

四川桉柏混交林生物量的研究

石培礼

(中国科学院成都生物研究所, 成都 610041)

钟章成 李旭光

(西南师范大学生物学系, 重庆 630715)

摘要 对四川省盐亭县桉柏混交林单株干重、平均净生产量、林分生物量和生产力动态的系统研究表明: 桉木和柏木不同器官生物量随年龄积累变异显著, 积累最多的是树干, 其它器官积累较少。桉木各器官平均净生产量在2~12年上升, 在12~14年左右达到峰值, 随后下降, 其生物量结构和垂直分布也呈相同的趋势, 表明桉木在16年以后已成熟, 主伐年龄可定在18~20年间。柏木叶积累量的增长在幼龄期有“超前现象”, 其各器官平均净生产量在2~18年内增长呈“J”型曲线, 生物量结构和垂直分布仍处于剧烈分化期。在我国人工混交林中, 桉柏混交林的生物量和生产力都比较高。

关键词 桉木 柏木 生物量动态

桉柏混交林是近年来在川中丘陵紫色土区兴起并推广的人工林(邓廷秀等, 1987), 在长江防护林工程体系建设的推动下发展迅速, 目前在四川省面积已达670,000hm²。桉柏混交林的研究始于80年代初, 目前资料尚少, 主要涉及混交林的生态效益(邱进贤等, 1981)、适生立地条件(杨韧等, 1991)和桉木的固氮生物学(刘国凡, 1985)等方面。本文对不同年龄段混交林生物量及其结构、积累、分布的动态变化和群落生产力等作了系统报道。

1 研究对象与方法

研究区位于四川省盐亭县, 丘陵地貌为主, 海拔400~600m。具盆地亚热带湿润季风气候特征, 年降雨880mm, 年均温17.3℃, 无霜期294天。植被以桉柏混交林和柏木疏林为主, 林下灌木草本稀疏。主要乔灌木种有桉木(*Alnus cremastogyne*)、柏木(*Cupressus funebris*)、黄荆(*Vitex negundo*)、马桑(*Coriaria Sinica*)、刺梨(*Rosa roxburghii*)、栓皮栎(*Quercus variabilis*)等, 草本多为禾本科(Gramineae)、唇形科(Labiatae)、和豆科(Leguminosae)等科植物组成。

按立地条件、初植密度和混交比例一致(桉柏混交比为1:2, 初植密度(15,000株/hm²))的原则, 以空间代替时间的研究方法, 选择11个年龄级的桉柏混交林群落进行研究,

* 本文于1994-10-19收到, 1995-04-24定稿。

国家“八五”攻关项目, 本文得到王金锡先生指导, 阳小成同志协助野外工作, 谨致谢忱。

** 现为中国科学院自然资源综合考察委员会博士生。

所研究的混交林未经过任何间伐措施,随年龄增长林分密度降低皆由于自然稀疏和竞争所致。鉴于混交林中同龄级树种径级分化不甚明显,取样面积定为 $10 \times 20\text{m}^2$,每龄组 400m^2 ,样地总面积为 $4,400\text{m}^2$ 。

用常规方法每木检尺,按平均标准木法分别选取桤木和柏木11个年龄级标准木各1~2株作生物量测定(木村 允,1981)。自根颈处伐倒标准木,用 Monsi(1974)“分层切割法”分层实测地上部分鲜重,地下部分用全挖法按自然状态挖出分层称重,同时对各器官按“混合取样法”(马明东等,1989)取样,带回室内在 80°C 恒温下烘至恒重,换算干重。用相对生长理论(木村 允,1981)计算林分生物量。

采用汪企明等(1990)的方法计算枝叶指数(BLI)、枝叶比(BLR)、叶面积指数(LAI)和冠根比(CRR),采用平均净生产量($\Delta\bar{W}$)和净同化率(ΔP)作为反映林分生产力的指标(汪企明等,1990)。

2 结果分析

2.1 相对生长关系的建立

根据相对生长法利用16株桤木和23株柏木标准木各器官干重(W)与胸径(D)和树高(H)的数据,采用最小二乘法求出各参数值,得到最佳回归方程(表1),各方程相关性均达极显著水平。

表1 桤柏标准木各器官干重与胸径树高的回归方程

Table 1 The biomass of standard trees of alder and cypress and their regression equations on diameters at breast level and heights(kg)

