

文章编号: 1000-0690(2003)03-0329-05

新疆阜康绿洲荒漠过渡带植物群落物种多样性特征

张林静^{1,2}, 岳明¹, 张远东³, 顾峰雪³, 潘晓玲³, 赵桂仿¹

(1. 西北大学秦岭生物多样性研究中心, 陕西西安 710069; 2. 山西师范大学生物系, 山西临汾 041004; 3. 新疆大学干旱生态研究所, 新疆乌鲁木齐 830011)

摘要: 分别采用重要值、盖度、多度计算多样性指数、均匀度指数、丰富度指数、优势度指数, 对新疆阜康荒漠地区植物群落的物种多样性进行了研究。结果表明: 1) 各类型群落的物种多样性水平表现为红柳、红砂、梭梭这三个群落较高, 肉叶雾冰藜群落、叉毛蓬群落、盐爪爪群落、囊果碱蓬群落和雾冰藜群落居中, 无叶假木贼群落和碱蓬群落较低; 2) 研究区总体群落物种多样性水平较低, 随着群落演替其物种多样性水平呈现低-高-较高的变化趋势; 3) 对荒漠植被, 以重要值或盖度为指标计测多样性指数较为可行。

关键词: 新疆阜康; 荒漠; 植物群落; 物种多样性

中图分类号: Q948.15⁺8 文献标识码: A

生物多样性研究是全球关注的焦点之一^[1-3], 群落物种多样性作为生物多样性的的重要组成部分, 是群落生态学乃至整个生态学研究十分重要的内容^[4]。新疆阜康绿洲荒漠过渡带位于古尔班通古特沙漠南缘, 处于绿洲和沙漠之间的生态过渡区。过去对该地区植物的研究主要集中在调查植被基本特征、植物区系成分^[5]等方面。有关荒漠生态过渡带的生物多样性研究较少, 陈仲新等^[6]对毛乌素沙地生态过渡带的生物多样性进行过这方面的工作, 对新疆阜康荒漠过渡带植物群落物种多样性的研究尚未见到。而在现有植物群落物种多样性的研究中, 关于物种多样性的测度依据尚存在争议^[7-12]。本文在调查分析该地区植物群落类型和演替规律的基础上, 主要研究群落的物种多样性特征, 并探讨不同测度依据对物种多样性的影响。

1 研究方法

1.1 研究地区自然与植被概况

研究地区位于天山北麓阜康附近, 南部为坦阔的平原, 北部为古尔班通古特沙漠南缘。海拔为450~500 m, 平均气温4~6℃, 年降水量115 mm左右, 蒸发量1942 mm, 为降水量的16倍多, $\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温3000~3500℃, 全年日照时数3100~3200

h, 干燥度达16。降水量年际变化很大, 南部平原地区年降水量130~150 mm, 至沙漠区少于130 mm, 无霜期140~150天。土壤为碱化漠钙土, 局部潜水位较高的平原低地出现草甸盐土或盐化草甸土^[13], 属于温带荒漠气候。

本区位于地球上最大的大陆——欧亚大陆内部的准葛尔盆地中心, 四周高山环绕, 距离海洋2000 km以上, 海洋湿气难以到达, 形成了极端干旱的气候, 具有典型荒漠植被特点, 以低矮的灌木、半灌木荒漠为主, 除了短命植物和一年生植物以外, 几乎全为旱生、超旱生植物; 在一些局部丘间低地分布盐化草甸和沼泽。

1.2 野外调查方法

采用样方法进行野外调查, 于2000年7~9月在新疆阜康从南到北平行设置3条样带, 样带间距1.5 km。在每条样带上每隔2 km设10 m×10 m样方, 共计69个。每个样方梅花状设置5个1 m×1 m小样方调查草本植物。调查记录内容主要包括: 1) 灌木种的株数、高度、南北冠幅和东西冠幅; 2) 草本植物的多度、盖度和高度。同时记录样方所在地的海拔高度、坡度、坡向及土壤类型等小环境因素。灌木盖度=东西冠幅×南北冠幅/样地面积。灌木和草本的重要值计算如下:

收稿日期: 2002-02-27; 修订日期: 2002-05-30

基金项目: 国家“973”重大基础项目(G1999043503)资助。

作者简介: 张林静(1969-), 女(汉族), 山西临汾人, 讲师, 博士, 从事生态学和分子生态遗传学。E-mail: linjingzh@yahoo.com.cn

灌木重要值 = (相对高度 + 相对盖度 + 相对密度) / 3

草本重要值 = (相对高度 + 相对盖度 + 相对多度 + 相对频度) / 4

1.3 物种多样性指数计算方法

物种多样性的测度选用多样性指数、丰富度指数、优势度指数、均匀度指数 4 类, 其中优势度指数所反映的趋势与多样性指数和均匀度指数相反。分别以多度、盖度和重要值为依据计算。其计算公式^[3]如下:

Shannon-Wiener 多样性指数 (H'):

$$H' = - \sum N_i \ln N_i$$

McIntosh 多样性指数 (D_m):

$$D_m = \left[N - \sqrt{\sum N_i^2} \right] / \left[N - \sqrt{N} \right]$$

Simpson 多样性指数 (D) $D = 1 - \sum N_i^2$

Pielou 均匀度指数 (J_{sw}) $J_{sw} = H' / \ln S$

McIntosh 均匀度指数 (E)

$$E = \left[N - \sqrt{\sum N_i^2} \right] / \left[N - N / \sqrt{S} \right]$$

Margalef 丰富度指数 (M_a) $M_a = (S - 1) /$

$\log_2 N$

Patrick 丰富度指数 $R = S$

Berger-Parker 优势度指数 (I) $I = N_{max} / N$

Simpson 优势度指数 (C) $C = \sum N_i^2$

式中, N_i 为种 I 相对多度、盖度或重要值, N_{max} 为群落中最大种的多度、盖度或重要值, N 为群落的总个体数, S 为群落物种数。利用 SPSS 软件对结果统计分析, 进行 LSD 显著性检验。

2 结果与分析

2.1 主要植被类型

植被的旱生性是新疆阜康荒漠最突出的特征, 在组分分泌盐、储水、高渗透压、枝叶肉质化、枝叶极度缩小等现象普遍存在。群落的生活型组成以旱生的灌木、半灌木以及肉质植物为主, 形成稀疏的植物群落。研究区南部靠近山麓的冲洪积区, 代表植物有灌木优势种红砂 (*Reaumuria soongorica*)、红柳 (*Tamarix ramosissima*)、盐爪爪 (*Kalidium foliatum*)、无叶假木贼 (*Anabasis aphylla*)、囊果碱蓬 (*Suaeda physophora*)、驼绒藜 (*Ceratoides latens*)、獐味藜 (*Camphorosma lessingii*) 等。低地以盐化草甸为主, 优势种主要是芦苇 (*Phragmites australis*)。北部临近沙漠, 梭梭 (*Haloxylon ammodendron*) 成为建

种群, 草本有古尔班通古特沙漠的特有种角果藜 (*Ceratocarpus arenarius*) 等。在调查的 69 个样地中, 共出现 67 种高等植物, 分属于藜科、禾本科、红柳科、菊科等。根据中国植被分类原则和系统将新疆阜康绿洲荒漠带植被划分成以下 10 个群落类型:

1) 雾冰藜 (*Bassia dasyphylla*) 群落; 2) 肉叶雾冰藜 (*Bassia sedoides*) 群落; 3) 碱蓬 (*Suaeda acuminata*) 群落; 4) 无叶假木贼群落; 5) 囊果碱蓬群落; 6) 红柳群落; 7) 红砂群落; 8) 盐爪爪群落; 9) 叉毛蓬 (*Petrosimonia sibirica*) 群落; 10) 梭梭群落。

