

565-575

第16卷第6期
1996年12月

生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICA

Vol. 16, No. 6
Dec., 1996

青菱湖和黄家湖水生植物 多样性的比较分析

于丹 康辉 谢平 陈宜瑜

(武汉大学环境科学系, 武汉, 430072) (中国科学院水生生物研究所, 武汉, 430072)

6948.881

A

摘要 讨论了渔业利用对武汉市两个近郊湖泊的不同影响。养鱼历时 10 a 的黄家湖中水生植物种类数量锐减, 鱼喜食的一些植物和类已灭绝。青菱湖渔业利用强度低, 仅在东半部进行 2 a 鱼类粗养试验, 故水生植物生长受到较少影响。1994 年停放鱼苗后, 东半部水生植被得以恢复, 许多乡土种重新在湖区中出现。对青菱湖与黄家湖水生植物区系组成、群落结构、物种丰富度与均匀度、群落分类与生物量及植被分布等进行了对比分析。青菱湖现有水生植物 52 种, 包括一些稀有种和对环境变化敏感的易危种; 群落结构较复杂, 数量特征值和生产力较高。相反, 黄家湖仅有 29 种植物, 且多为广布种; 群落结构简单, 数量特征值和生产力较低。从植物丰富度比较青菱湖的值明显偏高。造成两湖水生植物多样性变化较大的主要原因是人为干扰。

关键词: 青菱湖, 黄家湖, 水生植物, 多样性。

A COMPARATIVE ANALYSIS ON THE SPECIES DIVERSITY OF AQUATIC PLANTS IN QINGLING LAKE AND HUANGJIA LAKE

Yu Dan Kang Hui

(Department of Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan, China, 430072, China)

Xie Ping Chen Yiyu

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan, 430072, China)

Abstract Huangjia Lake and Qingling Lake are two small-sized lakes, located on the south bank of Changjiang (Yangtze) River. The two lakes are about two kilometres apart and 13 kilometres from Wuhan City. The area of Huangjia Lake is 6.9 km² and 1.2 m on average in depth in August. Qingling Lake is 9.7 km² in area and 1.7 m in depth.

Huangjia Lake has a long history of fishculture. With the development of fishery exploita-

- 国家“八·五”重大基础研究项目“中国生物多样性保护生态学基础研究(PD85-31)”的一部分。
- 本工作曾得到杨弘远教授、孙祥钟教授、周娉教授的指导和黄家湖渔场的帮助, 谨此一并致谢。
- 收稿时间: 1995-12-20, 修改稿收到时间: 1996-06-12。

tion, the environment of the lake is destroyed seriously and most of the aquatic plants disappeared. Qingling Lake is separated into two parts and one is used for breeding fish and the other is not interfered. Within the part of Qingling Lake under normal conditions, the majority of plants distributed in the outside of the palisade which is about three fifth of the total are a of the lake. Moreover, only 10 species existed within the palisade because fishculture is intensified in recent years. The plants living outside the palisade are more than those of inside, especially the species of the genus *Trapa* which are rare in the Huangjia Lake. In addition, *Ottelia alismoides*, also distributed outside the Qingling Lake and scattered from the Yun-Gui plateau to Sanjiang Plain, but it has become a rare species in the lakes of the Changjiang River basin.

This paper tries to find out the factors affecting the growth and distribution of aquatic plants. The relationship between the species richness and the structure of community, and the reasons for the aquatic plants disappearance from the lakes. In order to reach these purposes, some corresponding researches have been carried out in the Huangjia Lake and Qingling Lake. The results obtained from the experiments show clearly that the fishery exploitation is the main limiting factor which affect the life of the plants. The species richness is closely related to the structure of the communities.

Key words: Qingling Lake, Huangjia Lake, aquatic plant, biodiversity.

青菱湖和黄家湖是江汉湖群的两个小型湖泊, 位于武汉郊区 13 km 处, 两湖相距 2 km。青菱湖面积 9.7 km² (水位 20.5 m), 容积 1173 · 10⁴ m³, 水深平均 1.7 m; 黄家湖面积 6.9 km², 容积 1352 · 10⁴ m³, 水深平均 1.20 m。青菱湖长 8.5 km, 最宽处 1.5 km; 黄家湖长 4.7 km, 最宽处 3.2 km。

青菱湖和黄家湖所处地区历史上是长江天然洪泛区, 汛期两湖靠沟渠经武泰闸泄洪入江, 但由于客水量大, 沟渠渲泄不畅, 湖区时常受淹, 形成水乡泽国自然景观。1956 年建立陈家山排水闸并治理水患, 提高了两湖的蓄洪能力; 但围湖造田使两湖面积大幅度减少, 青菱湖被围垦 1.9 km², 黄家湖被围垦 2.2 km²。尤其是湖湾和沿岸带被围垦, 使水生植物的适宜生境遭到破坏, 而导致其多样性的丧失^[1]。两湖渔业原处于天养人捕的粗放经营阶段, 50 年代青菱湖平均渔获物为 17.5 kg/hm², 70 年代初黄家湖渔获物为 14 kg/hm², 80 年代初两湖鱼产量依次为 7.5 kg/hm² 和 5 kg/hm²。黄家湖 80 年代中期建立渔场, 集约化养殖使鱼产量达 281.3 kg/hm² (1994)。而青菱湖则相反, 仅 90 年代初在东半部进行鱼类半精养试验, 产量为 210 kg/hm² (1994), 自 1994 年起停止放养鱼类; 西半部未养鱼, 天然鱼产量为 45 kg/hm² (1994)^[1]。两湖湖周无点源污染, 故水质良好, 据 1993 年 7 月调查^[2], 黄家湖中化学耗氧量为 5.59 mg/l, 总氮为 2.11 mg/l, 总磷为 0.038 mg/l; 而青菱湖相应值为 5.03 mg/l, 1.90 mg/l 和 0.025 mg/l; 黄家湖各项值相对高些, 可能与该湖周农田较多有关。由于渔业利用强度的不同, 造成两湖水生植物种类组成有明显差异。为了了

