

广西壮族自治区平果县退耕还林植被碳储量特征

赵瑞, 孙保平, 于明含, 果超

(北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

摘要: [目的] 明确广西壮族自治区平果县 6 种不同林种的乔木层、地被层、枯枝落叶层碳储量差异, 为南方退耕还林工程区森林生态效益的评估提供数据支撑。[方法] 以野外样地调查和数理为基础, 结合基本统计方法进行分析。[结果] 平果县不同退耕还林地乔木含碳率相差不大, 除早熟桃之外, 其他树种地上平均含碳率均在 0.49 到 0.52 之间。不同林分之间和相同林分的各器官之间均存在较大差异。6 类退耕还林地的林地植被层总储碳密度由大到小依次为: 八角 26.864 t/hm², 板栗 23.120 t/hm², 桉树 22.863 t/hm², 马尾松 16.686 t/hm², 早熟桃 15.393 t/hm², 任豆 9.956 t/hm², 退耕还林地植被层总碳储量为 1.4374 × 10⁵ t。[结论] 平果县乔木层的平均储碳密度值远低于中国及世界各地森林平均储碳密度估计值。

关键词: 退耕还林, 不同林地, 含碳率, 碳储量

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)03-0350-04

中图分类号: S718.55

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2015.03.067

Characterics of Carbon Storage in Forests of Grain for Green Project in Pingguo County, Guangxi Zhuang Autonomous Region

ZHAO Rui, SUN Baoping, YU Minghan, GUO Chao

(School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: [Objective] To explore the carbon storage characteristics of arbor layer, herb layer and litter layer of six different trees of grain for green project in Pingguo County in order to provide the data support for evaluation of forest ecological benefit further. [Methods] Based on the survey of sample plots and mathematical analysis, combining with the basic statistical method, the characteristics of carbon storage were analyzed. [Results] The difference of carbon content between different arbor layers was little. In addition to the *Amygdalus persica*, the average carbon rates of other species on the ground ranged from 0.49 to 0.52. There were large differences between the various organs of the same stand, and the same situation for different stands. The decreasing order of carbon densities in different stands was followed as: *Illicium verum* 26.864 t/hm², *Castanea mollissima* 23.120 t/hm², *Eucalyptus* 22.863 t/hm², *Pinus massoniana* 16.686 t/hm², *Amygdalus persica* 15.393 t/hm², *Zenia insignis* Chun 9.956 t/hm². The total carbon storage of vegetation layer was 1.4374 × 10⁵ t. [Conclusion] The average carbon density of arbor layer in Pingguo County was far less than the estimated value in China and other countries.

Keywords: grain for green; different woodland; carbon content rate; carbon storage

森林生态系统是陆地生态系统的主体, 储存了全球陆地植被碳库的 77% 和全球土壤碳库的 39%^[1], 为解决因大气中以 CO₂ 为主的温室气体浓度大幅度增加而导致全球气候变暖所引发的严重生态环境问题, 森林生态系统碳汇功能研究已成为环境科学领域的重点和热点问题^[2]。人工造林作为一种“碳汇”形式, 以生物量形式固定和储存 CO₂, 将在中国未来森

林碳汇发挥巨大作用。退耕还林工程是中国林业生态建设史上规模最大的生态建设工程, 是全国森林生态系统重要的组成部分。因此, 研究退耕还林工程森林碳储量十分重要。

近些年, 学者们从不同尺度、用不同方法对森林林分生物量、碳储量做了大量研究^[3-12], 但针对重大生态工程本身的固碳能力的研究还较缺乏, 胡会峰,

收稿日期: 2014-08-30

修回日期: 2014-10-02

资助项目: 国家林业局公益性行业科研专项经费项目“南方退耕还林工程建设效益监测评价研究”(201004018)

第一作者: 赵瑞(1990—), 女(汉族), 甘肃省兰州市人, 硕士研究生, 研究方向为水土保持。E-mail: wlc900127@163.com。

通信作者: 孙保平(1956—), 男(汉族), 山西省原平市人, 本科, 教授, 博士生导师, 主要从事荒漠化防治与水土保持相关研究。E-mail: sunbp@163.com。

