

高州山地马尾松林生产力与 立地因子相关的初步研究*

林 民 治

(林业系)

提 要

本文是根据粤西高州县山地马尾松人工林24块标准地的调查资料,通过逐步回归筛选出影响马尾松林分生产力的主要因子是部位、坡形与坡向;其中部位的影响尤为显著,同一山地不同部位马尾松林的生产力高低顺序是:山坡中下部>中部>中上部>上部,差异显著或极显著。

关键词 马尾松;林分生产力;立地因子

引 言

研究立地因子对森林生产力作用的相关是适地适树规划和林分生长预测的科学基础工作。近年来有些林业科学工作者对一些树种生长与立地因子的相关作了分析研究^{[2][3][4]},但对山地马尾松(*Pinus massoniana*)林分生产力与立地因子相关的研究迄今尚未见报道。

为此,我们对广东省国营新田林场山地24年生的马尾松人工林作了调查,对林分生产力与立地因子的相关作了分析。拟建立林分生产力与立地因子的相关式,作为高州县山地马尾松用材林立地选择及生长预测的依据。

调查区概况与调查研究方法

(一) 调查区概况

调查区位于粤西高州县东北部,为云开大山余脉,地貌属低中山,海拔600~1200m,其中大桥顶最高,海拔为1335m。

气候属亚热带季风气候,年平均气温22℃,≥10℃的年积温7800℃,无霜期300天以上,年平均降水量2500mm左右,相对湿度80%。水热条件因海拔和部位不同而分异,

* 本文承曾天勋教授审阅修改,罗富和副教授协助电算;外业调查得到高州县林业局和国营新田林场大力支持;林业82级学生陈桂新、李礼庆、黎祥、吴汪武参加调查。仅此一并致谢。

1987年10月19日收稿

山麓高温湿润, 热带作物胡椒 (*Piper nigrum*) 和橡胶 (*Hevea brasiliensis*) 成片栽培, 生长良好; 随着海拔升高, 气温下降, 山地中下部至上部的植被以马尾松和杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 林为优势, 山洼处尚有小面积的毛竹 (*Phyllostachys pubescens*) 分布; 海拔1200m以上的山顶部分则分布禾本科高草群落。

现有马尾松人工林230公顷, 分布海拔600~1050m。造林时经过炼山, 用百日苗1锄法栽植, 成林后抚育间伐2次。

母岩以花岗岩与砂页岩为主, 土壤垂直分异明显, 自山脚至山顶依次为赤红壤、山地红壤与山地黄地。土层厚度随部位不同而变化, 土壤湿润肥沃, 有机质含量在2%以上, pH5.0~6.0。

(二) 调查研究方法

根据马尾松的生长状况(好、中、差)及其面积大小布设标准地, 共调查0.1公顷的标准地24块。在标地上按常规作地形因子、林分因子及土壤因子的调查记录, 实测5株优势木树高, 计算均值作为林分生产力指数, 并取土样做常规分析。以24块标地马尾松林分优势高为因变量(Y), 13个立地因子($X_1 \cdots X_{13}$)为自变量(表1), 建立 $Y = b_0 + b_1 X_1 + \cdots + b_{13} X_{13}$ 的关系式, 用电算机逐步回归, 筛选出影响林分生产力的主要因子; 最后计算入选因子的标准回归系数 ($b' = \frac{b_j \sqrt{L_{jj}}}{L_{00}}$), 比较、分析影响马尾松林分生产力的作用程度。

研究结果和分析

电算结果: 在 $F(3, 20) = 92.96^{**} > F_{0.01}(3, 20) = 4.94$ 的水平, 参选因子中与林分生产力(Y)相关显著的有部位(X_2)、坡形(X_6)与坡向(X_3)3个因子。回归方程的常数项及3个自变量的偏回归系数为: $b_0 = -43.39495$, $b_2 = 18.32177$, $b_3 = 7.524968$, $b_6 = 33.76441$; 复相关系数 $R_{y.2,3,6} = 0.96596$; 回归方程为: $Y = 18.32177 X_2 + 7.524968 X_3 + 33.76441 X_6 - 43.39495$ 。