树 种 Species	组分 Component	回归方程 Regression equation	相关系数 Correlation coefficient	样本数 Sample	标准回归误差 Standard error
桤木 Alder	树干 Trunk	$W_S = 0.0422(D^2H)^{0.8631}$	$r = 0.989$	$n = 16$	0.0301
	枝量 Branch	$W_B = 0.0242(D^2H)^{0.7332}$	$r = 0.971$	$n = 16$	0.0435
	叶量 Leaf	$W_L = 0.0735(D^2H)^{0.4162}$	$r = 0.948$	$n = 16$	0.0358
	地上部分总量 Aboveground	$W_A = 0.1170(D^2H)^{0.7577}$	$r = 0.987$	$n = 16$	0.0294
	根量 Root	$W_R = 0.0157(D^2H)^{0.8378}$	$r = 0.994$	$n = 16$	0.0186
	全株总量 Total	$W_T = 0.1565(D^2H)^{0.7388}$	$r = 0.986$	$n = 16$	0.0302
	柏木 Cypress	干量 Trunk	$W_S = 0.0754(D^2H)^{0.7934}$	$r = 0.945$	$n = 23$
枝量 Branch		$W_B = 0.0350(D^2H)^{0.7119}$	$r = 0.955$	$n = 23$	0.0518
叶量 Leaf		$W_L = 0.0685(D^2H)^{0.6583}$	$r = 0.959$	$n = 23$	0.0456
地上部分总量 Aboveground		$W_A = 0.1789(D^2H)^{0.7406}$	$r = 0.971$	$n = 23$	0.0433
根量 Root		$W_R = 0.0415(D^2H)^{0.6753}$	$r = 0.969$	$n = 23$	0.0429
全株总量 Total		$W_T = 0.2045(D^2H)^{0.7499}$	$r = 0.972$	$n = 23$	0.0431

2.2 桤柏混交林的生物量

研究区中凋落物多被拾走作燃料, 本研究所涉及的生物量和生产力采用林分现存量计算, 略低于实际值。

2.2.1 不同年龄单株干重增长动态及分配

不同植物的单株总干重及其不同器官干重随年龄增加而增长的幅度变异显著。桤、柏单株总干重分别由2年生时的0.5674kg和0.1656kg增加到18年生的70.3188kg和27.6998kg, 分别增长124.9倍和167.3倍, 其中树干之干重分别增长229.9倍和255.2倍, 枝、叶和根的干重桤木分别增长62.7, 33.6和100.3倍; 柏木分别增长114.3, 91.1和206.7倍, 说明两种植物单株总干重增加主要是树干, 其次是根(图1)。

