

文章编号: 1000-5692(2006)04-0362-05

滇中高原桤木人工林群落特征及生物量分析

李贵祥, 孟广涛, 方向京, 郎南军, 袁春明, 温绍龙

(云南省林业科学院 云南 昆明 650204)

摘要: 对云南省会泽县桤木 *Alnus cremastogyne* 人工林的调查分析结果表明, 桤木人工林生长迅速, 根系发达, 林下灌草恢复快, 生物多样性高, 具有很好的土壤改良与水源涵养功能。桤木各部位的生物量依次为干>根>枝>皮>叶, 其根系主要分布在0~40 cm的表层土壤中, 占根系总量的96.14%; 从桤木林分各层的生物量来看, 乔木层生物量最大, 占总生物量的84.93%, 其次为枯落物层和草本层, 灌木层较少。在分析桤木生物量基础上建立了桤木各器官生物量回归模型。表5参16

关键词: 森林生态学; 桤木; 人工林; 群落特征; 生物量; 滇中高原

中图分类号: S718.5 **文献标识码:** A

桤木 *Alnus cremastogyne* 又名水冬瓜、桤蒿, 属桦木科 Betulaceae 落叶乔木, 树干端直, 高可达25 m, 胸径25~50 cm。桤木生长迅速, 成林快, 繁殖容易, 适应性强, 能耐-10 °C的低温, 材质优良, 根系发达, 具根瘤, 耐水湿, 喜光, 喜温, 在土壤和空气湿度大的地方生长较好, 在土质较干燥的荒山荒地亦能生长, 既是优良速生防护用材树种, 也是改良土壤的好树种。桤木主要分布于四川盆地、云南东北部和贵州高原北部, 并逐步引种到安徽、湖南、湖北和江西等地, 其海拔一般在1 200 m以下的丘陵和平原区, 也有分布于海拔1 800 m左右^[1]。防护林群落结构与功能的研究, 是探讨防护林防护机制的基本途径, 其中结构研究是基础, 生物量的研究将为生态系统中研究能量流动与养分循环等功能过程提供基础数据; 同时, 对防护林群落的结构特征进行定量分析与评价, 将有助于深化对群落的结构与功能关系的认识。生物的每一组织水平都有其特定的结构, 并与其功能相联系。桤木是滇中高原防护林的主要造林树种之一。对桤木人工防护林群落, 从群落的种类、种类组成结构、群落的层次结构、群落根系分布, 以及群落生物量结构等方面对群落的结构特征进行定量分析与评价, 是了解防护林群落功能的重要手段。通过对桤木人工群落结构特征及生物量的分析, 为滇中高原桤木人工防护林群落的建设与经营管理提供科学依据。

1 试验地概况

研究区位于云南省会泽县头塘小流域, 26°27'N, 103°24'E, 海拔为2 150 m。属典型的季风气候, 年平均气温为12.7 °C, 1月平均气温4.6 °C, 7月平均气温19.1 °C, ≥10 °C的积温3 950 °C, 干湿季明显, 年降水量822.1 mm, 且分布不均, 5~10月份的降水占90%左右; 年日照时数为2 077.1 h, 年均相对湿度71%, 年蒸发量1 861.9 mm, 是降水量的2.3倍。土壤为紫色沙壤。

在研究区内的原生植被类型主要有云南松 *Pinus yunnanensis* 林, 是经过多年人为干扰形成的严重

收稿日期: 2005-06-27; 修回日期: 2006-03-17

基金项目: 国家西部开发科技专项(2000-K01-04-05-03)

作者简介: 李贵祥, 助理研究员, 从事森林生态及水土保持等研究。E-mail: lguixiang@sina.com

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

退化林分, 其结构单一, 林下灌草分布较少, 水土保持功能较差。随着金沙江防护林工程建设的开展, 头塘小流域被选择为国家科技攻关项目科研项目实施点, 并在流域内营建了云南松林、华山松 *Pinus armandii* 林、桤木林和银荆 *Acacia dealbata* 林等防护型试验示范林。

