

文章编号:1001-1498(2005)06-0738-05

长江滩地沙埋杨树木材解剖性质及其变异的研究*

徐斌¹, 刘杏娥¹, 孙主义², 查朝生¹

(1. 安徽农业大学, 安徽 合肥 230036; 2. 安徽省滁州市林业科学研究所, 安徽 滁州 239100)

摘要:对滩地杨树经长时间沙埋这一特定情况下的木材解剖性质进行了系统研究,结果表明:滩地杨树经泥沙长时间的掩埋后(以下称沙埋杨树),其纤维长度为短级(829.08 μm),纤维壁厚为薄至厚,纤维、导管比量分别为62.48%和24.09%,纤维长宽比为47.5,微纤丝角为15.3°。与同一品系正常立地条件下生长的杨树比较,其纤维长度、纤维壁厚、导管组织比量等受到较大影响,相对差异值分别为-33.78%,34.70%,-33.08%,而射线比量、纤维长宽比等影响相对较小;沙埋杨树微纤丝角较小、木纤维组织比量较大、纤维壁较厚,可预测其较正常立地条件下的杨树具有较高的力学强度。各指标的径向变异,与正常杨树存在一定的差异,主要由各分子的生理功能及立地条件使其生长期缩短两方面的原因造成。

关键词:沙埋杨树;木材解剖性质;变异

中图分类号:S718.4

文献标识码:A

Study on the Anatomical Properties and Variation of Sand Covered Poplar Grown in the Beaches of Yangtze River

XU Bin¹, LIU Xing-e¹, SUN Zhu-yi², ZHA Chao-sheng¹

(1. Anhui Agricultural University, Hefei 230036, Anhui, China;

2. Research Institute of Forestry of Chuzhou, Chuzhou 239100, Anhui, China)

Abstract: The poplar grown on the beaches of Yangtze River, Anqing city, Anhui province, were selected to study the wood anatomical properties under sand covered. The results showed that the fiber length, fiber and vessel percentage, the ratio of fiber length to width and angle of microfibril with the values of 829.08 μm, 62.48%, 24.09%, 47.5, 15.3°. Compared to the normal trees, the wood properties of fiber length, the thickness of cell wall and vessel percentage had significant effect by sand covered with the relative difference values of -33.78%, 34.70%, -33.08%, while the properties of the wood ray percentage and the ratio of fiber length to fiber width had few effect. Compared to normal poplar tree, the sand covered poplar tree may be have larger wood mechanical prosperities according to the small angle of microfibril, the large fiber percentage and thick cell wall. The difference of wood properties' radial variation between normal and sand covered resulted in different molecular physiological function and different growth cycle.

Key words: sand covered poplar; wood anatomical properties; wood variation

由于长江滩地长期受长江汛期水位的影响,每年都有几个月时间被水淹,同时有一部分主干被淤积的泥沙掩埋,主伐后,地下部分常常被遗弃在林

地,不仅给林地更新带来不便,同时也造成了较大的资源浪费。据笔者对安徽安庆南埂试验林场已主伐的林地测算,按照平均直径32 cm、平均高度60 cm,

收稿日期:2005-02-20

基金项目:“九五”国家攻关项目(96-007-02-06)子课题的一部分。

作者简介:徐斌(1971—),男,安徽怀宁人,讲师,博士研究生,主要从事木材学教学与科研工作,xubin@ahau.edu.cn

* 本文选题得益于彭镇华先生指导,测试及撰写过程中得到安徽农业大学林学与园林学院吴泽民教授及中国林科院费本华研究员的指导和帮助,谨此致谢。

栽植密度 $333 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$, 每公顷林地上被泥沙掩埋的木材可达 16.06 m^3 。关于淹水程度对林木材性的影响已有报道^[1,2], 那么长时间的泥沙掩埋对深埋在地下部分的木材性质及其加工利用到底会产生哪些影响, 是否值得将其作为“次小薪”材加以开发利用? 目前尚未见报道。正是基于这一点, 对长江滩地这一特定立地条件下的杨树(*Populus* spp.) 主伐后残留在泥沙中的木段的解剖性质的变异情况进行了研究。

