

典型中亚热带天然阔叶林林层特征及蓄积估计研究

庄崇洋¹, 黄清麟^{1*}, 马志波^{1,2}, 郑群瑞³, 王宏¹

(1. 中国林业科学研究院资源信息研究所, 国家林业局林业遥感与信息技术重点实验室, 北京 100091;

2. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091;

3. 建瓯万木林省级自然保护区管理处, 福建 建瓯 353105)

摘要: [目的] 研究典型中亚热带天然阔叶林各林层(包括全林分和各亚层)主要测树因子的特征, 特别是各林层树高和蓄积的关系, 探讨中亚热带天然阔叶林蓄积的估计方法。 [方法] 通过计算各林层林分平均胸径、平均高、标准差、变异系数等指标, 分析各亚层株数和蓄积占全林分的比重, 采用亚层平均高 H_s 和亚层中值高 H_z 代替林木树高 H 计算林分蓄积, 并对结果进行相对误差和方差分析检验。 [结果] 表明, 与全林分相比, 分层后各亚层胸径和树高的变异系数明显变小, 各亚层之间胸径的变异系数随亚层高度的增加而减小, 而第 I、II 亚层树高的变异系数基本一致, 小于第 III 亚层。第 I、II 亚层的株数占全林分的 20%~30%, 蓄积却占全林分的 90% 以上。相对误差结果表明 3 种方法计算林分蓄积时全林分、第 I 亚层和第 II 亚层误差均在 5% 以内, 第 III 亚层在 10% 以内, 方差分析结果表明 3 种方法算出各林层的蓄积差异 p 值均大于 0.05。 [结论] 在典型中亚热带天然阔叶林中, 受光层(第 I、II 亚层)的蓄积占绝对优势, 是外业调查的重点。亚层平均高 H_s 和亚层中值高 H_z 代替林木树高 H 计算林分蓄积计算方法的误差总体上符合生产实践中精度的要求, 方差分析得出 3 种方法计算得到的结果没有显著差异, 表明在典型中亚热带天然阔叶林中采用亚层平均高 H_s 和亚层中值高 H_z 代替林木树高 H 计算林分蓄积, 可在满足精度的同时提高工作效率。

关键词: 中亚热带; 典型天然阔叶林; 分层; 主要测树因子; 蓄积估计

中图分类号: S718.54

文献标识码: A

文章编号: 1001-1498(2017)04-0559-07

Study on Characteristics and Volume Estimation in Each Stratum of Typical Natural Broadleaved Forest in Mid-subtropics

ZHUANG Chong-yang¹, HUANG Qing-lin¹, MA Zhi-bo^{1,2}, ZHENG Qun-rui³, WANG Hong¹

(1. Research Institute of Forest Resource Information Techniques, Chinese Academy of Forestry, Key Laboratory of Forestry Remote Sensing and Information Technology, State Forestry Administration, Beijing 100091, China;

2. Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

3. Administrative Office of Wanmulin Nature Reserve, Jian'ou 353100, Fujian, China)

Abstract: [Objective] To investigate the key stand-description factors in strata (including the whole stand and each stratum) of typical natural broadleaved forest in mid-subtropics. [Method] The mean DBH , mean H , standard deviation (SD), and coefficient of variation (CV) in each stratum were used to calculate, and the proportion of stems and volumes in each stratum were also analyzed. The mean height (H_s) and the median height (H_z) of stratum were used to replace the individual height (H) to estimate the volume, and the variance analysis and relative error were implemented to test the feasibility. [Result] The results suggested that the CV of whole stand was bigger

收稿日期: 2016-06-20 修回日期: 2016-10-20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目中亚热带天然阔叶林林层特征研究(31370633)

作者简介: 庄崇洋(1986—), 男(汉族), 福建泉州人, 在读博士生, 研究方向为森林可持续经营, E-mail: zhuangchongyang@126.com

