

肇庆星湖国家湿地公园湿地植物群落物种多样性研究^{*}

胡喻华 刘锡辉 谭志权 屈 明 郭盛才

(广东省林业调查规划院, 广东 广州 510520)

摘要 通过样地调查, 对星湖国家湿地公园湿地植物群落物种多样性进行分析, 结果表明: 样地有湿地植物 22 科 31 属 34 种, 其中蕨类植物 2 种, 裸子植物 1 种, 被子植物 31 种; 21 个样地内草本层平均有 3.14 ± 1.56 个物种, Shannon-Wiener 指数 (H')、Simpson 指数 (D) 和 Pielou 均匀度指数 (J) 分别为 3.305 1、0.042 6、0.945 2; 不同植被型组草本层物种丰富度 (S) 表现为: 草丛湿地 > 浅水植物湿地 > 针叶林湿地; H' 表现为: 浅水植物湿地 > 草丛湿地 > 针叶林湿地; D 表现为: 针叶林湿地 > 浅水植物湿地 > 草丛湿地; J 表现为: 针叶林湿地 > 草丛湿地 > 浅水植物湿地。优势湿地植物群系有落羽杉 *Taxodium distichum* 群系、李氏禾 *Leersia hexandra* 群系、铺地黍 *Panicum repens* 群系、竹节草 *Chrysopogon aciculatus* 群系、虾钳菜 *Alternanthera sessilis* 群系、密刺苦草 *Vallisneria denseserrulata* 群系、金鱼藻 *Ceratophyllum demersum* 群系、莲 *Nelumbo nucifera* 群系。保护好现有各类型的生境和植物群落, 有利于湿地公园生态系统的稳定和可持续。

关键词 肇庆星湖; 植物群落; 物种多样性指数

中图分类号: Q948 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2020) 06-0080-08

Study on Wetland Plants Communities Species Diversity in Zhaoqing Xinghu National Wetland Park

HU Yuhua LIU Xihui TAN Zhiquan QU Ming GUO Shengcai

(Guangdong Province Forestry Surveying and Planning Institute, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

Abstract By sample-plot survey, species diversity indexes of wetland plants communities in Zhaoqing Xinghu national wetland park were analysed. The results showed that there were 22 families, 31 genera and 34 species of wetland plants in sample plot, including 2 species of ferns, 1 species of gymnosperms, 31 species of angiosperms; there were 3.14 ± 1.56 species of herb layers in 21 sample plot on average; the index number of Shannon-Wiener (H'), Simpson (D) and Pielou (J) were 3.305 1, 0.042 6 and 0.945 2 respectively. Species richness level of herb layer in different vegetation type groups: grass wetland > shallow-water plant wetland > coniferous wetland. H' index number: shallow-water plant wetland > grass wetland > coniferous wetland; D index number: coniferous wetland > shallow-water plant wetland > grass wetland; J index number: coniferous wetland > grass wetland > shallow-water plant wetland. The dominant wetland plant formations are *Taxodium distichum*, *Leersia hexandra*, *Panicum repens*, *Chrysopogon aciculatus*, *Alternanthera sessilis*, *Vallisneria denseserrulata*, *Ceratophyllum demersum*, *Nelumbo nucifera*. The protection of the existing habitats and plant communities is conducive to the stability and sustainability of the wetland park ecosystem.

Key words Zhaoqing Xinghu; plants communities; species diversity index

^{*} 基金项目: 广东省林业科技创新平台建设项目 (2017CXPT004)。

第一作者: 胡喻华 (1977—), 男, 高级工程师, 主要从事湿地资源监测工作, E-mail: 452690264@qq.com。

物种多样性 (species diversity) 是生物多样性 (biodiversity) 的一种, 指物种水平上的生物多样性, 用一定空间范围物种数量和分布特征来衡量的^[1]。物种丰富的群落和生态系统会表现出更强的抵御干扰能力或对于干扰进行恢复的能力^[2]。物种间的多样性对维持生态系统的稳定性功能和长期的可持续性至关重要^[3]。针对广东肇庆星湖国家湿地公园所在区域范围的研究, 主要集中在浮游植物群落^[4]、放线菌多样性^[5]、植物配置^[6]、湿地维管植物区系^[7]等方面研究, 而对于公园湿地植物群落物种多样性的研究尚属空白, 因此开展相关研究, 对于星湖国家湿地公园植物群落监测管理、生态修复等方面具有重要的现实意义。

