

西双版纳刀耕火种轮歇地植物群落生物量的初步研究

施济普 唐建维 张光明 白坤甲

(中国科学院西双版纳热带植物园, 云南勐腊 666303)

A Preliminary Study on the Biomass of Plant Community in Swidden Land after Slash and Burn in Xishangbanna. Shi Jipu, Tang Jianwei, Zhang Guangming, Bai Kunjia (Xishangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla, Yunnan 666303). *Chinese Journal of Ecology*, 2001, 20(5): 12- 15.

The biomass and its allocation of a five years secondary forest which regenerated after slash and burn in Xishangbanna were estimated based on standard tree regression analysis (for tree) and clear cut method (for shrub, liana, herb and litter). The result shows that the total biomass was $40.6959 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, of which $30.37 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ are contributed by tree layer; The biomass of shrub is $3.77 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, and of the liana and herb are $0.55 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ and $0.32 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, respectively. The biomass of litterfall is $4.48 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, dead standing tree is $0.21 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. The optimum regression models of different dominant plants and organs of the sample trees of tree layer in the stands were built.

Key words: biomass, slash and burn, xishuangbanna.

中图分类号: Q948.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-4890(2001)05-0012-04

西双版纳地处云南省南部, 境内大部分为海拔 540~ 1200m 的阶地、丘陵和低中山地, 居住在这的基诺、哈尼、苗、瑶、布朗等少数民族沿袭着上千年的刀耕火种耕作方式。自 20 世纪 50 年代以来, 随着人口的增长, 对自然资源的需求越来越大, 耕作面积逐年扩大, 土地轮歇时间逐渐缩短, 造成森林退化, 水土流失严重, 土地生产力下降, 生态环境遭到严重破坏等问题^[1]。本文拟对 5 年生刀耕火种后轮歇地更新群落的生物量进行分析, 旨在探讨刀耕火种后的植物群落(5 年生)的生物量及其分配规律, 以及刀耕火种对生物量干物质积累过程的影响。进而为分析刀耕火种对热带森林生态系统养分循环的影响提供基本资料。

不少学者分别对不同森林类型生物量进行过大量的研究。主要集中在温带和亚热带^[2~ 6], 对热带森林生物量的研究相对较少, 且主要集中于沟谷热带雨林、山地雨林、湿性季节雨林等^[7~ 10], 对热带次生林生物量的研究相对更少, 如李意德等对尖峰岭热带山地雨林皆伐迹地天然更新 26 年生林分的研究^[8], 和唐建维等对西双版纳热带次生林生物量的研究^[11]。纵观这些工作, 均未对刀耕火种轮歇地更新群落的生物量及其群落干物质的积累进行分析。为此作者于 1998 年 4 月对一片即将刀耕火种的次生林的生物量进行了测定, 本文仅对该次生

群落的生物量进行分析, 其养分元素含量和分配格局另文报道。

1 研究样地及群落概况

研究样地位于西双版纳傣族自治州勐仑大卡新寨, 地理位置为 $21^{\circ}54' \text{ N}$, $101^{\circ}46' \text{ E}$, 属西南热带季风气候, 海拔 720m 左右, 坡度 10° , 坡向 NE, 土壤为砖红壤, 土层深厚, pH 值 5.4 左右。该样地为 1992 年刀耕火种丢荒后自然更新的先锋植物群落, 该群落高 6m 左右, 可分为乔木层、灌木层及草本层 3 个层次, 乔木层主要由中平树 (*Macaranga denticulata*)、木荷 (*Schima argentea*)、岗桧 (*Eurya griffii*)、湄公栲 (*Castanopsis meikongensis*)、柴龙树 (*Apodytes dimidiata*) 等组成。灌木层的主要组成种类为多花野牡丹 (*Melastoma affine*)、绒毛杭子梢 (*Campylotropis pinatorum*) 及乔木的幼树, 草本层种类稀少, 主要是马唐 (*Digitaria ciliaris*)、飞蓬 (*Conyza canadensis*) 等。

