

泡桐生物量的研究*

陆新育

(中国林业科学研究院林业研究所)

陈绍信 李淼泉 常显明

(安徽省砀山县林业局)

摘要 本文通过对1~8年生兰考泡桐生物量的研究,揭示了各器官之间的内在联系以及变化规律:泡桐各器官生物量与 $(\bar{D}_{1.3}^2 H)$ 有密切相关关系;树干生物量向上呈递减趋势;在中、幼龄阶段,细枝所占的比例较大,其次为中枝、大枝,6~7年以后大枝最重,其次为中枝、小枝;在树根生物量中,根桩所占的比例最大(40%~60%),各级根系生物量随树龄而异,树龄增加,较粗的根所占的比例增大,而直径4 cm以下的根呈减小趋势;全株各器官生物量3年生前顺序为:根>干>叶>枝;3年生后为:干>枝>根>叶>花>果。

关键词 兰考泡桐;生物量

泡桐(*Paulownia elongata*)是我国著名的速生用材树种^[1],深受广大群众喜爱。以往人们对泡桐种类、分布、生态特性、农桐间作等研究较多,但对泡桐生物量研究报道甚少。本文试从生物量的角度较客观地判断物质能量积累的动态过程,从而为科学制订泡桐抚育管理及利用措施提供科学依据。

一、试验区自然概况

试材取自安徽省砀山县(116°09'~116°38' E, 34°16'~34°39' N)。地处暖温带和北亚热带之间,属季风区半湿润气候。年平均气温14°C;平均降水量773 mm;平均日照时数2480.6 h;无霜期199天;土壤为幼年褐土—盐潮土和脱盐化潮土,质地多为沙质壤土,地下水位2~4 m。

二、研究方法

(一) 样木选择与测定

首先在林相整齐、不同年龄、具有代表性的农桐间作林中设立样地,进行每木检尺,选

本文于1990年2月10日收到。

*此项研究为国家“七五”攻关课题泡桐速生丰产技术研究部分内容。工作中得到我院竺肇华研究员的指导,安徽省砀山县泡桐试验站曹效珍、杨素秋同志的大力协助。

择各年龄平均木为样木, 1~2年生各选3株; 3~4年生各选2株; 5~8年生各选1株。

样木测定因子有: 胸高直径、树高、枝下高、接干高、冠幅、立木材积以及根、干、枝、皮、叶、花、果的鲜重与烘干重^[2]。

(二) 生物量测定与取样

将上述样木伐倒, 挖出根系, 分别称量全株地上部分及地下部分鲜重。并现场取样, 室内烘干称重, 计算单株生物量。

1. 树干 分苗干和接干两部分。苗干按1m区分段, 全部称鲜重。锯下1.3 m处圆盘及苗干中央圆盘, 及时称圆盘带皮、去皮重, 带皮、去皮直径、盘高等。室内烘干称重, 以推算苗干的带皮、去皮重。一接干、二接干等称鲜重后分别取接干中央圆盘。

2. 树枝 分为三级: 大枝($D > 8$ cm), 中枝(8~4 cm), 小枝($D < 4$ cm)。全称鲜重后每级取1 000~1 500 g为样品, 另称带皮重和去皮重。用排水法求带皮材积与去皮材积后, 带回烘干称重。

3. 树叶 分叶柄、叶片两部分。1~4年生泡桐, 将树叶全部摘下称鲜重, 5~8年生分上、中、下三部取6~9个样枝, 查叶片数, 称鲜重。每株树取250~500 g样叶, 求叶面积。以推算全株叶重、叶面积。

4. 桐花 首先调查开花率, 分无、少、多花三级。共设10个调查区, 各区按树龄查10株泡桐样树, 全称花量。桐花又分全开、半开、花蕾三级, 每级取250~500 g查数, 烘干称重。

5. 果实 查全树实有果实数, 并取10~20个鲜果为样品, 以推算果实生物量。

6. 树根 分根桩、大根($D > 4$ cm)、中根(4~1.5 cm)、小根(1.5~0.5 cm)、细根(< 0.5 cm)、吸收根。垂直调查, 从地面向下每20 cm为一层。水平调查, 以树为中心向外放射状, 每2m为一小区。按离树不同小区距离, 不同层次深度, 不同等级的树根分别称重。每级约取1 000 g作为烘干样品。