2.2 群落的物种多样性特征

群落的物种多样性直接或间接体现群落结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度、生境差异等。表 1 显示了以重要值为计算依据的多样性指数。整体上, 新疆阜康荒漠地带植物群落的多样性指数较低, Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 最小值为 0.48, 最大值仅为 1.57, 10 种类型群落间存在显著性差异。红柳群落的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 最高, 梭梭群落和红砂群落次之; 处于中等水平的是肉叶雾冰藜群落、盐爪爪群落、叉毛蓬群落、囊果碱蓬群落以及雾冰藜群落; 多样性指数最低的为无叶假木贼群落和碱蓬群落。Simpson 多样性指数 (D) 和 McIntosh 多样性指数 (D_m) 的大小顺序及差异显著水平基本相同。这 3 种多样性指数反映的大小趋向基本一致。根据多样性指数大小和差异显著程度, 可将这 10 种群落分成 3 个层次, 即红柳、红砂、梭梭这 3 个群落的多样性水平较高, 肉叶雾冰藜、叉毛蓬、盐爪爪、囊果碱蓬、雾冰藜群落居中, 无叶假木贼群落和碱蓬群落较低。

物种的丰富度是物种多样性的一个重要因子, 是生物多样性研究的基础, 没有它们, 其它的部分将不复存在。从表 1 可以看出, 不同群落的丰富度存在显著性差异。Margalef 丰富度指数 (M_a) 反映出丰富度最大的为红柳群落, 显著大于红砂群落、囊果碱蓬群落、雾冰藜群落、碱蓬群落、无叶假木贼群落。梭梭群落显著大于雾冰藜群落、碱蓬群落、无叶假木贼群落; 红柳群落、梭梭群落、红砂群落、盐爪爪群落显著高于碱蓬群落; Patrick 指数 (R) 表征的丰富度水平与 M_a 的结果一致。

从各类型群落的 Pielou 均匀度指数 (J_{sw}) 看, 雾冰藜群落相对较高, 碱蓬群落较低 (表 1)。方差分析表明, 10 个类型群落的 Pielou 均匀度指数

表1 群落的多样性指数(以重要值计算)

Table 1 Diversity index of different plant communities based on important value in Fukang, Xinjiang

群落类型	多样性指数				
	H	D_m	D	J_{sw}	E
红柳	1.5689a	0.5099a	0.7009a	0.8007a	0.7737ac
梭梭	1.4586ab	0.4922a	0.7026a	0.7834a	0.7583ac
红砂	1.4158ab	0.4996a	0.7040a	0.8522a	0.8375ae
肉叶雾冰藜	1.3541ab	0.4797a	0.6784a	0.7896a	0.7603ac
叉毛蓬	1.3146abc	0.4650a	0.6771a	0.7398a	0.7360ac
盐爪爪	1.2939ab	0.4448a	0.6370a	0.7444a	0.7073ad
囊果碱蓬	1.1780abc	0.4280a	0.6202a	0.8256a	0.7802ac
雾冰藜	0.8599bae	0.3755ab	0.5585ac	0.9629a	0.9470a
无叶假木贼	0.5269ad	0.2135b	0.3454bc	0.7601a	0.6560bc
碱蓬	0.4819de	0.1705b	0.2599b	0.6908a	0.3603b

群落类型	多样性指数			
	C	I	M_a	R
红柳	0.2991c	0.4059c	0.9520a	8.2857a
梭梭	0.2974c	0.4448c	0.7694ab	6.8462ab
红砂	0.2960c	0.3992c	0.6295bc	5.7895bc
肉叶雾冰藜	0.3216c	0.4483c	0.6630abcd	5.6667abade
叉毛蓬	0.3229c	0.3965c	0.6541abcd	6.0000abade
盐爪爪	0.3630c	0.4810c	0.6382abc	5.8571abc
囊果碱蓬	0.3798c	0.4956c	0.4265bcd	4.2000bal
雾冰藜	0.4415bc	0.5010bc	0.2258cd	2.500cd
无叶假木贼	0.6546ab	0.7700ab	0.1505cd	2.0000ade
碱蓬	0.7401a	0.8125a	0.2258d	2.5000de

Note: 数据为多个样地的平均值($n = 5 \sim 19$), 跟有相同字母者表示在 $P < 0.05$ 水平上不显著(表3, 表4与此相同)。Data were the mean of 5-19 plots. Means followed by a same letter indicated that there was not significant difference at 0.05 level in each column. (Table 3 and Table 4 are the same as this table).

