

油松株内幼龄材与成熟材材性的比较研究

徐有明

(华中农业大学)

摘要 本文就中条山油松株内幼龄材与成熟材材性差异的比较研究,讨论对幼龄期划分的依据。根据木材解剖特征、物理力学性质的径向变异规律,确定其幼龄期为14年。随着树干高度的增加,油松木材幼龄期逐渐缩短、株内幼龄材范围及所占断面上的比例变小。株内幼龄材与成熟材材性差异显著。幼龄材管胞长度短、直径小,胞壁薄,微纤丝角度大,生长轮较宽,晚材率低,浸提物含量高,基本密度较大。幼龄材的力学强度远远小于成熟材。

关键词 油松, 幼龄材, 成熟材, 木材性质, 径向变异

幼龄材位于树干髓心附近,是树木生长发育早期形成的特殊部位的木材^[1-3],其材性较成熟材差^[3-6],直接影响到木材加工产品的质量和用途^[2,7-9],因此各国都很重视幼龄材材性的研究与利用。

我国60年代初期成俊卿等人^[7,10]曾在研究粗放经营的人工林杉木、长白落叶松、红松等材性时述及速生材材质问题。当时,所利用的木材主要来源于径级大、生长慢的天然林,并没有引起人们对速生材质量变化的重视。直到80年代初期,大量人工林速生材开始利用,对其木材质量的变化才引起人们的注意^[11,12]。但迄今为止,对速生材材性的研究工作仍开展较少,有关我国重要用材树种的幼龄材性材报道不多,仅见^[4,7,13]少数几篇。本文系油松株内幼龄材、成熟材材性的比较研究结果,为合理利用速生材提供理论依据。

材料与方法

五株油松采自山西省中条山中村林场,树龄分别为48、49、50和52年,树高13.3、13.8、16.6、16.0和13.0m,胸径28.5、25.0、31.0、25.0和25.0cm。从每株树干的0.3、1.3、3.3、5.3、7.3和9.3m高处截取6个20cm厚的圆盘,每个圆盘沿南北方向截取宽4.0cm试条,每个试条再锯成宽4cm,高各为3、2、2和3cm的四块小试条。4×3cm

试条用于管胞断面尺寸和微纤丝角度的测定,4×2cm用于测定基本密度、浸提物含量,余下的两块试条中4×2cm用于顺纹抗压强度的测定,4×3cm试条用于年轮宽度、晚材率的测定。再从1.3m处圆木段上截取40cm长,过髓心取4cm厚中心板,再截成30cm、8cm长两段作抗弯强度、抗弯弹性模量、微抗拉强度试样。

各项材性指标取样时均记下生长轮年龄。管胞长度试样用10%硝酸和10%铬酸等量混合液离析后在光电投影仪上测定^[14],管胞直径和微纤丝角的测定是先将试样软化切片后分别在光学显微镜和偏光显微镜下进行^[15]。基本密度用排水法测定,而后以同一试样用苯-乙醇连续蒸馏法测定浸提物含量^[16]。

年轮宽度、晚材率均在10倍刻度放大镜下测量。顺纹抗压强度、抗弯强度、抗弯弹性模量和顺纹抗拉强度按GB 1927~43—80分别在Amsler 4吨、Zwick10吨力学试验机上测定。

结果与讨论

(一) 幼龄期的划分

株内幼龄材转变为成熟材有渐变或骤变二种^[1],幼龄期的长短因树种而异^[1,5,6,13]。由于各个研究者出发点不一致,划分幼龄期的标准也有差异。从解剖学的观点通过细胞尺寸及胞壁S₂层纤丝角度的变化或从木材物理力学性质的变异以划分木材的幼龄期。Loo^[17]根据管胞长度、比重的

收稿日期:1991.8.26.

