

亚热带河流型水库浮游植物群落研究——以分水江水库为例

盛海燕¹, 吴洁², 韩轶才¹, 何剑波¹, 姚佳玫¹, 虞左明¹

(1. 杭州市环境保护科学研究院, 浙江 杭州 310014; 2. 杭州市环境监测中心站, 浙江 杭州 310007)

摘要: 为了解亚热带河流型水库——分水江水库蓄水后的水体富营养化状况与浮游植物群落结构特征, 于2006年1月至2007年12月, 对其进行了20次采样调查。结果表明, 分水江水库总氮浓度较高, 平均值大于2 mg/L, 氮污染严重, 磷污染较轻, 水质总体评价较差, 为劣V水体。分水江水库浮游植物群落组成以硅藻、隐藻和绿藻为主, 密度为 $0.7 \times 10^4 \sim 168\ 310 \times 10^4$ 个/L, 以富营养种类为主。浮游植物组成随季节变化而有所不同, 春季以直链藻(*Melosira*)、实球藻(*Pandorina*)、盘星藻(*Pediastrum*)为优势类群; 夏季以微囊藻(*Microcystis*)、鱼腥藻(*Anabaena*)、脆杆藻(*Fragilaria*)为优势类群; 秋冬季以小环藻(*Cyclotella*)、针杆藻(*Synedra*)、蓝隐藻(*Chroomonas*)为主。分水江水库浮游植物密度、叶绿素a与降雨量均呈显著正相关, 浮游植物的生长受水文气象条件变化的影响较大, 间接说明分水江水库受面源污染比较严重。浮游植物密度和叶绿素a与水体理化因子也有较强的相关性, 特别是水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数和总磷均与浮游植物呈显著正相关。

关键词: 分水江水库; 浮游植物; 理化因子

中图分类号: Q145 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2012)01-0024-08

作为世界水坝大国和水资源相对匮乏的国家, 如何保护好河流生态系统, 在水利能源开发的同时, 保护好库区及河流水体生态系统健康, 已成为我国水环境科技工作者面临的严峻挑战(Chen et al, 2001; Varis & Vakkilainen, 2001)。拦河筑坝改变了河流、河口以及近海的生物地化循环, 打乱了有机碳的流动, 改变了营养盐的平衡, 使溶解氧和水温发生变化(Lancelot et al, 2002; Brismar, 2004)。大坝使河流水体向湖泊水体特征转化, 改变了天然河流的水动力水文条件, 使库区水体滞留时间大大延长, 坝前水位升高, 水体搅动减少, 透明度增加, 光照条件得到改善(Negro et al, 2000; Gomes & Miranda, 2001), 也改变了库区水体的营养盐浓度和比例(Komarkova & Hejzlar, 1996; Snow et al, 2000; Bukaveckas et al, 2002)。这些水体环境的改变最终会导致库区及河流水生生物的组成、数量与分布的变化, 影响整个生态系统的健康与稳定(Schemel et al, 2004; Silva et al, 2005)。

分水江水库是钱塘江中游的一座大型防洪和灌溉型水库(29°57'N, 119°25'E), 于2005年5月28

日下闸蓄水, 海拔高度40 m, 平均水深4.7 m, 水面面积16.15 km², 正常库容0.7636亿m³, 最大库容1.923亿m³, 水力滞留时间11 d, 是一座典型的河流型水库。入库水量主要来自上游的天目溪及支流——后溪和保安溪, 水库集水面积2 670 km², 多年平均降雨量为1 654 mm, 平均出入库水量为79.4 m³/s。该水库除了防洪和灌溉功能外, 也是下游地区的主要供水水源地。为了解蓄水后水库的水质状况与浮游植物群落结构和季节动态之间的关系, 于2006-2007年对分水江水库水体主要理化因子和浮游植物群落结构进行监测, 以了解水库的水质状态、浮游植物组成与季节变化特点及其主要的影响因素, 旨在为防治水库蓝藻水华的爆发提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 采样点设置与采样时间

监测共设3个采样点(图1), 第1个点在大坝处, 第2个点选择在接近支流保安溪附近, 第3个点选在主要溪流天目溪下游附近。从2006年1月至2007年12月, 共进行20次采样。

1.2 样品采集、处理和分析

常规理化监测项目包括水温、pH、溶解氧(DO)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、总氮(TN)、氨氮(NH₃-N)、总磷(TP)、可溶性磷(DP)、可溶性硅。水温、溶解氧采用美国银泉公司生产的YSI-52型溶解氧测定仪现场测定, 其余理化项目采集后4 h内

