

# 天津市临港城市湿地植物群落特征及多样性

万媛媛<sup>1</sup>, 李洪远<sup>1</sup>, 莫训强<sup>2</sup>, 吕铃钊<sup>1</sup>, 鲍海泳<sup>1</sup>, 杨佳楠<sup>1</sup>

(1. 南开大学 环境科学与工程学院, 天津 300350; 2. 天津师范大学 城市与环境科学学院, 天津 300387)

**摘要:** [目的] 探究城市湿地植被恢复的群落特征及物种多样性格局, 为城市湿地保护和恢复策略的制订提供科学依据。[方法] 采用样方法对天津临港恢复湿地的植物群落进行调查, 计算群落植物种重要值, 并利用组平均法聚类, 分析物种多样性格局。[结果] (1) 乔灌木各层主要优势物种分别为国槐(*Sophora japonica*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*); 怪柳(*Tamarix chinensis*)和芦苇(*Phragmites australis*), 灌木层中的怪柳重要值最大。(2) 植被划分为4组、17个群丛类型, 过渡区广布种斑块频度最大(32.7%), 以国槐+银杏群落(*Sophora japonica*+*Ginkgo biloba*)为主; 滨水湿地斑块群落频度最小(17.3%), 以怪柳—芦苇群落(*Tamarix chinensis*-*Phragmites australis*)为主。(3) Shannon-Wiener指数与Simpson指数总体变化趋势较一致, 最高值均出现在金叶榆—紫穗槐(*Ulmus pumila*-*Amorpha fruticosa*)群落; Pielou均匀度指数 $\geq 0.8$ 的样方占样方总数的53.8%; 近水绿地斑块丰富度指数强度较大, 物种复杂度高。(4) 调查中发现有刺槐、旱柳(*Salix matsudana*)、火炬树(*Rhus typhina*)等乔木更新苗出现, 出现明显的群落演替和自然更新现象。[结论] 研究区植物种类丰富, 近水绿地斑块物种多样性较高, 但湿生植物群落总体优势不明显。

**关键词:** 城市湿地; 天津市; 植物群落; 物种多样性

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-288X(2016)06-0326-07

**中图分类号:** Q145

**文献参数:** 万媛媛, 李洪远, 莫训强, 等. 天津市临港城市湿地植物群落特征及多样性[J]. 水土保持通报, 2016, 36(6): 326-332. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2016.06.055

## Plant Community Characteristics and Diversity of Urban Wetland at Lingany District of Tianjin City

WAN Yuanyuan<sup>1</sup>, LI Hongyuan<sup>1</sup>, MO Xunqiang<sup>2</sup>, LÜ Lingyue<sup>1</sup>, BAO Haiyong<sup>1</sup>, YANG Jianan<sup>1</sup>

(1. College of Environmental Science and Engineering, Nankai University, Tianjin 300350, China;

2. College of Urban and Environmental Science, Tianjin Normal University, Tianjin 300387, China)

**Abstract:** [Objective] The plant community characteristics and species diversity patterns in restored urban wetland were researched to provide scientific basis for urban wetland protection and restoration strategies of vegetation. [Methods] Plant community of restored urban wetland at Lingany District of Tianjin City was investigated using quadrat sampling method. Species diversity-patterns was analyzed through group average clustering with data of important values. [Results] (1) The community's dominant species of tree layer, shrub layer layer and herb layer were *Sophora japonica* and *Robinia pseudoacacia*, *Tamarix chinensis*, and *Phragmites communis*. In shrub layer, *Tamarix chinensis* had the maximum important value. (2) Vegetation was divided into 4 groups, 17 cluster types. Widespread species in the transitional area owned the biggest frequency(32.7%); *Sophora japonica*+*ginkgo* community accounted for the largest proportion; *Tamarix chinensis*-*Phragmitesaustralis* community accounted for the largest proportion in waterfront wetland patch which had the smallest frequency(17.3%). (3) The overall change trend of Shannon-Wiener diversity and Simpon diversity was consistent. The highest value appeared in *Ulmus pumila*-*Amorpha fruticosa* community. The ratio of  $\geq 0.8$  Pielu evenness accounted for 53.8% of the total sample plots, and species rich-

收稿日期: 2016-03-06

修回日期: 2016-05-15

资助项目: 国家自然科学基金青年项目“双向演替下消落带湿地碳汇波动机制及其影响因素”(41301096)

第一作者: 万媛媛(1991—), 女(汉族), 天津市武清区人, 硕士研究生, 研究方向为生态恢复。E-mail: wanyuanyuan@mail.nankai.edu.cn.

