辽河保护区河岸农田撂荒恢复初期植物物种特征*

夏会娟[1,2,3] 张 远[2,3] 张文丽[1] 孔维静[2,3]** 姚懿函[2,3]

([1]三峡大学化学与生命科学学院, 湖北宜昌 443002; [2]中国环境科学研究院流域水生态保护技术研究室, 北京 100012; [3]环境标准与风险评估国家重点实验室, 北京 100012)

摘 要 采用样线法对辽河保护区河岸农田撂荒恢复3年后的植物群落进行调查,研究其物种特征及生物多样性影响因子。结果表明:8个样点共采集到51种植物,以草本植物为主,共49种,占总物种数的96%;51种植物隶属于21科46属,其中菊科和禾本科物种数最多,单属科、单种科和单种属在植物物种组成中占比例较大,高频度且高盖度出现的物种少;小飞蓬和茵陈蒿为撂荒恢复初期植物群落的先锋物种,出现的频度最高;草本植物的水分生态型以中生植物占优势;生活型以1年生植物为主,且杂草在草本植物中占有较大的比例,表明河岸农田撂荒恢复初期物种组成主要受到人类活动的影响,而河流对物种的影响在早期表现不明显;物种多样性自上游向下游呈降低趋势,环境影响因子分析表明Simpson指数、Shannon指数和Pielou均匀度指数与海拔和距河口距离呈显著正相关,与距交汇处距离和河道蜿蜒度呈显著负相关,而Patrick丰富度指数与两岸堤距呈显著负相关,与其他因子无显著相关性。

关键词 河岸带; 河流保护区; 小飞蓬; 物种多样性; 水分生态型

中图分类号 Q948.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-4890(2014)1-0041-07

Characteristics of plants during early restoration stage of abandoned riparian croplands in Liaohe River reserve. XIA Hui-juan[1,2,3], ZHANG Yuan[2,3], ZHANG Wen-li[1], KONG Wei-jing[2,3]**, YAO Yi-han[2,3] ([1]*College of Chemistry and Life Science, China Three Gorges University, Yichang* 443002, *Hubei, China*; [2] *Laboratory of Riverine Ecological Conservation and Technology, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing* 100012, *China*; [3]*State Key Laboratory of Environmental Criteria and Risk Assessment, Beijing* 100012, *China*). *Chinese Journal of Ecology*, 2014, **33**(1): 41-47.

Abstract: Riparian vegetation on abandoned croplands after 3-year natural rehabilitation was surveyed with line transect method in Liaohe River reserve, and species composition and factors affecting biodiversity were investigated. Results showed that there were 51 species on 8 sampling sites, and the dominant species were herbs (49 species). The 51 species belonged to 46 genera and 21 families, and Compositae and Gramineae had the most species. The vegetation was mainly composed of single-species families, single-genus families and single-species genera. There were a few species with high frequency and coverage, and *Conyza canadensis* and *Artemisia capillaris* as pioneer species in the community succession had the highest appearance frequency. The herbaceous species were mainly mesophytic and annual, and the weeds accounted for a larger proportion of total herbaceous species, indicating that species composition at an early restoration stage on abandoned riparian croplands was affected mainly by human activities rather than the river processes. The species diversity decreased from upstream to downstream. Correlation analysis on environmental factors indicated that Simpson diversity index, Shannon index and Pielou evenness index had positive correlations with altitude and distance from the estuary, and negative correlations with distance from the confluence of eastern and western Liaohe River and sinuosity. While Patrick richness index had negative correlations with the width between levees, and had no correlations with other factors.

Key words: riparian zone; river reserve; *Conyza canadensis*; species diversity; water ecotype.

* 国家自然科学青年基金项目(41201187)和水体污染控制与治理科技重大专项(2012ZX07501-001-02)资助。

** 通讯作者 E-mail: kongwj@craes.org.cn

收稿日期: 2013-06-13 接受日期: 2013-07-26

农田撂荒是生态恢复中采用较多的一种模式(Csecserits & Rédei,2001;Jongepierová *et al.*,2004;Ruprecht,2005;Prach & Hobbs,2008),通过撂荒后群落的自然演替达到顶极群落,实现生态恢复。这种恢复方法可以保证恢复的群落类型能完全适应恢复区的生境。农田撂荒后,先锋植物将首先定居,并影响撂荒地的土壤、微生物和微气候等环境特征,为下一阶段的演替提供生境(Clements,1916),因此撂荒恢复早期群落的物种组成和群落特征对群落的演替以及生态系统的结构和功能具有重要意义。

