

基于河岸带植物多样性的河流健康评价

——以柏条河—府河河段为例

唐明坤^{1,2}, 郑从军³, 廖清贵¹, 杨彪², 李波², 庞亮², 李成俊²

(1. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081; 2. 四川大学生命科学学院生物资源与生态环境教育部重点实验室, 四川 成都 610064; 3. 宝兴县林业局, 四川 宝兴 625700)

摘要: 基于河流健康评价目的, 将柏条河—府河河段划分为上游、中游、下游3个区域, 针对河岸带植物多样性进行多层次调查。在多个指标构建的评价系统, 对各河段进行评分, 上游、中游和下游河段得分分别为72.7分、59.1分和59.3分。评分结果直观反映出柏条河—府河不同河段河岸带植物多样性的状况。依据调查结果, 为各河段维持和提升植物多样性、河流健康提出了管理措施与建议。

关键词: G-F指数; 香农-威纳多样性指数; 评分体系; 河岸带管理

中图分类号: S718.5 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2014)06-0009-08

Assessment of River Health on the Basis of Riparian Plant Diversity

——Taking the Baitiao-fu River as an Example

TANG Ming-kun^{*1,2} ZHENG Cong-jun³ LIAO Qing-gui¹ YANG Biao²
LI Bo² PANG Liang² LI Cheng-jun²

(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China; 2. Key Laboratory of Bio-resource and Eco-Environment of Ministry of Education, College of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu 610064, China; 3. Forestry Bureau of Baoxing County, Baoxing 625700, China)

Abstract: Investigations were made on the riparian plant diversity in the upper reaches, middle reaches and lower reaches of the Baitiao-fu River at different levels for the purpose of estimating river health. Each reach was scored according to the evaluation system which consists of several indexes. The scores of upper, middle and lower reaches were 72.7, 59.1 and 59.3 respectively. The result reflected the riparian plant diversity state of each reach of Baitiao-fu River directly and accurately. According to the survey and analysis results, management measures and recommendations were proposed for each reach to maintain and promote the plant diversity and river health.

Key words: G-F Index, Shannon-Wiener Index, Scoring system, Riparian management

柏条河是岷江水系的四大骨干河渠之一, 起于都江堰市蒲柏闸, 止于郫县石堤堰, 长44.76 km, 贯穿成都市区。在石堤堰分成两河: 一为府河, 一为毗河。柏条河是成都市供水大动脉, 与走马河的分支徐堰河共同肩负成都供水的重任。

河岸带通常指高低水位之间的河床及高水位之上直至河水影响完全消失为止的地带, 也可泛指一

切邻近河流、湖泊、池塘、湿地以及其他特殊水体并且有显著资源价值的地带^[1]。在河岸带中植物多样性具有重要的功能和意义, 植物根系能够加固河床和堤坝、固定泥沙, 对水流产生阻力等等^[2-5]。因此河流植物多样性已经成为评价河流生态系统健康状况的一个重要指标。但目前关于河岸带植物多样性评价, 特别是筛选指标针对植物多样性进行综合

收稿日期: 2014-07-25

基金项目: 成都市河流研究会资助项目。

作者简介: 唐明坤(1981-), 男, 博士研究生, 从事生物多样性保护与利用相关研究。

* 通讯作者: 唐明坤, E-mail: tmklz@163.com

评分,以分数的形式直观地将河流健康状况反映给公众的论文、文献报道较少,更没有系统的评价体系和评价方法可借鉴。2009年~2011年在对柏条河-府河河岸带植物多样性现状调查的基础上尝试建立评价指标体系,最终以分数直观评价河岸带健康状况,有助于社会对柏条河-府河健康的认知和科学管理,从而更好地保护柏条河-府河河段。

1 调查、评价方法

本研究将柏条河-府河划分为上中下游3个区段,上游为都江堰宝瓶口至毗河与府河的分水处石堤堰,是成都上游的水源河段;中游为石堤堰至华阳二江寺,该段穿越成都市区;下游为二江寺至江口,为府河下游河段。柏条河-府河河岸带植被均为次生、人工植被,沿途生境可分为人口集中的城镇生境、农田广布的农垦区生境、城市与农垦区过渡性质生境。

本次评价采用经典的植物样线、群落样方调查法,在柏条河-府河上、中、下各段选定典型调查点:上游为都江堰城区、胥家、石堤堰;中游为安靖、金府路桥、合江亭;下游为华阳二江寺、永安镇和黄龙溪渡口。在每个调查点上沿河布设调查样线,进行植物物种组成多样性调查,在样线上设置乔木、灌木、草本样方,进行群落多样性调查。

