

吉林省白城、松原地区部分湖泊藻类植物的初步研究

隋丰阳, 范亚文*

(哈尔滨师范大学生命科学与技术学院, 哈尔滨 150025)

摘要: 2008年6~7月间对吉林省白城及松原地区4个大型湖泊中的藻类植物进行了调查,共鉴定藻类植物86个分类单位,包括76种10变种,分别隶属于5门7纲12目20科37属,初步分析了白城及松原地区4个大型湖泊中藻类植物群落的种类组成及生态类型,在该区域出现的大部分藻类属于普生种类,同时出现了一些碱水种类,此外还有少量的污染指示种出现。根据种类组成及分布初步推断,夏季白城、松原地区部分湖泊的藻类植物群落组成主要为硅藻—绿藻类型。

关键词: 藻类; 湖泊; 种类组成; 白城; 松原

中图分类号: Q948.8; Q949.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-470X(2010)02-0161-10

Preliminary Studies on Algae from Four Lakes of Baicheng and Songyuan in Jilin Province, China

SUI Feng-Yang, FAN Ya-Wen*

(College of Life Science and Technology, Harbin Normal University, Harbin 150025, China)

Abstract: Algae were sampled from four large lakes of Baicheng and Songyuan in Jilin province from June to July in 2008. A total of 86 algae taxa were identified, including 5 phyla, 7 classes, 12 orders, 20 families, 37 genera, 76 species, and 10 varieties. Species composition and habitats in the four large lakes were analyzed. Results showed that most taxa belonged to common species, although some alkaliphilous species were also found, and several indicator species for pollution were found. Based on species composition and distribution in these lakes of Baicheng and Songyuan, the summer community composition of algae might be classified as *Bacillariophyta* – *Chlorophyta* type.

Key words: Algae; Lakes; Species composition; Baicheng; Songyuan

藻类植物是水环境中的初级生产者,其种类组成、数量分布、群落结构及其与水环境的关系一直是水域生态系统中的研究热点,目前国内外越来越关注利用藻类监测和调控水质。James^[1]、Craggs^[2]都指出藻类是反映水生态环境的良好指示植物。中国学者自20世纪50年代起开展了藻类资源的调查工作,章宗涉、沈国华^[3]在黑龙江流域内各类水体中做了浮游植物的一般调查;洪松和陈静生^[4]初步阐述了中国主要河流包括黑龙江、松花江、长江、

汉江、嘉陵江、珠江等江河的水生生物群落结构及其空间差异和时间演替的若干特征,并从生物角度反映中国河流水质的整体情况;董旭辉^[5]等利用硅藻生物多样性及其对环境的指示作用,对长江水域进行了初步研究。

吉林省白城及松原地区分布着湖泊百余个,蕴藏着丰富的藻类资源,但有关藻类植物的调查至今只有零星报道^[6,7]。近年来,田迅等^[8]、白军红等^[9]、艾军等^[10]对该地区湖泊湿地的植被生态类型

收稿日期:2009-04-09,修回日期:2009-07-17。

基金项目:国家自然科学基金项目(30570123,30870157,40771195);黑龙江省教育厅项目(11521062);黑龙江省科技厅项目(C200828)。

作者简介:隋丰阳(1984-),女,硕士研究生,主要从事植物系统学及生态学研究。

* 通讯作者(Author for correspondence. E-mail: fanyaw@yahoo.com.cn)。

也进行了一些报道,但他们的工作主要集中在对芦苇、苔草等高等植物的研究。本研究在 2008 年 6~7 月间对白城、松原地区 4 个具代表性的湖泊藻类植物的种类组成、生态分布进行了调查,旨在了解白城、松原地区的藻类植物资源,为白城、松原地区水资源合理利用及生态环境保护的规划提供生物学依据。

1 研究区域自然概况

白城市位于吉林省西北部,嫩江平原西部,科尔沁草原东部。属温带亚湿润大陆性季风气候。年均气温 4.9°C ,光热条件优于全省其他地区。水域宽广,主要河流 9 条,逢雨季时,低洼地带散布着湖泊百余个,但多为小规模水体,其中面积稍大的有月亮泡、茨勒泡、新荒泡等,提供了养殖、灌溉之有利条件。

从地理学湖泊类型组合的区域来划分,茨勒泡位于莫莫格湖泊群亚区中的阶地平原湖泊群小区,占地面积大于 900 hm^2 ,沿湖多为草甸湖滩;月亮泡则位于莫莫格湖泊群亚区中的泛滥平原湖泊群小区,面积 20570 hm^2 ,平均水深 4.7 m ,最大水深 7.7 m ,沿湖有部分芦苇或蒲草沼泽湖滩。两者均为由河形成的淡水湖^[11],后变成人工水库,因此将

