

高寒区不同树种配置对林下植被物种多样性的影响

王辉¹, 贺康宁¹, 胡兴波¹, 王伟伟¹, 王晓¹, 李杨²

(1. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083; 2. 山西大学 法学院, 太原 030000)

摘要:以高寒区的青海云杉林, 白桦林, 华北落叶松林, 青海云杉白桦混交林, 青海云杉华北落叶松混交林 5 种人工林群落为研究对象, 通过样地调查和地表植被调查, 分析了不同树种配置对林下物种多样性的影响。结果表明: 不同群落间物种多样性有较大差异, 混交林相对纯林具有更高的物种多样性; 而且在青海云杉和华北落叶松混交的这种配置下, 其林下植被在物种丰富度指数、物种多样性指数、生态优势度指数和物种均匀度指数上均表现为最大。因此, 建议在该地区适当扩大青海云杉和华北落叶松混交林的种植面积, 以充分发挥人工林的水土保持功能并提高地表植被的物种多样性。

关键词:人工林群落; 林下植物群落; 物种多样性; 物种组成; 青海省大通县

中图分类号: S718.5

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2012)03-0147-04

Effects of Allocation of Tree Species on Species Diversity of Forest Floor in Alpine Region of Qinghai Province

WANG Hui¹, HE Kang-ning¹, HU Xing-bo¹, WANG Wei-wei¹, WANG Xiao¹, LI Yang²

(1. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University,

Beijing 100083, China; 2. College of Law, Shanxi University, Taiyuan 030000, China)

Abstract: The understory plant communities were investigated in pure plantations of *Picea crassifolia* forest, *Betula platyphylla* forest, *Larix principis-rupprechtii* forest and mixed plantation of *Picea crassifolia*-*Betula platyphylla*, *Picea crassifolia*-*Larix principis-rupprechtii* in alpine region of Qinghai Province. Through sample-plot and ground vegetation survey, effects of allocation of tree species on species diversity of forest floor were analyzed. Results showed that different community's species diversity was quite different and the level of the species diversity in mixed forests was higher than pure forests. Therefore, the planting area of *Picea crassifolia*-*Larix principis-rupprechtii* mixed plantations should be extended properly to increase the diversity of forest floor based on the full exertion of water and soil conservation functions.

Key words: plantation communities; understory plantation communities; species diversities; species composition; Datong County of Qinghai Province

生物多样性是人类赖以生存和发展的多种生命资源的总汇。保护生物多样性, 维护区域和全球生态平衡, 对人类的生存及社会经济的持续发展有着十分重大的意义^[1-2]。全球气候变暖、人口急剧增加、土地利用强度加大等, 正影响和改变着生物赖以生存的自然环境, 天然生物资源日益减少, 生物多样性受到极大的威胁。生物多样性不仅成为生态学研究的重点科学问题, 也是被广泛关注的社会问题^[3-6]。植物物种多样性以及由此构成的植被类型多样性是地区性生物多样性的支持系统, 物种多样性构成了生物多样

性的基本环节, 它们是生物与环境相关的主体^[7]。物种多样性不仅可以反映群落或生境中物种的丰富度、变化程度或均匀度, 也可反映不同自然地理条件与群落的相互关系^[8-9]。可以用物种多样性来定量表征群落和生态系统的特征, 包括直接和间接地体现群落和生态系统的结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度、生境差异等^[10]。植物物种多样性的研究等方面已经积累了大量资料。植物多样性表征着生物群落和生态系统的结构复杂性, 是一个植被群落结构和功能复杂性的度量^[11-12]。森林群落物种多样性的高低

收稿日期: 2011-11-22

修回日期: 2011-11-24

资助项目: 国家“十二五”科技支撑计划(2011BAD38B05)

作者简介: 王辉(1986—), 男, 山西长治人, 在读硕士, 主要研究方向为水土保持、林业生态工程。E-mail: huihuicao1986@yahoo.com.cn

通信作者: 贺康宁(1962—), 男, 陕西省蓝田县人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为水土保持、林业生态工程建设、抗旱造林技术。E-mail: hkn@bjfu.edu.cn

直接影响到群落的生态效益。具有较高物种多样性的森林群落,能形成更稳定的、有序的耗散结构,可有效减轻林分病虫害的发生^[13-16],使生态功能达到稳定和持续^[17-18]。

中国西部现已成为水土流失和土地荒漠化最为严重的地区^[19]。干旱缺水是我国西北地区突出的生态特征^[20],也是制约植被恢复与农林业生产最为关键的生态因子,加强地表植被的恢复与重建则是防止该地区生态环境持续恶化的有效途径^[21]。目前,我国以高寒区为代表的生态重点治理工程区,正在实施大规模的退耕还林还草工程。其植被恢复后的最终结果,能否达到最初规划的预期目标,是目前科研和生产部门疑虑的问题。因此,对不同树种配置对林下植被物种多样性影响的研究,将有助于明确该地区退耕还林工程和林业生态工程建设的发展方向。

