



千岛湖蓝藻生物量制约因素分析

王 炜, 余卫东

(浙江省淳安县环境监测站, 浙江 淳安 311700)

摘 要: 以千岛湖监测数据为依据, 运用相关性分析和多元逐步回归统计方法, 对蓝藻生物量与环境理化指标的关系进行研究分析, 找出与蓝藻生物量显著相关的环境因子, 建立多元逐步回归方程, 预测千岛湖藻类生物量的变化情况。分析结果表明, 水温、水深和总磷为蓝藻生物量的显著相关因子。

关键词: 蓝藻生物量; 多元逐步回归; 千岛湖;

中图分类号: X524 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-947X(2002)04-0044-03

千岛湖又称新安江水库, 是 1959 年因建造新安江水电站而蓄水筑坝形成的人工深水湖泊, 属钱塘江水系, 主要入湖河流有新安江、富强溪和武强溪等, 多年入湖流量 94.5 亿 m^3 , 出库水量 91.07 m^3 。千岛湖库面积达 573 km^2 , 平均水深 34m, 蓄水量为 178.4 亿 m^3 。湖区平均水温 17.0 $^{\circ}C$, 年均降水量 1430mm, 年雨日 151 天, 年日照时数为 1951。根据国家地表水环境质量标准, 千岛湖水质总体上属优秀, 大部分测点水质属 I 类。千岛湖景区面积 982 km^2 , 森林覆盖率 93%, 绿视率近 100%。

千岛湖是一个集发电、防洪、饮用、养殖、旅游和工农业用水等多种功能于一体的大型水库, 也是作为浙江省和杭州市生命线的钱塘江的重要水源。千岛湖历来以四周树木葱郁、生物多样性丰富、湖水清澈澄明、环境优美而著称。然而, 随着库区及上游流域社会经济的不断发展, 人民生活水平的提高, 以及千岛湖的自然环境特点和自身的演变, 千岛湖已从建湖时期的贫营养发展到现在的中营养状态, 1998、1999 年局部水域曾出现了季节性的蓝藻生长旺盛现象, 引起了政府部门和相关专业机构的关注。

1 研究方法

1.1 数据来源

千岛湖布设 10 个常规采样点, 各测点名称分别为: 1# 街口, 2# 12 号航标, 3# 小金山, 4# 排岭

水厂, 5# 航头岛, 6# 积岭口, 7# 茅头尖, 8# 三潭岛, 9# 密山, 10# 大坝前, 监测频次为每月一次, 进行理化指标和藻类定量监测。

以 1998~2000 年全年及 2001 年上半年的理化指标和蓝藻生物量的实际监测数据在 Microsoft Excel 软件中以时间序列形式输入, 各监测点形成一张数据表, 并以 10 个采样点监测数据的平均值作为全湖统计平均值。

1.2 统计方法

1.2.1 相关性分析

将监测数据表除时间数列外从 Excel 文件中拷入 SPSS 10.0 统计分析程序, 形成 SPSS 数据文件, 运用 SPSS 程序的相关性分析模块, 进行蓝藻和理化指标的两两相关分析。

1.2.2 建立预测方程

以与蓝藻总量预测相关的环境理化因子为自变量, 以蓝藻生物量 (CB) 为因变量, 运用 SPSS 程序的多元逐步回归统计分析方法, 逐步剔除相关性不大的因子, 得到各采样点及全湖平均值的与 CB 关系最接近的环境因子, 进而得到回归方程和复相关系数等。

