

# 叶尔羌河下游公益林植物群落分类及其物种多样性特征

楚光明<sup>1</sup>, 宋于洋<sup>1,2\*</sup>, 周朝宾<sup>1</sup>, 唐 诚<sup>1</sup>, 杨振安<sup>1</sup>

(1. 石河子大学 农学院, 新疆 石河子 832000; 2. 西北农林科技大学 西部环境与生态教育部重点实验室, 陕西 杨陵 712100)

**摘 要:**对叶尔羌河下游 39 个样地的实际调查资料,运用二元指示种分析(TWINSPAN)对该区植物群落进行了分类,采用物种多样性指数、丰富度和均匀度指数对叶尔羌河下游的天然植被的物种多样性进行了分析。结果表明,本研究区内的植物区系组成贫乏,群落结构简单,多样性指数和丰富度指数均较低,TWINSPAN 程序将 39 个样地划分为 14 个群落。通过以上分析并结合实际情况,可以得出了以下结论:本地区天然植被生态系统在人类干扰下普遍存在退化现象,应立即采取有效措施对天然植被特别是过渡带的植被进行生态恢复。

**关键词:**叶尔羌河;多样性指数;TWINSPAN 分类

中图分类号:S718      文献标识码:A      文章编号:1001-7461(2009)01-0006-05

## Classification and Species Diversity of Plantation Communities of the Commonweal Forestry in Lower Reaches of Yarkant River

CHU Guang-ming<sup>1</sup>, SONG Yu-yang<sup>1,2</sup>, ZHOU Chao-bin<sup>1</sup>, TANG Cheng<sup>1</sup>, YANG Zhen-an<sup>1</sup>

(1. Agricultural College, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000, China; 2. Key Laboratory of West Environment and Ecology of Education Ministry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:**Yarkant River is one of the source stream of Tarim River, many environmental problems have been brought about by the irrational exploitation and over-utilization of natural resources, especially water resources, which mainly include the reduction of streamflow of the mainstream, salinization of surface water, stream cutting off at the lower reaches, degeneration of vegetation, enlargement of the area of land desertification, unceasing deterioration of ecological environment, etc. Based on the data obtained from 39 plots of natural plant community in the lower reaches of Yarkant River of China, quantitative classification (TWINSPAN) was used and the biodiversity of the natural plant community is analyzed by adopting diversity, richness and evenness indices. The results showed that species were poorer and the configuration of community was simple. Species diversity index and richness index of the area were very low and the natural plant communities could be classified into 14 community types. It was concluded that the degeneration of plant community caused by people's interference is generally exist in this area. Effective measures should be taken to restore the natural plant especially in those transitional zones.

**Key words:**Yarkant River; diversity index; TWINSPAN classification

新疆叶尔羌河流域是典型的干旱内陆河流域, 不合理开发利用, 盲目开垦、乱砍滥伐、超载过牧等生态环境非常脆弱。近 50 a 来, 由于对水土资源的人为活动的影响, 使得下游干流水量减少、水质盐

(2) 收稿日期:2008-03-21 修回日期:2008-06-09  
基金项目:新疆生产建设兵团重点公益林生态监测项目资助(兵[2006]813).  
作者简介:楚光明,男,讲师,硕士,从事森林生态与生态工程方面的研究. E-mail:chgmxxj@163.com  
\* 通讯作者:宋于洋,男,副教授,硕导,博士研究生,从事森林培育及森林生态方面研究. E-mail:syy\_agr@shzu.edu.cn

化、下游河水断流、植被衰败、沙漠化扩大,生态环境不断恶化。叶尔羌河下游的生态问题越来越引起各方面的重视,对此先后有人对该地区的土地沙漠化、该流域生态脆弱带的分析评价、水资源与生态问题、水资源管理和利用以及该地区生态环境恢复与重建对策<sup>[1~6]</sup>等方面进行了研究。总体而言,该区域的生态系统在结构和功能方面与自然生态系统相比都发生了不同程度的退化,它们的植被现状一直是人们感兴趣的问题。研究一个地区的植被,通常需要进行类型数量分类和物种多样性分析,把植物群落分为许多类群,再把群落物种多样性相对于环境的变化加以解释,从而更深入地阐明植被与环境的关系<sup>[7~9]</sup>。本文试图通过对叶尔羌河下游地区生态系统类型植物群落类型和物种多样性的研究,探讨该区域植物群落的基本特征,为该区域的水土资源开发、植被保护、生态环境建设提供依据。