近年来,对撂荒地恢复过程中的生态特征已经开展了较多研究,内容集中在撂荒地土壤种子库(陈宇等,2012)、撂荒地恢复过程中的生物多样性与生物量(吴祥云等,2007;刘秀珍等,2008)、植物群落演替过程(杜峰等,2008;郝文芳,2010)、撂荒地恢复过程中植物物种种间关系(刘秀珍等,2010)、撂荒地恢复植被的组成结构(焦菊英等,2008)以及撂荒地土壤微生物演变过程(王兵等,2009)等,这些研究多针对陆地农田,而对河岸撂荒地演替的研究较少。与陆地生态系统相比,河岸生态系统受到洪水过程以及河流特殊地貌的影响,河流过程对植被演替的影响也不同于陆地生态系统,而我国在该方面的相关研究较少,这与河岸地区水源充足、条件适宜农田耕种、一直被开发为农田耕种、缺乏保护有关。

2010年在辽河干流成立辽河保护区,是中国首个以河流保护为目的成立的保护区。为恢复河流生态系统,在全河段内对河道两侧农田实行撂荒退耕政策,通过自然演替进行恢复,这为研究撂荒恢复后河岸自然演替过程中群落的结构功能特征提供了条件。本研究选择辽河保护区为研究对象,研究恢复3年后河岸植物群落的物种组成、物种生活型和水分生态型特征、物种多样性及影响物种多样性的主要环境因子,为河流生态演替理论及修复提供依据,并为河流生态保护提供指导。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

辽河保护区河流主要包括辽河干流,始于东西辽河交汇处的铁岭市福德店,终于盘锦市下入渤海,全长538 km,面积1869.2 km^2。地理位置位于121°41′E—123°55.5′E,40°47′N—43°02′N。保护区内地势平坦,由东西向中间倾斜,河流流向总体为自北向南(图1)。保护区位于辽宁省西部的平原地区,属暖温带半湿润大陆性季风气候,受季风气候的影响,辽河保护区的多年平均气温在4~9 ℃;降水量为600~700 mm,年际变化较大,年内分配不均匀,集中在6—9月;降水的年内不均匀分布决定了辽河干流为季节性河流,汛期与降水集中时间同期,而10月—翌年5月河流水位低。辽河保护区及其周边地貌主要为冲积平原,土壤类型包括棕壤土、褐土、风砂土、泥炭沼泽土和草甸土等。

1.2 样地设置与数据采集

为研究辽河保护区河岸农田撂荒恢复初期的植物特征,选择距离河道最近的农田撂荒地,沿河流流向自上而下设置8个样点(图1),在每样点采用样线法进行植被调查,方法为在样点踏查的基础上选择典型植被地区沿平行于河流流向设置1条长50 m的样线,调查样线两侧各50 cm宽度范围内的植物,记录物种名称、物种个体数和物种盖度,物种盖度通过结合物种在样线上的分布长度和覆盖情况估计。根据《辽宁植物志》鉴定物种,对不能确定的物种采集标本带回实验室,请专家鉴定。同时记录样地的海拔、经纬度和河岸状况等基本环境信息,以满足样地长期观测的需求。

1.3 研究方法

1.3.1 物种组成 根据《辽宁植物志》(辽宁植物志编辑委员会,1992)确定植物的科属种信息,统计分析物种的科属组成特征。

1.3.2 物种生活型和水分生态型划分 根据《中国植被》(中国植被编委会,1980)对物种生活型和水分生态型的定义,参考地方植物志进行划分。参考《内蒙古植物志》(内蒙古植物志编辑委员会,1998)将植物物种划分为中旱生、旱中生、中生、湿中生和湿生5种水分生态型。参考《中国植物志》(中国科学院中国植物志编辑委员会,2004)将植物物种分为一年生、一二年生和多年生3种生活型。根据《内蒙古植物志》中对物种的描述确定物种是否为杂草。

1.3.3 物种多样性指标计算 频度和盖度是反映物种重要性的重要指标,根据物种在所有样点上出现的次数计算物种出现的频度;结合物种在样线上出现时分布的长度(Salinas *et al.*,2000)估算每物种的盖度,计算公式为:

物种频度=物种出现的样点数/样点总数

相对盖度=某种盖度/所有种盖度总和

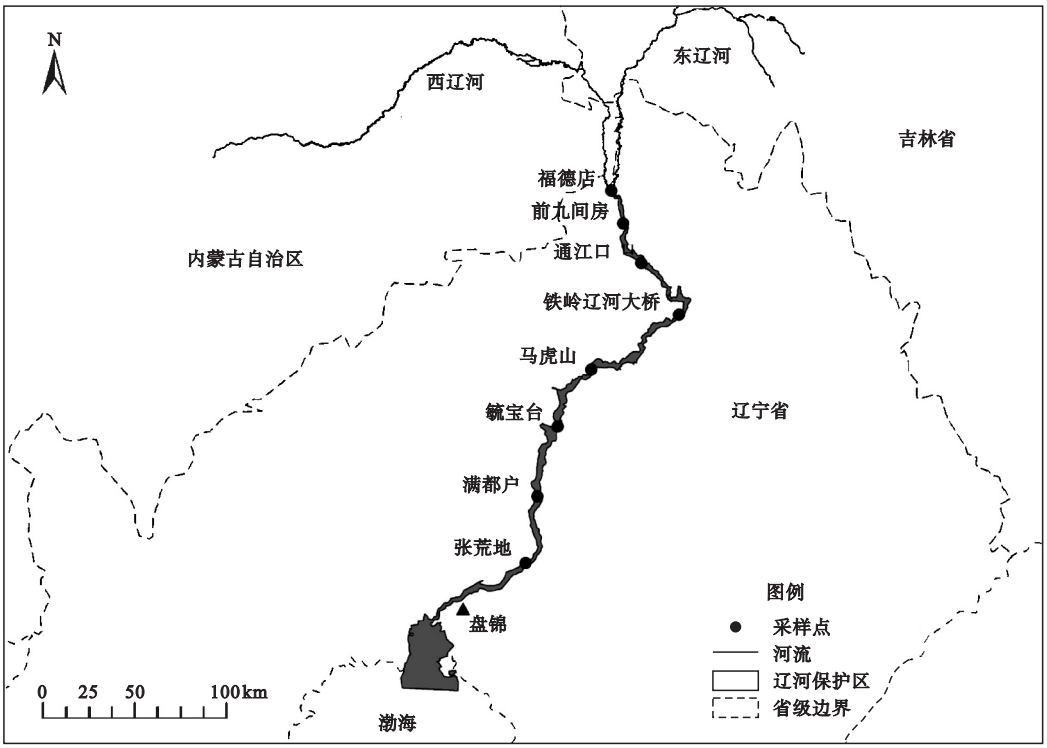


图 1 辽河保护区河岸带农田撂荒地植被调查样地分布示意图
Fig. 1 Sites of investigation on the abandoned riparian croplands in Liaohe River reserve

物种多样性指标选用 Patrick 丰富度指数、Simpson 多样性指数、Shannon 指数和 Pielou 均匀度指数 4 类,其计算公式如下(马克平,1994;马克平和刘玉明,1994):

Patrick 丰富度指数:$R=S$

Simpson 多样性指数:$H' = -\sum P_i \ln P_i$

Shannon 指数:$D = 1 - \sum P_i^2$

Pielou 均匀度指数:$J=H'/\ln S$

式中,S 为样线内的物种数,P_i为物种的相对盖度。

1.3.4 环境因子的获取 选择海拔、距河流交汇处的距离、距河口的距离、河流蜿蜒度和两岸堤距 5 个环境因子,分析其与生物多样性的关系。海拔和两岸堤距在调查时分别用 GPS 和测距仪测定,距河口和交汇处的距离通过在 ArcGIS 下测量河流矢量的长度获得,河流蜿蜒度为调查样点上下游各 1.5 km 河长的蜿蜒度,利用蜿蜒度公式计算(孟伟等,2011)。

1.4 数据处理

计算各指标数值,利用 SPSS 17.0 软件分析多样性与环境因素的相关性。显著性水平为 $\alpha = 0.05$。

2 结果与分析

2.1 植物物种组成

根据 8 个样点的调查,共发现植物 51 种,属于 21 科 46 属,其中蕨类植物 1 种问荆(*Equisetum arvense*),属木贼科(Equisetaceae)木贼属(*Equisetum*),其余全为被子植物。所有物种中,草本植物占明显优势,共 49 种,占总物种数的 96.08%,属 20 科 44 属。木本植物共 2 种,为处于幼苗阶段的杨柳科(Salicaceae)杨属(*Populus*)和柳属(*Salix*)物种。

