

263-268

第18卷第3期
1998年5月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 18, No. 3
May, 1998广东黑石顶自然保护区南亚热带常绿阔
叶林5种优势植物的热值研究*

侯庸

(河北大学生物系 保定 071002)

王伯荪¹ 张宏达 李鸣光

(中山大学生命科学院 广州 510275)

B718.542 B717.13

摘要 研究了黑石顶自然保护区南亚热带常绿阔叶林5种乔木优势种的热值及其季节变化,结果如下:5种植物各器官的干重热值和去灰分热值因种而异,同种植物不同器官之间热值存在明显差异,干重热值受灰分含量影响变异增大,5种植物各器官的干重热值变化范围是:叶18.427~21.361kJ/g,幼枝17.617~19.942kJ/g,干皮15.736~19.079kJ/g,干材17.817~18.781kJ/g,根皮17.374~19.217kJ/g,根17.948~19.222kJ/g,植物器官干重热值的变化顺序是:叶最大,干,根最小,幼枝、根皮、干皮介于最大和最小二者之间,5种植物各器官去灰分热值变化范围分别是:叶20.251~22.431kJ/g,幼枝18.654~20.192kJ/g,干皮18.281~19.455kJ/g,根皮19.205~19.956kJ/g,干材18.003~18.781kJ/g,根18.634~19.324kJ/g,植物各器官去灰分热值变化次序与干重热值相似。各种植物地上部分各器官去灰分热值有一定的季节变化,变化程度因种而异,以硬叶榈和小叶胭脂最明显,植物各器官去灰分热值从1993年12月到1994年7月有下列变化趋势:叶增加最快,幼枝、干皮有所增加,干材变化不明显,凋落叶各月平均去灰分热值为21.224kJ/g,比鲜叶平均去灰分热值略小,凋落枝各月平均去灰分热值为19.657kJ/g,比幼枝平均去灰分热值略大。

关键词: 热值,优势种,常绿阔叶林,凋落物。

STUDY ON THE CALORIC VALUES OF FIVE DOMINANTS
FOR THE TREE LAYER IN THE SOUTH SUBTROPICAL
EVERGREEN BROAD-LEAVED FOREST IN HEISHIDING
NATURE RESERVE, GUANGDONG PROVINCE

Hou Yong

(Department of Biology, Hebei University, Baoding, 071002, China)

Wang Bosun Zhang Hongda Li Mingguang

(School of Life Sciences, Zhongshan University, Guangzhou, 510275, China)

Abstract The caloric values changing with seasons of five dominant species for the tree layer in the south subtropical evergreen broad-leaved forest in Heishiding Nature Reserve, were determined using the GR-3500 type bomb calorimeter. The results are as follows. The gross caloric values and the ash-free caloric values of various organs changed among dominant species. For the same species, the gross caloric values altered greatly, resulting from

