

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201408025

郝建锋,王德艺,李艳,等. 人为干扰下雅安市雨城区青衣江河岸带草本植物群落物种多样性及生态位的研究[J]. 广西植物, 2015, 35(6):817—824
Hao JF, Wang DY, Li Y, et al. Effects of human disturbance on species diversity and niche of herbaceous plants along Qiyijiang riparian zone in Ya'an City, Sichuan Province[J]. Guihaia, 2015, 35(6):817—824

人为干扰下雅安市雨城区青衣江河岸带草本植物群落物种多样性及生态位的研究

郝建锋^{1,2*}, 王德艺¹, 李艳¹, 姚小兰¹, 张逸博¹, 朱云航¹, 齐锦秋^{1,3}

(1. 四川农业大学 林学院, 四川 成都 611130; 2. 水土保持与荒漠化防治重点实验室,

四川 成都 611130; 3. 木材工业与家具工程重点实验室, 四川 成都 611130)

摘要:以雅安市雨城区段青衣江河岸带的草本植被为研究对象,采用典型样地法选取沿岸受3种不同强度人为干扰的样地(轻度干扰的河滩地、中度干扰的割草地和重度干扰的弃耕地),探究不同人为干扰强度对青衣江沿岸的草本植物群落物种多样性和生态位的影响。结果表明:在3种类型的样地中共观测到64个物种,隶属于26科53属,物种数随着干扰强度的增加而降低;分析重要值发现,不同干扰强度下群落的主体均为菊科(Compositae)、禾本科(Gramineae)、蓼科(Polygonaceae)和豆科(Leguminosae)的种类,各物种重要值的差异不大,优势种不明显,种间竞争激烈;受不同干扰强度群落的生境存在差异,轻度干扰、中度干扰和重度干扰群落的生态位重叠值在0.5以上的物种数比率分别为95.0%、85.4%、74.2%,受不同强度干扰群落之间的物种相似程度不同,轻度干扰与中度干扰、中度干扰与重度干扰、轻度干扰与重度干扰的群落相似性系数分别为0.733、0.719、0.625;受不同强度人为干扰的群落中物种丰富度指数 D 值和Shannon-Wiener多样性指数 H 值的大小排序为轻度干扰>中度干扰>重度干扰,但Simpson指数 H' 值和Pielou均匀度指数 J_{sw} 值在样地之间的差异不显著。

关键词:人为干扰;物种多样性;生态位;河滩地;割草地;弃耕地

中图分类号: Q948.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2015)06-0817-08

Effects of human disturbance on species diversity and niche of herbaceous plants along Qiyijiang riparian zone in Ya'an City, Sichuan Province

HAO Jian-Feng^{1,2*}, WANG De-Yi¹, LI Yan¹, YAO Xiao-Lan¹,
ZHANG Yi-Bo¹, ZHU Yun-Hang¹, QI Jin-Qiu^{1,3}

(1. College of Forestry, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China; 2. Soil and Water Conservation, Desertification Combating of MOE Sichuan Provincial Colleges and University Key Laboratory, Chengdu 611130, China; 3. Wood Industry and Furniture Engineering Sichuan Provincial Colleges and Universities Key Laboratory, Chengdu 611130, China)

Abstract: In order to make a thorough inquiry in effects of human disturbance on herbaceous plant community, an investigation has been conducted along Qingyijiang River riparian zone, Ya'an City, Sichuan Province by using the typical sampling method. The species Richness index D , Shannon-Wiener index H , Simpson index H' and Pielou index J_{sw} were adopted to make evaluations on the level of species diversity on herbaceous plant community. There are three kinds of

收稿日期: 2014-11-26 修回日期: 2015-03-25

基金项目: 国家自然科学基金(31370628);国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAC09B05);四川农业大学双支计划博士专项(00370401)。

作者简介: 郝建锋(1972-),男(蒙古族),内蒙古人,博士,讲师,主要从事森林生态学研究,(E-mail)haojf2005@aliyun.com。

*通讯作者

sample areas under human disturbances of three different intensities in the investigated zone: flood lands under slight disturbance, mow grasslands under medium disturbance, and abandoned farmlands under severe disturbance. The results showed that sixty-four plant species that belong to 26 families and 53 genera were found in the three kinds of studied areas. Species richness significantly decreased with the increment of disturbance intensity. By analyzing the important values, it was discovered that under disturbances of all levels of intensities, the main bodies of the communities are composed of the species which belong to Compositae, Gramineae, Leguminosae, Polygonaceae and Umbelliferae. However, there was no obvious main edificatory in the communities under disturbances of different levels of intensities, since the important values of each species has no significant difference, indicating the intensities of interspecific competitions. The results indicated that the numbers of the species with niche overlap values above 0.5 in communities under light disturbances, medium disturbances and severe disturbances respectively accounted for 95.0%, 85.4% and 74.2% of the total species numbers. Sørensen's similarity coefficient (S_s) between communities under disturbances of different levels of intensities were different. Sørensen's similarity coefficient (S_s) between communities under slight and medium disturbances, medium and severe disturbances, and slight and severe disturbances were 0.733, 0.719 and 0.625, respectively. Species richness index D and Shannon-Wiener index H decreased with the increment of the human disturbance intensity, the sequences of them were slight disturbance > medium disturbance > severe disturbance, and the difference among disturbance intensities were significant. However, there was no significant differences of Simpson index H' and Pielou index J_{sw} among sample areas.