1 研究地区与方法

1.1 研究地区概况

广东肇庆星湖国家湿地公园位于广东省肇庆市, 是广东省第一个通过国家验收的国家级湿地公园, 处于北回归线带上, 公园总面积 935.4 hm², 野生植物有 360 种, 鸟类 160 多种, 鱼类 45 种, 是一个集旅游观光、科普教育、观鸟识鸟爱鸟于一体的湿地公园。园内星湖是广东省最大的天然湖

泊, 由仙女湖、里湖、中心湖、波海湖和青莲湖等 5 个浅水湖泊组成, 是我国亚热带地区最具代表性的典型性岩溶湖泊湿地, 也是南亚热带地区鸟类的重要栖息地、停歇地、繁殖地和越冬地^[4-5]。湖泊属于南亚热带季风性气候, 气候特点温和湿润, 年平均降雨量 1 655.6 mm, 年平均气温 22℃, 极端最高气温 38.1℃^[6]。

1.2 研究方法

根据公园植物群落分布, 采取样地调查的方法, 选取在落羽杉林、波海公园入湖溪流、牌坊公园荷花池和里湖共 4 个代表性样地, 样方面积乔木为 20 m×20 m (1 个), 灌木为 2 m×2 m (1 个), 草本为 1 m×1 m (21 个), 分别测量样方内植物的高度、胸径, 并记录其种类、科属 (蕨类植物按照秦仁昌系统, 裸子植物按照郑万钧系统, 被子植物按照哈钦松系统)、株数 (草本记录盖度) 等指标, 植被类型划分依据《中国植被》^[8], 湿地系统植被分类参照《全国湿地资源调查技术规程 (试行)》^[9]。野外调查时间为 2018 年 10 月以及 2019 年 9 月。

1.3 数据处理

利用 Excel 2007 软件对数据进行统计分析,

表 1 样地信息
Tab.1 Information of plots

样地号 Plot No.	植被型组 Vegetation type group	样地名称 Plot name	经纬度坐标 Coordinate	植物类型 Plant type	样方数 Number of samples	群落高度 /m Community height	盖度 /% Coverage
1	针叶林湿地 植被型组	落羽杉林	N23.083971° E112.477756°	乔木	1	14.2 ± 1.7	50
				灌木	1	1.7 ± 0.1	20 ± 1
				草本	3	0.64 ± 0.17	53 ± 12
2	草丛湿地植 被型组	波海公园入 湖溪流	N23.081158° E112.458984°	草本	8	0.37 ± 0.18	91 ± 9
3	浅水植物湿 地植被型组	牌坊公园荷 花池、里湖	N23.060786° E112.470588°	草本	5	0.54 ± 0.26	86 ± 20
		里湖	N23.075759° E112.474599°	草本	5	0.54 ± 0.26	86 ± 20
总				乔木	1	14.2 ± 1.7	50
				灌木	1	1.7 ± 0.1	20 ± 1
				草本	21	0.49 ± 0.24	83 ± 17

注: 由于落羽杉林内草本层种类单一, 具有代表性的草本层不多, 因此样方数量较少; 表中 a 代表乔木层, b 代表灌木层, c 代表草本层; 经纬度坐标系为 WGS84。

Note: the small number of samples was due to the single species of herb layer and the few representative herb layer in *Taxodium distichum* forest; a, b, c represent arbor layer, shrub layer, herb layer; the longitude and latitude coordinate system was WGS84.

