

## 昆崙山赤松林不同林型结构特征与生产力的研究

杜 华

(北京林业大学国家林业局自然保护区研究中心)

摘要: 根据立地主导因子(坡向、坡位、土层厚度)与混交状况,对山东昆崙山赤松林划分林型,将其归纳为 4 个林型组(山脊阳坡薄土赤松林、阳坡中土厚土赤松林、阴坡中土厚土赤松林、阴坡阳坡中厚土松阔混交林)。并对不同林型的群落结构与林分生产力进行了研究。结果表明:赤松纯林面积较大,林龄多为 30~50 年生的中龄林、同龄林,混交树种多为栎类(麻栎、栓皮栎等)。林下灌木层与草本层发育较好,样地中常见约 20 个灌木种,近 40 种草本。林木与林分生产力较低,立地较好的中龄林林分蓄积量约 30~50  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ,平均材积生长量 1~2  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ;松阔混交林蓄积量超过 90  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ,年均材积生长量达 2~3  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。

关键词: 赤松; 林型; 森林群落结构; 生产力

中图分类号: Q948 文献标志码: A 文章编号: 1000-1522(2012)01-0019-06

DU Hua. Community structure characteristics and productivity of varied *Pinus densiflora* forest types in Kunyu Mountain, Shandong Province of eastern China. *Journal of Beijing Forestry University* (2012) 34(1) 19-24 [Ch, 15 ref.] Research Center for Nature Reserve of State Forestry Administration, Beijing Forestry University, 100083, P. R. China.

It held the largest area of nature *Pinus densiflora* forests in the world in Kunyu Mountain National Nature Reserve, Shandong Province of eastern China. According to the slope aspect, slope position, soil thickness of the sites and dominant tree species, we classified *P. densiflora* forests in this reserve into 4 groups, and then investigated the structure and productivity of the forest community in relation to different forest types. The results showed that the pure *P. densiflora* forests occupied the largest area in this reserve, and it was predominately characterized by even-aged stands and half-mature forests of 30-50 years old mixed with *Quercus* spp. The shrub and herb layers of undergrowth developed well, and we recorded about 20 species of shrub and 40 species of herb in the sample plots. The stand productivity, however, was rather lower. The middle-aged forest located at suitable sites held 30-50  $\text{m}^3/\text{hm}^2$  of the stand volume and 1-2  $\text{m}^3/\text{hm}^2$  of the annual average increment. In addition, the stand volume of the mixed forest of *P. densiflora* and broadleaved tree species was more than 90  $\text{m}^3/\text{hm}^2$  and the annual increment was 2-3  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ .

Key words *Pinus densiflora*; forest type; forest community structure; productivity

赤松(*Pinus densiflora*)天然分布于朝鲜、日本和中国。在我国从吉林东部(长白山)、辽东半岛经山东半岛到江苏北部(云台山),呈间断的狭长分布。赤松在山东半岛的昆崙山与崂山大片生长,是其分布的中心。历经长期的砍伐与火灾干扰,昆崙山现存林分主要为次生林,较多的是 II~V 龄级的中龄林,其群落结构完整而且稳定。赤松林是昆崙山最具代表性的群落类型(落叶阔叶林面积很小),在整个山地森林分布中占 80% 的面积,是我国面积最大

的天然赤松林。早在 1999 年已将森林连片分布、砍伐较轻、人为干扰较少的区域划作自然保护区。该保护区地理坐标为 E121°37'00"~121°51'00"、N37°12'20"~37°18'50",面积 15 416.5  $\text{hm}^2$ ,于 2008 年经国务院批复为国家级自然保护区。至今它是山东省唯一的森林生态系统类型的国家级自然保护区,也是我国唯一的以赤松作为主要保护对象的自然保护区。

收稿日期: 2010-09-14

基金项目: 国家林业局推广项目(2010-26)。

作者简介: 杜华。主要研究方向: 自然保护区建设与管理。电话: 010-62338266 Email: duhua@bjfu.edu.cn 地址: 100083 北京市清华东路 35 号北京林业大学国家林业局自然保护区研究中心。

