

YSI 6600 传感器在太湖蓝藻预警工作中的应用

丁建清, 张军毅

(无锡市环境监测中心站, 江苏 无锡 214023)

摘要: 通过对太湖饮用水源地 2 个取水口水体中的蓝藻密度 (CBD) 和叶绿素 (Chl) 分别进行 YSI 6600-v2 水质多参数仪和实验室显微镜检分析, 探讨了 CBD 和 Chl 在预警工作中的应用。结果表明, 在 CBD 与 Chl 相关性显著时期内, 藻类群落结构相对稳定; CBD 和 Chl 相关性不显著时期内, 藻类群落结构变化较大。ρ(CBD)/ρ(Chl) 下降时, 水体中蓝藻的优势度下降。ρ(CBD)/ρ(Chl) 上升时, 水体中蓝藻的优势度上升。

关键词: 预警监测; 蓝藻; 藻类密度; 叶绿素; YSI 6600 传感器; 太湖

中图分类号: X835 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2010)01-0067-04

Application of YSI 6600 for Cyanobacteria Bloom Early Warning in Taihu Lake

DING Jian-qing ZHANG Jun-yi

(Wuxi Environmental Monitoring Centre, Wuxi, Jiangsu 214023, China)

Abstract Cyanobacteria density YSI (CBD) and chlorophyll YSI (Chl) were measured by YSI 6600-v2 multiparameter water quality detector and microscopy. The measurement finding was discussed for early-warning monitoring of cyanobacteria bloom in Taihu Lake. The results indicated that the YSI (CBD) was significantly correlated with YSI (Chl) which suggested that algae community structure was stable, and the YSI (CBD) was non-significantly correlated with YSI (Chl) meant the succession of algae community structure. If ratio of YSI (CBD) to YSI (Chl) dropped sharply, the dominance of blue-green algae in lake water took on a decreasing trend, and conversely the dominance descended.

Key words Early-warning monitoring; Cyanobacteria; Phytoplankton density; Chlorophyll; YSI 6600 sensor; Taihu Lake

随着我国环境问题日趋突出, 公众对生态环境的关注程度日益提高。太湖作为长三角地区的最大淡水湖泊, 承载经济发展的压力较大。尤其是太湖众多饮用水源地的安全, 关系到人民的健康和社会的稳定。藻类密度 (CBD) 和叶绿素 (Chl) 作为夏季蓝藻预警监测的重要参考指标, 在预警工作中发挥非常重要的作用。

为适应夏季繁重的蓝藻预警监测任务, YSI 6600-v2 水质多参数分析仪 (简称 YSI 仪器) 在环境监测领域广泛应用。YSI 6131 蓝藻 (*Cyanobacteria*) 密度和 YSI 6025 叶绿素传感器在蓝藻和叶绿素采样连续监测方面, 比实验室常规监测优越。关于 CBD、Chl 尤其是 Chl 在水质监测及富营养化评价研究的文章较多^[1-8], 但是关于 CBD、Chl 在水质自动监测方面的研究不多^[9], 尤其对 CBD 和

Chl 的关系认识, 以及该监测在夏季蓝藻预警工作中的作用研究等方面。现对 CBD 和 Chl 的相关性进行探讨, 有助于夏季太湖蓝藻预警工作。

1 研究方法

2009 年的 5 月 19 日—6 月 4 日, 采集太湖 2 个饮用水源地取水口水样^[10], 分别进行 YSI 仪器测定和实验室镜检^[11-12]。

5 月 19 日和 6 月 3 日在取水口 1 分别取样 2 次, 5 月 25 日、6 月 1 日和 6 月 4 日取水口 2 分别

收稿日期: 2010-09-30 修订日期: 2010-11-20

基金项目: 江苏省太湖流域河流总氮环境质量标准及藻密度快速监测方法研究基金资助项目 (2008)

