

研究报告

代号: 森工 035

1960年8月2日

福建速生丰产杉木的 木材构造及其物理力学性质的初步试验研究

成俊卿 李源哲

中国林业科学研究院科技情报室印

福建速生丰产杉木的木材構造及其 物理力学性質的初步試驗研究

摘 要

丰产杉木的質和量均較优越。如何能使树木迅速生长，在同一单位面积上在較短时期內丰收材質优良的木材，为林业工作者在林业技术研究上的一项重要任务。

杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 是我国的首要用材树种，其理由是生长快，分布广 (吳中倫, 1955; 柯病凡, 1958)，采运方便，材質頗佳 (柯病凡, 1958)，用途很广 (成俊卿, 1958)；而其繁殖方法又是各式各样，羣众和林业工作者在若干年的實踐中累积了丰富的杉木造林經驗 (林研所, 1958)。虽然我們早就知道杉木生长迅速，但是并未十分关心这个事实。从大跃进的1958年起，林木“速生”和“丰产”等字句簡真是家諭戶曉，有关杉木在10年左右成材 (广西林业, 1958, 1959; 林业部1958; 湖南省等县工作組, 1958) 和每公頃生产杉木材积1,000立方米左右 (湖南洞口县林业局, 1958; 林研院, 1958; 会同县林业局, 1958; 林业部, 1958a, 1958b; 郑万鈞等, 1959) 等报导，日有所聞。除中央林业部在浙、閩、湘、黔等省召开丰产現場會議外，各林业机构又大搞速生丰产試驗田，因此杉木的生长調查和造林、經營在南方更得到重視。

作者等認為：由于原生林日益減少，营林技术时有改进，原来生长緩慢的树种势必因而加快，未来的木业市場上自然会以生长較快的木材为主。其結果对于从事木材研究者賦予兩重新任务：第一，測得速生木材的特征和材性，便于工业上利用；第二，測定在不同生长环境下的木材材質，便于林业上采取适当措施，使林木快速生长，在单位面积上获得最大的材积和最好的材質，換言之，就是速生丰产優質的木材。速生丰产是一件事，量与質同时并重，这才是营造用材林的目的。

基于上述理由，速生丰产木材的試驗研究就显得非常必要，每个人都想知道速生木材的性質如何。虽然不能單純地以为物理力学性質低，材質就差 (因为有些用途又需要物理力学性質低的木材)；但材性毕竟是評定材質的一个重要因素。为此，作者等乃就福建所产直徑生长迅速的杉木林分中和单位面积产量高的杉木林分中，以及各該林分附近

生长中庸的杉木林分中，采样比較試驗研究其木材解剖构造和物理力学性質。所选試材由于过去在营林方面缺乏系統的人工撫育，速生、丰产的杉木未能在同一林分內获得，因此，本文所用的四类試材及名称仅根据羣众习惯，将林木划分为速生林、丰产林、非速生林、非丰产林，而与我們今天所培育的既速生又丰产的林木的涵义有所不同，以致对問題的闡明可能会受到影响，但是可籍此引起从事林业工作者和木材工作者对于已有速生丰产优質良材和如何达到速生丰产优質良材的試驗研究給予更大的重視。杉木的分布地区广闊，繁殖方法众多，材性的变異无疑很大，不但应配合生态調查，在各地采样試驗；并有目的地根据“八字宪法”的精神在单位面积上培育速生丰产杉木，从事材質研究；这样既有实用价值，又有研究意义。

对在工作进行中，构造組和物理力学組部分同志的协助致謝。

試驗材料

速生杉木采自福建建甌南雅乡羊头村靠近山沟的山腰，共三株，編号为南 I、南 II 及南 III。該林分的杉木枝条均茂密，不透光，无地蔽物，树冠低而大，下部树冠的枝条枯死；树矮，树干尖削度大。另外在附近的山沟下的平地（沟底）上采集三株生长中庸（非速生）的杉木作比較試驗，編号为南二、南四及南七。該林分的杉木枝条稀疏，林下杂草丛生，树冠較高。高額丰产者則利用1957年林研所經理室作树干解析剩下的材料，产于福建南平溪后乡安曹下山沟下部的沟底，亩产木材67.55立方米，共三株，編号为 FC₁、FC₂ 及 FC₃。此外在溪后乡唐坑生长中庸的杉木林分中新伐三株，作为比較試驗的試材，編号为 C₄、C₆ 及 C₁₀₀。

