DOI:10.15928/j.1674－3075.2018.06.003

三峡水库小江回水区水华期间环境因子对微囊藻丰度的影响

袁玉洁,朱梦玲,万成炎,徐德毅,彭建华,邹　曦

(水利部水工程生态效应与生态修复重点实验室,水利部中国科学院水工程生态研究所,武汉　430079)

摘要:小江是三峡库区北岸流域面积最大的一条支流,其回水区富营养化备受关注。2016 年 4 月下旬至 5 月中旬,小江回水区高阳断面和双江断面爆发了水华。以高阳断面和双江断面为监测区域,采用冗余分析方法,探究水华爆发期微囊藻丰度与环境因子的关系,以期找出水华应急阶段关键水环境因子,为小江回水区微囊藻水华预警监测和防控提供科学依据。结果表明,随着水深逐渐增加,微囊藻的丰度逐渐减少,高阳断面上表层(水下 0.5 m)、中层(1/2 水深)、底层(底部以上 0.5 m)微囊藻丰度为 2 467.67×10^4 个/L、792.58×10^4 个/L、729.72×10^4 个/L;双江断面表、中、底层分别为 1 337.57×10^4 个/L、298.75×10^4 个/L、108.79×10^4 个/L;高阳断面微囊藻丰度明显高于双江断面。高阳断面的水温、溶解氧和高锰酸盐指数明显高于双江断面,其他水环境指标的差异性不显著。冗余分析 Monte Carlo 检验结果显示,高阳断面溶解氧与微囊藻丰度呈显著正相关($P=0.045$),电导率与微囊藻丰度呈显著负相关($P=0.047$);双江断面水温与微囊藻丰度呈极显著正相关($P=0.002$),透明度与微囊藻丰度呈显著负相关($P=0.011$)。

关键词:小江回水区;水华;微囊藻;环境因子

中图分类号:Q145　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1674－3075(2018)06－0016－07

近年来,三峡库区支流富营养化日益严重,蓝藻水华爆发频率及规模有所增加,小江、香溪河、神农溪等支流均出现过水华现象(邱光胜等,2011;蔡庆华等,2012;周川等,2016;邹曦等,2017)。小江是三峡库区长江北岸的一条重要支流,其回水区水体富营养化和水华问题尤为严重,引起了广泛重视(李哲等,2010;郭劲松等,2010);同时,小江在春夏季节藻类水华频发,也逐渐成为水环境重点监测区域。

2016 年 4 月下旬,小江高阳断面和双江断面均出现了水华现象,时间维持至 5 月中旬。4 月 21 日高阳断面局部水域水体呈深绿色,有明显藻华带。经现场观察,高阳断面藻华主要分布在以高阳渡口为中心、长度约 3.0 km 的河段内,其中左岸区域藻类堆积明显;该区域水体透明度为 30～210 cm。4 月26 日,小江双江段区域局部水体呈深绿色,水面有明显藻华带。藻华主要分布在澎溪河大桥至小江河口,长度约 3.5 km 的河段内,其中双江大桥至双江渡口段表层水体藻类堆积相对较为严重,该区域水体的透明度仅 40～60 cm。浮游植物的生长周期短,对环境变化反应较为敏感,其种群结构、生物量等变化均可以作为指示性评价指标,反映出湖泊的营养水平(Li, et al, 2016;潘晓洁等,2016;张玮等,2017)。有研究表明,微囊藻(*Microcystis*)是小江回水区水华爆发期占绝对优势的蓝藻种类之一(田泽斌等,2012;陈小娟等,2013;潘晓洁等,2015);其水华危害较大、爆发频繁、持续时间较长(Codd et al, 2005),尤其是能产生多种具有肝毒性的微囊藻毒素,对浮游动物、鱼类等易造成危害(李大命等,2012)。因此,有必要加强水华爆发期微囊藻变化机制的研究。

本文以小江回水区高阳断面和双江断面为研究区域,于 2016 年 4－5 月水华期间对微囊藻和水环境因子进行加密监测,并分析微囊藻丰度的变化特征以及与水环境因子的关系,筛选出主要的环境因子,为小江回水区微囊藻水华预警监测和防控提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　样品采集