1) 张卓林, 黄家湖和青菱湖鱼类研究(手稿)。2) 刘瑞秋, 黄家湖和青菱湖水质研究(手稿)。

表 1 黄家湖和青菱湖水生植物名录
Table 1 The list of aquatic plants in Lakes Huangjia and Qingling

种类	Species	黄家湖 Huangjia Lake	青菱湖 Qingling Lake	生活型 Life- form	种类	Species	黄家湖 Huangjia Lake	青菱湖 Qingling Lake	生活型 Life- form
水蓼	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	✓	✓	(1)	黑藻	<i>Hydrilla verticillata</i> (L. f.) Royle		✓	(3)
疏忽蓼	<i>P. praeteritum</i> HK. f.	✓	✓	(1)	密刺苦草	<i>Vallisneria spiralis</i> L.	✓	✓	(3)
凤眼莲	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	✓	✓	(2)	小茨藻	<i>Najas minor</i> L.		✓	(3)
莲	<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn.	✓	✓	(1)	芦苇	<i>Phragmites communis</i> Trin.	✓	✓	(1)
雨久花	<i>Monochoria korsakowii</i> Regel. et Maack.	✓	✓	(1)	狭叶香蒲	<i>Typha angustifolia</i> L.	✓	✓	(1)
槐叶苹	<i>Salvinia natans</i> (L.) All.	✓	✓	(2)	水车前	<i>Ottelia alismoides</i> (L.) Pers.		✓	(3)
喜旱 莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Marr.) Griseb.	✓	✓	(2)	水鳖	<i>Hydrocharis dubia</i> (Bl.) Backer	✓	✓	(2)
漂浮菰	<i>Zizania latifolia</i> L.	✓	✓	(1)	大茨藻	<i>Najas murina</i> L.		✓	(3)
稗	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	✓	✓	(1)	大芦	<i>Phragmites australis</i> Trin.		✓	(1)
水 葱	<i>Scirpus tabernaemontani</i> Gmel.	✓	✓	(1)	茭草	<i>Potamogeton crispus</i> L.	✓	✓	(2)
穗状狐尾藻	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	✓	✓	(3)	粗梗水蕨	<i>Ceratopteris pterides</i> (Hook.) Hieron.		✓	(3)
荇 菜	<i>Nymphaeas peltatum</i> (Gmel.) O. Kunze.	✓	✓	(4)	满江红	<i>Azolla imbricata</i> (Roxb.) Nak.		✓	(3)
茶菱	<i>Trapella sinensis</i> Oliver.	✓	✓	(4)	眼子菜	<i>Potamogeton distinctus</i> L.		✓	(4)
苹	<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	✓	✓	(1)	慈菇	<i>Sagittaria trifolia</i> L.		✓	(1)
荻	<i>Miscanthus sacchariflorus</i> Benth. et Hook.	✓	✓	(1)	翅果苦草	<i>Vallisneria spiralis</i> Yan		✓	(2)
苦草	<i>Vallisneria spiralis</i> Hara		✓	(3)	水莎草	<i>Juncellus serotinus</i> (Rottb.) Clarke		✓	(1)
芡	<i>Euryale ferox</i> Salish.	✓	✓	(4)	水毛茛	<i>S. triangulatus</i> Roxb.		✓	(1)
双角菱	<i>Trapa bispinosa</i> Roxb.	✓	✓	(1)	浮萍	<i>Lemna minor</i> L.	✓	✓	(3)
野菱	<i>T. meisa</i> Sieb et Zucc.	✓	✓	(4)	稀脉浮萍	<i>L. perpusilla</i> Torr.	✓	✓	(3)
菱	<i>T. natans</i> L.	✓	✓	(1)	紫萍	<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.	✓	✓	(3)
格菱	<i>T. pseudoncosa</i> Nakai.	✓	✓	(4)	鸭舌草	<i>Monochoria vaginalis</i> (Burm. f.) Presl		✓	(1)
东北菱	<i>T. manshurica</i> Fler.	✓	✓	(4)	金银莲花	<i>Nymphaeas peltica</i> (L.) Kuntze		✓	(4)
耳菱	<i>T. patunna</i> V. Vassil.		✓	(4)	异叶石龙尾	<i>Limnophila heterophylla</i> (Roxb.) Renth.		✓	(2)
冠菱	<i>T. lituanowii</i> V. Vassil.		✓	(4)	细叶狸藻	<i>Utricularia minor</i> L.		✓	(2)
乌菱	<i>T. bicornis</i> Osbeck		✓	(4)					
红菱	<i>T. aornis</i> Nakai		✓	(4)					
狸藻	<i>Utricularia vulgaris</i> L.		✓	(3)					
金鱼藻	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	✓	✓	(3)	合计 Total		29	52	