作者简介: 丁建清 (1964—), 男, 江苏无锡人, 高级工程师, 硕士, 从事环境监测工作。

取样 3 次, 共取样 5 次。

1.1 CBD 和 Chl 数据

取水口 1 数据来自无锡市环境监测中心站 2009 年的 4 月 15 日—7 月 22 日例行监测, 取水口 2 数据来自 2009 年的 4 月 15 日—7 月 20 日例行监测, 由 YSI 仪器测定。

1.2 镜检数据

为了确保检测数据的准确性, 水样采集后, 倒入 YSI 仪器测量杯中测定, 测试完毕后, 再将水样

(1 000 mL) 用鲁哥氏碘液固定并沉降 48 h 然后显微镜镜检。显微镜定量的 CBD 数据用镜检 (CBD) 表示。

2 结果与讨论

2.1 YSI 仪器检测数据分析

CBD 和 Chl 随时间的变化趋势较为复杂, 取水口 1 和取水口 2 CBD、Chl 随时间变化趋势见图 1、图 2。

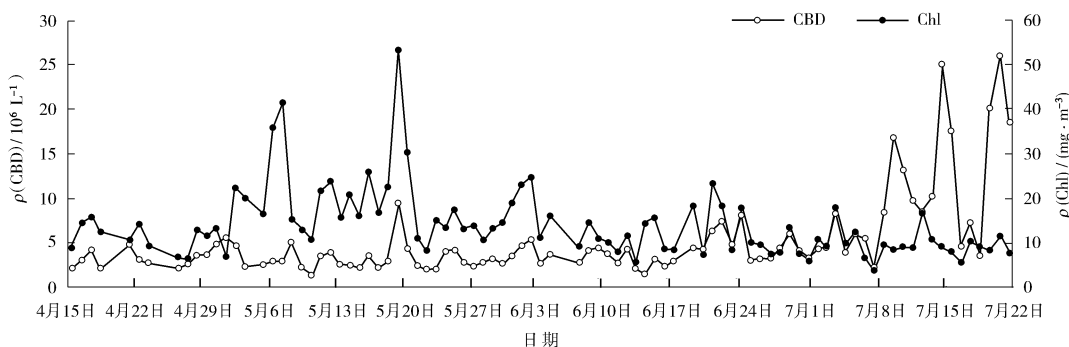


图 1 取水口 1 CBD 和 Chl 随时间变化趋势

Fig 1 The diurnal variation of Cyanobacteria density and chlorophyll in site 1 drinking water source

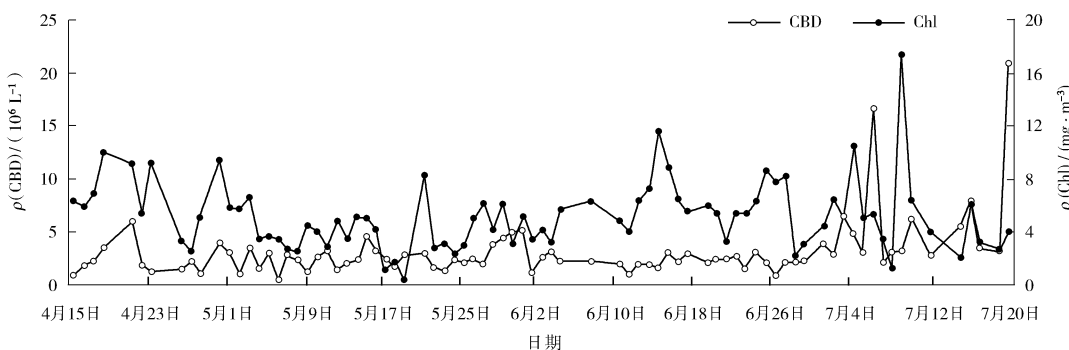


图 2 取水口 2 CBD 和 Chl 随时间变化趋势

Fig 2 The diurnal variation of Cyanobacteria density and chlorophyll in site 2 drinking water source