通讯作者: 李洪远(1963—), 男(汉族), 天津市武清区人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事湿地和恢复生态学方面研究。E-mail: eialeee@nankai.edu.cn.

ness of water-around green patches showed greater intensity. (4) *Robinia pseudoacacia*, *Salix matsudana* and *Rhus typhina* seedlings were found, which meaning community succession and natural regeneration emerged. [Conclusion] Plant species is very abundant in overall research area, water around green patches own high species diversity and the dominance of hygrophyte community is not obvious.

**Keywords:** urban wetland; Tianjin City; plant community; species diversity

对于水土资源相对匮乏的沿海城市来说,随着城市基础设施的扩建,城市湿地(urban wetland)在改善城市生态环境,丰富生物多样性方面起到了关键作用。有研究<sup>[1]</sup>表明干旱区湿地的气候调节功能尤为明显,其每年调节气候的生态服务价值能够占湿地总生态服务价值的32%,是各项生态价值之首;城市湿地可以有效改善城市局部小气候,崔丽娟等<sup>[2]</sup>对比距离湿地5 km处试验观测值,湿地最高可以降温4.4℃,增湿12.8%,增加负氧离子浓度27.2%;蒋丽蓓等<sup>[3]</sup>研究发现城市湿地乔一草比裸地温度降低0.32~0.73℃,降温增湿效果优于乔一灌一草;Faulkner<sup>[4]</sup>研究表明城市湿地在对城市污染物的截留与转化、改善水质等方面也发挥出巨大功用;崔丽娟等<sup>[5]</sup>发现安庆沿江湿地在进行人工造林后,增加了环境的异质性,进而提高了植物多样性。目前,关于湿地植物群落组成和恢复的研究多集中于偏远的人为影响相对较小的自然湿地生态系统,涉及湿地植物区系分析、湿地植被结构与格局变化和湿地植物生态功能等方面,对城市湿地则多集中在城市污水的湿地处理、城市湿地的生态服务功能和综合评价、受损植物的修复、城市湿地植物造景、景观生态规划、地域特色塑造等方面。针对人类干扰相对频繁的城市湿地,其植物群落形成与演替的过程与规律,湿地植物对城市环境的影响与响应,以及这些过程与湿地功能关系等的认识还存在许多空白。

城市湿地是湿地研究中的薄弱环节,其研究的理论体系和方法体系还有待确立<sup>[6]</sup>。湿地植物群落的物种多样性和丰富度一定程度上反映了考察区的生境特征、演替状况和自然植被的恢复潜力,是湿地植被保护与恢复策略制定的基础。对物种多样性的研究可以更好的认识群落的组成、变化和发展,同时对植物群落的物种多样性的测定也可以反映群落及其环境的保护状况,对于控制和防御珍稀濒危物种的丧失具有重要意义<sup>[7]</sup>。天津市临港城市湿地土壤呈高盐性,具有滨海次生湿地的独特性和代表性。本文拟借鉴自然湿地植物群落特征分析的原理,在对天津临港城市湿地恢复植物群落的演替实地调查的基础上,研究城市湿地典型植物群落特征及多样性分布格局,以期为维护和提高滨海盐碱地区城市湿地植物多样性和生态系统功能优化提供理论基础和科学依据。

## 1 研究区域与研究方法

### 1.1 研究区概况

天津临港城市湿地位于天津临港工业区,地处渤海湾西岸,东至渤海十路,南至珠江道,西临海滨大道,北起长江道,面积约63 hm<sup>2</sup>,属温带、半湿润大陆性季风气候地区,四季分明,夏季湿热多雨,冬季干冷少雪,年平均气温12.3℃,年平均降雨617 mm。临港城市湿地曾为浅海滩涂,是在人工填海地上营造的,场地植被除了有少量大米草外,无其他植物,南端垫土区域生长有较多盐生植物如碱蓬、芦苇、滨藜等<sup>[8]</sup>。城市湿地整体造型为蝴蝶形状,主要包括潜流湿地、调节湖、主体景观湖与一定数量的小型浅滩区,为鸟类迁徙提供栖息地。湿地内湖面宽阔,以恢复受损生态系统为目的,利用污水处理厂污水作为湿地生态补水,湿地的绿地斑块有人工管护,其形成与发育与自然湿地存在显著差异,在城市湿地中具有代表性。湿地除原有植物群落外,于2011年9月建成初期引栽部分耐污、耐盐能力强的园林植物<sup>[9]</sup>,使城市湿地兼具自然湿地与中国传统园林之美。