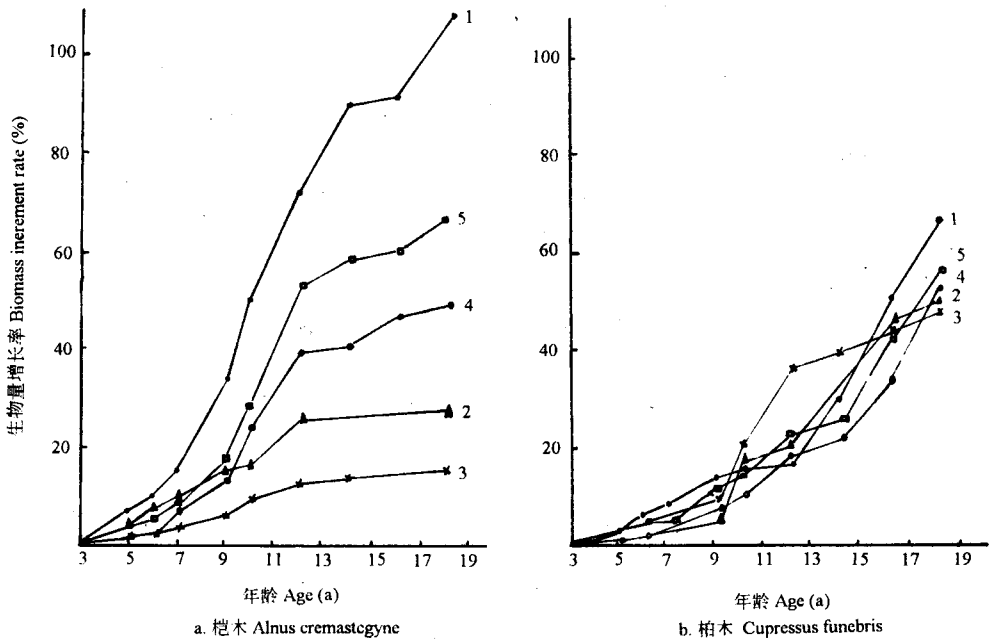


图1 不同年龄阶段桤柏单株各器官干重积累动态

Fig. 1 The dry weight dynamics of alder and cypress at different age

1: 干 trunk 2: 枝 branch 3: 叶 leaf 4: 根 root 5: 总量 total

由图1a 可知, 桤木树干干重增长速度最快, 从第6年开始迅速增长, 14年后减慢; 其次是根, 而枝和叶增长速度较慢。各器官生长速度在第9年后开始明显分化, 14年后均呈减慢趋势。各龄级各器官干重分配总趋势是 $W_{\text{树干}} > W_{\text{枝}} > W_{\text{根}} > W_{\text{叶}}$, 但在不同年龄阶段分配不一致。3年生以前 $W_{\text{总}}$ 的分配状况是 $W_{\text{树干}} > W_{\text{枝}} > W_{\text{叶}} > W_{\text{根}}$, 5~14年生时为 $W_{\text{树干}} > W_{\text{枝}} > W_{\text{根}} > W_{\text{叶}}$, 16年生以后为 $W_{\text{树干}} > W_{\text{根}} > W_{\text{枝}} > W_{\text{叶}}$ 。随年龄增长, 桤木树干和根干重占单株总干重的相对比例有增长的趋势, 说明 $W_{\text{总}}$ 主要积累在起支撑、输导和吸收作用的树干和根中。

柏木各器官干重增长速率无明显分化(图1b), 正处于迅速增长时期, 呈“J”型曲线增长。其中, 叶在生长前期有“超前增长”现象, 即其生长速率明显突出在其它器官之外。但

随着林龄增加,叶增长逐渐减慢。 $W_{总}$ 在各器官分配总趋势是 $W_{树干} > W_{叶} > W_{枝} > W_{根}$, 在不同年龄阶段各器官中的分配也不一致,2龄时 $W_{叶} > W_{树干} > W_{枝} > W_{根}$, 5~12龄时 $W_{树干} > W_{叶} > W_{枝} > W_{根}$, 16年以后 $W_{树干} > W_{叶} > W_{根} > W_{枝}$ 。

从桧木和柏木单株干重的增长动态可以看出各自不同的生长习性,即速生树种桧木干重主要积累在树干和根中,以扩大自身的生存空间来维持个体生长。柏木则是先以光合器官叶为基础,籍以扩大光合面积,为其它器官提供干物质积累。

2.2.2 平均单株净生产量

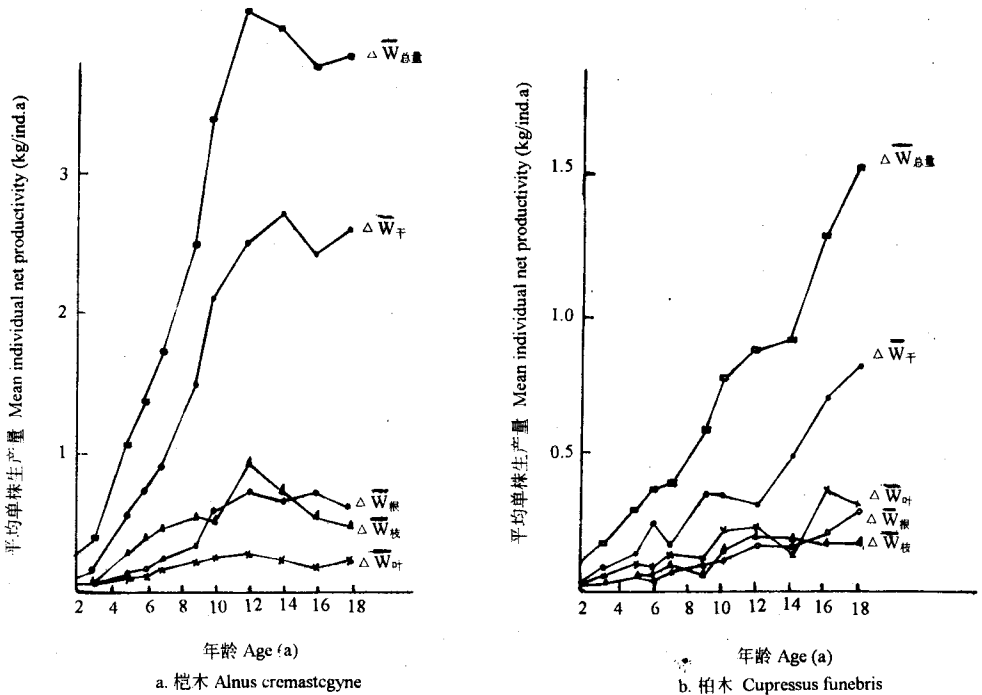


图2 不同年龄阶段桧柏平均单株净生产量动态

Fig. 2 The average individual net productivity dynamics of alder and cypress at different age

• $\Delta W_{树干}$ Trunk ▲ $\Delta W_{枝}$ Branch × $\Delta W_{叶}$ Leaf ◦ $\Delta W_{根}$ Root □ $\Delta W_{总}$ Total

