

我国东北地区蒙古栎林生物量及生产力的研究*

许中旗

李文华

(河北农业大学 保定 071000) (中国科学院地理科学与资源研究所 北京 100101)

刘文忠

吴雪宾

(秦皇岛市北戴河园林局 秦皇岛 066000) (锡林郭勒盟牧业气象站 锡林浩特 026000)

摘要 对我国东北地区常见5种蒙古栎林乔木层生物量和生产力研究的结果表明,各林分生物量依次为榛子蒙古栎林(249754.45 kg/hm²)>高产栎林(184750.00 kg/hm²)>胡枝子蒙古栎林(128312.00 kg/hm²)>杜鹃蒙古栎林(124573.16 kg/hm²)>矮栎林(42974.50 kg/hm²),各林分乔木层生物量主要分布在数量较少的大径级林木中,大径级林木在森林生态系统生物量构成中占主导地位。几种次生林乔木层生物量由大到小依次为榛子蒙古栎林>白桦林>高产栎林>杂木林>胡枝子蒙古栎林>杜鹃蒙古栎林>山杨林>硬阔叶林>矮栎林。各林分净生产力依次为榛子蒙古栎林(18701.3kg/hm²·a)>矮栎林(7682.6kg/hm²·a)>杜鹃蒙古栎林(7622.1kg/hm²·a)>胡枝子蒙古栎林(7588.5kg/hm²·a)>高产栎林(6984.0kg/hm²·a)。

关键词 蒙古栎林 生物量 生产力 森林生态系统

Study on the biomass and productivity of Mongolian oak forests in northeast region of China. XU Zhong-Qi(Agriculture University of Hebei, Baoding 071000, China), LI Wen-Hua(Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Researches, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China), LIU Wen-Zhong(Garden Bureau of Beidaihe, Qinhuangdao City, Qinhuangdao 066000, China), WU Xue-Bin(Livestock Meteorological Station of Xilinguolemeng, Xilinhaote 026000, China), *CJEA*, 2006, 14(3):21~24

Abstract The research on arborous layer biomass and productivity of 5 kinds of Mongolian oak forests (*Quercus Mongolia*) was performed. The results show that according to the biomass, the Mongolian oak forests are ranked in a descending order as follows: filbert oak forest(249754.45kg/hm²), high production oak forest(184750.00kg/hm²), lespedeza oak forest(128312.00kg/hm²), rhododendron oak forest(124573.16kg/hm²), oak coppice (42974.50kg/hm²). The biomass of most stands is distributed in the trees which are bigger in diameter and less in number. The comparison between the biomass of the oak forests and that of other secondary forests in northeast region of China shows that filbert oak forest> birch forest> high production oak forest> miscellaneous tree forest> lespedeza oak forest> rhododendron oak forest> mountain polar forest> hard broad-leaved forest> oak coppice. The net productivity of the oak forests is 18701.3kg/hm²·a for filbert oak forest, 7682.6kg/hm²·a for oak coppice, 7622.1kg/hm²·a for rhododendron oak forest, 7588.5kg/hm²·a for lespedeza oak forest, 6984.0kg/hm²·a for high production oak forest.

Key words Mongolian oak forest, Biomass, Productivity, Forestry ecosystem

(Received Aug. 16, 2004; revised Oct. 31, 2004)

蒙古栎是我国东北地区最重要的阔叶树种之一。关于蒙古栎林生物量和生产力的研究已有相关报道^[1-3],但蒙古栎林因其所处立地条件和所受的干扰不同,其生长状况有很大不同。本研究对东北地区常见几种蒙古栎林——榛子蒙古栎林、杜鹃蒙古栎林、胡枝子蒙古栎林、矮栎林和高产栎林的生物量和生产力进行研究,以求能够全面反映中国东北部山地蒙古栎林的生物量和生产力状况。其中矮栎林是指经过多次樵采的萌生蒙古栎林;高产栎林是指生长在较好立地条件下、林木干型好、单株材积大、采取过一定抚育措施的一种蒙古栎林类型。