因入选因子3个, 故自变量的自由度 = 3, 误差项自由度 = $24 - 3 - 1 = 20$; 查95%与99%可靠性相应自由度的复相关系数 R 值^[8]为:

$R_{0.95}(3, 20) = 0.563$; $R_{0.99}(3, 20) = 0.652$ 。结果: $R_{y.2,3,6} = 0.96596 > R_{0.99}(3, 20) = 0.652$ 。表明所建立的回归方程精度较高, 可以作为高州县山地马尾松用材林立地选择及生长预测的参考。

3个入选因子的标准回归系数为:

b'_2 (部位) = 0.9052, 占3个入选因子总和的70.30%;

b'_6 (坡形) = 0.2058, 占3个入选因子总和的15.98%;

b'_3 (坡向) = 0.1767, 占3个入选因子总和的13.72%。

表1 高州山地立地因子与马尾松人工幼龄(24年)林平均优势高(H优)相关表^{*}

立地因子 和代 地号	海拔高 (m)	部位 指数a	坡向 指数b	坡度 指数c	地形 指数	土层 厚度 (cm)	土壤 A+AB 层厚 (cm)	土壤 厚度 (cm)	土壤 质含量 (%)	土壤有机 质含量 (%)	土壤含水量 (%)	土壤管 毛量 (g/cm ³)	土壤容重 (g/cm ³)	土壤总 孔隙度 (%)	<0.01mm 土粒(%)	土壤 pH值	林分 H优 (m)
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	Y
15	600	1.23	1.12	27	1.07	39.5	28.5	2.48	25.4	1.30	51.85	38.8	5.04	24.1			
16	665	1.23	1.12	25	1.07	42.5	31.3	3.11	25.5	1.25	53.70	37.1	5.39	23.1			
5	720	1.23	0.96	35	1.08	50.5	36.0	2.30	24.9	1.38	48.89	31.8	5.58	23.3			
6	720	1.23	0.96	35	1.08	62.0	51.0	4.15	28.8	1.20	54.72	28.7	5.23	22.5			
1	755	1.23	1.12	12	1.07	30.5	23.5	2.47	28.8	1.32	50.19	26.9	5.51	22.7			
17	670	1.13	1.12	25	1.07	46.5	35.0	3.05	26.8	1.29	52.20	42.7	5.24	23.0			
25	680	1.13	1.12	25	1.07	39.5	31.5	2.80	24.5	1.35	50.00	38.0	5.72	23.0			
2	800	1.13	1.12	14	1.08	35.5	26.0	2.47	23.4	1.41	46.79	22.3	5.83	23.0			
8	763	1.13	1.05	10	1.03	19.0	15.5	2.25	19.7	1.54	42.96	38.6	5.48	20.3			
9	770	1.13	1.05	10	1.03	26.0	18.8	2.18	22.4	1.42	46.41	28.9	5.79	19.5			
12	780	1.13	1.05	15	1.07	30.5	24.3	3.11	23.6	1.38	47.92	29.8	5.06	20.7			
13	785	1.13	1.05	16	1.07	34.5	25.5	2.11	25.1	1.36	47.50	29.5	5.86	21.2			
10	790	1.13	0.96	15	1.03	35.5	24.4	2.51	24.2	1.35	50.00	31.8	5.51	19.8			
22	840	1.02	1.12	21	1.08	42.0	35.3	4.01	28.9	1.29	52.22	36.7	5.43	19.5			
23	840	1.02	1.12	21	1.07	37.0	28.0	3.55	26.8	1.28	54.28	32.8	5.70	19.4			
20	845	1.02	1.05	20	1.08	32.5	26.5	2.67	26.3	1.30	51.85	36.6	5.70	19.4			
21	850	1.02	1.05	21	1.07	33.0	26.5	3.75	26.3	1.26	53.30	32.7	5.06	17.9			
24	860	1.02	1.12	21	1.08	32.5	25.0	3.52	26.0	1.32	50.19	34.6	5.81	21.0			
3	860	1.02	1.12	24	1.03	38.5	25.5	3.62	26.0	1.34	50.37	34.0	5.44	18.0			
14	890	1.02	1.05	22	1.07	26.0	19.0	2.56	37.2	1.32	50.19	26.3	5.66	19.8			
11	920	0.81	0.96	25	1.07	18.5	15.6	3.43	24.6	1.39	48.52	34.6	5.29	15.6			
4	925	0.81	1.12	20	1.07	29.5	19.5	2.34	25.5	1.40	47.17	29.8	5.56	16.1			
19	955	0.81	0.96	15	1.07	28.5	23.5	2.72	25.9	1.33	49.81	28.6	5.64	15.4			
18	965	0.81	0.96	15	1.08	31.0	26.0	3.36	30.1	1.17	55.85	25.2	5.33	14.0			

