

古尔班通古特沙漠南缘植物群落多样性的空间异质性

胡晓静¹, 宋于洋^{1,2*}, 潘志辉³

(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;
3. 新疆生产建设兵团林业调查规划设计院, 新疆 乌鲁木齐 830013)

摘要:选取奎屯、石河子、奇台 3 地研究古尔班通古特沙漠南缘不同区域生物多样性特征, 采用重要值作为多样性测度指标, 计算多样性 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数、均匀度 Maintosh 指数和优势度 Simpson 指数。根据物种的重要值, 可将古尔班通古特沙漠南缘研究区植物群落划分为 6 种类型: 梭梭群落、羽毛三芒草群落、怪柳群落、杞柳柴群落、猪毛菜群落和沙蒿群落。虽然 6 个群落中优势种具有不同的生态生物学特性, 但从 Simpson 多样性指数上可以看出各群落差距并不大, 变化在 0.67~0.77 之间, 各群落物种均较丰富, 优势种明显, 优势度相差不大。由于从西到东自然条件的变化, 从奎屯到石河子, 再到奇台, 物种多样性降低。

关键词:古尔班通古特沙漠; 植物群落; 多样性

中图分类号:S718.54

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2009)04-0041-05

Spatial Heterogeneity on Species Diversity in Southern Gurbantunggut Desert

HU Xiao-jing¹, SONG Yu-yang^{1,2*}, PAN Zhi-hui³

(1. College of Agricultural, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003, China; 2. Key Laboratory of Environment and Ecology in West China, Ministry of Education, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. Institute of Forestry Survey and Planning, Xinjiang Group Company of Production and Construction, Urumqi, Xinjiang 830013, China)

Abstract: Three regions located in the southern marginal area of Gurbantunggut Desert were selected to investigate characteristics of biodiversity in different areas: Kuitun, Shihezi and Qitai. And importance value was used as the measuring index of biodiversity. The Simpson and Shannon-Wiener biodiversity indices, Maintosh evenness indices and Simpson dominance indices, were calculated. According to the importance value of dominant species, vegetation community in the southern Gurbantunggut Desert was divided into 6 types: *Haloxylon ammodendron*, *Aristida pennata*, *Tamarix chinensis*, *Reaumuria songarica*, *Salsola collina*. and *Artemisia desertorm*. Although dominant populations among 6 communities showed different bio-characteristics, little differences were found based on the Simpson diversity indices, varying from 0.67 to 0.77. All the 6 communities were rich in plant species, and the dominant species were distinct within the community. There existed a trend that biodiversity decreased from the west to the east due to the changes of natural environment.

Key words: Gurbantunggut Desert; plant community; diversity

物种多样性是生物多样性的一种, 是指物种水平上的生物多样性, 是生物多样性中最重要的一个环节, 它代表着物种演化的空间范围和对特定环境的生态适应, 是进化机制的最主要产物, 因而是生物

多样性研究中比较深入的一个层次^[1-2]。植物群落多样性一般是指植物群落在组成、结构、功能和动态方面所表现出丰富多彩的差异, 或指群落组成和动态的多样化^[3-6]。群落多样性是生物多样性的一个

收稿日期: 2008-10-30 修回日期: 2008-12-28

基金项目: 新疆生产建设兵团重点公益林生态监测项目。

作者简介: 胡晓静, 女, 讲师, 硕士, 从事森林培育方面研究。E-mail: hxjpzh2006@126.com

* 通讯作者: 宋于洋, 男, 副教授, 硕士, 博士, 从事森林培育及森林生态方面研究。E-mail: syy. agr. shzu@126.com

重要组成部分,是生态系统能量和物质的主要提供者,也是生态系统维持及全球变化调控的主要作用者。因此,研究植物群落多样性的结构、功能及动态对认识及保护一个地区生物多样性具有重要意义^[7-8]。

