

文章编号: 1001-411X(2002)01-0024-03

宜山杉木人工林生态系统养分含量和分布的研究

薛立¹, 罗山²

(1 华南农业大学林学院, 广东 广州 510642; 2 华南农业大学人文学院, 广东 广州 510642)

摘要: 对广西宜山 11 年生低产杉木人工林的 N、P、K、Ca、Mg 的含量和分布进行了研究. 结果表明: 各组分中叶和果的养分浓度最高. 各养分中 Ca 和 N 的浓度最大. 杉木林生态系统中, 土壤的各种养分储存量达到生态系统相应养分总量的 99% 以上. 杉木林叶量小, 林冠下部宿存大量的枯枝叶及立地条件差可能是造成宜山杉木林低产的原因.

关键词: 杉木林; 养分浓度; 养分分布

中图分类号: S718.5

文献标识码: A

杉木(*Cunninghamia lanceolata*)是我国特有的速生针叶树种. 因为杉木纯林连栽引起土壤肥力下降现象十分严重^[1,2], 评价杉木林及其土壤的养分含量日益受到关注. 对于杉木林养分的研究集中在丰产林^[3-5], 而有关低产杉木林养分研究的报道很少见到^[6]. 笔者就宜山庆远林场一块低产杉木林及其土壤的养分含量进行研究, 为合理利用土地资源提供依据.

1 试验地概况

试验地位于广西宜山县庆远林场, 东经 108°41', 北纬 24°27', 属于亚热带气候. 年平均气温为 19.2℃, 最低月均温出现在 1 月, 为 8.9℃, 最高月均温出现在 7 月, 达 27.9℃. 年降雨量为 1 259.6 mm, 主要集中在 4~8 月, 水热系数为 1.8, 属于半湿润气候, 年蒸发量 1 049.1 mm, 相对湿度 83%. 土壤为砂页岩发育成的薄腐殖质厚层红壤.

试验林分为 11 年生杉木人工林, 密度 3 550 株·hm⁻², 林分郁闭度 0.9, 林冠下部大量的枯枝叶附着在树干上. 根系主要分布在 10~30 cm 之间. 试验地造林时采用全垦穴植, 造林后头 3 a 进行全铲抚育, 加上林下透光度小, 所以林下植物零星生长, 以东方乌毛蕨(*Blechnum orientale*)、铁芒箕(*Dicranopteris dichotoma*)、铁线蕨(*Adiantum capillus-veneris*)为主.

2 研究方法

在试验林内每木调查, 杉木根据径阶分 6 个级别, 在试验林附近同等立地条件的林分中, 每级别选 1~2 株样木, 伐倒后用分层切割法测定枝、叶、果、干、皮的鲜质量. 根系全部挖出, 去掉泥土, 称其鲜质

量, 各组分在 80℃恒温下烘干至恒质量. 用杉木枝、叶、果、干、皮、根的干质量与其胸径、树高建立幂函数回归方程, 从而推算出全林杉木各组分生物量. 各组分回归方程相关系数在 0.96 以上, 经 *F* 检验相关关系显著($F > F_{0.01}$). 草本层生物量的测定方法是在样地周围选 1 m×2 m 的样方 10 块, 割倒样方内的草本, 分地上部分和地下部分称鲜质量, 并取样烘至恒质量, 求得干质量. 各组分用粉碎机磨成粉末供分析用.

在样地附近同等立地条件的林分中, 将土壤剖面分为 0~20 和 20~40 cm 两层按季度取样供分析用. 同时用环刀法测得 0~20 和 20~40 cm 的土壤密度.

植物样品中, N 用重铬酸钾—浓硫酸消化后以半微量凯氏法测定, P、K、Ca、Mg 分析待测液用三酸消化法制备, 试液中的 P 用钼兰比色法, K、Ca、Mg 用原子吸收分光光度计测定^[7].

土壤全 N 测定与植物相同. 通过碳酸钠碱熔法得到 P、K、Ca、Mg 的全量待测液. K 用火焰光度计测定, P、Ca、Mg 的测定方法与植物相同. 用土壤密度乘对应的土层容积得出土壤干质量, 土壤干质量和土壤全量养分含量相乘得出土壤养分贮量.

3 研究结果

3.1 杉木各组分的养分浓度

杉木各组分养分含量显著不同(表 1). 除果的钙含量较低外, 各元素均以叶、果含量最高. 叶是光合作用的场所, 生理代谢活动旺盛, 5 种养分的总含量最高, 氮、钙、镁含量居各组分之首. 果在形成过程中吸收养分较多, 养分的总含量仅次于叶, 其磷和钾的含量是各组分中最高的. 干是非生活组织, 起输导

收稿日期: 2001-03-18

作者简介: 薛立(1958-), 男, 副教授, 博士.

基金项目: 广西林业局资助项目“广西森林生态系统研究”的内容之一

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

和支持作用, 各种养分的含量都是最低的, 其养分总含量仅为叶的 1/14. 枝、根中木质部占较大的比例, 树皮中的细胞大多在木栓层外, 因木栓化而死亡, 它们的养分含量比较小, 5 种养分总含量顺序是叶> 果> 枯枝> 枝> 皮> 根> 干.