1.1 植物多样性调查与评价

植物物种组成采取抽样调查,在每河段选3个调查点(涵盖城镇、农垦区及过渡带3种生境)。在每个调查点沿河设置2 km长的调查样线。每条样线内设置若干乔木、灌木、草本样方进行样方调查。由于各个河段内生境变化不大,按此抽样标准得到的结果可反映各河段的植物组成现状。

2009年~2011年开展现场调查,调查组沿样线

行进,对河岸带分布的所有维管束植物物种识别、记录,不能立即鉴定的植物进行拍照、编号,并采集带繁殖器官的标本带回参考植物分类图件或请分类专家进行鉴定。根据野外调查结果编制评价河段植物名录,对上、中、下游河段植物组成进行科属统计、G-F指数、栽培物种等相关分析^[6]。农田、菜地栽培种未列入调查植物名录中。

1.2 植物群落物种多样性指标

自从1943年Fisher首先提出物种多样性一词,并创用 α 、 β 、 v 指数来研究群落的物种多样性以来,出现了10多种度量群落物种多样性的指标和数量模型^[7]。反映河流健康水平的指标可以列出很多,应该用尽可能少的关键指标来评价河流的健康水平^[8]。本次调查选取物种丰富度指数N、G-F指数、Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数4项重要指标对河流植物多样性进行评价^[1-9]。

植物群落物种多样性调查在各样线上设置典型乔木(10 m×20 m)、灌木(5 m×5 m)、草本(1 m×1 m)样方,记录经纬度、海拔、地名等地理信息,并分别记录乔木层总郁闭度,组成植物种数及各物种的平均高度、株数、郁闭度等;记录灌木层和草本层总盖度,各层组成植物种数及各物种的平均高度、株数、盖度等。河流流经城镇中的人工绿化带植被群落与河流联系紧密,纳入调查范围中。

1.3 基于植物多样性的河流健康评分体系

植物多样性是河流健康评价的重要内容,评分体系通过合理的数据转换和权重分配,将专业晦涩的数据转化为普通群众能够看懂的直观分数。根据国内公众的认知习惯,本次评价采用百分制的评分形式。在充分查阅河流健康评价、生物多样性评价方面的研究文献基础上^[2,10,11],建立了河流生物多样性评分体系(表1)。

表1 柏条河-府河河岸带植物多样性评分体系
Table 1 The scoring system of riparian plant diversity of Baitiao-fu River

第1层	第2层		第3层	
	指标名称	权重	指标名称	权重
柏条河-府河 河岸带植物 多样性	物种组成多样性	0.42	物种数: N	1
	物种科属层次多样性	0.11	G-F指数: D_{G-F}	1
	植物群落多样性	0.39	乔木层 Shannon-Wiener 指数: H_q	0.16
			灌木层 Shannon-Wiener 指数: H_g	0.40
			草本层 Shannon-Wiener 指数: H_c	0.44
	植物群落均匀性	0.08	乔木层 Pielou 指数: E_q	0.16
			灌木层 Pielou 指数: E_g	0.40
			草本层 Pielou 指数: E_c	0.44

各项指标的权重是由河流的自然特性、指标自身的重要性,并参考专家意见综合得到,旨在客观反映河岸带多样性现状。第3层次中乔木层权重最低,灌木层和草本层相当,因为在河流沿岸人为干扰影响下,乔木层结构极易发生变化,因此乔木层计算出的指数受干扰影响较大,而灌木层、草本层变化相对缓慢。因此灌木层、草本层的多样性现状更能代表河岸带较自然的状态,权重较高;而乔木层多反映人类活动的影响,权重较低。

由于每一河段有3个取样点,用同类数据平均后得到的值代表该河段的平均水平,目前尚无可参照的指数标准化方法,根据各项指标的特点、取值及意义,根据本次评价的实际,规定各指数转化成百分数得分的量化计算方法如下:

物种组成多样性得分 = 区段物种数 ÷ 该区段物种总数 × 100%。为评价河段物种数占整个柏条河-府河总物种数的比重,比重越大,分值越高。

物种科属层次多样性得分 = $D_{G-F} \times 100\%$ 。 D_{G-F} 取值在[0, 1]之间,所以 D_{G-F} 可直接转化为得分,取值越大,得分越高。

植物群落多样性指数得分。由于无法获得柏条河-府河现实的或历史的群落多样性背景值,所以选取本次调查所得的乔木层、灌木层、草本层多样性

最高值作为相应群落层次的背景值(各层最大值基本能反映河流群落理想的多样性状态)。植物群落多样性得分 = 乔木层(或灌木层、草本层)多样性平均值 ÷ 乔木层(或灌木层、草本层)多样性背景值 × 100%。依据调查结果群落各层背景值为: $H_{qmax} = 1.8245$, $H_{gmax} = 1.3583$, $H_{cmax} = 1.8599$ 。