(J_{sw}) 没有显著性差异($F = 1.545, P = 0.15 > 0.05$)。McIntosh 均匀度指数(E) 变化在 0.3603 到 0.9470 之间, 群落间存在显著性差异($F = 2.965, P = 0.006 < 0.05$)。雾冰藜群落、红砂群落均匀度最高, 碱蓬群落均匀度最低($E = 0.3603$)。

以 Berger-Parker 优势度指数(I) 测定不同群落的优势度, 其结果表明不同群落存在显著差异。碱蓬群落最高($I = 0.8125$), 无叶假木贼群落和雾冰藜群落(0.5010~0.7700) 处于中间水平, 其余群落 I 水平相当。Simpson 优势度指数(C) 测定各群落的优势集中程度, 结果显示不同群落的大小顺序及差异显著性与 I 相同。说明 I 和 C 有很好的—致性。

2.3 不同测度依据对多样性指数的影响

以盖度为测度依据的群落多样性指数见表2, 各群落 Shannon-Wiener 指数(H') 的变化顺序与以重要值为依据的结果相近, 均体现了如下的趋势: 红柳> 梭梭> 红砂> 叉毛蓬> 无叶假木贼> 碱蓬。

Simpson 指数(D) 的变化顺序与以重要值为指标的 D 值相比, 除无叶假木贼群落和碱蓬群落外, 其余8个群落排列的相对位置有较大变化。10个类型群落的 McIntosh 指数(D_m) 没有显著性差异; 均匀度指数 J_{sw} 和 E 与以重要值为指标的结果相似; 群落的丰富度指数 M_a 无显著差异。对 Simpson 优势度指数(C) 而言, 碱蓬群落和无叶假木贼群落最大, 雾冰藜群落最小, 其它群落处于中间类型, 群落之间 Berger-Parker 优势度指数(I) 无显著的差异。

以多度计算的多样性指数如表3, 基本上, 各指数均小于以重要值、盖度的结果。且以多度计算的群落间的多样性指数、均匀度指数、优势度指数和丰富度指数均没有显著差异。比较表1、表2和表3, 可以看出, 对于新疆阜康荒漠地带, 植被为稀疏小灌木。半灌木和草本的植被类型而言, 分别以重要值、盖度、多度为计算依据的多样性指数值有以下特点: 以重要值> 以盖度> 以多度。

表 2 不同群落的多样性指数(以盖度计算)

Table 2 The Diversity index of different plant communities based on cover value in Fukang, Xinjiang

群落类型	多 样 性 指 数				
	H	D_m	D	J_{sw}	E
红柳	1.0536 a	0.3967 a	0.5316 a	0.5480 a	0.5329 bc
梭梭	1.0064 a	0.4127 a	0.5149 a	0.5447 a	0.5295 bd
红砂	0.9539 a	0.3842 a	0.5123 a	0.5670 a	0.5592 b
雾冰藜	0.8607 ab	0.3400 a	0.5625 ab	0.9680 a	0.9585 a
肉叶雾冰藜	0.6989 ab	0.2717 a	0.3695 abc	0.4125 a	0.3720 bc
囊果碱蓬	0.6582 ab	0.2466 a	0.3512 abc	0.4655 a	0.4096 bc
盐爪爪	0.6530 ab	0.2585 a	0.3461 abc	0.3472 a	0.3288 c
叉毛蓬	0.5650 ab	0.2070 a	0.3061 abc	0.3117 a	0.2825 bc
无叶假木贼	0.3446 b	0.0690 a	0.1960 bc	0.4971 a	0.3540 bc
碱蓬	0.2390 b	0.1487 a	0.1529 c	0.4522 a	0.2423 cd

