

衡阳地区杉木立地评价及其应用

蒋忠培 朱祥云 徐佑明

摘要 对湖南衡阳市三个不同地貌区域的山区、孤山区及丘陵区,分别进行了立地质量评价调查研究,共取样地 362 块,优势木、解析木 362 株,并应用多元统计分析,对影响杉木生长的主导立地因子作了筛选,结果认为影响衡阳市杉木生长主导立地因子是中地貌、坡位、坡形、开阔度(m)及土壤腐殖质层厚度与土层厚度。并以中地貌为依据划分了三个立地类型区;以坡位划分立地类型组;以坡形与土壤划分立地类型,同时编制了地位指数表,用以预测立地生产力。从评价立地质量得出,发展杉木以重山区生产力为最高,地位指数 14 以上的立地占 35% 以上;孤山及丘陵区只占 3% ~ 15%。孤山及丘陵区不宜大面积发展杉木,只宜局部地方种植。

关键词 杉木、森林立地分类、立地质量评价、衡阳地区

衡阳地处丘陵盆地,是我国 70 年代发展起来的杉木人工林基地。当时由于大面积栽种,加上丘陵地区适于种植杉木的立地不多,因此,杉木生长良莠不齐,差别较大,为了总结经验,为今后衡阳及类似地区解决杉木造林中的适地适树问题,对全区现有杉木林进行为期 3 a 的调查研究,吸取前人研究成果和经验,采用了林木生长效果途径和环境因子相结合办法^[1,2],以杉木生长与立地因子间的相关关系,用数量化的方法对衡阳杉木的立地进行了区划和类型划分。同时对各类型区立地质量进行了评价和产量预估,并对立地类型的应用方法作了阐述。本研究为杉木造林区划、设计,制定经营方针和措施提供了重要的科学依据。

1 调查地区自然概况

衡阳地区位于湘中东南部,湘江中下游,111°32'16" ~ 113°16'32" E,26°07'05" ~ 27°28'24" N。地貌类型多样,以丘陵为主,占总面积 53.79%,分布于境内中部地带;山地次之,占 21.17%,形成山地环绕,地势中陷的盆地格局。组成地表的母岩见表 1。本区属中亚热带季风湿润气候区,年平均气温 17.5 ~ 18.1℃,年平均降水量为 1 223.4 ~ 1 421 mm,年均蒸发量 1 134.6 ~ 1 464.4 mm,相对湿度 78.6% ~ 86%,年均日照时数 1 583.7 ~ 1 753.8 h,无霜期 270.9 ~ 290.6 d。

2 研究方法

2.1 材料收集范围

杉木立地条件调查是在杉木分布较集中的衡阳、祁东、常宁、祁阳、衡东等新老杉木产区县进行的,区域包括阳明山的金洞林区,祁东的明山,衡阳大云山等重山区和断续分布的独立山体,包括南岳山、山峻峰、九峰山、董家山、四方山、凤凰山以及罗霄山余脉延伸部分组成的孤山

温差变幅小,降水量大,对杉木生长颇为有利,是我区发展杉木生产的重点产区。孤山区降水多,相对湿度较大;大部分土壤结构性能好,养分含量较高,只要抚育及时,可培育出中径材和部分大径材杉木。但孤山风大,刮风的日数多,且在相当面积的土壤中卵石含量很高,尤其是山坡上部和山脊地带,杉木生长很差,早衰现象尤为严重,这类地带不宜栽杉。丘陵区在土层深厚,开阔度较小的中高丘地区,杉木生长良好,如能集约经营,可以培育出中小径材杉木。但低平丘陵区土壤瘠薄,不宜营造杉木林。从目前杉木生长量看虽比孤山区略高,但这种现象与丘陵林龄较小杉木(基准年龄 15 a)还正处于速生期有关。