径向变异,讨论火炬松幼龄材到成熟材转换时间上的遗传差异,指出根据营林目的综合考虑所有木材性质的转变年龄。Fukazawa^[18]根据木材密度的径向变异划分几种阔叶树材的幼龄期,Yang^[19]等人根据生长轮宽度、管胞长度的径向变异找出美加落叶松的幼龄期,深沉和三等^[20]根据纤维长度、纤维壁厚、组织比量和基本密度的径向变异来研究日本榎幼龄期的变化,从管胞长度、纤维角度和基本密度等因素的径向变异进行综合考虑。徐从健^[13]研究山杨幼龄期时指出,山杨纤维形态逐渐变化,单凭纤维形态特征划分证据可能不足,精确的划分仍需要对其构造特征、物理性质进行研究。幼龄材与成熟材的划分的实质是研究木材解剖特征和性质的幼龄期与成熟期。对于某一树种而言,这种从幼龄期转换到成熟期的年龄不尽完全一

致,因此划分时应综合考虑。

根据髓心附近幼龄材解剖特征、物理力学性质不稳定,而成熟材则相对稳定这一质的区别,作者研究了中条山油松木材管胞长度、管胞弦向直径和胞壁S₂层纤维角度(图1)、生长轮宽度、晚材率(图2)、浸提物含量和基本密度(图3)、顺纹抗压强度、顺纹抗拉强度、抗弯强度和抗弯弹性模量(图4)等因子的径向变异规律。从研究结果看,各种解剖特征、物理力学性质达到成熟期的年龄有所差异。油松木材幼龄材到达成熟材是逐渐变化的,14年前各种解剖特征、物理力学性质是直线式增加或减小,尤以管胞长度、纤维角度、力学性质等最为明显,14年后则相对稳定。因此可以认为油松木材幼龄期为14年。

幼龄期划分的标准中,作者认为胞壁厚度、管胞径向直径和生长轮宽度等因子作为依据欠妥,因这三个因子对外界生长条件依赖性很大。细胞壁增厚和当时可利用的光合物质产量有高度的相关性^[14, 22],外界生长条件有利,管胞径向直径增大,生长轮加宽,碳水化合物数量多,胞壁增厚。Pashin和Zeeuw^[1]指出人工林木材中幼龄材与髓心附近速生有关。但是宽年轮与树木中幼龄材没有必然的联系,抚育间伐或施肥后年轮增宽,高度竞争条件下林木生长受抑制,幼年阶段则会产生狭窄的生长轮。因此生长轮宽度作为幼龄期划分的标准应注意上述问题,这点与Yang等人^[19]的研究结果有所差异。

(二) 幼龄材与成熟材材性的比较

图1、2、3表明,幼龄材管胞长度短,管胞的S₂层微纤维角度大,胞壁相对地说较薄、腔大,生长轮较宽,晚材率低,浸提物含量高,这与文献^[1, 2, 6, 9]所述一致。但油松木材髓心附近基本密度较大,与上述许多研究者所述相反,其主要原因在于髓心附近浸提物含量高、管胞尺寸小,单位面积管胞数目较多等因子影响所致^[10]。图4所示油松木材抗弯强度、抗弯弹性模量、顺纹抗压与顺纹抗拉强度等力学性质的径向变异规律,髓心附近各种力学性质指标最小,由髓心向外,性质逐渐增加,至