1 材料和方法

1.1 试材采集与制作

样地选在安徽省怀宁县海口镇南埂试验林场, 地处长江外滩, 开始主伐的杨树林 1989 年造林, 用黑杨派南方无性系 I-72 杨(*Populus* × *euramericana* (Dode) Guineir cv. 'San Martino' (I-72/58) 大苗(苗高 > 4.5 m) 栽植, 造林密度 $333 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ (3 m × 10 m), 共计造林 220 hm^2 ; 每年汛期由于滩地泥沙淤积, 致使每株树地下部分有约 60 cm 的主干被掩埋。选取相同高程的 4 株样本, 除去周围泥沙后自根部截断, 标好南北向及编号, 样木情况见表 1。因长期水淹沙埋, 样木生材含水率极高, 为便于干燥及试样制作, 样本运回后锯成 4 cm 厚的毛边板材(板材端头厚度方向为东西向), 置于实验室气干后, 将所采试材的中心板自其下断面向上锯取 3 根 2 cm 厚的试条, 作木材解剖及部分物理指标试材。

表 1 样木情况一览表

样木编号	树龄/a	根部直径/cm	沙埋深度/cm
01	14	33	60
02	14	32	58
03	13	31	55
04	14	34	57

1.2 主要方法

1.2.1 纤维长度测定 纤维长度用离析法^[3]测定, 将试条自髓心向外每隔 3 a 取样, 分早晚材纵向劈

成火柴梗大小, 取适量置于已编号的试管中, 倒入等量的 10% 硝酸和 10% 铬酸的混合液 3 ~ 5 mL, 离析 12 h 后制片, 在放大 100 倍的显微投影仪下测定, 每片随机测 30 次。

1.2.2 组织比量的测定 运用体视学原理, 在光电投影仪下测定。将试条自髓心向外每隔 3 a 切片, 随机抽取 3 ~ 5 片弦切面切片, 作为射线组织比量的测定, 选取横切面切片进行导管及木纤维比量的测定。

1.2.3 胞壁 S₂ 层微纤丝角的测定 微纤丝角测定采用偏光显微镜法。将已切好的弦切面切片 3 ~ 5 片用等量 10% 硝酸和 10% 铬酸混合液处理成单根半壁纤维丝后, 制片, 在 400 倍偏光显微镜下观测, 每片测 30 次。

2 结果与分析

2.1 纤维形态及径向变异

2.1.1 纤维形态 沙埋杨树木纤维形态如表 2, 根据木材解剖协会对木材解剖分子的分级^[4]标准, 其纤维长度为短级, 纤维壁厚为薄至厚(腔径 ≤ 3 倍壁厚), 与前人对同一无性系研究的结果^[5]比较, 沙埋杨树纤维壁厚、组织比量均较大, 纤维长度、导管比量则相对较小, 纤维长宽比为 47.5, 在同类比较中处优势地位, 其他指标大致相同。之所以出现这种情况, 作者认为在沙埋水淹这一立地条件下, 杨树为抵御泥沙掩埋产生应激性反应, 导致其担负机械支持作用的木纤维壁厚及组织比量较大; 而导管在阔叶材中主要担负输导水分及矿质元素的功能, 因而比量相对较小; 纤维长度相对较小可能是汛期使其生长期缩短所致, 因根据木材细胞形成过程分析, 形成层原始细胞分生的子细胞首先要进行细胞尺寸的增大发育, 当单个细胞发育周期较短时, 其尺寸的增长则受到不同程度的影响。至于本文测定的结果之所以比黄秦军等人^[6]的研究结果要大得多, 作者认为主要是研究对象的树龄差异造成的。

表 2 沙埋杨树纤维形态

主要指标	测定值	参考值 ^[5]	相对差异%	参考值 ^[6]
纤维长度/μm	829.08	1 252	-33.78	526
纤维直径/μm	19.33	20.5	-5.70	12.60
纤维壁厚/μm	6.25	4.64	34.70	
纤维长宽比	47.5	48.0	-1.04	43
纤维组织比量/%	62.48	55.7	12.17	
导管组织比量/%	24.09	36.0	-33.08	

