

327-334

14673(8)

昆明北郊水源保护区圣诞树人工林分 生物量及生产力的研究*

刘文耀

(中国科学院昆明生态研究所, 昆明 650223)

Q949.751.9

A 摘要 昆明北郊松华坝水源保护区 10 年生圣诞树人工林分生物量为 137.926 t/hm², 净生产量为 24.128 t/hm²·a, 其中乔木层生物量为 130.418 t/hm², 净生产量为 19.369 t/hm²·a. 下木和草本植物生物量和净生产量分别为 0.935 t/hm² 和 0.609 t/hm²·a, 枯枝落叶层现存量和林分凋落物量分别为 6.573 t/hm² 和 4.150 t/hm²·a. 在林分产量结构方面, 10 m 以下树干生物量占其总量的 98.37%, 4~12 m 之间枝、叶生物量分别占整个枝、叶生物量的 85.51% 和 94.90%. 地下根系在离地面 20 cm 深土层内的生物量占总根量的 73.04%. 目前, 该类林分群落结构不合理, 整体效应较差, 保持水土作用未能充分发挥出来. 应及时进行间伐, 调整群落产量结构; 注重对林下地被植物及枯枝落叶层的保护, 以提高其综合效益.

关键词 圣诞树; 人工林; 生物量; 生产力; 综合效益

豆科

STUDIES IN BIOMASS AND PRODUCTIVITY OF ACACIA DEALBATA PLANTATION IN THE PROTECTED DISTRICT OF WATER SOURCES IN NORTH KUNMING

Liu Wenyao

(Kunming Institute of Ecology, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223)

Abstract In this paper, the biomass and productivity of 10 year old *Acacia dealbata* plantation at an altitude of 1960 m in the protected district of water sources at Songhuaba in north Kunming are studied. The results show that the estimated biomass of *A. dealbata* plantation is 137.926 t/hm², the productivity is 24.128 t/hm²·a. The total biomass of tree layer is 130.418 t/hm² in which the percentage of trunks, branches, leaves and roots are 98.37%, 16.60%, 9.17% and 19.32% respectively, and the productivity is 19.369 t/hm²·a. The biomass and productivity of undergrowth and herb layer are 0.935 t/hm² and 0.609 t/hm²·a respectively. The standing crop of litter and annual litter-fall are 6.573 t/hm² and 4.150 t/hm²·a respectively. Regarding the production structure, the biomass of trunks under the height of 10 m account to 98.37% of the total, the biomass of branches and leaves between 4 m and 12 m account to 85.1% and 94.90% of the total respectively, and the biomass of roots below the ground level of 20 cm account to 73.1%.

The present stage structure of the community is irrational, and the effect of soil and water conservation of the plantation is not fully displayed according to the analysis of distribution structure of the biomass in the community. Finally, the author suggests that timely tending felling in the plantation should be conducted, and also attention should be paid to protection of cover plants and litter

* 云南省应用基础研究基金资助项目

so as to regulate the structure of production and improve the integrate effect of the community.

Key words *Acacia dealbata*; plantation; biomass; productivity; comprehensive effects

圣诞树 (*Acacia dealbata* Link.), 豆科金合欢属常绿乔木。原产澳大利亚, 50 年代初被引种到昆明, 至今已遍及云南省昆明、大理、丽江等地州市; 我国四川、贵州、广西、浙江等地也有栽培。由于圣诞树的天然更新、根蘖繁殖和伐桩萌发能力均很强; 加之具有生长快, 根系发达, 具根瘤, 适应性广和多用途等特点^(1,2), 因而不仅可视为荒山造林的先锋树种, 也可当作土壤改良, 水土保持和薪炭利用的优良树种。过去, 有关该树种的生物生态学特性, 育苗造林技术等方面已作了较多的研究, 但对于其人工林的生物生产力方面的研究尚未见到报道。据此, 笔者于 1993 年 11 ~ 12 月间对昆明北郊松华坝水源保护区圣诞树人工林的生物量和生产力进行了调查和研究, 现将结果整理报道如下。

