

## 塔里木河上游荒漠与绿洲过渡带植物群落组成与多样性特征分析

吉小敏<sup>1,2</sup>, 梁继业<sup>3</sup>

(1. 新疆林业科学院 造林治沙研究所, 新疆 乌鲁木齐 830063; 2. 新疆精河荒漠生态系统定位研究站, 新疆 乌鲁木齐 830063;  
3. 塔里木大学, 新疆 阿拉尔 843300)

**摘要:** 2010年7-8月, 采用实地样方法和样线法对新疆维吾尔自治区沙雅县荒漠与绿洲过渡带植物群落进行野外调查, 采用Margalef丰富度指数、Shannon-Wiener指数、Pielou均匀度指数和生态优势度等指标综合分析了塔里木河上游植物群落组成与多样性特征。调查显示, 绿洲-荒漠过渡带共有9科14种植物, 可划分为6个群落类型, 植物群落分层明显, 结构简单。在过渡带中, 乔木平均密度为771.1株·hm<sup>-2</sup>, 灌木平均密度为1413.3株·hm<sup>-2</sup>, 草本平均密度为864.9株(丛)·hm<sup>-2</sup>; 过渡带植物Margalef丰富度指数为1.47, Shannon-Wiener指数为1.62, Pielou均匀度指数为0.61, 生态优势度为0.26; 群落多样性指数显示较好的水分条件促进形成较复杂的群落, 在远离河岸地区由于空间异质降低, 群落向较为均匀的方向发展。

**关键词:** 塔里木河上游; 荒漠与绿洲过渡带; 植物群落; 多样性;

**中图分类号:** S718.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3776(2017)05-0016-07

## Analysis on Species Composition and Diversity of Plant Communities in Ecotone of Desert and Oasis in the Upper Reaches of Tarim River

Ji Xiao-min<sup>1,2</sup>, LIANG Ji-ye<sup>3</sup>

(1. Institute of Afforestation and Sand Control, Xinjiang Academy of Forestry Science, Urumqi 830063, China; 2. Xinjiang Jinghe Desert Ecosystem Research Station, Urumqi 830063, China; 3. Tarim University, Alar 843300, China)

**Abstract:** During July to August of 2010, field investigations by quadrat and line transect method were conducted on species composition of plant communities in the ecotone of desert and oasis in the upper reaches of Tarim River, Shaya county, Xinjiang Uygur Autonomous Region. Analysis was carried out on diversity of the research area by Margalef richness index, Shannon-Wiener index, Pielou evenness index and ecological dominance. The results showed that there were 14 species plant of 9 families, and could be divided into 6 community types. The plant communities had evident layers and simple structure. The mean density of arbors was 771.1 trees/ha, that of shrub 1413.3 trees/ha, and that of herb 864.9 clump/ha. Margalef abundance index was 1.47, Shannon-Wiener index 1.62, Pielou evenness index 0.61 and ecological dominance 0.26. The investigation and analysis resulted that species in the communities near the River had more diversities.

**Key words:** upper reaches of Tarim River; ecotone of desert and oasis; plant community; diversity

群落物种多样性和分布格局一直是群落生态学研究中的重点和热点<sup>[1-2]</sup>, 群落物种多样性作为生物多样性的

收稿日期: 2017-04-24; 修回日期: 2017-07-30

基金项目: 兵团科技攻关计划课题(2014BA035); “十二五”农村领域国家科技计划项目(2012BAD16B0305); 中国科学院野外站联盟项目(KFJ-SW-YW027-04)共同资助

作者简介: 吉小敏, 高级工程师, 从事生态恢复和荒漠化防治研究; E-mail: 75774680@qq.com。通信作者: 梁继业, 副教授, 从事荒漠化防治与景观生态学研究; E-mail: jethro123123@126.com。