* a 部位指数 = $\frac{\text{某部位标地所有Y}}{\text{全部标地的Y}}$ 指数1.23系指坡中下部, 指数1.02系指坡中上部, 指数0.81系指坡上部

b 坡向指数 = $\frac{\text{某坡向标地所有Y}}{\text{全部标地的Y}}$ 指数1.12为阳坡, 指数1.05为半阳坡, 指数0.96为半阴坡

c 地形指数 = $\frac{\text{某地形标地所有Y}}{\text{全部标地的Y}}$ 指数1.08为凹形坡, 指数1.07为直线形坡, 指数1.03为凸形坡

从上表明：在低中山区影响马尾松林生产力的因子中，以部位作用最大，坡形次之，坡向又次之。而这些因子均为间接因子，需要通过土壤、小气候等因子的再分配才能起作用。

(一) 部位

据标准地所处部位的异同，归并为4组（表2）。方差分析表明：组间的土壤A + A B层厚度和马尾松优势高的差异均达显著和极显著水平〔土壤A + A B层厚度： $F(3,20) = 14.9^{**}$ ， $F_{0.01}(3,20) = 4.94$ ；林分优势高： $F(3,20) = 40.05^{**}$ ， $F_{0.01}(3,20) = 4.94$ 〕，而土壤其它性状，组间均无显著差异。

从表2可见，部位由上部至中下部，土壤A + A B层厚度递增，这对马尾松生长有利，林分优势高相应增加。而中部A + A B层比中上部稍薄，比上部厚，但差异不显著。

(二) 坡形

据24块标准地坡形的异同归并为3组（表3）。林地土壤A + A B层和马尾松优势高均为凹形坡组 > 直线形坡组 > 凸形坡组，但组间差异不显著〔A + A B层变量均方比 $F = 2.31$ ， $F_{0.10}(2,21) = 2.58$ ；马尾松优势高变量均方比 $F = 0.138$ ， $F_{0.10}(2,21) = 2.58$ 〕。因坡形对马尾松生长的影响受到部位与海拔的制约，而上述坡形组间的部位与海拔均差异较大（表1），因而影响了坡形的作用。

若以部位和海拔差异较小的17块标准地按坡形归类对比（表4），则坡形的作用显著，坡形组间土壤A + A B层变量均方比 $F = 5.34^{*}$ ， $F_{0.05}(2,10) = 4.10$ ；马尾松优势高变量均方比 $F = 10^{**}$ ， $F_{0.01}(2,10) = 7.56$ 。尤以凹、凸形坡组间的差异为显著。这可能是由于凸形坡地表径流外排，水分养分易流失，而致表土较浅，土壤较干旱贫瘠，马尾松生长较差；凹形坡地表径流汇集，水分养分易保存，而致表土较厚，土壤较湿润肥沃，有利于马尾松生长。

(三) 坡向

按坡向的方位角归并为阳坡（方向角 $136^{\circ} \sim 225^{\circ}$ ）、半阳坡（方位角 $226^{\circ} \sim 270^{\circ}$ ， $91^{\circ} \sim 135^{\circ}$ ）与半阴坡（方位角 $271^{\circ} \sim 315^{\circ}$ ， $46^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ）3个组，马尾松林分优势高的顺序是：阳坡组均值 21.17m > 半阳坡组均值 19.84m > 半阴坡组均值 18.43m ，但组间差异未达显著性水平〔均方比 $F = 0.74$ ， $F_{0.01}(2,21) = 2.58$ 〕。

表2 不同部位组土壤厚度与马尾松优势高差异

部位组	标准地重复数	土壤 A + AB 层均值 (cm)	马尾松优势高均值 (m)
坡中下部	5	45.0	23.14
坡中部	8	33.4	21.32
坡中上部	7	34.5	19.28
坡上部	4	26.9	15.27