(三) 建立生物量相关关系

利用已获取的资料, 建立起各器官生物量之间的回归方程, 对深入研究, 以及在实际中应用都有重要意义。据英国 J. S Huxley 的理论, 生物体各部分器官之间普遍存在着相对生长规律, 这种规律可用数学式表示^[3]。

本文确定了树干重量(W)、树皮重量、树枝重量、树叶重量、花量、果量、树根重量、地下部分重量, 全树重量与胸高直径平方和树高的乘积($\bar{D}_{1.3}^2 H$)之间为幂函数相关关系。

即: $W = a(\bar{D}_{1.3}^2 H)^b$

为使其线性化, 两边取对数得:

$$\lg W = \lg a + b \lg \bar{D}_{1.3}^2 H$$

用最小二乘法求 a 、 b 参数, 配置泡桐各器官生物量对数回归方程。同时求出相关系数 r 。

为了解重要部分生物量之间的相关性, 同时还建立了几组线性方程。

三、结果与分析

(一) 泡桐各器官的干湿比

本文所讲的干湿比是指干重占鲜重的百分比。不同的地理位置、土壤条件、空气湿度等

自然条件在树木生长的干湿比上都所有反应。泡桐幼龄和中龄阶段一般生长较快，干湿比较小。随树龄的增加，生长速度减慢，干湿比提高。在一年间春夏两季，树液流动快，生长旺盛，干湿比小；秋冬季树液回流，干湿比增大。据调查，泡桐全树的干湿比一般为25%~32%。而不同部位、器官的干湿比差别很大(表1)。

根的干湿比因部位、功能不同也有区别。吸收根干湿比最小，一般为8%~15%；根桩的干湿比介于树干与根系之间。其他各种根系虽然分布深度不同，但干湿比相差不大。随根径变细，分布加深，干湿比略有减小，但总在18%~22%之间。表1可以看出泡桐地上各部分干湿比有明显不同。以中枝的干湿比最大。小枝多为当年生新枝，木质化程度很低，生长快，因而干湿比小于中枝。全株干湿比呈中枝>大枝>接干>苗干>树根，依次降低趋势。

表1 泡桐不同树龄各器官

		干湿比 (单位: %)							
项 目	树龄(a)	1	2	3	4	5	6	7	8
	花	—	—	16.8	16.4	16.1	16.8	18.1	16.8
小 枝	—	38.9	38.9	39.2	39.2	35.7	41.0	38.4	—
中 枝	—	—	—	55.3	53.1	53.9	53.5	55.5	—
大 枝	—	—	—	50.6	49.3	—	49.3	50.4	—
接 干	—	—	—	32.8	44.1	40.8	40.5	39.1	—
主 干	—	21.8	28.2	28.4	28.8	32.5	28.8	28.9	27.1
树 根	—	21.2	21.8	20.7	22.7	21.8	22.7	22.3	22.7
平 均	—	21.4	25.3	25.7	31.3	32.2	29.5	29.1	30.0

注：平均值为各器官加权平均

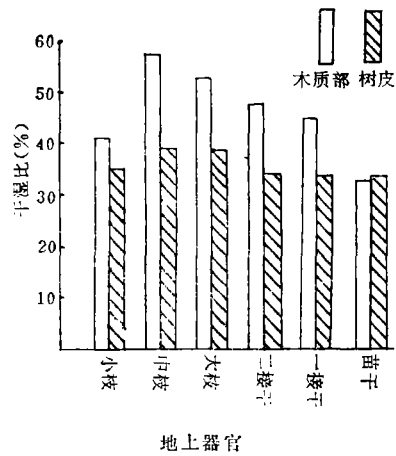


图1 5年生泡桐地上器官木质部与树皮干湿比

树皮与木质部分的干湿比变化，与全树相同。但木质部变化幅度大于树皮(图1)。成熟度基本一致的不同树龄桐花与桐果干湿比没有明显差别。桐花的干湿比与树木地上各器官相比为最低。桐叶干湿比与树木长势、树龄等因素有关，其变化幅度尽管不大，但趋势较明显。据7月份调查，1年生泡桐叶干湿比：叶片为26.7%，叶柄为25.3%。2年生泡桐：叶片为30.4%，叶柄为24.4%。而7年生泡桐叶片为33.3%，叶柄为25.8%。随树龄增加，干湿比有提高趋势。

