

卷荚相思人工林碳库及其分配特征

刘红英¹, 韦 录², 何 斌¹, 刘 莉¹, 覃祚玉¹, 卢万鹏¹, 廖倩苑¹
(1 广西大学 林学院, 广西 南宁 530004; 2 广西崇左市凤凰山林场, 广西 扶绥 532114)

摘要:通过样地调查,对广西南宁市8年生卷荚相思 *Acacia cincinnata* 人工林碳库及其分配特征进行了研究. 结果表明,卷荚相思不同器官碳素质量分数为465.8~508.2 g·kg⁻¹,各器官碳素含量排序为树干>树叶>树枝>树根>树皮. 灌木层、草本层和现存凋落物层碳素质量分数分别为460.8、430.9和468.1 g/kg,土壤层(0~80 cm)碳素质量分数为8.44 g·kg⁻¹,随土层深度增加土壤碳素含量减少. 卷荚相思人工林生态系统总碳库为126.07 t·hm⁻²,其中乔木层为28.76 t·hm⁻²,灌木层为5.35 t·hm⁻²,草本层为1.25 t·hm⁻²,现存凋落物层为1.69 t·hm⁻²,土壤层(0~80 cm)为89.02 t·hm⁻². 卷荚相思人工林年净生产力为10.15 t·hm⁻²·a⁻¹,碳素年净固定量为5.64 t·hm⁻²·a⁻¹.

关键词:卷荚相思; 人工林; 碳素含量; 碳库; 碳分配
中图分类号:S718.55 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-411X(2013)03-0436-03

Stock and Distribution of Carbon in *Acacia cincinnata* Plantation

LIU Hongying¹, WEI Lu², HE Bin¹, LIU Li¹, QIN Zuoyu¹, LU Wanpeng¹, LIAO Qianyuan
(1 College of Forestry, Guangxi University, Nanning 530004, China;
2 Fenghuangshan Forest Farm of Chongzuo City Guangxi Province, Fusui 532114, China)

Abstract: Carbon stock and the distribution of an 8-year-old *Acacia cincinnata* plantation in Nanning, Guangxi, China, were investigated based on field sampling data. The results showed that carbon content in different organs of *A. cincinnata* ranged from 465.8 to 508.2 g·kg⁻¹, and it was distributed in a descending order as follows: stem > leaf > branch > root > bark. Carbon content in the soil (0–80 cm) was 8.44 g·kg⁻¹ which declined with soil depth. The carbon stock in *A. cincinnata* plantation ecosystems was 126.07 t·hm⁻², which distributed among the tree layer with a stock of 28.76 t·hm⁻², shrub layer 5.35 t·hm⁻², herbaceous layer 1.25 t·hm⁻², litters 1.69 t·hm⁻², and the soil layer (0–80 cm) 89.02 t·hm⁻². Annual net productivity of *A. cincinnata* plantation was 10.15 t·hm⁻²·a⁻¹, and annual carbon storage was up to 5.64 t·hm⁻²·a⁻¹.

Key words: *Acacia cincinnata*; plantation; carbon content; carbon stock; carbon distribution

森林作为陆地生态系统的主体,储存了陆地生态系统有机碳中地上部分的80%和地下部分的40%^[1]. 因此,研究森林生态系统碳循环对于了解全球碳平衡和人类活动对全球气候变化的影响均具有重要意义^[2-6].

卷荚相思 *Acacia cincinnata* 是含羞草科植物,原产澳大利亚昆士兰东部高地,具有速生、耐贫瘠、适

应强、材质优和用途广等特性,是优质的建筑、家具用材及优良的观赏绿化树种. 目前,国内在卷荚相思引种、育苗、生长特性、根瘤菌特性以及养分循环等方面已有研究报道^[7-9]. 本文通过对8年生卷荚相思人工林生态系统的碳库及其分布特征的研究,为正确评价卷荚相思人工林生态系统的固碳能力提供基础数据.

1 试验地与林分概况

试验地位于广西南宁市北郊,试验地自然概况及卷荚相思林分概况参见文献[10].

2 研究方法

2.1 标准地的设置与乔木层生物量的测定

在立地条件相似、长势良好的8年生卷荚相思人工林分别设置3个20 m×20 m的标准地,测定标准地内树木的树高和胸径.根据林木的径级分布,按2 cm为一径级,选取5株平均木,按文献[10]方法测定乔木层生物量.

2.2 林下植被及凋落物层生物量调查

林下植被各层次生物量及年凋落物归还量测定参见文献[10].