由图 1 和图 2 可见, CBD 和 Chl 整体变化趋势基本一致, 但不同时期内, 两者之间相关程度差异较大。

取水口 1 CBD 和 Chl 的相关性在 5 月和 6 月份较好 ($r > 0.5$), 两者之间呈极显著正相关, 藻类群落结构较为稳定; 4 月和 7 月, 以及在整个调查期间, 两者之间相关性不显著, 藻类群落结构的变化较大。取水口 2 CBD 和 Chl 在 4 月—7 月整个

调查期内, 两者之间的相关性均不显著, 表明该水域藻类群落结构的变化较大。取水口 2 地处梅梁湾与外太湖交汇处, 夏季受东南季风、台风及暴雨等恶劣气候的影响程度大, 藻类优势种月变化明显, 藻类群落结构的演替频繁。

取水口 1、取水口 2 CBD、Chl 和 $\rho(\text{CBD}) / \rho(\text{Chl})$ 的相关分析结果见表 1、表 2。

表 1 取水口 1 相关分析结果

Table 1 Correlation analysis results in site 1

时间	$\rho(\text{CBD}) : \rho(\text{Chl})$		$\rho(\text{CBD}) : [\rho(\text{CBD}) / \rho(\text{Chl})]$		$\rho(\text{Chl}) : [\rho(\text{CBD}) / \rho(\text{Chl})]$	
	r	样品数	r	样品数	r	样品数
		个		个		个
4 月	0.460	12	0.518	12	-0.503	12
5 月	0.568 ^①	30	0.368 ^①	30	-0.410 ^①	30
6 月	0.554 ^①	27	0.366	27	-0.520 ^①	27
7 月	0.085	22	0.950 ^①	22	-0.184	22
4 月—7 月	-0.082	91	0.935 ^①	91	-0.351 ^①	91

① 显著性水平 $p < 0.01$ 。

表 2 取水口 2 相关分析结果

Table 2 Correlation analysis results in site 2

时间	$\rho(\text{CBD}) : \rho(\text{Chl})$		$\rho(\text{CBD}) : [\rho(\text{CBD}) / \rho(\text{Chl})]$		$\rho(\text{Chl}) : [\rho(\text{CBD}) / \rho(\text{Chl})]$	
	r	样品数	r	样品数	r	样品数
		个		个		个
4 月	0.542	11	0.526	11	-0.340	11
5 月	0.209	30	0.276	30	-0.596 ^①	30
6 月	-0.116	24	0.572 ^①	24	-0.753 ^①	24
7 月	-0.109	16	0.874 ^①	16	-0.414	16
4 月—7 月	-0.005	81	0.746 ^①	81	-0.420 ^①	81

① 显著性水平 $p < 0.01$ 。

2.2 镜检数据分析

取水口 1 两次采样的藻类群落结构差异较大,随着水温的升高蓝藻迅速成为优势种。取水口 2 在 6 月初两次采样的藻类群落结构较为接近,可能与采样时间间隔较短,气候条件稳定有关,但 5 月 25 日数据与 6 月初数据差异较大,与相关分析结果基本一致。实验室镜检数据详见表 3。

表 3 取水口 1 和取水口 2 藻类镜检结果 %

Table 3 Microscopic examination results in site 1 and site 2 drinking water source %

名称	取水口 1		取水口 2		
	5 月 19 日	6 月 3 日	5 月 25 日	6 月 1 日	6 月 4 日
隐藻门	31.6	7.2	1.8	32.1	33.8
硅藻门	12.1	7.0	0.4	0.4	1.1
黄藻门	7.5	4.9	—	—	—
裸藻门	0.2	—	—	—	—
甲藻门	0.2	0.2	—	—	—
绿藻门	24.4	20.8	0.7	12.9	2.0
蓝藻门	24.0	59.9	97.1	54.6	63.1
镜检 (CBD) ^①	5.567	2.418	1.313	163	380