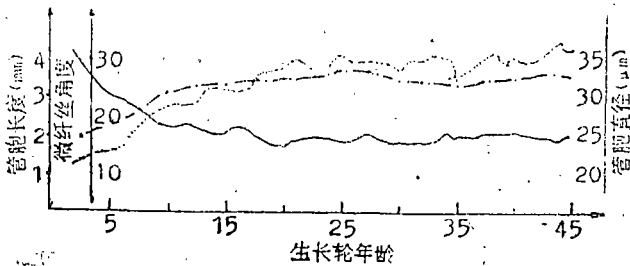


图1 油松木材胸高处解剖特征的径向变异

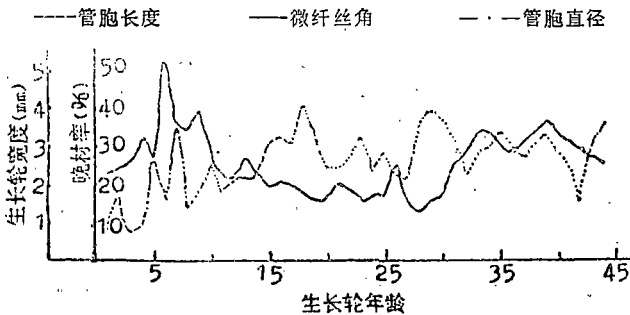


图2 油松木材胸高处生长轮宽度、晚材率的径向变异

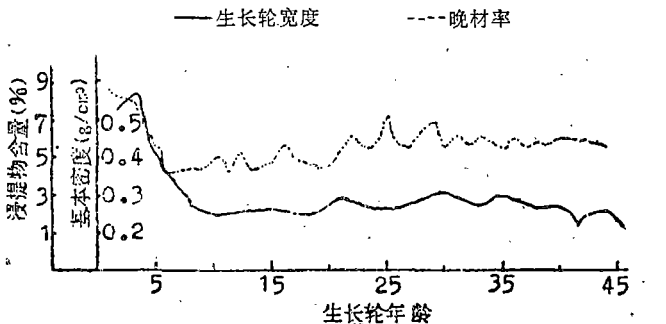


图3 油松木材胸高处浸提物含量和基本密度的径向变异

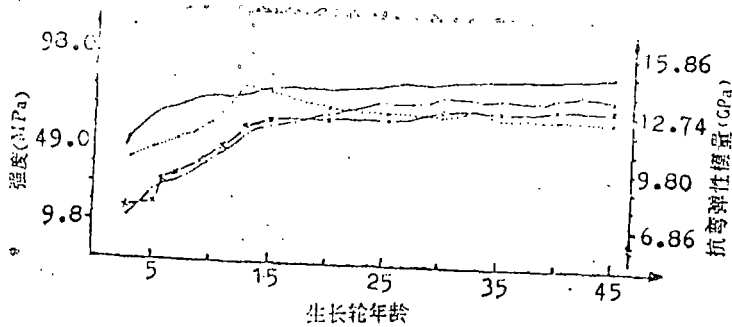


图4 油松木材胸高处力学性质的径向变异

——抗弯强度 —·—顺纹抗拉强度 ----顺纹抗压强度 —x—抗弯弹性模量

14年后的成熟期材性相对稳定,其间上下稍微波动。可见成熟材力学性能明显优于幼龄材。油松木材力学性质径向变异与Sekhar^[23]对雪松、喜马拉雅松 (*Pinus roxburgii*), Pearson等人^[2, 24]对火炬松的研究结果一致。油松木材髓心附近基本密度大,力学性能差,二者关系不密切(图3, 4),主要是由于髓心附近管胞长度短、胞壁薄、微纤丝角度大(图1),高浸提物含量等因子的影响。Pearson等人^[24]分析火炬松幼龄材和成熟材抗弯强度、抗弯弹性模量等力学性质的差异归因于幼龄材密度小,这显然忽略了微纤丝角度的影响。因为纤丝角度与抗弯性质较为密切^[15],髓心附近幼龄材纤丝角度大,必然降低幼龄材弯曲强度和抗弯弹性模量。表1为油松木材胸高部位(1.3m)幼龄材与成熟材材性的比较。在 $\alpha = 0.05$ 水平上方差分析表明幼龄材、成熟材各种解剖特征、性质差异显著。因此幼龄材与成熟材材性分析上应作为不同总体考虑,不同树种或同一树种不同植株间成熟材材性可直接比较,但幼龄材材性比较时则应考虑

表1 油松株内1.3米处幼龄材与成熟材材性的比较

木材解剖特征与性质	幼龄材	成熟材
管胞长度(mm)	2.28	3.48
S ₂ 层纤丝角度(度)	24.1	16.2
管胞直径(μm)	32.1	36.2
管胞胞壁厚度(μm)	4.86	5.32
生长轮宽度(mm)	3.0	2.2
晚材率(%)	19.2	30.3
基本密度(g/cm ³)	0.447	0.415
抗压强度(MPa)	59.82	71.24
强重比	993	1350
抗弯强度(MPa)	67.04	76.31
抗弯弹性模量(GPa)	9.15	12.20
微抗拉强度(MPa)	38.43	73.35

到幼年期内生长轮年龄的影响。

由于幼龄材木素、半纤维素含量高,纤维素含量低^[1, 9],现在已有很多学者如Orsler^[25]研究欧洲松 (*Pinus sylvestris*) 幼龄材生产的纸张具有较高的耐破度、抗拉强度,只有撕裂强度较低。周崑、卢鸿俊^[4]对落叶松间伐的幼龄材造纸性质的研究和Isebrand^[8]对集约经营的火炬松速生幼龄材纸浆性质的研究均持这种观点。

这就启示我们一方面可以通过集约经营措施(包括林木育种、遗传改良)定向培育速生优质木材,另一方面从改善现有的木材加工工艺以适应速生材的加工利用,因此必须加强对速生树种幼龄材材性的基础研究工作。

