

木麻黄与厚荚相思混交林乔木层的碳贮量及其分配*

1. 福建省林业科学研究院 2. 福建省森林培育与林产品加工利用重点实验室
3. 南方森林资源与环境工程研究中心 4. 福建农林大学林学院 5. 厦门大学海洋与环境学院
6. 中国科学院地理科学与资源研究所 7. 福建省东山赤山国有防护林场
叶功富^{1,2,3} 郭瑞红⁴ 卢昌义⁵ 肖胜生⁶ 李永林⁷

[摘要] 以木麻黄和厚荚相思混交林及同年生木麻黄纯林为对象,对乔木层各器官的凋落物含碳率和碳贮量进行了研究。结果表明:枝、叶、干、皮和根整体含碳率在不同林分类型之间均存在显著差异;混交林中的碳含量表现为:叶>皮>根>枝>干,而纯林中的碳含量表现为:根>叶>枝>干>皮。两种林地碳贮量地上部分和地下部分所占比例相差不大。

[关键词] 木麻黄 厚荚相思 含碳率 碳贮量

森林生态系统碳库是碳固定的最终表现形式,主要包括森林植被碳库和土壤碳库两部分^[1]。地球上约85%的陆地生物量集中在森林植被中,因此森林植被碳库是陆地生态系统碳库的重要组成部分,是研究森林生态系统向大气吸收和排放CO₂的关键因子。森林植被碳库的准确估算也是揭示“碳失汇”现象的重要前提^[2]。不同国家区域森林植被碳贮量对全球森林植物碳贮量的贡献存在较大差异,这与不同国家的自然地理条件、森林类型、森林面积、年龄结构等有关^[3]。因此,精确评估森林碳贮量,需要分别对不同地域条件下不同林分植被层和土壤层的碳含量分别进行研究,这也是当前陆地碳循环的研究热点。由于不同学者估算森林生物量时采用的方法不同,导致对同一区域森林植被碳贮量的估算结果存在差异^[2]。目前对南亚热带地区人工林碳储量还未有统一的结论。沿海防护林是我国地处南亚热带地区人工林的重要组成部分,在保护沿海基础设施,改善生态环境中发挥着越来越重要的作用,目前,沿海防护林的高效率可持续经营是林业工作者研究的重点和热点^[4-7]。

本文选择福建东山县林场沿海防护林为研究对象,采用平均生物量法对木麻黄—厚荚相思混交林、木麻黄人工林生物量、碳贮量及分配进行了研究,以期为进一步研究该生态系统碳循环及其碳汇功能提供基础数据,精确估测我国南亚热带地区人工林碳储量提供参考依据。

1 研究区概况

研究区设在福建省东山县赤山国有防护林场,东经117°18',北纬23°40',属南亚热带海洋性季风气候,年平均

气温20.8℃,绝对最高气温36.6℃,绝对最低气温3.8℃,全年无积雪,无霜冻,年均降水1164mm,年均蒸发2028mm,全年干湿季节明显,每年的11月至翌年的2月为旱季,大部分的降水集中于台风多发的月份5~9月,年均台风5.1次。土壤以滨海沙土为主,有均一性风积沙土,潮积沙土,红壤性风积,泥炭性风积沙土等。

2 研究方法

2.1 试验设计

在东山赤山林场选择10a生的木麻黄—厚荚相思混交林和同年生木麻黄纯林,每种林分中分别建立3个20m×20m标准地。

2.2 调查及测量方法

对东山赤山林场10a生的木麻黄纯林的各个样地进行每木调查,根据叶功富等得出的木麻黄生物量模型 $\ln W = a + b \ln(D^2H)$ (系数a和b见表1),进行生物量的计算;年净生产力采用一年间的生物量实测值相减而计算得出。对于10a生木麻黄—厚荚相思混交林采用平均木法进行生物量计算。同时根据林分平均胸径和树高,选取平均木1-2株,要求所选平均木胸径、树高和林分平均值误差不超过5%;伐倒后,分层次分干、叶(分当年生叶和老叶)枝(分当年生枝和老枝)根(分为<0.2cm、0.2~0.5cm、>0.5cm和根头)采集标准木乔木层的分析样品,并用挖掘法测定根系生物量;采集的乔木层不同器官和凋落物层样品随机抽取30%样品带回室内,烘干测定后换算成为干重重量;再经粉碎、过筛后,用全自动碳氮分析仪测定含碳率。乔木层平均含碳率是各器官含碳率的加

* 基金项目:国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD03A14-01),福建省重大科技专项(2006NZ0001-2)。

权平均值，然后计算乔木层的生物量。

表1 生物量计算的 a 和 b 系数取值

组分	Faction	a	b	r
干材	Trunk	0.478	0.515	0.976
树皮	Bark	-2.725	0.685	0.989
树枝	Branch	0.585	0.248	0.996
树叶	Leaf	1.405	0.141	0.964
果实	Cone	-8.105	1.157	0.975
根系	Root	0.8	0.251	0.987
全林	Community	1.825	0.412	0.978