## 1 研究区概况

叶尔羌河下游属典型的暖温带大陆性气候,处于干旱荒漠地带。气候基本特征是:光照充足,日照百分率为 61%~64%;热量丰富,昼夜温差大,七月平均气温 25~26.7℃,极端最高气温 40.7℃,秋季降温快。极端气温-25.5℃,最大冻土深度 69 cm,全年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 4 245℃,降水稀少,蒸发强烈,空气干燥,冬天无稳定积雪日,初霜期一般为 10 月 16 日~10 月 26 日,终霜期 1 月 27 日~3 月 7 日,无霜期 230 d 左右。风向常年为东北风,最大风速 24 m/s,多发生在 4~7 月。土壤主要以沙壤土、板结盐碱土为主。pH 值 7.5~8.5,透水性良好<sup>[6]</sup>。

叶尔羌河流域自巴楚夏河林场至三河汇合口近 200 km 河道两岸,有呈走廊状分布的天然胡杨林,犹如一道蜿蜒曲折的“绿色长城”屹立于塔克拉玛干沙漠与绿洲灌区之间,其主要建群树种为胡杨和灰杨林,另混生有红柳林。近年来,由于人为活动和河道来水大大减少甚至断流,致使下游荒漠林遭到严重破坏。据调查,自巴楚夏河林场至三河汇合口仅余胡杨林 12.8 万  $\text{hm}^2$ ,红柳林 3.5 万  $\text{hm}^2$ <sup>[6]</sup>。流域下游冲积平原上,沿河分布有灌丛和低地草甸植被,土壤多为盐土、荒漠林土,地表干燥。植被种类组成以杨柳科、柽柳科、禾本科、藜科植物为主,最具代表性的植物有胡杨(*Populus euphratica*)、灰杨(*P. pruinosa*)、柽柳(*Tamarix* spp.)、芦苇(*Phragmites communis*)、罗布麻(*Apocynum venetum*)、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)等,构成了乔木、灌木和草本

植物群落。

## 2 研究方法

### 2.1 样地选择及取样

根据叶尔羌河下游植物群落的结构特征,分别在 44 团、48 团和 49 团布设样方,选择具有代表性的典型乔、灌样方 39 个,样方大小为 25 m $\times$ 25 m,并在每个乔、灌样方中随机设置草本样方 3 个,样方大小为 1 m $\times$ 1 m。分别测定乔、灌样方中的乔木、灌木的种类、数量、株高、冠幅、盖度等指标;草本样方中的草本植物的种类、个体数目、盖度等。此外,还记录了每个样方的海拔高度和经纬度。

### 2.2 数据整理

通过对各样方野外原始数据的统计分类,共得到植物种类 29 种,本文选择出现频率较高的胡杨、灰杨、柽柳、黑果枸杞(*Lycium ruthenicum*)、铃铛刺(*Halimodendron halodendron*)、盐穗木(*Halostachys caspica*)、苦豆子(*Sophora alopecuroides*)、骆驼刺、罗布麻、芦苇、胀果甘草(*Glycyrrhiza inflata*)、花花柴(*Karelinia caspia*)、蒙古雅葱(*Scorzonera mongolica*)、尖角蒲公英(*Taraxacum pingue*)、早熟禾(*Poa annua*)、委陵菜(*Potentilla chinensis*)等 16 种植物进行分析研究。

### 2.3 群落分类方法

以重要值为数量指标来反映物种间的关系,其公式为:重要值=(相对高度+相对密度+相对盖度)/3。数量分类采用双向指示种分析(Two-way indicator species analysis, TWINSpan), TWINSpan 分类属于等级分划法(hierarchical divisive)中的多元分划法,等级分划法是从样方总体开始,逐步一分为二,直到根据终止原则不能再分为止。分析软件应用国际通用 CANNOCO3.12 生态学软件(Braak, 1987)。

### 2.4 物种多样性测度方法

生物群落结构是各个群落种群结构的集中反映,主要是以各个种群的重要值为基础,构成了群落的优势度和多样性。群落多样性的测度选用丰富度指数、均匀度指数和物种多样性指数 3 类,相应的计算公式如下<sup>[10]</sup>:

$$(1) \text{物种丰富度指数}(R) \quad R=S$$

$$(2) \text{Simpson 指数}(D)$$

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

$$(3) \text{Shannon-Wiener 多样性指数}(H')$$

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$$

(4)MaIntosh 均匀度指数(E)

$$E = [N - (\sum N_i^2)^{1/2}] / (N - N^{1/2})$$

式中: $p_i$  为种  $i$  的相对重要值; $N_i$  为物种  $i$  的重要值; $N$  为物种  $i$  所在样方的各个种的重要值之和; $S$  为物种  $i$  所在样方的物种总数,即丰富度指数。

