

兰州市九州台区不同海拔高度人工林群落物种多样性

马维伟, 王辉, 马小强

(甘肃农业大学 林学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 通过对兰州市九州台区不同海拔人工林群落结构进行典型样地调查, 分析了该林区 3 种海拔梯度人工林群落的物种多样性特征。结果表明, 3 种海拔梯度人工林中, 中坡(海拔 1 760~1 840 m)物种多样性指数为最高, 物种最丰富, 恢复程度最好; 3 种海拔梯度人工林以上坡(1 900~1 970 m)灌木层和草本层物种丰富度指数最小, 下坡(1 590~1 730 m)灌、草层物种丰富度最大; 物种丰富度、种类组成和多样性表明, 九州台区人工林草本层总体发育优于乔灌层; 各梯度人工群落尚处于演替初期阶段, 林下植被发育常以阳生性植物为主; 对不同海拔人工林群落结构研究是兰州市南北两山生态绿化工程的延伸, 该项研究对于兰州市南北两山植被恢复后的生物学效果评价具有重要意义。

关键词: 兰州市九州台; 海拔高度; 物种多样性

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)06-0187-05

中图分类号: Q948.15

Biodiversity of Plantation Communities Under Different Altitudes in Jiuzhoutai District of Lanzhou City

MA Wei-wei, WANG Hui, MA Xiao-qiang

(Forestry College, Gansu Agriculture University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: The structure characteristics of the communities under manmade forests were surveyed at three different attitudes in Jiuzhoutai District of Lanzhou City based on typical sampling strategy. The characteristics of species diversity were then analyzed based on the survey results. The results indicated that the communities on the midslope(altitude 1 760~1 840 m) had the highest species diversity indices(DHJ), the most species, and the best recovery degree. The layers of shrub and herb on the upslope(1 900~1 970 m) showed the lowest richness index, while the layers of shrub and herb on the downslope(1 590~1 730 m) showed the highest. The development of herbaceous layer was apparently better than the layers of shrubs and woods on the north mount according to the richness index, the species composition and biodiversity. The succession of communities was still at their early stages at all the slope positions, as implied by the dominant sunny species under the woody layer. The research on the biodiversity of manmade ecosystem at different altitudes was the extension of eco-afforestation project carried out on the north and south mounts; the findings from this study is of great importance for evaluating the effectiveness of vegetation recovery and reconstruction on the north and south mounts.

Keywords: Jiuzhoutai District of Lanzhou City; different altitude; biodiversity

兰州市南北两山环境绿化经过几十年的不懈努力, 现已形成有林地面积 38 611.5 hm²。其中, 灌溉林地 18 301.7 hm², 占林地总面积的 47.4%, 无灌溉林地 20 309.8 hm², 占总面积的 52.6%。基本形成了人工林为主体的植被群落^[1]。人工植被对改善土壤肥力, 减少林地水土流失, 改良当地小气候等都具

有明显作用; 同时, 人工林植物物种多样性的提高, 可有效减轻林分病虫害的发生和增加生态系统的稳定性。但是, 已有很多证据表明^[2], 由于人工林物种组成较为单一, 目前普遍存在林地生产力和土壤肥力下降的现象, 这直接影响到人工林的可持续经营和植被恢复后生态效益的发挥。为保证人工林生态系统的

收稿日期: 2011-11-01

修回日期: 2012-02-12

资助项目: 甘肃省教育厅项目“兰州市南北两山生态恢复评价研究”(0502-07)

作者简介: 马维伟 (1980—), 男(汉族), 甘肃省靖远县人, 博士研究生, 讲师, 主要从事水土保持与荒漠化防治方面的研究。E-mail: maww@gsau.edu.cn。

通信作者: 王辉 (1959—), 女(汉族), 甘肃省武威市人, 博士, 教授, 主要从事林业生态工程、荒漠化防治。E-mail: wangh@gsau.edu.cn。

