

毛竹群落能量动态的研究^①

李振基 林 鹏

(生物学系)

摘要 研究了毛竹群落的能量动态. 结果表明, 1990年南靖和溪高才的毛竹群落地上部能量现存量 $112\ 309\ \text{kJ}/\text{m}^2$, 其中竹秆为 $88\ 207\ \text{kJ}/\text{m}^2$ (占78.54%), 枝为 $15\ 556\ \text{kJ}/\text{m}^2$ (占13.85%), 叶为 $4\ 595\ \text{kJ}/\text{m}^2$ (占4.09%), 林下植物为 $3\ 951\ \text{kJ}/\text{m}^2$ (占3.52%). 毛竹标准样竹的样品中, 秆、枝、叶的干重热值分别为 $19\ 293\ \text{J}/\text{g}$, $18\ 652\ \text{J}/\text{g}$ 和 $18\ 234\ \text{J}/\text{g}$. 群落能量在垂直分布的配置上为金字塔型的能量结构, 5 m以下能量现存量占地上部的52.23%, 往上逐渐减少.

关键词 毛竹群落, 热值, 能量现存量, 能量结构

毛竹(*Phyllostachys pubescens*)分布广, 用途多, 且生长迅速, 产量高, 经济价值极大, 与人民生活有着密切的关系. 但到目前为止, 对毛竹研究较多的是分类、生物学特性、繁殖和培育、竹材性质和加工利用, 而对其能量动态方面的研究尚未见报道.

能量流动是生态系统的重要环节之一, 通过能量流动的研究可以揭示一个生态系统的潜力, 可以为亚热带竹林的开发利用提供科学资料, 为开发亚热带山地, 大造竹、果、林并举的农业措施服务.

1 自然条件和样地概况

福建南靖高才地处南亚热带, 是热带向中亚热带过渡的地带, 它是毛竹等散生竹类分布之南缘. 该县位于福建省东南部, 北纬 $24^{\circ}56'$, 东经 $117^{\circ}14'$, 其西北部背靠闽中戴云山山脉南段支脉博平岭山脉之间的坂寮岭而与闽西的龙岩市相隔, 其东南方有九龙江支流切成的河谷与相距约7 km的沿海漳州平原相通, 地形大致呈向东南方开口的马蹄形, 利于形成暖湿气候. 根据南靖县1989~1990年气象资料, 当地年平均气温 $21.2\ ^{\circ}\text{C}$, 最低月(1月)均温为 $13.9\ ^{\circ}\text{C}$, 最高月(7月)均温为 $28.8\ ^{\circ}\text{C}$, 绝对最低温 $-2\ ^{\circ}\text{C}$, 且为时极短. 年日照时数1 820 h, 年霜日10~13 d, 年平均降水量2 001.2 mm, 且多集中于4~9月, 年雨日175 d, 年平均相对湿度81.4%, 基本上静风.

林地土壤为花岗岩风化发育的灰化红壤, 土层深1 m以上, 枯枝败叶层5 cm, 表土(0~15 cm)灰棕色, 砂质至壤质粘土, 团粒至核粒状结构, 有机质含量2.1%~6.0%, pH值5.1~5.3.

调查群落分布于和溪盆地上缘高才村附近, 为丘陵沟谷, 海拔320~350 m, 坡度5~30°. 群落总盖度85%~95%, 平均高度为16 m, 立木层为单一的毛竹, 层盖度为60%~90%. 林下层生长茂密, 盖度约60%~80%, 种类以草本植物为主, 其中以乌毛蕨(*Blechnum orientale*)占优势, 叶层高0.75 m, 最高达1.3 m, 白花地胆草(*Elephantopus tomentosus*)居次, 高度约0.5 m, 林下层植物高度一般都在0.5 m以下, 主要还有狗脊(*Woodwardia japonica*)、芒萁(*Dicranopteris di-*