1 研究区域概况与研究方法

研究区域位于牡丹江市林管局绥阳林业局所属的双岬子林场、太平川林场和沙洞公路管理处,该区属

* 国家自然科学基金重点项目(30230090)资助

收稿日期:2004-08-16 改回日期:2004-10-31

长白山系老爷岭余脉,平均海拔高度 600m,为大陆性季风气候,年均气温 3℃,年降雨量 500~600mm,年无霜期 110~136d。该区地带性植被为阔叶红松林,现有植被以阔叶林为主,主要为蒙古栎林,各林分概况见表 1。在 5 种蒙古栎林中选择有代表性地段,分别设置 20m×20m 的标准地,进行每木检尺,选取优势木、平均木和被压木各 1 株,共 15 株样木。对所选取的 15 株样木分别称干、枝、叶鲜物质量并从中选取若干样品放入烘箱,烘至绝干状态,测其含水率,并将各部分鲜物质量换算为干物质量。根量测定时在每株样木东南西北 4 个方向上,测量树冠边缘在地面垂直投影到树干基部的距离,在 1/2 距离处打 0.5m×1m 的样方,将样方内根系全部挖出,称其鲜物质量。根据树冠投影面积与样方面积的比例关系计算该平均木的总根量。选取部分样品按前述方法测含水率,据含水率换算根干物质量。建立各部分干物质量与胸径的回归模型,据此模型推算各林分乔木层生物量。林分的净初级生产力由平均木的当年生长量及林分密度推算得来。平均木当年生长量取各组成器官的当年生长量之和,可用公式表示为:

$$\Delta P = \Delta Pr + \Delta Pl + \Delta Pt + \Delta Pb + \Delta Pf \quad (1)$$

表 1 蒙古栎林各林分概况

Tab. 1 Description of different stands in Mongolian oak forest

项 目 Items	胡枝子蒙古栎林 Lespedeza oak forest	榛子蒙古栎林 Filbert oak forest	杜鹃蒙古栎林 Rhododendron oak forest	矮栎林 Oak coppice	高产栎林 High production oak forest
平均胸径 / cm	11.7	14.7	10.4	5.4	21.9
平均树高 / m	9.0	13.9	6.2	3.8	15.9
林分密度 / 株·hm ⁻²	2125	2300	2700	4300	675
平均年龄 / a	42	49	48	26	73
郁闭度	0.85~0.9	0.8~0.85	0.5~0.6	0.5~0.6	0.8~0.85
海拔高度 / m	520	540	540	280	690
坡 向	南	东	南偏西	南偏西	南偏西
坡 度 / (°)	30	20	30	30	5
坡 位	中坡	中坡	坡顶	中坡	坡脚
土 壤	土层深 30cm、 少量砂	土层深 50cm、 腐殖质层发达	土层深 20cm、 砂砾含量高	土层深 30cm、 砂砾含量高	土层深 50~60cm、 腐殖质层发达

式中, ΔP 为平均木当年生长量, ΔPr 、 ΔPl 、 ΔPt 、 ΔPb 、 ΔPf 分别为根、叶、干、枝和果实的年生长量。平均木根和枝的年生长量取根和枝年平均生长量;叶和果实年生长量取当年叶和果实的实际采收量;千年生长量计算时由平均木树干解析可得其当年材积生长量,另由树干总干物质量与总材积可得平

均木树干的比重,当年材积生长量与树干比重之积即为平均木树干当年生长量。

2 结果与分析

2.1 乔木层各器官生物量相关方程

根据各株样木的器官生物量与胸径的相关关系建立相关方程结果见表 2。由表 2 可知各器官生物量与胸径相关方程的相关系数均 > 0.91,且达极显著水平,具有较好的适用性。

2.2 不同蒙古栎林乔木层生物量及其分布特征

各蒙古栎林乔木层生物量见表 3,生物量从大到小依次为榛子蒙古栎林 > 高产栎林 > 胡枝子蒙古栎林 > 杜鹃蒙古栎林 > 矮栎林。各林分平均单株生物量以高产栎林最高,其次为榛子蒙古栎林,之后依次为胡枝子蒙古栎林、杜鹃蒙古栎林、矮栎林(见表 4)。林分生物量及林分平均单株生物量与各林分的立地条件和人为干扰有关。榛子蒙古栎林、胡枝子蒙古栎林和杜鹃蒙古栎林受人为干扰较少,其生物量的差异主要是由立地条件差异所致。林下灌木可作为林地立地条件优劣的指示^[3],榛子对土壤条件要求最高,胡枝子其次,杜鹃最低,3 种林分生物量的高低次序与此相符。同时,人为干扰对蒙古栎林生物量也有明显影响。如与榛子蒙古栎林相比,高产栎林采取过一定的抚育间伐措施,故林分密度小(见表 1),单株生物量大(见表 4),而总生物量较低。榛子蒙古栎林未采取过人为抚育措施,林分密度较高,单株生物量较低,但总生物量较高。矮栎林由反复樵采而形成,其密度较高,单株生物量和总生物量均较低,与高产栎林形成鲜明对比。

蒙古栎林与东北常见几种次生林类型(山杨林、杂木林、硬阔叶林和白桦林)相比(见表 3),生物量从大到小依次为榛子蒙古栎林 > 白桦林 > 高产栎林 > 杂木林 > 胡枝子蒙古栎林 > 杜鹃蒙古栎林 > 山场林 > 硬

