

文章编号: 1000-5692(2007)04-0389-07

浙江天童国家森林公园常绿阔叶林生物量研究 (II) 群落生物量及其分配规律

杨同辉¹, 达良俊², 李修鹏¹

(1. 浙江省宁波市农业科学研究院, 浙江 宁波 315040; 2. 华东师范大学 环境科学系, 上海 200062)

摘要: 森林生物量测定一直是森林生态系统研究的主要内容, 也是地区森林生态系统长期监测所必需的基础性研究。以浙江天童国家森林公园常绿阔叶林为研究对象, 于2003年10月份采用收获法(草本层、灌木层)和标准木法(乔木层)相结合的方法, 测定了以木荷 *Schima superba*, 米槠 *Castanopsis carlesii* 为优势种的群落地上部分生物量。结果表明: 群落地上部分总生物量为 $(141.0770 \pm 17.4298) t \cdot hm^{-2}$ (平均值±标准差, $n=3$), 其中接近90%集中于乔木层, 其他层生物量分配较少。群落及其各层生物量种间分配差异较大, 以优势树种木荷和米槠生物量为主, 其生物量主要由树干组成, 器官分配大小顺序为干>枝>叶。群落萌枝生物量主要集中在灌木层, 50%以上由米槠萌枝生物量构成。群落生物量及其分配状况基本体现了以木荷和米槠为优势种的该群落结构特征及常绿阔叶林群落生物量分配特征。表5参15

关键词: 森林生态学; 常绿阔叶林; 群落生物量; 分配规律; 天童国家森林公园

中图分类号: S718.45 文献标志码: A

森林生物量测定一直是森林生态系统研究的主要内容, 也是地区森林生态系统长期监测所必需的基础性研究。我国森林生态系统生物量的研究尤其是常绿阔叶林生物量的研究起步较晚。近年来, 随着对常绿阔叶林研究的逐渐重视及研究工作的不断开展, 常绿阔叶林群落生物量的研究有了一些详细的报道。但从东部亚热带植被带分区^[1,2]来看, 多数常绿阔叶林生物量研究集中于南亚热带地区^[3-8], 中亚热带地区只见青冈 *Cyclobalanopsis glauca* 林^[9]、木荷 *Schima superba* 林^[10]、栲树 *Castanopsis fargesii* 林^[11]、甜槠 *Castanopsis eyrei* 林^[12]的报道。浙江宁波天童国家森林公园的常绿阔叶林是浙江东部丘陵地区地带性植被类型的一块难得的代表性地段^[13], 也是我国东部植被的典型类型之一, 它的生物量测定对于阐明该地区群落生产力水平具有重要的基础性意义。为此, 作者利用采伐恢复试验的机会, 在采伐前群落调查分析的基础上, 运用样方重叠法, 通过收获法(草本层和灌木层)和标准木法(乔木层)相结合的方法测定了以木荷、米槠 *Castanopsis carlesii* 为优势种的群落生物量。这为该地区常绿阔叶林生产力研究提供了具体数据, 有利于天童以及中亚热带常绿阔叶林生态系统的长期监测研究。

收稿日期: 2006-11-23; 修回日期: 2007-03-19

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(30130060); 国家重点基础研究发展计划(973计划)资助项目(G2000046801); 上海市城市化生态过程与生态恢复重点实验室建设项目

作者简介: 杨同辉, 硕士, 从事森林生态学研究。E-mail: heliosx@163.com。通信作者: 达良俊, 教授, 博士生导师, 从事植被生态学和城市生态学等研究。E-mail: dalj@sh163.net

1 研究方法

考虑到研究内容的连续性, 关于研究地区概况、固定样地群落调查和群落特征分析以及生物量测定中的标准木选择方法, 前文^[14]已有详细论述, 在此具体说明生物量测定方法。

根据群落调查, 草本层、灌木层和乔木层高度范围分别为 $H < 1.5\text{ m}$, $1.5\text{ m} \leq H < 8.0\text{ m}$ 和 $H \geq 8.0\text{ m}$ 。生物量测定采用样格重叠法, 由下到上分层次先后测定, 不同层次生物量测定方法不同, 灌木层、草本层、藤本层和枯枝落叶层生物量测定采用直接收获法, 乔木层生物量测定采用标准木法, 即测定器官生物量, 建立其与林木分量的相关关系, 根据相关关系估算其生物量。