2 研究方法

在群落和立地调查的基础上, 选择典型的一片刀耕火种丢荒后次生林设置样地, 长 40m, 宽 25m

* 中国科学院生物科学与技术特别支持项目(stz- 1- 18)内容之一。

作者简介: 施济普, 男, 26 岁, 1996 年毕业于华中农业大学林学专业, 获农学学士学位, 现在中国科学院西双版纳热带植物园从事植物生态研究。

共 4 块并对其进行分层调查测定, 综合 4 块样地计算单位面积上的生物量($t \cdot ha^{-1}$)。

2.1 样木收获

2.1.1 乔木层 对样地内林木进行每木调查, 根据群落调查资料, 按径级选择平均木进行生物量测定, 乔木层共选取 50 株 15 种, 全部均在样地内砍伐, 挖出全部根系, 去掉泥土称重。

2.1.2 灌木层(1~ 2m)及草本层 采用收获法^[12] 共设 12 个 2m × 2m 的小样方(每样地设上、中、下 3 个小样方)挖出根系, 去土后称出各部分器官鲜重。

2.1.3 藤本 由于样地内藤本较小且分布均匀, 故采用 12 个 2m × 2m 小样方内收获其鲜重, 分器官称重并取样。

2.1.4 枯落物和枯立木 二者均采用 2m × 2m 小样方进行收获。

各部分均取样品带回实验室烘至恒重(乔木层大枝, 圆盘, 粗根在 105℃下。小枝、叶等在 75℃下)。

2.2 回归模型的选择及生物量的计算

根据样木资料, 以胸径(D)的平方乘树高(H)为自变量(D^2H) 各样木的生物量为因变量(W), 分别树种对 4 个回归模型: $W = a + b(D^2H)$, $W = a(D^2H)b$, $W = a(D^2H)^b$, $W = ae^{b(D^2H)}$ $W = a + b\ln(D^2H)$ 的适性进行评价, 筛选出相关系数最高的模型计算生物量^[6], 由于样木均为 5 年及 5 年以下的树种, 种类组成较为复杂, 除优势种以外其

表 1 乔木层及群落主要优势种各器官生物量的回归模型
Tab. 1 Optimum regression models of organic biomass of the different dominant plants and tree layers in the stands

树种	器官	回归方程	相关系数
乔木层	干	$W = 0.2178D^2H + 43.979$	$R = 0.9924^{***}$
	枝	$W = 0.0678D^2H - 26.704$	$R = 0.9704^{***}$
	叶	$W = 0.0169D^2H + 43.888$	$R = 0.9538^{***}$
	根	$W = 0.1506D^2H - 98.2330$	$R = 0.9804^{***}$
	总体	$W = 0.4531D^2H - 37.07$	$R = 0.9951^{***} (1.5cm < d < 9cm)$
岗樟	干	$W = 1.9765(D^2H)^{0.7442}$	$R = 0.9713^{**}$
	枝	$W = 0.0042(D^2H)^{1.2903}$	$R = 0.9947^{***}$
	叶	$W = 0.085(D^2H)^{0.856}$	$R = 0.9667^{**}$
	根	$W = 155.05e^{0.0003D^2H}$	$R = 0.9676^{**}$
	总体	$W = 692.06e^{0.0003D^2H}$	$R = 0.9921^{***} (1.9cm < d < 5.3cm)$
柴龙树	干	$W = 253.6e^{0.003(D^2H)}$	$R = 0.9676^{**}$
	枝	$W = 41.884e^{0.002(D^2H)}$	$R = 0.9897^{**}$
	叶	$W = 23.214e^{0.002(D^2H)}$	$R = 0.9837^{**}$
	根	$W = 206.58e^{0.002(D^2H)}$	$R = 0.9390^{**}$
	总体	$W = 1896.7e^{0.002(D^2H)}$	$R = 0.9901^{***} (2.2cm < d < 4.7cm)$
木荷	干	$W = 0.611(D^2H)^{0.9036}$	$R = 0.9972^{***}$
	枝	$W = 0.2496(D^2H)^{0.8797}$	$R = 0.9738^{**}$
	叶	$W = 3.5789(D^2H)^{0.5093}$	$R = 0.9997^{***}$
	根	$W = 0.1548(D^2H)$	$R = 0.9596^{**}$
	总体	$W = 0.193(D^2H)$	$R = 0.9902^{***} (2.4cm < d < 7.4cm)$
中平树	干	$W = 0.466(D^2H)^{0.9008}$	$R = 0.9903^{***}$
	枝	$W = 0.0836(D^2H)$	$R = 0.9925^{***}$
	叶	$W = 0.0251(D^2H)$	$R = 0.9556^{**}$
	根	$W = 0.1037(D^2H)^{1.0245}$	$R = 0.9982^{***}$
	总体	$W = 0.2516(D^2H)$	$R = 0.9967^{***} (1.5cm < d < 4.5cm)$
湄公栲	干	$W = 0.2644(D^2H)$	$R = 0.9793^{***}$
	枝	$W = 0.0625(D^2H)^{1.0381}$	$R = 0.9884^{***}$
	叶	$W = 0.056(D^2H)$	$R = 0.9803^{***}$
	根	$W = 3396.62e^{0.0001(D^2H)}$	$R = 0.9703^{***}$
	总体	$W = 0.2065(D^2H)$	$R = 0.9952^{***} (1.8cm < d < 7.5cm)$
盐肤木 (<i>Rhus chinensis</i>)	干	$W = 0.1115(D^2H)^{1.0671}$	$R = 0.9747^{***}$
	枝	$W = 0.705(D^2H)$	$R = 0.9629^{***}$
	叶	$W = 0.4763(D^2H)^{0.8538}$	$R = 0.9240^{**}$
	根	$W = 0.0661(D^2H)^{0.9758}$	$R = 0.9801^{***}$
	总体	$W = 0.1684(D^2H)$	$R = 0.9952^{***} (2.0cm < d < 4.5cm)$
滇银柴 (<i>Aporosa Yunnanensis</i>)	干	$W = 0.19(D^2H)$	$R = 0.9560^{***}$
	枝	$W = 1.2237(D^2H)^{0.8295}$	$R = 0.9888^{***}$
	叶	$W = 0.3674(D^2H)^{0.751}$	$R = 0.9259^{**}$
	根	$W = 2.4195(D^2H)^{0.6856}$	$R = 0.9491^{**}$
	总体	$W = 0.2715(D^2H)$	$R = 0.9817^{***} (1.5cm < d < 9.0cm)$