3.2 立地类型划分

3.2.1 划分的原则 立地类型是规划设计,造林育林的依据,因此划分立地类型必须具有科学性和实用性,即划分出的立地类型必须能正确地反应立地特征,从而作出符合实际的立地分类和立地质量的评定;立地类型划分后,应便于在实际工作中掌握运用,因此所考虑的因子既要直观、容易判别和测定,又要稳定,而且划分的类型也不能过繁。

3.2.2 立地因子选择与主导因子筛选 影响杉木生长的因子很多,而每个因子在不同的类型区对杉木生长所作的贡献也是不同的(见下页表 2)。在划分立地类型时,所考虑的因素愈多,愈完整,对立地生产潜力的评价就愈接近实际、可靠。据此,在调查时,着重对影响杉木生长的各种立地因子作了全面调查与测定,其中包括海拔、坡位、坡向、坡形、坡度、开阔度(m)、母岩、土层厚度、腐殖质层厚度、土壤质地、石砾含量等 11 个因子,通过以各立地因子为自变量,以优势高为应变变量,采用逐步回归方法,筛选主导因子。

将筛选出的主导因子代入 $y = b_0 + b_1\bar{x}_1 + b_2\bar{x}_2 + \dots + b_n\bar{x}_n$ 多元回归方程,建立各类型区立地类型生产力预报方程,结果见表 3。从表 3 看出,所建立的生产力预报方程的复相关系数均在 0.65 以上,标准差在 1.32 m 以下,都达到极显著水平,方程是适用的;划分的立地类型的主导因子,不同类型区是不一样的。重山区主要为局部地形因子;孤山区除局部地形因子坡位外,为土壤因子;丘陵区以局部地形因子为主,加土层厚度。这些主导因子筛选是符合不同类型区的特点的,与杉木生长均有密切相关,而且易于掌握与测定,在实践中是可以应用的。

根据上述主导立地因子,以坡位及坡形作为划分立地类型组的依据,其它因子(主要为土壤因子)作为划分立地类型的依据,建立了杉木立地类型分类系统(见图 2)。

3.2.3 立地指数表的编制 指数表的编制是按照全国杉木协作组“关于编制杉木立地指数表的规定”有关要求进行的。根据杉木高生长 H 与年龄 A 呈线性类型关系,用 b 值标准差法即可建立导向曲线方程经验式,由经验式导算出各年龄时期树高值。考虑 H 和 A 的相关程度在不同地区的差异,常出现一个 K 值的偏差,因此为更准确地反映实际,在建立曲线方程时,应将不同的 K 值($K = 0, 1, 2, 3, \dots$)分别代入 $\lg H = a + b/(A + K)$ 式,然后从计算结果中挑选偏回归系数最大,剩余标准差最小的方程作为编表的依据。计算结果见表 4。

根据上表各类型区导向曲线经验式算出各类型区杉木各年龄树高值,按照 2 m 区分,上限排外法,根据 $H_i = H_{S_i} \cdot H_{A_i} / H_{A_0}$ 式(式中: H ——理论树高值, S_i ——某指数级, A_i ——某年龄, A_0 ——基准年龄)算出各指数级各年龄的理论树高值,然后编成各类型区立地类型的指数表和立地指数曲线图(略)。

