

西双版纳热带湿性季节雨林下 种植砂仁对雨林生物量的影响

郑 征, 冯志立, 刘宏茂, 孟 盈, 甘建民

(中国科学院西双版纳热带植物园昆明分部, 云南 昆明 650223)

摘 要: 为在西双版纳热带湿性季节雨林林下种植砂仁, 清除林下的灌木及草本并对乔木进行疏伐以增加光照来促进砂仁的生长发育。本文研究了这种雨林利用管理方式对雨林生物量的影响, 研究表明: 在雨林林下种植砂仁对雨林植物所进行的干扰, 使得雨林总生物量(平均值 $\pm$ SE) 从 $597.732 \pm 56.561 \text{ t/hm}^2$ 减少到 $279.667 \pm 32.870 \text{ t/hm}^2$, 减少53.21%; 雨林乔木层、灌木层和木质藤本层的生物量分别降低53.73%、94.72%和98.33%, 草本层生物量从 $0.483 \pm 0.080 \text{ t/hm}^2$ 增加到 $6.900 \pm 2.214 \text{ t/hm}^2$ (主要为砂仁)。对乔木层的疏伐有一定的选择性, 对 DBH > 60 cm 的利用价值较高的大乔木和 DBH 5 cm~ 20 cm 妨碍砂仁生长的乔木的生物量影响最大。约 30 年的砂仁生产对西双版纳热带湿性季节雨林生物量造成了极其严重的破坏, 这比 1972~ 1982 年间马来西亚半岛原始低丘森林生物量 10 年减少15%的情况更为严重。

关键词: 热带雨林; 生物量; 砂仁

中图分类号: S 718.55

文献标识码: A

人类利用化石燃料所排放的温室气体 CO_2 和森林土地利用方式改变是引起大气 CO_2 浓度升高从而导致全球气候变暖的主要原因。陆地植物的总生物量估算为 $2.4 \times 10^{12} \text{ t}$, 这些有机质56%是在热带, 而植物生物量的82%又是集聚在森林里^[1], 因此全球生态系统中, 热带森林生物量的变化对于大气 CO_2 变化的影响最大。热带森林中生物量的退化强度不同, 从每公顷森林中仅取走1~ 2株有利用价值的大树到小面积森林被完全清除^[2], 这种作用使得马来西亚半岛所有的热带原始低丘森林单位面积上的地上部分生物量在1972~ 1982年间减少了15%^[3]。然而到目前为止, 很少有国家能象马来西亚半岛那样有很好的数据对森林生物量降低的程度进行评价, 但根据森林资源调查数据和森林片段增加的情况分析, 这种生物量的减少在热带美洲和亚洲具有普遍性^[3]。

西双版纳位于云南南部并与东南亚的缅甸、老挝相连, 分布有大面积的热带季节雨林。同马来西亚半岛一样, 这些森林一直也处于人们的利用和干扰之中, 尤其是60年代以来, 其中最普遍也是最严重的干扰就是在雨林下发展砂仁(*Amomum villosum*)

种植。砂仁是姜科豆蔻属多年生常绿草本, 其果实可做药用和香料, 是重要的经济植物。砂仁的变种缩砂密(*Amomum villosum* var. *xanthioides*) 自然分布于西双版纳热带雨林中, 其果实与砂仁具有同样的药用价值, 但自然生长的缩砂密数量很少。1963年砂仁被从广东引入西双版纳并在当地热带湿性季节雨林林下开始试种, 由于西双版纳热带湿性季节雨林分布于沟谷, 水热条件良好, 加之上层林冠为其提供一定的荫蔽, 又有在广东常缺乏的昆虫进行传粉等条件, 因此砂仁在西双版纳热带雨林中生长结实情况良好, 并被逐步地推广种植。1980年以前, 由于砂仁种植面积较小, 其对雨林的影响作用未受重视。根据西双版纳州统计资料, 1975年砂仁面积 376 hm^2 , 1980年为 977 hm^2 。从1980年以来, 西双版纳砂仁种植面积仍一直在逐步增加, 1990年达 3747 hm^2 , 果实产量为317.7 t, 1996年砂仁产量达523.8 t。根据资料 and 我们的调查, 大面积的砂仁产量一般为 45 kg/hm^2 , 据此估计, 1996年西双版纳砂仁种植面积在 11840 hm^2 , 目前砂仁已占据了大部分的西双版纳地区热带湿性季节雨林林下。为满足砂仁高产对光照50%左右的郁闭度的要求, 种植处的