收稿日期: 2011-05-10

基金项目: 浙江省科技厅重大项目(2005C13001); 杭州市科技发展计划重大项目(20052113A); 浙江省自然科学基金(Y5110314)。

通讯作者: 虞左明。E-mail: yuzm@hzhky.cn

作者简介: 盛海燕, 1978年生, 女, 硕士研究生, 研究方向为水环境及水生生物。E-mail: shenghy@hzhky.cn

在实验室测定。理化分析方法按照《水和废水监测分析方法》进行(国家环境保护总局,2002)。叶绿素a的测定采用分光光度法(黄祥飞,2000)。

浮游植物的定性样品用25号浮游植物网捞取;定量样品从表层0.5 m处采水1 L,现场用浓度5%的福尔马林固定,带回实验室静置沉淀,浓缩计数。

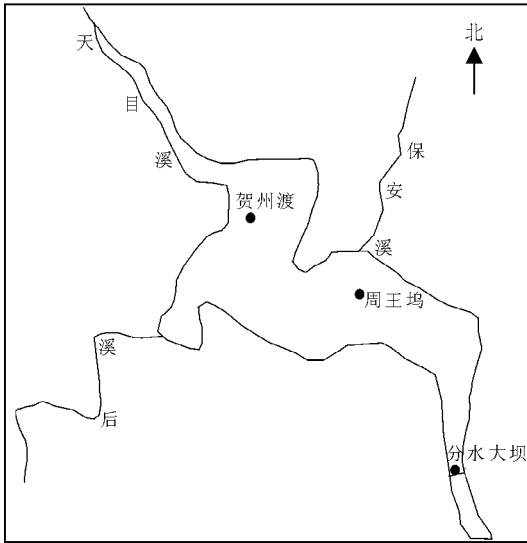


图1 分水江水库采样点示意

Fig.1 Sampling sites in Fenshuijiang Reservoir

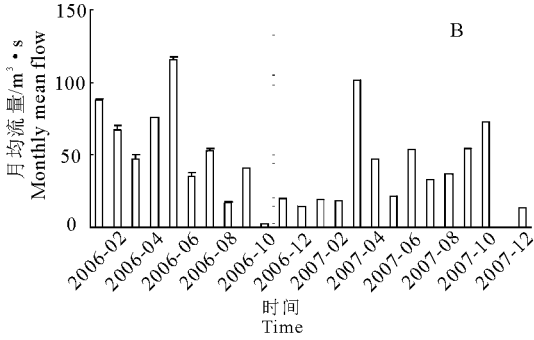
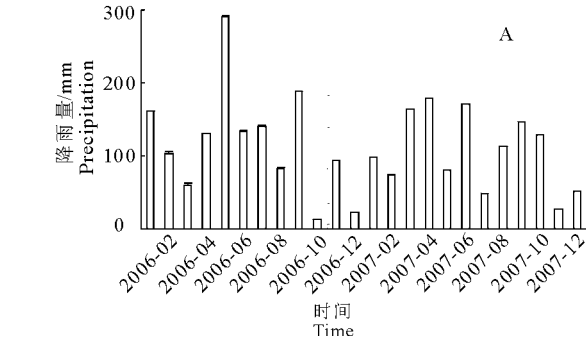


图2 分水江水库2006-2007年水文气象动态

Fig.2 Hydrometeorology fluctuation of Fenshuijiang Reservoir in 2006-2007

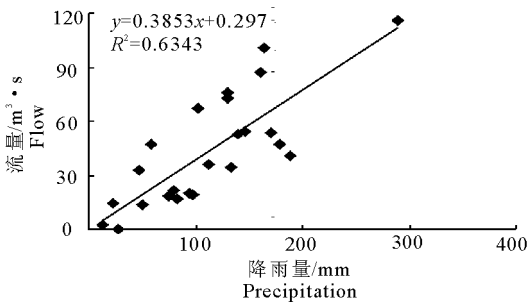


图3 分水江水库降雨量与流量的关系

Fig.3 Relationship of precipitation with flow of Fenshuijiang Reservoir

2.2 水质及其季节动态

2.2.1 水温与水化指标 分水江水库地处亚热带

2 结果与分析

2.1 水文特征

分水江水库在2006-2007年的月降雨量(图2A)与流量(图2B)的变化表明,2006年的年降雨量为1 418.6 mm,2007年为1 281.1 mm,与多年平均降雨量1 608.0 mm相比,均属偏少年份。受季风及热带风暴的影响,丰水期(4-9月)降雨量相对较高,降雨量占全年总降雨量的50%以上。受大气环流的影响,年际降雨量不均匀,丰水年、平水年、枯水年交替出现;降水量年内分配也不均匀,大部分年份的5-7月梅雨期是降雨较多的时节,降雨量占全年降雨量的40%以上,但2007年偏枯年份情况特殊,3月和4月的降雨量反而大于梅雨期。

入库水流主要来自流域地表径流、表层流和地下径流;地表径流在雨后发生,强度取决于降雨量,地下径流则全年均有发生(林秋奇等,2003)。分水江水库2006-2007年的月降雨量与流量的变化规律非常一致(图3),说明其流量变化主要由地表径流引起的,两者之间呈显著正相关($R=0.7964$, $n=24$)。

