

黄土丘陵区人工与自然植物群落物种多样性研究 ——以安塞县为例

卜耀军¹, 温仲明², 焦峰², 焦菊英²

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 选取4个物种多样性指数对黄土丘陵区(安塞)主要的天然及人工群落物种多样性进行了研究, 试图讨论植被恢复重建途径与物种多样性的关系。结果表明: 处于植被自然恢复阶段的群落其物种丰富度指数、多样性指数、均匀度指数均在演替的第三阶段较高; 人工灌木群落的多样性指数和丰富度指数都要大于人工草本群落, 但是人工草本群落的均匀度指数要比人工灌木群落大; 同样, 天然植物群落比人工植物群落的均匀度指数小, 但其物种丰富度、多样性指数均高于人为干预的人工植物群落。

关键词: 黄土丘陵区; 植被恢复重建途径; 物种多样性

中图分类号: X171.1; X176

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)01-0004-03

Research on Bio-diversity of Artificial and Natural Plant Communities in Loess Hilly Region ——Taking Ansai County As an Example

BU Yao-jun¹, WEN Zhong-ming², JIAO Feng², JIAO Ju-ying²

(1. College of Resources and Environment of Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry;

2. Institute of Soil and Water Conservation of Chinese Academy of

Sciences and the Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract According to the research on the natural and artificial communities by four indexes of species diversity in loess hilly region (Ansai), the purpose is to discuss the relationship between re-vegetation manner and species diversity. The results showed that natural plant communities have relatively high index of abundance, species diversity and evenness especially in third stage of succession; the species diversity and abundance index of artificial bush communities was higher than artificial grass communities, but evenness index was lower than that of grass communities; also, the species diversity and abundance index of natural plant communities was higher than artificial plant communities, at the same time, it has lower abundance index than that of artificial plant communities.

Key words: loess hilly region; restoration ways; species diversity

物种多样性的保护和恢复是国际关注的全球环境问题之一。《全球生物多样性策略》一书中明确提出对生物多样性“挽救、研究和持续利用”的目标^[1]。在黄土高原地区, 生态恢复是防止水土流失、改善生态环境的根本措施。生物多样性作为生态系统恢复的目标之一, 在生态系统恢复中占有非常重要的地位。近年来, 针对生态恢复中的物种多样性问题, 已开展了相当的研究。但就目前看, 这些研究或针对特定的植物群落^[2], 或针对特定的恢复演替序列, 如草原植被恢复演替序列^[3], 森林植被恢复演替序列^[4], 而对不同植被恢复途径下

的物种多样性的研究较少。但在黄土高原地区, 生态恢复可以包括不同途径, 如人工恢复、半人工恢复及自然恢复等。这些不同的恢复途径, 对群落物种多样性恢复的影响也明显不同。系统分析这些不同恢复途径下的物种多样性变化规律及其特征, 对采取合理的植被恢复途径或不同途径组合以恢复重建生态系统具有重要的指导意义。鉴于此, 本文以黄土丘陵区安塞县为调查区, 试图通过对不同植被恢复重建途径(自然恢复、人工恢复、自然和人工恢复)与物种多样性的关系进行研究, 以其为该区域植被恢复重建提供一定的依据。

收稿日期: 2004-10-08

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX3-SW-421); 中国科学院“西部之光”人才培养计划项目(B22012900); 国家自然科学基金项目(40301029)资助

作者简介: 卜耀军(1978-), 男, 陕西绥德人, 在读硕士, 主要研究方向为环境生物学与生态环境工程。

1 研究区概况

安塞县地理位置为 36°51'N, 109°19'E。属黄土丘陵沟壑区第二副区。流域面积 8 27 km², 海拔 1 010~ 1 431 m。在气候区划上属暖温带半干旱气候。年均降雨量 483.9 mm, 其中 7~ 9 月份的降雨占全年的 58%, 干燥度 1.48, 多年平均气温 8.8℃, 年日照时数在 2 300~ 2 400 h 之间。无霜期 160 d 左右。由于滥垦滥伐, 毁林开荒, 植被遭到极大破坏, 森林植被几乎破坏殆尽, 流域生态系统严重退化之后。因此该区也是水土保持生态环境建设的重点区域。随着生态治理工程的开展, 人工恢复、半人工恢复及封禁治理等不同生态恢复途径在实践中得到应用, 并形成不同的植物群落, 为本研究的开展提供了较好的试验条件。

