

祁 玥,王 维,周双喜,等. 青海湖总氮、总磷及溶解氧时空变化特征[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):357-359.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.08.116

青海湖总氮、总磷及溶解氧时空变化特征

祁 玥,王 维,周双喜,卢素锦

(青海大学生态环境工程学院,青海西宁 810016)

摘要:对 2013 年青海湖 7 个采样点总氮、总磷、溶解氧浓度时空分布进行分析。结果表明:青海湖总氮、总磷、溶解氧浓度均值为 0.850 0 mg/L、0.067 7 mg/L、6.819 1 mg/L。7 月和 5 月、10 月水体总氮浓度总体上有显著差异($P < 0.05$),5 月和 10 月水体总氮浓度无显著差异($P > 0.05$);5 月份、7 月份、10 月份采样点间水体总磷浓度有显著差异($P < 0.05$);5 月和 7 月、10 月水体溶解氧浓度总体上无显著差异($P > 0.05$),7 月和 10 月水体溶解氧浓度总体上有显著差异($P < 0.05$);各采样点(除码头外)水体总磷浓度与溶解氧浓度呈显著负相关($\alpha = 0.05$);采样点仅青海湖渔场、码头水体氮浓度与溶解氧浓度呈显著负相关($\alpha = 0.05$)。

关键词:青海湖;总磷;总氮;溶解氧;时间分布;空间分布;相关性

中图分类号: X524 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)08-0357-03

随着经济的发展和人民生活水平的提高,污染物通过各种途径进入水体,造成水体生态环境的污染。水体富营养化是当今湖泊水库的一大生态环境问题。水体富营养化是由于人类活动的影响,生物所需的氮、磷等营养物质大量排入湖泊、海湾等缓流水体并在其中不断积累,引起部分藻类和水生生物过度繁殖,水体溶解氧量下降,水质恶化,造成鱼类及其他生物大量死亡。氮、磷是影响水体富营养化的关键营养元素^[1-2],是水体富营养化的限制性元素^[3]。一般情况下淡水中饱和溶氧量只相当于空气中氧气含量的 1/20,海水中更少,因而水中的溶氧量成为水生动物生命现象和生命过程的一个限制性因素^[4],是水产养殖中人们最为关注的水质因子之一。因此,研究总氮、总磷和溶解氧的变化对水生生物的生存具有重要意义。

青海湖是我国最大的内陆咸水湖,是维系青藏高原北部生态安全的重要水体,青海湖流域具有丰富、特有的生物资源,流域内的野生动植物资源极其丰富^[5]。青海湖湿地是我国首批列入国际湿地的 7 大湿地之一。青海湖独特的自然资

源是青藏高原的重要组成部分,属全球化敏感地区和生态脆弱区^[6]。目前对青海湖的研究主要是在气候^[7]、水量^[8]和湖泊面积变化^[9],对水质变化的研究较少。笔者以总氮、总磷和溶解氧为研究对象,分析其分布和污染状况,以期对青海湖生态环境保护及富营养化的防治提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

青海湖位于青海省东北部(36°15′~38°20′N,97°50′~101°20′E),海拔 3 194~5 174 m。青海湖流域属封闭式内陆盆地,南傍青海南山,北依大通山,东靠日月山,西临阿木尼尼库山,流域总面积为 29 661 km²^[10],占青海省国土面积的 4.1%。青海湖流域位于北温带高原大陆性季风气候区,属高原半干旱高寒气候,寒冷季长,温凉期短,年均气温 1.2℃,干旱少雨,多年平均降水量 336.6 mm,年蒸发量 1 300~2 000 mm^[11]。湖泊面积 4 400 km²,湖水容积 7.39×10¹⁰ m³,平均水深 21.7 m,多年平均入湖水总量为 3.70×10⁹ m³,年耗水量为 4.05×10⁹ m³^[12]。青海湖入湖大小径流有 50 余条,主要包括布哈河、沙柳河、泉吉河、哈尔盖河、甘子河、黑马河等。其中布哈河为其最大入湖径流,年径流量 7.85×10⁸ m³,约占入湖径流总量的 60%^[13]。

1.2 采样方法

根据湖区的水体类别和功能,在青海湖渔场(100°38.77′E,36°33.335′N)、码头(100°29.88′E,36°35.175′N)、湖心区(100°29.21′E,36°37.696′N)、二郎剑(100°28.80′E,

研究[J]. 环境科学与技术,2009,32(4):28-32.