桤木林在试验地内分布于山体中下部, 根据桤木的生物学特征, 主要在阴坡或半阴坡进行栽植, 栽植面积为 22 hm², 初植株行距为 2 m×2 m。通过观测, 桤木生长迅速, 造林 5 a 后, 桤木乔木层平均高达 5.0 m, 平均胸径 5.5 cm, 郁闭度 0.8, 其林下灌草恢复也较快, 灌木盖度为 30%, 草本层盖度为 60%。

2 研究内容和方法

2.1 样地设置及林分调查

在桤木人工林分内有代表性的地段, 设置 20 m×20 m 的标准固定样地 1 块, 对样地内乔木进行每木调查, 同时, 调查乔木层的郁闭度和冠幅等; 在样地中, 每 10 m×10 m 中再设置 2 m×2 m, 1 m×1 m 的小样方各 5 块^[2], 分别调查灌木及草本的生物量及物种^[3]。

2.2 生物多样性的计算

计算群落物种多样性的方法很多, 在此计算群落植物多样性, 采用 Simpson 提出的多样性指数 (D_s) 计算^[4,5]。 $D_s = 1 - \sum_{j=1}^s N_j(N_j - 1)/N(N - 1)$ 。其中: N 为所有种的个体数, s 为种的数目, N_j 为每一种的个体数, $j = 1, \dots, s$ 。

2.3 生物量的测定

2.3.1 乔木层生物量测定 采用等段面积分级标准木法, 伐倒样木, 分干、皮、枝、叶、花分别称量, 获取各部分器官的鲜质量, 并同时取样测定含水率, 求算各部分组织的生物量及总生物量。

2.3.2 灌木、草本和枯落物层生物量的测定 采用样方收获法

2.3.3 根系生物量的测定 根据林分的平均胸径和平均树高选取林分的平均木, 以此为对象测定根系的生物量。采用全根挖掘方法, 挖掘面积根据林分平均营养面积确定, 深度以最深根系为准, 挖掘时分层 (0~10, 10~20, 20~40 和 >40 cm) 分级 (根径 <0.2, 0.2~0.5, 0.5~2.0, 2.0~5.0, >5.0 cm) 等。

2.4 生物量回归模型

总生物量和植物体各器官生物量根据各样木 (各器官) 的实测值与林木生长关系 (胸径、树高) 建立回归模型。可按林木生长式: $W = a(D^2 H)^b$ 求算各模型。其中 a, b 为回归系数, D 为胸径, H 为树高。

3 结果与分析

3.1 桤木人工群落结构特征

3.1.1 桤木人工林的群落外貌、种类组成及其特征 群落的外貌是认识植物群落的基础, 也是区分不同植物类型的主要标志^[7], 所研究的桤木纯林为夏绿阔叶林, 造林 5 a, 其平均树高为 5.0 m, 平均胸径 5.46 cm, 密度为 3 400 株·hm⁻², 年平均高生长达 1.0 m, 生长较快。因为影响较少, 加上动物、风力和微生物等的作用, 大量的灌木和草本不断侵入, 林下植被恢复较快, 现已郁闭成林。乔木层为桤木纯林, 郁闭度为 0.8, 枝下高 1.1 m, 冠幅 2.6 m×3.2 m, 叶面积指数为 1.33; 灌木层盖度为 30%, 灌层高度 1.5 m, 主要有刺悬钩子 *Rubus pungens*, 英莲 *Viburnum dilatatum*, 峨嵋蔷薇 *Rosa omeiensis*, 梵梨 *Flacourzia ramontchi*, 金丝桃 *Hypericum chinensis*, 胡颓子 *Elaeagnus pungens*, 小叶栒子 *Coloneaster microphyllus*, 粉叶小檗 *Berberis pruinosa* 等; 草本层盖度为 60%, 草层高度 0.4 m, 主要有野青茅 *Calamagrostis arundinella*, 白果草莓 *Fragaria nilgerrensis* var. *mairrei*, 细柄草 *Capillipedium parviflorum*, 刺芒野古草 *Anundinella setosa*, 戟叶蓼 *Polygonum thunbergii*, 翻白草 *Potentilla albifolia*, 野拔子 *Elsholtzia rugulosa*, 嵩草 *Kobresia vidua*, 冷蒿 *Artemisia frigida*, 红车轴草 *Trifolium pratense*, 旱茅 *Eremopogon delavayi* 等。