(1) 挺水 Emergent; (2) 漂浮 Free-drifting; (3) 沉水 Submergent; (4) 浮叶 Floating-leaved

解两湖水生植物区系组成、群落数量特征与生物量的变化, 1993~1995年对两湖水生植物进行了初步研究, 旨在探讨人工干扰对水生植物多样性变化的影响。

1 研究方法

一年每季节中(2、5、8、11月)在青菱湖和黄家湖进行野外采集。在青菱湖设4个样带,

每个样带上均匀布设15个样点;黄家湖设5个样带,每个样带布设12个样点。在各样点上确定2 m × 2 m 样方。统计植物群落的丰富度、均匀度、密度、频度和盖度^[2~4];称量各种植物的鲜重、风干重、及烘干重(80℃烘24 h),再计算群落现存量。植被图的绘制为先确定4种生活型(挺水、漂浮、浮叶、沉水)植物的分布区,再区分各植物群落的边界,以夏季(8月)植物分布为主,兼考虑春季菹草群落和秋季水鳖-凤眼莲群落的分布。

2 结果

2.1 水生植物种类组成与分布

青菱湖有水生植物23科34属52种;黄家湖有16科22属29种(表1)。青菱湖的优势种夏季为菱属(*Trapa*)植物,秋季为凤眼莲(*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.)、水鳖(*Hydricharis dubia* (BL.) Back.)和紫萍(*Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.)等;黄家湖的优势种主要为穗花狐尾藻(*Myriophyllum spicatum* L.)和莲(*Nelumbo nucifera* Gaertn.)等。两湖春季优势种同为菹草(*Potamogeton crispus* L.)。4种生活型的植物在两湖均有分布,且挺水植物最多,浮叶植物次之;黄家湖中沉水植物仅有4种,而青菱湖沉水植物多达13种。

2.2 水生植物群落

2.2.1 种-面积曲线与最小面积 利用巢状取样技术,在青菱湖和黄家湖进行了种-面积统计(图1)。

从图1可看出,青菱湖种-面积曲线在8 m²处出现拐点,最小面积应为8 m²,而黄家湖的曲线的拐点在16 m²处,故最小面积为16 m²,两湖最小面积相差一倍,主要受水生植物丰富度的影响。

2.2.2 水生植物群落的结构 青菱湖与黄家湖水生植物的结构分为水平、垂直与时间格局^[5];水平格局包括群落复合与斑块镶嵌,垂直格局分为层次结构与层片结构,时间格局主要为优势种的替代与群落类型的演变^[6],黄家湖中水生植物群落类型单一,群落复合现象不明显,仅荇菜群落与穗花狐尾藻群落形成几处复合结构。相反,群落复合在青菱湖中较常见,如双角菱-野菱群落与苦草-黑藻群落组成的复合体(complex);这2个群落依水深变化而交替出现,每个复合体的面积达数百平方米(图2)。

斑块镶嵌在黄家湖较少见,仅有的如

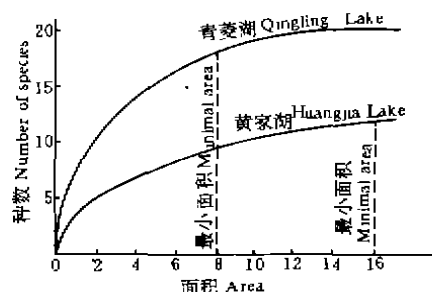


图1 青菱湖和黄家湖植物种-面积曲线

Fig. 1 The species-area curve in the bends of Huangjia Lake and Qingling-Lake

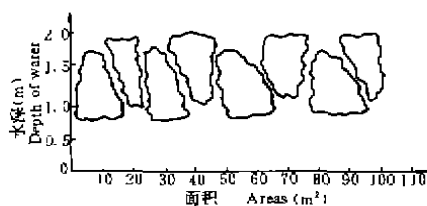


图2 青菱湖水生植物群落复合体

Fig. 2 The complex of plant communities in Qingling Lake

- 1 双角菱-野菱群落 Comm. *T. bispinosus*, *T. incisa*
- 2 苦草-黑藻群落 Comm. *V. rotundifolius*, *H. verticillata*

莲与槐叶苹的镶嵌(mosaic)分布,但斑块(patch)面积多小于 10 m^2 。而青菱湖中斑块镶嵌现象较普遍,如菱与红菱、密齿苦草与金鱼藻、菰与紫萍等,斑块面积多大于 10 m^2 。

层次结构包括水上层、水面层和水下层3个层次,而层片结构则包括挺水、漂浮、浮叶和沉水草本。黄家湖水上层植物较多,青菱湖则水面层植物较多。两湖中均以挺水植物数量为最多(表2)。

时间格局中群落优势种的替代在黄家湖中不明显,因其多为单优群落。而在青菱湖中明显,如菱-红菱群落秋季优势种演变为满江红;菰-槐叶苹群落春末疏忽蓼占优势,夏季菰占优势,秋季雨久花占优势。一年中植物群落类型的演变在黄家湖表现为一次变化过程,即春季群落演变为夏季群落,如菹草群落夏初消失,而穗花狐尾藻群落建成。在青菱湖则表现为2次变化过程,即春季菹草群落→夏季双角菱-野菱群落→秋季水鳖-凤眼莲群落。

表2 青菱湖与黄家湖水生植物群落的垂直结构

Table 2 The synusia and strata of the plant communities in the Huangjia Lake and Qingling-Lake

湖泊 Lakes	层次 Strata						层片 Synusia							
	水上层		水面层		水下层		挺水		漂浮		浮叶		沉水	
	Over water		Water surface		Under water		Emergent		Free drifting		Floating leaved		Submergetn	
	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
黄家湖 Huangjia	13	13	12	11	3	4	11	11	6	6	8	7	3	4
青菱湖 Qinglung	10	18	13	21	9	13	8	16	3	8	12	15	9	13
总计 Total	23	31	25	32	12	17	19	27	9	14	20	22	12	17