* 通讯作者: 黄清麟(1967—), 男(汉族), 福建莆田人, 博士、研究员、博士生导师, 主要从事森林可持续经营理论与技术研究, E-mail: huangql@caf.ac.cn

than stratum I, II, and III, the CV of each stratum increased with the height of stratum decrease, the CV of stratum I and II were coincident approximately and smaller than the CV of stratum III. The stem proportion of stratum I and II was between 20% and 30%, but the volume proportion more than 90%. The result of the relative error suggested that the errors of the whole stand, stratum I and stratum II were less than 5%, and the error of stratum III was less than 10% in each sample plot, corresponding to the accuracy of productive practice in general. The results of variance analysis showed that the value of stand volume (p) calculated in the three methods all bigger than 0.05. [Conclusion] At the typical natural broadleaved forest in mid-subtropics, the volume of light receiving stratum (including stratum I and stratum II) is absolutely superior so it is the key point in the field investigation. The relative error among these methods in mean height (H_s) and the median height (H_z) of stratum and the individual height (H) conform to the accuracy requirement in the practices. The result of variance analysis also showed that there is no statistically significant difference in stand volumes calculated by the three methods, which means that the mean height and the median height of stratum could be used to replace the individual height to estimate the volume in typical natural broadleaved forest in mid-subtropics and meet the accuracy requirement and improve work efficiency simultaneously.

Keywords: mid-subtropics; typical natural broadleaved forest; stratification; key stand description factors; volume estimation

林分中所有活立木材积之和称为林分蓄积^[1]。蓄积是森林资源调查的重要因子,林分蓄积与林分中林木的胸径、树高、株数密切相关,准确测量林分蓄积对了解林分状况、制定营林措施、预测生长收获等方面有重要的意义和作用。蓄积的测算主要有标准木^[2-3]、数表法^[4-6]、模型法(包括单木模型和全林分模型)^[7-9]、遥感方法^[10-12]、3S技术方法^[13],蓄积估算的重点在于林木树高的确定,现有的蓄积估算方法对于树高的确定较为繁琐,如何快速、准确的测定天然林蓄积一直是林业调查的重点和难点,分林层研究天然林各林层特征的文献较少^[14],本文在分林层(包括全林分和各亚层)的基础上,讨论主要测树因子的特征,特别是各林层树高和蓄积的关系,探讨划分林层对林分树高测量和蓄积估计的作用。

1 研究方法

1.1 数据调查

根据中亚热带天然阔叶林理想结构的标准^[15],在全面踏查基础上,在建瓯万木林省级自然保护区内较平坦的地段中选择最典型的中亚热带天然阔叶林作为试验林分,共设置5块50 m×50 m的样地。对样地内胸径≥5.0 cm的林木进行定位并调查林木的树种、胸径、树高和林层归属等因子^[16]。

1.2 研究方法

研究方法包括划分林层的最大受光面法(Maximum Light Receiving Plane, MLRP),计算各林层的平

均胸径,平均高、胸径和树高的标准差和变异系数等测树因子,选择亚层平均高和亚层中值高代替林木树高计算林分蓄积,并采用相对误差和方差分析验证新蓄积求法是否可行。

1.2.1 最大受光面 采用最大受光面法(MLRP)进行典型中亚热带天然阔叶林林层划分,确定林分所有林木所属林层,在此基础上进行相关的林层特征分析^[16]。

1.2.2 其他指标 林木蓄积由福建省主要树种的二元材积表计算得到,平均胸径为林分平均胸径,平均高为断面面积加权平均高。

胸径和树高的标准差公式为

$$SD = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

变异系数,公式为

$$CV = (SD \div \bar{x}) \times 100\% \quad (2)$$

上述公式中, N 表示株数, SD 表示标准差, x_i 表示树高或胸径值, \bar{x} 表示均值, CV 表示变异系数。

Shannon - Winener 指数:

$$SW = - \sum_{i=1}^S P_i \cdot \log_2 P_i = 3.3219 (\lg N - \sum_{i=1}^S n_i \cdot \lg n_i / N) \quad (3)$$

