

西双版纳热带次生植被不同抚育方式下的群落学分析*

唐建维** 张建侯 宋启示 冯志立 (中国科学院西双版纳热带植物园, 勐腊 666303)

摘要 对西双版纳勐仑地区的热带雨林刀耕火种撩荒后在不同抚育方式下恢复起来的次生植被进行了群落数量特征、种群年龄结构及立木材积与蓄积量的比较分析,并探讨了热带次生植被的抚育管理方式及途径。结果表明,在900m²的固定样地上,天然更新的次生群落计有维管束植物73种,分属于36科59属,其科、属、种组成比经人工抚育的次生群落分别高24.14%、43.90%和75.56%,其结构层次也较复杂,但材积量仅为后者的1/4。

关键词 热带次生植被 群落学特征

Community analysis on secondary tropical vegetations in Xishuangbanna. Tang Jianwei, Zhang Jianhou, Song Qishi and Feng Zhili (*Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Academia Sinica, Mengla County 666303*)—*Chin. J. Appl. Ecol.*, 1999, 10(2): 135~ 139.

Two secondary vegetations regenerated from the tropical rain forest in Menglun, Xishuangbanna after its slash-and-burn cultivation were comparatively analyzed on their quantitative characteristics of community, population age structure, standing tree volume and stand volume. The results show that in a 900m² fixed plot, the natural secondary community had 73 species, 59 genera and 36 families of vascular plants, and the numbers of family, genus and species in it were 24.14%, 43.9% and 75.56% respectively higher than those of secondary community with artificial tending. The structure of the natural secondary community was also more complex than that of the artificial one, while the stand volume of the former was only 1/4 as much as that of the latter.

Key words Secondary tropical vegetation, Community characteristics.

1 引言

植被次生演替一直是植被动态研究的主要内容之一。国外学者曾对不同次生植被做过大量研究工作,并从次生植被演替的理论、方法及演替的原因和内在机制等方面进行了较深入的研究和探讨^[10~16];我国学者对温带的草甸、亚热带的常绿阔叶林及热带雨林次生植被的物种组成、结构特征及演替动态等进行了研究^[2~7]。西双版纳热带森林由于刀耕火种、乱砍滥伐等人为干扰,森林面积日趋减少,取而代之的是大片次生灌丛及恶性杂草。对这大片次生灌丛应采取怎样的方式和措施加以保护和改造,使其尽快恢复成林,已是人们热切关注的问题之一。为此,从1978年开始,在西双版纳小勐仑的葫芦岛上,对热带雨林经刀耕火种撩荒后形成的次生群落进行了长期综合定位观测,并对部分次生群落进行了适当人工抚育和改造,以便比较分析次生群落在不同抚育方式下的群落结构特征及其演替动态变化,为热带次生林的保护与利用提供科学依据。

2 自然概况与研究方法

研究地点位于西双版纳小勐仑的葫芦岛上(21°54'N, 101°46'E),属西南热带季风气候,一年分为干热、湿热及雾凉3季。

3~5月为干热季,气温较高,雨量少;6~10月为雨季,气候湿热,全年85%的雨水集中在此期间降落;11月至翌年2月为雾凉季节,降水量减少,但早晚浓雾弥漫,空气湿度较大;年均气温为21.6℃,最热月平均气温25.3℃,最冷月平均气温15.5℃,年均降雨量1557.0mm,年均日照1828.0h,有雾日数173.7d,终年无霜,土壤为砖红壤,土层深厚,pH6.0。

调查样地均为1978年刀耕火种撩荒后作为固定样地后而恢复起来的更新群落,现正处于先锋植物群落阶段,林龄均为12a。样地代号分别为A、B,样地面积900m²,其原生植被为热带季节性雨林,其中A号样地在植被的恢复过程中,未经任何人工抚育,坡向SE,坡度12°;B号样地在撩荒后3年进行了一次人工抚育,砍除了林内的灌木和杂草,并人为地种植了一些珍贵速生及经济价值较高的树种,如川楝(*Melia toosenden*)、云南石梓(*Gmelina arborea*)、浆果乌柏(*Sapium baccatum*)、催吐萝芙木(*Rauwolfia vomitoria*)、大叶藤黄(*Garcinia xanthochymus*)、风吹楠(*Horsfieldia glabra*)和芒果(*Mangifera indica*)等,坡向SE,坡度10°。