从图2a 可见,随年龄增长桧木的 $\Delta W_{总}$ 、 $\Delta W_{树干}$ 、 $\Delta W_{枝}$ 、 $\Delta W_{叶}$ 、 $\Delta W_{根}$ 都有不同程度增加,但不同器官增长幅度差异极大。 $\Delta W_{树干}$ 从第3年开始迅速增长,是增长最多的器官,到第12~14年间达高峰,随后平缓下降; $\Delta W_{枝}$ 增长起步较早,但增长速率不大,第12年达高峰后显著下降; $\Delta W_{叶}$ 增长曲线比较平缓,也在10~14年间达高峰后下降。这主要是由于该混交林种植密度普遍过大,12年后柏木生长加速(图2b),林分郁闭,桧木中下部枝叶和柏木枝叶挤压碰撞,桧柏间加强了对光资源的竞争,与柏木相比,桧木利用弱光的能力较弱,促使冠层下部叶子凋落和自然整枝。因此,桧木 $\Delta W_{枝}$ 和 $\Delta W_{叶}$ 在达到高峰期后即呈现下降的趋势。其次,近年来桧木叶蚜危害也是桧木林冠净生产量下降的重要因素。林冠层净生产量下降,必然导致干物质积累减少和 $\Delta W_{树干}$ 的降低。 $\Delta W_{根}$ 第6年后迅速增长,第12年达到高峰,随后趋于平缓。由此可见,混交林中桧木生物量逐渐趋于成熟,成熟年

龄在18~20年左右。

柏木各器官的平均净生产量也是随年龄增长而增长,不过与桉木相比要缓慢一些。 $\Delta\bar{W}_{\text{树干}}$ 在第8年后有明显加快的趋势,在2~18年内呈“J”型曲线; $\Delta\bar{W}_{\text{枝}}$ 、 $\Delta\bar{W}_{\text{叶}}$ 、 $\Delta\bar{W}_{\text{根}}$ 增长速率和趋势相似,比 $\Delta\bar{W}_{\text{树干}}$ 增长幅度要小得多(图2b)。

2.2.3 桉柏混交林的林分生物量

表2 不同年龄阶段桉柏混交林林分生物量

Table 2 The stand biomasses of alder and cypress mixed forest at different ages($t \cdot \text{hm}^{-2}$)

年龄 Age(a)	树种 Species	密度 Density (ind./ hm^2)	各部分生物量 Biomass of different organiem					林分生物量 Standbiomass ($t \cdot \text{hm}^{-2}$)	生物量密度 Biomass densit ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)
			树干 Trunk	枝 Branch	叶 Leaf	根 Root	总量 Total		
2	A	6000	1.5234	0.6296	0.9245	0.9125	3.9900	5.90	0.32
	C.	10000	0.7054	0.3300	0.6486	0.2260	1.9100		
3	A.	4900	6.3766	1.7809	1.1164	2.0272	11.300	14.08	0.48
	C.	9000	1.1190	0.4618	0.8372	0.3620	2.7800		
5	A.	4000	8.6318	2.2769	1.2669	2.5044	14.680	19.45	0.48
	C.	8000	1.9214	0.7923	1.4353	0.6210	4.7700		
6	A.	3600	7.9029	2.3669	1.7440	2.8162	14.830	20.04	0.41
	C.	8600	2.1564	0.8529	1.5015	0.6992	5.2100		
7	A.	2400	10.8324	3.1261	2.1578	3.6437	19.760	25.49	0.42
	C.	6500	2.4112	0.9277	1.6078	0.7833	5.7300		
9	A.	2100	14.0458	3.6632	1.9988	4.0022	23.710	31.518	0.38
	C.	6000	3.3207	1.2540	2.1519	1.0814	7.8080		
10	A.	2300	22.7666	5.5040	2.5964	5.7530	36.620	58.41	0.75
	C.	5800	9.5658	3.4319	5.6676	3.1247	21.790		
12	A.	2700	26.4389	5.7063	2.0332	5.5356	39.714	80.46	0.90
	C.	4000	19.7149	5.8843	8.6186	6.5322	40.750		
14	A.	1300	36.3469	7.5638	2.4517	7.1677	53.530	99.35	0.98
	C.	3400	22.4014	6.5431	9.4435	7.4320	45.820		
16	A.	1100	36.7962	7.9695	2.5553	7.7690	55.090	107.03	0.94
	C.	3600	25.7103	7.3080	10.3776	8.5441	51.940		
18	A.	1100	43.6111	9.2961	2.9758	9.0170	64.900	143.59	1.13
	C.	3000	39.6362	10.8435	14.0083	13.2121	78.690		