根据 2016 年水华爆发的时间和地点,在三峡库区小江高阳水域和双江水域分别实施加密监测。设置的断面有高阳水华应急-中垂线(31° 6′2.19″N, 108°40′18.24″E)和双江水华应急－中垂线

收稿日期:2017－11－07

基金项目:国家重点研发计划重点专项(2017YFC0404705);国家自然科学基金(51409177)。

作者简介:袁玉洁,1988 年生,女,助理研究员,主要从事水生态修复研究。E-mail:yuanyujie@mail.ihe.ac.cn

通信作者:万成炎。E-mail:chywan@mail.ihe.ac.cn

(30°56′44.92″N，108°40′47.41″E)。根据水深情况，布置表层(水下 0.5 m)、中层(1/2 水深)、底层(底部以上 0.5 m)采样点(图 1)。高阳采样时间为 2016 年 4 月 21、22、23、25、28 日和 5 月 1、4、9、15 日；双江采样时间为 2016 年 4 月 26、27、28 日和 5 月 1、4、9、15 日。为了对比分析水华爆发前后水环境因子的变化，2 月、3 月、6 月、7 月分别于高阳和双江断面进行了取样。

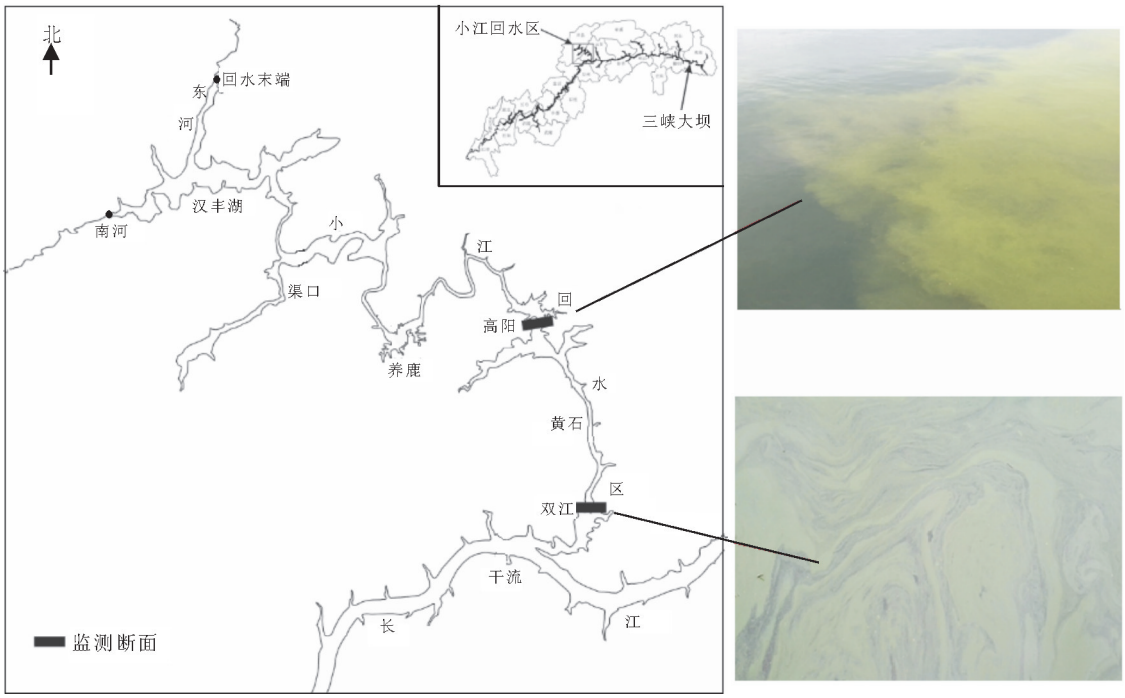

图 1　小江回水区采样点及藻华堆积

Fig.1　Location of the sampling sites in Xiaojiang River and algal bloom images from the Gaoyang and Shuangjiang sections