本刊网址: <http://journal.bjfu.edu.cn>

## 1 研究地概况

昆嵛山山体呈东西走向,形成南北向支脉与山谷。地貌属低山丘陵,海拔500 m以上的山峰25座,山峰之间相对落差较小。昆嵛山森林植被较好,整个保护区的森林覆盖率88.4%。海拔800 m以上的山顶部还有草甸,由于风大、气温低、生境湿润,仅利于草甸、灌丛植被生长,少有森林分布。

土壤以棕壤为主,局部有少量的山顶草甸土,质地多为砂壤至中壤,结构多粒状,较为疏松。由于山体冲刷与植被分布的影响,山体上部与顶部多为薄层粗骨性土,山体中部至山谷为中至厚层土。腐殖质层较薄,pH值6.0~7.0之间,呈酸性或微酸性。在赤松林下取土样分析,结果表明土壤有机质含量为12.40 g/kg、碱解氮110.24 mg/kg、速效磷78.38 mg/kg、速效钾116.26 mg/kg。

该地区属暖温带季风气候,四季分明,年平均气温11.9℃,绝对最低气温-14.7℃,绝对最高气温37.2℃。年降雨量500~700 mm,随海拔升高而增加,主要集中于6—9月,占全年的72.6%左右。全年无霜期约199.2 d,初霜10月下旬,终霜4月中旬,年均相对湿度71%,年均日照时数2 642.7 h。

## 2 研究方法

### 2.1 线路踏查

在收集资料的(烟台市林业材料、昆嵛山自然保护区科考情况等)基础上,选择森林类型较多的3条大山沟从海拔低至高、从阳坡至阴坡进行踏查,了解森林分布状况,然后决定选设样地的地点。样地要包括赤松林的各种类型,而且每个类型的样地有重复。

### 2.2 样地设置与调查

从访谈与踏查了解到昆嵛山的森林多是建国以后经过封山育林恢复起来的。现在已没有原始林,人工林也很少(不到100 hm<sup>2</sup>),基本上都是次生林。后来又发生过大面积的森林火灾与虫害,并进行过一些小块皆伐与较大强度的拯救性砍伐,促进了赤松林的天然更新。在现有88.4%的有林地中,赤松林占绝大部分,落叶阔叶林的面积很小,分布在沟谷或较高海拔的陡峭山坡。

#### 2.2.1 赤松林类型划分

在不同的地段,赤松林的群落结构与生长状况有较大差异,应首先划分森林类型,才能对调查结果进行比较分析,才能在森林经营中采取有针对性的措施。由于次生林是在演替进展中的群落,加上建群时间不同,还不稳定,很难用植被分类(即群系—群丛组—群丛划分群落)的办法划分,因此,我们采

用森林经营中的林型分类法,即建群种与立地类型相结合的方法划分群落类型。为此,首先要进行立地分类。立地分类主要采用立地主导因子来构建不同的立地型。一般来说,立地主导因子有海拔、坡向、坡位、坡度、土壤类别、土壤的腐殖质层厚度、土层厚度、石砾含量等。由于昆嵛山赤松林的分布主要集中在海拔200~700 m之间,为低山丘陵区范围,因而海拔的影响很小;土壤都是棕壤、砂壤至轻壤,pH值微酸性,因此影响也很小;腐殖质很薄,厚度多在5 cm之内,也不是主导因子;就坡度而言,赤松林主要分布于缓坡(5°~15°)、斜坡(16°~25°)、陡坡(26°~35°),平缓地多为阔叶树占优势的林分,>35°陡坡的赤松林分稀疏,混生较多山杏(*Prunus armeniaca*)、山丁子(*Malus baccata*)、山花椒(*Zanthoxylum schinifolium schisandrae chinensis*)等耐旱树种,而缓、斜、陡坡上的赤松林分结构差异不显著,因此坡度也未列入主导因子。这样,制约昆嵛山赤松林群落类型的主导立地因子就是坡向、坡位与土层厚度。坡向划分为阳坡、阴坡,坡位划分为山脊(含山上部)、中部与下部(含沟谷),土层厚度划分为薄土(<25 cm)、中土(26~50 cm)、厚土(>50 cm)。在调查中实际上只存在4个立地类型,即山脊(或阳坡)薄土型、阳坡中土型、阴坡中土(厚土)型、沟谷中—厚土混阔叶林(或落叶松的赤松林)。