调查中,全部观测记录样地内胸径>2.5cm的乔木、藤本等植物,并在样方的四角和中心设置了5块2m×2m的小样方,以调查胸径2.5cm以下的乔木幼苗、幼树、灌木及草本植物。

* 国家自然科学基金(38970168)和中国科学院九五重大项目(KZ95J-04-02)资助项目。

** 通讯联系人。

1996-10-14收稿,1997-05-30接受。

3 结果与分析

3.1 群落的组成

根据 900m² 样地的调查统计资料(表 1), 号样地有维管束植物 73 种, 分属于 36 科 59 属, 热带科、属占 85% 以上, 大戟科(8 属 8 种)、茜草科(7 属 7 种)、番荔枝科(3 属 3 种)、桑科(2 属 5 种) 较为突出, 其次是亚热带的樟科(3 属 6 种)、蝶形花科(2 属 4 种) 等(但其属、种也为热带属、种), 其余的科大多为单属、种。号样地有维管束植物 45 种, 分属于 29 科、41 属, 主要是以大戟科(5 属 6 种)、樟科(3 属 5 种)、蝶形花科(2 属 3 种) 占优势(其科、属组成也以热带科、属为主), 其余的科大多为单属、种。其科、属、种组成要比号样地分别减少 24. 14%、43. 9% 和 75. 56%。除去人工种植的几个种外, 其科、属组成则比号样地更少, 表明未经人工抚育的自然更新群落在物种组成上较为复杂、丰富。

表 1 两个群落的主要科、属组成
Table 1 Composition of dominant genus and families in two communities

科 名 Family name	号样地 Plot		号样地 Plot	
	属数 Genus number	种数 Species number	属数 Genus number	种数 Species number
大戟科 Euphorbiaceae	8	8	5	6
茜草科 Rubiaceae	7	7	2	2
樟科 Lauraceae	3	6	3	5
桑科 Moraceae	2	5	—	—
蝶形花科 Papilionaceae	2	4	2	3
番荔枝科 Annonaceae	3	3	—	—
壳斗科 Fagaceae	2	2	—	—
楝科 Meliaceae	2	2	2	2
漆树科 Anacardiaceae	2	2	1	1
马鞭草科 Verbenaceae	1	2	—	—
八角枫科 Alangiaceae	1	2	—	—
芸香科 Rutaceae	1	1	2	2
姜科 Zingiberaceae	1	2	—	—
蓼科 Smilacaceae	1	2	1	1
禾本科 Gramineae	2	2	3	3
	(其余 21 科略)		(其余 20 科略)	

3.2 物种多样性与均匀度指标

物种多样性反映群落功能的组织特征^[1, 7, 8], 通常用 Simpson 指数或 Shannon-Wiener 指数来测度, 而后者则对生境差异最敏感^[7, 8]。从两个样地的多样性指数(*D*) 和均匀度指标(*J*)(表 2) 可以看出: 号样地多样性指数在乔木层和下木层均高于号样地, 均匀度乔木层的稍低于号样地, 下木层的则高于号样地。这主要是号样地的灌木和草本层被彻底砍伐过, 改变了林内小环境, 使一些需在较荫湿环境条件下生长的幼苗、幼树难以侵入, 只有那些生态幅度较宽的阳性树种如椴叶山麻杆(*Alchornea tiliifolia*)、草鞋木(*Macaranga henryi*)、毛紫薇(*Lagerstroemia tomentosa*) 等生长起来, 而且成团状分布。而号样地是天然更新起来的植物群落, 除那些阳性树种外, 一些在幼苗、幼树阶段喜荫性的树种如金刀木(*Barringtonia macrostachya*)、榕树(*Ficus* sp.) 等生长起来, 除灌木层中的大花哥纳香(*Goniotalamus griffithii*)、假海桐(*Pittosporopsis kerrii*) 成丛生长外, 大多均匀分布在群落中。