上式中, SW 表示 Shannon - Wiener 多样性指数, S 表示物种数量, n_i 表示某一物种的个体数, N 表示全部物种的个数, P_i 表示第*i*个种个体数量的百分数。

2 结果分析

2.1 各林层主要测树因子

计算全林分及各亚层胸径和树高的变动系数,

各林层占全林分的株数比例和蓄积比例,结果如表1,2,3所示。

表1 各林层平均胸径

Table 1 Mean DBH of each stratum

标准地号 Sample plot	平均胸径 Mean DBH/cm				标准差 Standard deviation/cm				变异系数 Coefficient of variation/%			
	全林 Stand	第 I 亚层 Stratum I	第 II 亚层 Stratum II	第 III 亚层 Stratum III	全林 Stand	第 I 亚层 Stratum I	第 II 亚层 Stratum II	第 III 亚层 Stratum III	全林 Stand	第 I 亚层 Stratum I	第 II 亚层 Stratum II	第 III 亚层 Stratum III
1	21.3	44.9	21.9	9.4	15.0	14.3	6.3	3.2	71	32	29	34
2	26.1	66.4	27.5	11.0	19.9	22.6	8.9	4.7	76	34	32	43
3	21.9	51.3	31.9	10.5	15.7	14.1	11.8	4.4	72	27	37	42
4	23.6	45.4	25.9	10.8	17.1	15.3	12.0	5.2	72	34	46	48
5	22.1	51.1	29.3	9.4	16.3	16.5	12.1	3.4	74	32	41	36

从表1中可以看出,不同标准地全林分平均胸径的差距较小,2号标准地最大为26.1 cm,1号标准地最小为21.3 cm,相差不超过5 cm;标准地全林分平均胸径的标准差在15.0~19.9 cm之间,彼此相差较小,说明各标准地胸径的波动情况也较为接近;标准地全林分胸径的变异系数均在70%以上,这说明在复层混交林中,胸径跨度较大,离散程度较高。

从亚层角度看,标准地在分层之后各亚层的平均胸径与亚层高度成正比,第I亚层的高度最高,其平均直径也最大,不同标准地第I亚层平均胸径的差异较大,最大的2号标准地和最小的1号标准地之间的差距超过20 cm,说明虽然整体平均胸径差不多的林分优势木差异还是很显著的;第I亚层平均胸径的标准差数值与全林分相对变化不大,但由于第I亚层平均胸径较大所以其变异系数相对全林分是较小的,处于27%~34%之间,说明第I亚层的胸径变化范围较小。

第II亚层的高度次高,其平均直径也仅低于第I亚层,第II亚层平均胸径的差距较小,最大的3号标准地与最小的1号标准地之间相差10 cm。第II亚层的平均胸径与林分整体平均胸径较为接近,最大差距同样为10 cm(3号标准地),最小差距为0.6

cm(1号标准地)。第II亚层平均胸径标准差在6.3~12.1 cm之间,其变异系数在29%~46%之间。虽然第II亚层的平均直径与全林分差不多,但第II亚层的标准差和变异系数都显著小于全林分,总体上略大于第I亚层,说明第II亚层的胸径相对集中,但与第I亚层比离散较高。

第III亚层的树高最低,平均胸径较小,各标准地间的差距较小,最大的11.0 cm(2号标准地)与最小的9.4 cm(1号标准地和5号标准地)相差为1.6 cm。其标准差在3.2~5.2 cm之间,变异系数在34%~48%之间。第III亚层的变异系数较全林分小,比第I亚层大,也略大于第II亚层,是所有亚层中林木胸径分化最大的林层。

在典型的天然阔叶林中,全林分的平均胸径的变异系数要远大于各个亚层,各个亚层的变异系数随平均胸径的降低有增大的趋势,但相邻亚层间的增加不明显。同一标准地内3个亚层的胸径变异系数差别不是很大,这是因为林层的划分基础是树高,而在复层异龄林中树种数量较多,具有较为多样的生物学特性,不同树种的生长策略不同,可能出现有的林木有较小的胸径却有较高的树高、有的林木有较大的胸径却有较小树高的情况。

