

文章编号: 1001-1498(2000)06-0577-06

不同栽植代数杉木人工林土壤肥力的比较研究*

马祥庆¹, 范少辉², 刘爱琴¹, 陈绍栓³, 林上杰³

(1. 福建林学院, 福建 南平 353001; 2. 中国林业科学研究院 林业研究所, 北京 100091;

3. 福建省尤溪经营林场, 福建 尤溪 365100)

摘要: 在全国杉木中心产区选择不同栽植代数(1、2、3代)、不同发育阶段(5、10、15、20 a)及不同立地(14、16、18地位指数)的杉木人工林,进行不同栽植代数杉木人工林土壤肥力的比较研究。结果表明:连栽导致了杉木林地土壤肥力的明显下降,随栽植代数增加,不同发育阶段杉木林林地水稳性团聚体、非毛管孔隙、毛管孔隙、田间持水量、毛管持水量、最大持水量及土壤各项养分含量均呈下降趋势,而土壤结构体破坏率和容重却呈增加趋势,林地肥力朝不利方向发展。

关键词: 杉木; 栽植代数; 土壤肥力; 地力衰退

中图分类号: S718.4

文献标识码: A

杉木[*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.]是我国南方重要用材树种,近年来杉木人工林连栽生产力下降问题日趋严重,已严重影响了杉木人工林的持续经营^[1~8]。针对这些问题,我们拟用空间序列法和时间序列法相结合的方法,全面地探讨杉木人工林的地力衰退问题^[9]。

本研究采用空间序列法,在全国杉木中心产区选择不同栽植代数(1、2、3代)、不同年龄(5、10、15、20 a)及相似立地条件杉木人工林,进行不同栽植代数杉木人工林生长发育特点的比较研究,为揭示不同栽植代数杉木人工林生长发育规律及其与杉木连栽生产力下降的关系,制订合理的杉木营林对策,为有效防治杉木人工林地力衰退提供科学依据。其中关于不同栽植代数杉木人工林生长发育特点的比较研究见参考文献[10],本文介绍不同栽植代数、不同发育阶段杉木人工林土壤肥力的变化规律。

1 试验地自然概况

试验地位于全国杉木中心产区福建省尤溪县(117°48′~118°36′ E, 25°48′~26°24′ N)经营林场内,属戴云山森林立地区闽中低山丘陵区,为中亚热带海洋性季风气候,年均降水量1599.6 mm,年均蒸发量1323.4 mm,相对湿度83%,年均气温18.9℃,历年最大日降水量131.7 mm,3~6月为多雨季节,4个月降水占全年降水量的56%。

收稿日期: 1999-04-13

基金项目: CAF/IDRC/CIFOR 国际合作项目 REDFOL 专题“杉木人工林林地退化机制研究”内容之一; 国家自然科学基金重点项目(39630240)

作者简介: 马祥庆(1966-),男,福建建瓯人,副教授,博士。

* 福建林学院毕业生张永红、岳辉、吴健雄、曾力克、郑光明等同学参加外业调查,特此致谢!

2 试验设计与研究方法

2.1 试验设计

详见参考文献[10]。

2.2 林木生长调查

在每个样地内设 20 m × 20 m 标准地 2 块, 进行每木检尺及树高测定, 根据林分年龄及优势木平均高, 查《杉木地位指数表》确定地位指数。

2.3 土壤调查

在每个样地内按 S 形多点混合采样法, 分别 0~ 20、20~ 40 cm 土层采样, 进行土壤化学性质分析, 取原状土测定土壤质地、水分物理性质、团聚体。

3 结果与分析

3.1 不同栽植代数杉木人工林土壤结构状况比较

本次试验调查杉木样地土壤质地多为中壤, 少数为沙壤。土壤团聚体及其稳定性是影响土壤通透性、抗蚀性及表征土壤结构的重要指标。栽植代数对杉木林地土壤团聚体组成有较大影响(表 1), 随栽植代数增加, 林地土壤 > 0.25 mm 水稳性团聚体含量下降, 表现为 1 代 > 2 代 > 3 代, 其中 2、3 代杉木林地土壤 > 0.25 mm 水稳性团聚体平均含量分别可比 1 代下降 7.9%

表 1 不同栽植代数杉木林地土壤水稳性团聚体组成(0~ 20 cm)

