

The Characteristic of Species Diversity and Community Structure in the Succession Process of the Wind-Breaking and Sand-Fixing Forest*

Yanrui Chen^{1,2}, Xu Bai², Linke Yin^{3#}, Kang Liu⁴, Xiaojun Wang¹

¹Xinjiang Technical Institute of Physics and Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Urumqi

²Xinjiang Research Institute of Measurement and Testing, Urumqi

³Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi

⁴Xinjiang Academy of Forestry Sciences, Urumqi

Email: chenyr@ms.xjb.ac.cn, 2006baixu@163.com, #yink@ms.xjb.ac.cn, wangxj@ms.xjb.ac.cn, xjlk@sina.com

Received: Oct. 8th, 2012; revised: Oct. 11th, 2012; accepted: Nov. 2nd, 2012

Abstract: It is very important for planting artificial vegetation to improve the regional environment and maintain oasis ecosystem in the northwest arid area. However, the stability of artificial community is directly related to its continuous ecological benefit. In this paper, the main purpose was to measure the diversity change of 4-year and 7-year artificial-natural plant community with different species composition and the species diversity indices was measured and calculated in order to provide a case for reasonable distributional patterns for artificial plant community in the wind-breaking and sand-fixing forest, in the lower reaches of the Tarim River, Xinjiang, China. The main results are that the artificial-natural communities are formed since several native species naturally occurred to the artificial communities in four years. The species diversity is obviously increased in the artificial-natural communities. And there are all 26 species (belonging to 12 families, 25 genera in the study communities), increasing 6 species of shrub or semi-shrub, 13 kinds of herbaceous species and 1 kind of vine species than that in 2000. The variety trend of Shannon-Wiener index is similar to that of richness changes. *Halogeton glomeratus* + *Karelinia caspica* community has the highest diversity and evenness indices while that is contrary in *Calligonum caput-medusae* + *Populus euphratica* community. The results may provide the theories cases for the further optimization species composition and improvement species diversity and the stability of artificial plant community.

Keywords: In the Lower Reaches of the Tarim River; Wind-Breaking and Sand-Fixing Forest; Artificial-Natural Community; Species Diversity

防风固沙林演变中群落结构与物种多样性特征*

陈艳瑞^{1,2}, 白旭², 尹林克^{3#}, 刘康⁴, 王晓军¹

¹中国科学院新疆理化技术研究所, 乌鲁木齐

²新疆计量测试研究院, 乌鲁木齐市

³中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐

⁴新疆林业科学院, 乌鲁木齐

Email: chenyr@ms.xjb.ac.cn, 2006baixu@163.com, #yink@ms.xjb.ac.cn, wangxj@ms.xjb.ac.cn, xjlk@sina.com

收稿日期: 2012年10月8日; 修回日期: 2012年10月11日; 录用日期: 2012年11月2日

摘要: 西北干旱区生态系统脆弱, 人工植被建设对于区域环境的改善以及绿洲系统的维持都是最为重要的。然而, 人工群落的稳定性如何则直接关系到其生态效益是否可以持续发挥。本文选择塔里木河地区人工防风固沙林就这一问题开展研究工作, 采用重要值为各种群的数量特征测度了造林后群落演替过程中的物种多样性指

*资助信息: “十一五”国家科技支撑计划项目(2009BAC54B04)、中国科学院“西部之光”西部博士项目(XBBS201012)、中国科学院西部行动计划项目(KGCX2-YW-509-1)和国家自然科学基金(30700103)。

#通讯作者。

数,分析了群落发育过程中4龄和7龄不同结构荒漠人工-天然植物群落的物种多样性变化特点,以期为塔里木河下游人工防护林建设中物种配置提供理论依据。结果表明:由于土壤种子库中乡土植物的发生和发育,原来植物种组成简单的人工防风固沙林群落逐渐演变成成为人工-天然植物群落,而且群落中的植物种数由原来的6种增加为26种(隶属于12科、25属);增加了6种灌木或半灌木,13种草本和1种藤本;研究区总体群落物种多样性水平较高,随着群落演替其物种多样性水平呈现低-高-较低的变化趋势;群落的Shannon-Wiener指数与物种丰富度指数的变化趋势基本一致;群落中盐生草(*Halogeton glomeratus*) + 花花柴(*Karelinia caspica*)群落的物种多样性较高,而头状沙拐枣(*Calligonum caput-medusae*) + 胡杨(*Populus euphratica*)群落的物种多样性最低,可见头状沙拐枣-胡杨群落的物种配置结构不合理。该研究结果可为进一步优化防风固沙林群落结构和提高群落物种多样性及其稳定性提供科学理论依据。

