

【调查研究】

文章编号:1001-5914(2009)02-0137-02

洋河水库微囊藻毒素含量与水污染指标的相关性研究

杨希存¹,王素凤²,鄂学礼³,杨可心¹

摘要:目的 探讨2007年夏季秦皇岛洋河水库水华高发期微囊藻毒素(MC)与主要污染指标的相关性。方法 于2007年7月至8月对洋河水库水华期间的微囊藻毒素及叶绿素(Chla)、总磷(TP)、总氮(TN)、透明度(SD)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、pH值、溶解氧(DO)进行49d连续监测,按照GB 3838—2002《地表水环境质量标准》类水体限值进行评价,采用SPSS 11.0统计软件对微囊藻毒素含量与主要污染指标进行相关性分析。结果 洋河水库水体Chla(0.019 mg/L)、TP(0.048 mg/L)、TN(1.680 mg/L)、COD_{Mn}为(5.09 mg/L)、SD均超标。MC含量与Chla、TP、COD_{Mn}及pH值呈正相关,与TN、SD及DO呈负相关,与TN/TP呈统计学负相关($P < 0.05$)。结论 2007年夏季洋河水库囊藻毒素水平与TN/TP值密切相关,本次研究为水库藻毒素污染防治积累资料。

关键词:水污染;微囊藻毒素;洋河水库

中图分类号:R123.2

文献标识码:A

Correlation between Microcystin and Water Pollution Indexes of Yanghe Reservoir, Qinhuangdao YANG Xi-cun, WANG Su-feng, E Xue-li, et al. *Qunhuangdao Municipal Center for Disease Control and Prevention, Qinhuangdao, Hebei 066000, China*

Abstract: Objective To know the correlation between microcystin (MC) and the water pollution indexes of Yanghe Reservoir during the period of water bloom. **Methods** The microcystin concentration and main water pollution indexes chlorophyll-a (Chla), total phosphorus (TP), total nitrogen (TN), Secchi depth transparency (SD), COD_{Mn}, pH and dissolved oxygen (DO) of 49 consecutive days were determined. The statistical analysis of correlation between microcystin and the water pollution indexes was performed with SPSS 11.0 statistical software with possible correlations among pollution indexes being tested by Bivariate correlations. **Results** It showed that MC had the positive correlation with chlorophyll-a, TP, pH, and permanganate index (COD_{Mn}), whereas, TN, SD and DO presented the negative influence to MC, especially a significant negative influence existed between TN/TP ratio and MC ($P < 0.05$). **Conclusion** The level of MC is significantly correlated with TN/TP. The results of the present paper will provide a good support for prevention of MC pollution.

Key words: Water pollution indexes; Microcystins; Yanghe reservoir

洋河水库是秦皇岛市的主要饮用水水源地之一。随着现代化工业的发展及乡镇企业的兴起,工业废水和生活污水大量注入洋河水库,远远超过其环境容纳量,致使洋河水库富营养化问题日趋严重^[1,2],自1996第一次出现富营养化以来^[3],先后发生四

次严重水华,严重影响了水库作为饮用水水源的功能。2007年春季,洋河水库再次发生蓝绿藻水华,为了保证饮用水源的安全,对主要污染指标进行日连续监测,并对洋河水库微囊藻毒素与其主要污染指标的相关性进行研究。

基金项目:秦皇岛市科技局科技计划项目(秦科技 2008-39-62)

作者单位:1.秦皇岛市疾病预防控制中心(河北 秦皇岛 066000);2.燕山大学环境与化学工程学院(河北 秦皇岛 066004);3.中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所(北京 100021)

作者简介:杨希存(1964-),男,主管医师,从事预防医学及环境科学研究。

通讯作者:鄂学礼, E-mail: exueli@tom.com

1 材料与方法

1.1 水样的采集

发现水库发生蓝藻水华后,即于2007年7月7日起开始采样,截止到8月24日,连续采样49d。根据各指标的测定需求在洋河水库饮用水取水点采集不同量样品,根据不同指标的具体要求保存样品,待测。

讨[J].环境污染与防治,2000,22(2):32-33.

[2] 吴晓燕,刘汝梅,秦洁,等.黄河口沉积物重金属含量变化特征研究[J].海洋湖沼通报,2007,增刊:69-74.

[3] 牛红义,吴群河,陈新庚.珠江(广州河段)表层沉积物中重金属的分布特征及相关性研究[J].生态环境,2006,15(5):954-959.