表 2 两个群落的多样性指数
Table 2 Diversity indexes of two communities

层 次 Layer	样地号 No.	面积 Area (m ²)	总株数 Total individual	总种数 Total species	<i>D</i>	<i>J</i>
乔木 Tree		900	317	43	4. 28	79. 0
		900	105	21	3. 58	81. 65
下木 Under wood	5(2 2)	127	35	4. 45	87. 0	
	5(2 2)	89	22	3. 19	67. 16	

3.3 群落结构特征

由于两块样地的抚育方式不同, 导致群落环境上的差异, 故在群落的层次结构上也有所不同(图 1): I 号样地较为复杂, 可分为乔木层(、)、灌木层(、) 和草本层。号样地较为简单, 可分为乔木层(、)、灌木层及草本层。

3.3.1 乔木层 号样地乔木层主要由白背桐(*Mallotus paniculata*) 和山乌桕(*Sapium discolor*) 组成, 高度 12~ 15m, 平均胸径 13~ 18cm, 盖度达 0. 7 左右; 乔木层高约 8~ 12m, 主要以木姜子(*Litsea* sp.)、云南樟(*Cinnamomum glanduliferum*) 和山木患(*Harpullia cupanioides*) 等组成, 上层乔木白背桐、山乌桕的个体仍占一定比例, 平均胸径达 8~ 12cm, 盖度约 0. 6 左右。乔木层高约 5~ 8m, 平均胸径 4~ 6cm。除乔木层的部分个体外, 主要由假海桐、西南猫尾木(*Dolichandrone stipulata*)、蒲桃(*Syzygium* sp.)、滇银柴(*Aporosa yunnanensis*)、披针叶楠木(*Phoebe lanceolata*) 等组成, 个体密度较大, 株数约占整个乔木层的 2/ 3, 其中以假海桐占优势, 约占该层株数的 1/ 3。

号样地的乔木层由白背桐、山乌桕及人工种植的浆果乌桕、川楝等组成, 主要以白背桐占优势, 其株数约占 1/ 2, 高度约 15~ 20m, 平均胸径 18~ 22cm, 乔木层以鸡血藤(*Millettia* sp.)、草鞋木、滇银柴及人工种植的潺槁木姜子(*Litsea glutinosa*)、风吹楠等组成, 高约 10m, 平均胸径 8~ 12cm, 种类较少且稀疏, 盖度仅为 0. 2 左右。

3.3.2 灌木层 两块样地的灌木层和乔木层一样, 在层次和种类组成上都存在着较大差异, 号样地的灌木层可分为两层, 层除一些乔木幼树外, 主要由大花哥纳香、鸡血藤(*Millettia* sp.)、银背巴豆(*Croton argyratus*) 等组成, 假海桐占较大比例, 高度 2~ 4m;

