

武夷山甜槠群落的生物量和生产力^①

林益明 林 鹏 李振基

(厦大学生物学系)

何建源 刘初铤

(武夷山自然保护区管理局)

摘要 主要讨论武夷山先峰岭 51 龄甜槠群落的生物量和生产力. 测定结果表明: 1992 年 12 月甜槠群落的现存生物量为 $40\,728.1\text{ g/m}^2$, 其中地上部为 $35\,082.0\text{ g/m}^2$, 占总量的 86.14%, 地下部为 $5\,646.1\text{ g/m}^2$, 占 13.86%. 甜槠群落 1992 年的净初级生产量为 $1\,381.6\text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$, 其中凋落物产量为 $379.20\text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$, 占净初级生产量的 27.45%. 而用于植物自身生长的存留量为 $1\,002.4\text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$, 占 72.55%. 甜槠群落的生物量累积比为 29.48, 已达成熟林的比率关系.

关键词 甜槠群落, 生物量, 生产力

中国图书分类号 Q 949.73

森林群落生物量研究是森林生态系统物质生产研究的重要方面, 它是物质循环及能量流动研究的基础. 我国自 70 年代末开展对森林生物量的研究, 从人工林或针叶林研究开始, 然后逐步深入. 中亚热带武夷山常绿阔叶林是联合国的“人与生物圈”的保护计划之一, 对于其森林生物量和生产力的研究仍未见报道. 本文选择了中亚热带武夷山常绿阔叶林的代表类型——甜槠群落, 对其生物量和生产力进行研究, 为其生态系统功能、自然保护区的生产建设和管理提供科学依据.

1 自然条件和样地概况

甜槠群落的实验地设在距保护区管理局 10 km 处的先峰岭, 纬度 $27^{\circ}42'N$, 经度 $117^{\circ}41'E$, 海拔 1 200 m 左右. 气候属典型的亚热带季风气候. 样地中乔木层林冠一般 13 m, 最高植株 15 m, 林内乔木层主要是甜槠 [*Castanopsis eyrei* (Champ. ex Benth.) Tutch.], 并有少量的木荷 (*Schima superba* Gardn. et Champ.)、石栎 [*Lithocarpus glaber* (Thunb.) Nakai.], 交让木 (*Daphniphyllum macropodum* Miq.); 林下灌木层有肿节少穗竹 [*Oligostachyum oedegonatum* (Z. P. Wang et G. H. Ye) Q. F. Zheng et K. F. Huang], 细齿柃木 (*Eurya loquaina* Dunn.), 鹿角杜鹃 (*Rhododendron latoucheae* Franch.); 草本层有里白 [*Hicriopteris glauca* (Thunb.) Ching.], 菝葜 (*Smilax china* L.), 狗脊 [*Woodwardia japonica* (Linn. f.) Sm.] 等. 林冠郁闭度达 90%, 平均密度每 100 m² 有 11.4 株, 平均胸径 20.88 cm, 叶面积指数 3.5.

林下土壤为山地黄壤, 土层厚度 80 cm. 表层多细根, 腐殖层褐黑色, 有团粒结构, 上覆盖

① 本文 1995-04-01 收到; 福建省自然科学基金资助项目

枯枝落叶层 3~5 cm. 土壤理化性质见表 1.

表 1 武夷山先峰岭甜槠群落土壤的理化特性

Tab. 1 The physical and chemical properties of soils in *Castanopsis eyrei* community in xianfenling of wuyi mountains

土壤深度 (cm)	pH	容重 (g/cm ³)	全 N (%)	全 P (%)	全 K (%)	全 Na (%)	全 Ca (%)	全 Mg (%)
0~30	4.35	0.80	0.394	0.022	2.115	0.152	0.023	0.125
30~60	4.55	1.195	0.187	0.023	2.347	0.170	0.019	0.135
60~80	4.90	1.40	0.077	0.023	2.812	0.136	0.013	0.166

2 材料和方法

2.1 甜槠群落生物量测定

甜槠群落现存生物量的测定工作于 1992 年 12 月进行. 在样地中设立 3 个 10×10 m² 样方, 分别记录了样方中乔木种群的数量, 并测量每木的高度、胸径、枝下高, 作为标准木推导的基础. 根据测量结果在样方中随机选取具有代表性的 3 株标准木进行砍伐, 树干由地面直径开始, 除胸高 1.3 m 处以外, 其余均相距 2 m 取一圆盘, 从各圆盘求得年轮数、年增长量和截面积. 胸高直径 D 、材积 V 、形数 f 和植株高度 h 的关系, 以关系式表示为 $v=g \cdot h \cdot f$. 式中 g 为胸高断面积, 即 $g=\pi D^2/4$. 样地生物量是由标准木的形数和样方中种群各植株胸高直径、树高依公式逐一推算之和求得.