[4] 张立,袁旭音,邓旭.南京玄武湖底泥重金属形态与环境意义[J].湖泊科学,2007,19(1):63-69.

[5] 魏复盛.水与废水监测分析方法[M].第3版.北京:中国环境科学出版社,1989:441-442.

[6] 黄向青,梁开,刘雄.珠江口表层沉积物有害重金属分布及评价[J].海洋湖沼通报,2006,(3):27-36.

[7] 刘芳文,颜文,王文质,等.珠江口沉积物重金属污染及其潜在生态危害评价[J].海洋环境科学,2002,21(3):34-38.

[8] 弓晓峰,陈春丽,周文斌,等.鄱阳湖底泥中重金属污染现状评价

[J].环境科学,2006,27(4):732-736.

[9] 范文宏,张博,陈静生,等.锦州湾沉积物中重金属污染的潜在生物毒性风险评估[J].环境科学学报,2006,(6):1000-1005.

[10] 张玉凤,王立军,霍传林,等.锦州湾表层沉积物重金属污染状况评价[J].海洋环境科学,2008,27(3):258-260.

[11] 滑丽萍,华璐,高娟,等.中国湖泊底泥的重金属污染评价研究[J].土壤,2006,38(4):366-373.

[12] 国家环境保护局.全国生态现状调查与评估(中南卷)[M].北京:中国环境科学出版社,2006:487.

[13] 刘君峰,宋之光,许涛.广州地区雨水化学组成与雨水酸度主控因子研究[J].环境科学,2006,27(10):1998-2002.

(收稿日期:2008-07-28 修回日期:2008-12-20)

(本文编辑:杜宇欣)

1.2 样品分析

除微囊藻毒素外,所有污染指标的监测分析均遵照《水和废水监测分析方法》(第四版)、GB 3838—2002 《地表水环境质量标准》中的方法。

微囊藻毒素(MC)采用 ELISA 法测定。待测样品在-20 ℃反复冻融 3 次,在 4 ℃条件下离心后,取上清液,经 GF/C 滤膜(0.45 μm)过滤后测定微囊藻毒素的总含量(胞内囊藻毒素+水体中微囊藻毒素)。

叶绿素 a(Chla)采用丙酮萃取分光光度法测定,总磷(TP)的测定采用钼酸铵分光光度法,总氮(TN)的测定采用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法,透明度(SD)采用塞氏盘法测定,高锰酸盐指数(COD_{Mn})的测定采用酸性高锰酸钾滴定法,用玻璃电极法测定 pH 值,用 M180283 型便携式溶氧仪测定溶解氧(DO)的含量。

1.3 数据分析

用 SPSS 11.0 统计软件采用二元定距变量的相关分析对测定值进行统计分析。

2 结果

洋河水库水华期间水中 MC 及相关指标的分析见表 1、2。洋河水库水华期间除 MC、pH 值及 DO 外,其余污染指标均值均超过 GB 3838—2002 限定的 Ⅲ类水体标准值(表 1)。其中 Chla(0.019 mg/L)为标准值(0.004 mg/L)的 4.75 倍,TP(0.048 mg/L)为标准值(0.025 mg/L)的 1.92 倍,TN(1.680 mg/L)为标准值(1.680 mg/L)的 3.36 倍,COD_{Mn}(5.09 mg/L)为标准值(4 mg/L)的 1.27 倍,SD 比标准值(4 m)小 3.03 m。

表 1 水华期间洋河水库水体中微囊藻毒素及主要污染指标水平 (n=49)

污染指标	范围	$\bar{x} \pm s$	限值 *
MC(μg/L)	0.13~0.93	0.26±0.02	≤1
Chla(mg/L)	0.008~0.063	0.019±0.002	≤0.004
TP(mg/L)	0.040~0.074	0.048±0.001	≤0.025
TN(mg/L)	1.153~2.279	1.680±0.046	≤0.5
TN/TP	19.98~54.26	36.28±1.27	
SD(m)	0.40~1.80	0.97±0.05	≥4
COD _{Mn} (mg/L)	3.57~7.09	5.09±0.12	≤4
pH 值	7.42~9.58	8.76±0.06	6~9
DO(mg/L)	6.15~10.93	7.69±0.15	≥6