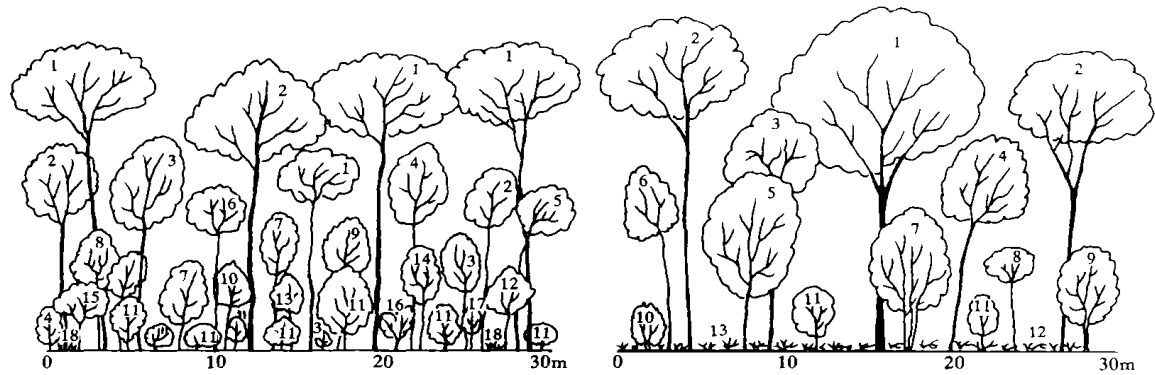


图 1 两个群落的垂直结构图
Fig. 1 Vertical structure of two secondary tropical communities.
I 号样地: 1. 白背桐 *Mallotus paniculata*, 2. 山乌柏 *Sapium discolor*, 3. 木姜子 *Litsea* sp., 4. 云南樟 *Cinnamomum glanduliferum*, 5. 金刀木 *Barringtonia macrostachya*, 6. 山木患 *Harpullia cupaoides*, 7. 蒲桃 *Syzygium* sp., 8. 笔管榕 *Ficus virens*, 9. 清香木姜子 *Litsea euosma*, 10. 假鹊肾树 *Pseudostreblus india*, 11. 假海桐 *Pittosporopsis kerrii*, 12. 披针叶楠木 *Phoebe lanceolata*, 13. 滇银柴 *Aporosa yunnanensis*, 14. 金毛榕 *Ficus fulva*, 15. 西南猫尾木 *Dolichandrone stipulata*, 16. 鸡血藤 *Millettia* sp., 17. 大花哥纳香 *Goniothalamus griffithii*, 18. 马唐 *Digitaria sanguinalis*; II 号样地: 1. 浆果乌柏 *Sapium discolor*, 2. 白背桐 *Mallotus paniculata*, 3. 风吹楠 *Horsfieldia glabra*, 4. 潺槁木姜子 *Litsea glutinosa*, 5. 芒果 *Mangifera indica*, 6. 滇银柴 *Aporosa yunnanensis*, 7. 披针叶楠木 *Phoebe lanceolata*, 8. 草鞋木 *Macaranga henryi*, 9. 鸡血藤 *Millettia* sp., 10. 大花铁屎米 *Canthium horridum*, 11. 椴叶山麻杆 *Alchornea tiliacifolia*, 12. 马唐 *Digitaria sanguinalis*, 13. 莠竹 *Microstegium ciliatum*.

层以玉叶金花(*Schizomussaenda dehiscentis*)、大花铁屎米(*Canthium horridum*)、弯管花(*Chasalia curviflora*)、草鞋木为常见;而 I 号样地则由喜阳性的草鞋木、椴叶山麻杆、披针叶楠木、鸡血藤等组成,其种类远没有 II 号样地复杂,而且较稀疏,盖度约 0.2,高度约 2m 左右,表明 II 号样地由于林内环境的改变,不利于一些喜荫湿环境的幼苗生长,导致种类较少,而 I 号样地的林内环境则完全按自然规律演变,故在灌木层的种类组成上较多且复杂.

3.3.3 草本层 II 号样地的草本层中除了大量的幼苗外,草本种类则较少.幼苗层中常见的大多为乔、灌木种类如假海桐、蒲桃、木姜子、假苹婆(*Sterculia lanceolata*)等,草本种类仅为马唐(*Digitaria sanguinalis*)、山姜(*Alpinia* sp.)等,盖度约为 0.1;而 I 号样地则以马唐占绝对优势,其次为飞机草(*Eupatorium odoratum*)、莠竹(*Microstegium ciliatum*);而乔、灌木植物的幼苗不仅种类少,数量也少.

综上可见, II 号样地在层次结构上较复杂,且种类组成丰富多样,以喜荫湿的种类如蒲桃、假海桐、瓜馥木(*Fissistigma maclurei*)等为主要组成;而 I 号样地结构、层次简单,由于人工抚育导致林内光照增强,其组成种类是以喜阳的植物如草鞋木、椴叶山麻杆、披针叶楠木等为主,致使林内种类稀少.这充分表明了由于不同的抚育方式导致了两群落物种组成、层次结构等方面的差异.

两群落间物种组成的相似性,可通过两群落间的相似系数来衡量.本文采用群落组成的物种数来计算,根据下列公式^[9].

$$IS = 2C / (A + B) \times 100$$

式中, *C* 为两样地的共有种数, *A*、*B* 分别为两样地的物种数.通过计算,两样地乔木层组成树种的相似性为 21.88%,下木层物种相似性为 30.77%.这表明两群落物种组成的相似程度较低,差异较大.