魏亚伟等人对天然林保护工程区森林碳储量进行了研究^[13-14],申家朋,刘迎春等人研究了黄土丘陵区退耕还林工程主要树种的碳储量及其固碳潜力^[15-16]。本研究以中国广西省平果县退耕还林工程区森林植被为对象,通过对平果县主要退耕地主要造林树种进行调查,对植被碳储量进行估算,研究了喀斯特地区人工生态工程的森林碳储量特征,以期丰富喀斯特特殊环境下人工恢复植被的生物量与碳储量的相关研究,并为南方退耕还林工程区森林生态效益的评估提供数据支撑。

1 研究区概况

平果县地处广西壮族自治区西部,其地理位置为 107°21'—107°51'E, 23°12'—23°51'N, 全县地势中高、南北低,红水河支流平治河流经北部,沿岸海拔 200~300 m,中部大石山区平均海拔 280~450 m,是右江河与平治河的分水岭。气候属亚热带季风气候,夏长冬短,光照较强。年平均气温 21.5 °C,降雨量多集中在 6—9 月,年平均降雨量达 1 200~1 500 mm,年均蒸发量为 1 572 mm,相对湿度约 80%。土壤主要为砂页岩红壤与棕色石灰土。退耕还林植被多为南

方乡土树种,造林时间为 2002 年至 2004 年,主要有马尾松 (*Pinus massoniana*)、桉树 (*Eucalyptus*)、任豆 (*Zenia insignis*)、板栗 (*Castanea mollissima*)、八角 (*Illicium verum*) 和早熟桃 (*Amygdalus persica*) 等。

2 研究方法

2.1 植被群落调查及生物量测定

在试验区不同退耕林种内设置标准地 (20 m × 20 m),在标准地对角线及中心位置设置乔木样方大小为 5 m × 5 m,以天然草地作为对照样地,草本样方大小为 1 m × 1 m。对每一标准地的乔木进行每木尺检,选出代表该标准地最接近这两个平均值的树木作为标准木,采用全挖实测法测定标准木的生物量,按林木的组织器官分别称取鲜质量,同时采集分析样品 1.0 kg。记录每个样方内草本植物种类,采用全挖实测法分别测定每个样方内各种植物的生物量,并分别采集分析样品 1.0 kg。将各样地内的枯枝落叶全部选出称质量,分别采集分析样品 1.0 kg。分别取样称重,把样品带回实验室置于 80 °C 的烘箱 24 h,称重,求出干鲜重比率,进而换算各种植物、枯枝落叶层的生物量 (表 1),试验样品采集时间为 2010 年。

表 1 不同退耕地树木各器官生物量

林种类型	枝叶		树干		根		草本		枯落物		总生物量	
	干生物量/ (kg · hm ⁻²)	百分率/ %	干生物量/ (kg · hm ⁻²)	百分率/ %	干生物量/ (kg · hm ⁻²)	百分率/ %	干生物量/ (kg · hm ⁻²)	百分率/ %	干生物量/ (kg · hm ⁻²)	百分率/ %	干生物量/ (kg · hm ⁻²)	百分率/ %
马尾松	6 950.06	25.36	3 050.73	11.13	1 290.67	4.71	8 610.32	31.42	7 500.50	27.37	27 402.28	100.00
早熟桃	1 300.30	5.10	1 800.47	7.07	900.21	3.53	9 050.44	35.52	12 430.56	48.78	25 481.98	100.00
板栗	5 240.42	11.79	16 290.55	36.66	2 670.51	6.01	4 690.17	10.56	15 540.23	34.98	44 431.88	100.00
八角	6 110.35	13.37	18 230.33	39.88	3 730.09	8.16	11 490.20	25.14	6 150.03	13.45	45 711.00	100.00
任豆	3 201.61	3.70	8 247.54	9.53	9 225.25	10.66	62 783.46	72.53	3 105.23	3.59	86 563.09	100.00
桉树	1 125.41	2.68	17 225.33	40.95	2 810.72	6.68	7 130.14	16.95	13 770.64	32.74	42 062.24	100.00

2.2 化学分析方法及数据处理

样品的有机含碳率测定采用干烧法,具体采用 Elementar Vario EL 元素分析仪进行样品分析,每次测 3 个平行样,测定结果取平均值。乔木层、草本层、枯枝落叶层的平均含碳量均为加权平均值。其碳储量用它们的生物量与其相应碳含量的乘积求得。