① 单位为 10^4 L^{-1} 。

$\rho(\text{CBD}) / \rho(\text{Chl})$ 的均值为 0.98 倍, 但对结果受 YSI 仪器的准确度的影响, 即调查监测的数值在 YSI 仪器的最佳检测范围之内。取样点 2 在 6 月 1 日 $\rho(\text{CBD})$ 为 200 万 L^{-1} , 接近 YSI 仪器的检测下限, 所以误差较大。其次, 根据 YSI 仪器的原理, 蓝藻优势度越大, 监测值越准确。同时, 可以看出随着蓝藻在整个藻类种群中所占比例的增加, $\rho(\text{CBD}) / \rho(\text{Chl})$ 上升; 随着蓝藻在整个藻类种群中所占比例减少, $\rho(\text{CBD}) / \rho(\text{Chl})$ 下降。表明 $\rho(\text{CBD}) / \rho(\text{Chl})$ 是蓝藻在整个藻类种群中所占比例的一种响应, 见表 4。

表 4 取水口 1 和取水口 2 藻类 YSI 数据与镜检数据比较

Table 4 The comparison of YSI and microscopic examination results in site 1 and site 2 drinking water sources

名称	取水口 1		取水口 2		
	5 月 19 日	6 月 3 日	5 月 25 日	6 月 1 日	6 月 4 日
$\rho(\text{CBD})$ $/ (10^4 \text{ L}^{-1})$	953	1.363	984	200	330
$\rho(\text{Chl}) / (\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$	53.4	16.1	7.1	3.8	4.9
$\rho(\text{CBD}) / \rho(\text{Chl})$	17.8	84.7	138.6	52.6	67.3
$\rho(\text{CBD})$ 镜检 $/ (10^4 \text{ L}^{-1})$	1.336	1.448	1.275	89	240
$\rho(\text{CBD})$ 镜检 $/ \rho(\text{CBD})$	1.4	1.1	1.3	0.4	0.7

2.3 讨论

YSI 6131 蓝藻传感器根据蓝藻体内特有的藻蓝蛋白进行定量, 测量值仅代表水体中蓝藻门 (*Cyanophyta*) 的藻类密度。理论上该传感器测定的数据会比实际水体中的藻类密度偏小, 这种误差会因以蓝绿藻占绝对优势种的夏季而减小。Chl 以多种形式存在于藻类中, 通常不同的藻类, 其所含 Chl 的类型各不相同。但是 YSI 6025 叶绿素传感器所测定的是水体中全部藻类的 Chl (包括 Chl a, Chl b 和 Chl c)。

无论 YSI 6131 蓝藻密度还是 YSI 6025 叶绿素的测定, 都通过活体 (*in vivo*) 检测荧光实现。活体测定是在未破坏活细胞的情况下进行的测定。传感器直接检测的是水样中所有物种在蓝光的照射下发出的荧光。通常情况下, 大多数的荧光由藻类中的藻蓝蛋白和 Chl 产生。任何存在于水样中并在传感器光束下发荧光的物质 (无论是化学形式还是生物形式) 都会对读数有所贡献。荧光的影

响就是准确度的影响,所以一切影响到荧光强度的因素都必将对数据产生影响。对数据趋势分析,可以忽略某些影响因素,但水体中藻类的优势种(尤其不同的季节)及异常的浊度等不能忽略。

总之,无论对 CBD 还是对 Chl 的测定,藻类的细胞结构、颗粒大小、种类及温度效应等均会对测定结果产生影响。

3 结论

(1)可以通过 CBD 和 Chl 的相关性对藻类群落结构进行反演,并以此进行初步的评估。CBD 与 Chl 显著相关表明在特定时期内,藻类群落结构相对稳定。CBD 与 Chl 不显著相关表明在特定时期内,藻类群落结构变化较大。

(2)可以通过 $\rho(\text{CBD})/\rho(\text{Chl})$ 对藻类群落结构进行初步评估。 $\rho(\text{CBD})/\rho(\text{Chl})$ 下降时,表明水体中蓝绿藻的优势度在下降。 $\rho(\text{CBD})/\rho(\text{Chl})$ 上升时,表明水体中蓝绿藻的优势度在上升。对数据进行趋势分析和进行藻类预警时,一定要关注藻类种群的结构及演替,才能更好地理解和把握夏季藻类的动态,从而更好地为预警服务。

[参考文献]