* 国家自然科学基金资助项目,参加野外工作的还有叶伟南先生,特此致谢。

收稿日期:1996-01-15,修改稿收到日期:1996-11-20。

ash contents of different organs. The gross caloric values of different organs for the five dominants ranged from 18.427 to 21.361kJ/g for leaves, 17.617~19.942kJ/g for twigs, 15.736~19.079kJ/g for trunk barks, 17.817~18.781kJ/g for trunks, 17.374~19.217kJ/g for root barks, 17.948~19.222kJ/g for roots, respectively. According to the gross caloric values, the sequence of different organs for the same species among the 5 dominants was that the maximum was leaf, followed by the group of young branch, root bark and trunk bark which were more or less equal to one another, the minimum were the group of trunk and root because of their being equal to large extent. The ash-free caloric values of various organs for five species ranged from 20.251~22.431kJ/g for leaves, 18.654~20.192kJ/g for twigs, 18.281~19.455kJ/g for trunk barks, 19.205~19.956kJ/g for root bark, 18.003~18.809kJ/g for trunks, 18.634~19.324kJ/g for roots, respectively. The ash-free caloric values of different organs for the same species among the five dominants were similar to that mentioned above in gross caloric values sequence. The ash-free caloric values of five dominant species were fluctuated with seasons. The extension of fluctuation depended on dominant species. Among them, *Lithocarpus lohangwu* and *Artocarpus styracifolius* were the species which caloric values changed extensively. The ash-free caloric values for different aboveground organs of five species from December, 1993 to July, 1994 possessed the following trend; the increments of ash-free caloric values of leaves were higher than that of twigs and trunk barks. The increments of ash-free caloric values of trunks was not altered distinctly. The ash-free caloric values of leaf litter in the different months averaged to be 21.22kJ/g being slightly less than that of the fresh leaves for the five dominants. Meanwhile, the ash-free caloric values of branch litter collected in various months averaged to be 19.657kJ/g, that was slightly larger than that of the young branches for the five dominants.

Key words: caloric value, dominant, evergreen broad-leaved forest, litter.

森林生态系统第一性生产力的研究,自70年代末以来已做了大量的研究工作,表示结果的生物量和生产力通常以干物质质量为单位。由于植物种类的差别和各种环境条件的差异,生物干物质实际上存在着异质性问题。因而,以各种干物质质量简单相加会给进一步的能流分析工作带来一定的误差。以能量作为基本的计量单位,可以克服上述缺点。因此,植物热值的研究是生态系统功能研究的基础。国外从50年代开始开展了森林能量学方面的研究^[1],我国这方面工作较晚,在80年代才不同程度地开展了这方面的研究工作。

常绿阔叶林是我国长江以南广大亚热带地区的地带性植被类型,对其生产力和物质循环已做了较系统的研究,但是,对其优势种热值迄今未见较系统的研究报道,本文首次研究黑石顶自然保护区南亚热带常绿阔叶林5种优势种各器官的热值及季节变化,为系统研究该类型生态系统的能量流动提供理论依据。

1 群落样地概况

黑石顶自然保护区位于23°27'N, 111°53'E。本区属低山山地地貌,气候为亚热带湿润季风气候,土壤为红壤,一般海拔高度在150~700m之间。独田的固定样地海拔在400m左右^[2]。

固定样地的群落为低山常绿阔叶林,按优势种命名为粘木(*Ixonanthes chinensis*) + 小叶胭脂(*Artocarpus styracifolius*) + 光叶红豆(*Ormocoma glaberrima*) + 生虫树(*Cryptocarya concinna*) + 华南省藤(*Calamus rhabdocladus*) + 金毛狗(*Cibotium barometz*)群落^[3]。

2 材料和方法

样品于1993年12月和1994年7月采自黑石顶自然保护区生态实验站的独田固定样地。样品取自植物根、茎、叶、枝等不同器官,每个样品有3个重复。先将样品在105℃烘10min,在80℃烘至恒重后粉碎过筛(筛网孔径0.25mm),细样贮存在干燥器中待测。

凋落物采用收集网法,在固定样地中均匀布置20个1m×1m的塑料网,离地20cm左右。每隔一定时期收集一次,带回实验室风干,分种称重,80℃烘干,求出含水量后换算成干重。测定热值的凋落物样品分为凋落叶和凋落枝二部分。

植物干重热值(Gross caloric value,简称GCV)系指1g干植物样品在恒容条件下完全燃烧所放出的热量,它是衡量单位质量植物所含化学能多少的指标。植物去灰分热值(Ash-free caloric value,简称AFCV)指从植物干重热值中扣除灰分含量影响后的热值。二者之间的关系为:

$$AFCV = \frac{GCV}{1-P}$$

式中,AFCV为样品去灰分热值,GCV为样品干重热值,P为样品灰分含量。

热值测定采用长沙仪器厂生产的GR-3500型恒温热量计,每个样品测定2~3次,重复误差控制在200J/g以内。灰分测定采用干灰化法^[4]。分别计算植物不同器官干重热值和去灰分热值。