2.1.1 植物物种科属组成 植物科内物种组成分析结果显示,菊科(Compositae)和禾本科(Gramineae)的属数和物种数均最多,共 21 属,占总属数的 45.65%;物种数 24 种,占总物种数的 47.06%(表 1)。含 2~3 属的科有 4 个,即豆科(Leguminosae)、藜科(Chenopodiaceae)、桑科(Moraceae)和杨柳科,占总科数的 19.05%。其余的科为单属科,共 15 科 15 属 17 种,占总科数的 71.43%。含 2~3 个物种的科共 5 个,分别是豆科、藜科、桑科、蓼科(Polygonaceae)和杨柳科,占总科数的 23.81%;单种科共 14 个,占总科数的 66.67%。总体上,植物科内物种

表1 植物物种科属组成

Table 1 Family and genera composition of species

科	属数	占总属数的(%)	种数	占总种数的(%)
菊科 Compositae	11	23.91	14	27.45
禾本科 Gramineae	10	21.74	10	19.61
蓼科 Polygonaceae	1	2.17	3	5.88
豆科 Leguminosae	3	6.52	3	5.88
藜科 Chenopodiaceae	3	6.52	3	5.88
杨柳科 Salicaceae	2	4.35	2	3.92
桑科 Moraceae	2	4.35	2	3.92

毛茛科(Ranunculaceae)、唇形科(Labiatae)、伞形科(Umbelliferae)、蔷薇科(Rosaceae)、莎草科(Cyperaceae)、十字花科(Cruciferae)、锦葵科(Malvaceae)、茄科(Solanaceae)、车前科(Plantaginaceae)、大戟科(Euphorbiaceae)、柳叶菜科(Onagraceae)、苋科(Amaranthaceae)、木贼科和萝藦科(Asclepiadaceae)均为单种科。

组成中多种科(含10种以上)少,但它们所含物种数和属数占总量的比例大;单属科和单种科较多,而少属科和少种科占有较小的比例。

2.1.2 植物属内物种组成 46属中,各属物种在1~3种,其中少种属(含2~3种)有3属,共8个物种,分别是蒿属(*Artemisia*)、蓼属(*Polygonum*)和鬼针草属(*Bidens*)。单种属有43个,如芦苇属(*Phragmites*)、苍耳属(*Xanthium*)、藜属(*Chenopodium*)等。属级区系中无物种较多的大属,全为单种属和少种属,其中单种属占总属数的93.48%(表2)。总体上,物种属级区系中单种属占绝对优势。

2.2 草本植物物种出现的频度与盖度

对49种草本植物物种频度的统计表明:频度>25%的物种有27种,占全部草本物种的59.18%;频度>50%的物种有7种,占全部草本物种的14.29%,其中小飞蓬、茵陈蒿和野胡萝卜的频度>70%(表3)。

平均盖度>5%的物种有7种,其中小飞蓬、茵陈蒿和芦苇3种的平均盖度>10%,占全部草本物种的6.12%(表3)。研究区内高频度且高盖度出现的物种不多,小飞蓬为外来入侵物种,其频度和盖度均最高,其次为茵陈蒿,灰绿藜、野艾蒿、拂子茅、芦苇和虎尾草的频度和盖度也相对较高,这些物种均为农田杂草,在研究区内农田撂荒恢复初期的植物群落中占据优势地位。

表2 植物属内物种组成

Table 2 Species composition among genera

属内种数	属数	占总属数的比例(%)	种数	占总种数的比例(%)
2~3	3	6.52	8	15.69
1	43	93.48	43	84.31
合计	46	100.00	51	100.00

表3 草本植物物种的频度(≥25%)和平均盖度统计

Table 3 Statistic of frequency (≥25%) and average coverage of herbaceous species

物种	频度(%)	平均盖度(%)
小飞蓬 *Conyza canadensis*	100.0	12.88
茵陈蒿 *Artemisia capillaris*	87.5	10.58
野胡萝卜 *Daucus carota*	75.0	2.15
苍耳 *Xanthium sibiricum*	62.5	0.77
葎草 *Humulus scandens*	62.5	3.36
萝藦 *Metaplexis japonica*	50.0	0.53
灰绿藜 *Chenopodium glaucum*	50.0	6.46
三裂叶豚草 *Ambrosia trifida*	37.5	4.73
大刺儿菜 *Cirsium setosum*	37.5	0.43
野艾蒿 *Artemisia lavandulaefolia*	37.5	9.94
拂子茅 *Calamagrostis epigeios*	37.5	5.12
本氏蓼 *Polygonum bungeanum*	37.5	0.13
苦苣菜 *Sonchus oleraceus*	37.5	0.92
龙葵 *Solanum nigrum*	37.5	0.15
野大豆 *Glycine soja*	37.5	2.09
地肤 *Kochia scoparia*	37.5	3.16
山莴苣 *Lagedium sibiricum*	25.0	4.79
旋覆花 *Inula japonica*	25.0	0.34
魁蒿 *Artemisia princeps*	25.0	0.37
鬼针草 *Bidens pilosa*	25.0	0.02
狗尾草 *Setaria viridis*	25.0	0.10
芦苇 *Phragmites australis*	25.0	11.69
虎尾草 *Chloris virgata*	25.0	5.09
全叶马兰 *Kalimeris integrifolia*	25.0	0.17
月见草 *Oenothera biennis*	25.0	0.09
委陵菜 *Potentilla chinensis*	25.0	1.71
海滨山黧豆 *Lathyrus japonicus*	25.0	0.28