水样采集参照《水质采样技术指导》(GB12998-91)，采用卡盖氏采水器分层采集水样 5 L，其中 1 L水样加入鲁哥氏液固定，用于微囊藻计数，计数方法参照章宗涉和黄祥飞(1991)；剩余 4 L 水样用于分析水环境理化指标，包括水温(WT)、电导率(Cond)、pH、透明度(SD)、溶解氧(DO)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、总磷(TP)、总氮(TN)；其中水温、电导率、pH、溶解氧指标采用 YSI-650 水质分析仪现场测定，其余指标的测定方法参考《水和废水监测分析方法(第 4 版)》(魏复盛，2002)。

1.2　数据分析

1.2.1　优势度　浮游植物优势种的确定由优势度决定，计算公式如下：

$$Y=n_i\times f_i/N$$

式中：Y 为优势度；n_i 为第 i 种的个体数；N 为所有浮游植物的总数；f_i 为出现频率。$Y\geqslant 0.02$ 时，确定为优势种。

1.2.2　微囊藻与水环境因子的关系　应用 Canoco 4.5 软件对微囊藻丰度和水环境指标的关系进行分析，以期得到水华应急阶段影响微囊藻丰度的关键水环境因子。微囊藻丰度数据作为响应变量，水环境指标数据作为解释变量。在数据分析之前需进行预处理，响应变量采用总和标准化预处理(Ter Braak & Smilauer，2002)，解释变量采用 $\lg(x+1)$ 转换预处理(Ter Braak，1986)。首先采用去趋势分析方法(Detrended Correspondence Analysis，DCA)分别对高阳、双江的微囊藻丰度数据进行分析，根据排序轴的梯度长度(Lengths of gradient)确定合适的模型。采用 Monte Carlo permutation test(999 次置换)检验解释变量的显著水平。

2　结果与分析

2.1　水体理化指标

为了对比小江回水区水华前后水环境因子的差异，在 4-5 月水华期进行了加密监测，同时在水华爆发前(2-3 月)和水华爆发后(6-7 月)进行了采样监测。对比结果显示，高阳和双江断面水华爆发前后水环境因子存在差异(表 1)，尤其是电导率(Cond)和溶解氧(DO)。水华爆发期 Cond 要明显高于水华前和水华后，而水华爆发期的溶解氧比其他 2 个时间段要明显下降。

对水华爆发期间高阳和双江断面表、中、底层水

样理化指标进行分析，结果见表2。可见水华爆发期，高阳和双江水体水温（WT）、电导率（Cond）、高锰酸盐指数（COD_{Mn}）等参数在空间上存在显著差异，其他理化指标的差异性不显著。高阳断面的水温、溶解氧和高锰酸盐指数要明显高于双江断面。

2.2 浮游植物组成

2016年小江水华爆发期间，共鉴定浮游植物5门76属，其中蓝藻门11属、绿藻门26属、硅藻门29属、甲藻门5属、裸藻门5属，其丰度分别占总数的90.88%、1.81%、3.12%、4.08%、0.11%。小江水华期的浮游植物优势度见表3。结果显示，微囊藻为优势种。

表1 小江回水区水华前后水环境因子变化

Tab.1 Changes of water quality parameters before and after the algae bloom in the Xiaojiang backwater

理化指标	高阳			双江		
	水华前	水华期	水华后	水华前	水华期	水华后
WT/℃	13.35	21.01	24.00	13.32	19.90	24.87
Cond/$\mu S \cdot cm^{-1}$	347.75	394.16	291.19	327.58	365.39	295.42
pH	8.58	8.43	8.81	8.59	8.31	9.18
SD/m	1.60	1.23	0.46	2.23	1.71	0.33
DO/$mg \cdot L^{-1}$	8.50	6.30	6.89	8.03	5.59	6.87
COD_{Mn}/$mg \cdot L^{-1}$	1.42	3.75	2.45	2.34	2.59	4.41
TP/$mg \cdot L^{-1}$	0.10	0.07	0.09	0.07	0.07	0.10
TN/$mg \cdot L^{-1}$	1.95	1.24	1.62	1.40	1.64	1.87