2.1.2 纤维长度径向变异 由图1可知,不论是早材还是晚材,自髓心向外呈逐渐增加的趋势,与前人^[7]的观点一致,但至生长后期,出现了早材纤维比晚材长的现象,这可能是长江滩地沙埋这一特殊立地环境造成的。杨树在幼龄生长阶段,没有受环境条件制约,生长正常,而生长后期,受沙埋的程度加重,早材在4、5月份汛期到来之前已基本形成,进入夏季,长江水位上涨,树干被淹,泥沙进一步淤积,此时正是晚材形成时期,受这一逆境因素的影响,细胞分裂减缓,生长期缩短,从而导致晚材纤维长度较早材小。

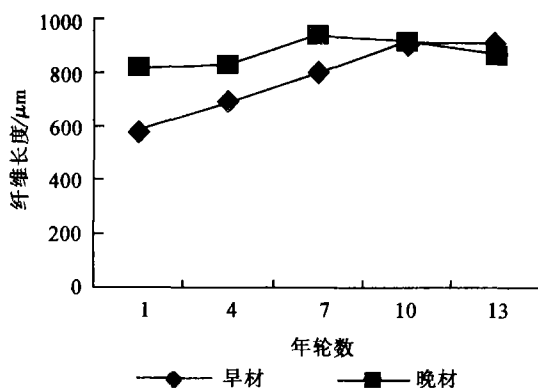


图1 纤维长度径向变异曲线

2.1.3 纤维直径 滩地沙埋杨树的纤维直径径向变化趋势自髓心向外减少后稍有波动,而后逐渐减少(如图2)。这与广东大叶相思(*Acacia auriculiformis* A. Cunn.)^[8]的纤维直径的变化规律相似,而与刺楸(*Kalopanax septemlobus* (Thunb.) Koidz)^[9]、铜钱树(*Paliurus hemsleyanus* Rehd.)^[10]等木材纤维直径的变化趋势相反。

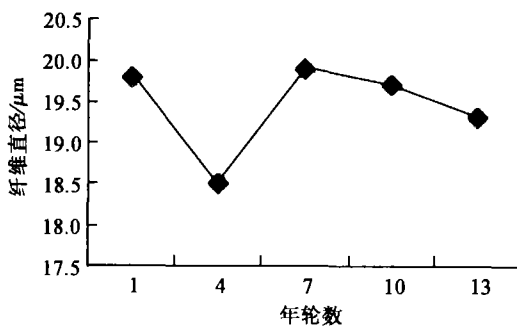


图2 纤维直径径向变异曲线

2.1.4 纤维双壁厚和胞腔径 纤维双壁厚的径向变化如图3所示,由髓心向外逐渐增加,然后在第4~5年轮间有较大范围的波动,其后增长趋势较为稳定。产生这样的结果,一则同树木遗传特性有关,

生长初期,生长激素分泌多,细胞分裂快,数量的增长大于营养的供给,因而细胞壁薄;待至成熟期,细胞分裂速度趋于稳定,营养供应大于水淹影响的细胞的需求,故而细胞壁厚。再则可能是因为沙埋时间长,不利的生长环境诱发了成熟期的提前造成的。

纤维腔径的径向变化见图4。杨树纤维腔径自髓心向外先迅速减少,然后回升增加,具有一定的波动性,最后逐渐减少,与纤维弦向直径变化相似。按Pashin^[11]的观点,阔叶树木材纤维直径径向变化模式不一,一般从髓心向外通常是适度增加,杨树出现异常,即前期波动,至后期呈下降趋势,作者认为一方面受杨树本身的遗传特性影响^[12],另一方面则是受到水淹沙埋的严重影响,在树体中担负机械支持作用的木纤维产生应激性反应而使壁厚增加,腔径减小所造成的。

