

宁夏六盘山区辽东栎林的空间分布及林分特征

王占印¹, 于澎涛^{1*}, 王双贵², 余治家², 胡永强², 夏固成², 王彦辉¹, 熊伟¹

(1. 中国林业科学研究院森林环境与保护研究所, 北京 100091; 2. 六盘山国营林业局, 宁夏 泾原 756401)

摘要:基于2005年森林资源一类清查数据,分析了六盘山区辽东栎林分结构和空间分布特征。结果表明:辽东栎林在六盘山主要分布于海拔1 900~2 300 m范围内,坡度为20~35°的半阴坡、半阳坡和阴坡上,与山杨林的分布生境相近。现有的辽东栎林多为幼龄林,平均林龄30 a,林分密度较大,平均1 046株·hm⁻²,树木平均高度7.8 m,平均胸径12.4 cm。胸径5~10 cm的辽东栎株数占50%以上,平均木材蓄积量仅为39.9 m³·hm⁻²。随着海拔升高、坡位从坡上部到坡下部,坡向从半阴坡到半阳坡,林分密度增大,平均树高和胸径增加,这主要是因为沿此梯度林龄在增加,而且随着年龄的增加,辽东栎林的平均胸径以0.8 cm·a⁻¹的速度增大,作为主要先锋伴生树种的山杨在林内的比重则下降,说明六盘山区的现有辽东栎林正处于正向演替阶段,更趋稳定。建议对辽东栎林采取近自然林业的管理方式,减少不利的人工干预,加速培养近自然森林。

关键词:六盘山;辽东栎林;林分特征;空间分布

中图分类号:S792.18

文献标识码:A

The Characteristics of Stand Structure and Spatial Distribution of *Quercus liaotungensis* Forests in Liupan Mts.

WANG Zhan-yin¹, YU Peng-tao¹, WANG Shuang-gui², YU Zhi-jia², HU Yong-qiang²,
XIA Gu-cheng², WANG Yan-hui¹, XIONG Wei¹

(1. Research Institute of Forestry Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2. The Liupanshan Forestry Administration, Jingyuan 756401, Ningxia, China)

Abstract: In this study, the characteristics of stand structure and spatial distribution of *Quercus liaotungensis* forest in Liupan Mts. were analyzed based on the forestry resources inventory data collected in 2005. It was showed that *Quercus liaotungensis* forest is mainly distributed in the sites with an elevation of 1 900–2 300 m, an aspect of semi-shady, semi-sunny and shady slope, and a slope gradient of 20–35°. The sites with *Quercus liaotungensis* forest were very close with those occupied by *Populus davidiana* forests. The existing stands of *Quercus liaotungensis* were young forests, with an age of 30 years in average. The stand density was large with the average of 1 046 trees·hm⁻². The mean tree height was 7.8 m, and the mean DBH was 12.4 cm. The trees with a DBH of 5–10 cm accounted for more than 50% of the total. With the increasing elevation, the change of aspect from semi-shady to shady and to semi-sunny slope, the variation of slope position from upper part to lower part, both the density and DBH and height of trees increased. These are mainly due to the forest age increase. As key accompanying pioneer tree species in the *Quercus liaotungensis* forest, the amount of *Populus davidiana* decreased when increasing forest age. This demonstrated that the existing *Quercus liaotungensis* forest is in the process of progressive succession. Thus, the close-to-nature management was suggested to promote the right development of current

收稿日期:2009-06-29

基金项目:国家自然科学基金项目(40671038;30671677;40730631);林业公益性行业科研专项经费(200904056,200904005);中国林科院基金项目(CAFYBB2007038);宁夏六盘山森林生态站;国家林业局森林生态环境重点实验室资助

作者简介:王占印(1981—),男,河北张家口人,硕士。

*通讯作者。

Quercus liaotungensis forests to the direction of close-to-nature forest stand.

