

连栽杉木林的根系研究

张其水

俞新妥

(厦门大学生物系, 厦门 361005)

(福建林学院)

摘 要

本文通过对福建三明连栽杉木林的根系进行了调查研究。结果表明: 连栽林地上的根系重量、组成、形态和分布发生较大的差异, 第一代杉木林地的单株根量分别比第二代、第三代高出 24.93%、49.69%, 全林分别为 31.93%、55.22%; 第一代的杉木林根系的组成和分布较合理, 营养空间大, 利于杉木的生长发育。

关键词 人工杉木林; 根系; 连栽林地

根系是林木有机体的重要组成部分, 是植物从土壤中吸收水分和养分的器官, 又是合成某些有机化合物和生理活性物质的重要场所。林木根系的数量、组成与分布对林木地上部分生产力的影响很大, 同时, 它本身又受到外界环境条件的强烈影响, 尤其是土壤条件, 一切营林措施所引起的土壤变化都能强烈而明显地影响着根系生长发育。在一定程度上, 根系能反映出土壤与植被之间的物质和能量的交换能力, 说明人工杉木林生态系统的某些功能基本特征, 因而, 研究杉木连栽林分的根系状况, 对于改造连栽后代低产林分及土壤改良、生态环境的改善, 有着极为重要的现实意义。

试验地的概况

试验地是按杉木不同连栽代数而设置的, 位于福建省三明市莘口教学林场黄沙工区, 共分成两组, 第一组是杉木连栽的第一代林地 R_{11} 和第二代林地 R_{22} , 第二组是杉木连栽的第一代 R_{12} 和第三代 R_{33} , 该两组样地连栽后的林分基本特征如表 1。 R_{11} 和 R_{22} 位于同一山坡, R_{12} 和 R_{33} 也位于同一山坡, 连栽前林地状况是一致的。

研究方法

分别在连栽样地 R_{11} 、 R_{22} ; R_{12} 、 R_{33} 里设正方形 (面积 100m^2) 标准地 6 个 (上坡、中坡、下坡各 2 个)。在各标准地里, 每木检测, 按径阶 (每 2 厘米为一径阶) 抽取平均木若干株, 按自然状态将平均木根系全部挖出, 然后按根兜、粗根 ($>10\text{mm}$ 的侧根)、细根 ($5-9\text{mm}$) 和吸收根 ($1-4\text{mm}$ 的细根和 $<1\text{mm}$ 的须根二种) 分级, 称重 (计算其鲜重), 根据根量与胸径、树高存在的相关关系, 配置成回归方程, 然后根据各连栽代数样地里的林分平均胸径及树高, 求出相应的根量, 再换算成单位面积上根系的生物量。根量的分布按 $0-20$ 、 $20-40$ 、 $40-80$ 、 80cm 以下分层挖掘, 并按层次分级称重, 并转换成干重。

表 1 连栽杉木林的林分特征¹⁾

Table 1 The characters of repetitively cultivated Chinese-fir stands

组 别	连栽代数	林龄(年) (yr.)	密 度(株/亩)	郁闭度	平均高 (m)	平均胸径 (cm)
一 组	一代R ₁₁	12	121	0.60	9.76	15.60
	二代R ₂₂	14	121	0.55	8.57	12.73
二 组	一代R ₁₂	17	121	0.65	15.33	20.67
	三代R ₃₃	17	121	0.50	9.83	14.32

1) 群众采用常规方法进行。

根系的形态和分布状况的研究,按标准木进行,即伐倒标准木,以伐桩为中心,半径为 1 m 的圆内,谨慎地挖出土壤,使整个根系暴露,然后用 10×10cm 的网格按比例、位置绘制横、纵断面图。

结果与分析

一、不同连栽代数杉木林的根量

许多研究^[2]表明,杉木地下部分的现存量与树高、胸径呈幂函数的关系,有的研究也提出杉木的根量与 D^2H 呈直线趋势。根据前人研究的方法,本文建立了杉木的根量与胸径、树高的回归方程。通过相关分析、F 值检验和回归方程的比较,从而找出更适合于不同连栽的代数样地估测杉木根量的方程式,如表 2。

表 2 连栽杉木林的根量 (W) 与树高 (H)、胸径 (D) 回归方程Table 2 Regression equations of root biomass with respective to H , DBH in replanting China-fir stand