** 表示检验结果达到 95% 显著水平, *** 表示检验结果达到 99% 显著水平.

它种类则只建立一个混合模型。所有这些模型均达到了显著或极显著水平。

3 结果分析

3.1 乔木层的生物量及其器官分配

乔木层生物量由表 1 的群落生物量优化模型直接推算所得, 该层生物量器官分配见表 2。其大小顺序为: 树干> 根> 枝> 叶, 分别占上层树种总生物量的 52. 09%, 30. 17%, 14. 38% 和 3. 35%, 其器官生物量分配与西双版纳热带湿性季节雨林和

沟谷雨林(湿性季节雨林为 66. 85: 19. 29: 10. 33: 1. 22, 沟谷雨林为 61. 55: 19. 32: 16. 66: 2. 46)^[7, 9] 有相似的分配次序, 但叶及根的比例有所偏大, 干、枝的比例偏低, 主要是因为林分处于先锋阶段, 不论种类组成, 还是植物群落的结构特征, 都与原始林有很大的差别, 而且该植物群落中有一部分萌桩存在的原因。

3.2 乔木层生物量的径级分配

乔木生物量的径级分配如表 2, 由于乔木层树种总体上径级都比较小, 按每隔 2cm 为一个径级。各径级生物量大小顺序为: 2~ 4cm 径级> 6~ 8cm

表 2 乔木层生物量的器官及径级分配

径级 (cm)	生物量($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)				总体 ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	生物量 (%)	株数 (株 $\cdot \text{ha}^{-1}$)
	干	根	枝	叶			
0≤d< 2	1. 2022	0. 2315	0. 1859	0. 1331	1. 7527	5. 77	4663
2≤d< 4	5. 4213	2. 8555	1. 4072	0. 3750	10. 0590	33. 12	6940
4≤d< 6	3. 7844	2. 4306	1. 1196	0. 2203	7. 5549	24. 87	1448
6≤d< 8	3. 9022	2. 6162	1. 1890	0. 2065	7. 9139	26. 05	638
8≤d	1. 5134	1. 0307	0. 4662	0. 0839	3. 0942	10. 19	128
合计	15. 8236	9. 1645	4. 3679	1. 0187	30. 3747	100. 00	13817
各器官比例(%)	52. 10	30. 17	14. 38	3. 35	100. 0		