关键词: 塔里木河下游; 防风固沙林; 人工-天然植物群落; 物种多样性

1. 引言

物种多样性是一个群落结构和功能复杂性的量度^[1],即群落在组成、结构、功能和动态方面表现出的丰富多彩的差异。因此,群落物种多样性的研究是群落生态学研究乃至整个生态研究中十分重要的内容^[2,3]。进行群落物种多样性分析能更好的评价群落结构及其发展变化,同时对植物群落物种多样性的测定可以反应群落及其环境的保护状态^[4]。许多学者认为,群落的结构越复杂,多样性越高,群落也越稳定,并且把群落物种多样性作为衡量其稳定性的一个重要尺度^[5]。对群落物种多样性的研究可以很好地认识植被恢复过程群落的组成、发展和变化,是目前寻找迅速人工恢复与重建相对稳定植物群落最重要的途径之一^[6,7]。

塔里木河中下游地区是中国西部干旱荒漠区生态脆弱地区。20世纪50年代起,开始建设以防风固沙林和生态经济林为主的人工群落,90年代后的退耕还林还草工程又加大了人工植被的营造规模。据2001~2004年调查,这一区域已建成的人工植物群落有3490 hm²,其中生态防护林2620 hm²,生态经济林345 hm²^[8]。随着时间的推移,一些当地原生植物种逐渐侵入这些人工群落中,增加了造林群落的物种多样性,原有的人工纯林演变成人工-天然植物群落。这种特殊的人工-天然植物群落的物种多样性有何特点?群落的稳定性如何?本文旨在通过对防风固沙林中不同结构人工-天然植物群落的物种多样性的研究,以正确评价群落恢复进程,为维护该流域防风固沙林物种多样性保护和群落稳定性提供科学依据。

2. 研究区域自然概况

研究区域位于新疆塔里木盆地北部塔里木河下游。其地理坐标为86°56'~87°51'E和40°36'~40°52'N,属暖温带大陆性荒漠气候区。年平均气温为10.5℃~10.8℃,无霜期为175~195 d左右,≥10℃年积温4161℃~4241℃;年均降水量30~34 mm,年蒸发量2429~2910 mm。土壤类型为风沙土或盐化风沙土。地下水埋深约2 m,矿化度2~3 g/L。天然植被类型为河岸落叶阔叶林、温性落叶灌丛、半灌木荒漠和盐生草甸等。植物种类较少,有29科91属122种^[9]。分布较广的种类是在地表水条件极为异质的生境中完成其生活周期的类型^[10]。代表种有胡杨(*Populus euphratica*)、怪柳(*Tamarix* spp.)、黑果枸杞(*Lycium ruthenicum*)、铃铛刺(*Halimodendron halodendron*)、芦苇(*Phragmites communis*)、花花柴(*Karelinia caspica*)、大叶白麻(*Poacynum hendersonii*)、胀果甘草(*Glycyrrhiza inflata*)、疏叶骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)和盐穗木(*Halostachys caspica*)等。

各种组成和结构的人工群落管理条件一致。灌溉水源主要为塔里木河和孔雀河水。灌溉方式为沟灌和滴灌。2000~2004年均灌溉量是800 m³/hm²,2005年灌溉量600 m³/hm²,2006年灌溉量200 m³/hm²,2007年未进行灌溉。

3. 研究方法

3.1. 样地调查

采用代表性样地法设置样地^[11],在不同物种组成的8种人工群落中各选取不同地段的3个样地,共设置了24个固定样地。样地面积50 m × 50 m。使用GPS进行

野外定位,在样地中设置样线和样方^[12,13]。每个样地设置6条样线,由3条平行等距样线和3条垂直等距样线交叉组成。样线间距10m,样线长50m;交叉样线间均匀设置4个样方。样方面积灌木为10m×10m,草本为2m×2m。共设置样线144条,样方216个。

