

## 年珠林场杉木人工林立地分类与评价的研究\*

黄正秋 张万儒 黄雨霖

(中国林业科学研究院林业研究所)

**关键词** 杉木; 立地; 土壤; 叶片营养

森林立地研究是科学造林、营林的基础。它能提供适宜的造林树种、育林措施及生产力预报。作者于1986—1987年通过对年珠林场杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 人工林野外调查、室内分析、多元数学统计, 筛选出主导因子进行立地类型划分; 根据地位指数、叶片营养及环境因子作出立地质量评价。同时进一步探讨了土壤条件与杉木生长的关系, 从而导出评估杉木生产力的预报方程。

### 一、试验地自然地理概况

年珠林场位于江西省分宜县西南部, 东经 $114^{\circ}30'$ — $114^{\circ}45'$ , 北纬 $27^{\circ}30'$ — $27^{\circ}45'$ 。该场属低山丘陵地貌, 母岩以千枚岩为主, 土壤为黄、红壤, 地带性植被为常绿阔叶林。年均气温 $17.9^{\circ}\text{C}$ , 日最高气温 $39.9^{\circ}\text{C}$ , 最低气温 $-8.3^{\circ}\text{C}$ , 年降雨量为 $1593.7\text{ mm}$ , 集中在4—7月, 无霜期为268 d。

### 二、研究方法

#### (一) 野外调查方法<sup>[1,2]</sup>

在林龄10—15 a 生长正常的杉木林地上设置 $20 \times 20\text{ m}^2$ 的样地47块。样地内进行植被、测树因子及土壤调查。选测5株优势木的胸径与树高; 选有代表性的地方挖土壤剖面, 进行常规记载, 每20 cm 为一层, 从下至上取分析土样; 10月初在相同林龄样地上按叶样分析标准, 采集优势木叶片。

#### (二) 室内分析方法

土壤理化性质及叶片分析按《森林土壤分析标准方法》<sup>[3]</sup>进行; 以5株树高优势木标准年龄(20 a)的平均高为上层高, 采用全国杉木协作组编制的地位指数表计算地位指数<sup>[4]</sup>。

本文于1988年9月收到。

\* 该文为研究生论文, 承蒙盛炳彤、唐守正研究员、我院大岗山实验局和林研所土壤室同志支持与帮助, 谨此一并致谢!

### 三、杉木人工林立地类型的划分

#### (一) 立地因子的分类及分级

1. 坡位——根据地形、迳流量大小，结合杉木生长情况分为：①山顶与山脊；②坡上部；③坡中部；④坡下部；⑤山洼。2. 腐殖质层厚度——分为厚(>25 cm)、中(25—15cm)、薄(<15 cm)。3. 旱季土壤含水量。4. 坡向——分为阴坡、阳坡。5. 海拔高度。6. 坡度。7. 石砾含量。8. 土层厚度。其它一些与杉木生长关系不大，或因林场范围较小，变异不大的因子未参与多元回归分析。

#### (二) 主导因子的选择及立地类型的划分

根据47块样地调查资料，以立地指数为因变量，立地因子为自变量，运用数量化理论 I 进行多元回归筛选<sup>[6]</sup>。从表 1 看出，偏相关系数的大小正说明各立地因子与杉木生长的关系。筛选出的主导因子是坡位、腐殖质层厚度、土壤旱季含水量。

