

2009年秋季武汉大东湖北湖水系水生植物调查*

魏 华^{1,3}, 成水平^{1,2**}, 柴培宏^{1,3}, 王燕燕^{1,3}, 郭伟杰^{1,3}, 杨 晓^{1,3}, 吴振斌¹

(1: 中国科学院水生生物研究所淡水生态与生物技术国家重点实验室, 武汉 430072)

(2: 同济大学长江水环境教育部重点实验室, 上海 200092)

(3: 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘 要: 武汉大东湖北湖水系包括北湖、严西湖、严东湖、竹子湖、清潭湖。2009年秋季对北湖水系湖区水生植物调查结果表明, 水生植物分布面积达3.89 km², 占整个水域面积的14.8%, 总现存量(鲜重)为17834.28t; 现有水生植物49种, 隶属于20科36属, 苦草(*Vallisneria spiralis*)、穗花狐尾藻(*Myriophyllum spicatum*)、莲(*Nelumbo nucifera*)等为优势种, 其中苦草为绝对优势种。四种生活型水生植物中, 沉水植物分布面积和现存量占水生植物总量的74.33%和67.25%, 其次是挺水植物, 分别占22.86%和28.43%, 浮叶植物分别占2.79%和4.31%, 漂浮植物的面积和现存量分别占0.02%和0.01%。在整个北湖水系湖泊中, 水生植物集中分布在严东湖、严西湖, 其他湖泊只有少量零星分布。严东湖水生植物比较丰富, 但种类单一, 植物群落结构层次较为简单; 严西湖植物群落结构层次较为复杂, 物种组成比较丰富, 但分布仅局限于沿岸带。与东湖相比, 北湖水系水生植物分布范围相对较广, 但由于围垦、渔业、水质恶化等的影响, 水生植物分布呈下降趋势, 群落结构与功能退化。针对上述情况, 大东湖生态水网工程应尽力保护与恢复北湖水系的水生植物资源。

关键词: 武汉大东湖; 北湖水系; 严东湖; 水生植物

Investigation of aquatic macrophytes in lakes of Beihu Watershed of East Lake area in Wuhan, in the autumn of 2009

WEI Hua^{1,3}, CHENG Shuiping^{1,2}, CHAI Peihong^{1,3}, WANG Yanyan^{1,3}, GUO Weijie^{1,3}, YANG Xiao^{1,3} & WU Zhenbin¹

(1: State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, P. R. China)

(2: Key Laboratory of Yangtze Aquatic Environment, Ministry of Education, Tongji University, Shanghai 200092, P. R. China)

(3: Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, P. R. China)

Abstract: Beihu Watershed of East Lake area, Wuhan, consists of five lakes: Lake Beihu, Lake Yanxi, Lake Yandong, Lake Zhuzi and Lake Qingtan. The aquatic macrophytes were investigated in the lakes of Beihu Watershed in the autumn of 2009. The results showed that the distribution of macrophytes covered an area of 3.89 km², accounting for 14.8% of the whole lake area with a total biomass (fresh weight) of 17834.28t. 49 species of macrophytes were observed, belonging to 36 genera and 20 families, and the dominant species were *Vallisneria spiralis*, *Myriophyllum spicatum*, *Nelumbo nucifera*, etc., while *V. spiralis* was the absolute dominant species. Among the 4 life-type macrophytes, distribution area of submerged plant community was 74.33% of the total area of macrophytes and the standing crop was 67.25% of the macrophytes, which were both dominant, those of the emergent plant community were 22.86% and 28.43%, and floating-leaved plant community were 2.79% and 4.31%, respectively; The percentages of freely floating plant community were 0.02% and 0.01%, respectively. Macrophytes mainly distributed in Lake Yandong and Lake Yanxi and were sparse in other lakes. The submerged macrophytes in Lake Yandong were abundant, while the community structure was simple with few species. Species diversity and community composition varied in Lake Yanxi, whereas the macro-

* 国家水体污染控制与治理科技重大专项项目(2008ZX07316-004)和中国科学院知识创新工程项目(KZCX2-YW-426)联合资助。2010-07-13收稿;2010-11-11收修改稿。魏华,女,1984年生,博士研究生;E-mail: weihua19@163.com.

** 通讯作者; E-mail: shpcheng@yahoo.com.cn.

phytes just distributed near the lake shoreline. Comparing with East Lake, the macrophyte in lakes of Beihu Watershed was more abundant and diversified. But owing to the reclaiming, fishery and deterioration of water quality, the distribution of macrophyte community already showed a tendency to decline, and its structure and function degraded, too. According to the situation, more effort should be taken to protect or restore the macrophyte in the lakes of Beihu Watershed in the Large East Lake Ecological Water-net Engineering Project.