### 1.2 研究方法

1.2.1 样地调查方法 2015年8月,在全面踏查的基础上,分别在研究区调节塘、表潜流湿地、河道湿地等代表性地段,设置39个样地,52个样方。乔木样方为10 m×10 m的大样方,灌木5 m×5 m,草本1 m×1 m,同时用GPS定位,记录样方位置、高程等信息,并对园区内乔灌草搭配特征,数量、盖度、株高、冠幅等进行常规调查,并对样方生境、伴生种拍照记录,用ArcGIS软件完成采样点分布图。

1.2.2 数据处理及分析 在描述植物群落时,重要值是一个实用的综合指标,常用于优势种集中程度的分析<sup>[10]</sup>,也用于植物群落数量分类<sup>[11]</sup>。按照中国植被分类法<sup>[12]</sup>,以群落中各物种重要值为基础构建样方—植物种重要值矩阵,在R软件中编写程序,采用距离系数统计量进行系统聚类。系统聚类法也称层次聚类,是聚类分析中应用最多的一种。通过比较物种间弦距离与单链聚合聚类、完全连接聚合聚类、组平均聚合聚类、和ward最小方差聚类4种聚类方法的同表型距离相关性,采用相关系数最大(0.947)的非加权组平均法(UPGMA)为最终聚类方法,聚类

结果按照优势种命名原则对植物群系和群丛进行命名,并计算 52 个样方 72 种植物的物种丰富度、Shannon 多样性指数和 Simpson 多样性指数和 Simpson 均匀度,绘制散点图。重要值及物种多样性计算方法为:

乔木层物种重要值=(相对频度+相对密度+相对盖度+相对显著度)/4

灌草层物种重要值=(相对频度+相对密度+相对盖度+相对高度)/4

物种多样性指数选用以下 4 个测度:

(1) Margalef 丰富度指数=(S-1)/lnN

(2) Simpson 多样性指数=1- $\sum P_i^2$

(3) Shannon-Wiener 指数=- $\sum P_i \ln P_i$

(4) Pielou 均匀度指数=- $\sum P_i \ln P_i / \ln S$

式中:S——样方中物种总数; $P_i = N_i/N$ , $N_i$ ——第  $i$  个种在样方中的重要值; $N$ ——样方内所有种的重要值之和。

## 2 结果与分析

### 2.1 植物群落特征及重要值

样方调查共记录 72 种植物,隶属 30 科 58 属。

其中,裸子植物 3 科 3 属 4 种,松科 1 属 1 种,柏科 1 属 2 种,银杏科 1 属 1 种,单子叶植物 5 科 9 属 10 种,双子叶植物 22 科 46 属 58 种。物种重要值按乔木层(1~33 号),灌木层(34~43 号),草本层(44~72 号)的顺序排列(表 1)。

乔木层各植物种重要值介于 0.022~0.409 之间,国槐(*Sophora japonica*)是建群种,重要值最高(0.409),然后是刺槐(*Robinia pseudocaacia*)为 0.295,速生杨(*Populus tomentosa*)为 0.259;灌木层怪柳(*Tamarix chinensis*)重要值为 1.162,紫穗槐(*Amorpha fruticosa*)、野蔷薇(*Rosa multiflora*)和金银木(*Lonicera amaackii*)次之;草本层芦苇 0.747 重要值最大,其次是獐毛(*Aeluropus sinensis*)和宿根天人菊(*Gaillardia aristata*)。各层重要值按最高值排序依次为:灌木层(1.162)>草本层(0.747)>乔木层(0.409),按平均值排序依次为:灌木层(0.267)>草本层(0.181)>乔木层(0.121)。