[13] Stow C A, Dyble J, Kashian D R, et al. Phosphorus targets and eutrophication objectives in Saginaw Bay: A 35 year assessment[J]. Journal of Great Lakes Research, 2014, 40(1): 4-10.

[14] 李淑英,周元清,胡 承,等. 水生植物组合后根际微生物及水净化研究[J]. 环境科学与技术,2010,33(3):148-153.

[15] 白晓琴,赵 颖,崔 雪,等. 几种植物在治理富营养化水体中的作用分析[J]. 天津化工,2013,27(5):13-16.

[9] 陆开宏,胡智勇,梁晶晶,等. 富营养水体中 2 种水生植物的根际微生物群落特征[J]. 中国环境科学,2010,30(11):1508-1515.

[10] 张志勇,郑建初,刘海琴,等. 凤眼莲对不同程度富营养化水体氮磷的去除贡献研究[J]. 中国生态农业学报,2010,18(1):152-157.

[11] Han P, Kumar P, Ong B L. Remediation of nutrient-rich waters using the terrestrial plant, *Pandanus amaryllifolius* Roxb[J]. Journal of Environmental Sciences-China, 2014, 26(2): 404-414.

[12] 李先会,朱建坤,施练东,等. 富营养化水体细菌去除氮磷能力

收稿日期:2014-09-01

基金项目:国家自然科学基金(编号:31260128);青海省科技项目(编号:2013-H-806);青海大学中青年科研基金(编号:2013-QNY-1);青海大学大学生科技创新基金(编号:2013-QX-22)。
作者简介:祁 玥(1982—),女,青海西宁人,硕士,讲师,主要从事水质分析、水环境评价方面的研究。E-mail: shengkeqiyue@163.com。

36°38.981'N)、黑马河(99°47.64'E,36°44.591'N)、泉吉河(99°53.870'E,37°16.268'N)、沙柳河(100°07.351'E,37°19.614'N)设置 7 个监测垂线^[14-15]。监测垂线上采样点的设定原则:水深≤5 m,在水面下 0.5 m 处设 1 个采样点;5 m<水深≤10 m,在水面下 0.5 m 及湖底以上 0.5 m 处各设 1 个采样点;水深>10 m,在水面下 0.5 m 处和 1/2 水深处各设 1 个采样点。

分别于平水期(2013 年 5 月)、丰水期(2013 年 7 月)和枯水期(2013 年 10 月)采样,每次采集 2 个平行样,带回实验室进行测定。

1.3 样品采集及测定

总氮采用 HJ 636—2012《水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法》测定,总磷采用 GB 11893—1989《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》测定,溶解氧采用 GB/T 7489—1987《水质 溶解氧的测定 碘量法》测定。采样同时分别测定水温(水银精确温度计)、电导率(便携式电导率仪)、pH 值(便携式 pH 计)。测定所用药品均为分析纯。

1.4 数据分析

数据的统计分析用 Excel 2003 和 SPSS 17.0 软件进行。对各取样点进行单因素方差分析(ANOVA),利用最小显著性差异(LSD)多重比较方法,在 95% 的置信区间进行比较分析。使用 SPSS 17.0 进行回归分析与线性拟合。

2 结果与分析

2.1 总磷的分布特征

由表 1 可知,5 月水体总磷浓度范围为 0.019 4~0.346 6 mg/L,均值为 0.075 6 mg/L。其中沙柳河采样点总磷浓度相对较高,为均值的 4.58 倍;渔场、湖中心采样点总磷浓度相对较低,分别为均值的 0.27 和 0.26 倍。7 月水体总磷浓度为 0.051 1~0.183 7 mg/L,均值为 0.080 5 mg/L。其中沙柳河采样点总磷浓度相对较高,为均值的 2.28 倍;渔场采样点总磷浓度相对较低,为均值的 0.63 倍。10 月水中总磷浓度为 0.038 0~0.063 1 mg/L,均值为 0.047 0 mg/L。其中沙柳河采样点总磷浓度相对较高,为均值的 1.34 倍;二郎剑采样点总磷浓度相对较低,为均值的 0.81 倍。