茨勒泡、月亮泡作为白城地区的主要研究区域。

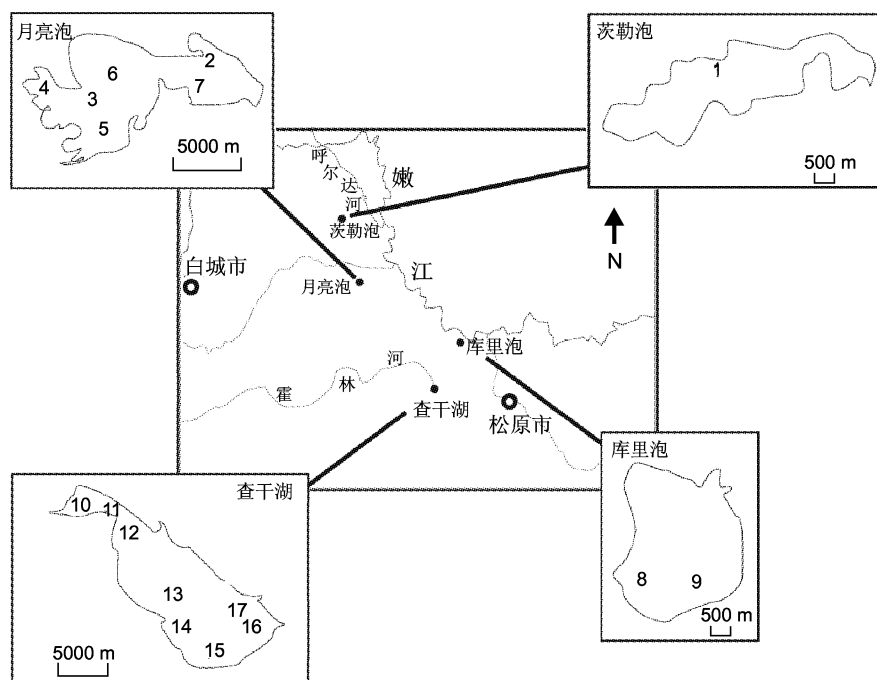
松原市位于吉林省中西部,地处松嫩平原南端,亦属温带亚湿润大陆性季风气候。年平均气温 4.5°C ,松原市内江河纵横,泡沼众多,主要有查干湖、库里泡等。查干湖、库里泡都位于大安湖泊群亚区^[11]。

查干湖是吉林省最大的内陆湖泊,区域面积 48000 hm^2 ,其中查干湖水面 34700 hm^2 ,其余为大面积的芦苇湖滨沼泽,平均水深 2.5 m ,最深达 6 m 。库里泡面积为 1467 hm^2 左右,平均水深 2.5 m 以上。近年来,查干湖、库里泡的生态环境受到了一定的人为干扰,因此将二者作为松原地区的主要研究区域。

2 材料与方法

2008 年 6~7 月,对白城、松原地区的 4 个大型湖泊中的藻类进行实地采集,根据水域面积、地形及周围环境差异,各湖泊布设采样点不等,共计 17 个采样点,采集地点见图 1,在采集藻类标本的同时,野外实测水体的 pH 值、表层水温(见表 1)。

按照常规方法对浮游及着生的藻类植物进行采集,对所采集到的藻类用鲁哥固定液保存于标本瓶



编号 1~17 表示采样点

No. 1~No. 17 represent sampling sites

图 1 白城、松原地区采样点布设示意图

Fig. 1 Distribution of sampling sites of Songyuan and Baicheng

表 1 白城、松原地区标本采集地环境参数
Table 1 Environmental data of sampling sites from Songyuan and Baicheng

编号 No.	采集地 Locality	采样点 Sampling site	纬度 Latitude	经度 Longitude	水温(℃) Temperature	pH
1	茨勒泡	clp	45°57'29.0"	123°50'21.9"	21.45	7.80
2	月亮泡	ylp-1	45°43'36.2"	123°58'49.6"	22.53	8.70
3	月亮泡	ylp-2	45°44'22.2"	123°52'58.5"	24.41	8.48
4	月亮泡	ylp-3	45°42'20.8"	123°50'43.8"	25.37	8.35
5	月亮泡	ylp-4	45°41'24.5"	123°53'1.9"	23.83	8.22
6	月亮泡	ylp-5	45°43'15.9"	123°55'0.7"	25.48	8.30
7	月亮泡	ylp-6	45°42'52.8"	123°58'18.8"	25.11	8.69
8	库里泡	klp-1	45°21'27.0"	124°27'54"	22.79	9.01
9	库里泡	klp-2	45°21'41.1"	124°28'53.6"	23.37	9.10
10	查干湖	cgh-1	45°18'53.3"	124°7'13.7"	22.93	9.09
11	查干湖	cgh-2	45°19'5"	124°11'0.9"	23.17	9.07
12	查干湖	cgh-3	45°17'11.5"	124°13'34.7"	23.75	9.11
13	查干湖	cgh-4	45°14'50.3"	124°16'19"	23.66	9.12
14	查干湖	cgh-5	45°12'15.3"	124°16'26"	24.91	9.06
15	查干湖	cgh-6	45°11'36"	124°19'45.2"	24.68	9.11
16	查干湖	cgh-7	45°13'13.9"	124°22'54"	24.06	9.04
17	查干湖	cgh-8	45°14'6"	124°19'59.2"	24.72	9.06

