

黑河中游湿地典型植物群落特征与物种多样性*

赵海莉¹ 赵锐锋^{1**} 张丽华² 姜朋辉¹ 金建玲¹

(¹西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070; ²中国科学院寒区旱区环境与工程研究所皋兰生态与农业综合试验站, 兰州 730000)

摘要 运用植物学及植物地理学方法, 结合野外实地调查, 对黑河中游湿地植物区系组成、地理成分、生态特征和物种多样性进行了分析。结果表明: 黑河中游湿地共有 84 种植物, 隶属于 32 科 70 属, 其中, 菊科、禾本科的种类最多, 占有植物种类的 29.8%; 植物区系地理成分多样, 温带分布型是主要组成部分; 黑河中游湿地草本植物占数量优势, 以多年生为主。双向指示种分析法 (TWINSPAN) 将 42 个湿地样方划分为 10 个群落, 不同植物群落类型的物种多样性指数均较低, 且存在较大差异; 以重要值计算的 Margalef 丰富度指数 (R_m) 介于 0.344 ~ 1.202, Simpson 多样性指数 (D) 介于 0 ~ 0.840, Shannon 多样性指数 (H) 介于 0 ~ 1.999, Pielou 均匀度指数 (J) 在 0.712 ~ 1.0, 表明了黑河中游湿地植物群落的结构简单、组织水平低。

关键词 湿地; 植物区系; 群落特征; 物种多样性; 黑河中游

中图分类号 Q948 文献标识码 A 文章编号 1000-4890(2013)4-0813-08

Community characteristics and species diversity of wetland plants in middle reaches of Heihe River, Northwest China. ZHAO Hai-li¹, ZHAO Rui-feng^{1**}, ZHANG Li-hua², JIANG Peng-hui¹, JIN Jian-ling¹ (¹College of Geography and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China; ²Gaolan Experiment Station for Ecology and Agriculture Research, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China). *Chinese Journal of Ecology*, 2013, 32(4): 813-820.

Abstract: By using the methods of botany and phytogeography, in combining with field investigation, this paper studied the wetland flora composition, geographical elements, ecological characteristics, and species diversity in the middle reaches of Heihe River, Northwest China. A total of 84 plant species were recorded, belonging to 70 genera and 32 families. The species of Compositae and Gramineae were dominant, occupying 29.8% of the total. The geographic elements of the flora were of multiplicity, most of which embodied the feature of temperate zone. Herbs had the numerical advantage, and perennial herbs were the main component. By using two-way indicator species analysis (TWINSPAN), the vegetation in 42 sampling plots could be classified into 10 communities. The species diversity indices of the communities were relatively low, but had large differences among each other. According to the importance value, the Margalef richness index (R_m) ranged from 0.344 to 1.202, Simpson diversity index (D) was between 0 and 0.840, Shannon diversity index (H) ranged from 0 to 1.999, and Pielou evenness index (J) was within the range of 0.712-1.0, indicating that the structure of the wetland plant communities in the middle reaches of Heihe River was relatively simple.

Key words: wetland; flora; community characteristics; species diversity; middle reaches of Heihe River.

* 国家自然科学基金项目(41261047 和 41201196)、教育部博士点基金项目(20106203120004)和西北师范大学青年教师科研能力提升计划骨干项目(NWNU-LKQN-11-11)资助。

** 通讯作者 E-mail: zhaorui Feng@126.com

收稿日期: 2012-09-07 接受日期: 2013-01-14

黑河流域作为内陆河研究的代表性流域(程国栋,2009),围绕水-生态-经济系统这一主线,众多学者在水资源(Li *et al.*,2010;Qin *et al.*,2010)、气候变化(李占玲和徐宗学,2011)、土地利用(李传哲等,2011;侯玉婷等,2011)、生态需水(Zhao *et al.*,2007,2010)、植被分布(李新荣等,2008;许莎莎等,2011;鱼腾飞等,2011)及其对生态输水的响应(蒋晓辉和刘昌明,2009;张一驰等,2011)等方面开展了大量研究。然而对黑河湿地的研究则相对较少且不系统,主要集中在湿地资源分布(孟好军等,2011)、生态功能评价(王清忠和牛赞,2007;张晓琴等,2010)、动物物种多样性(包新康等,2012)等。植物既是湿地的重要组成部分,更是湿地生态系统稳定和可持续发展的基础(王海星等,2010),但针对黑河中游典型的干旱区湿地,其植物群落特征和多样性的研究鲜见报道(闫春鸣等,2012)。因此,本研究通过对黑河中游湿地植物区系组成、地理成分、生活型、水分生态型特征的分析,进一步研究了湿地植物群落分类与物种多样性,为干旱区湿地植物资源保护和退化湿地生态系统的修复提供理论依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于黑河中游(98°57'E—100°52'E,38°39'N—39°59'N),行政区划上包括张掖市所属的甘州区、高台县、临泽县,流域地势南高北低,黑河贯穿全境,自西南流向东北(图1)。研究区深居内陆,属于典型的温带大陆性气候,干旱少雨而蒸发强烈,年