3 结果与分析

3.1 不同退耕地生物量

喀斯特环境极为特殊,岩石裸露率高,土层浅薄且不连续,土壤多散布于石缝中,环境容量低,由此造成植物生长缓慢,个体数量虽多,但普遍偏小,喀斯特森林为低生物量森林,即使是茂兰喀斯特顶极群落常绿阔叶林群落其绿色生物量也只有为 149 t/hm²,远

低于同生态位的非喀斯特森林,只相当于沙漠边缘或北泰加林 (150 t/hm²)^[17],人为干扰破坏严重的喀斯特峰丛洼地的生物量更小^[18]。

3.2 不同树种含碳率

表 2 表明,各树种不同器官中的碳含率不同,基本表现为:枝叶 > 干 > 根,6 种退耕树种且因种类不同而碳含率不同。乔木以马尾松含碳率最高 (0.518),早熟桃最低 (0.479)。

可知,在同一林分的相同环境条件下,各植被层的各种植物,因植物种类不同或同一植物不同器官,其碳含量均不相同,这主要取决于植物的生物学特性。且针叶树种各组分的含碳率普遍高于阔叶树种,所有针叶树种各组分的平均含碳率均高于阔叶树和草本。

表 2 不同植被各组成器官的含碳率

林分	树干	枝叶	根	地上部分平均
马尾松	0.507	0.528	0.508	0.518
桉树	0.493	0.500	0.476	0.497
八角	0.501	0.532	0.494	0.517
板栗	0.490	0.497	0.493	0.494
早熟桃	0.472	0.485	0.454	0.479
任豆	0.486	0.495	0.490	0.491
草本		0.421	0.430	0.425
枯落物				0.465

3.3 退耕还林地植被碳储量估算

3.3.1 乔木层碳储量及其变异规律 利用平果县不同林分的乔木层生物量及不同植被各器官的含碳率(表 2),计算出平果县 6 种退耕还林地各器官的储碳

密度(单位面积碳储量)和碳储量(表 3)。各退耕还林树种面积见以下各表。

研究表明,平果县退耕还林地各个器官的储碳密度总量分别为:马尾松 5.871 t/hm²,桉树 10.392 t/hm²,八角 14.226 t/hm²,板栗 11.903 t/hm²,早熟桃 1.911 t/hm²,任豆 1.646 t/hm²,总碳储量为 5.699 × 10⁵ t。其中,八角、桉树和板栗树干的储碳密度显著大于马尾松、早熟桃和任豆,桉树和早熟桃的枝叶储碳密度显著低于其他林分。不同林分根部的储碳密度和干的储碳密度呈现相同的趋势,同样是八角、桉树和板栗树干的储碳密度显著大于马尾松、早熟桃和任豆。综合地上部分的总储碳密度而言,八角最大为 14.226 t/hm²,早熟桃和任豆显著低于其他林分。

表 3 平果县不同退耕还林地乔木层各器官碳储量密度及碳储量

林分	面积/hm ²	各器官储碳密度/(t·hm ⁻²)					碳储量/10 ⁴ t
		树干	枝叶	根	地上部分	总量	
马尾松	952.04	1.546	3.670	0.655	5.216	5.871	0.559
桉树	3 396.79	8.492	0.563	1.338	9.054	10.392	3.530
八角	563.07	9.133	3.251	1.843	12.384	14.226	0.801
板栗	289.82	7.982	2.604	1.316	10.586	11.903	0.345
早熟桃	71.50	0.850	0.631	0.431	1.480	1.911	0.014
任豆	2 738.35	0.437	1.025	0.184	1.462	1.646	0.451
合计							5.699

3.3.2 地被物层(草本层)碳储量 本研究中只是对草本层生物量进行研究,不包括地衣、苔藓层。利用平果县不同退耕还林地上草本层生物量的实测结果,计算出平果县 6 类退耕还林地林分草本层各组分的储碳密度和碳储量(表 4)。

表 4 不同退耕还林地草本层各器官碳储量密度及碳储量

林分	面积/hm ²	草本层各组分储碳密度/(t·hm ⁻²)			碳储量/10 ⁴ t
		叶	根	总	
马尾松	952.04	3.625	3.702	7.327	0.698
桉树	3 396.79	3.002	3.066	6.068	2.061
八角	563.07	4.837	4.941	9.778	0.551
板栗	289.82	1.974	2.017	3.991	0.116
早熟桃	71.50	3.810	3.892	7.702	0.055
任豆	2 738.35	2.177	2.223	4.400	1.205
合计					4.685