用 Spss 19.0 软件对群落物种分布的对数模型进行模拟。

1.3.1 丰富度和重要值 用每个样方内物种数的多少表示物种丰富度 (Species richness)。根据野外样方调查所得的数据, 计算种群的相对多度、相对频度、相对显著度、相对高度和重要值等种群优势度指标, 以反映种群在群落的重要性。木本植物重要值 = (相对多度 + 相对频度 + 相对显著度) / 3^[10-11]; 灌木、草本植物重要值 = (相对高度 + 相对盖度 + 相对频度) / 3^[12]:

$$I = H_r + C_r + F_r \dots\dots\dots(1)$$

$$H_r = H_i / (\sum_{i=1}^s H_i) \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

$$C_r = C_i / (\sum_{i=1}^s C_i) \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

$$F_r = F_i / (\sum_{i=1}^s F_i) \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

式中 $i=1, 2, 3 \dots\dots s$; I 表示灌木、草本植物重要值; H_r 表示相对高度; C_r 表示相对盖度; F_r 表示相对频度; H 表示某个种的高度; C 表示某个种的盖度; F 表示某个种的频度。

1.3.2 物种多样性指数 物种多样性是度量群落稳定性的重要指标, 受纬度、海拔和干燥度的影响, 指数越高, 群落越稳定^[13]。多样性测度指标选用 Shannon-Wiener 物种多样性指数 (H')、Simpson 生态优势度指数 (D) 和 Pielou 均匀度指数 (J) 等 3 个指标, 计算公式如下^[14-15]:

Shannon-Wiener 物种多样性指数:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i \dots\dots\dots(5)$$

Simpson 生态优势度指数:

$$D = \sum_{i=1}^s P_i^2 \dots\dots\dots(6)$$

Pielou 均匀度指数:

$$J = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i / \ln S \dots\dots\dots(7)$$

式中 P_i 为群落内第 i 种物种的重要值, S 为样地中的物种数。

1.3.3 植物重要值排序和累积 以每个样地植物群落中的重要值对物种进行排序, 用对数模型 $y=a\ln x+b$ 对其进行拟合, a 值越大, 表明植物种分布越不均匀; b 值为群落中最优势植物种的重要值。按物种排布的序列对物种重要值占整个群落重要值的比例进行累积, 以此来表示优势物种的生态为空间, 并计算累积到群落重要值一半所需的物种数, 物种数越少, 表明优势物种生态位空间越大。

2 结果与分析

2.1 湿地公园湿地植物的种类

本研究共调查到湿地植物 22 科 31 属 34 种, 其中蕨类植物 2 科 2 属 2 种, 占调查种数 5.88%; 裸子植物 1 科 1 属 1 种, 占调查种数 2.94%; 被子植物 19 科 28 属 31 种, 占调查种数 91.18%。栽培种 3 种, 占调查种数的 8.82%; 外来种 3 种, 占调查种数的 8.82%。按生活型分, 挺水植物 6 种, 占调查种数的 17.65%; 浮水植物 3 种, 占调查种数

表 2 样方植物名录
Tab.2 A list of sample plants

类别 Category	科名 Family	属名 Genera	种名 Species	生活型 Life form	样方编号 Sample code
蕨类植物	金星蕨科	毛蕨属	华南毛蕨 <i>Cyclosorus parasiticus</i>	沼生	S1、S2、S3
	水蕨科	水蕨属	水蕨 <i>Ceratopteris thalietroides</i>	沼生	S15
裸子植物	杉科	落羽杉属	* 落羽杉 <i>Taxodium distichum</i>	沼生	S1
被子植物	蓼科	蓼属	水蓼 <i>Polygonum hydropiper</i>	沼生	S4、S6
	蓼科	蓼属	大马蓼 <i>Polygonum lapathifolium</i>	沼生	S7、S12
	苋科	虾钳菜属	虾钳菜 <i>Alternanthera sessilis</i>	沼生	S6、S7、S12
	睡莲科	莲属	* 莲 <i>Nelumbo nucifera</i>	挺水	S14、S18、S20、S21