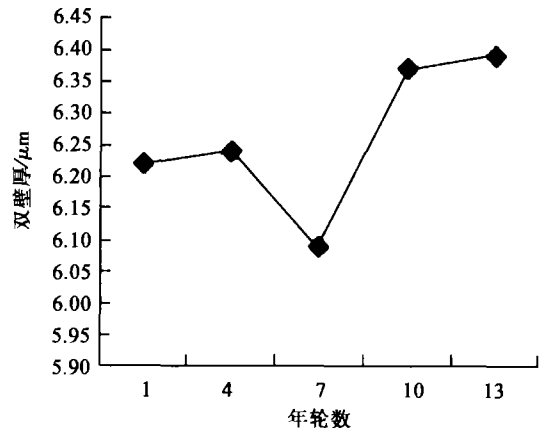


图3 纤维双壁厚径向变异曲线

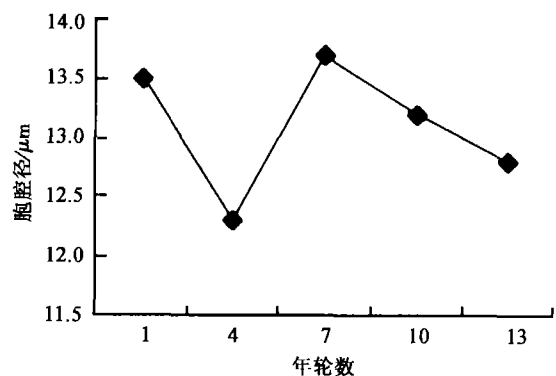


图4 纤维腔径的径向变异曲线

2.1.5 纤维的长宽比和柔性系数 长宽比是指纤维长度与宽度的比值,是由纤维长度与宽度共同作用的结果。从图5中可以看出:纤维长宽比的径向变化与纤维长度的径向变化是一致的,即纤维长宽比由髓心向外是先增加后减少。这是因为长宽比中

纤维长度远远超过纤维宽度,加上纤维宽度径向变化不大,其作用的主要因子是纤维长度,故而纤维长度的径向变异可以表示纤维长宽比的径向变异。纤维柔性系数是指纤维腔径与纤维直径的比值,由纤维宽度与纤维腔径共同决定的^[13],其径向变化规律如图6。从图中可以看出,杨树纤维柔性系数由髓心向外先减少,后波动回升,最后又逐渐减少,说明长期沙埋对杨树的造纸性能可能有一定负面影响。

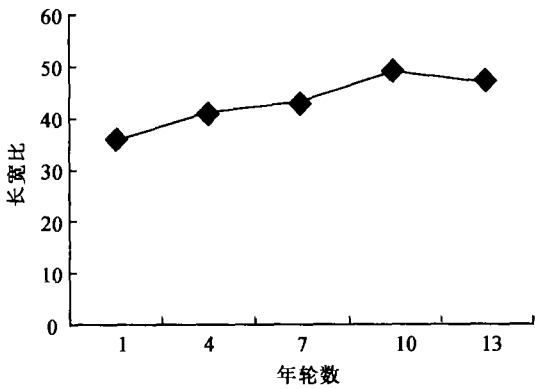


图5 纤维长宽比径向变异曲线

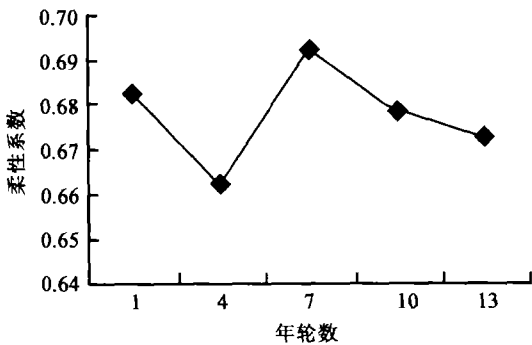


图6 柔性系数变异曲线

2.2 长江滩地沙埋杨树的微纤丝角度变异及分析

本研究的杨树的微纤丝角与正常树比较其变异不显著,由图7所示可发现其变化趋势与前人^[14]研究结果一致,12年生以前微纤丝角度变异较大,先增大,后下降,12年生以后趋于平缓。微纤丝角度越小,木材强度越大,微纤丝角在20°以下者,木材密度越大,顺纹抗压强度高,纸张的物理性能好,以本研究的杨树的微纤丝角15.3°来看,被沙埋这部分木材如果作为纸浆用材其利用价值仍是相当可观的。另外针对沙埋杨树微纤丝角度较小,胞壁较厚的情况,从力学角度分析,部分力学强度应与其它杨树相同甚至优于其它杨树,可作为旋切胶合板的原料使用,该推测已经在后续木材物理力学试验中得到验证,其干缩性质较正常材小,而抗弯弹性模量及顺纹抗压则相对较大,该部分将另文发表。