古尔班通古特沙漠地处准噶尔盆地中央,是我国最大的固定与半固定沙漠,整个沙漠面积的 95% 以上为固定、半固定风沙土。固定风沙土主要出露于垄间低地及沙垄中下部,半固定风沙土多分布于沙垄中部和中上部。对古尔班通古特沙漠进行了较多的科学研究,潘伟斌对沙漠南缘中段梭梭群落进行了初步研究^[9],钱亦兵则对沙漠生境与植物群落格局之间的关系进行研究^[10-12],对于物种多样性、时空动态及生态系统能的研究报道很少。运用多样性指数、优势度指数和均匀度指数对古尔班通古特沙漠南缘的物种多样性进行研究,目的在于探索其物种多样性随环境因子变化的规律,从而探讨群落多样性的空间异质性,为古尔班通古特沙漠的多

样性保护和可持续利用提供理论依据。

1 研究区概况

古尔班通古特沙漠面积约 $4.88 \times 10^4 \text{ km}^2$, 整个沙漠面积的 95% 以上为固定、半固定风沙土。地貌类型以沙垄及树枝状沙垄为主,沙丘相对高度一般为 20~30 m。沙漠腹地年降水量约为 70~120 mm,降水季节分配较为均匀,各月都有一定数量的降水。冬季稳定积雪日数一般在 100~160 d,最大积雪深度多在 20 cm 以上,3 月中旬积雪融化,冬春两季降水量占全年 30%~45%,年潜在蒸发量约 2 000 mm 左右。地下水埋藏多在 30 m 以下,植物生长主要靠降水而难以利用地下水,但因冬春气温低、蒸发弱,故春季干旱相对不明显,沙垄各部位普遍有厚度不等的悬湿沙层,孕育着以梭梭植物群落为代表的荒漠植物群落。

在古尔班通古特沙漠南缘选取奎屯、石河子、奇台 3 地作为研究点(表 1)。

表 1 研究地自然概况

Table 1 Natural conditions of in the localtions studied

研究点	地理坐标	年降水量/mm	年平均温度/℃	1月平均温度/℃	7月平均温度/℃	极端最高温度/℃	极端最低温度/℃	无霜期/d
奎屯	E84°47'~85°05' N44°39'~45°23'	176.7	8.9	-16.1	26.0	41.7	-36.4	182
石河子	E84°58'~86°24' N44°26'~45°20'	197.0	7.1	-16.1	24.9	42.8	-39.8	165
奇台	E89°13'~91°22' N43°25'~45°29'	269.4	5.5	-18.9	22.6	41.0	-42.6	153

2 研究方法

2.1 植物群落的野外调查

对该地区进行地形、地貌踏查,尽量避开人为干扰。在奎屯、石河子、奇台 3 地选取具有代表性样地,在 1 km^2 内建 15 个样地,样地的大小为 $25 \text{ m} \times 25 \text{ m}$,3 地共选取 45 个样地。样地面积:灌木调查的样方为 $25 \text{ m} \times 25 \text{ m}$,草本样方面积为 $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ 。测定的项目:①灌木的株数、种数、高度、枝下高、胸径及冠幅;②草本的高度、盖度、株数(禾本科植物按丛记数);③生境因子的测定:用 GPS 测定其地理坐标及海拔高度,用罗盘仪测定坡向和坡度,记录植被状况、土壤类型及林分郁闭度或密度等,并对各地的植物物种进行调查统计。

2.2 物种多样性测度

①重要值:乔灌木(IV)=(相对优势度+相对频度+相对密度) $\times 100$;草本(IV)=(相对高度+相对频度+相对盖度) $\times 100$

②Shannon-Wiener 指数: $H' = -\sum_{i=1}^j p_i \ln p_i$

③Simpson 多样性指数: $D = 1 - \sum N_i^2$

④Maintosh 均匀度指数:

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

⑤Simpson 优势度指数: $C = \sum N_i^2$

式中 N_i 为第 i 个物种的重要值; N 为群落的总个体数; S 指种 i 所在样地所在层的物种数; p_i 指第 i 个物种相对重要值。

3 结果与分析

3.1 研究区的群落类型

各植物群落在结构和功能上都存在很大的差异。这种差异主要受制于组成种不同的生态生物学特性^[13]。由于奎屯、石河子、奇台 3 地的地理位置不同,环境条件的差异,特别是从东向西降水量的减少,从而引起各植物群落植物组成的差异。按照物种重要值,以及植物群落所处的地貌景观和生境变化不同,可将本研究区植物群落划分为 6 种类型:在沙土上以梭梭(*Haloxylon ammodendron*)群落为主,并零星分布着小片的羽毛三芒草(*Aristida pen-*

nata)群落;在灰漠土上,除分布着梭梭群落外,主要还有怪柳(*Tamarix chinensis*)群落(通常在旧河道或河漫滩地形,多为盐化灰漠土),其次是枇杷柴(*Reaumuria songarica*)群落。此外,小地形淤积作用形成的零星的龟裂土散布于各地,在这种立地上常形成猪毛菜(*Salsola collina*)单优群落,缺乏灌木种类;在半固定沙垄顶及迎风坡中上部生长沙蒿(*Artemisia desertorm*)群落^[9-10](表 2)。

表 2 研究区植物群落类型
Table 2 Types of plant community in the locations studied

研究点	序号	群落类型	拉丁名
奎屯	1	梭梭	<i>Haloxylon ammodendron</i> (C. A. Mey.) Bunge
	4	猪毛菜	<i>Salsola collina</i> Pall.
	5	沙蒿	<i>Artemisia desertorm</i> DC.
	6	枇杷柴	<i>Reaumuria songarica</i> (Pall.) Maxim
	1	梭梭	<i>H. ammodendron</i>
	2	怪柳	<i>Tamarix chinensis</i> Lour.
石河子	3	羽毛三芒草	<i>Aristida pennata</i> Trin.
	5	沙蒿	<i>A. desertorm</i> DC.
	1	梭梭	<i>H. ammodendron</i> (C. A. Mey.) Bunge
奇台	2	怪柳	<i>T. chinensis</i> Lour.
	3	羽毛三芒草	<i>A. pennata</i> Trin.
	4	猪毛菜	<i>S. collina</i> Pall.

注:1:梭梭群落;2:怪柳群落;3:羽毛三芒草群落;4:猪毛菜群落;5:沙蒿群落;6:枇杷柴群落。

3.2 群落物种多样性、均匀度和优势度

从图 1、图 4 比较可看出, Simpson 指数与 Shannon-Wiener 指数在反映群落物种多样性方面基本一致,有个别群落不同,在 Simpson 指数中猪毛菜群落与沙蒿群落相比具有较高的多样性,而在 Shannon-Wiener 指数中却比沙蒿群落要低,出现这种现象的原因可能有两方面:其一是指数未能客观地反映群落的实际;其二是群落受到了干扰。就 Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数而言,由于 Simpson 指数变化幅度较大,故对群落多样性的反映更为敏感^[14-15]。研究结果可能是 2 种因素综合作用引起的,同时取样面积的大小也对结果造成了一定的影响。

有多个缺口,西来湿润气流能够长驱直入,给古尔班通古特沙漠带来一定的冬春雨雪,因之沙漠中植物覆盖较好,且沙丘(地)表面常有生物结皮现象,增加了表面的粗糙度,有助于降低近地表的风沙活动强度,使该沙漠 85% 以上的沙丘、沙地处于固定、半固定状态。沙丘的固定或半固定又为其他砂生和耐砂植物的侵入创造了条件^[16]。