1.1 枯枝落叶层和草本层生物量测定

在3个 $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ 样方内随机选取3个 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 小样格, 收集每个小样格内的枯枝落叶并分别称量; 在以上同样的3个 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 小样格分类(分草本、藤本、灌木种和乔木种)分别收集茎和叶, 速测鲜质量, 草本和藤本全株称质量。

1.2 灌木层生物量测定

在以上3个 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 小样格基础上的3个 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 样格内, 根据分类标准(实生株和萌枝主要分为乔木种、常见灌木种和其他种, 其他种主要是群落中不常见的常绿和落叶树种)从植株基部砍伐, 分种分别收集叶、枝、干, 测定鲜质量; 同时, 在3个 $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ 样方内选择主要组成树种单株个体标准木19株, 标准木伐倒后, 分种分别迅速测量器官鲜质量。

1.3 乔木层生物量测定

在3个 $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ 样方的乔木层中选择主要组成树种标准木20株。每株标准木从基部伐倒后先测量树高, 接着分种收集每株标准木叶、枝、干, 测量鲜质量, 而数量较少的其他非标准木全部测定每株器官生物量。

所有鲜质量样品均取其总质量的5%(总质量不足500 g则全取)左右, 带回实验室, 于80 °C恒温干燥箱中烘干至恒量后速测干质量。

2 结果与分析

2.1 群落生物量和各层生物量分配

根据所得主要组成树种生物量回归关系, 推算群落乔木层主要树种生物量, 结合直接测定的乔木层其他树种和群落其他层生物量, 获得该群落总生物量为 $(141.0770 \pm 17.4298)\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ (表1)。其中, 乔木层生物量 $(126.0610 \pm 14.2691)\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 占群落总生物量的 89.36%; 灌木层生物量 $(8.9167 \pm 5.5813)\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 占群落总生物量的 6.32%; 草本层生物量 $(0.6810 \pm 0.1541)\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 占群落总生物量的 0.48%; 枯落

表1 群落生物量及其各层分配

Table 1 The biomass and its distribution in every layer of the community

| 群落层次 | 生物量/ $(\text{t} \cdot \text{hm}^{-2})$ | 比例/% | 群落层次 | 生物量/ $(\text{t} \cdot \text{hm}^{-2})$ | 比例/% |
|------|--|-------|-------|--|------|
| 乔木层 | 126.0610 ± 14.2691 | 89.36 | 枯落物层 | 4.9160 ± 1.8489 | 3.48 |
| 灌木层 | 8.9167 ± 5.5813 | 6.32 | 层间植物层 | 0.0523 ± 0.7183 | 0.36 |
| 草本层 | 0.6810 ± 0.1541 | 0.48 | 合计 | 141.0770 ± 17.4298 | 100 |

生物量 $(0.0523 \pm 0.7183)\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 占群落总生物量的 0.36%。可见, 群落生物量主要集中于乔木层, 将近 90%, 而除灌木层和枯落物层分配少量(6.32%和3.48%)生物量外, 其他层生物量均在 1.00%以下, 基本体现了常绿阔叶林群落生物量分配特征。

2.2 群落各层生物量种间及器官分配

由于各层的生物量在群落总生物量中比例有较大差别, 因此, 有必要对各层生物量在各树种和各器官中的分配状况进行分析。

2.2.1 群落各层生物量种间分配 从表2可知, 乔木层中优势种木荷和米槠生物量较大, 分别为

(68.4916 ± 12.6251) $t \cdot hm^{-2}$ 和 (22.3512 ± 9.1501) $t \cdot hm^{-2}$, 各占层生物量的 54.33%, 17.73%; 其次是细叶青冈 *Cyclobalanopsis myrsinaefolia* 和石栎 *Lithocarpus glaber*, 其生物量分别占层生物量的 12.75% 和 7.62%; 槲树和茅栗 *Castanea seguinii* 生物量占层生物量的 3.47% 和 2.42%, 而青冈、苦槠 *Castanopsis sclerophylla*, 檫木 *Sassafras tsumu*, 枫香 *Liquidambar formosana*, 拟赤杨 *Alniphyllum axillaris* 等其他树种生物量占层生物量的比例均小于 1.00%。