群落类型	多 样 性 指 数			
	C	I	M_a	R
红柳	0.4684 b	0.6011 a	1.4404 a	8.2857 a
梭梭	0.4851 b	0.6122 a	1.3486 a	6.8462 ab
红砂	0.4877 b	0.6120 a	0.9622 a	5.7895 bc
雾冰藜	0.4375 bc	0.4585 a	0.5423 a	2.5000 cd
肉叶雾冰藜	0.6306 ab	0.7530 a	1.0594 a	5.6667 $abade$
囊果碱蓬	0.6488 ab	0.7482 a	0.7301 a	4.2000 bal
盐爪爪	0.6539 ab	0.7602 a	1.1581 a	6.0000 abc
叉毛蓬	0.6939 ab	0.8115 a	1.0384 a	6.0000 $abale$
无叶假木贼	0.8040 ac	0.8899 a	0.0162 a	2.0000 ade
碱蓬	0.8472 a	0.8313 a	0.3414 a	2.5000 de

表 3 不同群落的多样性指数(以多度计算)

Table 3 The Diversity index of different plant communities based on abundance value in Fukang, Xinjiang

群落类型	多 样 性 指 数				
	H	D_m	D	J_{sw}	E
梭梭	0.9841 a	0.3399 a	0.4874 a	0.5274 a	0.5073 a
肉叶雾冰藜	0.8580 a	0.2923 a	0.4837 a	0.4953 a	0.4957 a
红柳	0.7295 a	0.2133 a	0.3566 a	0.4133 a	0.3660 a
雾冰藜	0.6038 a	0.2235 a	0.3531 a	0.5930 a	0.5300 a
红砂	0.5982 a	0.1904 a	0.3086 a	0.3494 a	0.3211 a
盐爪爪	0.5502 a	0.1902 a	0.2843 a	0.3073 a	0.3100 a
囊果碱蓬	0.5487 a	0.1840 a	0.2972 a	0.3752 a	0.3342 a
无叶假木贼	0.5287 a	0.3020 a	0.3452 a	0.7627 a	0.6520 a
碱蓬	0.2337 a	0.1010 a	0.1367 a	0.4659 a	0.2237 a
叉毛蓬	0.1933 a	0.0520 a	0.0770 a	0.1085 a	0.0860 a

群落类型	多 样 性 指 数			
	C	I	M_a	R
梭梭	0.5126 a	0.6397 a	0.7276 a	6.8462 ab
肉叶雾冰藜	0.5163 a	0.6100 a	0.3589 a	5.6667 $abade$
红柳	0.6434 a	0.7679 a	0.7751 a	8.2857 a
雾冰藜	0.6469 a	0.7095 a	0.1670 a	2.5000 cd
红砂	0.6914 a	0.7844 a	0.4326 a	5.7895 bc
盐爪爪	0.7157 a	0.7795 a	0.4132 a	5.8571 abc
囊果碱蓬	0.7028 a	0.7834 a	0.3263 a	4.2000 bal
无叶假木贼	0.6548 a	0.7770 a	0.3149 a	2.0000 ade
碱蓬	0.8633 a	0.8850 a	0.1222 a	2.5000 de
叉毛蓬	0.9230 a	0.9470 a	0.3149 a	6.0000 $abale$

3 讨 论

3.1 关于群落多样性

与温带其它植被类型的物种多样性相比较, 新疆阜康荒漠过渡带植物群落物种多样性较低。就 Shannon-Wiener 指数 H' 而言, 北京东灵山地区森林群落约 1.9165~3.2844^[4], 陕西佛坪自然保护区森林和灌丛群落约 1.08~6.63^[14], 吕梁山暖温带落叶阔叶林地带撂荒地演替群落大约为 0.6~0.9, 鄂尔多斯高原荒漠化草原灌丛群落 1.8604~3.4142, 草原化荒漠灌丛群落 1.1291~3.4429^[15], 内蒙古锡林河流域草原群落约 1.11~2.63^[16], 等等。而新疆阜康荒漠过渡带植物群落 Shannon-Wiener 多样性指数在 0.4819~1.5689 之间, 这与荒漠生境条件恶劣、群落的组成种类少、且种的分布极不均匀有关。在本研究所调查的 69 个样方中, 只记录到 67 种植物, 多数样方 8~10 种, 有的仅 1 种, 如碱蓬群落仅有碱蓬。由此进一步说明了新疆阜康荒漠过渡带植物群落的结构简单、组织水平低。研究区植物群落物种多样性水平与荒漠地带植被的多样性水平相当。陈仲新等^[6]对毛乌素沙地不同生境灌丛的物种多样性研究得出, 盐碱滩地为 0.013~1.248, 白刺滩为 0.086~1.941, 湿滩地为 0.804~1.588。这可能由于荒漠地带的总体生态条件类似、物种多样性水平均偏低。