由于群落成分结构有明显差异,为此划分了赤松纯林(其中含1个阔叶树组成的)和赤松阔叶树混交林。由此,昆嵛山的赤松林型主要为:山脊(阳坡)薄土赤松纯林,阳坡中土赤松纯林,阴坡(沟谷)中厚土赤松纯林,阴坡(阳坡)中厚土混交林。

#### 2.2.2 样地设置与调查

在各林型中选设典型样地共计21个(样地面积0.06 hm<sup>2</sup>,每个林型3~4个样地,其中有2个人工林样地,1个黑松林样地)。在样地中按林分调查因子,进行每木胸径量测,各径级(2 cm 1个径级)的赤松测1~2株的树高,并测定树龄,同时锥取其胸径近5年与过去5年的生长量。对每个样地优势木测2~3株树高、林分郁闭度。在样地内均匀设20个2 m×2 m的小样方调查乔木树种天然更新的幼树株树与年龄,以及灌木树种的株树与盖度,布设20个1 m×2 m的小样方调查草本种类与株数及盖度。每个样地挖取2个土壤剖面进行记载、分层取土样回实验室分析。

## 3 结果与分析

### 3.1 群落结构

#### 3.1.1 组成结构

赤松林大部分为纯林(按株数计算阔叶树少于

5% ,按蓄积量计算阔叶树少于 10%) 。混交林很少 ,混交林的混生树种有: ①落叶阔叶树种 ,主要是麻栎 ( *Quercus acutissima* ) 、其次是栓皮栎 ( *Q. variabilis* ) 、短柄栎 ( *Q. serrata* ) 、槲栎 ( *Q. aliena* ) 、山槐 ( *Albizia kalkora* ) 、山核桃 ( *Carya cathayensis* ) ,还有很少的水榆花楸 ( *Sorbus alnifolia* ) 、坚桦 ( *Betula chinensis* ) 、黄檗 ( *Phellodendron amurense* ) 、水曲柳 ( *Fraxinus mandshurica* ) 、山杏、山花椒、赤杨 ( *Alnus japonica* ) 、山丁子、华北五角枫 ( *Acer truncatum* ) 、臭椿 ( *Ailanthus altissima* ) 、三桠乌药 ( *Lindera obtusiloba* ) 等 ,约 20 种。但都处于第Ⅱ林层 ,胸径很小; ②落叶松 ( *Larix principis-rupprechtii* ) 是人工栽植的 ,是在赤松林受到林火破坏后补植的 ,生长不是很好 (因海拔太低) 。还有罕见的补植华山松 ( *Pinus armandii* ) 林分。

### 3.1.2 树龄与层次分布

由于是封山育林后恢复的赤松林 ,我们找到最大树龄的林分是 69 年左右。Ⅵ龄级的老林很少 ,最多的是Ⅲ与Ⅳ龄级 ,即中龄林较多。在同一群落里同龄林较多 ,从山坡中部至山脊 ,赤松纯林中更新虽然很好 ,但是未见复层分布。只调查到一块样地 (样地 4) 的赤松有两个林层 ,是不同龄级的 ,但此情况很少见。混阔叶树的林分则普遍的是阔叶树处于第Ⅱ林层 ,胸径大于 10 cm 的较少。