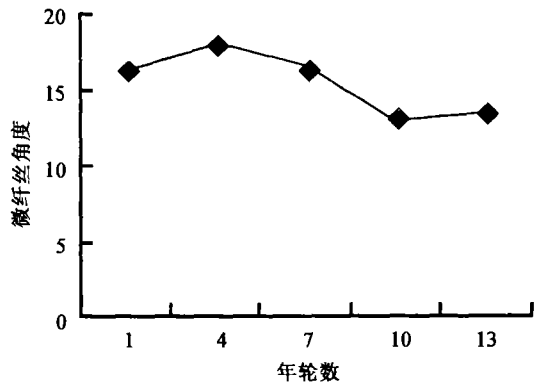


图7 微纤丝角度变异曲线

2.3 长江滩地沙埋杨树射线因子的变异研究

本实验仅对木射线的射线高度(RHT)、宽度(RWT)、形状因子(RSF)三个因子进行研究,其中射线高度、宽度的径向变化分别参见图8、图9,从图中可以看出,随着年龄增加,木射线高度出现大幅增加后下降的变化趋势,宽度则呈现一定的波动性,其中原因,笔者认为水淹沙埋这特殊的生境造成的,而木射线高度在径向上的变化趋势类似木纤维长度在径向上的变化模式,这是因为木射线原始细胞和纤维均来自于形成层纺锤形原始细胞,故其两者尺寸在发育过程中受水淹沙埋逆境影响相一致的。

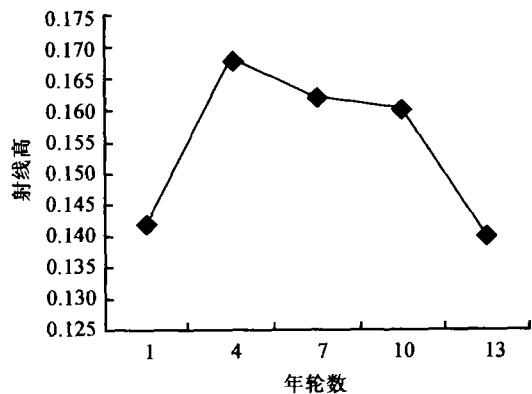


图8 射线高变异曲线

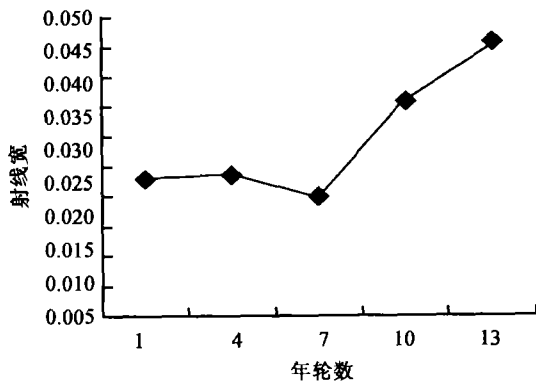


图9 射线宽变异曲线

2.4 木材组织比量的变异及分析

通过对构成杨树的3种主要构造分子的组织比量及变异情况进行研究发现(图10),木射线组织比量的径向变化与费本华等人^[10]的观点一致,即在总体上从髓心向外,随着年龄的增加逐渐下降,并呈现一定的波动性;木材导管比量自髓心向外呈上升趋势,这与前人的结论^[15,16]略有不同,作者认为该现象是导管和射线组织在树体中担负的生理功能与特定立地条件对不同方向输导组织的要求不同共同作用的结果。