^① 本文1992-09-04收到

chalomna)、油莎草(*Gahnia tristis*)、三叶新月蕨(*Pronephrium triphylla*)等,灌木种类常见者有沿海紫金牛(*Ardisia punctata*)、毛紫金牛(*A. villosa*)、杜茎山(*Maesa japonica*)、粗叶榕(*Ficus hirta*)、九节木(*Psychotria rubra*)、柏拉木(*Blastus cochinchinensis*)、毛冬青(*Ilex pubescens*)、梅叶冬青(*I. asprella*)等。层间植物以高粱泡(*Rubus lambertianus*)、粉背菝葜(*Smilax hypoglauca*)、尖叶菝葜(*S. arisanensis*)、牛白藤(*Hedyotis hedyotidia*)、玉叶金花(*Mussaenda parviflora*)等为主。尚有薯豆(*Elaeocarpus japonicus*)、鹅掌柴(*Schefflera octophylla*)、米楮(*Castanopsis carlesii*)、山乌柏(*Sapium discolor*)、拟赤杨(*Alniphyllum fortunei*)、木荷(*Schinus superba*)等乔木幼树侵入。其地理成分以热带科属为主,下木层多样性指数D为4.6353~4.8742,均匀度J为62.93%~73.27%。群落的生活型谱为:高位芽植物60%,地上芽植物11%,地面芽植物6%,地下芽植物13%,一年生植物10%。群落的叶具有中型叶多(51.6%),草质叶多(53.2%),单叶多(71.0%)的特点。毛竹群落乔木层种类单一,外貌整齐,有明显的季节变化,以两年(一大年与一小年合称为一度)为一变化周期。

2 材料和方法

2.1 植被调查方法

1989年12月用样方法进行毛竹林的本底调查,调查面积为4个10m×10m的样方。样方内记录每一株立竹的高度、枝下高、胸径和年龄。灌木层、草本层则在样方内随机选取5m×5m的小样方2个,记录每一种灌木、草本和藤本植物的高度、盖度、株数或德氏多度。同时记录竹林的季相、土壤情况及人为影响。

2.2 样品的采集及处理

于1990年8月选择样地郁闭林地,砍伐不同年龄和胸径的标准毛竹8株,分段测定竹秆、竹枝、竹叶的鲜重,并分别取样带回烘干称重,磨碎过筛待测。地下部随机选3个1m×1m的小样方,分层分秆、竹根和其他植物根称取鲜重,并取样带回烘干称重,磨碎过筛待测。林下植物选1m×1m的样方4个,割取地上部分称取鲜重并取样带回磨样待测。

2.3 热值测定

对上述待测之样品进行热值测定^[1],所用仪器为GR-3500型微电脑氧弹式热量计,每个样品重复2~3次。

3 结果和讨论

3.1 毛竹各组分样品的热值

群落中植物各组分热值的测定是计算群落能量现存量、能量固定量及太阳能转化效率的基础,因而是进行植物群落能量研究的重要步骤^[2],现将毛竹秆、枝、叶及凋落物等样品的干重热值(Gross caloric value)测定结果列入表1。

表1 毛竹各组分样品的热值 (J/g dw, 1990)

Tab. 1 Caloric values of various parts of *Phyllostachys pubescens*

组分	秆	枝	叶	凋落物	平均
热值	19 293	18 652	18 234	17 899	18 520

由表1可知,毛竹各组分间热值都有一定的差异,但差异不大,以杆为最高,枝次之,叶最低,这与竹叶中矿质营养元素含量较高,尤其Si含量高达6.09%dw,而有机物相对较低有关,枝中Si的含量(0.89%dw)也较杆中(0.45%dw)高98%,故枝中碳水化合物含量相对比杆低些,导致其热值也相对较低(低3.3%)。在杆中和枝中,纤维素、半纤维素和木质素是其主变化学成分,其次是各种糖类、脂肪类和蛋白质类物质,灰分元素仅占少量^[1],因而其热值含量也相对较高。

3.2 毛竹热值与其他植物的比较

将毛竹竹杆、鲜叶和凋落物的干重热值与各纬度植物的干重热值作一比较,如表2。

表2 不同地区森林植物各组分的热值比较 (J/g dw)

Tab. 2 Comparison of caloric value for plant of forests in different area.