### 3.1.3 林下植被分布

林下植物可分为灌木层与草本层。林下植物的多少影响林下天然更新、林地水源涵养与水土保持的生态功能 ,也影响野生动物的生活 ,反映了立地条件的状况。

样方调查统计结果表明: 阳坡中土赤松林下的灌木种类丰富 ,一般在 13 ~ 15 种 ,香农指数最高 ,达到 8.635; 而阴坡中厚土赤松林下的灌木种类最多 ,超过 20 种 ,松阔混交林下次之 ,有 18 种左右 ,两者的香农指数相似 ,前者为 7.721 ,后者为 7.733; 林下灌木最少的是山脊薄土赤松林 ,一般只有 7 ~ 8 种 ,香农指数为 7.332。灌木种的盖度与株数最多的是盐肤木 ( *Rhus chinensis* ) 、白檀 ( *Symplocos paniculata* ) 、三桠乌药、郁李 ( *Prunus japonica* ) 、花木兰 ( *Magnolia grandiflora* ) 、菝葜 ( *Smilax china* ) 、胡枝子 ( *Lespedeza bicolor* ) 、野花椒 ( *Zanthoxylum simullans* ) 等。灌木生长的多少与好坏说明了立地条件的好与差 ,即立地越好 ,灌木种越多 ,生长也越好。

山脊薄土赤松林下草本很少 ,盖度仅 0.1 ~ 0.2 ,有的裸露地面 ,林下还出现了侵蚀沟; 阳坡中土赤松林下的草本层盖度多在 0.2 ~ 0.3; 阴坡中厚土

与松阔混交林下草本盖度较大 ,达到 0.3 ~ 0.5。在 4 个林型中调查到的草本 30 ~ 40 种 ,按重要值排序在前 10 位的依次为: 蕨 ( *Pteridiaceae* ) 、铃兰 ( *Convallaria majalis* ) 、中华草沙参 ( *Tripogon chinensis* ) 、芒 ( *Koeleria litvinowii* ) 、野古草 ( *Arundinella hirta* ) 、羊胡子草 ( *Carex lanceolata* ) 、香茶菜 ( *Rabdosia inflexa* ) 、玉竹 ( *Polygonatum odoratum* ) 、芨芨草 ( *Achnatherum splendens* ) 、杏叶沙参 ( *Adenophora hunanensis* ) 。

### 3.2 生长状况

一般可用林分的高生长、径生长与材积生长来评价林分生长的好坏。

#### 3.2.1 高生长

树木高生长量的大小主要决定于立地条件的好坏 ,一般情况下不受林分密度的影响 (只是在过密的情况下才可能使高生长量降低) 。因此 ,同一建群种的林分可以用相同基准年龄优势木的树高来代表不同林分的立地条件好坏 ,林分的平均高也能反映林分生长的好坏。

从表 1 可以看出: 1) 山顶、山脊 (或阳坡、阴坡) 薄土赤松林的林分中 ,优势木的年平均高生长量只有 0.17 ~ 0.23 m; 阴坡中土赤松林与阴坡中厚土赤松林年平均高生长量为 0.27 ~ 0.40 m。阳坡与阴坡中厚土松阔混交林的优势木年平均高生长量也较高 ,达到 0.21 ~ 0.45 m ,显然土壤条件越好 ,林木生长越好 ,中土层的好于薄土 ,厚土层的好于中土。2) 林分的高生长与林龄密切相关。相同土地类型上的赤松林的优势木年平均高生长量 (ZH) ,都是中龄林 (Ⅲ、Ⅳ龄级) 的高于成熟林Ⅵ龄级或近熟林Ⅴ龄级的。如山脊 (阳、阴坡) 薄土赤松林的年平均高生长量中 ,中龄林平均为 0.22 m ,成熟林为 0.17 m; 阳坡中土赤松林的中龄林 ZH 为 0.35 m ,成熟林 ZH 为 0.17 m; 阴坡中、厚土的中龄林 ZH 为 0.32 m; 阳坡 (阴坡) 中厚土松阔混交林的中龄林 ZH 为 0.34 m ,近成熟林为 0.23 m。

#### 3.2.2 材积生长

对森林生产力高低的衡量 ,除了高生长外 ,很重要的是径生长与材积生长。同一树种在不同立地条件下材积生长是不一样的 ,且与混生树种也有一定的关系。剔除树龄 60 年以上的林分 ,比较分布面积最大的中龄林的材积生长状况。