植物重要值在一定程度上反映物种在群落组成中的地位、作用及群落演替趋势。由表 1 可以看出,当植物群落中,国槐、刺槐,速生杨、怪柳、芦苇分布较多,该群落较稳定。

表 1 研究区植物重要值及排序

编号	种名	拉丁学名	重要值	编号	种名	拉丁学名	重要值
1	帚桃	<i>Amygdalus persica</i>	0.022	37	龙柏(小)	<i>Sabina chinensis</i>	0.232
2	雪松	<i>Cedrus deodara</i>	0.024	38	金叶女贞	<i>Ligustrum vicaryi</i>	0.233
3	石榴	<i>Punica granatum</i>	0.030	39	龙柏	<i>Sabina chinensis</i>	0.300
4	山杏	<i>Prunus sibirica</i>	0.036	40	金银木	<i>Lonicera maackii</i>	0.395
5	皂荚	<i>Gleditsia sinensis</i>	0.038	41	野蔷薇	<i>Rosa multiflora</i>	0.438
6	杜梨	<i>Pyrus betuli folia</i>	0.042	42	紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i>	0.735
7	樱花	<i>Prunus serrulata</i>	0.043	43	怪柳	<i>Tamarix chinensis</i>	1.162
8	臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>	0.048	44	中亚滨藜	<i>Atriplex centralasiatica</i>	0.020
9	小叶白蜡	<i>Fraxinus bungeana</i>	0.051	45	东亚市藜	<i>Chenopodium urbicum</i>	0.020
10	金叶榆	<i>Ulmus pumila cv. jinye</i>	0.061	46	地肤	<i>Kochia scoparia</i>	0.020
11	紫叶李	<i>Prunus cerasi fera</i>	0.063	47	鹅绒藤	<i>Cynanchum chinense</i>	0.022
12	梓树	<i>Catalpa ovate</i>	0.072	48	长芒稗	<i>Echinochloa caudata</i>	0.025
13	旱柳	<i>Salix matsudana</i>	0.082	49	碱蓬	<i>Suaeda glauca</i>	0.039
14	银杏	<i>Ginkgo biloba</i>	0.085	50	旋覆花	<i>Inula japonica</i>	0.047
15	香花槐	<i>Robinia pseudoacacia</i>	0.102	51	鳢肠	<i>Eclipta prostrata</i>	0.053
16	桑树	<i>Morus alba</i>	0.104	52	碱菴	<i>Tripolium vulgare</i>	0.059
17	加拿大杨	<i>Populus canadensis</i>	0.107	53	酸模叶蓼	<i>Polygonum lapathi folium</i>	0.059
18	龙爪桑	<i>Morus alba</i>	0.127	54	益母草	<i>Leonurus japonicus</i>	0.070
19	毛泡桐	<i>Paulownia tomentosa</i>	0.135	55	稗	<i>Echinochloa crusgali</i>	0.070
20	千头椿	<i>Ailanthus altissima</i>	0.135	56	扁秆蔗草	<i>Scirpus planiculmis</i>	0.071
21	火炬树	<i>Rhus typhina</i>	0.142	57	千屈菜	<i>Lythrum salicaria</i>	0.084
22	合欢	<i>Albizia julibrissin</i>	0.147	58	黄菖蒲	<i>Iris pseudacorus</i>	0.084
23	栎树	<i>Koelreuteria paniculata</i>	0.148	59	荆芥	<i>Nepeta cataria</i>	0.102

续表 1

24	金叶国槐	<i>Sophora japonica</i>	0.151	60	八宝景天	<i>Sedum spectabile</i>	0.103
25	金叶接骨木	<i>Sambucus racemosa</i>	0.153	61	苣荬菜	<i>Sonchus arvensis</i>	0.111
26	金枝国槐	<i>Sophora japonica</i>	0.161	62	萱草	<i>Heimerocallis fulva</i>	0.118
27	白蜡	<i>Fraxinus chinensis</i>	0.171	63	紫松果菊	<i>Echinacea purpurea</i>	0.119
28	青桐	<i>Firmiana simplex</i>	0.178	64	荷兰菊	<i>Aster novi-belgii</i>	0.127
29	碧桃	<i>Prunus persica</i>	0.187	65	紫花山莴苣	<i>Mulgedium tataricum</i>	0.137
30	毛白杨	<i>Populus tomentosa</i>	0.192	66	蓝花鼠尾草	<i>Salvia farinacea</i>	0.141
31	速生杨	<i>Populus tomentosa</i>	0.259	67	白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	0.186
32	刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i>	0.295	68	五叶地锦	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	0.198
33	国槐	<i>Sophora japonica</i>	0.409	69	狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	0.308
34	凤尾丝兰	<i>Yucca gloriosa</i>	0.139	70	宿根天人菊	<i>Gaillardia aristata</i>	0.313
35	大叶黄杨	<i>Buxus megistophylla</i>	0.146	71	獐毛	<i>Aeluropus sinensis</i>	0.547
36	水蜡	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	0.218	72	芦苇	<i>Phragmite saustralis</i>	0.747

2.2 基于重要值的群落聚类分析

参考《中国植被》<sup>[12]</sup> 的分类方法,以群落中各物种重要值为基础,构建样方—植物种重要值矩阵,采用距离系数统计量进行系统聚类,用以分析群落优势种。

根据采样地的水分条件,按湿地内不同斑块与立地类型,结合城市湿地景观多样性的特点,将研究区植物分为 4 组,17 个群丛类型,并根据群落优势种命名,绘制聚类树,聚类结果、斑块分组及群丛类型结果详见表 2。