森林类型	叶	杆	凋落物	参考文献
针叶树(英国)	20 587	19 845	19 732	[4]
落叶树(英国)	19 925	19 284	19 745	[4]
栎树(明尼苏达)	20 582	19 464	19 121	[5]
萨瓦那植物(明尼苏达)	20 289	19 016	19 406	[5]
毛竹(中国福建)	18 234	19 293	17 899	本文
秋茄(中国)	19 712	19 515	19 156	[2]
湿热森林(Santa Fe)	17 019	17 668	16 869	[6]

Golley^[6]认为,热带植物的热值较高山植物和温带植物低,从赤道到高纬度和高海拔,植物的能量含量有一个梯度,本文的研究进一步证实了这一点,毛竹作为亚热带森林中的一个广布种,其各组分的热值(17 899~19 293 J/g)较湿热森林植物(16 869~17 668 J/g)高,而比温带各种植被类型中的植物热值(19 016~20 587 J/g)低。红树植物的热值(19 156~19 712 J/g)则例外,尽管分布在中国东南沿海,但其热值则比毛竹更高,与温带森林植物相当,Golley^[6]认为,红树植物生活在多变的环境中,必须抵抗来自潮汐的冲击和适应生理干旱,因而其热值较高,这是红树植物对环境变化的一种适应。从表2还可看出,大部分植物叶的热值(平均19 478 J/g)比树干(平均19 155 J/g)高,Hadley等^[7]认为,在植物各组分中,以地上部绿色物质(叶)的热值最多,但毛竹相反,叶的热值(18 234 J/g)比枝(18 652 J/g)和杆(19 293 J/g)都低,这与毛竹叶中含有大量的硅(占6.09%)以致有机物含量相对较低有关。

将毛竹的叶热值(18 234 J/g)与单子叶植物的热值平均值(18 675 J/g)和双子叶植物的热值平均值(19 083 J/g)^[8]加以比较,则可见毛竹叶的热值与前者较为接近,与玉米(18 486 J/g)和小麦(17 929 J/g)^[9]相差不大,而较燕麦(17 744 J/g)^[9]为高,远较双子叶植物为低。毛竹杆的热值(19 293 J/g)则稍高于双子叶植物热值平均值。可以认为,单子叶禾本科植物的热值较低与Si含量较高有关,毛竹杆的热值与双子叶植物的热值相似,表明了在某些方面保存了木本植物的原始性状,而叶则更为进化,有更多的进化特征,可以通过换叶来度过不良环境,具有r对策植物的特征。相应地,禾本科植物的低热值是r对策植物的特征之一,而K对策植物可以

通过较高的热值来度过不良的环境和季节。

3.3 毛竹群落的能量现存量

群落能量现存量(Standing energy)是指特定时间内群落各部分所蓄有的总能量,它是群落各组分干物质生物量与对应组分热值的乘积之和,单位为 $J/m^{2,21}$ 。

经测定计算,南靖高才毛竹群落 1990 年的能量现存量如表 3 所示。

表 3 毛竹群落地上部的能量现存量及生物量(1990)
Tab. 3 Standing energy and biomass in aboveground of *Phyllostachys pubescens* community(1990)

组分	生物量(g/m ²)	能量现存量(kJ/m ²)
叶	252(4.30*)	4 595(4.09)
枝	834(14.19)	15 556(13.85)
秆	4 572(77.82)	88 207(78.54)
林下植物	217(3.69)	3 951(3.52)
地上部总计	5 875(100)	112 309(100)

注: * 括号内数据为占地上部总量的百分比

结果表明,毛竹群落地上部 1990 年 8 月能量达 112 309 kJ/m²,以竹秆的能量现存量最高,达 78.54%,其次是枝(占 13.85%),林下植物的能量现存量最小,仅占 3.52%,因受人工经营管理,连年劈山除草,生物量较低,故其最小。与红树林²¹相比较,远较海南岛海莲群落地上部的能量现存量(474 736 kJ/m²)为低。