从表 2 可以看出: 山脊阳坡薄土林型组的各林分因生长的立地条件差 ,虽处在中龄期 (即本应是速生阶段) ,但每公顷蓄积量、年均材积生长量都很低。由于土层薄、土壤肥力与水分状况都很差 ,赤松在此种立地条件下还能正常生长 ,充分显示了赤松

能耐瘠薄的特性。土层上分布的赤松林多为纯林,林分生长较好,蓄积量较多,中龄林的年材积生长量在  $1 \sim 2 \text{ m}^3/\text{hm}^2$  之间。

从表 3 可以看出:阳坡很少见到厚土层的林分,大量的赤松林分布在中土层和部分薄土层。说明中

表 1 赤松天然林不同林型的林分平均高与优势木高

Tab. 1 Dominant tree height and stand average height of natural *P. densiflora* forest in different forest types

林型组	样地号	林型	树龄/a	林分平均高/ m	优势木高/ m	优势木年平均 高生长量/m
I 山脊阳坡薄土 林型组	15	阳坡薄土低海拔赤松林	29	4.1	5.9	0.20
	19	山脊薄土混栎赤松林	34	6.9	7.9	0.23
	2	山顶薄土赤松林	40	6.7	8.1	0.20
	6	山脊薄土赤松林	62	7.3	10.6	0.17
	5	阳坡薄土赤松林	60	9.3	10.2	0.17
II 阳坡中土厚土 林型组	4	阳坡中土赤松林	26	7.2	9.1	0.35
	7	阳坡中土赤松林	29	8.0	9.6	0.33
	9	阳坡中土赤松林	62	7.4	10.4	0.17
	10	阳坡中土赤松林	34	9.4	13.1	0.38
III 阴坡中土厚土 林型组	8	阴坡(沟谷)厚土赤松林	22	8.3	9.9	0.45
	3	阴坡厚土赤松林	29	8.2	11.7	0.40
	11	阴坡中土赤松林	21	5.1	6.2	0.30
	16	阴坡中土赤松林	27	5.0	7.3	0.27
IV 阴坡阳坡中厚 土松阔混交林 林型组	12	阳坡中土混栎赤松林	33	7.6	9.1	0.28
	13	阳坡中土混落叶松的赤松林	47	8.0	11.2	0.24
	14	阴坡中土混落、阔的赤松林	50	10.5	11.5	0.23
	18	阴坡厚土混麻栎赤松林	32	6.8	8.3	0.26
	1	阴坡厚土混阔叶树赤松林	32	9.5	12.1	0.38

注:样地 12 中混生栎类包括栓皮栎、短柄枹栎、麻栎、槲栎,占林分株数组成 5;样地 14 中混生落叶松,占组成 1.6,阔叶树(水榆、山丁子、五角枫等)占组成 1.9;13 号样地中混生落叶松占组成 5;1 号样地混生水榆、刺楸、山槐等落叶阔叶树种,占组成 3;样地 18 中赤松与麻栎各占组成 5。

表 2 山脊阳坡薄土林型组的赤松材积生长状况

Tab. 2 Stand volume growth of sunny-side slope with thin soil for top hill *P. densiflora* forest type

样地号	林型	林分郁 闭度	树龄/ a	平均胸径/ cm	蓄积量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	年均材积 生长量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	近 5 年材积 生长量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	前 5 年材积 生长量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )
2	山顶薄土赤松林	0.6	40	10.91	41.16	1.03		
19	山脊薄土混栎赤松林	0.6	34	9.36	38.005	1.12		
15	阳坡薄土低海拔赤松林	0.45	29	6.44	10.423	0.36	4.543	3.782
	均值				29.862	0.82		

表 3 阳坡中土厚土林型组的赤松材积生长状况

Tab. 3 Stand volume growth of sunny-side slope with middle-thick soil for *P. densiflora* forest type