表2 各林层平均高

Table 2 Mean height of each stratum

标准地号 Sample plot	平均高 Mean height/m				标准差 Standard deviation/cm				变异系数 Coefficient of variation/%			
	全林 Stand	第 I 亚层 Stratum I	第 II 亚层 Stratum II	第 III 亚层 Stratum III	全林 Stand	第 I 亚层 Stratum I	第 II 亚层 Stratum II	第 III 亚层 Stratum III	全林 Stand	第 I 亚层 Stratum I	第 II 亚层 Stratum II	第 III 亚层 Stratum III
1	26.99	31.25	20.66	11.50	14.84	3.11	2.16	3.43	55	10	10	30
2	28.06	33.68	20.64	12.00	15.94	4.12	2.53	3.77	57	12	12	31
3	24.10	29.76	21.30	12.39	12.62	3.17	2.15	3.85	52	11	10	31
4	24.69	27.91	19.06	12.39	13.05	2.97	1.37	4.02	53	11	7	32
5	25.51	30.88	21.56	11.28	14.09	3.81	2.60	3.49	55	12	12	31

从2表中可以看出,不同标准地间的平均树高具有一定差异,最高的是2号标准地(28.06 m),最低的是3号标准地(24.10 m),两者之间相差不到4 m;标准地全林分平均树高的标准差在12.62~15.94 cm之间(最小的是3号标准地,最大的是2号标准地),标准地全林分平均树高的变异系数均在50%以上,这说明在复层混交林中,树高离散程度较高,在同一标准地内,较大树高的差异是划分林层的基础。

从亚层角度看,不同标准地第I亚层平均树高的差异较大,最大的2号标准地达到33.68 m,最小的4号标准地只有27.91 m;第I亚层平均树高的标准差数值与全林分平均树高比显著减小,处于3.97~4.12 m之间,其变异系数相对全林分是显著减小,处于10%~12%之间,说明第I亚层的林木树高高度相对集中,变化范围较小。

第II亚层中平均树高处于19.06~21.56 m之间,最大的是5号标准地与最小的1号标准地之间相差2.5 m。第II亚层平均树高标准差在1.37~2.60 m之间,变异系数在7%~12%之间,第II亚层

和第I亚层平均树高的变异系数基本相同,说明第II亚层林木树高高度与第I亚层一样相对集中。

第III亚层的树高最低,各标准地间的差距较小,最大的12.39 m(3号标准地和4号标准地)与最小的11.28 m(5号标准地)相差为1.11 m。其标准差在3.43~4.02 m之间,变异系数在30%~32%之间,其变异系数较全林分小,比第I亚层和第II亚层大。第III亚层是所有亚层中林木树高分化最大的林层。

本次林层划分是以树高为基础进行的,从5块标准地各林层(包括全林分和各亚层)树高的平均值、标准差和变异系数可以看出,各林层平均值差异显著,分层后各亚层的标准差和变异系数相较于全林分有显著的降低,特别是第I亚层和第II亚层,分层后这两个亚层的树高变动系数只有全林分的1/5,第III亚层的变动系数虽然较第I、II亚层高,但也明显低于全林分的变动系数。第III亚层平均树高变异系数较高的原因是第III亚层林木数量较多,分化相对第I、II亚层更为严重。