(三) 幼龄材在树干内的变动范围

幼龄材位于树干中央的髓心附近,由于树冠活动^[1]和顶端分生组织原始形成层细胞生理活性与老化因素的影响^[14, 19],树干内各个高度幼龄材长短不一致,导致幼龄材在树干内分布不均匀。从油松木材管胞长度、纤丝角度和基本密度各个高度的径向变异^[14, 15, 16]来看,随着树干高度的增加,幼龄期逐渐缩短,幼龄材半径逐渐减小,幼龄材所占断面面积递增后再呈递减的趋势(表2)。油松木材幼龄材在树干内变动与传统观点树干上方幼龄材比例较大观点相反,与徐从健^[13]研究山杨和Yang等人^[19]研究美加落叶松等树种幼龄材范围由基部向上变窄观点一致。Yang等人及作者^[14]认为幼龄材范围沿树干高度逐渐变窄主要是由于形成层原始细胞逐渐老化所致,而与Rendle^[26]、Zobel^[27]认为干端全为幼龄材的观点相左。

表2 油松幼龄材在树干内分布及所占比例的变化

树干高度(m)	0.3	1.3	3.3	5.3	7.3	9.3
幼龄期(年)	14	14	13	13	12	10
幼龄材半径(cm)	5.2	5.0	4.78	4.67	3.23	2.41
树干半径(cm)	11.6	11.5	10.1	9.5	8.4	6.7
所占断面面积比例(%)	20.1	19.1	22.4	24.2	14.2	12.9

结 论

1. 基于木材解剖特征、物理力学性质的径向变异,得出油松木材幼龄期为14年左右。幼龄期随着

树干高度增加逐渐变短、幼龄材范围沿着树干高度逐渐变窄。

2. 管胞长度、直径和木材的抗弯强度、弹性模量、顺纹抗压强度、顺纹抗拉强度等材性指标由髓心向外递增, 14年后保持相对稳定, 完成了向成熟材的过渡。而管胞 S_2 层纤丝角、基本密度和浸提物含量的径向变异规律是由髓心向外递减, 至成熟材阶段保持相对稳定。

3. 方差分析表明, 株内幼龄材与成熟材材性差异显著, 油松幼龄材浸提物含量高, 管胞长度短, 纤丝角度大、管胞直径小、胞壁薄, 生长轮较宽、晚材率低, 基本密度稍大。幼龄材顺纹抗压强度、顺纹抗拉强度、抗弯强度与抗弯弹性模量等力学性能明显低于成熟材。

(责任编辑 袁东岩)

