

# 延安市张梁试区退耕地植被自然恢复与多样性变化\*

刘建军<sup>1</sup>, 崔宏安<sup>1</sup>, 王得祥<sup>1</sup>, 夏文辉<sup>2</sup>, 杨正礼<sup>3</sup>

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 陕西省延安市林业局, 陕西 延安 716000; 3. 中国林科院 林业研究所, 北京 100091)

**摘要:**采用样方法对延安市张梁试区退耕地自然恢复过程中植被组成及其多样性特征进行了调查研究, 结果表明: ①退耕地自然恢复形成的自然植被群落共有 58 种植物, 分属于 19 个科, 以菊科和禾本科植物最为丰富; ②当年退耕地、1 a 退耕地、2 a 退耕地、5 a 退耕地和 13 a 退耕地的植物群落的 Simpson 多样性指数分别为 0.899、0.793、0.808、0.936 和 0.946, Shannon-Weiner 信息统计指数、Pielou 均匀度指数的变化趋势和 Simpson 优势度指数基本相似; 地上部分生物量分别为 1.845、4.539、5.351、3.875、4.650 t·hm<sup>-2</sup>; 地下部分生物量分别为 0.038、0.488、0.563、1.913 和 2.063 t·hm<sup>-2</sup>; 地下/地上生物量比值分别为 0.02、0.11、0.11、0.49 和 0.44。③植物生活型当年退耕地主要以 1 年生植物为主, 占 62.5%; 5 a、13 a 退耕地均以地面芽植物为主, 所占比例分别为 48.3%、46.9%。

**关键词:**退耕地; 植被; 多样性

**中图分类号:** S718      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-7461(2002)03-0008-04

## 退耕地植被自然恢复与多样性变化 ——以延安市张梁试区为例

LIU Jian-jun<sup>1</sup>, CUI Hong-an<sup>1</sup>, WANG De-xiang<sup>1</sup>, XIA Wen-hui<sup>2</sup>, YANG Zheng-li<sup>3</sup>

(1. College of Forestry, NW Sci-Tech Univ. of Agr. and For., Yangling, Shaanxi, 712100, China; 2. Forestry Bureau of Yan'an City, Yan'an, Shaanxi, 716000, China; 3. Forestry Institute, Chinese Academy of Forestry, Beijing, 100091, China)

**Abstract:** The composition of plants and its characteristics of diversity in the process of the natural restoring on the returned farmland are studied by means of samples in the experiment area of Yan'an city. The results show that there are 58 kinds of plants among the natural plant communities formed by the natural restoring of the returned farmland, and they belong to 19 families, respectively, of which the composite family and the grass family take up the most part of the whole. As for the same year returned farmlands, one-year returned farmland, two-year returned farmland, five-year returned farmland and thirteen-year returned farmland, their Simpson diversity indexes of plant communities are 0.899, 0.793, 0.808, 0.936 and 0.946 respectively. The changing trends of the Shannon-Weiner index, the Pielou index and the Simpson index are alike. The biomass on the ground are 1.845, 4.539, 5.351, 3.875 and 4.650 t·hm<sup>-2</sup> respectively and those under the ground are 0.038, 0.488, 0.563, 1.913 and 2.063 t·hm<sup>-2</sup> respectively. The ratios of biomass between the ground and under the ground are 0.02, 0.11, 0.11, 0.49 and 0.44 respectively. In the same year returned farmland therophytes are the main part in the life form of the plants, making up 62.5%. In the five-year returned farmland chamaephytes are the main part in that, taking up 48.3%; in thirteen-year returned farmland chamaephytes take up 46.9%.

**Key words:** the returned farmland; vegetation; diversity

植被永远是防止水土流失的最积极的因素<sup>[1]</sup>。黄土高原是我国水土流失最为严重的地区,加强林草植被建设,实施退耕还林还草是防止水土流失,改善生态环境的有效途径。为了探索黄土丘陵沟壑区退耕地植被自然恢复过程,掌握植被演替过程中植物多样性变化特征,笔者在延安市张梁试区,对不同退耕年限的退耕地植被自然演替过程进行了调查研究,旨在为进一步仿拟自然演替规律恢复和重建稳定的植物群落提供理论依据。

## 1 研究区自然概况

延安市张梁试区位于延安市城乡结合部,距离市中心 2 km,海拔 1 050~1 200 m,土壤为黄绵土,坡度 15~20°<sup>[2]</sup>。

## 2 研究方法

### 2.1 取样方法

在不同退耕年限(当年退耕,退耕 1、2、5、13 a)的退耕地,各设置 10 个 2 m×2 m 的调查样方,调查记载样方内的植物种类、多度、盖度和生活型。调查完成后,各选择 2 个样方采用刈割法,测定地上部分和地下部分植被生物量鲜重。并采样(50 g 左右)带回实验室,在 105℃ 条件下烘干 8 h,求含水率,计算生物量干重。