中,取少量进行酸处理后制成硅藻永久封片^[12,13],其他藻类制成临时装片,用 Olympus (BH) 显微镜进行光镜观察,标本鉴定主要依据胡鸿钧、Krammer、Hustedt 等的有关著作^[13-22]。

3 研究结果

3.1 藻类植物的种类和分布

白城、松原地区湖泊中藻类植物资源丰富,从采集的 4 个湖泊中经鉴定已发现的藻类共有 86 个分类单位,其中硅藻门有 14 属 36 种,占有种类的 41.86%;绿藻门有 12 属 28 种,占有种类的 32.56%;蓝藻门有 7 属 14 种,占有种类的 16.28%;裸藻门有 3 属 7 种,占有种类的 8.14%;甲藻门有 1 属 1 种,占有种类的 1.16%。藻类植物的种类和分布见表 2。

3.2 采集区域水温变化

通常水温是决定水生生物生长、发育和繁殖的重要因素之一。2008 年夏季白城、松原地区 4 个湖泊各采样点水体温度差异不显著,夏季水温 21.45 ~ 25.48℃,采样点平均水温 23.90℃,各湖泊平均水温分别为茨勒泡 21.45℃、月亮泡 24.46℃、库里泡 23.08℃、查干湖 23.99℃(图 2)。同时,同一湖泊

的不同采样点之间水温存在微小差异,月亮泡各采样点水温变化幅度稍大,在 22.53 ~ 25.48℃之间,其它 3 个湖泊各采样点间水温差异较小。

3.3 采集区域 pH 变化

pH 是水质的首要指标^[23],直接影响着水体中浮游植物的生命活动、物质代谢甚至群落的种类组成。大多数湖泊、水库、河川属于中碱性水体,由于一般淡水水体中碳酸系统的缓冲作用,pH 多在 6 ~ 9 之间变化^[24]。2008 年夏季白城、松原地区 4 个湖泊水体均属碱性环境,各采样点间 pH 无显著差异,夏季 pH 在 7.80 ~ 9.12 之间,采样点平均 pH 为 8.78,各湖泊平均 pH 值分别为茨勒泡 7.80、月

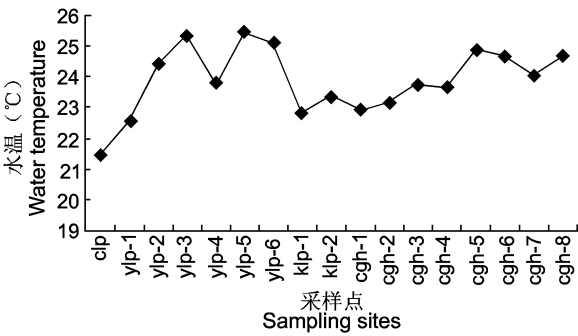


图 2 不同采样点的水温差异
Fig. 2 Water temperature at different sampling sites

表 2 白城、松原地区部分湖泊藻类植物的种类与分布
Table 2 Distribution of algae in four lakes of Baicheng and Songyuan

种名 Species	clp	ylp -1	ylp -2	ylp -3	ylp -4	ylp -5	ylp -6	klp -1	klp -2	cgh -1	cgh -2	cgh -3	cgh -4	cgh -5	cgh -6	cgh -7	cgh -8
1. 蓝藻门 (Cyanophyta)																	
<i>Microcystis flos-aquat</i> (Witr.) Kirch.										++							
<i>Microcystis elabens</i> (Breb.) Kütz.											+		+				
<i>Gloeocapsa compacta</i> Kütz.													+				
<i>Oscillatoria amoena</i> Gom.														+			
<i>Oscillatoria subcontorta</i> C. C. Jao		++															
<i>Spirulina</i> sp.											+						
<i>Anabaenopsis amoldii</i> Aptek.		+					++							++			+
<i>Anabaena cylindrica</i> Lemm.											+		++			++	
<i>Anabaena oscillarioides</i> Bory.											++						
<i>Anabaena circinalis</i> Rabh.		++					+			+			+				+
<i>Anabaenopsis elenkinii</i> V. Miller										+	+						
<i>Anabaenopsis circularis</i> (G. S. West) Wolosz. et Miller							++				++						
<i>Nostoc kihlmeni</i> Lemm.		++					++			+	++						+
<i>Nostoc linckia</i> (Roth.) Born. et Flash.		+					++								++		
2. 甲藻门 (Dinophyta)																	
<i>Peridinium</i> sp.																	
3. 裸藻门 (Euglenophyta)																	
<i>Phacus pyrum</i> (Ehr.) Stein							++							+			
<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda													++				
<i>Euglena tripteris</i> (Dujar.) Klebs												+					
<i>Euglena geniculata</i> Dujar.							++										
<i>Euglena viridis</i> Ehr.							++										
<i>Euglena gasterosteus</i> Skuja							+										
<i>Lepocinclis steinii</i> Lemm. em. Conr.							+										
4. 绿藻门 (Chlorophyta)																	
<i>Characium limneticum</i> Lemm.			+	++								++				++	+
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Cord.) Ralfs.									+							+	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> var. <i>mirabilis</i> (West & West) G. S. West																++	
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat.										++	++						
<i>Oocystis solitaria</i> Witr.	++						+			+		++					