3.1.2 群落的生活型 植物的生活型是植物对于综合生境条件长期适应而在外貌上反映出来的植物类型^[8]，是植物对外界环境适应的外部表现形式。同一生活型的物种，不但体态相似，而且适应特点也相似。按丹麦生态学家 Raunkiaer 的生活型系统^[9]，选择休眠芽的着生位置划分：高位芽植物、地上芽植物、地面芽植物、隐芽植物和1年生植物，其生活型谱见表1。

从表1中可看出，高位芽植物占优势，其次是1年生植物，这说明了群落所在地气候温暖，干湿季分明的特征，与会泽头塘气候监测的情况是一致的，同时也说明了桤木在该区域是较为适宜的造林树种。

3.1.3 群落多样性分析 群落多样性就是指群落在组成、结构、功能和动态方面表现出的丰富多彩的差异。因此，群落多样性是群落生态学研究，乃至整个生态学研究中十分重要的内容^[7]。桤木人工防护林群落的乔木层为桤木。灌木层 Simpson 指数(D_s)为0.80，草本层的 Simpson 指数(D_s)为0.89，与试验区华山松林的灌木层生物多样性0.14相比，是华山松灌木层生物多样性的5.7倍；华山松草本层的生物多样性为0.43，仅为桤木林的1/2。从其灌草的 Simpson 指数来看，桤木人工林林下有较高的生物多样性。

3.2 桤木人工防护林群落的生物量分析

3.2.1 桤木生物量的构成状况 乔木层中各器官的生物量及其结构分布状况，对防护林群落的防护功能具有重要的影响。桤木生物量从各器官来分，可分为干、皮、枝、叶和根的生物量(表2)。

桤木总生物量为 $23.22 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ，其各部位的生物量以干为最大，其他依次为根>枝>皮>叶，说明了桤木生长迅速，根系发达，具有良好的土壤改良及水源涵养功能。

3.2.2 桤木根系分布状况

乔木层是人工防护林群落的主体，其根系分布状况与地表径流及其水分渗透有关。而且桤木根系上分布有固氮菌，能增强土壤的肥力，从而改良土壤。因此，研究乔木层根系分布有重要的意义，桤木根系分布状况见表3。

表1 桤木人工纯林群落生活型谱

Table 1 Life form spectrum of plants in *Ailus crenastogynne* plantation

高位芽植物/ %	地上芽植物/ %	地面芽植物/ %	隐芽植物/ %	1年生植物/ %
62.2	10.8	8.1	2.7	16.2

表2 桤木各部分生物量分布

Table 2 Biomass of divided layer in *Ailus crenastogynne* plantation

部位	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	各部位占总量 百分比/ %	部位	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	各部位占总量 百分比/ %
树干	8.37	36.05	树叶	2.12	9.13
树皮	2.96	12.75	树根	5.70	24.54
树枝	4.07	17.53	合计	23.22	100

表3 桤木人工林根系分布

Table 3 Distribution of root system of *Ailus crenastogynne* plantation

土层深度/ cm	根系分布/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)					
	根径<0.2	0.2~0.5	0.6~2.0	2.1~5.0	>5.0 cm	合计
0~10	0.03	0.03	0.15	1.20	1.36	2.77
11~20	0.04	0.04	0.17	0.55	0.83	1.63
21~40	0.04	0.05	0.39	0.60		1.08
>40		0.01	0.11	0.10		0.22
合计	0.11	0.13	0.82	2.45	2.19	5.70