### 2.2 生活型

采用 C. Raunkiaer 分类系统<sup>[3]</sup>,即根据休眠和复苏芽所处位置的高低和保护方式,把高等植物划分为高位芽植物(phanerophytes)、地上芽植物(chamaephytes)、地面芽植物(hemicryptophytes)、地下芽植物(geophytes)和 1 年生植物(therophytes)。

### 2.3 重要值

重要值  $I=(\text{相对密度}+\text{相对频度}+\text{相对优势度})/300$  (1)

### 2.4 植物群落多样性指数

主要采用 Simpson 的优势度指数、Shannon-Weiner 信息统计指数和 Pielou 的均匀度指数作为多样性指数的测度值<sup>[4~8]</sup>。

丰富度指数  $S=\text{出现在样方的物种数}$  (2)  
Simpson 指数

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S \{[n_i(n_i - 1)]/[N(N - 1)]\}$$
 (3)  
Shannon-Weiner 指数

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \ln P_i)$$
 (4)

Pielou 均匀度指数

$$J = [- \sum_{i=1}^S (P_i \ln P_i)]/\ln S$$
 (5)

式中: $D$  为 Simpson 的优势度指数; $H'$  为 Shannon-Weiner 信息统计指数; $J$  为 Pielou 均匀度指数; $S$  为物种数; $P_i$  是样方中  $i$  物种的重要值( $n_i$ )与所有物种总重要值( $N$ )的比。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同年限退耕地植物种类及其重要值

退耕地自然恢复形成的自然植被群落共有 58 种植物,分属于 19 个科,以菊科和禾本科植物最为丰富,其次为藜科、旋花科和豆科,其中菊科植物 12 种(尤以蒿属植物最为丰富),禾本科植物 8 种。退耕年限不同组成的植物种类丰富度也有所不同,且优势种存在很大的差异。由表 1 可以看出,随着退耕年限的增加物种丰富度增加。当年的退耕地(退耕半年)含有 16 种植物,优势种为刺儿菜(*Cephalanoplos segetum*)、打碗花(*Calystegia hederacea*)、画眉草(*Eragrostis pilosa*)、茵陈蒿(*Artemisia capillaris*),重要值分别为 20.2、15.0、13.8、10.3;退耕 1 a 后植物种类增加到 22 种,优势种发生了明显变化,自然植被总盖度达到 95% 以上,茵陈蒿占明显优势,其中含有猪毛菜(*Salsola collina*)、大籽蒿(*Artemisia sieversiana*)、牛儿苗(*Erodium stephanianum*)、野菊(*Dendranthema indicum*)等,形成以茵陈蒿为优势的单优群落;5 a 后的退耕地包含有 29 种植物,优势种为茵陈蒿、长芒草(*Stipa bungeana*)、草地早熟禾(*Poa pratensis*),同时达乌里胡枝子(*Lespedeza dahurica*)、杠柳(*Periploca sepium*)、华北覆盆子(*Rubus idaeus*)等半灌木或灌木植物出现。13 a 后的退耕地有 32 种植物,长芒草、中华隐子草(*Cleistogenes chinensis*)、尖叶铁扫帚(*Lespedeza juncea*)、铁杆蒿(*Artemisia gmelinii*)占有明显优势,河朔莠花(*Wikstroemia chamaedaphne*)等灌木出现,形成以禾本科植物为优势的群落。

### 3.2 不同年限退耕地植物多样性比较

通过对不同年限退耕地组成植物 Simpson 的优势度指数、Shannon-Weiner 信息统计指数和 Pielou 的均匀度指数比较分析(表 2),可以看出,植物 Simpson 多样性指数当年退耕地为 0.899,1 a 退耕地为 0.793,2 a 退耕地为 0.808,5 a 退耕地为

0.936, 13 a 退耕地为 0.946, 其变化趋势是退耕时间为 1~2 a 时最低, 退耕时间越长, 随着植物的自然恢复演替, 植物多样性指数不断增加。退耕 1~2 a 的退耕地多样性指数最低的主要原因是, 由于所有的植物都是在当年撂荒裸地上同时开始的演替, 各植物繁殖体自然侵入裸地的概率相近, 且处于侵入期, 不同植物之间竞争还不是很激烈, 没有明显的优势种, 随着群落的形成, 不同植物种间存在明显的竞争和反应, 特别是退耕 1~2 a 左右, 1 年生植物很快被淘汰, 而菊科蒿属的植物由于其个体大, 竞争能力