Keywords: East Lake of Wuhan; Beihu Watershed; Lake Yangdong; aquatic macrophytes

水生植物是湖泊生态系统的重要组成部分,常被视为湖泊环境变化的指示物,在维持湖泊生态系统结构和功能方面起到十分重要的作用.它一方面是水生生态系统的初级生产者,是多种鱼类、其他水生动物及腐屑微生物的食物来源;另一方面又能对湖泊水体进行调节,降解各种污染物、改善溶氧状况、提高透明度;挺水植物根系具有较强的穿扎固土能力,还能起到固土护岸作用;此外水生植物能给很多生物提供栖息地,提高生境多样性,增加水生生态系统的空间生态位^[1];在武汉大东湖北湖水系,水生植物在维持湖泊良好生态环境、发挥渔业等生态功能方面具有重要作用,是湖区水产资源品种、产量与质量的保障.然而,近年来由于以围垦、水草打捞、过度渔业为主的人为干扰,北湖水系湖泊水生植物遭到破坏,进而导致湖泊生态系统恶化.本文旨在通过了解大东湖北湖水系的水生植物及群落分布情况,分析湖区水生植物的现状,探讨大东湖水生植物衰败的原因,为水生植物多样性的监测与保护提供信息,为大东湖生态水网生态修复工程提供依据.

1 材料与方法

1.1 研究湖泊的概况

“大东湖”生态水网地处武汉市东部,覆盖武昌区、青山区和洪山区,位于长江南岸,珞珈山以北,区域内涉及东湖、杨春湖、沙湖、严东湖、严西湖、北湖、竹子湖和清潭湖等湖泊,湖泊汇水面积 376 km²,水域总面积 62.5 km²,总库容约 1.2 × 10⁸ m³.按水系划分为东沙湖和北湖两大水系^[2].本文研究的北湖水系位于东沙湖水系的东部,自然汇水面积 198.2 km²,湖泊面积 26.3 km²,水系中的北湖、严西湖、严东湖、竹子湖和清潭湖通过港渠、内湖节制闸、通江涵闸及北湖泵站等水利设施形成了排涝、灌溉和防洪于一体的水利系统.北湖水系的严东湖、严西湖、竹子湖等由于筑路、渔业发展等原因被人为地分割开来.北湖水系是武汉市周边的主要湿地,受益于北湖泵站排水保护的农业面积 68.7 km²、农村及城镇人口 20 万人以及数家大型企业.北湖水系在调节径流、渔业、美化环境方面有着极为重要的作用.

1.2 研究方法

2009 年 8—11 月,对北湖水系湖泊水生植物种类、群落结构、盖度以及生物量进行调查.利用 GPS 和湖泊电子地图,设置调查断面和采样点(图 1),并记录其经纬坐标.在各个采样点,挺水植物、浮叶植物和漂浮植物直接观察记录种类,沉水植物用水下镰刀采集出水后初步鉴定种类,同时对每种植物的花、叶、果实等

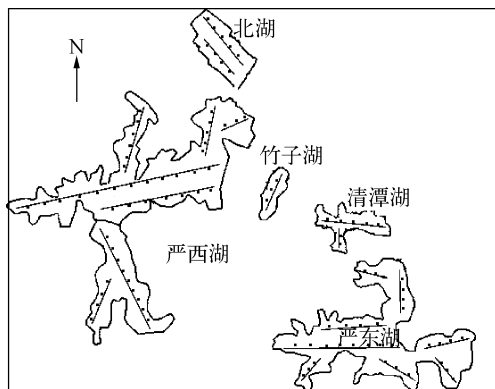


图 1 北湖水系湖区采样点分布图

Fig. 1 Distribution of sampling sites of lakes in Beihu Watershed

特征以及野外生长情况拍照,准确地鉴定水生植物的种、属^[3].对于挺水植物群落,在每一采样点方圆 500 m² 的范围内随机设置 6 个 2 m × 2 m 的样方,对于莲、芦苇、香蒲等单株生物量较大的植物,可估算样方里的植株数目,选取具有代表性的单株植物称取鲜重后计算样方中植物现存量;而对于像喜旱莲子草、水蓼等生物量较小的种类,采集样方内全部植株并称其鲜重,多次测量株高后计算平均值.对于浮叶、漂浮和沉水植物群落,用横截面积为 0.785 m² 的水下镰刀在每一采样点 500 m² 的范围内随机收割 6 次,收割时将植株连根拔起,然后洗净、去除残枝和其他杂质,分别称取各种植物植株的鲜重,并记录其出现频率、覆盖面积和盖度(目测法).根据现存量、出现频率、覆盖面积和盖度等参数计算植物的多度、相对频度、相对现存量