均降水量 50 ~ 250 mm, 年均蒸发量 2000 ~ 3500 mm, 年平均温度 6 ~ 8 °C, 年日照时数 3000 ~ 4000 h。土壤类型主要是灰棕荒漠土和荒漠土,此外,还有灌淤土、盐土、潮土、风沙土等非地带性土壤。植被类型主要为温带荒漠植被,以菊科、豆科、禾本科、藜科、蓼科等为主。分布有河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地、沟渠、水库、坑塘等湿地类型。

1.2 样地设置与数据采集

于2011年7—8月对黑河中游湿地植被进行全面综合考查,在了解该区植被沿河、沿湖等湿地空间分布状况的基础上,在湿地及其周边选取其中42个典型样地,随机布设样方,乔木和灌木样地各取1~2个样方、草本样地取2~4个样方(图1)。样方面积为乔灌木30 m×30 m、草本1 m×1 m,为了便于统计乔灌木样方,将30 m×30 m样方划分成4个15 m×15 m的小样方,在15 m×15 m的小样方中按梅花桩设置5个1 m×1 m的草本样方。在样方内记录描述样地的基本状况,如纬度、经度、海拔、湿地类型及其距河道距离等,以及群落学特征,如物种种类、数量、株高、冠幅、盖度、密度、频度以及植被类型、群落优势种、群落结构、群落分层结构状况等。

1.3 数据处理

1.3.1 重要值 在各样地的植物高度、盖度、密度及多度的基础上,计算出各物种的重要值(孙儒泳等,2002),其公式如下:

$$\text{重要值} = (\text{树高度} + \text{树盖度} + \text{树密度}) / 3$$

1.3.2 物种多样性 在物种重要值基础上,依据物种多样性测度指数应用的广泛程度以及对群落物种

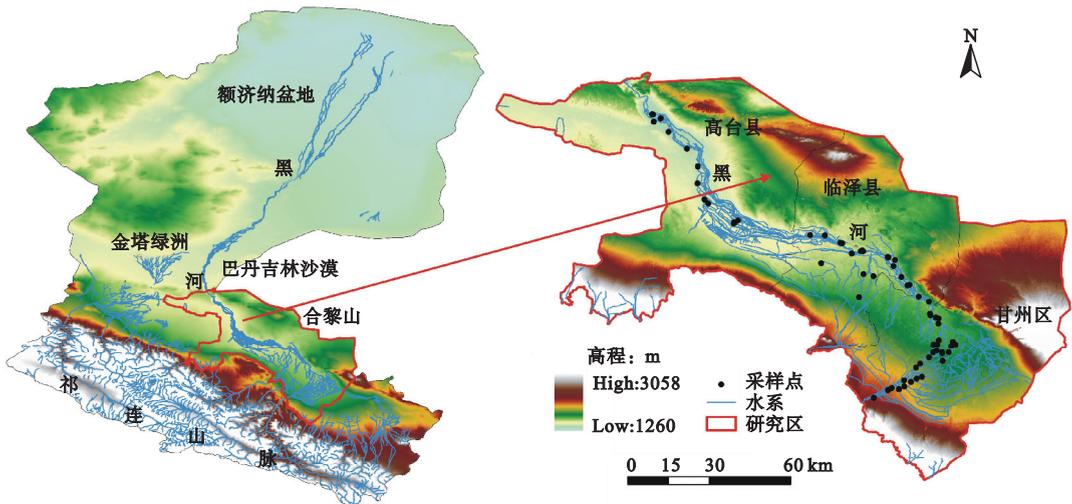


图1 研究区位置及样地分布示意图

Fig. 1 Location of the study area and the investigated plots

多样性状况的反映能力,本研究选取以下 4 种指数测度物种多样性(孙儒泳等,2002)。公式分别如下:

Margalef 丰富度指数: $R_m = (S-1)/\ln N$

Simpson 多样性指数: $D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$

Shannon 多样性指数: $H = - \sum_{i=1}^S (p_i \ln p_i)$

Pielou 均匀度指数: $J = H/\ln S$

式中, P_i 种 i 的相对重要值, N 样方中物种个体数, S 为种 i 所在样地的物种总数。

1.3.3 聚类分析 利用 Excel 软件分析和统计野外采集的各样方的数据,通过计算高度、盖度、密度及多度的基础上,计算出各物种的重要值和多样性指数。采用 WinTWINS (Version 2.3) 划分植物群落