Key words: human disturbance; species diversity; niche; floodplain; moving grassland; abandoned farmland

河岸带是指水陆交界的两边,直至河水影响消失为止的地带,它是河流生态系统和陆地生态系统之间进行物质、能量和信息交换的生态过渡带,具有明显的边缘效应和丰富的生物多样性,近年来成为国内外生态学和环境科学的研究热点之一(Gregory *et al.*, 1991; Johnson *et al.*, 2010; 邓红兵等, 2001; 郭二辉等, 2011; 韩路等, 2013)。因其独特的生态系统结构和服务功能,河岸带维持了很高的植物多样性,河岸带植物在控制农业非点源氮污染、防治水土流失、维持生态系统服务功能等方面具有重要作用,并且河岸带植物多样性和优化组合是退化河岸带恢复和重建的关键(Zhao *et al.*, 2009; 徐华山等, 2010; 张建春等, 2002)。同时,河岸带也是一个易受人类干扰的生态脆弱区,正面临滩涂资源过度围垦、生物入侵严重、水质污染严重、景观破碎化等诸多问题(Mensing *et al.*, 1998; McClain *et al.*, 2003; 项希希等, 2013; 赵海迪等, 2014)。人为干扰是影响河岸带结构和功能的主要因素之一,河岸带植被群落的组成和发展与土地利用方式密切相关,不同的土地利用方式对河岸带生态系统具有不同的干扰梯度(韩路等, 2013; Nagasaka *et al.*, 1999; Paine *et al.*, 2002)。美国等发达国家对河岸带生态系统管理始于 20 世纪 70 年代,在河岸带地区建设植被缓冲带(Riparian Vegetable Buffer)是进行河岸带生态系统管理的最常用的一种管理模式,在此基础上的生态重建效果明显(郭怀成等, 2007; 黄凯等,

2007)。而国内对河岸带的研究起步较晚,目前的研究多是从生态恢复和建设的角度来探讨河岸带的生态系统重建问题,只有张建春等(2002a, b)对河岸带进行生态系统重建实验研究,这些研究都强调了植被及其组成在河岸带生态恢复中的重要性。

青衣江是雅安市境内主要河流之一,其河岸带在保护特有动植物资源、调节局地气候、补充地下水、保持生物多样性等方面起着至关重要的作用。但近些年来,由于当地居民对沿江土地的开发利用,青衣江河岸带的草本植物群落遭受了不同类型和强度的人为干扰。基于此,本研究以青衣江雨城区段沿岸的受 3 种不同强度干扰的河滩地、割草地、弃耕地为研究对象,探究不同土地利用方式下该地区草本植物群落物种组成和多样性差异,对于青衣江流域河岸带植物多样性恢复与保护、青衣江(雨城区河段)整体景观规划、陆地和水体的合理开发利用决策提供理论依据,从而为区域生态系统功能的发挥和社会经济可持续发展作贡献。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

青衣江($102^{\circ}16' \sim 103^{\circ}43' E$, $29^{\circ}24' \sim 30^{\circ}56' N$)地处四川盆地边缘,发源于邛崃山脉巴郎山与夹金山之间,干流全长 289 km,落差 2 844 m,水能资源

丰富;其中流经雅安雨城区河段($102^{\circ}54' \sim 103^{\circ}09' E, 29^{\circ}55' \sim 30^{\circ}01' N$)属于青衣江中游河段,全长约 33.4 km,平均海拔约 600 m。该河段地处亚热带季风性湿润气候区,多年平均气温 $15 \sim 18^{\circ}C$,年降水量可达 1 800 mm。青衣江河岸多漫滩,草本植被资源丰富,但因遭到挖沙、取石铺路等干扰,其原始状态受到破坏;同时,当地居民耕作、收割牧草等导致沿岸物种急剧减少,引起了一系列的生态问题。

1.2 方法

1.2.1 试验设置与取样 2012 年 7—8 月,在滩涂湿地植物最佳生长季节,对雅安市雨城区青衣江沿岸草本植物进行野外实地踏查发现,青衣江河岸带主要有河滩地、割草地和弃耕地 3 种土地类型,受到不同类型和强度的干扰,均处于水位变幅区(冯育青等,2009)。参照杨文斌等(2013)对滩涂湿地调查取样的方法,以及该河段河岸土地具体的使用情况,设置 3 种干扰强度的样地,即轻度干扰指长年的流水冲刷和泥沙沉积后自然形成的河滩地,在夏季汛期时植被遭到不同程度的流水冲刷,但在其他季节植被的自然恢复较好,受到的人为干扰强度较轻;中度干扰指作为家畜食物来源的割草地,割草频率为割半年休半年,割草季节为植被丰茂的夏秋季节,在植被稀疏的冬春季节割草行为被迫停止或减弱,经过多年的反复割草,割草地的植被生长受到抑制;重度干扰指封育 2 年的弃耕地,由于历经长年的耕作,且封育时间短,弃耕地的植被恢复情况不佳。

调查方法如下:在调查实验地筛选出具代表性的受轻度、中度和重度干扰的样地各 3 个,规格为 $20 m \times 20 m$ (表 1),样地面积总计 $3 600 m^2$;在每个样地中沿对角线选取 12 个 $1 m \times 1 m$ 的样方,共计 108 个。调查内容包括经纬度,海拔,图片等样地信息;每个样方内草本物种名称、高度、株数和盖度,测定植物高度的最高值、最低值和平均高度,丛生草本则以丛为单位测定相关项目。