2000年春季,在33团绿洲外缘沙漠前沿,根据不同地段的立地条件设计营造了8种不同植物组成的群落:头状沙拐枣(*Calligonum caput-medusae*) - 沙枣(*Elaeagnus angustifolia*) - 梭梭(*Haloxyon ammodendron*) - 胡杨 - 宁夏枸杞(*Lycium barbarum*)(C1)、梭梭 + 头状沙拐枣 - 沙枣 + 胡杨(C2)、沙枣 - 头状沙拐枣(C3)、梭梭 + 头状沙拐枣 + 宁夏枸杞 - 沙枣 + 胡杨(C4)、沙枣 + 胡杨 - 宁夏枸杞 + 头状沙拐枣 + 梭梭(C5)、梭梭 + 宁夏枸杞 - 杜梨(*Pyrus betulaefolia*) + 沙枣 - 头状沙拐枣(C6)、胡杨 - 头状沙拐枣(C7)和头状沙拐枣 - 胡杨(C8)。构成乔木 - 灌木和灌木 + 灌木的2种结构类型。

分别于2004年8月和2007年6月进行数据采集。在样地内记录经度、纬度、海拔高度、群落类型和土壤类型;样线内测量植物个体高度、冠幅和盖度;样方内记录统计出现的植物物种数和各物种的个体数量。

3.2. 数据统计

3.2.1. 人工群落类型的划分

根据优势度的植被分类原则进行群落划分。这是一种根据植物种类组成进行的群落分类,它强调的是优势种,即根据重要值或优势度确定的优势种进行群落划分^[11]。种类组成是植物群落的重要特征。所谓的优势种指群落各个层中数量最多、盖度最大、群落学作用最明显的种^[14]。

3.2.2. 重要值计算

对不同群落来说,重要值采用的指标不同^[15]。本文采用日本学者沼田真(1979)的计测方法^[16],计算公式如下:

$$\text{相对重要值} = \frac{\text{相对密度} + \text{相对频率} + \text{相对盖度} + \text{相对高度}}{4} \quad (1)$$

其中,相对密度 = (某物种个体数/全部种的个体数之和) × 100, 相对频率 = (某物种出现的样方数/全部种

出现的样方数之和) × 100, 相对盖度 = (某物种的盖度/全部种的盖度之和) × 100, 相对高度 = 某物种植株平均高度/全部种植株平均高度之和 × 100。

3.2.3. 群落物种多样性的测定

依据物种多样性测度指数应用的广泛程度以及对群落物种多样性状况的反映能力,本文选取以下4种多样性指数来度量群落物种多样性特征。公式^[17]分别为:

丰富度指数:

$$R = S \quad (2)$$

Shannon-Wiener 指数:

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i = -\sum_{i=1}^S (n_i/N) \times \ln(n_i/N) \quad (3)$$

Simpson 指数:

$$J = 1 - \sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1) / N(N - 1) \quad (4)$$

Pielou 均匀度指数:

$$J_{sw} = H' / H'_{\max} = H' / \ln S \quad (5)$$

式中, S 为群落内的物种数; N 为群落内各物种的总重要值; n_i 为群落内第 i 个物种的重要值; P_i 为第 i 个物种的个体数量(重要值)占群落内各物种个体总数量(总重要值)的比例,且 $P_i = n_i / N$, $i = 1, 2, 3, 4 \dots$, n ; H' 为 Shannon-Wiener 信息指数; H'_{\max} 为 H' 的最大值,等于 $\ln S$ 。

数据处理在 Excel-2003 及 DPS6.55 版生物学统计软件下进行,按上述公式计算有关群落及其种群特征指数。

4. 结果与分析

4.1. 现有群落物种组成

根据 2004~2007 年野外调查数据,样地中共出现 27 种植物(表 1),隶属于 12 科、26 属。其中乔木种 3 种,灌木或半灌木 10 种,草本 13 种,藤本 1 种。在人工群落演变过程中,初始群落和现有群落之间的物种变化比较明显。总体上,群落植物种类呈先增加后下降的趋势。

造林后 4 年和 7 年,林地内的植物由原来的 6 种分别增加为 26 种和 18 种。初始群落的物种数为 6 种

Table 1. Species composition and its important value of each artificial-natural plant community in 2004 and 2007
表 1. 2004 年和 2007 年各人工 - 天然植物群落的植物种类组成及物种重要值