2.3 样品的采集及碳素含量的测定

采集乔木层不同组分、草本层、灌木层和凋落物层样品,经烘干、粉碎、过筛后装瓶待测.同时在各标准地中分别设置3个代表性采样点,按0~20、20~40、40~60和60~80 cm分层采集土壤样品,把相同标准地同一层次土壤按质量等比例混合,于室内自然风干,粉碎过筛装瓶待测.同时,用环刀(100 cm³)采集原状土,环刀法测定土壤容重.

植物、土壤样品中碳素含量均采用重铬酸钾氧化-外加热法测定^[11],其中植物各组分样本数均为5个,土壤各土层样本数均为3个.

2.4 生态系统碳库和乔木层年碳积累量的估算

卷荚相思不同器官、草本层、灌木层和凋落物层生物量与其碳素含量的乘积为其相应的碳贮量,土壤碳贮量则是土壤有机碳含量、土壤容重、采样深度和面积的乘积,乔木层、灌木层、草本层、凋落物层和土壤层碳贮量之和为生态系统的碳贮量.林分碳素年净固定量为乔木层各器官年平均净生产力、年凋落物量及其相应的碳素含量计算而得^[12].

3 结果与分析

3.1 卷荚相思人工林生态系统各组分碳素含量

由表1可以看出,卷荚相思不同器官碳素质量分数变化范围为465.8~508.2 g·kg⁻¹,林木平均碳素质量分数为486.1 g·kg⁻¹,各器官碳素含量从高到低次序大致为干材、树叶、树枝、树根、树皮.该生态系统不同结构层次碳素含量为:乔木层>凋落物层>灌木层>草本层.土壤有机碳含量则呈现随土壤深度增加而减少的趋势,其中0~20 cm土层有机碳含量分别为20~40、40~60和60~80 cm土层的

1.94、2.90和3.49倍.

表1 不同组分碳素含量			
Tab.1 Carbon content in different components			
层次	组分	w(碳素) ¹⁾ / (g·kg ⁻¹)	变异系数/%
乔木层	树叶	506.4±20.7	4.08
	活枝	488.6±16.9	3.45
	枯枝	476.9±12.2	2.56
	树皮	473.8±14.1	3.03
	树干	508.2±15.4	2.97
	根兜	492.1±15.7	3.18
	粗根	480.6±9.4	1.95
	中根	482.7±16.4	3.39
	细根	465.8±12.9	2.76
	平均 ²⁾	486.1	
灌木层	地上部分	473.5±12.7	2.68
	地下部分	448.0±21.2	4.73
	平均 ²⁾	460.75	
草本层	地上部分	438.1±21.3	4.87
	地下部分	423.6±12.5	2.96
	平均 ²⁾	430.85	
凋落物层		468.1±14.4	3.07
土壤层	0~20 cm	15.72±0.80	5.08
	20~40 cm	8.09±0.31	3.82
	40~60 cm	5.43±0.17	3.16
	60~80 cm	4.50±0.11	2.47
	平均 ²⁾	8.44	3.63

1) 平均值±标准差;2) 经相应各组分生物量或土壤质量加权平均.

3.2 卷荚相思人工林生态系统碳库及其分配

从表2可以看出,卷荚相思人工林生态系统总

表2 生态系统碳库及其分配			
Tab.2 Carbon storage and spatial distributions in ecosystem			
层次	组分	生物量/ (t·hm ⁻²)	碳库 ¹⁾ / (t·hm ⁻²)
乔木层	树叶	4.07	2.06(1.71)
	树枝	2.91	2.82(2.23)
	树皮	7.41	3.51(2.78)
	树干	29.90	15.20(12.06)
	树根	2.66	5.17(4.10)
灌木层	地上部分	8.77	4.15(3.29)
	地下部分	2.67	1.20(0.95)
草本层	地上部分	2.12	0.93(0.74)
	地下部分	0.76	0.32(0.25)
凋落物层		3.62	1.69(1.34)
土壤层	0~20 cm		40.65(32.24)
	20~40 cm		20.67(16.40)
	40~60 cm		15.34(12.17)
	60~80 cm		12.36(9.80)
总计			126.07(100.00)

1) 括号中数据为各组分碳库占生态系统碳库的比例/%.

碳库为 $126.07\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 其中乔木层碳库为 $28.76\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 占生态系统碳库的 22.81% ; 灌木和草本层碳库为 $6.6\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 占 5.24% ; 现存凋落物层为 $1.69\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 占 1.34% ; 林地土壤层 ($0\sim80\text{ cm}$) 碳库为 $89.02\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 占 70.61% .