3.2 物种多样性与群落演替的关系

根据我们对研究区从南到北、从绿洲到荒漠的空间序列观察, 根据中国科学院荒漠生态观测站几十年的记载, 该地区植被演替的基本过程如下: 肉叶雾冰藜群落、雾冰藜群落处于演替的初级阶段, 以后碱蓬侵入逐渐发展为碱蓬群落、叉毛蓬群落, 随后形成小灌木群落。由于土壤含盐量、地下水位等微环境不同, 植被沿着不同的方向发展。以土壤含盐量为主导因子, 出现囊果碱蓬群落、无叶假木贼群落、盐爪爪群落。在地下水位高、易积水、盐分含量高的区域, 无叶假木贼占据绝对优势。在砂土或隆起的沙丘上, 形成梭梭群落。红砂群落在地势平坦的砂壤土上出现较多。梭梭群落和红砂群落在整个研究区分布很广处于演替顶级, 比较稳定。红柳群落则分布在地下水位高或易积水的地段。

在演替过程中, 群落物种多样性总趋势是增加的。在演替初期较低, 随着群落发展有增加的趋势, 但顶级群落多样性有所下降。这一结果与谢晋

阳对意大利刺叶栎林等^[17-23]相近, 但与张金屯^[8]、黄忠良^[9]、桑卫国^[24]、李新荣^[15]和 Margalef^[25]的研究结果不同。由于荒漠生境恶劣, 加之各种因素干扰, 多样性呈现复杂的变化, 对该地区荒漠植被仍需做深入研究。

3.3 关于测度依据

植物群落多样性的研究涉及到不同的测量依据——盖度、重要值、生物量和植物个体数。多数研究者认为, 对乔木、灌木采用盖度或重要值, 草本用盖度较为合理^[1,7,8,10,11]; 而有学者^[9,12]认为, 以个体数目能说明真实情况。本文分别采用个体数、盖度、重要值 3 种指标计测多样性, 结果以重要值计测的多样性值最大, 盖度次之, 以个体数为指标依据最小。其中以重要值和盖度反映的趋势基本一致, 与实际情况接近较为客观。因此, 在荒漠地带采用重要值和盖度作为统计指标较为可行, 这与陈仲新等^[6]对毛乌素沙地的研究结果相似。

参考文献:

- [1] Tilman D. The ecological consequences of changes in biodiversity: a research for general principles[J]. *Ecology*, 1999, (80): 1455-1474.
- [2] Naeem S, S Li. Biodiversity enhances ecosystem reliability[J]. *Nature*, 1997, (390): 507-509.
- [3] 中国科学院生物多样性委员会. 生物多样性研究的原理与方法[M]. 北京: 科学技术出版社, 1994. 142-157.
- [4] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 II——丰富度均匀度和物种多样性指数[J]. *生态学报*, 1995, 15(3): 268-277.
- [5] 陈昌笃, 张立运, 胡文康. 古尔班通古特沙漠的沙地植物群落区系及其分布的基本特征[J]. *植物生态学与地植物学丛刊*, 1983, 7(2): 89-99.
- [6] 陈仲新, 谢海生. 毛乌素沙地景观生态类型与灌丛生物多样性初步研究[J]. *生态学报*, 1994, 14(4): 345-354.
- [7] 张峰, 上官铁梁. 山西绵山森林植被的多样性分析[J]. *植物生态学报*, 1998, 22(5): 461-465.
- [8] 张金屯, 柴宝峰, 邱扬, 等. 晋西吕梁山严村流域撂荒地植物群落演替中的物种多样性变化[J]. *生物多样性*, 2000, 8(4): 378-384.
- [9] 黄忠良, 孔国辉, 何道泉. 鼎湖山植物群落多样性的研究[J]. *生态学报*, 2000, 20(2): 193-198.
- [10] 梁士楚. 广西英罗湾红树植物群落的研究[J]. *植物生态学报*, 1996, 20(4): 310-321.
- [11] 常学礼, 邬建国. 科尔沁沙地沙漠化过程中的物种多样性[J]. *应用生态学报*, 1997, 8(2): 151-156.
- [12] 庄树宏. 崑崙山老杨坳阳坡与阴坡半天然植被植物群落生态学特性的初步研究[J]. *植物生态学报*, 1999, 23(3): 238-249.