表3 各林层株数和蓄积

Table 3 Stems and volume of each stratum

标准地号 Sample plot	株数 Stems/(N·hm ⁻²)			株数比例 Proportion of the stems/%			蓄积 Volume/(m ³ ·hm ⁻²)			蓄积比例 Proportion of the volume/%		
	第I亚层 Stratum I	第II亚层 Stratum II	第III亚层 Stratum III	第I亚层 Stratum I	第II亚层 Stratum II	第III亚层 Stratum III	第I亚层 Stratum I	第II亚层 Stratum II	第III亚层 Stratum III	第I亚层 Stratum I	第II亚层 Stratum II	第III亚层 Stratum III
1	180	160	780	16	14	70	388.670	59.069	31.964	81	12	7
2	92	188	632	10	21	69	447.357	106.096	36.121	76	18	6
3	100	156	804	9	15	76	265.197	119.658	43.870	62	28	10
4	208	88	736	20	9	71	409.660	40.498	41.406	83	9	8
5	108	176	736	11	17	72	294.474	115.950	29.511	67	26	7

从表3中可以看出,所有标准地的第I亚层的株数占全林分的比例为9%~20%(最小的是3号标准地,最大的是4号标准地),而蓄积却占全林分的62%~83%(最小的是3号标准地,最大的是4号标准地);第II亚层株数占全林分的9%~21%(最小的是4号标准地,最大的是2号标准地),蓄积最小的4号标准地只有9%,最大的3号标准地达到28%,这与各亚层中林木基本情况相一致,4号标准地第II亚层的株数只占全林分的7%,而3号标准地虽然株数所占的比例不是最大,但平均胸径达到31.9 cm,说明该标准地内第II亚层的林木较大。第I亚层与第II亚层的蓄积之和占到全林分的90%以上,株数只占全林分的30%不到,而第III亚层的株数占全林分的70%左右,蓄积所占比例均

在10%以下(如图1所示)。因此,在测定林分蓄积量时,应把重心放到第I亚层和第II亚层,准确测定这两个亚层的蓄积量是准确测定全林分蓄积量的关键。

2.2 林分蓄积估算和树高测量探讨

通过对标准地中各亚层林层特征的分析可知,第I亚层和第II亚层的树高变动系数较小,树高相对集中,株数较少,而蓄积量总和占到全林分的90%,所以准确测定这两个亚层的蓄积是准确测定全林分蓄积的关键。根据这两个亚层树高变异较小的特点,本研究尝试采用亚层平均高 H_s 代替单株木树高计算每株林木的单木材积,进而求出全林分蓄积。即对于每个亚层采用 H_s 代替林木树高与胸径采用二元材积式计算每个亚层内单株木的材积,然