收稿日期: 2000- 11- 16; 改回日期: 2001- 01- 19。

基金项目: 云南省自然科学基金项目(1999 C 0090 M)、国家自然科学基金项目(39070184)、中国科学院特别支持项目(STZ97- 1- 04)、中国科学院九·五重大项目(KZ951- A1- 104)和中国科学院西南知识创新基地等资助。

作者简介: 郑征(1960-), 男(汉族), 云南省昆明人, 副研究员。从事森林生态学和植物生理生态学研究。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

雨林大量乔木遭受到疏伐,林下草本和灌木被认为妨碍砂仁生长而基本被清除,造成植物群落70%~90%的物种流失,其中乔木种类损失60%~70%,个体损失50%~80%,群落结构变得简单,对热带雨林群落结构和生物多样性都产生了严重的影响^[4,5]。关于该地区热带季节雨林生物量和生产力的研究曾有过报道^[6~10],但均未涉及林下种植砂仁对雨林生物量的影响问题。

生物量及物质循环是生态系统重要的结构和功能特征,研究砂仁种植对雨林生物量影响能够了解西双版纳热带雨林生态系统30 a来的结构和功能变化,如生物量及相关的木材蓄积量变化,与大气在温室气体CO₂交换上所起的作用等,并为制定合理的热带森林生态系统利用管理方式提供科学依据。

1 研究地区自然环境及样地群落概况

西双版纳(21°09'N~22°33'N, 99°58'E~101°50'E)热带季节雨林主要有3个群系。第一类是大药树(*Antiaris toxicaria*)、龙果(*Pouteria grandifolia*)、橄榄(*Canarium album*)群系,分布于海拔800 m以下的低山、丘陵,长期以来多已被开垦,原始林仅在某些村寨附近的“龙山”上有少量的保存。该类型由于生长于低丘且生境相对较干,叫做低丘雨林或干性季节雨林。第二类是千果榄仁(*Terminidia myriocarpa*)、番龙眼(*Pometia tomentosa*)群系,常沿沟谷分布于海拔500 m~900 m谷底和坡脚,分布区生境相对较湿,称为沟谷雨林或湿性季节雨林。在勐腊县境内,因沟谷发育,在海拔600 m~700 m范围的沟谷两侧占据50 m~100 m的垂直范围,多数随沟谷呈走廊状分布,生境特点是地形狭窄,光照较少,土壤水分丰富,群落表现出更为浓厚的雨林特色。第三类是望天树(*Shorea chinensis*)林群系,仅分布于勐腊县境内,面积约20 km²,分布地小河支流众多,分布范围为海拔700 m~1 000 m,与老挝的森林相连。在三个群系中,目前以千果榄仁、番龙眼群系分布面积最大^[11],也是受到种植砂仁影响最重的类型。

研究样地位于西双版纳勐仑自然保护区内,该保护区内的砂仁种植在当地是最早的,始于20世纪70年代初,目前砂仁已基本侵占了适合其生长的雨林林下生境。选取千果榄仁、番龙眼为优势的原始热带湿性季节雨林以及在其下种植了砂仁的受干扰雨林群落样地各3处,样地分布范围为21°56'N~21°59'N, 101°08'E~101°12'E,海拔650 m~850 m。

所选原始雨林样地群落的年龄相近,3处样地最大乔木胸径分别为148 cm、154 cm和157 cm,群落高度45 m~48 m,群落郁闭度>85%。种植砂仁的雨林样地的树木受到疏伐,3处样地的林冠上层郁闭度从40%~70%不等,下层砂仁采用密植,郁闭度很高。原始雨林样地与受干扰类型样地相连,或两者生境条件基本一致,都位于热带沟谷中,种植砂仁前均为同一类型的雨林群落,在种植砂仁的样地中或样地边还保留有热带湿性季节雨林的优势树种千果榄仁及番龙眼大树。除原始雨林的一处样地面积为2 500 m²外,其余样地面积均为1 500 m²。

西双版纳气候属北热带季风气候,距研究样地10 km处的气象观测资料显示,年平均降雨量为1 557 mm,全年干湿季分明,雨季5月~10月间降雨1 293 mm,占年降雨的83%,干季11月~4月间降雨264 mm,占年降雨的17%。年平均气温21.5℃,每年最热的5月份均温为25.3℃,每年最冷的1月份均温为15.5℃,相对湿度86%。