重要组成部分, 不仅反映生态系统内物种组成、结构多样性, 还是生态系统内生物群落对生物和非生物环境综合作用的外在反映。研究群落物种多样性, 既可阐明群落的演替特征, 又可说明种群与环境相互作用的过程, 对揭示种群的恢复机理具有重要意义<sup>[3-5]</sup>。近 20 a 来, 因塔里木河输水的原因, 众多学者对塔里木河下游荒漠区作了很多的研究<sup>[6-9]</sup>, 如郑田等对塔里木河下游绿洲荒漠过渡带群落多样性特征进行了整体分析, 认为下游区域群落结构较为简单, 植物群落物种多样性水平较低, 物种组成单一<sup>[10]</sup>。但没有进一步探讨距离河岸不同空间范围群落多样性的变化。目前对于塔里木河上游地区荒漠与绿洲过渡带植物群落多样性的研究少有报道。塔里木河上游荒漠与绿洲过渡带相对于中下游而言, 水分条件较好, 人为干扰较大, 受绿洲扩大和潜在荒漠化的双重胁迫, 生态环境极其脆弱<sup>[11]</sup>。该区域在绿洲没有开发以前, 有的就已经存在并成一个与沙漠之间的缓冲带, 是绿洲生态系统与荒漠生态系统发生能量、物质、信息交换最频繁的界面区域<sup>[12-13]</sup>。人工绿洲形成以后, 一部分过渡区逐渐拓展成为农田, 而大部分仍然作为阻止沙漠前进的前缘过渡带存在, 对于抑制沙漠化、保护绿洲免遭风沙侵袭, 具有不可替代的作用。

本研究以新疆塔里木河上游地区荒漠与绿洲过渡带植物群落为研究对象, 研究物种的组成和多样性特征, 探索荒漠与绿洲过渡带内植被群落类型和分布规律, 旨在为塔里木河上游地区过渡带的植被恢复和生态重建提供理论依据。

## 1 研究区概况与研究方法

### 1.1 研究区概况

研究地点位于新疆维吾尔自治区塔里木河上游的沙雅县,  $82^{\circ}41'40'' \sim 82^{\circ}54'12''$  E,  $40^{\circ}56'20'' \sim 40^{\circ}58'11''$  N, 面积约  $10.74 \text{ km}^2$ , 海拔  $965 \sim 970 \text{ m}$ 。该区是荒漠与绿洲过渡带中天然绿洲的一部分, 受人为的干扰较小, 非常适合进行过渡带植被多样性研究。该地年平均气温  $10.7^{\circ}\text{C}$ , 年平均降水量  $47.3 \text{ mm}$ , 年平均蒸发量  $2\,000.7 \text{ mm}$ , 暖温带沙漠边缘气候, 日照充足, 热量充沛, 降水稀少, 气候干燥, 昼夜温差大, 常年主风向为北风或东北风, 土壤主要为胡杨林中的盐渍化土和风沙土。

### 1.2 研究方法

1.2.1 野外调查方法 2010 年 7–8 月, 采用实地样方法和样线法调查, 样线法主要是在研究区沿河道垂直方向进行植被调查, 根据河岸-绿洲-过渡带-荒漠之间的植被梯度变化, 分别在靠近河岸的绿洲、中间过渡带和远离河岸的荒漠地带, 选取了 9 个典型样地, 对样地内取样面积  $50 \text{ m} \times 50 \text{ m}$  的样方进行调查, 共 9 个样方, 样方号分别标记为 S-1, S-2……S-9, 离河岸距离分别为  $125 \text{ m}$ ,  $210 \text{ m}$ ,  $270 \text{ m}$ ,  $345 \text{ m}$ ,  $370 \text{ m}$ ,  $520 \text{ m}$ ,  $830 \text{ m}$ ,  $1\,045 \text{ m}$  和  $1\,260 \text{ m}$ 。同时在每个样方内采用相邻格子法进行样方调查, 记录样地的海拔、坡向、坡度、坡位、群落郁闭度等生态因子, 虫害特征、死亡数量、群落生长表现、有无干扰等指标。