表2 小江回水区水华期水质理化指标

Tab.2 Water quality parameters during algae bloom in Xiaojiang backwater

理化指标	高阳断面			双江断面		
	表层	中层	底层	表层	中层	底层
WT/℃	23.02±2.84	20.53±2.08	19.2±2.59	21.73±2.08	19.31±1.61	18.56±1.31
Cond/$\mu S \cdot cm^{-1}$	386.1±34.42	393.8±52.51	384.4±62.55	386.7±53.83	357.9±45.94	361.4±61.95
pH	8.38±0.25	8.40±0.26	8.49±0.34	8.35±0.37	8.32±0.26	8.31±0.28
SD/m	1.26±0.52	1.25±0.48	1.25±0.48	1.71±0.47	1.71±0.47	1.71±0.47
DO/$mg \cdot L^{-1}$	6.74±1.45	6.15±1.31	6.02±1.32	5.77±0.77	5.55±0.69	5.58±0.70
COD_{Mn}/$mg \cdot L^{-1}$	3.75±1.49	3.47±1.94	3.70±2.29	2.88±1.77	2.56±1.78	2.18±1.91
TP/$mg \cdot L^{-1}$	0.06±0.03	0.07±0.04	0.07±0.03	0.06±0.01	0.08±0.02	0.08±0.01
TN/$mg \cdot L^{-1}$	1.36±0.47	1.25±0.35	1.31±0.44	1.54±0.58	1.78±0.51	1.63±0.51

表3 小江回水区浮游植物优势度

Tab.3 Phytoplankton composition and degree of dominance in the Xiaojiang backwater

浮游植物	优势度	浮游植物	优势度	浮游植物	优势度	浮游植物	优势度
蓝藻门		双对栅藻	0.00015	颗粒直链藻最窄变种	0.00008	微绿肋逢藻	0.00001
微囊藻	0.76897	小球藻	0.00053	变异直链藻	0.00026	尖头舟形藻	0.00001
多变鱼腥藻	0.00706	蛋白核小球藻	0.00001	具槽直链藻	0.00100	双球舟形藻	0.00001
水华鱼腥藻	0.00113	集星藻	0.00053	冰岛直链藻	0.00010	海生胸隔藻	0.00005
固氮鱼腥藻	0.00011	被刺藻	0.00001	意大利直链藻	0.00003	近缘桥弯藻	0.00001
卷曲鱼腥藻	0.04409	二角盘星藻	0.00015	尖针杆藻	0.00388	缢缩异极藻头状变种	0.00005
卵形隐藻	0.00341	多芒藻	0.00005	双头针杆藻	0.00570	**甲藻门**	
尖尾蓝隐藻	0.01478	实球藻	0.00010	近缘针杆藻	0.00008	角甲藻	0.04021
啮蚀隐藻	0.00005	镰形纤维藻	0.00019	肘状针杆藻	0.00015	裸甲藻	0.00005
浮游念珠藻	0.01484	螺旋纤维藻	0.00075	美丽星杆藻	0.00145	腰带光甲藻	0.00003
水华束丝藻	0.02896	针形纤维藻	0.00010	小环藻	0.00708	二角多甲藻	0.00005
依莎束丝藻	0.00006	小型月牙藻	0.00001	脆杆藻	0.00008	带多甲藻	0.00001
绿藻门		小新月藻	0.00001	中型脆杆藻	0.00015	**裸藻门**	
衣藻	0.00526	月牙新月藻	0.00001	钝脆杆藻	0.00026	囊裸藻	0.00005
团藻	0.00004	椭圆卵囊藻	0.00009	变异脆杆藻	0.00001	矩圆囊裸藻	0.00049
非洲团藻	0.00006	拟菱形弓形藻	0.00023	微绿羽纹藻	0.00001	膝曲裸藻	0.00001
四尾栅藻	0.00060	湖生卵囊藻	0.00025	简单舟形藻	0.00030	具棘鳞孔藻	0.00001
弯曲栅藻	0.00120	单生卵囊藻	0.00001	喙头舟形藻	0.00001	细小裸藻	0.00001
龙骨栅藻	0.00005	**硅藻门**		长刺根管藻	0.00004		
被甲栅藻	0.00005	颗粒直链藻	0.00571	双头辐节藻	0.00001		
尖细栅藻	0.00005	具球异菱藻	0.00003	扁圆卵形藻	0.00001		