3 结果与分析

3.1 群落分类

植物群落的分类是植被研究一个地区的植被特点和相邻地区之间植被的联系规律<sup>[11]</sup>。研究一个地区的植被,通常需要进行数量分类和排序,把植物群落分为许多类群,再把群落相对于环境的变化加以排列,把影响植被动态的各种因子进行定量分离,从而科学认识植被与环境的关系。本文的群落分类结果见图 1。

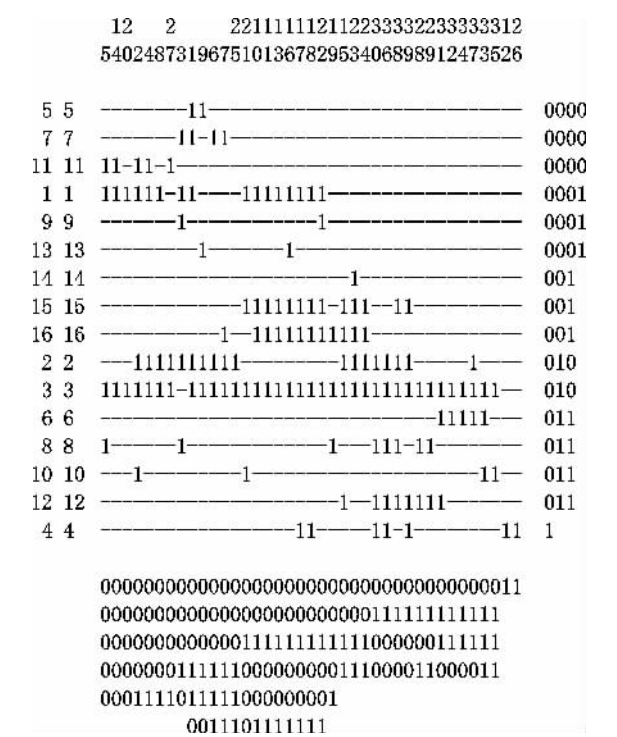


图 1 叶尔羌河下游 TWINSpan 群落分类结果

Fig. 1 Classification of communities based on TWINSpan in lower reaches of Yarkant River

图 1 中矩阵上方是样方序号,下方是所分的类型。其中“0”表示一次分划所得的组,“1”表示另一组,矩阵左边是种类序号,右边是它们所分的类型,矩阵中央的数字表示植物种类的数量水平,“—”表示不存在。分类结果如图 1,结果较客观地对开发区的植被进行了划分,较为准确地揭示了植物群落之间的关系,主要群落类型如下:

3.1.1 胡杨群系 (1)胡杨+柽柳群(A ss. *Populus euphratica* + *Tamarix* spp.)(样地 5、14、20)

(2)胡杨+柽柳群落+早熟禾群落(A ss. *P. euphratica* + *Tamarix* spp. + *Poa annua*)(样地 21)

(3)胡杨+委陵菜群落(A ss. *P. euphratica* + *Potentilla anserinal*)(样地 10、11、13、16、17、18、22)

(4)胡杨+苦豆子群落(A ss. *P. euphratica* + *Sophora alopecuroides*)(样地 3)

3.1.2 灰杨群系

(5)灰杨+柽柳群落(A ss. *P. euphratica* + *Tamarix* spp.)(样地 1、9)

(6)灰杨+柽柳+苦豆子群落(A ss. *P. euphratica* + *Tamarix* spp. + *Sophora alopecuroides*)(样地 6、7、25)

(7)灰杨+柽柳群落+早熟禾群落(A ss. *P. euphratica* + *Tamarix* spp. + *Poa annua*)(样地 15、23、24)

(8)灰杨+柽柳群落+花花柴群落(A ss. *P. euphratica* + *Tamarix* spp. + *Karelinia caspica*)(样地 30、36、38、39)

(9)灰杨+胀果甘草群落(A ss. *P. euphratica* + *Glycyrrhiza inflata*)(样地 2、4、8、27)

3.1.3 柽柳群系

(10)柽柳+盐穗木群落(A ss. *Tamarix* spp. + *Halostachys caspica*)(样地 31、32、34、37)

(11)柽柳+骆驼刺群落(A ss. *Tamarix* spp. + *Alhagi sparsifolia*)(样地 28、29)

(12)柽柳+芦苇群落(A ss. *Tamarix* spp. + *Phragmites communis*)(样地 33、35)

(13)柽柳+委陵菜群落(A ss. *Tamarix* spp. + *Potentilla anserinal*)(样地 19)

3.1.4 黑果枸杞群系

(14)黑果枸杞群落(*Lycium ruthenicum*)(样地 12、16)