类型。

2 结果与分析

2.1 植物区系特征

2.1.1 植物区系基本组成 在黑河中游湿地 42 个植物调查样地中,共记录到植物 32 科 70 属 84 种(表 1),其中蕨类植物 1 科 1 属 1 种,单子叶植物 9 科 22 属 26 种,双子叶植物 22 科 47 属 57 种。以菊科种类最多,为 13 种,占种组成的 15.48%;其次为禾本科,共 12 种,占种组成的 14.29%;然后依次为莎草科(7 种)、豆科(6 种)、藜科(6 种)和柽柳科(4 种)等。各科植物中有 19 科为 1 科 1 属 1 种,占总科数的 59.37%,说明研究区湿地植被不是以某一个或几个科植物占主导。

表 1 黑河中游湿地植物物种组成

Table 1 Components of plant species of the wetlands in the middle reaches of Heihe River

类群	科	属数	占总属数(%)	种数	占总种数(%)	
蕨类植物	木贼科 Equisetaceae	1	1.41	1	1.19	
被子植物	双子叶植物	菊科 Asteraceae	10	14.29	13	15.48
		豆科 Leguminosae	6	8.57	6	7.14
		藜科 Chenopodiaceae	5	7.14	6	7.14
		柽柳科 Tamaricaceae	2	2.86	4	4.76
		苋科 Amaranthaceae	2	2.86	3	3.57
		蓼科 Polygonaceae	2	2.86	3	3.57
		唇形科 Lamiaceae	2	2.86	2	2.38
		蝶形花科 Papilionaceae	2	2.86	2	2.38
		石竹科 Caryophyllaceae	2	2.86	2	2.38
		杨柳科 Populus	2	2.86	2	2.38
		十字花科 Cruciferae	1	1.43	2	2.38
		毛茛科 Ranunculaceae	1	1.43	2	2.38
		报春花科 Primulaceae	1	1.43	1	1.19
		车前科 Plantaginaceae	1	1.43	1	1.19
		胡颓子科 Elaeagnaceae	1	1.43	1	1.19
		柳叶菜科 Onagraceae	1	1.43	1	1.19
		龙胆科 Gentianaceae	1	1.43	1	1.19
		萝藦科 Asclepiadaceae	1	1.43	1	1.19
		马齿苋科 Portulacaceae	1	1.43	1	1.19
		葡萄科 Vitaceae	1	1.43	1	1.19
蔷薇科 Rosaceae	1	1.43	1	1.19		
玄参科 Scrophulariaceae	1	1.43	1	1.19		
单子叶植物	禾本科 Poaceae	10	14.29	12	14.29	
	莎草科 Cyperaceae	5	7.14	7	8.33	
	灯心草科 Juncaceae	1	1.43	1	1.19	
	水麦冬科 Juncaginaceae	1	1.43	1	1.19	
	天南星科 Araceae	1	1.43	1	1.19	
	香蒲科 Typhaceae	1	1.43	1	1.19	
	眼子菜科 Potamogetonaceae	1	1.43	1	1.19	
	鸢尾科 Iridaceae	1	1.43	1	1.19	
	泽泻科 Alismataceae	1	1.43	1	1.19	
	合计		70	100.00	84	100.00

物种组成中草本植物占绝对优势,共71种,占总种数的84.52%。其中,一年生草本24种,多年生草本43种,一年生或多年生草本植物4种。乔木(含小乔木)只有3种,占总种数的3.57%,分别为沙枣(*Elaeagnus angustifolia*)、线叶柳(*Salix wilhelmsiana*)和小青杨(*Populus pseudo-simonii*);灌木7种,占总种数的8.33%,如苦豆子(*Sophora alopecuroides*)、密花怪柳(*Tamarix arceuthoides*)、细枝岩黄芩等;半灌木2种,占总种数的2.38%,如黑沙蒿(*Artemisia ordosica*)和中亚紫菀木(*Asterothamnus centrali-asiaticus*);藤本植物为地锦(*Parthenocissus tricuspidata*)。小青杨多为单株出现,为土壤种子发育而成的实生苗。

植物的水分生态型以湿生或水生植物占优势,有44种,占总种数的52.38%;中生植物32种,占38.10%;旱生植物8种,占9.52%。

2.1.2 植物区系地理成分 根据中国种子植物属的分布区类型(吴征镒,1991),在调查区域内,种子植物属的分布区可划分为9个类型、2个亚型,其中温带分布和世界分布的比例较大,分别占总属数的49.28%和30.43%(表2)。其他7个分布区类型的属共有14个,占总属数的20.29%。另根据《中国蕨类植物科属志》(吴兆洪和秦仁昌,1991),调查区域的湿地蕨类植物节节草(*Equisetum ramosissimum*)所属的木贼属(*Equisetum*)是北半球寒带及温带地区分布属。因此,无论从种子植物属的地理分布还是从蕨类植物属的地理分布来看,组成黑河中游湿