续表 2

种名 Species	clp	ylp -1	ylp -2	ylp -3	ylp -4	ylp -5	ylp -6	klp -1	klp -2	cgh -1	cgh -2	cgh -3	cgh -4	cgh -5	cgh -6	cgh -7	cgh -8
<i>Oocystis borojei</i> Snow.																+	
<i>Pediastrum biradiatum</i> Mey.		+			+			+						+			
<i>Pediastrum boyanum</i> (Turp.) Menegh.				+											+		+
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>clathratum</i> (A. Braun.) Lag.																	
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i> West & West		+															
<i>Pediastrum duplex</i> Mey.																	
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs.			+														
<i>Pediastrum tetras</i> var. <i>tetraodon</i> (Cord.) Rabh.				+													
<i>Scenedesmus bijuga</i> (Turp.) Lag.				+													+
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.																	+
<i>Scenedesmus opoliensis</i> Richter.			+														+
<i>Scenedesmus bicaudatus</i> (Hansg) Chodat.			+														+
<i>Crucigenia quadrata</i> Morr.				+													+
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schr.) Lemm.																	
<i>Tetrastrum punctatum</i> (Schmid.) Ahlstrom & Tiffany																	
<i>Mougeotia</i> sp.	+																
<i>Spirogyra</i> sp.	+																
<i>Cosmarium granatum</i> Bréb. ex Ralfs.		+															
<i>Cosmarium abbreviatum</i> Racihorski																	
<i>Cosmarium subprotumidum</i> Nord.		+															
<i>Cosmarium punctulatum</i> Bréb.																	
<i>Closterium parvulum</i> Näge.																	
<i>Staurostrum gracile</i> Ralfs. ex Ralfs.		+															
5. 硅藻门 (Bacillariophyta)																	
<i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs.		+															+
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.																	
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hust.		+															
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitt.																	
<i>Fragilaria unta</i> var. <i>acus</i> (Kütz.) Lange-Bertalot																	
<i>Mastogloia baltica</i> Grun.																	
<i>Gyrosigma spencerii</i> (Quektt) Griffith & Henfrey																	
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabh.	+																

续表 2

种名 Species	clp	ylp -1	ylp -2	ylp -3	ylp -4	ylp -5	ylp -6	klp -1	klp -2	cgh -1	cgh -2	cgh -3	cgh -4	cgh -5	cgh -6	cgh -7	cgh -8
<i>Diploneis elliptica</i> (Kütz.) Cleve											++						
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehr.		++			+												
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germ.				+	+		++	+	++	+		+	+				
<i>Navicula gregaria</i> Donkin											++	+		+			
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot											++			+			
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.											+			+			
<i>Navicula venta</i> Kütz.		+	++			+											
<i>Cymbella cistula</i> (Ehr.) Kirch.			++				++	+	++								
<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch								+			++	+					
<i>Cymbella caespitosa</i> (Kütz.) Brun		+	++		+												
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehr.								+									
<i>Epithemia turgida</i> var. <i>granulata</i> (Ehr.) Brun	++		++														
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Müller	++																
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i> (Kütz.) Grun.	+	+								+	++	+		+			
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	+	+	++	+							++						
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantz.			++								++	+					
<i>Nitzschia paleacea</i> Grun.		+	++			+					+	+	+		++	+	+
<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabh.		+	+		+					+	+		+				
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantz.		+	++			+	++				++				++	+	+
<i>Nitzschia reversa</i> W. Smith															++		
<i>Nitzschia communis</i> Rabh.			++	+			++										
<i>Nitzschia angustatula</i> Lange-Bertalot			+														
<i>Nitzschia bacillariaeformis</i> Hust.			++														
<i>Nitzschia radicularia</i> Hust.		+	+		+	+				+							
<i>Nitzschia linearis</i> (Ag. ex W. Smith) W. Smith			++														
<i>Nitzschia</i> sp.			+														
<i>Surirella peisonis</i> Pant.										+	++	+			++		
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Kram. & Lange-Bertalot											++	+					