A: 桉木 *Alnus cremastogyne* C.: 柏木 *Cupressus funebris*

桉柏混交林林分生物量随年龄变化与单株干重随年龄变化的趋势相似,但比单株干重增长的幅度小得多,这主要是因为随着年龄增长,林分密度因自疏或种间竞争而降低引起的。由表2可知,林分生物量由2年生的 $5.9t \cdot \text{hm}^{-2}$ 增长到18年生的 $143.59t \cdot \text{hm}^{-2}$,增长了24.3倍,其中树干增长37.4倍,枝21.0倍,叶11.4倍,根19.5倍,表明林分生物量增长主要是由树干增长所致。

林分生物量组成中,桉木由第3年的80.3%,到第10年下降至62.7%,第18年时仅占

45.2%,而柏木随着年龄增长,生物量所占比例不断增加,这是各自不同的生长节律所决定的。

研究表明,森林单位面积地上空间生物量密度比较一致,一般在 $1\sim 1.5\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 范围之内,平均值为 $1.3\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (户划义次,1979)。桤柏混交林生物量密度随林龄增加而增大,从2年生的 0.32 增加至18年的 $1.13\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$,尽管小于天然森林群落生物量密度平均值,但其增长趋势和平均值($0.66\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)与水杉人工林的平均值($0.71\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)近似(高智慧等,1992),这说明人工林的生物量密度值比较接近。

2.2.4 桤柏混交林林分生物量的结构

生物量的结构指不同器官的生物量之间及它们与林地面积的比值(汪企明等,1990),它能反映出植物生长发育规律和生物学特性。

由表3可知,枝叶指数(BLI)柏木大于桤木,说明柏木枝叶成分较多,随年龄增长 BLI 逐渐下降,表明树干的生物量积累速率大于枝叶。桤木 BLI 随年龄迅速下降后,在14年后趋于稳定,说明树干、枝和叶的生长已趋于稳定;而柏木 BLI 随年龄增长仍继续下降,生长仍处于分化期。

表3 不同年龄桤柏混交林生物量结构(生物量:kg)

Table 3 The biomass structure of alder and cypress mixed forest at different ages(biomass:kg)

项目 Item	树种 Species	不同年龄的生物量结构 Biomass structure of different age										
		2	3	5	6	7	9	10	12	14	16	18
枝叶指数 (BLI)	A.	0.505	0.313	0.291	0.342	0.328	0.287	0.262	0.208	0.216	0.222	0.220
	C.	0.581	0.537	0.537	0.522	0.513	0.506	0.488	0.424	0.416	0.408	0.395
枝叶比 (BLR)	A.	0.381	1.595	1.797	1.357	1.449	1.833	2.120	2.807	3.085	3.119	3.124
	C.	0.509	0.552	0.552	0.568	0.577	0.583	0.606	0.683	0.693	0.704	0.723
冠根比 (CRR)	A.	3.373	4.571	4.862	4.266	4.423	4.924	5.365	6.174	6.468	6.091	6.198
	C.	7.451	6.679	6.681	6.451	6.315	6.220	5.974	5.238	5.165	5.079	4.956
叶面积指数 (LAI)	A.	0.917	1.143	1.297	1.786	2.210	2.047	2.659	2.082	2.511	2.616	3.047
	C.	0.195	0.251	0.431	0.451	0.482	0.646	1.700	2.586	2.833	3.113	4.499

A. 桤木 *Alnus cremastogyne* C. 柏木 *Cupressus funebris*

枝叶比(BLR)桤木大于柏木,说明桤木林冠叶的成分相对较少,而柏木较大。柏木单位重量叶面积 $29.58\text{cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$ 小于桤木 $102.4\text{cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$,依靠增大叶在林冠中的现存量以扩大光合面积。BLR 随年龄增大而增大,其中桤木 BLR 增大趋势更明显。

桤木的冠根比(CRR)随年龄增长有增加的趋势,而柏木则相反。

叶面积指数(LAI)随年龄增大而增大,在柏木中尤为明显,桤木在14年后 LAI 增长幅度开始减小,趋于稳定。

2.2.5 生物量的垂直分布

生物量的垂直分布也称产量结构,指不同条件下各器官生物量变化和空间分布(陶金川等,1990)。随林龄增长,桤木和柏木的枝下高和生物量的“重心”(垂直积累达50%的高度)均逐渐升高。3年生时,桤木和柏木都未开始自然整枝,桤木冠长(从最下一轮枝到树梢部分)占树高的93%,柏木占95%,桤木生物量重心在1.5m,柏木在0.4m。第10年时,桤木冠长占树高69.23%,柏木占71.43%,生物量重心桤木上升到5m,柏木为4m。10龄后桤木自然整枝速度加快,而柏木则相对缓慢。到18龄时桤木冠长占树高的58.98%,柏木占