[1] 王云中,杨成建,陈兴都.西安市景观水体营养状态调查及浮游藻类多样性研究[J].环境监测管理与技术,2010 22

(3): 22-26

- [2] 吴传庆,杨志峰,王桥,等.叶绿素 a 浓度的动态峰反演方法[J].湖泊科学,2009,21(2): 223-227.
- [3] 郑晓红,汪琴.淀山水质状况及富营养化评价[J].环境监测管理与技术,2009,21(2): 68-70
- [4] 王丽卿,张军毅,王旭晨,等.淀山水体叶绿素 a 与水质因子的多元分析[J].上海水产大学学报,2008,17(1): 58-64
- [5] 陈永川,汤利,张德刚,等.滇池叶绿素 a 的时空变化及水体磷对藻类生长的影响[J].农业环境科学学报,2008,27(4): 1555-1560.
- [6] 乐成峰,李云梅,孙德勇,等.太湖叶绿素 a 浓度时空分异及其定量反演[J].环境科学,2008,29(3): 619-626
- [7] 吴杰,钱天鸣,虞左明.西湖叶绿素 a 周年动态变化及藻类增长潜力试验[J].湖泊科学,2001,13(2): 143-148
- [8] 张运林,秦伯强,陈伟民,等.太湖梅梁湾浮游植物叶绿素 a 和初级生产力[J].应用生态学报,2004,15(11): 2127-2131.
- [9] 张江龙.叶绿素监测仪器在水质自动监测应用中的优劣浅析[J].现代科学仪器,2007,2(1): 41-43.
- [10] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会.水和废水监测分析方法[M].4版.北京:中国环境科学出版社,2002
- [11] 韩茂森,束蕴芳.中国淡水生物图谱[M].北京:海洋出版社,1995.
- [12] 胡鸿钧,魏印心.中国淡水藻类[M].北京:科学出版社,2006.

本栏目责任编辑 薛光璞 陈宝琳

• 简讯 •

全球主要湖泊水温在上升

人民网消息 根据全球主要大湖温度变化趋势调查项目结果,在过去的 25 年内,随着全球气温升高,全球主要湖泊的温度也在升高。菲利普·施耐德(Philipp Schneider)和塞门·胡克(Simon Hook)是美国宇航局位于帕萨迪纳的推进技术实验室的研究人员,他们利用 1985 年—2009 年的卫星数据,对全球 167 个主要湖泊的表层温度进行了测算。

数据显示,北半球中纬度和高纬度湖泊的温度升高趋势远大于低纬度和南半球。其中,持续升温、范围最大的是欧洲北部地区,南部欧洲黑海、里海以及哈萨克斯坦地区附近温度升高趋势有些减弱,西伯利亚远东地区、蒙古以及中国北部地区,湖泊变暖趋势较小。

在北美洲,美国西南地区变暖趋势比五大湖地区稍微偏高。塔霍湖是北美最大的高山湖泊,位于加利福尼亚和内华达州的边境,是此次全球湖泊研究最初观察的湖泊之一。在五大湖和欧洲北部,研究人员发现水体温度升高的速度比周围空气变暖的速度还要快。在热带地区和南半球低纬度地区,湖泊温度变暖趋势相对比较小时。

宇航局的研究人员借助美国国家海洋与大气管理局以及欧洲航天局的热红外图像进行研究。

自 1985 年开始,数据记录了 167 个内陆湖泊 7 月—9 月和 1 月—3 月的水体温度的夜间红外图像。研究人员发现湖泊温度平均每 10 年升高 0.81 华氏度,有的湖泊平均每十年升高 1.8 华氏度。

美国宇航局表示:基本上湖泊温度变化趋势与五大湖地区的九个浮标所测量的趋势一致,五大湖地区是地表上面积和水体积最大的淡水湖区。

此外,该研究数据与美国宇航局戈达德太空研究所得出的空气温度数据一致。施耐德和胡克表示他们的研究结果与目前全球变暖的变化十分符合。

摘自 www.jshb.gov.cn 2010-12-31