云南高原浅水湖泊浮游植物群落结构与藻类水华风险分析 ——以异龙湖为例

赵坤贤 云南省水文水资源局红河分局 DOI:10.12238/eep.v3i8.957

[摘 要] 云南高原浅水湖泊具有水浅、营养丰富、辐射强等特点,浮游植物优势种全年为蓝藻,群落结构具有特殊性,防范藻类水华发生是高原浅水湖泊生态治理的一个重要内容。本文以异龙湖为例进行分析,对于云南高原浅水湖泊的浮游植物群落结构与藻类水华风险分析具有积极意义。

[关键词] 异龙湖; 浮游植物群落; 优势种; 多样性

中图分类号: X52 文献标识码: A

异龙湖是云南省九大高原湖泊之一,位于云南省红河哈尼族彝族自治州的石屏县境内。现湖面面积约31km²,流域面积360.4km²,最大水深5.7m、平均水深3.9m,属于典型的高原浅水湖泊□。

1 材料与方法

1.1采样时间与断面设置。以支流入湖汇流区湖西北和主体湖心为研究区域,按照《内陆水域浮游植物监测技术规程》(SL733-2016)的采样要求,于2018年1月至12月对异龙湖湖心、湖西北逐月采样调查,采样时间为每月上旬。

1.2样品采集与分析。(1)浮游植物 采集与处理。按照《内陆水域浮游植物 监测技术规程》(SL733-2016)的要求进 行定量样品和定性样品的采集,定性样 品用25号浮游生物网,在表层至0.5m处 以20~30cm/s的速度作∞形巡回缓慢拖 动,约1~3min后,将网缓慢提起,轻轻抖 动网绳, 待水滤去, 直至网内剩余约10mL 样品,放入定性瓶并加入鲁哥氏液固定; 定量样品在采样点采水1L,加入10mL鲁 哥氏液固定采集水样,带回实验室沉淀 48h后浓缩到30ml, 并在显微镜下进行分 类鉴定分析。(2)水质样品的采集及测 定。用水温表及塞氏盘现场测定各采样 点水体温度(Wt)、透明度(SD), pH值取原 水样品带回实验室检测,叶绿素a(chl a) 加碳酸镁固定后带回实验室检测,溶解氧(D0)用硫酸锰及碱性碘化钾现场固定后带回实验室检测。用5L采水器在每个点采集水样各500mL,加硫酸固定使pH约为2,带回实验室;分别按《水质总氮的测定碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法》及《水质总磷的测定钼酸铵分光光度法》进行总氮及总磷的测定。

1.3数据处理与分析。浮游植物的优势度,用Y=(Ni/N)•fi计算,式中,Ni是第i种的个体数,N是全部种数,fi是第i种发生频率,当Y \geqslant 0.02时为优势种。

浮游植物的多样性评价采用 Shannon-Wiener多样性指数(H´)和 Pielou均匀度指数(J)。其计算公式如下:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} P_i log P_i; P = n_i/N$$

 $J = H/log_2^S$

上述公式中,ni代表第i种的个体总数;N表示所有种类总个体数;S表示总种类数。

与多样性指数互相应对的水质评估标准是: (H'):0~1为多污型,1~2为 α -中污型,2~3为 β -中污型,>3为清洁-寡污型;(J):0~0.3为多污型,0.3~0.5为中污型,0.5~0.8为寡污型,0.8~1.0

为清洁型。

依据中国环境监测总站设定的《湖泊 (水库)富营养化评价方法及分级技术规 定》,利用综合营养状态指数法对该湖生 态系统的健康情况给予评估。计算公式:

 $TLI(\Sigma) = \sum WjTLI(j)$

上述公式中,Wj是第j种参数的营养状态指数的相关权重;TLI(j)是第j种参数的营养状态指数。

综合营养状态指数评定标准: $TLI(\Sigma)$ <30, 贫营养; $30 \le TLI(\Sigma) \le 50$, 中营养; $TLI(\Sigma) > 50$, 富营养; $50 < TLI(\Sigma) \le 60$, 轻度富营养; $60 < TLI(\Sigma) \le 70$, 中度富营养; $TLI(\Sigma) > 70$, 重度富营养。

相关性分析:选取浮游植物种类、丰度及生物量3个群落结构指标及pH、水温、DO、叶绿素a、TP、TN、TLI和透明度8个理化指标,采用SPSS19.0软件对浮游植物与环境因子进行Spearman相关性分析。

冗余分析(RDA):选择几种浮游植物(密度至少在一个样点中的占比≥1%并且在全部样点中出现的频度≥30%)作为排序物种,运用Canoco5.0软件对浮游植物与环境因子进行RDA分析。在进行RDA分析之前,先进行降趋对应分析(DCA),当DCA分析结果中排序轴梯度最大值小于3时选择RDA分析,对浮游植物与环境因子间的关系进行进一步分析。

文章类型: 论文|刊号 (ISSN): 2630-4740 / (中图刊号): 715GL012

采用生物多样性指数、均匀度指数 讲行评价^[2]。

①Shannon-Wiener指数法测定生物的多样性指数:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} P_i \log_2 P_i$$

式中:一为种类多样性指数; S一样品中的种类总数; Pi一第i种的个体数与总体数的比值。

②Pielou均匀度指数:

$$J = H' / \log_2 S$$

式中: J一均匀度, H'一生物多样性指数, S一样品中的种类总数。

表 1 水质的多样性指数评价标准

24 - 33-34403 11 EESH-3441 D1 13 - Im		
评价指数	评价标准	评价结果
Shannon-W iener 多样 性指数	H'≥3	水生态状况良好
	2≤ H'<3	水生态状况较好
	1≤ H'<2	水生态状况一般
	0< H · <1	水生态状况较差
Pielou 均 匀度指数	1≤J≤0.8	水生态状况良好
	0.5≤J<0.8	水生态状况较好
	0.3≤J<0.5	水生态状况一般
	0≤J<0.3	水生态状况较差