地区,受气温的影响,水体表层温度呈现明显的四季变化;最低温度出现在1月,最高温度出现在8月(图4A)。由于分水江水库是河流型水库,水的流速快,水力滞留时间短,在丰水期和枯水期均无水温垂直分层现象。水体呈略碱性,pH值在7.42~9.37(图4B),没有显著的季节变化。溶解氧含量在5.23~14.81 mg/L之间(图4C)。高锰酸盐指数在1.17~3.39 mg/L(图4D),有较明显的季节变化,夏季>春季>秋季>冬季。

2.2.2 总氮(TN) 分水江水库总氮(TN)浓度一直保持在较高水平(1.14~4.40 mg/L)(图4F),年均值均大于2.0 mg/L,按照地表水环境质量标准

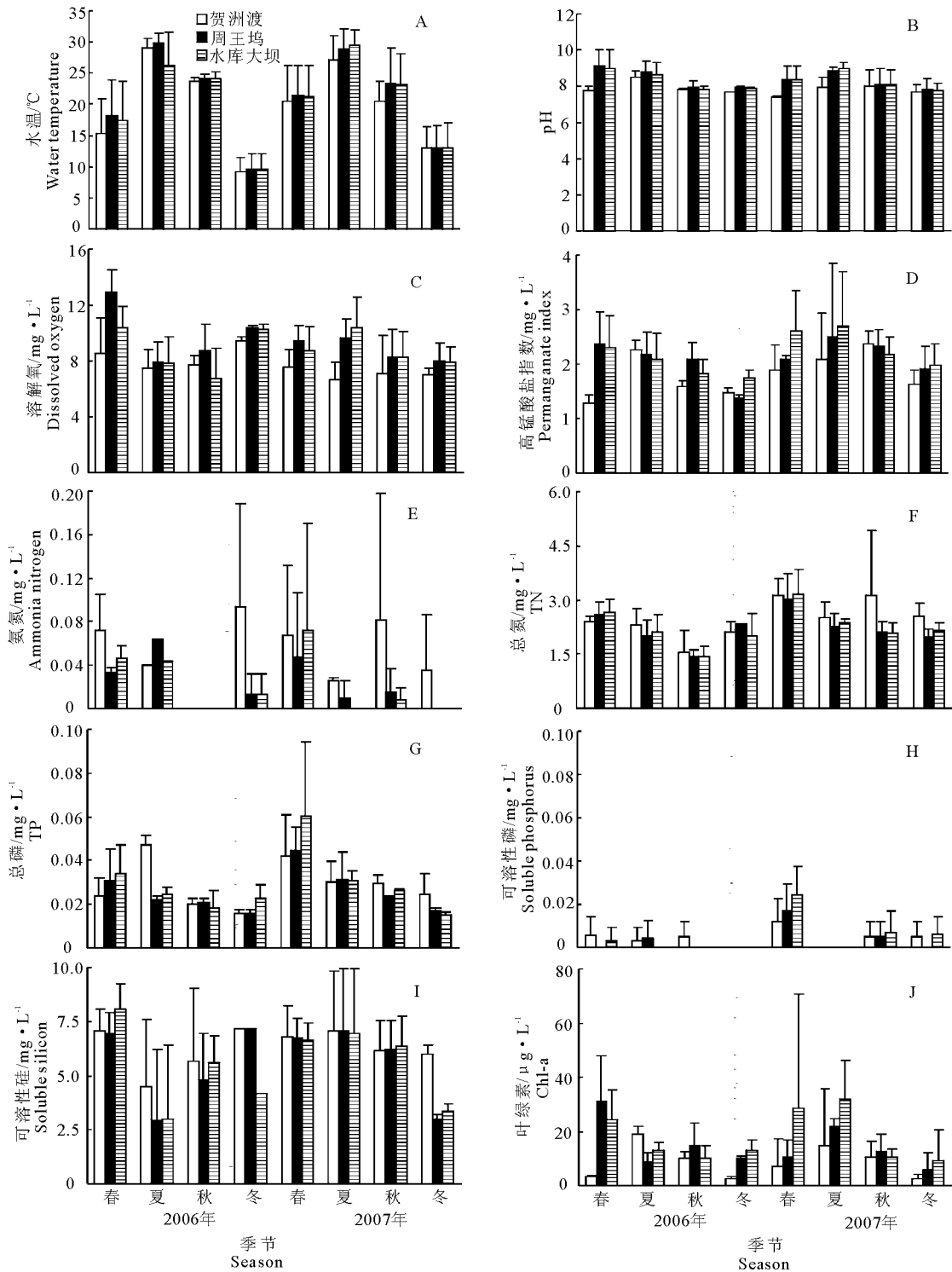


图 4 分水江水库理化因子及叶绿素 a 的季节动态

Fig. 4 Seasonal dynamics of physicochemical factor and chlorophyll a in Fenshuijiang Reservoir

(GB3838-2002),为劣V类水体。TN 浓度存在较为明显的季节变化,2 年均是春季高于其它季节。氨氮浓度很低(0 ~ 0.19 mg/L)(图 4E),平均浓度 <0.01 mg/L;因此分水江水库氮污染不是以氨氮为主。