61.9%，生物量重心桤木稳定在7m左右，表明生物量已趋于成熟，柏木生物量重心位于5m左右。18龄以后柏木自然整枝仍较剧烈，而桤木则相对减慢。

2.3 桤柏混交林的生产力

2.3.1 林分的净生产量

林分的生产力指单位土地面积单位时间内有机物的净生产量(ΔW)，净生产量为一定时间内植物生长量，凋落量和枯损量及被动物昆虫的采食量三者之和(周世强等，1990)。因凋落物被拾走作燃料，动物采食量很少，未作专门测定，故净生产量略低于实际情况。

由表4可见，随林龄增长，桤柏混交林林分净生产量逐渐增加，由第2年的 $3.4123 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 增至18年的 $12.7897 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ，桤木各器官净生产量占总生产量的比例随年龄增长逐渐降低，而柏木则逐渐增加，说明桤木生长已明显减慢，而柏木正处于速生期。18龄时林分净生产量中桤木占55.56%，柏木占44.44%。总体来说，林分净生产量在各器官中的分配为树干占36.16%，枝8.75%，叶37.93%，根9.66%，果7.50%。

表4 不同年龄阶段桤柏混交林林分净生产量

Table 4 The stand net productivity of the alder and cypress mixed forest at different age ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)

年龄 Age(a)	树干 Trunk		枝 Branch		叶 Leave		根 Root		果 Fruit		合计 Total A. + C.
	A.	C.	A.	C.	A.	C.	A.	C.	A.	C.	
2	0.7617 22.32%	0.3527 10.34%	0.3148 9.23%	0.1650 4.84%	0.9245 27.09%	0.3246 9.50%	0.4563 13.37%	0.1113 3.31%			3.4123 100%
3	2.1255 39.09%	0.3730 6.86%	0.5936 10.92%	0.1539 2.83%	1.1164 20.53%	0.2791 5.13%	0.6757 12.43%	0.1207 2.22%			5.4379 100%
5	1.7264 35.21%	0.3843 7.84%	0.4554 9.29%	0.1585 3.23%	1.2669 25.84%	0.2871 5.85%	0.5009 10.21%	0.1242 2.53%			4.9037 100%
6	1.3172 27.48%	0.3594 7.50%	0.3945 8.23%	0.1422 2.97%	1.7440 36.38%	0.2503 5.22%	0.4694 9.79%	0.1165 2.43%			4.7935 100%
7	1.5475 28.18%	0.3445 6.27%	0.4466 8.13%	0.1325 2.41%	2.1578 39.30%	0.2297 4.18%	0.5205 9.48%	0.1119 2.04%			5.4910 100%
9	1.5606 29.40%	0.3690 6.95%	0.4070 7.67%	0.1393 2.62%	1.9988 37.65%	0.2690 5.07%	0.4447 8.38%	0.1202 2.26%			5.3086 100%
10	2.2767 26.97%	0.9566 11.33%	0.5504 6.52%	0.3422 4.07%	2.5964 30.76%	0.7085 8.39%	0.5753 6.82%	0.3225 3.70%	0.1120 1.33%	0.0095 0.11%	8.4411 100%
12	2.2032 23.50%	1.6429 17.53%	0.4755 5.07%	0.4904 5.23%	2.0332 21.69%	1.0773 11.49%	0.4613 4.92%	0.5444 5.81%	0.3761 4.01%	0.0699 0.75%	9.3742 100%
14	2.5962 24.40%	1.6001 15.04%	0.5403 5.08%	0.4674 4.39%	2.4517 23.04%	1.1804 11.10%	0.5120 4.81%	0.5309 4.99%	0.5872 5.52%	0.1726 1.62%	10.6388 100%
16	2.2993 21.62%	1.6069 15.10%	0.4981 4.68%	0.4568 4.29%	2.5553 24.02%	1.2972 12.19%	0.4856 4.56%	0.5340 5.02%	0.6746 6.34%	0.2314 2.17%	10.6392 100%
18	2.4228 18.94%	2.2020 17.22%	0.5165 4.04%	0.6024 4.71%	2.9758 23.27%	1.8748 14.66%	0.5009 3.92%	0.7340 5.74%	0.6894 5.39%	0.2711 2.21%	12.7897 100%

A.: 桤木 *Alnus cremastogyne* C.: 柏木 *Cupressus funebris*

2.3.2 净同化率

净同化率(ΔP)系指单位叶面积的净生产力，可表示光合同化效率的高低(高智慧等，1992)。由图3可见，桤木净同化率高于柏木，桤、柏的净同化率均随年龄增大而降低，其中低龄阶段(2~10年)下降快，10龄以后趋于稳定。

桤木和柏木净同化率曲线变化的原因各不相同。桤木叶净生产量在幼龄期增长较快

(表4),使叶的同化率呈显著降低的趋势;10龄以后叶、树干和枝的净生产量逐渐趋于稳定,生长减慢。因此,林分、地上部分和树干净同化率均趋于稳定。柏木则因为幼龄期叶的“超前增长”导致各部分净同化率迅速下降;10龄以后叶同其它器官生物量同步增长,使各部分净同化率处于暂时的稳定状态。