类别 Category	科名 Family	属名 Genera	种名 Species	生活型 Life form	样方编号 Sample code
被子植物	金鱼藻科	金鱼藻属	金鱼藻 <i>Ceratophyllum demersum</i>	沉水	S14、S18、S19、S20
	大戟科	叶下珠属	叶下珠 <i>Phyllanthus urinaria</i>	湿生	S15
	菱科	菱属	细果野菱 <i>Trapa maximowiczii</i>	浮水	S19
	柳叶菜科	丁香蓼属	水龙 <i>Ludwigia adscendens</i>	浮水	S12
		蓼属	毛草龙 <i>Ludwigia octovalvis</i>	沼生	S11
	柳叶菜科	丁香蓼属	丁香蓼 <i>Ludwigia prostrata</i>	沼生	S10、S15
	伞形科	天胡荽属	** 南美天胡荽 <i>Hydrocotyle vulgaris</i>	沼生	S4、S8、S10
	龙胆科	苔菜属	金银莲花 <i>Nymphoides indica</i>	浮水	S18、S19、S21
	茜草科	鸡屎藤属	鸡屎藤 <i>Paederia scandens</i>	湿生	S1
	玄参科	假马齿苋	假马齿苋 <i>Bacopa monnieri</i>	沼生	S6
	玄参科	母草属	旱田草 <i>Lindernia ruellioides</i>	湿生	S15
		鳢肠属	鳢肠 <i>Eclipta prostrate</i>	沼生	S15
	菊科	假泽兰属	** 三裂蟛蜞菊 <i>Wedelia trilobata</i>	湿生	S4、S6
			** 微甘菊 <i>Mikania micrantha</i>	湿生	S5
			密刺苦草 <i>Vallisneria denserrollata</i>	沉水	S13、S17、S21
	水鳖科	苦草属	文珠兰 <i>Crinum asiaticum</i> var. <i>sinicum</i>	沼生	S1、S3
	鸭跖草科	鸭跖草属	竹节草 <i>Chrysopogon aciculatus</i>	沼生	S4、S5、S6、S7、S8、S9
			海芋 <i>Alocasia macrorrhiza</i>	沼生	S2
	天南星科	海芋属	野芋 <i>Colocasia antiquorum</i>	沼生	S5、S7、S9
	莎草科	莎草属	碎米莎草 <i>Cyperus iria</i>	沼生	S15
	莎草科	飘拂草属	褐鳞飘拂草 <i>Fimbristylis nigrobrunnea</i>	沼生	S12
	莎草科	水蜈蚣属	水蜈蚣 <i>Kyllinga brevifolia</i>	沼生	S12
			* 水竹芋 <i>Thalia dealbata</i>	挺水	S9
	禾本科	稗属	无芒稗 <i>Echinochloa crusgalli</i> var. <i>mitis</i>	挺水	S11
	禾本科	假稻属	李氏禾 <i>Leersia hexandra</i>	挺水	S16
	禾本科	黍属	铺地黍 <i>Panicum repens</i>	挺水	S6、S7、S8、S10、S11、S12
	禾本科	雀稗属	雀稗 <i>Paspalum thunbergii</i>	挺水	S11

注：栽培植物加“*”，外来种加“**”。S1-S21 为样方编号，其中位于落羽杉林的样方编号为 S1-S3，位于波海公园入湖溪流的样方编号为 S4-S11，位于牌坊公园荷花池的样方编号为 S12-S16，位于里湖的样方编号为 S17-S21。

Note: *, ** represent cultivated plant, exotic species; S1-S21 were sample codes; S1-S3 samples were located on *Taxodium distichum* forest, S4-S11 samples were located on inflow river of Borea park, S12-S16 samples were located on flower pond of Memorial Archway park, S17-S21 samples were located on Inner lake.

的 8.82%；沉水植物 2 种，占调查种数的 5.88%；沼生植物 18 种，占调查种数的 52.94%；湿生植物 5 种，占种数的 14.71%（表 2）。

2.2 湿地公园湿地植物的物种多样性

在湿地公园调查的 3 种湿地植被型组中，浅水植物湿地植被型组的湿地植物物种种类数量高于草丛湿地植被型组和针叶林湿地植被型组，丰富度以草丛湿地植被型组的最高，浅水植物湿地植被型组次之，针叶林湿地植被型组最低（表 3）。这是由于针叶林湿地植被型组是以落羽杉为乔木主体，树种单一，林下光照不足，生长以耐阴植物为主且种类较少；草丛湿地植被型组各种环境因素适宜，植物种类数量仅次于浅水植物湿地植被型组，且每个样方内植物物种组成较均衡，因此丰富度最高；浅水植物湿地植被型组面积最大，土壤、水质、气候环境适宜，生长的湿地植物种