组数	连栽代数	方程编号	回 归 方 程	相关系数(r)	F 值	精度**
一 组	第一代	(1)	$\lg W = 1.6483 + 0.1674 D$	0.9865**	756.97**	98.5
		(2)	$\lg W = 2.3314 \lg D - 0.8643$	0.9321**	614.13**	94.8
		(3)	$\lg W = 0.9132 \lg(D^2H) - 0.6432$	0.9013**	421.33**	95.3
		(4)	$\lg W = 2.9631 \lg H - 1.6477$	0.8976**	134.17**	93.2
	第二代	(5)	$\lg W = 1.4332 + 0.1207 D$	0.9743**	354.91**	98.7
		(6)	$\lg W = 2.043 \lg D - 0.7817$	0.7922**	19.48**	89.8
		(7)	$\lg W = 0.7964 \lg(D^2H) - 0.8134$	0.7718**	289.53**	94.5
		(8)	$\lg W = 2.7632 \lg H - 1.0643$	0.9214**	314.23**	94.2
二 组	第一代	(9)	$\lg W = 1.8564 + 0.2017 D$	0.9514**	321.42**	97.6
		(10)	$\lg W = 2.5804 \lg D - 1.2117$	0.9894**	762.47**	98.8
		(11)	$\lg W = 0.8919 \lg(D^2H) - 1.1051$	0.8964**	421.72**	92.4
		(12)	$\lg W = 3.5317 \lg H - 1.8199$	0.9217**	75.64**	89.3
	第三代	(13)	$\lg W = 1.6148 + 0.1745 D$	0.9112**	127.56**	88.2
		(14)	$\lg W = 2.1234 \lg D - 0.9854$	0.8473**	143.21**	89.3
		(15)	$\lg W = 0.7949 \lg(D^2H) - 0.9433$	0.9764**	423.73**	96.7
		(16)	$\lg W = 3.1242 \lg H - 1.9564$	0.9417**	275.13**	94.3

* $n=17$, $r_{0.01}=0.5897$, $F_{0.01}=8.53$;

** 精度用 $1 - \frac{t-s}{\bar{y}}$ 计算, $s = \sqrt{\frac{s(\text{剩})}{n-k-1}}$ 。

根据相关系数、F 值的大小及精度,我们选出(1)、(5)、(10)、(15)方程式,并根据这几个方程式,按径阶的立木株数的比例,从各径阶选出标准木的方法^[9](Draudt法),推算出不同连栽林地杉木的根量,结果见表3。

表3 连栽杉木林根量的比较(鲜重)

Table 3 Comparison of root biomass of China-fir replanting stands (fresh weight)

组 数	连栽代数	Draudt 法		回 归 式 计 算	
		平均单株(kg)	全 林(t/ha)	平均单株(kg)	全 林(t/ha)
一 组	第一代	16.52	37.50	15.34	35.74
	第二代	12.43	28.30	11.58	24.30
二 组	第一代	32.76	78.50	32.64	77.46
	第三代	18.72	40.51	16.41	34.75

从表3可知,连栽的杉木林,一组样地中一代平均单株根量为15.34kg,全林的根量为35.74t/ha,二代为11.58kg,全林为24.30t/ha,第一代杉木林单株根量是二代的1.33倍,全林的根量是1.47倍;二组样地中第一代平均单株根量是32.64kg,全林为77.46t/ha,三代为16.41kg,全林为34.75t/ha,第一代单株根量是三代的2倍,全林根量是2.23倍,差异很显著。这与地上部分生物量随着杉木连栽代数的增加而递减的趋势相一致^[1]。

二、连栽杉木林根系的组成

从表4可以看出,连栽的杉木林,一组样地中,第一和二代根系的各组成成分所占的百分数的大小顺序为根兜>粗根>细根>吸收根;二组样地中,第一代是根兜>粗根>

表4 连栽杉木林根系各组分的现存量

Table 4 Comparison of standing crop in China-fir root system

项 目	处 理	一组样地		二组样地	
		一代	二代	一代	三代
根 兜	单 株(kg)	8.43	5.84	17.88	8.90
	每公顷(t)	19.66	12.38	42.40	18.70
	百分比(%)	55.02	50.74	54.76	53.94
>10mm 的侧根	单 株(kg)	3.12	2.97	6.74	4.05
	每公顷(t)	7.28	6.28	15.98	8.51
	百分比(%)	20.37	25.80	20.64	24.55
9—5 mm 的侧根	单 株(kg)	2.44	1.42	4.57	1.24
	每公顷(t)	5.69	3.00	10.83	2.61
	百分比(%)	15.93	12.34	13.99	7.52
<4 mm 的吸收根	单 株(kg)	1.33	1.28	3.46	2.31
	每公顷(t)	4.13	2.71	8.20	4.85
	百分比(%)	8.68	11.13	10.59	14.00
合 计	单 株(kg)	15.32	11.51	32.65	16.50
	每公顷(t)	35.74	24.33	77.43	34.67
	百分比(%)	100	100	100	100