表2 河中游湿地种子植物的分布区类型
Table 2 Generic areal-types of seed plants of the wetlands in the middle reaches of Heihe River

分布区类型	属数	占总属数 (%)
1 世界分布	21	30.43
2 泛热带分布	6	8.70
3 热带亚洲和热带美洲间断分布	1	1.45
8 北温带分布	21	30.43
8.4 北温带和南温带(全温带)间断分布	3	4.35
9 东亚和北美间断分布	2	2.90
10 旧世界温带分布	9	13.04
10-3 欧亚和南非洲(有时也在大洋洲)间断分布	1	1.45
12 地中海区、西亚至中亚分布	2	2.90
12-3 地中海区至温带、热带亚洲,大洋洲和南美洲间断分布	1	1.45
13 中亚分布	1	1.45
14 东亚分布	1	1.45
合计	69	100.00

地植被的植物种类在地理分布上与亚洲中部温带地区关系较为密切。

2.2 植物群落分类及其特征

图2是根据物种重要值,用TWINSpan多元分类方法对黑河中游42个样方84种植物进行分类结果的树状图,结合区域的实际生态意义,采用第6级的划分结果。最终将其分为11组,代表10个植物群落,分别用I~X表示,其特征分别如下:

I) 灰绿藜群落(Comm. *Chenopodium glaucum*),包括样方5、38,位于张掖市湿地公园周边,土壤类型为灰灌漠土,水分中等偏湿。植物优势种为灰绿藜,伴生种有芨芨草、无芒稗(*Echinochloa crusgali* var. *mitis*)、雾冰藜、猪毛菜(*Salsola collina*)、大波斯菊(*Cosmos bipinnatus*)、反枝苋、地锦、芨芨草、天蓝苜蓿(*Medicago lupulina*)、石竹(*Dianthus chinensis*)等,平均盖度75%。

II) 多枝怪柳+密花怪柳-芨芨草群落(Comm. *Tamarix ramosissima* + *Tamarix arceuthoides*-*Achnatherum splendens*),包括样方1、4、6和21,位于黑河河道河滩地,土壤类型主要为灰漠土、灰棕漠土、荒漠风沙土,水分中等偏旱。该群落没有乔木层,乔木树种小青杨树苗呈零星分布。灌木层优势种为多枝怪柳、密花怪柳,主要伴生种为黑沙蒿,另外还有中亚紫菀木、苦豆子、细枝岩黄芩、宽苞水柏枝等。草本优势种为芨芨草、雾冰藜,伴生种有芦苇、茵陈蒿(*Artemisia capillaris*)、蒲公英(*Taraxacum officinale*)、猪毛菜、苣荬菜、碱黄鹌菜(*Youngia stenoma*)、画眉草(*Eragrostis pilosa*)、凹头苋(*Amaranthus lividus*)等,平均盖度55%。

III) 沙枣+线叶柳-芨芨草群落(Comm. *Elaeagnus angustifolia* + *Salix wilhelmsiana*-*Achnatherum splendens*),包括样方7、10、35、36、37、39和40,主要分布于黑河河岸草甸湿地,土壤类型为荒漠灰棕漠土、灌漠土、潮土和林灌草甸土,水分中等偏湿。乔木层为沙枣、线叶柳,无灌木层,草本层优势种为芨芨草、芦苇、小花棘豆(*Oxytropis glabra*)和黄花草木犀(*Melilotus officinalis*),伴生种有水葫芦苗(*Halerpestes sarmentosus*)、苣荬菜、甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)、苣荬菜、蒲公英、海乳草(*Glaux maritima*)、披碱草(*Elymus dahuricus*)等,平均盖度80%。

IV) 芦苇+针茅+假苇拂子茅群落(Comm. *Phragmites communis* + *Stipa capillata* + *Calamagrostis pseudophragmites*),包括样方8、9、18、22、24、25、29