稳定,最大程度地发挥其功能,开展植被恢复后的植物群落特征和物种多样性研究显得尤为重要。因此,在兰州南北两山绿化工程取得一定成绩时,探讨其人工林群落结构及其多样性对了解两山人工林的群落组成以及植被的生长和分布状况具有重要意义。鉴于此,本研究通过对九州台不同海拔高度人工林植物群落特征样性进行调查,分析该地区不同海拔人工林群落物种多样性特征,阐明该地区不同海拔人工林生态系统植被特征,对该地区植被恢复效果进行定量评价,以期对南北两山绿化及兰州地区生态建设提供一定的指导和理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

兰州市九州台区属半荒漠地带,土壤为黄土母质上发育起来的灰钙土,降水约为 320 mm。蒸发量为 1 332.7 mm,属北温带半干旱大陆性季风气候,年均温度 5~9 °C,地势北高南低,由西北向东南方向倾斜,海拔 1 560~2 067 m,坡度一般在 30°以上。土壤以淡灰钙土为主,颗粒较粗,沟坡分布有红胶泥和红沙土,含盐量一般在 0.14%~1.2%,土壤容量为 1.1~1.4 之间,pH 值为 8.0~9.0,有机质含量约为 0.5%~1.5%^[3]。受水分条件制约,自然植被生长稀疏,主要植被群落以旱生植物为主。

1.2 样地设计与调查

在兰州市北山九州台不同坡面和坡位上,根据典型性和代表性的原则,在踏查的基础上按 3 种不同海拔梯度对不同营林措施人工林分利用典型抽样法进行标准地抽样调查,即在下坡(海拔 1 590~1 730 m)、中坡(1 760~1 840 m)、上坡(海拔 1 900~1 970 m)共 3 个不同海拔高度处结合九州台自身地形地貌特点设置样地,并对样地分乔、灌、草 3 层进行分层调查。设乔木样方面积 10 m×10 m,对每个样方进行每木检尺,测定其胸径、树高、株数、冠幅和地径;每个乔木样方内设置灌木样方 2 个,面积 2 m×2 m;草本样方 5 个,面积 1 m×1 m,记录灌木、草本样方内所有植物种株数(丛数)、高度、盖度和冠幅。

1.3 数据计算方法

1.3.1 重要值计算方法 根据公式计算出每一个样方各物种的重要值,通过样方合并,分别统计出各物种重要值的平均值。通过计算得出不同海拔高度上各生活型(乔木、灌木、草本)中物种的重要值。

重要值(IV)=(相对多度+相对频度+相对盖度)/3;

相对多度=(某种植物多度/同一生活型所有植

物多度之和)×100%;

相对频度=(某种植物频度/同一生活型所有植物频度之和)×100%;

相对盖度=(某种植物盖度/同一生活型所有植物盖度之和)×100%;

1.3.2 多样性指数计算方法 本研究运用各种多样性指数来描述群落的多样性变化,这些指数多为物种丰富度与均匀度结合起来的统计量。具体来讲,物种的多样性指数是以各样地物种的多度及其比例为基础,按生活型(乔木、灌木、草本)计算各群落物种多样性。多样性指数采用物种丰富度指数(S),Simpson 指数(D),Shannon—Winner 指数(H)及 Pielou 均匀度(J)指数^[4-9]。

(1) 物种丰富度指数(S)。物种丰富度指数主要是测定一定空间范围内的物种数目以表达生物的丰富程度。植物群落多样性研究中,采用最多的物种丰富度指数是用一定样地中的物种数表示,这是最简单、最古老的物种多样性测度方法^[4-9]。