表 1 青海湖各采样点总磷浓度

采样点	总磷浓度(mg/L)			
	5 月	7 月	10 月	平均值
码头	0.033 0	0.065 9	0.047 8	0.048 9
黑马河	0.035 0	0.059 0	0.051 9	0.048 6
渔场	0.020 3	0.051 1	0.043 0	0.038 1
二郎剑	0.025 8	0.059 2	0.038 0	0.041 0
湖中心	0.019 4	0.079 2	0.043 7	0.047 4
沙柳河	0.346 6	0.183 7	0.063 1	0.197 8
泉吉河	0.049 3	0.065 2	0.041 3	0.051 9
平均值	0.075 6	0.080 5	0.047 0	0.067 7

5 月、7 月、10 月各采样点水体总磷浓度总体上无显著差异($P>0.05$)。从采样点水体总磷浓度的分布来看,沙柳河的变异最为剧烈,变异系数最大,为 58.73%;湖中心、黑马河、码头、青海湖渔场、二郎剑的变异次之,变异系数依次为 51.77%、20.70%、27.51%、34.19%、33.66%;泉吉河的变异

程度最小,其变异系数为 19.13%。

其中沙柳河总磷平均浓度是总体平均浓度的 2.92 倍,原因可能是由于刚察县居民生活、农业活动等产生的污水由沙柳河排入青海湖,使该采样点总磷浓度较高。

2.2 总氮的分布特征

由表 2 可知,5 月水体总氮浓度范围为 0.440 0~1.130 0 mg/L,均值为 0.681 0 mg/L。其中沙柳河采样点总氮浓度相对较高,为均值的 1.66 倍;青海湖渔场采样点总氮浓度相对较低,为均值的 0.65 倍。7 月水体总氮浓度为 0.825 0~1.137 0 mg/L,均值为 1.013 1 mg/L。其中码头采样点总氮浓度相对较高,为均值的 1.19 倍;泉吉河采样点总氮浓度相对较低,为均值的 0.81 倍。10 月水中总磷浓度为 0.711 0~0.986 0 mg/L,均值为 0.855 7 mg/L。其中码头采样点总氮浓度相对较高,为均值的 1.15 倍;泉吉河采样点总氮浓度相对较低,为均值的 0.83 倍。

表 2 青海湖各采样点总氮浓度

采样点	总氮浓度(mg/L)			
	5 月	7 月	10 月	平均值
码头	0.674 0	1.205 0	0.986 0	0.955 0
黑马河	0.706 0	1.137 0	0.872 0	0.905 0
渔场	0.440 0	0.914 0	0.793 0	0.715 7
二郎剑	0.530 0	1.032 0	0.897 0	0.819 7
湖中心	0.670 0	0.995 0	0.932 0	0.865 7
沙柳河	1.130 0	0.984 0	0.799 0	0.971 0
泉吉河	0.617 0	0.825 0	0.711 0	0.717 7
平均值	0.681 0	1.013 1	0.855 7	0.850 0

5 月、7 月、10 月各采样点水体总氮浓度总体上存在显著差异($P<0.05$),5 月和 10 月水体总氮浓度无显著差异($P>0.05$)。从采样点水体总氮浓度的分布来看,青海湖渔场的变异最为剧烈,变异系数为 28.10%;码头、二郎剑、黑马河变异程度次之,变异系数依次为 22.82%、25.88%、19.61%;湖中心、沙柳河、泉吉河的变异程度较小,变异系数依次为 16.26%、13.95%、11.85%。研究表明,外源输入是造成湖泊水体氮浓度增加的主要原因之一,沙柳河、码头总氮浓度较高可能是由于流域内旅游、生活、农业等产生的外源性氮素流入湖泊造成。