植物群落均匀性得分 = $E \times 100\%$ 。E指数取值在[0, 1]之间,可直接转化为得分,取值越大,均匀性越高,越有利于群落多样性,故得分越高。

2 植物多样性调查结果

2.1 植物物种组成多样性

2.1.1 维管植物组成多样性

通过对上、中、下游共计9个调查点18 km 抽样河段的野外调查、记录,确认柏条河-府河植物多样性评价区共有维管植物312种,隶属于108科234属,评价区及各河段维管植物组成见表2。

各个调查点内调查记录物种数见图1。石堤堰种类最多,达到135种,金府路桥调查点物种数最少为66种,此点是农田和城区的过渡带上,绿化栽培种类不多,河岸带因工程施工破坏较大,所以调查到的物种数很少。

表2 柏条河-府河各河段维管植物组成统计表

Table 2 The number of family, genus and species of different reaches

门类	科数				属数				种数				
	评价区	上游	中游	下游	评价区	上游	中游	下游	评价区	上游	中游	下游	
蕨类植物	8	7	7	7	10	9	8	9	17	16	11	12	
种子植物	裸子植物	5	5	3	5	8	6	4	5	8	6	4	5
	被子植物	95	84	76	67	216	172	163	138	287	224	198	176
合计	108	96	86	79	234	187	175	152	312	246	213	193	

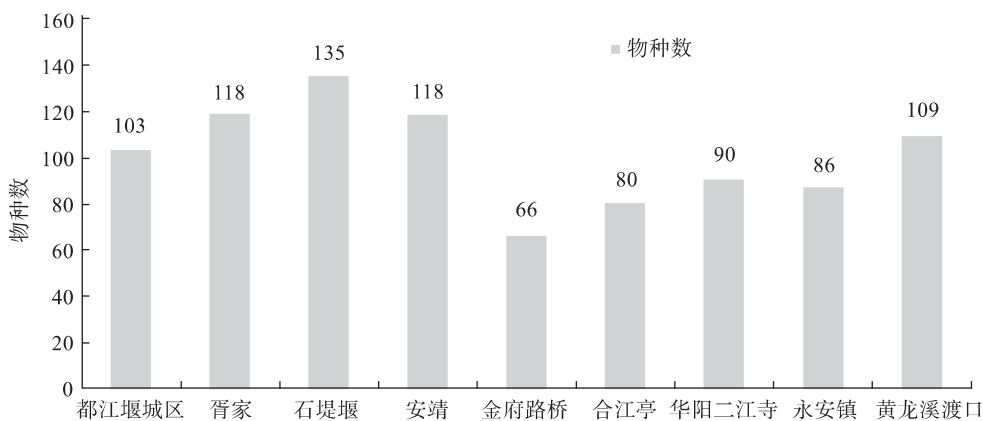


图1 各调查点记录植物物种数比较

Fig. 1 The comparison of recorded species number of each survey spot

上游河段共有维管植物 96 科 187 属 246 种,比中游、下游河段丰富,占总物种数的 78.85%。中游河段维管植物占评价区的 68.27%,下游河段维管植物占评价区的 61.86%。上游、中游、下游河段物种数依次递减,见表 3。

表 3 柏条河-府河各河段绿化引种栽培植物统计表
Table 3 The cultivate plant number of each reach of the Baitiao - Fu River

分区	绿化引种栽培物种数	区域物种数	占区域比例 (%)
柏条河-府河全河段	89	312	28.53
上游	59	246	23.98
中游	61	213	28.64
下游	49	193	25.39

评价区有绿化引种栽培植物共 89 种,占评价区总物种数的近三分之一,这客观上反映了评价区长期人类干扰活动对区内植物组成的影响。

2.1.2 科属层次上 G-F 指数多样性

各个河段 D_{G-F} 指数计算结果见表 4。

表 4 柏条河-府河各河段 D_{G-F} 指数计算结果
Table 4 The D_{G-F} index of each reach of the Baitiao - Fu River

分区	D_G 指数	D_F 指数	D_{G-F} 指数
上游	5.139	36.860	0.861
中游	5.080	33.425	0.848
下游	4.932	29.430	0.832

D_G 指数反映区域物种组成属层次上的多样性,上游 D_G 指数最大,中游次之,下游最小。在科层次上 D_F 指数反映的规律与 D_G 指数相同。 D_{G-F} 指数表明柏条河-府河上、中、下游 3 河段的物种组成科、属层次多样性依次递减,但 3 河段差别并不明显。