3.2 物种多样性分析

物种多样性指数、生态优势度和群落均匀度是反映群落组成结构特征的定量指标。均匀度反映各群落中物种个体分布的均匀程度。通常认为,具有单优和寡优势种的群落其均匀度较低,而多优或优势不明显的群落均匀度较大。生态优势度是群落水平的综合数值,反应各个种群在群落中的地位,表达群落的组成结构特征。较高的生态优势度反映了群

落的优势种较为突出。群落类型的不同,主要表现在群落组成结构水平的差异,即群落组成种的数量、个体总数、空间配置的不同,形成了不同的结构格局,其多样性也不同<sup>[10]</sup>。

研究区荒漠植物群落物种多样性水平总体较低,各群落物种多样性指数随丰富度增高而增大(表 1)。4 个群系间均匀度指数没有明显的差异,而多样性指数和丰富度指数有明显的差异,按 4 个群系的  $H$  指数由大到小依次为:灰杨群系(1.273 7) > 胡杨群系(1.361 8) > 黑果枸杞群系(1.066 6) > 怪柳群系(0.990 4)。按 14 个群丛的  $H$  指数比较,物种多样性较大的群落为:怪柳+委陵菜群落、灰杨+怪柳群落+花花柴群落、胡杨+怪柳群落+早熟禾群落、胡杨+委陵菜群落;物种多样性较小的群落为:胡杨+怪柳群落、怪柳+盐穗木群落、怪柳+骆驼刺群落、怪柳+芦苇群落,因而层片结构复杂的群落和草本层繁茂的群落其多样性指数和丰富度指数就比

较高,这主要是受地下水埋深影响其群落结构和物种多样性。灰杨群落物种组成虽然不算丰富,但除灰杨占绝大多数外,其他物种的数目相对分布均匀,因而灰杨+怪柳群落 Shannon-Wiener 多样性水平 ( $H'$ ) 较高(1.71);胡杨+委陵菜群落,物种组成丰富度最高,均匀度指数为 1.019 8,而物种多样性水平并非最高(1.452 8);怪柳+盐穗木群落、怪柳+骆驼刺群落、怪柳+芦苇群落和胡杨+怪柳群落都分布于地下水埋深较低地段,物种组成数目很少,其物种多样性水平最低(0.776 4~0.854 3)。均匀度指数反映群落物种分布的均匀程度,其变化趋势与物种多样性指数一致,如物种组成较单一的胡杨+苦豆子群落、胡杨+委陵菜群落、怪柳+委陵菜群落和灰杨+怪柳+早熟禾群落,样地内优势物种呈片状,均匀度低(1.004 6~1.019 8)。可见群丛类型不同,物种多样性指数亦不同,其大小由丰富度和均匀度综合决定。

表 1    叶尔羌河下游植物群落物种多样性指数列表

Table 1    The diversity index of different communities in lower reaches of Yarkant River

群落类型	样地数	丰富度 ( $R$ )	指数 ( $D$ )	指数 ( $H'$ )	均匀度指数 ( $E$ )
胡杨+怪柳	3	4	0.467 5	0.854 3	1.116 9
胡杨+怪柳+早熟禾	1	7	0.706 1	1.457 8	1.025 9
胡杨+委陵菜	7	8	0.685 3	1.452 8	1.019 8
胡杨+苦豆子	1	6	0.680 0	1.330 0	1.009 0
灰杨+怪柳	2	6	0.730 0	1.710 0	1.028 0
灰杨+怪柳+苦豆子	3	5	0.589 9	1.047 6	1.137 16
灰杨+怪柳+早熟禾	3	6	0.639 9	1.383 8	1.014 5
灰杨+怪柳+花花柴	4	7	0.735 3	1.536 7	1.035 4
灰杨+胀果甘草	4	5	0.608 0	1.131 3	1.079 4
怪柳+盐穗木	4	3	0.461 0	0.796 8	1.124 0
怪柳+骆驼刺	2	4	0.402 1	0.805 8	1.173 6
怪柳+芦苇	2	3	0.483 5	0.776 4	1.089 8
怪柳+委陵菜	1	7	0.727 3	1.582 7	1.004 6
黑果枸杞	2	4	0.607 6	1.066 6	1.077 2