- [13] 张立运. 莫索湾 150 团农场绿洲生态环境的基本情况及其保护[J]. 干旱区研究, 1990, 7(1): 11~ 17.
- [14] 岳明, 任毅, 党高弟, 等. 佛坪国家级自然保护区植物群落物种多样性特征[J]. 生物多样性, 1999, 7(4): 263~ 269.
- [15] 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.
- [16] 白永飞, 李凌浩, 王其兵, 等. 锡林河流域草原群落植物多样性和初级生产力沿水热梯度变化的样带研究[J]. 植物生态学报, 2000, 24(6): 667~ 673.
- [17] 谢晋阳, 陈灵芝. 暖温带落叶阔叶林的物种多样性特征[J]. 生态学报, 1994, 14(4): 337~ 344.
- [18] 谢晋阳, 陈灵芝. 意大利威尼托大区刺叶栎林的生物多样性研究[J]. 植物学报, 1995, 37(5): 386~ 393.
- [19] Odum E.P. Organic production and turnover in old field succession [J]. Ecology, 1960, 41(1): 34~ 49.
- [20] Odum E.P. The strategy of ecosystem development [J]. Science, 1969, (164): 262~ 270.
- [21] Loucks L. Evolution of diversity, efficiency and community stability [J]. American Zoology, 1970, 10(1): 17~ 25.
- [22] Margalef R. On certain unifying principles in ecology [J]. Amer. Naturalist, 1963, 97: 357~ 364.
- [23] Auclair Allan N, Goff Glenn F. Diversity relations of upland forests in the western Great Lakes area [J]. American. Naturalist, 1972, 105(946): 499~ 528.
- [24] 桑卫国, 陈灵芝, 于顺利, 等. 蒙古栎红松林物种组成和结构动态的研究[J]. 植物生态学报, 2000, 24(2): 231~ 237.
- [25] Margalef R. Succession in marine populations [J]. Advancing Frontiers Plant Science. 1963, 2: 137~ 188.

Characteristics of Plant Community Species Diversity of Oasis Desert Ecotone in Fukang, Xinjiang

ZHANG Lin-Jing^{1,2}, YUE Ming¹, ZHANG Yuan-Dong³,
GU Feng-Xue³, PAN Xiao-Ling³, ZHAO Gui-Fang¹

(1. School of Life Science, Biodiversity Research Centre of Qinling Mt., Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069; 2. Department of Biology, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041004; 3. Institute of Arid Ecology, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830011)

Abstract: The richness indices, species diversity indices, evenness indices and dominance indices based on important value, cover and abundance were used respectively to analyze vegetation in Fukang, Xinjiang. The results indicated that: 1) the species diversity order of the vegetation type was as follows: the *Tamarix ramosissima* community, *Reaumuria soongorica* community and *Haloxylon ammodendron* community were the highest, the communities of *Bassia seoides*, *Petrosimonia sibirica*, *Kalidium foliatum*, *Suaeda glauca*, and *Bassia dasyphylla* were middle, *Anabasis aphylla* and *Suaeda acuminata* were the lowest; 2) with community succession, species diversity of communities fluctuated in the trend of lower-highest-higher; 3) diversity index based on important value and cover were more properly in arid desert areas.

Key words: Fukang of Xinjiang; desert; plant community; species diversity