1 调查区自然概况

松华坝水源保护区位于昆明市北郊, 25° 09' N, 102° 47' E, 海拔 1960 m 左右, 属于中亚热带半湿润气候带。年平均气温 13.8℃, 最冷月 (1 月) 平均气温 6.4℃, 最热月 (7 月) 平均气温 19.4℃, >10℃ 的积温 4059℃, 无霜期 290 ~ 300 d; 年平均降雨量 1030 mm, 年平均相对湿度 75%。由于人们在生产活动中不注意保护森林, 造成本区森林植被的严重破坏, 覆盖率明显降低, 水土流失加剧, 山地生态环境日趋恶化。从 70 年代起, 有关部门进行了封山育林和较大面积的植树造林, 并建立了水源保护区, 取得了显著的成效。本区圣诞树林就是 80 年代前期营造起来的一类较成功的人工林。

调查标准地设在水管至新村一带, 据 20 m × 20 m 标准地调查, 该区圣诞树人工林初植密度为 2500 株/hm², 现存密度 2200 株/hm², 林龄为 10 a (1984 年人工定植), 林相整齐, 林分平均高 10.07 m, 平均胸径 10.18 cm, 郁闭度 0.9 左右。林下植物种类贫乏且数量极少, 主要是一些由根蘖繁殖起来的圣诞树幼苗或幼树, 平均密度为 550 株/hm², 平均高约 1 m; 草本植物多分布于林缘附近, 林内盖度少于 5%, 种类以刺芒野枯草 (*Arundinella bengalensis*), 四脉金茅 (*Eulalia guadrinervis*), 知风草 (*Eragrostis ferruginea*) 等为主。地表枯枝落叶层厚度 2 ~ 3 cm, 土壤为山地红壤, 全剖面呈酸性反应, pH 平均为 5.70, 块状结构, 表土层石砾含量较多, 土壤中主要营养元素含量见表 1。

2 研究方法

乔木层采用收割法, 即按标准木方法估测群落乔木层的生物量⁽³⁾。根据标准地每木调查结果得到的林分平均胸径和平均高, 结合树木分枝特点, 选定标准木 5 株, 同时选择大于标准木和小于标准木的各 2 株, 共计 9 株进行整株收获。样木伐倒后, 以 1 m 作为区分段称取其中的树干重并截取圆盘, 并分层分别称其中的当年生和多年生枝、叶重量。地下根系分层次挖出, 按根颈、粗根 ($\Phi > 2.0$ cm), 中根 ($1 < \Phi < 2.0$ cm) 和细根 ($\Phi < 1.0$ cm) 分别收集称重。对于乔木层各器官现阶段年净生产量采用不同的方法进行计算: 树干生长量用树干解析法; 树枝生长量包括当年生枝量和老枝增粗生长量, 老枝生长量用老枝生物量被平均枝龄相除而得; 叶片生长量除了当年生叶量外, 还包括老叶的增重量, 它是通过老叶与当年生叶的重量关系求算而得; 根系生长量用根系生物量被林分年龄相除而得。

下木和草本植物生物量采用样方收获法测定。对 5 个 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 样方内植物按种类分别测定茎、枝、叶和根生物量。下木层生长量按各器官生物量被平均年龄所除之商而得; 草本植物为一年生, 其生长量等于生物量。此外, 随机设置 10 个 $0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m}$ 小样方, 测定林地枯枝落叶层现存量。

以上各层各器官或各部分均取样品, 在 80°C 烘箱中烘干至恒重, 求出含水率, 并推算各部分干重。

叶面积测定是按不同方位和不同层次在标准木上采集一定数量的鲜叶, 用“标准座标纸镶嵌法”测定叶面积, 然后根据叶面积与叶重的关系, 求出单位土地面积上的叶面积。

表 1 圣诞树人工林地土壤主要营养元素的含量

Table 1 Content of nutrient elements of the soil in *A. dealbata* plantation

深度 Depth (cm)	Total N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
0~20	0.177	0.143	0.286	0.373	0.166
20~40	0.060	0.134	0.201	0.336	0.008
40~60	0.016	0.150	0.204	0.377	0.097
60~80	0.014	0.184	0.136	0.428	0.063