桤木根系总量为 $5.70 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ，根系主要分布在0~40 cm的表层土壤中，占根系总量的96.14%，其中0~10 cm土层根系占总量的48.60%，11~20 cm土层根系占总量的28.60%，21~40 cm根系占总量的18.95%。从根系分布来看，桤木人工林的根系主要分布在表土层，对于固土保水具有重要的作用，根径小于2.1 cm的占根系总量的18.60%，是改良土壤的主要部分。

桤木人工林的根系分布与试验研究区内人工造林面积较多的华山松林的比较表明，桤木的根系分

布与华山松的根系分布是一致的。华山松根系分布在土壤表层为主, 占总根系的 94%^[11], 但 5 年生的华山松根系生物量仅为 $2.67 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 而桤木生物量为 $5.70 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 是华山松的根系总量的 2.13 倍, 这说明了桤木根系生长较快。

3.2.3 桤木林分各层次生物量状况 防护林群落中各植物层在水土保持功能上具有不同的作用机制^[12]。森林的水文作用可分为林冠截留、树干茎流、林地枯落物吸持水、林地土壤水分入渗和林地坡面径流等^[13]。生物量的多少, 将在很大程度上影响降水截留的量^[14]。从桤木林分各层的生物量来看(表 4), 乔木层生物量为 $23.22 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 占总生物量的 84.93%。可见, 群落生物量主要集中在乔木层^[15]。其次为枯落物层, 灌木层较少。

枯落物层生物量较多说明了该层持水能力强, 改良土壤好。

3.2.4 生物量模型的建立 将整个桤木林分分成 5 级(由小到大, 每级的林木胸高断面积和相等)再根据相应的高度值, 每级选择 1 株

标准木, 再加上 1 株林分平均木, 1 株林分优势木, 共选择样木 7 株^[16], 将实测值代入林木生长关系式 $W = a(D^2H)^b$, 得到桤木林分类型不同器官的回归模型(表 5)。

根据这些模型, 测定桤木人工林的树高及胸径就可以估算各器官以及总的生物量。

4 结论

桤木人工林生长迅速, 5 年生平均高达 5.0 m, 胸径 5.5 cm; 林下灌草恢复快, 其林下灌木层 Simpson 指数为 0.80, 草本层的 Simpson 指数为 0.89, 与华山松灌木层及草本层的 Simpson 指数相比(0.14 和 0.43), 具有较高的生物多样性。

桤木人工林的生物量为 $23.22 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 干、根、枝、皮和叶各部位生物量大小依次为干>根>枝>皮>叶。其根系总量的 96.14% 分布在 0~40 cm 土层中, 对于固土保水具有重要的作用。说明桤木生长迅速, 根系发达, 具有很好的土壤改良与水源涵养功能。

从桤木林分各层的生物量来看, 乔木层生物量最大, 占总生物量的 84.93%, 其次为枯落物层, 占 8.89%, 灌木层和草本层相对较少。

建立了桤木各器官生物量回归模型, 为桤木生物量的计算提供了便利。

参考文献:

- [1] 郑万钧. 中国树木志: 第 1 卷 [M]. 北京: 农业出版社, 1983.
- [2] 赵淑清, 方精云, 宗占江, 等. 长白山北坡植物群落组成、结构及物种多样性的垂直分布 [J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 164—173.
- [3] 柴勇, 孟广涛, 方向京, 等. 云南金沙江流域退化林地群落特征研究 [J]. 西北林学院学报, 2004, 19(2): 146—151.
- [4] 宋永昌. 植被生态学 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001.
- [5] 刘新龙, 王瑞波, 张燕平. 印楝人工群落对植物多样性的影响 [J]. 林业科学研究, 2004, 17(2): 147—153.
- [6] 林业部科技司. 森林生态系统定位研究方法 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994.
- [7] 史作民, 程瑞梅, 刘世荣, 等. 宝天曼植物群落多样性研究 [J]. 林业科学, 2002, 38(6): 17—23.