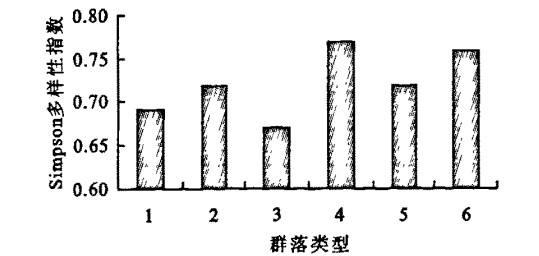


图 1 Simpson 多样性指数与群落类型
Fig. 1 Simpson biodiversity index and community types

古尔班通古特沙漠发育于第四纪的粘土与细砂层构成的古老冲积平原上,砂基质主要由中细砂组成。在风力吹扬下易于流动,且养分贫乏,干砂层一般 5~20 cm,温度剧烈变动,对植物生长不利。但砂层透水性好,少量的降雨,立即渗入砂层,为适砂植物提供了水分保证。另外,准噶尔盆地西部与哈萨克斯坦之间的界山海拔多在 2 000 m 以下,其中

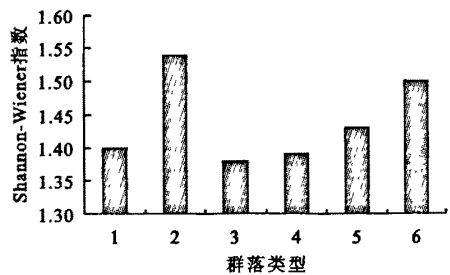


图 2 Shannon-Wiener 指数与群落类型
Fig. 2 Shannon-Wiener index and community types

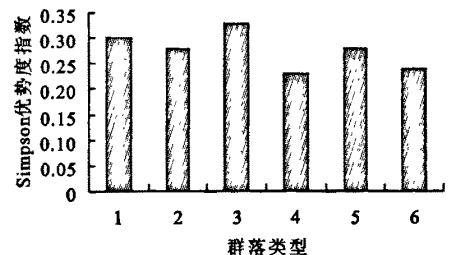


图 3 Simpson 优势度指数与群落类型
Fig. 3 Simpson dominance index and community types

生活在这里的植物,绝大多数都是砂生或耐砂的种类。只在沙丘间的低地有盐化粘土壳分布的地方才有盐生和耐盐植物分布^[17]。长期生存和进化

于古尔班通古特沙漠极端条件下的这些植物，它们也成功地发展了对干旱和恶劣风砂环境胁迫的许多适应机制，它们在外形形态、内部结构、繁殖行为以及种间关系等等方面，都不同程度地有别于其他荒漠类型中的植物，这是形成古尔班通古特沙漠独具特色的植物多样性的基础。与内亚其他沙漠(塔里木、柴达木、阿拉善等)比较起来，古尔班通古特沙漠的植物种类是比较丰富的，即它的物种丰富度较高^[16]。虽然 6 个群落中组成种具有不同的生态生物学特性，但从 Simpson 多样性指数上可看出各群落差距并不大，变化在 0.67~0.77 之间，各群落物种均较丰富。

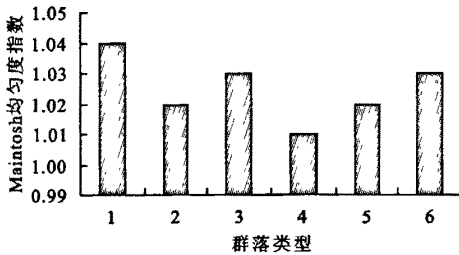


图 4 Maintosh 均匀度指数与群落类型

Fig. 4 Maintosh evenness index and community types

从图 2、图 3 还可看出各群落物种丰富，并且优势种明显，但优势度相差不大，而各类型群落中物种的分布均匀度差异较明显，梭梭群落中物种分布最为均匀，猪毛菜群落中物种分布的均匀性较差，这与物种的生物生态学特性有关。

3.3 植物群落多样性的空间变化特点

古尔班通古特沙漠南缘不同空间位置植物群落的多样性表现出一定的差异性：Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数及群落中物种分布的均匀度差异性显著，优势度指数差别不显著(图 5~图 8)。