表 2 圣诞树植株各器官的生物量与 D 和 D²H 的回归方程

Table 2 Regression equation between biomass of different organs and D, D²H of *A. dealbata*

回归方程 Equation	器官 Organ	系数 Coefficient		相关系数 Correlation coefficient	剩余回归标准差 Surplus of standard deviation
		a	b		
W=aD ^b	树干 Trunk	0.183 5	2.174 4	0.987 7	0.069 3
	树枝 Branch	0.006 4	3.003 2	0.967 5	0.158 2
	树叶 Leaf	0.010 4	2.569 0	0.978 5	0.109 1
	树根 Root	0.018 2	2.669 7	0.963 7	0.149 1
	总量 Total	0.187 5	2.405 6	0.981 9	0.093 5
W=a(D ² H) ^b	树干 Trunk	0.163 7	0.739 6	0.988 0	0.068 6
	树枝 Branch	0.005 4	1.022 8	0.969 2	0.154 2
	树叶 Leaf	0.009 1	0.873 7	0.978 7	0.108 6
	树根 Root	0.015 9	2.907 7	0.963 7	0.149 1
	总量 Total	0.163 4	0.818 3	0.982 4	0.092 3

3 结果与分析

3.1 圣诞树各器官生物量估测回归的建立

利用 9 株样木的胸径、树高和各器官生物量资料, 根据相对生长式 $W=aD^b$ 和 $W=a(D^2H)^b$ (3), 建立圣诞树各器官的生物量 (W: kg) 与胸径 (D: cm) 和树高 (H: m) 的回归方程 (表 2)。由表 2 可知, 两式相关系数均很高, 最低的为 0.96, 多数都在 0.98 以上, 有良好的可信度, 均可用来计算乔木层的生物量。但在实际应用过程中, 由于树高 (H) 的测定比较困难, 误差也较大, 因此, 以胸径 (D) 为自变量的回归方程 $W=aD^b$, 其实用性更强些。

3.2 圣诞树人工林分生物量及其分配

根据测算结果, 昆明北郊水源保护区 10 年生圣诞树人工林分总生物量为 137.962

t/hm², 其中乔木层占 94.56%, 下木层占 0.47%, 草本层占 0.21%, 枯枝落叶层占 4.76% (表 3)。有关各层生物量的分布情况和林分的产量结构特征分述如下:

3. 2. 1 圣诞树人工林乔木层生物量

圣诞树人工林乔木层的生物量为 130.418 t/hm² (表 4), 其中以树干生物量最高, 占乔木层总生物量的 54.91%, 树枝居次, 占 16.6%, 树叶和花枝仅分别占 8.56% 和 0.61%。在地下根系生物量中, 根颈和粗根相差不大, 分别为 10.734 t/hm² 和 11.019 t/hm², 两者占总根量的 86.31%; 中根和细根量较小, 分别为 3.246 t/hm² 和 0.204 t/hm², 仅分别占总根量的 12.88% 和 0.81%。

3. 2. 2 圣诞树林下植物生物量和枯枝落叶层现存量

因本区圣诞树人工林的种植密度较大, 林冠郁闭度高, 故林下植物种类贫乏, 数量少, 生长状况也普遍较差。下木层植物主要是一些 2 年生左右, 树高约 1 m 的圣诞树幼苗或幼树, 据测算结果 (表 5), 该林下木本植物的生物量为 0.652 t/hm²; 而草本植物生物量仅为 0.283 t/hm²。地表枯枝落叶

层的现存量为 6.575 t/hm², 其中未分解和半分解两种成份分别占 47.44% 和 52.56%。由于当地群众每年冬季常到林内刮取枯落物作垫厩物, 造成地表枯枝落叶层保存量较少, 故推算出的林分生物量比实际的有所偏低。