样地号	林型	林分郁 闭度	树龄/ a	平均胸径/ cm	蓄积量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	年均材积 生长量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	近 5 年材积 生长量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	前 5 年材积 生长量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )
4	阳坡中土赤松林	上层 0.5 下层 0.4	26	8.87	28.357	1.09		
10	阳坡中土赤松林	0.7	34	13.42	56.953	1.68		
7	阳坡中土赤松林	0.56	29	13.97	54.678	1.89	22.677	23.718
	均值				46.663	1.56		

从表 4 可以看出: 阴坡( 包括沟谷底部) 一般土层较厚, 也有部分坡地是中土, 土壤水分、养分都比较好, 有利于林木生长, 但是赤松是强阳性树种, 在阴坡光照条件弱于阳坡的情况下, 分布在阴坡中厚

土条件下的赤松林的生长比阳坡中土条件的林分要差。厚中土赤松林的林分蓄积量平均为 31. 494  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ , 年生长材积为 1. 25  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ , 但比山脊、阳坡薄土赤松林型组要好。

表 4 阴坡中土厚土林型组的赤松材积生长状况

Tab. 4 Stand volume growth of shade-side slope with thick and middle-thick soil for *P. densiflora* forest type

样地号	林型	林分郁闭度	树龄 / a	平均胸径 / cm	蓄积量 / ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	年均材积生长量 / ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	近 5 年材积生长量 / ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	前 5 年材积生长量 / ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )
8	阴坡( 沟谷) 厚土赤松林	0. 50	22	9. 90	21. 662	0. 99		
11	阴坡中土赤松林	0. 70	21	7. 79	25. 967	1. 24		
16	阴坡中土赤松林	0. 55	27	8. 41	19. 719	0. 73		
3	阴坡厚土赤松林	0. 75	29	10. 21	58. 623	2. 02	26. 305	30. 519
	均值				31. 494	1. 25		

从表 5 可以看出: 由于阴坡水土条件较好, 阔叶树容易更新成功, 因此形成了较大面积的混阔叶树赤松林。阔叶树主要为耐阴树种, 树龄不同, 较大的与赤松在同一林层, 小的在第二层, 株数多在每公顷

1 000 株以上。将各林型组的蓄积量、年均材积生长量比较, 混阔叶树赤松林比其他林型组都高, 且生态系统的功能也是最高的。

表 5 阴坡阳坡中厚土松阔混交林林型组的赤松材积生长状况

Tab. 5 Stand volume growth of mixed forest with broadleaved trees and *P. densiflora* forest

样地号	林型	林分树种组成	林分郁闭度	树龄 / a	平均胸径 / cm	蓄积量 / ( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	年均材积生长量 / $\text{m}^3$
1	阴坡厚土混阔叶树赤松林	8P <sub>d</sub> 2S-A <sub>k</sub>	0. 70	32	12. 80	67. 661	2. 114
18	阴坡厚土混麻栎赤松林	5P <sub>d</sub> 5Q <sub>a</sub> -A <sub>k</sub>	0. 80	32	8. 85	97. 132	3. 035
12	阳坡中土混栎赤松林	6P <sub>d</sub> 4Q <sub>a</sub> -A <sub>k</sub>	0. 75	33	8. 63	54. 340	1. 647
	均值					73. 040	2. 270

注: 组成中 P<sub>d</sub> 为赤松, A<sub>k</sub> 为山槐, S 为水榆花楸, Q<sub>a</sub> 为麻栎。

为了解赤松林的生长变化情况, 特从赤松纯林的 3 个林型组中, 各挑出同为 29 年生的 3 个样地( 样地 15、7、3), 统计分析了它们近 5 年与前 5 年的林分材积生长量。从表 2~4 中可以看出: 山脊阳坡薄土林型近 5 年的材积生长量高于前 5 年, 说明它的材积生长仍在增长。主要原因是山脊薄土型的赤松从幼龄开始就一直较低, 加上密度与郁闭度小、营养空间大, 所以山脊薄土型赤松林还处在材积增长阶段。而阴坡中厚土的林型, 水分条件好, 年均材积生长大, 但近 5 年材积生长量却小于前 5 年的。这说明目前的林子密度太大, 而赤松又为阳性树种, 光照条件影响了它的生长及发育, 应进行适当的抚育采伐才有利于其继续良好生长。