地上部采样还对各分段分别测定树干(树皮、树材)、幼枝、多年生枝、枯枝、叶的鲜重, 并随机取样测定其干重, 从而求得各组分与树干材积的比率. 地下部采样采用 2 个样地, 挖 1×2 m², 深 80 cm, 达基本无根为止. 根部连土挖出, 分别筛出粗根(>2 cm)、中根(0.2~2 cm)、细根(<0.2 cm)、枯根, 称其鲜重, 取样 60 °C 烘干后, 研磨过筛后贮存作分析用, 另取小样在 105 °C 烘干求得含水量并求得根的干重生物量.

2.2 年生产力测定

经树干解析, 从标准木中求出甜槠群落 1992 年的材积生长量与总干材的总量比, 推算各组分 1992 年的年生长量^[1], 加上当年生枝和年凋落物量从而求得当年的年净生产力. 并从现存量求得 51 龄的甜槠群落 1992 年生产力. 当年材积的年生产力比值(ρ_A) = 材积增长量(V_{1992})/总材积(V_{51a}).

2.3 林下灌木层和草本层生物量测定

林下灌木层是随机选择 2 个 2×2 m² 样方, 草本层选 2 个 0.5×0.5 m² 样方, 林下灌木层和草本层分别进行皆伐测定.

2.4 凋落物的收集

凋落物的收集采用收集箱法, 林下各随机设置 20 个收集箱, 口径面积 1×1 m², 下铺收集网的孔径为 2 mm 的玻璃纤维网, 为便于通风和排水, 斜坡上架设时离地面 20 cm 以上水平置放. 每 10 d 收集一次凋落物, 及时烘干, 每月收集三次, 所有凋落物最后汇总, 并分出叶、大枝

($D > 5$ mm)、小枝($D \leq 5$ mm)、花(包括花序)、果(包括果序). 测定其鲜重,然后于各组分中抽部分样品在 105°C 烘干至恒重,测其含水量,推算每月凋落物的总干重. 凋落物收集自 1992 年 3 月至 1994 年 12 月,本文中采用 1993 年的收集量为生物量计算量.

2.5 其它因子测定

土壤重量用旧启辉器改制的一定体积的容器以各层自然土样求得. pH 值采用电位法(821 型 pH/离子计). 叶面积指数,用标准木的全部叶片面积与其相应样地面积之比求得,任取其中 500 g,用剪纸衡重法测定叶片面积.

3 结果与讨论

3.1 甜槠群落的现存生物量及其分布

根据平均标准木法^[1]计算出武夷山先峰岭甜槠群落的现存生物量及其分布(见表 2). 结果表明:甜槠群落的现存生物量为 $40\,728.1\text{ g/m}^2$,其中地上部为 $35\,082.0\text{ g/m}^2$,占总量的 86.14%,地下部为 $5\,646.1\text{ g/m}^2$,占总量的 13.86%.

各器官生物量所占比例大小依次为:树干 > 根 > 枝 > 叶. 甜槠群落各组分的分配大小依次为:树材(64.47%) > 多年生枝(10.17%) > 粗根(8.07%) > 树皮(6.12%) > 叶(3.17%) > 细根(3.10%) > 中根(2.05%) > 枯枝(1.05%) > 枯根(0.64%) > 灌木(0.59%) > 幼枝(0.47%) > 草本(0.09%). 由此可见,甜槠群落的生物量高度集中于乔木层,而且是乔木的干材部分,而灌木和草本的生物量仅占 0.68%.

