

AGP 实验在水库富营养化研究中的应用

孙耀恒¹, 陈建平¹, 江宽²

(1. 辽宁工程技术大学 环境科学与工程学院, 辽宁 阜新 123000;

2. 冀中能源峰峰集团 孙庄采矿公司, 河北 邯郸 056201)

摘要:以洋河水库为例,对水库水样和底泥样品进行采集,分析了水库水质。基于 AGP 实验,研究分析水库优势藻类生长与温度、光照、营养盐等因子的关系。实验发现鱼腥藻生长的最适温度为 24℃,微囊藻生长的最适温度在 28℃ 左右,在强光下均生长良好。而且在适宜温度下底泥浸出液中的营养元素使用比例明显升高。实验结果发现了研究水库中优势藻种的生长影响因子,并准确地找到了水库发生富营养化的原因,对有效预测和控制富营养化发生提供了科学和理论指导。

关键词:水库; 富营养化; 优势藻类; AGP 实验

中图分类号:X524

文献标识码:A

文章编号:1672-643X(2013)03-0206-03

Application of AGP experiment in study of reservoir eutrophication

SUN Yaoheng¹, CHEN Jianping¹, JIANG Kuan²

(1. College of Environmental Resource and Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China;

2. Sunzhuang Mining Co., Ltd, Jizhong Energy Group, Handan 056201, China)

Abstract: Taking Yanghe Reservoir for example, the paper collected reservoir water samples and sediment samples and analyzed the water quality in reservoir. Based on AGP - experiment, it studied the relationship between the growth of advantage algae in reservoir and the factors such as temperature, light, nutrients. The study showed that the optimum growth temperature of *Anabaena* is 24°C, the optimum growth temperature of microcystin is around 28 °C, and they both grow well in bright light. The use proportion of nutrients which is from sediment leaching is obviously enhanced. The experiment results discovered the growth impact factor of dominant species in reservoir and exactly found the reason of reservoir eutrophication. The results can provide scientific and theoretical guidance for effective forecast and control of eutrophication.

Key words: reservoir; eutrophication; advantage algae; AGP experiment

0 引言

目前水库的主要水质问题是富营养化^[1]。怎样有效快速地预测和控制水体富营养化逐渐成为热点的研究课题。为了采取有效的管理措施,防止或修复水库(湖泊)的富营养化状态,水库(湖泊)的富营养化模型是重要的决策管理工具。这些富营养化模型,通过模拟水库(湖泊)水体环境,运用数学模型,成功地实现了大水体环境到实验环境的变化,但这些富营养化模型往往针对特定水库(湖泊)建立的,它们普适性受到某些条件下的制约^[2-5]。近几年来,许多学者^[6-7]对限制性营养元素的研究都是通过小规模营养强化 AGP 试验来完成的,对于较大范围的 AGP 试验研究较为少见。国内学者韦桂秋^[7]在珠江口海水

监测中成功地以中肋骨条藻为试验藻种进行 AGP 试验,对海水中富营养化营养盐限制做了详细的研究,并指出了温度、光对结果的影响。国内外学者对 AGP 实验的应用范围已经从小规模营养强化水平扩展到监测海洋富营养化的较大规模水平,AGP 实验的实用性,可操作性得到了充分的认可。本文通过基础实验,即 AGP 实验研究水藻生长发育过程及水体中的物质作用,可有效获知水体富营养化发生的各种控制参数,例如温度、营养盐等,预测、控制藻类增殖,从而实现富营养化发生的预测与控制。

1 材料与方法

1.1 AGP 实验概念

AGP(Algal Growth Potential,藻类生长潜力)实

收稿日期:2013-01-06; 修回日期:2013-02-16

作者简介:孙耀恒(1981-),男,辽宁阜新人,硕士研究生,从事环境影响研究。

验^[8-9]可简单定义为在试验室条件下进行微藻培养,在自然水样中微藻所能增值到的最大干燥重量,单位为 mg/L。通过统计实验前后营养盐浓度的变化,可预测以后水体富营养化的程度,是有效地进行预测、控制藻类增殖的一种方法,是测定藻类增长潜力的方法。

