 对水库库内及库下河段水质进行的 22 个项目的监测分析结果显示, 除 Cu 一项为国家 II 类水质标准, 其他皆达到国家 I 类水质标准。随着社会经济的发展 and 人口增长, 枫树坝水库的水源势必成为广东省重要的饮用和工业生产用水水源。

为进一步研究枫树坝自然保护区的自然资源及其富营养化进行综合评价, 中山大学和龙川县林业局于 1999 年 12 月调查了水库中的浮游植物, 研究其种类组成及群落特征, 并通过浮游植物的特征分析了水库的富营养化情况。

1 材料与方法

1.1 采样点的设置 根据中国湖泊富营养化调查规范^[1], 1999 年 12 月 5—6 日对枫树坝水库布 5 个点(见图 1), 每个点分别在 1 m 和 5 m 处各采一个水样。

1.2 样品的采集 采样时用 1.5 L 的采水器采集, 水样沉淀浓缩至 5 mL 后再进行定性、定量分析。定量分析时, 从浓缩水样中吸取 0.1 mL 置于 10×10 的生物计数框中, 光镜下计数并换算成密度。

1.3 数据分析 Shannon-Weaver 多样性指数:

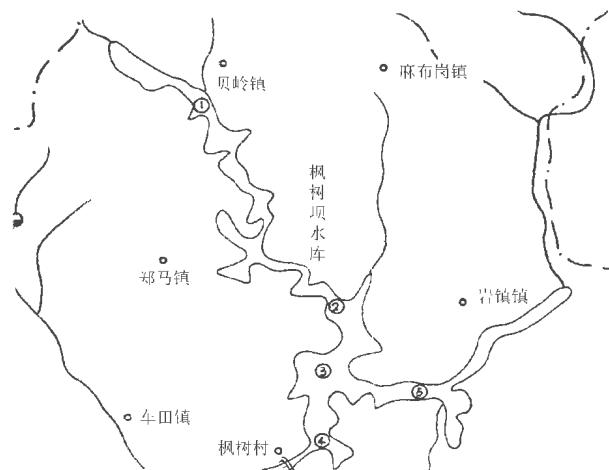


图 1 枫树坝水库藻类调查布点图

Fig. 1 Sampling stations in Fengshiba Reservoir

$H' = -\sum P_i \times \log_2 P_i$; 均匀度指数: $J = H' / H_{\max}$, 其中, $H_{\max} = \log_2 S$ 。式中 S 为种类数, P_i 为 i 种个体数占总个体数的比例。

2 结果与讨论

2.1 浮游植物的种类 根据对 10 个水样的检测, 共观察到浮游植物 5 门 24 属 49 种, 其中绿藻 10 属 18 种, 硅藻 6 属 11 种, 裸藻 2 属 10 种, 蓝藻 5 属 9 种, 金藻 1 属 1 种。其中针状蓝纤维藻 (*Dactylococcopsis acicularis*)、旋转囊裸藻 (*Trachelomonas volvocina*)、意大利直链藻 (*Melosira italica*)、着色鼓藻 (*Cosmarium tinctum*)、球衣藻 (*Chlamydomonas globosa*) 和卵形单

* 收稿日期: 2001-10-04;

作者简介: 刘蔚秋 (1970—), 女, 讲师, 在职博士生; E-mail: lwq1@163.net

鞭金藻 (*Chromulina ovalis*) 分布较广, 分布频度达 60% 以上, 其中尤以针状蓝纤维藻和卵形单鞭金藻分布最为广泛, 频度达 90%。各采样点浮游植物种类组成见表 1。

表 1 枫树坝水库各位点的浮游植物种类数
Tab 1 Species number of phytoplankton at each site

种类	贝岭		老虎口		库心		大坝		彭坑桥	
	1 ¹⁾	5	1	5	1	5	1	5	1	5
蓝藻	3	2	3	4	2	3	4	4	3	2
裸藻	2	5	2	0	3	4	1	1	2	1
硅藻	5	2	2	1	1	4	5	0	2	3
绿藻	3	1	7	3	1	4	4	3	5	6
金藻	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
合计	14	11	15	9	8	16	15	8	13	13