1.2.2 数据分析和处理 (1)植物群落综合数量特征分析:采用杨国平等(2008)的方法,计算相对密度、相对频度、相对显著度及重要值。相对密度=(该种的密度/全部种的总密度) $\times 100\%$;相对频度=(该种的频度/全部种的频度总和) $\times 100\%$;相对盖度=(该种种盖度/全部种的盖度总和) $\times 100\%$;重要值=(相对密度+相对频度+相对盖度)/300。

(2)物种多样性测定: α 多样性指数用于描述群落的物种多样性,本文主要采用以下指数综合衡量

群落的物种多样性水平,包括物种丰富度指数 D 、Shannon-Wiener 指数 H 、Simpson 指数(优势指数) H' 、Pielou 均匀度指数 J_{sw} (Petratis *et al.*, 1989; 马克平等, 1994)。计算公式: $D = S$; $H' = 1 -$

$$\sum_{i=1}^s P_i^2; H = - \sum_{i=1}^s P_i \log P_i; J_{sw} = \frac{\sum_{i=1}^s P_i \log P_i}{\log S}。$$

式中, P_i 为第 i 种个体数 n_i 占所有种个体总数 n 的比例, n_i 为第 i 种个体数, n 为所有种的个体总数,即 $P_i = n_i/n$; $i=1, 2, 3, \dots, S$, S 为物种数。

(3)生态位重叠及相似程度:生态位重叠是指 2 个或多个物种或种群在适应环境和利用资源的实际幅度或潜在能力方面所表现出的共同性或相似性,它反映一定资源状态上物种的多样性程度(赵永华等, 2004; 李德志等, 2006)。Pianka 生态位重叠模型能客观地反映出种群之间对资源利用的相似性,并具有较为直观的几何解释,而且其生态位重叠不超过 1,便于对不同种群的生态位重叠进行客观的比较。计算公式如下:

$$N_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^r P_{ij} P_{kj}}{\sqrt{\sum_{j=1}^r P_{ij}^2 \sum_{j=1}^r P_{kj}^2}}。$$

式中, N_{ik} 为生态位重叠值, P_{ij} 和 P_{kj} 为种 j 和 k 在资源上的优势度, r 为资源状态数。

各样带之间物种组成用 Sørensen 相似性系数表示(赵永华等, 2004)。计算公式如下:

$$S_s = 2a / (2a + b + c)$$

式中, S_s 为 Sørensen's 相似性系数, a 为两个样方中共有的物种数, b 为甲样方有而乙样方没有的物种数, c 为乙样方有而甲样方没有的物种数。

(4)统计与分析:采用 SPSS 17.0 和 Excel 软件进行统计和分析,用单因素方差分析(one-way ANOVA)和最小显著差异法(LSD)检验不同干扰强度下群落物种多样性指数的显著性差异($P=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同草本群落物种组成比较

共记录到植物 64 种,植物在轻度干扰(河滩地)、中度干扰(割草地)和重度干扰(弃耕地)群落中的分布都以菊科、禾本科、蓼科和豆科为主,隶属于这 4 科的物种共计 32 种,其他科的植物分布较少(表 2)。由表 2 可知,青衣江河岸带草本植物的科数、属数和种数随着人为干扰强度的增加而降低,受轻度干扰的河滩地物种组成最丰富,共 51 种,隶属

表 1 样地概况
Table 1 General situation of the sample plots

样地 Sample plot	面积 Area (m ²)	坡度 Slope (°)	坡向 Aspect	海拔 Altitude (m)	经度、纬度 Longitude, Latitude	干扰强度 Disturbance intensity
1	400	2	SW44°	576	103°00'18.92" E, 29°59'12.76" N	A
2	400	4	ES18°	576	103°00'17.87" E, 29°59'12.90" N	A
3	400	5	ES11°	576	103°00'16.92" E, 29°59'13.17" N	A
4	400	4	WN35°	577	103°00'30.25" E, 29°59'16.95" N	B
5	400	4	SW26°	572	103°00'28.28" E, 29°59'17.07" N	B
6	400	3	NE5°	572	103°00'27.07" E, 29°59'17.12" N	B
7	400	5	WN28°	575	103°00'20.81" E, 29°59'18.63" N	C
8	400	3	WN33°	575.86	103°00'19.87" E, 29°59'18.99" N	C
9	400	4	WN30°	578	103°00'18.59" E, 29°59'19.42" N	C

注：A;轻度干扰；B;中度干扰；C;重度干扰。下同。
Note: A; light disturbance; B; medium disturbance; C; serve disturbance. The same below.

表 2 不同干扰强度样地的草本物种情况
Table 2 Species of herbaceous plants under different levels of disturbance intensities