表 4 桤木林分各层生物量

Table 4 Biomass of divided layers in *Alnus cremastogynne* plantation

层次	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	各层占总生物量 百分比/%	层次	生物量/ ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	各层占总生物量 百分比/%
乔木层	23.22	84.93	枯落物层	2.43	8.89
灌木层	0.45	1.65	合计	27.34	100
草本层	1.24	4.53			

表 5 桤木人工林生物量回归模型

Table 5 Biomass regressive models of *Alnus cremastogynne* plantation

器官	回归模型	相关系数
干	$W = 0.027388(D^2H)^{0.89889}$	0.90
皮	$W = 0.012101(D^2H)^{0.85425}$	0.90
枝	$W = 0.014972(D^2H)^{0.87569}$	0.92
叶	$W = 0.010593(D^2H)^{0.81393}$	0.86
根	$W = 0.036227(D^2H)^{0.728875}$	0.90
总	$W = 0.095167(D^2H)^{0.847291}$	0.90

- [8] 哀建国, 丁炳扬, 于明坚. 凤阳山自然保护区福建柏群落特征的初步研究[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(2): 133—138.
- [9] 李博. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [10] 袁春明, 郎南军, 孟广涛, 等. 长江上游华山松水土保持人工群落的结构特征与生物量[J]. 东北林业大学学报, 2002, 30(3): 5—7.
- [11] 李贵祥, 郎南军, 孟广涛, 等. 云南金沙江流域华山松人工林水土保持效益研究[J]. 云南林业科技, 2002(1): 6—9.
- [12] 袁春明, 郎南军, 孟广涛, 等. 长江上游云南松林水土保持生态效益的研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(2): 87—90.
- [13] 王礼先, 解明曙. 山地防护林水土保持水文生态效益及其信息系统[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997.
- [14] 孟广涛, 方向京, 郎南军, 等. 云南金沙江流域山地圣诞树人工林水土保持效益[J]. 水土保持学报, 2000, 14(4): 60—63.
- [15] 杨同辉, 达良俊, 宋永昌, 等. 浙江天童山国家森林公园常绿阔叶林生物量研究(I)群落结构及主要组成树种生物量特征[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(4): 363—369.
- [16] 袁春明, 郎南军, 孟广涛, 等. 头塘山地圣诞树人工防护林群落的结构特征与生物生产力[J]. 云南林业科技, 1998(2): 24—27.

Characteristics of *Alnus cremastogyne* plantation community and its biomass in central Yunnan Plateau

LI Gui-xiang, MENG Guang-tao, FANG Xiang-jing, LANG Nan-jun, YUAN Chun-ming, WEN Shao-long

(Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650204, Yunnan, China)

Abstract: A study of the *Alnus cremastogyne* plantation showed that it was characterized by fast-growing, flourishing root system, quick undergrowth restoration, higher biodiversity, soil improving and water holding capacity. The biomass of tree organs were in order trunk> root> branch> bark> leaf. The roots in the soil layer of 0—40cm accounted for 96.14% of the total roots. The biomass in the arbor layer was the largest, accounting for 84.93% of the total biomass of the plantation. The biomass of leaf litter layer, herbage layer and shrub layer were less than the arbor layer. Finally regression models of the biomass of different *Alnus crenastogyne* organs were established to provide the reference for the management of the *Alnus crenastogyne* plantation. [Ch, 5 tab. 16 ref.]

Key words: forest ecology; *Alnus crenastogyne*; plantation; community characteristics; biomass; central Yunnan Plateau