2.2.3 总磷(TP) 分水江总磷(TP)浓度不高

(0.014 ~ 0.064 mg/L)(图 4G);2006 年的年均值为 0.026 mg/L,2007 年为 0.033 mg/L,按照地表水环境质量标准(GB3838-2002),为Ⅲ类水体。TP 浓度一般均是春、夏季节高于秋、冬季节,但 TP 浓度变化不明显。多数情况下可溶性磷低于检测限(图 4H),可溶性磷浓度占 TP 浓度比例较小。

2.2.4 可溶性硅 分水江可溶性硅浓度适中($0.40 \sim 8.92 \text{ mg/L}$) (图 4I), 2006 年的年均值为 5.49 mg/L , 2007 年为 6.20 mg/L 。可溶性硅浓度 2006 年 7、8 月和 2007 年 11、12 月比较低, 其余时间均比较高。与三峡大坝截留前后长江中上游水体中可溶性硅含量 $2.58 \sim 5.47 \text{ mg/L}$ (刘瑞秋, 2000) 及三峡库区 2 个小流域 (宝塔河水体 DSi 含量 $0.18 \sim 19.89 \text{ mg/L}$ 、平均值 4.13 mg/L ; 曲溪 DSi 含量 $0.41 \sim 24.67 \text{ mg/L}$ 、平均值 9.17 mg/L) 相比 (张少源等, 2008), 分水江水库的可溶性硅浓度处于中等水平。

2.2.5 叶绿素 a (Chl-a) 分水江水库成库后, Chl-a 含量水平总体较高 ($0.30 \sim 44.47 \text{ } \mu\text{g/L}$) (图 4J); Chl-a 分布具有明显季节变化, 春、夏季高于秋、冬季。Chl-a 浓度空间分布也略有差异, 水库大坝和周王坞略高于贺洲渡, 2 年的均值分别为 19.01 、 15.21 、 $9.19 \text{ } \mu\text{g/L}$; 与成库前相比, Chl-a 浓度要高很多, 这也是河流转变为水库后一个比较显著的特征。

2.3 浮游植物的群落结构

2 年的调查期间, 在分水江水库出现频率较高的常见种类有: (1) 蓝藻门的微囊藻 (*Microcystis*)、鱼腥藻 (*Anabaena*)、颤藻 (*Oscillatoria*)、假鱼腥藻 (*Pseudanabaena*)、席藻 (*Phormidium*)、尖头藻 (*Raphidiopsis*)、色球藻 (*Chroococcus*)、平裂藻 (*Merismopedia*); (2) 绿藻门的实球藻 (*Pandorina*)、盘星藻 (*Pediastrum*)、团藻 (*Volvox*)、空星藻 (*Coelastrum*)、集星藻 (*Actinastrumhantzschii*)、十字藻 (*Crucigenia*)、栅藻 (*Scenedesmus*)、单生卵囊藻 (*Oocystis solitaria*); (3) 硅藻门的直链藻 (*Melosira*)、小环藻 (*Cyclotella*)、脆杆藻 (*Fragilaria*)、舟形藻 (*Navicula*)、曲壳藻 (*Achnanthes*)、针杆藻 (*Synedra*)、冠盘藻 (*Stephanodiscus*)、园筛藻 (*Coscinodiscus*); (4) 隐藻门的卵形隐藻 (*Cryptomonas*)、蓝隐藻 (*Chroomonas*); (5) 裸藻门的绿色裸藻 (*Euglena*)、扁裸藻 (*Phacus*)、囊裸藻 (*Trachelomonas*); (6) 甲藻门的多甲藻 (*Peridinium*) 和裸甲藻 (*Gymnodinium*)。

浮游植种类组成呈现出明显的季节变化, 一年中各种藻类的优势种交替出现, 春季以绿藻、隐藻、硅藻为优势种, 夏季的蓝藻和硅藻占优势, 秋季以硅藻和裸藻为优势种, 冬季优势种为硅藻。

2.4 浮游植物的密度变化

2.4.1 浮游植物密度 分水江水库浮游植物的密度变化较大, 2006 年水库大坝、周王坞、贺洲渡的平均密度为 510.7×10^4 、 549.7×10^4 、 205.3×10^4 个/L; 因此, 平均密度大小排序为水库大坝 > 周

王坞 > 贺洲渡; 2007 年三者浮游植物的平均密度为 $1\,228.1 \times 10^4$ 、 $1\,230.1 \times 10^4$ 、 $17\,154.3 \times 10^4$ 个/L; 平均密度的大小排序与 2006 年刚好相反, 水库大坝 < 周王坞 < 贺洲渡。2006 年浮游植物密度以 5 月的周王坞最高, 为 $3\,225 \times 10^4$ 个/L, 12 月的贺洲渡最低, 仅 0.7×10^4 个/L。2007 年浮游植物密度明显高于 2006 年, 以 8 月贺洲渡最高, 为 $168\,310 \times 10^4$ 个/L, 3 月的贺洲渡最低, 为 57.1×10^4 个/L; 这是因为 2007 年 8 月分水江水库蓝藻爆发, 引起浮游植物密度异常增高。