类较多，而大面积水生植物以莲、金鱼藻、密刺苦草为主体，单个样方内物种种类比草丛湿地植被型组少。

从湿地植物物种相对高度、相对盖度、相对频度、重要值来看，水竹芋、鸡屎藤、莲、文珠兰、相对高度较其他植物物种高；密刺苦草、莲、金鱼藻、铺地黍、竹节草相对盖度较其他植物物种高；竹节草、铺地黍、莲、金鱼藻、华南毛蕨相对频度较其他植物物种高；重要值前 10 名植物，分别是莲、铺地黍、金鱼藻、竹节草、密刺苦草、金银莲花、水竹芋、野芋、文珠兰、鸡屎藤，其重要值合计为 55.81%，构成了湿地公园湿地植物群落主体（图 1）。

在 3 种湿地植被型组中，湿地公园浅水植物湿地植被型组的 Shannon-Wiener 物种多样性指数最高，草丛湿地植被型组次之，针叶林湿地植被

表 3 湿地植物物种分布
Tab.3 The distribution of wetland plant species in plots

样地号 Plot No.	植被型组 Vegetation type group	科 Family	属 Genera	种 Species	丰富度 Species richness	优势种 Dominant species
1	针叶林湿地植被型组	4	4	5	2.33 ± 0.58c	落羽杉、文珠兰、华南毛蕨、海芋
2	草丛湿地植被型组	10	13	15	3.88 ± 1.13c	竹节草、铺地黍、水竹芋、野芋
3	浅水植物湿地植被型组	14	17	18	2.80 ± 1.87c	莲、金鱼藻、密刺苦草、金银莲花

注：表中 c 代表草本层。
Note: c represent herb layer.

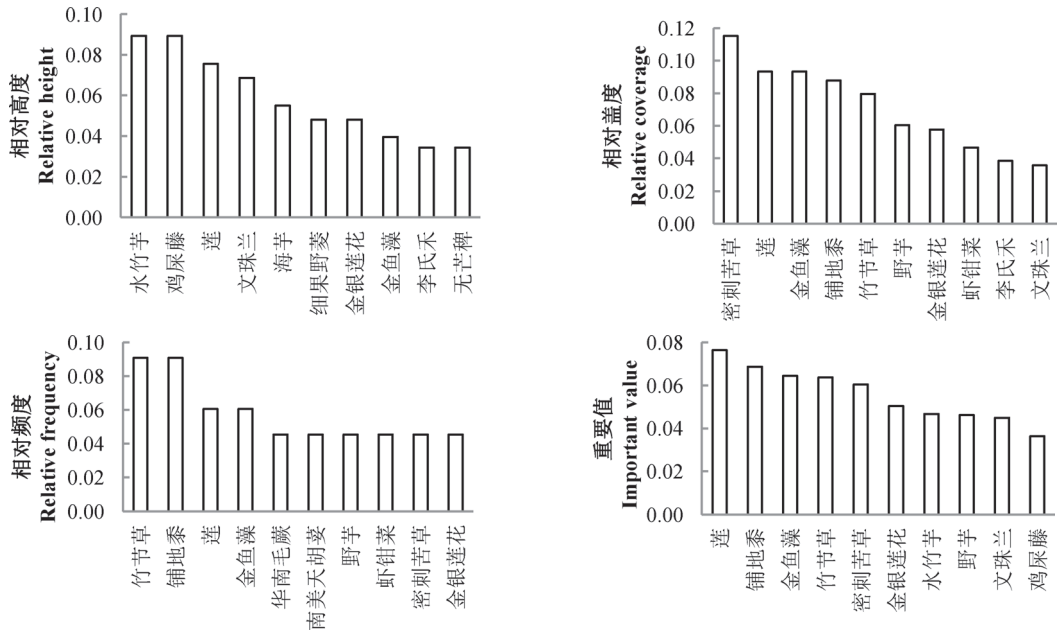


图 1 湿地植物重要值、相对高度、相对频度、相对盖度
Fig.1 The important value、relative height、relative frequency and relative coverage of wetland plant species