和各种类的优势度,并将优势度最高种类确定为该群落的优势种^[4].各指标计算方法如下:(1)多度采用目测估计法,通用的德氏(Drude)多度制为:Soc(Sociales)代表植株密闭,形成背景;Cop₃(Copiosae₃)代表植株很多;Cop₂(Copiosae₂)代表植株多;Cop₁(Copiosae₁)代表植株尚多;Sp(Sparsae)代表植株不多,散布;Sol(Solitariae)代表植株很少,偶见;Un(Unicum)代表仅单一个体;(2)相对频度(RF) = 该种的频度/所有物种频度之和;(3)相对现存量(RS) = 该种的现存量/群落中所有种现存量之和;(4)优势度(DV) = (RF + RS) × 100% / 2.除了植物的现存量等指标外,同时对各样点的生境因子进行记录,测定的指标包括:水深、透明度和 pH 值,其中水深和透明度的测定采用 Secchi 盘法,pH 值用玻璃电极法测定.根据各断面和样点植物种类、群落结构、优势种和生物量数据,按优势种原则,对北湖水系湖区进行植被类型划分,根据 GPS 数据和植物统计数据用 AutoCAD 软件绘制水生植物分布图.

2 结果

2.1 水生植物组成

2009 年调查结果表明,北湖水系整个湖区内共有水生植物 49 种(表 1),隶属 20 科 36 属.挺水植物种类最多,共 32 种,占总种数的 65.3%,其中以禾本科的种数为主,整个湖区分布有 14 种,其次是蓼科和莎草科,均有 5 种;沉水植物有 8 种,占总种数的 16.3%;漂浮植物 3 种,占总种数的 6.1%;浮叶植物 6 种,占总种数的 12.2%.大多数物种只分布在严西湖,各种植物分布情况不一,各种类中多度等级最大的是香蒲、苦草、穗花狐尾藻和莲.大多数种类以成片、块状或零散分布于湖湾或近岸处,这些种类多为广布种,对逆境有较强的适应能力.整个湖区大部分植物都处在花果期.

2.2 主要水生植物群落类型及其生境概况

根据水生植物组成种类,群落空间结构及生态环境,按优势种原则,对北湖水系湖区进行植被类型划分(图 2,表 1).

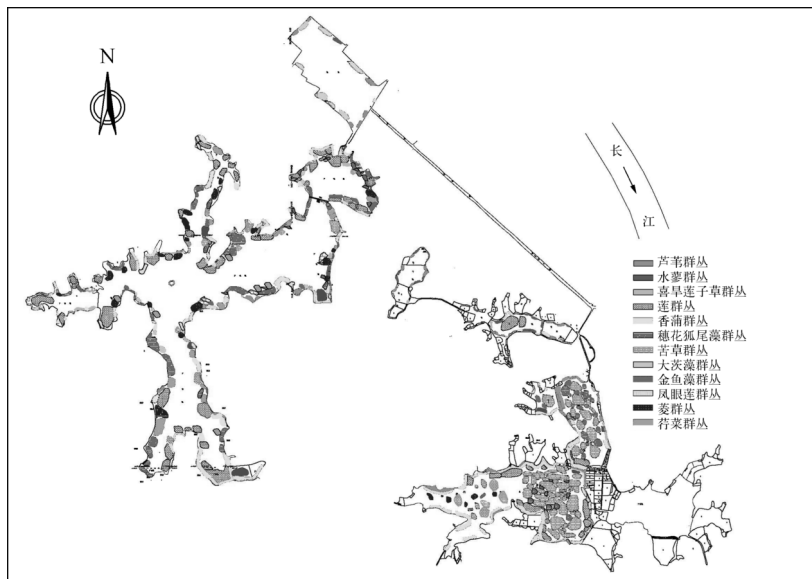


图 2 北湖水系湖区植物分布

Fig. 2 Distribution of aquatic plants of lakes in Beihu Watershed

挺水植物主要植被类型有:芦苇群丛、香蒲群丛、莲群丛、喜旱莲子草群丛、水蓼群丛.芦苇群丛多以单一物种芦苇出现,高 2-3m,分布在湖岸滩涂湿地以及小岛上,常出现在香蒲群丛后面.香蒲群丛每个湖泊都有分布,其盖度 20%-90% 不等;在严西湖,香蒲群丛片状分散分布,主要分布在沿岸带及湖湾末梢浅水区,优势种为香蒲,伴生有少量的芦苇;在严东湖,香蒲和芦苇两者杂合镶嵌分布,组成湖岸挺水植物带,宽