2.2.3 水生植物群落的数量特征 植物群落的数量特征包括统计丰富度(植株个体数)、均匀度(占总数的百分比)、密度、频度和盖度(表3,表4)^[7]。黄家湖的各项指标明显低于从两年(1993,1994)的数值比较,黄家湖的各项值以1994年略高,而青菱湖的相应值中,盖度1994年明显增高,但均匀度1994年下降明显,其它项则两年的值相接近。

2.2.4 水生植物群落的分类 根据优势度原则,并结合建群种与附属种的特征,对青菱湖和黄家湖的水生植物群落进行分类,共划分16个群落类型;其中青菱湖共有12个群落类型,除春夏季建成的菹草群落为两湖共有的单优群落外,其余均为混生群落,而黄家湖5个群落类型均为单优群落。

2.2.4.1 青菱湖水生植物群落 双角菱-野菱群落 Comm. *Trapa bispinosa*, *T. incisa*, 菱-红菱群落 Comm. *Trapa natans*, *T. acorns*, 苦草-黑藻群落 Comm. *Vallisneria natans*, *Hydrilla verticillata*, 密齿苦草-金鱼藻群落 Comm. *Vallisneria denseserrulara*, *Ceratophyllum demersum*, 水鳖-凤眼莲群落 Comm. *Hydrocharis dubia*, *Eichhornia crassipes*, 菰-槐叶苹群落 Comm. *Zizania latifolia*, *Salvinia natans*, 稀脉浮萍-紫萍群落 Comm. *Lemna perpusilla*, *Spirodela polyrhiza*, 莲-翅果苦草群落 Comm. *Nelumbo nucifera*, *Vallisneria spirulosa*, 水蓼-鸭舌草群落 Comm. *Polygonum hydropiper*, *Monochoria vaginatus*, 菹草群落 Comm. *Potamogeton crispus*。

表3 黄家湖水生植物群落的数量特征

Table 3 The synthetical features of plant communities in the Huangjia Lake

种类 Species	丰富度 Richness		均匀度 Eveness		密度 Density		频率 Frequency		盖度 Coverage	
	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
<i>Polygonum hydropiper</i>	1	2	0.47	0.82	0.1	0.1	0.1	0.3	0.5	0.6
<i>P. praetermissum</i>	1	1	0.47	0.41	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3
<i>Eichhornia crassipes</i>	3	5	1.42	2.05	0.2	0.3	5.0	7.5	0.3	0.5
<i>Nelumbo nucifera</i>	23	16	10.90	6.55	1.4	1.0	11.2	8.9	3.5	2.7
<i>Monochoria korsakowii</i>	2	1	0.95	0.41	0.1	0.1	4.5	1.5	0.6	0.2
<i>Salvinia natans</i>	17	14	8.06	5.74	1.0	0.0	11.0	9.3	1.0	0.5
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	6	3	2.85	3.69	0.4	0.6	4.2	7.6	1.0	1.2
<i>Zizania latifolia</i>	10	6	4.74	2.46	1.0	0.4	7.5	4.4	2.5	1.9
<i>Echinochloa crus-galli</i>	3	4	1.42	1.64	0.2	0.3	3.5	4.7	0.3	0.3
<i>Scirpus tabernaemontani</i>	2	1	0.95	0.41	0.1	0.1	0.5	0.2	0.3	0.2
<i>Myriophyllum spicatum</i>	44	32	20.85	13.14	2.7	2.0	24.0	21.5	3.5	2.5
<i>Nymphaea peltatum</i>	21	13	9.95	5.32	1.3	0.8	17.3	11.4	2.0	1.4
<i>Trapa sinensis</i>	2	2	0.95	0.82	0.1	0.1	0.6	0.4	0.3	0.2
<i>Hydrocharis dubia</i>	3	7	1.42	2.80	0.2	0.4	1.0	2.3	0.5	1.3
<i>Phragmites communis</i>	2	2	0.95	0.82	0.1	0.1	1.0	1.2	0.1	0.1
<i>Typha angustifolia</i>	2	2	0.95	0.82	0.1	0.1	0.5	0.3	0.2	0.1
<i>Marsilea quadrifolia</i>	2	4	3.32	1.64	0.4	0.3	4.6	3.7	0.8	0.3
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	1	10	0.47	0.41	0.1	0.1	0.3	0.3	0.1	0.1
<i>Vallisneria spiralis</i>	6	3	3.79	1.23	0.5	0.2	3.8	2.1	0.5	0.2
<i>Ceratophyllum demersum</i>	3	4	1.42	1.64	1.5	0.3	15.7	17.2	1.4	1.6
<i>Euryale ferox</i>	1	1	0.47	0.41	0.1	0.1	0.6	0.4	1.0	0.3
<i>Trapa bispinosa</i>	21	12	9.95	4.92	1.3	0.8	15.3	10.8	1.5	1.1
<i>T. meisa</i>	3	0	1.42	0	0.2	0	2.2	0	0.5	0
<i>T. natans</i>	19	7	9.01	2.86	1.3	0.4	14.6	8.3	1.0	0.4
<i>T. pseudonata</i>	6	2	2.85	0.82	0.4	0.1	3.7	1.7	0.5	0.2
<i>Potamogeton crispus</i>	—	93	—	38.11	—	5.8	—	54.5	—	27.5
总计 Total	211	244	100.00	100.00	14.9	15.5	153.0	180.6	24.2	46.8
平均 Average	8.4	9.8	4.00	4.00	0.60	0.62	6.12	7.22	0.97	1.87