表 2 研究区群丛类型及不同群落特征

斑块名称	群丛类型	样方号	频度%
滨水湿地斑块	桤柳—芦苇群落、狗尾草群落、獐毛群落	22~21~17~23~24~34~35,37,38	17.3
近水绿地斑块	宿根天人菊群落、金叶榆—紫穗槐群落、龙爪桑群落、野蔷薇群落、蓝花鼠尾草+荆芥群落、荷兰菊群落	18~44~40~42,11~26~14,9,33,15,25	25.0
复合人工林斑块	合欢群落、毛白杨群落、加拿大杨群落、速生杨群落、金叶国槐群落	52,5~8~2,48~47~51,4~41~12~20,46~50	25.0
过渡区广布种斑块	白蜡群落、刺槐—龙柏群落、国槐+银杏群落	45~27,43~16~13~28~19~31~1,36~29~3~10~32~39~49~30~7~6	32.7

根据采样地水分、土壤等环境条件,及城市湿地景观特征,将城市湿地植物群落按斑块归类(表 2),滨水湿地斑块,主要分布在河道湿地、调节塘、潜流湿地,景观湖的积水洼地或水域,多为原生灌木或草本植物,湿地植物特征明显,生物量大,个体数量多。以桤柳—芦苇群落为标志,常有香蒲、千屈菜、酸模叶蓼、长芒稗、碱蓬伴生,群落高度为 2~3 m,长芒稗为外来归化种,旱地作物杂草,为防止生物入侵,应多加关注;盐渍化环境中桤柳可形成单优种群,天津地区与碱蓬组成共优种也比较常见。狗尾草群落呈斑块状分布,独立成单优种群落,也见有与苣荬菜、芦苇等构成共优种,与白茅,益母草等伴生,白茅属于我国北方滨海盐碱土地区主要的盐生草甸群落植物。獐毛为潜流湿地优势种,由于种子较丰富,成活率较高,没

有天敌,有扩大分布的趋势。  
近水绿地斑块,多出现在近水的廊道、亭台附近,优势种与伴生种重要值均较大。如紫穗槐独立成为单优种,也见与金叶榆两种构成共有种,考察区内伴生种乔木层有杏树,石榴,碧桃,国槐,灌木层常与水蜡,金叶女贞,凤尾丝兰伴生,也见有地肤,碱蓬,构成完整的乔灌草景观群落。宿根天人菊、荷兰菊也是夏秋两季主要观赏性草本植物。复合人工林斑块多是京津地区绿化、美化常用的园林植物群落。过渡区广布种斑块内植物种分布范围广泛,滨水湿地,近水绿地与人工林的过渡地带皆有分布,且多为廊道或亭边小道附近,斑块内优势群落出现频率最大,为 32.7%,绒毛白蜡为天津的市树,耐寒、耐盐碱、耐干旱;刺槐—龙柏群落中,刺槐为主要优势种,考察区多

处见刺槐、火炬树更新苗,估计曾为栽培植物,后逸为野生,主要伴生种为泡桐,栾树,桑树,灌木层优势种为龙柏,伴生种为蓝花鼠尾草。

分析基于聚类的群落热图可以考察群落聚类的效果,也可以清楚的比较物种距离和样方间的关系。本研究区内样方间物种重复性不高,聚类效果较好;52个样方中,出现频率最高的植物是国槐(占总样方数 21.2%),其次是刺槐(17.3%)和速生杨(17.3%),均出现在复合人工林斑块;灌木层中,紫穗槐和怪柳出现频率最高(5.8%),分别分布在近水绿地斑块和滨水湿地斑块;怪柳—芦苇+扁秆蔗草群落的芦苇(11.5%)在草本层中重要值最高,频率也最多。样方 11 内植物种类最多,主要来自于金叶榆—紫穗槐群落,但该群落样方(样方 11,14,26)中,除优势种植物金叶榆、紫穗槐外,其他伴生植物重要值均较小,推测它们与优势种关联性较小,在演替过程中可能会消失;另外,单优种群落优势种重要值差异较大,除滨水湿地斑块外,在其他斑块中均有分布。

### 3 物种丰富度与多样性

图 1 列出了各样方物种丰富度与多样性的变化曲线,Margalef 丰富度指数在 0~0.833 之间,大于 0.5 的样方有样方 5,9,18,19,除滨水湿地斑块外的其他斑块均有分布,峰值出现在近水绿地斑块的龙爪

桑群落(样方 9),Margalef 丰富度指数接近 0.1 的样方有 11 个,多分布在滨水湿地斑块;Shannon-Wiener 指数与 Simpson 总体指数变化趋势较一致,最高值均出现在金叶榆—紫穗槐群落的样方 11,分别为 8.114,6.745,但群落总体多样性指数不高;Pielou 均匀度指数在 0.289~0.997 之间,样方 17 均匀度最低,样方 17 和样方 23 处于调节湖近水浅滩,芦苇数量极多,与旱柳、中亚滨藜、地肤等伴生种相比数量差异明显,造成样方内物种分布不均匀,Pielou 均匀度指数 $\geq 0.8$ 的样方占样方总数的 53.8%,群落总体分布较均匀,空间异质性不高。