(2) Simpson 指数(D)。Simpson 指数在物种多样性测度中比较常用,公式的引用也比较混乱。较为常用的计算公式为^[4-9]:

$$D=1-\sum N_i(N_i-1)/[N(N-1)]$$

(3) Shannon—Winner 指数(H) Shannon—Winner 指数通常与 Simpson 指数一起使用来测度物种多样性,它在多样性研究中比较适用^[4-9]:

$$H=-\sum(N_i/B)\ln(N_i/N)$$

(4) Pielou 均匀度指数(J)。Pielou 均匀度指数实质是群落现实 Shannon—Wiener 多样性指数与群落种类最均匀时多样性指数的比值。它以多样性指数为基础,与样方大小无关。计算公式为^[4-9]:

$$J=H/\ln S$$

式中: N_i ——第 i 个种的个体总数; N ——样方记录中的个体总数; S ——出现在样地中的物种数。

2 结果与分析

2.1 不同海拔高度群落物种多样性特征

优势种组成差异在一定程度上反映着群落的结构多样性特征^[10]。对人工群落而言,优势乔木种群下的灌、草层组成差异在一定程度上反映了该人工群落林下植被的恢复和发育状况。对 3 种不同海拔的高度下人工林群落物种组成调查显示(表 1),下坡(海拔 1 590~1 730 m)灌木层含 6 种灌木,以人工栽植柠条为优势种,重要值百分率为 61%,其次为红砂、柽柳等;草本层共有物种 11 种,以白莲蒿为优势种,其次为猪毛蒿、芨芨草、鹅绒藤等。中坡(海拔

1 760~1 840 m)灌木层含 6 个物种,以桤柳为优势种,重要值百分率为 89%,其次为红纱、柠条、蒙古菥等;草本层共有物种 9 个,以白草和赖草蒿为优势种,重要值百分率为 43%和 54%,上坡((1 900~1 970 m)灌木层含 4 种灌木,以柠条为优势种,重要值百分率为 54%,草本层含 7 种,以猪毛蒿和多裂骆驼蓬为优势种,重要值百分率为 47%和 40%,其次为白草、冰草、火绒草等。从各物种重要值的排序结果可以看

出,各不同海拔人工群落林下植被草本层相对较为发达,且草层中物种多为阳生性植物,这与森林群落演替早期的特征极为相似,而森林演替初期上层乔灌木的郁闭度较低,充足的阳光辐射及湿润的土壤使草本层中阳生性植物较早侵入并迅速发育。而海拔越低种类越多,这是由于九州台人工群落均是从下坡开始采用不同造林模式营造的混交林,经过多年的封山育林,下坡草层发育较快,故种类多于其他坡位。