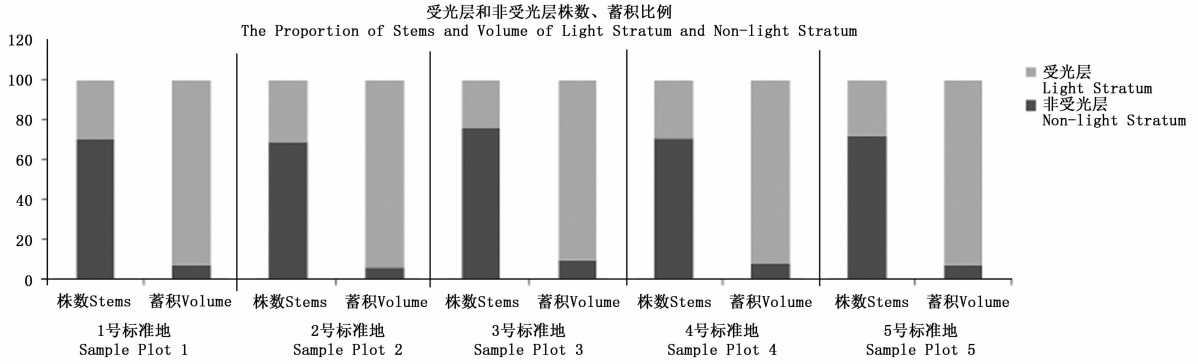


图1 受光层和非受光层株数、蓄积比例

Fig.1 The Proportion of Stems and Volume of Light Stratum and Non-light Stratum

表4 亚层平均高(H_s)计算的各亚层蓄积

Table 4 Volume and relative error of mean stratum height

标准地号 Sample plot	全林分 Stand		第I亚层 Stratum I		第II亚层 Stratum II		第III亚层 Stratum III	
	蓄积 Volume/ ($m^3 \cdot hm^{-2}$)	相对误差 RD/%	蓄积 Volume/ ($m^3 \cdot hm^{-2}$)	相对误差 RD/%	蓄积 Volume/ ($m^3 \cdot hm^{-2}$)	相对误差 RD/%	蓄积 Volume/ ($m^3 \cdot hm^{-2}$)	相对误差 RD/%
1	480.940	0.258	389.500	0.213	59.236	0.286	32.204	0.749
2	590.712	0.193	447.908	0.123	106.368	0.255	36.440	0.881
3	429.760	0.242	265.592	0.149	119.896	0.199	44.272	0.919
4	492.996	0.291	410.528	0.212	40.512	0.030	41.956	1.329
5	441.252	0.299	295.276	0.272	116.224	0.235	29.752	0.821

后以亚层为单位进行统计得到每个亚层的蓄积量,最后汇总为全林分的蓄积量。用 H_s 和林木的胸径采用二元材积公式计算各亚层蓄积的结果如表4所示。

从表4中可以看出,由 H_s 得出的蓄积 V_s 与由 H 得出的蓄积 V 间的差异很小,假设 V 为真值, V_s 为测量值,其相对误差均为5%,满足林业相关调查的精度要求。在外业中,在林层划分后可根据各个亚层的实地情况选择标准木,准确测定其树高后推算各亚层的平均高,然后推算各亚层的蓄积。

通过对林分优势高,各亚层下限值的分析发现,

第I亚层的平均高 H_{I_s} 与林分优势高 H_d (林分最高林木的高度)和第I亚层下限 H_{I_L} 的算术平均值接近,第II亚层的平均高 H_{II_s} 与第I亚层下限值 H_{I_L} 和第II亚层下限值 H_{II_L} (最大受光面高度)的算术平均值接近,第III亚层的平均值是第II亚层下限值 H_{II_L} 的2/3很接近。通过采用亚层中值高代替林木树高计算亚层蓄积发现其第I亚层第II亚层的相对误差在5%以内,第III亚层的相对误差在10%以内,结果见表5。这便于外业中的经验判断,在得出林分中各个亚层的分界线后,可以用这个经验判断大致了解林分的蓄积状况。

表5 亚层中值(H_z)算出的各亚层蓄积和相对误差

Table 5 Volume and relative error of median stratum height

标准地号 Sample plot	全林分 Stand		第I亚层 Stratum I		第II亚层 Stratum II		第III亚层 Stratum III	
	蓄积 Volume/ ($m^3 \cdot hm^{-2}$)	相对误差 RD/%	蓄积 Volume/ ($m^3 \cdot hm^{-2}$)	相对误差 RD/%	蓄积 Volume/ ($m^3 \cdot hm^{-2}$)	相对误差 RD/%	蓄积 Volume/ ($m^3 \cdot hm^{-2}$)	相对误差 RD/%
1	478.304	-0.292	386.368	-0.593	60.216	1.941	31.720	-0.761
2	591.068	0.253	445.552	-0.404	112.140	5.698	33.376	-7.604
3	426.436	-0.534	267.788	0.978	118.192	-1.225	40.452	-7.787
4	495.672	0.835	414.908	1.281	42.428	4.761	38.336	-7.411
5	439.788	-0.033	301.224	2.293	110.432	-4.758	28.128	-4.685

为进一步说明这3种方法之间是否存在显著差异,采用单因素方差分析对3种方法得出的各林层

蓄积之间的差异性进行分析,结果如表6。

从表6中可以看出,在给定显著度 $\alpha=0.05$ 的

表6 方差齐性检验
Table 6 Equality of variances

层属 Strata	Levene 统计量 Levene statistic	df1	df2	显著度 p Significance p
全林分 Stand	0.004	2	12	0.996
第 I 亚层 Stratum I	0.009	2	12	0.991
第 II 亚层 Stratum II	0.013	2	12	0.987
第 III 亚层 Stratum III	0.205	2	12	0.817