72 种植物的 Shannon-Wiener 指数和 Margalef 丰富度指数的强度分布如图 2 所示,图中圆形区域的大小反映指数值的强弱。物种丰富度指数与多样性指数的分析结果存在差异,主要体现在调节湖、表潜流湿地与河道湿地。两个指数的强度最大值均出现在表潜流湿地,调节湖周围的原生草本植物群落 Margalef 丰富度指数较大,强度较大的点多于 Shannon-Wiener 指数,强度大小分化较明显;Shannon-Wiener 指数除集中在表潜流湿地的部分样方外,指数强度差异不大,但 Shannon-Wiener 指数强度较大的点, Margalef 丰富度指数不一定也较大,Shannon-Wiener 多样性指数和 Margalef 丰富度指数强度图与群落样方多样性与丰富度指数的数值分析(图 1)较一致。

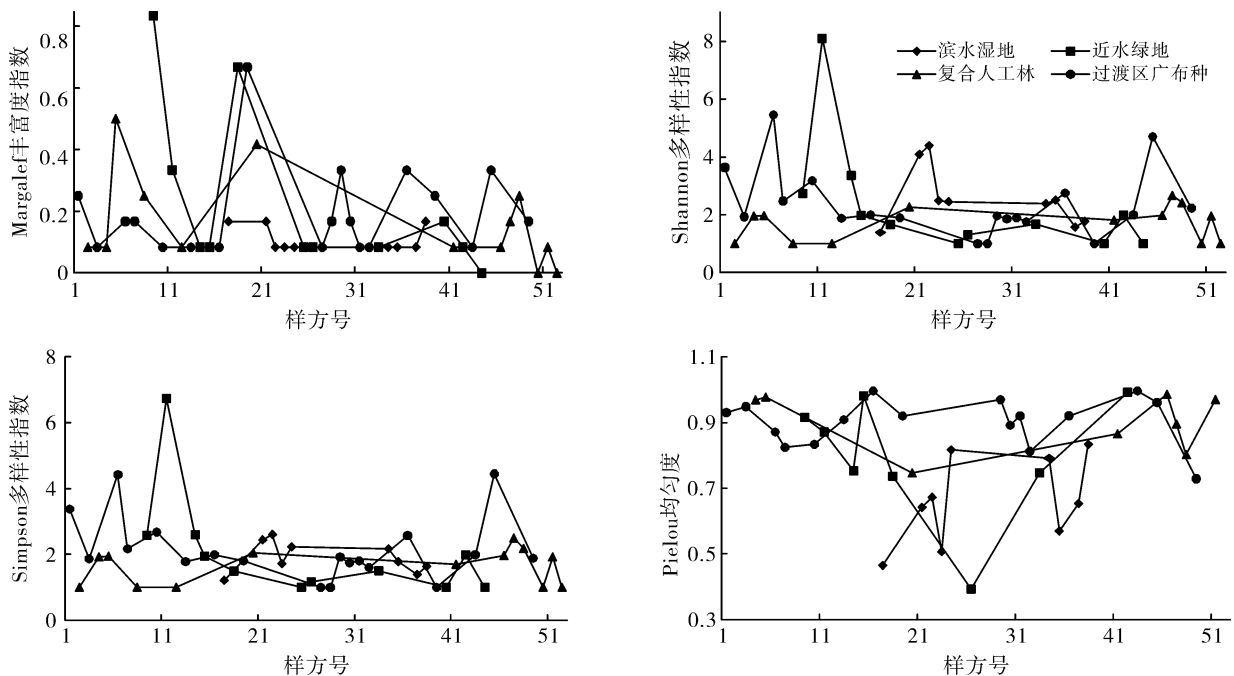
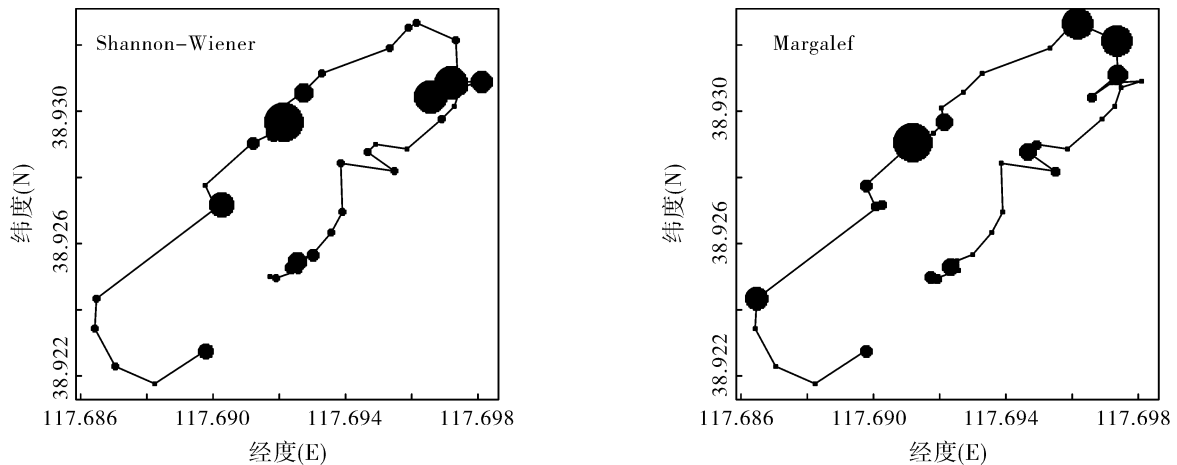


