

晋西黄土丘陵沟壑区植被演替规律研究

王晓宁, 向家平, 赵廷宁, 王百田

(北京林业大学 水土保持学院 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083)

摘 要: 以山西省方山县土桥沟小流域为例, 采用样线、样方相结合的调查方法, 初步研究了晋西黄土丘陵沟壑地区植被的演替规律。结果表明, 该地区乔木层以油松、刺槐为优势种, 重要值分别为 117.34、69.96; 灌木层以胡枝子、小叶锦鸡儿、沙棘为主, 重要值分别为 169.45、74.05、36.92; 草本层以铁杆蒿、赖草等菊科及禾本科植物为主, 重要值为 126.18、82.63。对比和聚类分析表明, 土桥沟小流域典型群落类型为黄刺玫群丛、沙棘群丛、达乌里胡枝子群丛、油松群丛、刺槐群丛、华北落叶松群丛、白榆群丛、侧柏群丛。该地区植物种的演替序列大致为: 次生裸地—草地阶段—杂灌阶段—先锋乔木林阶段—针叶林阶段。整个流域的演替方向是在朝着刺槐群落、油松群落、白榆群落、侧柏群落、白榆刺槐混交群落方向演替。

关键词: 植被演替; 黄土丘陵沟壑区; 重要值; 土桥沟流域

文献标识码: A **文章编号:** 1000—288X(2009)03—0103—05 **中图分类号:** S714.7, S718.54⁺1

A Study of Vegetation Succession in the Loess Hill and Gully Area of Western Shanxi Province

WANG Xiao-ning, XIANG Jia-ping, ZHAO Ting-ning, WANG Bai-tian

(College of Soil and Water Conservation, and Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Combating Desertification of the Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: By using the combined grid and line method in vegetation investigation, vegetation succession in the hill and gully area of western Shanxi Province was studied by a case study of Tuqiaogou small watershed in Fangshan County of Shanxi Province. Results showed that Chinese pine and silver chain (importance value: 117.34 and 69.96, respectively) are predominant species of the tree layer in the area. Lespedeza, *C. microphylla*, and sea-buckthorn (importance value: 169.45, 74.05, and 36.92, respectively) are predominant species of the shrub layer. The herb layer is made of composite and gramineous plants (importance value: 126.18 and 82.63, respectively). Analysis of comparison and clustering showed that community types are pine cluster and lespedeza cluster in Tuqiaogou small watershed. Vegetation succession list is from bareground, grassplot, shrub, pioneer trees to conifer. Succession direction of the whole watershed is toward the silver chain community, Chinese pine community, elm community, arborvitae community, and elm-silver chain mixed community.

Keywords: vegetation succession; loess hill and gully area; important value; Tuqiaogou small watershed

黄土高原由于强烈的水土流失使其生态系统正处于极度退化的状态。加速该地区退化生态系统的恢复与重建, 无论对于改善区域生态环境还是对于整个西北地区生态系统生产力的提高均具有极其重大的意义。

黄土高原的治理有赖于植被措施, 但先行的林业措施很多不符合植被演替的规律, 故此形成许多不稳定的低效残次林。因此植被群落演替的研究对黄土

高原退化生态系统的恢复和重建同样具有重要的生态意义^[1]。山西方山地区存在多种植被类型, 属于弃耕地改造人工林地区, 该地区植被的发展趋势以及在演替中的作用也亟待研究。

目前国内外对于黄土高原植被恢复方面的研究主要集中在大尺度范围内的植被演替规律研究^[2], 还没有具体涉及到晋西黄土丘陵沟壑区的植被演替规律问题。

收稿日期: 2008-11-13

修回日期: 2009-03-29

资助项目: “十一五” 国家科技支撑计划“黄土高原丘陵沟壑半干旱区水土保持抗旱造林及径流林业技术试验示范”(2006BAD03A1201)

作者简介: 王晓宁(1982—), 男(汉族), 河北省阳原县人, 硕士研究生, 主要从事水土保持研究。E-mail: haixin328@163.com。

通信作者: 赵廷宁(1962—), 男(汉族), 河北省张家口市人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为水土保持、工程绿化、生态恢复。E-mail: zhtning@bjfu.edu.cn。