各养分在各组分中呈现钙>氮> 钾> 镁> 磷, 说明杉木在这时期生长发育过程中需要的钙和氮较多.

表 1 杉木乔木层养分含量

Tab. 1 Concentration of nutrients in <i>Cunninghamia lanceolata</i> tree layer $\text{g}^{\circ}\text{kg}^{-1}$						
组分 components	N	P	K	Ca	Mg	合计 total
枝 branches	4. 16	0. 42	1. 91	7. 95	1. 38	15. 82
叶 leaves	10. 51	0. 76	4. 80	13. 67	1. 91	31. 65
果 fruits	8. 53	0. 92	5. 91	3. 67	1. 39	20. 32
干 stem wood	0. 76	0. 05	0. 42	0. 69	0. 13	2. 05
皮 stem bark	3. 29	0. 36	1. 75	4. 29	0. 38	10. 07
根 roots	2. 50	0. 20	1. 40	1. 83	0. 35	6. 28
枯枝叶 dead leaves and branches	3. 29	0. 20	1. 39	11. 32	1. 26	17. 46

3.2 杉木乔木层生物量和养分积累量

杉木吸收养分的一部分以凋落物形式回归土壤, 另一部分则逐年存留在杉木体内, 构成杉木乔木层的养分积累量. 杉木乔木层每公顷养分积累量为 633. 80 kg, 占其生物量的 0. 89%(表 2). 各组分中, 干材的生物量最大, 占杉木总量的 45. 59%, 而它的养分积累量较小, 仅占杉木养分积累量的 10. 54%, 在各组分中是倒数第二. 叶的生物量只占杉木生物量的 9. 50%, 其养分积累量却占杉木养分积累量的 33. 96%, 居于首位. 果的生物量最小, 它的养分积累量在各组分中位于最后. 其余组分的生物量大小顺序为根> 皮> 枝> 枯枝, 其相应的养分积累量接近, 呈现枝> 皮> 根> 枯枝叶的趋势.

3.3 草本层生物量和养分的浓度及积累

草本层地上部分各养分含量高于地下部分(表 3), 这是由于地上部分中养分含量高的叶子占的比例较大, 而茎占的比例较小的缘故. 养分含量在地上部分和地下部分均为 $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P}$, 积累量呈现相同的趋势, 说明草本对 N 和 K 的需要量较大. 草本层地上部分的生物量和养分积累量分别占其草本层总量的 72. 86%和 81. 50%. 与杉木乔木层相比, 草本层的生物量和养分积累总量很小, 分别为杉木林乔木层生物量和养分积累总量的 0. 98%和 2. 05%.

表 2 杉木乔木层生物量和养分的积累量

Tab. 2 Biomass and nutrient accumulation of <i>Cunninghamia lanceolata</i> tree layer $\text{kg}^{\circ}\text{hm}^{-2}$							
组分 components	生物量 biomass	N	P	K	Ca	Mg	合计 total
枝 branches	5 450	22. 67	2. 29	10. 41	43. 33	7. 33	86. 22
叶 leaves	6 800	71. 47	5. 18	32. 64	92. 96	12. 99	215. 24
果 fruits	1 090	9. 30	1. 00	6. 44	3. 89	1. 52	22. 15
干 stem wood	32 600	24. 78	1. 63	13. 69	22. 49	4. 24	66. 83
皮 stem bark	8 380	27. 57	3. 02	14. 67	35. 95	3. 81	84. 39
根 roots	12 690	31. 73	2. 54	17. 77	23. 22	4. 44	79. 70
枯枝叶 dead leaves and branches	4 540	14. 94	0. 91	6. 31	51. 39	5. 72	79. 27
合计 total	71 550	202. 46	16. 57	101. 93	273. 23	39. 61	633. 80

表 3 草本层养分含量和积累量

Tab. 3 Concentration and accumulation of nutrient in herbaceous layer					
养分 nutrient	$w/(\text{g}\cdot\text{kg}^{-1})$		积累量 nutrient accumulation/ $(\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2})$		合计 total
	地上部分	地下部分	地上部分	地下部分	
	ground	under ground	ground	under ground	
N	7.66	4.85	3.91	0.92	4.83
P	0.44	0.37	0.22	0.07	0.29
K	5.35	3.74	2.73	0.71	3.44
Ca	5.09	2.28	2.60	0.43	3.03
Mg	2.17	1.44	1.11	0.27	1.38
合计 total	20.71	12.68	10.57	2.40	12.97
生物量 biomass($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)			510	190	700

3.4 土壤中养分的浓度及积累

按土壤上层(0~20 cm)和下层(20~40 cm)分析, 则可看出全 N 含量是上层> 下层, 全 P、全 K、全 Ca 和全 Mg 含量均为下层> 上层(表 4). 上层和下层土壤平均全 N 含量属中等水平, 全 P 含量低于临界值, 全 K 含量偏低^[8].