乔木层: 在  $50 \text{ m} \times 50 \text{ m}$  样方内取 25 个  $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$  的小样方, 对样地内乔木进行每木调查, 详细记录种名、胸径、树高、冠幅、枝下高等指标。

灌木层: 在每个  $50 \text{ m} \times 50 \text{ m}$  样方内取 50 个  $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$  小样方, 记录所有植物的种名、高度、盖度、株数等。

草本层: 采用机械法和随机取样法, 每个  $50 \text{ m} \times 50 \text{ m}$  大样方至少调查 100 个  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$  的小样方, 记录种名、株数、平均高度、平均盖度。

1.2.2 植物多样性计算方法 植物群落的多样性指数采用 Shannon-Wiener 指数、均匀度指数采用 Pielou 指数, 丰富度采用 Margalef 丰富度指数, 同时计算重要值和生态优势度<sup>[14-15]</sup>。

Margalef 丰富度指数 ( $d_{\text{Ma}}$ ) 计算:

$$d_{\text{Ma}} = (S-1)/\ln N$$

Shannon-Wiener 指数 ( $H$ ):

$$H = - \sum P_i (\ln P_i) = - \sum (n_i / N) \times \ln (n_i / N)$$

Pielou 均匀度指数 (J) :

$$J = H / \ln S$$

Simpson 指数 (D) :

$$D = 1 - \sum P_i^2$$

生态优势度 (C) :

$$C = \sum [n_i (n_i - 1)] / [N (N - 1)]$$

各式中,  $n_i$  为第  $i$  个物种的个体数,  $P_i$  为个体数比例,  $N$  为所有种的个体数总数,  $S$  为物种数<sup>[16]</sup>。

1.2.3 数据处理 根据以上公式利用 Excel 软件分析和统计野外采集的数据, 计算软件包括 DPS, SPSS 18.0 和 SigmaPlot 13。

2 结果与分析

2.1 研究区植物群落及种类组成特征

通过对研究区各样方原始数据的统计分类, 调查到的植被可划分为 6 个群落类型, 分别为: 胡杨+灰胡杨-多枝怪柳-胀果甘草群落 Ass. *Populus euphratica*+ *P. pruinosa* -*Tamarix ramosissima*-*Glycyrrhiza inflata*, 胡杨-多枝怪柳-胀果甘草群落 Ass. *P. euphratica*-*T. ramosissima*- *G.inflata*, 胡杨-铃铛刺-胀果甘草群落 Ass. *P. euphratica*-*Halimodendron halodendron*-*G.inflata*, 胡杨-多枝怪柳-拂子茅群落 Ass. *P.euphratica*-*T. ramosissima*-*Calamagrostis epigeios*, 胡杨-多枝怪柳-芦苇群落 Ass. *P.euphratica* -*T.ramosissima*-*Phragmites australis*, 胡杨-盐穗木-胀果甘草群落 Ass. *P. euphratica*-*Halostachyscaspica*-*G.inflata*。单一优势种为主群落类型。

研究区内的植物群落分层明显, 但结构简单。大体可分为乔木层、灌木层和草本层, 其中乔木层分层有一定的差别, 主要是由胡杨种群和灰胡杨种群组成; 灌木层主要是由怪柳和铃铛刺组成, 草本层主要是胀果甘草和芦苇较多。共调查到杨柳科 Salicaceae, 怪柳科 Tamaricaceae, 藜科 Chenopodiaceae, 豆科 Leguminosae, 百合科 Liliaceae, 禾本科 Gramineae, 菊科 Compositae, 萝藦科 Asclepiadaceae, 胡颓子科 Elaeagnaceae 的 14 种植物, 详见表 1。