表 2 乔木层组成种的生物量及器官分配

Table 2 The organ biomass and its distribution of every species in tree layer

| 树种 | 生物量/ ($t \cdot hm^{-2}$) | | | | | 比例/ % |
|--------|----------------------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------------|-------|
| | 叶 | 枝 | 干 | 果 | 总计 | |
| 木荷 | 2.5445 ± 0.3800 | 18.4777 ± 3.7668 | 47.4629 ± 8.4784 | 0.0066 ± 0.0114 | 68.4916 ± 12.6251 | 54.33 |
| 米槠 | 0.6906 ± 0.2632 | 7.0104 ± 3.4911 | 14.6492 ± 5.6388 | 0.0010 ± 0.0018 | 22.3512 ± 9.1501 | 17.73 |
| 石栎 | 0.3848 ± 0.4004 | 3.0638 ± 3.7241 | 6.0490 ± 4.3140 | 0.1082 ± 0.1826 | 9.6058 ± 8.5219 | 7.62 |
| 细叶青冈 | 0.3882 ± 0.6241 | 6.5292 ± 9.9516 | 9.1477 ± 10.0919 | 0.0017 ± 0.0029 | 16.0666 ± 20.4373 | 12.75 |
| 栲树 | 0.0981 ± 0.1699 | 1.2292 ± 2.1290 | 3.0483 ± 5.2798 | — | 4.3756 ± 7.5788 | 3.47 |
| 青冈 | 0.0036 ± 0.0063 | 0.0835 ± 0.1446 | 0.6048 ± 1.0476 | — | 0.6920 ± 1.1985 | 0.55 |
| 苦槠 | 0.0254 ± 0.0440 | 0.1127 ± 0.1952 | 0.3943 ± 0.6830 | — | 0.5324 ± 0.9222 | 0.42 |
| 茅栗 | 0.0887 ± 0.1537 | 0.1740 ± 0.3014 | 2.7682 ± 4.7947 | 0.0145 ± 0.0251 | 3.0455 ± 5.2749 | 2.42 |
| 拟赤杨 | 0.0031 ± 0.0053 | 0.0278 ± 0.0482 | 0.2642 ± 0.4877 | — | 0.2952 ± 0.5112 | 0.23 |
| 檫木 | 0.0057 ± 0.0098 | 0.0401 ± 0.0695 | 0.4036 ± 0.6990 | — | 0.4494 ± 0.7783 | 0.36 |
| 枫香 | 0.0128 ± 0.0222 | 0.0302 ± 0.0524 | 0.1126 ± 0.1951 | — | 0.1557 ± 0.2697 | 0.12 |
| 合计 | 4.2327 ± 0.2739 | 36.7786 ± 2.3368 | 84.9049 ± 12.6976 | 0.1319 ± 0.1654 | 126.0610 ± 14.2691 | 100 |
| 百分比/ % | 3.37 | 29.18 | 67.35 | 0.10 | | |

灌木层(表3)中米槠(2.8960 ± 1.9440) $t \cdot hm^{-2}$ 和木荷(1.1143 ± 0.9795) $t \cdot hm^{-2}$ 生物量依然较大, 分别占层生物量的 32.48% 和 12.50%。多数乔木树种生物量占层生物量的比例在 2.00%~5.00% 左右, 如栲树、细叶青冈、石栎、褐叶青冈 *Cyclobalanopsis stewardiana* 等; 一些群落伴生种的生物量占有一定比例, 如杨梅 *Myrica rubra*, 山鸡椒 *Litsea cubeba*, 分别达到 9.30% 和 5.12%; 而山矾 *Symplocos sumuntia*, 光叶石楠 *Photinia glabra* 及连蕊茶 *Camellia fraterna*, 隔药柃 *Eurya muricata* 等生物量比例占 3.00% 左右, 少数种生物量占层生物量比例均在 1.00% 以下, 如青冈、苦槠、长叶石栎 *Lithocarpus henryi*, 红楠 *Machilus thunbergii*, 雷公鹅耳枥 *Carpinus viminea*, 南酸枣 *Choerospondias axillaris*, 黑山山矾 *Symplocos heishanensis*, 马银花 *Rhododendron ovatum* 等。

草木层(表4)中米槠生物量最大(0.3109 ± 0.1731) $t \cdot hm^{-2}$, 占层生物量的 45.65%; 其次是栲树(0.0292 ± 0.0266) $t \cdot hm^{-2}$, 占层生物量的 4.29%; 除细叶青冈、石栎占层生物量的比例大于 1.00% 外, 其他乔木树种及少量灌木树种生物量比例均在 1.00% 以下; 草本生物量占层生物量比例达到 27.14%。

从整个群落来看, 优势树种木荷、米槠生物量较大, 占群落总生物量的比例为 67.46% 以上。群落各层生物量种间分配状况基本体现了以木荷、米槠为优势种的该群落结构特征。