表 1 47块样地资料多元逐步回归筛选结果

入选方差	主导因子 结 论	坡 位 ( $x_1$ )					腐殖质层 厚 ( $x_2$ )	土 壤 含 水 量 ( $x_3$ )
		山 脊	坡 上 部	坡 中 部	坡 下 部	山 洼		
$F = 2.5$  (接近 $F_{3,43}^{0.05}$ )	数量化后定性因子各 类目得分值	7.555 2	9.129 7	10.503 5	11.763 5	13.656 7	—	—
	偏相关系数	0.644					0.422	0.233
	复相关系数	0.930						
	回归方程及其显著性	$\widehat{SI} = 2.41674 + 0.92190x_1 + 0.09031x_2 + 0.20205x_3 \dots\dots\dots(1)$ $F^{**} = 91.07 > F_{3,43}^{0.01} = 4.22$						
$F = 4.0$  ( $F > F_{2,44}^{0.05}$ )	偏相关系数	0.695					0.458	—
	复相关系数	0.925						
	回归方程及其显著性	$\widehat{SI} = 5.22587 + 1.01547x_1 + 0.10039x_2 \dots\dots\dots(2)$ $F^{**} = 130.98 > F_{2,44}^{0.01} = 5.1$						

试验认为选取坡位与腐殖质层厚度两个因子划分年珠林场立地类型较适宜。用坡位的五级与腐殖质层厚度的三级可将该场划分为11个立地类型：①山脊薄腐型；②山顶薄腐型；③坡上部薄腐型；④坡上部中腐型；⑤坡中部中腐型；⑥坡中部厚腐型；⑦坡下部中腐型；⑧坡下部厚腐型；⑨沟底厚腐型；⑩山洼中腐型；⑪山洼厚腐型。

### 四、主要立地类型的立地质量评价及生产力预估

#### (一) 立地质量的评价与地位指数预报方程的应用

主要立地类型立地质量的高低是用实测杉木优势木平均高，查地位指数表而得。而杉木地位指数的预报方程是由定量多元回归方程导出。

$$\widehat{SI} = 5.22587 + 1.01547 x_1 + 0.10039 x_2$$

$\widehat{SI}$  为杉木地位指数,  $x_1$  为所处坡位得分值,  $x_2$  为腐殖质层厚度值。

该方程复相关系数为0.925, 经方差分析  $\widehat{SI}$  与  $x_1$ 、 $x_2$  的线性相关是显著的。预报值 ( $\widehat{SI}$ ) 与实际值 ( $SI$ ) 之差称为残差, 用残差相对值  $E_i\%$  ( $E_i = \frac{|SI - \widehat{SI}|}{SI} \times 100\%$ ) 检验方程的实用性。一般认为80%以上的样地  $E_i\%$  值在20%以下, 说明预报方程精度符合要求, 可以用于生产。本试验预测有85%样地的  $E_i\%$  值在10%以下, 说明该方程可以用于生产实践。具体方法是将某一立地类型所处坡位得分值(表1)及腐殖质层厚度值代入上述方程即得预估值。若实际值大于或接近预估值, 说明经营管理好, 否则就是管理不善或另有其它原因。例如13号样地为山洼厚腐型立地, 查表1得  $x_1 = 13.6567$ ;  $x_2 = 40$ , 代入方程得  $\widehat{SI} = 5.22587 + 1.01547 \times 13.6567 + 0.10039 \times 40 = 23.11$  m, 与实际值  $SI = 22.32$  m 相差不大, 说明经营管理尚可。

## (二) 主要立地因子与杉木地位指数的关系

1. 地形与杉木地位指数的关系 年珠林场地形复杂, 据报道<sup>[5]</sup>地形中以坡位对杉木生长的影响最大, 尤其在陡峻的地方, 微小的起伏常常形成不同的土壤水热状况与小气候条件, 从而影响了杉木的生产力。本文将坡位的五个等级数量化后与杉木地位指数进行相关分析。两者单相关系数、偏相关系数分别为0.8114, 0.6440, 均达极显著水平, 所以坡位是影响杉木生长最主要的立地因子。不同坡位的土壤理化性状与杉木地位指数的关系见表2。

表2 不同坡位的土壤理化性状

坡位	有机质 (%)	全 N (%)	全 P (%)	全 K (%)	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	最大持水量 (%)	毛管持水量 (%)	最小持水量 (%)	非毛管孔隙度 (%)	毛管孔隙度 (%)	总孔隙度 (%)
山项山脊	1.491	0.068	0.035	3.713	1.271	42.07	33.32	30.72	10.37	43.00	53.37
坡上部	1.858	0.081	0.037	3.937	1.227	46.02	34.68	32.43	12.46	42.53	54.99
坡中部	1.942	0.084	0.042	3.687	1.201	46.86	37.57	32.21	9.78	45.36	55.14
坡下部	2.152	0.114	0.046	4.540	1.135	52.60	38.42	36.19	15.50	42.26	57.80
山洼	2.516	0.132	0.063	4.264	1.110	53.03	41.28	36.65	13.22	46.48	59.80