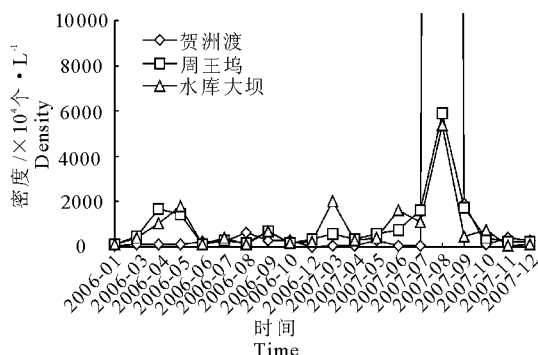


图 5 分水江水库浮游植物密度的季节动态

Fig. 5 Seasonal dynamics of phytoplankton density in Fenshuijiang Reservoir

2.4.2 浮游植物丰度 在丰度组成上, 2006 年分水江水库的浮游植物组成中以硅藻最多, 其次为蓝藻、绿藻和隐藻, 年均丰度依次为 278.3×10^4 、 49.0×10^4 、 47.1×10^4 和 44.2×10^4 个/L, 分别占浮游植物年平均总数的 66%、12%、11% 和 10%, 其它门的藻类丰度均较低 (图 6)。2007 年分水江的浮游植物丰度组成夏季以蓝藻为主, 因为夏季蓝藻密度剧增出现了水华, 春秋冬季以硅藻和隐藻为主; 蓝藻、硅藻和隐藻的年均丰度依次为 $6\,110 \times 10^4$ 、 237×10^4 和 121×10^4 个/L, 分别占浮游植物年平均总数的 93%、4% 和 2%。

3 讨论

3.1 水文特征对浮游植物的影响

分水江水库降雨量与浮游植物密度 ($r = 0.573$, $n = 50$, 图 7A)、降雨量与叶绿素 a ($r = 0.459$, $n = 52$, 图 7B) 均呈显著正相关 (发生藻类水华期间的数值除外); 降雨量较大的月份浮游植物密度与叶绿素 a 浓度均比较大, 这是因为降雨量的变化不仅影响水库透明度, 也影响水库营养盐浓度, 降雨量的增加导致水体透明度的增加, 也导致水体营养盐浓度的增加; 水库总磷浓度与降雨量 ($r = 0.420$,