表 2 乔木层各器官生物量与胸径相关方程*

Tab. 2 Relationship between different organic biomass of tree and diameter

项 目 Items	回归方程 Regression equation	相关系数 Correlation coefficient
树干	$W_s = 0.1069D^{2.51353}$	0.980075**
侧枝	$W_b = 0.0176D^{2.65462}$	0.944253**
叶	$W_l = 0.0495D^{1.84438}$	0.952412**
根	$W_r = 2.91599e^{0.14465D}$	0.916955**

* W_s 、 W_b 、 W_l 、 W_r 代表树干、侧枝、叶和根部生物量, D 为胸径。

表 3 不同蒙古栎林及各类次生林乔木层生物量分布

Tab.3 Biomass of tree in different Mongolian oak forests and kinds of secondary forests

林分 Stands	主干/kg·hm ⁻² Trunk	占比例/% Percent	侧枝/kg·hm ⁻² Branch	占比例/% Percent	叶/kg·hm ⁻² Leaf	占比例/% Percent	根/kg·hm ⁻² Root	占比例/% Percent	总计/kg·hm ⁻² Total	占比例/% Percent
胡枝子蒙古栎林	82707.50	64.46	18228.25	14.21	4019.00	3.13	23357.25	18.20	128312.00	100
榛子蒙古栎林	164400.00	65.83	37522.00	15.02	4929.00	1.97	42869.50	17.17	249754.44	100
杜鹃蒙古栎林	80881.25	64.93	16918.75	13.58	4447.75	3.57	22320.75	17.92	124573.16	100
矮栎林	22331.50	51.96	4681.00	10.89	1923.50	4.48	14038.50	32.67	42974.50	100
高产栎林	118487.50	64.43	27635.00	14.96	1692.75	1.46	35923.75	19.44	184750.00	100
山杨林	56187	56.41	7291	7.32	1796	1.80	34256	34.39	99616	100
杂木林	80189	59.65	15650	11.64	3315	2.47	35096	26.11	134438	100
硬阔叶林	49011	53.43	9612	10.48	4090	4.46	28957	31.57	91725	100
白桦林	141522	71.95	19681	10.00	2010	1.03	33485	17.02	196707	100

阔叶林>矮栎林,仍以榛子蒙古栎林生物量为最高。除人为干扰严重的矮栎林外,其他几类蒙古栎林的生物量低于白桦林和杂木林但高于硬阔叶林和山杨林。各林分乔木层生物量是由各径级林木的生物量组成,各径级林木的生物量在总生物量中所占比例见表 5。表 5 表明随径级的增大林木株

表 4 各林分平均单株生物量

Tab.4 Average biomass of single tree in different Mongolian oak forests

林分 Stands	树干/kg·株 ⁻¹ Trunk	侧枝/kg·株 ⁻¹ Branch	叶/kg·株 ⁻¹ Leaf	根/kg·株 ⁻¹ Root	总计/kg·株 ⁻¹ Total
胡枝子蒙古栎林	38.92	8.58	1.89	10.99	60.38
榛子蒙古栎林	71.49	16.31	2.14	18.64	108.58
杜鹃蒙古栎林	29.96	6.27	1.65	9.70	47.58
矮栎林	8.27	1.73	0.71	5.20	15.91
高产栎林	175.54	40.94	3.99	53.22	273.69

表 5 各林分直径与生物量分布*

Tab.5 Distribution of biomass and diameter in different Mongolian oak forests

直径/cm Diameter	胡枝子蒙古栎林 Lespedeza oak forest		榛子蒙古栎林 Filbert oak forest		杜鹃蒙古栎林 Rhododendron oak forest		矮栎林 Oak coppice		高产栎林 High production oak forest	
	株数/% Plant	生物量/% Biomass	株数/% Plant	生物量/% Biomass	株数/% Plant	生物量/% Biomass	株数/% Plant	生物量/% Biomass	株数/% Plant	生物量/% Biomass
	4	10.58	1.05	23.91	1.34	39.81	5.27	58.14	21.58	33.33
8	42.35	10.80	34.78	5.31	32.41	10.70	31.98	43.40	3.71	0.28
12	28.24	19.50	22.82	9.38	2.78	2.08	9.30	29.40	-	-
16	2.35	4.18	11.96	10.30	7.41	13.40	0.58	5.62	-	-
20	9.42	27.60	1.09	1.47	13.89	49.42	-	-	11.11	6.78
24	5.88	25.89	-	-	3.70	19.15	-	-	14.81	15.50
28	-	-	-	-	-	-	-	-	14.81	21.87
32	1.18	11.05	-	-	-	-	-	-	14.81	32.63
36	-	-	-	-	-	-	-	-	7.42	22.31
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	-	-	4.35	54.06	-	-	-	-	-	-
48	-	-	1.09	18.19	-	-	-	-	-	-
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* - 表示该林分中缺乏该径级林木。