乔木层碳当年净固定量是指乔木层的生物量碳当年积累量和碳当年归还量之和，根据乔木层各器官（干、枝、叶、皮、果、根）凋落物层的生物量乘各组分转换系数，求得碳贮量。不同组分的转换系数是根据在进行生物量测定时所取得的样品而实测得到的有机碳数值。乔木层的碳贮量为乔木层各器官碳贮量之和，乔木层年净固碳量是各器官年净生产力与对应含碳率乘积的累和，凋落物年净固碳量是年凋落量与其含碳率的乘积。

3 结果与分析

3.1 乔木层各器官碳素含量

从表2可以看出，10a生木麻黄—厚荚相思混交林和纯林中木麻黄与厚荚相思的树干、树皮、树叶含C量差异显著，枝和根间差异不显著；木麻黄—厚荚相思混交林中木麻黄和纯林木麻黄各器官含C量均无显著性差异。

混交林中两个树种的碳素含量各异。10a生厚荚相思叶、皮、根和枝的碳素含量较高分别为54.68%、50.6%、49.97%、49.91%，干含量较低，变化幅度为46.77%~54.68%。按碳素含量的高低排列顺序为：叶>皮>根>枝>干；10a生木麻黄根、叶、枝的碳素含量较高，分别为50.95%、50.01%、49.18%，碳素含量从高到低依次为：根>叶>枝>干>皮，亦表现出和纯林一样的序列。从两个树种平均碳含量来看，厚荚相思碳素平均含量要略高于木麻黄。两个树种不同组分的碳素含量变化不大，样本的变异系数为0.44%~1.22%。10a生木麻黄纯林不同组分碳素含量的样本变异系数为0.43%~1.21%。

表2 东山木麻黄—厚荚相思混交林及纯林乔木层不同器官碳素含量(%)

树种	干	皮	枝	叶	根	平均
混交林	46.77±0.31 (0.66)	50.6±0.36 (0.71)	49.97±0.22 (0.44)	54.68±0.31 (0.57)	49.91±0.16 (1.22)	50.38±2.83 (5.61)
	48.93±0.52 (1.06)	47.7±0.26 (0.55)	49.18±0.53 (1.08)	50.01±0.44 (0.88)	50.95±0.23 (0.45)	49.35±1.22 (2.47)
木麻黄纯林	48.99±0.21 (0.43)	47.92±0.58 (1.21)	49.29±0.41 (0.83)	49.92±0.34 (0.68)	50.01±0.38 (0.76)	49.23±0.85 (1.73)

注：括号内数字为变异系数(%)。

3.2 乔木层碳贮量

根据乔木层各器官C含量可以计算出系统乔木层各器官的C贮量(见表3)。从表2可以看出，10a生木麻黄—厚荚相思

混交林的乔木层C贮量要高于同年生木麻黄纯林。木麻黄—厚荚相思混交林乔木层的C贮量为74.34t·hm⁻²。其中木麻黄和厚荚相思各占70.20%和29.80%，比木麻黄纯林增加2.39%。

表3 东山木麻黄、厚荚相思混交林及纯林乔木层各器官碳贮量分配(t·hm⁻²)

	木麻黄—厚荚相思混交林				纯林	
	木麻黄 碳贮量	厚荚相思 碳贮量	小计	百分比/%	木麻黄 碳贮量	百分比/%
干	27.824	8.893	36.717	49.39	36.555	50.61
皮	3.126	1.776	4.902	6.59	3.808	5.27
枝	6.057	5.043	11.100	14.93	9.016	12.48
叶	7.257	2.559	9.816	13.20	11.308	15.66
地上和	44.263	18.271	62.534	84.12	60.687	84.03
根系	7.924	3.883	11.807	15.88	11.537	15.97
全林	52.187	22.154	74.341	100	72.223	100

从表3可知, 10a生木麻黄—厚荚相思混交林和10a生木麻黄纯林乔木层C贮量空间分布来看, 乔木层C主要集中在树干, 占乔木层C贮量的比例均在50%左右; 10a生木麻黄—厚荚相思混交林乔木层树干C贮量所占比例最大为(49.39%), 其次是根系(15.88%), 然后依次为树枝(14.39%)、树叶(13.20%)和树皮(6.59%)。10a生木麻黄纯林乔木层树干所占的比例也最大(50.61%), 根系所占比例次之(15.97%), 但与混交林不同的是木麻黄纯林树叶(15.66%)大于树枝(12.48%)所占的比例, 树皮所占比例仍最小。这种差异可能主要是由不同树种间的生物学特性引起的。木麻黄—厚荚相思混交林乔木层C贮量的空间分布为: 树干>根系>树枝>树叶>树皮。木麻黄—厚荚相思混交林乔木层地上部分和地下部分的碳贮量分别占84.12%和15.88%, 10a木麻黄纯林地上部分和地下部分的碳贮量分别占84.03%和15.97%。可见混交林和纯林地上部分和地下部分的碳贮量所占比例相差不大。