过渡带植物群落各物种的重要值见表 2。由表 2 可知, 乔木层的胡杨重要值平均为 85.51, 灰胡杨重要值平均为 35.29; 灌木层的多枝怪柳重要值平均为 92.68; 草本层胀果甘草重要值平均为 90.69。其中, 胡杨或灰胡杨在群落中占绝对优势, 表现出较强的单优势特征, 但二者对环境的适应性和土壤水文适应性存在一定差异, 因此在过渡带占据的空间位置也存在差异。但二者也可形成混交林, 通常以其中一种形成优势建群种或共优种, 这种情况通常出现在一些地形有较大变化或土壤水分有较大差异的环境。

表 1 过渡带植物群落种类组成  
Table 1 Composition of species in plant communities of ecotone

层次	植物名	科	属	层次	植物名	科	属
草本层	西北天门冬	百合科	天门冬属 <i>Asparagus</i>	乔木层	胡杨	杨柳科	杨属 <i>Populus</i>
	<i>Asparagus persicus</i>				灰胡杨	杨柳科	杨属
	戟叶鹅绒藤	萝藦科	鹅绒藤属 <i>Cynanchum</i>		尖果沙枣	胡颓子科	胡颓子属 <i>Elaeagnus</i>
	<i>Cynanchum tibeticum</i>			灌木层	<i>Elaeagnus oxycarpa</i>		
	乳苣	菊科	乳苣属 <i>Mulgedium</i>		多枝怪柳	怪柳科	怪柳属 <i>Tamarix</i>
	<i>Mulgediumataricum</i>				铃铛刺	豆科	铃铛刺属 <i>Halimodendron</i>
	胀果甘草	豆科	甘草属 <i>Glycyrrhiza</i>		盐穗木	藜科	盐穗木属 <i>Halostachys</i>
	蒙古鸦葱	菊科	鸦葱属 <i>Scorzonera</i>				
	<i>Scorzonera ongolica</i>						
	拂子茅	禾本科	拂子茅属 <i>Calamagrostis</i>				
	小獐毛	禾本科	獐毛属 <i>Aeluropus</i>				
	<i>Aeluropuspungens</i>						
	芦苇	禾本科	芦苇属 <i>Phragmites</i>				

表 2 过渡带植物群落各物种的重要值  
Table 2 Importance value of different species in plant communities of ecotone

层次	植物种	重要值									平均
		S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	
乔木层	胡杨	98.69	—	88.66	1.67	99.08	100	97.52	100	98.49	85.51
	灰胡杨	—	100	11.34	98.33	0.92	—	0.40	—	0.77	35.29
	尖果沙枣	1.31	—	—	—	—	—	—	—	0.39	0.85
	多枝怪柳	87.23	—	99.44	100	100	79.20	77.35	99.57	98.68	92.68
灌木层	铃铛刺	12.77	—	0.42	—	—	20.80	22.55	0.43	1.32	9.71
	盐穗木	—	—	0.14	—	—	—	0.08	—	—	0.11
	西北天门冬	—	100	33.33	—	—	3.35	1.62	—	—	34.58
	戟叶鹅绒藤	—	—	44.44	—	—	0.67	—	10.47	—	18.53
草本层	乳苣	—	—	22.22	—	—	—	—	—	—	22.22
	胀果甘草	—	—	—	100	100	—	63.91	89.53	100	90.69
	蒙古鸢葱	—	—	—	—	—	48.13	12.12	—	—	30.12
	拂子茅	—	—	—	—	—	23.35	8.89	—	—	16.12
	小樟毛	—	—	—	—	—	0.67	1.03	—	—	0.85
	芦苇	—	—	—	—	—	—	0.09	—	—	0.09

2.2 研究区植物群落空间分布特征

不同类型植物在群落中的分布密度,能反映出群落植物组成的结构特征,还能反映出群落的生长状况。将塔里木河上游过渡带的植物按乔、灌、草进行分类,对研究区植物群落密度分析显示,乔木层(主要是胡杨和灰胡杨)平均密度 771.1 株·hm<sup>-2</sup>、灌木层(主要是多枝怪柳、铃铛刺和盐穗木等)平均密度 1 413.3 株(丛)·hm<sup>-2</sup>、草本层(胀果甘草、芦苇、拂子茅、西北天门冬等)平均密度 864.9 株(丛)·hm<sup>-2</sup>,结果见图 1A。