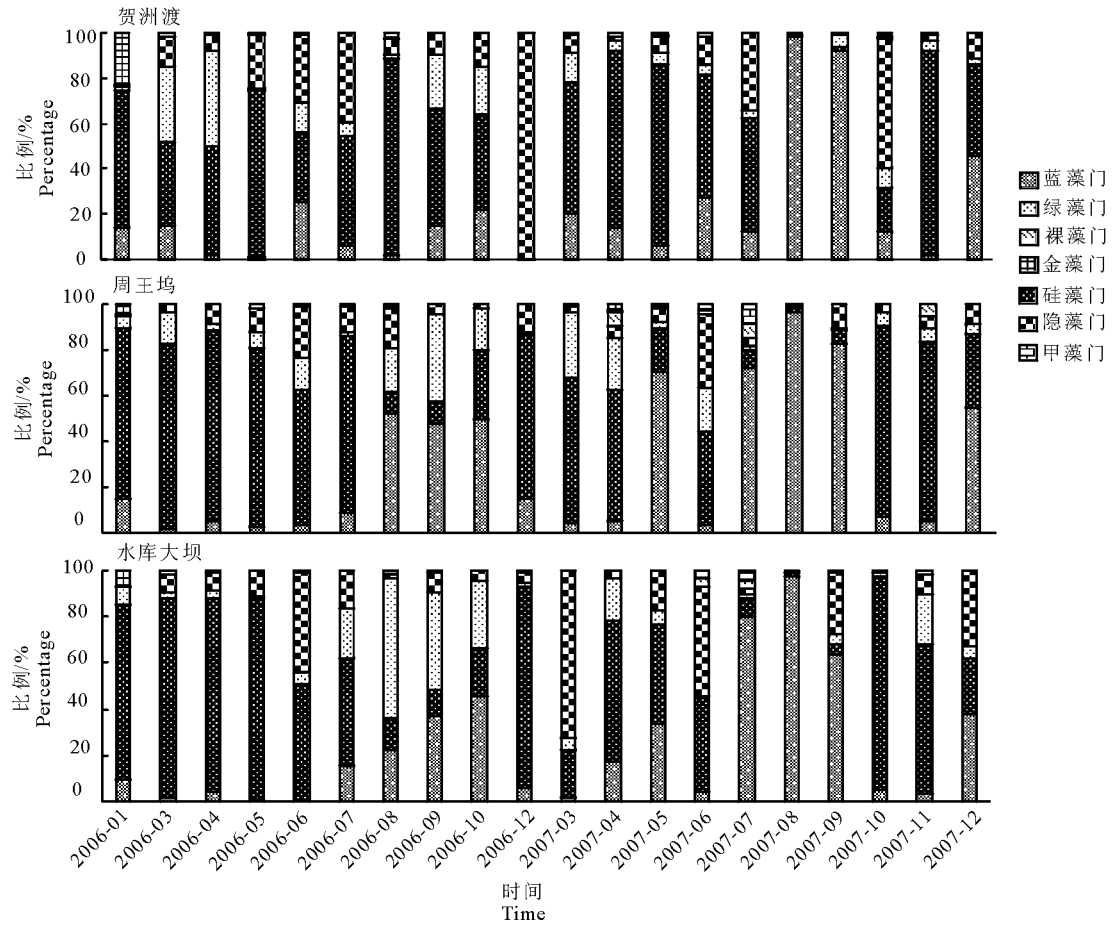


图 6 分水江水库浮游植物密度的季节动态

Fig. 6 Seasonal dynamics of phytoplankton density in Fenshuijiang Reservoir

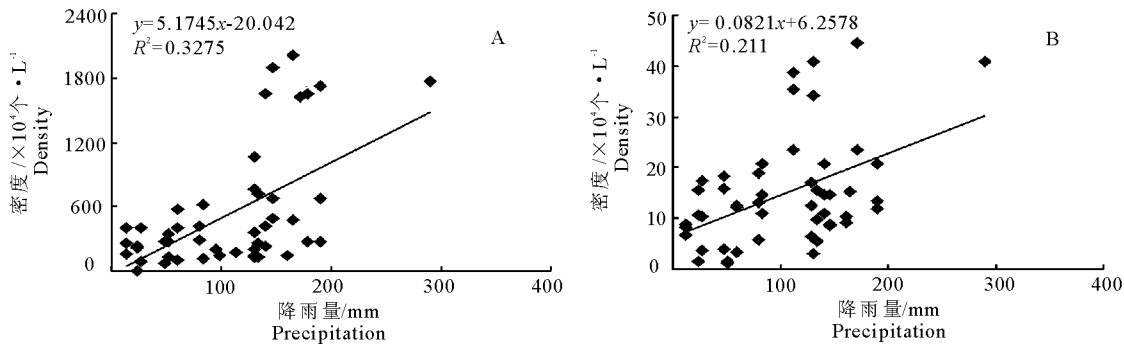


图 7 浮游植物密度 (A) 和叶绿素 a (B) 与降雨量的相关分析

Fig. 7 Correlation between precipitation and phytoplankton density (A), precipitation and chlorophyll a (B)

$n = 60, P < 0.01$)、总氮浓度与降雨量也存在显著正相关($r = 0.327, n = 60, P < 0.01$);说明分水江水库的总磷、总氮浓度受面源污染的影响较大,主要是随降雨产生的地表径流带入库。

3.2 理化因子对浮游植物的影响

3.2.1 温度 温度不仅影响浮游植物的季节演替,还直接影响浮游植物在水体中时空分布和组成变化 (Lopes et al,2000)。分水江水库水温与浮游植物密度($r = 0.355, n = 55$)和叶绿素 a($r = 0.354, n = 55$)

均呈显著正相关。随着水温的上升,藻类的生长速度也加快,水温对藻类生长具有明显的促进作用。夏季水温的升高特别有利于蓝藻的生长,大部分蓝藻的最适温度在 25 ~ 35℃ (刘瑞秋,2000;林秋奇等,2003),这使大部分蓝藻在夏季更具有优势;2007 年夏季因降雨量偏少,导致水体相对稳定,分水江水库爆发蓝藻水华。

3.2.2 pH 值 分水江水库 pH 与浮游植物密度($r = 0.377, n = 60$)及叶绿素 a($r = 0.605, n = 60$)均

呈显著正相关。水体 pH 值与藻类生长关系密切,在碳源丰富的水体中,藻类光合作用影响 CO_2 缓冲体系,从而影响水体 pH 值(刘春光等,2005)。最常见的是藻类大量吸收 CO_2 引起水体 pH 上升,同时部分藻类对水体中有机酸的吸收和重碳酸盐的利用,也会引起 pH 的升高。水体酸碱度会影响藻类的生长,例如碱性环境有利于藻类光合作用,因为碱性系统易于捕获大气中的 CO_2 ,因而较高的生产力往往出现在碱性水体中(Melack,1981)。各种藻类生长都有其适合的 pH 值范围,通常情况下,pH 越高、藻类数量特别是蓝藻就越多(Homstrom,2002);还有研究表明,pH 值 8.6~9.9 为蓝藻水华发生的适宜范围(金相灿等,2004;黄钰铃等,2008);也有人认为,pH 值高是蓝藻引发水华后的结果而不是发生水华的直接原因(Shapiro,1997)。