强, 很快在撂荒裸地上形成单优群落, 相对盖度有些地段达到 95% 以上, 这样其他植物也就很难侵入, 生物多样性指数就较低。蒿属植物多为 2 年或多年生植物, 当蒿属自然死亡后, 一些禾本科植物大量侵入, 随着立地环境的不断改善, 自然植被得到不断恢复演替, 植物多样性指数逐渐增加, 开始出现了半灌木和灌木植物。Shannon-Weiner 信息统计指数和 Simpson 优势度指数的值存在很大差异, 但其变化趋势完全相同。Pielou 均匀度指数值也表现出相同的趋势, 其均匀度值在 0.738~0.887 之间。

表 1 不同年限退耕地植物种类组成

Table 1 Plants composition on returned farmland in the different stages

序号	当年退耕地	1 a 退耕地	2 a 退耕地	5 a 退耕地	13 a 退耕地
1	刺儿菜	茵陈蒿	茵陈蒿	茵陈蒿	长芒草
2	打碗花	牛儿苗	野菊	长芒草	铁杆蒿
3	画眉草	达乌里胡枝子	猪毛菜	草地早熟禾	中华隐子草
4	茵陈蒿	猪毛菜	大籽蒿	华北覆盆子	尖叶铁扫帚
5	铁杆蒿	狗尾草	牛儿苗	杠柳	草地早熟禾
6	狗尾草	硬毛棘豆	狗哇花	中华隐子草	茵陈蒿
7	猪毛菜	秕稗	达乌里胡枝子	铁杆蒿	达乌里胡枝子
8	牛儿苗	画眉草	打碗花	香青兰	狗尾草
9	苦卖菜	苦卖菜	刺儿菜	艾蒿	狗哇花
10	黄花蒿	刺儿菜	茭蒿	茭蒿	河朔莠花
丰富度	16	18	22	29	32
盖度/%	65	96	96	90	90

注: 本表仅列出了重要值较大的前 10 种植物。

表 2 不同年限退耕地植物多样性指数

Table 2 Diversity indexes of plants on returned farmland in the different stages

多样性指数	当年退耕地	1 a 退耕地	2 a 退耕地	5 a 退耕地	13 a 退耕地
优势度指数	0.899	0.793	0.808	0.936	0.946
信息统计指数	2.444	2.144	2.268	0.976	3.075
均匀度指数	0.882	0.742	0.738	0.884	0.887

3.3 不同年限退耕地植物生活型谱

植物生活型的形成是植物对相同环境条件趋同适应的结果, 对不同演替阶段植物生活型谱分析, 不仅能揭示植物和环境间的关系, 还可掌握不同演替阶段群落的外貌特征。通过对不同退耕年限退耕地植被自然恢复过程中的生活型谱分析(表 3), 当年退耕地主要以 1 年生植物为主, 占 62.5%; 退耕 1 a 以后的各退耕地均以地面芽植物占明显优势, 并开始出现地上芽植物, 1、2、5、13 a 退耕地地面芽植物分别占 38.9%、50.0%、48.3%、46.9%, 在 13 a 退耕地中出现了一定比例的高位芽植物, 主要是一些自然更新的幼树和灌木, 如榆树(*Ulmus pumila*) 5 年生幼苗和河朔莠花灌木, 而 1 年生植物、地下芽植物和地上芽植物所占的比例分别为 25.0%、12.5%

和 12.5%。从地面芽植物和 1 年生植物占优势可以反映出本区寒冷和较为干旱的气候特点。

表 3 不同年限退耕地植物生活型谱比例

Table 3 Life form of plants on returned farmland in the different stages

生活型	当年退耕地	1 a 退耕地	2 a 退耕地	5 a 退耕地	13 a 退耕地
高位芽植物					3.1
地上芽植物		5.6	13.6	6.9	12.5
地面芽植物	25.0	38.9	50.0	48.3	46.9
地下芽植物	12.5	22.2	13.6	17.2	12.5
1 年生植物	62.5	33.3	22.7	27.6	25.0

3.4 不同年限退耕地植物生物量比较

不同年限退耕地植物的生物量测定结果(表 4)表明, 当年退耕地植物地上部分生物量为 1.845 t·hm<sup>-2</sup>, 地下部分为 0.038 t·hm<sup>-2</sup>, 1~2 a 退耕地植物地上部分生物量达 4.539~5.351 t·hm<sup>-2</sup>, 地下部分生物量 0.488~0.563 t·hm<sup>-2</sup>, 13 a 退耕地植物地上部分生物量为 4.650 t·hm<sup>-2</sup>, 植物地下部分生物量为 2.063 t·hm<sup>-2</sup>, 即退耕后 1~2 a 内植物地上部分生物量增加很快, 然后变化不很明显, 这主要是退耕后的 1~2 a, 茵陈蒿等蒿属植物很快占据退耕地, 形成单优群落, 由于其个体较大, 盖度也

