

天然阔叶林与杉木连栽林地 土壤肥力的差异*

林开敏 林国清

(福建林学院, 南平 353001) (三明市林科所)

张沈龙 俞立炬

(尤溪县林业委员会)

摘 要 天然阔叶林林地土壤具有比杉木林林地良好的水分状况、孔隙状况和土壤结构体; 土壤非毛管孔隙和总孔隙度分别比杉木林增加2.82%和4.15%; 0.25 mm以上和5.00 mm 以上的水稳性团聚体含量分别比杉木林高 6.56% 和 9.86%; 而土壤容重、结构破坏率和分散系数却比杉木林低。天然阔叶林土壤养分贮量较杉木林丰富, 表层土壤有机质比杉木林高1.07%。因此, 应注意保护和发发展阔叶林, 控制杉木纯林营造规模, 尽量采用与阔叶树进行混交或轮栽, 以便防止杉木多代连栽所造成的地力衰退。

关键词 天然林; 常绿阔叶林; 杉木; 林地; 土壤肥力

中图分类号 S714.8

杉木(*Cunninghamia lanceolata*)是我国南方重要的速生用材树种, 生长快, 产量高, 材质优, 深受产区广大林农喜爱^[1]。杉木人工林纯林营造规模不断扩大, 砍阔栽杉也成为一种普遍现象, 造成天然阔叶林面积逐渐减少。同时, 同一块林地也经常进行多代连栽杉木, 造成生态环境恶化, 林地土壤肥力和生产力下降。这已成为林业工作者当前普遍关注的问题^[2,3]。有鉴于此, 我们对天然阔叶林林地与杉木林林地的土壤理化性质进行了比较测定分析, 试图摸清其土壤肥力演变规律及差异, 为合理保护、发展阔叶林和防止杉木连栽地力衰退提供理论依据。

1 调查地自然概况

本试验地设在闽中尤溪县林科所后坑科研基地。杉木林地为 2 代杉木林, 前身也是天然阔叶林。因此, 我们选择其邻近的老龄天然阔叶林作为对照。该县位于戴云山脉西北面(尤溪县位于25.8°~26.4°N, 117.8°~118.6°E), 属闽中火山岩系中山地貌省, 中亚热带大

收稿日期: 1994-11-05

*福建省自然科学基金资助项目

陆性与海洋性兼并季风气候,年平均降水量1 599.6 mm,年蒸发量1 383.4 mm,年平均气温18.9℃,平均相对湿度为83%。土壤为山地红壤。平均坡度为25~28°。天然阔叶林主要为木荷(*Schima superba*)和壳斗科(*Fagaceae*)树种组成。林龄大约50~60 a。杉木林下植被主要是芒萁(*Dicranopteris dichotoma*)、黄瑞木(*Adinandra millettii*)和狗脊(*Woodwardia japonica*)等。

2 土壤测定方法

在两种林分类型中的中部分别设置两块标准地(20m×20m)。在标准地内,按照梅花型布设5个土壤取样点,按0~20 cm和20~40 cm分层取样,不同层次土样分别混匀后供室内分析用。土壤化学性质按常规方法测定^[4]。土壤水分物理性质采用环刀法^[5],取层状土壤带室内分析。土壤水稳性团聚体采用机械筛分法^[4]。土壤微团聚体和机械组成采用吸管法^[4]。

3 结果分析

3.1 土壤物理性状

3.1.1 土壤水分状况 森林土壤水分是森林土壤的一个重要组成部分。它积极参与土壤中物质的转化过程,是植物生长所必需的,也是土壤肥力的一个重要指标。从表1可以看出,天然阔叶林林地的土壤水分状况优于杉木纯林林地,而且上层均高于底层。天然阔叶林林地表层自然含水量比杉木林高4.91%,最大持水量、毛管持水量和最小持水量分别是杉木林的1.33, 1.27和1.17倍,表层土壤最大贮水量和排水能力分别比杉木林增加20.34mm和15.80 mm。这说明天然阔叶林土壤不仅持水能力比杉木林强,而且能及时供应林木生长所需要的水分。