3.2.3 溶解氧 分水江水库溶解氧与浮游植物密度($r=0.469, n=50$)及叶绿素 a($r=0.47, n=58$)均呈显著正相关。溶解氧是水生生物繁殖和生长必不可少的要素,也是水库中发生各种化学过程中的主要参加者,其含量变化不仅受物理、化学、水文和气象等因素的影响,浮游植物的生态变化也必然导致水中溶解氧的含量变化,而且溶解氧含量是衡量初级生产力高低的一个重要标志,可以直接反映水体的受污染程度(王继龙等,2004)。根据分水江水库浮游植物密度与溶解氧的周年变化关系可知,随着3、4月份浮游植物光合作用逐渐加强,溶解氧含量也逐渐增高,至8月,浮游植物密度虽然达到较高值,而溶解氧含量却降低;显然,这是由于8月的水温最高,氧饱和度下降占主导地位的结果。

3.2.4 TN 和 TP 分水江水库 TP 与浮游植物密度($r=0.694, n=50$)及叶绿素 a($r=0.735, n=55$)均呈显著正相关,但 TN 和可溶性硅与浮游植物不相关。从营养盐浓度来看,分水江水库处于中-富营养水平。TN 浓度 $>2\text{mg/L}$, TP 浓度在 $0.014 \sim 0.08\text{mg/L}$ (均值 0.029mg/L), TN/TP 在 $40 \sim 177$ (均值 92);统计结果表明,分水江水库磷元素是浮游植物生长的限制因子。Smith(1983;1995)提出了 $\text{TN/TP} < 29$ (质量比)以及 $\text{TN/TP} < 22$ 分别是蓝藻种群和固氮型蓝藻种群在浮游植物群落中占优的重要环境条件(Havens et al,2003);但是也有研究表明,在较高的 TN/TP 情况下,水体中也会形成蓝藻水华,较低 TN/TP 并不是蓝藻水华形成的条件,而是蓝藻水华产生的结果(Xie et al,2003);分水江水库的研究结果与这一结论基本相符。因为分水江水

库的 TN/TP 总体偏高($40 \sim 177$),最低值(40)却出现蓝藻水华发生之后的1个月。TN/TP 与蓝藻水华的关系还值得更深入的研究,应该按照水体的不同类型及不同富营养程度分别进行归纳分析,这样才能得出更加科学合理的结论。

参考文献

- 国家环境保护总局. 2002. 水和废水监测分析方法(第4版)[M]. 北京: 中国环境科学出版社: 243-266.
- 黄祥飞. 2000. 湖泊生态调查观测与分析[M]. 北京: 中国标准出版社.
- 黄钰铃, 纪道斌, 陈明曦, 等. 2008. 水体 pH 值对蓝藻水华生长的影响[J]. 人民长江, 39(2): 63-65.
- 金相灿, 李兆春, 郑朔方, 等. 2004. 铜绿微囊藻生长特性研究[J]. 环境科学研究, 17(增刊): 52-55.
- 林秋奇, 胡初, 韩博平. 2003. 流溪河水库水动力学对营养盐和浮游植物分布的影响[J]. 生态学报, 23(11): 2278-2284.
- 刘春光, 金相灿, 孙凌, 等. 2005. pH 值对淡水藻类生长和种类变化的影响[J]. 农业环境科学学报, 24(2): 294-298.
- 刘瑞秋. 2000. 三峡大坝截流前后长江中上游江段水化学特性的初步调查[J]. 水生生物学报, 24(5): 446-450.
- 王继龙, 海热提, 郑丙辉, 等. 2004. 辽河口水域溶解氧与营养盐关系[J]. 水资源保护, (4): 5-7.
- 张少源, 冯明磊, 林杉, 等. 2008. 三峡库区小流域河流可溶性硅、无机氮和磷的研究[J]. 环境科学, 29(10): 2716-2722.
- Brismar A. 2004. Attention to impact pathways in EISs of large dam projects[J]. Environmental Impact Assessment Reviews, 24: 59-87.
- Bukaveckas P A, Williams J J, Hendricks S P. 2002. Factors regulating autotrophy and heterotrophy in the main channel and an embayment of a large river impoundment[J]. Aquatic Ecology, 36: 355-369.
- Chen X Q, Zong Y Q, Zhang E F, et al. 2001. Human impacts on the Changjiang(Yangtze) River basin, China, with special reference to the impacts on the dry season water discharges into the sea[J]. Geomorphology, 41: 111-113.
- Gomes L C, Miranda L E. 2001. Hydrologic and climatic regimes limit phytoplankton biomass in reservoirs of the Upper Parana River Basin, Brazil[J]. Hydrobiologia, 457: 205-214.
- Havens K E, James R T, East T L, et al. 2003. N: P Ratios, light limitation, and cyanobacterial dominance in a subtropical lake impacted by non-point source nutrient pollution[J]. Environmental Pollution, 122: 379-390.
- Homstrom E. 2002. Phytoplankton in 63 limed lakes in compari-