2.2.2 群落各层生物量器官分配 此次生物量测定仅是群落地部分生物量, 对植物器官只作了主干、树枝和树叶的划分。从表2、表3和表4可知, 该群落乔木层中树干生物量较大, 为(84.9049 ± 12.6976) $t \cdot hm^{-2}$, 占乔木层生物量的比例达到 67.35%; 其次是树枝生物量, 为(36.7786 ± 2.3368) $t \cdot hm^{-2}$, 占层生物量的 29.18%; 树叶生物量较小, 仅为(4.2327 ± 0.2739) $t \cdot hm^{-2}$, 占层生物量的 3.37%; 果的生物量甚微(0.1319 ± 0.1654) $t \cdot hm^{-2}$, 仅仅占层生物量的 0.10%, 主要是木荷、米槠、石栎、细叶青冈、茅栗成熟个体的果实。树干、树枝、树叶生物量大小顺序明显表现为树干>树枝>树叶, 树干、树枝、树叶生物量比值约 20:10:1。亚热带东部天然常绿阔叶林树干生物量占乔木层生物量的比例多在 50%~60%^[15], 而此群落乔木层中主干生物量比例达到 67.35%, 显然有些偏高。一般树干生物量占乔木层生物量的百分比随着林龄的增加有增加的趋势, 但在成熟林阶段则趋于平稳或略有下降, 此群落乔木层树干生物量高值百分比说明此群落还未达到成熟阶段。

表3 灌木层组成种的生物量及器官分配

Table 3 The organ biomass and distribution of every species in shrub layer

| 树种 | 生物量/(t·hm ⁻²) | | | | 比例/% |
|-------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|-------|
| | 叶 | 枝 | 干 | 总计 | |
| 木荷 | 0.0514±0.0354 | 0.1935±0.1508 | 0.8694±0.8295 | 1.1143±0.9795 | 12.50 |
| 米槠 | 0.3684±0.2470 | 0.6141±0.3747 | 1.9535±1.3702 | 2.8960±1.9440 | 32.48 |
| 石栎 | 0.0468±0.0336 | 0.0702±0.0690 | 0.1607±0.1196 | 0.2777±0.2129 | 3.11 |
| 细叶青冈 | 0.0266±0.0285 | 0.0420±0.0340 | 0.2928±0.2285 | 0.3614±0.2899 | 4.05 |
| 栲树 | 0.0237±0.0410 | 0.0354±0.0614 | 0.1380±0.2344 | 0.1972±0.3368 | 2.21 |
| 青冈 | 0.0034±0.0059 | 0.0060±0.0104 | 0.0233±0.0403 | 0.0327±0.0566 | 0.37 |
| 褐叶青冈 | 0.0372±0.0574 | 0.1142±0.1789 | 0.1401±0.2015 | 0.2915±0.4377 | 3.27 |
| 红楠 | 0.0111±0.0193 | 0.0138±0.0238 | 0.0842±0.1458 | 0.1091±0.1889 | 1.22 |
| 长叶石栎 | 0.0037±0.0064 | 0.0057±0.0099 | 0.0168±0.0291 | 0.0262±0.0453 | 0.29 |
| 苦槠 | 0.0001±0.0002 | 0.0008±0.0013 | 0.0016±0.0027 | 0.0024±0.0042 | 0.03 |
| 杨梅 | 0.0910±0.0819 | 0.1457±0.0777 | 0.5926±0.5072 | 0.8293±0.6639 | 9.30 |
| 茶属 | 0.0715±0.0601 | 0.0848±0.0708 | 0.2610±0.2544 | 0.4174±0.3770 | 4.68 |
| 柃木属 | 0.0623±0.0257 | 0.0770±0.0265 | 0.2216±0.0707 | 0.3609±0.1214 | 4.05 |
| 山矾 | 0.0332±0.0183 | 0.0636±0.0572 | 0.1708±0.1480 | 0.2675±0.2216 | 3.00 |
| 黑山山矾 | 0.0024±0.0042 | 0.0080±0.0052 | 0.0165±0.0285 | 0.0219±0.0379 | 0.25 |
| 光叶石楠 | 0.0447±0.0774 | 0.0928±0.1607 | 0.1373±0.2379 | 0.2748±0.4760 | 3.08 |
| 马银花 | 0.0006±0.0010 | 0.0008±0.0013 | 0.0058±0.0101 | 0.0072±0.0124 | 0.08 |
| 雷公鹅耳枥 | 0.0017±0.0029 | 0.0085±0.0061 | 0.0106±0.0184 | 0.0158±0.0274 | 0.18 |
| 南酸枣 | 0.0004±0.0007 | 0.0087±0.0064 | 0.0232±0.0401 | 0.0273±0.0472 | 0.31 |
| 山鸡椒 | 0.0314±0.0543 | 0.1457±0.2524 | 0.2791±0.4834 | 0.4862±0.7902 | 5.12 |
| 落叶其他 | 0.0451±0.0213 | 0.1015±0.0486 | 0.6668±0.3678 | 0.8134±0.4007 | 9.12 |
| 常绿其他 | 0.0120±0.0035 | 0.0213±0.0088 | 0.0832±0.0433 | 0.1165±0.0436 | 1.31 |
| 合计 | 0.9288±0.6216 | 1.8391±1.1276 | 6.1488±3.9035 | 8.9167±5.5813 | 100 |
| 百分比/% | 10.42 | 20.63 | 68.95 | | |