2.3 溶解氧的分布特征

由表 3 可知,青海湖各采样点水体溶解氧的质量浓度范围为 5.463 7~7.418 0 mg/L,均值为 6.819 1 mg/L。5 月,黑马河、渔场溶解氧较均值偏大,为均值的 1.19 和 1.16 倍;而沙柳河溶解氧浓度最低,为 4.38 0 mg/L,为均值的 0.60 倍。7 月,所有样点溶解氧平均值较 5 月份减少了 15.18%。10 月,所有样点溶解氧平均值较 7 月增加了 12.09%。

5 月、7 月、10 月各采样点水体溶解氧浓度总体上无显著差异($P>0.05$);7 月和 10 月水体溶解氧浓度总体上有显著差异($P<0.05$)。从各采样点水体溶解氧浓度的分布来看,沙柳河的变异程度较为剧烈,变异系数为 16.08%;黑马河和青海湖渔场的变异次之,变异系数分别为 12.40%、10.59%;码头、二郎剑、湖中心和泉吉河的变异程度较其他采样点偏小,变异系数分别为 9.15%、7.86%、7.05%、6.96%。在 3 个阶段沙柳河表层湖水溶解氧浓度均低于其余采样点,分别为

表 3 青海湖各采样点溶解氧浓度

采样点	溶解氧浓度 (mg/L)			
	5 月	7 月	10 月	平均值
码头	7.843 0	6.295 0	6.853 0	6.997 0
黑马河	8.681 0	6.530 0	7.030 0	7.413 7
渔场	8.484 0	6.613 0	7.157 0	7.418 0
二郎剑	7.445 0	6.137 0	6.911 0	6.831 0
湖中心	7.312 0	6.150 0	6.841 0	6.767 7
沙柳河	4.380 0	5.479 0	6.532 0	5.463 7
泉吉河	7.016 0	6.192 0	7.320 0	6.842 7
平均值	7.308 7	6.199 4	6.949 1	6.819 1

均值的 0.60、0.88、0.94 倍;原因可能是总氮、总磷含量较高,消耗了部分溶解氧。

2.4 相关性分析

对青海湖水体中总磷、总氮和溶解氧进行 Pearson 相关系数分析得出,青海湖各采样点(除码头外)水体总磷浓度与溶解氧浓度呈显著负相关($\alpha=0.05$),水体溶解氧浓度越高,总磷浓度会越低,即好氧水环境会抑制磷的释放^[16]。青海湖溶解氧浓度变化从 5 月到 10 月总体呈现先减小后增大的趋势,与总氮变化趋势相反;各采样点溶解氧浓度变化趋势与总磷变化趋势相反,这与水体富营养化氮、磷大量进入湖泊,会使水体中溶解氧含量下降的理论相符合。采样点青海湖渔场、码头水体总氮浓度与溶解氧浓度呈显著负相关($\alpha=0.05$),其余各采样点的水体总氮浓度与溶解氧浓度无显著相关性。

3 结论

青海湖水体中 5 月总磷浓度为 0.019 4~0.346 6 mg/L,7 月总磷浓度为 0.051 1~0.183 7 mg/L,10 月总磷浓度为 0.038 0~0.063 1 mg/L。其中沙柳河采样点总磷浓度相对较高,渔场采样点总磷浓度相对较低。5 月、7 月、10 月各采样点水体总磷浓度总体上无显著差异($P>0.05$);从采样点水体总磷浓度的分布来看,沙柳河的变异最为剧烈,湖中心、黑马河、码头、青海湖渔场、二郎剑的变异次之,泉吉河的变异程度最小。

青海湖水体中 5 月总氮浓度为 0.440 0~1.130 0 mg/L,7 月水体总氮浓度为 0.825 0~1.137 0 mg/L,10 月水中总磷浓度为 0.711 0~0.986 0 mg/L。其中沙柳河采样点总氮浓度相对较高,渔场采样点总氮浓度相对较低。5 月、7 月、10 月各采样点水体总氮浓度总体上有显著差异($P<0.05$),5 月和 10 月水体总氮浓度无显著差异($P>0.05$)。从采样点水体总氮浓度的分布来看,青海湖渔场的变异最为剧烈,码头、二郎剑、黑马河变异程度次之,湖中心、沙柳河、泉吉河的变异程度较小。