2.2 植物群落结构多样性

2.2.1 上、中、下游样方调查数据分析

(1) 上游河段

上游河段选取了都江堰城区、胥家和石堤堰 3 个典型调查点(表 5),乔木层 Shannon-Wiener 多样性指数结果:胥家 > 都江堰城区 > 石堤堰。

胥家和石堤堰灌木层的自然状态优于都江堰市区,灌木种类数和盖度情况均比市区好。草本层除个别绿化带和单优势群落样方外 Shannon-Wiener 指数差别不大,这与草本植物适应性强、易生长、繁殖方式多样等有关。

(2) 中游河段

乔木层 Shannon-Wiener 指数排序为安靖 > 金府路 > 合江亭(表 6)。灌木层多样性和盖度从城郊到市区逐渐降低,均匀度除金府路桥调查点 2# 样方值为 0 外,其他无明显变化,说明该河段灌丛种类趋于单一。位于郊区的安靖调查点的草本多样性、均匀度和覆盖度都比其他两个调查点好,这与该点草本群落自然程度密切相关。

表 5 柏条河-府河上游样方调查数据

Table 5 The quadrat survey data of upper reaches of the Baitiao - Fu River

调查地点	样方编号	乔木			灌木			草本		
		多样性	均匀度	郁闭度	多样性	均匀度	盖度	多样性	均匀度	盖度
都江堰城区	1#	0.97431	0.88686	0.4	0.19852	0.72193	40%	1.35500	0.56508	85%
	2#	—	—	—	0.39267	0.56651	15%	0.93341	0.44888	95%
胥家	1#	1.82450	0.87740	0.6	1.24206	0.63829	55%	1.43690	0.65396	55%
	2#	—	—	—	—	—	—	0.56234	0.81128	98%
石堤堰	1#	0.67301	0.97095	0.35	0.59827	0.86312	70%	1.80982	0.72833	90%
	2#	0.68291	0.98523	0.7	1.35826	0.97978	50%	1.55581	0.86831	95%

表注:“—”表示在该调查点未找到相应群落层具有代表性的第 2 个样方,下同。

表 6 柏条河-府河中游样方调查数据

Table 6 The quadrat survey data of middle reaches of the Baitiao - Fu River

调查地点	样方编号	乔木			灌木			草本		
		多样性	均匀度	郁闭度	多样性	均匀度	盖度	多样性	均匀度	盖度
安靖	1#	1.23669	0.89208	0.3	1.06114	0.76545	45%	0.677862	0.42118	100%
	2#	—	—	—	1.30358	0.72754	30%	1.4296	0.79788	80%
金府路桥	1#	0.9557	0.86992	0.2	0.56234	0.81128	60%	0.33063	0.20543	98%
	2#	—	—	—	0	0	30%	—	—	—
合江亭	1#	0.693147	1	0.7	0.56234	0.81128	20%	0.23709	0.17103	75%

(3) 下游河段

表7显示乔木层 Shannon-Wiener 指数普遍偏低,在华阳二江寺调查点河岸带没有乔木层,原因是下游河段河岸带植被破坏严重,华阳一带的城区河段河岸基本固化,华阳正兴以下大部分地方农田已延伸至河边,河岸带植被萎缩或消失,故下游河段乔木层多样性整体偏低,乔木层郁闭度都在0.5以下。

华阳二江寺的灌木多样性指数很高,但是由于样方点离河岸带距离较远,不能代表当地多样性的实际情况。其他两个调查点的灌木层多样性指数较低。永安和华阳的草本层多样性和均匀度较黄龙溪渡口高,但盖度不及黄龙溪渡口,原因是黄龙溪渡口草本层中优势物种特别明显,以水蓼(*Polygonum hydropiper*)为绝对优势,其他草本种类较少。

表7 柏条河-府河下游样方调查数据

Table 7 The quadrat survey data of lower reaches of the Baitiao - Fu River

地点	样方编号	乔木			灌木			草本		
		多样性	均匀度	郁闭度	多样性	均匀度	盖度	多样性	均匀度	盖度
华阳二江寺	1#	—	—	—	1.18832	0.85719	40%	1.85990	0.84648	30%
永安镇	1#	0.36221	0.52256	0.3	0.56234	0.81128	20%	1.14729	0.58959	50%
	2#	0.50040	0.72193	0.4	—	—	—	—	—	—
黄龙溪渡口	1#	0.69315	0.91830	0.2	0.15398	0.81128	20%	0.15398	0.14016	90%

2.2.2 调查点样方综合分析

选取9个点最具代表性的乔木、灌木和草本样方各1个对9个调查地点样方的结果进行综合分析,以掌握柏条河——府河沿线各个点上的植物群落多样性现状。

图2显示从都江堰市区至黄龙溪渡口,乔木的多样性指数逐渐减小,其中,胥家的乔木多样性最高,而华阳由于调查区域乔木稀少,种类单一,在所有调查点中多样性最低。除华阳二江寺、永安镇外其他调查点乔木层均匀度差异不大。