3.4 种群结构

种群年龄结构在一定程度上客观地反映了各种群在群落中的地位和作用,也反映群落发展变化趋势.根据对热带次生林种群年龄结构在立木级划分上所作的调整标准^[6],将两块样地优势种群的调查资料进行整理分级(图 2),从中可以看出: II 号样地白背桐、山乌柏的立木级结构呈倒金字塔形,且缺乏 I 级幼苗和级幼树,主要由 II、III 级的个体组成,为衰退型种群,作为先锋树种,将在 5 年的时间内从群落中衰亡,在调查中已发现,其 II、III 级的个体正在逐渐死亡.而其余 4 个种群均为基部宽而顶部狭窄的金字塔形,幼苗、幼树占该种群的 80% 以上,为增长型种群.作为优势种将在群落中保持较长时间的优势地位.这主要是因为阳性先锋树种白背桐、山乌柏占据群落后,相继迅速发展,并成为群落的主要优势种,由此改变了群落的生境,使一些在幼苗、幼树阶段喜荫的树种如木姜子、假海桐、披针叶楠木等侵入群落中并发展成为群落的优势种,而且幼苗、幼树数量充足.而喜阳性的树种如白背桐、山乌柏等的幼苗、幼树却难以生长.这表明该群落随着先锋树种白背桐、山乌柏的衰亡,将形成以木姜子、假海桐、披针叶楠木等为优势的次生群落,但假海桐、滇银柴、披针叶楠木等为演替进程中的过渡种或伴生种,现阶段虽为增长型种群,但随着演替的进行,最

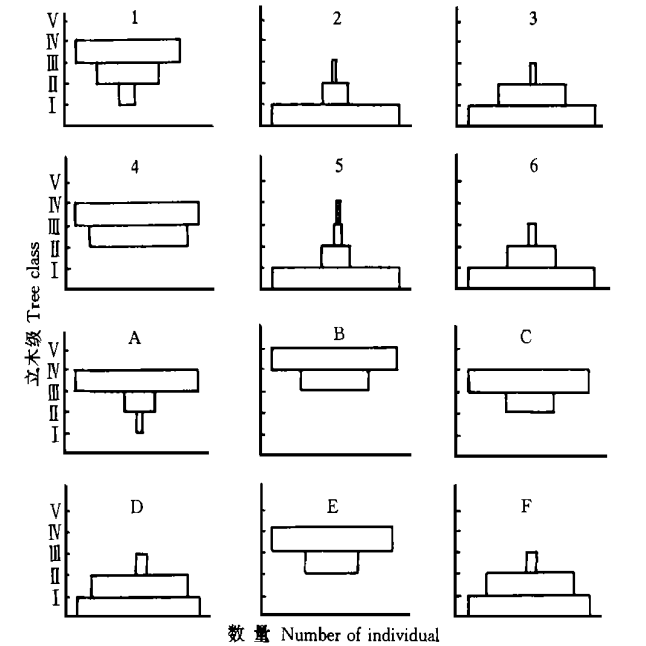


图 2 两个群落中主要种群的立木级结构
Fig. 2 Tree class structure of dominant populations in two communities.
1 号样地: 1. 白背桐 *Mallotus paniculata*, 2. 假海桐 *Pittosporopsis kerrii*, 3. 滇银柴 *Aporosa yunnanensis*, 4. 山乌柏 *Sapium discolor*, 5. 木姜子 *Litsea* sp., 6. 披针叶楠木 *Phoebe lanceolata*; 号样地: A. 白背桐 *Mallotus paniculata*, B. 浆果乌柏 *Sapium baccatum*, C. 川楝 *Melia toosenden*, D. 鸡血藤 *Mellettia* sp., E. 山乌柏 *Sapium discolor*, F. 草鞋木 *Macaranga henryi*.
终将被其它物种所替代. 而木姜子作为热带雨林的成

表 3 两个群落中主要树种的重要值及材积
Table 3 important value and timber volume of dominant trees in two communities