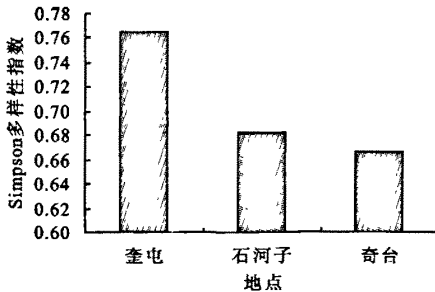


图 5 不同地点群落 Simpson 多样性指数

Fig. 5 Simpson biodiversity index of community in different locations

由图 5 和图 8 可知，奎屯的物种多样性指数最高，包括梭梭群落、猪毛菜群落、枇杷柴群落和沙蒿群落，Simpson 多样性指数的均值为 0.765，Shannon-Wiener 指数为 1.505；石河子物种多样性指数

次之；奇台的最低，只有 0.665 和 1.374。尽管古尔班通古特沙漠降水季节分配较均匀，各月都有一定数量的降水，冬、春两季降水量占全年 30%~45%，由于从西到东古尔班通古特沙漠南缘自然条件越来越恶劣，年平均温度降低，极端最高温度增加，无霜期变短，植物种类减少，物种多样性降低。但由于各组成群落的植物种不同的生态生物学特性，3 地植物群落中优势度差异不大，优势种明显。

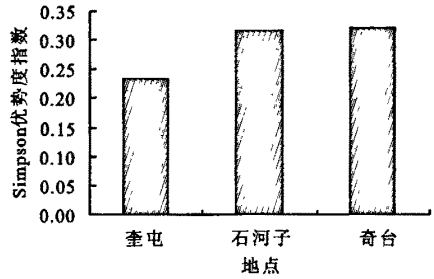


图 6 不同地点群落 Simpson 优势度指数

Fig. 6 Simpson dominance index of community in different locations

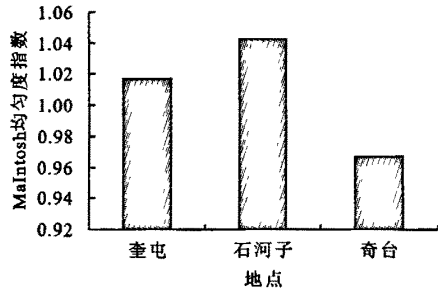


图 7 不同地点群落 Maintosh 均匀度指数

Fig. 7 Maintosh evenness index of community in different locations

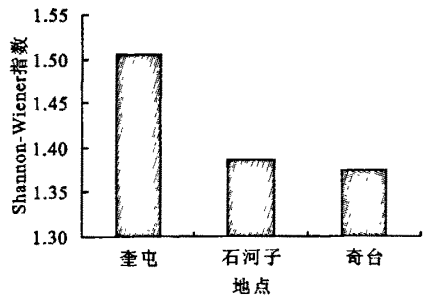


图 8 不同地点群落 Shannon-Wiener 指数

Fig. 8 Shannon-Wiener index of community in different locations

4 结论与讨论

依不同目的合理利用多样性指数^[7,14,18]，按照物种重要值以及植物群落所处的地貌景观和生境变化不同，可将本研究区植物群落划分为 6 种类型：在沙土上以梭梭群落为主，并零星分布着小片的羽毛三芒草群落；在灰漠土上，除分布着梭梭群落外，主要还有怪柳群落和枇杷柴群落。此外，小地形淤积

作用形成的零星的龟裂土散布于各地,在这种立地上常形成猪毛菜单优群落,缺乏灌木种类;在半固定沙垄顶及迎风坡中上部生长沙蒿群落。

Simpson 指数与 Shannon-Wiener 指数在反映群落物种多样性方面基本一致,有个别群落不同,出现这种现象的原因可能有两方面:其一是指数未能客观地反映群落的实际;其二是群落受到了干扰。就 Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数而言,由于 Simpson 指数变化幅度较大,故对群落多样性的反映更为敏感。根据本研究的实际,可能是 2 种因素综合作用引起的,同时取样面积的大小也对结果造成了一定的影响。