图 1 研究区群落样方多样性指数和均匀度指数



注:圆形区域的大小反映指数的强弱。

图 2 研究区多样性指数和丰富度指数强度

## 4 讨论与结论

### 4.1 讨论

物种多样性是群落功能复杂性和稳定性的重要度量指标,人为干扰对群落的影响可以通过群落结构和物种多样性的变化直接表现出来,不同干扰强度下群落结构和多样性特征不同<sup>[13]</sup>。研究区近水绿地斑块为半自然植物群落类型,丰富度指数和多样性指数的峰值多出现在近水绿地斑块(样方 9, 11),其物种丰富度指数强度也较大,明显高于其他湿地类型。城市湿地受人为干扰影响较大,人类活动干扰<sup>[14]</sup>和外来植物〔如互花米草(*Spartina alterniflora*)〕入侵<sup>[15]</sup>都对湿地物种多样性产生明显影响。关于人为干扰强度,很多研究认为中度干扰下的物种多样性有增加的趋势,即“中度干扰假说”。根据中度干扰假说,中等程度的干扰频率能维持较高的物种多样性;在干扰后群落的恢复过程中,恢复中期物种丰富度最大<sup>[16]</sup>。

从群落数量特征和多样性上看,群落的多样性及均匀度不仅反映了群落发育的阶段和稳定性,也反映了群落的生境特性。Pielou 均匀度指数的较低值出现在滨水湿地斑块(样方 17, 22, 24, 34),说明滨水湿地斑块空间异质性较强;Pielou 指数 $\geq 0.8$ 的样方占样方总数的一半以上,说明单优种群落比例大,数量稳定,如复合人工林斑块(样方 41, 51, 52)的速生杨群落。有关速生型人工林对生物多样性的影响存在诸多争议,Wei 等<sup>[17]</sup>对瑞典中南部杨树种植区域的研究表明,与农用地相比,低龄杨树人工林生物多样性下降 15%;Boothroyd-Roberts 等<sup>[18]</sup>对加拿大魁北克湿地的研究表明,杨树人工林能提高林下草本、灌

木以及当地物种多样性。王国梁等<sup>[19]</sup>对黄土高原丘陵沟壑区植被恢复与重建后的物种多样性研究表明,人工纯林具有很强抵抗其他乔灌物种入侵和定居其中的能力,对林下草本有很强的控制作用。人工纯林的郁闭度、密度较大,容易影响自生草本的演替。滨水湿地斑块的样方 23, Margalef 丰富度指数较小接近 0.1,但 Pielou 指数均匀度 $> 0.5$ ,因此 Shannon-Wiener 指数也较大;物种丰富度小,物种均匀度大也可能造成较高的 Shannon-Wiener 多样性指数,与前人的研究结果一致。

植物群落分布特征既是多种因素(主要包括气候、土壤、水分、地形等)长时间共同影响的结果,也是植物本身的生物学特性对生长环境长期适应的结果<sup>[20]</sup>。一个较成熟的群落往往具有较高的物种多样性、较高的均匀度和较低的重要值。临港城市湿地样方调查群落总体,物种丰富度和 Shannon-Wiener 指数较大,均匀度较高,群落组成较成熟,但单优种群落多,除滨水湿地外,大量地被草本为人工菊科植物,密度很高。通常来说,在生境恢复到自然状态时,自然植被即可恢复,调查中发现有刺槐、旱柳、火炬树等乔木更新苗出现(样方 13, 17, 20, 28, 29),这些更新苗物种是易于与天然群落结合的乡土树种<sup>[21]</sup>,在生态系统恢复中具有很大优势,群落自然更新现象明显。