各地区的試材，除丰产者外，均在1.3——3.3米处鋸下2米长的木段一段。FC₁ 采試材3段，各长2米，即在1.3——3.3米，5——7米和9——11米处；FC₂ 及 FC₃ 均采2段，即在1.3——3.3米和5——7米处鋸取。

关于試材采集的野外記錄，請參閱表 1。

表 1

杉木試材野外記錄

采集地点	地 形			林 分		試材 編號	切取 段数	树龄 (年)	胸徑 (厘米)	年輪平 均寬度 (厘米)	树高 (米)	枝下 高(米)
	海拔 (米)	坡度	坡向	郁閉 度	地位 級							
建甌南雅乡羊头村 临山沟窪地	—	約 30°	东	杉木 0.9-1	—	南 I	1	11	20.80	0.94	13.0	3.4
						南 II	1	12	17.15	0.71	11.3	3.2
						南 III	1	10	19.85	0.99	12.1	3.2
建甌南雅乡羊头村 山沟沟底	—	約 5°	东南	同上	—	南二	1	31	20.35	0.33	17.8	13.6
						南四	1	30	16.9	0.28	16.0	12.2
						南七	1	31	21.1	0.34	17.5	11.8
南平溪后乡安曹下 山沟沟底	190	3°	S55W	同上	0.5	FC ₁	3	35	27.25	0.39	林分平	
					III	FC ₂	2	34	35.10	0.52	均树	
						FC ₃	2	31	22.00	0.35	高24.5	
南平溪后乡 唐坑	380	28°	北	同上	—	C ₄	1	16	16.15	0.50	17.5	11.2
						C ₇	1	17	16.60	0.49	16.1	10.4
						C ₁₀	1	20	21.80	0.54	17.6	9.9

試驗包括木材解剖和物理力学性質,前者用的材料只取自1 米处的圓盤上,圓盤厚約5厘米。

試驗方法

(一) 解剖构造

在12株試材的1.3米处各鋸取厚約5——10厘米圓盤一个,再橫鋸为二,一取解剖試样,一取容重試样。前者鋸光后測量其平均直徑,次測直徑上第1——8, 15, 20, 25, 30生长輪的寬度及其早材帶寬度和晚材帶寬度。然后从髓心起沿南向鋸寬度1——2厘米的試条一条。每根試条从髓心(第一生长輪)起往外至第10生长輪,每一生长輪上均切取制片材料和离析材料(丰产和非丰产杉木仅取第1, 5, 10年輪),后者早、晚材分別切取;另在第15, 20, 25, 30生长輪上同样切取上述試驗材料。

制片系采用一般常用的方法,不再敘述。管胞的离析則用杰弗雷法,可參閱成俊卿周崙著“长白落叶松管胞长度和變異研究”文中的敘述;但是杉木的木材松軟,离析時間比落叶松所需者短暫。

为便于比較起見,速生与非速生者,1——9生长輪的管胞长度逐年測量,过此則取自第15, 20, 25, 30生长輪;丰产与非丰产者,每5年測量,即第1, 5, 10, 15, 20, 25, 30生长輪。

胞壁或胞腔所占管胞体积的%对木材容重有关,胞壁厚或胞腔小者木材重(Brown, etc., 1949),特别是对早晚材帶容重差別显著者为然(Wangaard, 1950)。此次測定胞壁率或胞腔率的方法,系利用文献閱讀机測量胶卷上杉木管胞及其胞腔的徑向直徑。早材管胞以最內4列为准,晚材者以最外4列为准,各共測20个管胞。胞腔率 $=\frac{\sum l}{L} \times 100$,

式中 L 示20个管胞的徑向直徑(厚), $\sum l$ 示20个管胞胞腔徑向直徑的总和。关于这个問題,以采用体积孔隙度或表面孔隙度計算,通过全年輪的直綫法(瓦宁, 1958年中譯本)来进行測定为佳。

晚材帶寬度測定是通过橫断面直徑直接測量而平均之;如采用%表示时,应再除以全生长輪寬度(Miller, etc, 1956)。如使用年輪測定机測量时則更为方便和准确。