2.3 草本植物水分生态型和生活型特征

49种草本植物中,中生植物物种数最多,达38种,占总物种数的77.55%;其次为湿生植物,有4种,占总种数的8.16%;湿中生、旱中生和中旱生植物较少,分别有2、3和2种(表4)。河岸生境受到

表4 河岸农田撂荒恢复初期草本植物水分生态型

Table 4 Hydrological ecotypes of herbs at an early restoration stage on abandoned riparian croplands

水分生态类型	种数	物种	比例(%)
中旱生	2	茵陈蒿、委陵菜	4.08
旱中生	3	猪毛菜、细叶益母草、独行菜	6.12
中生	38	小飞蓬、苍耳、鬼针草、三裂叶豚草、苦苣菜、金盏银盘、山莴苣、虎尾草、狗尾草、牛筋草、画眉草、普通蓼、本氏蓼、萹蓄蓼、野大豆、天蓝苜蓿、灰绿藜、地肤、葎草、苘麻、龙葵、铁苋菜、月见草、绿苋、全叶马兰、大刺儿菜、野艾蒿、蒲公英、魁蒿、旋覆花、拂子茅、纤毛鹅观草、海滨山黧豆、大车前、问荆、萝藦、大麻、老芒麦	77.55
湿中生	2	毛茛、野胡萝卜	4.08
湿生	4	野稗、翼果薹草、芦苇、糠稷	8.16

陆地和水体的共同影响,辽河保护区撂荒地的物种组成表明该地区更多为陆地生境的特征,而湿生水生特征较弱。

研究区物种生活型的分析表明(表 5),草本植物物种以 1 ~2 年生草本植物(包括 1 年生和 1、2 年生的)为主,占全部物种的 63.27%,多年生植物的种类较少,共 18 种;而且在 49 种草本植物中共有杂草 44 种,占全部物种的 89.80%。

2.4 植物物种多样性及其与环境因子的关系

研究区内植物群落的 Patrick 丰富度指数自上游至下游的变化特征为先降低,后升高,随后又降低的趋势(图 2):中上游的群落 Patrick 丰富度指数较高,除通江口样地为 13 外,其余各点的值均在 16 上下波动;下游满都户样地最低为 6。各多样性指数均呈现自上游向下游降低的趋势,其中 Simpson 多样性指数介于 0.13 ~ 0.84, Shannon 指数介于 0.37 ~2.17,Pielou 均匀度指数介于 0.15 ~0.78,各多样性指数值的最大值均出现在上游前九间房样地,最小值出现在下游张荒地样地(图 2)。

各样地的环境因子数据如表 6 所示,物种多样性与环境因子的相关分析结果表明(表 7):Simpson 多样性指数与海拔和样地距河口距离显著正相关,与样地距交汇处距离显著负相关,与河道蜿蜒度极显著负相关;Shannon 指数与海拔显著正相关,与距河口距离极显著正相关,与河道蜿蜒度显著负相关,与样地距交汇处距离极显著负相关;Pielou均匀度