细根>吸收根,第三代为根兜>粗根>吸收根>细根,由此可知,连栽第三代后杉木根系的四个组分的比例出现反常现象(吸收根>细根)。

根系是植物体吸收土壤养分、水分等重要的器官,尤其是吸收根。吸收根多,吸收的表面积大,生理活性强,因而吸收根的根量多少是反映杉木根系吸收能力的一个重要的指标。第一代样地单株吸收根量明显大于第二代、第三代,但是,第二代、第三代的吸收根量所占总根量的百分比,又明显大于第一代,这显然是由于土壤养分不足,土壤结构变差,杉木的根系被动适应的结果。

表5 杉木连栽林地上(二组样地)平均木的根系分层分布

Table 5 The average distribution of root system in different layers of replant China-fir (fresh weight, kg)

连栽代数	根 深 (cm)	土壤层次 (cm)	根 兜	>10mm 的粗根 (鲜重/占百分比)	5—9mm 的侧根 (鲜重/占百分比)	<4mm 的吸收根 (鲜重/占百分比)	合 计 (鲜重/占百分比)
第一代	127	0—20	23.50	7.26/29.88	1.30/32.91	0.79/33.54	9.35/30.86
		20—40	5.20	7.85/32.30	1.40/35.44	0.82/40.00	10.07/33.23
		40—80	—	7.01/28.85	1.22/30.87	0.36/17.56	8.59/28.35
		80以下	—	2.18/ 8.97	0.03/ 0.76	0.08/ 3.90	2.29/ 7.56
		合 计	28.70	24.30/100	3.95/100	2.05/100	30.30/100
第三代	85	0—20	6.70	1.63/39.95	0.48/35.82	1.72/53.41	3.83/44.32
		20—40	1.70	1.25/30.64	0.43/32.09	0.66/20.50	2.34/27.08
		40—60	—	0.82/20.10	0.25/18.65	0.54/16.77	1.61/18.63
		60—85	—	0.38/ 9.31	0.18/13.44	0.30/ 9.32	0.86/ 9.95
		合 计	8.40	4.08/100	1.34/100	3.22/100	8.64/100

三、连栽杉木林根系的形态与分布(仅以二组样地为例)

杉木具有发达的水平根系,但在不同连栽代数的林地上生长发育状况是不同的。从表5、图1可以看出,在立地条件好、土壤肥沃的第一代林地,水平根系发育相对较弱,垂直支柱根发育较强,两者的生物量各占一半左右(根茎不包括在内),而第三代的杉木连栽林地,垂直根发育不良,水平根发育较好,而且密集于土表,水平根的生物量占65%左右,而

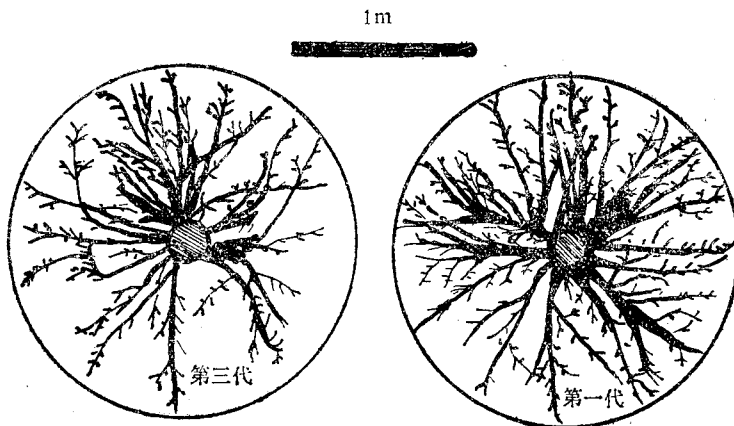


图1 连栽杉木林水平根系平面图

Fig. 1 The plane sketch of root system of replanting stands of China-fir

垂直根只占35%左右。

连栽杉木林的根系纵断面如图2。从中可以看出，杉木的主根不明显，侧根和垂直根

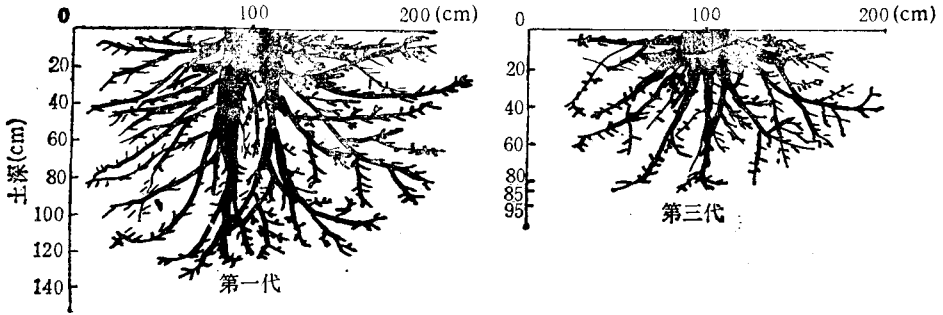


图2 连栽杉木林根系的纵断面图

Fig. 2 The vertical sectional diagram of the Chinese fir root system.