表 1 研究区不同海拔高度下物种重要值和相对多度

样地 层次	物种名	下 坡		中 坡		上 坡	
		重要值	相对多度	重要值	相对多度	重要值	相对多度
乔 木 层	侧柏 (<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco)	0.89	0.97	0.28	0.33	0.41	0.53
	杏树 (<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.)	0.21	0.06	0.63	0.64	0.29	0.4
	刺槐 (<i>Robinia pseudoacia</i> L.)			0.52	0.47	0.13	0.1
	新疆杨 (<i>Populus alba</i> L. var <i>pyramidalis</i> Bunge)			0.24	0.37		
	沙枣 (<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.)			0.33	0.14		
	山桃 (<i>Amygdalus davidiana</i>)					0.45	0.39
	云杉 (<i>Picea asperata</i> Mast.)					0.47	0.14
灌 木 层	柠条 (<i>Caragana korshinkii</i> Kom.)	0.61	0.72	0.43	0.39	0.54	0.66
	小叶铁线莲 (<i>Clematis nannophylla</i> Maxim.)	0.31	0.55				
	荒漠锦鸡儿 (<i>Caragana tibetica</i> Kom.)			0.36	0.56		
	红砂 (<i>Reaumuria soongorica</i> (Pall.) Maxim)	0.49	0.62	0.46	0.48	0.44	0.03
	桤柳 (<i>Tamarix chinensis</i> Lour.)	0.30	0.56	0.89	0.9		
	紫穗槐 (<i>Amorpha fruticosa</i> L.)			0.23	0.11	0.48	0.67
	枸杞 (<i>Lycium barbarum</i> Linn.)					0.46	0.33
草 本 层	蒙古菥 (<i>Caryopteris mongholica</i> Bunge)	0.13	0.54	0.42	0.75		
	兴安胡枝子 (<i>Lespedeza daurica</i> (Laxm.) Schindl)	0.06	0.03				
	猪毛蒿 (<i>Salsola collina</i> Pall.)	0.34	0.51	0.29	0.16	0.47	0.5
	白莲蒿 (<i>Artemisia sacrorum</i> Ledab.)	0.47	0.85				
	白草 (<i>Pennisetum centrasiaticum</i> Tzvel.)	0.15	0.07	0.43	0.39	0.29	0.43
	冰草 (<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn)			0.25	0.24	0.27	0.24
	岩蒿 (<i>Artemisia brachyloba</i> Franch.)	0.08	0.09				
	赖草 (<i>Leymus secalinus</i> (Georgi) Tzvel)			0.54	0.87		
	狗尾草 (<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv)			0.35	0.74		
	芨芨草 (<i>Achnatherum splendens</i> (Trinity) Nevski)	0.27	0.06				
	打碗花 (<i>Calystegia hederacea</i> Wall.)	0.06	0.05				
	刺儿菜 (<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) MB)			0.06	0.03		
	鹅绒藤 (<i>Cynanchum chinese</i> R. Br)	0.19	0.08				
	蝎虎驼蹄瓣 (<i>Zygophyllum mucronatum</i> Maxim.)	0.16	0.27			0.05	0.03
	火绒草 (<i>Leontopodium leontopodioides</i> (Willd.) Beauv)	0.13	0.06			0.23	0.25
	多裂骆驼蓬 (<i>Peganum multisectum</i> (Maxim.) Bobr.)	0.09	0.06			0.40	0.36
	帚状鸦葱 (<i>Scorzonera pseudokivaricata</i> Lipsch)	0.09	0.07				
	南苜蓿 (<i>Medicago polymorpha</i> Linn.)			0.05	0.01		
	藜 (<i>Chenopodium album</i> L.)			0.05	0.01		
	艾蒿 (<i>Artemisia argyi</i> Levl. et Van)					0.13	0.14
西北凤毛菊 (<i>Saussurea petrovii</i> Lipsch.)			0.46	0.3			

注:下坡、中坡、上坡海拔高度分别为(1 590~1 730 m),(1 760~1 840 m),(1 900~1 970 m)。下同。

2.2 不同海拔高度物种相对多度
相对多度是指群落内每种植物个体数的数量相

对于群落中各种植物个体数总和之比。它能够反映群落的区系组成和各个植物所占的比例,从比例的大

小可以看出群落结构的复杂程度,从而说明群落的稳定性和多样性程度^[9]。

从表 1 可得,下坡中相对多度排序为:乔木层,侧柏>杏树;灌木层,柠条>红砂>柽柳>小叶铁线莲;草本层,白莲蒿>猪毛蒿>蝎虎驼蹄瓣,最小为打碗花,为 0.05。中坡物种相对多度大小依次为:乔木层,杏树>刺槐>新疆杨>侧柏,最大是杏树,为 0.64;灌木层,柽柳>荒漠锦鸡儿>红砂>柠条,柽柳为 0.9;草本层,赖草>狗尾草>白草,依次为 0.87,0.77 和 0.39,最小为藜和南苜蓿,均为 0.01。上坡群落中,乔木层相对多度最大为侧柏,最小为刺槐,分别为 0.53 和 0.1;灌木层紫穗槐最大,为 0.67;草本层猪毛蒿最大,为 0.5。从整体来看,3 个梯度中相同种有 6 种(表 1),任意两个梯度间相同种均为 8 种。只有第 3 梯度,植被组成较低,组成物种有 16 种,其他两个梯度组成物种都接近 20 种,说明海拔较高,植物群落的稳定性小多样性低。另外,由图 1 可知,不同海拔高度物种相对多度大小依次:乔木层,下坡>中坡>上坡;灌木层,中坡>上坡>下坡;草本层呈现出与灌木层相同的变化,表现为:中坡>上坡>下坡。