3 结果与讨论

3.1 各种植物不同器官的热值

对5种优势种不同器官干重及去灰分热值的测定结果见表1。

表1 黑石顶自然保护区森林群落乔木层5种优势种不同器官的干重热值和去灰分热值(kJ/g)

Table 1 The gross caloric values and ash-free caloric values of different organs for 5 dominants in the tree layer of evergreen broad-leaved forest in Heishiding Nature Reserve

种名 Species	叶 Leaf	幼枝 Twig	干皮 Trunk bark	干材 Trunk	根皮 Root bark	根 Root	平均值±标准差 Mean±SD
生虫树	GCV 21.361	19.104	18.421	17.817	19.217	18.515	19.072±1.230
<i>Cryptocarya concinna</i>	AFCV 22.431	19.541	19.211	18.003	19.930	18.634	19.625±1.533
短花序楠	GCV 20.682	19.399	19.079	18.682	19.119	18.628	19.265±0.752
<i>Machilus breviflora</i>	AFCV 21.242	19.588	19.455	18.781	19.790	18.752	19.601±0.910
硬叶稠	GCV 19.831	18.459	18.386	18.561	18.877	18.816	18.822±0.513
<i>Lithocarpus lohanguu</i>	AFCV 20.375	18.854	18.638	18.725	19.205	18.908	19.118±0.646
小叶胭脂	GCV 18.427	17.617	15.736	17.933	17.374	17.948	17.506±0.937
<i>Artocarpus styracifolius</i>	AFCV 20.251	18.654	18.281	18.121	19.956	18.846	19.018±0.884
福建青冈	GCV 21.245	19.942	19.000	18.690	18.805	19.222	19.484±0.970
<i>Quercus chungii</i>	AFCV 21.808	20.192	19.434	18.809	19.321	19.324	19.815±1.073

生虫树各器官的干重热值变化范围在17.817~21.316kJ/g之间,其中以干材最小,叶最大。各器官干重热值变化顺序是叶>根皮>幼枝>根>干皮>干。各器官去灰分热值在18.634~22.431kJ/g之间变动,各器官去灰分热值的次序是叶>根皮>幼枝>干皮>根>干。

短花序楠各器官干重热值的顺序为叶>幼枝>根皮>干皮>干>根。各器官去灰分热值的范围在18.752~21.242kJ/g之间,其大小次序为叶>根皮>幼枝>干皮>干材>根。

硬叶稠各器官干重热值的范围为18.386~19.831kJ/g,各器官干重热值的排列次序是叶>根皮>根>干材>幼枝>干皮。各器官去灰分热值在18.638~20.375kJ/g之间变动,其排列次序为叶>根皮>根>幼枝>干材>干皮。

小叶胭脂各器官干重热值依次是:叶>根>干材>幼枝>根皮>干皮。各器官去灰分热值在18.121~20.251kJ/g,其中叶的去灰分热值最大,干材最小,依次为叶>根皮>根>幼枝>干皮>干材。小叶胭脂各器官的灰分含量差别很大,灰分含量最高的干皮达13.92%,最小的干材只有1.042%,从这两种器官的干

重热值和去灰分热值的差异,可明显看出灰分含量差异的影响,如干皮二者热值相差达2.545kJ/g,而干材差值只有0.188kJ/g。

福建青冈各器官干重热值在18.805~21.245kJ/g间,各器官依次为叶>幼枝>根>干皮>根皮>干材。各器官去灰分热值在18.809~21.808kJ/g之间,依次为叶>幼枝>干皮>根>根皮>干材。

各植物干重热值均以叶最大,干材或根最小;幼枝、根皮、干皮的干重热值介于最大和最小之间。各植物干重热值变化幅度如下:叶18.427~21.361kJ/g,幼枝17.617~19.942kJ/g,干皮15.736~19.079kJ/g,干材17.817~18.781kJ/g,根皮17.374~19.217kJ/g,根17.948~19.222kJ/g。