表4 青菱湖水生植物群落的数量特征

Table 4 The synthetical features of plant communities in the Qingling Lake

种类 Species	丰富度 Richness		均匀度 Eveness		密度 Density		频率 Frequency		盖度 Coverage	
	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
<i>Polygonum hydropiper</i>	2	11	0.27	0.89	0.2	1.4	1.3	8.2	1.0	3.7
<i>P. praetermissum</i>	13	8	1.73	0.65	1.6	1.0	11.9	9.8	2.0	1.1
<i>Eichhornia crassipes</i>	19	24	2.53	1.94	2.4	3.0	13.0	15.6	2.5	2.9
<i>Nelumbo nucifera</i>	—	37	—	2.99	—	4.6	—	41.7	—	21.4
<i>Monochoria korsakowii</i>	1	3	0.13	0.24	0.1	0.4	0.3	0.3	0.7	—
<i>Salvinia natans</i>	24	46	3.20	3.72	3.0	5.8	13.5	24.2	1.2	2.6
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	8	19	1.07	1.54	1.0	2.4	5.7	13.3	1.0	2.1
<i>Zizania latifolia</i>	31	35	1.13	2.23	3.9	4.4	43.7	37.4	3.5	3.7

(续表4)

种类 Species	丰富度 Richness		均匀度 Evenness		密度 Density		频率 Frequency		盖度 Coverage	
	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
<i>Echinochloa crus-galli</i>	16	23	2.13	1.86	2.0	2.9	11.0	18.1	1.5	1.9
<i>Scirpus tabernaemontani</i>	—	2	—	0.16	—	0.3	—	0.3	—	0.1
<i>Myriophyllum spicatum</i>	34	12	4.53	0.97	8.0	27.6	14.8	1.5	0.6	—
<i>Nymphoides peltata</i>	19	10	3.53	0.81	2.4	1.3	12.6	8.9	2.5	1.8
<i>Trapella sinensis</i>	5	3	0.67	0.24	0.6	0.4	0.1	0.1	1.5	0.9
<i>Hydrocharis dubia</i>	37	31	4.93	2.50	4.6	3.9	29.0	22.7	3.0	2.6
<i>Phragmites communis</i>	—	9	—	0.73	—	0.1	—	5.3	—	0.7
<i>Typha angustifolia</i>	—	4	—	0.32	—	0.5	—	3.1	—	0.5
<i>Marsilea quadrifolia</i>	12	7	1.60	0.57	2.5	0.9	0.8	0.5	1.0	0.8
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	1	1	0.13	0.08	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
<i>Vallisneria denseserrulata</i>	79	53	10.53	4.28	9.9	6.6	48.5	37.9	1.5	1.3
<i>Ceratophyllum demersum</i>	25	17	3.33	1.37	2.9	2.1	10.8	9.2	1.0	0.7
<i>Euryale ferox</i>	—	16	—	1.29	—	2.0	—	17.6	—	17.8
<i>Trapa bispinosa</i>	65	23	8.67	1.86	8.1	2.9	75.0	11.5	5.5	2.4
<i>T. incisa</i>	32	65	4.27	1.21	4.0	1.9	22.1	13.0	2.5	1.9
<i>T. natans</i>	14	9	1.87	0.73	1.7	1.1	10.6	8.4	1.5	0.8
<i>T. pseudoincisa</i>	17	13	2.27	1.05	2.1	1.6	12.8	11.3	1.5	1.1
<i>T. manshurica</i>	15	13	2.00	1.05	1.9	1.6	12.1	9.7	2.0	1.6
<i>T. patanmu</i>	13	6	1.73	0.49	1.6	0.8	10.7	7.3	1.5	0.9
<i>T. litwinowii</i>	2	1	0.27	0.08	0.2	0.1	0.9	0.4	1.0	0.7
<i>T. bicornis</i>	14	10	1.87	0.81	1.7	1.3	11.8	9.9	2.0	1.5
<i>T. acornis</i>	17	12	2.27	0.97	2.1	1.5	21.9	18.7	2.5	1.9
<i>Utricularia vulgaris</i>	5	2	0.67	0.16	0.6	0.3	0.6	0.2	0.2	0.1
<i>Hydrilla verticillata</i>	39	13	5.20	1.05	4.0	1.6	32.4	13.1	1.5	0.4
<i>Vallisneria natans</i>	151	64	20.13	5.17	18.8	8.0	75.6	34.7	2.5	1.3
<i>Najas minor</i>	22	7	2.93	0.57	2.8	0.8	13.7	6.5	1.0	0.3
<i>N. marina</i>	14	3	1.87	0.24	0.7	0.4	11.8	5.1	1.0	0.3
<i>Phragmites australis</i>	2	2	0.27	0.16	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
<i>Ottelia alismoides</i>	2	6	0.27	0.49	0.2	0.8	0.9	1.3	0.3	0.5
<i>Potamogeton crispus</i>	—	127	—	10.26	—	15.8	—	73.7	—	42.5
<i>Ceratopteris pteroides</i>	—	3	—	0.24	—	0.4	—	0.6	—	0.2
<i>Azolla imbricata</i>	—	186	—	15.02	—	23.3	—	86.2	—	4.5
<i>Potamogeton distinctus</i>	—	5	—	0.40	—	0.6	—	0.9	—	0.1
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	0.1	1	—	0.08	—	0.1	—	0.1	—	0.1
<i>Vallisneria spirulosa</i>	—	74	—	5.98	—	9.3	—	44.6	—	5.7
<i>Juncellus serotinus</i>	—	3	—	0.24	—	0.4	—	0.9	—	0.1
<i>Scirpus triangularis</i>	—	2	—	0.16	—	0.3	—	0.4	—	0.1
<i>Lemna perpusilla</i>	—	81	—	6.54	—	10.1	—	37.2	—	5.2
<i>L. minor</i>	—	107	—	8.64	—	13.4	—	51.7	—	7.9
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	—	64	—	5.17	—	8.0	—	39.8	—	11.3
<i>Monechoria vaginalis</i>	—	5	—	0.40	—	0.6	—	1.2	—	0.3
<i>Nymphoides indica</i>	—	5	—	0.40	—	0.6	—	0.9	—	0.2
<i>Limnophila heterophylla</i>	—	2	—	0.16	—	0.3	—	0.3	—	0.1
<i>Utricularia minor</i>	—	3	—	0.24	—	0.4	—	0.2	—	0.1
总计 <i>Total</i>	750	1238	100.00	100.00	96.8	155.7	542.7	791	51.7	163.2
平均 <i>Average</i>	23.53	23.8	3.125	1.923	3.03	2.99	16.96	15.01	1.62	3.17