No.	2004 年										2007 年							
	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26
1	12.11	6.02	-	22.22	0.67	8.53	-	-	-	5.17	2.34	2.09	9.52	1.42	2.20			35.30
2	11.00	2.86	28.77	3.60	12.75	0.51	-	-	41.91	37.74	24.25	21.59	4.80	26.29	6.97		7.53	10.37
3	18.58	7.88	7.64	3.28	0.17	2.16	38.39	13.02	11.72	9.33	4.60	11.65	9.49	12.98	37.52	19.52	20.47	12.47
4	2.99	3.06	-	4.75	10.06	9.92	-	6.95	-	4.59	4.48	6.10	27.35			38.21	1.58	4.33
5	9.82	2.66	-	2.13	6.17	-	32.40	28.65	-	3.68	9.72	5.24	3.18	12.18	15.47		25.66	9.67
6	-	-	-	3.74	0.13	4.62	-	-	-				1.38	1.60				3.43
7	-	0.09	-	2.33	-	2.00	-	-	-	2.67		1.73						
8	-	4.03	-	1.74	-	2.83	-	-	-	1.54		10.88	1.42			2.47		
9	0.02	0.98	2.11	-	-	-	-	-	-									
10	14.46	15.36	10.66	19.68	15.43	26.83	-	-	11.66	19.92	17.59	22.69	16.65	2.52	2.11	18.48	10.02	7.45
11	1.11	4.06	3.44	4.75	1.68	4.84	-	-	-		11.03		2.13	11.28		2.31	4.90	3.40
12	10.38	3.29	6.85	9.48	15.73	4.36	3.59	17.22	19.52	1.58	5.56	3.37		3.64	17.90	10.42	1.22	7.38
13	17.03	5.77	17.00	6.90	25.99	10.38	6.43	26.42	15.18	2.41	1.23	1.65	20.97	21.02	13.44	8.59	6.61	6.19
14	-	-	7.07	1.21	-	-	-	-	-	9.79	14.98							
15	-	16.99	-	2.24	-	13.95	-	-	-				1.90					
16	1.34	3.05	7.89	1.16	-	1.56	4.09	1.56	-									
17	-	5.90	-	2.89	1.91	1.99	15.10	6.19	-		2.91	2.42		3.63	4.39		15.08	
18	1.14	3.86	-	3.93	-	-	-	-	-			1.48		2.27				
19	-	1.83	-	1.73	3.88	-	-	-	-									4.25
20	-	2.48	-	2.21	-	1.93	-	-	-									
21	-	4.86	-	-	4.04	-	-	-	-			9.10						2.68
22	-	-	-	-	1.38	-	-	-	-									
23	-	1.31	-	-	-	3.60	-	-	-									
24	-	2.10	-	-	-	-	-	-	-									
25	-	1.56	-	-	-	-	-	-	-									
26	-	-	8.58	-	-	-	-	-	-									
27											1.32							
TL	12	22	10	19	14	16	6	7	5	11	12	13	10	11	8	7	11	10

1 梭梭 *Haloxyon ammodendron*, 2 沙枣 *Elaeagnus angustifolia*, 3 头状沙拐枣 *Calligonum caput-medusae*, 4 多枝怪柳 *Tamarix ramosissima*, 5 胡杨 *Populus euphratica*, 6 宁夏枸杞 *Lycium barbarum*, 7 盐爪爪 *Kalidium foliatum*, 8 黑果枸杞 *Lycium ruthenicum*, 9 唐古特白刺 *Nitraria tangutorum*, 10 花花柴 *Karelinia caspica*, 11 疏叶骆驼刺 *Alhagi sparsifolia*, 12 河西苜蓿 *Scorzonera muriculata*, 13 芦苇 *Phragmites communis*, 14 盐穗木 *Halostachys caspica*, 15 盐生草 *Halogeton glomeratus*, 16 刺沙蓬 *Salsola ruthenica*, 17 戟叶鹅绒藤 *Cynanchum sibiricum*, 18 胀果甘草 *Glycyrrhiza inflata*, 19 大叶白麻 *Poa cynosuroides*, 20 苦马豆 *Sphaerophysa salsula*, 21 藜子朴 *Inula salsoloides*, 22 苦苣菜 *Sonchus oleraceus*, 23 地肤 *Kochia scoparia*, 24 狗牙根 *Cynodon dactylon*, 25 顶羽菊 *Acroptilon repens*, 26 盐节木 *Halocnemum strobilaceum*, 27 铃铛刺 *Halimodendron halodendron*。群落编号 The code of community: C9~C26。TL: 总种数 Total number。