2 研究方法

2.1 资料收集

通过对安塞县现有的自然植被和人工植被进行调查, 根据其现有的主要类型, 共设样方 46 个, 其中人工植被 10 个, 主要集中在乔灌木植被; 自然植被 36 个。样地的设置采用典型取样法, 乔木样方面积 10 m × 10 m, 灌木样方 4 m × 4 m, 草本样方 1 m × 1 m。每个乔木样方内设置 1 个灌木样方, 10 个草本样方; 每个灌木样方内设置 10 个草本样方。记录的主要项目有: 植被类型、恢复时间、恢复方式、人类影响方式、土壤类型等; 草本植物的盖度、生物量、高度、频度、多度、株(丛)数等。

2.2 资料分析

群落的物种多样性指的是群落中物种的数目和每一物种的个体数目, 具有两种涵义: 种的数目或丰富度指一个群落或生境中物种数的多寡; 种的均匀度指一个群落或生境中全部物种个体数目的分配状况, 它反映的是各物种个体数目分配的均匀程度。测定多样性的公式很多, 本项调查采用的相关指数和计算公式如下^[5]。

重要值= 相对密度+ 相对频度+ 相对优势度

Margalef 物种丰富度指数 $R_1 = (S - 1) / \ln(n)$;

Simpson 多样性指数 $D = 1 - \sum P_i^2$;

Shannon- Wiener 多样性指数 $H' = - \sum P_i \ln P_i$;

Pielou 均匀度指数 $J_{sw} = H' / H_{max}$

式中: S——群落中的总物种数; n——观察到的个体数种数(随样本大小而增减); P_i ——种的个体数占群落中总个体数的比例; H_{max} ——最大的物种多样性指数, $H_{max} = \ln S$ 。

3 结果与分析

3.1 植被自然恢复过程及其物种多样性变化

植被自然恢复是植被恢复重建的重要途径之一。根据调查, 以不同恢复年限优势群落为依据, 植被恢复过程分为 4 个阶段, 在演替初期, 优势种为未能被耕耘消灭的杂草, 当耕种停止时, 首先形成优势植物群落, 优势种为猪毛蒿 (*Artemisia scoparia*), 该演替阶段存留时间决定于后期群落繁殖体的来源和数量, 一般 1~ 5 年; 其次, 随着植物群落演替的进行, 土壤条件发生变化, 其它物种开始侵入, 其主要侵入种有长芒草、达乌里胡枝子 (*Lespedeza davurica*)、赖草 (*Leymus scalinus*) 等, 长芒草、达乌里胡枝子为该阶段的优势群落, 之后, 随着土壤条件的改善, 铁杆蒿 (*Artemisia*

elini) 等多年生蒿类为优势的群落代替了禾草群落, 同时也有白羊草 (*B. orthochloa ischaemum*) 群落的出现; 最后是疏林草原阶段, 形成以沙棘 (*Hippophae rhamnoides*)、狼牙刺 (*Sophora viciifolia*) 为建群种的灌木群落。

由于演替过程中物种更替变化, 在不同的演替阶段, 群落的物种多样性也不同。根据表 1 和表 2, 可以看出, 在演替初期, 随着退耕年限的增加, 猪毛蒿群落的重要值、丰富度指数 Margalef 都是逐渐增大, 其余的指数如 Pielou, Simpson, Shannon- wiener 等都随时间的推移而减少。这种变化过程与退耕地植被的恢复过程相吻合。在初期, 较好的水分养分条件, 使得以猪毛蒿为主的一年生草种能够迅速均匀地占据农田空间, 尽管此时物种种类不多, 但分布均匀仍有较高的多样性指数。之后, 猪毛蒿逐渐退化, 一些新的草种侵入, 但限于生境的不均匀性, 新生草种分布不均匀, 因此, 多样性指数呈下降趋势; 随演替的进行, 部分 1~ 2 年生草种被淘汰, 进入演替的第二阶段, 物种重要值和丰富度指数 Margalef 与演替初期相比都是逐渐增大, 而其它 3 个多样性指数都普遍变小, 原因是由于均匀度指数比演替初期低的多; 在演替的第三个阶段, 物种重要值和丰富度指数 Margalef 都比前两个阶段都高, 同时均匀度也增大, 因此物种多样性也较高, 达到甚至比初期更高的水平。最后是疏林草原阶段, 物种重要值和演替初期相比非常接近, 虽然物种种类略有降低, 但均匀度增大, 因此物种多样性也较高, 达到跟初期差不多的水平。