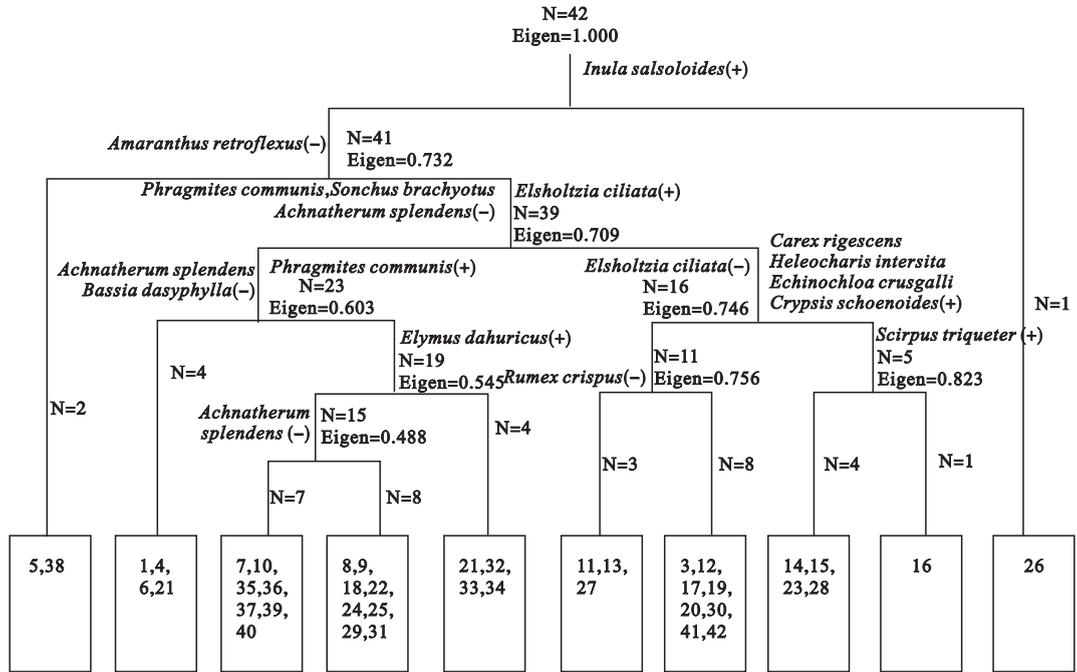


图2 黑河中游湿地植物群落 TWINSpan 分类树状图

Fig. 2 TWINSpan classification of plant communities of wetland in the middle reaches of Heihe River

和 31, 主要分在河岸沼泽湿地, 土壤类型为潮土、灌漠土, 水分湿润。该群落没有乔木层和灌木层, 草本层优势种为芦苇、针茅、假苇拂子茅、大花旋复花、鹅绒委陵菜、菖蒲 (*Acorus calamus*), 伴生种有水葫芦苗、扁秆藨草 (*Scirpus planiculmis*)、苣荬菜、蒲公英、节节草、水麦冬 (*Triglochin palustre*)、大车前草 (*Plantago major*)、线叶旋覆花 (*Inula linariaefolia*) 等, 平均盖度 85%。

V) 披碱草+盐角草-骆驼刺群落 (Comm. *Elymus dahuricus* + *Salicornia europaea*-*Alhagi sparsifolia*), 包括样方 2、32、33 和 34, 分布于水库、湖泊滩地, 土壤类型为盐土、灌漠土, 水分湿润, 盐分含量高。该群落没有乔木层, 灌木层相对单一, 由甘蒙怪柳 (*Tamarix austromongolica*) 和骆驼刺构成, 草本层植物也相对较少, 优势种为披碱草、盐角草和碱蓬 (*Suaeda glauca*), 伴生种有芦苇、苣荬菜、芨芨草、甘草、蒲公英和隐花草 (*Crypsis aculeata*) 等, 平均盖度 35%。

VI) 酸模叶蓼+隐花草+皱叶酸模群落 (Comm. *Polygonum lapathifolium* + *Crypsis aculeata* + *Rumex crispus*), 包括样方 11、13 和 27, 位于水库边沼泽湿地, 土壤类型为灌漠土, 水分湿润。该群落没有乔灌木层, 草本层优势种有酸模叶蓼、隐花草和皱叶酸模 (*Rumex crispus*), 伴生种有狗尾草 (*Setaria viridis*)、

稗草、鬼针草 (*Bidens pilosa*)、芨芨草、针茅、藨草 (*Scirpus triquetus*) 和浮叶眼子菜 (*Potamogeton natans*) 等, 平均盖度 55%。

VII) 香蒲+水葱+芦苇群落 (Comm. *Elsholtzia ciliata* + *Scirpus validus* + *Phragmites communis*), 包括样方 3、12、17、19、20、30、41 和 42, 主要分布于湖泊、沼泽湿地, 土壤类型为灌漠土和潮土, 水分湿润。该群落没有乔灌木层, 主要由湿生草本植物组成, 优势种为香蒲、水葱、芦苇、藨草、灯心草 (*Juncus effusus*) 和三裂碱毛茛 (*Halerpestes tricuspis*), 伴生种为沼生柳叶菜 (*Epilobium palustre*)、小薊、鹅绒委陵菜、红鳞扁莎 (*Pycnus sanguinolentus*)、水苦荬 (*Veronica undulata*)、酸模叶蓼、泽泻 (*Alisma plantago-aquatica*) 等, 平均盖度 80%。