1.2.3 预测方程的检验

将相关环境因子的实测值代入预测方程, 计算通过预测方程求得的蓝藻生物量统计值, 比较实测值与统计值的差异。

2 分析结果

2.1 千岛湖环境因子对藻类生物量的影响

通过 SPSS 10.0 程序的相关性分析, 得出千岛湖主要理化因子和蓝藻生物量之间的相关系数和显著性差异数值, 见表 1。

收稿日期: 2001-10-08

作者简介: 王炜 (1970-), 浙江省淳安人, 工程师, 从事环境监测和环境评价工作, 曾著论文多篇。

表 1 千岛湖一些理化指标与蓝藻生物量的线性相关矩阵

项目		WT	PH	D	COD	TN	TP	SD	DO	CB
Pearson Correlation	WT	1.000								
	PH	.833**	1.000							
	D	.332	.268	1.000						
	COD	.290	.313	.029	1.000					
	TN	-.202	-.115	-.355	-.004	1.000				
	TP	.150	.263	.186	.074	.023	1.000			
	SD	-.554**	-.460*	-.331	-.205	-.181	-.056	1.000		
	DO	-.424*	-.007	-.153	-.124	.321	.205	.049	1.000	
	CB	.543**	.681**	.542**	.222	-.162	.704**	-.296	.035	1.000
Sig (2-tailed)	WT									
	PH	.000								
	D	.105	.196							
	COD	.135	.105	.891						
	TN	.303	.560	.082	.984					
	TP	.446	.176	.373	.707	.907				
	SD	.002	.014	.106	.296	.357	.775			
	DO	.025	.972	.466	.530	.096	.295	.804		
CB	.003	.000	.005	.257	.410	.000	.127	.860		

** .Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* .Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

由表 1 可知，千岛湖的蓝藻生物量，与水温、pH 值、水深、总磷呈显著正相关关系，其一次线性方程分别如下：

$$CB = 12.69 \times WT - 177.5 \quad (R = 0.543, F = 10.88, sig = 0.003)$$

$$CB = 272.0 \times PH - 2103.4 \quad (R = 0.681, F = 22.47, sig < 0.001)$$

$$CB = 28.30 \times D - 2715.9 \quad (R = 0.542, F = 9.57, sig = 0.005)$$

$$CB = 12899 \times TP - 138.3 \quad (R = 0.704, F = 25.60, sig < 0.001)$$

25.60, sig < 0.001)

2.2 千岛湖蓝藻生物量的逐步回归统计分析

由于藻类光合作用产氧而影响水体溶解氧的水平，PH 值受藻类生长的影响而变化，所以溶解氧、PH 值变化，可以说是以藻类生长为“原因”而产生的“结果”，难以预测藻类生长情况。运用逐步回归统计方法预测千岛湖蓝藻生物量的变化，将溶解氧、PH 值等因素剔除，并分别以蓝藻生物量为因变量，计算逐步回归方程，得出表 2。

表 2 千岛湖蓝藻生物量与环境因子的逐步回归统计结果

点位	入选变量	逐步回归方程	复相关系数	综合 F 值	综合 Sig
街口	1WT	CB = 12.49 × WT - 176.6	0.540	10.71	0.003
12 航标	1WT	CB = 13.16 × WT - 184.6	0.638	15.82	0.001
小金山	1SD	CB = -132.78 × SD + 68.73 × D - 6032.6	0.645	7.49	0.003
	2D				
排岭水厂	1TP	CB = 25908 × TP + 56.62 × D + 459.2 × COD - 2333.1	0.863	19.28	< 0.001
	2D				
	3COD				
航头岛	1WT	CB = 10.12 × WT + 33.73 × D - 995.3	0.625	7.390	0.003
	2D				
积岭口	1WT	CB = 3.14 × WT + 3.05 × D - 109.7	0.630	8.21	0.001
	2D				
茅头尖	1WT	CB = 2.69 × WT + 36.06 × COD - 66.7	0.621	7.21	0.004
	2COD				
三潭岛	1TP	CB = 5103 × TP + 5610 × D - 972.8	0.766	18.46	< 0.001
	2D				
密山	1TP	CB = 1.66 × WT + 5.03 × D - 326.1	0.700	10.07	0.001
	2D				
大坝前	1SD	CB = 49.9 - 5.35 × SD	0.425	5.08	0.034

全湖平均	1WT 2TP 3D	$CB = 9.20 \times WT + 11166 \times TP + 15.95 \times D - 848.2$	0.888	26.08	< 0.001
------	------------------	--	-------	-------	---------