前提下,林层(包括全林分和各亚层)显著度 p 为 0.996,0.991,0.987,0.817,均大于显著度 0.05,说明分析对象通过方差齐性检验,可对其进行方差分析,具体结果如表 7 所示。

从表 7 中可以看出,3 种方法计算的蓄积的组间误差非常小,主要来源为组内误差,说明这 3 种方法之间的差异很小,从显著度来看,在给定显著水平

表7 单因素方差分析
Table 7 One-way ANOVA

层属 Strata	误差项 Error term	平方和 SS	Df	均方 MS	F	显著度 p Significance p
全林分 Stand	组间	0.251	2	0.126	0	1
	组内	3 079.637	12	256.636		
	总数	3 079.888	14			
第 I 亚层 Stratum I	组间	0.714	2	0.357	0.001	0.999
	组内	4 460.61	12	371.717		
	总数	4 461.323	14			
第 II 亚层 Stratum II	组间	0.029	2	0.014	0	1
	组内	955.038	12	79.586		
	总数	955.066	14			
第 III 亚层 Stratum III	组间	1.167	2	0.583	0.279	0.761
	组内	25.051	12	2.088		
	总数	26.218	14			

$\alpha = 0.05$ 的条件下,各林层(包括全林分和各亚层)的显著性 p 为 1,0.999,1,0.761,均大于 0.05,故结果接受原假设,说明这 3 种计算的蓄积结果没有显著差异。

3 讨论

全林分平均胸径的标准差和变异系数都比较大,划分林层之后,各亚层平均胸径的标准差和变异系数都有显著的降低。各亚层之间随着亚层平均直径的降低,其标准差和变异系数都略有增加,但差异不大,这是因为分层的基础是树高的差异,在天然阔叶林中,树种较多,具有较为多样的生物学特性,树高胸径关系远比同龄林复杂。全林分平均高的标准差和变异系数同样显著大于各亚层,而在划分亚层后,第 I、II 亚层平均树高的变异系数相差不大并且小于第 III 亚层。

在天然林中,由于树高关系远比同龄林复杂,在实践中如果采用径阶平均高法来绘制树高曲线,可能会有较大的误差,从而导致对林分蓄积估计的较大误差。在划分林层后,采用各亚层平均高或中值高的方法来计算蓄积,则可以回避天然林中的树高曲线关系,提高林分蓄积测量精度。同时又因受光

层中林木数量较少,树高变异系数较低,可较为快速的确定各亚层的平均高和中值高,在满足调查精度的同时提高工作效率。

从测算蓄积的角度讲,亚层平均高可以很好地代替树高曲线的功能,树高曲线最重要的作用之一便是估算林分的蓄积,而在天然阔叶林中,第 I、II 亚层树高直径之间没有明显的分布规律,很难用模型来推算不同胸径林木的树高,在划分亚层后,第 I、II 亚层树高的变异系数较小,说明这两个亚层的树高相对集中,通过误差分析和方差检验证明采用林层平均高和亚层中值高代替林木高求蓄积是可行的。因此,作为一种选择,可采用亚层平均高来代替树高曲线求天然阔叶林的蓄积,这样即可简化天然阔叶林中树高的调查和林分蓄积的测算。

采用各亚层平均高和中值高估计林分蓄积的结果上与采用二元材积法得出的结果是没有差异的,采用亚层平均高或亚层中值代替林木平均高计算单木材积进而求全林分的蓄积是可行的,这将在很大程度上简化天然阔叶林蓄积的调查,天然阔叶林蓄积的调查是一个难点,原因在于天然阔叶林不仅树种多,而且结构复杂,难以获得树高的准确值,对林分蓄积的估计有较大的影响,而在划分亚层后,