3. 2. 3 赤松林木生长过程分析

为了解赤松林木的生长过程, 从分布面积最大的阳坡中土赤松林( 样地 9) 中选取一株生长正常的 64 年生优势木( 胸径 30. 6 cm、树高 10. 45 cm) 伐倒作为解析木, 以 1 m 段量测树龄, 量测各年轮段直径, 填入“直径、树高及材积生长过程分析表”, 并计算出各年

龄段的胸径、树高、材积总生长量( 图 1~3)。

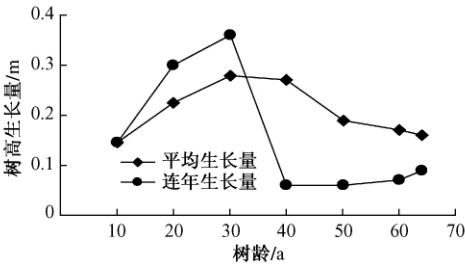


图 1 赤松树高生长量曲线

Fig. 1 Height increment curves of *P. densiflora*

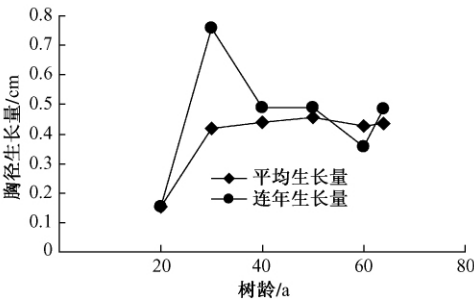


图 2 赤松胸径生长量曲线

Fig. 2 DBH increment curves of *P. densiflora*

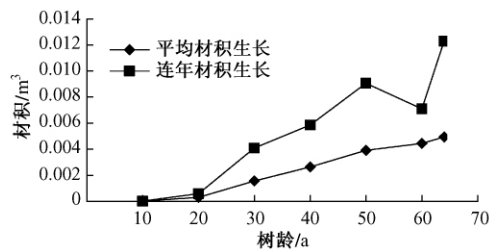


图3 赤松材积生长曲线

Fig. 3 Volume increment curves of *P. densiflora*

从图中1可见:树高生长以30年前为速生期,连年生长量为0.15~0.37 m;30年以后树高的生长明显放缓并趋于稳定。树高平均生长量在30年左右达最大值27 cm,以后逐渐降低。从图2可见:胸径生长20~30年最快,连年生长量为0.256~0.757 cm;30年以后明显放缓。平均生长量却一直升高到50年生时才达到最高值,年平均生长0.45 cm。从图3可见:材积生长20年以前的生长量都非常小,30年以后材积生长进入快速生长阶段,连年生长量在0.004 1 m<sup>3</sup>;50年时材积生长最快,连年生长量接近0.01 m<sup>3</sup>,是平均生长量的3倍,此后便衰退。而平均生长量到64年时还一直在上升。从而可判断出该赤松林还正处在生长上升阶段,尚未进入衰退期。这为我们对该区域的赤松天然林的抚育管理提供了有利的依据。从图3可见:当树龄在50~60年时,材积连年生长量降低较大,这是因为此间发生一次较重的虫害,而一时难以恢复生机的缘故。解析结果还显示赤松在30年时的高、径生长都已达到高潮,此时已充分郁闭,以后强烈自然稀疏,林下出现大量枯死木与麻栎幼树。因而,应提早施行间伐,扩大经营面积,使其延长速生期。

## 4 讨论与建议

赤松在我国的分布在比较狭窄的一个带状区域,所以对其研究也相对较少。通过本研究对其群落结构、生产力进行分类型的调查分析,可作为对赤松的保护与管理提供理论指导及参考依据。但崑崙山地区缺少黑松(*Pinus thunbergii*)、油松(*P. tabulaeformis*)等造林与人工林,因此还难以确定除赤松外,其他针叶树种在此地区的发展途径。