注: 表中数值均为3个剖面0—60cm土层平均值。

2. 腐殖质层厚度与杉木地位指数的关系 土壤腐殖质层厚度是林地土壤肥力的重要指标。本文计算土壤腐殖质层厚度与杉木地位指数的单相关系数达0.850, 呈极显著水平。不同腐殖质层厚度的土壤理化性状与杉木地位指数的关系见表3。

表3 不同腐殖质厚度的土壤理化性状与杉木立地指数

立地指数	腐殖质层厚度 (cm)	pH		有机质 (%)	全 N (%)	全 P (%)	全 K (%)	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	最大持水量 (%)	毛管持水量 (%)	最小持水量 (%)	非毛管孔隙度 (%)	毛管孔隙度 (%)	总孔隙度 %
		水浸	盐浸											
22.85	40.5	5.25	4.25	2.621	0.146	0.072	4.451	1.014	57.64	44.21	38.59	14.83	48.85	63.68
19.40	29.5	5.15	4.10	2.489	0.138	0.053	4.046	1.101	50.54	39.01	36.15	17.47	40.24	57.71
16.48	18	5.30	4.35	1.914	0.083	0.041	4.391	1.256	44.09	35.34	33.68	10.82	44.22	55.04
14.46	10	5.20	4.25	1.347	0.076	0.038	3.998	1.290	41.87	34.76	29.92	8.93	43.73	52.66

注: 表中数值均为3个剖面0—60cm土层分析平均值。

3. 旱季土壤含水量与杉木地位指数的关系 土壤含水量是影响杉木生长的主要物理因子, 而干旱季节的水分含量尤其重要。据研究<sup>[6]</sup>土壤含水量占毛管持水量的百分数 ( $W_R\%$ ) 在

70%以上时,杉木生长最好;60—70%次之;55—60%生长受到影响,低于55%,受影响较大。作者在1986年干旱的9—10月测定0—40 cm 土层水分含量与杉木地位指数的相关系数达0.7145,两者关系非常密切。表4表明试验所得  $W_R$  %值多数低于60%,说明年珠林场在干旱的季节水分供给不足,杉木生长不同程度上受影响。

表4 旱季主要立地类型土壤含水量占毛管持水量百分数与杉木地位指数

立地类型	项目	立地指数	土壤含水量 (%)	土壤含水量占毛管持水量 (%)
坡上部薄腐型		14.91	18.04	49.98
坡下部中腐型		19.55	22.00	53.44
坡下部厚腐型		21.27	23.02	55.45
山洼厚腐型		23.64	23.08	60.24

注：表中数据均为6个剖面0—40 cm土层分析平均值。

全K、Mg不显著。相关最大者为全P,其次为全N、Ca。

### (三) 主要立地类型的杉木地位指数与叶片营养元素含量的关系

目前,国内外有关叶片营养元素含量与地位指数的关系报道不多,本文在这方面作了粗浅的研究,初步探讨了相同年龄的杉木林分在秋末冬初树液基本停止流动时,杉木叶片营养元素含量与地位指数的关系,以此作为评价立地质量的间接依据。20块样地共100株杉木试材的地位指数(SI)与叶片营养元素含量的相关分析说明(表5),叶片全N、P、Ca含量与地位指数正相关显著,而

表5 杉木立地指数与叶片营养元素含量的相关系数

	Ca	Mg	全 N	全 K	全 P	SI
Ca	1.000 0	-0.100 7	0.367 6	0.033 1	0.449 3**	0.587 6**
Mg		1.000 0	0.025 6	-0.169 8	0.116 6	0.296 2
全N			1.000 0	0.320 9	0.536 6**	0.644 8**
全K				1.000 0	0.708 9**	0.327 1
全P					1.000 0	0.786 9**
SI						1.000 0