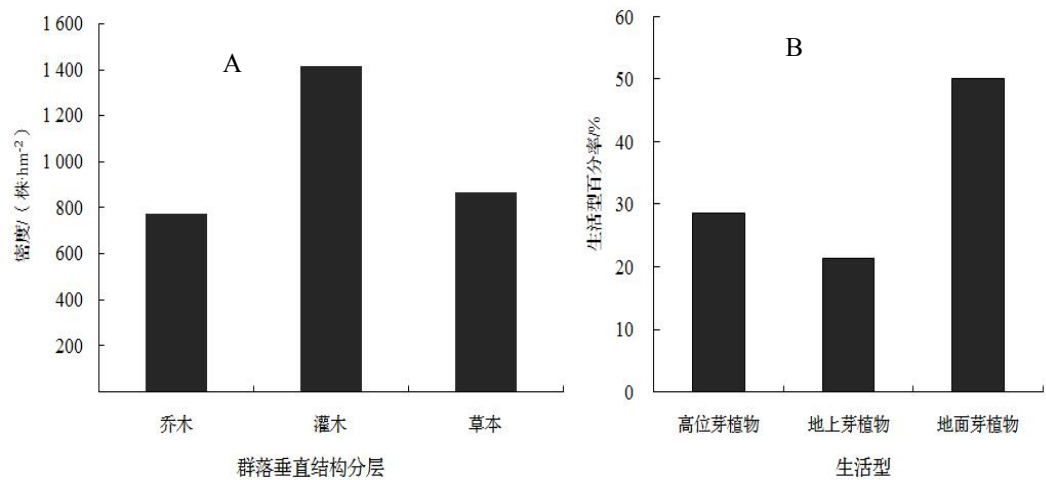


图 1 过渡带植物群落垂直分布特征

Figure 1 Vertical distribution characteristics of plant communities in ecotone

由图 1B 可知,在过渡带中,乔木的空间密度小于灌木和草本,灌木最大。生活型中高位芽植物占 28.57%,主要是胡杨和灰胡杨;地上芽植物占 21.43%,主要是多枝怪柳;地面芽植物占 50%,主要是胀果甘草。反映出过渡带内高大的乔木尽管会形成单优势种的群落,但对水分的需求较大,只能在绿洲靠近河岸及地下水较为充足的地方形成,而靠近沙漠的边缘区域,更为抗旱和耗水量少的灌木(如多枝怪柳、铃铛刺等)和草本(如胀果甘草)的密度会相对增加。为进一步验证,从塔里木河向沙漠方向做了植物梯度的调查分析,结果见图 2。