各植物去灰分热值也以叶最大,干材或根最小;幼枝、根皮、干皮的去灰分热值介于最大与最小之间。5种植物各器官的去灰分热值变化范围如下:叶20.251~22.431kJ/g,幼枝18.654~20.192kJ/g,干皮18.281~19.455kJ/g,根皮19.205~19.956kJ/g,干材18.003~18.809kJ/g,根18.634~19.324kJ/g。

各器官去灰分热值的变幅都比干重热值的变幅小,这一点从各种植物各器官平均干重热值也可以明显看出:最大的福建青冈19.484kJ/g与最小的小叶胭脂17.506kJ/g之间,相差近2kJ/g,而以去灰分热值表示时差距缩小,同样是上述二种,其去灰分干重热值相差仅0.8kJ/g。由此可见,灰分含量的差异是干重热值差异的重要原因,因此,干重热值在将植物生物量转换成相应的能量时是有实用价值的,但是,在对不同植物种类和不同生态条件下的同种植物的热值相比较时,为了消除因灰分含量的差异所造成的影响时,就必须采用去灰分热值。

不同器官去灰分热值的差异与植物解剖学和植物生理学的研究结果相一致。植物解剖学和植物生理学的研究结果^[5]表明,叶、根皮、幼枝、干皮是植物体生理活动最活跃的器官,其热值较大与这类器官含有较多高能化合物,如蛋白质、脂肪等物质有密切关系。从实验中发现,这类器官的灰分含量均较干材和根高。干材和根是植物体的支持器官,其生理活性几乎消失,组成以纤维素为主,纤维素的热值相对蛋白质和脂肪的热值低^[6],因而,植物体的干材和根的去灰分热值较上述器官小。

3.2 植物地上部分各器官去灰分热值的季节变化

研究表明植物各器官的热值不是固定不变的,而是随各种外界环境条件和自身生长发育节律有规律地变化^[7,8],表2列出了不同时间采集的5种植物地上部分各器官去灰分热值的测定结果。

由上述结果可见,植物的去灰分热值随季节变化的程度因种而异,各种变化幅度的大小和方向是不同的,如以1993年12月和1994年7月去灰分热值的相差0.5kJ/g作为标准,大于此标准,其去灰分热值变化明显,小于则去灰分热值变化不明显,那么,硬叶榈和小叶胭脂各有3个地上器官去灰分热值变化明显。变化最大的器官为干皮,硬叶榈差值1.370kJ/g,小叶胭脂1.614kJ/g,其次为叶,硬叶榈相差1.155kJ/g,小叶胭脂0.992kJ/g。硬叶榈幼枝去灰分热值相差0.545kJ/g,小叶胭脂干材去灰分热值差0.548kJ/g,均达显著差异水平,其余3种地上各器官去灰分热值均未达明显差异水平。

既使同种各器官的差异程度和变化趋势也是不相同的,以去灰分热值变化显著的硬叶榈和小叶胭脂为例,硬叶榈从1993年12月到1994年7月叶和干材的去灰分热值减少,幼枝和干皮去灰分热值增加。小叶胭脂同期各器官去灰分热值均增加,递增顺序为干皮>叶>干材>幼枝。

从1993年12月到1994年7月5种植物地上部分各器官去灰分热值的变化幅度和趋势看,大致有以下规律:叶去灰分热值有增加趋势,硬叶榈是一个明显的例外,这可能是由于硬叶榈7月新叶正在展开,新叶还没有完全成熟之故;幼枝和干皮去灰分热值增加,增加程度因种而异;干材变化不明显。小叶胭脂干材去灰分热值明显增加,可能是由于小叶胭脂木材的次生物质积累造成的,这从其木材灰分含量较其它木材高得多也能得到部分说明。植物叶的去灰分热值7月较12月增加可能是由于7月外界环境条件优越,叶中光合产物积累导致其去灰分热值增高。干皮和幼枝除具运输功能外,还具有贮藏有机物的能力,7月积累的有机物暂时贮存在这些器官,这可能是引起幼枝和干皮去灰分热值增加的主要原因。干材的去灰分热值变化小与其没有活力的支持器官相关。