经多元回归分析求得叶片中营养元素含量与杉木地位指数相关模式： $\hat{SI} = -3.92695 + 83.60684P + 5.74266N + 5.77369Ca$  (入选方差  $F^* = 2.5$ ),复相关系数为0.859,全P、N、Ca偏相关系数分别为0.638、0.400、0.396,经方差分析表明  $\hat{SI}$  与全P、N、Ca三者线性相关显著。将优势木叶片营养元素含量代入该方程,预估各立地类型杉木生产力,总的趋势与前面所用方法评价结果一致。如某一山洼厚腐立地,实测杉木地位指数为23.83 m,而根据平均优势木叶片测得的全P、N、Ca值分别为0.1626%、1.2470%、1.0727%,将其代入上述方程求得的预估值  $\hat{SI} = 23.02$  m,两者非常接近。说明叶片分析方法也可用于生产实践,起到间接评价立地质量的作用。当然林分立地条件、采样方法与采样条件严格是研究的前提。

## 五、结论与建议

1. 影响年珠林场杉木生长的主导因子是坡位与腐殖质层厚度,用这两个因子将该场划分为11个立地类型。

2. 一般山脊(或坡上部)薄腐型立地类型, 土壤理化性状普遍较差, 地位指数多数低于15 m; 而山洼(或坡下部)厚腐立地类型, 土壤理化性状普遍良好, 地位指数多数高于20 m; 其它立地类型介于两者之间。

3. 求得的预估杉木生产力的地位指数方程:

$$\widehat{SI} = 5.22587 + 1.01547x_1 + 0.10039x_2$$

经检验精度符合要求, 可用于预估该场有林地及宜林地杉木生产力。

4. 杉木地位指数与叶片营养的关系, 初步认为全N、P、Ca正相关显著, 而全K、Mg不显著, 其相关模式为:

$$\widehat{SI} = -3.92695 + 83.60684P + 5.74266N + 5.77369Ca$$

复相关系数达0.859, 此方法也可作为间接评价立地质量的手段。

### 参 考 文 献

- [1] 张万儒等, 1986, 森林土壤定位研究方法, 中国林业出版社, 2—37。
- [2] 林业部规划院, 1980, 森林调查手册, 科学出版社。
- [3] 中国林科院林研所, 1987, 森林土壤分析标准方法, 第一、三、四、八分册, 中国标准出版社。
- [4] 全国杉木协作组, 1983, 杉木立地条件的系统研究与应用, 林业科学, 19(3): 246—253。
- [5] 董文泉, 1979, 数量化理论及其应用, 吉林人民出版社。
- [6] 吴中伦, 1983, 杉木, 中国林业出版社, 358—359, 338—339。

## STUDY ON SITE CLASSIFICATION AND SITE QUALITY EVALUATION OF THE PLANTATION OF *CUNNINGHAMIA LANCEOLATA* IN NIANZHU FOREST FARM

Huang Zhengqiu Zhang Wanru Huang Yulin

(The Research Institute of Forestry CAF)

**Abstract** The purpose of this study was to classify site types and evaluate the site quality of the plantation of *Cunninghamia lanceolata* in Nianzhu Forest Farm, Fenyi County, Jiangxi Province, by stand growth and other site factors, especially edaphic factors. Multiple regression analysis was used to study the relationships between site index and site factors. The results showed that the main site factors were slope position and the depth of humus horizon. II site types were classified in accord with the two factors, and the forecasted equation of site index was derived to predict stand productivity of *C. lanceolata*. The paper also preliminarily studied the relationships between site index and foliar nutrient of *C. lanceolata*. The results proved that site index was correlated positively with foliar nutrient of P%, N%, Ca%.

**Key words** *Cunninghamia lanceolata*; site; soil; foliar nutrient