排序 Rank	干扰强度 Disturbance intensity		A		B		C	
	科 Family	种数 Species	科 Family	种数 Species	科 Family	种数 Speices	科 Family	种数 Species
1	菊科 Compositae	12	菊科 Compositae	10	菊科 Compositae	9	豆科 Leguminosae	5
2	禾本科 Gramineae	7	禾本科 Gramineae	6	禾本科 Gramineae	6	禾本科 Gramineae	5
3	蓼科 Polygonaceae	7	蓼科 Polygonaceae	5	蓼科 Polygonaceae	5	菊科 Compositae	5
4	豆科 Leguminosae	6	豆科 Leguminosae	4	豆科 Leguminosae	5	蓼科 Polygonaceae	3
5	伞形科 Umbelliferae	3	伞形科 Umbelliferae	3	伞形科 Umbelliferae	3	藜科 Chenopodiaceae	2
6	荨麻科 Urticaceae	3	荨麻科 Urticaceae	3	酢浆草科 Oxalidaceae	2	伞形科 Umbelliferae	2
7	唇形科 Labiatae	2	酢浆草科 Oxalidaceae	2	荨麻科 Urticaceae	2	十字花科 Cruciferae	2
8	藜科 Chenopodiaceae	2	唇形科 Labiatae	2	苋科 Amaranthaceae	2	苋科 Amaranthaceae	2
9	桑科 Moraceae	2	藜科 Chenopodiaceae	2	桑科 Moraceae	2	荨麻科 Urticaceae	1
10	十字花科 Cruciferae	2	十字花科 Cruciferae	2	藜科 Chenopodiaceae	2	酢浆草科 Oxalidaceae	1

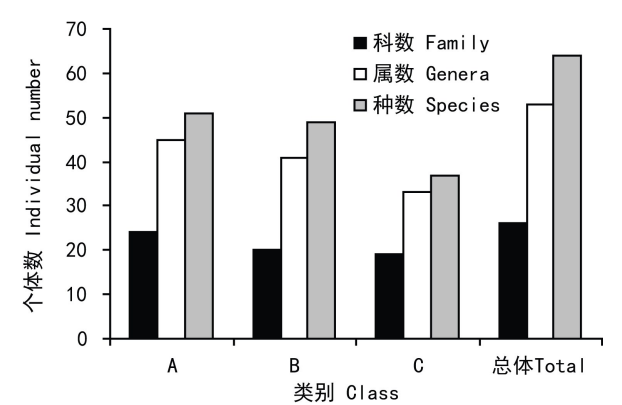


图 1 不同干扰强度下草本植物群落的科、属、种数量
Fig. 1 Number of family,genus,species of herbaceous plant communities under different levels of disturbance densities

于 24 科 45 属;受中度干扰的割草地的物种数为 49 种,隶属于 20 科 41 属;受重度干扰的弃耕地物种数最少且组成单一,共 37 种,隶属于 19 科 33 属。

2.2 不同草本群落重要值分析

根据 108 个样方的调查数据,分别计算轻度、中度和重度干扰群落中草本植物的重要值(表 3)。由表 3 可知,在轻度干扰样地中,小蓬草(*Conyza canadensis*)、白莲蒿(*Artemisia sacrorum*)、菎草(*Humuluss candens*)、黑麦草(*Lolium perenne*)等物种重要值较大;在中度干扰样地中,小蓬草、看麦娘(*Alopecurus aequalis*)、头花蓼(*Polygonum capitatum*)、红花酢浆草(*Oxalis corymbosa*)等物种重要值较大;在重度干扰样地中,窃衣(*Torilis scabra*)、头花蓼、看麦娘、小蓬草等物种重要值较大。小蓬草、看麦娘、野燕麦(*Avena fatua*)、头花蓼在 3 类型样地中均有分布。

2.3 不同草本植物群落多样性比较

在受不同强度人为干扰样地中,物种丰富度指数 *D* 值、Shannon-wiener 指数 *H* 值和 Simpson 优

表 3 不同干扰强度样地中草本植物的重要值
Table 3 Important values of herbaceous plants under different levels of disturbance intensities

种名 Species	重要值 Important value		
	A	B	C
小蓬草 <i>Conyza canadensis</i>	0.0986	0.0641	0.0616
白莲蒿 <i>Artemisia sacrorum</i>	0.0976	0.0181	
葎草 <i>Humuluss candens</i>	0.0706	0.0265	
黑麦草 <i>Lolium perenne</i>	0.0703		
棒头草 <i>Polypogon fugax</i>	0.0514		0.0578
看麦娘 <i>Alopecurus aequalis</i>	0.0487	0.0588	0.0782
蒲儿根 <i>Sinosenecio oldhamianus</i>	0.0412	0.0185	
繁缕 <i>Stellaria media</i>	0.0400		
龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	0.0324		
野燕麦 <i>Avena fatua</i>	0.0306	0.0567	0.0513
荨麻 <i>Urtica fissa</i>	0.0306		
矮蒿 <i>Artemisia lancea</i>	0.0262	0.0443	
头花蓼 <i>Polygonum capitatum</i>	0.0245	0.0550	0.0844
莲子草 <i>Alternanthera sessilis</i>	0.0226		0.0183
蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>	0.0202	0.0193	
水蓼 <i>Polygonum hydropiper</i>	0.0194	0.0377	
草麻黄 <i>Ephedra sinica</i>	0.0179		
红蓼 <i>Polygonum orientale</i>	0.0153		
苦蕒菜 <i>Ixeris polycephala</i>	0.0145	0.0169	
鸭儿芹 <i>Cryptotaenia japonica</i>	0.0142	0.0162	
堇菜 <i>Viola verecunda</i>	0.0133		
风轮菜 <i>Clinopodium chinense</i>		0.0497	
红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i>		0.0482	
芦竹 <i>Arundo donax</i>		0.0443	0.0602
紫苜蓿 <i>Medicago sativa</i>		0.0405	0.0568
天蓝苜蓿 <i>Medicago lupulina</i>		0.0342	
泥胡菜 <i>Hemistepta lyrata</i>		0.0334	
大叶苕麻 <i>Boehmeria longispica</i>		0.0306	0.0184
窃衣 <i>Torilis scabra</i>		0.0263	0.0938
山野豌豆 <i>Vicia amoena</i>		0.0220	
节节草 <i>Commelina diffusa</i>		0.0192	
土荆芥 <i>Chenopodium ambrosioides</i>		0.0163	
白车轴草 <i>Trifolium repens</i>		0.0151	
伏毛蓼 <i>Polygonum pubescens</i>			0.0749
车前 <i>Plantago asiatica</i>			0.0452
菖蒲 <i>Acorus calamus</i>			0.0365
皱叶酸模 <i>Rumex crispus</i>			0.0338
蛇莓 <i>Duchesnea indica</i>			0.0317
A; 其余 31 种 Remaining 31 species belonging to A	0.1999		
B; 其余 25 种 Remaining 25 species belonging to B		0.1882	
C; 其余 22 种 Remaining 22 species belonging to C			0.1972
合计 Total	1.0000	1.0000	1.0000