(1) 河流沿线乔木层多样性比较

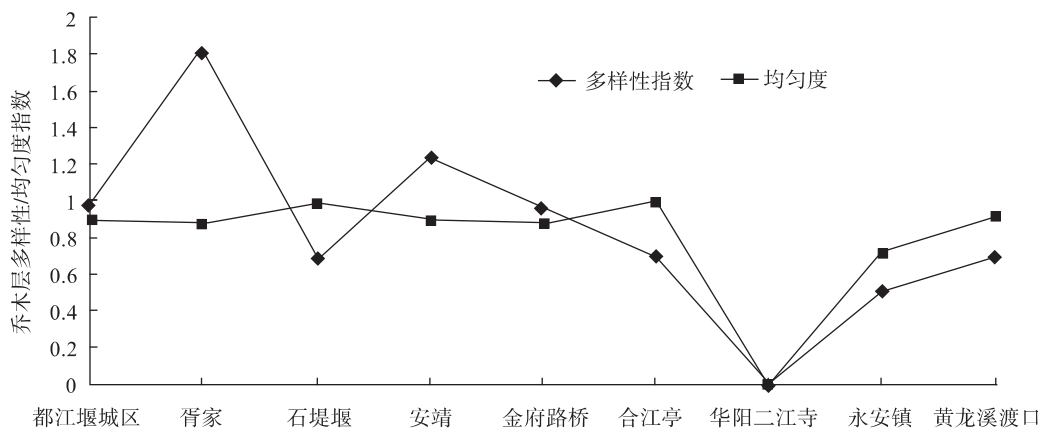


图2 柏条河-府河沿线乔木层植物多样性、均匀度指数比较

Fig. 2 The comparison of Shannon-Wiener, Pielou index of the tree layer along the Baitiao-fu River

(2) 河流沿线灌木层多样性比较

灌木层在胥家、石堤堰、安靖一带出现最大峰值,然后在华阳二江寺形成第2个峰值,都江堰城区、金府路桥、合江亭及永安镇多样性指数在0.4~0.6之间,相差不大,黄龙溪渡口处多样性指数最低(图3)。各调查点均匀度结果差别不大,上游的都江堰城、胥家均匀度相对较低,石堤堰均匀度最大,其他调查点的均匀度都在0.8左右波动。

多样性指数值都在1.0以上,草本层盖度也较高。图4显示多样性在金府路桥、合江亭形成一个低谷,这两个点是人类干扰极大的区域,特别是合江亭的河岸带在人工管理下维持,人工种植草坪多样性很低。另一个低谷出现在黄龙溪渡口调查点,这与河岸带草本多以水蓼、禾草形成单优群落有关。

(3) 河流沿线草本层多样性比较

多个调查点上草本层都表现出较高的多样性,

2.2.3 上、中、下游河段多样性综合比较

将上、中、下游各河段的所有乔木、灌木、草本多样性指数和均匀度分别求平均值进行对比分析(参见图5)。

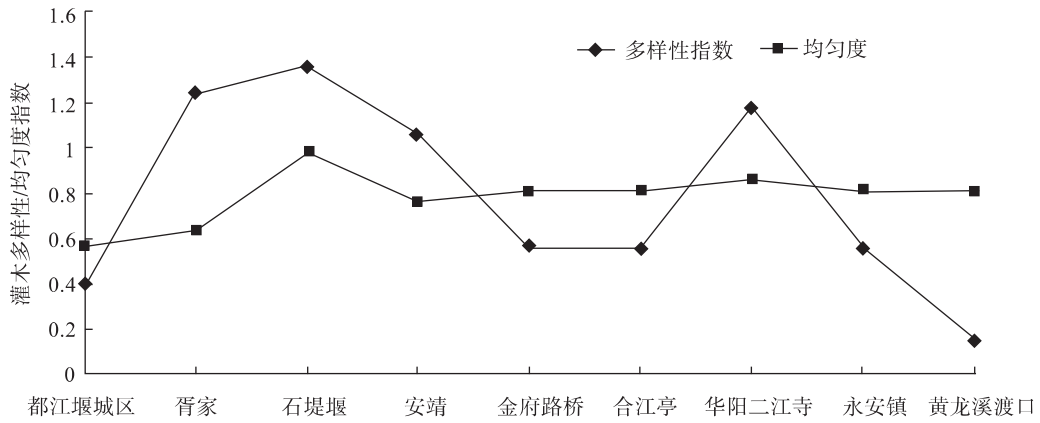


图3 柏条河-府河沿线灌木层植物多样性、均匀度指数比较

Fig. 3 The comparison of Shannon-Wiener, Pielou index of the shrub layer along the Baitiao-fu River