2.3.3 桉柏混交林生物量和生产力的评定

林分生物量和净生产力是评价林分生产力高低的定量指标。在亚热带不同地区的人工林(表5)中,桉柏混交林的生物量和生产力都高于马尾松林和30年生的柏木纯林,生产力是柏木纯林的3.09倍,是马尾松林的2.54倍。林分生物量与杉木中心产区湖南会同杉木林相近,低于江苏湿地松林,但生产力却高于以上两种林型,分别为它们的1.52倍和1.43倍。生物量和生产力仅低于浙北平原的水杉林。因此,桉柏混交林的生物量和生产力都是较高的,足见桉柏混交林的生态经济效益。

表5 我国亚热带不同类型人工林生物量和生产力

Table 5 The stand biomass and productivity of different types artificial forests in subtropical region of China

林型 Types of forest	桉柏混交林 Alder and cypress mixud foreat	杉木林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> forest	水杉林 <i>Metasequoia glyptostroboides</i> forest	柏木林 <i>Cupressus funebris</i> forest	马尾松林 <i>Pinus nassantians</i> forest	湿地松林 <i>Pinus elliottii</i> foreat
年龄 Age	18	21	18	30	20	22
地点 Location	四川盐亭 Yanting, Sichuan	湖南会同 Huitong, Hunan.	浙北平原 North Zhejiang Plain.	四川梓潼 Zitong, Sichuan	湖南会同 Huitong, Human	江苏 Jiangsu
干 枝 叶	Trunk 83. 2473 Branch 20. 1396 Leaf 17. 9741	109. 17 8. 79 9. 25	110. 73 26. 88 7. 89	56. 016 20. 015 20. 533	62. 43 12. 45 8. 68	123. 37 30. 31 12. 33
物 地上部份 Aboveg- round	121. 3609 ¹⁾	127. 38	145. 50	91. 136 ²⁾	83. 56	166. 01
量 根 合计	Root 22. 2291 Total 143. 5900	23. 46 160. 85	35. 56 181. 06	26. 866 124. 016	17. 06 100. 62	31. 09 197. 10
生产 力 Productivity	12. 7897	8. 44	17. 51	4. 14	5. 03	8. 95
资料来源 Resource of literature	本文 This paper	冯宗炜(1985) Z. W. Feng (1985)	高智慧等(1992) Z. H. Gao et al(1992)	杨韧等(1987) R. Yang et al(1987)	冯宗炜(1982) Z. W. Feng (1982)	汪企明等 (1990) Q. M. Wang (1990)

1)包括桉木果和柏木果重。
2)包抱柏木果重。

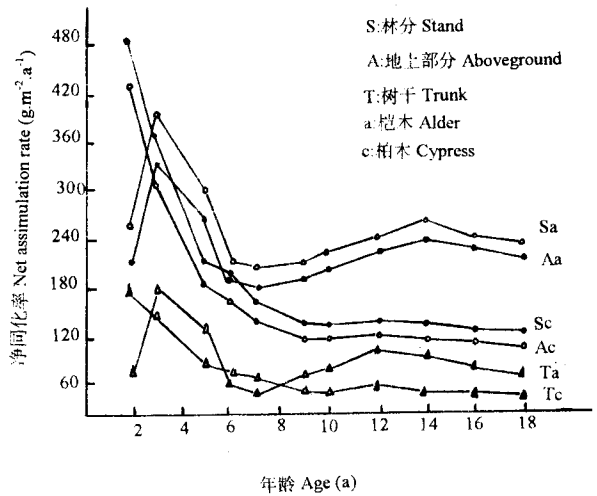


图3 不同年龄桉柏的净同化率
Fig. 3 The net assimilation rate of alder and cypress at different age

3 结论与建议

在桉柏混交林18年的生长进程中,生物量主要积累到树干,其次是根,其生物量占总量的比例随年龄增大而增加;枝和叶积累量较小。柏木叶生物量增长在幼龄期有“超前增长”现象,随年龄增长,各器官增长速度无显著分化,呈同步增长趋势。桉木平均单株净生产量在12~14年达高峰,随后逐渐下降,18~20年左右趋于成熟;柏木单株平均净生产量上升缓慢,8龄以后有加快趋势,呈“J”型曲线。

桉柏混交林在10龄以后开始出现明显的自然整枝,桉木16龄左右枝叶指数趋于稳定,树干、枝和叶的分化趋于定型,柏木仍处于较强的分化期。桉木生物量在14~18年左右趋于稳定,柏木仍处于上升过程中。