古尔班通古特沙漠南缘的 6 个植物群落中组成种具有不同的生态生物学特性,但从多样性指数上可以看出各群落差距并不大,变化在 0.67~0.77 之间,各群落物种均较丰富。各群落物种丰富,优势种明显,但优势度相差不大,而各类型群落中物种的分布均匀度差异较明显,梭梭群落中物种分布最为均匀,猪毛菜群落中物种分布的均匀性较差,这与物种的生物生态学特性有关。

尽管古尔班通古特沙漠腹地各月都有一定数量的降水,但由于从西到东古尔班通古特沙漠南缘自然条件越来越恶劣,植物种类减少,物种多样性降低。奎屯的物种多样性指数最高, Simpson 多样性指数的均值为 0.765, Shannon-Wiener 指数为 1.505;石河子物种多样性指数次之;奇台的最低,只有 0.665 和 1.374。

参考文献:

- [1] BI R C. Quantitative studies on vegetation ecology in Huoshan Mount in Shanxi Province[J]. Shanxi Teach Univ, 1990, 12 (1): 56-59 (in Chinese).
- [2] 茹文明, 张金屯. 历山森林群落物种多样性与群落结构研究[J]. 应用生态学报, 2006, 17(4): 561-566.
- [3] 王庆索, 冯宗炜, 罗菊春. 河北北部内蒙古东部森林草原交错带生物多样性的研究[J]. 植物生态学报, 2000, 24(2): 141-146.
- [4] 王庆锁, 王襄平, 罗菊春. 生态交错带与生物多样性[J]. 生态多样性, 1997, 5(2): 126-131.
- [5] 马世骏. 边际效应与边际生态学, 现代生态学透视[M]. 北京: 科学出版社, 1990: 43-45.
- [6] 郭正刚, 刘慧霞, 孙学刚, 等. 白龙江上游地区森林植物群落物种多样性的研究[J]. 植物生态学报, 2003, 27(3): 388-395.
- [7] 尚占环, 妙爱兴, 龙瑞军, 等. 宁夏香山荒漠草原区植物群落多样性时空特征[J]. 山地学报, 2004, 22(6): 661-668.
- [8] 同瑞瑞, 卫智军, 韩国栋, 等. 荒漠草原不同放牧制度群落多样性研究[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(7): 111-115.
- [9] 潘伟斌. 古尔班通古特沙漠南缘中段梭梭群落初步研究[J]. 新疆环境保护, 1997, 19(1): 38-40.
- [10] 钱亦兵, 吴兆宁, 张立运, 等. 古尔班通古特沙漠生境对植物群落格局的影响[J]. 地理学报, 2004, 59(6): 895-902.
- [11] 钱亦兵, 吴兆宁, 张立运, 等. 古尔班通古特沙漠植被与环境的关系[J]. 生态学报, 2007, 27(7): 2802-2811.
- [12] 钱亦兵, 吴兆宁, 张立运, 等. 古尔班通古特沙漠短命植物的空间分布特征[J]. 科学通报, 2007, 52(19): 2299-2306.
- [13] 茹文明, 张金屯. 历山森林群落物种多样性与群落结构研究[J]. 应用生态学报, 2006, 4(17): 561-566.
- [14] 岳天祥. 生物多样性研究及其进展[J]. 生态学报, 2001, 21 (3): 462-467.
- [15] 苏志尧, 陈北光. 广州白云山几种森林群落的物种丰富度和多样性[J]. 华南农业大学学报, 2001, 22(3): 6-9.
- [16] WU Z Y (吴征镒). Editor in Chief Vegetation of China (in Chinese) [M]. Beijing: Science Press, 1980: 956-965, 979-983.
- [17] 张立运, 陈昌笃. 论古尔班通古特沙漠植物多样性的一般特点[J]. 生态学报, 2002, 22(11): 1923-1932.
- [18] HULBERT S H. The non-concept of species diversity: A critique and alternative parameters[J]. Ecology, 1971, 52: 57-586.

[1] BI R C. Quantitative studies on vegetation ecology in Huoshan Mount in Shanxi Province[J]. Shanxi Teach Univ, 1990, 12