(二) 泡桐生物量的分配

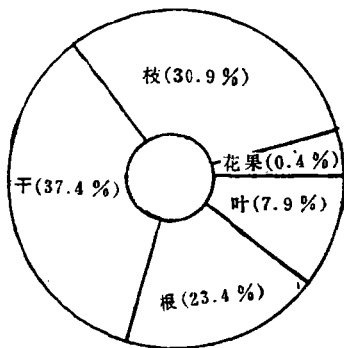


图2 5年生泡桐单株生物量分配

1. 树干 一株5年生泡桐树干重量为34.67kg，占全株总量的37.4%(图2)，占地上部分的48.8%。其中干皮2.87kg，占全干的8.3%。去皮干31.80kg，占全干的91.7%。

生物量与材积之比(即木材比重)反映了木材结构的疏密程度。5年生泡桐去皮苗干生物量与材积之比为266kg/m³。去皮一接干为369kg/m³，去皮二接干为349kg/m³。5~8年生泡桐平均：苗干为247.3kg/m³，一接干为318.7kg/m³，二接干为270.3kg/m³。因此，从生物

量的观点来看,接干材质并不低于苗干。

2. 树枝 树枝生物量占全树总量的比例仅次于树干,以5年生泡桐为例,枝生物量为28.64 kg,占全树总量的30.9%,占地上部分的40.3%,占树冠的78.9%。各级树枝的生物量随树龄而异。在中、幼龄阶段,细枝所占的比例最大,其次为中枝,大枝量最小。7龄以后,大枝量迅速超过中枝、细枝。树枝越细,枝皮占的比例越大。从生物量的角度看枝条的木材结构,带皮大枝平均为329.7 kg/m³,去皮后为342.9 kg/m³;带皮中枝平均为418.5 kg/m³,去皮后为442 kg/m³;带皮细枝平均为313 kg/m³,去皮后为324.2 kg/m³;三级树枝加权平均,以5年生泡桐为例,带皮枝为367.2 kg/m³,去皮枝为388.7 kg/m³。可见,树枝的比重大于树干。因而说开发利用泡桐树枝材具有一定的前途。

3. 叶、花、果 兰考泡桐在3龄以前一般不开花、不结果。3龄以后花量增多。1株5年生泡桐开花6406朵,干重309.4 g,占全树的0.33%,占地上部分的0.44%。但由于兰考泡桐的生物学特性所致,其座果率较低,仅成果27个,生物量55.6 g,为花量的18%。随着树龄增大,花、果生物量增长较快,但到老龄以后由于树冠基本稳定,花果量也趋于稳定。

桐叶的叶柄、叶片生物量同样与树龄及树木长势有关。叶片面积越大,单叶干物质越重,叶片占全叶的比例相对小,叶柄相对大;叶片面积越小,叶片、叶柄生物量相反,如:1年生泡桐,平均叶的叶面积为1426 cm²,单叶干重为13.3 g,其中叶柄3.9 g,占29.3%,叶片9.4 g,占70.7%。而5年生泡桐,平均叶的叶面积为355 cm²,单叶干重4.5 g,其中叶柄为0.85 g,占全叶的19%,叶片3.65 g,占81%(图3)。

桐叶生物量在树冠中的分布不同,据实测:5年生泡桐平均冠幅为6.5 m,冠高4.5 m,将树冠分为上、中、下三部分,全树叶量为7.30 kg,上部为2.43 kg,占33.3%;中部3.23 kg,占44.2%;下部1.64 kg,占22.5%。上述证明,泡桐为强阳性树种,桐叶主要生长在冠缘及中上部,内膛叶较少。