### 4.2 结论

(1) 临港城市湿地样方调查共记录 72 种植物,隶属 30 科 58 属,双子叶植物 22 科 46 属 58 种,所占比率最大。乔灌草各层群落优势植物种分别为国槐、刺槐,怪柳和芦苇,重要值最大的植物为怪柳,出现在灌木层。

(2) 通过重要值聚类,结合实地考察情况,将研

究区植物分为 4 组,17 个群丛类型,过渡区广布种斑块频度最大(32.7%),以国槐+银杏群落为主;滨水湿地斑块群落频度最小(17.3%),以怪柳—芦苇群落为主,湿生植物群落优势不明显。

(3) 物种多样性研究表明,Shannon-Wiener 指数与 Simpson 指数总体变化趋势较一致,最高值均出现在金叶榆—紫穗槐群落;Pielou 均匀度指数 $\geq 0.8$ 的样方占样方总数的 53.8%;近水绿地斑块丰富度指数强度较大,物种复杂度高。

(4) 调查中发现有刺槐、旱柳、火炬树等乔木更新苗出现,有明显的群落演替和自然更新现象。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 杨一鹏,曹广真,侯鹏,等. 城市湿地气候调节功能遥感监测评估[J]. 地理研究,2013,32(1):73-80.
- [2] 崔丽娟,康晓明,赵欣胜,等. 北京典型城市湿地小气候效应时空变化特征[J]. 生态学杂志,2015,34(1):212-218.
- [3] 蒋丽蓓,俞战幸,李钰,等. 基于城市小环境生态效应的城市湿地植被研究:以西溪国家湿地公园为例[J]. 环境与生活,2014,22(81):436-437.
- [4] Faulkner S. Urbanization impacts on the structure and function of forested wetlands[J]. Urban Ecosystems, 2004,7(2):89-106.
- [5] 崔丽娟,张曼胤. 人类干扰对安庆沿江湿地植物多样性的影响[J]. 林业科学研究,2005,18(4):441-445.
- [6] 孙广友,王海霞,于少鹏. 城市湿地研究进展[J]. 地理科学进展,2004,23(5):94-100.
- [7] 谢晋阳,陈灵芝. 暖温带落叶阔叶林的物种多样性特征[J]. 生态学报,1994,14(4):337-34.
- [8] 祁永,李洪远. 京津冀典型生态恢复案例[M]. 天津:天津科学技术出版社,2015:127-138.
- [9] 闻轶,苏志龙,丁晔. 天津市临港经济区生态湿地公园的设计及运行[J]. 中国给水排水,2014,30(14):42-45.
- [10] Simpson E H. Measurement of diversity[J]. Nature, 1949,163(4148):688.
- [11] 杨利民,韩梅,李建东. 松嫩平原主要草地群落放牧退化演替阶段的划分[J]. 草地学报,1996,4(4):281-287.
- [12] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京:科学出版社,1995.
- [13] 郝建峰,王德艺,李艳等. 人为干扰对川西金佛山楠木次生林群落结构和物种多样性的影响[J]. 生态学报,2014,34(23):6930-6942.
- [14] 刘会玉,林振山,张明阳. 人类活动效应对物种多样性影响的动力模拟:以洪湖湿地生境破坏对水鸟物种多样性的影响为例[J]. 生态学报,2006,26(2):432-438.
- [15] Gan xiaojing, Cai yinting, Choi chieyung, et al. Potential impacts of invasive *Spartina alterniflora* on spring bird communities at Chongming Dongtan, a Chinese wetland of international importance [J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2009,83(2):211-218.
- [16] 孙荣,袁兴中,刘红,等. 三峡水库消落带植物群落组成及物种多样性[J]. 生态学杂志,2011,30(2):208-214.
- [17] Weih M, Karacic A, Munkert H, et al. Influence of young poplar stands on floristic diversity in agricultural landscapes(Sweden) [J]. Basic & Applied Ecology, 2003,4(2):149-156.
- [18] Boothroyd R K, Gagnon D, Truax B. Can hybrid poplar plantations accelerate the restoration of forest understory attributes on abandoned fields [J]. Forest Ecology & Management, 2013,287(1):77-89.
- [19] 王国梁,刘国彬,刘芳. 黄土丘陵区纸坊沟流域植被特点与生态交错带效应[J]. 西北植物学报,2002,22(5):1102-1108.
- [20] 贺金生,陈伟烈. 陆地植物群落物种多样性的梯度变化特征[J]. 生态学报,1997,17(1):91-99.
- [21] 李洪远,马春. 国外多途径生态恢复 40 案例解析[M]. 北京:化学工业出版社,2010.