表 1 不同植物群落不同恢复年限的生物多样性变化

群落	恢复年限/a	丰富度指数	辛普森指数	香农- 威纳指数	物种均匀度指数
猪毛蒿	2	34.1	0.85	1.93	0.48
	3	35.5	0.82	1.84	0.37
	4	36.2	0.81	1.75	0.33
	6	36.8	0.74	1.98	0.32
赖草	3	35.6	0.79	1.41	0.42
	5	35.9	0.64	1.36	0.29
	8	36.5	0.64	1.34	0.26
	11~ 12	37.7	0.62	1.32	0.22
达乌里胡枝子	10	37.5	0.62	1.30	0.29
长芒草	14~ 15	37.01	0.53	1.14	0.27
铁杆蒿	8	37.1	0.84	2.01	0.45
	16	37.5	0.87	1.77	0.43
	22	37.2	0.86	1.66	0.41
白羊草	22	41.0	0.86	1.84	0.48
	30	43.3	0.84	1.74	0.44
	40	50.22	0.81	1.78	0.36
沙棘	12~ 13	33.23	0.87	1.97	0.42
柠条	22	32.50	0.83	1.87	0.39
	40	31.80	0.75	1.90	0.37
刺槐	40	31.34	0.84	1.96	0.48
	45	34.10	0.83	1.89	0.44

3.2 植被恢复途径对物种多样性的影响

3.2.1 人工恢复途径对物种(灌草)多样性变化的影响

除自然恢复形成的植被群落外, 安塞县还有大量的人工植被群落。据调查, 现存的主要灌木林分为沙棘和柠条; 主要的人工草被群落为沙打旺。此次调查的灌木群落生长年限不一, 有 3~ 4 a 的, 也有 10~ 40 a 的。经过多年的生长, 灌木林下的草本层基本上处于相对生态平衡阶段, 成为与环境相适

应的稳定群落。从表 3 看出,人工牧草(3~ 4 a)物种单一,但样性指数都小于灌木林下草被群落。分布均匀,均匀度指数比灌木林草本层高,但丰富度指数、多

表 2 安塞不同恢复年限各植物种重要值

<i>i</i>	<i>J</i> = 2	3	4	5	6	8	10	11~ 12	12~ 13	14~ 15	16	22	30	40	45
1	66 2	86 3	114 8	0 00	157. 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
2	0 00	120	0 00	127. 3	0 00	106	0 00	134. 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	107. 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	52 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	74 6	0 00	0 00	0 00	0 00	105. 2	120 4	0 00	0 00	0 00
6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	134	134 4	135	0 00
7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	80 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	91. 27	0 00	68 22	0 00
9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	101. 36	100 65

(说明: *i*- 植物名称, *i*= 1, 2, ..., 9, 植物名称依次为: 猪毛蒿、赖草、达乌里胡枝子、长芒草、铁杆蒿、白羊草、沙棘、柠条、刺槐; *j*- 恢复年限。

表 3 人工灌草群落物种多样性变化

群落	恢复年限/ <i>a</i>	丰富度指数	辛普森指数	香农- 威纳指数	物种均匀度指数
人工沙打旺	4	32 25	0 53	1. 45	0 82
柠条林下铁杆蒿	22	36 50	0 89	1. 96	0 65
柠条林下铁杆蒿	40	34 79	0 66	1. 64	0 47
沙棘林下长芒草	14~ 15	35 39	0 86	1. 74	0 75
沙棘林下长芒草	27~ 28	34 32	0 71	1. 69	0 59