型组最低，与物种数量排序一致；针叶林湿地植被型组的 Simpson 生态优势度指数最高，浅水植物湿地植被型组次之，草丛湿地植被型组最低，说明针叶林湿地植被型组物种数最少，其优势物种生态位空间最大；针叶林湿地植被型组的 Pielou 均匀度指数最高，草丛湿地植被型组次之，浅水植物湿地植被型组最低，说明针叶林湿地植被型

组植物物种分布均匀，浅水植物湿地植被型组植物物种分布不均匀（表 4）。

2.3 湿地公园湿地植物的群落特征

湿地公园植被可分为 3 种植被型组、6 种植被型、16 种群系。其中，植被型组为：针叶林湿地植被型组、草丛湿地植被型组和浅水植物湿地植被型组；植被型为：暖性针叶林湿地植被型、

表 4 植物物种多样性指数
Tab.4 Plant species diversity index

样地号 Plot No.	植被型组 Vegetation type group	香农—威纳指数 Shannon-Wiener index	辛普森指数 Simpson index	皮卢指数 Pielou index
1	针叶林湿地植被型组	1.366 5c	0.260 3c	0.985 7c
2	草丛湿地植被型组	2.547 0c	0.089 2c	0.940 5c
3	浅水植物湿地植被型组	2.608 4c	0.092 4c	0.902 4c

注：由于样地 1 的乔木层、灌木层均为落羽杉林纯林，林种单一，不再计算物种多样性指数；表中 c 代表草本层。

Note: the empty species diversity index of the tree layer and shrub layer in 1st plot was due to pure forest and single species of *Taxodium distichum* forest; c represent herb layer.

表 5 湿地植被群系
Tab.5 Wetland vegetation formations

样地号 Plot No.	植被型组 Vegetation type group	植被型 Vegetation type	群系 Formation	样方编号 Sample code
1	针叶林湿地植被型组	暖性针叶林湿地植被型	①落羽杉群系	S1、S2、S3
			①李氏禾群系	S16
		禾草型湿地植被型	②铺地黍群系	S10、S12
			①竹节草群系	S8
			②碎米莎草群系	S15
			③三裂蜆蜞菊群系	S4
			④野芋群系	S5
2	草丛湿地植被型组	杂类草湿地植被型	⑤假马齿苋群系	S6
			⑥虾钳菜群系	S7
			⑦毛草龙群系	S11
			①细果野菱群系	S19
			②金银莲花群系	S21
			①密刺苦草群系	S13、S17
			②金鱼藻群系	S14、S20
3	浅水植物湿地植被型组	沉水植物型	①莲群系	S18
			②水竹芋群系	S9
		挺水植物型		

注：S1-S21 为样方编号，其中位于落羽杉林的样方编号为 S1-S3，位于波海公园入湖溪流的样方编号为 S4-S11，位于牌坊公园荷花池的样方编号为 S12-S16，位于里湖的样方编号为 S17-S21。

Note: S1-S21 were sample codes; S1-S3 samples were located on *Taxodium distichum* forest, S4-S11 samples were located on inflow river of Bosea park, S12-S16 samples were located on flower pond of Memorial Archway park, S17-S21 samples were located on Inner lake.