表 1 北湖水系水生植物物种组成

Tab. 1 The composition of macrophytes in the lakes of Beihu Watershed

植物种名	科属名	物候期	多度
蔗草 <i>Scirpus trigueter</i>	莎草科 Cyperaceae 蔗草属	花果期	Sp
砖子苗 <i>Mariscus sumatrensis</i>	莎草科 Cyperaceae 砖子苗属	花果期	Sp
香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	莎草科 Cyperaceae 莎草属	营养期	Sol
异型莎草 <i>Cyperus difformis</i>	莎草科 Cyperaceae 莎草属	花果期	Sol
苔草 <i>Carex tristachya</i>	莎草科 Cyperaceae 苔草属	营养期	Sol
水蓼 <i>Polygonum hydropiper</i>	蓼科 Polygonaceae 蓼属	花果期	Cop ₂
两栖蓼 <i>Polygonum amphibium</i>	蓼科 Polygonaceae 蓼属	花期	Sp
早苗蓼 <i>Polygonum lapathifolium</i>	蓼科 Polygonaceae 蓼属	花期	Sp
红蓼 <i>Polygonum orientale</i>	蓼科 Polygonaceae 蓼属	花期	Cop ₁
羊蹄 <i>Rumex japonicus</i>	蓼科 Polygonaceae 酸模属	花果期	Sp
千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>	禾本科 Gramineae 千金子属	花果期	Sp
李氏禾 <i>Leersia hexandra</i>	禾本科 Gramineae 假稻属	花果期	Sp
荻 <i>Triarhena sachariflora</i>	禾本科 Gramineae 荻属	花果期	Sp
芦苇 <i>Phragmites australis</i>	禾本科 Gramineae 芦苇属	花果期	Cop
稗 <i>Echinochloa crusgallia</i>	禾本科 Gramineae 稗属	花果期	Sp
长芒稗 <i>Echinochloa caudata</i>	禾本科 Gramineae 稗属	花果期	Sp
光头稗 <i>Echinochloa colonum</i>	禾本科 Gramineae 稗属	花果期	Sol
甜茅 <i>Glyceria acutiflora</i>	禾本科 Gramineae 甜茅属	花果期	Sp
白茅 <i>Imperata cylindrica</i>	禾本科 Gramineae 白茅属	花果期	Sol
菰 <i>Zizania caduciflora</i>	禾本科 Gramineae 菰属	花果期	Sp
金色狗尾草 <i>Setaria glauca</i>	禾本科 Gramineae 狗尾草属	花果期	Sol
大狗尾草 <i>Setaria faberii</i> Herrm	禾本科 Gramineae 狗尾草属	花果期	Sol
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	禾本科 Gramineae 狗尾草属	花果期	Sol
水稻 <i>Oryza sativa</i>	禾本科 Gramineae 稻属	花果期	Sol
香蒲 <i>Typha angustifolia</i>	香蒲科 Typhaceae 香蒲属	花果期	Soc
喜旱莲子草 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	苋科 Amaranthaceae 莲子草属	花期	Cop ₁
莲子草 <i>Alternanthera sessilis</i>	苋科 Amaranthaceae 莲子草属	花期	Sol
慈菇 <i>Sagittaria sagittifolia</i>	泽泻科 Alismataceae 慈菇属	花果期	Sol
莲 <i>Nelumbo nucifera</i>	睡莲科 Nymphaeaceae 莲属	花果期	Soc
天胡荽 <i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>	伞形科 Umbelliferae 天胡荽属	营养期	Sol
水芹 <i>Oenanthe javanica</i>	伞形科 Umbelliferae 水芹菜属	花期	Sp
鳢肠 <i>Eclipta prostrata</i>	菊科 Compositae 鳢肠属	花果期	Sol
荇菜 <i>Nymphoides peltatum</i>	龙胆科 Gentianaceae 荇菜属	花果期	Cop ₃
菱 <i>Trapa bispinosa</i>	菱科 Hydrocharitaceae 菱属	花果期	Cop ₃
野菱 <i>Trapa incisa</i>	菱科 Hydrocharitaceae 菱属	花果期	Cop ₃
四角菱 <i>Trapa natans</i>	菱科 Hydrocharitaceae 菱属	花果期	Cop ₃
水蕹菜 <i>Ipomoea aquatica</i>	旋花科 Convolvulaceae 牵牛属	花期	Un
凤眼莲 <i>Eichhornia crassipes</i>	雨久花科 Pontederiaceae 凤眼莲属	花果期	Sol
青萍 <i>Lemna minor</i>	苹科 Marsileaceae 青萍属	花果期	Sol
槐叶萍 <i>Salvinia natans</i>	槐叶萍科 Salviniaceae 槐叶萍属	营养期	Sol
穗花狐尾藻 <i>Myriophyllum spicatum</i>	小二仙草科 Haloragidaceae 狐尾藻属	花果期	Soc
马来眼子菜 <i>Potamogeton malaianus</i>	眼子菜科 Potamogetonaceae 眼子菜属	花果期	Sol
菹草 <i>Potamogeton crispus</i>	眼子菜科 Potamogetonaceae 眼子菜属	营养期	Sol
大茨藻 <i>Najas marina</i>	茨藻科 Najadaceae 茨藻属	营养期	Cop ₃
水鳖 <i>Hydrocharis dubia</i>	水鳖科 Hydrocharitaceae 水鳖属	花果期	Sp
轮叶黑藻 <i>Hydrilla verticillata</i>	水鳖科 Hydrocharitaceae 黑藻属	营养期	Un
苦草 <i>Vallisneria spiralis</i>	水鳖科 Hydrocharitaceae 苦草属	花果期	Soc
密齿苦草 <i>Vallisneria denseserrulata</i>	水鳖科 Hydrocharitaceae 苦草属	花果期	Cop ₂
金鱼藻 <i>Ceratophyllum demersum</i>	金鱼藻科 Ceratophyllaceae 金鱼藻属	营养期	Cop ₃