3. 2. 3 圣诞树人工林分的产量结构

林分的产量结构是指处于不同条件下林木各器官生物量的变化和垂直分布; 在同一林分中, 由于林木的自然稀疏, 形成不同生长级的林木⁽⁴⁾。在该类圣诞树林中, 单位土地面积 (hm²) 上优势木 (12.0 ~ 16.0 cm 径级), 平均木 (8.1 ~ 12.0 cm 径级) 和被压木 (4.1 ~ 8.0 cm 径级) 三类立木的株数分别占立木总株数的 13.64%, 59.09% 和 27.27%, 而它们各自的生物量却分别占林木总生物量的 32.90%, 58.88% 和 8.22% (表 6), 显然, 各类生长级林木之间生物量的差异是较大的。从表 6 还可看出, 不同生长级林木各器官生物量的分配比例有明显的差异, 被压木的树干生物量比例最高, 叶片生物量的比例最低; 根系是优势木

表 3 圣诞树人工林分生物量
Table 3 Biomass of *A. dealbata* plantation (t/hm²)

项目 Item	乔木层 Tree	下木层 Undergrowth	草本层 Herb	枯枝落叶层 Litter	合计 Total
生物量 Biomass	130.418	0.652	0.283	6.573	137.926
%	94.56	0.47	0.21	4.76	100

表 4 圣诞树人工林乔木层生物量
Table 4 Biomass of *A. dealbata* plantation (t/hm²)

项目 Item	树干 Trunks	树枝 Branches	树叶 Leaves	花枝 ¹⁾ Flowers	根系 Roots	合计 Total
生物量 Biomass	71.610	21.648	11.165	0.792	25.203	130.418
%	54.91	16.60	8.56	0.61	19.32	100

1) 1993 年 12 月上旬测定时, 正是昆明地区圣诞树开花季节, 故把生物量列出
Measurement in the first ten days of December, 1993 when plants of *A. dealbata* are in blossom, so the biomass of flower are included in the list.

表 5 圣诞树人工林下植物生长量和枯枝落叶现存量
Table 5 Biomass of understory layer and standing crop of litter in *A. dealbata* plantation (t/hm²)

层次 Layers	茎、枝、叶 Stem, branches and Leaves	根系 Roots	合计 Total	未分解物 Litter	半分解物 Duff	枯枝落叶合计 Total
下木 Undergrowth	0.424	0.229	0.652	3.118	3.455	6.753
草本 Herbs	0.151	0.132	0.283			

的比例较高, 平均木居中; 优势木和平均木的枝、叶生物量比例接近且较高, 被压木比例较低。这与一些研究结果相似^(5,6)。

表 6 圣诞树人工林不同径级木的器官生物量

Table 6 Organ biomass of different diameter classes of *A. dealbata* plantation

径级 Diameter- classes (cm)	单株平均 干重 Mean dry weight (kg)	密度 Density (n/hm ²)	生 物 量 (t/tm ²)					合 计 Total
			树 干 Trunks	树 枝 Branches	树 叶 Leaves	花 枝 Flowers	根 系 Roots	
4.1~8.0	17.868	600	7.026	1.085	0.822	0.152	1.636	10.721
8.1~12.0	59.065	1300	42.315	12.779	6.572	0.468	14.651	76.785
12.1~16.0	143.040	300	22.269	7.784	3.771	0.172	8.916	42.912
合计 Total		2200	71.610	21.648	11.165	0.792	25.203	130.418

该林分乔木层地上及地下部分生物量的垂直分布情况见表 7、8。从表 7 可知, 随着树高的增加, 树干生物量逐渐减少, 在 10 m 以下树干的生物量占其总生物量的 98.37%, 10 m 以上只占 1.63%。树枝和树叶生物量在 10 m 以下随着树高的增高而增加, 而在 10 m 以上则随着树高的增高而减少。就不同年龄的枝、叶生物量分布特点而言, 当年生枝、叶多分布于林分的中上层, 多年生枝、叶主要分布于中层。总的来看,

表 7 圣诞树人工林地上部分生物量及叶面积指数的垂直分布

Table 7 Vertical distribution of overground biomass and leaf area index of *A. dealbata* plantation (t/hm²)