势度指数 H' 值随着人为干扰强度的增加而降低(表 4)。进行显著性分析发现,不同干扰强度下草本植物群落的 D 值和 H 值差异显著, H' 值和 J_{sw} 值差异不显著。

表 4 不同干扰强度样地的物种多样性
Table 4 Species diversity of herbaceous plants under different levels of disturbance intensities

干扰强度 Disturbance intensity	D	H	H'	J_{sw}
A	51.6667± 1.453a	3.0792± 0.0476a	0.9308± 0.0069a	0.8313± 0.0106a
B	49.3333± 0.8819a	2.8644± 0.1019ab	0.9143± 0.0157a	0.8485± 0.0362a
C	37.0000± 0.5774b	2.6328± 0.0624b	0.9067± 0.0039a	0.8517± 0.013a

注：不同小写字母表示不同群落层次间的数据差异显著($P<0.05$)。
Note: The different lowercass indicate significant differences at $P<0.05$ among different disturbance intensities.

2.4 不同草本群落生态位重叠与相似度分析

本研究选取各类型样地中重要值排名前 15 位的物种做生态位重叠分析,从表 5 可以看出,在轻度干扰群落中,共有 114 对物种的生态位重叠值在 0.5 以上,占总对数的 95.0%;从表 6 可以看出,中度干扰群落中共有 103 对物种的生态位重叠值在 0.5 以上,占总数的 85.8%;从表 7 可以看出,重度干扰群落中生态位重叠值在 0.5 以上的有 89 对物种,占总数的 74.2%。由以上分析可知,生态位重叠大小趋势为轻度干扰>中度干扰>重度干扰。

从表 8 可以看出,轻度干扰样地(河滩地)、中度干扰样地(割草地)和重度干扰样地(弃耕地)两两之间的物种相似性系数不同。河滩地与割草地之间共有物种最多,高达 37 种,物种相似性系数为 0.733;河滩地与弃耕地的共有物种为 29 种,其相似性系数 0.625;割草地与弃耕地的共有物种为 32 种,物种相似性系数为 0.719。

3 讨论与结论

从物种组成上看,草本植物的科数、属数和种数随着人为干扰强度的增加而降低,重度干扰的弃耕地物种组成相对单一。分析重要值发现,轻度和中度干扰群落的物种的重要值梯度变化较小,重度干扰群落的物种的重要值的梯度变化较大,相对优势种明显,这说明重度干扰使物种在生境中的分布不均匀,适生能力强的物种具有较强的竞争性,占据了

表 5 轻度干扰样地的主要植物种生态位重叠

Table 5 Niche overlap of main herbaceous plants under light disturbance

种名 Species	编号 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
矮蒿 <i>Artemisia lancea</i>	1	1.000	0.780	0.089	0.403	0.696	0.929	0.358	0.937	0.929	0.555	0.903	0.673	0.789	0.902	0.278
白莲蒿 <i>A. sacrorum</i>	2		1.000	0.574	0.886	0.916	0.855	0.860	0.878	0.855	0.951	0.950	0.917	0.983	0.539	0.809
棒头草 <i>Polypogon fugax</i>	3			1.000	0.802	0.777	0.072	0.724	0.122	0.072	0.672	0.499	0.795	0.650	0.069	0.884
繁缕 <i>Stellaria media</i>	4				1.000	0.845	0.550	0.988	0.579	0.550	0.977	0.731	0.863	0.864	0.139	0.985
黑麦草 <i>Lolium perenne</i>	5					1.000	0.648	0.764	0.688	0.648	0.849	0.932	0.999	0.971	0.608	0.823
红蓼 <i>Polygonum orientale</i>	6						1.000	0.556	0.998	1.000	0.712	0.868	0.635	0.800	0.678	0.405
堇菜 <i>Viola verecunda</i>	7							1.000	0.578	0.556	0.975	0.671	0.784	0.811	0.045	0.963
看麦娘 <i>Alopecurus aequalis</i>	8								1.000	0.998	0.735	0.894	0.676	0.831	0.695	0.440
莲子草 <i>Alternanthera sessilis</i>	9									1.000	0.712	0.868	0.635	0.800	0.678	0.405
龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	10										1.000	0.813	0.861	0.911	0.256	0.925
小蓬草 <i>Conyza canadensis</i>	11											1.000	0.922	0.974	0.771	0.651
草麻黄 <i>Ephedra sinica</i>	12												1.000	0.970	0.577	0.844
蒲儿根 <i>Sinosenecio oldhamianus</i>	13													1.000	0.618	0.805
头花蓼 <i>Polygonum capitatum</i>	14														1.000	0.058
水蓼 <i>P. hydropiper</i>	15															1.000