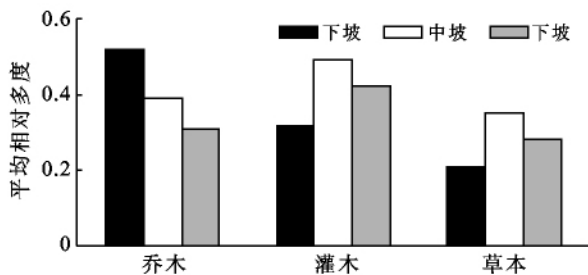


图 1 研究区不同海拔高度物种平均相对多度

2.3 不同海拔高度物种多样性

兰州市九州台由于受到水分等条件的限制,人工林主要营造耐旱小乔木和灌木。而灌木层和草本层是九州台人工林群落的主要成分,其组成和结构反映了该种人工生态系统的结构和功能特点,也反映了人工生态系统植被恢复特点。因此,兰州市九州台不同海拔高度人工林群落灌、草层的物种多样性水平,能够反映九州台人工林植被恢复特点。从表 2 可以看出,不同海拔高度中,乔木层物种丰富度(S)最小的是下坡,其值为 2;灌木层和草本层物种丰富度(S)最小的均为上坡,其值分别为 4 和 6,最大的是中坡和下坡,其值分别为 6 和 11。准确度量群落多样性十分困难,因此在选择丰富度的同时选取了多样性指数(Simpson 指数、Shannon—Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数)综合度量人工林群落物种多样性水平。从

表 2 中可以看出,乔木层 Simpson 指数大小依次为:中坡>上坡>下坡,Shannon—Wiener 指数大小依次为:中坡>上坡>下坡,Pielou 均匀度指数大小依次为:上坡>中坡>下坡;灌木层 Simpson 指数大小依次为:中坡>上坡>下坡,Shannon—Wiener 指数大小依次为:中坡>上坡>下坡;Pielou 均匀度指数大小依次为:中坡>上坡>下坡;草本层植被多为工程造林后自然恢复,其 Simpson 指数最大为中坡,其值为 0.8;Shannon—Wiener 指数最大为中坡,其值为 1.82;而下坡 Pielou 均匀度指数最大。因此,海拔在 1 760~1 840 m 之间物种丰富度指数、多样性指数(Simpson 指数、Shannon—Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数)均为最大。可见,海拔在 1 760~1 840 m 范围内群落物种最丰富,恢复程度最好。

表 2 研究区不同海拔高度物种多样性

样地层次	多样性指数	下坡	中坡	上坡
乔木层	S	2	5	5
	D	0.13	0.68	0.66
	H	0.23	1.30	1.25
	J	0.08	0.40	0.45
灌木层	S	6	6	4
	D	0.41	0.73	0.42
	H	0.58	1.41	0.71
	J	0.21	0.43	0.26
草本层	S	11	7	6
	D	0.75	0.80	0.78
	H	1.75	1.82	1.67
	J	0.63	0.64	0.60

注: D, H, J, S 分别为 Simpson 指数, Shannon—Wiener 指数, Pielou 均匀度指数及丰富度指数。

3 结论与讨论

由不同海拔高度群落物种多样性特征调查结果可知,各不同海拔人工群落林下植被草本层相对较为发达,且草层中物种多为阳生性植物,这是由于九州台的人工林还属于森林演替的初期,而演替初期上层乔灌木的郁闭度较低,充足的阳光辐射及湿润的土壤使草本层中阳生性植物较早侵入并迅速发育,所以草本植物较多。山地植物群落物种多样性随海拔高度的变化规律始终是生态学家感兴趣的问题,但因山地植物群落物种多样性受山地分布区域的环境条件,山地的相对高度,不同海拔范围人类活动的干扰状况,群落类型,气候条件,水热状况等影响,其研究结果相差大,所以山地植物群落物种多样性与海拔高度的相互关系比较复杂。贺金生^[11]将山地植物群落多样性