植物名称 Species		号样地 Plot I			号样地 Plot II			
		株 数 Individual number	重要值 Important value	材积(m³) Timber volume	株 数 Individual number	重要值 Important value	材积(m³) Timber volume	
白背桐	<i>Mallotus paniculatus</i>	40	67.12	2.6122	34	65.91	3.0628	
山乌桕	<i>Sapium discolor</i>	16	21.40	0.9938	13	26.67	1.3738	
假海桐	<i>Pittosporopsis kerrii</i>	77	38.63	0.0733	—	—	—	
滇银柴	<i>Aporosa yunnanensis</i>	23	23.18	0.0762	3	10.53	0.0004	
披针叶楠木	<i>Phoebe lanceolata</i>	15	15.23	0.0350	1	19.60	0.0002	
木姜子	<i>Litsea</i> sp.	24	18.41	0.3549	—	—	—	
蒲 桃	<i>Syzygium</i> sp.	16	11.26	0.0551	—	—	—	
大花铁屎木	<i>Canthium horridum</i>	13	12.83	0.0296	—	—	—	
西南猫尾木	<i>Dolichandrone stipulata</i>	15	8.90	0.0716	—	—	—	
毛紫薇	<i>Lagerstroemia tomentosa</i>	2	8.18	0.0505	1	4.92	0.0070	
笔管榕	<i>Ficus vire</i>	11	6.87	0.0216	—	—	—	
假雀肾树	<i>Pseudostreblus indica</i>	8	5.51	0.0462	—	—	—	
草鞋木	<i>Macaranga henryi</i>	1	4.35	0.0016	3	21.81	0.0123	
榕 树	<i>Ficus</i> sp.	1	2.90	0.0035	—	—	—	
印度栲	<i>Castanopsis indica</i>	6	4.91	0.0534	—	—	—	
清香木姜子	<i>Litsea euosma</i>	2	4.86	0.0181	—	—	—	
华瓜木	<i>Alangium chinensis</i>	1	3.47	0.0161	—	—	—	
气达榕	<i>Ficus racemosa</i>	5	5.67	0.0808	—	—	—	
金刀木	<i>Barringtonia macrostachya</i>	5	3.45	0.0090	—	—	—	
银背巴豆	<i>Croton argyratus</i>	1	5.53	0.0018	—	—	—	
假苹婆	<i>Sterculia lanceolata</i>	3	4.99	0.0033	—	—	—	
潺槁木姜子	<i>Litsea glutinosa</i>	3	2.78	0.1052	6	10.99	0.0401	
金毛榕	<i>Ficus fulva</i>	3	2.49	0.0457	—	—	—	
山黄麻	<i>Trema orientalis</i>	—	—	—	1	3.73	0.0518	
鸡血藤	<i>Millettia</i> sp.	—	—	—	3	25.41	0.0068	
川 楝	<i>Melia toosenden</i>	—	—	—	13	33.40	2.0510	
浆果乌桕	<i>Sapium baccatum</i>	—	—	—	6	35.33	4.3282	
布楂叶	<i>Micropoc paniculata</i>	—	—	—	1	5.08	0.0341	
云南石梓	<i>Gmelina arborea</i>	—	—	—	2	7.48	0.7819	
风吹楠	<i>Horsfieldia glabra</i>	—	—	—	6	7.37	0.0656	
(其余 18 种略)				(其余 7 种略)				

分种,将发展成为群落的主要优势种之一. 号样地中仅有鸡血藤、草鞋木的立木级结构为金字塔形,主要由 I 级的幼苗和 级的幼树组成;其余 4 个种均为倒金字塔型,不仅缺乏幼苗、幼树,且其个体均为 、 级的大树,对于作为先锋树种的白背桐和山乌柏将和 I 号样地的两个树种一样很快从群落中衰亡;而浆果乌柏、川楝为人为定植的速生树种,其幼苗、幼树难以适应其生境,致使种群不能渐进发展,在现阶段为 衰退型种群,主要是从种群的发展趋势而言,但它们并不会很快就从群落中衰亡,因在热带森林中树木的林龄达百年甚至数百年者随处可见. 这表明随着演替的进行,先锋树种白背桐、山乌柏的衰亡, 号样地将形成以鸡血藤、草鞋木、浆果乌柏、川楝为优势的次生群落,但鸡血藤和草鞋木,正如前所述,是为演替进程中的过渡种和伴生种,随着演替的进程,最终要从群落中衰亡.