表4 草本层组成种的生物量及器官分配

Table 4 The organ biomass and distribution of every species in herb layer

| 植物种类 | 生物量/(t·hm ⁻²) | | | 比例/% |
|-------|---------------------------|-----------------|---------------|-------|
| | 叶 | 茎 | 总计 | |
| 米槠 | 0.0834±0.0426 | 0.2274±0.1306 | 0.3109±0.1731 | 45.65 |
| 木荷 | 0.0009±0.0013 | 0.0028±0.0037 | 0.0036±0.0050 | 0.53 |
| 石栎 | 0.0027±0.0015 | 0.0094±0.0129 | 0.0121±0.0145 | 1.77 |
| 细叶青冈 | 0.0021±0.0037 | 0.0062±0.0107 | 0.0083±0.0144 | 1.22 |
| 栲树 | 0.0119±0.0102 | 0.0173±0.0164 | 0.0292±0.0266 | 4.29 |
| 苦槠 | 0.0015±0.0013 | 0.0026±0.0025 | 0.0040±0.0038 | 0.59 |
| 红楠 | 0.0013±0.0014 | 0.0019±0.0022 | 0.0032±0.0036 | 0.47 |
| 杉木 | 0.0002±0.0003 | 0.0001±0.0002 | 0.0003±0.0005 | 0.04 |
| 合欢 | 0.00002±0.00003 | 0.00008±0.00014 | 0.0001±0.0002 | 0.01 |
| 铁冬青 | 0.0005±0.0008 | 0.0041±0.0071 | 0.0046±0.0080 | 0.68 |
| 拟赤杨 | 0.0000±0.0000 | 0.0004±0.0007 | 0.0004±0.0007 | 0.06 |
| 灌木 | 0.0228±0.0184 | 0.0967±0.0707 | 0.1195±0.0890 | 17.54 |
| 草本 | — | — | 0.1848±0.0860 | 27.14 |
| 合计 | 0.1273±0.0600 | 0.3689±0.1695 | 0.6810±0.1541 | 100 |
| 百分比/% | 25.65 | 74.35 | | |

灌木层中, 树干生物量占灌木层生物量的比例也较大, 达到68.95%; 树枝生物量占层生物量百分比为20.63%, 树叶生物量占层生物量比例为10.42%, 树干、树枝、树叶生物量大小顺序同样表现为树干>树枝>树叶, 树干、树枝、树叶比值约7.2:1。

草本层中树种基本上由乔木层树种和灌木层树种的幼苗、萌枝组成,树枝、树干器官分化不明显,只作茎、叶区分。草本层木本植物生物量为 $(0.4962 \pm 0.2296)t^{\circ}\text{hm}^{-2}$,占草本层生物量的72.86%,其中74.35%的生物量分配于茎,25.65%的生物量分配于叶,茎、叶生物量比值约3:1。草本植物生物量为 $(0.1848 \pm 0.0860)t^{\circ}\text{hm}^{-2}$,占草本层生物量的比例达到27.14%,主要由蕨类植物构成,如狗脊 *Woodwardia japonica*, 红盖鳞毛蕨 *Dryopteris erythrosora*, 里白 *Hicriopteris glauca* 等。

另外,从群落下木层各树种器官分配来看,有些树种分配于叶的生物量比例较大,其中灌木层中栲树、红楠、杨梅、山矾、连蕊茶及隔药柃等分配于叶的生物量占其全株生物量的比例超过10.00%甚至15.00%,而在草本层中栲树和红楠分配于叶的生物量比例高于40.00%。同样,在灌木层中一些群落组成树种和伴生种分配于叶的生物量比例达到10.00%以上,在草本层中达到22.00%以上,如米槠、石栎等。而有些树种分配于叶的生物量比例甚至低于5.00%,如木荷等。一般光照从乔木层到草本层急剧减少,乔木层郁闭度越高,到达草本层的光照越少。因此,处于下木层的树种必须分配于叶较多的生物量来扩大冠幅,以获得更多的光照以维持其生存,从而可判断其耐荫性的强弱。由此可知,栲树、红楠、杨梅、山矾、连蕊茶及隔药柃等树种具有较强的耐荫性,米槠、石栎等树种具有一定的耐荫性,而木荷的耐荫性较差。