1 研究区概况

试验地位于大通县西北角大坂山下,地处纯脑山

表 1 不同林分样地情况

林型	海拔/m	坡度/(°)	坡位	坡向	郁闭度
青海云杉林	2836	18	中	西北	0.8
白桦林	2816	32	下	西北	0.4
华北落叶松林	2829	21	中下	西南	0.7
青海云杉、白桦混交林	2820	29	中	西北	0.7
青海云杉、华北落叶松混交林	2843	23	中	西北	0.8

2.2 数据处理

2.2.1 α 多样性测度 反映群落中物种丰富度和个体在各物种中分布均匀程度的指标,称为 α 多样性。关于物种多样性测度,很多学者提出了各有特色的测度方法^[22-24],本研究采用应用广泛的丰富度指数、Shannon—Wiener 指数、Simpson 指数、Pielou 均匀度指数^[25]。由于不同种类植物的个体,即使是同一种植物不同发育阶段的个体,它们所占据的空间也有很大差异,若以个体数作为多样性指数的测度指标,将会导致误差^[26]。Whittaker 等^[27]建议采用相对盖度、重要值或生物量等作为多样性指数的测度指标,笔者采用重要值作为测度指标。

相关计算公式如下:

针对灌木层、草本层而言,重要值=(相对密度+相对频度+相对盖度)/3。

(1) 群落丰富度指数。群落丰富度指数选用如下指标进行计算:

$$\text{丰富度指数: } R = (S - 1) / \ln N \quad (1)$$

式中: S ——物种数; N ——林地样方植物重要值总和。

(2) 物种多样性指数。Shannon—Wiener 多样

地区,坐标北纬 $36^{\circ}55'—37^{\circ}32'$,东经 $100^{\circ}52'—101^{\circ}39'$,最高海拔 4 622 m,该地区属凉温半湿润气候,高原大陆气候特点显著,年无霜期 45~60 d,年平均降水量为 549.9 mm。试验区总面积 13.186 4 万 hm^2 ,其中林业用地 8.855 14 万 hm^2 ,乔木林地 0.184 2 万 hm^2 ,灌木林地 6.811 8 万 hm^2 ,未成林造林地 0.172 4 万 hm^2 ,灌丛地 1.679 7 万 hm^2 ,林区森林覆盖率为 79.0%,全林区活立木蓄积量为 12.991 6 万 m^3 。

2 研究方法

2.1 样方设置

在青海大通宝库林区内选取 5 种具有代表性的人工林,样地基本情况见表 1,每种林分类型下设置面积为 $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ 的样地,调查每块样地乔木的种类、株数、胸径、地径、树高、冠幅等因子,同时记录各样地的海拔、坡度和坡向。各样地内设置 4 个 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 的灌木样方和 5 个 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的草本样方,分别记录灌木和草本的种类、高度、数量和盖度等。

性指数。

$$\text{Shannon—Wiener 指数: } H = -\sum P_i \ln P_i \quad (2)$$

$$\text{其中: } P_i = N_i / N$$

式中: H ——Shannon—Wiener 多样性指数; N ——样地植物重要值总和; N_i ——样方中第 i 种植物的重要值; P_i ——重要值比例(相对重要值)。

(3) 生态优势度指数。生态优势度是群落水平的综合数值,它是把群落作为一个整体,而把各个种的重要性总结为一个合适的度量值,以表征群落的组成结构特征。用 Simpson 指数来测定群落的生态优势度。

$$\text{Simpson 指数: } D = 1 / \sum P_i^2 \quad (3)$$

式中: D ——Simpson 指数; P_i ——重要值比例(相对重要值)。

(4) Pielou 均匀度指数(J)。由于当群落中种数和总体个数一定时,各种的个体数最均匀时具有最大的多样性,因此可以用群落观察的物种多样性与群落可能的最高多样性的比率来测度群落的均匀度。

$$\text{均匀度指数: } J = (-\sum P_i \ln P_i) / \ln S \quad (4)$$

式中: J ——均匀度指数; P_i ——重要值比例(相对重

要值); S ——样地的植物物种数。

2.2.2 β 多样性测度 一般将随群落内环境异质性变化,或随群落间环境变化而导致的物种丰富度和均匀程度变化的指标,称为 β 多样性。相似性系数是测度群落或生境 β 多样性的最简便方法。应用最广的是早期提出的 Jaccard 指数和 Sorenson 指数。本文应用 Sorenson 指数来计算。

Sorenson 指数: $C_s=2j/(a+b)$ (5)