注: clp, ylp-1, ylp-2, ylp-3, ylp-4, ylp-5, ylp-6, klp-1, klp-2, cgh-1, cgh-2, cgh-3, cgh-4, cgh-5, cgh-6, cgh-7, cgh-8 表示 17 个藻类样本, 采样地点见图 1。“+”为偶见种, “++”为常见种, “+++”为优势种。

Notes: clp, ylp-1, ylp-2, ylp-3, ylp-4, ylp-5, ylp-6, klp-1, klp-2, cgh-1, cgh-2, cgh-3, cgh-4, cgh-5, cgh-6, cgh-7, cgh-8 represent specimens No. and sampling sites shown in Fig. 1. Rare species (+), Common species (++) , Dominant species (+++).

亮泡 8.46、库里泡 9.06、查干湖 9.08(图 3)。其中茨勒泡碱性偏弱,月亮泡各采样点 pH 变化范围稍大,在 8.22~8.70 之间,库里泡、查干湖各采样点间 pH 差异较小,但碱性偏强。

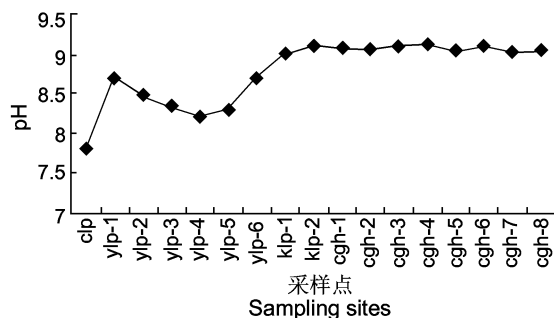


图 3 不同采样点的 pH 差异
Fig. 3 pH at different sampling sites

4 讨论

4.1 藻类植物群落组成

河流浮游植物群落的生长主要受水文因子的影响,而湖泊、泡沼浮游植物则主要受水温和水体营养盐的影响^[25]。从藻类植物的种类组成上来看,白城、松原地区湖泊中的硅藻、绿藻两门植物在种类组成上远多于其他藻类。

一般来说,不同营养状态的水体存在不同的生物种类。在本次采集所涉及的 4 个主要湖泊中,由于所处的环境条件不同,藻类植物的群落组成也表现出一定的差异(图 4)。

茨勒泡为 20 世纪 70 年代初期,在吉林省西北部的茨勒营子村茨勒屯南修建的群英水库,四周有大面积的水田。由于条件所限,我们在此仅设置了

1 个采样点。由于茨勒泡水温相对较低(21.45℃),水体呈偏弱碱性(pH=7.80)(图 2,图 3),导致藻类植物在该水域的分布种类较少(图 4)。从茨勒泡整个采样点来看,主要以硅藻占优势,并且在此出现了膨大窗纹藻颗粒变种(*Epithemia turgida* var. *granulata*)、弯棒杆藻(*Rhopalodia gibba*)这些嗜碱性种类。采集到的蓝绿藻种类相当少,主要以绿藻门的转板藻(*Mougeotia* sp.)占优势。

月亮泡略呈蝶形,周围是草原,植被良好。1976 年筑堤,将天然湖泊变成大型人工水库,水质较稳定,除养鱼外,还用于灌溉。在月亮泡的 6 个采样点的水域水温、pH 变化幅度都较大(图 2,图 3),各采样点的群落组成也存在一定差异(图 4)。月亮泡-1、月亮泡-2 的群落结构相对简单,但是硅藻门、绿藻门植物种类较多,尤其月亮泡-2 的硅藻门植物种类多度明显高于其他采样点,多为一些静止水体中常见的普生性种类,如:微绿羽纹藻(*Pinnularia viridis*)、谷皮菱形藻(*Nitzschia palea*)等。月亮泡-3、月亮泡-4、月亮泡-5、月亮泡-6 的群落结构相对复杂,均出现了一定数量的裸藻门植物。由于裸藻类都要求环境中含有一定的有机质^[13],因此可以看出这些采样点的水体中有机质含量比较丰富。尤其在月亮泡-6 中裸藻植物种类仅次于硅藻植物种类的数目。

从月亮泡整体的浮游植物分布来看,主要以绿藻和硅藻占优势,其中包括一些耐污种类,如四尾栅藻(*Scenedesmus quadricauda*)、颗粒直链藻(*Melosira granulata*)等,但在个别采样点(月亮泡-1)出现了清洁水体中常见的鼓藻属(*Cosmarium*)