表2 不同季节5种植物地上部分各器官去灰分热值的变化(kJ/g)

Table 2 The change of the ash-free caloric values of various aboveground organs for 5 dominants with seasons in the evergreen broad-leaved forest in Heishiding Nature Reserve

种名 Species	时间(年.月) Date(year, mon.)	叶 Leaf	幼枝 Twig	干皮 Trunk bark	干材 Trunk
生虫树	1993.12	22.431	19.540	19.211	18.003
<i>Cryptocarya</i>	1994.7	22.508	19.606	19.676	18.281
<i>concinna</i>	差值	-0.077	-0.065	-0.465	-0.278
短花序楠	1993.12	21.242	19.588	19.455	18.781
<i>Machilus</i>	1994.7	21.727	19.920	19.937	18.688
<i>breviflora</i>	差值	-0.485	-0.332	-0.482	0.093
小叶珙脂	1993.12	20.251	18.654	18.281	18.121
<i>Artocarpus</i>	1994.7	21.243	18.897	19.895	18.669
<i>styracifolius</i>	差值	-0.992	-0.240	-1.614	-0.548
硬叶栲	1993.12	20.375	18.854	18.638	18.725
<i>Lithocarpus</i>	1994.7	19.220	19.399	20.008	18.574
<i>lohangwu</i>	差值	1.155	-0.545	-1.370	0.151
福建青冈	1993.12	21.808	20.192	19.434	18.809
<i>Quercus</i>	1994.7	22.283	22.318	19.627	18.882
<i>chungii</i>	差值	-0.475	-0.126	-0.193	-0.073

3.3 凋落物热值变化

1994年不同月份凋落物的干重热值和去灰分热值测定结果见表3。

表3 1994年不同月份凋落物的热值(kJ/g)

Table 3 The caloric values of litter in different month, 1994

月份 Month	3	4	5	7	9	10	12	平均±标准差 Mean±SD
凋落叶 GCV	20.327	20.262	20.581	20.420	19.893	20.211	20.990	20.383±0.341
Leaf litter AFCV	21.355	21.011	21.277	21.210	20.922	21.005	21.788	21.224±0.295
凋落枝 GCV	19.332	19.128	18.889	19.231	19.462	19.511	19.442	19.285±0.221
Branch litter AFCV	19.716	19.500	19.400	19.462	19.698	19.864	19.958	19.657±0.211

1994年各月凋落叶干重热值变幅在19.893~20.990kJ/g之间,平均20.383kJ/g,变异系数0.0167;凋落枝干重热值在18.889~19.511kJ/g之间,平均19.285kJ/g,变异系数0.0114。凋落叶去灰分热值在20.922~21.788kJ/g之间,平均21.224kJ/g,变异系数0.0139;凋落枝去灰分热值在19.400~19.958kJ/g之间,平均19.657kJ/g,变异系数0.0107。

上述结果表明凋落叶和凋落枝各月热值变化不大,最大的凋落叶干重热值变异系数仅0.0167。去灰分热值由于消除了灰分含量变化的影响,所以各类凋落物的去灰分热值的变异系数均较相应凋落物干重热值的变异系数略小。因此,可以认为黑石顶常绿阔叶林凋落物的热值全年是基本稳定不变的。