5-100m, 植株茂盛高大, 植株高 1.5-3m, 分布密度最高达 80 株/m², 生长在水深 0.1-0.6m 的区域. 莲群丛以优势种莲组成挺水植物群落, 主要生长在沿岸带 pH 为 7.07-9.37 的水域(表 2), 在严西湖、清潭湖分布至湖心, 呈大片集群分布, 淤泥底质, 偶尔伴生有菱、水鳖等浮叶植物和穗花狐尾藻、金鱼藻等沉水植物; 挺水叶覆盖度高达 80%-100%, 浮水叶覆盖度达 50%, 往往形成香蒲-莲两种植物群丛构成的植物群落带. 喜旱莲子草多生长于岸边, 呈漂浮状群丛, 伴生种类很多, 有水鳖、菱、槐叶萍、菰等. 水蓼群丛主要组成物种有水蓼、两栖蓼、旱苗蓼、红蓼等, 伴生物种主要为禾本科的植物.

浮叶植物主要植被类型有: 菱群丛、荇菜群丛. 菱群丛优势种为菱, 聚集成大片状或斑块状覆盖在水面, 偶尔散布在莲叶间; 主要生长在沿岸带 1m 左右水深, pH 为 6.98-7.06 的区域, 菱群落生长很茂盛, 盖度 70%-95%, 其水下光照很弱, 在有菱群落覆盖的水下很少有沉水植物, 偶见狐尾藻、大茨藻等; 在严西湖沿岸常零星出现, 与槐叶萍、水鳖、水花生等伴生, 在严东湖呈点状零星分布, 尚未形成群落的规模. 荇菜群丛在严西湖成片集群覆盖于水面, 生长在 pH 为 7.01-7.11 的浅水区(表 2), 单独生长或与菱伴生, 覆盖度很高, 偶尔伴生有金鱼藻、狐尾藻、苦草等.

漂浮植物分布面积很小, 有槐叶萍、青萍、凤眼莲等, 主要呈小片状或零星分布于湖湾, 凤眼莲在北湖湖湾呈浮岛状分布.

沉水植物主要植物类型有: 苦草群丛、穗花狐尾藻群丛、金鱼藻群丛、大茨藻群丛. 苦草群丛为严东湖优势群落, 全湖均有分布, 大部分为单优群落, 部分伴生有狐尾藻, 群落外貌绿色; 在严西湖沿岸带苦草群丛有少量分布, 群落外貌为墨绿色. 穗花狐尾藻群丛在严东湖多与苦草伴生, 生长于水深 1.0-1.8m 的区域, 群落外貌呈青绿色; 在严西湖边缘呈带状分布, 全湖沿岸带均有分布, 生于水深 0.4-1.0m 的浅水区, 群落外貌呈绿褐色, 盖度 20%-50%, 优势种为穗花狐尾藻, 多丛生, 通常与荇菜伴生, 偶尔形成单独群落; 在严西湖排污口等水体混浊处也有分布, 具有较强的耐污性. 金鱼藻群丛集中分布在严西湖大桥右岸 pH 为 7.06-7.23 的浅水区, 生长在水下, 呈团块状分布, 大部分为单一群落, 其上偶尔覆盖有荇菜, 少数与穗花狐尾藻、苦草伴生. 大茨藻群丛只生长在严西湖, 呈团状分布在 pH 为 7.12-7.43 的水域(表 2), 群落外貌呈褐色, 常与穗花狐尾藻、金鱼藻伴生.

表 2 北湖水系水生植物主要群丛类型生境概况

Tab. 2 The habitat profiles of main association types in macrophyte communities in the lakes of Beihu Watershed

植被类型	盖度 (%)	高度 (cm)	水深 (cm)	透明度 (cm)	pH
莲群丛	50-100	40-150	20-80	20-80	7.07-9.37
香蒲群丛	20-90	50-300	10-60	10-60	7.27-9.36
菱群丛	70-95	60-100	60-110	15-60	6.98-7.06
荇菜群丛	30-90	60-100	10-90	10-40	7.01-7.11
穗花狐尾藻群丛	10-40	60-120	40-100	14-165	6.94-7.16
金鱼藻群丛	5-40	60-110	20-110	20-70	7.06-7.23
茨藻群丛	5-40	60-100	20-85	20-65	7.12-7.43
苦草群丛	10-100	10-180	20-200	20-185	7.17-9.32