Key words: Liupan Mts.; *Quercus liaotungensis* forests; stand structure; spatial distribution

森林的空间分布及其生长特征是森林恢复与管理中必须关注的重要特征,它们直接影响着森林的多项生态和生产功能^[1],如在西北干旱地区,树种选择不当和密度过大等会导致林木生长不良^[2],加剧土壤干层^[3-8]以及流域径流减少^[9-10]等。宁夏六盘山是泾河、渭河和清水河等河流的源头,也是黄土高原的重要水源地,如何科学恢复其森林植被的林分结构和空间格局,直接关系到区域生态安全,是区域可持续发展中必须考虑的问题^[11-12]。

辽东栎(*Quercus liaotungensis* Koidz.)林是六盘山区的主要天然次生林和该区域的地带性植被与顶级群落^[13],了解其林分结构和空间变化,有助于实施六盘山区森林的近自然恢复、预测森林的未来时空变化、评估森林管理的现有措施和区域林水综合管理的实施;然而,目前有关该区域辽东栎林的研究还较少,仅限在辽东栎林的物种组成、分布的海拔高度等基本信息方面^[13],以及辽东栎林的区系组成和生活型谱^[14]和自然更新状况^[15],还不足以指导六盘山区辽东栎林的恢复与管理及功能利用。为此,本文以宁夏六盘山区辽东栎林为对象,研究了其树种组成、林分结构、生长环境、空间分布,以便为提高其科学管理水平及实现区域林水综合管理提供科学依据。

1 研究区概况

本研究地点位于宁夏六盘山国家级自然保护区^[13],该保护区位于六盘山南段(35°15′~35°41′N,106°09′~106°30′E),面积为678.6 km²,海拔为1700~2931 m。该区处于暖温带半湿润区向半干旱区的过渡带上,年平均气温5.8℃,≥10℃年积温1846.6℃,年无霜期90~130 a;年平均降水量676 mm,主要集中在7—9月份,年平均相对湿度68%。土壤以灰褐土为主。

六盘山的森林覆盖率达72.8%,其中主要为天然次生林,组成树种主要有辽东栎、红桦(*Betula albo-sinensis* Burk.)、白桦(*B. platyphylla* Suk.)、糙皮桦(*B. utilis* D. Don)、中华柳(*Salix cathayana* Diels)、山杨(*Populus davidiana* Dode)、华山松(*Pinus armandi* Franch.)、少脉槲(*Tilia paucicostata* Maxim.)等;人工林占28.9%,主要为华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii* Mayr.)林和油松(*P. tabulaeformis* Carr.)林。

2 研究方法

本研究主要应用国家森林资源一类清查样地的2005年调查数据。森林资源一类清查按2 km×2 km的网格布设样地,每个网格内布设一个20 m×30 m的样地,在六盘山保护区范围内设有辽东栎林样地28个,桦树林19个,山杨林12个。在样地上,调查的生境指标包括样地海拔、坡向、坡位、坡度、土壤厚度、腐殖质层厚度和枯枝落叶层厚度等;调查的生长指标包括乔木层的郁闭度、树种组成、平均树高、大于5 cm的树木胸径(每木检尺)和平均胸径、灌木层和草本层的物种组成、覆盖度和平均高度等。具体调查方法见《国家森林资源连续清查技术规定》^[16]。

3 结果与分析

3.1 辽东栎林的空间分布特征

辽东栎天然次生林占六盘山自然保护区天然次生林面积的31.5%,它分布在海拔1840~2420 m的山坡上(表1),主要分布在海拔1900~2300 m,占82.1%;分布的坡向主要为半阴坡、半阳坡和阴坡,阳坡很少;主要分布在20~35°的较陡山坡上,平地 and 特陡山坡上很少;在坡的上、中、下部分布比较均匀,但在山坡脊部和沟底极少。辽东栎林集中分布的坡位和坡度范围与其他天然次生林非常相近(表1),这可能与历史上的天然林采伐利用有关。

辽东栎林集中分布的海拔高度与桦树林明显不同,84.1%的桦树林分布在辽东栎林主分布海拔高度范围(2300 m)以上。辽东栎林与山杨林在生境上有较大重叠,如58.3%的山杨林分布在海拔2300 m以下,而且主要分布在半阴坡和半阳坡以及阳坡,在阴坡没有分布;和辽东栎林在整个山坡都有分布相比,山杨林更多分布在山坡下部(表1)。

3.2 辽东栎林林分特征

3.2.1 树高与胸径 现有的辽东栎林并不高,其乔木层平均高度为1.7~14.6 m,平均为7.8 m,并且随海拔高度的升高总体上呈现出增高的趋势,但在不同海拔的变化都极大(图1),这是其他生境条件和林龄影响的结果。辽东栎的胸径较小,林分平均胸径仅为12.4 cm,并且随着海拔的升高而增大,其中最大平均胸径18.2 cm的林分出现在海拔