径级> 4~ 6cm 径级> 8cm 以上径级> 0~ 2cm 径级, 分别占乔木层生物量的 33. 12%, 26. 05%, 24. 87%, 16. 19% 和 5. 77%。生物量在 0~ 2cm 径级区间所占比例小最小, 为 $1. 7527\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 株数为 4663 株 $\cdot \text{ha}^{-1}$, 在 2~ 4cm 径级之间比例为最大, 达 $10. 0590\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$, 株数也最多, 为 6940 株 $\cdot \text{ha}^{-1}$, 以后随径级的增加, 株数从 2~ 4cm 径级的 6940 株 $\cdot \text{ha}^{-1}$ 快速降至 8cm 径级以上的 128 株 $\cdot \text{ha}^{-1}$, 从整个群落乔木层生物量的径级分配来看, 生物量主要集中在 2~ 8cm 径级之间, 占乔木层总生物量的 84. 04%。

3.3 乔木层生物量的种类

表 3 显示了群落 8 种主要优势种的生物量, 这 8 种树种的生物量占整个群落总生物量的 2/ 3, 达 65. 52% 其它所有种类仅占 1/ 3 为 34. 48%。生物量> 5% 的有岗桧、中平树、木荷、湄公栲, 共 4 种占总生物量的 54. 88%, 其中岗桧、木荷、湄公栲生物量超过 10%, 尤以木荷生物量最大为 $6. 2468\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$, 占乔木层生物量的 21. 81%, 其次是岗桧为 $4. 4881\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$, 占 14. 78%。但从植株总数看岗桧株数最多为 2773 株 $\cdot \text{ha}^{-1}$, 其次是中平树为 1945 株 $\cdot \text{ha}^{-1}$ 。

3.4 群落的总生物量及其分配

群落总生物量(表 4) 为 $40. 6959\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$, 与当地

表 3 乔木层树种的种类分配

树种	生物量($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)				合计	百分比 (%)
	干	枝	叶	根		
岗桧	2. 3287	0. 6129	0. 2929	2. 3287	4. 4881	14. 78
木荷	3. 2403	0. 9721	0. 2881	2. 1241	6. 2468	21. 81
中平树	1. 1569	0. 2815	0. 0169	0. 5494	2. 0046	6. 60
截头石栎	0. 4900	0. 0690	0. 0276	0. 1453	0. 4900	1. 61
盐肤木	0. 4481	0. 1143	0. 0600	0. 2298	0. 8522	2. 81
滇银柴	0. 7038	0. 1795	0. 0943	0. 3605	1. 3381	4. 41
柴龙树	0. 7344	0. 2146	0. 0710	0. 4631	1. 4831	4. 88
湄公栲	1. 7435	0. 5189	0. 1592	1. 1297	3. 5513	11. 69
其它	5. 2197	1. 4050	0. 9388	2. 9091	10. 4725	34. 48
合计	15. 8236	4. 3679	2. 0113	9. 1645	30. 3747	100

原始林分相比, 为西双版纳沟谷热带雨林的 12. 18%^[7], 西双版纳热带湿性季节雨林生物量的 11. 28%^[9]。生物量大部分集中于乔木层, 为 $30. 3747\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$, 占群落总生物量的 74. 64%, 比例低于西双版纳沟谷热带雨林(95. 86%)^[7]。这与群落尚处于演替的初期阶段, 林分尚未完全郁闭, 灌木较多等状况相一致。灌木、藤本及草本生物量分别为 3. 7707, 0. 5474 和 0. 3191, 比当地原始林分均低。枯枝、枯叶量为 0. 8452 和 3. 6381 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$, 分别占总生物量的 2. 08% 和 8. 94%, 比相同地的原始林分低, 枯立木 0. 2081 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 占总生物量的