在亚热带人工林中,桉柏混交林的生物量和净生产量都是相对较高的林型,从此角度来看,桉柏混交林是一种较好的混交林型。引进固氮树种桉木和乡土树种柏木混交,使柏木提前进入速生期,促进了柏木的生长,提高了林分的生产力,可见桉柏混交有其科学性和合理的一面。但随着林龄增大,林分开始郁闭,桉木作为先锋树种的地位开始转化为伴生树种,桉柏树冠之间发生摩擦、挤压,围绕光资源的争夺从互利转为竞争,桉木自然整枝加剧,枝叶占总生物量的比例减少,柏木也因获光资源不足而勾头形成许多小径材。地下部分也因为柏木根系的趋肥性趋近桉木方向生长,根系连生,两树种针对水分和养分的竞争激化,采取合适和必要的经营管理措施十分迫切。鉴于12~14龄以后桉木生长减慢,作为先锋树种和伴生树种的作用即将完成,对12龄以后的桉木和小径级柏木应适当择伐。20龄以后,桉木已经成熟,达到主伐年龄,应采取皆伐,并同时伐掉柏木弱株和小径材,以定向培育目的树种柏木。

参考文献

- 马明东、江洪、杨俊义,1989:四川盆地西缘楠木人工林林分生物量的研究,四川林业科技,10(3)6~14。
- 邓廷秀、刘国凡,1987:桉柏混交林的初步研究,植物生态学与地植物学学报,11(1)59~67。
- 冯宗炜、陈楚莹、张家武等,1982:湖南会同县两个群落的生物生产力,植物生态学与地植物学丛刊,6(4)257~267。
- 冯宗炜、陈楚莹、王开平等,1985:亚热带杉木纯林生态系统中营养元素的积累、分配和循环的研究,植物生态学与地植物学丛刊,9(4)245~256。
- 刘国凡、邓廷秀,1985:土壤条件与桉木结瘤固氮的关系,土壤学报,22(3)251~257。
- 邱进贤、柳春生、周继君,1981:四川盆地柏木、桉木混交林生态效益的研究,四川林业科技,2(2)1~6。
- 汪企明、石有光,1990:江苏湿地松人工林生物量的初步研究,植物生态学与地植物学学报,14(1)1~12。
- 杨韧、邓朝经、覃模昌等,1989:川中丘陵区柏木人工林生物量的测定,四川林业科技,10(1)21~28。
- 杨韧、邓朝经、覃模昌等,1991:川中丘陵区柏木人工林适应立地条件的初步研究,四川林业科技,12(2)50~53。
- 周世强、黄金燕,1991:四川红杉人工林林分生物量和生产力研究,植物生态学与地植物学学报,15(1)9~16。
- 高智慧、蒋国洪、邢爱金,1992:浙北平原水杉人工林生物量的研究,植物生态学与地植物学学报,16(1)64~71。
- 木村允著,(姜恕等译)1981:陆地植物群落的生产量测定法,科学出版社。
- 户划义次主编(薛德榕译),1979:作物的光合作用与物质生产,科学出版社,278~279。
- Mons, M. 1974:植物群落的数学模型,植物生态学译丛(第一集),科学出版社,123~144。

A STUDY ON THE BIOMASS OF ALDER AND CYPRESS ARTIFICIAL MIXED FOREST IN SICHUAN

Shi Pei-li

(*Chengdu Institute of Biology, The Chinese Academy of Sciences,
Chengdu 610041*)

Zhong Zhang-cheng Li Xu-guang

(*Department of Biology, Southwest China Teachers University,
Chongqing 630715*)

Abstract

A systematic study on dynamics of individual dry weight increment, net mean productivity, stand biomass and primary productivity of alder and cypress artificial mixed forest has been carried out in Yanting county, Sichuan province. The study on the biomass of stands at different ages shows that the biomass accumulation of different organisms at stand age and the proportion of trunk increased while those of leaf, branch and root system weight decreased. The average net productivity of alder tree increased from 2 and 12 years old and reached the peak in the period between the 12th to 14th year and then decreased gradually after the 16th year. The same tendency was presented in the alder biomass structure and in its vertical distribution. These indicate that the quantitative maturity of alder occurred as it was 18 years old in the mixed forests. The accumulation of cypress leaf showed a so-called "advanced phenomenon". The net primary productivity of the cypress trees fitted "J" type of curve. The biomass structure and its vertical distribution were still in the state of dramatic differentiation in the duration between the 2nd and 18th year of plant growth. Among a few types of subtropical artificial forests, the biomass and net primary productivity of the alder and cypress mixed forest is the relatively high. Therefore, this kind of artificial forest may have integrated ecological and economic benefits.

Key words *Alnus cremastogyne*, *Cupressus funebris*, Biomass dynamics