2 结果与分析

2. 1浮游植物群落组成。异龙湖2018 年共检出浮游植物61种(属),其中绿藻 门种类最多,有33属,占54. 1%;其次蓝藻 门12种(属),占19. 7%; 硅藻门9种(属), 占14. 8%; 裸藻门、甲藻门各2种(属), 各占3. 3%; 隐藻门、金藻门、黄藻门各1 种(属),占1. 6%。从组成上看蓝、绿、硅 藻门占优势。全年均以蓝藻门的水华束 丝藻和拉氏拟柱孢藻为优势种。

2. 2浮游植物细胞密度。水体中的浮游植物细胞密度受营养源、水动力学条件及温度等多重因素的影响。异龙湖浮游植物细胞密度在4055.00~12203×104cells/L,平均为7463.04×104cells/L;数量组成上以蓝藻门占绝对优势,密度占比为93.8%,绿藻门占比3.13%,硅藻门占比1.62%;隐藻、黄藻、裸藻占比为1.45%。浮游植物细胞密度极大值出现在10月,极小值出现在2月,9~12月处于高含量水平,呈现出夏季和秋季较高,冬季较低的趋势。

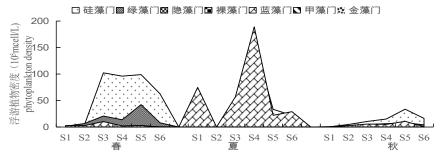


图 1 2018 年异龙湖浮游植物密度变化趋势图

由于许多蓝藻门类能够在低光、高温、适宜氮磷比、透明度低等恶劣环境中迅速繁殖生长,异龙湖的群落结构特征较为单一,蓝藻门在数量上全年占优势,且喜富营养化水体的拉氏拟柱孢藻和水华束丝藻占优势,并且抑制了其它门类浮游植物的生长。

2. 3浮游植物多样性。浮游植物的多样性指数 (Shannon-Wiener) 及均匀度指数 (Pielou) 是判断湖泊水库营养状况最常用的检测指标^[3], 评价标准是指数值越大, 水质越好。

异龙湖湖心的多样性指数为0.75~2.38,平均为1.40;均匀度指数为0.23~0.75,平均为0.42;极大值均出现在5月,汛期后均有所下降。按照多样性指数评价标准,显示异龙湖水生态状况一般。

2. 4环境因子分析及水质评价。周年调查期间,异龙湖湖区水体pH年均为7. 93,全年平均水温13. 74℃,夏季气温高达23. 96℃,冬季低至2. 55℃;透明度:溶解氧年均9. 03mg/L,且夏季(10. 89mg/L)>秋季(10. 79mg/L)>春季(9. 42mg/L)>冬季(5. 01mg/L);叶绿素a年均7. 90 μ g/L,且夏季(13. 76 μ g/L)>秋季(11. 70 μ g/L)>春季(3. 54 μ g/L)>冬季(2. 61 μ g/L);总氮、总磷年均分别为1. 34mg/L、0. 07mg/L,超出《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准。

2.5富营养化及藻类水华风险分析。 各样点TLI全年变化范围为37.1~63.3, 年均值为51.3。评价结果显示:不同季 节水体营养状况存在差异,秋季水体较 差,为中度富营养;春季和夏季为轻度富 营养,冬季为中营养;全湖全年属于轻度 富营养状态:从空间上看,各样点年均 TLI差异不大,多属于轻度富营养状态。

3 讨论

异龙湖2个监测点共检出浮游植物61 种(属), 其中绿藻门种类最多, 有33属, 占 54.1%; 其次蓝藻门12种(属), 占19.7%; 硅藻门9种(属),种群结构属于绿藻-蓝 藻、硅藻型。优势种为蓝藻门的水华束丝 藻为绝对优势种。浮游植物细胞密度 4055.00 ~ 12203 万 cells/L, 平均为 7463.04万cells/L;数量组成上以蓝藻门 占绝对优势,峰值出现在夏秋季节,这与 异龙湖所处的地理位置及污染物受水动 力学条件影响的迁移转化规律有关。在不 同的降雨量、温度及水力交换条件下,造 成了湖体水温、溶解氧和营养盐水平的巨 大差异, 而不同门类对环境条件的适应性 不同,致使异龙湖浮游植物种类组成在不 同的季节产生差异[4]。2018年异龙湖湖心 藻细胞密度在春季出现极值的原因也应 该是当年的气候条件、各种营养源的浓度 及水动力学条件等合力作用的结果。

[参考文献]

[1]魏翔,唐光明.异龙湖近20年来营 养盐与水生生态系统变化[J].环境科学 导刊,2014,(2):45-56.

[2]谭香,夏小玲,程晓莉,等.丹江口水库浮游植物群落时空动态及其多样性指数[J].环境科学,2011,32(10):2875-2882.

[3]况琪军,马沛明,胡征宇,等.湖泊富营养化的藻类生物学评价与治理研究进展[J].安全与环境学报,2005,4(2):87-91.

[4]秦洁,吴献花,王泉,等.抚仙湖浮游植物群落结构特征及多样性研究[J]. 水生态学杂志,2016,9(5):08-15.

作者简介:

赵坤贤(1980--),男,汉族,云南省曲 靖市人,本科,工程师(中职),研究方向:水 生态保护。