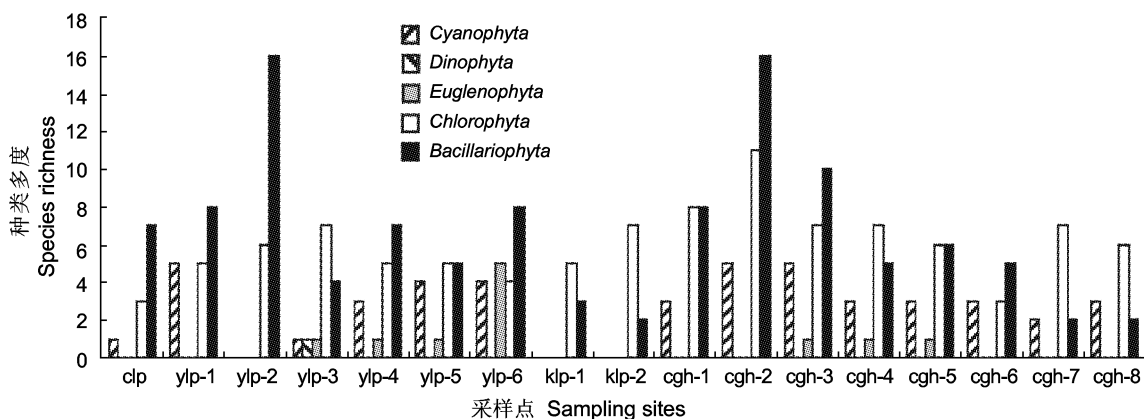


图 4 不同采样点藻类植物的群落多度差异
Fig. 4 Algae richness at different sampling sites

植物,表明该采集地的水质相对较清洁;另外,在月亮泡布设的6个采样点中,5个均发现了蓝藻门的开氏念珠藻(*Nostoc kihlmeni*),该种是池塘、湖泊等小型水体中常见种类,在本次采集的标本中个体数量所占比例较大,为月亮泡的优势种。

库里泡,也叫大库里泡,是查干湖湿地保护区的一个附属水体,有附近热电厂排出的大流量的温水排入其中,一方面促进了湖泊水库内的水流流动,另一方面带来大量的热量,且水温的变化规律也与正常水体大不相同。对于水体的浮游生物及鱼类都产生了不同程度的影响,这种影响若长期持续将一定程度上改变该生态系统的结构功能^[26]。库里泡实测水温22.79~23.37℃,pH为9.01~9.10,碱性较强,两个采样点藻类植物的种类组成都比较简单(图4),可能是由于库里泡水温的变化规律与正常水体大不相同,使得夏季一些浮游植物种类消失。从整体区域来看,常见的浮游植物为绿藻和硅藻,绿藻中的栅藻属(*Scenedesmus*)植物以及硅藻中的箱形桥弯藻(*Cymbella cistula*)占优势。

查干湖是查干湖湿地保护区的主要水体,为碟状浅水湖泊,是中国十大淡水湖之一。沿湖有大片的芦苇、湖滨沼泽。近年来,渔业、旅游业发展迅速,造成了一定的人为干扰。查干湖有季节性河流霍林河作为水源补给^[27],水域面积较大,在此布设的8个采样点中,水温变化范围在22.93~24.91℃,pH波动幅度较小,为9.04~9.12,碱性较强。

查干湖各采样点间的群落组成存在细微差异,该水域的藻类植物种类最多,种类组成相对复杂,蓝藻、绿藻和硅藻成为优势(图4)。查干湖-1、查干湖-2、查干湖-3的群落结构相似,硅藻门植物种类多度最高,其次为绿藻门、再次为蓝藻门,其中查干湖-2的种类多度明显高于其他采样点。查干湖-4、查干湖-5的绿藻门植物则明显占优势,在这两个采样点还出现了一定数量的池塘、沼泽中常见的裸藻门植物,如梨形扁裸藻(*Phacus pyrum*)、尖尾裸藻(*Euglena oxyuris*)。查干湖-6、查干湖-7、查干湖-8出现的藻类植物种类少于其他采样点,但同样是绿藻门和硅藻门植物占了优势。蓝藻门的鱼腥藻属(*Anabaena*)、绿藻门的盘星藻属(*Pediastrum*)、栅藻属(*Scenedesmus*)以及硅藻门的菱形藻属(*Nitzschia*)在8个采样点均有发现,并在查干湖中占优势。此外,在查干湖的多个采样点发现了污染

指示种,如颗粒直链藻(*Melosira granulata*)、四尾栅藻(*Scenedesmus quadricauda*)、梅尼小环藻(*Cyclotella meneghiniana*),表明这些采集地已经出现了一定程度的污染。