树高 Height (m)	树 干 Trunks	树 枝 Branches	树 叶 Leaves	花 枝 Flowers	合 计 Total	叶面积指数 L. a. index
0~2	27.757	0.482	0.030	0	28.269	0.021
2~4	19.717	2.486	0.306	0.003	22.512	0.212
4~6	13.843	4.446	1.036	0.065	19.390	0.717
6~8	7.031	6.954	3.337	0.130	17.452	2.309
8~10	2.098	5.476	3.820	0.270	11.664	2.643
10~12	0.851	1.636	2.403	0.281	0.171	1.663
12~14	0.281	0.145	0.198	0.033	0.657	0.137
>14	0.032	0.023	0.035	0.010	0.100	0.024
合计 Total	71.610	21.648	11.165	0.792	105.215	7.726

表 8 圣诞树人工林地下部分生物量的垂直分布

Table 8 Vertical distribution of underground biomass of *A. dealbata* plantation (t/hm²)

深度 Depth (cm)	根 颈 Stump	粗 根 Thick roots	中 根 Middle roots	细 根 Fine roots	合 计 Total
0~20	8.034	8.323	1.975	0.077	18.409
20~40	2.376	2.026	0.957	0.072	5.431
40~60	0.318	0.567	0.248	0.033	1.166
>60	0.006	0.103	0.066	0.022	0.197
合计 Total	10.734	11.019	3.246	0.204	25.203

4~12 m 之间枝、叶生物量分别占整个枝、叶生物量的 85.51% 和 94.90%。林分叶面积指数的垂直空间分布特点与叶量分布情况基本一致, 也是以林分的中上层为较高。此外, 见枝主要分布在林分的 6~12 m 高度范围内, 其生物量占整个花枝量的 85.99%。

圣诞树为浅根性树种, 侧根发达, 其根系生物量分布特点与地上部分不同。从表 8 可

知, 在离地面 20 cm 深以内的土层中, 根的生物量占全部根量的 73.04%, 而大于 60 cm 深处的根量仅占全部根量的 0.78%, 20 ~ 40 cm 和 40 ~ 60 cm 两层根量分别占 21.55% 和 4.63%。根颈和不同大小的根系生物量的排序为粗根 > 根颈 > 中根 > 细根, 这与一些浅根树种根系分布的特点基本一致⁽⁶⁾。

3.3 圣诞树人工林分的生产力

林分生产力是指单位土地面积上, 单位时间内有机物的净生产量。在各层次净生产量的计算中, 灌木和草本层一般都采用其生物量的年平均值, 即年平均净生产量。而在乔木层中既有用年平均净生产量的; 也有的根据各器官生物量和实际生长年龄分阶段计算的年间净生产量, 后者计算较前者复杂, 但其结果较为精确。为了便于同其它的研究相比较, 本文对圣诞树林乔木层的年平均净生产量与最近一年间(1993 年)净生产量作了计算与比较, 结果见表 9。

表 9 圣诞树乔木层净生产量

Table 9 Net-production of tree alayer of *A. dealbata* ($t/hm^2 \cdot a$)

项 目 Items	树 干 Trunks	树 枝 Branches	树 叶 Leaves	花 枝 Flowers	根 系 Roots	合 计 Total
年平均净生产量 Annual mean net-production	7.161	2.165	1.117	0.079	2.520	13.042
%	54.91	16.60	8.56	0.61	19.32	100
1993 年(第 10 年 间)净生产量 Net-production in 1993	7.981	3.284	4.792	0.792	2.520	19.369
%	41.21	16.95	24.74	4.09	13.01	100

表 10 圣诞树人工林分平均净生产量

Table 10 Mean net-production fo *A. dealbata* plantation ($t/hm^2 \cdot a$)

项 目 Items	乔木层 Tree	下木层 Undergrowth	草本层 Herb	凋落物 Litter-fall	合 计 Total
净生产量 Net-production	19.369	.326	0.283	4.150	24.128
%	80.28	1.35	1.17	17.20	100