与其它陆生森林的现存生物量相比,中亚热带武夷山甜槠群落的现存量为 $40\,728.1\text{ g/m}^2$,低于亚热带鼎湖山季风常绿阔叶林 $42\,546.8\text{ g/m}^2$ ^[2]和云南哀牢山中山湿性常绿阔叶林 $49\,970\text{ g/m}^2$ ^[3],而与泰国的热带雨林 $40\,360\text{ g/m}^2$ ^[4]相近;高于广东黑石顶常绿阔叶林 $35\,797.6\text{ g/m}^2$ ^[5]和温带成熟林 $32\,875\text{ g/m}^2$ ^[6],同时,中亚热带武夷山常绿阔叶林甜槠群落的现存量远高于亚热带地区的针阔混交林、针叶林;亚热带鼎湖山针阔混交林-马尾松、锥栗、木荷、红皮紫陵的现存量为 $26\,113.3\text{ g/m}^2$ ^[2],湖南会同县的杉木林为 $15\,631\text{ g/m}^2$ 和马尾松林 $10\,680\text{ g/m}^2$ ^[7].

表 2 甜槠群落现存生物量

Tab. 2 Standing crop in *Castanopsis eyrei* community (1992. 12)

组 分	生物量($\text{g m}^{-2} \cdot \text{dw}$)	总量百分率(%)
叶	1 291.6	3.17
幼枝	190.6	0.47
多年生枝	4 142.3	10.17
枯枝	427.1	1.05
树皮	2 494.5	6.12
树材	26 257.7	64.47
灌木	241.6	0.59
草本	36.6	0.09
地上部小计	35 082.0	86.14
粗根	3 288.4	8.07
中根	834.5	2.05
细根	1 263.3	3.10
枯根	259.9	0.64
地下部小计	5 646.1	13.86
总 和	40 728.1	100.00

从甜槠群落生物量的分配来看,地上部分生物量是树干生物量的 1.21 倍,这与广东黑石顶的常绿阔叶林的 1.27 倍^[5]、温带森林的 1.3 倍的平均值^[8]相近.对于其它热带、亚热带天然林,也很接近该值(见表 3).甜槠群落总生物量是树干生物量的 1.417 倍,稍低于广东黑石顶的常绿阔叶林的 1.599 倍^[5],其它森林多为 1.6~2.0 倍,由此可见,根据树干生物量来估计地上部分生物量乃至总生物量是可行的.

表 3 树干生物量与地上部分生物量及与总生物量的关系(与其它地区森林比较)

Tab. 3 Relations between biomass of trunk and aboveground biomass and total biomass in several forests (comparison with other forests)

地点及森林类型	纬度	树干生物量 (BT) (t · hm ⁻²)	地上部分生物量 (AB) (t · hm ⁻²)	总生物量 (TB) (t · hm ⁻²)	AB/BT	TB/BT	资料来源
法属圭亚那热带雨林		394.7	589.6		1.494		[5]
海南热带山地雨林	18°37'23"N	362	493		1.362		[9]
鼎湖山南亚热带森林							
常绿阔叶林	23°08'N	218.6	292.0	425.5	1.336	1.946	[2]
常绿针阔混交林	23°08'N	126.7	176.2	261.1	1.391	2.016	[2]
黑石顶南亚热带林		221.1	281.2	353.5	1.272	1.599	[5]
湖南会同县亚热带林							
马尾松林	26°52'N	60.9	83.0	100.0	1.363	1.463	[7]
杉木林	26°52'N	46.3	72.8	91.8	1.572	1.983	[7]
武夷山常绿阔叶林	27°42'N	287.52	348.0	407.3	1.210	1.417	本文

从甜槠群落根系的分配来看,地下部与地上部之比为 0.16,低于广东黑石顶常绿阔叶林 0.258^[5]、云南哀牢山的木果石栎林 0.433^[3],而与长白山的阔叶红松林的 0.191 相近^[6].甜槠群落根系生物量的垂直分布见表 4.

从表 4 可以看出,甜槠群落的根系主要分布在 0~60 cm 的土层中,它们根的生物量 5 090.5 g/m²,占总根生物量的 90.16%;60~80 cm 土层中根的生物量为 555.6 g/m²,占总根生物量的 9.84%.从根系的垂直分布中,根的生物量由上至下逐层递减,第一层根的生物量为 2 692.9 g/m²(占总量的 47.69%),第二层根的生物量为 2 397.6 g/m²(占总量的 42.47%),第三层根的生物量为 555.6 g/m²(占总量的 9.84%).甜槠群落根系的垂直分布规律与云南哀牢山木果石栎林研究^[3]一致.在不同径级的根中,粗根的生物量 3 288.4 g/m²(占总根量的 58.24%)>细根 1 263.3 g/m²(占 22.38%)>中根 834.5 g/m²(占 14.78%)>枯根 259.9 g/m²(占 4.60%).