2 180 m,最小平均胸径 7.2 cm 的林分出现在海拔 2 010 m(图 2)。

表 1 辽东栎林与其它天然次生群落类型生境条件的比较

%

生境条件	群落类型(样地数量/个)			
	辽东栎林(28 个)	桦树林(19 个)	山杨林(12 个)	
分布范围	1 840 ~ 2 420m	1 780 ~ 2 840m	1 790 ~ 2 470m	
海拔/m	1 700 ~ 1 900	10.7	5.3	8.3
	1 901 ~ 2 100	50.0	0.0	33.3
	2 101 ~ 2 300	32.1	10.5	16.7
	2 301 ~ 2 500	7.2	36.8	41.7
	2 501 ~ 2 700		36.8	
	2 701 ~ 2 900		10.6	
坡向	阴坡	17.9	15.8	0.0
	半阴坡	50.0	47.4	41.7
	半阳坡	25.0	21.1	25.0
	阳坡	7.1	15.8	33.3
坡度/(°)	平坡(< 5)	3.6	0.0	0.0
	缓坡(5 ~ 14)	0.0	0.0	8.3
	斜坡(15 ~ 24)	25.0	26.3	25.0
	陡坡(25 ~ 34)	46.4	36.8	50.0
	急坡(35 ~ 44)	25.0	26.3	16.7
	险坡(≥45)	0.0	10.6	0.0
坡位	坡脊	3.6	0.0	0.0
	坡上部	39.3	26.3	16.7
	坡中部	21.4	42.1	25.0
	坡下部	35.7	31.6	50.0
	谷底	0.0	0.0	8.3

注:每种生境条件下样地数量占同种次生林样地总数的百分比。

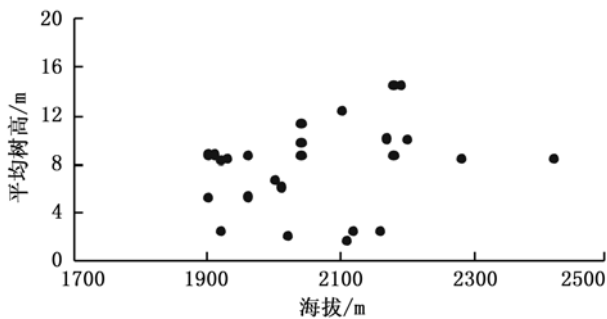


图 1 辽东栎林平均树高随海拔高度的变化

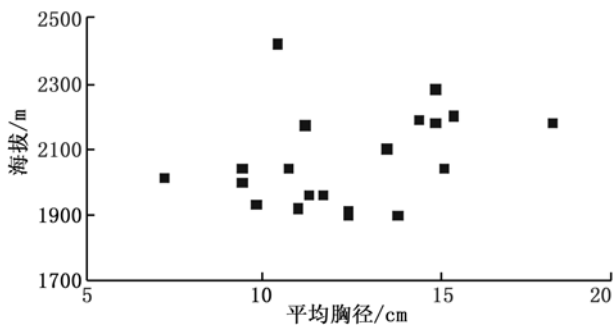


图 2 辽东栎林平均胸径随海拔高度的变化

辽东栎林林分的树高和胸径是海拔高度、坡向

和坡位等立地环境因素和林龄以及前期利用强度等综合影响的结果,如果不考虑其他因素而仅考虑海拔影响时,可发现海拔 2 000 m 以上的辽东栎林的平均胸径和树高比海拔 2 000 m 以下的辽东栎林大(表 2),这可能和较高海拔处的降水较多有关。在不考虑其他因素而仅考虑坡向影响时,可发现半阴坡辽东栎林的树木胸径和高度比阴坡的大;半阴坡和阴坡辽东栎林的年龄均比半阳坡的小,但生长均比半阳坡的好,这可能与半阴坡的水分条件及光照条件都相对较好有关。坡位对辽东栎林的生长也有影响,坡上部的辽东栎林个体较大,而坡中、下部的较小,这可能主要与前期对坡中下部的林分砍伐利用强度较大有关。因此可推断,最有利于辽东栎林生长的生境是海拔 2 000 m 以上的半阴坡,最不利的生境是海拔 2 000 m 以下的半阳坡。通常认为,干旱地区的树木生长主要受水分条件限制,在辽东栎林分布的立地范围内高海拔阴坡的坡脚最湿润,但现有辽东栎林分特征的空间变化并不与水分梯度完全一致,这说明辽东栎林分特征的空间变化还与光照、人为利用干扰等因素有密切关系。