VIII) 细叶苔草+中间型荸荠+蔺状隐花草群落 (Comm. *Carex rigescens* + *Heleocharis intersita* + *Crypsis schoenoides*), 包括样方 14、15、23 和 28, 分布于水库周边草甸湿地, 土壤类型为灌漠土, 水分偏湿。该群落没有乔灌木层, 草本层也相对简单, 优势种为细叶苔草、中间型荸荠、蔺状隐花草, 伴生种有芦苇、稗草、披碱草、灯心草、扁秆藨草等, 平均盖度 65%。

IX) 水莎草群落 (Comm. *Juncellus serotinus*), 样方为 16, 分布在水库库底湿地, 土壤类型为灌漠土, 水分湿润。该群落仅有草本层构成, 优势种为水莎

表3 黑河中游湿地植物群落物种多样性指数
Table 3 Plant species diversity of wetland in the middle reaches of Heihe River

群落编号	群落名称	R_m	H	D	J
I	灰绿藜群落	0.840	1.101	0.548	0.810
II	多枝怪柳+密花怪柳-芨芨草群落	0.968	1.246	0.612	0.740
III	沙枣+线叶柳-芨芨草群落	0.790	1.321	0.653	0.874
IV	芦苇+针茅+假苇拂子茅群落	0.577	0.988	0.500	0.770
V	披碱草+盐角草-骆驼刺群落	0.578	1.283	0.679	0.905
VI	酸模叶蓼+隐花草+皱叶酸模群落	0.502	1.039	0.582	0.835
VII	香蒲+水葱+芦苇群落	0.757	1.070	0.552	0.733
VIII	细叶苔草+中间型荸荠+藨状隐花草群落	0.344	0.871	0.483	0.712
IX	水莎草群落	1.202	1.999	0.840	0.910
X	蓼子朴群落	0	0	0	1.000

草、藨草,伴生种为大花旋覆花、稗草、藨状隐花草、山薄荷、鬼针草等,盖度为60%。

X) 蓼子朴群落(*Comm. Inula salsoloides*),样方为26,位于湖泊湿地周围退耕地,土壤类型为灌漠土,水分中等偏旱。该群落物种组成单一,由单一植物蓼子朴组成,盖度45%。

2.3 植物群落多样性特征

Shannon 多样性指数(H)为0~1.999,其中水莎草群落最高,其次为沙枣+线叶柳-芨芨草群落(1.321)、蓼子朴群落为最小(表3)。Simpson 多样性指数(D)为0~0.840,水莎草群落最高,其次为披碱草+盐角草-骆驼刺群落(0.679),蓼子朴群落为最小(表3)。Margalef 丰富度指数(R_m)为0~1.202,以水莎草群落最高,其次为多枝怪柳+密花怪柳-芨芨草群落(0.968),蓼子朴群落为最小(表3)。Pielou 均匀度指数(J)为0.712~1,各群落以蓼子朴群落最高,细叶苔草+中间型荸荠+藨状隐花草群落最低(表3)。由于蓼子朴群落是由单一物种组成的群落,所以 Shannon 多样性指数、Simpson 多样性指数、Margalef 丰富度指数在所有群落中数值最低,均为0;相反,Pielou 均匀度指数在所有样方中最高,其值为1。整体而言,黑河中游湿地植物群落的物种多样性指数偏低,且存在较大差异。

3 讨论

3.1 黑河中游湿地植物区系组成特征

在调查的42个样地中,共出现84种植物,隶属于32个科,70个属。其中,菊科和禾本科的种类最多,占全部调查植物种类的29.77%,仅含有1种植物的科有19个,占科总数的59.37%。可见,黑河

中游湿地植物科和属的多样性比较丰富,且湿地植被不是以某一个或几个科的植物占主导地位,说明群落组成受植物系统发生关系的影响可能比较小。相对于湿润、半湿润气候区的湿地(孙菊等,2009;刘波等,2012),黑河中游湿地植物种类相对较少,但与半干旱区的四儿滩湿地(王海星,2010)、干旱区的艾里克湖湿地(张江英等,2007)和塔里木河中下游湿地(李玉霞和周华荣,2011)相比,植物物种又较为丰富。