从表中可知, 该类人工林乔木层最近一年间(1993 年)的净生产量高于其年平均净生产量, 二者相差 $6.327 t/hm^2 \cdot a$, 其中在叶、枝净生产量上的差异最为明显, 这主要是由于林木叶片的寿命较短, 平均为 1 ~ 3 a, 枝条的平均年龄也小于林分年龄, 因此, 以乔木层总生物量被林龄相除而得的年平均净生产量要小于其最近一年间的净生产量, 而且这种差异程度在一定范围内随着林龄的增加而有所增加。此外, 乔木层各器官净生产量的分配比例也有较大的差异, 以最近一年间(1993 年)的净生产量为例, 其比例大小为: 树干 (41.21) > 树叶 (24.74%) > 树枝 (16.95%) > 根系 (13.01%) > 花枝 (4.09%)。

根据测算结果, 本区圣诞树人工林分总净生产量为 $24.128 t/hm^2 \cdot a$ (表 10), 其中乔木层占的比重最大, 为林分总净生产量的 80.28%, 凋落物占 17.20%, 下木层和草本层仅分别占 1.35% 和 1.17%。

3.4 本区圣诞树人工林分生物量、生产力和群落综合效益的评价

林分生物量和净生产量是衡量一个森林生态系统生产力高低的定量指标。由表 11 可知, 本区圣诞树人工林分乔木层生物量除低于海南琼海的细叶桉林和湖南会同杉木林外, 均比其他几类人工林要高。由于林木生物量高低受林龄、组成结构和环境条件等因素影响而变动较大, 故还需因其净生产量大小作进一步的比较。为了便于比较, 这里统一用乔木层年平均净生产量来评价各类型人工林生产力的。本区 10 年生圣诞树人工林的年平均净生产

量比同一分布地区的云南松林^[7]高 4.5 倍; 比湖南会同杉木林^[8]高 0.7 倍; 与同科同属的广东鹤山在叶相思人工林^[9]接近, 比海南琼海的细叶桉林^[10]和广东鹤山的马占相思人工林^[9]稍低一些, 从而反映出昆明北郊水源保护区圣诞树人工林的生产力是比较高的。

表 11 不同类型森林乔木层的生物量和生产力

Table 11 Tree biomass and productivity of different forest types

森林类型 Forest type	林龄 Age	生物量 Biomass (t/hm ²)					年平均净生产量 Annual mean net-production (t/hm ² ·a)
		树干 Trunks	树枝 Branches	树叶 Leaves	根系 Roots	合计 Total	
云南松林(云南易门) Pinus Yunnanensis forest (Yimen Yunnan)	11	11.13	5.21	5.90	3.59	25.83	2.35
杉木人工林(湖南会同) Cunninghamia lanceolata plantation (Huitong Hunan)	20	109.17	8.97	9.25	23.25	151.64	7.58
大叶相思人工林(广东鹤山) Acacia auriculaeformis plantation (Heshan Guangdong)	7	53.14	15.74	16.56	11.45	96.89	13.84
马占相思人工林(广东鹤山) A.mangium plantation (Heshan Guangdong)	7	50.50	16.11	21.55	36.06	124.22	17.75
细叶桉人工林(海南琼海) Eucalyptus tereticornis plantation (Qionghai Hainan)	8	157.19	14.40	11.93		183.52	22.94
圣诞树人工林(昆明北郊) A.dealbata plantation (North Kunming)	10	71.61	21.65	11.96 ¹⁾	25.20	130.42	13.04

这里树叶生物量包括树叶和花枝生物量 Leaf biomass include leaf and flower biomass

从本区的实际出发, 圣诞树林是以绿化荒山、保持水土、涵养水源等为主要目的而营造的, 要求它具有较好的固土保水, 防止土壤侵蚀方面的作用, 所以环境生态效益是主要的。根据许多相关的研究表明^[11, 12], 森林良好的水土效益不权占森林的层次结构等有关, 而且更重要的是与林内地被物覆盖程度和枯枝落叶层保存状况有直接的关系。从前面的测定结果表明, 本区圣诞树人工林乔木层的生物量及生产力是比较高的, 但园林冠郁闭拥挤, 当年生叶和枝条多分布于林分中上层, 林内光线不足影响到下木和草本植物的生长, 种类组成极简单, 单位土地面积上产量也受到极大的影响, 下木和草本植物的生物量仅占林分总生物量的 0.68%; 加之地表枯枝落叶层因常受人为干扰而保存量较低。从而严重地阻碍了群落的整体效应, 其保持水土、涵养水原的作用未充分发挥出来。据近期初步观测结果表明, 在相同降雨条件下, 该圣诞树人工林的地表水土流失量要高于相似地形条件下的密生灌草坡。鉴于以上的分析, 作者认为现阶段该类人工林群落结构不合理, 这无疑会对森林的水分和养分循环, 森林的稳定性以及森林生态功能的发挥等方面产生无益的影响。