(由荒漠乔木和灌木植物组成, 其中灌木有 3 种, 乔木 3 种, 各占总种数的 50%), 为造林时的建群种。4 年后, 群落 C9~C17 的物种数为 5~22 种; 群落的物种组成(除 C17 群落乔木仍占主要优势外)以草本为主, 其中灌木或半灌木 10 种, 占总种数的 38.46%; 乔木 2 种, 仅占 7.69%; 而侵入的草本植物 13 种, 占总种数的 50%; 藤本 1 种。7 年后, 现有群落 C18~C26 的物

种数为 7~13 种; 群落物种组成以灌木、草本为主, 其中灌木或半灌木 9 种, 占总种数的 50%; 乔木 2 种, 占 11.11%; 而草本植物 6 种, 占 33.33%; 藤本 1 种。

2000~2004 年, 防风固沙林的群落类型数量由初始的 8 个人工群落演变为 9 个人工 - 天然植物型群落: 头状沙拐枣 - 芦苇群落(C9)、盐生草(*Halogeton glomeratus*) + 花花柴群落(C10)、沙枣 - 芦苇群落

(C11)、梭梭-花花柴群落(C12)、芦苇+河西菊(*Scorzonera muriculata*)+花花柴群落(C13)、花花柴+盐生草群落(C14)、头状沙拐枣-胡杨群落(C15)、胡杨-芦苇群落(C16)和沙枣群落(C17)。2004~2007年,样地中的9个人工-天然植物群落组成继续发生变化。群落类型发展为沙枣-花花柴(C18)、沙枣-花花柴+盐穗木(C19)、花花柴-沙枣-头状沙拐枣(C20)、多枝怪柳-芦苇+花花柴(C21)、沙枣-芦苇(C22)、头状沙拐枣-河西菊-胡杨(C23)、多枝怪柳+头状沙拐枣-花花柴(C24)、胡杨-头状沙拐枣-戟叶鹅绒藤(C25)和梭梭-头状沙拐枣-沙枣(C26)。群落物种组成变化明显,群落类型和结构由简单向复杂转化。

4.2. 群落水平、垂直结构

经过发育和演变,4年后,人工群落已演变为人工-天然植物群落,群落由以荒漠乔木和灌木植物为主的双层结构过渡到了以乔木-灌木以及灌木-草本的双层结构为主,乔木-灌木-草本的三层结构为辅,群落层片增加。群落分三层:高大灌木层,以头状沙拐枣、梭梭和多枝怪柳为主;亚灌木层,以骆驼刺、盐穗木为主;草本层,以藜科、菊科草为主。7年后,群落的层片组成以乔木-灌木-草本的三层结构为主,乔木-灌木、灌木-草本的双层结构为辅,群落层次呈增加趋势,密闭度明显提高。群落物种组成发生了很大的变化。刺沙蓬、狗牙根、苦马豆(*Sphaerophysa salsula*)、苦苣菜等新增草本物种逐渐发生衰退或消亡,而铃铛刺却侵入、定居。群落分四层:乔木层,以沙枣和胡杨为主;高大灌木层,以多枝怪柳、头状沙拐枣和梭梭为主;亚灌木层,以骆驼刺、盐穗木为主;草本层,以菊科为主。群落在结构上和层片上均有所增加。

初始群落有两层,乔木层有胡杨、沙枣和杜梨(嫁接香梨的砧木)3种,灌木层有头状沙拐枣、梭梭和宁夏枸杞3种。4年后,乔木层中杜梨种群退出消失,只有胡杨和沙枣2种;灌木层有头状沙拐枣、多枝怪柳和梭梭3种;亚灌木层有宁夏枸杞、唐古特白刺(*Nitraria tangutorum*)、骆驼刺、盐穗木、黑果枸杞、盐节木(*Halocnemum strobilaceum*)和盐爪爪(*Kalidium foliatum*)7种,而宁夏枸杞种群衰退;草本层有藜科、菊科和豆科的草本植物,以及芦苇、黑果枸杞和大花