2.3 微囊藻丰度

小江高阳断面和双江断面表、中、底层采样点的微囊藻种群丰度见图2。结果显示，水华期间，微囊藻主要集中分布在表层。

统计分析表明，高阳断面表层微囊藻丰度为0～5 369.04×10^4个/L，平均丰度2 467.67×

10^4 个/L；中层为 0～2 043.53×10^4 个/L，平均丰度 792.58×10^4 个/L；底层为 0～2 456.53×10^4 个/L，平均丰度为 729.72×10^4 个/L；表、中、底层采样点微囊藻丰度均在 5 月 1 日达到最大值。

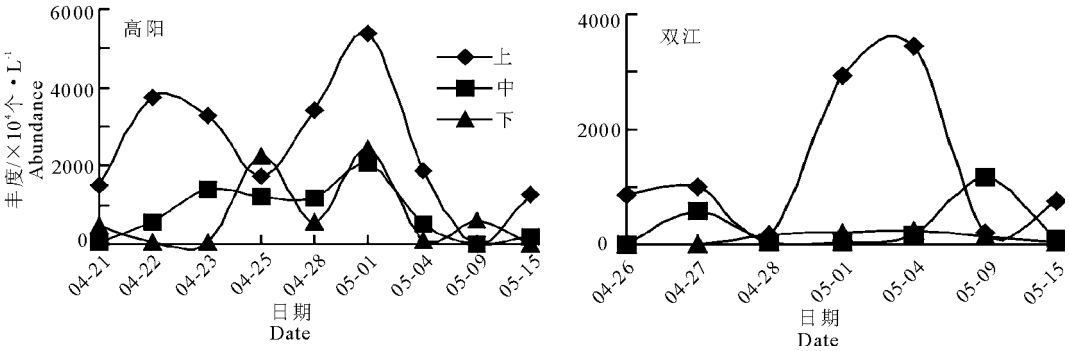

图 2　高阳和双江断面在水华期微囊藻种群丰度

Fig.2　Abundance of *Microcystis* during the algae bloom in the Gaoyang and Shuangjiang sections

双江断面表层微囊藻丰度为 169.50×10^4～3 440.10×10^4 个/L，平均丰度为 1 337.57×10^4 个/L；中层为 2.39×10^4～1 174.55×10^4 个/L，平均丰度 298.75×10^4 个/L；底层为 0～226.79×10^4 个/L，平均丰度为 108.79×10^4 个/L；表层和底层采样点微囊藻丰度在 5 月 4 日达到最大值，而中层在 5 月 9 日达到最大值。高阳断面整体微囊藻丰度明显高于比双江断面，随着水深逐渐增加，微囊藻的丰度逐渐减少。

2.4　水环境与微囊藻丰度的关系

本研究中，水华爆发期间微囊藻主要分布在表层，因此以高阳断面和双江断面表层微囊藻为代表，分析其与水环境因子的关系。DCA 分析结果显示，高阳物种数据前 4 个轴中最大的梯度为 1.049，双江物种数据前 4 个轴中最大的梯度为 1.155，因此采用冗余分析（Redundancy Analysis，RDA）探究采样断面水华期间水环境因素和微囊藻丰度的关系。

RDA 结果见表 4 和图 3。从表 4 可以看出，RDA 前 2 轴可以很好地解释高阳断面和双江断面微囊藻和环境因素的关系。对于高阳断面而言，前 2 轴累积解释了 95.8%的物种变量和 100%的物种-环境关系，且前 2 轴的解释量分别为 81.1%和 18.9%；对于双江断面而言，前 2 轴累积解释了 78.5%的物种变量和 100%的物种-环境关系，且前 2 轴的解释量分别为 91.1%和 8.9%。

表 4　冗余分析结果

Tab.4　Summary of redundancy analysis ordination

断面	指标	Axis 1	Axis 2
高阳	特征值	0.811	0.189
	物种变量累计解释量/%	86.9	95.8
	物种-环境关系累计解释量/%	81.1	100
双江	特征值	0.911	0.089
	物种变量累计解释量/%	70.6	78.5
	物种-环境关系累计解释量/%	91.1	100