表2 辽东栎林林分特征随生境条件的变化

生境因子		平均年龄/a	郁闭度	平均胸径/cm	平均树高/m	密度/(株·hm ⁻²)
海拔/m	<2 000	29.8	0.5	11.5	7.0	1 050
	2 000~2 200	29.8	0.4	13.0	8.2	1 033
	>2 200	35.0	0.5	12.7	8.5	1 088
坡向	阴坡	25.0	0.3	10.4	7.0	369
	半阴坡	29.9	0.5	13.4	8.3	1 310
	半阳坡	34.2	0.5	9.8	6.5	993
坡位	坡上部	27.5	0.5	13.3	8.6	1 260
	坡中部	37.2	0.3	11.5	7.0	1 101
	坡下部	29.1	0.5	11.8	7.5	874

现有的辽东栎林分内大树较少,主要以胸径5~15 cm的树为主(图3),如胸径5~10 cm的树在72.2%的辽东栎林中占到树木总数的40%以上,而胸径大于15 cm的树仅在1个样地中占到40%以上。

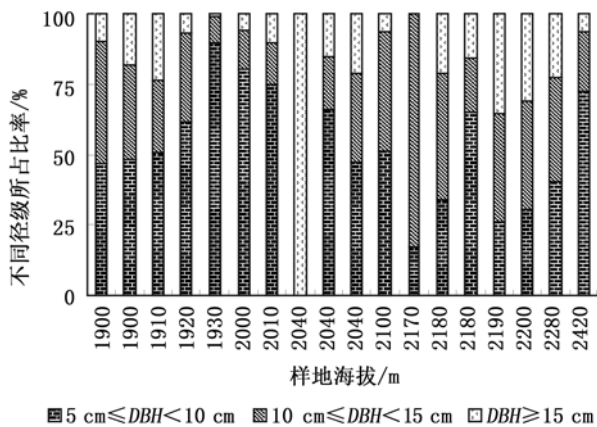


图3 六盘山辽东栎林分的径级分布

3.2.2 辽东栎林分密度随年龄的变化 在其他条件一定时,林龄是辽东栎林生长特征的重要影响因素。现有辽东栎林分的平均年龄为30 a,其中最大的为78 a,最小的为8 a。根据我国森林资源一类清查对林龄的划分^[16],六盘山75%的辽东栎林为幼龄林(年龄小于40 a),仅有4%的辽东栎林其平均年龄达到近熟林的年龄标准。辽东栎林的平均年龄主要受以前人为采伐利用的影响,而与立地条件如海拔(图4)、坡向、坡位和坡度无直接关系。

现有辽东栎林分的密度较大,平均为1 046株·hm⁻²,其中44.5%的辽东栎林分的密度大于1 000株·hm⁻²,密度601~1 000株·hm⁻²和低于600株·hm⁻²的样地各占27.8%,这与现有辽东栎林多为幼龄林有关;而且林分密度随着辽东栎林年龄的增加而进一步增大(图5),这也进一步说明了现有辽东栎林尚处于幼年阶段,林冠郁闭度较低(表

2),而且胸径小于5 cm的幼树不断生长补充到林冠层(胸径>5 cm的树木才能进入森林资源一类清查的测量范围),更未出现随着年龄的增加密度下降的自疏现象。这与王巍等^[10]调查的北京东灵山辽东栎林密度与年龄的关系是一致的。