白麻等13种乡土植物种就地自然发生或侵入;增加的物种以草本、灌木为主,其中草本占主要优势。7年后,乔木层只有胡杨和沙枣2种;灌木层有头状沙拐枣、多枝怪柳和梭梭3种;亚灌木层有骆驼刺、宁夏枸杞、盐穗木、黑果枸杞、盐爪爪和铃铛刺6种,而唐古特白刺、盐节木种群消亡;草本层有6种;群落中的植物种类减少,由于植物根系受土壤水分的影响,减少的物种主要为草本层和亚灌木层的物种。

4.3. 群落物种多样性

造林4年后,宁夏枸杞种群衰退,杜梨种群退出消失,乡土植物种芦苇、花花柴、盐穗木、刺沙蓬(*Salsola ruthenica*)和河西苜(*Scorzonera muriculata*)等就地自然发生或侵入,与现有造林植物种共同构成了人工-天然植物群落,防风固沙林原有植物物种组成发生了变化。利用公式(1)计算出2004年、2007年群落中所有植物种的相对重要值(表1),其变化范围在0.02~41.91之间。C2→C10→C19群落物种组成变化最大,原来的乔灌群落变为草本植物占优势的乔灌草群落。乔木仍占主要优势。

根据公式(2)~(5),对人工-天然植物群落物种多样性进行分析,结果表明(表2):2004年 H' 指数的变化幅度为2.08~4,排序为:C10>C12>C14>C9>C13>C11>C16>C17>C15;S指数为:C10>C12>C14>C13>C9>C11>C16>C15>C17;Jsw指数为:C17>C11>C10>C16>C12>C14>C9>C15>C13,变化范围在0.80~0.91;而J指数为:C10>C12>C14>C9>C13>C11>C16>C17>C15。而2007年 H' 指数的变化幅度为2.34~3.16,排序为:C20>C19>C25>C22>C21>C26>C18>C23>C24;S指数为:C20>C18、C19、C21、C22>C25>C26>C23>C24;Jsw指数为:C26>C19>C25>C20>C24>C23>C22>C21>C18,变化范围在0.78~0.87;而J指数为:C20>C19>C25>C22>C21>C26>C18>C23>C24。

综上所述, H' 和J指数的大小随林分物种数的增加都有增大的趋势。C10和C20群落分别在2004年和2007年具有最高的物种多样性、较高的均匀度和最低的生态优势度。2004年,C12群落具有较高的物种多样性、一般的均匀度和较低的优势度,而C15群

Table 2. The diversity index of artificial-natural plant communities in 2004, 2007
表 2. 2004 年和 2007 年人工 - 天然群落的物种多样性

群落编号	R	J	H'	Jsw	群落编号	R	J	H'	Jsw
C9	12	0.8758	3.0605	0.8271	C18	12	0.7994	2.7928	0.7790
C10	22	0.9267	3.9891	0.8945	C19	12	0.8660	3.0970	0.8639
C11	10	0.8548	2.9921	0.9007	C20	13	0.8675	3.1571	0.8532
C12	19	0.8935	3.6372	0.8562	C21	12	0.8392	2.9052	0.8104
C13	14	0.8582	3.0402	0.7985	C22	12	0.8463	2.9499	0.8229
C14	16	0.8791	3.397	0.8493	C23	8	0.7853	2.4850	0.8283
C15	6	0.7250	2.0845	0.8064	C24	7	0.7700	2.3422	0.8343
C16	7	0.8006	2.4533	0.8739	C25	11	0.8527	2.9752	0.8600
C17	5	0.7433	2.1229	0.9143	C26	10	0.8290	2.9040	0.8742

落具有较低的物种多样性、均匀度和最高的优势度。2007 年, C19 群落具有较高的物种多样性、较高的均匀度和较低的优势度, 而 C24 群落具有较低的物种多样性、一般的均匀度和最高的优势度。与初始群落相比, 现有群落物种多样性呈增加的趋势。与 2004 年相比, 群落多样性减小; 群落物种多样性指数变化的幅度减小。