栽植代数	林龄/a	质地	团聚体组成/%					结构体破坏率/%	
			> 5 m	5~ 2 mm	2~ 1 mm	1~ 0.5 mm	0.5~ 0.25 mm		< 0.25 mm
1	5	中壤	24.42	17.92	16.32	15.97	7.04	81.67	10.77
			27.61	18.64	19.25	17.24	8.79	91.53	
2	6	中壤	23.46	18.51	17.15	10.21	6.63	75.96	13.21
			25.02	19.67	18.74	15.03	9.06	87.52	
3	6	沙壤	24.73	18.69	16.97	9.23	4.09	73.71	15.17
			26.12	20.22	19.27	12.05	9.23	86.89	
1	8	中壤	27.51	16.84	19.23	9.38	7.75	80.71	10.95
			29.67	20.57	20.19	10.74	9.46	90.63	
2	9	沙壤	26.48	14.97	16.87	8.72	7.19	74.23	14.81
			30.04	16.21	18.21	13.92	8.75	87.13	
3	9	沙壤	23.67	15.82	17.25	11.21	3.74	71.69	16.24
			27.41	18.47	19.92	13.42	6.37	85.59	
1	15	重壤	22.69	17.24	19.87	12.97	8.21	80.98	11.77
			28.62	20.91	20.15	13.47	8.36	91.78	
2	15	中壤	27.43	18.53	13.12	10.43	4.41	73.92	14.21
			30.12	20.01	15.12	12.75	8.16	86.16	
3	16	中壤	26.57	18.79	10.07	10.76	3.88	70.07	17.25
			27.53	21.62	14.52	12.52	8.49	84.68	
1	19	中壤	21.03	20.15	15.21	12.66	9.64	78.69	12.92
			26.53	21.74	18.04	14.21	9.85	90.37	
2	19	沙壤	25.59	20.14	12.41	10.27	4.06	72.47	16.68
			27.21	20.94	16.28	13.48	9.07	86.98	
3	22	中壤	25.84	21.94	10.64	8.29	3.52	70.23	19.72
			27.87	22.41	13.25	13.37	10.58	87.48	
1	(平均)		23.91	18.04	17.66	12.75	8.16	80.51	11.60
			28.11	20.47	19.41	13.98	9.12	91.08	
2	(平均)		25.74	18.04	14.89	9.91	5.57	74.15	14.73
			28.10	19.21	17.09	13.80	8.76	86.95	
3	(平均)		25.20	18.81	13.73	9.87	3.81	71.43	17.10
			27.23	20.68	16.74	12.84	8.67	86.16	

注: 分子为湿筛, 分母为干筛。

和 11.28%, 而表征土壤团聚体稳定性的结构体破坏率则随栽植代数增加而呈明显增加趋势, 表现为 3 代 > 2 代 > 1 代, 其中 2、3 代杉木林地土壤结构体破坏率分别可比 1 代增加 26.98% 和 47.40%。可见杉木多代连栽林地由于受多次营林措施(采伐、炼山、整地、抚育等)干扰, 使得林地土壤结构变差, 不利于林地肥力的改善。

3.2 不同栽植代数杉木人工林土壤孔隙状况

土壤的孔隙状况直接影响土壤的通气、透水及根系穿插, 是表征土壤物理性质的重要指标之一。不同栽植代数杉木林地土壤孔隙组成明显不同, 随栽植代数增加, 林地土壤容重略呈增加趋势, 非毛管孔隙、毛管孔隙及总孔隙呈逐代下降趋势, 其中 2、3 代杉木林地土壤容重分别比 1 代增大 11.26% 和 18.25%, 而非毛管孔隙分别下降 13.76% 和 32.30%, 总孔隙度下降 15.81% 和 26.25%, 说明杉木多代连栽后林地土壤变得紧实, 土壤透气性下降, 不利于杉木生长(表 2)。

表 2 不同栽植代数杉木林地土壤孔隙状况(0~20 cm)