2.2.4.4 黄家湖水生植物群落 菹草群落 *Comm. Potamogeton crispus*, 双角菱群落 *Comm. Trapa bispinosa*, 荇菜群落 *Comm. Nymphoides peltatum*, 穗花狐尾藻群落 *Comm. Myriophyllum spicatum*, 莲群落 *Comm. Nelumbo nucifera*。

2.2.5 水生植物群落生物量 根据1993~1994两年的测定结果,统计了两湖水生植物群落生物量,从生物量比较,青菱湖的3项重量值均高于黄家湖的相应值(表5)。

表5 青菱湖和黄家湖水生植物群落的生物量

Table 5 The standing crop of plant communities in Qingling Lakes and Huangjia Lakes

湖泊 Lakes	群 落 Communities	鲜重(g/m ²) Fresh weight		风干重(g/m ²) Air-dry weight		烘干重(g/m ²) Oven dry weight	
		1993	1994	1993	1994	1993	1994
青菱湖 Qingling Lake	<i>Trapa bispinosa</i> - <i>T. incisa</i>	2650	2750	586	623	534	577
	<i>T. natans</i> - <i>T. acorns</i>	2310	—	522	—	490	—
	<i>Vallisneria natans</i> - <i>Hydrilla verticillata</i>	1240	1190	428	406	402	379
	<i>V. denserrulata</i> - <i>Ceratophyllum demersum</i>	920	—	321	—	305	—
	<i>Hydrocharis dubia</i> - <i>Eichhornia crassipes</i>	2410	—	935	—	873	—
	<i>Zizania latifolia</i> - <i>Salvinia natans</i>	1950	2050	689	751	612	668
	<i>Euryale ferox</i> - <i>Trapa natans</i>	—	2450	—	617	—	564
	<i>Zizania latifolia</i> - <i>Lemna minor</i>	—	1850	—	658	—	534
	<i>Lemna perpusilla</i> - <i>Spirodela polyrrhiza</i>	—	2250	—	545	—	491
	<i>Nelumbo nucifera</i> - <i>Vallisneria spiralis</i>	—	1760	—	425	—	389
	<i>Polygonum hydropiper</i> - <i>Monochoria vaginatus</i>	—	1950	—	512	—	464
	<i>Potamogeton crispus</i>	—	2780	—	596	—	553
黄家湖 Huangjia Lake	总计 Total	11480	19030	3481	5133	3216	4619
	平均 Average	1913	2114	580	570	536	513
	<i>Trapa bispinosa</i>	350	245	83	55	75	47
	<i>Nymphoides peltatum</i>	190	132	580	29	36	22
	<i>Myriophyllum spicatum</i>	142	113	33	25	29	19
	<i>Nelumbo nucifera</i>	1062	837	244	182	208	159
	<i>Potamogeton crispus</i>	—	2450	—	483	—	441
	总计 Total	1744	3777	401	774	384	688
	平均 Average	436	944	100	194	87	172

2.2.6 水生植被 青菱湖和黄家湖水生植被包括挺水植被、浮叶植被、漂浮植被和沉水植被4个亚型。青菱湖植被覆盖率1993年夏季为51.7%,其中挺水植被占总数18.38%,浮叶植被占46.42%,漂浮植被占14.89%和沉水植被占20.31%(图3, a)。1994年春季和夏季植被覆盖率的累加值达165%(春季为43.5%,夏季为119.7%),挺水植被占21.69%(占夏季盖度的29.54%),浮叶植被占20.65%(占夏季盖度的28.15%),漂浮植被占24.02%(占夏季盖度的32.75%)和沉水植被占33.64%(占夏季盖度的45.86%)(图3, b)。黄家湖1993年夏季盖度为24.2%,其中挺水植被占38.02%、浮叶植被占28.10%、漂浮植被占11.57%和沉水植被占22.31%(图3, c); 1994年春季和夏季的盖度累加值为46.8%(其春季为27.5%,夏季为19.3%),其中挺水植被占14.53%(占夏季盖度的35.23%),浮叶植被占8.7%(占夏季盖度的21.24%),漂浮植被占5.98%(占夏季盖度的14.51%)和沉水植被占68.59%(占夏季盖度的23.83%)(图3, d)。