2 研究方法

2.1 乔木层生物量

对所选样地中胸径≥5 cm的全部乔木和胸径≥2 cm的木质藤本进行每木调查,分别按西双版纳热带雨林乔木和木质藤本生物量回归模型计算其生物量^[10],得出样地乔木层和木质藤本层的生物量。

2.2 灌木层(包括乔木幼树及幼苗)和草本层

在每块样地中设置2 m×2 m的小样方各10个,用收获法测定各小样方中的全部灌木和草本生物量。砂仁生物量区分为叶、直立茎、根(包括地面的匍匐茎)等3部分。

2.3 叶面积指数测定

对每块样地砂仁植株进行随机取样,用CI-203激光叶面积仪测定叶面积,将已测定面积的叶片烘干称重,计算砂仁叶片单位重量的面积,根据样地砂仁叶生物量计算砂仁叶面积指数(LAI)。

3 结果及分析

3.1 热带雨林林下砂仁生物量

砂仁的茎分为直立茎和匍匐茎(根状茎)。成熟植株高1.5 m~3.0 m,直立茎上叶片互生,由于叶片寿命长,年龄较长的直立茎上叶片数量也较多。匍匐茎沿地表不断向四周伸长,并在其伸长20 cm~50 cm后又萌发出新的直立茎,采用这种方式可不断

地进行营养繁殖。老的根和匍匐茎死亡的同时,新的又不断地长出。砂仁根分为支持根和不定根,支持根在直立茎与匍匐茎结合处下方,不定根着生于匍匐茎上。砂仁根系浅,大多数分布于0 cm~ 15 cm的土壤层中,雨季土壤松软,用手即可将其根系全部拔出。根据草本生物量通常分为地上部分和地下部分的做法,以及砂仁的不定根和支持根较少,匍匐茎对植株的支撑和固定作用很大,我们将地下部分的根和匍匐茎合并。表1结果显示,三处热带雨林样地中的砂仁生物量变化范围较大(2.852 t/hm²~10.476 t/hm²),砂仁生物量与砂仁植株密度和高度有关,巴卡雨林林下砂仁植株的密度和高度最高,砂仁生物量也最高。密度和株高又与种植时间、旱季时土壤水分和林下光照条件等有关。铁塔河样地种植时间最短,砂仁还未达到开花结果的年龄,植株高度低,密度也较巴卡样地的低,因此砂仁生物量最

低,仅为2.852 t/hm²。曼掌沟样地砂仁种植时间为5 a,虽然因采收砂仁时人为践踏影响,密度有些降低,但植株高大,生物量较高,达7.372 t/hm²。巴卡样地旱季土壤水分含量达43%,林冠郁闭度仅为35%,样地光照和水分充足,砂仁生长极为茂盛,因此生物量最高,达10.476 t/hm²。砂仁生物量分配以直立茎为主,平均约占总量的56.67%,叶生物量的比例(22.75%)略高于根(20.72%)。三处样地砂仁叶面积指数(LAI)为1.59~3.71,各样地砂仁LAI随砂仁生物量增加而增加。

砂仁幼苗植于林下后,随着不断生长,其生物量在一定时间内呈增加的趋势。根据调查,一般在8 a~10 a后,由于营养繁殖减弱和衰老株的不断死亡,生物量会随之降低。巴卡样地的砂仁群落年龄达25 a以上,但生物量却是最高的,表明旱季土壤水分含量和林下光照条件对砂仁生物量影响很大。

表1 西双版纳热带湿性季节雨林林下砂仁生物量及其叶面积指数(LAI)
Table 1 The biomass and LAI of Amomum villosum cultivated in the tropical wet seasonal rainforest in Xishuangbanna