栽植代数	林龄/a	容重/(g·cm ⁻³)	毛管孔隙/%	非毛管孔隙/%	总孔隙/%	通气度/%
1	5	0.983	33.52	8.95	42.47	19.72
2	6	1.065	31.56	7.85	39.41	17.13
3	6	1.179	28.04	6.05	34.09	7.63
1	8	1.024	34.21	8.89	43.10	16.74
2	9	1.108	31.50	7.62	39.12	12.58
3	9	1.198	27.97	6.15	34.12	9.47
1	15	1.021	34.95	9.07	44.02	19.87
2	15	1.208	30.47	7.99	38.46	13.73
3	16	1.247	27.23	6.05	33.28	7.85
1	19	1.092	32.45	9.12	41.57	18.62
2	19	1.201	29.57	7.62	37.19	13.51
3	22	1.246	27.47	6.13	33.60	10.04
1	(平均)	1.030	33.78	9.01	42.79	18.74
2	(平均)	1.146	30.78	7.77	38.55	14.24
3	(平均)	1.218	27.68	6.10	33.77	8.75

3.3 不同栽植代数杉木人工林土壤水分状况

杉木的栽植代数也影响到林地的水分状况。随栽植代数增加, 林地表层土壤最大持水量、田间持水量及毛管持水量均呈逐代下降趋势, 2、3 代杉木林地最大持水量分别比 1 代下降 27.54% 和 40.45%, 田间持水量分别下降 17.79% 和 29.43%, 毛管持水量分别下降 17.92% 和 30.76%, 3 代杉木林地最大持水量、田间持水量及毛管持水量分别可比 2 代下降 9.03%、14.16% 和 15.64%, 可见杉木多代连栽后林地表层土壤的持水性能降低(表 3)。

3.4 不同栽植代数杉木人工林土壤养分状况

栽植代数对杉木林地的养分状况有很大影响(表 4)。随栽植代数的增加, 杉木林地全

表 3 不同栽植代数杉木林地土壤水分状况

(0~20 cm)

栽植代数	林龄/a	自然含水量/%	最大含水量/%	田间持水量/%	毛管持水量/%
1	5	23.14	43.20	30.10	34.10
2	6	20.92	37.00	26.76	29.63
3	6	22.44	28.91	21.93	23.78
1	8	25.74	42.09	30.74	33.41
2	9	23.95	35.31	25.09	28.43
3	9	20.58	28.48	21.69	23.35
1	15	23.65	43.11	30.45	34.23
2	15	20.47	31.83	24.09	25.22
3	16	20.39	26.69	20.07	21.84
1	19	21.02	38.07	27.92	29.72
2	19	19.72	30.96	22.07	24.62
3	22	18.91	26.97	20.43	22.05
1	(平均)	23.39	41.62	29.80	32.87
2	(平均)	21.27	33.78	24.50	26.98
3	(平均)	20.58	27.76	21.03	22.76

量养分指标呈逐代下降趋势,与1代杉木林地相比,2、3代杉木林地表层土壤有机质分别下降9.18%和22.83%,全N分别下降13.40%和20.86%,全P分别下降22.81%和36.84%,全K分别下降4.5%和15.10%;3代杉木林地表层土壤有机质、全N、全P、全K分别比2代下降15.03%、8.51%、18.18%和11.09%;同时林地20~40 cm土层养分也表现出相同的规律,说明林地土壤养分贮量极易受杉木造林的影响,多代连栽引起林地养分贮量减少。

同样随杉木栽植代数增加,林地土壤速效养分也呈逐代下降趋势。与1代杉木林地相比,2、3代杉木林地表层土壤水解性N分别下降10.76%和25.52%,速效P分别下降28.76%和38.56%,速效K分别下降11.32%和23.69%;3代杉木林地表层土壤水解性N、速效P、速效K分别比2代下降17.66%、13.70%和13.95%。可见杉木连栽后不仅林地土壤全量养分下降,而且林地速效养分也减少,同时随栽植代数增加,杉木林地土壤pH值略有下降,土壤呈轻度酸化趋势。