2.2.3 群落萌枝生物量分配 萌枝生物量虽在群落生物量中所占比例较小,但不同种类萌枝生物量的大小在一定意义上反映了树种萌生能力的强弱,因此也是群落生物量的重要内容之一。由表5可知,该群落萌枝总生物量为 $(2.0892 \pm 1.4779)t^{\circ}\text{hm}^{-2}$,占灌木层和草本层总生物量的21.77%,占群

表5 灌木层和草本层萌枝生物量及其分配

Table 5 The sprouting biomass and distribution of every species in shrub and herb layers

| 群落层次 | 树种 | 生物量/ $(t^{\circ}\text{hm}^{-2})$ | | | | 比例/% |
|------|-------|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
| | | 叶 | 枝 | 干 | 总计 | |
| 灌木层 | 米槠 | 0.0699 \pm 0.0508 | 0.2505 \pm 0.3124 | 0.8452 \pm 0.9215 | 1.1655 \pm 1.2831 | 58.43 |
| | 木荷 | 0.0076 \pm 0.0131 | 0.0191 \pm 0.0331 | 0.0727 \pm 0.1260 | 0.0994 \pm 0.1722 | 4.98 |
| | 石栎 | 0.0008 \pm 0.0014 | 0.0006 \pm 0.0010 | 0.0034 \pm 0.0059 | 0.0048 \pm 0.0083 | 0.24 |
| | 细叶青冈 | 0.0025 \pm 0.0042 | 0.0111 \pm 0.0191 | 0.0621 \pm 0.1056 | 0.0757 \pm 0.1289 | 3.79 |
| | 栲树 | 0.0025 \pm 0.0043 | 0.0058 \pm 0.0100 | 0.0178 \pm 0.0308 | 0.0260 \pm 0.0450 | 1.30 |
| | 苦槠 | 0.0001 \pm 0.0002 | 0.0008 \pm 0.0013 | 0.0016 \pm 0.0027 | 0.0024 \pm 0.0042 | 0.12 |
| | 杨梅 | 0.0268 \pm 0.0440 | 0.0613 \pm 0.0957 | 0.2808 \pm 0.3961 | 0.3689 \pm 0.5354 | 18.49 |
| | 柃木属 | 0.0035 \pm 0.0052 | 0.0029 \pm 0.0039 | 0.0080 \pm 0.0099 | 0.0145 \pm 0.0190 | 0.73 |
| | 茶属 | 0.0110 \pm 0.0124 | 0.0122 \pm 0.0114 | 0.0367 \pm 0.0413 | 0.0599 \pm 0.0647 | 3.01 |
| | 山矾 | 0.0099 \pm 0.0171 | 0.0208 \pm 0.0360 | 0.0623 \pm 0.1078 | 0.0929 \pm 0.1610 | 4.66 |
| | 马银花 | 0.0006 \pm 0.0010 | 0.0008 \pm 0.0013 | 0.0058 \pm 0.0101 | 0.0072 \pm 0.0124 | 0.36 |
| | 雷公鹅耳枥 | 0.0017 \pm 0.0029 | 0.0035 \pm 0.0061 | 0.0106 \pm 0.0184 | 0.0158 \pm 0.0274 | 0.79 |
| | 南酸枣 | 0.0004 \pm 0.0007 | 0.0037 \pm 0.0064 | 0.0232 \pm 0.0401 | 0.0273 \pm 0.0472 | 1.37 |
| | 落叶其他 | 0.0004 \pm 0.0007 | 0.0037 \pm 0.0064 | 0.0232 \pm 0.0401 | 0.0273 \pm 0.0472 | 1.37 |
| | 常绿其他 | 0.0006 \pm 0.0010 | 0.0008 \pm 0.0013 | 0.0058 \pm 0.0101 | 0.0072 \pm 0.0124 | 0.36 |
| 草本层 | 合计 | 0.1375 \pm 0.0609 | 0.3966 \pm 0.3037 | 1.4534 \pm 1.0679 | 1.9875 \pm 1.4164 | 100 |
| | 百分比/% | 6.92 | 19.95 | 73.13 | | |
| | 米槠 | 0.0222 \pm 0.0159 | 0.0611 \pm 0.0482 | 0.0832 \pm 0.0641 | 87.97 | |
| | 木荷 | 0.0003 \pm 0.0004 | 0.0013 \pm 0.0014 | 0.0017 \pm 0.0017 | 1.76 | |
| | 栲树 | 0.0031 \pm 0.0032 | 0.0040 \pm 0.0046 | 0.0071 \pm 0.0078 | 7.50 | |
| | 石栎 | 0.0011 \pm 0.0020 | 0.0011 \pm 0.0019 | 0.0022 \pm 0.0039 | 2.35 | |
| | 拟赤杨 | 0.0001 \pm 0.0001 | 0.0004 \pm 0.0007 | 0.0004 \pm 0.0007 | 0.42 | |
| | 合计 | 0.0267 \pm 0.0157 | 0.0679 \pm 0.0483 | 0.0946 \pm 0.0640 | 100 | |
| | 百分比/% | 28.23 | 71.77 | | | |