却相当发达。通常在根兜 10—40cm 处分出若干条粗壮的侧根和垂直根。第三代杉木林的根系不仅根量少而且分布深度也浅。

杉木的须根(直径<1mm 的吸收根)数量,随着连栽代数的增加而变化。试验结果表明,在连栽三代的杉木林地,须根主要分布在 0—40cm 的土层中,其须根量占全剖面的 61.37%,40cm 以下的须根已经低于整个剖面的平均值。而第一代的杉木林地,须根的分布主要范围为 0—60cm,占全剖面的须根量的 68.13%。土层深达 90cm 时,须根数仍接近于剖面的平均值,明显出现下移的现象。

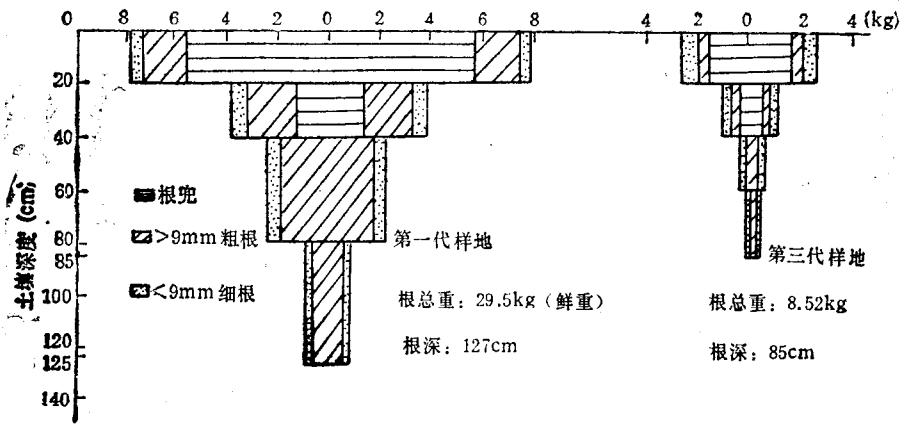


图3 连栽杉木林根系生物量的分布

Fig. 3 The distribution of root biomass of replanted China-fir

从表5、图3可以看出，杉木的根量分布,约有85%的根分布在 0—40cm。若不把根兜计算在内,约65%的根分布在表层,这可能是由于根系的趋肥性结果,在 0—40cm 的土层内,土壤富含有机质、氮、磷、钾等营养元素的缘故。

随着杉木连栽代数的增加,根系的分布规律亦发生了很大的变化。在连栽第三代林地里,61.80%的根系分布在 0—20cm,20—40cm 为 23.71%,40cm 以下的只占 14.40%,吸收根一半分布在 0—40cm 层内;第一代杉木林地55.68%根分布在0—20cm,20—40cm

占 25.88%, 40cm 以下的占 18.44%, 吸收根 30% 左右分布在表层 0—20cm, 40% 分布在 20—40cm, 30% 分布在 40cm 以下。连栽多代林地上, 根系多集中在土壤表面, 使根系减少了营养空间和吸收能力, 从而影响了林木整体的正常生长发育。

这一研究结果, 为连栽杉木后代低产的原因分析提供了参考, 要提高连栽杉木的产量, 必须从改善林地生态环境入手, 进行必要的土壤改良, 具体措施将有待于进一步的研究。

参 考 文 献

- [1] 张其水等, 1989: 杉木连栽林地土壤生化特性及土壤肥力的研究, 福建林学院学报, 9 (3) 263—271。
 [2] 叶镜中等, 1980: 苏南丘陵区杉木根系的生态特性, 南京林产工业学院学报, (1) 43—51。
 [3] 木村允著 (日) (姜恕、陈乃全译), 1981: 陆地植物群落的生产量测定方法, 科学出版社, 68—72。

A STUDY ON THE ROOT SYSTEM OF ARTIFICIAL CHINESE-FIR STANDS ON THE REPEATED PLANTATION WOODLAND IN FUJIAN

Zhang Qi-shui

(Department of Biology, Xiamen University)

Yu Xin-tuo

(Fujian Forestry College)

Abstract

The root system of the Chinese-fir stands on the repeated plantation woodland in Sanmin, Fujian was studied. The results showed that, the biomass, the constituent, the morphology, and the distribution of the root system of the Chinese-fir stands in replanting woodland vary significantly with the number of successive cultivation. The root biomass per tree in the first cultivation is 24.93% higher than that in the second, and 41.69% higher than that in the third. The sum of the root biomass of all stands in the first cultivation is 31.93% higher than that in the second, 55.52% higher than that in the third cultivation. The constituent, the morphology and distribution of root system in the first cultivation were more advantageous for the trees to enlarge their nutrient-absorption space and growth.

Key words Root system; Chinese-fir; Repeated plantation woodland