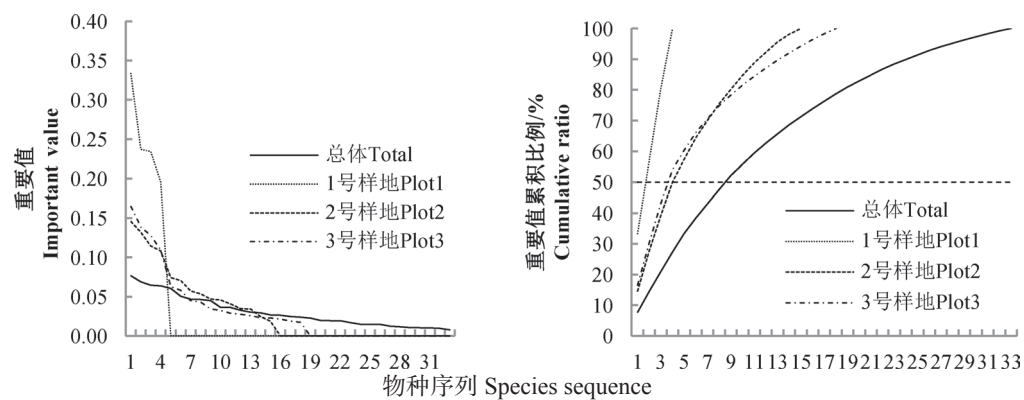


图 2 植物重要值排序和累积

Fig.2 Sequence and accumulaton of plant important value

表 6 群落物种分布的对数模型参数

Tab.6 Sequence and accumulaton of plant important value

样地号 Plot No.	a	b	R^2	P	累积到群落重要值 1/2 所需物种数 Number of species in need at half important value of the community
1	-0.094 0	0.324 7	0.927 7	0.036 8	2
2	-0.050 4	0.160 4	0.965 8	0.000	4
3	-0.056 5	0.169 7	0.945 0	0.000	4
总	-0.022 5	0.088 2	0.969 8	0.000	9

禾草型湿地植被型、杂类草湿地植被型、浮叶植物型、沉水植物型和挺水植物型；湿地植物群系为：落羽杉群系、李氏禾群系、铺地黍群系、竹节草群系、碎米莎草群系、三裂蜆蚌菊群系、野芋群系、假马齿苋群系、虾钳菜群系、毛草龙群系、细果野菱群系、金银莲花群系、密刺苦草群系、金鱼藻群系、莲群系、水竹芋群系（表 5）。

随物种序列的增加，各样地植物物种数和物种重要值均呈现逐渐降低的变化趋势。不同样地的物种重要值排序均可用对数模型 $y=a\ln x+b$ 拟合，其拟合的 R^2 均大于 0.92。对数模型表明，b 值从大到小排序：针叶林湿地植被型组>浅水植物湿地植被型组>草丛湿地植被型组>总体，说明最优种的重要值在下降。a 值为负值，且总体>草丛湿地植被型组>浅水植物湿地植被型组>针叶林湿地植被型组，说明植物重要值累积到占整个群落重要值的 50% 时需要的物种数降低，累积速度越来越快。3 个样地总体累积占整个群落重要值 50%，需要 9 种植物，样地 2（草丛湿地植被型组）和样地 3（浅水植物湿地植被型组）需要 4 种植物，而样地 1（针叶林湿地植被型组）只需要 2

种植物（图 2 和表 6）。

3 结论与讨论

星湖国家湿地公园湿地植物种类以被子植物、沼生植物为主。共调查到湿地植物 22 科 31 属 34 种，以被子植物（占调查种数的 91.18%）为主体，蕨类植物占 5.88%，裸子植物占 2.94%。按生活型，公园湿地植物种类以沼生植物（占调查种数的 52.94%）为主体，挺水植物占 17.65%，浮水植物占 8.82%，沉水植物占 5.88%，湿生植物占 14.71%。

不同种组成的植物群落是对生境因素的综合反应。星湖国家湿地公园是以湖泊湿地为主体的湿地公园，公园范围内有森林沼泽、河滩沼泽、湖泊湿地等生境类型，每种生境都孕育着独特的植被群系和优势种，分布了 3 种植被型组、6 种植被型、16 种群系，优势群系为落羽杉群系、李氏禾群系、铺地黍群系、竹节草群系、虾钳菜群系、密刺苦草群系、金鱼藻群系、莲群系，形成了相对稳定的生态系统，保护好现有各类型的生境和植物群落，有利于湿地公园生态系统的稳定和可持续。

公园区域范围内分布有 1 种国家重点保护野

生植物水蕨 *Ceratopteris thalietroides* (Ⅱ级), 仅分布于牌坊公园的小水沟中; 稀有种如细果野菱 *Trapa maximowiczii*, 除在开展了湿地植物恢复的里湖和牌坊公园内的荷塘分布外, 未见其分布在其他湖面, 其他湖面的植物均为沉水植物。因此, 定期开展湿地监测, 对发现的乡土植物物种进行深入研究, 研究其生境及生长影响因子, 积极营造适宜生长的环境, 同时定期对有害入侵植物物种(如薇甘菊)进行清理, 促进湿地植物群落自然恢复。