表 2 各类型区立地因子对杉木生长影响

项目	类目	分级	代号	优势树高 (m)		
				重山区	孤山区	丘陵区
海拔	高	801 m	C11			9.75(300 m)
	中	401 ~ 800 m	C12	13.79	11.15	9.72(101 ~ 300 m)
	低	400 m	C13	13.39	10.88	9.09(100 m)
坡位	上		C21	10.93	9.32	8.58
	中		C22	13.03	11.06	10.13
	下		C23	14.22	12.22	10.21
坡向	阳		C31	13.93	11.01	9.68
	阴		C32	13.73	11.06	9.66
坡形	凸		C41	13.65	11.56	8.81
	直		C42	13.23	10.78	9.60
	凹		C43	14.88	10.69	9.83
坡度	缓	15°	C51	14.61	10.51	9.86
	陡	16° ~ 35°	C52	13.77	11.11	9.63
	险	36°	C53	12.86	11.35	9.89
开阔度	小	150 m	C61	14.04	11.42	10.47
	中	150 ~ 500 m	C62	13.92	10.74	9.09
	大	501 m	C63	14.41	10.76	9.73
母岩	砂岩		C71	13.22	11.07	9.19
	板岩		C72	13.92	11.68	9.76
	石灰岩		C73		10.42	9.80
	花岗岩		C74		10.65	
土层厚度	薄	40 cm	C91		9.48	8.04
	中	41 ~ 100 cm	C92	13.84	10.88	9.02
	厚	101 cm	C93	13.86	11.61	10.24
腐殖质层厚度	薄	10 cm	C101	13.37	9.52	9.26
	中	11 ~ 20 cm	C102	13.68	10.78	9.33
	厚	21 ~ 30 cm	C103	14.28	11.25	
	深厚	31 cm	C104	13.95	12.51	10.54
石砾含量	少	20%	C111	13.83	11.55	9.92
	中	21% ~ 50%	C112	13.98	11.11	9.97
	多	51%	C113	13.17	10.10	9.32

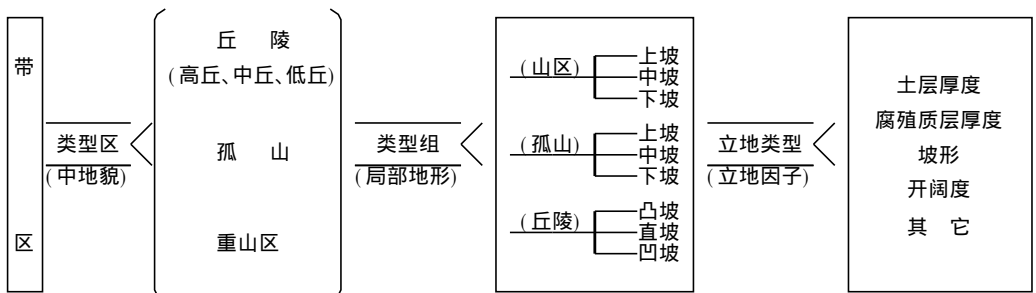


图 2 杉木立地类型分类系统

表3 各类型区立地类型生产力预报方程及精度

类型区	个数	主导因子名称及代号	回归方程	F 值	$F_{0.01}$	复相关系数	标准差	立地类型数
重山区	3	坡位 x_2 坡形 x_4 开阔度 x_6	$\hat{y} = 0.6910x_2 + 0.7743x_4 + 0.7097x_6 - 16.2749$	14.55	4.13	0.6642	1.22	27
孤山区	3	坡位 x_2 土层厚度 x_3 腐殖质层厚度 x_9	$\hat{y} = 0.6323x_2 + 0.6958x_3 + 0.7188x_9 - 11.5544$	24.36	4.04	0.7049	1.31	36
丘陵区	3	坡形 x_4 开阔度 x_6 土层厚度 x_9	$\hat{y} = 0.5957x_4 + 0.6605x_6 + 0.6175x_9 - 8.4537$	35.51	3.98	0.7182	0.10	27

表4 各类型区导向曲线方程及精度检验

类型区	计算次数	确定K值	回归方程	方程精度			
				剩余标准差(m)	剩余标准差相对值(%)	标准误	复相关系数
重山区	6	3	$\lg H = 1.4713 - 7.4859\left(\frac{1}{A+3}\right)$	0.09	0.89	0.03	0.9999
孤山区	6	2	$\lg H = 1.2886 - 5.4484\left(\frac{1}{A+2}\right)$	0.04	0.50	0.01	0.9999
丘陵区	6	3	$\lg H = 1.3928 - 7.2779\left(\frac{1}{A+3}\right)$	0.06	0.87	0.03	0.9998