大,地上部分生物量相对较高。随着退耕年限的增加,禾本科植物逐渐占据优势,形成较为稳定的草本群落层,其地上部分生物量变化不是非常明显,但其地下部分生物量明显增加。这一点从地下/地上生物量比值可以看出,退耕当年地下/地上生物量比值仅为 0.02,1~2 a 退耕地地下/地上生物量比值也只有 0.11,但 5 a 和 13 a 退耕地地下/地上生物量比值达到 0.49 和 0.44。反映了植被自然演替过程中,随着进展演替的进行,植物地下部分生物量所占的比例不断增加,逐渐形成较大的地下吸收器官,增强植物适应环境的能力,提高群落的稳定性。

表 4 不同年限退耕地植物生物量

Table 4 Biomass on returned farmland in the different stages			
退耕年限	地上部分 /t · hm <sup>-2</sup>	地下部分 /t · hm <sup>-2</sup>	地下/地上
当年退耕地	1.845	0.038	0.02
1 a 退耕地	4.539	0.488	0.11
2 a 退耕地	5.351	0.563	0.11
5 a 退耕地	3.875	1.913	0.49
13 a 退耕地	4.650	2.063	0.44

万方数据

4 结论

退耕地自然恢复形成的自然植被群落共有 58 种植物,分属于 19 个科,以菊科和禾本科植物最为丰富,其次为藜科、旋花科和豆科,其中菊科植物 12 种(尤以蒿属植物最为丰富),禾本科植物 8 种。随着退耕年限的增加物种丰富度明显增加。当年的退耕地(退耕半年)含有 16 种植物;退耕 1 a 后植物种类增加到 22 种;13 a 退耕地有种类 32 种,并有河朔莠花等灌木出现。

不同年限退耕地植物 Simpson 多样性指数有一定差异,当年退耕地 Simpson 多样性指数为 0.899,1、2 a 退耕地为 0.793 和 0.808,5 a 退耕地为 0.936,13 a 退耕地为 0.946,其变化趋势是退耕时间为 1、2 a 时低,随着植物的自然恢复演替,植物多样性指数不断增加。Shannon-Weiner 信息统计指

数和 Simpson 优势度指数的值存在差异,但其变化趋势完全相同。Pielou 均匀度指数值也表现出相同的趋势,其均匀度值在 0.733~0.887 之间。

当年退耕地植物生活型主要以 1 年生植物为主,占 62.5%,随着退耕时间的延长,地面芽植物开始占据明显优势;5 a 退耕地地面芽植物所占比例为 48.3%;13 a 退耕地地面芽植物所占的比例为 46.9%,并出现了一定比例的高位芽植物。总的来看,退耕地植物生活型以地面芽植物和 1 年生植物占优势,反映了本区寒冷和较为干旱的气候特点。

当年退耕地植物地上部分生物量为 1.845 t · hm<sup>-2</sup>,地下部分为 0.038 t · hm<sup>-2</sup>,1、2 a 退耕地植物地上部分生物量达 4.539、5.351 t · hm<sup>-2</sup>,地下部分生物量 0.488、0.563 t · hm<sup>-2</sup>,13 a 退耕地为 4.650、2.063 t · hm<sup>-2</sup>。退耕当年地下/地上生物量比值仅为 0.02,1~2 a 退耕地地下/地上生物量比值也只有 0.11,5 a 和 13 a 退耕地地下/地上生物量比值为 0.49 和 0.44。

参考文献:

[1] 朱显谟. 黄土高原植被因素对水土流失的影响[J]. 土壤学报, 1960, 8(2):110-120.

[2] 屈永健,聂西省,韩虹,等. 延安市绿地系统规划[J]. 西北林学院学报,2001,16(3):57-60.

[3] 李景文. 森林生态学[M]. 北京:中国林业出版社,1994.180-183.

[4] 马克平. 生物群落多样性的测度方法 I α 多样性的测度方法(上)[J]. 生物多样性, 1994,2(3):162-168.

[5] 马克平. 生物群落多样性的测度方法 I α 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性,1994, 2(4):231-239.

[6] 程积民,万惠娥,杜峰. 黄土高原半干旱退化灌草植被的恢复与重建[J]. 林业科学, 2001, 37(4):50-57.

[7] 史作民,刘世荣,程瑞梅. 宝天曼地区栓皮栎林恢复过程中高等植物物种多样性变化[J]. 植物生态学报,1998,22(5):415-421.

[8] 郝占庆,陶大立,赵士洞. 长白山北坡扩红松林及其次生白桦林高等植物物种多样性比较[J]. 应用生态学报, 1994,5 (1):16-23.