本文主要针对这一特定区域来揭示该地区演替系列的物种组成、生活型功能群落组成及植被演替方向等变化规律,阐明该地区植被恢复过程及演替特征,为该地区的植被恢复提供理论依据,也为该地区的林业生态建设提供植被演替规律方面的成果支持。

1 研究区概况

1.1 自然环境概况

研究区位于山西省离石市方山县峪口镇土桥沟小流域,地理坐标为东经 $111^{\circ}11'15''$ — $111^{\circ}15'00''$,北纬 $37^{\circ}40'00''$ — $37^{\circ}47'00''$,地处黄河中游黄土高原丘陵沟壑区的晋西吕梁山脉中段西侧。该研究区域气候属暖温带大陆性季风气候,光热资源较为丰富,降水量偏少,冬季干冷晴朗,春季干旱多风,夏季温热多雨,秋季短暂凉爽。无霜期 140 d,年平均气温 8.7°C ,年均降水量 400~500 mm 左右,且年内降水量分配不均,6—9 月份的降水量占到全年的 70% 以上。该区域属于晋西黄土丘陵沟壑区,土壤主要为褐土,伴有山地褐土,土层深厚,pH 值接近 8.0,土质疏松多孔,肥力较差。

1.2 植被现状及分布

研究区内的植被主要是乔木、灌木、木质藤本、半灌木、多年生及 1、2 年生草本等。乔木种类较少,且多为人工次生林。主要植被有刺槐 (*Robinia pseudoacacia*),油松 (*Pinus tabulaeformis*),侧柏 (*Platycladus orientalis*),华北落叶松 (*Larix principis-rupprechtii* Mayr),白榆 (*U. pumila*),沙棘 (*Hippophae rhamnoides*),达乌里胡枝子 (*L. davurica*),黄刺玫 (*Rosa xanthina*),小叶锦鸡儿 (*Caragana microphylla* Lam),铁杆蒿 (*Artemisia sacrorum*) 等。此外,流域内多年生草本和 1、2 年生草本相对较为丰富,多年生草本有赖草 (*Leymus secalinus* Tzvel),长芒草 (*S. bungeana*),苔草 (*Carex tristachya*),铁丝草 (*P. sphondylodes*) 等,1、2 年生草本植物有茜草 (*R. cordifolia*),败酱 (*P. heterophylla*),野豌豆 (*V. cracca*) 等。

人工水土保持林所占面积较大,在阳坡、半阳坡多分布为刺槐、侧柏、白榆等;阴坡和半阴坡为油松、刺槐、沙棘等,且多以成片分布,总盖度约 60%~80%,主要伴有赖草、蒿类等草本及黄刺玫 (*Rosa xanthina* Lindl) 等灌木。地带性植被则主要有落叶松,主要分布在海拔 1300 m 左右。这些是黄土高原的主要造林树种和草种,由于其适应性强,生长快,繁殖容易等特点,成为黄土高原水土保持的先锋树种,对保持水土,改造生态环境起到了非常重要的作用。

2 研究内容及方法

紧紧抓住模拟自然植被这一前提,采取综合性的野外调查取样与室内分析相结合,线路调查与标准地调查相结合,定性与定量分析相结合的研究方法,对当地总体的植被现状、各类植被的高度、盖度、分布状况进行调查,从而对当地植被演替进行综合分析。

2.1 植被野外调查

本研究区域涉及面积 219.7 hm^2 ,实际作业面积 150.0 hm^2 ,2003 年 7—8 月和 2007 年 6—9 月分别对研究区进行了实地调查。

在作业区域内采用样线调查,具体方法为:用 50~100 m 的卷尺或测绳作为一条基线,在该基线上可以随机选出一系列点,作为样线的起点,用卷尺或测绳沿垂直于基线的方向 5~10 m (垂直距离) 设置样方进行植被调查。样线走向设置方式为:梁峁顶部沿山脊线走向设置样线基线,沟底沿主沟道走向设置样线基线,其余两个生境(阳坡、阴坡)的样线设置为垂直基线走向,这样可以更突出地反映出由于地形分割而引起的植被变化。此次调查过程中针对每个生境测定的区段数约为 30 个左右。