表3 24块标准地不同坡形的土壤 A + AB层厚与马尾松优势高对比

坡形组	标准地数	土壤 A + AB 层均值 (cm)	马尾松优势高均值 (m)
凹形坡组	7	40.86	20.39
直线形坡组	13	33.54	20.15
凸形坡组	4	29.75	19.42

表4 17块标准地不同坡形的土壤A+AB层厚和马尾松优势高对比

坡形组	标准地数	土壤A+AB层厚			马尾松优势高		
		组均值 (cm)	凹形坡组比 其余坡形组	直线形坡组 比凸形坡组	组均值 (m)	凹形坡组比 其余坡形组	直线形坡组 比凸形坡组
凹形坡组	3	49.3			22.9		
直线形坡组	7	37.6	+11.7 [△]		22.5	+0.4	
凸形坡组	8	26.8	+22.5 [*]	+10.8 [△]	19.9	+3.0 ^{**}	+2.6 [*]

△在α=0.10水平上差异显著；*在α=0.05水平上差异显著；**在α=0.01水平上差异显著。

结 论

(一) 以粤西高州县山地同龄(24年生)马尾松人工林林分优势高为因变量(Y)，立地因子为自变量(X₁…X₃)，建立Y=b₀+b₁X₁+…+b₃X₃关系式，通过逐步回归筛选出影响马尾松林分生产力的主要因子是部位(X₂)、坡形(X₃)与坡向(X₁)，回归方程的常数项及3个自变量的偏回归系数为：b₀=-43.39495，b₁=18.32177，b₂=7.524968，b₃=33.76441，复相关系数R_{y₂,₃,₃}=0.96596，回归方程为：Y=18.32177X₂+7.524968X₃+33.76441X₁-43.39495。

复相关系数R_{y₂,₃,₃}=0.96596>R_{0.01}(3,20)=0.652,表明方程的精度较高。可作为高州县山地马尾松用材林立地选择及生长预测的依据。

(二) 3个入选因子的标准回归系数为：b₂^{*}(部位)=0.9052，占入选因子总和的70.30%；b₃^{*}(坡形)=0.2058，占入选因子总和的15.98%；b₁^{*}(坡向)=0.1767，占入选因子总和的13.72%。可见三者的作用程度有差别。

综上所述，马尾松要生长良好，对立地有一定的要求。在立地为山地的中下部至中部的凹形和直线形阳坡生长最佳，而在山地上部各种坡形、坡向的立地上生长较差。

(三) 利用立地因子进行马尾松造林规划和估测林分的生产力，直观简便，是一种可行的方法。但地貌条件不同，影响马尾松林分生产力主导作用的立地因子会有变化。

引 用 文 献

(1) 北京林学院主编. 数理统计. 北京: 中国林业出版社, 1980: 181~186, 234~241
(2) 沈国防等. 林业科学, 1985; 21(1): 10~19
(3) 徐燕干等. 林业科学, 1983; 19(3): 225~233
(4) 曾天勋等. 华南农学院学报, 1983; 4(2): 41~51
(5) R.G.D. 斯蒂尔, J.H. 托里. 数理统计的原理和方法. 北京: 科学出版社, 1978: 549

A STUDY ON THE RELATIONSHIPS BETWEEN THE PRODUCTIVITY
OF *Pinus massoniana* PLANTATION AND SITE FACTORS IN
THE MOUNTAIN AREA OF GAOZHOU COUNTY

Lin Minzhi

(Department of Forestry)

ABSTRACT

This paper is based on the survey data of 24 sample-plots in *Pinus massoniana* plantation in the mountain area of Gaozhou county, West Guangdong province. The main factors affecting the productivity of *P. massoniana* plantation, selected by stepwise regression analysis, are slope position, slope shape and aspect. The effect of slope position is the most significant among them. The sequence of productivities of *P. massoniana* plantation which on different slope positions in the same mountain area is as following, low/middle>middle>middle/above>above, the difference of which is significant or very significant.

Key words: *Pinus massoniana*; Productivity of plantation; Site factor