1) 表示采样点的深度/m

根据枫树坝水库中占优势的种类分析, 没有典型的污水种, 其中分布最为广泛的卵形单鞭金藻是典型的净水种类。

2.2 浮游植物的密度 根据这次采样的结果分析, 枫树坝水库的浮游植物的密度非常小 (各门的密度分布见表 2), 10 个采样点的浮游植物的密度从 $0.8 \times 10^3 \sim 4.87 \times 10^3$ 个/L 之间。整个水库中浮游植物以绿藻的密度最大, 10 个点的平均值为 670 个/L, 其次为蓝藻 520 个/L, 但蓝藻中的典型污水种类颤藻 *Oscillatoria* 和微囊藻 *Microcystis* 分别仅在一个水样中出现。值得注意的是金藻门虽只有一种——卵形单鞭金藻出现, 但其在各点的平均数量达到 370 个/L, 卵形单鞭金藻是枫树坝水库中密度最多的一个种。

根据国内有关湖泊富营养化评价标准^[2]: 浮游植物密度小于 300 000 个/L 为贫营养水平; 300 000 ~1 000 000 个/L 为中营养水平; 大于 1 000 000 个/L 为富营养水平。枫树坝水库的浮游植物的密度仅在 $0.80 \times 10^3 \sim 4.87 \times 10^3$ 个/L 之间, 远远低于 300 000 个/L 的水平, 可见枫树坝水库处于贫营养水平, 水体质量相当好。

2.3 浮游植物的生态特征

(1) 浮游植物在各位点的种类、密度 (下同) 分布。根据表 1 和表 2, 枫树坝水库中的浮游植物的种类在各位点的差异不大, 浮游植物的密度则以大坝 1 m 处为最高, 达到 4.87×10^3 个/L, 库心 1 m 处最低, 仅为 0.8×10^3 个/L。从垂直分布来看, 浮游植物的密度在 5 个采样点中, 除库心为 5 m 处高于 1 m 处外, 另外 4 个位点都是 1 m 处的浮游植物的数量高于 5 m 处的浮游植物密度, 这说明光温条件对于浮游植物的分布具有一定的影响。

(2) 生物多样性指数。由表 3 可见枫树坝水库 10 个水样中有 7 个水样的 Shannon-Weaver 指数大于 3, 另外 3 个也接近 3, 均匀度指数全部大于 0.8。水体浮游植物的生物多样性较高, 说明枫树坝水库中浮游植物的密度在各个种中的分布较均匀, 从一个方面反映出枫树坝水库水体的生态系统的稳定性较好, 处于比较良好的状态中。

目前国内多使用信息多样性指数 (Shannon-Weaver) 来评价水体的营养状态。根据比较通用的标准^[2], $H' > 3$ 时为清洁, $3 > H' > 2$ 时轻污染, $2 > H' > 1$ 时中等污染, $1 > H' > 0$ 时为重污染。枫树坝水库大多数位点的 Shannon-Weaver 指数大于 3,

表 2 枫树坝水库各位点浮游植物的密度
Tab 2 Density of phytoplankton at each site

种类	贝岭		老虎口		库心		大坝		彭坑桥		平均
	1 ¹⁾	5	1	5	1	5	1	5	1	5	
蓝藻	0.37	0.27	0.67	0.53	0.13	0.20	1.20	0.87	0.47	0.53	0.52
裸藻	0.13	0.53	0.13	0	0.20	0.40	0.20	0.07	0.20	0.07	0.19
硅藻	0.33	0.20	0.67	0.13	0.07	0.60	0.67	0	0.53	0.40	0.36
绿藻	0.27	0.07	1.27	0.20	0.27	0.40	1.53	0.53	1.53	0.73	0.67
金藻	0.07	0.07	0.33	0.13	0.13	1.00	1.27	0	0.40	0.27	0.37
合计	1.17	1.13	3.07	1.00	0.80	2.60	4.87	1.47	3.13	2.00	2.11