不同植被类型的样方设置为:每个海拔段针对不同植被类型分别设 1~4 个样方,乔木样方面积为 20 m \times 20 m,灌木样方面积为 5 m \times 5 m,草本样方面积为 1 m \times 1 m。每个乔木样方的中央及对角线位置设置 1 个 2 m \times 2 m 灌木样方和 5 个 1 m \times 1 m 的草本样方。乔木调查采用每木调查的方法,重点调查乔木树种名称、树高、冠幅、株数、胸径、密度、郁闭度、林龄等。其中,在进行林下、活地被物调查时,首先按高度分层,目测各层的总盖度,记录各灌木及草本的种类名称、高度、盖度、频度、优势度、分布状况等;在调查灌木群落时,在 20 m \times 20 m 的地段内,抽取 1 个 2 m \times 2 m 典型样方,并在样地中央及对角线设置 5 个 1 m \times 1 m 样方调查草本层,调查内容同上。

2.2 植被演替分析

通过野外调查的数据将植被进行分类科属统计,然后对乔灌草的各类特征值进行统计分析,计算出平均值,得出各种植被的重要值,再对流域内的典型群丛进行归类,最后针对 2003—2007 年调查数据的变化情况,通过对比分析初步得出整个流域的植被演替序列。

2.3 重要值(优势度)的计算方法

在分析中,根据重要值(importance value)来分析物种多样性。重要值的计算公式^[3]如下:

重要值 = (相对密度 + 相对高度 + 相对频度 + 相对盖度) \times 100

3 结果与分析

3.1 植被多样性分析

方山县峪口镇土桥沟小流域面积相对较小,调查中共发现植物 68 种,分属于 25 科,其中种类较多的有菊科(16 种),禾本科(9 种),豆科(7 种),蔷薇科(5 种),藜科、萝藦科各(3 种),毛茛科、松科、堇菜科、玄参科各 2 种,其余种类在 2 种以下。

3.1.1 乔木层多样性分析 一般情况下,区域内的

乔木优势树种及先锋树种将决定着该区域乔木植被的演替方向^[4]。对于方山土桥沟整个流域来说,刺槐属于外地引种的优势建群树种 (construction species)。

从表 1 和图 1 可以看出,其相对密度达到 44%,相对频度占到 42%。刺槐是黄土高原地区最常见,最主要的建群树种,并以此形成多种天然次生群落或人工群落,由其建群所形成的刺槐群落是当地的地带性群落。

表 1 土桥沟小流域植物种特征值指标

植物种名	重要值	平均密度/ (株·hm ⁻²)	相对密度/ %	相对优势度/ %	相对频度/ %
刺槐	117.34	5 803	44.18	14.87	42.22
油松	69.96	2 909	22.15	12.12	22.22
侧柏	46.92	2 591	19.73	6.05	11.11
白榆	44.69	1 083	8.25	16.99	6.67
大果榆	36.83	139	1.06	17.36	6.67
苹果	25.78	38	0.29	15.29	2.22
杏树	27.39	98	0.75	14.22	4.44
华北落叶松	18.70	462	3.52	3.10	4.44
达乌里胡枝子	169.45	3 216	62.23	21.51	45.45
榆树	57.19	464	8.98	27.85	3.03
小叶锦鸡儿	74.05	528	10.22	33.06	15.15
沙棘	36.92	352	6.81	8.80	15.15
红刺玫	30.18	288	5.57	6.58	12.12
尖叶铁扫帚	18.42	224	4.33	0.26	12.12
黄刺玫	13.90	96	1.86	1.94	9.09
铁杆蒿	126.18	81 772.36	30.76	42.74	49.70
赖草	82.63	42 146.34	15.86	13.05	51.52
铁丝草	51.52	33 479.67	12.60	8.27	28.48
狗娃花	52.91	12 260.16	4.61	5.29	41.21
小红菊	13.39	4 439.02	1.67	0.77	9.09
茜草	15.71	3 203.25	1.21	1.25	9.70
猪毛菜	12.38	3 040.65	1.14	1.30	8.48
马兜铃	2.48	32.52	0.01	0.02	0.61
野葡萄	5.61	16.26	0.01	0.00	0.61