式中: j ——两个群落或样地共有种数; a,b ——样地 A 和 B 中物种数。

3 结果与分析

3.1 不同树种配置下地表植被物种多样性的分析

由表 2 可知,Shannon—Wiener 指数(H)、Simpson 指数(D)、Pielou 均匀度指数(J)在不同的群落间存在极大的差异,但同一群落类型间 3 个指数呈现出的趋势基本一致。不同群落在物种丰富度指数(S)上表现为青海云杉华北落叶松混交林最大,为 1.931 (华北落叶松林与其相等),青海云杉林最小,为 1.488,其总体趋势为青海云杉华北落叶松混交林=华北落叶松林>青海云杉白桦混交林>白桦林>青海云杉林;在 Shannon—Wiener 物种多样性指数上表现为青海云杉华北落叶松混交林最大,为 2.133,白桦林最小,为 1.650,其总体趋势为青海云杉华北落叶松混交林>华北落叶松林>青海云杉林>青海云杉白桦混交林>白桦林;在 Simpson 生态优势度指数上表现为青海云杉华北落叶松混交林最大,为 6.944,白桦林最小,为 3.562,其总体趋势为青海云杉华北落叶松混交林>华北落叶松林>青海云杉林>青海云杉白桦混交林>白桦林;在 Pielou 均匀度指数上表现为青海云杉华北落叶松混交林最大,为 0.831,白桦林最小,为 0.688,其总体趋势为青海云杉华北落叶松混交林>青海云杉林>华北落叶松林

>青海云杉白桦混交林>白桦林。青海云杉华北落叶松混交林在各个指数上均表现为最大;白桦纯林在 Shannon—Wiener 指数、Simpson 指数、Pielou 均匀度指数上均表现为最小;青海云杉林在物种丰富度指数上最小。

表 2 林分配置差异下地表植被物种多样性的分析

林型	物种丰富	S—W 多样	Simpson	Pielou 均
	度指数	性指数	指数	匀度指数
青海云杉林	1.488	1.801	4.907	0.782
白桦林	1.609	1.650	3.562	0.688
华北落叶松林	1.931	1.946	5.229	0.759
青海云杉白桦混交林	1.770	1.723	3.935	0.693
青海云杉华北落叶松混交林	1.931	2.133	6.944	0.831

在各个指数上,华北落叶松纯林和青海云杉纯林均远远高于白桦纯林。这与实际观测到的结果相一致,主要是由于白桦林郁闭度小,林分稀疏,林冠不能层层阻挡雨水,导致林下土壤结构破坏,进而影响林下植被的生长发育。

混交林相对纯林具有更高的物种多样性;而青海云杉华北落叶松混交林的物种多样性更要优于青海云杉白桦混交林,其林下植被在物种丰富度指数、物种多样性指数、生态优势度指数和物种均匀度指数上均表现为最大。这说明青海云杉和华北落叶松的合理配置在地表植被物种多样性恢复方面要优于其他林分配置。

3.2 不同树种配置模式下地表植被的相似性

通过对不同群落进行相似性分析(表 3),华北落叶松林和青海云杉华北落叶松混交林的相似程度最大,为 69.23%,其次是青海云杉和青海云杉华北落叶松混交林的相似度(60.87%),而华北落叶松与青海云杉白桦混交林之间的共有种最少,相似性最小,相似程度为 40%(青海云杉白桦混交林与青海云杉华北落叶松混交林相似程度也为 40%)。

表 3 不同人工林群落的相似性系数

群落类型	华北落叶松林	青海云杉林	白桦林	青海云杉白桦混交林	青海云杉华北落叶松混交林
华北落叶松林	1.0000				
青海云杉林	0.5217	1.0000			
白桦林	0.5000	0.4761	1.0000		
青海云杉白桦混交林	0.4000	0.4545	0.5217	1.0000	
青海云杉华北落叶松混交林	0.6923	0.6087	0.4167	0.4000	1.0000

4 结论与讨论

5 种人工林群落的物种多样性由高到低依次为青海云杉华北落叶松混交林、华北落叶松纯林、青海

云杉纯林、青海云杉白桦混交林、白桦纯林。说明青海云杉和华北落叶松的合理配置在地表植被物种多样性恢复方面要优于其他人工林。这主要是因为林内光照、湿度、枯枝落叶层厚度及其土壤条件等生境

因子对草本生长的影响较大,冠层植被通过对林下小气候的改变导致林下草本层群落特征发生相应的变化,而华北落叶松纯林、青海云杉纯林和白桦纯林树种单一,多样性欠缺,导致林分稳定性变差,影响林下植被的生长发育。而青海云杉和白桦的配置又不能很好地适应当地的环境等条件,因此,建造能够适应当地环境条件的人工林群落,树种的选择和合理配置仍然是一个关键问题。