落总生物量的1.48%。其中,灌木层萌枝生物量为 $(1.9875 \pm 1.4164)t^{\circ}\text{hm}^{-2}$,占灌木层生物量的

22.29%，占群落总生物量1.41%；而草本层中萌枝生物量很小，仅为 $(0.0946 \pm 0.0640)t \cdot hm^{-2}$ ，占草本层生物量的13.89%，仅占群落总生物量的0.07%。在灌木层中米槠萌枝生物量最大 $(1.1655 \pm 1.2831)t \cdot hm^{-2}$ ，占层萌枝生物量的比例达到58.43%；其次是杨梅，占层萌枝生物量的18.49%；木荷、细叶青冈、山矾及茶属连蕊茶萌枝生物量也有一定比例，分别占层萌枝生物量的4.98%、3.79%、4.66%和3.01%，其余各种萌枝生物量较小。而草本层中萌枝生物量绝大部分由米槠构成，其萌枝生物量占层萌枝生物量的比例达到87.97%，其次是栲树，其比例为7.50%。由此，该群落内不同树种萌生能力差异较大，乔木树种中米槠萌生能力最强，其次为木荷、细叶青冈，栲树也具有较强的萌生能力；灌木树种中山矾和连蕊茶的萌生能力较强。

3 小结与讨论

群落生物量为 $(141.0770 \pm 17.4298)t \cdot hm^{-2}$ ，主要集中于乔木层，乔木层生物量占群落总生物量的比例接近90.00%，而除灌木层和枯落物层分配少量（6.32%和3.48%）生物量外，其他层生物量均在1.00%以下。生物量种间分配差异较大，优势树种木荷和米槠生物量较大，占群落总生物量的67.00%以上，各层生物量以优势树种为主，基本体现了常绿阔叶林群落生物量分配特征。虽然现阶段群落乔木层中木荷生物量最大，相对米槠占据优势地位，但从下木层生物量分配情况来看，木荷缺乏后继更新个体，而米槠的后继更新个体较多，尤其是草本层中幼苗个体较多，从群落的发展来看，米槠相对木荷具有较大的竞争优势；同时，通过标准木树干解析得知该群落实际林龄为52 a左右，还处于不断发展的中龄林阶段，因此可以推断，随着群落演替的不断进行，米槠将不断发展、扩大其优势地位并最终取代木荷成为群落中的最大优势种。

群落各层生物量器官分配存在差异，其生物量主要由树干组成，器官分配大小顺序为干>枝>叶。乔木层和灌木层树干生物量占各自层生物量的比例相当，乔木层树枝生物量占层生物量比例稍大于灌木层树枝占其层生物量比例，而灌木层树叶生物量占层生物量比例大于乔木层树叶占其层生物量比例。这主要是由于乔木层处于群落上层，在未达到成熟阶段之前以高度生长来获取资源以维持其竞争优势，导致树干生物量分配较多，树枝和树叶生物量分配较少。而灌木层中的林下植被，大多是耐荫树种，包括一些耐荫乔木树种和多数灌木树种，林下光照在受乔木层的遮挡后达到灌木层的较少，林下植被一般扩大冠幅来满足其生长需要，因此树枝和树叶生物量分配比例较大些，这也反映了处于群落不同层次的各树种在不同生境下的生存策略。