地点 Sites	林冠盖度 Canopy coverage (%)	旱季土壤 含水量 Soil water content in the dry season (%)	砂仁生长状况 Growth of A. villosum				砂仁生物量 Biomass of A. villosum ¹⁾			
			年龄 Age (a)	株高 Height (m)	密度 Density (Ind./hm ²)	LAI	直立茎 Stems	叶 Leaves	根和匍匐茎 Roots and stolons	合 计 Total
铁塔河	70	18	3	1.38	98800	1.59	$\frac{1.431}{50.18}$	$\frac{0.819}{28.72}$	$\frac{0.602}{21.11}$	$\frac{2.852}{100.00}$
曼掌沟	60	15	5	2.47	8585	2.41	$\frac{4.609}{62.52}$	$\frac{1.494}{20.27}$	$\frac{1.269}{17.21}$	$\frac{7.372}{100.0}$
巴 卡	35	43	20	2.60	14569	3.71	$\frac{5.675}{54.17}$	$\frac{2.397}{22.88}$	$\frac{2.405}{22.95}$	$\frac{10.476}{100}$
平 均						2.57	$\frac{3.91}{56.67}$	$\frac{1.57}{22.75}$	$\frac{1.43}{20.72}$	$\frac{6.90}{100.00}$

1) 凡用分数形式表示的,其分子代表生物量(单位 t/hm²),分母代表占生物量总量的百分比(%)。

3.2 砂仁种植对热带雨林群落生物量的影响

从表2数据可看出,原始热带湿性季节雨林生物量为597.732±56.561 t/hm²(平均值±SE),热带雨林下种植砂仁后雨林生物量仅有279.667±32.870 t/hm²,种植砂仁使雨林总生物量平均降低53.21%。从绝对数量来讲,在各个层次中以乔木层生物量减少得最多,达316.347 t/hm²,减少了53.73%。但是从生物量的相对变化来看,灌木层和木质藤本层所受到的影响最大,与原始雨林类型相比,分别降低94.72%和98.33%(表2)。原因在于林下灌木与砂仁有相同的生态位,因与砂仁争夺林下空间而成为人工尽力清除的对象。木质藤本在

雨林中数量较少,其下部常沿地表面或近地处蜿蜒生长,因此也很容易受到人为清除。热带雨林由于林下光照仅为林冠上部的1%~3%,林下植物的生长受到抑制,草本生物量很低,如原始雨林中草本生物量平均仅为0.483 t/hm²(表2),而种植砂仁后由于林冠郁闭度减小,林下以砂仁为主的草本生物量增加,达6.900 t/hm²。实际上种植砂仁后林下的草本基本全部被清除,草本生物量即为砂仁生物量。方差分析显示,原始热带雨林和受种植砂仁干扰的雨林这两种群落在乔木层、灌木层、木质藤本层和草本层生物量上的差异均达到显著水平(表2)。

表2 西双版纳原始热带湿性季节雨林和受种植砂仁干扰的雨林生物量及其差异显著性方差分析

Table 2 The biomass of the tropical wet seasonal rainforest and the rainforest disturbed by the cultivation of *Amomum villosum* in its understory in Xishuangbanna, with the ANOVA of difference between the two types

雨林类型 Rainforest	地 点 Sites	乔 木 Trees	灌 木 Shrubs	木质藤本 Woody lianas	草 本 Herbs	雨林合计 Total
原始 Primary	巴 卡	683.291	5.243	3.444	0.612	692.590
	曼掌沟	594.523	4.603	4.218	0.336	603.680
	铁塔河	488.581	4.737	3.108	0.501	496.927
	平均值(m) ±SE	588.798 ±56.281	4.861 ±0.195	3.590 ±0.329	0.483 ±0.080	597.732 ±56.561
受种植砂 仁干扰 Disturbance by cultivation of <i>A. villosum</i>	巴 卡	259.543	0.210	0.050	10.476	270.279
	曼掌沟	332.918	0.310	0.110	7.372	340.71
	铁塔河	224.891	0.250	0.020	2.852	228.013
	平均值(m) ±SE	272.451 ±31.846	0.257 ±0.029	0.060 ±0.027	6.900 ±2.214	279.667 ±32.870
生物量变化(%) Biomass decrease		- 53.73	- 94.72	- 98.33	1328.57	- 53.21
类型间差异显著水平 Significance level		0.008	0.000	0.000	0.044	0.008

3.3 砂仁种植对不同径级乔木生物量的影响

图1为两种类型群落生物量的径级(DBH)分配。砂仁种植对热带雨林乔木层生物量的影响包括各个径级的乔木,其中对DBH > 80 cm的大乔木的生物量影响最大,生物量降低达80%,其次是DBH 60 cm~ 80 cm和DBH 5 cm~ 20 cm径级的乔木,生物量分别降低52%和50%,对于DBH 20 cm~ 40 cm和DBH 40 cm~ 60 cm的生物量的影响相对较小,生物量分别降低23%和10%。造成以上情况的原因是对荫蔽度的要求和所伐树木的利用价值所决定,DBH 5 cm~ 20 cm树木树冠较矮,影响砂仁生长,DBH > 60 cm的大树利用价值高,因而此两类乔木更容易受到砍伐。