表 5 不同生活型的草本植物和杂草物种统计

Table 5 Number of herbs species with different life forms and weeds

生活型	种数	物种	比例(%)
1 年生草本	28	小飞蓬、苍耳、鬼针草、三裂叶豚草、苦苣菜、金盏银盘、虎尾草、狗尾草、野稗、牛筋草、画眉草、普通蓼、本氏蓼、萹蓄蓼、野大豆、猪毛菜、灰绿藜、地肤、葎草、翼果薹草、苘麻、龙葵、铁苋菜、绿苋、糠稷、大麻、独行菜、野胡萝卜	57.14
1、2 年生草本	3	天蓝苜蓿、月见草、细叶益母草	6.12
多年生草本	18	茵陈蒿、全叶马兰、大刺儿菜、野艾蒿、蒲公英、魁蒿、旋覆花、芦苇、拂子茅、纤毛鹅观草、海滨山黧豆、毛茛、山莴苣、委陵菜、大车前、萝藦、问荆、老芒麦	36.73
杂草	44	小飞蓬、苍耳、鬼针草、三裂叶豚草、苦苣菜、金盏银盘、虎尾草、狗尾草、野稗、牛筋草、画眉草、萹蓄蓼、野大豆、天蓝苜蓿、猪毛菜、灰绿藜、地肤、细叶益母草、葎草、苘麻、龙葵、铁苋菜、绿苋、糠稷、大麻、独行菜、野胡萝卜、茵陈蒿、全叶马兰、大刺儿菜、野艾蒿、蒲公英、魁蒿、旋覆花、芦苇、拂子茅、纤毛鹅观草、毛茛、山莴苣、委陵菜、大车前、萝藦、问荆、老芒麦	89.80

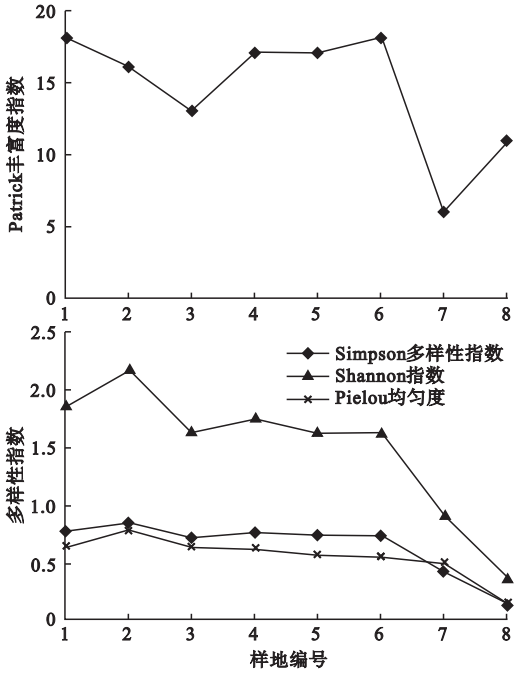


图 2 辽河保护区上游至下游物种丰富度指数和多样性指数的变化

Fig. 2 Species richness and diversity indexes along Liaohe River reserve from upstream to downstream

样地编号 1 ~8 分别代表福德店、前九间房、通江口、铁岭辽河大桥、马虎山、毓宝台、满都户和张荒地。

表 6 调查样地的环境因子概况

Table 6 Environmental factors of different investigated sites

环境因子	海拔(m)	坝宽(km)	距交汇处距离(km)	距河口距离(km)	蜿蜒度
福德店	91	2.60	0.0	560.0	1.12
前九间房	84	1.97	28.5	531.5	1.10
通江口	72	1.88	70.5	489.5	1.08
铁岭辽河大桥	60	2.25	145.5	414.5	1.08
马虎山	37	1.54	238.5	321.5	1.04
毓宝台	26	2.03	300.2	259.8	1.03
满都户	17	4.13	364.1	195.9	1.12
张荒地	9	2.25	422.5	137.5	1.32

表 7 物种多样性与环境因子的相关性分析

Table 7 Correlations between species diversity and environmental factors

样地环境因子	Simpson 多样性指数	Shannon 指数	Pielou 均匀度	Patrick 丰富度指数
海拔	0.749*	0.824*	0.784*	0.529
两岸堤距	−0.379	−0.416	−0.167	−0.731*
距交汇处距离	−0.797*	−0.860**	−0.820*	−0.556
距河口距离	0.797*	0.860**	0.820*	0.556
河道蜿蜒度	−0.852**	−0.743*	−0.785*	−0.466

** 在 0.01 水平(双侧)上显著相关;* 在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

与海拔和样地距河口距离显著正相关,与样地距交汇处距离和河道蜿蜒度显著负相关;Patrick 丰富度指数与两岸堤距显著负相关,而与其他因子无显著相关性。

3 讨 论

辽河保护区河岸农田撂荒恢复初期的植物物种组成呈现单种科、单属科和单种属多,少种科、少属科和少种属占有一定比例,多种科和多种属较少的特点。其中菊科和禾本科为种数最多的2个科,优势明显,且它们所含种数和属数占有较大比例。菊科为世界第1大科,禾本科也位居世界第4位,它们的分布范围很广,可以生长在各种不同环境中,这与其他在陆地撂荒地上开展的研究结果相同(焦菊英等,2008;沈亚强等,2011;陈杰等,2012)。