## 4 结论与讨论

通过统计分析可看出,本研究区内的植物区系组成贫乏,群落结构比较简单,但是,比塔里木河流域的植物群落结构要稍微复杂<sup>[9]</sup>,在部分地域存在较为完整的乔、灌、草三层结构。在水分条件较好的地方,有成片的胡杨、灰杨分布,同时铃铛刺、怪柳、黑果枸杞等在林间集结成丛,一些耐盐碱的地面芽及一年生植物散布其间。在本地区的一年生植物中,短生长期的植物较少,多数属于冬枯型一年生植物,典型的短生植物几乎不存在。本区降水量稀少,且水条件极不稳定,有限的降水很难有效供应植物着床萌发,只有存在地表径流区才可以形成群聚,故

多数植物随水而荣,水去而枯。

在叶尔羌河下游地区,植物群落都由抗旱性、抗盐性较强的物种组成,其结构表现为单一化,当水分胁迫加重时,其群落结构由乔、灌、草群落最终演替成乔木群落或者灌木群落。植物之间的依存程度逐渐降低,植物分布呈现均匀化,这一点可以从物种均匀度的变化看出来,均匀度指数的变化范围为1.009~1.173 6,变化幅度只有 0.164 6。

通过物种丰富度指数可看出,植物群落类型在发生着变化,这主要是随着土壤含水量下降,盐碱度增加,地下水位下降,群落的丰富度也随之减小。在河岸边水分条件较好的地方,主要分布着胡杨+怪柳群落+早熟禾群落、胡杨+委陵菜群落、怪柳+委

陵菜群落、灰杨+怪柳群落+花花柴群落和灰杨+怪柳群落+早熟禾群落。这些群落较高的种丰富度和多样性说明了乔木中灰杨和胡杨林占优势,但胡杨林多为疏林。灌木层则是怪柳占绝对优势,尤其在河漫滩地段,洪水季节,怪柳幼苗遍布,洪水退去,很多幼苗因根系尚未发育完全,无法吸收地下水分而大部分枯死。在怪柳灌丛中间或分布着盖度很大的盐穗木,但盐穗木的数目远不及怪柳。草本层主要是由骆驼刺属、芦苇属、甘草属、罗布麻属等荒漠化草甸或盐渍化草甸的多年生植物种类所组成。距河较近的灰杨和胡杨群落形成了乔、灌、草三层结构,而且在个别样方还有攀缘植物——西北天门冬的存在,其 Shannon-Wiener 指数普遍较高,这表明了由于河岸边水分条件好,群落的种类较多,复杂程度较高。灌木层作为荒漠植被主要层次,对整个植物群落多样性特征起着至关重要的作用,既可以单独组成群落,也可以与乔、草本植物优化配置组成较为稳定的群落。单一草本层物种多样性水平较低,各群落间差异不显著,主要受乔、灌木层影响较大,如胡杨群系中,优势物种胡杨高大,与草本层相差较大,草本植物得不到有效的保护,种子萌发、繁衍能力差,是导致群落草本层物种多样性普遍偏低的主要原因。

参考文献：

[1] 朱卫东,吐尔洪·牙生. 叶尔羌河监测区盐分总体均衡的初步分析[J]. 新疆农业科学, 2006, 43 (S1): 114 - 116.

[2] 雷志栋, 尚松浩, 杨诗秀, 等. 新疆叶尔羌河平原绿洲洼地旱排作用的初步分析[J]. 灌溉排水, 1998, 17 (3): 1- 4.

[3] 崔望诚. 叶尔羌河、喀什噶尔河流域的绿洲化和沙漠化环境问题[J]. 干旱区研究, 1994, 11(3): 52-57.

[4] 罗菊花, 古力巴尔·麦麦提. 叶尔羌河流域水文特性分析[J]. 水文, 2005, 25(3): 58-60.

[5] 杨诗秀, 雷志栋, 沈言俐. 叶尔羌河平原绿洲土地类型及耗水的分析[J]. 灌溉排水, 1999, 18(1): 43-61.

[6] 赵东晓. 新疆叶尔羌河流域水资源开发下游生态环境保护研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2002.

[7] Legendre P , Fortin M J . Spatial pattern and ecological analysis[J]. Vegetation , 1989, 80: 107-138

[8] Borcard D , Legendre P , Drapeau P. Partialling out the spatial component of ecological variation[J]. Ecology, 1992, 73: 1045-1055.

[9] 李涛, 尹林克, 严成. 塔里木河中游天然植被的数量分类与排序研究[J]. 干旱区地理, 2003, 26(2): 173-178.

[10] 李新荣, 张新时. 鄂尔多斯高原荒漠化草原与草原化荒漠灌木类群生物多样性的研究[J]. 应用生态学报, 1999, 10(6): 665-669.

[11] 李博. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000, 345-347.

[12] 张元明, 陈亚宁, 张道远. 塔里木河中游植物群落与环境因子的关系[J]. 地理学报, 2003, 58(1): 109-118.