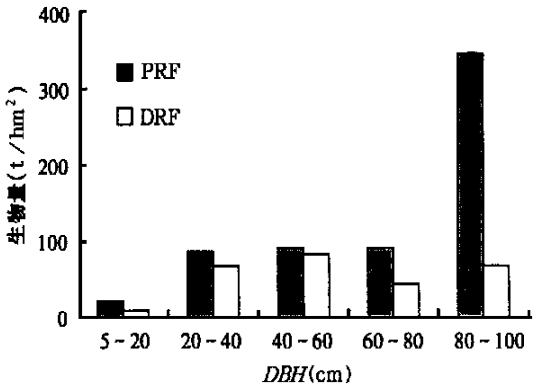


图1 原始热带湿性季节雨林(PRF)和受种植砂仁干扰的雨林(DRF)的乔木层生物量径级分配

Fig. 1 The allocation of tree layer biomass of the primary tropical wet seasonal rainforest (PRF) and the rainforest disturbed by the cultivation of *Amomum Villosum* (DRF) in its understory in Xishuangbanna

4 讨 论

由于大气CO₂增加造成的温室效应对人类生存环境产生的影响越来越明显,与森林生物量生产力有关的碳循环研究也日益受到重视^[3, 12~18]。植被的碳贮量是以生物量乘以碳含量计算得来,因此生物量的测定结果直接影响植被碳贮量的估计。近年来进行的大尺度的碳平衡研究虽被广泛用来分析国家和地区、生物群落和经济区碳状况^[13~15],但陆地生态系统的碳贮量与年净碳通量仍是碳循环研究中几个最不确定的因素,有关它的计算结果很不一致,原因就在于生态系统的多样性^[14,16]。目前不同森林生态系统与大气之间的CO₂交换,其作用到底是大气CO₂的源或汇仍旧是关注和争论的焦点^[3]。中国目前的热带天然林,主要分布于海南岛和云南南部及西南部。至1997年,云南热带天然林约600 000 hm²,其中西双版纳最多,达526 200 hm²^[13]。西双版纳自然保护区面积241 767.5 hm²,以保护热带季节雨林和热带珍稀野生动物种群为主要目的,保护区内热带季节雨林面积11 594.2 hm²(占保护区面积4.8%)、山地雨林面积2 325.4 hm²(占1.0%)^[19],另有少部分季节雨林在保护区外。由于历史、经济等原因,除勐腊保护区中的望天树林受到严格地保护外,西双版纳地区的热带湿性季节雨林自70年代以来不断地受到种植砂仁的干扰,其作用使得大部分季节雨林的生物量在不到30 a间减少了53.21%。生物量的减少速度超过马来西亚半岛热带雨林生物量的变化(10a减少15%)^[2]。由于热带雨林有机物分解快,所伐树木生物量中的碳,大部分

被分解释放到大气中, 当然有一部分作为木材被利用。从生物量的变化可推知这一类型雨林的碳贮存量在约 30a 间总体上减少了 53.21 %, 所减少的这部分碳贮存量大部分成为了大气 CO₂ 的源。

种植砂仁导致雨林郁闭度下降, 林下光照增加。对于受光照限制的热带雨林林下幼苗幼树, 这种光环境的变化能促进它们的生长。砂仁作为草本植物, 其高度仅局限于雨林下层, 许多雨林植物幼树高度很快可超过砂仁。然而由于对砂仁产量的追求, 这些幼苗不断受到人为地清除, 因此在砂仁种植后的 10 a 内, 这种自然恢复不能够延续下去。砂仁苗植于林下后, 一般第 3 a~ 4 a 开始结实, 种植 8 a~ 10 a 后由于营养繁殖减弱, 植株衰老死亡增加及上层树冠郁闭度增大使得砂仁产量下降, 因此有部分的砂仁地在种植 10 a~ 15 a 以后因产量低而放弃管理。根据目前西双版纳热带季节雨林现状, 可用来继续扩大砂仁种植的雨林已十分有限。对于放弃砂仁管理的雨林加以很好的保护, 使林下幼苗幼树能够自然生长, 严禁再次砍伐种植砂仁, 今后雨林生物量的增长潜力是巨大的。