表1 不同林分类型土壤水分状况

Table 1 The soil moisture condition in different stands

林分类型	土 深 /cm	自然含水量 /%	最大持水量 /%	毛管持水量 /%	最小持水量 /%	土壤最大 贮水量 /mm	排水能力 /mm
杉木纯林	0~20	20.98	42.59	34.51	31.04	98.30	26.66
	20~40	21.19	33.98	30.19	26.69	93.16	19.98
天然阔叶林	0~20	25.89	56.50	43.72	36.28	118.64	42.46
	20~40	24.61	45.10	35.84	31.86	104.14	30.57

3.1.2 土壤孔隙状况 土壤孔隙状况直接影响土壤通气状况和根系穿插的难易,并对土壤中水肥气热和生物活性等发挥不同的调节功能。由表2可知,天然阔叶林林地表层(0~20 cm)和底层(20~40 cm)土壤容重比杉木林分别减少0.204和0.216;非毛管孔隙度、毛管孔隙度和总孔隙度均大于杉木林,其中表层和底层非毛管孔隙度比杉木林分别高2.82%和5.49%;非毛管孔隙度占总孔隙度的比例也比杉木林高。从土壤通气度来看,天然阔叶林分别是杉木林的1.17和1.62倍。这说明天然阔叶林林地土体构造较疏松,不仅有利于土壤渗水、保水和通气,也有利于土壤微生物的生命活动和根系的生长发育。这可能是天然阔叶林

表 2 不同林分类型土壤孔隙状况

Table 2 The soil pore conditions in different stands

林分类型	土 深 /cm	容 重 /g·cm ⁻³	非毛管孔隙度 /%	毛管孔隙度 /%	总孔隙度 /%	通 气 度 /%	非毛管孔隙占总 孔隙度的比例 /%
杉木纯林	0~20	1.154 0	9.32	39.82	49.14	24.93	18.97
	20~40	1.370 8	5.20	38.50	43.70	14.65	11.90
天然阔叶林	0~20	0.949 9	12.14	41.53	53.67	29.08	22.62
	20~40	1.154 5	10.69	41.38	52.07	23.66	20.53

枯枝落叶较多, 土壤有机质含量高(3.55%), 有利于良好的土壤结构体的形成的缘故。而杉木林由于多代连栽, 耕作频繁, 造成土壤团聚体结构破坏, 从而使土壤变得板结和粘重。因此, 采用与阔叶树种混交, 保护恢复林下植被生长是解决杉木多代连栽地力衰退的一个有效途径。

3.1.3 土壤结构体 一是土壤水稳性团聚体组成。团聚体是指由一些土壤机械成分相互凝聚和粘结而成的土壤个体。土壤水稳性团聚体数量和组成决定土壤结构的稳定性, 影响土壤通透性和抗蚀性, 是土壤肥力的重要指标之一。从表 3 可见, 天然阔叶林表层土壤 0.25mm 以上水稳性团聚体含量比杉木林增加 6.56%, 结构体破坏率比杉木林连栽林地低 6.29%。天然阔叶林表层土壤 5.00mm 以上水稳性大团聚体含量为 19.86%, 比杉木林高 5.63%。这说明天然阔叶林林地土壤团粒结构性能较为良好, 土壤保水保肥能力较强, 从而有利于土壤结构稳

表 3 不同林分类型土壤团聚体组成(0~20cm)

Table 3 The content of soil aggregate in different stands

林分类型	不同粒径(mm)水稳性团聚体含量/%						结构破坏率	
	>5.00	5.00~2.00	2.00~1.00	1.00~0.50	0.50~0.25	<0.25	>0.25	/%
杉木纯林	14.23	17.83	12.83	16.24	9.64	27.45	72.56	17.84
	15.96	19.66	16.93	21.73	14.01	12.07	87.93	
天然阔叶林	19.86	19.22	13.59	16.26	10.19	20.88	79.12	11.55
	20.13	19.68	17.12	18.94	13.39	10.75	89.25	