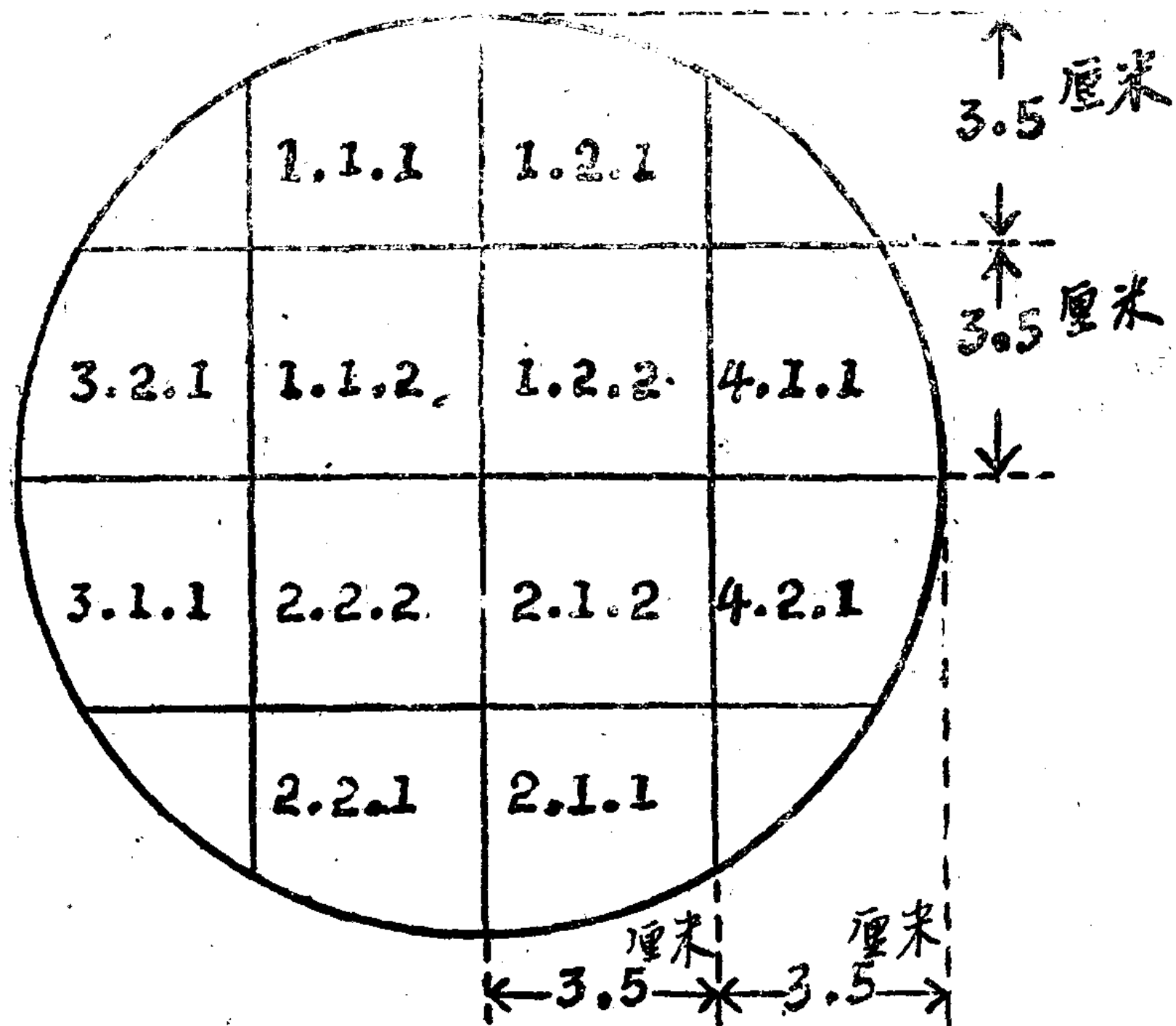
(二) 物理力学性質

試材分配和試驗方法,基本上是按照苏联国定标准6386——52“木材物理力学試驗方法”(1957年中譯本)进行的。

在每段試材的下端先切取5厘米厚的圓盤各一个,按不同年齡次序切取容重試样。另

切取厚10厘米的圓盘各一个，分配硬度試样；和厚7——8厘米者各一个，切取剪力試样。

余下的木段，按照下图切取成3.5×3.5厘米粗制試条，供其余試驗項目之用。各項試驗的試样在整个断面分布均匀的情况下切取；并在靜曲破坏后的完好部分切制測定收縮的試样；年輪数和晚材率在順紋抗压試样的端部測定。靜曲試样在先进进行彈性模量試驗后，立即測定其破坏强度。剪力試样按照原規定的尺寸稍有改变，其小头寬度为1.75厘米，大头寬度为1.95厘米，容許誤差±0.05厘米，至于剪面寬度和长度未变。