21个样地内草本层平均有 3.14 ± 1.56 个物种, H' 、 D 和 J 分别为 3.305 1、0.042 6、0.945 2; 不同湿地植被型组草本层物种丰富度 (S) 表现为: 草丛湿地植被型组 > 浅水植物湿地植被型组 > 针叶林湿地植被型组; H' 表现为: 浅水植物湿地植被型组 > 草丛湿地植被型组 > 针叶林湿地植被型组; D 表现为: 针叶林湿地植被型组 > 浅水植物湿地植被型组 > 草丛湿地植被型组; J 表现为: 针叶林湿地植被型组 > 草丛湿地植被型组 > 浅水植物湿地植被型组。结果表明不同湿地植被型组草本层植物表现出突出的特性, 如针叶林湿地植被型组湿地植物种类较少, 分布均匀, 物种多样性指数较低, 累积到群落重要值 1/2 所需物种数为 2 种; 草丛湿地植被型组湿地植物种类数量仅次于湖泊湿地, 分布较均匀, 物种多样性指数接近浅水植物湿地植被型组, 累积到群落重要值 1/2 所需物种数为 4 种; 浅水植物湿地植被型组湿地植物种类较多, 分布不均匀, 物种多样性指数较高, 累积到群落重要值 1/2 所需物种数为 4 种。虽然草本层植物具有季相变化, 其物种多样性指数很少作为湿地监测的一个重要指标, 但是草本层植物对环境变化影响非常敏感, 对其生长变化情况进行长期定点观测, 能有助于湿地环境监测评估准确度的提高, 而固定样点长时间连续的生物多样性指数能在一定程度上为管理者提供其变化情况

的数据, 作为管理决策的参考。

参考文献

- [1] 张金屯. 数量生态学[M]. 3版. 北京: 科学出版社, 2018: 96-110.
- [2] OLLINGER S V. Biodiversity and Ecosystem Function in Forests [J]. Ecology, 2005, 86(8): 2253-2254.
- [3] 宋明华, 刘丽萍, 陈锦, 等. 草地生态系统生物和功能多样性及其优化管理[J]. 生态环境学报, 2018, 27(6): 1179-1188.
- [4] 燕晓雯, 张修峰, 李金花. 星湖浮游植物群落特征及水质评价[J]. 环境科学与管理, 2009(4): 65-67.
- [5] 薛东, 赵国振, 赵海泉, 等. 肇庆星湖湿地放线菌多样性[J]. 微生物学报, 2015, 55(5): 616-626.
- [6] 周丽萍, 黄建昌, 郭春华, 等. 星湖国家湿地公园植物配置研究[J]. 2015, 36(2): 49-53.
- [7] 林伟通, 郑明轩. 肇庆星湖湿地维管植物区系调查分析[J]. 防护林科技, 2016(10): 31-34.
- [8] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 149-456.
- [9] 国家林业局. 全国湿地资源调查技术规程(试行)[内部资料]. 北京: 2008.
- [10] 周葆华, 余世金. 天柱山黄山松群落特征及其环境功能评价[J]. 地理研究, 2008, 27(2): 257-265.
- [11] 马丹炜, 马宏, 李群, 等. 植物地理实验与实习教程[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 72.
- [12] 牛钰杰, 杨思维, 王贵珍, 等. 放牧作用下高寒草甸群落物种分布于土壤因子的关系[J]. 应用生态学报, 2017, 28(12): 3891-3898.
- [13] 邱霓, 徐颂军, 邱彭华, 等. 南沙湿地公园红树林物种多样性与空间分布格局[J]. 生态环境学报, 2017, 26(1): 27-35.
- [14] 李振基, 陈圣宾. 群落生态学[M]. 北京: 气象出版社, 2011: 28-32.
- [15] 屈兴乐, 罗大庆, 庞利, 等. 基于Excel软件计算植物群落的生物多样性指数[J]. 山东师范大学学报(自然科学版), 2015, 3(1): 121-124, 128.