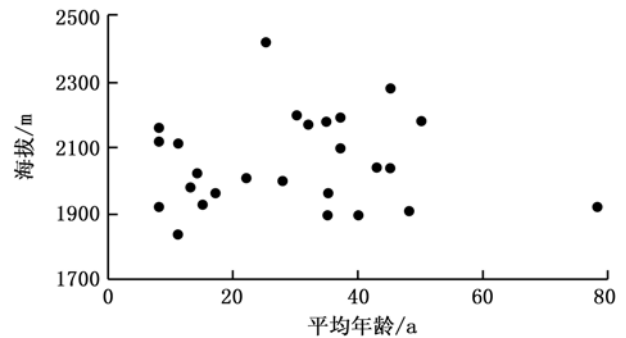


图4 辽东栎林分平均年龄随海拔高度的变化

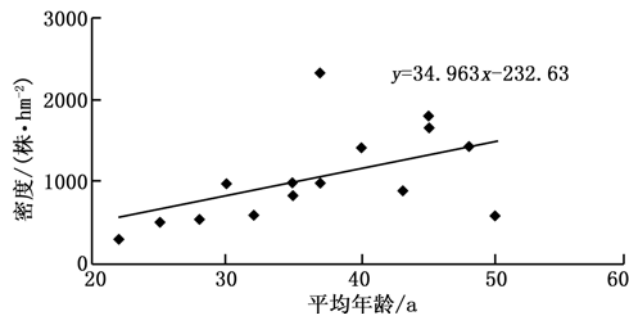


图5 辽东栎林分密度随年龄的变化

现有辽东栎林的密度随海拔高度、坡向、坡位的变化规律与胸径和树高的变化规律是一致的,即辽东栎林的密度随海拔升高呈增加趋势,如海拔2 000 m以下的林分平均密度为1 050株·hm⁻²,而海拔2 200 m以上的平均为1 088株·hm⁻²;分布在半阴坡的辽东栎林分密度最大(平均为1 310株·hm⁻²),半阳坡次之(993株·hm⁻²);随着坡位下降,林分密度也呈下降趋势,如坡上部、坡中部和坡下部的林分平均密度分别为1 260、1 101、874株·

hm^{-2} 。这种密度越大,树高、胸径越大的趋势也说明辽东栎林正处于演替上升阶段,正在正向发展,也说明水分、光照条件对幼树更新和生长的重要影响。

3.2.3 林分更新、生长和蓄积量 现有辽东栎林的郁闭度较低,变化于0.12~0.85之间,平均为0.45,这主要是由于目前的辽东栎林多为幼龄林,随着年龄的增加呈逐渐增加的趋势,其随海拔高度、坡向、坡位等地形的变化趋势与树高、胸径、密度随海拔高度、坡向、坡位等地形的变化趋势相一致(表2)。

辽东栎林内有丰富的幼苗,高度小于30、30~50、50 cm以上的幼苗分别为520、1 363、2 110株· hm^{-2} ,这说明自然更新良好。同时,辽东栎林生长旺盛,如树木胸径平均增长 $0.3 \text{ cm} \cdot \text{a}^{-1}$,因此,虽然辽东栎林目前的木材蓄积量较小,平均仅为 $57.1 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ (介于 $14.2 \sim 169.9 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$),但辽东栎林的蓄积量正在增加,平均增长速率为 $2.57 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ (图6)。

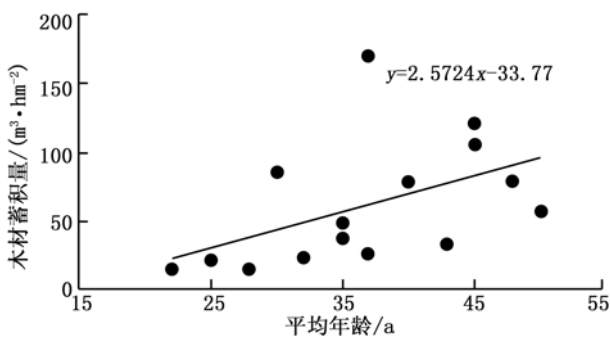


图6 辽东栎林分木材蓄积量随年龄的变化

3.2.4 林下植被 六盘山的辽东栎林下灌木层普遍发育很好,盖度大,有35.7%的辽东栎林分下的灌木层盖度大于50%;灌木层高度均大于1 m,其中有50%的辽东栎林分下的灌木高度大于1.8 m。林下灌木树种主要有灰荀子(*Cotoneaster acutifolius* Turcz.)、甘肃山楂(*Crataegus kansuensis* Wils.)、虎榛子(*Ostryopsis davidiana* Decne.)、毛榛(*Corylus heterophylla* Fisch.)等,这是因辽东栎林郁闭度较低(表2)。

发育很好的灌木层影响了林下草本层的发育,有一半的辽东栎林分下草本层的盖度低于25%,高度仅为0.2~0.5 m,主要有冰草(*Agropyron cristatum* Gaertn.)等耐荫种。