2.3 水生植物群落数量特征

整个湖区水生植物面积达 3.89km², 现存量(鲜重)为 17834.28t, 整个湖区莲、菱等挺水植物和浮叶植物 5838t, 有饵料价值的沉水植物和漂浮植物可达 11996t. 沉水植物分布面积占总植被面积的 74.33%, 挺水植物和浮叶植物分别为 22.86% 和 2.79%, 漂浮植物在湖区零星分布, 只占总面积的 0.02%. 由于各生活型物种的单位面积现存量有很大差异, 挺水植物和浮叶植物现存量的比率高于其面积百分比, 分别为 28.43% 和 4.31%, 沉水植物和漂浮植物现存量比率均低于其面积百分比, 分别为 67.25% 和 0.01%, 漂浮植物现存量比率为 0.01%. 从分布面积和现存量来看, 沉水植物是北湖水系的优势植物类群, 其面积和现存量百分比都占绝对优势, 远远超过其他三种生活型(表 3).

表3 北湖水系主要水生植物群丛面积与现存量(鲜重)分布

Tab. 3 Percentages of the association area and standing crop(fresh weight) in the total vegetation area and standing crop of the lakes of Beihu Watershed

生活型	群丛类型	现存量(t)	占总现存量百分比(%)	单位面积现存量(kg/m ²)	分布面积(m ²)	占植被总面积百分比(%)
挺水植物	香蒲群丛	1941.96	10.89	9.80	198240	5.10
	莲群丛	3099.07	17.38	4.54	683216	17.57
	喜旱莲子草群丛	6.05	0.03	2.09	2890	0.07
	水蓼群丛	6.01	0.03	3.57	1685	0.04
	芦苇群丛	16.89	0.09	5.89	2870	0.07
	小计	5069.98	28.43	-	888901	22.86
浮叶植物	菱群丛	704.52	3.95	8.22	85760	2.21
	荇菜群丛	63.51	0.36	2.78	22846	0.59
	小计	768.03	4.31	-	108606	2.79
漂浮植物	凤眼莲群丛	1.86	0.01	2.96	630	0.02
沉水植物	苦草群丛	8684.74	48.70	4.55	3597898	49.09
	大茨藻群丛	41.34	0.23	6.98	5923	0.15
	穗花狐尾藻群丛	3246.87	18.21	3.34	1417562	25.00
	金鱼藻群丛	21.45	0.12	5.86	3660	0.09
	小计	11994.40	67.25	-	2890435	74.33
合计	17834.28	100.00	-	3888572	100.00	

表4 北湖水系典型水生植物群落数量特征

Tab. 4 The quantitative attribute of the typical aquatic macrophyte's association types in the lakes of Beihu Watershed

群丛类型	相对频度(%)	相对现存量(%)	优势度指数(%)
苦草群丛			
苦草	77.5	71.7	74.6
穗花狐尾藻	22.5	28.3	25.4
穗花狐尾藻群丛			
穗花狐尾藻	50.0	41.6	46.4
苦草	5.6	4.8	5.2
大茨藻	26.8	35.3	31.0
金鱼藻	16.6	18.3	17.4
菱群丛			
菱	79.0	91.7	85.3
荇菜	21.0	8.3	14.7

在整个北湖水系湖区水生植物中,苦草、穗花狐尾藻、莲是优势种,其中苦草是绝对优势种.在挺水植物中,莲群丛的分布面积最大,因其是北湖水系湖区重要的水产经济作物而大量种植;而在沉水植物中,苦草群丛的面积最大,其次是穗花狐尾藻群丛.在浮叶植物中,菱角群丛的面积较大;这种分布格局的形成与其繁殖对策是相关的.苦草是沉水植物中繁殖能力很强的种类,它的地下茎具有很强的繁殖能力,另外苦草的种子萌发率高达90%以上,这比大多数种子发芽率极低的种类明显具有优势^[5].由于莲群丛受人为影响较大,且群丛组成的种类很简单,对苦草群丛、穗花狐尾藻群丛、菱群丛等组成种类较为复杂的群丛进行了优势度分析.其中苦草群丛主要是分布在严东湖,植物种类有苦草和穗花狐尾藻两种,苦草优势度指数高达74.6%.穗花狐尾藻群丛主要分布在严西湖,其组成种类比较丰富,主要有穗花狐尾藻、苦草、大茨藻、金鱼藻,各物种的优势度指数分别为46.4%、5.2%、31.0%、17.4%.菱群丛绝大部分分布在严西湖,主要由菱和荇菜组成,优势度指数分别为85.3%和14.7%(表4).