高阳断面和双江断面微囊藻丰度与水环境因子的冗余关系见图 3。其中微囊藻用空心箭头虚线表示，水环境因子用实心箭头实现表示，两者的关系通过两线之间的夹角余弦值表示。Monte Carlo permutation test 结果显示，高阳断面 DO 与微囊藻丰

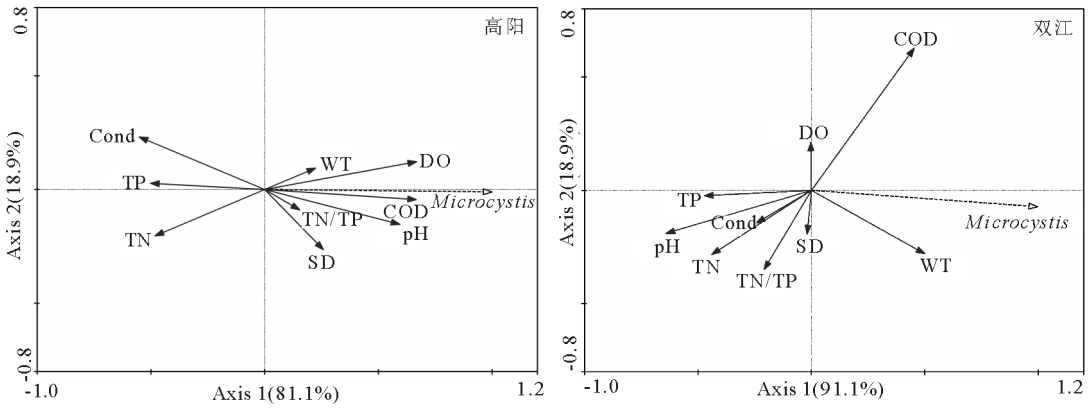

图 3　高阳和双江断面微囊藻丰度与水环境因子的 RDA 排序图

Fig.3　RDA ordination diagram of *Microcystis* and environmental variables in the Gaoyang and Shuangjiang sections

度呈显著正相关($r=0.668$,$P=0.045$),Cond与微囊藻丰度呈显著负相关($r=-0.552$,$P=0.047$);双江断面WT与微囊藻丰度呈极显著正相关($r=0.590$,$P=0.002$),SD与微囊藻丰度呈显著负相关($r=-0.640$,$P=0.011$)。水华爆发期间,其他水环境因素与微囊藻丰度的相关性并不明显。

3 讨论

小江生态环境较复杂,干流和上游支流等对其影响较明显,是三峡库区水华爆发较为频繁的支流之一,根据《三峡工程与生态环境监测公报》,自2005年开始,小江逐年有水华现象爆发(邹曦等,2017)。在小江回水区,总体呈蓝藻-绿藻型,尤其是近几年,水华优势种类及群落组成发生了较大的变化,蓝藻细胞密度越来越高,蓝藻门微囊藻越来越占绝对优势(郭劲松等,2011;陈小娟等,2013;潘晓洁等,2015),引起这一转变的原因需受到重视。微囊藻水华危害较大,能产生多种毒素,对浮游动物、鱼类等均有害(Wang et al, 2012;Strakova et al, 2013;Yu et al, 2014)。因此,研究微囊藻水华爆发机制是极其必要的,了解水华爆发期的主要水环境因素,有利于微囊藻水华的预警监测及治理。

高阳断面河道较宽(515 m),受长江回水顶托的影响,形成了一个流速较慢的水面,也是小江发生水华的敏感区域。双江断面宽度439 m,比高阳断面窄,而最大水深比高阳断面大,其中高阳断面最大水深约16 m,双江断面约28 m。小江经双江汇入长江。本研究中,小江回水区4月中下旬至5月中旬发生水华现象,藻类主要聚集在表层,表层微囊藻丰度要明显高于中层和底层,高阳断面整体微囊藻丰度明显高于双江断面。一般而言,适合浮游植物生长的温度是15~30 ℃(潘晓洁等,2016)。春夏交替季节,小江表层水温逐渐升高,高阳和双江断面表层平均水温在21~23℃,会导致微囊藻生长加快并逐渐向表层聚集(任秋芬等,2010;董静等,2016)。