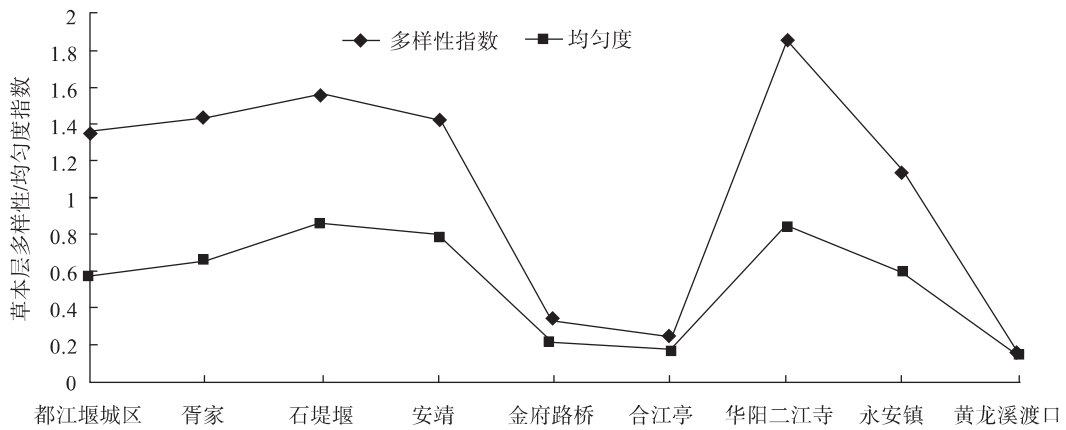


图4 柏条河-府河沿线草本层植物多样性、均匀度指数比较

Fig. 4 The comparison of Shannon-Wiener, Pielou index of the herb layer along the Baitiao-fu River

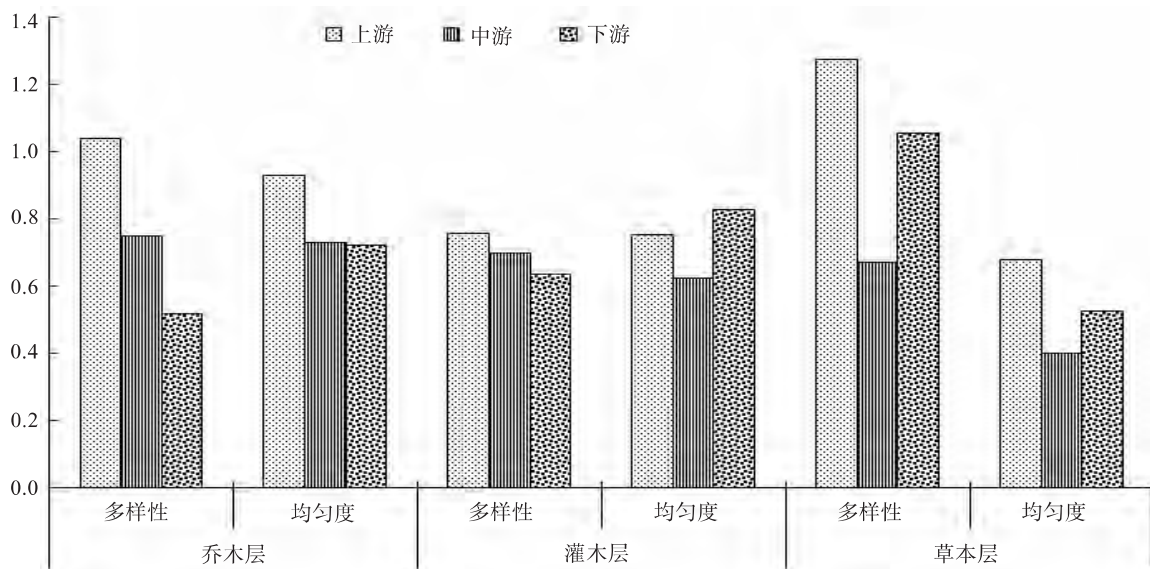


图5 柏条河-府河上、中、下游植物多样性、均匀度综合比较

Fig. 5 A total comparison of three layers in upper middle and lower reaches

上游河段的植物群落多样性指数在乔木、灌木、草本 3 个层次都高于中游和下游河段,可见上游地区河岸带植物群落相对较为自然,是柏条河-府河群落多样性最高的区域;中游河段在乔木层、灌木层多样性指数大于下游河段,草本层多样性小于下游河段。上游河段均匀度仅在灌木层低于下游河段,乔木层和草本层均最高,下游河段群落均匀度基本

高于中游河段。

3 植物多样性评分及管理建议

3.1 评分结果

依据本次评价评分体系和野外调查结果,本次评价得分如表 8。

表 8 柏条河-府河上、中、下游植物多样性评分表

Table 8 Plant diversity scores of the upper, middle and lower reaches of the Bai-Fu River