甜槠群落的根系生物量 5 646.1 g/m²,低于云南哀牢山中山湿性常绿阔叶林 15 100 g/m²^[3]、日本大隅岛的常绿阔叶林根系 7 760 g/m²^[10]和广东黑石顶的常绿阔叶林根系 7 351.7 g/m²^[5],与长白山阔叶红松林根系的 5 304 g/m² 较为接近^[6],但高于广东鼎湖山季风常绿阔

叶林根系的 $3\ 543\ \text{g/m}^2$ ^[11]、长白山的云冷杉林根系的 $4\ 420\ \text{g/m}^2$ 、湖南会同县的杉木纯林根系的 $1\ 900\ \text{g/m}^2$ 和马尾松林根系的 $1\ 700\ \text{g/m}^2$ ^[7]。

表4 甜槠群落地下部生物量的垂直分布

Tab. 4 Vertical distribution of dry weight of the roots in *Castanopsis eyrei* community (1992. 12) ($\text{g/m}^2 \cdot \text{dw}$)

土壤深度(cm)	粗根	中根	细根	枯根	总和
0~30	1506.2(26.68)	317.6(5.62)	772.2(13.68)	96.9(1.71)	2692.9(47.69)
30~60	1444.7(25.59)	416.7(7.38)	401.9(7.12)	134.3(2.38)	2397.6(42.47)
60~80	337.5(5.98)	100.2(1.77)	89.2(1.58)	28.7(0.51)	555.6(9.84)
Sum(0~80)	3288.4(58.24)	834.5(14.78)	1263.3(22.38)	259.9(4.60)	5646.1(100.00)

注:括号内的数字为占总根量的百分数(%)

3.2 甜槠群落的生产力

由1992年的甜槠群落的年生产量加上当年的凋落物量从而估测当年的年生产力。因未计当年枯根量及草食动物(特别是昆虫)啃食量,所以略为偏低些。甜槠群落1992年的总净初级生产量为 $1\ 381.6\ \text{g/m}^2 \cdot \text{a}$,其中用于植物自身生长的量(存留量)为 $1\ 002.4\ \text{g/m}^2 \cdot \text{a}$,占净初级生产量的72.55%,以凋落物形式归还给土壤的量(归还量)为 $379.2\ \text{g/m}^2 \cdot \text{a}$,占净初级生产量的27.45%(见表5)。

与其它森林群落相比,武夷山甜槠群落的净第一性生产力为 $1\ 381.6\ \text{g/m}^2 \cdot \text{a}$,与象牙海岸的季相林 $1\ 340\ \text{g/m}^2 \cdot \text{a}$ ^[12]相近,低于泰国的热带雨林的 $2\ 860\ \text{g/m}^2 \cdot \text{a}$ ^[12],加纳的热带雨林的 $2\ 430\ \text{g/m}^2 \cdot \text{a}$ ^[8]、南亚热带广东鼎湖山常绿阔叶林的 $2\ 599.9\ \text{g/m}^2 \cdot \text{a}$ ^[2]和混交林的 $2\ 098.9\ \text{g/m}^2 \cdot \text{a}$ ^[2],但高于尼日利亚混交旱生林的 $1\ 140\ \text{g/m}^2 \cdot \text{a}$ ^[12]、波多黎各 *Dacryodes excelsa* 占优势的山区雨林 $1\ 030\ \text{g/m}^2 \cdot \text{a}$ ^[12]、广东鼎湖山的马尾松林的 $844.9\ \text{g/m}^2 \cdot \text{a}$ ^[2]和湖南会同县的杉木林的 $754\ \text{g/m}^2 \cdot \text{a}$ ^[7]。

据 Whittaker 和 Woodwell^[13]认为不同群落的结构、功能和多样性之间的显著差异可用生物量累积比表示:即现存生物量对于年净第

表5 甜槠群落的年生产力

Tab. 5 Productivity of *Castanopsis eyrei* community (1992)