5. 结论

5.1. 群落结构由简单向复杂转化

群落的物种组成是区别不同群落的首要基本特征, 一个群落中种类成分的多少及各物种的个体数目, 是度量群落多样性的基础, 也是决定群落性质的最重要因素^[1]。地表补水干扰方式下现有人工 - 天然群落物种组成变化明显。群落物种数呈现先增加后下降的趋势。前 4 年, 水分得到稳定补充, 基本生境条件的逐步改善, 促进了乡土植物种尤其盐生植物种的发生和繁育。后 3 年, 由于灌溉条件恶化, 土壤浅层水分难以得到补给, 导致群落中一些浅根性的草本植物的死亡, 优势种群以灌木占据主要优势。

在群落演变过程中, 群落结构也发生了较大的变化。4 年后, 群落由双层结构过渡到了三层结构和双层结构, 群落层次增加。7 年后, 群落的层片组成以三层结构为主, 双层结构为辅, 群落层次呈增加趋势, 密闭度明显提高。群落向稳定方向发展。

5.2. 物种多样性水平呈现低 - 高 - 较低的变化

地表补水干扰后, 一些当地的原生植物种逐渐侵入人工植物群落中, 增加了初始群落的物种多样性,

在地表补水干扰方式下, 由于前 4 年灌溉充足这些不同类型人工群落的物种数增加的趋势比较明显, 林分物种数有较大的增加趋势。后 2 年由于水分缺乏, 补水减少且在最后一年停止地表补水干扰, 一些新增草本植物死亡, 而灌木减少的趋势不明显。与初始群落相比, 现有 7 龄群落物种多样性呈增加的趋势。但与群落 4 龄时相比, 群落物种多样性有下降的趋势; 群落物种多样性指数变化的幅度减小。

在长期缺水的塔里木河下游环境中, 地表补水干扰的主要目的在于恢复植被和激活植物种子库。研究表明地表补水人为干扰对塔里木河下游不同结构人工群落的物种多样性和优势种的优势度影响明显。地表补水干扰下不同结构防风固沙林 4~7 龄人工 - 天然植物群落的物种多样性随地表滴灌补水人为干扰强度的影响呈现先增加后减小的趋势, 一定程度上反映了物种的适应性。总体上来看, 地表补水干扰影响下人工植物群落物种多样性指数呈现由低 - 高 - 较低的变化趋势。可见, 在西北干旱区植物群落的发展演替过程中, 在群落向稳定方向发展阶段每年的灌溉量以 200~600 m³/hm² 为宜。

参考文献 (References)

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 马克平. 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: 268-277.
- [4] 常学礼, 鄂建国. 科尔沁沙地物种多样性[J]. 应用生态学报, 1997, 8: 151-156.
- [5] 赵志模, 郭依泉. 群落生态学原理与方法[M]. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1990: 147-154.

- [6] 郭道宇, 张金屯, 宫辉力等. 安太堡矿区复垦地植被恢复过程多样性变化[J]. 生态学报, 2005, 25(4): 764-770.
- [7] 王永健, 陶建平, 张炜银等. 茂县土地岭植被恢复过程中物种多样性动态特征[J]. 生态学报, 2006, 26(4): 1028-1036.
- [8] Y. R. Chen, L. K. Yin, C. Yan, et al. Exploring community stability and niche characteristics of dominant species of artificial plant communities in inland river area in desert. Proceedings of the China Association for Science and Technology, 2006, 2: 450-454.
- [9] 尹林克, 王雷涛. 荒漠内陆河地区人工植被重建中的植物物种选择与实践——以塔里木河中下游为例[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(3): 162-165.
- [10] 尹林克, 李涛. 塔里木河中下游地区荒漠河岸林群落种间关系分析[J]. 植物生态学报, 2005, 29(2): 226-234.
- [11] 宋永昌. 植被生态学——物种多样性[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001: 47-54.
- [12] 董鸣. 陆地生物群落调查观测与分析. 北京: 中国标准出版社, 1996: 3-18.
- [13] 卢琦, 李新荣, 肖洪浪等. 荒漠生态系统观测方法. 北京: 中国环境科学出版社, 2003: 66-92.
- [14] R. H. MacArthur. Fluctuations of animal populations and a measure of community stability. Ecology, 1955, 36(3): 533-536.
- [15] 李景文. 森林生态学[M]. 中国林业出版社, 1981: 209.
- [16] 戈峰. 现代生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 263.
- [17] 马克平. 生物群落多样性的测度方法. 中国科学院生物多样性委员会(主编). 生物多样性研究的原理与方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 141-160.