参考文献:

- [1] Rodin L. E., Bazilevich N. I. and Rozov N. N(何妙光译). 世界主要生态系统的生产力[A]. 植物生态学译丛(4) [C]. 北京: 科学出版社, 1982. 33~ 49.
- [2] Brown S., Gillespie A. J. R. and Lugo A. E. Biomass of tropical forests of South and Southeast Asia[J]. *Canadian Journal of Forest Research*, 1991, 21(1): 111~ 117.
- [3] Lugo A. E. and Brown S. Tropical forests as sinks of atmospheric carbon [J]. *Forest Ecology and Management*, 1992, 54: 239~ 255.

- [4] 苏文华, 王宝荣, 闫海中. 砂仁种植对热带沟谷雨林群落影响的研究[J]. *应用生态学报*, 1997, 8(增刊): 71~ 74.
- [5] 王宝荣, 苏文华, 闫海中. 西双版纳勐养自然保护区种植砂仁对重点保护植物的影响及对策[J]. *应用生态学报*, 1997, 8(增刊): 75~ 81.
- [6] 党承林, 吴兆录, 张强. 西双版纳沟谷雨林的生物量研究[J]. *云南植物研究*, 1997, 增刊(IX): 123~ 128.
- [7] 冯志立, 郑征, 张建侯, 等. 西双版纳热带湿性季节雨林生物量及其分配规律研究[J]. *植物生态学报*, 1998, 22(6): 481~ 488.
- [8] 郑征, 刘宏茂, 刘轮辉, 等. 西双版纳原始热带季节雨林生物量研究. *广西植物*[J], 1999, 19(4): 309~ 314.
- [9] 郑征, 刘轮辉, 冯志立, 等. 西双版纳原始热带季节雨林净初级生产力[J]. *山地学报*, 1999, 17(3): 212~ 217.
- [10] 郑征, 冯志立, 曹敏, 等. 西双版纳原始热带湿性季节雨林生物量及净初级生产[J]. *植物生态学报*, 2000, 24(2): 197~ 203.
- [11] 刘伦辉. 热带雨林[A]. 见: 吴征镒, 朱彦丞, 姜汉桥. 云南植被[M]. 北京: 科学出版社, 1987. 97~ 163.
- [12] 吴仲民, 李意德, 曾庆波, 等. 尖峰岭热带山地雨林 C 素库及皆伐影响的初步研究[J]. *应用生态学报*, 1998, 9(4): 341~ 3447.
- [13] 李意德, 吴仲民, 周铁峰. 中国热带天然林变迁对大气 CO₂ 的影响及经济损益评估[J]. *生态科学*, 1999, 18(2): 1~ 7.
- [14] 周玉荣, 于振良, 赵士洞. 我国主要森林生态系统碳贮量和碳平衡[J]. *植物生态学报*, 2000, 24(5): 518~ 522.
- [15] 方精云, 刘国华, 徐嵩龄. 我国森林植被的生物量和净生产量[J]. *生态学报*, 1996, 16(5): 497~ 508.
- [16] 方精云. 北半球中高纬度的森林碳库可能远小于目前的估算[J]. *植物生态学报*, 2000, 24(5): 635~ 638.
- [17] 汪业勤, 赵士洞, 牛栋. 陆地土壤碳循环的研究动态[J]. *生态学杂志*, 1999, 18(5): 29~ 535.
- [18] 刘文杰. 西双版纳近 40 年气候变化对自然植被净第一生产力的影响[J]. *山地学报*, 2000, 18(4): 296~ 300.
- [19] 杨世俊. 西双版纳自然保护区森林资源调查报告[A]. 见: 徐永椿, 姜汉桥, 全复. 西双版纳自然保护区综合考察报告集[C]. 昆明: 云南科技出版社, 1985. 279~ 288.