青海湖各采样点水体 5 月溶解氧浓度为 4.380 0~8.681 0 mg/L,7 月溶解氧浓度为 5.479 0~6.613 0 mg/L,10 月溶解氧浓度为 6.532 0~7.320 0 mg/L。其中渔场采样点溶解氧浓度相对较高,沙柳河采样点溶解氧浓度相对较低。5

月、7 月、10 月各采样点水体溶解氧浓度总体上无显著差异($P>0.05$);7 月和 10 月水体溶解氧浓度总体上有显著差异($P<0.05$)。在从各采样点水体溶解氧浓度的分布来看,沙柳河的变异程度较为剧烈,黑马河和青海湖渔场的变异次之,码头、二郎剑、湖中心和泉吉河的变异程度较其他采样点偏小。

对青海湖水体中总磷、总氮和溶解氧进行 Pearson 相关系数分析得出,青海湖各采样点(除码头外)水体总磷浓度与溶解氧浓度呈显著负相关($\alpha=0.05$)。采样点青海湖渔场、码头水体氮浓度与溶解氧浓度呈显著负相关($\alpha=0.05$),其余各采样点的水体总氮浓度与溶解氧浓度无显著相关性。

参考文献:

- [1] 杨荣敏,王传海,沈悦. 底泥营养盐的释磷对富营养化湖泊的影响[J]. 污染防治技术,2007,20(1):49-52.
- [2] 王振强,刘春广,乔光建. 氮、磷循环特征对水体富营养化影响分析[J]. 南水北调与水利科技,2010,8(6):82-85,97.
- [3] 程丽巍,许海,陈铭达,等. 水体富营养化成因及其防治措施研究进展[J]. 环境保护科学,2007,33(1):18-21,38.
- [4] 魏万权,林仕梅. 水产养殖中溶解氧的研究[J]. 饲料工业,2007,28(16):20-23.
- [5] 裴生山,张顺桂,张思芳,等. 青海湖流域降水量变化趋势分析[J]. 水资源与水工程学报,2013,24(4):217-219,224.
- [6] 卜敬玲. 青海湖地区生态环境保护和治理研究[J]. 水利水电快报,2002,23(24):27-28.
- [7] Shen J, Liu X Q, Wang S M, et al. Palaeoclimatic changes in the Qinghai Lake area during the last 18000 years[J]. Quaternary International,2005,136(1):131-140.
- [8] Zhang G Q, Xie H J, Duan S Q, et al. Water level variation of Lake Qinghai from satellite and in situ measurements under climate change[J]. Journal of Applied Remote Sensing,2011,5(1):1-15.
- [9] 刘瑞霞,刘玉洁. 近 20 年青海湖湖水面变化遥感[J]. 湖泊科学,2008,20(1):135-138.
- [10] 李岳坦,李小雁,崔步礼,等. 青海湖流域及周边地区蒸发皿蒸发量变化(1961—2007 年)及趋势分析[J]. 湖泊科学,2010,22(4):616-624.
- [11] 李广英,赵生奎. 青海湖流域生态环境保护与经济社会可持续发展对策[J]. 环境科学与技术,2008,31(2):148-151.
- [12] 燕华云,贾绍凤. 青海湖水量平衡分析与水资源优化配置研究[J]. 湖泊科学,2003,15(1):35-40.
- [13] 陈学民,朱阳春,罗永清,等. 青海湖氮素分布特征及其对藻类生长的影响[J]. 安全与环境学报,2012,12(2):119-123.
- [14] HJ/T 91—2002 地表水和污水检测技术规范[S]. 北京:中国环境科学出版社,2002.
- [15] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法[M]. 4 版. 北京:中国环境科学出版社,2002:649-653.
- [16] 王庭健,苏睿,金相灿,等. 城市富营养湖泊沉积物中磷负荷及其释放对水质的影响[J]. 环境科学研究,1994,7(4):12-19.