由图 2 可知,远离塔里木河河岸,越靠近沙漠的区域,乔木在群落中的影响力越低,而灌木和草本的影响力在逐步增加,且灌木增速最快。

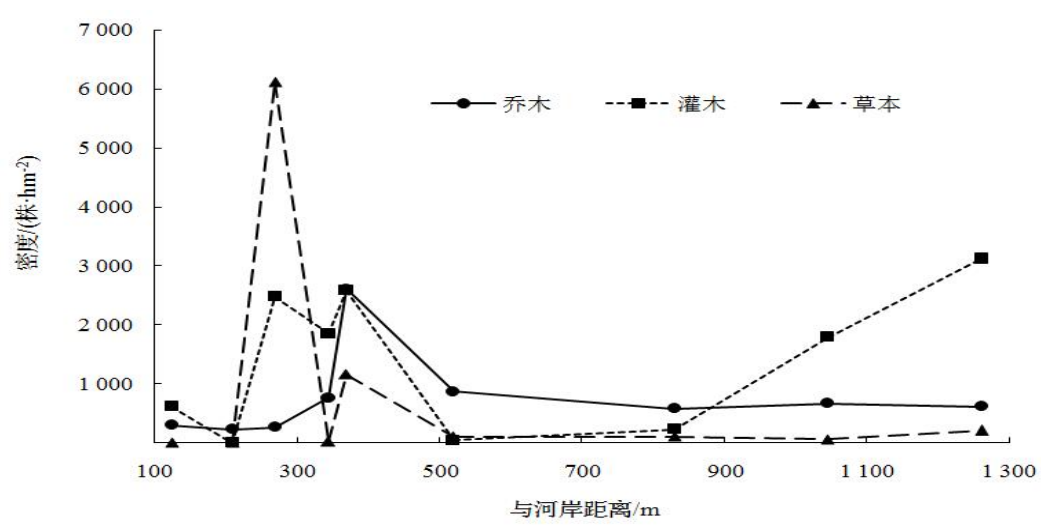


图 2 过渡带植物群落水平分布特征

Figure 2 Horizontal distribution characteristics of plant communities in ecotone

2.3 研究区植物群落物种多样性特征

对塔里木河上游绿洲-沙漠过渡带植物群落多样性进行了调查和分析,并研究了距离河岸不同距离梯度的植物群落多样性变化,结果见表 3 和图 3。

表 3 过渡带植物群落多样性指数  
Table 3 Plant community diversity index in ecotone

层次	物种数	$H$	$J$	$d_{Ma}$	$C$
合计	14	1.62	0.61	1.47	0.26
乔木层	3	0.46	0.42	0.27	0.72
灌木层	3	0.27	0.25	0.25	0.86
草本层	8	1.12	0.54	0.92	0.37

由表 3 可知,过渡带植物的  $d_{Ma}$  为 1.47,  $H$  为 1.62,  $J$  为 0.61,  $C$  为 0.26。由表 3 和图 3 可知,上游较好的水分条件促进形成较复杂的群落,不同样方的群落物种多样性的差异,说明了受水分因子的影响,近岸区域胡杨林群落中的植物多样性较高,在远离河岸地区由于水分条件变差,植被密度下降,致使群落内部环境在垂直空间和水平空间范围内差异变小,植物种类减少,整个群落向较为均匀的方向发展,多样性趋于下降。在更远离河岸的地方,尽管树木稀疏,但较大年龄胡杨的抗逆性强,仍能在群落中占有重要地位。

3 结论和讨论

(1) 塔里木河上游绿洲-荒漠过渡带植物群落分层明显,但结构简单。大体可分为乔木层、灌木层和草本层,其中乔木层主要是由胡杨种群和灰胡杨种群组成;灌木层主要是由多枝怪柳和铃铛刺组成,草本层胀果甘草和芦苇较多。共调查到杨柳科、怪柳科、藜科、豆科、百合科、禾本科、菊科、萝藦科 9 个科的 14 种植物,调查到的植被可划分为 6 个群落类型,其中胡杨或灰胡杨在群落中占绝对优势,表现出较强的单优势特征。

(2) 在过渡带中,乔木的空间密度小于灌木和草本,灌木最大。乔木(胡杨和灰胡杨)平均密度为 771.1 株· $hm^{-2}$ ,灌木(多枝怪柳、铃铛刺和盐穗木等)平均密度为 1 413.3 株(丛)· $hm^{-2}$ ,草本(胀果甘草、芦苇、拂子茅等)平均密度为 864.9 株(丛)· $hm^{-2}$ 。远离塔里木河河岸,越靠近沙漠的区域,乔木在群落中的影响力越低,而灌木和草本的影响力逐步增加,草本增速最快。

(3) 过渡带植物 Margalef 丰富度指数为 1.47, Shannon-Wiener 指数为 1.62, Pielou 均匀度指数为 0.61,生态优势度为 0.26;过渡带植物群落多样性指数显示上游较好的水分条件促进形成较复杂的群落,在远离河岸地