3 讨论

本次调查研究显示整个北湖水系湖区水生植物占整个水域面积的14.8%,集中分布在严东湖和严西湖.挺水植物在每个湖区均有生长,沉水植物只生长在严东湖、严西湖、清潭湖.严东湖的水生植物带状分布特征不明显,并且在三个子湖中分布差异很大,朱仓湖和阳雀湖两个子湖的敞水区水体透明度极高,为沉水植物生长提供了良好的光照条件,因此沉水植物现存量很丰富;而龙角湖湖区未见水生植物.严西湖植物随水深度变化而呈环带状分布,分布区域仅限于沿岸带,水生植物种类丰富,群落结构层次较为复杂.严西湖

挺水植物主要为香蒲和莲, 芦苇、水蓼、喜旱莲子草等偶尔出现。漂浮植物主要有槐叶萍、凤眼莲、浮萍等, 分布在浅水区尤其是在避风静止的水面上。浮叶植物群落类型中, 有菱、水鳖、荇菜, 尤以菱、荇菜为多见。在沉水植物群落类型中, 穗花狐尾藻、苦草、金鱼藻、大茨藻比较常见。这种分布格局与诸多因素有关, 除了水深与透明度等条件外, 风浪及湖形对水生植物生长和分布也是一个非常重要的因素。菱、荇菜、苦草等有一定的风浪适应能力, 往往生长在风浪相对较大的滨岸水域或分布在水生植被的外沿; 而菹草、黑藻喜缓流、静水环境, 偶见在严西湖大桥左右岸。菹草零星分布于风浪较小、水深 0.05 - 0.2m 的浅水湖湾中。凤眼莲、水鳖等零星出现在利于其生长和繁殖的山谷缓坡型湖滨带和居民区。

北湖水系是大东湖区域的组成部分, 通过比较研究东湖的水生植物状况^[6]可知, 北湖水系水生植物分布的面积是东湖水生植物分布面积的 19.3 倍, 水生植物占整个水域面积百分比是东湖的 21.1 倍, 现存量(鲜重)是东湖水生植物的 15.7 倍。可见北湖水系湖泊水生植物资源分布面积和现存量都远远超过东湖。从水生植物种类组成来看, 北湖水系各种生活型水生植物种类组成比例, 依次是挺水植物 > 沉水植物 > 浮叶根生植物 > 漂浮植物, 与东湖 1957 - 2003 年的水生植物生活型结果相一致^[7]。这是由于北湖水系生态环境相对较好, 相比东湖而言, 离市区较远, 受人为干扰较少, 污染比较轻。因此目前水生植物相对丰富, 群落结构也比较复杂。

从东湖生态环境的演变来看, 随着湖泊周边的开发利用, 排污的增加, 水质的恶化, 鱼类放养量的增加特别是草食性鱼类的过度啃食, 使水生植物群落结构遭到破坏, 资源逐步枯竭^[8-9]。北湖水系兼有蓄洪、灌溉、水产和环境的多种功能, 但近年来也正遭受着威胁, 问题严峻, 主要表现在以下三个方面:

(1) 围垦过度, 水域面积大幅度减少, 湿地功能退化, 降低了自我调节能力^[10]。调查发现北湖因湖面不断缩小、湖床淤泥不断抬高已趋于沼泽化, 一些湖泊功能丧失。

(2) 养殖作业破坏水生植物。严东湖、严西湖过度围网养鱼。围网具有阻滞风浪和水流的作用, 这不利于污染物的扩散, 并减轻了围网周围的风浪冲刷强度, 水体流动自净作用减弱, 导致喜流水环境的马来眼子菜生长发育不好, 植株矮小, 而喜静态环境、耐污染、再生能力强的穗花狐尾藻布满整个沿岸带; 大拖网捕捞、渔船行驶导致水面很多区域浮着连根翻起的苦草、菹草、金鱼藻和马来眼子菜等沉水植物, 可见鱼类养殖作业等已对水生植物造成破坏。草食性鱼类是湖区水生植物多样性最主要的威胁之一。陈洪达等^[11]研究表明当草鱼摄食强度超过植物再生能力时, 会改变水生植被原有组成及分布, 甚至会导致水生植物的毁灭。东湖鱼类的啃食导致微齿眼子菜(*Potamogeton maackianus*)绝迹^[12]。为了防止北湖水系湖泊水生植物多样性进一步减少, 有必要根据其当年水草的生物量大小决定草食性鱼类的放养量, 定期对其水生植物多样性进行调查, 掌握水生植物现存量动态, 采取合理措施加以保护和恢复。