0.51%, 从样地实际调查情况看, 林内开始郁闭, 一些阳性先锋树种如盐肤木、中平树和岗桧等出现部分枯立木。

表 4 群落生物量及其分配

Tab. 4 The total biomass and its allocation for different layers of the stands

层次	器官	生物量 (t·ha ⁻¹)	占总生物量 百分比(%)
乔木层	干	15.8236	38.88
	枝	4.3679	10.37
	叶	2.0113	4.94
	根	9.1645	22.52
	合计	30.3747	74.64
灌木	干	1.9448	4.78
	枝	0.5148	1.27
	叶	0.1837	0.45
	根	1.1132	2.74
	巢	0.0142	0.03
	合计	3.7707	9.27
藤本	干	0.0212	0.05
	枝	0.0128	0.03
	叶	0.1203	0.30
	根	0.3933	0.97
	合计	0.5474	1.35
草本层	干	0.1778	0.44
	枝	0.0000	0.00
	叶	0.0610	0.15
	根	0.0802	0.20
	合计	0.3191	0.78
枯落物	枯枝	0.8452	2.08
	枯叶	3.6381	8.94
	合计	4.4833	11.02
枯立木		0.2081	0.51
合计		40.6959	100

4 结 语

本文采用标准木回归分析法(乔木)和样方收获法(灌木、草本、枯落物)研究了西双版纳刀耕火种轮歇地生物量及其分配规律, 结果表明, 群落总生物量为 40.6959 t·ha⁻¹, 其中乔木层生物量为 30.3747 t·ha⁻¹, 占 74.64%。灌木层、藤本及草本层生物量分别为 3.7707, 0.5474 和 0.3191t·ha⁻¹, 分别占总生物量的 9.27%, 1.35% 和 0.78%。枯落物生物量为 4.4833 t·ha⁻¹, 其中枯枝 0.8452t·ha⁻¹、枯叶 3.6381t·ha⁻¹分别占总生物量的 2.08%

和 8.94%, 枯立木 0.2081t·ha⁻¹, 占总生物量的 0.51%。上层树种的干、枝、叶、根器官分配比例为 52.09%, 14.38%, 3.35% 和 30.17%, 其大小顺序为: 干生物量> 根生物量> 枝生物量> 叶生物量。生物量的径级分布为 0~ 2cm 径级占 5.77%, 2~ 4cm 径级占 33.12%, 4~ 6cm 径级占 24.87%, 6~ 8cm 径级占 26.05%, 8cm 径级以上占 10.19%。刀耕火种一个显著特点是砍伐森林焚烧后种植农作物, 砍伐后的木材绝大部分用于就地焚烧, 焚烧后虽然在一定程度上能提高养分的有效性^[1], 但林木砍伐后的裸地易造成水土地流失, 对气候调节功能也较差, 同时处于生长初期阶段的植物群落, 未完全郁闭, 过早地砍伐此类群落是造成生物量的积累较低的主要原因之一。

参考文献

[1] 沙丽清. 西双版纳次生林火烧前后土壤营养成分变化的研究[J]. 植物生态学报, 1998, 22(6): 512- 520.

[2] 刘兴良. 沱江流域亚热带次生植被生物量及其模型[J]. 1997, 21(5): 441- 454.

[3] 贺金生. 长江三峡地区典型灌丛的生物量及其再生能力[J]. 植物生态学报, 1997, 21(6): 512- 520.

[4] 彭少麟. 南亚热带森林群落动态学[M]. 北京: 科学出版社, 1996.

[5] 陈启瑞. 浙江次生青冈林林木层的生物量模型及其分析[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(1): 38- 47.

[6] 陈章和. 黑石顶自然保护区南亚热带常绿阔叶林生物量与生产量研究[J]. 生态学报, 1992, 12(4): 377- 385.

[7] 党承林. 西双版纳沟谷雨林的净第一性生产量研究[J]. 云南植物研究, 1997, 9(增刊): 123- 128.

[8] 李意德. 尖峰岭热带雨林生物量的初步研究[J]. 云南植物研究, 1992, (4): 293- 299.

[9] 冯志立. 西双版纳热带季节性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.

[10] 黄全. 黎母山热带山地雨林生物量研究[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1991, 15(3): 197- 205.

[11] 唐建维. 西双版纳热带次生林生物量的初步研究[J]. 植物生态学报, 1998, 22(6): 489- 498.

[12] 董鸣. 陆地生物群落调查观测与分析(中国生态系统研究网络观测与分析标准方法)[S]. 北京: 中国标准出版社, 1997.

(收稿: 1999 年 10 月 20 日, 改回: 2000 年 4 月 11 日)