植物的生活型是植物对生存环境综合因子长期适应的结果。研究区湿地植物组成以多年生草本为主体。毛乌素沙地低湿地植物也以多年生草本为主(呼格吉勒图等,2011)。位于湿润气候区的镇江内江湿地演替过程中,多年生草本始终占据着群落的主导地位(付为国等,2007)。与半湿润区的野鸭湖湿地以1年生植物为主不同(马小伟等,2008)。湿地生态系统特有的水陆交替特点,使其区别于单一的水域或陆地生态系统,生长于其中的物种所承受的自然扰动压力更大,对生存能力要求更严。若地下水水位波动的幅度较小(或极端情况为期很短),不会驱使植物区系发生变化,植被由多年生植物组成,比较稳定。反之,在季节性或波动性湿地,则以一年生或短命植物为代表。野鸭湖湿地属于典型的季节性湿地,由于河(湖)水间歇性泛滥和地下水的作用,在河(湖)滨两岸形成河(湖)滨湿地或河漫滩湿地,植物以1年生植物为主(王宪礼,1997)。

黑河中游湿地植物以湿生或水生植物占优势,中、旱生植物占据一定比例。湿生或水生植物占优势,表明黑河中游湿地的水分条件优越。而中生植物占据较高的比例,与研究区温带干旱气候紧密联系。另外,有一部分旱生植物的出现,是干旱、半干旱地区的共同特点。黑河中游的地带性植被为荒漠植被,所以有部分旱生植物的侵入。

3.2 黑河中游湿地植物群落多样性特征

研究区物种丰富度和均匀度指数较大的是水莎草群落、沙枣+线叶柳-芨芨草群落,其物种多样性指数也较高;而具有较低丰富度及均匀度指数的细叶苔草+中间型荸荠+藨状隐花草群落、芦苇+针茅+假苇拂子茅群落其物种多样性指数也较低。这表明群落物种多样性水平的高低主要依赖于群落中物种数的多少以及个体数在各个群落中的分布状况,反映出群落多样性是群落丰富度与均匀度的函数(马克平等,1995)。

群落的物种多样性直接或间接体现群落结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度、生境差异等。本研究以重要值计算的各群落 Margalef 丰富度指数为 0.344 ~ 1.202, Simpson 多样性指数为 0 ~ 0.840, Shannon 多样性指数为 0 ~ 1.999, Pielou 均匀度指数为 0.712 ~ 1.0, 由此可见,黑河中游湿地植物群落类型的物种多样性指数均较低,且存在一定差异,也反映出黑河中游湿地植物群落结构较简单、组织水平较低。

黄河下游河滨湿地草本植物群落 Shannon 多样性指数为 0.22 ~ 2.07, Pielou 均匀度指数为 0.15 ~ 0.80(韦翠珍等,2012)。大兴安岭沟谷冻土湿地植物群落草本层的 Shannon 多样性指数为 0.525 ~ 2.693(孙菊等,2009);干旱区艾比湖湿地植物群落的 Shannon 多样性指数为 0.70 ~ 2.20、均匀度指数为 0.46 ~ 0.95(杨军等,2010)。研究区湿地植物群落多样性水平低于大兴安岭冻土湿地和黄河下游河滨湿地,与干旱荒漠区的气候等环境条件恶劣、植物群落的组成种类少有关。略低于同属于干旱气候区的艾比湖湿地,与后者植物种类更丰富相关。

4 结 论

黑河中游湿地植物科、属的多样性比较丰富,且不是以某一个或几个科的植物占主导地位。植被区系组成中种的地理成分以温带分布类型为主体,与所处的温带地理位置相吻合。湿地植被分布以多年生草本为主体。双向指示种分析法(TWINSPAN)将植被划分为 10 个群落,各群落的物种多样性指数均较低,反映出黑河中游湿地植物群落的结构/组织水平均较低。因此,黑河中游湿地保护与恢复的重要内容是维持湿地植被的多样性,减少地下水位波动、稳定地表水源是维系湿地多年生草本植物生存的基础。

致谢 植物标本鉴定得到了西北师范大学生命科学院陈学林教授的无私帮助,谨表感谢!

参考文献

包新康,刘迺发,郭秉堂,等. 2012. 甘肃黑河内陆河湿地自然保护区候鸟多样性. 动物学杂志, **47**(2): 59-66.

程国栋. 2009. 黑河流域水-生态-经济系统综合管理研究. 北京: 科学出版社.

付为国,李萍萍,卞新民,等. 2007. 镇江内江湿地植物群落演替动态研究. 长江流域资源与环境, **16**(2): 163-168.

侯玉婷,王书功,南卓铜. 2011. 基于知识规则的土地利用/土地覆被分类方法——以黑河流域为例. 地理学报, **66**(4): 549-561.

呼格吉勒图,杨 劫,张 磊,等. 2011. 毛乌素沙地低湿地维管植物区系特征. 中国沙漠, **31**(5): 1189-1194.

蒋晓辉,刘昌明. 2009. 黑河下游植被对调水的响应. 地理学报, **64**(7): 791-797.