参 考 文 献

- [1] Pashin, A. J. etc, 1972, Textbook of wood technology, 4th Edition, McGraw-Hill book company, New York.
- [2] Paul, B. H., 1960, The juvenile core in conifers, Tappi 43, 1—2.
- [3] Pearson, R. G. etc, 1971, Characterization of the strength of juvenile wood of loblolly pine, For. prod. J. 21 (1), 23—30.
- [4] 周崑, 1980, 落叶松间伐幼龄材材质及其造纸性质兼论短轮伐期的造林问题, 林业科学, 3: 161—172.
- [5] Ohta, S., 1972, Studies on mechanical properties of juvenile wood especially of sugi-wood and hinoki-wood, Bull. Kyuaha. Univer. For. 45, 1—8.
- [6] Zobel, B. J. etc, 1959, Core or juvenile wood of loblolly and slash pine trees, Tappi, 42 (5): 345—356.
- [7] 成俊卿主编, 1985, 木材学, 中国林业出版社.
- [8] Isebrands, J. G. etc, 1982, Kraft pulp and paper properties of juvenile to mature wood in loblolly pine, Tappi, 65 (9): 92—96.
- [9] Zoble, B. J., 1984, The changing quality of the world wood supply, Wood Sci. Tech. 18 (2): 1—17.
- [10] 成俊卿等, 1962, 人工林及天然林长白落叶松木材材性的比较试验研究, 林业科学, 7(1): 13—27.
- [11] 柯病凡, 1980, 提高林木材质的途径, 安徽农学院学报, 2: 34—44.
- [12] 申宗圻, 1985, 木材基础研究展望, 中国林学会木材工业学会编.
- [13] 徐从健, 1986, 中条山山杨木材解剖, 物理力学性质及其变异的研究, 安徽农学院学报, 1: 45—58.
- [14] 徐有明, 1990, 油松管胞形态特征的变异, 林业科学, 26 (4): 337—343.
- [15] 徐有明, 1989, 油松木材纤丝角的变异及其与解剖、抗拉强度和抗弯强度的关系, 安徽农学院学报 1 (2): 141—151.
- [16] 徐有明, 1990, 油松木材基本密度的变异, 中国林学会木材科学学会第二次学术研讨会论文集.
- [17] Loo, J. A., 1985, Genetic variation in the time of transition from juvenile to mature wood in loblolly pine, Silvae Gentica, 34 (1): 14—19.
- [18] Fukazawa, K., 1984, Juvenile wood of hardwood judged by density variation, IAWA Bulletin, 5 (1): 65—73.
- [19] Yang, K. C., 1986, Distribution of juvenile wood in two stems of *Larix laricina*, Can. J. For. Res., 16: 1041—1049.
- [20] 深沢和三等, 1979, 北海道大学农学报演习林研究报告, 36 (3): 609—622.
- [21] 渡道治人等, 1963, 木材学会志, 19 (9): 225—230.
- [22] Elliott, G. K., 1970, Wood density in conifers, Commonw. For. Bureau Tech. Comm.
- [23] Sekhar, A. C., 1961, Study on variation of strength properties in wood, India Forester, (2): 87—93.
- [24] Pearson, R. G., 1984, Growth rate and bending properties of selected loblolly pine, Wood and Fiber Science, 16(1): 37—47.
- [25] Orsler, R. J., 1972, Pulping of British-grown Softwoods, pt. V, A study of juvenile, mature and top wood in a large scots pine tree, Holzforschung, 26 (5).
- [26] Rendle, B. J., 1959, Fast-grown coniferous timber—some anatomical consideration, Quart. J. For., 53: 116—122.
- [27] Zoble, B. J. and J. P. Van Buijtenen, 1989, Wood variation, its cause and control, first edition, Springer Berlin.

Studies on properties of juvenile wood compared with mature wood in stems of chinese pine

Xu Youming

(Huazhong Agricultural University)

Abstract Five trees of Chinese pine (*Pinus tabulaeformis*) were collected from a stand of Zhongtiao Mountains in Shanxi Province. Based on the radial variation of the anatomy features, physical-mechanical properties of the wood, the stemwood may be divided into juvenile wood and mature wood, and the duration of the juvenile period is about 14 years old. The width of juvenile wood and the number of growth rings, decreased noticeably from the base to the top of tree. The volume of juvenile wood decreased in a similar pattern.

There are significant differences (0.05 level) between juvenile wood and mature wood properties of the trees. Shorter tracheid lengths, smaller tracheid diameters, thinner tracheid walls, flatter fibril angle of the S_2 layer, wider growth ring, lower percent of latewood and higher extractives content, higher specific gravity, lower physical-mechanical properties are the characteristics of the juvenile wood in comparison with the mature wood.

Keywords *Pinus tabulaeformis* Juvenile wood, Mature Wood, wood characteristics, Radial variation

全国制材新技术推广应用专题通讯式 学术讨论会征集论文通知

中国林学会木材工业学会、全国制材技术开发推广中心和中国木材标准化技术委员会于1992年第四季度联合召开全国制材新技术推广应用专题通讯式学术讨论会。具体事宜由推广中心承办。

一、征文内容 通过新技术(先进而实用的技术成果)推广应用,提高锯材产品质量,节约木材,创社会经济效益或提高锯材业总体水平方面的内容均可。

二、征文形式 形式不限,建议按下述格式撰写论文:1.应用技术成果简要说明(技术成果名称、内容、来源、水平、技术关键……);2.推广应用情况(推广面、数量、应用过程的创新);3.经济与社会效益及其说明(或证明);4.结论(含建议与展望);5.完成推广工作人员及其所做工作(推广完成者与论文撰写者要一致);6.参考文献目录;7.加盖单位公章。

三、截稿日期(邮戳为准)1992年9月15日。个别情况可稍晚。

四、专题论文集 编印“全国制材新技术推广应用专题通讯式学术讨论会论文集”。

五、论文录用 录用后将通知本人,请自留底稿。

六、论文投寄处 (150040)哈尔滨市哈平路 黑龙江省林产工业研究所内制材推广中心 倪宝田 何兴祖