表 6 中度干扰样地的主要植物种生态位重叠

Table 6 Niche overlap of main herbaceous plants under medium disturbance

种名 Species	编号 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
矮蒿 <i>Artemisia lancea</i>	1	1.000	0.718	0.972	0.987	0.699	0.161	0.802	0.816	0.761	0.543	0.933	0.722	0.992	0.687	0.794
白车轴草 <i>Trifolium repens</i>	2		1.000	0.858	0.819	0.070	0.280	0.986	0.623	0.997	0.203	0.878	0.997	0.674	0.978	0.781
白莲蒿 <i>Artemisia sacrorum</i>	3			1.000	0.996	0.554	0.257	0.920	0.833	0.891	0.505	0.966	0.856	0.947	0.838	0.867
大叶苧麻 <i>Boehmeria longispica</i>	4				1.000	0.594	0.201	0.886	0.817	0.855	0.498	0.968	0.821	0.970	0.790	0.835
风轮菜 <i>Clinopodium chinense</i>	5					1.000	0.308	0.232	0.743	0.150	0.829	0.397	0.050	0.690	0.121	0.555
红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i>	6						1.000	0.365	0.695	0.323	0.787	0.030	0.203	0.042	0.472	0.704
节节草 <i>Commelina diffusa</i>	7							1.000	0.744	0.996	0.359	0.904	0.976	0.752	0.982	0.869
看麦娘 <i>Alopecurus aequalis</i>	8								1.000	0.685	0.887	0.663	0.580	0.744	0.716	0.967
苦苣菜 <i>Ixeris polycephala</i>	9									1.000	0.281	0.894	0.990	0.714	0.984	0.827
芦竹 <i>Arundo donax</i>	10										1.000	0.269	0.145	0.467	0.350	0.770
葎草 <i>Humuluss candens</i>	11											1.000	0.895	0.932	0.808	0.727
泥胡菜 <i>Hemistepta lyrata</i>	12												1.000	0.687	0.959	0.740
蒲儿根 <i>Sinosenecio oldhamianus</i>	13													1.000	0.620	0.714
鸭儿芹 <i>Cryptotaenia japonica</i>	14														1.000	0.865
小蓬草 <i>Conyza canadensis</i>	15															1.000

较大的生境空间。河滩地、割草地和弃耕地植物群落中都没有重要值超过 0.1 的物种,说明这 3 种类型样地中物种的优势度不明显,种间竞争较激烈。从物种对人为干扰的生态习性看,青衣江河岸带的草本植物多以菊科、禾本科、蓼科和豆科为主,说明这些种类很好地适应了河岸带的土壤水分条件和不同的人为干扰形式,属于忍耐性的种类。由于河岸带具有地下水位高、土壤肥力高、受季节性洪水扰动等突出的生态环境特点,河岸带植物多具有耐水淹、需水肥的生态学特性(Lin *et al.*, 2013; 邓红兵等,

2001),小蓬草和看麦娘在河滩地、割草地和弃耕地中均具有较高的重要值,说明这两种草本植物耐水淹、抗干扰的能力强,适宜作为青衣江河岸带生态系统重建的植物类型。

从物种多样性指数可知,人为干扰对青衣江河岸带的草本植物多样性造成负面影响,物种多样性指数整体为轻度干扰样地(河滩地) > 中度干扰样地(割草地) > 重度干扰样地 > (弃耕地)。具体表现:受不同强度人为干扰的群落中物种丰富度指数 *D* 值存在显著性差异 ($P < 0.05$),弃耕地受到人为干扰

表 7 重度干扰样地的主要植物种生态位重叠																
Table 7 Niche overlap of main herbaceous plants under severe disturbance																
种名 Species	编号 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
棒头草 <i>Polygonum fugax</i>	1	1.000	0.888	0.680	0.928	0.300	0.481	0.954	0.526	0.624	0.472	0.986	0.938	0.892	0.217	0.718
菖蒲 <i>Acorus calamus</i>	2		1.000	0.350	0.902	0.405	0.182	0.835	0.103	0.481	0.254	0.924	0.803	0.910	0.413	0.435
车前 <i>Plantago asiatica</i>	3			1.000	0.376	0.478	0.958	0.807	0.944	0.882	0.909	0.674	0.839	0.285	0.295	0.992
大叶苧麻 <i>Boehmeria longispica</i>	4				1.000	0.028	0.125	0.782	0.249	0.297	0.110	0.891	0.747	0.995	0.000	0.412
伏毛蓼 <i>Polygonum pubescens</i>	5					1.000	0.615	0.549	0.204	0.833	0.762	0.443	0.569	0.008	0.979	0.572
看麦娘 <i>Alopecurus aequalis</i>	6						1.000	0.680	0.892	0.917	0.979	0.506	0.723	0.034	0.440	0.955
莲子草 <i>Alternanthera sessilis</i>	7							1.000	0.615	0.827	0.700	0.976	0.998	0.734	0.448	0.857
芦竹 <i>Arundo donax</i>	8								1.000	0.692	0.785	0.474	0.652	0.150	0.000	0.894
窃衣 <i>Torilis scabra</i>	9									1.000	0.967	0.696	0.855	0.231	0.710	0.930
蛇莓 <i>Duchesnea indica</i>	10										1.000	0.530	0.740	0.030	0.613	0.932
头花蓼 <i>Polygonum capitatum</i>	11											1.000	0.961	0.860	0.373	0.730
小蓬草 <i>Conyza canadensis</i>	12												1.000	0.694	0.460	0.886
野燕麦 <i>Avena fatua</i>	13													1.000	0.000	0.327
皱叶酸模 <i>Rumex crispus</i>	14														1.000	0.403
紫苜蓿 <i>Medicago sativa</i>	15															1.000