注: 结构破坏率(%) = $\frac{\text{干筛大于} 0.25 \text{ mm 团聚体含量} - \text{湿筛大于} 0.25 \text{ mm 团聚体含量}}{\text{干筛大于} 0.25 \text{ mm 团聚体含量}} \times 100\%$; 表中数据分子为湿筛, 分母为干筛

筛, 分母为干筛

定性的提高。这与天然阔叶林的土壤有机质含量较高, 土壤中有机胶结的稳定性团聚体含量增加及林下茂密的植被和大量枯枝落叶有关。二是土壤颗粒组成。土壤颗粒是构成土壤结构的主要成分。它直接影响土壤质地、通透性、排水和保水能力的大小。由表 4 可知, 天然阔叶林土壤表层 0.01mm 以上的水稳性团聚体为 72.75%, 比杉木林大 5.50%。天然阔叶林表层土壤的团聚体状况和团聚度分别为 17.05% 和 3.44%, 比杉木林来得多, 而土壤分散率天然阔叶林为 32.72, 比杉木林低 3.45%。这说明天然阔叶林林地具有比杉木林林地较好的土壤结构体和抗蚀性能。此外, 天然阔叶林表层土壤小于 0.001mm 的粘粒含量也比杉木林地低 1.93%。这也说明杉木林连栽林地由于人为耕作频繁, 土壤结构体受到破坏, 土壤变得粘重, 不利于杉木的生长。这也许也是杉木多代连栽生产力下降的一个原因。

表4 不同林分类型土壤微团聚体、机械组成(0~20cm)

Table 4 The soil mechanical composition and microaggregate in different stands

林分类型	不同粒径微团聚体/机械组成%						物理性	物理性	分散	结构	质地
	1.00 0.25	0.25 0.05	0.05 0.01	0.01 0.005	0.005 0.001	<0.001	砂	粒	系数	系数	
							>0.01	<0.01	/%	/%	(卡氏制)
杉木纯林	13.41	14.76	19.08	7.72	14.76	10.27	67.25	32.75	36.17	63.83	重壤
	18.42	13.17	16.12	9.92	14.08	28.29	47.71	52.29			
天然阔叶林	38.63	19.01	15.11	5.34	13.57	8.34	72.75	27.25	32.72	67.28	重壤
	29.31	14.14	12.25	7.60	11.81	25.49	55.70	44.30			

注: 分散系数 = $\frac{\text{小于}0.001\text{ mm粘粒含量(机械组成)} - \text{小于}0.001\text{ mm粘粒含量(微团聚体组成)}}{\text{小于}0.001\text{ mm粘粒含量(机械组成)}} \times 100\%$; 结构系数

= $100\% - \text{分散系数}$; 团聚状况 = $(\text{大于}0.01\text{ mm微团聚体分析值} - \text{大于}0.01\text{ mm机械组成分析值}) / (\text{团聚状况} / \text{大于}0.01\text{ mm微团聚体分析值}) \times 100\%$

3.2 土壤化学性质

林木种类、凋落物的数量及化学组成、元素归还速度等直接影响土壤养分贮量和有效性。分析结果表明(表5):天然阔叶林林地土壤表层和底层有机质、全氮、全磷、速效性氮磷钾均比杉木连栽林地高。这表明天然阔叶林采伐后营造速生杉木林,土壤营养元素贮量逐渐下降。杉木林地土壤碳氮比值也比天然阔叶林地低,对土壤微生物活动不利,同时也表明杉木林地土壤有机质仍处于分解过程。因此,当前应注意维护和提高杉木林地的土壤肥力,可采取与阔叶树混交或轮栽,保护林下植被的生长发育,防止杉木连栽过程中不合理的营林措施(如炼山、整地、幼林抚育和皆伐等)所造成的严重的水土流失,特别是对于杉木速生丰产林,应适当施用化肥或套种固氮绿肥,及时补充林木所需的营养元素。