解放前崑崙山森林遭严重破坏,20世纪50年代以后经封山育林,加上赤松本身有很强的成林与天然更新能力,使该地区成为我国赤松林面积最大的区域,但多为Ⅱ~Ⅴ级天然中龄次生林,很少有成熟林,也未见小于20年生的幼林,因此对一老一小的赤松林群落类型无法分析。

林木分布不均,处在进展演替中,林下枯死木、倒木较多;天然更新较好,阳坡中土林型更新株树达

6 000株/hm<sup>2</sup>,山脊薄土林型4 688株/hm<sup>2</sup>,但存在分布不均的问题。阔叶树-赤松混交林郁闭度在0.74以上,林下混有大量的栎、山槐等树种,但径级多在4~8 cm,显然受压。为此建议:1)林地应清理枯死木与倒木。2)对上层郁闭度0.7以上的密林实行间伐,砍除密丛处生长不良的立木与病虫害害木。径级大些的可清除利用;小径级木与枝桠及站杆、倒木砍断后顺等高线堆成带状,既可阻拦地表径流,又可促进更新与幼树生长。3)对林下天然更新成团分布的幼树进行稀疏。通过人为干预措施既可提高保留木的生长速度,又可改善立木空间分布,还可提高林内生物多样性。

致谢 该研究的野外调查得到北京林业大学罗菊春教授指导,有林学专业张赞、张程、管美娜等同学及自然保护区学院研究生王灵艳、张力强、王云豹、崑崙山自然保护区工程师王琦等参与协助野外调查,特此鸣谢!

## 参 考 文 献

- [1] 山东森林编辑委员会. 山东森林[M]. 北京: 中国林业出版社, 1986: 50-58.
- [2] 徐程扬, 刘福金, 李延生, 等. 天然赤松林种群结构的特点研究[J]. 吉林林业科技, 1997(5): 16-19.
- [3] 王仁卿, 吕以璞. 崑崙山天然赤松种群的数量特征及更新动态[J]. 生态学杂志, 2000, 19(3): 61-65.
- [4] 张伟, 赵善伦. 山东省赤松种群的个体生长规律[J]. 植物资源与环境学报, 2002, 11(1): 29-34.
- [5] 王仁卿, 吕以璞. 崑崙山天然赤松种群的数量特征及更新动态[J]. 生态学杂志, 2000, 19(3): 61-65.
- [6] 王仁卿, 周光裕. 山东半岛赤松林的天然更新及其发展前途的研究[J]. 生态学杂志, 1989, 8(2): 18-22.
- [7] 林全业. 赤松次生林天然更新的研究[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 1994, 25(3): 348-352.
- [8] 吴大千, 杜宁, 王炜, 等. 崑崙山森林群落下灌草层结构与多样性研究[J]. 山东大学学报, 2007, 42(1): 83-88.
- [9] 徐程扬, 张晶. 长白山地区天然赤松林群落学特性的研究[J]. 植物研究, 1995, 15(2): 220-229.
- [10] 林全业. 赤松次生林天然更新幼树数量途径分析[J]. 植物生态学报, 1996, 20(4): 348-354.
- [11] 赵前程, 郭冠男, 齐晓, 等. 崑崙山国家森林公园植物胶植物资源调查研究[J]. 北方园艺, 2010, 3(1): 106-108.
- [12] 张学雷, 肖光平. 崑崙山山麓土壤的发生与特性[J]. 山东师范大学学报: 自然科学版, 1993, 8(4): 14-18.
- [13] 王希才, 李承水. 赤松纯林更新为油松麻栎混交林的试验[J]. 山东林业科技, 1994(5): 32-34.
- [14] 马克平, 钱迎倩, 王晨, 等. 生物多样性研究的现状及发展趋势[M]. 钱迎倩, 马克平. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 1-13.
- [15] ZHANG W, ZHAO S L. Quantitative dynamics of *Pinus densiflora* population in Shandong Province[J]. J Plant Resou J Environ, 2000, 9(3): 41-45.

(责任编辑 李文军)