本次研究结果表明,溶解氧、电导率、水温和透明度对微囊藻影响较显著,与周川等(2016)的研究结果一致。潘晓洁(2015)等研究了小江夏初水华爆发特征,发现溶解氧与微囊藻数量呈正相关,与本文的研究结果一致。水华期,浮游植物增加,光合作用加强,溶解氧增加;水华末期,浮游植物的死亡则会消耗溶解氧,从而能造成溶解氧减少。但本研究与之前的研究也存在差异,氮磷营养盐、pH等因素在本文中对微囊藻丰度的影响并未达到显著水平,但并不能说明其不重要,可能是本次研究的偶然性或者是研究时间序列不长等原因造成的。因此,在后续工作中,应该继续加强水环境因素、水动力因素方面的研究,尤其是应该进一步定量化,加强模型建立,以期通过环境因素的监测,对微囊藻水华爆发进行预测和预警。

参考文献

蔡庆华,孙志禹,2012.三峡水库水环境与水生态研究的进展与展望[J].湖泊科学,24(2):169-177.

陈小娟,潘晓洁,邹曦,等,2013.三峡水库小江回水区水华爆发期原生动物群落的初步研究[J].水生态学杂志,34(6):1-6.

董静,李根保,2016.微囊藻群体形成影响因子及机理[J].水生生物学报,40(2):378-387.

郭劲松,盛金萍,李哲,等,2010.三峡水库运行初期小江回水区藻类群落季节变化特点[J].环境科学,31(7):1492-1497.

郭劲松,陈园,李哲,等,2011.三峡小江回水区叶绿素a季节变化及其同主要藻类的相互关系[J].环境科学,32(4):976-981.

李大命,叶琳琳,于洋,等,2012.太湖水华期间有毒和无毒微囊藻种群丰度的动态变化[J].生态学报,32(22):7109-7116.

李哲,郭劲松,方芳,等,2010.三峡小江回水区蓝藻季节变化及其与主要环境因素的相互关系[J].环境科学,31(2):301-309.

潘晓洁,黄一凡,郑志伟,等,2015.三峡水库小江夏初水华暴发特征及原因分析[J].长江流域资源与环境,24(11):1944-1952.

潘晓洁,刘诚,朱梦灵,等,2016.三峡水库泄、蓄水过程对小江浮游植物群落结构的影响[J].水生态学杂志,37(3):2083-2089.

邱光胜,胡圣,叶丹,等,2011.三峡库区支流富营养化及水华现状研究[J].长江流域资源与环境,20(3):311-316.

任秋芬,阿依巧丽,朱智,等,2010.三峡水域季节及养分对铜绿微囊藻生长的影响——模拟乌江回水区水环境的研究[J].重庆师范大学学报(自然科学版),27(1):42-46.

田泽斌,刘德富,杨正健,等,2012.三峡水库香溪河库湾夏季蓝藻水华成因研究[J].中国环境科学,32(11):42-48.

魏复盛,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.

张玮,赵凤斌,徐后涛,等,2017.松雅湖成湖初期夏季浮游植物群落及其与环境因子的关系[J].生态学杂志,34(3):47-52.

章宗涉，黄祥飞，1991. 淡水浮游生物研究方法[M]. 北京：科学出版社.

周川，蔚建军，付莉，等，2016. 三峡库区支流澎溪河水华高发期环境因子和浮游藻类的时空特征及其关系[J]. 环境科学，37(3)：873－883.

邹曦，潘晓洁，郑志伟，等，2017. 三峡水库小江回水区叶绿素 a 与环境因子的时空变化[J]. 水生态学杂志，38(4)：48－56.

Codd G A，Morrison L F，Metcalf J S，2005. Cyanobacterial toxins：risk management for health protection[J]. Toxicology & Applied Pharmacology，203(3)：264－272.

Li M，Xiao M，2016. Environmental factors related to the dominance of *Microcystis wesenbergii*，and *Microcystis aeruginosa*，in a eutrophic lake[J]. Environmental Earth Sciences，75(8)：1－8.