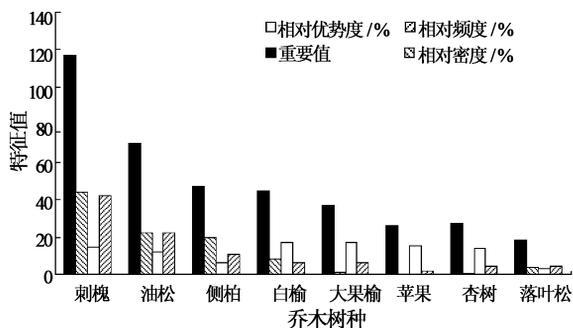


图 1 乔木层特征值对比

油松是当地的先锋树种,在黄土地区广泛分布,其密度占有所有乔木种密度的 22.15%,出现频度占到 22.2%,仅次于刺槐,常常在许多立地条件下形成油松顶级群落^[5-6]。侧柏是当地引进的最重要的乔木树种,适应性强,耐干旱瘠薄,萌芽能力强,其重要值、出现频度在各乔木树种中位居第三。华北落叶松也是当地重要的引进树种,生长迅速,适应性强,是当地人工造林的重要树种。白榆、大果榆也是当地的先锋树种,多通过与刺槐的团块状混交逐步向刺槐地带性群落阶段过渡。

3.1.2 灌木层多样性分析 通过调查发现该流域内灌木主要由达乌里胡枝子、榆树、沙棘等构成。

从表 1 和图 2 可以看出,达乌里胡枝子是当地十分重要的建群灌木种,其相对密度达到 62%,相对频度达到 45%,重要值为 169,均位列第一,说明其在群落演替中占据重要地位。榆树在林窗处有幼株,分布于灌木层中,其相对优势度和重要值较高,在灌木层中处于更新种,在整个演替中也有着不可替代的作用。

小叶锦鸡儿的相关特征值均位列第 2,仅次于达乌里胡枝子。沙棘也是当地重要的建群灌木种,适应性强,其出现频度较高,重要值位列第 4。红刺玫、黄刺玫、尖叶铁扫帚为林下灌木层的主要伴生树种,因为所调查样地多为林下灌木层,其总频度在 30%以上,因而在整个群落中也占有重要地位。

3.1.3 草本层多样性分析 草本植物是组成大自然植被的最基本部分,出现种类及数量都较灌木及乔木多,是群落植物中物种最多的一类^[7-8]。本次调查的禾本科植物共有 41 种(表 1 和图 3)大概可以分为 3 类。第一类,以菊科、禾本科植物为建群种,包括铁杆蒿、赖草、铁丝草、狗娃花等,其典型草种总相对密度达到 60%以上,因此其重要值也很高,在群落发展中起着决定作用。第二类,为耐荫林下伴生种,包括小红菊、茜草、猪毛菜等,其典型草种总相对密度及相对

优势度为 2%~3%,重要值为 12~15 左右,都相对第一类建群种较低。第三类,为马兜铃、野葡萄等极少数低于 100 cm 的乔木更新种,出现频度及重要值都非常低,一般这些物种的出现与气候等多种因素有关,可能今年出现,明年就会消失,但它们在一定程度上增加了该地区的物种多样性,增强了群落稳定性。

3.2 不同坡向植被分布

由表 2 可以看出,在阳坡主要以刺槐为主要建群种,各级群落都在向刺槐顶级群落演替,同时也包括侧柏顶级群落、白榆刺槐混交的顶级群落演替方向,其中刺槐的重要值排名第一,侧柏、白榆分别列 2、3 位。阴坡主要以油松为主要的优势建群种,群落正在向油松顶级群落演替,当然刺槐也算其中主要的一个建群种,重要值排在油松的后面。同时可以明显看出华北落叶松在整个阴坡植被群落中也占据着重要地位。