1.2 研究区概况

洋河水库位于秦皇岛市抚宁县境内,1962 年建成并投入使用,平均来水 1.8 亿 m³,面积 14 km²,集水面积 755 km²,总库容为 3.86 亿 m³,平均水深 5.7 m,是秦皇岛市及北戴河地区的重要饮用水源地。自 20 世纪 80 年代以来,洋河水库富营养化现象日趋严重,水体藻华频频爆发,严重影响了水库鱼类生长及周边地区的饮用水安全。几十年来,众多学者通过不同富营养化模型研究发现:营养盐的大量输入是水库富营养化的主要驱动因子,水库氮磷营养盐的内源释放也是重要的因素。但由于模型中数学手段的欠缺,一些不确定因素,包括温度、溶解氧、光照、藻种优势化等的影响研究不足,结果发现,在外源污染得到控制的情况下,水体藻华还是经常爆发,而且呈现季节性差异^[10]。2007 年夏季,洋河水库发生以鱼腥藻(Anabaena)和微囊藻(Microcystis)为优势种的水华,产生大量有毒有害物,严重影响了洋河水库的水质。

1.3 水样采集与藻种选取

本研究在洋河水库选取北库中心、西洋河口、东洋河口、南库中心、农业引水口、城市供水口 6 个采样点。每个采样点分别采集表层 50 cm 水样和沉积物上覆水 50 cm 水样,采水样量为 2 500 mL 用作 AGP 实验原水,500 mL 为实验分析用水。每个采样点各采集沉积物 0.5 kg,共计 3 kg,用作配制底泥浸出液。选用对数增长期的鱼腥藻(Anabaena)和微囊藻(Microcystis)作为藻种,进行 AGP 实验。

2 结果与分析

利用 YSI 多参数水质分析仪对洋河水库水质参数进行现场测定,测定的参数包括温度、pH、溶解氧(DO)、盐度和浊度。分析结果如表 1 所示。

利用常规分析方法^[9]对洋河水库底泥进行分析,分析结果如表 2 所示。

通过实验分析,发现底泥、地表径流是洋河水库的主要污染源;底泥中沉积的氮、磷总量分别为 6 293 t 和 1 903 t,富营养化程度很高,条件合适很可能成为水库发生富营养化的关键因素。

表 1 洋河水库水环境质量参数

		℃, mg/L, (10 ⁻³)%, NTU				
位点		温度	pH	ρ(DO)	盐度	浊度
北库中心	上层	25.67	8.67	9.47	0.19	1.6
	下层	22.99	8.13	4.10	0.21	2.9
西洋河口	上层	25.08	8.91	9.71	0.19	2.3
	下层	23.41	8.18	4.84	0.22	4.6
东洋河口	上层	23.79	8.85	9.68	0.19	3.5
	下层	23.58	8.29	5.77	0	4.3
南库中心	上层	24.62	8.90	10.10	0.19	1.6
	下层	23.61	8.63	8.71	0.19	4.8
农业引水口	上层	25.38	8.78	9.88	0.19	5.0
	下层	23.76	8.03	6.50	0.20	9.1
城市供水口	上层	24.90	8.85	10.42	0.19	4.8
	下层	23.63	8.04	5.45	0.21	6.8

表 2 洋河水库表层底泥分析结果 % , g/kg

位点	pH	含水率	有机碳	TP	TN
北库中心	8.18	77.35	20.65	0.939	1.990
西洋河口	8.34	76.99	15.52	0.585	1.206
东洋河口	8.29	81.76	20.71	0.764	2.530
南库中心	8.26	78.66	18.68	0.641	1.796
农业引水口	8.28	81.70	22.92	0.825	2.350
城市供水口	8.25	81.63	20.84	0.881	2.633

实验发现,鱼腥藻生长的最适温度为 24℃ 左右,微囊藻生长的最适温度在 28℃ 左右,在强光下均生长良好。而且在适宜温度下底泥浸出液中的营养元素使用比例明显升高(图 1、图 2)。

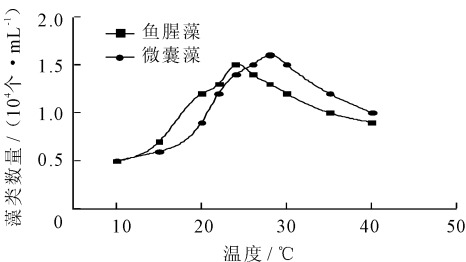


图 1 藻类生长与温度关系图

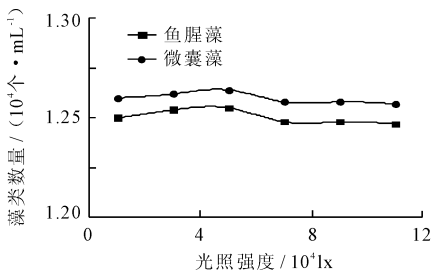


图 2 藻类生长与光照关系

因此,在春夏交替或春秋交替时,由于温度升高

等因素导致溶解氧、水流形态变化释放底泥中的营养元素,容易爆发鱼腥藻水华,而在温度高的夏季则容易爆发微囊藻水华。

3 结 语

实验结果表明 AGP 试验是一种有效检测浮游植物营养限制的方法,可用于水库(湖泊)富营养化研究。通过实验,发现了研究水库中的优势藻种的生长影响因子,并准确地找到了水库发生富营养化的原因,对有效预测和控制富营养化发生提供了科学和理论指导。我国大型湖泊综合整治规划的一个关键制约因素是缺乏先进的优化方法的支持。而且湖泊富营养化管理的优化模型还处于起步阶段,国内湖泊富营养化的管理规划领域所采用的方法与模型已难以解决规划中大量的不确定性、复杂性和非线性问题。