3.2.5 树种组成 辽东栎是辽东栎林分的优势种和建群种,在18个每木检尺的辽东栎林样地中,辽东栎株数占样地树木总株数90%以上的样地就有7

个(38.9%),辽东栎比率低于40%的样地仅有1个。

辽东栎林常混生有山杨、桦树、少脉椴和青榨槭(*Acer davidii* Franch.)、茶条槭(*Acer ginnala* Maxim.)、鹅耳枥(*Carpinus turczaninowii* Hance)、漆树(*Toxicodendron vernicifluum* (Sokes) F. A. Berkley)等其他林木。其中,山杨是辽东栎林现今阶段最主要的伴生树种,山杨出现在55.6%的辽东栎林样地中,未表现出明显的海拔高度差异,其株数占到辽东栎林内树木总株数的8.7%~67.6%,平均为25.3%,但其胸径较辽东栎小,以5~10 cm的树为主;胸径大于15 cm的仅7.5%,而且山杨数量随着辽东栎林龄的增大在下降(图7),这是因为林龄增大,林分密度增加,林内环境越来越不适宜喜光山杨树种的生长。在林龄超过30 a后,山杨以外的其他伴生树种总数明显增加(图8),但林内辽东栎树木的数量基本不变,这说明随着辽东栎林的林龄增大,生物多样性在增加,整个辽东栎林分将更加稳定、健康。

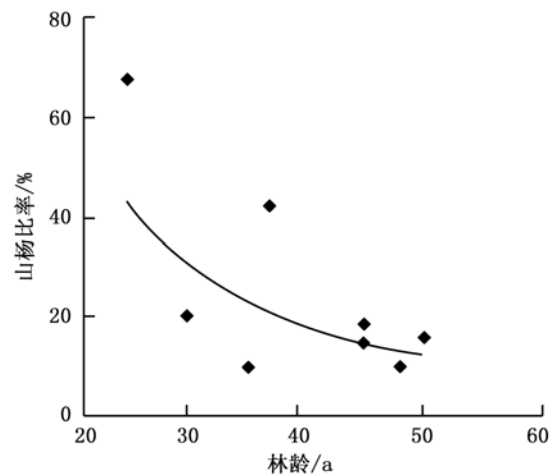


图7 辽东栎林分内山杨数量比率随林龄的变化

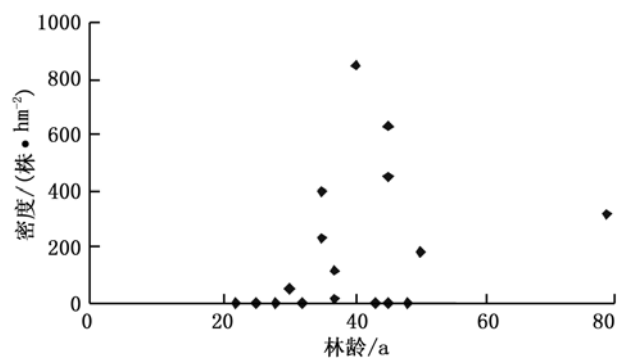


图8 辽东栎林分内山杨以外其它伴生树种的密度随林龄的变化

4 结论与讨论

基于六盘山自然保护区2005年一类森林资源清查固定样地的调查数据,分析了天然次生林辽东栎林的空间分布、树种构成、林木大小等结构特征,并与同为天然次生林的桦树林和山杨林进行了比较,发现:

(1)六盘山辽东栎林主要分布在海拔1 900~2 300m的半阴坡、半阳坡和阴坡,其生境与山杨林相近,与桦树林分布的海拔高度明显不同。现有辽东栎林伴生有少量的山杨和桦树等,而且伴生的山杨和桦树个体较辽东栎小,山杨等喜光树种随着辽东栎林龄的增加而逐渐减少,山杨以外的其它伴生树种会在林龄30 a以后明显增加。

(2)现有辽东栎林密度较大,平均为1 046株·hm⁻²,并且以胸径5~10 cm的小径级树为主,胸径和树高随立地的水分和光照的增加而呈增大的趋势,分布在半阴坡的辽东栎的胸径均较半阳坡和阴坡的大。此外,辽东栎林分的密度、树高、胸径等均随着林龄的增大而增加。

(3)六盘山现有辽东栎林的林分结构与子午岭^[17]、黄龙林区^[18]和北京东灵山^[19-21]的辽东栎林相类似,都具有密度大、以小径级树(<10 cm)为主、种群结构呈金字塔型等特征,说明六盘山的辽东栎林正在进行正向演替。