表 8 不同类型样地间植物共有物种与相似性系数

Table 8 Number of common species and Sørensen's similarity coefficient between different levels of disturbance intensities

两两干扰强度之间 Between different disturbance intensities	A-B	B-C	A-C
相似性系数 Sørensen's similarity coefficient (S_s)	0.733	0.719	0.625
共有种组数 Group of common species	37	32	29

的影响最大,说明长年耕作使植被遭到严重破坏,导致一些物种从样地中消失,因此其物种丰富度指数 D 值最低;而河滩地受人为干扰的影响小,原生植被保存良好,因此其 D 值最高;割草地遭到间歇性割草后有一定的恢复期以便能再次收割,所以植被的破坏度较弃耕地低,因此其 D 值居中。Shannon-Wiener 指数 H 值的变化趋势与丰富度指数 D 值的变化趋势一致,河滩地、割草地和弃耕地的 H 值随着人为干扰强度的增加而降低。Simpson 优势度指数是反映物种分布集中度的指标,Pielou 均匀度指数反映物种分布的均匀度,二者的结合使用能够很好地解释群落的稳定性和演替动态特征。本研究中各类型样地的 Simpson 优势度指数 H' 值和 Pielou 均匀度指数 J_{sc} 值无显著性差异($P<0.05$),说明物种在生境中的分布的集中度和均匀度差异不大,但相对而言,河滩地的 H' 值最高, J_{sc} 值最低,说明受轻度干扰的河滩地中物种分布的集中度较高,而弃耕地却与之相反。

人为干扰加剧了青衣江河岸带草本植物群落的

种间竞争,生态位重叠值随干扰强度的增加表现为轻度干扰>中度干扰>重度干扰。生态位重叠是利用性竞争的一个必要条件,在资源相对不足的情况下,生态位重叠较大的种间可能会产生较为激烈的利用性竞争(马克平,2013)。在轻度干扰的河滩地群落内,物种较为丰富,物种资源竞争较为剧烈,群落内资源的利用较为充分,因而高生态位重叠值的物种占的比例大。此种情况,有利于能量的充分利用,植被的恢复更新,促进生态系统的平衡。相反,在重度干扰的弃耕地群落内,植被受到严重的破坏,多样性较低,群落内可利用资源较多,物种之间竞争较小,因而物种的生态位重叠值小。总体而言,以上 3 类型样地中物种生态位重叠值均较大,种间竞争激烈,与前文重要值的讨论一致,这与赵永华等(2004)的研究结果一致。不同强度干扰样地中物种的相似程度可通过物种相似性系数体现出来,如果两个样地之间的物种相似性系数高,表明两个样地的生境相似度高(纪鹏等,2012)。由以上分析可知,受重度干扰的弃耕地与河滩地和割草地的共有种组数较少、相似性系数较低,说明了长年的耕作使其生境中物种组成发生剧烈改变。但总体而言,各类型样地之间的共有种组数和相似性系数均处于较高水平,生境相似度较高。

综上所述,河滩地、割草地和弃耕地这 3 种不同土地利用类型时青衣江河岸带植物群落受到不同强度的人为干扰,重度干扰导致了一些需要特殊生境的、耐受性差的物种的丧失,物种多样性的降低,种

间竞争的加剧和生境的同质化。因此,应严格控制青衣江流域的耕作、割草等人为干扰强度,恢复被破坏的河岸带生境,调节种间关系,恢复和保护河岸带物种多样性;此外,对青衣江流域及其河岸带的生态健康评价、动态监测、生态系统重建应成为流域生态恢复和保护的长期性任务。

参考文献:

- Deng HB(邓红兵), Wang QC(王青春), Wang QL(王庆礼), *et al.* 2001. On riparian forest buffers and riparian management(河岸植被缓冲带与河岸带管理)[J]. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **12**(6): 951—954
- Feng YQ(冯育青), Wang Y(王莹), Ruan HH(阮宏华). 2009. A review of the researches on riparian zone(水岸带研究综述)[J]. *J Nanjing For Univ: Nat Sci Ed* (南京林业大学学报·自然科学版), **33**(6): 127—131
- Gregory SV, Swanson FJ, McKee A, *et al.* 1991. An ecosystem perspective of riparian zones; focus on links between land and water [J]. *Bioscience*, **41**(8): 540—551
- Guo EH(郭二辉), Sun RH(孙然好), Chen LD(陈利顶). 2011. Main ecological service functions in riparian vegetation buffer zone: research progress and prospects(河岸植被缓冲带主要生态服务功能研究的现状与展望)[J]. *Chin J Ecol* (生态学杂志), **30**(8): 1 830—1 837
- Guo HC(郭怀成), Huang K(黄凯), Liu Y(刘永), *et al.* 2007. A conceptual framework of riparian ecosystem management and its key problems(河岸带生态系统管理研究概念框架及其关键问题)[J]. *Geol Res* (地理研究), **26**(4): 789—798
- Han L(韩路), Wang HZ(王海珍), Yu J(于军). 2013. Research progress and prospects on riparian zone ecology(河岸带生态学研究进展与展望)[J]. *Ecol Environ Sci* (生态环境学报), **22**(5): 879—886
- Huang K(黄凯), Guo HC(郭怀成), Liu Y(刘永), *et al.* 2007. Research progress on the degradation mechanism s and restoration of riparian ecosystem(河岸带生态系统退化机制及其恢复研究进展)[J]. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **18**(6): 1 373—1 382
- Ji P(纪鹏), Zhu CY(朱春阳), Li SH(李树华). 2012. Effects of the different structures of green belts on the temperature and humidity in river corridors(河流廊道绿带结构的温湿效应)[J]. *Sci Silv Sin* (林业科学), **48**(3): 58—65
- Johnson JB, Ford WM, Edwards JW, *et al.* 2010. Bat community structure within riparian areas of northwestern Georgia, USA [J]. *Folia Zool*, **59**(3): 192—202
- Li DZ(李德志), Shi Q(石强), Wang XP(王绪平), *et al.* 2006. Models for niche breadth and niche overlap of species or populations(物种或种群生态位宽度与生态位重叠的计测模型)[J]. *Sci Silv Sin* (林业科学), **42**(7): 95—103
- Lin H, Peng YK, Li HL, *et al.* 2013. Effects of soil moisture regimes on growth and photosynthesis of the riparian plant *Bolboschoenus planiculmis*[J]. *For Sci Pract*, **15**(2): 105—113
- Ma KP(马克平), Liu YM(刘玉明). 1994. Measurement of biotic community diversity I α diversity (Part 2)(生物群落多样性的测度方法 I- α 多样性的测度方法(下))[J]. *Biodivers Sci* (生物多样性), **2**(4): 231—239
- Ma KP(马克平). 2013. Studies on biodiversity and ecosystem function via manipulation experiments(生物多样性与生态系统功能的实验研究)[J]. *Biodivers Sci* (生物多样性), **21**(3): 247—248
- Mcclain ME, Boyer EW, Dent CL, *et al.* 2003. Biogeochemical hot spots and hot moments at the interface of terrestrial and aquatic ecosystems[J]. *Ecosystems*, **6**: 301—312
- Mensing DM, Gatatowitsch SM, Tester JR. 1998. Anthropogenic effects on the biodiversity of riparian wetlands of northern temperate landscape[J]. *J Environ Manag*, **53**: 349—377
- Nagasaka A, Nakamura F. 1999. The influences of land-use changes on hydrology and riparian environment in a northern Japanese landscape[J]. *Lands Ecol*, **14**: 543—556
- Paine LK, Ribic CA. 2002. Comparison of riparian plant communities under four land management systems in southwestern Wisconsin[J]. *Agric Ecosyst Environ*, **92**: 93—105
- Petraitis PS, Latham RE, Niesenbaum RA. 1989. The maintenance of species diversity by disturbance[J]. *Q Rev Biol*, **64**(4): 393—418
- Xiang XX(项希希), Wu ZL(吴兆录), Luo K(罗康). 2013. Impacts of human disturbance on the species composition of higher plants in the wetlands around Dianchi Lake, Yunnan Province of Southwest China(人为干扰对滇池湖滨区湿地高等植物种类组成的影响)[J]. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **24**(9): 2 457—2 463
- Xu HS(徐华山), Zhao TQ(赵同谦), He YX(贺玉晓), *et al.* 2010. Effect of different vegetation types on agricultural non-point nitrogen pollution in riparian wetlands(滨河湿地不同植被对农业非点源氮污染的控制效果)[J]. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **30**(21): 5 759—5 768
- Yang GP(杨国平), Ma WZ(马文章), Liu WY(刘文耀), *et al.* 2008. Edge effects on epiphytes in montane moist evergreen broad-leaved forest(边缘效应对山地湿性常绿阔叶林附生植物的影响)[J]. *Biodivers Sci* (生物多样性), **16**(3): 245—254
- Yang WB(杨文斌), Liu K(刘坤), Zhou SB(周守标). 2013. The flora and species diversity of herbaceous seed plants in wetlands along the Xinanjiang River from Anhui(安徽新安江干流滩涂湿地草本植物区系及物种多样性)[J]. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **33**(5): 1 433—1 442
- Zhang JC(张建春), Peng BZ(彭补拙). 2002. A study on riparian area and its ecological rehabilitation(河岸带及其生态重建研究)[J]. *Geo Res* (地理研究), **21**(3): 373—383
- Zhao HD(赵海迪), Liu SL(刘世梁), Dong SK(董世魁), *et al.* 2014. Relationship between human interference and wetland spatial variation Three-River Headwaters Region(三江源区人类干扰与湿地空间变化关系研究)[J]. *Wetl Sci* (湿地科学), **12**(1): 22—28
- Zhao TQ, Xu HS, He YX, *et al.* 2009. Agricultural non-point nitrogen pollution control function of different vegetation types in riparian wetlands: A case study in the Yellow River wetland in China[J]. *J Environ Sci*, **21**: 933—939
- Zhao YH(赵永华), Lei RD(雷瑞德), He XY(何兴元), *et al.* 2004. Niche characteristics of plant populations in *Quercus aliena* var. *acuteserrata* stands in Qinling Mountains(秦岭锐齿栎林种群生态位特征研究)[J]. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **15**(6): 913—918