表4 不同栽植代数杉木林土壤化学性质

栽植代数	林龄/a	土层/cm	有机质/%	全N/%	全P/%	全K/%	水解性N/(mg·kg ⁻¹)	速效P/(mg·kg ⁻¹)	速效K/(mg·kg ⁻¹)	pH值
1	5	0~20	3.814	0.174	0.058	2.463	166.16	8.85	126.00	4.51
	5	20~40	1.734	0.105	0.044	2.011	107.80	3.41	101.00	4.47
2	6	0~20	3.492	0.156	0.042	2.374	153.36	6.50	103.00	4.59
	6	20~40	1.625	0.103	0.040	2.005	100.67	2.04	91.00	4.61
3	6	0~20	2.947	0.138	0.038	2.125	129.68	5.92	97.00	4.50
	6	20~40	1.513	0.095	0.031	1.976	94.25	2.41	82.00	4.46
1	8	0~20	3.417	0.149	0.051	2.435	154.69	8.69	113.00	4.61
	8	20~40	1.562	0.096	0.042	2.021	109.68	4.21	102.00	4.57
2	9	0~20	3.105	0.139	0.045	2.348	132.71	6.97	107.00	4.58
	9	20~40	1.507	0.091	0.032	1.989	99.43	4.09	99.00	4.52
3	9	0~20	2.635	0.131	0.037	2.106	119.75	5.92	86.00	4.37
	9	20~40	1.277	0.082	0.029	1.981	98.37	4.55	81.00	4.41
1	15	0~20	3.609	0.171	0.059	2.471	147.68	6.82	117.00	4.52
	15	20~40	1.945	0.125	0.044	2.074	102.07	4.94	83.00	4.56
2	15	0~20	3.120	0.133	0.049	2.341	132.67	6.31	104.00	4.50
	15	20~40	1.883	0.104	0.039	1.971	89.22	3.42	81.00	4.57
3	16	0~20	2.692	0.124	0.037	2.047	97.92	5.21	82.00	4.68
	16	20~40	1.194	0.079	0.031	1.974	81.64	2.45	79.00	4.58
1	19	0~20	3.807	0.156	0.060	2.485	177.15	12.36	121.00	4.71
	19	20~40	1.800	0.106	0.047	2.108	91.32	2.64	91.00	4.59
2	19	0~20	3.585	0.134	0.039	2.347	157.46	6.39	109.00	4.63
	19	20~40	1.651	0.088	0.030	1.986	83.32	2.40	86.00	4.57
3	22	0~20	3.031	0.122	0.033	2.089	127.08	5.49	99.00	4.55
	22	20~40	1.615	0.085	0.024	1.987	75.05	2.24	83.00	4.50
1	(平均)	0~20	3.662	0.163	0.057	2.464	161.42	9.18	119.25	4.59
		20~40	1.760	0.108	0.044	2.054	102.72	3.80	94.25	4.55
2	(平均)	0~20	3.326	0.141	0.044	2.353	144.05	6.54	105.75	4.58
		20~40	1.667	0.097	0.035	1.988	93.16	2.99	89.25	4.57
3	(平均)	0~20	2.826	0.129	0.036	2.092	118.61	5.64	91.00	4.53
		20~40	1.400	0.085	0.029	1.980	87.33	2.91	81.25	4.49

4 小 结

(1) 随栽植代数增加, 水稳性团聚体含量下降, 2、3代杉木林地土壤 $> 0.25\text{ mm}$ 水稳性团聚体平均含量分别可比1代下降7.9%和11.28%;同时, 表征土壤团聚体稳定性的结构体破坏率随栽植代数增加而呈明显增加趋势, 2、3代杉木林地土壤结构体破坏率分别可比1代增加26.98%和47.40%。

(2) 随栽植代数增加, 林地土壤容重略呈增加趋势, 非毛管孔隙、毛管孔隙及总孔隙呈逐代下降趋势。2、3代杉木林地土壤容重分别比1代增大11.26%和18.25%, 而非毛管孔隙分别下降13.76%和32.30%, 总孔隙度下降15.81%和26.25%。

(3) 随栽植代数增加, 林地表层土壤最大持水量、田间持水量及毛管持水量均呈逐代下降趋势。2、3代杉木林地最大持水量分别比1代下降27.54%和40.45%, 田间持水量分别下降17.79%和29.43%, 毛管持水量分别下降17.92%和30.76%。

(4) 随栽植代数的增加, 杉木林地全量养分和土壤速效养分指标均呈逐代下降趋势。与1代杉木林地相比, 2、3代杉木林地全N分别下降13.40%和20.86%, 全P分别下降22.81%和36.84%, 全K分别下降4.5%和15.10%, 水解性N分别下降10.76%和25.52%, 速效P分别下降28.76%和38.56%, 速效K分别下降11.32%和23.69%。

可见, 多代连栽导致了杉木林地土壤肥力的明显下降, 林地肥力朝不利方向发展。

参考文献:

- [1] 徐化成. 森林地力的动态特性和人工林地力下降问题[A]. 见: 盛炜彤. 人工林地力衰退研究[M], 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 3~ 10.
- [2] 徐化成. 关于人工林的地力衰退问题[J]. 世界林业研究, 1992, 5(1): 66~ 71.
- [3] 俞新妥. 杉木人工林地力和养分循环研究进展[J]. 福建林学院学报, 1992, 12(3): 264~ 275.
- [4] 俞新妥. 杉木林地持续利用问题的研究和看法[J]. 世界林业研究, 1993, 6(3): 80~ 86.
- [5] 范少辉, 俞新妥, 盛炜彤, 等. 杉木人工林栽培营养的研究[J]. 林业科学研究, 1996, 9(专刊): 1~ 8.
- [6] 范少辉, 盛炜彤, 俞新妥, 等. 人工林培育与地力衰退[J]. 林业科学研究, 1996, 9(专刊): 18~ 25.
- [7] 范少辉, 沈国防, 俞新妥等. 人工林的地力维持与营养管理[J]. 林业科学研究, 1996, 9(专刊): 26~ 33.
- [8] 俞新妥, 范少辉, 盛炜彤, 等. 杉木在我国人工林中的地位及其营养管理研究的现状[J]. 林业科学研究, 1996, 9(专刊): 34~ 41.
- [9] 范少辉, 林光耀, 何宗明, 等. 不同立地管理措施对2代杉木1年生幼林生长影响的研究[J]. 林业科学, 1999, 35(3): 120~ 126.
- [10] 范少辉, 马祥庆, 陈绍柱, 等. 多代杉木人工林生长发育效应的研究[J]. 林业科学, 2000, 36(4): 9~ 15.

A Comparison on Soil Fertilities of Chinese Fir Plantations of Different Generations

MA Xiang-qing¹, FAN Shao-hui², LIUA i-qin¹, CHEN Shao-chuan³, LIN shang-jie³

(1. Fujian Forestry College, Nanping 353001, Fujian, China; 2. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China; 3. Forestry Farm of Youxi, Fujian Province, Youxi 365100, Fujian, China)

Abstract: The soil fertilities of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) plantations with different generations are studied through investigating the plantations with different generations, ages and site conditions. The results showed that successive planting results in significant soil fertilities decline of different aged plantation. As planting generation increases, soil aggregate, non-capillary pore, capillary pore, moisture capacity, maximum moisture capacity and nutrients of different-aged plantations decrease, whereas the rate of structure fragmentation and volume of soil increase. The soil fertilities of Chinese fir plantations become degraded after successive planting.

Key words: *Cunninghamia lanceolata*; planting generation; soil fertility; soil fertility degradation

欢迎订阅 2001 年《植物学通报》

《植物学通报》是中国植物学会创办的植物学综合性科技刊物。国内统一刊号 CN 11-1945/Q, 国际标准连续出版物号 ISSN 1003-2266。

主要刊登内容: 1. 植物学各分支学科及其有关的农、林、牧、药、环保和轻工等方面有一定理论水平和应用价值的专论与综述; 2. 新技术、新方法; 3. 研究论文和简报; 4. 高等院校植物学教学研讨; 5. 信息动态; 6. 科学家园地。全国性植物学专题学术讨论会论文或摘要以专辑发表。

《植物学通报》的主要读者对象是从事植物学以及有关的农、林、牧、医药、轻工、环保等方面的科技、教学人员, 深受广大读者的欢迎。据中国科学院上海文献情报中心对生命科学 450 种中文期刊近几年流通频次的统计, 在流通率最高的 59 种生命科学中文期刊中, 《植物学通报》排在第 14 位, 居植物学类刊物之首。本刊为“中国自然科学核心期刊”, 据中国科学引文数据库统计数据, 被引频次排名前 500 名期刊中, 本刊在近 3 年内名次提高了 186 位, 现位于第 211 名。

本刊为双月刊, 每双数月月末出版, 单价每册 14 元, 全年 84 元。欢迎全国各地图书情报单位及广大读者在当地邮局订阅。若错过邮局订阅, 请直接与编辑部联系订阅。除现刊外, 尚有自创刊以来的全部过期刊物, 半价优惠, 共计 180 元(含邮费)。欲订阅者, 与本刊编辑部联系。本刊编辑部地址: 北京市香山南辛村 20 号《植物学通报》编辑部, 邮政编码: 100093, 电话: (010) 62591431-6135。