在环境条件、干扰背景相似条件下,虽然人工林的造林树种不同,但是林下植物的种类数量、物种多样性非常相似,5 种人工林林下植物的共有种大都在 40% 以上。但混交林相对纯林具有更高的物种多样性。通过对 5 种不同配置人工林的物种多样性综合分析表明,与其他人工林相比,青海云杉华北落叶松混交林改善了林分的生态条件,使林下草本群落结构得到一定的调整和改善,有利于地表植被的生长发育和恢复,更有利于物种的生存。

在宝库林区内,青海云杉华北落叶松混交林不仅改善了林分的生态环境,促进林木的生长,而且在林下植被物种多样性等方面都具有重要的生态保障功能。因此,在该地区,为有效恢复地表植被的物种多样性,可适当推广青海云杉华北落叶松混交的种植模式。

参考文献:

- [1] 黄金国. 洞庭湖区湿地退化现状及保护对策[J]. 水土保持研究, 2005, 12(4): 261-263.
- [2] Czech B, Krausman P R, Devers P K. Economic associations among causes of species endangerment in the United States[J]. Biology Science, 2000, 50(7): 593-601.
- [3] 李意德, 方洪, 罗文, 等. 海南尖峰岭国家级保护区青皮林资源与乔木层群落学特征[J]. 林业科学, 2006, 42(1): 1-6.
- [4] 许涵, 李意德, 骆七寿, 等. 尖峰岭热带山地雨林不同更新林的群落特征[J]. 林业科学, 2009, 45(1): 14-20.
- [5] 游水生. 不同人为干扰强度对米槠林乔木层组成和物种多样性的影响[J]. 林业科学, 2001, 37(专刊): 106-110.
- [6] 郑元润. 森林群落稳定性研究方法初探[J]. 林业科学, 2000, 36(5): 28-32.
- [7] 陈廷贵, 张金屯. 山西关帝山神尾沟植物群落物种多样性与环境关系的研究[J]. 应用与环境生物学报, 2000, 6(5): 406-411.
- [8] 董希斌, 姜帆. 帽儿山不同森林类型生物多样性恢复效果分析[J]. 林业科学, 2008, 44(12): 77-82.
- [9] 兰思仁. 武夷山国家级自然保护区植物物种多样性研究[J]. 林业科学, 2003, 39(1): 36-43.
- [10] 张丽霞, 张峰, 上官铁梁. 芦芽山植物群落的多样性研究[J]. 生物多样性, 2000, 8(4): 361-369.
- [11] 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.
- [12] 周本智, 傅懋毅, 李正才, 等. 浙西北天然次生林群落物种多样性研究[J]. 林业科学研究, 2005, 18(4): 406-411.
- [13] 李春义, 马履一, 徐昕. 抚育间伐对森林生物多样性的影响研究进展[J]. 世界林业研究, 2006, 19(6): 27-32.
- [14] 马履一, 李春义, 王希群, 等. 不同强度间伐对北京山区油松生长及其林下植物多样性的影响[J]. 林业科学, 2007, 43(5): 1-9.
- [15] 张继义, 赵哈林, 张铜会, 等. 科尔沁沙地植被恢复系列上群落演替与物种多样性的恢复动态[J]. 植物生态学报, 2004, 28(1): 86-92.
- [16] 周泽福, 王延平, 张光灿. 五台山林区典型人工林群落物种多样性研究[J]. 西北植物学报, 2005, 25(2): 321-327.
- [17] 屈术群, 刘宇飞, 胡道连. 中德合作湖南省洞庭湖生态造林项目经济效益分析[J]. 湖南林业科技, 2004, 31(2): 7-9.
- [18] 彭少麟. 广东亚热带森林群落的生态优势度[J]. 生态学报, 1987, 7(1): 36-42.
- [19] 李俊清, 崔国发. 西北地区天然林保护与退化生态系统恢复理论思考[J]. 北京林业大学学报, 2000, 22(7): 1-7.
- [20] 王斌瑞, 王百田. 黄土高原径流林业[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- [21] 彭少麟, 陆宏芳. 恢复生态学焦点问题[J]. 生态学报, 2003, 23(7): 1249-1257.
- [22] 方精云, 沈泽吴, 唐志尧, 等. 中国山地植物物种多样性调查计划及若干技术规范[J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 5-9.
- [23] 马克平, 刘玉明. 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.
- [24] 马克平. 生物群落多样性的测度方法 II [J]. 生物多样性, 1995, 3(1): 38-43.
- [25] 马晓勇, 上官铁梁. 太岳山森林群落物种多样性[J]. 山地学报, 2004, 22(5): 606-612.
- [26] 刘国花, 谢吉容. 重庆四面山风景区森林植被调查研究[J]. 渝西学院学报: 自然科学版, 2005, 3(1): 89-92.
- [27] Whittaker R H, Niering W A. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona. V. biomass, production, and diversity along the elevation gradient[J]. Ecology, 1975, 56(4): 771-790.