由于上层林木树高变动系数较小,株数较少,蓄积占比较大,如果这部分的蓄积能够准确测定,那么全林分的蓄积精度就能达到要求。

典型中亚热带天然阔叶林中,受光层(包括第Ⅰ亚层和第Ⅱ亚层株数)的蓄积是准确测定全林分蓄积量的关键。所有标准地内受光层蓄积占全林分株数的比重较少,但蓄积却占绝对优势,需要较为准确的测量受光层中林木的蓄积;非受光层(只包括第Ⅲ亚层)的株数和蓄积与受光层正好相反,株数占较大优势,但蓄积量很少,这部分蓄积的测量精度对全林分的影响较小。

4 结论

在典型中亚热带天然阔叶林中,受光层(包括第Ⅰ亚层和第Ⅱ亚层)的蓄积占全林分的大部分,是全林分蓄积的重点,且株数较少,变异系数较小,是测算全林分蓄积的重点。非受光层(第Ⅲ亚层)中树高变异系数较大,林木株数较多,但蓄积比例较低,对全林分蓄积的影响较小。

本研究尝试采用亚层平均高 H_s 和亚层中值 H_z 代替林木树高 H 测算林分蓄积,得出的林分蓄积相对误差上(以林木高的蓄积为真值)都较小,且总体上满足外业调查的精度需求,说明采用亚层平均高 H_s 和亚层中值 H_z 代替林木树高 H 测算林分蓄积的方法是可行的,可在满足精度要求的前提下提高工作效率。

参考文献:

[1] 孟宪宇. 测树学(第三版)[M]. 北京:中国林业出版社,2006.

- [2] 吴友贵,许大明. 天然阔叶林蓄积量调查的误差分析与控制[J]. 西北林学院学报,2005,30(2):31-35.
- [3] 吕勇,刘辉,王才喜. 杉木林分蓄积量不同测定方法的比较[J]. 中南林学院学报,2001,21(4):50-53.
- [4] 曾伟生. 杉木相容性立木材积表系列模型研建[J]. 林业科学研究,2014,27(1):6-10.
- [5] 刘恩斌. 广东二元立木材积表的编制与改进方法的研究[D]. 南京:南京林业大学,2005.
- [6] 曾伟生. 论一元立木材积模型的研建方法[J]. 林业资源管理,2004,(1):21-23.
- [7] 张雄清,张建国,段爱国. 基于单木水平和林分水平的杉木兼容性林分蓄积量模型[J]. 林业科学,2014,50(1):82-87.
- [8] 李希菲,王明亮. 全林蓄积模型的研究[J]. 林业科学研究,2001,14(3):265-270.
- [9] 付甜,朱建华,肖文发,等. 三峡库区主要森林类型的林分蓄积生长预测[J]. 林业科学研究,2014,27(3):429-43.
- [10] 赵宪文,包盈智. 应用航天遥感资料估测森林蓄积量的一个新方法[J]. 林业科学研究,1988,1(2):14-152.
- [11] 张超,彭道黎,涂云燕,等. 利用TM影像和偏最小二乘回归方法估测三峡库区森林蓄积[J]. 北京林业大学学报,2013,35(3):11-17.
- [12] 王佳,尹华丽,王晓莹,等. 基于资源三号影像的森林蓄积量估测遥感因子选择[J]. 中南林业科技大学学报,2015,35(12):29-33.
- [13] 李亦秋,冯仲科,邓欧,等. 基于3S技术的山东省森林蓄积量估测[J]. 林业科学,2009,45(9):85-93.
- [14] 黄清麟,罗发潘,郑群瑞. 闽北天然阔叶林林层特征研究[J]. 福建林学院学报,1995,15(1):17-21.
- [15] 黄清麟,李志明,郑群瑞. 福建中亚带天然阔叶林理想结构探讨[J]. 山地学报,2003,21(1):116-120.
- [16] 庄崇洋,黄清麟,马志波,等. 典型中亚热带天然阔叶林各林层树高胸径关系研究[J]. 林业科学研究,2017,30(3):

(责任编辑:彭南轩)