Strakova L，Kopp R，2013. Dynamics of the cyanobacterial water bloom with focus to *Microcystis* and its relationship with environmental factors in Brno reservoir[J]. Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis，61(5)：1383－1390.

Ter Braak C J F，1986. Canonical Correspondence Analysis：A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis[J]. Ecology，67(5)：1167－1179.

Ter Braak C J F，Smilauer P，2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User′s Guide：Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)[M]. Netherlands：Wageningen University.

Wang X，Sun M，Wang J，et al，2012. *Microcystis* Genotype Succession and Related Environmental Factors in Lake Taihu during Cyanobacterial Blooms[J]. Microbial Ecology，64(4)：986－999.

Yu L，Kong F，Zhang M，et al，2014. The dynamics of microcystis genotypes and microcystin production and associations with environmental factors during blooms in Lake Chaohu，China[J]. Toxins，6(12)：3238－3257.

（责任编辑　万月华）

Impact of Environmental Factors on *Microcystis* Abundance During Algae Blooms in the Xiaojiang Backwater of Three Gorges Reservoir

YUAN Yu-jie, ZHU Meng-ling, WAN Cheng-yan, XU De-yi, PENG Jian-hua, ZOU Xi

(Key Laboratory of Ecological Impacts of Hydraulic-Projects and Restoration of Aquatic Ecosystem of Ministry of Water Resources, Institute of Hydroecology, Ministry of Water Resources and Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430079, P.R.China)

Abstract: Xiaojiang River is one of the largest tributaries to the north basin of Three Gorges Reservoir. Eutrophication and frequent algae blooms in the backwater of Xiaojiang River have intensified and attracted increasing attention. From late April to mid-May of 2016, an algae bloom occurred in the Gaoyang and Shuangjiang sections of Xiaojiang River and intensive monitoring of water quality and *Microcystis* abundance was carried out during the bloom. Monitoring of water quality was also conducted before (February to March) and after (June to July) the algae bloom. Differences in the water quality parameters before and after the algal bloom, and the relationship between environmental factors and *Microcystis* abundance was analyzed using redundancy analysis. The objective was to identify the primary environmental factors affecting *Microcystis* abundance and provide a scientific basis for controlling *Microcystis* blooms. There were large differences in water quality parameters before and after the algal bloom in both the Gaoyang and Shuangjiang sections, particularly in conductivity and dissolved oxygen (DO). During the bloom, conductivity was significantly higher and DO was significantly lower than before or after the bloom. *Microcystis* abundance decreased with depth. In the Gaoyang section, the average abundance of *Microcystis* was 2 467.67$\times10^4$cells/L at the surface (0.5 m below the surface), 792.58$\times10^4$cells/L in the middle (1/2 water depth) and 729.72$\times10^4$cells/L at the bottom (0.5 m above the bottom). In the Shuangjiang section, the average abundances at the surface, middle and bottom layers were, respectively, 1 337.57$\times10^4$cells/L, 298.75$\times10^4$cells/L, 108.79$\times10^4$cells/L. *Microcystis* abundance in the Gaoyang backwater was significantly higher than in the Shuangjiang backwater. Water temperature, DO and the permanganate index were also significantly higher in Gaoyang section while differences in the other environmental factors were not significant between the two sections. Redundancy analysis combined with the Monte Carlo permutation test showed, in the Gaoyang section, a significant positive correlation between *Microcystis* abundance and DO ($P=0.045$) and a significant negative correlation with conductivity ($P=0.047$). In the Shuangjiang section, *Microcystis* abundance was positively correlated with water temperature ($P=0.002$) and negatively correlated with water transparency ($P=0.011$). No significant correlations were found between *Microcystis* abundance and nutrients, such as nitrogen and phosphorus, or pH. This does not prove that these factors are not important as the lack of correlation may be due to study circumstances, such as an insufficient study period or limited sampling. A better understanding of the relationship of *Microcystis* abundance with water quality and hydrodynamics will require continued research.

Key words: Xiaojiang backwater; algal bloom; *Microcystis*; water environmental factors