3.3 不同年代植被情况

由图 4 可以看出,刺槐和油松的重要值在 1、2 位,刺槐和油松的密度也占有绝对的优势,由于整个流域阳坡以刺槐居多,且阳坡面积比例大。而油松居于阴坡,面积相对较小,同时刺槐的生长速度相对油松、侧柏、华北落叶松等较快,从而说明整个流域的植被群落演替方向基本是在向着刺槐群落、油松群落、白榆群落、侧柏群落以及白榆刺槐混交群落方向演替。

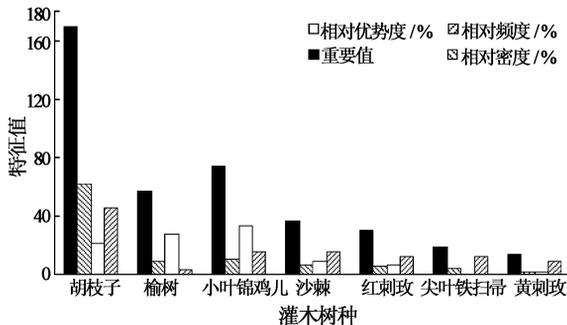


图 2 灌木层特征值对比

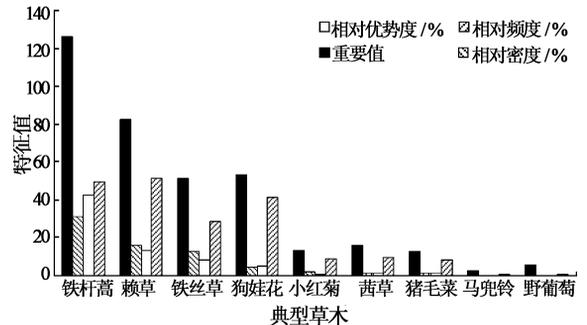


图 3 草本层特征值对比

表 2 阳坡和阴坡乔木特征指标测定值

坡向	树种	重要值	平均密度/ (株·hm ⁻²)	相对密度/ %	相对优势度/ %	相对频度/ %
阳坡	刺槐	291.32	693	84.27	24.87	74.22
	油松	137.91	92	1.45	2.12	10.22
	白榆	120.25	322	8.12	1.99	4.67
	侧柏	151.27	161	3.26	10.05	10.11
阴坡	刺槐	251.20	281	14.14	2.42	13.69
	油松	261.33	722	73.23	1.37	82.48
	白榆	190.15	12	1.67	1.12	2.35
	华北落叶松	137.25	213	5.71	1.01	5.48

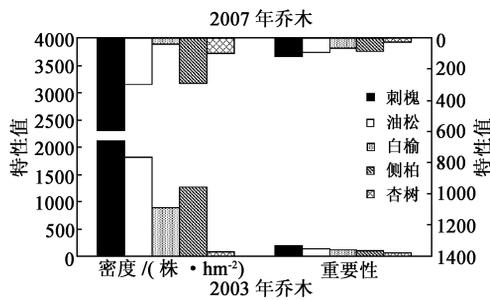


图 4 2003, 2007 年乔木特征值对比

3.4 聚类分析

通过对以上数据进行聚类分析,可将山西省方山县土桥沟小流域的植被群落大致分为黄刺玫群丛、沙棘群丛、达乌里胡枝子群丛、油松群丛、刺槐群丛、华北落叶松群丛、白榆群丛、侧柏群丛,最终得出山西方山土桥沟小流域植被演替规律如图 5 所示。

由图 5 可以看出当地植被演替的过程。调查结果表明,研究地区典型先锋乔木种为刺槐和油松。该地区植物种的演替序列基本为次生裸地—草地阶段—杂灌阶段—先锋乔木林阶段—针叶林阶段。土桥沟小流域植被主要以刺槐为建群种,油松为优势种