力学試样分配图

試驗結果

由于木材的解剖特征和物理、力学性質在同一橫断面上(同一高度)，由髓心向外，因生长輪的年齡(ring-age或age of ring)而变化，因此将解剖特征和几項主要的物理、力学性質，在相应或大致相应的生长輪的年齡範圍內的平均值列举在括号內，以便比較(表2, 3, 6)。

速生与非速生，丰产与非丰产，仅仅是兩相比較而言。如果单从直徑生长的快慢而論(事实上应根据材积判断)，丰产和非丰产兩类杉木均屬非速生者；因此就有必要将預先人为分成的四类杉木列在一起对比，最后才好找出根据，以便建議林业部門應該营

造什么样的杉木林。

从四种类别的12株杉木試材来看，自髓往外，約在1—6年內生长均快，尤以速生者为最快（表2，3）。这部分木材，作者等初步認為可視作幼齡材（juvenile wood）。所謂幼齡材系指圍繞于髓心周圍的木材，具有相当寬的生长輪和低的容重（Paul, 1957）；至于髓心四周外面部分的木材則較重，容重略一致，可称作壯齡材（adult wood）（Rendle, etc., 1957）。杉木最內八年的生长輪平均寬度，速生者为11.2毫米，非速生者仅7毫米（表2）。丰产与非丰产杉木的生长輪平均寬度，在最內10年中分別为5.1和4.5毫米（表3）。10年生以后直徑生长的減低就更显著，20年生以后生长輪变得頗窄狹。

杉木的晚材率一般均低；假年輪很普遍。本試驗用的速生杉木，其晚材率仅占9.1%，在大約相应的年齡範圍內比非速生者約低2倍，比丰产和非丰产者各約低3.7倍和4.5倍（表2，3，6），其結果速生者具薄壁管胞的早材帶的比率較其它三类所有者高得多。不过丰产和非丰产的晚材率高的原因一部分系受假年輪和应压木的影响。

管胞长度自髓向外增加，非速生者增长情形有起伏，但总的增长趋势仍然明显（表2）；除丰产杉木的晚材管胞外，第25和30年輪內的管胞长度共比第20年輪內者減短（表3）。早材管胞比晚材管胞短；速生杉木的管胞比其它三类杉木的均短，而以丰产杉木所具者为最长（表6）。

管胞的徑向直徑以速生杉木为最小，可是胞腔率確最大，即胞壁率最小（表6）；非速生杉木管胞的徑向直徑不及丰产和非丰产者大，但胞壁率最大。自髓往外，杉木管胞徑向直徑随年齡的增加而增大。Kienholz, (1951) 研究 *Pinus contorta* 时，已經得出与此类似的情况，并且在达到一定的年輪后，管胞的徑向直徑減小。