(3) 水质恶化。据武汉市 2009 年环境状况公报^[13], 严西湖、严东湖为Ⅳ类水体, 北湖为劣Ⅴ类水体。在严西湖沿岸发现多个排污口, 生活污水直接排放。暴雨径流使周边陆地大量的面源污染物入湖。污染物以及大量悬浮颗粒导致水体透明度很低, 沉水植物进行光合作用所需的光照条件在深水中得不到满足, 水生植物只分布在浅水中。已有许多研究表明, 水生植物种群数量会受到水深和透明度的影响^[5, 7], 例如, 梁彦龄等^[14]研究保安湖大型水生植物生物量与水深及透明度的关系时指出, 当水深和透明度比值长时间超出 2.50 时, 主要水生植物将不能生存。本次调查结果发现严西湖所有的水生植物都只分布在小于 1m 左右水深的沿岸区内, 因为在水深超过 1m 的区域, 水深和透明度比值已超出 2.50, 在 3.45 - 7.12 范围内变动。而在严东湖, 其透明度可占平均水深的 95% 以上, 因此在水深超过 1m 的区域仍有大量的苦草和穗花狐尾藻; 同时, 水中的悬浮物易附着在沉水植物的叶片上, 产生的遮蔽作用会造成水生植物的隐退^[15]; 其次, 随着污水的排放、扩散, 大量好氧有机物的进入导致湖水缺氧, 迫使沉水植物窒息死亡, 无机毒物还会干扰植物必需组分的合成和生理代谢过程; 另外, 水中大量的浮游植物导致湖泊养份循环加快, 不利于沉水植物扎根以及种子的萌芽^[16]。

4 结论

(1) 北湖水系水生植物在各湖区分布极不平衡, 大部分植物分布在严西湖、严东湖, 其他湖泊由于湖形限制、受渔业生产等人为了干扰较大, 水生植物分布很少。

(2) 从东湖水生植物逐步减少的历程来看,目前北湖水系湖区面临与东湖 1990s 类似的危险:围湖造田、投饵养殖污染,围网养殖废水、生活污水直接排放,面源污染等,导致湖泊自净能力下降,水质恶化,并引起水生植物退化。

(3) 针对上述情况,在大东湖生态水网构建工程中,应对严东湖的朱仓湖、阳雀湖水生植物加以保护和利用,提高其多样性。对严东湖的龙角湖、严西湖、竹子湖、清潭湖、北湖等湖泊应大力开展水生植物修复,合理规划围网养殖面积和布局,防止全湖和局部性环境恶化和植被的退化。

致谢:衷心感谢刘保元、马剑敏、李今教授和左进城博士给予水生植物调查与鉴定工作上的建议和大力帮助;感谢课题组其他成员的支持。

5 参考文献

- [1] Vereecken H, Baetens J, Viaene P *et al.* Ecological management of aquatic plants: effects in lowland streams. *Hydrobiologia*, 2006, **570**: 205-210.
- [2] 董雅洁,梅亚东.“大东湖”生态水网构建工程对湖泊生态系统服务功能的影响. *环境科学与管理*, 2007, **32**(12): 38-41.
- [3] 陈洪达. 武汉东湖水生维管束植物群落的结构与动态. *海洋与湖沼*, 1980, **11**(3): 275-283.
- [4] 崔心红,陈家宽,李 伟. 长江中下游湖泊水生植被调查方法. *武汉植物学研究*, 1999, **17**(4): 357-36.
- [5] Håkanson L, Boulion VV. Empirical and dynamical models to predict the cover, biomass and production of macrophytes in lakes. *Ecological Modelling*, 2002, **151**: 213-243.
- [6] 简永兴,王建波,何国庆等. 湖北省海口湖、太白湖与武山湖水生植物多样性的比较研究. *生态学报*, 2001, **21**(1): 1815-1824.
- [7] Wang HZ, Wang HJ, Liang XM *et al.* Empirical modeling of submersed macrophytes in Yangtze lakes. *Ecological Modelling*, 2005, **188**(2-4): 483-491.
- [8] 陈洪达,何楚华. 武昌东湖水生维管束植物的生物量及其在渔业上的合理利用问题. *水生生物学集刊*, 1975, **5**(3): 411-419.
- [9] 张良轶,韦进宝. 武汉东湖的污染现状与可持续发展对策. *武汉大学学报*, 1998, **44**(6): 665-668.
- [10] 许文杰,陈为国. 东昌湖生态系统服务功能及其影响因子分析. *环境科学与管理*, 2006, **31**(8): 117-119.
- [11] 陈洪达. 养鱼对武汉东湖生态系的影响. *水生生物学报*, 1989, **13**(4): 359-368.
- [12] 严国安,任 南,马剑敏等. 武汉东湖水生植被及其恢复途径探讨. *植物资源与环境*, 1995, **4**(3): 21-27.
- [13] 武汉市环境保护局. 2009 年武汉市环境状况公报, 2010.
- [14] 梁彦龄,刘伏泉. 草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理(一). 北京: 科学出版社, 1995: 335.
- [15] Sand-Jensen K, Borum J. Epiphyte shading and its effect on photosynthesis and diel metabolism of *Lobelia dortmanna* L. during the spring bloom in a Danish lake. *Aquatic Botany*, 1984, **20**: 109-119.
- [16] Phillipps GL, Eminson D, Moss B. A mechanism to account for macrophyte decline in progressively eutrophicated freshwaters. *Aquatic Botany*, 1978, **4**: 103-126.