表 4 土壤养分含量

Tab. 4 Nutrient concentration of soil $\text{g}^{\circ}\text{kg}^{-1}$					
层次 layers	全 N total N	全 P total P	全 K total K	全 Ca total Ca	全 Mg total Mg
0~20 cm	0. 956	0. 203	6. 489	0. 815	3. 256
20~40 cm	0. 742	0. 235	7. 185	0. 916	4. 029
平均 average	0. 831	0. 220	6. 863	0. 869	3. 671

3.5 杉木林生态系统中养分的积累与分布

杉木林生态系统中 5 种养分的积累量为 95 916. 30 $\text{kg}^{\circ}\text{hm}^{-2}$ (表 5), 乔木层积累的养分仅占生态系统的一小部分, 各养分积累量与生态系统中相应养分积累总量之比很小, 为 0. 23%~6. 13%, 呈现

Ca>N>P>K>Mg 的趋势。草本层、凋落物层各养分的积累量占生态系统中相应养分积累量的百分比很低,均不大于 0.58%。土壤是养分的储存库,其各种养分的储存量都达整个生态系统相应养分总量的 93%以上。如果以 1 t 为单位,则出现草本植物中积累的养分为 18.52 kg,枯枝落叶为 17.42 kg,土壤为

12.46 kg,杉木为 8.86 kg。杉木由于养分含量低的干材和根占了很大比例,所以每吨干物中积累的养分较少。草本植物中养分浓度较低的地下部分占的比例小,而枯枝落叶层是由枝、叶、花果组成,故二者每吨干物质中积累的养分较多。

表 5 杉木林生态系统中养分的积累与分配

Tab. 5 Accumulation and distribution of nutrients in *Cunninghamia lanceolata* stand ecosystem

组分 components	N	P	K	Ca	Mg	合计 total
杉木林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> stand	202.46	16.57	101.93	273.23	39.61	633.80
草本层 herbaceous layer	4.83	0.29	3.44	3.03	1.38	12.97
凋落物层 litter layer	14.01	0.73	2.74	25.88	5.81	49.17
土壤 soil (0~40 cm)	39 705.54	1 051.64	32 777.40	4 151.61	17 534.17	9 522.36
总计 total	39 926.84	1 069.23	32 885.51	4 453.75	17 580.97	95 916.30

4 结论与讨论

杉木各组分养分总含量顺序是叶>果>枯枝叶>枝>皮>根>干。各养分在各组分中呈现 Ca、N>K>Mg>P。杉木林生态系统中养分的积累量为 95 916.30 kg·hm⁻²,其中杉木乔本层为 633.80 kg·hm⁻²。土壤是养分的储存库,其各种养分的储存量达杉木林生态系统相应养分总量的 99%以上。

林冠下部宿存大量的枯枝叶,影响凋落物的归还,同时林龄小而使凋落物量小,不利于养分循环;宜山杉木林叶量小,不利于光合作用;土壤全 P 含量低于临界值,立地条件差;这些可能是造成宜山杉木林低产的原因。

参考文献:

[1] 方奇. 杉木连栽对土壤肥力及其林木生长的影响[J]. 林业科学, 1987, 23(4): 389—397.
[2] 陈楚莹, 张家武, 周崇莲, 等. 改善杉木人工林的林地质

量和提高生产力的研究[J]. 应用生态学报, 1990, 1(2): 97—106.
[3] 潘维伟, 田大伦, 雷志星, 等. 杉木人工林养分循环的研究: (二) 丘陵速生杉木林的养分含量、积累速率和生物循环[J]. 中南林学院学报, 1983, 3(1): 1—17.
[4] 冯宗炜, 陈楚莹, 王开平, 等. 亚热带杉木纯林生态系统中营养元素的积累、分配和循环的研究[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1985, 9(4): 245—256.
[5] ZHONG A L, HSIUNG W Y. Evaluation and diagnosis of tree nutritional status in Chinese-fir (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb) Hook) plantations, Jiangxi, China[J]. For Ecol Manage, 1993, 62: 245—270.
[6] XUE L. Nutrient cycling in a Chinese-fir (*Cunninghamia lanceolata*) stand on a poor site in Yishan, Guangxi[J]. For Ecol Manage, 1996, 89: 115—123.
[7] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978. 50—377.
[8] 陈焕伟, 张凤荣, 刘黎明, 等. 土壤资源调查[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1997. 181.

Concentration and Distribution of Nutrients in An Artificial *Cunninghamia lanceolata* Stand Ecosystem at Yishan

XUE Li¹, LUO Shan²
(1 College of Forestry, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;
2 College of Humanities, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: Concentration and distribution of N, P, K, Ca and Mg in a 11-year-old artificial *Cunninghamia lanceolata* stand on a poor-soil were studied. The highest concentration of nutrients was found in leaves and fruits, and N and Ca concentrations were higher than those of other nutrients. Accumulation of five nutrients in soil contributed more than 99% of the total in *Cunninghamia lanceolata* stand ecosystem. The small leaf amount with a lot of attached dead leaves and branches and bad site condition may be responsible for the low yield of *Cunninghamia lanceolata* stand.

Key words: *Cunninghamia lanceolata*; nutrient concentration; nutrient distribution