1) 表示采样点的深度/m, 浮游植物的密度单位为 10^3 /L

表 3 枫树坝水库各位点的 Shannon Weaver 指数和均匀度指数
Tab. 3 Shannon-Weaver index and Evenness index of phytoplankton at each site

指数	贝岭		老虎口		库心		大坝		彭坑桥	
	1 ¹⁾	5	1	5	1	5	1	5	1	5
<i>H</i>	3.53	3.30	3.37	2.98	2.76	3.21	3.37	2.56	3.13	3.28
<i>J</i>	0.93	0.95	0.86	0.94	0.92	0.80	0.86	0.85	0.85	0.88

1) 表示采样点的深度/m

根据这个标准可判断其水体是属于贫营养水平，环境未受到污染。均匀度指数也可用于判断水体的营养状态，目前国内采用的标准为： $J < 0.3$ 为重污染， $0.3 < J < 0.5$ 为中污染， $J > 0.5$ 为轻污染或无污染，枫树坝水库的 10 个样点的 $J > 0.5$ ，说明其属于轻污染或无污染。

4 讨 论

目前虽然对浮游植物的某些多样性指数评价水体的富营养化水平的敏感性和准确性有一些争议^[3]，但仍旧是应用广泛的一个方法^[4-6]。

根据对枫树坝水库浮游植物的优势种组成、数量及多样性指数的分析可见，枫树坝水库处于贫营养化阶段，水质相当良好，基本没有污染，这与理化分析结果一致。由于枫树坝水库将作为一个重要的饮用水源，控制水体富营养化，保护饮用水源非常重要。

参考文献:

[1] 金相灿,屠清瑛. 湖泊富营养化调查规范[M] . 北京: 中国环境科学出版社, 1990.

[2] 沈韞芬,章宁涛,龚循矩,等. 微型生物监测技术[M] . 北京: 中国建筑工业出版社, 1990

[3] DANILOV R, EKELUND N G A. The efficiency of seven diversity and one similarity indices based on phytoplankton data for assessing the level of eutrophication in lakes in central Sweden[J] . The Science of Total Envitonment, 1999, 234: 15—23.

[4] 王朝晖,陈菊芳,杞桑,等. 肇庆星湖浮游植物状况及其富营养化评价[J] . 武汉植物学研究, 2000, 18(5): 405—411.

[5] 杜桂森,王建厅,武殿伟,等. 密云水库的浮游植物群落结构与密度[J] . 植物生态学报, 2001, 25(4): 501—504.

[6] 吴琪. 以浮游植物评价太湖春季水质污染及富营养化[J] . 环境导报, 2000, 2: 32—35.

Studies on Phytoplankton of Fengshuba Reservoir and the Evaluation of Its Trophic Status

LIU Wei qiu¹, CHEN Gui zhu¹, LI Jin quan², LUO San di², DENG Ya cheng²
(1. School of Life Sciences, Sun Yat-sen (Zhongshan) University, Guangzhou 510275, China;
2. Longchun County Government Forest Department, Longchun, Guangdong 517300, China)

Abstract: Studies of phytoplankton were carried out in Fengshuba Reservoir. Forty nine species including 18 species of *Chlorophyta*, 11 species of diatoms, 10 species of *Euglenophyta* and 9 species of *Cyanophyta*. The dominant species were *Dactylococopsis acicularis*, *Chromulina ovalis*, *Trachelomonas volvocina*, *Melosira italica*, *Cosmarium tinctum* and *Chlamydomonas globosa*. Densities of phytoplankton were between 0.8×10^3 ind./L and 4.87×10^3 ind./L. Shannon-Weacer index were mostly higher than 3 and evenness were all higher than 0.5. Based on evaluation results of phytoplankton, the trophic status of Fengshuba Reservoir was oligotrophic.

Keywords: phytoplankton; trophic status; Fengshuba Reservoir; evaluation