指标类别	指标名称	第 2 层 指标权重	第 3 层 指标权重	上游		中游		下游	
				调查结果	得分	调查结果	得分	调查结果	得分
物种多样性	N	0.42	1	246	33.1	213	28.7	193	26.0
科属结构多样性	DG-F	0.11	1	0.861	9.5	0.848	9.3	0.832	9.2
Shannon-Wiener 多样性指数	Hq'	0.39	0.16	1.03868	3.6	0.74757	2.6	0.51859	1.8
	Hg'		0.40	0.75796	8.7	0.69788	8.0	0.63488	7.3
Pielou 均匀度指数	Hc'	0.08	0.44	1.27555	11.8	0.6688	6.2	1.05372	9.7
	Eq		0.16	0.93011	1.2	0.72828	0.9	0.72093	0.9
均匀度指数	Eg		0.40	0.75393	2.4	0.62311	2.0	0.82658	2.6
	Ec		0.44	0.67931	2.4	0.39888	1.4	0.52541	1.8
综合评分结果					72.7		59.1		59.3

上游总得分为 72.7 分,中游总得分 59.1 分,下游总得分为 59.3 分,上游河段植物多样性现状明显优于中游和下游河段。中游和下游河段虽然在一些方面得分较高,但总分均仍明显低于上游,并且中游和下游得分仅相差 0.2,这也是中游、下游河段植物多样性现状的实际反映,从石堤堰以下即为中下游河段,安靖、金府路桥、华阳为城区与农垦区的过渡地带,河道两侧工程施工活动频繁;成都市区为典型的人工河岸带,以绿化栽培引种植物组成河岸带;华阳以下的永安镇、黄龙溪一带农垦区几乎延伸至河边,河岸带植被极度萎缩或消失。中、下游植物多样性各项评价指标得分都不高,导致整体得分与上游河段有较大差距。可见,本评分体系的评分结果基本反映了柏条河-府河上、中、下游的植物多样性现状。

3.2 管理建议

河岸带管理直接影响着河流生态系统的健康与可持续发展^[1],充分认识河岸带植物多样性现状利于对河岸带的保护和管理。区域几十年来的社会经济发展不断侵蚀和改变柏条河-府河河岸带,对其进行保护刻不容缓。依据本次河流健康评分结果及调查中发现的问题,提出如下建议:

(1) 维持河岸带现状,逐步开展河岸带治理。社会经济活动使柏条河-府河河岸带不断固化、河岸带植被逐步萎缩,河岸带景观破碎化加剧,河流健康状况每况愈下。当务之急是维持河岸带现状,即

协调有关各方共同防止河岸带植物多样性不再受到破坏,使河流健康维持在现有水平不再下滑;在此基础上积极准备物资和技术条件逐步对破坏、退化的河岸带进行恢复治理。

(2) 开展全流域规划,设定河岸带用地红线,妥善解决用地矛盾。柏条河-府河是成都市生态环境整治的重点,应对全流域进行总体规划,解决用地矛盾,保证河岸缓冲带宽度,严格控制上游河段工业和农业扩张;将石堤堰上游河道划为典型河岸带植被保留区,区内禁止工农业生产活动,让河岸带植被自然演替,为以后的河流调查、研究提供较好的背景区域;正兴下游河段规划为河岸带恢复重建区,对延伸至河边的农田实施“退田还岸”,重建河岸带植被;永久禁止河岸固化施工。

(3) 对河流沿岸建设施工活动实施严厉的生态保护与监管措施。调查中发现柏条河-府河中下游沿岸施工活动频繁,市政、环保、国土等部门应联合执法,加强对河岸带施工活动的管理,加强对固体、液体、大气污染源的控制,保护河岸带自然植被。

(4) 优化配置河岸带绿化物种,构建河流景观廊道。河岸带植被及相邻森林是河流异质生物实物和能量的主要来源,其不仅是维系河流生态系统稳定的重要组分,也是人们户外活动和休闲娱乐不可缺少的场所^[12]。河岸带绿化和植被恢复时,物种的数量和配置比例关系到区域生物多样性的可持续性和景观观赏性。在柏条河-府河景观构建时除了大

量使用桉树、枫杨、杨树、慈竹、水麻、构树、桑树等当地常见树种外,还应引进一些安全的、观赏价值高的园林物种,在不同河段培植出物种多样、层次丰富、特点鲜明、不同季节都有观赏点的景观群落,把柏条河—府河打造成西南地区河流景观廊道的典范。

参考文献:

- [1] 韩路,王海珍,于军. 河岸带生态学研究进展与展望[J]. 生态环境学报 2013 22(5): 879~886.
- [2] 马晓波,王兆印,程东升,等. 东江中游河边植被多样性调查评价[J]. 水利学报 2006 37(3): 348~353.
- [3] 葛宏杰,张峰. 汾河中下游湿地植被物种多样性研究[J]. 西部林业科学 2008 37(2): 29~33.
- [4] 艾训儒,熊彪. 洪家河流域天然植物群落生态学特性研究[J]. 湖北民族学院学报(自然科学版) 2006 24(1): 101~104.
- [5] 吴东丽,上官铁梁,张金屯,等. 溇沱河流域湿地植被的物种多

样性研究[J]. 北京师范大学学报(自然科学版) 2006 42(2): 195~199.