3.3 卷荚相思人工林碳素年净固定量的初步估算

从表 3 可以看出, 卷荚相思人工林年净生产力 (包括凋落物) 为 $10.15\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$, 碳素年净固定量为 $5.64\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$, 不同组分的碳素年净固定量以年凋落物为最大, 为 $2.04\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$, 占总量的 36.2% , 其次是干材, 为 $1.90\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$, 占 33.69% , 然后是树枝、树根和树皮, 最小是树叶, 仅占 4.60% .

表 3 碳素年净固定量

Tab. 3 Annual net carbon sequestration

组分	年净生产力/ ($\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)	年净固碳量/ ($\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)
树叶	0.51	0.26
树枝	0.27	0.35
树皮	0.93	0.44
树干	3.74	1.90
树根	0.33	0.65
凋落物	4.37	2.04
合计	10.15	5.64

4 讨论与结论

8 年生卷荚相思人工林生态系统碳库为 $126.07\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 其中乔木层为 $28.76\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 明显高于广西南丹 8 年生和 14 年生杉木 *Cunninghamia lanceolata* 二代林 (17.09 和 $27.23\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$)^[12], 略低于湖南会同 11 年生杉木人工林碳库 ($35.88\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$)^[13], 占生态系统碳库总量的 22.8% . 灌木层和草本层的碳库为 $6.6\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 占 5.2% ; 凋落物层为 $1.69\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 占 1.30% . 受研究区所处区域和原杉木林 (前茬林分) 的影响, 卷荚相思人工林土壤碳库为 $89.02\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$, 略低于我国热带林土壤碳贮量 ($116.49\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$)^[5], 远低于我国森林土壤平均碳贮量 ($193.55\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$) 和世界土壤平均碳贮量 ($189.00\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$)^[5].

据报道, 广西南丹 8、11 和 14 年生杉木二代林年净碳固定量分别为 2.62 、 3.04 和 $3.74\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ ^[12], 福建中亚热带 7 年生杉木林和湖南会同 11 年生杉木林年净碳固定量分别为 3.70 和 $3.49\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ ^[13-14],

而本研究中 8 年生卷荚相思人工林碳素年固定量为 $5.64\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$. 可见, 卷荚相思是碳吸存能力较强的热带树种, 由于具有速生、耐贫瘠、适应性强、材质优和用途广等特性, 同时兼具培肥土壤作用, 因此, 合理经营和发展卷荚相思人工林, 丰富热带地区的造林树种, 增强人工林的碳汇功能, 对维护生态环境, 调节大气 CO_2 , 以及改善土壤结构, 恢复、提高土壤肥力和水源涵养功能都有比较重要的作用.

参考文献:

[1] BROWN S. Present and potential roles of forests in the global climate change debate[J]. Unasylya, 1996, 47: 3-10.

[2] DIXON R K, BROWN S, HOUGHTON R A, et al. Carbon pools and flux of global forest ecosystems[J]. Science, 1994, 263:185-190.

[3] 方精云, 陈安平. 中国森林植被碳库动态变化及其意义[J]. 植物学报, 2001, 43(9): 967-973.

[4] 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.

[5] 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.

[6] ZHANG Jun, GE Ying, CHANG Jie, et al. Carbon storage by ecological service forests in Zhejiang Province, subtropical China[J]. For Ecol Manage, 2007, 245(1/2/3): 64-75.

[7] 汪长水. 卷荚相思组培快繁技术研究[J]. 福建林业科技, 2009, 36(3): 92-97.

[8] 黄勇, 覃静, 李松昌, 等. 卷荚相思人工林生长规律、生物量及生产力研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(22): 12050-12053.

[9] 樊利勤, 吴庆标, 黄宝灵, 等. 卷荚相思根瘤菌的生物学特性[J]. 生态科学, 2007, 26(2): 107-110.

[10] 刘莉, 何斌, 罗柳娟, 等. 卷荚相思人工林营养元素的生物地球化学循环特征. [J]. 华南农业大学学报, 2012, 33(2): 212-216.

[11] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 272-273.

[12] 何斌, 吴庆标, 黄秀英, 等. 杉木二代林生态系统碳素积累的动态特征[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(7): 36-38.

[13] 方晰, 田大伦, 项文化. 速生阶段杉木人工林碳素密度、贮量和分布[J]. 林业科学, 2002, 38(3): 14-19.

[14] 尉海东, 马祥庆. 中亚热带不同发育阶段杉木人工林生态系统碳贮量研究[J]. 江西农业大学学报, 2006, 28(2): 239-243.

【责任编辑 李晓卉】