即使是同一种灌木林分,由于成林时间的差异,其物种多样性也不相同。就柠条灌木林来看,随着成林时间的延长,物种的均匀度降低,如恢复 22 a 的柠条林的均匀度 Pielou 值为 0 65,而恢复 40 年的柠条林均匀度下降到 0 47;同时丰富度指数也从 36 50 降低到 34 79;物种多样性也有不同程度的减少, Simpson 指数从 0 89 降低到 0 66, Shannon-Wiener 指数从 1. 96 降到 1. 64, 同样沙棘林也具有类似的趋势,这说明柠条林在营造年限超过 18 a 以后,群落已经处于衰败阶段。从林分的持续发展考虑,需要对这些灌木林进行适度更新,以形成稳定持续的植物群落。

3.2.2 自然恢复和人工恢复途径对物种(草本)多样性的影响

根据调查,安塞县发现主要的乔灌木植被大都是人工建造的,而不是天然生长起来的,因此,为使结果具有可比性,本研究选择了年限接近、立地条件相似的自然和人工草本群落,对人工与自然恢复的草本植被群落物种多样性进行比较。

根据表 4,人工草主要以沙打旺为主,人工恢复群落由于人为活动的参与,物种单一,种植的沙打旺在群落组成中占据绝对优势,其它杂草类的生长受到较大限制,种类不多且数量少。比较恢复年限接近的不同恢复方式的植被群落,人工沙打旺群落均匀度指数比自然恢复群落的均匀度指数要大,但用于表征物种多样性的丰富度指数、Simpson 指数和 Shannon-wiener 指数都要比自然恢复植被小。

从生物多样性恢复的角度讲,自然恢复形成的群落要比

参考文献:

[1] WRI, IUCN, UNDP. Global biodiversity strategy: Guideline for action to save, study and use biotic wealth and equitability[M]. Washington D, C, 1992

[2] 刘创民, 李昌哲. 北京九龙山灌丛植被的物种多样性分析[J]. 林业科学研究, 1994, 7(2): 143- 148

[3] 邹厚远, 程积民. 黄土高原草原植被的自然恢复演替及调节[J]. 水土保持研究, 1998, 5(1): 126- 138

[4] 朱志诚, 黄可. 陕北黄土高原森林草原地带植被恢复演替初步研究[J]. 山西大学学报(自然科学版), 1993, 16(1): 94- 100

[5] 马克平. 生物多样性的测度方法[A]. 见: 中国科学院生物多样性委员会. 生物多样性研究的原理和方法[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994. 141- 166

样性指数都小于灌木林下草被群落。

人工恢复形成的群落在结构和功能上稳定,因为植被自然恢复符合植被演替规律,而且自然植被生物多样性比人工恢复群落丰富,抵御自然灾害能力强,具有优良的改善和保护环境的能力。

表 4 不同植被恢复重建途径下物种多样性变化

群落	恢复方式	恢复年限/ <i>a</i>	丰富度指数	辛普森指数	香农- 威纳指数	物种均匀度指数
赖草	自然恢复	3	35 6	0 65	1. 36	0 26
赖草	自然恢复	5	37. 5	0 66	1. 38	0 24
达乌里胡枝子	自然恢复	4	37. 3	0 63	1. 35	0 27
长芒草	自然恢复	4	37. 1	0 62	1. 34	0 25
人工沙打旺	人工恢复	3	33 5	0 58	1. 30	0 29
人工沙打旺	人工恢复	4	34 2	0 51	1. 24	0 31

4 结 论

(1)处于植被自然恢复阶段的群落,在演替的第一、二、三阶段其物种重要值和丰富度指数 Margalef 是逐渐升高的,第四阶段与第一阶段相近,但是物种多样性指数和均匀度指数从第一到第二阶段是递减的,第三阶段升高,第四、一阶段相接近。

(2)对于人工恢复途径对灌草群落物种多样性的影响是:人工灌木群落的多样性指数和丰富度指数都要大于人工草本群落,但是人工草本群落的均匀度指数要比人工灌木群落的大。同时超过一定年限的灌木群落,生物多样性下降,表现出一定程度的衰败,需要进行适度的人工更新,以促进群落的持续发展。

(3)自然恢复和人工恢复途径对草本群落物种多样性的影响是:天然植物群落比人工植物群落的均匀性指数小,但其物种丰富度、多样性指数均高于人为干预的人工植物群落。