注:* GB 3838—2002 Ⅲ类限值水平。

表 2 微囊藻毒素与环境因子的相关性分析

污染指标	相关系数	指标	相关系数
Chla	0.600	SD	-0.229
TP	0.150	COD _{Mn}	0.231
TN	-0.258	pH 值	0.266
TP/TN	-0.325*	DO	-1.600

注:*P<0.05。

分别将 MC 与 Chla、TP、TN、SD、COD_{Mn}、pH、DO 及 TN/TP 等污染指标进行相关性分析,表 2 可见,MC 与 Chla、TP、COD_{Mn}、pH 呈正相关;MC 与 TN、SD、DO 呈负相关,与 TN/TP 呈统计学负相关(P<0.05)。

3 讨论

关于 TP 对 MC 的影响,至今还没有一致的研究结果。Oh 等^[4]研究显示。微囊藻与 TP 呈负相关。蔡金榜等^[5]对 MC 与 TP 的相关性进行研究,未得到肯定的结果。Utkilen 等^[6]认为 MC 与 TP 之间无相关性。Watanabe^[7]等研究发现胞内微囊藻毒素的含量随磷浓度的降低而降低(呈正相关)。Sivonen^[8]认为当磷的浓度在 0.1~0.4 mg/L 范围内 MC 含量与磷浓度呈正相关^[8],但更高浓度的磷与 MC 浓度相关性不明显。本研究中 TP 的浓度范围为 0.040~0.074 mg/L,整体均值为(0.048±0.001) mg/L(表 1),远远小于 Sivonen 研究中磷的浓度范围,对 MC 及 TP 的相关性分析表明二者之间存在正相关性,与 Watanabe 等^[7]及 Sivonen^[8]的观点相近,但并非完全一致。

在本研究中污染水体的 MC 与 TN 呈负相关,与 TN/TP 呈显著负相关,与蔡金榜等^[5]的研究结果基本一致,并且符合 1983 年 Smith 的“TN:TP rule”^[9]。Smith 的“TN:TP rule”认为当水体中 TN/TP 小于 29 时,蓝藻将在浮游植物中占优势;大于 29 时,蓝藻在整个生物量中的比重将下降。本研究的监测由水华开始一直持续到水华明显消退,TN/TP 均值(36.28±1.27)远远超过 29,证明 TN/TP 值的大小与水华消长的规律符合 Smith 的“TN:TP rule”。水体中的 MC 是由死亡藻细胞破裂时释放所导致^[9],本研究所测 MC 为水体及胞内总 MC,所以 MC 的浓度应随水华的消退而降低,与 TN/TP 呈显著负相关。

由本研究可知囊藻毒素水平与 TN/TP 值密切相关,但 TN/TP 值对微囊藻产毒机制的影响仍需深入研究,为水库藻毒素污染防治积累资料。

参考文献:

- [1]李文奇,蔡金榜,逢勇,等.洋河水库富营养化评价及防治对策[J].水资源保护,2007,23(2): 16-19.
- [2]蔡金榜,李文奇,逢勇,等.洋河水库富营养化限制性因子分析[J].水资源保护,2007,23(3): 52-55.
- [3]洋河水库的水质再度严重富营养化[R/OL].2004-09-23.http://www.phddj.com.cn / zhl / zhlnr.asp ? ID=1458.
- [4]Oh HM, Lee SJ, janc MH, et al. Microcystin production of microcystis aeruginosa[J]. Appl Environ Microbiol, 2000, 66:176-179.
- [5]蔡金榜,李文奇,逢勇,等. 水库微囊藻毒素-LR 含量与环境因子的相关性研究[J].重庆建筑大学学报,2007,29(5):130-134.
- [6]Utkilen H, Gjølme N Iron-stimulated toxin production in *Microcystis aeruginosa* [J]. Appl Environ Microbiol, 1995, 61:797-800.
- [7]Watanabe MF, Oishi S. Effects of environmental factors toxicity of a cyanobacterium microcystis aeruginosa under culture conditions [J]. Appl Environ Microbiol, 1985, 49:1-342.
- [8]Sivonen K. Effects of light, temperature, nitrate, orthophosphate and bacteria on growth of and hepatoin production by osillatoria agardhii strains [J]. Appl Environ Microbiol, 1990, 56:2658-2666.
- [9]张哲海,梅卓华,孙洁梅,等.玄武湖蓝藻水华成因探讨[J].环境监测管理和技术,2006, 18(2): 15-18.

(收稿日期:2008-12-05)

(本文编辑:杜宇欣)