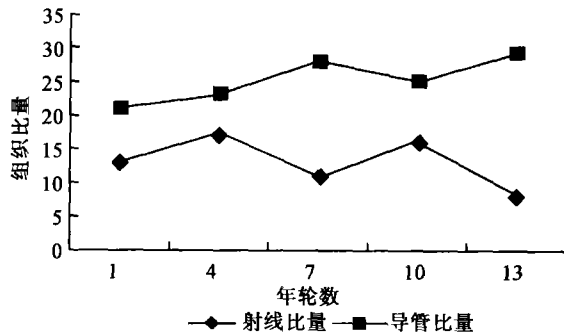


图10 木材组织比量变异曲线

3 结论

(1)经测定:沙埋的杨树微纤丝角为 15.3° ,纤维组织比量为62.48%,导管组织比量为24.09%,射线组织比量为13.43%,纤维长度为 $829.68\ \mu\text{m}$,纤维腔径为 $13.08\ \mu\text{m}$,纤维壁厚为 $6.25\ \mu\text{m}$,纤维直径为 $19.33\ \mu\text{m}$,纤维长宽比为47.5。

(2)沙埋对杨树纤维长度、纤维壁厚、纤维组织比量影响较大,与正常生长的杨树相比,相对差异值分别为-33.78%、34.70%、12.17%,而对纤维腔径、纤维长宽比影响较小,沙埋杨树纤维长宽比较大,就此指标而言是满足造纸要求的。

(3)就解剖因子的径向变异而言,沙埋对滩地杨树纤维长度影响较大,幼龄期早、晚材的纤维生长正常,而到成熟期,早材生长比晚材生长变慢,与正常立地条件下的杨树材正好相反;纤维柔性系数由髓心向外先减少,后波动回升,最后又逐渐减少,其值与正常杨树相比较小,说明其对杨树的造纸性能

有一定负面影响;微纤丝角度则与正常杨树的变化趋势一致。

(4)就输导组织而言,沙埋对滩地杨树射线因子影响不大,但对导管分子有一定影响,导管比量随树龄增大虽呈上升趋势,但与同一品系其它杨树比较则相对较小,差异值为-33.08%。

参考文献:

- [1] 汪佑宏,洪安东,徐斌,等.不同淹水程度对长江滩地枫杨组织比量的影响及变异[J].安徽农业大学学报,2000,27(4):380~383
- [2] 陶仁中.间歇性淹水对池杉木材管胞形态、纤丝角的影响[J].南京林业大学学报,1998,22(2):63~65
- [3] 朱湘渝,王瑞玲,佟永昌,等.10个杨树杂种组合木材密度与纤维遗传变异研究[J].林业科学研究,1993,6(2):131~135
- [4] International Association of Wood Anatomists. Standard terms of length of vessel members and fibres[J]. Trop Woods,1937,51:21
- [5] 彭镇华,江泽慧.中国新林种抑螺防病林研究[M].北京:中国林业出版社,1995
- [6] 黄秦军,苏晓华.美洲黑杨×青杨F2代基本材性性状遗传变异研究[J].林业科学研究,2003,16(2):141~145
- [7] 顾万春,归复.毛白杨优良无性系(新品种)材性测定研究[J].林业科学研究,1998,11(2):186~191
- [8] 陈鉴朝.广东大叶相思幼龄期木材材性及其变异与用途[J].华中农学院学报,1984,5(2):55~66
- [9] 刘盛全.刺楸纤维形态及其变异的研究[J].安徽农业大学学报,1996,23(1):68~72
- [10] 费本华.铜钱树木材纤维形态特征和组织比量变异的研究[J].东北林业大学学报,1994,22(4):61~67
- [11] Panshin A J, Zeeuw Carl de. Textbook of Wood Technology[M]. New York: McGraw-Hill Book Co, 1980
- [12] 姜笑梅,殷亚方.北京地区1-214杨树木材解剖特性与基本密度的株内变异及其预测模型[J].林业科学,2003,139(6):115~121
- [13] 许忠坤,徐清乾.杉木纸浆材无性系选择研究[J].林业科学研究,2004,17(6):711~716
- [14] 江泽慧.长江滩地不同品系杨树木材纤维形态、纤丝角和结晶度变异研究[J].安徽农学院学报,1992,19(4):255~262
- [15] 广东省林业科学研究所.木麻黄木材定量解剖[J].林业科学,1978,14(3):52~57
- [16] Foulger A N. Stem anatomy of 30-year-old yellow-poplar[J]. Forest Science, 1975,21:23~33