- [6] 石晓丹,阮晓红,吕学研. 南京外秦淮河河岸带原生植被初步调查[J]. 环境科学与管理 2007 32(3): 84~88.
- [7] 曾志新,罗军,颜立红,等. 生物多样性的评价指标和评价标准[J]. 湖南林业科技 1999 26(2): 26~29.
- [8] 蔡守华,胡欣. 河流健康的概念及指标体系和评价方法[J]. 水利水电科技进展 2008 28(1): 23~27.
- [9] 尚占环,姚爱兴,郭旭生. 国内外生物多样性测度方法的评价与综述[J]. 宁夏农学院学报 2002 23(3): 68~73.
- [10] 夏继红,严忠民. 生态河岸带研究进展与发展趋势[J]. 河海大学学报(自然科学版) 2004 32(3): 252~255.
- [11] 孙雪岚,胡春宏. 河流健康评价指标体系初探[J]. 泥沙研究, 2007 (4): 21~27.
- [12] 颜兵文,肖瑞龙. 河岸带的功能与管理研究[J]. 安徽农业科学 2008 36(27): 11970~11972.

(上接第96页)

从表2可以看出:树高生长最好的是处理A即为实生苗,最差的是处理C即为侧枝扦插,处理A和处理B间差异不显著,处理C与处理A和处理B间在在0.05水平和0.01水平间均存在差异;地径生长表现最好的是处理A,最差的处理是处理C,3个处理在0.05水平和0.01水平间均存在极显著差异;侧枝发枝数表现最好的是处理A,表现最差的是处理B,3个处理在0.05水平和0.01水平间均存在极显著差异。

4 结论与讨论

从云南红豆杉的实生苗,顶枝扦插和侧枝扦插苗的幼树生长量(树高,地径和侧枝发枝数)来看,树高、地径和侧枝发枝数各个处理间均存在极显著差异。3个处理的树高、地径和侧枝发枝数各处理间均存在极显著差异,树高、地径和侧枝发枝数生长表现最好的处理均是处理A即实生苗,树高和地径生长表现最差的均是处理C,即侧枝扦插,侧枝发枝数表现最差的处理是处理B即顶枝扦插。由此可见,实生苗对云南红豆杉幼树生长较扦插苗有优势。

由于实生苗和扦插苗生长间存在较大差距,顶枝扦插和侧枝扦插苗生长间也存在较大差距,研究

时间对这3种苗木的生长量间也存在差距。随着时间的增加,生长量结果还有待于进一步的观察研究。

根据云南红豆杉实生苗和扦插苗的生长特性及试验地的自然地理特征,采取集约经营方式,改进培育措施。选用优良壮苗和加强抚育管理,可加快其生长速度,保证云南红豆杉的生物药业需求,达到较好经济效益。

云南红豆杉的生长量是一个需要长期研究的问题,由于林木生长周期长,我们在研究中取得的数据(18个月的生长量)只是其全部生命周期中的一个片段,此研究结果只能作为云南红豆杉(实生苗和扦插苗)后期研究的基础。对于云南红豆杉(实生苗和扦插苗)中龄林、成熟林研究的生长量、侧枝发枝数的研究还有待于进一步开展研究。

参考文献:

- [1] 陈振峰,张成文,寇玉峰,等. 我国红豆杉资源及可持续利用对策[J]. 世界科学技术—中药现代化 2002 4(1): 40~46.
- [2] 吴彦,刘庆,胡科,等. 我国红豆杉资源现状和紫杉醇产业化对策[J]. 长江流域资源与环境 2002 11(6): 515~520.
- [3] 王卫斌,姜远标,王达明,等. 云南红豆杉的生物学与生态学特性[J]. 西部林业科学 2006 35(4): 33~39.
- [4] 袁瑞玲,杨文忠. 不同育苗基质对须弥红豆杉移栽后生长的影响[J]. 东北林业大学学报 2012 40(1): 16~19.
- [5] 史富强,周凤林. 不同种源及家系山桂花3年生人工幼林林木高、径生长效应[J]. 西部林业科学 2007 36(4): 91~94.