组 分	产量($\text{g/m}^2 \cdot \text{a}$)	总量百分数(%)
幼枝	190.6	13.80
多年生枝	86.6	6.27
树材	549.0	39.74
树皮	52.2	3.78
灌木	5.1	0.37
草本	0.8	0.06
根	118.1	8.55
落叶	289.9	20.98
落枝	75.8	5.49
落花	1.3	0.09
落果	12.2	0.88
总量	1381.6	100.00

一性生产力之比。这些比率的典型情况是:荒漠 2~10,多年生草原为 1.5~3,灌丛为 2~12,疏林地和幼林地为 10~30,成熟林为 20~50^[12]。经计算,武夷山甜槠群落的生物量累积比为 29.48,已达成熟林的比率关系。

51 龄甜槠群落的 1992 年生产力($1\ 381.6\ \text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$)仅占现存生物量的 3.39%,低于湖南会同县 20 龄杉木林的 4.82%、20 龄马尾松林的 4.71%^[7],说明了壳斗科植物甜槠生长较为缓慢。

参 考 文 献

- 1 大隅真一等著,于璞和等译. 森林计测学. 北京:中国林业出版社,1984:35~333
- 2 张祝平,彭少麟,孙谷畴等. 鼎湖山森林群落植物量和第一性生产力的初步研究. 热带亚热带森林生态系统研究. 北京:科学出版社,1989,5:63~72
- 3 邱学忠,谢寿昌,荆桂芬. 云南哀牢山徐家坝地区木果石栎林生物量的初步研究. 云南植物研究,1984,6(1):85~92
- 4 Golley F B 著,李文华译. 热带森林的生产量和矿质循环. 植物生态学译丛,北京:科学出版社,1982,4:124~134
- 5 陈章和,张宏达,王伯荪等. 广东黑石顶常绿阔叶林生物量及其分配的研究. 植物生态学与地植物学学报,1993,17(4):289~298
- 6 李文华. 长白山主要生态系统生物生产量的研究. 森林生态系统研究. 北京:中国林业出版社,1981,2:81
- 7 冯宗炜,陈楚莹,张家武等. 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(4):257~266
- 8 Gozz J R. Biomass distribution and production budget for a nonaggrading forest ecosystem. *Ecology*,1980,61(2):507~514
- 9 李意德,曾庆波,吴仲民等. 尖峰岭热带山地雨林生物量的初步研究. 植物生态学与地植物学学报,1992,16(4):293~299
- 10 木村允著,姜恕等译. 陆地植物群落生产量的测定法. 北京:科学出版社,1981:1~126
- 11 廖兰玉,丁明懋,张祝平等. 鼎湖山某些植物群落根系生物量及其氮素动态. 植物生态学与地植物学学报,1993,17(1):56~60
- 12 Lieth H, Whittaker R H 著,王业遽等译. 生物圈的第一性生产力. 北京:科学出版社,1985:1~354
- 13 Whittaker R H, Woodwell G M. Measurement of net primary production of forest (French Summ.) In P. DuVigneaud (ed.) Productivity of forest ecosystems. proceedings, Brussels. Symposium (October 1969, UNESCO Paris). *Ecology and Conversation*,1971,5:159~175

Biomass and Productivity of *Castanopsis eyrei* community in Wuyi Mountains

Lin Yiming Lin Peng Lizhenji

(Dept. of Biol., Xiamen Univ.)

He Jiangyuan Liu Chudian

(The Adm. Bur. of wuyishan Nat. Nat. Res.)

Abstract This paper deals mainly with the biomass and productivity of a 51-year-old *Castanopsis eyrei* community in xian fen Ling of wuyi mountains. The main results of the measurements were as follows: 1) The standing crop of this community (1992) was $40\,728.1\text{ g/m}^2$, in which the biomass of aboveground was $35\,082.0\text{ g/m}^2$, 86.14 Percentage to total, and the biomass of underground was 5646.1 g/m^2 , i. e. 13.86%. 2). The net primary production of this community in 1992 was $1\,381.6\text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$, in which the Litter fall was $379.20\text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$, made up 27.45%, and the retention for the growth themselves was $1\,002.4\text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$, accounting for 72.55%. The ratio of Biomass accumulation was 29.48, which was up to the ratio of the mature forest.

Key words *Castanopsis eyrei* community, Biomass, Productivity