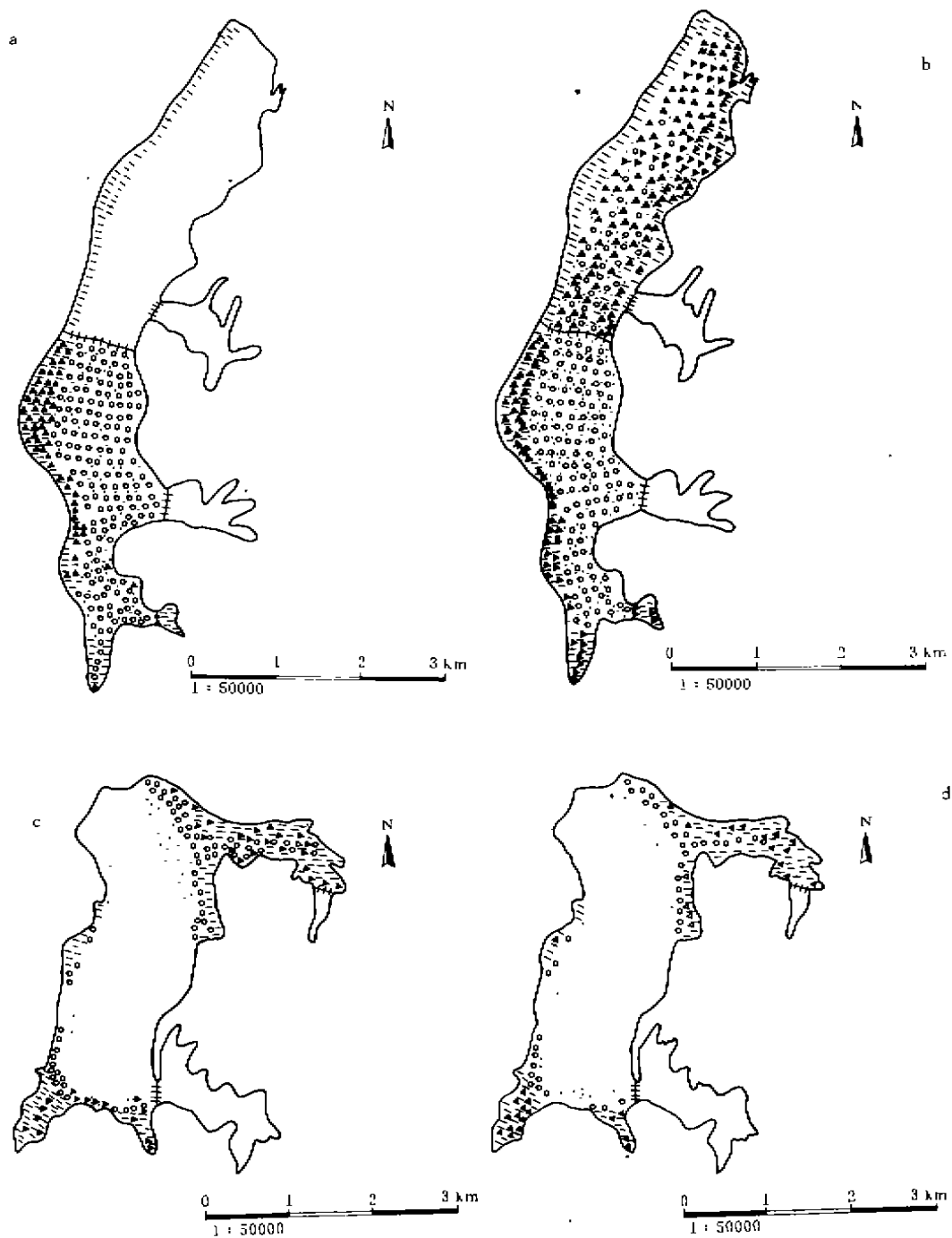


图3 青菱湖和黄家湖水生植被分布图

Fig. 3 The map of aquatic vegetation in Qingling Lake and Huangjia Lake

- 沉水植被 Submergent type ▲ 漂浮植被 Free drifting type
- 浮叶植被 Floating-Leaf type × 挺水植被 Emergent type

3 讨论

3.1 水生植物种类变化及其影响因素

黄家湖与青菱湖为武汉市近郊湖泊,由于渔业利用和人工干扰,两湖水生植物的组成已发生较大变化。如长江中下游湖泊中的主要种类——微齿眼子菜(*Potamogeton maackianus* A. Benn)(黄丝草)在此两湖中已绝迹。黄家湖共有水生植物29种,但大多数以单株或零散分布于湖湾或近岸处,这些种类多为广幅种,对逆境有较强的适应能力,但其中部分种类已成为区域性易危种,随着生活与工业污水的排入及鱼类放养密度的增大,它们的种群数量将会进一步减少,部分种类将从此湖中消失。即便是湖沿岸带现成片或块状分布的莲、菱、荇和穗状狐尾藻群落,其分布区也呈现不断缩小的趋势。

青菱湖现有水生植物52种,1993年前主要种类分布在湖西部围栏外,东部围栏内养鱼面积约占全湖3/5的水面,此区岸边挺水植物带中仅有的10余种,中央敞水区无沉水或浮叶植物,此区渔业利用强度较大,受鱼类捕食压力的影响,一些鱼类喜食性种类已消失,但岸边挺水植物带发育良好。相反围栏外的水域中却生活着较多的植物种类,其中许多种的种群数量较大。尤其是菱属植物在本湖中种类最多和种群数量较大,在长江中下游湖泊中具一定代表性。同时,本湖中现有水车前分布,水车前是一个濒危种类,原广泛分布;现仅在云贵高原、长江中下游和三江平原呈间断分布,在长江中下游湖泊中已属稀有种,其能在青菱湖分布,说明青菱湖受人工干扰相对较少,具有其生存的生境。此外,本湖尚分布有一些稀有和对污染敏感的种类,如粗梗水蕨和异叶石龙尾等,这些种类在黄家湖及江汉湖群大部分湖泊均已消失,因此可证明青菱湖水质良好,人工干扰程度相对较低。