4.2 藻类植物分布及其环境相关性

从白城及松原地区4个湖泊中采集的浮游植物绝大多数为池塘、湖泊等静止水体常见的普生性种类,如水华微囊藻(*Microcystis flos-aquat*)、阿氏拟鱼腥藻(*Anabaenopsis arnoldii*)、开氏念珠藻(*Nostoc kihlmeni*)、镰形纤维藻(*Ankistrodesmus falcatus*)、湖生卵囊藻(*Oocystis lacustris*)、四角盘星藻(*Pediastrum tetras*)、椭圆双壁藻(*Diploneis elliptica*)、斯潘塞布纹藻(*Gyrosigma spencerii*)、谷皮菱形藻(*Nitzschia palea*)等,它们大多数为淡水广布种,其中有一些为半咸水常见种类,如:林氏念珠藻(*Nostoc linckia*)、梅尼小环藻(*Cyclotella meneghiniana*)、汉斯菱形藻(*Nitzschia hantzschiana*)、普通菱形藻(*Nitzschia communis*)、椭圆双壁藻(*Diploneis elliptica*),这可能与湖泊水体流动性差,夏季蒸发量大有关。我们所研究的4个湖泊均属于浅水湖,且地处半干旱地区,降水量较少,近年来盐碱化程度日趋严重,含盐量升高^[9],因此,在一些含盐量高的水域分布了半咸水常见种类。同时,有一部分碱性水体中常见种类,如尖布纹藻(*Gyrosigma acuminatum*)、隐头舟形藻(*Navicula cryptocephala*)、箱形桥弯藻(*Cymbella cistula*)、膨大窗纹藻颗粒变种(*Epithemia turgida* var. *granulata*)、弯棒杆藻(*Rhopalodia gibba*)等。我们对白城及松原地区4个湖泊水域理化指标测定的结果表明水体的酸碱度呈偏碱性(pH为7.80~9.12),这与适碱性种类的分布与采样点的生态环境相吻合。

此外,在个别采样点出现了在微酸性水体中常见种类:颗粒鼓藻(*Cosmarium granatum*),这虽然与该区域水体的自然酸碱度状况相悖,但表明该种可能是适应变化范围较广的广布种。在某些采样点,如:查干湖-2、月亮泡-6、查干湖-7,还出现了富营养水体常见种^[28-30],如:水华微囊藻(*Microcystis flos-aquat*)、绿色裸藻(*Euglena viridis*)、波吉卵囊藻(*Oocystis borojei*)等,数量虽然不多,但也表明这些地区的水环境可能已有一定的污染。造成湖泊污染的主要原因:一是水的流动性差,水体自净能

力减弱;二是水体接纳过多地表径流进入湖泊的氮、磷营养物质和耗氧有机物,使湖泊水体的藻类及其水生植物异常繁殖,从而导致水体透明度降低和溶解氧含量剧减,造成水体的富营养化污染。加上近年来气候和人为因素,造成这些水域水体环境明显恶化,水体中有机物质含量增多,导致水体富营养化^[31]。

白城、松原地区湖泊水温随季节的变化非常明显,会直接影响湖泊的自净能力,进而造成湖泊水质污染状况随水期变化明显的特异性^[31]。由于本次研究中采样的时间是在6~7月间,正值夏季,是蓝藻和绿藻密度较高的季节,通常蓝藻、绿藻种类多喜含氮量较高、水温较高、有机质丰富的碱性水体,夏季白城、松原地区湖泊水温明显升高,光照充足,氮磷等营养盐的浓度增加,比较适合蓝藻和绿藻的生长。由于硅藻植物能够适应多变的环境条件^[32],在我们采集期间,硅藻在各个采集地也大量出现,其中大多是一些广温性种类,如:斯潘塞布纹藻(*Gyrosigma spencerii*)、普通菱形藻(*Nitzschia communis*)等。

白城、松原地区湖泊多为浅水湖,且多位于半干旱、半盐碱脆弱生态环境带,生态系统的稳定性较差,抗外部干扰能力较低^[31]。从我们观察的藻类植物的群落组成来看,白城、松原地区部分湖泊夏季浮游植物主要由蓝藻、绿藻和硅藻植物组成,且硅藻>绿藻>蓝藻,据此,可以初步推断夏季白城、松原地区部分湖泊藻类植物的群落组成主要为硅藻—绿藻类型,这种湖泊的群落类型可以很好地指示水体环境为贫营养至中营养状态^[33,34]。但近几年,由于该地区湖泊气候干旱,人为活动频繁,从不同湖泊的藻类植物群落结构特点即可看出,有些水体已有一定程度的富营养化,因此应采取相应的措施改善和保护该地区湖泊、泡沼的生态条件,以防止生态环境的进一步恶化。

致谢:在标本采集过程中得到哈尔滨师范大学地理科学学院臧淑英老师、肖海峰老师的大力支持和帮助,在此表示深深的感谢!