4 产量预估及立地评价

4.1 杉木林分蓄积量预估

4.1.1 数学模式的选择与预报方程的建立 由于未作标准地平均木的树干解析,林分的平均胸径是通过优势树高($H_{优}$)和林分平均胸径($D_{1.3}$)的线性关系 $y(D_{1.3}) = A + Bx(H_{优})$ 式导算的。为提高预报精度,采用了 $y = A + Bx + Cx^2$ 二次抛物线数学模型建立预报方程,计算结果如下:

$$\text{重山区 } \bar{D}_{1.3} = 2.8781\bar{H}_{优} - 0.0794\bar{H}_{优}^2 - 8.6524$$

$$\text{孤山区 } \bar{D}_{1.3} = 1.0654\bar{H}_{优}^2 - 0.0043\bar{H}_{优}^2 - 0.1654$$

$$\text{丘陵区 } \bar{D}_{1.3} = 1.2536\bar{H}_{优} - 0.0217\bar{H}_{优}^2 + 0.3664$$

通过检验,上述方程的复相关系数都在0.85以上,标准差均在1m以下,表明 $H_{优}$ 与 $D_{1.3}$ 紧密相关。

4.1.2 蓄积量估算 根据中国林科院刘景芳等按日本吉良龙夫的密度产量效应理论基础,经试验论证提出: 实生杉木林,其优势树高,林分平均胸径与产量存在着 $M = AN^B$ 式函数关系 (M 为公顷蓄积量, N 为林分平均密度(株/ hm^2), A 、 B 为参数), A 、 B 值按照树高级(2m为一级)和直径级(2cm为一级),用最小二乘法求得,等树高参数用 A 、 B 表示,等直径参数用 A' 、 B' 表示,经计算修匀后得 A 、 B 和 A' 、 B' 值表(略),用内插法计算出 $H_{优}$ 和 $D_{1.3}$ 相应的 A 、 B 和 A' 、 B' 值,依上式分别计算材积,取其平均值,即按 $M = (AN^B + A'N^{B'}) \times 1/2$ 式可求得每公顷

蓄积量。预报范围根据调查资料确定: 重山区、孤山区林龄为 13~17 a, 密度为 750~3000 株/hm², 丘陵区林龄 13~17 a, 密度 750~3150 株/hm² 的杉木林。

4.2 立地评价

立地指数和蓄积生长量是衡量杉木生产力高低及立地质量好坏的尺度, 计算结果各立地类型区蓄积生产量及指数分布情况如下。

表 5 立地指数及蓄积生长量分布 (单位: m³/(hm²·a))

类型区	立地类型总数	指数级数	指数级分布					蓄积生长量																
			8		10		12	14	16	(< 4.5)		(4.5~7.5)		(7.5~10.5)		(10.5~15.0)								
			类型数	类型数 (%)	类型数	类型数 (%)	类型数	类型数 (%)	类型数	类型数 (%)	类型数	类型数 (%)	20 年生	类型数	类型数 (%)	20 年生	类型数	类型数 (%)	20 年生					
重山区	27	4	3	11.1	13	48.2	10	37.0	1	3.7	2	7.4	81.4	50	10	37.0	128.3	40	148.1	176.6	88.2	7.4	218.0	99
孤山区	36	4	4	11.1	18	50.0	13	36.1	1	2.8			14	38.9	69.6	55.6	111.5	2	5.6	165.8	81.3			
丘陵区	27	3		8	29.6	17	62.7	2	7.4			5	18.5	80.9	10	21	77.8	114.9	15	3.7	161.9	94.0		
合计	90	4	4.5	29	32.2	43	47.8	13	14.4	1	1.1	21	23.3	51	56.7	16	17.8			2	2.2			