在问题解决过程中,不仅需要更好的数学手段,也需要基于水藻实验的基础性研究,而 AGP 实验毋庸置疑是最佳的选择。在数学手段暂缺的阶段,通过 APG 实验加强对各种模型中一些不确定性因素研究,可对数学模型提供更多的数据及启发点。

参考文献:

- [1] 李仲礼. 洋河水库水质富营养化问题的论证及对策[J]. 中国西部科技, 2010(7): 1-3.
- [2] Vollenweider R A. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication[J]. Men. Ist. Ital. Idrobiol, 1976, 33(2): 53-83.
- [3] 李一平, 逢勇, 丁玲. 太湖富营养化控制机理模拟[J]. 环境科学与技术, 2004, 27(3): 1-3.
- [4] 刘元波, 陈伟平. 太湖梅梁湾藻类生态模拟与藻类水华治理对策分析[J]. 湖泊科学, 1998, 10(4): 53-59.
- [5] 杨具瑞, 方铎. 滇池湖泊富营养化动力学模拟研究[J]. 环境科学与技术, 2004, 26(3): 37-38.
- [6] 戴礼, 李凤彬. 洋河水库富营养化污染负荷分析及治理对策[J]. 水科学与工程技术, 2004(6): 39-40.
- [7] 韦桂秋. AGP 试验在珠江口监测的应用[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2006, 6.
- [8] 吴和岩, 苏瑾, 施玮. 铜绿微囊藻的生长及产毒条件研究[J]. 环境与健康, 2006, 23(4): 304-307.
- [9] 丁薇, 揣小明, 钱新, 等. 洋河水库蓝藻水华爆发预测影响因子研究[J]. 环境监控与预警, 2011, 3(4): 1-5.
- [10] 刘娜. 洋河水库底泥氮磷释放规律试验研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2005.

(上接第 205 页)

(3) 由图 3 可知, 在 2 700 s 时, 在不同 CO_2 分压条件下, 方解石的溶解速率均随温度的升高而增大。

(4) 由图 4 可知, 在开放状态下, 温度 25°C 时, 不同 CO_2 分压下, 方解石的溶解速率均随着时间的推移呈现非线性减小的趋势, 在 CO_2 分压为 $10^{-2.5}$ MPa 时, 减小的速率最快。说明在 CO_2 分压较大时, 初期溶解速率也较大, 从而导致溶液中离子浓度上升速率较快, 从而使逆反应效应迅速增强。

3 结 语

通过本文的分析可得出, CO_2 分压越大的水溶液中方解石的溶解速率也越快, 所以 CO_2 分压越大的地下热水对方解石的侵蚀能力越强。

在地下水流动速度较大的情况下, 温度越高对方解石的侵蚀能力越强。这是因为在水流动状态下, 水溶液中的离子浓度不会随着方解石的溶解而显著增大, 从而使逆反应效应增强; 那么在相同 CO_2

分压下, 方解石对地下水的侵蚀能力将主要取决于温度。

掌握碳酸盐溶解速度与温度和 CO_2 分压之间的关系, 有助于解释一些岩溶现象的发生, 同时为解决一些岩溶塌陷问题提供理论支撑。

参考文献:

- [1] 刘再华, Reybrodt W D, 韩军, 等. $\text{CaCO}_3 - \text{CO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ 岩溶系统的平衡化学及其分析[J]. 中国岩溶, 2005, 24(1): 1-14.
- [2] 张之淦. 岩溶发生学[M]. 桂林: 广西师范大学出版社, 2006: 36-39.
- [3] 闫庆桐. 热水岩溶与热水成矿初探[J]. 水文地质工程地质, 1983, 20(1): 17-22.
- [4] 闫志为, 刘辉利, 张志卫. 温度及 CO_2 对方解石、白云石溶解度影响特征分析[J]. 中国岩溶, 2009, 28(1): 7-11.
- [5] 孙占学, 朱永刚, 张文. 矿物-水反应的地球化学动力学研究进展[J]. 东华理工学院学报, 2004, 27(1): 14-17.