指数随海拔高度的变化模式划分为5种,即植物群落物种多样性与海拔高度呈负相关关系,植物群落物种多样性中海拔最大,植物群落物种多样性中海拔较低,植物群落物种多样性与海拔高度呈正相关关系,植物群落物种多样性与海拔高度无关。兰州市九州台人工林物种多样性在海拔1760~1840 m带较丰富可属于第2种。在山地区,海拔变化虽然是植物群落物种分布和组成的决定因素,但气候和地貌组合以及群落类型的不同,在一定程度上会掩盖或扭曲海拔梯度所形成的生境梯度,从而使多样性的垂直变化格局在不同的群落或不同的地理区域出现波动甚至无规律现象^[12-14]。植物群落的多样性和其生境条件与土壤营养有密切联系,物种多样性是随着土壤资源类型分布的不同而变化^[15]。兰州市九州台人工林物种多样性在海拔1760~1840 m带较为丰富的原因可能是由于兰州市北山森林都是人工林,群落受人为干扰较大,这种干扰导致小环境发生变化,所以使得中度海拔物种多样性较大。另外,由于本研究所选择的样地受到海拔梯度与人类活动的影响,掩盖了其他环境因子如土壤、坡度、坡向对物种多样性的影响,致使兰州市北山人工林群落物种多样性出现这种现象,其原因有待进一步研究。

海拔梯度是生物、土壤、气候等环境异质的综合体现,海拔差的大小充分反映了环境间的差异^[12]。不同环境有不同群落结构和不同物种多样性,所以在进行植被恢复过程中必须充分考虑不同海拔处气候条件和生境条件,认清植被演替规律,采取乔灌草搭配的植被恢复模式更有利于加快植被恢复进程,可极大缩短植被的自然演化过程,对加速森林生态效益的发挥具有重要意义。此外,本研究只是对兰州市九州台3个梯度的植物群落多样性进行了初步研究,数据相对较少,其他海拔、地区群落特征还有待后续研究。

[参 考 文 献]

- [1] 王万鹏,李正平,钟芳. 兰州市郊人工林群落结构及稳定性初探[J]. 中国沙漠,2006,26(4):569-573.
- [2] 周择福,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.
- [3] 赵克昌,屈连宝. 兰州南北两山植被恢复策略[J]. 中国沙漠,2006,26(3):493-497.
- [4] 王育松,上官铁梁. 关于重要值计算方法的若干问题[J]. 山西大学学报:自然科学版,2010,33(2):312-316.
- [5] 马克平. 生物群落多样性的测度方法: α 多样性的测度方法(上)[J]. 生物多样性,1994,2(3):162-168.
- [6] 马克平,刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 α 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性,1994,2(4):231-239.
- [7] 汪殿蓓,暨淑仪,陈飞鹏. 植物群落物种多样性研究综述[J]. 生态学杂志,2001,20(4):55-60.
- [8] 孙荣,袁兴中,刘红,等. 三峡水库蓄水后开县消落带植物群落数量分析[J]. 生态与农村环境学报,2011,27(1):23-28.
- [9] 贺连选,刘宝汉. 不同海拔高度的高寒草甸植物群落多样性的研究[J]. 青海畜牧兽医杂志,2005,35(5):1-4.
- [10] 于德永,郝占庆,姬兰柱. 长白山北坡植物群落相异性及其海拔梯度变化[J]. 生态学杂志,2003,22(5):1-5.
- [11] 贺金生,陈伟烈. 陆地植物群落物种多样性的梯度变化特征[J]. 生态学报,1997,17(1):91-99.
- [12] 周华荣. 旬河流域灌丛植被垂直分异规律的研究[J]. 西北植物学报,1998,18(4):629-636.
- [13] 娄安加. 天山中段山地植被的生态梯度分析及环境解释[J]. 植物生态学报,1998,22(4):364-372.
- [14] 王长庭,龙瑞军,王启基,等. 不同类型高寒草地群落物种特征和均匀度的重要性[J]. 草地学报,2005,13(4):320-323.
- [15] Weiher E, Paul A K. Relative abundance and evenness patterns along diversity and biomass gradients [J]. Oikos,1999,87(2):355-361.