从表 5 看出: (1) 除山区外, 大部分杉木的立地质量较差, 每公顷年均生长量 7.5 m³ 以上类型林分不到 20%, 14 以上指数级仅占总类型数的 15.5%, 且 80% 以上分布在山区; (2) 在同一个立地类型区中, 杉木生长量相差悬殊, 类林分比 类林分相差 2 倍以上, 进一步说明在原来的杉木造林中有不少地方是不宜栽杉的, 尤其是丘陵区和部分孤山区; (3) 孤山区出现 8 指数级且生长最低的 类林分所占的比重比丘陵区还大, 而低地位指数级林分主要分布在风大, 土质浅薄的山坡上部和山脊地带, 反映了孤山区有相当面积是不适于营造杉木林的。

5 杉木立地类型应用

5.1 应用范围

(1) 杉木立地类型是在各类型区的基础上划分的, 只能适用于相应的区域, 使用该类型区的回归方程, 不能混淆。

(2) 立地类型是在现有杉木林的立地条件下划分出来的, 并建立了主导立地因子与优势高的函数方程, 因此只要获得测定这些立地因子, 就可以预测杉木的地位指数和林木生长量。此方法既可以用于有林地, 也完全适用于相同类型的无林地, 以指导杉木的造林区划和选地。

(3) 杉木是一个对立地条件要求较高的树种, 杉木立地指数的高低是判别立地质量好坏的指标, 因此在其它造林树种选择上可以参考。

5.2 在造林设计中的应用

在杉木造林设计中, 划分造林地立地类型的, 首先根据该类型区的主导因子及其级距确定各地段所属的立地类型, 然后用仪器实测或用万分之一地形图勾绘出各类型的边界, 最后统计各类型的数量和面积, 对不适宜栽杉的类型剔除, 设计别的树种。

5.3 立地指数的查定

立地指数是依据林分年龄和优势树高确定的, 因此, 只要在杉木林分内测 5 株优势树高, 取其平均值, 则可直接从立地指数或立地指数曲线图上查得该林分所在类型的立地指数级。

5.4 宜杉林地优势树高的预估

各类型区的预报方程是以各主导因子为自变量, 20年生(或15年生)优势树高为因变量建立的, 因此可利用预报方程估算出基准年龄时的优势树高。例如山区立地类型区有一宜杉林地属中开阔下坡位直坡形立地类型, 26年生时优势树高是多少? 已知该类型区的预报方程为 $\bar{y} = 0.6910x_2(\text{坡位}) + 0.7743x_4(\text{坡形}) + 0.7097x_6(\text{开阔度}) - 16.2749$, 从立地因子贡献表得知: 中开阔度 $C_{62} = 13.921$, 下坡位 $C_{23} = 14.228$, 直坡形 $C_{12} = 13.229$, 将其值代入上式得 $\bar{y} = 0.6910 \times 14.228 + 0.7743 \times 13.229 + 0.7097 \times 13.921 - 16.2749 = 13.6976(\text{m})$, 则此为该立地类型20年生时的优势树高。

5.5 蓄积量估算

根据已测得或求得的优势树高代入 $H_{\text{优}} - \bar{D}_{1.3}$ 相应的回归方程, 求出平均胸径, 再根据密度, 即可从林分密度管理图上直接查得。也可以用公式计算。例如得知孤山区某立地类型优势树高为 12.5 m, 将其值代入 $H_{\text{优}} - \bar{D}_{1.3}$ 回归方程式, 得平均胸径 $\bar{D}_{1.3} = 1.0654 \times 12.5 + 0.0043 \times (12.5)^2 - 0.1654 = 13.8268(\text{cm})$, 经计算求得: $A = 0.85567, B = 0.66070, A = 0.03253, B = 1.14077$, 将各值代入密度产量效应式得: $M = (0.85567 \times 1.674^{0.66070} + 0.03253 \times 1.674^{1.14077}) \times 1/2 = 148.4100(\text{m}^3/\text{hm}^2)$ 。