表 2

速生杉木与非速生杉木的木材解剖特征比较

断面年龄(自内向外)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	1-10年 年平均	15-30年 年平均	总平均
解剖特征	速生(毫米)	5.5	12.8	20.2	13.0	13.1	11.2	7.9	6.5							11.2		
	非速生(毫米)	3.1	9.6	10.1	9.1	7.4	7.3	4.8	4.7	3.5	2.9	1.8	1.2	0.8	0.8	7.0	1.15	
	比率(%)	177.4	133.1	200.0	142.8	177.0	153.4	164.5	138.2							160.8		
早材带宽度	速生(毫米)	4.8	11.5	19.0	12.2	12.0	10.4	7.4	5.4							10.3		
	非速生(毫米)	2.1	8.7	9.0	7.9	6.4	6.0	3.7	3.4	2.5	1.9	1.4	0.8	0.6	0.6	5.9	0.85	
	比率(%)	228.6	132.1	211.1	154.4	187.5	162.5	200.0	158.8							174.5		
晚材带宽度	速生(毫米)	0.7	1.0	1.2	0.8	1.1	0.8	0.5	1.1							0.9		
	非速生(毫米)	1.0	0.9	1.1	1.2	1.0	1.3	1.1	1.3	1.0	1.0	0.4	0.4	0.2	0.2	1.11	0.3	
	比率(%)	70.0	144.4	109.0	66.6	110.0	61.5	45.4	84.6							75.0		
晚材率(%)	速生	12.7	10.1	5.9	6.1	8.3	7.1	6.3	16.9							9.1		9.1
	非速生	32.2	9.3	11.8	9.1	13.5	10.9	22.9	27.8	28.5	34.4	22.2	33.3	25.0	25.0	17.1	26.3	21.8
	比率	39.4	108.6	50.0	67.0	61.4	65.1	27.5	60.7							53.2		41.7
早材管胞长度	速生(毫米)	1.268	1.729	1.983	2.205	2.335	2.463	2.631	2.728	2.879						2.250		2.250
	非速生(毫米)	1.450	1.725	2.041	2.491	2.665	2.654	2.879	2.834	3.060	3.086	3.065	3.840	3.215	3.497	2.422	3.404	2.750
	比率(%)	87.4	100.2	97.1	88.5	88.7	92.8	91.3	96.2	94.0						92.8		81.8
晚材管胞长度	速生(毫米)	1.331	1.967	2.077	2.358	2.564	2.713	2.888	3.251	3.027						2.464		2.464
	非速生(毫米)	1.566	2.204	2.395	2.464	2.958	2.793	3.240	3.239	3.358	3.475	3.652	4.108	3.354	3.522	2.690	3.659	3.023
	比率(%)	84.9	89.2	86.7	95.6	86.6	97.1	89.1	100.3	90.1						91.5		81.5
早材管胞胞腔率(%)	速生	83.4	77.5	75.7	80.6	82.5	82.2	84.2	81.3	83.7	79.0					81.0		81
	非速生	71.7	70.9	77.5	81.2	80.0	81.8	81.4	80.6	81.5	81.4	79.2	78.2	80.6	75.6	78.8	78.4	78.6
	比率	116.3	109.3	97.6	99.2	103.1	100.4	103.4	100.8	102.6	97.0					102.8		103.0
早材管胞胞壁率(%)	速生	16.6	22.5	24.3	19.4	17.5	17.8	15.8	18.7	16.3	21.0					19.0		19.0
	非速生	28.3	29.1	22.5	18.8	20.0	18.2	18.6	19.4	18.5	18.6	20.8	21.8	19.4	24.4	21.2	21.6	21.3
	比率	58.6	77.3	108.0	103.1	87.5	97.8	84.9	96.3	88.1	112.9					89.6		89.2
晚材管胞胞腔率(%)	速生	50.0	42.4	39.4	9.1	34.4	44.6	37.9	38.5	36.9	34.2					39.7		39.7
	非速生	39.5	39.2	33.0	33.5	32.0	40.2	40.3	36.4	39.0	33.5	31.6	25.9	24.9	33.7	36.6	29.0	34.4
	比率	126.5	108.1	119.3	116.7	107.5	110.9	94.0	105.7	94.6	102.0					108.5		115.0
晚材管胞胞壁率(%)	速生	50	57.6	60.6	60.9	65.6	55.4	62.1	61.5	63.1	65.8					60.3		60.3
	非速生	60.5	60.8	77.0	66.5	68.0	59.8	59.7	63.6	61.0	66.5	68.4	74.1	75.1	66.3	64.3	70.9	66.2
	比率	82.6	94.7	78.7	91.5	96.4	92.6	104.0	96.6	103.4	98.9					93.7		91.0
早材管胞胞壁率(%)	速生	115.6	97.1	94.4	95.7	104.4	93.3	108.1	83.8	97.9	90.8					98.1		
	非速生	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					100		
	比率	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					100		
晚材管胞胞壁率(%)	速生	98.3	82.4	100.4	80.8	87.3	102.7	102.1	84.7	91.9	84.2					91.5		
	非速生	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					100		
	比率	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					100		

註: 1 比率以非速生作100計算;