辽河保护区河岸农田撂荒后,自然演替初期植物群落物种组成以中生植物为主,而适应水体特殊生境的湿生和水生植物物种较少,焦菊英等(2008)对陕北丘陵沟壑区植物的水分生态类型分析中提出植物的水分生态类型与土壤水分条件有关。在辽河保护区,农民在进行农田开垦时考虑了洪水爆发对农田的影响,多选择受洪水影响小的区域进行耕种,因此撂荒恢复初期植物物种组成呈现与其他非河岸地区撂荒地相似的情况。同时,杂草物种占绝对优势表明农田种植活动对河岸农田撂荒恢复早期物种的组成具有较大的影响。本研究中植物群落以中生植物占据优势,反映了河岸的土壤水分条件适合于中生植物生长。随着演替时间的推移,当多年一遇的大洪水爆发时,洪水泛滥会影响到河岸地区的基质(Naiman & Décamps,1997)和地貌(Auble *et al.*,1994),形成多样的生境(Malanson,1993),适应旱生或中生生境的物种将被替代,而适应水生生境的物种被引入,演替进一步向前发生。而洪水对河岸自然演替过程中植物群落特征的影响,有待于进一步的长期观测。

撂荒恢复过程中,物种在不同演替阶段出现的次序取决于其生物学特性和繁殖策略(王星等,2012)。在农田撂荒恢复初期,植物群落以1年生草本或田间杂草占据优势,这些优势种生活周期短,用于有性生殖的能量多,当年结实,产生大量具有生命力的种子,且种子体积小、重量轻,利于传播、定居和减少动物的取食,在生活史上属于r-对策者(郝文芳,2010;刘宝军等,2012)。本研究中,出现频度最高的小飞蓬和茵陈蒿均为杂草,这与它们独特的生物学特性和繁殖策略有关。小飞蓬是一种入侵物种,为常见的农田杂草,其可产生大量瘦果,借助冠毛随风扩散,蔓延极快,在恢复初期会快速占领撂荒地;并通过分泌化感物质抑制邻近植物的生长(徐海根等,2004),为生存提供有利条件。与小飞蓬类似,茵陈蒿作为撂荒地植被恢复的先锋物种首先占领次生裸地,并以高生育力、快速发育、早熟等特点使种群的增长能力达到最大,在生存竞争中以“量”取胜(刘宝军等,2012)。

物种多样性自上游至下游呈降低的趋势,这可能与洪水的影响相关。河流下游受洪水影响大,大量泥沙沉积在河道内,导致河道基质以沙土为主,土壤基质均一,同时,下游距离河口近,可能受到潮汐的影响,导致河水受到盐分浓度的影响,适应盐生生境的物种会大量繁殖,本研究中靠近河口的张荒地样地为芦苇单优群落,单优群落的形成降低了物种多样性。同时生物入侵也会影响生物多样性,铁岭辽河大桥样地形成了三裂叶豚草单优群落,三裂叶豚草为一种原产北美洲的外来入侵物种,其生命力、竞争力及生态可塑性很强,传播途径多,繁殖系数大,容易形成单一群落,降低入侵地的生物多样性(殷萍萍等,2010)。已有的观点认为,河道蜿蜒度会增加生境的多样性(Maxwell *et al.*,1995),为生物提供更多的生境,生物多样性会因此升高,本研究中河流蜿蜒度与草本植物多样性显著负相关,这可能与群落为演替初期群落,还没有表现出受到洪水的影响有关。

4 结 论

河岸农田撂荒后通过自然演替使得河岸植物得到恢复,物种以菊科和禾本科植物物种占优势,菊科物种小飞蓬和茵陈蒿出现的频率最高,物种组成以单种科、单属科为主。物种以中生植物为主,物种组成并未呈现受到河流水文特征的影响,与陆地农田撂荒恢复演替后群落物种组成相似,这种状况会随演替时间的推移发生变化。物种生物多样性受到物种入侵、河流水文、距离河口距离等因素的影响,呈现由上游向下游降低的趋势。

参考文献

陈 杰, 郭屹立, 卢训令, 等. 2012. 伊洛河流域草本植物群落物种多样性. 生态学报, **32**(10): 3021-3030.