凋落叶的去灰分热值和变异系数与乔木层5种鲜叶的去灰分热值 21.309 ± 1.077 kJ/g,变异系数0.0505相比,可以发现凋落叶的去灰分热值比鲜叶去灰分热值稍小,但鲜叶的变异系数远大于凋落叶。凋落枝的去灰分热值和变异系数与幼枝的 19.500 ± 0.563 kJ/g和0.0289相比,凋落枝的去灰分热值比幼枝稍大,幼枝的变异系数明显大于凋落枝。这或许反映了植物在落叶前有一部分可移动性的物质和能量转移到植物体内,因而,凋落叶的去灰分热值小于鲜叶的去灰分热值,实验中测定热值的幼枝为1~2年生着生叶子的枝条,而凋落枝既包括与凋落叶一起脱落的幼枝,又包括较粗的死后没有立即落下的半分解状态的枝

条,因其影响因素多,情况较复杂需进一步研究其热值变化的规律。

参 考 文 献

- 1 祖元刚. 能量生态学引论. 长春:吉林科学技术出版社,1990.1~17
- 2 王伯荪,刘雄恩. 黑石顶自然保护区的植被特点. 生态科学,1987,(1):1~8
- 3 陈章和,张宏达,王伯荪. 黑石顶自然保护区森林生物量与生产力定位研究 I——群落样地概况. 生态科学,1990,(2):14~22
- 4 Chapman S B(阳含熙译). 植物生态学研究方法. 北京:科学出版社,1980.279~319
- 5 Bidwell R G S(刘富林译). 植物生理学(下册). 北京:高等教育出版社,1982.173~181
- 6 Lieth H. The measurement of caloric values. In: *Primary productivity of the biosphere* (Lieth, H., and Whittaker, H., eds). Berlin: Springer-Verlag, 1975, 119~130
- 7 Golley F B. Caloric value of wet tropical vegetation. *Ecology*, 1969, **50**(3):517~519
- 8 林光辉,林鹏. 红树植物秋茄热值及其变化的研究. 生态学报,1991, **11**(1):44~48

“第二届全国植物分子生态学学术会议”在哈召开

“第二届全国植物分子生态学学术会议”于1998年1月16日至17日在东北林业大学召开。来自全国各高等院校及科研院所的13个单位,从事分子生态学研究及其相关领域的60余位专家、学者及有关人员参加了会议。

会议期间,中国科学院植物研究所钱迎倩研究员作了题为“基因工程进展及安全性讨论”的学术报告,并着重指出基因工程产品的释放及其对环境 and 人类健康的影响也是分子生态学研究的重要内容;东北林业大学祖元刚教授作了题为“分子生态学的几个应用领域”的学术报告,分析了分子生态学的内容及怎样把分子生物学的手段与生态学研究有机地结合起来。中国农业大学的魏伟博士作了题为“分子生态学研究进展”的学术报告;中国科学院微生物研究所黄永青博士等15位专家在大会上作了学术报告。会议期间陈灵芝研究员及马克平研究员就大家所关心的生物多样性问题分别作了题为“生物多样性的前沿”和“生物多样性的研究与保护”的学术报告,引起与会者的浓厚兴趣。

本次植物分子生态学学术会议在“首届全国植物分子生态学学术会议”基础上,就植物分子生态学的概念、原理、方法以及分子生态学的应用和发展前景等方面进行了进一步的讨论。学者们从不同侧面,结合自己的具体工作和对分子生态学的理解,展开了广泛而深入的探讨。此次会议的特点是:①研究内容丰富,不仅仅局限于遗传多样性的研究,而且包括了对品种的鉴定,生态型间的遗传变异,不同生境下的遗传差异等的研究;②应用分子生态学技术并结合具体的生态环境、生态因子及物种的生物学特性来分析解决生态学中的分子机制问题,如物种的进化、物种的最适生境、物种的濒危及爆发机制;③进一步确定了等位酶、RFLP、PCR、RAPD及DNA序列测定等技术是分子生态学现阶段的主要研究方法。与会专家、学者一致认为,在分子生态学发展的初期,召开这样的学术会议对我国植物分子生态学的发展具有十分重要的意义。

东北林业大学森林植物生态学

(国家教委)开放研究实验室

颜延芬 供稿