- son with the distribution in 500 untreated lakes with varying pH[J]. *Hydrobiologia*, 470:115 – 126.
- Komarkova J, Hejzlar J. 1996. Summer maxima of phytoplankton in the Rimov reservoir in relation to hydrobiologic parameters and phosphorus loading [J]. *Arch. Hydrobiol*, 136: 217 – 236.
- Lancelot C, Staneva J, Van Eeckhout D, et al. 2002. Modelling the Danube-influenced North-western Continental Shelf of the Black Sea. II : Ecosystem response to changes in nutrient delivery by the Danube River after its damming in 1972 [J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54:473 – 499.
- Lopes M R M, Bicudo C E M, Ferragut M C. 2000. Short term spatial and temporal variation of phytoplankton in a shallow tropical oligotrophic reservoir, southeast Brazil[J]. *Hydrobiologia*, 542:235 – 247.
- Melack J M. 1981. Photosynthetic activity of phytoplankton in tropical African soda lakes[J]. *Hydrobiology*, 81: 71 – 85.
- Negro A I, Hoyos C D, Vega J C. 2000. Phytoplankton structure and dynamics in Lake Sanabria and Valparaiso reservoir (NW Spain) [J]. *Hydrobiologia*, 424: 25 – 37.
- Schemel L E, Sommer T R, Muller-Solger A B, et al. 2004. Hydrologic variability, water chemistry, and phytoplankton biomass in a large floodplain of the Sacramento River, CA, USA[J]. *Hydrobiologia*, 513: 129 – 139.
- Shapiro J. 1997. The role of carbon dioxide in the initiation and maintenance of blue-green dominance in lakes[J]. *Freshwat Biol* 37: 307 – 323.
- Silva C A, Train S, Rodrigues L C. 2005. Phytoplankton assemblages in a Brazilian subtropical cascading reservoir system [J]. *Hydrobiologia*, 537: 99 – 109.
- Smith V H, Bierman V J, Jones B L. et al. 1995. Historical trends in the Lake Okeechobee ecosystem IV. Nitrogen; phosphorus ratios, cyanobacterial dominance, and nitrogen fixation potential [J]. *Archiv für Hydrobiologie, Monographische Beiträge*, 107: 71 – 88.
- Smith V H. 1983. Low nitrogen to phosphorus ratios favor dominance by blue-green algae in Lake Phytoplankton[J]. *Science*, 221: 669 – 671.
- Snow G C, Adams J B, Bate G C. 2000. Effect of River flow on Estuarine Microalgal Biomass and Distribution[J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 51: 255 – 266.
- Varis O, Vakkilainen P. 2001. China's 8 challenges to water resources management in the first quarter of the 21st Century [J]. *Geomorphology*, 41: 93 – 104.
- Xie L, Xie P, Li S, et al. 2003. The low TN:TP ratio, a cause or a result of microcystis blooms? [J] *Water Research*, 37: 2073 – 2080.

(责任编辑 万月华)

Phytoplankton Community of Subtropical Riverine Reservoir
——A Case Study of Fenshuijiang Reservoir

SHENG Hai-yan¹, WU Jie², HAN Yi-cai¹, HE Jian-bo¹, YAO Jia-mei¹, YU Zuo-ming¹

(1. Institute of Environmental Protection Science, Hangzhou 310014, China;
2. Hangzhou Environmental Monitoring Center, Hangzhou 310007, China)

Abstract: This study examined eutrophication status and phytoplankton characteristics in a subtropic riverine reservoir (Fenshuijiang Reservoir) during Jan. 2006 and Dec. 2007, with a total of 20 samples surveyed. The result indicated that the concentration of total nitrogen (TN) was comparatively high, and water quality was of Grade V, with average value for TN concentration over 2 mg/L and with nitrogen pollution severe, whereas with less grave phosphorous contamination. The phytoplankton density ranging from 0.7×10^4 to 168310×10^4 ind./L, the phytoplankton community in Fenshuijiang Reservoir comprised Bacillariophyta, Chlorophyta and Cryptophyta, dominant in eutrophication phytoplankton. the composition of phytoplankton varied with the change of seasons, dominant species being *Melosira*, *Pandorina* and *Pediastrum* in spring, *Microcystis*, *Anabaena* and *Fragilaria* in summer, *Cyclotella*, *Synedra* and *Chroomonas* in autumn and winter. A significant positive correlation could be observed, (between phytoplankton density and precipitation, chlorophyll a and precipitation respectively) and growth of phytoplankton in Fenshuijiang Reservoir was conditioned by hydrometeorology status, which indirectly demonstrated that Fenshuijiang Reservoir was severely affected by non – point source pollution. Besides, significant positive correlations also existed between phytoplankton density, chlorophyll a and water physiochemical factors, specifically in terms of water temperature, pH, DO (dissolved oxygen), permanganate index, and TP (total phosphorus). High TN concentration but poor relationship with phytoplankton density implied that nitrogen was not a limiting factor in Fenshuijiang Reservoir.

Key words: Fenshuijiang Reservoir; phytoplankton; physicochemical factor