从以上两块样地优势种群的立木级结构分析可看出, 号样地除先锋树种白背桐、山乌柏为衰退型种群外,增长型种群较多,且群落的组成种类较复杂;而 号样地多为衰退型种群,且群落种类较单纯,表明 号样地要演替到它的顶极群落——热带雨林的时间则要比 号样地短一些,说明目前两个群落中种间竞争的激烈程度,尤其是 号样地. 这也正是处于演替先锋阶

段的植物群落稳定性差的客观表现.

3.5 材积与蓄积量

各个树种的材积根据公式: $V = S \cdot H \cdot f$, 式中, V 为材积(m^3), S 为胸高断面面积(m^2), H 为树干高度, f 为每个树种的树干形数(因各树种的树干高度不高, 且又以胸高断面面积计算, 故树干形数忽略不计). 通过计算, 两个样地主要树种的材积分别为 $4.7619m^3$ 和 $11.9596m^3$ (表 3), 加上未被列表中的其它树种的材积, 总材积分别达 $5.0882m^3$ 和 $12.4898m^3$. 可以看出, 经过人工抚育且定植的珍贵速生、经济价值较大树种的 1 号样地其材积约是 2 号样地的 2.5 倍. 仅从林业生产的角度出发, 对大片次生灌丛采取人工抚育, 人为定植一些速生且经济价值较大的树种无疑是一条较为有效的途径. 但在群落结构上层次简单, 种类组成较单纯, 一旦砍伐, 不利于生态环境的保护.

群落的更新质量, 包括群落的组成、结构等方面^[7], 从以上分析可知, 虽然 1 号样地的材积量不如 2 号样地, 但群落物种组成丰富、多样性指数高且结构层次复杂, 特别是林下植物的种类明显多于 2 号样地, 表明 1 号样地的更新质量优于经过人工抚育的 2 号样地.

参考文献

1 王伯荪等. 1987. 香港岛黄桐森林群落分析. 植物生态学与地植物学学报, 11(4): 241~ 250.

2 刘金林等. 1983. 浙江省午潮山次生植被恢复过程中的群落学剖析. 植物生态学与地植物学丛刊, 7(1): 8~ 19.

3 安树青等. 1990. 紫金山次生森林植被特征分析. 植物生态学与地植物学学报, 14(1): 13~ 21.

4 张大勇等. 1988. 亚高山草甸弃耕地植物群落演替的数量研究(1) 群落组成分析. 植物生态学与地植物学学报, 12(4): 283~ 291.

5 张全发等. 1990. 湖北宜昌大老岭栎、栎、栗类林演替研究. 植物生态学与地植物学学报, 14(2): 110~ 119.

6 唐建维等. 1992. 西双版纳山乌柏次生林的群落学特征分析. 中南林学院学报, 12(1): 74~ 82.

7 黄全等. 1988. 海南岛尖峰岭热带山地雨林采伐迹地更新群落的初步分析. 植物生态学与地植物学学报, 12(1): 12~ 21.

8 彭少麟等. 1983. 广东亚热带森林群落分析. 生态科学, (2): 98~ 104.

9 G. W., Cox(蒋有绪译). 1979. 普通生态学实验手册. 北京: 科学出版社.

10 Connell, J. H. and Slatyer, K. O. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist*, 111: 1119~ 1144.

11 Horn, H. S. 1974. The ecology of secondary succession. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 25~ 37.

12 Okojie, J. A. et al. 1988. Forest composition and structure during a 27-year period of observation in an untreated secondary lowland in SW Nigeria. *Forest Ecology and Management*, 24: 247~ 261.

13 Peet, R. K. and Christensen, N. L. 1980. Succession: A population process. *Vegetation*, 43: 131~ 140.

14 Pickett, S. T. A. et al. 1987. Models, mechanisms and pathways of succession. *The Botanical Review*, 53: 335~ 371.

15 Uhl, C. 1987. Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazonia. *Journal of Ecology*, 75: 377~ 4073.

16 West, D. C. et al. 1981. Forest succession: Concepts and Applications. New York: Springer-Verlag.

作者简介 唐建维, 男, 1964 年生, 硕士, 主要从事植物种群和植物群落动态方面的研究工作, 发表论文 15 篇, E-mail: Stznnet@public.km.yn.cn.