并辅以其它灌木和草本,其演替方向基本是在朝着刺槐、油松、白榆等群落方向演替。

4 结论

群落演替是群落组合的一个重要动态特征,是指群落经过一定发展时期由一种类型转变为另一种类型的顺序过程。植被演替具有一定的方向性、规律性和有序性,以顶级群落所形成的系统为其发展的终点,并且在其发生时间上是一种不可逆变化。通过对树种群落的大量林分调查和流域内植被片断恢复不同时期、地段的调查,可以基本确定出植被的演替规律。山西方山土桥沟小流域典型先锋乔木种为刺槐和油松。该地区植物种的演替序列基本为次生裸地—草地阶段—杂灌阶段—先锋乔木林阶段—针叶林阶段。

土桥沟小流域植被主要以刺槐为建群种,油松为优势种并辅以其它灌木和草本,其演替方向是在朝着刺槐顶级群落、油松顶级群落、白榆顶级群落、侧柏顶级群落、白榆刺槐混交顶级群落演替。

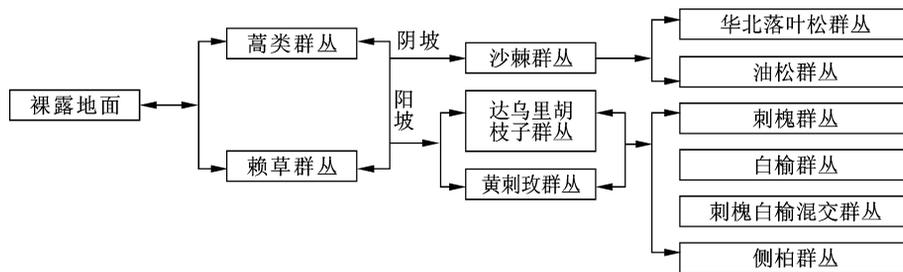


图 5 土桥沟小流域群落演替示意图

另外,从调查的结果还可以看出该地区的物种多样性并非随着演替的不断深入而增大,而是从草本阶段开始物种多样性不断增加,至亚顶级阶段达到最大值,这是由于随着生物对环境的作用,恶劣的生态环境不断得到改善,使得环境的容纳量不断提高,故物种多样性也随之不断提高。当达到顶级群落之后,由于群落的稳定性增大,群落建群种和各层优势种逐渐稳定,各物种分别占据分化了的生态位,群落内各种群之间竞争趋于稳定,外来物种侵入较困难,一些物种由于对环境的利用竞争处于劣势而无法继续生存,逐渐退出群落,因此物种多样性又会有所降低,但这种降低不是群落的衰退,而是意味着群落的成熟和稳定。由于该地区受到人为干扰以及自然条件的变化,其真实的植被演替情况可能要复杂的多,这就需要随着研究的深入去进一步了解,希望现在的初步研究能够对今后该地区的植被恢复和重建提供一些依据和指导。

[参 考 文 献]

- [1] 师江澜,杨正礼. 黄土高原植被恢复中的主要问题与出路探讨[J]. 西北林学院学报, 2002, 17(3): 16-18.
- [2] 刘利峰,毕华兴,李孝广,等. 黄土高原的植被演替研究现状及发展趋势[J]. 干旱区资源与环境, 2004, 18(9): 12-15.
- [3] 任继周. 草业科学研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 132-135.
- [4] 王占孟. 模拟天然植被演替规律建设黄土高原生态系统的研究[J]. 甘肃林业科技, 1995, 20(1): 21-23.
- [5] 刘小阳,吴开亚. 天童森林植被的群落稳定性与物种多样性关系的研究[J]. 生物学杂志, 1999, 16(5): 17-18.
- [6] 杨正礼. 黄土高原退耕还林方略与植被恢复模式研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2002.
- [7] 任海,彭少麟,陆宏芳. 退化生态系统恢复与恢复生态学[J]. 生态学报, 2004, 24(8): 1756-1764.
- [8] 孙儒泳,李庆芬,牛翠娟. 基础生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007: 146-150.