3.4 群落能量的分配

群落能量在不同组分上的分配与生物量的分配相似,在地上部以竹秆的能量所占比例最大(表 3),其次是枝和叶,林下植物最小。群落能量在不同高度层次上的分配如图 1 所示。

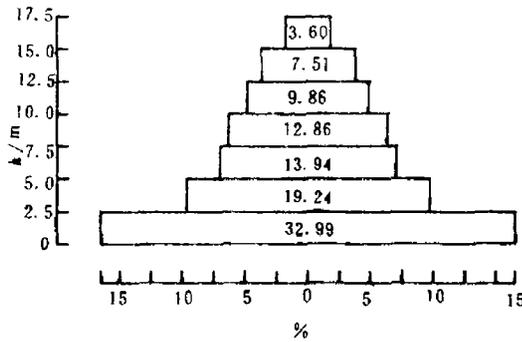


图 1 毛竹群落能量在地上部不同高度层次上的分配

Fig. 1 Distribution of energy on different layers of aboveground in *Phyllostachys pubescens* community

结果表明,能量在毛竹群落地上部分分配是以下层(0~2.5 m)所占比例最大,高达32.99%,越往上所占比例越小,形成“金字塔型”的能量结构,这与毛竹生物量集中在下部有关.不同于红树植物具有冠层下层能量所占比例较大的特点^[2],通过比较可以看出,生物量与能量在群落地上部的分配与树形有关,竹类和针叶树具顶端优势,针叶树具塔形树冠,竹类可称为“偏塔形树冠”,冠层很厚,故针叶树的能量结构应与毛竹一样,为“金字塔型”,阔叶树种则枝集中在中上部,叶集中在顶部相对较薄的冠层,阔叶树则应为“宝塔型”能量结构.

参 考 文 献

- 1 Hughes M K. Seasonal calorific values from a deciduous woodland in England. *Ecol.*, 1971, 52: 923~926
- 2 林 鹤. 红树林研究论文集(1980~1989). 厦门: 厦门大学出版社, 1990. 100~204
- 3 南京林产工业学院竹类研究室. 竹林培育. 北京: 农业出版社, 1974. 5~249
- 4 Ovington J D et al. The accumulation of energy in forest plantation in Britain. *J. Ecol.*, 1960, 48: 639~646
- 5 Ovington J D et al. Comparative chlorophyll and energy studies of prairie, savannah, oakwood, and maize field ecosystems. *Ecol.*, 1967, 48: 514~524
- 6 Golley F B. Caloric value of wet tropical forest vegetation. *Ecol.*, 1969, 50: 517~519
- 7 Hadley E B et al. Energy relationships of alpine plant on Mt. Washington, New Hampshire. *Ecol. Monogr.*, 1964, 34: 331~357
- 8 Cummins K W et al. Caloric equivalents for investigations in ecological energetics. *Mitt. Internat. Verein. Limnol.*, 1971, 18: 2~147
- 9 Long F L. Application of calorimetric methods to ecological research. *Plant Physiol.*, 1934, 9: 323~337

Studies on the Energy Dynamic of *Phyllostachys pubescens* Community

Li Zhenji Lin Peng

(Dept. of Biol.)

Abstract This paper studied the energy dynamic of *Phyllostachys pubescens* community. The result showed that: The standing energy in the aboveground part of the community in August, 1990 was 112 309 kJ/m². Among all the components, the stem stored most of the energy, which was 88 207 kJ/m² (made up 78.54%), and the branch, leaf and plants in undergrowth were 15 556 kJ/m² (13.85%), 4 595 kJ/m² (4.09%) and 3 951 kJ/m² (3.52%) respectively. The gross caloric value in stem, branch and leaf was: 19 293 J/g, 18 652 J/g and 18 234 J/g. The energy structure of the aboveground like a pyramid, the lower part from 0 to 5 m in height made up 52.23%.

Key words *Phyllostachys pubescens* community, Caloric value, Standing energy, Energy structure