数所占比例逐渐减少,但各径级林木生物量所占比例却逐渐增大,即各林分的生物量主要分布在数量较少而径级较大的林木中,其他各类林分也有类似趋势。说明在各类蒙古栎林中,少数大径级林木在生态系统生物生产功能的发挥中起着决定性作用。

2.3 蒙古栎林净生产力状况

各类蒙古栎林乔木层净生产力见表6。榛子蒙

古栎林净生产力最高,其次为矮栎林,之后依次为杜鹃蒙古栎林和胡枝子蒙古栎林,高产栎林净生产力最低。蒙古栎即使在极差立地条件下仍能维持很高的林分净生产力,如杜鹃蒙古栎林。高产栎林净生产力最低,可能

表 6 不同蒙古栎林净生产力状况

Tab.6 Net productivity of different Mongolian oak forests

林分 Stands	净生产力/kg·hm ⁻² Net productivity	叶面积/cm ² Leaf area	叶片光合效率* Leaf photosynthetic efficiency	叶面积指数 Leaf area index
胡枝子蒙古栎林	7588.5	49576.56	0.1531	4.9
榛子蒙古栎林	18701.3	64093.68	0.2918	6.4
杜鹃蒙古栎林	7622.1	54867.32	0.1389	5.5
矮栎林	7682.6	23731.00	0.3237	2.4
高产栎林	6984.0	44037.24	0.1580	4.4

* 叶片光合效率 = 总净生产率/叶面积。

地条件好,林木可获得充足的水分和养分,有利于进行光合作用,故叶片光合效率较高。

由表 3 和表 6 可知,蒙古栎林的生物量和净生产力由大到小排列顺序不一致,但二者并不矛盾。生物量和净生产力都是描述生态系统生产能力的指标,二者有密切关系,但其含义有所区别,生物量是描述生态系统干物质积累总量的一个指标,而净生产力则是描述干物质积累速率的一个指标。矮栎林因是萌生起源,生长迅速,故其净生产力较高,但它主要是被作为薪炭林来经营的,人为干扰较为频繁,故生物量积累较少,此外,林龄较低、生物量积累时间短也是其生物量低的重要原因。高产栎林林龄约为 73 年,已过迅速生长期,其生长速率已开始下降,故其净生产力较低,但因立地条件较好且有较长时间的生物量积累,所以其生物量仍较高,该结果与已有林分生物量与净生产力随林分年龄变化的研究结果相似^[5]。

3 小 结

东北地区常见 5 种蒙古栎林生物量由高到低依次为榛子蒙古栎林>高产栎林>胡枝子蒙古栎林>杜鹃蒙古栎林>矮栎林,分别为 249754.45kg/hm²、184750.00kg/hm²、128312.00kg/hm²、124573.16kg/hm² 和 42974.50kg/hm²。导致不同蒙古栎林生物量不同的原因在于立地条件和所受人为干扰的不同。林分密度对生物量具有明显影响,在较差立地条件下通过适当提高林分密度可获得较高生物量。与东北地区其他 4 类次生林(山杨林、硬阔叶林、杂木林、白桦林)相比,各蒙古栎林生物量状况总体上仍高于其他 4 类次生林。各林分年净生产力由大到小依次为榛子蒙古栎林>矮栎林>杜鹃蒙古栎林>胡枝子蒙古栎林>高产栎林,分别为 18701.3kg/hm²、7682.6kg/hm²、7622.1kg/hm²、7588.5kg/hm²、6984.0kg/hm²。蒙古栎即使在较差立地条件下仍能维持较高的林分净生产力,林分的起源、年龄、叶面积指数对林分净生产力有明显影响。

参 考 文 献

- 1 陈大河. 天然次生林四个类型的结构、功能和演替. 东北林业大学学报, 1982 (2): 1~20
- 2 温志达, 杨思河. 柞蚕林生物生产力和干物质转化研究. 生态学杂志, 1993, 12(1): 5~11
- 3 魏晓华. 蒙古栎生态系统的综合研究. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1989. 0~120
- 4 李克志. 柞树萌芽林的研究. 林业科学, 1958 (3): 231~247
- 5 Kimmins J.P. Forest Ecology. New York: Macmillan, 1987. 31~65

与其叶面积指数较低(表 6)及林龄较高(表 1)有关。矮栎林具有很高的净生产力,原因在于其起源为萌生林,萌生林木不仅可直接利用伐桩内的营养物质,且可利用伐桩的庞大根系从土壤中吸收水分和养分,故与实生林木相比,其生长更加迅速^[4]。叶片光合效率与立地条件有明显相关关系,杜鹃蒙古栎林、胡枝子蒙古栎林、榛子蒙古栎林的立地条件渐次升高,叶片光合效率也逐渐升高。立