2 1-10年平均值栏內, 如测定仅8年或9年时, 即按8或9年平均, 其比較的项目也用相同年輪数的数值加以平均,

例如速生的晚材率仅测定8年, 非速生的晚材率亦以8年的数值平均后列入1-10年平均值栏內。

速生杉木心、边材的材色較淺；心材带仅寬約3个生长輪左右。根据物理力学性質“等級”标准（瓦宁，1958年中譯本；Перельгин，1954）（但除丰产杉木外，試材均取自1.3——3.3米处，因此不能作为标准指标数据看待），在大致相应年輪範圍內，速生杉木最輕，非丰产者与之略近似，以非速生杉木为最重；但均屬最輕級。收縮系数以非丰产杉木为最大（剛达到中級），依次为非速生、丰产、速生（均屬小級）。速生杉木也是最軟的，次为非丰产、丰产、非速生；前二者屬甚軟級，后二者屬軟級。

速生杉木性脆，其力学性質均低，次为非丰产、丰产，而以非速生者为最佳，但其极限强度仍屬弱級。

原书缺页

总之，自表4，5，6表明，非速生杉木的物理力学性质较佳，依次为丰产、非丰产、速生。丰产杉木与速生杉木相比，在相应年轮范围内的几项主要物理、力学性质，除冲击比能量（前者高41.7%）外，前者一般比后者高17.8%（静曲极限强度）至7.9%（容重）；假如以30余年生的丰产杉木与10年生左右的速生杉木相比，则其相应性质前者比后者要高33.1—16.6%。非速生杉木（20年生左右）与速生杉木（10年生左右）相比，则差数更大：在相应年轮范围内者，除冲击比能量（前者高47%）外，前者高28.5%（静曲极限强度）至16.9%（容重）；假如不计年轮范围，除冲击比能量（前者高53%）外，则高38.8—20.7%。

便于更明瞭起见，就有必要把速生和非速生，丰产和非丰产四类杉木的主要木材解剖特征和物理、力学性质，以丰产杉木为准，比较如下：

表 3

丰产杉木与非丰产杉木的木材解剖特征比较

解剖特征		断面年龄(自内向外)															1-10 年平均 值	15-30 年平均 值	总平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30				
生长轮宽度	丰产(毫米)	4.8	5.3	6.2	8.2	6.9	5.6	3.2	3.9	4.0	2.9	2.6	2.3	2.0	0.8	5.1	1.9		
	非丰产(毫米)	2.7	6.1	6.6	5.0	5.3	4.7	4.4	3.8	3.2	3.2	2.4				4.5	2.4		
	比率(%)	177.7	86.8	93.9	164.0	130.1	119.1	72.7	102.6	125.0	90.6	108.3							
早材带宽度	丰产(毫米)	3.5	4.7	4.9	6.0	4.7	3.9	1.6	2.6	2.2	1.1	1.7	1.8	1.4	0.6	3.5	1.4		
	非丰产(毫米)	2.2	5.1	4.0	2.7	2.5	2.4	2.5	2.0	1.7	1.9	1.5				2.7	1.5		
	比率(%)	159.0	92.1	122.5	222.2	188.0	162.5	64.0	130.0	129.4	57.8	113.3							
晚材带宽度	丰产(毫米)	1.3	0.6	1.3	2.2	2.2	1.7	1.6	1.3	1.8	1.8	0.9	0.5	0.6	0.2	1.6	0.55		
	非丰产(毫米)	0.5	1.0	2.6	2.3	2.8	2.3	1.9	1.8	1.5	1.3	0.9				1.8	0.9		
	比率(%)	260.0	60.0	50.0	95.6	78.5	73.9	84.2	72.2	120.0	138.0	100.0							
晚材率(%)	丰产	27.0	11.0	20.9	26.8	31.8	50.3	50.0	33.3	45.0	62.0	34.6	21.7	30.0	25.0	33.8	27.8	32.1	
	非丰产	18.5	16.3	39.3	46.0	52.8	48.9	43.1	47.3	46.8	40.6	37.5				39.9	37.5	39.7	
	比率	145.9	67.4	53.1	58.2	60.2	61.9	116.0	70.4	96.1	152.7	92.2				8.47	74.1	80.8	
早材管胞长度	丰产(毫米)	1.243				2.472					3.555	3.049	3.896	3.854	3.866	2.423	3.666	3.133	
	非丰产(毫米)	1.438				2.528					3.014	3.264				2.327	3.264	2.561	
	比率(%)	86.4				97.7					117.9	93.4				104.1	112.3	122.3	
晚材管胞长度	丰产(毫米)	1.660				3.077					3.771	3.875	3.986	3.958	4.417	2.836	4.059	3.534	
	非丰产(毫米)	1.799				2.931					3.486	3.847				2.78	3.847	3.015	
	比率(%)	92.6				104.9					108.1	100.7				103.5	105.5	117.2	
早材管胞胞腔率(%)	丰产	75.9				80.6					82.3	85.6	83.6	84.9	87.1	79.6	85.3	82.8	
	非丰产	78.9				83.6					81.5	83.8	82.9			81.3	83.3	82.1	
	比率	96.1				96.4					100.9	102.1	100.8			97.9	102.4	100.8	
早材管胞胞腔率(%)	丰产	24.1				19.4					17.3	14.4	16.4	15.1	12.9	20.2	14.7	17.0	
	非丰产	21.1				16.4					18.5	16.2	17.1			18.6	16.6	17.8	
	比率	114.2				118.2					93.5	88.8	95.9			108.6	88.5	95.5	
晚材管胞胞腔率(%)	丰产	52.1				30.1					39.3	49.8	30.6	23.6	28.8	40.5	33.2	36.3	
	非丰产	37.6				34.9					42.0	39.9	33.1			38.1	36.5	37.5	
	比率	138.5				86.2					93.5	124.8	92.4			106.2	90.9	96.8	
晚材管胞胞腔率(%)	丰产	47.9				69.9					60.7	50.2	69.4	76.4	71.2	59.5	66.8	63.6	
	非丰产	62.4				65.1					58.0	60.1	66.9			61.8	63.5	62.5	
	比率	76.7				107.3					104.6	83.5	103.7			96.2	105.1	101.7	
早材管胞胞腔率(%)	丰产	94.0				104.6					84.2	104.0	98.3			94.2	101.1	97.0	
	非丰产	100				100					100	100	100						
晚材管胞胞腔率(%)	丰产	108.4				92.3					102.8	120.6	111.2			101.1	115.9	107.0	
	非丰产	100				100					100	100	100						