1994青菱湖停止放养鱼类,东部围栏区内植被得以恢复,夏季以莲和双角菱等为优势种,分布在沿岸带至湖心区原来的次生裸地上。植被恢复的种源主要来自底泥中埋藏种子(如苦草属植物),部分是围栏外随水流带入的果实(如菱属)。此期全湖以浮叶植被为主要类型。秋季围栏区内以漂浮植物为主,优势种有凤眼莲、水鳖、紫萍、浮萍和槐叶萍,它们占领夏季优势种类所分布的水体空间,直到12月这些植物才逐渐枯死。这些植物能重新分布主要依靠种子库中潜在种群和休眠芽。对苦草属种子萌发试验,观察到该属植物种子在当年萌发率约在10%~20%,而第2年萌发率可达到30%~50%,第3年萌发率仍达到10%~20%,这种滞后和分期萌发机制能渡过不利环境使植物连续分布该湖中。

3.2 水生植物群落数量特征与生物量的比较分析

水生植物群落的数量特征直接反映组成种类及其在群落建成中的作用大小^[1]。在黄家湖中,由于各种植物的种群数量较少,故各种的频度与密度值均较低,其中莲、槐叶萍、荇、穗状狐尾藻、荇菜、苦草和菱的值相对高些。频度低说明植物分布地段狭小,种群已呈下降趋势,并导致密度值下降^[1],这些种类对环境变化的适应性较弱,尤其在主要养殖区已近绝迹。频度与密度值相对较高的种类,其分布区也收缩到湖沿岸带,或在各湖湾呈不连续的斑块状分布,这与鱼类放养量较大有关。相反,在青菱湖中,许多种类的频度与密度值较高,明显高于黄家湖相应的值,尤其1993年在青菱湖围栏区外,分布的种类更是如此。此湖中1993年频度值较高的种类有菱、密刺苦草、苦草、荇、穗状狐尾藻和黑藻等,其中许多鱼喜食性的种类其种群密度还较大,说明青菱湖生境有利于水生植物的生长和繁殖,尤其一些稀有的濒危植物能存活此湖中更证实了这一点。但围栏内养殖区1993年水生植物受到一定程度的破坏。1994年此区植物种类数目迅速增加,一些以重新分布种类为建

群种的群落广布湖中,其数量特征值亦较大,如莲、水鳖和紫萍等。

青菱湖水生植物群落的生物量明显高于黄家湖的相应值,说明青菱湖水生植物生长环境较好,渔业利用强度不大,虽位于武汉市郊,但由于近年来放养鱼类数量较少,少有点源污染在湖周,使水生植被尚未受到大规模的破坏;相反黄家湖水生植被由于渔业利用过度,在湖中央区已达到毁灭性破坏的程度,仅在湖湾和沿岸带有植物分布,一些鱼类喜食种类生物量锐减或消失。

3.3 水生植物多样性保护与资源持续利用

青菱湖和黄家湖的植被组成、群落数量特征及生物量均有较大差异,而这种变化主要是由于人工放养草食性鱼类所造成的。避免上述现象的主要措施是在两湖中合理放养鱼类,并进行名特优水生植物的养殖,这样既能保护植物资源、又有提高单位水面的经济效益^[6],对于象青菱湖和黄家湖这样的近郊湖泊,应提倡发展湖泊旅游业,在湖中种植赏叶、赏花和赏果植物,如睡莲、莲和荇菜等,结合垂钓和游船提高湖泊观赏价值和整体效应。随着人们生活水平的提高,旅游业具较好发展前景,尤其是城市近郊湖泊已成人们游玩的首选地。除此之外,可考虑水生植物的合理开发,如采摘菱果,种植莲藕和接种茭白等,以使青菱湖中丰富的菱、莲和菰等植物资源能被综合利用;青菱湖中芡分布面积较大,其果实(鸡头米)是中药材,可适当播种芡;浮萍属、眼子菜属、苦草属植物可做家禽畜饲料,可适量在湖周建猪鸭养殖场,将粪肥还湖会促进水生植物的繁殖和生长,对水生植物的这些综合利用还可延缓湖泊沼泽化的进程,这对青菱湖和黄家湖这类浅水小型湖泊尤为重要。对一些稀有植物种类要妥加保护,以此来维持和提高湖泊中生物多样性水平,并使丰富的水生植物资源能被人类持续利用。

参 考 文 献

- 1 黄建辉,韩兴国.生物多样性和生态系统稳定性.生物多样性,1995,3(1):31~37
- 2 马克平.生物群落多样性的测度方法, I: α 多样性的测度方法(上).生物多样性,1994,2(3):162~168
- 3 Grubb P J. The maintenance of species-richness in communities: the importance of the regeneration niche. *Biol. Rev.*, 1977, 52: 107~145
- 4 Kershaw K A. The use of cover and frequency in the detection of pattern in plant communities. *Ecology*, 1957, 38: 291~299
- 5 Hill M D. The intensity of spatial pattern in plant communities. *J. Ecology*, 1973, 61: 221~235
- 6 White P S. Pattern, process and natural disturbance in vegetation. *Biol. Rev.*, 1979, 45: 250~260
- 7 李典谟.生态多样性的度量.生态学杂志,1987,6(4):49~52
- 8 Dunning H J and Willems J H. Diversity models applied to a chalk grassland. *Vegetatio*, 1984, 57: 103~114
- 9 Chen Yuyu and Cui Yibo. Some aspects of biological diversity in freshwater ecosystems. *Chin. Biodiv.*, 1993, 1(1): 46~49