6 结 论

(1) 以立地因子为自变量, 杉木优势树高为因变量, 用数理统计逐步回归方法筛选主导因子划分立地类型, 这比过去运用经验定性地划定立地类型, 要更加准确, 更加切合实际, 是一种科学、简便、实用的方法。

(2) 本区影响杉木生长的第一主导因子是坡位, 依次是土层厚度, 腐殖质层厚度, 坡形和开阔度。孤山区的风是影响杉木生长的主要障碍因子, 造林规划时, 要慎重考虑, 山脊、风口和上坡位土层浅薄的地方, 不能设计栽杉。

(3) 在3个杉木类型区中, 以重山区的立地条件最好, 是发展杉木生产的主要基地, 孤山和丘陵区中的相当大的面积立地质量差, 在规划杉木造林时, 要因地制宜, 切忌一刀切。一般在14以上指数级的立地类型有利于杉木生长; 10~12指数级的地也可以栽杉, 但需加强管理, 及时抚育, 能培育中小径材杉木; 在8指数级以下的立地, 不宜栽杉, 即使加强抚育管理, 也得得不偿失。

(4) 衡阳地区曾受过严重冰冻, 海拔900 m以上地方的杉木断梢多, 无法设置标准地, 因此, 所划分的立地类型只能适于海拔850 m以下的地方。

参 考 文 献

- 1 南方十四省区杉木栽培协作组. 杉木立地条件的系统研究及应用. 林业科学, 1983, 19(3): 246~253.
- 2 徐化成. 关于我国森林立地分类的发展问题. 林业科学, 1988, 24(3): 313~318.
- 3 森林立地分类系统研究组. 试论建立我国森林立地分类系统. 林业科学, 1990, 26(3): 262~270.
- 4 石家琛. 论森林立地分类若干问题. 林业科学, 1988, 24(1): 57~62.
- 5 周政贤, 杨世逸. 试论我国立地分类理论基础. 林业科学, 1987, 23(1): 61~67.
- 6 沈国舫. 对《试论我国立地分类理论基础》一文的几点意见. 林业科学, 1987, 23(4): 463~467.
- 7 杨承栋. 对我国森林立地分类与评价问题的几点看法. 林业科学, 1991, 27(1): 60~64.
- 8 徐化成. 国外森林立地分类系统的发展综述. 世界林业研究, 1988, 1(2): 33~41.

- 9 杨继镐. 试论我国森林立地分类原则——与周政贤, 沈国舫同志商榷. 林业科学, 1988, 24(1): 63 ~ 68.
- 10 盛炜彤. 杉木造林地选择. 见: 吴中伦主编. 杉木. 北京: 中国林业出版社, 1984, 335.
- 11 易德坤. 湖南省杉木立地条件划分研究. 中南林学院学报, 1985, 5(2): 103 ~ 132.

Site Evaluation of Chinese Fir and Its Application in Hengyang Area

Jiang Zhongpei Zhu Xiangyun Xu Youming

Abstract Study and research on the site quality evaluation of three different geomorphologic areas: mountainous area, isolated area and hilly area, in Hengyang of Hunan Province were conducted, totally 362 plots, 362 dominant trees and sample trees for stem analysis. Screening through multivariate statistical analysis the guiding factors are: middle geomorphology, form of slope, orientation of slope, open degree and thickness of soil humus and soil layer which impact the growth of Chinese fir. According to mid-geomorphology three different site type regions are divided, according to the position of slope three site type groups are differentiated as well as according to the form of slope and soil site types are determined. Site index table is also produced to predict site productivity. Site quality productivity of overlap mountainous area is the highest, among which 35% of the area is covered by 14 and above 14 site index region, while isolated and hilly region only take up 3% ~ 15%. Chinese fir should be locally but not widely developed in hilly and isolated region.

Key words Chinese fir, forest site classification, site quality evaluation, Hengyang area

Jiang Zhongpei, Professor, Zhu Xiangyun, Xu Youming (Hengyang Forestry Research Institute of Hunan Province Hengyang, Hunan 421008).