Influence of Planting *Amomum villosum* in Tropical Wet Seasonal Rainforest on Biomass of the Rainforest in Xishuangbanna

ZHENG Zheng, FENG Zhi_li, LIU Hong_mao, MENG Ying and GAN Jian_min

(*Kunming Section of Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, Kunming Yunnan 650223 PRC*)

Abstract: *Amomum villosum*, a perennial evergreen herbaceous plant with height of 1.5 m ~ 3.0 m, prefer wet habitats of rainforest understory and small gap. It is an important valuable economic plant for its fruits used as Chinese medicine. *A. villosum* was introduced and planted experimentally in the understory of the tropical wet seasonal rainforest in Xishuangbanna(21°09' N~ 22°33' N, 99°58' E~ 101°50' E), Yunnan Province, southwest China in 1963. Now it has overspread the most understory of the rainforest, due to it continuously expanded by stolons propagating in surrounding habitat, while the continuous plant in virgin forest by farmer expedited the expansion. In order to raise fruit production,

the previous herbs and shrubs were cleaned and the trees were thinned to increase light level of the understory in the planting sites. Such a practice has brought remarkable reduction in plant diversity as well as change in construction of the rainforest.

This paper deals with the biomass reduction owing to planting *A. villosum* in the rainforest by determining the biomass of three sites of the primary tropical rainforest and the rainforest disturbed by planting *A. villosum* in Xishuangbanna respectively. Results was as follows: for the primary rainforest, the total biomass ($m \pm SE$) was $597.732 \pm 56.561 \text{ t/hm}^2$, the biomass distribution among the different layer was for tree layer $588.798 \pm 56.281 \text{ t/hm}^2$, shrub layer $4.861 \pm 0.195 \text{ t/hm}^2$, woody liana layer $3.590 \pm 0.329 \text{ t/hm}^2$ and herb layer $0.483 \pm 0.080 \text{ t/hm}^2$. For the disturbed rainforest, the total biomass decreased to $279.667 \pm 32.870 \text{ t/hm}^2$, the biomass of the tree layer, shrub layer and woody liana layer decreased to $272.451 \pm 31.846 \text{ t/hm}^2$, $0.257 \pm 0.029 \text{ t/hm}^2$ and $0.060 \pm 0.027 \text{ t/hm}^2$ respectively, but the herb layer biomass mostly composed by *A. villosum* increased to $6.900 \pm 2.214 \text{ t/hm}^2$. The practice has caused the tropical rainforest biomass decrease by 53.21 %, furthermore the biomass of the woody liana layer and shrub layer which suffered heaviest disturbance decreased even by 98.33% and 94.71%. The biomass reduction of the tree layer was intensity in the valuable large trees with DBH > 60 cm and smaller trees with DBH 5 cm ~ 20 cm which hampered growth of *A. villosum*. In Xishuangbanna, the practice for about 30 years has resulted in tropical wet seasonal rainforest biomass degradation, and it was more intensive than that of the primary hill forests of Peninsular Malaysia where the biomass decreased by 15 % in 10 years between 1972 and 1982.

Key words: tropical rainforest; biomass; *Amomum villosum*

《山地学报(世纪光盘)》征订启事

《山地学报》系中国自然科学核心期刊、中国科技论文统计源期刊、中国科学引文数据库源刊,被多种文摘收录,曾获全国、中国科学院、四川省优秀科技期刊奖。

《山地学报》是目前我国唯一专门报道山地科学研究理论与山区开发、环境整治、生态建设实践相结合的综合科技期刊。内容涵盖自然科学与人文科学两大门类中与山地有关的多学科知识,重点报道山地资源开发与山地生态环境演变、山区工程建设与山地灾害防治(滑坡、泥石流、水土流失、山洪等)、山区社区发展与城镇规划、山区经济发展与产业结构调整等领域的理论文章、应用技术、研究和实验方法、管理经验等内容。

为适应科技文化传播的发展需要,《山地学报》编辑部与中国学术期刊(光盘版)电子杂志社联合编辑,由清华同方电子出版社出版《山地学报(世纪光盘)》。该光盘收录了《山地学报》(原名《山地研究》)自1983年创刊至2000年的中文版共84期及其间编辑出版6期增刊,按栏目分为山地学基础理论、山地环境、山地灾害及其防治等,同时按《中国分类法》予以分类以便检索。

《山地学报(世纪光盘)》订价78元,适合于从事上述工作的科技人员、决策者、管理干部和大专院校师生阅读、参考;适合于各级综合图书馆(室)、政府的国土资源、水利电力、农林牧等部门的资料(信息)室查阅和收藏。

凡需订购者请速与本刊编辑部联系。

联系地址:成都市一环路南二段10号中科院成都山地所《山地学报》编辑部

联系人:冯海燕 联系电话:(028)5223826 邮 编:610041

E-mail: Hyfeng@imde.ac.cn 或 SDYA@chinajournal.net.cn