参考文献:

- [1] James A, Erison L. Biological Indicators of Water Quality[M]. New York: John Wiley and Sons, 1979.
- [2] Craggs R J. Wastewater treatment by algal turf scrubbing[J]. *Water Sci Technol*, 2001, 44(11): 427-433.
- [3] 章宗涉, 沈国华. 黑龙江的浮游植物及径流调节后的可能变化[J]. *水生生物学集刊*, 1959, 2: 128-140.
- [4] 洪松, 陈静生. 中国河流水生生物群落结构特征探讨[J]. *水生生物学报*, 2002(3): 295-305.
- [5] 董旭辉, 羊向东, 王荣, 潘红玺. 长江中下游地区湖泊硅藻—总磷转换函数[J]. *湖泊科学*, 2006, 18(1): 1-12.
- [6] 张巍, 冯玉杰. 松嫩平原不同盐渍土条件下蓝藻群落的生态分布[J]. *生态学杂志*, 2008, 27(5): 718-722.
- [7] 刘立春, 范亚文, 唐艳林. 吉林省部分地区舟形藻科硅藻植物初报[J]. *哈尔滨师范大学学报*, 2008, 24(1): 96-98.
- [8] 田迅, 卜兆君, 杨允菲, 郎惠卿. 松嫩平原湿地植被对生境干湿交替的响应[J]. *湿地科学*, 2004, 2(2): 122-127.
- [9] 白军红, 邓伟. 松嫩平原湿地环境问题及整治方略[J]. *湿地科学*, 2008, 6(1): 1-6.
- [10] 艾军, 李梁, 姜虹. 查干湖湿地的环境变化与保护[J]. *东北水利水电*, 2008, 26(288): 61-63.
- [11] 吕金福, 肖荣寰, 李志民, 冷雪天, 介冬梅. 松嫩平原湖泊类型组合的区域分异[J]. *东北师范大学学报: 自然科学版*, 2000, 32(2): 99-105.
- [12] 章宗涉, 黄祥飞. 淡水浮游生物研究方法[M]. 北京: 科学出版社, 1991.
- [13] 胡鸿钧, 魏印心. 中国淡水藻类系统、分类及生态[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [14] 朱蕙忠, 陈嘉佑. 中国西藏硅藻[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [15] Patrick R, Reimer C W. The diatoms of the United States[M]. Pennsylvania: The Academy of Natural Science of Philadelphia, 1966.
- [16] 范亚文. 黑龙江省管壳缝目植物研究[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2004.
- [17] Krammer K, Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae[M]. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, 1997.
- [18] Krammer K, Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariophyceae Epithemiaceae, Surirellaceae[M]. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, 1997.
- [19] Krammer K, Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae[M].

- Berlin: Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, 1997.
- [20] Krammer K, Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Achnanthes s. l., Navicula s. str., Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1 – 4 [M]. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, 1997.
- [21] Hustedt F. Bacillariophyta (Diatomeae) [M]// Pascher A ed. Die Süsswasser Flora Mitteleuropas. Germany: Verlag von Gustav Fischer, 1930.
- [22] Hustedt F. The Pennate Diatoms (in English) [M]. USA: Koeltz Scientific Books Koenigstein, 1985.
- [23] 杨钟鹤. 滇西高原湖泊洱海的 pH 研究[J]. 云南环境科学, 1997, 16(2): 22 – 25.
- [24] 石颖, 马军, 李奎白. pH 值对高铁酸盐复合药剂强化除藻的影响[J]. 中国给水排水, 2000, 16(9): 5 – 8.
- [25] 邬红娟, 郭生练. 水库浮游植物群落与环境多因子分析[J]. 武汉大学学报: 工学版, 2001, 34(1): 18 – 21.
- [26] 邹继颖. 长山热电厂温排水对库里泡水生生物影响的研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2007.
- [27] 郎惠卿, 王升忠, 罗维桢. 松嫩平原的湿地环境与保护[C]//湿地国际 – 中国项目办事处主编. 湿地与水禽保护(东北亚)国际研讨会文集. 北京: 中国林业出版社, 1998: 112 – 115.
- [28] Krammer K. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats: Vol. 1 [M]. Königstein/Germany: Ruggell; A. R. G. Gantner Verlag K. G., 2000.
- [29] Langela-Bertalot H. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats: Vol. 2 [M]. Königstein/Germany: Ruggell; A. R. G. Gantner Verlag K. G., 2001.
- [30] Langela-Bertalot H. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats: Vol. 3 [M]. Königstein/Germany: Ruggell; A. R. G. Gantner Verlag K. G., 2001.
- [31] 李云鹏, 李青山, 刘景哲, 郎振华. 松嫩平原湖泊湿地水资源质量评价与保护对策研究[J]. 东北水利水电, 2001, 10: 44 – 46.
- [32] Licursi M, Sierra M V, Gómez N. Diatom assemblages from a turbid coastal plain estuary: Río de la Plata (South America) [J]. *J Mar Syst*, 2006, 62: 35 – 45.
- [33] 黄玉瑶. 内陆水域污染生态学——原理与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [34] 朱圣潮, 何爱兰. 浙江瓯江开潭水库库区浮游植物与水质的关系[J]. 湖泊科学, 2003, 15(4): 353 – 358.

(责任编辑: 张平)