4 结论与建议

4.1 本区 10 年生圣诞树人工林区乔木层各器官生物量, 通过应用相对生长式回归方程能够

得到较高精度的估测值。该林分乔木层的生物量为 130.418 t/hm^2 , 年平均净生产量为 $13.042 \text{ t/hm}^2 \cdot \text{a}$, 最近一年间(1993年或第10年生)的净生产量为 $19.369 \text{ t/hm}^2 \cdot \text{a}$; 下木和草本植物生物量分别为 0.935 t/hm^2 , 净生产量为 $0.609 \text{ t/hm}^2 \cdot \text{a}$; 枯枝落叶现存量为 6.573 t/hm^2 , 林区凋落量为 $4.150 \text{ t/hm}^2 \cdot \text{a}$ 。

4.2 经分析比较, 本区圣诞树人工林具有较高的生产力, 但现阶段其群落结构不合理, 乔木层林木密度过大, 灌、草层植物稀少, 层盖度低; 地表枯枝落叶现存量少, 从而使得其结构的整体效益差, 保持水土、涵养水源的作用也未能充分发挥出来。

4.3 就水源保护区人工林的营造而言, 不仅要选择速生丰产的树种, 而且也要注意合理的密度和群落结构, 形成多层多种的高效人工群落, 发挥出良好的水土保持效益。从圣诞树的生物学特性来看, 在适宜的条件下, 它具有很强的根蘖和伐桩萌发能力。因此, 作者认为应及时对该圣诞树林进行间伐, 调整群落产量结构, 提高群落结构的整体效应; 同时也注重对林下灌木、草本植物和枯枝落叶层的保护。这样, 森林的经济效益和生态效益都会得到提高, 从而也才能保证预期目标的实现。

致谢: 本项工作得到昆明市滇池保护委员会松华坝水源保护处的协助。刘玉洪、李安、赵永昌等同志参加了部分野外工作。

参 考 文 献

- 1 云南省林业科学研究所编著. 云南主要树种造林技术. 昆明: 云南人民出版社, 1985: 475 ~ 478.
- 2 西南林学院, 云南省林业厅编著. 云南林木图志. 昆明: 云南科技出版社, 1991: 321.
- 3 木村 允(姜恕等译). 陆地植物群落生产量测定法. 北京: 科学出版社, 1990.
- 4 T W Daniel et al (赵克绳等译). 森林经营原理. 北京: 中国林业出版社, 1987: 54 ~ 56.
- 5 江 洪. 紫果云杉天然中龄林分生物量和生产力的研究. 植物生态学与地植物学学报, 1986, 10(2): 146 ~ 152.
- 6 周世强, 黄金燕. 四川红杉人工林生物量和生产力的研究. 植物生态学与地植物学学报, 1991 15(1): 9 ~ 16.
- 7 党承林, 吴兆录. 云南松林的生物量研究. 云南植物研究, 1991, 13(1): 59 ~ 64.
- 8 冯宗炜等. 湖南会同县两个森林群落的生物生产力. 植物生态学与地植物学丛刊, 1982, 6(2): 257 ~ 267.
- 9 彭少麟等. 鹤山亚热带丘陵人工林群落分析. 植物生态学与地植物学学报, 1992, 16(1): 1 ~ 10.
- 10 翁启杰等. 短轮伐期细叶桉人工林的生长研究. 林业科技通讯, 1993, (9): 1 ~ 3.
- 11 刘文耀等. 滇中不同群落结构云南松林的水文作用. 北京林业大学学报, 1992, 14(2): 38 ~ 45.
- 12 温远光, 黄承标. 里骆森林涵养水源功能的初步分析. 林业科技通讯, 1988, (5): 19 ~ 22.