(4)由于辽东栎林正在快速生长,密度和郁闭度都进一步加大,喜光的伴生树种正在逐渐从群落中消失,结构趋于更加合理和稳定。因此,应用过密人工林的间伐方法来管理现在的辽东栎林可能并不合适,建议采用近自然林业的技术^[22-24],确定目标树培育大径材,根据林龄或林冠郁闭程度引进或促进其他树种生长,不断丰富树种的组成结构,尤其是增加近自然化程度;同时,在山杨等次生林的更新改造和人工造林中,也可以考虑在适宜辽东栎生长的立地林分中适当引入一定数量的辽东栎,人工促进辽东栎取代山杨,加速正向演替,加快六盘山区近自然森林的形成,同时维持森林生态系统的稳定及其生态水文功能。

参考文献:

[1] 中国林业科学研究院“多功能林业”编写组. 中国多功能林业发展道路探索[M]. 北京: 中国林业出版社, 2010

[2] 孙长忠, 黄宝龙. 黄土高原人工植被与其水分环境相互作用关系研究[J]. 北京林业大学学报, 1998, 20(3): 7-14

[3] 陈云明, 刘国彬. 黄土丘陵半干旱区人工沙棘林水土保持和土壤水分生态效益分析[J]. 应用生态学报, 2002, 13(11): 1389-1393

[4] 穆兴民, 徐学选. 黄土高原人工林对区域深层土壤水环境的影响[J]. 土壤学报, 2003, 40(2): 210-217

[5] 王国梁, 常欣. 黄土丘陵区小流域植被建设的土壤水文效应[J]. 自然资源学报, 2002, 17(3): 339-344

[6] 王红闪, 黄明斌, 张鲁. 黄土高原植被重建对小流域水循环的影响[J]. 自然资源学报, 2004, 19(3): 344-350

[7] 徐学选, 刘江华, 高鹏, 等. 黄土丘陵区植被的土壤水文效应[J]. 西北植物学报, 2003, 23(8): 1347-1351

[8] 杨维西. 试论我国北方地区人工植被的土壤干化问题[J]. 林业科学, 1996, 32(1): 78-85

[9] Yu Pengtao, Valentina Krysanova, Yanhui Wang, et al. Quantitative estimate of water yield reduction caused by forestation in a water-limited area in Northwest China[J]. Geophysical Research Letter, 2009, 36, L02406, doi:10.1029/2008GL036744

[10] Wang Yanhui, Yu Pengtao, Xiong Wei, et al. Water-Yield Reduction After Afforestation and Related Processes in the Semiarid Liupan Mountains[J]. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA), 2008, 44(5): 1086-1097

[11] 中国工程院. 中国可持续发展水资源战略研究报告[M]. 北京: 中国水利电力出版社, 2000

[12] 中国可持续发展林业战略项目组. 中国可持续发展林业战略[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003

[13] 《六盘山自然保护区科学考察》编辑委员会. 六盘山自然保护区科学考察[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1989

[14] 徐秀梅. 宁夏六盘山辽东栎林群落特征分析[J]. 宁夏农林科技, 1997(2): 15-18

[15] 李英武, 张炳乾, 赵树俭. 宁夏六盘山辽东栎天然更新调查分析[J]. 陕西林业科技, 2003(3): 13-15

[16] 国家林业局. 国家森林资源连续清查技术规定[S]. 2003

[17] 薛德智, 朱清科, 山中典和, 等. 延安地区辽东栎群落结构特征的研究[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2008, 36(10): 82-94

[18] 卢彦昌, 张文辉, 陆元昌. 黄龙山林区不同培育措施对辽东栎种群结构与动态的影响[J]. 西北植物学报, 2006, 26(7): 1407-1413

[19] 王巍, 刘灿然, 马克平, 等. 东灵山两个落叶阔叶林中辽东栎种群结构和动态[J]. 植物学报, 1999, 41(4): 425-432

[20] 张文辉, 赵则海, 孙海芹, 等. 东灵山辽东栎林优势林木种群直径结构的研究[J]. 植物研究, 2002, 22(1): 84-90

[21] 张育新, 马克明, 祁建, 等. 北京东灵山辽东栎林植物物种多样性的多尺度分析[J]. 生态学报, 2009, 29(5): 2179-2185

[22] 许新桥. 近自然林业理论概述[J]. 世界林业研究, 2006, 19(1): 10-13

[23] 陆元昌, 甘敬. 21世纪的森林经理发展动态[J]. 世界林业研究, 2002, 15(1): 1-11

[24] 黄志强. 从景观异质性分析近自然森林经营[J]. 世界林业研究, 2004, 17(5): 9-12