李传哲,于福亮,刘 佳,等. 2011. 近 20 年来黑河干流中游地区土地利用/覆被变化及驱动力定量研究. 自然资源学报, **26**(3): 353-363.

李新荣,何明珠,贾荣亮. 2008. 黑河中下游荒漠区植物多样性分布对土壤水分变化的响应. 地球科学进展, **23**(7): 685-691.

李玉霞,周华荣. 2011. 干旱区湿地景观植物群落与环境因子的关系. 生态与农村环境学报, **27**(6): 43-49.

李占玲,徐宗学. 2011. 近 50 年来黑河流域气温和降水量突变特征分析. 资源科学, **33**(10): 1877-1882.

刘 波,佟守正,吕宪国. 2012. 东北地区湿地野生种子植物区系. 生态学杂志, **31**(7): 1646-1652.

马克平,黄建辉,于顺利,等. 1995. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究——丰富度、均匀度和物种多样性指数. 生态学报, **16**(3): 225-234.

马小伟,胡 东,华振铃,等. 2008. 土壤水分、盐分对野鸭湖湿地植物群落演替的影响. 首都师范大学学报(自然科学版), **29**(1): 50-54.

孟好军,贾永礼,刘贤德,等. 2011. 黑河流域湿地资源分布特征. 湿地科学, **9**(1): 89-93.

孙 菊,李秀珍,胡远满,等. 2009. 大兴安岭沟谷冻土湿地植物群落分类、物种多样性和物种分布梯度. 应用生态学报, **20**(9): 2049-2056.

孙儒泳,李庆芬,牛翠娟,等. 2002. 基础生态学. 北京: 高等教育出版社.

王海星,张克斌,曹永翔,等. 2010. 西北半干旱区湿地生态系统植物群落多样性的研究. 干旱区资源与环境, **24**(5): 141-146.

王清忠,牛 贇. 2007. 基于层次分析法的张掖市湿地生态功能研究. 山地学报, **25**(5): 584-589.

王礼礼. 1997. 我国自然湿地的基本特点. 生态学杂志, **16**(4): 64-67.

韦翠珍,张佳宝,周凌云. 2012. 黄河下游河滨湿地不同草本植物群落物种多样性研究. 湿地科学, **10**(1): 58-64.

吴兆洪,秦仁昌. 1991. 中国蕨类植物科属志. 北京: 科学出版社.

吴任猛. 1991. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究, **13**(S4): 1-139.

许莎莎,孙国钧,刘慧明,等. 2011. 黑河河岸植被与环境因子间的相互作用. 生态学报, **31**(19): 2421-2429.

闫春鸣,占玉芳,滕玉凤. 2012. 黑河流域甘州区湿地植物

- 物种多样性研究. 水土保持通报, **32**(2): 246–251.
- 杨 军, 傅德平, 杨 晓, 等. 2010. 艾比湖湿地自然保护区典型群落物种多样性分析. 干旱区资源与环境, **24**(2): 145–149.
- 鱼腾飞, 冯 起, 司建华, 等. 2011. 黑河下游额济纳绿洲植物群落物种多样性的空间异质性. 应用生态学报, **22**(8): 1961–1966.
- 张江英, 周华荣, 高 梅. 2007. 艾里克湖湿地植物群落特征指数与土壤因子的关系. 生态学杂志, **26**(7): 983–988.
- 张晓琴, 石培基, 潘竞虎, 等. 2010. 黑河中游湿地生态旅游资源开发模式研究——以张掖市为例. 中国沙漠, **30**(3): 625–672.
- 张一驰, 于静洁, 乔茂云, 等. 2011. 黑河流域生态输水对下游植被变化影响研究. 水利学报, **42**(7): 757–765.
- Li Z, Shao Q, Xu Z, *et al.* 2010. Analysis of parameter uncertainty in semi-distributed hydrological models using bootstrap method; A case study of SWAT model applied to Yingluoxia watershed in northwest China. *Journal of Hydrology*, **385**: 76–83.
- Qin C, Yang B, Burchardt I, *et al.* 2010. Intensified pluvial conditions during the twentieth century in the inland Heihe River Basin in arid northwestern China over the past millennium. *Global and Planetary Change*, **72**: 192–200
- Zhao WZ, Chang XX, He ZB, *et al.* 2007. Study on vegetation ecological water requirement in Ejina Oasis. *Science in China Series D: Earth Sciences*, **50**: 121–129.
- Zhao WZ, Liu B, Zhang ZH. 2010. Water requirements of maize in the middle Heihe River basin, China. *Agricultural Water Management*, **97**: 215–223.
-
- 作者简介** 赵海莉,女,1977年生,博士研究生,讲师,研究方向为资源环境变化与区域发展。E-mail: zhl.grase@163.com
- 责任编辑** 魏中青
-