4 结论

通过对东山10a生木麻黄—厚荚相思混交林和同年生木麻黄纯林各组分的含碳率的分析测定, 发现乔木层不同器官(叶、枝、干、皮和根)含碳率在不同林之间均存在差异,

(上接第13页)木麻黄凋落物的碳固定量等于凋落物的产量与各组分的碳含量的乘积, 但每月的碳素含量变化幅度较小, 所以木麻黄凋落物的碳固定量受凋落物产量的正相影响, 故其月动态变化和凋落产量变化一致。

4 结论

对不同发育阶段木麻黄人工林的凋落物的数量、组成及其组分的月动态及碳素含量的季节动态的研究表明: 木麻黄人工林的幼龄林、中龄林、成熟林向林地输入凋落物分别为4.84t·hm⁻²、9.25t·hm⁻²和13.33t·hm⁻²。不同发育阶段各组分所占比例变化较大, 其中叶占79.97%~91.94%, 枝占2.89%~16.65%, 果占3.38%~6.27%, 不同发育阶段间凋落量变化亦较大, 成熟林是中龄林和幼龄林的1.44倍和2.75倍。木麻黄不同发育阶段凋落物有明显的凋落节律, 凋落量的峰值出现在梅雨季节的5月和台风的7~9月, 以9月凋落量最大; 凋落物的碳素含量的季节变化为冬季>秋季>夏季>春季。因为凋落物碳的归还量主要受凋落量的正相影响, 故表现出和凋落量一致的动态变化规律。

与亚热带其他森林相比, 木麻黄人工林凋落量较大, 有利于改良森林土壤, 可作为针阔混交树种。

参考文献

[1] WU CZ, HONG W, JIANG ZL, et al. Advances in research forest-fall in

各器官含碳率大小排序因林分不同而有所不同。混交林和纯林地上部分和地下部分的碳贮量所占比例相差不大。

参考文献

- [1] 刘国华, 傅伯杰, 方精云. 中国森林碳动态及其对全球碳平衡的贡献[J]. 生态学报, 2000, 20(5): 733~740.
- [2] 尉海东, 马祥庆, 刘爱琴, 等. 森林生态系统碳循环研究进展[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(2): 188-193.
- [3] 周玉荣, 于振良, 赵士洞. 我国主要森林生态系统碳贮量和碳平衡[J]. 植物生态学报, 2000, 24(5): 518-522.
- [4] 叶功富, 林银森, 吴寿德, 等. 木麻黄林生产力动态变化的研究[J]. 防护林科技, 1996(专刊): 17~20.
- [5] 谭芳林. 木麻黄防护林生态系统凋落物及养分释放研究[J]. 林业科学, 2003(专): 21~26.
- [6] 张清海, 叶功富, 林益明. 福建东山县赤山滨海沙地厚荚相思林与湿地松林生物量和能量的研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2005, 44(1): 123~127.
- [7] 叶功富, 张水松, 黄传英, 等. 木麻黄人工林地持续利用问题的探讨[J]. 林业科技开发, 1994, 8(4): 18-19.

- [1] AetaA c Umv Ji-agfiensis, 2000, 22(3): 405-410.
- [2] 刘国华, 傅伯杰, 方精云. 中国森林碳动态及其对全球碳平衡的贡献[J]. 生态学报, 2000, 20(5): 733~740.
- [3] 周玉荣, 于振良, 赵士洞. 我国主要森林生态系统碳贮量和碳平衡[J]. 植物生态学报, 2000, 24(5): 518~522.
- [4] 方运霆, 莫江明, Sandra Brown, 等. 鼎湖山自然保护区土壤有机碳贮量和分配特征[J]. 生态学报, 2004, 24(1): 135~142.
- [5] 方精云. 森林群落呼吸量的研究方法及其应用的探讨[J]. 植物学报, 1999, 41(1): 88~94.
- [6] 叶功富, 隆学武, 潘惠忠, 等. 1996b 木麻黄林的凋落物动态及其分解[J]. 防护林科技, (专刊): 30-34.
- [7] 叶功富, 张清海, 林益明, 等. 2003 海岸带不同立地木麻黄群落能量研究[J]. 林业科学, 39(专刊): 1-7.
- [8] 叶功富, 张水松, 黄传英, 等. 木麻黄人工林地持续利用问题的探讨[J]. 林业科技开发, 1994, 8(4): 18-19.
- [9] 俞新妥. 杉木人工林地力和养分循环研究进展[J]. 福建林学院学报, 1992, 12(3): 264-276.
- [10] 陈金耀. 天然杉木混交林及主要伴生树种凋落物动态变化[J]. 福建林学院学报, 1998, 18(3): 255-259.
- [11] 温远光, 韦炳二, 黎洁娟. 亚热带森林凋落物产量及动态的研究[J]. 林业科学, 1989, 25(6): 542-547.
- [12] 林益明, 何建源, 杨志伟. 武夷山甜捕群落凋落物产量及其动态研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1999, 38(2): 280~286.
- [13] 屠梦照, 姚文华, 翁轰, 等. 鼎湖山亚热带常绿阔叶林凋落物的特征[J]. 土壤学报, 1993, 30(1): 34~41.