陈 宇, 焦菊英, 王 宁, 等. 2012. 黄土丘陵区撂荒地不同侵蚀带土壤种子库特征. 水土保持研究, **19**(1): 1-5.
杜 峰, 徐学选, 张兴昌, 等. 2008. 陕北黄土丘陵区撂荒群落排序及演替. 生态学报, **28**(11): 5418-5427.
郝文芳. 2010. 陕北黄土丘陵区撂荒地恢复演替的生态学过程及机理研究 (硕士学位论文). 陕西: 西北农林科技大学.
焦菊英, 张振国, 贾燕锋, 等. 2008. 陕北丘陵沟壑区撂荒地自然恢复植被的组成结构与数量分类. 生态学报, **28**(7): 2981-2997.
辽宁植物志编辑委员会. 1992. 辽宁植物志(上、下册). 沈阳: 辽宁科学技术出版社.
刘宝军, 赵晓光, 党小虎, 等. 2012. 陕北黄土丘陵区退耕地植物群落演替特征, 中国水土保持科学, **10**(5): 77-83.
刘秀珍, 张 峰, 张金屯, 等. 2010. 管涔山撂荒地植物群落替过程中优势种种间关系分析. 山西大学学报(自然科学版), **33**(1): 142-146.
刘秀珍, 张 峰, 张金屯. 2008. 管涔山撂荒地植物群落演替过程中物种多样性研究. 武汉植物学研究, **26**(4): 391-396.
马克平, 刘玉明. 1994. 生物群落多样性的测度方法. Ⅰ. α 多样性的测度方法(下). 生物多样性, **2**(4): 231-239.
马克平. 1994. 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, **2**(3): 162-168.
孟 伟, 张 远, 渠晓东. 2011. 河流生态调查技术方法. 北京: 科学技术出版社.
内蒙古植物志编辑委员会. 1998. 内蒙古植物志(第 2 版). 呼和浩特: 内蒙古人民出版社.
沈亚强, 张晓可, 赵伟华, 等. 2011. 黄河干流河岸带植物群落特征及其影响因子分析. 水生生物学报, **35**(1): 51-66.
王 兵, 刘国彬, 薛 萐, 等. 2009. 黄土丘陵区撂荒对土壤酶活性的影响. 草地学报, **17**(3): 282-287.
王 星, 李占斌, 李 鹏. 2012. 陕西省丹汉江流域退耕地恢复过程中的植被演替. 应用生态学报, **23**(2): 347-356.
吴祥云, 卢 慧, 王晓娇. 2007. 固沙林采伐迹地撂荒后自然恢复的植物多样性、生物量与土壤养分含量的变化. 生态学杂志, **26**(7): 978-982.
徐海根, 强 胜, 韩正敏, 等. 2004. 中国外来入侵物种的分布与传入路径分析. 生物多样性, **12**(6): 626-638.
殷萍萍, 李建东, 殷 红, 等. 2010. 三裂叶豚草入侵对植物生物多样性的影响. 西北农林科技大学学报(自然科学版), **38**(4): 189-194.
中国科学院中国植物志编辑委员会. 2004. 中国植物志. 北京: 科学出版社.
中国植被编委会. 1980. 中国植被. 北京: 科学出版社.
Auble GT, Friedman JM, Scott ML. 1994. Relating riparian vegetation to present and future streamflows. *Ecological Applications*, **4**: 544-554.
Clements FE. 1916. Plant Succession: An Analysis of the Development of Vegetation. Washington DC: Carnegie Institute of Washington.
Csecserits A, Rédei T. 2001. Secondary succession on sandy old-fields in Hungary. *Applied Vegetation Science*, **4**: 63-74.
Jongepierová I, Jongepier JW, Klimes L. 2004. Restoring grassland on arable land: An example of a fast spontaneous succession without weed-dominated stages. *Preslia*, **76**: 361-369.
Malanson GP. 1993. Riparian Landscapes. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press.
Maxwell JR, Edwards CJ, Jensen ME, *et al*. 1995. A hierarchical framework of aquatic ecological units in North American (Nearctic Zone). Saint Paul, Minnesota: General Technical Report.
Naiman RJ, Décamps H. 1997. The ecology of interfaces: Riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **28**: 621-658.
Prach K, Hobbs RJ. 2008. Spontaneous succession versus technical reclamation in the restoration of disturbed sites. *Restoration Ecology*, **16**: 363-366.
Ruprecht E. 2005. Secondary succession in old-fields in the Transylvanian Lowland (Romania). *Preslia*, **77**: 145-157.
Salinas MJ, Blanca G, Romero AT. 2000. Evaluating riparian vegetation in semi-arid Mediterranean watercourses in the south-eastern Iberian Peninsula. *Environmental Conservation*, **27**: 24-35.

作者简介 夏会娟,女,1990 年生,硕士研究生,研究方向为植被生态学。E-mail: summerhuijuan@126.com
责任编辑 王 伟