註：比率以非丰产作 100 計算。

討 論

管胞大小 (体积)

針叶树材管胞长度測定,迄今已有80余年 (Jackson, etc., 1958; Jakson, 1959), 許多人的工作都是为探求变異規律与实用的关系。Echols (1958) 曾就前人研究管胞长度对材質和利用的关系作簡扼的說明。本試驗表2同表3表明树木生长快者其細胞短而小, 反之长而大。丰产較非丰产杉木生长慢, 因此其管胞較长較大; 非速生的杉木, 其管胞同样較速生杉木大而长。速生树木管胞虽小, 但不能理解为其容重会增大, 因为它的胞壁率比其他三类杉木所具者均低。

自髓心往外, 杉木的管胞大小 (长度和徑向直徑) 随年輪的增加而增大, 在进程上有波动。由于树龄小 (最大为35年), 因此杉木管胞的大小是否达到最大, 与达到最大后的变动如何, 都难于推測。

杉木的早材管胞比晚材管胞短, 此与捷丽 (1915, 1916) 的結論相反, 而与大多数人 (Kribs, 1916; Lee and Smith, 1916; Fry and Chalk, 1957) 的測定結果一致, 此正与速生树木的細胞比生长慢者短的理論恰相吻合。但最近杰克遜 (Jackson, 1959) 在“提达松管胞长度在树木部位上的关系”一文中, 認為早、晚材管胞长度无显明的差別。

容重變異

影响針叶树材容重的大小, 主要为单位体积內木材物質 (胞壁物質) 的数量, 滲透物的数量是次要的 (Brown, etc., 1949; Spurr and Hsiung, 1954)。就树干的同一橫断面而論, 与針叶树材容重有关的因子很多, 例如晚材率, 生长輪寬度, 生长輪的年齡, 树干与树冠級, 生长环境, 以及树种 (遺傳性) 等。前人对于这方面的一部分研究工作, 曾由 Larson (1957) 和熊文愈等 (Spurr and Hsiung, 1954) 作过簡要的概述。本文在此要研討的主要有下列三項:

1. 生长輪寬度

四类杉木中, 生长輪寬度由內向外, 随年齡的增加而变狹。除非丰产杉木外, 至第6年后生长显著减慢; 非速生和丰产者至第20年生后, 生长輪就变得很窄。

杉木的容重和强度 (表4和表6) 在8或10年生範圍內者比外面部分所有者弱。过去有許多研究者 (Hartig, 1874; Paul, 1930; Rochester, 1933; Trendelenburg, 1939; Volkert, 1941) 認為生长輪寬的針叶树材其容重低, 寬度适中者容重大; 生长受抑制的树木及过熟材, 其生长輪很狹窄, 容重亦低 (Schwappach, 1892; Paul, 1930 ;

Larson, 1957); 因此有人把云杉屬 (Wandt, 1937; Burger, 1951), 冷杉屬 (Burger, 1951), 花旗松 (Volkert, 1941), 落叶松屬 (Volkert, 1941), 欧洲松和白松 (Jakava, 1934; Wandt, 1937; Ylinen, 1951) 等树种木材的适中年輪寬度规定出来; Bryan (1956) 認為針叶树材每吋超过4—5年輪吋, 則生长速率就不重要了。本試驗并非詳尽地按每一年輪測出其容重, 但从具有寬年輪的8—10年範圍內的容重与外部包括有窄年輪的整个橫断面範圍內的容重相对比, 其結果与上述情形是一致的, 例如以非丰产 (生长輪寬度5.1及4.5毫米) 和丰产杉木 (4.3及5.1毫米) 与非速生杉木 (3.2及7.0毫米) 相比較, 其容重 (各为0.324及0.296, 0.50及0.17, 0.68及0.31克/立方厘米) 以非速生杉木为最大 (力学性質亦然)。但以相应範圍內生长輪的寬度与其容重来比較, 則情况相反; 这就初步說明生长輪寬度或生长速率不完全是决定容重大小的重要因子, 因为生长条件、断面高度及年輪的年齡等均能影响容重的大小。近年来有許多研究实例亦証明生长輪的年齡才是决定容重的重要因子 (詳后)。却克 (1953) 曾經观察到幼齡花旗松 (194年) 的生长輪寬度几一致 (約 $\frac{1}{4}$ 吋), 自髓到形成层, 每一生长輪的容重保持一定, 沒有增加的現象; 在生长較密的材料 (平均約寬 $\frac{1}{10}$ 吋) 中, 亦获得类似的結果, 此表明容重与年輪寬度間沒有存在一般的关系。但最近Aldridge和Hudson (1959) 仍認為生长速率是判断軟材材質的标志。任多等 (Rendle and Phillips, 1957) 发现在 *Pinus nigra* var. *calabrica* 及花旗松木材中, 有寬年輪形成于中年, 其容重比在早年同一寬度的年輪容重为大。苏联許多研究工作者 (Перельгин, 1932; Мелехов, 1934; Стрекаловский, 1936, 1939; Москалева, 1939) 認為年輪寬度与木材物理力学性質的关系不大 (参考黄达章等, 1957)。速生树木与生长慢者比, 前者在晚期会产生多量的高容重的木材 (Turnbull, 1947); 生长緩慢者在老年时会产生較輕的木材 (参考熊文愈等, 1954)。

2. 生长輪的年齡 (年輪——年齡)

以30余年生丰产杉木的容重与速生 (8年範圍內)、非速生 (約30年生) 和非丰产 (16—20年生) 所具者相比, 速生者低16.7%, 非丰产低7.5%, 非速生則高5%。如果按大致相应年輪範圍 (8—10年) 內的容重来比較, 仍以丰产为准, 則速生者仅低7.8%, 非丰产和非速生者几不变, 但其絕對数值减低; 另外还可以看出生长最快的速生杉木和生长較慢的非丰产杉木相应年輪內的容重相同 (0.292, 0.296 克/立方厘米) (表6)。几項主要力学性質亦是具有同样的趋势。因此生长輪的年齡与容重的密切关系, 在本試驗中已經显示出来。早在1848年 (Chevandien and wertheim) 已經发现木材容重随年齡的增加而增大, 与生长輪寬度的增减无关; 近年来, Turnbull (1937, 1946, 1947) 在研究生长于南非洲的松屬木材时, 更強調了年齡与容重的关系, 目前英联邦 (Australia CSIRO,