表5 不同林分类型土壤化学性质

Table 5 The soil chemistry properties in different stands

林分类型	土深 /cm	有机质 /%	全氮 /%	C/N	全磷 (P ₂ O ₅)	水解氮 /mg·kg ⁻¹	速效磷 /mg·kg ⁻¹	速效钾 /mg·kg ⁻¹
杉木纯林	0~20	2.48	0.1138	12.64	0.0311	92.72	5.48	97.35
	20~40	1.49	0.0830	10.41	0.0196	66.60	2.05	79.07
天然阔叶林	0~20	3.55	0.1533	13.43	0.0536	132.80	8.57	134.40
	20~40	2.51	0.0996	14.62	0.0343	103.60	4.64	96.80

4 小结

4.1 天然阔叶林林地与杉木连栽林地相比,天然阔叶林林地表层(0~20cm)土壤的最大持水量、毛管持水量和最小持水量分别是杉木连栽林地的1.33, 1.27和1.17倍;土壤最大贮水量和排水能力也都高于杉木连栽林地;土壤非毛管孔隙、总孔隙度和通气度分别比杉木连栽林地增加2.82%, 4.53%和4.15%;底层(20~40cm)亦有这种趋势。这主要是由于天然阔叶林枯枝落叶量大,土壤有机质较为丰富,使得土壤水分状况和孔隙状况有所改善之故。

4.2 天然阔叶林林地具有良好的土壤结构稳定性和抗蚀性能,表层土壤0.25mm以上和5.00

mm 以上水稳性团聚体含量比杉木连栽林地分别增加6.56%和19.86%;土壤的团聚体状况和团聚度分别为17.05%和23.44%,也比杉木连栽林地高,而表层土壤的结构破坏率和分散系数则比杉木连栽林地低。

4.3 天然阔叶林林地土壤养分贮量较杉木连栽林地丰富,表层和底层土壤有机质比杉木连栽林地分别高1.07%和1.02%;表层土壤的全氮、全磷、速效性养分也比杉木连栽林地高。这可能与天然阔叶林林分中落叶量大,养分含量高,分解快,养分归还速度快等有关。

4.4 通过天然阔叶林与杉木连栽林地土壤肥力比较,结果表明阔叶林是恢复杉木林地地力、休养生息和轮栽缓冲基地,应尽量减少砍阔栽杉的做法,保持适当比例。同时也应注意控制杉木人工林的发展规模,否则将造成森林土壤资源质量不断下降,不利于山区的生态平衡。

本文由林国清执笔。

参 考 文 献

- 1 俞新妥. 杉木人工林地力和养分循环研究进展. 福建林学院学报, 1992, 12(3): 264~276
- 2 林开敏, 何智英, 俞新妥. 炼山后杉木幼林地土壤肥力动态研究. 福建林学院学报, 1992, 12(3): 290~295
- 3 方奇. 杉木连栽对土壤肥力及其杉木生长的影响. 林业科学, 1987, 33(4): 389~397
- 4 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海: 上海科学技术出版社, 1978. 1~135
- 5 张万儒, 许本彤. 森林土壤定位研究方法. 北京: 中国林业出版社, 1986. 1~45

Lin Kaimin (Fujian Forestry College, Nanping 353001, PRC), Lin Guoqing, Zhang Shenlong, and Yu Lixuan. **Differences of Soil Fertility between Natural Broadleaved Forest and Replanted Chinese Fir Forest.** *J Zhejiang For Coll*, 1995, 12(2): 221~225

Abstract: Soil to be generated with natural broadleaved evergreen forests had better water condition, pore space and soil structure than that to be replanted Chinese fir. The former's noncapillary porosity and total porosity were increased by 2.82% and 4.15% respectively than the latter's, and the former's waterstable aggregate content was over 6.56% (above 0.25 mm) or 9.90% (above 0.50 mm) as compared with the latter's with exception of volume weight, destructivity and scatter coefficient of soils which were lower. So care must be taken to protect and develop broadleaved forest, control afforestation scale of pure Chinese fir forest, apply mixture and rotation planting with broadleaved trees, and prevent soil power declining of replanted Chinese fir forest land.

Key words: natural forest; broadleaved evergreen forests; *Cunninghamia lanceolata* (Chinese fir); forest land; soil fertility