群落草本层萌枝生物量很小，灌木层萌枝生物量较大，萌枝生物量种间分配不均匀，不同树种萌生能力差异较大。下木层萌枝生物量绝大部分由乔木树种米槠萌枝生物量构成，不仅反映了米槠萌枝个体较多，也说明群落中米槠的萌生能力最强。灌木树种山矾和连蕊茶也具有较强的萌生能力。

致谢：重庆大学杨永川博士提出宝贵意见；采伐试验得到宋坤、方和俊、李琳、於永爱等的帮助。在此一并致谢。

参考文献：

- [1] 宋永昌. 中国东部森林植被带划分之我见[J]. 植物学报, 1999, 41(5): 541—552.
- [2] 方精云, 宋永昌, 刘鸿雁, 等. 植被气候关系与我国的植被分区[J]. 植物学报, 2002, 44(9): 1105—1122.
- [3] 陈章和, 张宏达, 王伯荪. 广东黑石顶常绿阔叶林生物量及其分配的研究[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(4): 289—298.
- [4] 陈章和, 王伯荪, 张宏达. 南亚热带常绿阔叶林的生产力[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1996.
- [5] 温达志, 魏平, 孔国辉, 等. 鼎湖山锥栗+黄果厚壳桂+荷木群落生物量及其特征[J]. 生态学报, 1997, 17(5): 497—504.
- [6] 蚁伟民, 张祝平, 丁明懋, 等. 鼎湖山格木群落的生物量和光能利用效率[J]. 生态学报, 2000, 20(2): 397—403.
- [7] 张祝平, 丁明懋, 在良国, 等. 鼎湖山黄果厚壳桂林群落的生物量[J]. 生态科学, 1991, 10(1): 8—11.
- [8] 林鹏, 卢昌义, 王恭礼. 海莲红树林的生物量和生产力[J]. 厦门大学学报·自然科学版, 1990, 29(2): 209—213.

- [9] 陈启? . 青冈林生产力研究[M] . 杭州: 杭州大学出版社, 1992.
- [10] 俞益武, 施德法, 蒋秋怡, 等. 杭州木荷次生林生物量的研究[J] . 浙江林学院学报, 1993, 10 (2): 157—161.
- [11] 卢崎. 桤树林生物生产力模型[J] . 广西农学院学报, 1990, 9 (3): 55—64.
- [12] 林益明, 杨志伟, 李振基. 武夷山常绿林研究[M] . 厦门: 厦门大学出版社, 2001.
- [13] 宋永昌, 王祥荣. 浙江天童国家森林公园的植被和区系[M] . 上海: 上海科学技术文献出版社, 1995.
- [14] 杨同辉, 达良俊, 宋永昌, 等. 浙江天童国家森林公园常绿阔叶林生物量研究(I)群落结构及主要组成树种生物量特征[J] . 浙江林学院学报, 2005, 22 (4): 363—369.
- [15] 冯宗炜, 王效科, 吴刚. 中国森林生态系统的生物量和生产力[M] . 北京: 科学出版社, 1999.

Biomass of evergreen broad-leaved forest in Tiantong National Forest Park, Zhejiang Province (II) Aboveground biomass and its allocation pattern

YANG Tong-hui¹, DA Liang-jun², LI Xiu-peng¹

(1. Ningbo Academy of Agricultural Science, Ningbo 315040, Zhejiang, China; 2. Department of Environmental Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: Changes in the biomass played an important role in the research of forest ecosystem, and the basal data of biomass was indispensable to its long-term observation. Based on methods of ingathering (for herb and shrub layers) and standard trees (for tree layer), aboveground biomass and its allocation pattern of the community dominated by *Schima superba* and *Castanopsis carlesii* were measured and analyzed in the evergreen broad-leaved forest of Tiantong National Forest Park in October, 2003. The results showed that the community biomass aboveground was $(141.077 \pm 17.429) \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ (mean \pm SD, $n=3$), that was about 90% in the tree layers, and little amount in other layers. There was remarkable difference of every species in the community and layers, in which the biomass of dominated species *Schima superba* and *Castanopsis carlesii* were respectively dominant, and the trunk biomass was the main component, the biomass order of various organs was trunk > branch > leaf. Sprouting biomass of the community was mainly allocated in shrub layer; above 50% of that was composed of the biomass of *Castanopsis carlesii*. This community structure was illuminated by the analysis of aboveground biomass and its distribution pattern as well as the biomass characteristics and allocation of evergreen broad-leaved forest.
[Ch, 5 tab. 15 ref.]

Key words: forest ecology; evergreen broad-leaved forest; aboveground biomass; allocation pattern; Tiantong National Forest Park