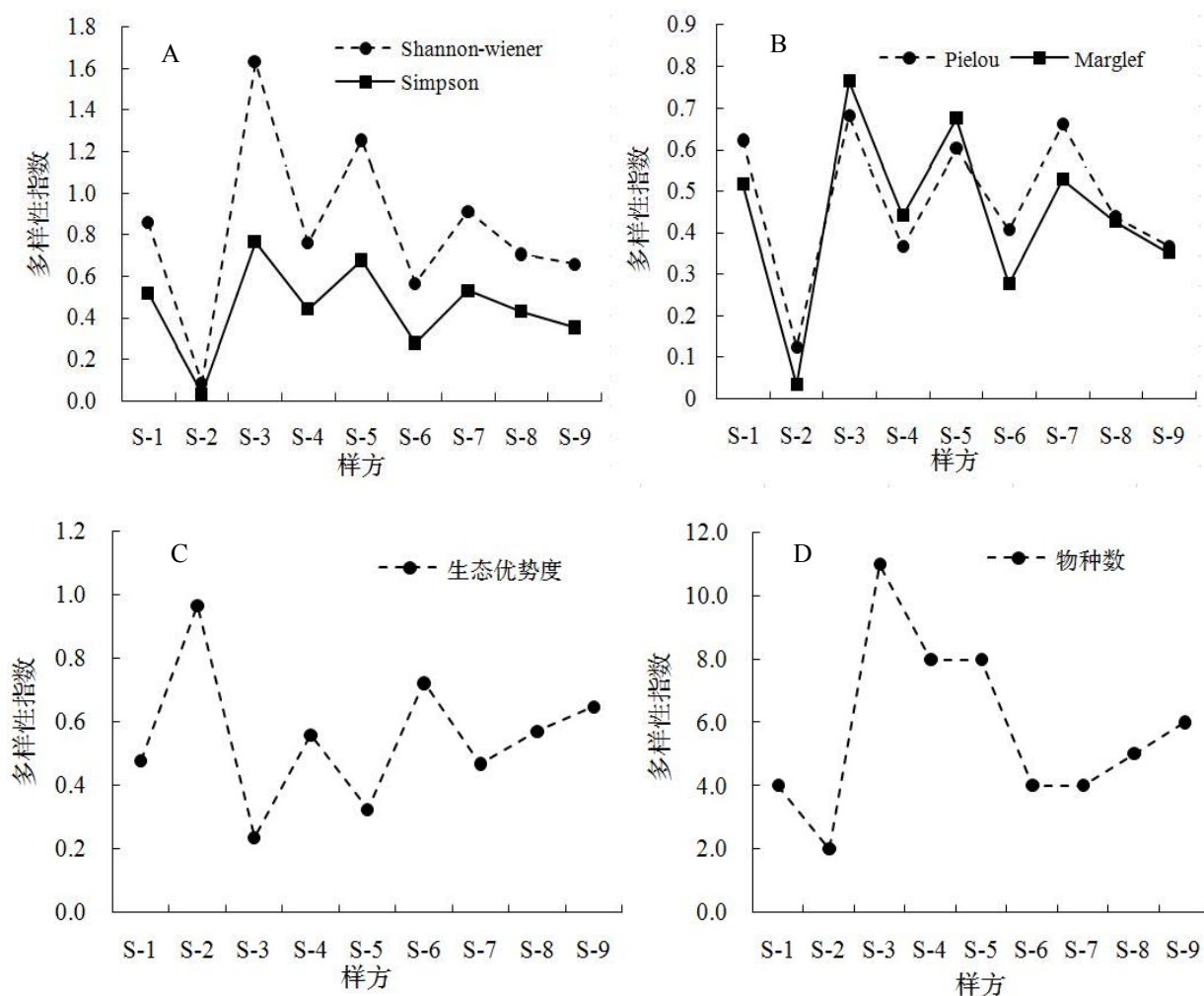


图3 过渡带植物多样性指数

Figure 3 Plant diversity index in ecotone

区由于空间异质性变小, 植物种类减少, 整个群落向较为均匀的方向发展, 在更远离河岸的地方, 尽管树木稀疏, 但较大年龄胡杨的抗逆性强仍能在群落中占有重要地位。

(4) 过渡带上紧靠河岸和靠近沙漠边缘区域的群落物种多样性都不高, 而处于中部区域的植物多样性水平最高, 反映出正态的分布。这主要是由于河岸和沙漠边缘都易于受到河流和沙漠环境的干扰, 群落往往不容易形成稳定环境, 因此反而降低了群落的多样性, 而处于中部的区域, 外部有一定的环境缓冲, 环境比较稳定, 因此其多样性水平最高。其他过渡带局部区域, 群落间也会形成交错的格局, 因此会形成局部过渡区域物种多样性上升的情况。

#### 参考文献:

- [1] Tillman D. The ecological consequences of changes in biodiversity: a research for general principles[J]. Ecology, 1999 (80): 1455–1474.
- [2] 杨慧, 姜安如, 高益军, 等. 北京东灵山地区白桦种群生活史特征与空间分布格局[J]. 植物生态学报, 2007, 31 (2): 272–282.
- [3] Borchsenius F, Nielsen P K, Lawesson E. Vegetation structure and diversity of all ancient temperate deciduous forest in SW Denmark[J]. Plant Ecol, 2004, 175: 121–135.
- [4] 张玲, 袁晓颖, 张东来. 大、小兴安岭植物区及交错带物种多样性比较研究[J]. 植物研究, 2007, 27 (3): 356–360.
- [5] 李先琨, 苏宗明, 向悟生, 等. 濒危植物元宝山冷杉种群结构与分布格局[J]. 生态学报, 2002, 22 (12): 2247–2253.