千岛湖蓝藻生物量与有关理化因子的逐步回归结果显示,影响千岛湖总体蓝藻水平的因素主要为水温和总磷、水深,各测点除大坝前蓝藻生物量与理化因子的关系较不明显外,其余测点复相关系数为0.540~0.863,综合F值为7.21~19.28,综合sig值为<0.001~0.004,相关性均较好。

2.3 千岛湖蓝藻生物量的初步预测

上节分析结果显示,千岛湖的蓝藻生物量平均值与环境因子的逐步回归结果,以水温和总磷、水深为显著因子,其回归方程为:

$$CB = 9.20 \times WT + 11166 \times TP + 15.95 \times D - 848.2$$

其中, CB (蓝藻生物量) 为因变量, WT (水温) 和 TP (总磷)、D (水深) 为自变量, 该预测方程复相关系数为0.888, 综合F值为26.08, 综合Sig值为<0.001。

千岛湖蓝藻生物量平均值的实测值与预测值的变化曲线见图1。由图1可以看出, 蓝藻生物量实测值与预测值的变化状况基本吻合, 预测模型具有一定的参考价值。

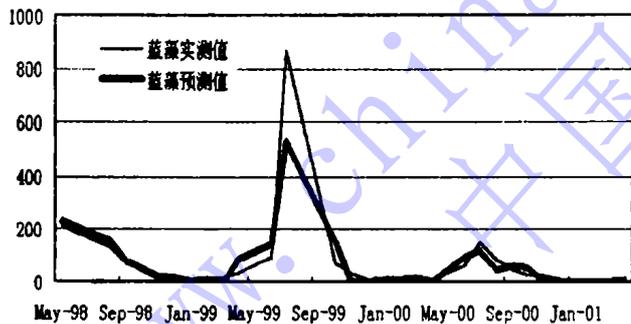


图1 千岛湖蓝藻生物量平均值的实测值与预测值的比较

3 小结

本文以千岛湖监测数据为依据,运用SPSS10.0软件的相关性分析和多元逐步回归统计方法,对蓝藻生物量与环境理化指标的相互关系进行研究分析。分析结果表明,千岛湖蓝藻生物量最显著的制约因素为水温和总磷、水深,其中适宜的高水温是蓝藻生长旺盛的外界诱导因子,而磷元素是限制蓝藻生长规模的最主要营养物质,千岛湖水位的高低则决定了陆源营养物质的人湖负荷量的多少(据调查,千岛湖COD_{Cr}、TN、TP的人湖负荷总量中50%以上来自流域面源污染)。因而,对于千岛湖富营养化的防治,控制外界含磷营养物质的输入量,是切实必要的。要控制千岛湖外界营养物质的人湖量,一方面要通过工业污染源、生活污染源的治理,通过产业调整、禁止重污染企业上马等行政管理措施,控制点污染源污染物入湖量;更重要的是需要通过生态环境的保护,控制水土流失,从而降低陆源面污染源的人湖污染负荷。同时,研究结果表明,单从水质保护目的出发,千岛湖应通过分期泄洪等手段尽量避免高水位运行方式。

参 考 文 献:

- [1] 金相灿等主编. 湖泊富营养化调查规范 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990.
- [2] 陈宇炜等. 太湖梅梁湾藻类及相关环境因子逐步回归统计和蓝藻水华的初步预测 [J]. 湖泊科学, 2001 (3).
- [3] 洪楠主编. Spass for Windows 统计分析教程 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.
- [4] 国家环保局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997.

Research on Controlling Factors on Blue Alga Biomass in Qiandao Lake

WANG Wei YU Wei - dong

(Zhejiang Chunan County Environmental Monitoring Center, Chunan, Zhejiang Province, 311700, China)

Abstract: This paper makes an analysis on relation between blue alga biomass and environment physical and chemical index based on monitored data and through correlation analysis and stepwise multiple regression statistics. The analysis identifies the environmental factor that has obvious relation with blue alga biomass and thus further establishes stepwise multiple regression equation to forecast the change of blue alga biomass. As shown by the analysis, temperature and depth of water and total phosphorus are related factors to blue alga biomass.

Key words: blue alga biomass; stepwise multiple regression; Qiandao Lake