4. 树根 5年生泡桐单株总根量为21.63 kg,占全树总量的23.4%。其中根桩为9.42 kg,占总根量的43.5%;根系为12.21 kg,占全株总量的56.5%。在根系中:大根4.98 kg,占全根量的23%;中根6.14 kg,占全根量的28.3%;小根0.90 kg,占4.2%;细根0.18 kg,占0.9%;吸收根0.007 kg,仅占0.1%。尽管细根及吸收根所占比例很小,但起着很重要的吸收作用。各类根量及其所占的百分比同样也随树龄而异(图4)。根桩一般稳定在40%~60%之间。树龄越小,小根和细根所占的比例越大。1~2年生泡桐一般无大根。3龄以后随地上部分生物量的增加,大根的重量迅速增加。且树龄越大,较粗的根所占的比例越大。直径4 cm以下的各级根量占全根量之比有减少的趋势。

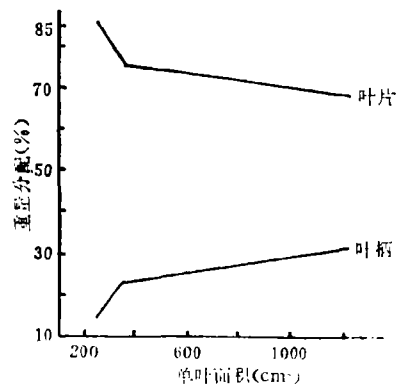


图3 不同面积叶的叶柄、叶片重量分配

(三) 不同树龄泡桐生物量的变化规律

泡桐全株生物量随树龄增长而增加。前两年为造林缓苗阶段,3龄以后(即造林后的第

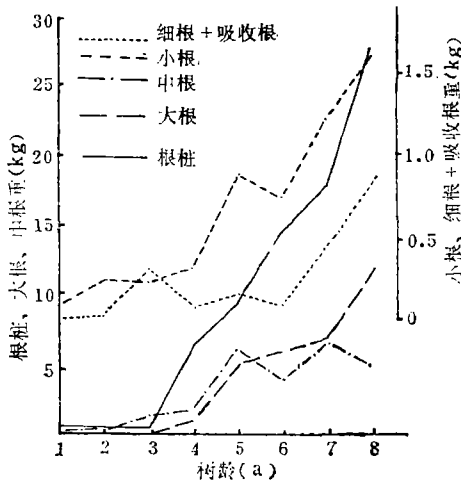


图 4 各类根量与树龄关系

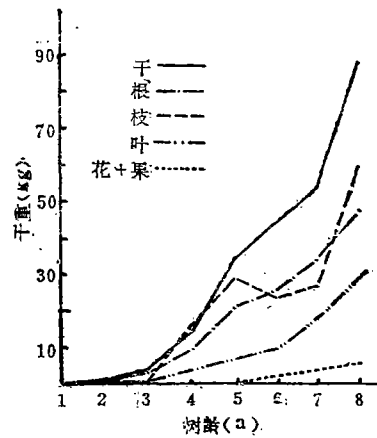


图 5 各器官干重与树龄关系

二年)很快进入速生期, 平均增长速度为前二年的 300%。从生长进程上分析, 8 年生泡桐远没有达到数量成熟阶段。各器官生物量也随树龄的增长而增长(图 5)。以树干的增长速度最快, 其他器官较慢, 顺序为: 干>枝>根>叶>花>果。

树木各器官所占的比例在 3 龄以前, 根量比例最大, 其排列顺序为根>干>叶>枝。说明泡桐在 3 龄以前是以根系生长为主。3 龄以后树干始终占最主要的地位, 且随树龄的增长其比例有增大的趋势。花与果始终占很小的比例。而树根及树叶的比例则呈下降的趋势。

(四) 相对生长关系及各分量回归方程^[4]

经过统计分析, 泡桐地上部分生物量(树干、枝、叶、皮、花、果)、根生物量、全株生物量、全株叶面积与胸径平方和树高的乘积均存在密切相关关系。相关系数 r 均达 0.9 以上。它们各自的回归方程如下:

树干重量	$\lg W_S = 0.9234 \lg \bar{D}^2 H - 1.7713$	$(r = 0.9980)$
树枝重量	$\lg W_{Br} = 1.0977 \lg \bar{D}^2 H - 2.6071$	$(r = 0.9336)$
树皮重量	$\lg W_{Ba} = 0.9296 \lg \bar{D}^2 H - 2.3867$	$(r = 0.9963)$
树根重量	$\lg W_R = 0.6966 \lg \bar{D}^2 H - 1.1900$	$(r = 0.9315)$
桐花重量	$\lg W_{Fl} = 1.4742 \lg \bar{D}^2 H - 5.2801$	$(r = 0.9587)$
桐果重量	$\lg W_{Fr} = 0.8341 \lg \bar{D}^2 H - 4.2193$	$(r = 0.9740)$
桐叶重量	$\lg W_L = 0.7945 \lg \bar{D}^2 H - 1.8580$	$(r = 0.9930)$
叶面积	$\lg A_F = 0.7648 \lg \bar{D}^2 H - 0.7241$	$(r = 0.9413)$
地上总量	$\lg W_O = 0.9689 \lg \bar{D}^2 H - 1.6329$	$(r = 0.9982)$
全株总量	$\lg W = 0.8925 \lg \bar{D}^2 H - 1.2409$	$(r = 0.9982)$

地下总量与地上总量, 树枝重量与树叶重量也呈线性关系。其方程为:

$$W_R = 0.2702 W_O + 1.7543 \quad (r = 0.9910)$$

$$W_{Br} = 1.8154 W_L + 4.1830 \quad (r = 0.9325)$$

四、结语与讨论

在调查全株泡桐生物量中,叶、花、果为当年生产量,而树干、树根等为其总生长量。如8年生泡桐的全株生物量为227.85 kg,当年叶、花、果重量为34.19 kg。而叶、花、果的总生产量应为1~8年间的总和,即为81.73 kg。若除去每年自然整枝及人为影响凋落物不计外,可以说8年生泡桐的实际生物量应为275.4 kg,年平均为34.4 kg。当年净生产量为92.3 kg,其中叶、花、果占37.1%。研究还揭示了泡桐各部分重量之间的联系,如:根据泡桐各部分生物量的分配规律,可以看出其养分的积累情况,从而为合理进行经营管理提供依据。

泡桐生物的量积累主要在树干。而树叶、树枝(主要指当年生小枝)及较细根系的重量,虽随树龄增长而增加,其速率远远低于干材部分。依据这一现象,就可以有计划地对泡桐进行合理整枝,调整林分的透光度,使之达到既不影响树木生长,同时又对间种的作物有促进的作用。

参 考 文 献

- [1] 中国林科院泡桐组等,1978,泡桐研究,中国林业出版社。
- [2] 陈炳浩等,1980,沙地红皮云杉森林群落生物量的研究,林业科学,16(3)。
- [3] 冯林等,1981,内蒙古地区油松、白桦、山杨生物量研究,内蒙古林学院学报,3。
- [4] 北京林学院,1980,数理统计,中国林业出版社。

RESEARCH ON THE BIOMASS OF PAULOWNIA

Lu Xinyu

(The Research Institute of Forestry CAF)

Chen Shaoxin Li Miaoquan Chang Xianming

(Forest Bureau of Dangshan County, Anhui Province)

Abstract The biomass relations among different organs and the patterns of biomass change were studied in the biomass investigation with 1~8 year-old *Paulownia elongata*. Close relationship was found between the biomass of various organs and $\bar{D}_{1.3}^2H$. From the base to the top in a trunk, the biomass decreased successively. During the juvenile period, small twigs constituted the majority in the branch biomass. After 6~7 year-old, the branch biomass was contributed mostly to the large branches. Within the root biomass, 40%~60% came from the root-stake. The distribution of biomass among different types of roots varied with the tree's age. With the age increasing, the contribution of the large roots to the root biomass increased progressively and that of the small roots (the diameter < 4 cm) decreased. According to their biomass, the organs rank was roots > trunk > leave > branches before 3-year-old and trunk > branch > roots > leave > flowers > fruits after 3-year-old respectively.

Key words *Paulownia elongata*; biomass