- [6] 李卫红, 郝兴明, 覃新闻, 等. 干旱区内陆河流域荒漠河岸林群落生态过程与水文机制研究[J]. 中国沙漠, 2008, 28 (6): 1113–1117.

- [7] 刘家珍, 陈亚宁, 李卫红, 等. 荒漠河岸植被的受损过程与受损机理分析[J]. 地理学报, 2006, 61(9): 946–956.
- [8] 周洪华, 陈亚宁, 李卫红. 塔里木河下游绿洲—荒漠过渡带植物多样性特征及优势种群分布格局[J]. 中国沙漠, 2009, 29(4): 688–695.
- [9] 玉米提·哈力克, 塔依尔江·艾山, 艾里西尔·库尔班, 等. 胡杨冠幅对塔里木河下游应急生态输水的响应[J]. 东北林业大学学报, 2011, 39(9): 82–84.
- [10] 郑田, 李卫红, 李建贵, 等. 塔里木河下游绿洲荒漠过渡带群落多样性特征分析[J]. 中国沙漠, 2009, 29(2): 241–247.
- [11] 郑奕, 刘新春, 杨金龙, 等. 塔里木河上游地区阿拉尔段天然退化生态系统植物群落物种多样性特征分析[J]. 水土保持研究, 2005, 12(2): 131–134.
- [12] 张林静, 岳明, 张远东, 等. 新疆阜康绿洲—荒漠过渡带植物群落物种多样性特征[J]. 地理科学, 2003, 23(3): 329–334.
- [13] 陈鹏, 初雨, 顾峰雪, 等. 绿洲—荒漠过渡带景观的植被与土壤特征要素的空间异质性分析[J]. 应用生态学, 2003, 14(6): 904–908.
- [14] 陈伟杰, 刘日林, 梅中海, 等. 望东垱高山湿地群落基本特征分析[J]. 浙江林业科技, 2015, 35(2): 2–4.
- [15] 曾岳明, 黄玉洁, 周文春. 大山峰沼泽湿地植物群落特征及物种多样性研究[J]. 浙江林业科技, 2015, 35(4): 29–31.
- [16] 李昌哲, 刘创民, 张理宏. 北京九龙山天然次生灌丛植被的物种多样性分析[J]. 北京林业大学学报, 1996, 18: 38–43.