表 4 显示,平果县退耕还林地 6 类林分草本层的储碳密度最大的是马尾松和桉树,总碳储量分别为 7.327 t/hm² 和 6.068 t/hm²,显著大于其他林分下的碳储量,碳储量最小的为板栗和早熟桃,早熟桃的碳储量显著低于其他林分,只有 0.055 t/hm²。平果

县退耕还林地草本层总碳储量 4.685 × 10⁴ t,其中桉树和任豆的草本层碳储量总量最大。

3.3.3 森林生态系统凋落物碳储量 表 5 显示,平果县 6 类退耕还林地林分枯落物层的储碳密度依次为:板栗,桉树,早熟桃,任豆,马尾松和八角,其中板栗和桉树的储碳密度显著大于其他林分下枯落物的储碳密度,其次为早熟桃,任豆和马尾松的储碳密度较为接近,储碳密度最小的林分枯落物层为八角,只有 2.860 t/hm²。所有林分下枯落物层储碳密度总量为 3.990 × 10⁴ t,其中桉树和任豆枯落物层总碳储量显著大于其他林分下的枯落物层。

表 5 不同退耕还林地枯落物碳储量密度及碳储量

林分	面积/hm ²	枯落物层储碳密度/(t·hm ⁻²)	碳储量/10 ⁴ t
马尾松	952.04	3.488	0.332
桉树	3 396.79	6.403	2.175
八角	563.07	2.860	0.161
板栗	289.82	7.226	0.209
早熟桃	71.50	5.780	0.041
任豆	2 738.35	3.911	1.071
合计			3.990

3.3.4 退耕还林植被总碳储量及其分配特征 根据以上对平果县各类退耕还林地植被各部分碳储量的估算结果,将其汇总于表6。

表6表明,平果县6类退耕还林地林分的森林植被层总储碳密度从小到大顺序依次为:任豆<早熟桃<马尾松<桉树<板栗<八角,由此可见部分林地储

碳密度较低,主要原因可能是退耕地人为干扰较严重,且马尾松、早熟桃、任豆林地成活率低,林分密度小,长势较差,生物量低。八角、板栗、桉树生物量大,长势良好,储碳密度较高。植被层总碳储量以桉树林的最大,占平果县退耕还林地植被层总碳储量的54.03%。

表6 平果县退耕还林地林分总碳储量及其分配特征

林分	乔木层		草本层		枯落物层		总碳储量/ 10 ⁴ t	储碳密度/ (t·hm ⁻²)
	碳储量/10 ⁴ t	比例/%	碳储量/10 ⁴ t	比例/%	碳储量/10 ⁴ t	比例/%		
马尾松	0.559	35.19	0.698	43.91	0.332	20.90	1.589	16.686
桉树	3.530	45.45	2.061	26.54	2.175	28.01	7.766	22.863
八角	0.801	52.96	0.551	36.40	0.161	10.65	1.513	26.864
板栗	0.345	51.48	0.116	17.26	0.209	31.25	0.670	23.120
早熟桃	0.014	12.42	0.055	50.03	0.041	37.55	0.110	15.393
任豆	0.451	16.53	1.205	44.19	1.071	39.28	2.726	9.956
合计	5.699		4.685		3.990		14.374	19.147

4 结论与讨论

平果县不同退耕还林地乔木含碳率相差不大,除早熟桃之外,其他树种地上平均含碳率均在0.49~0.52,对照草本含碳率最低,为0.392。不同林分之间和相同林分的各器官之间均存在较大差异,如马尾松干占26.34%,枝叶占62.50%,根占11.16%;桉树干占81.72%,枝叶占5.41%,根占12.87%。无论是相同林分的不同器官之间,还是不同林分的相同器官之间均呈现出较大的差异性。

平果县6类退耕还林地的林地植被层总储碳密度由大到小依次为:八角26.864 t/hm²,板栗23.120 t/hm²,桉树22.863 t/hm²,马尾松16.686 t/hm²,早熟桃15.393 t/hm²,任豆9.956 t/hm²,退耕还林地植被层总碳储量为1.4374×10⁵ t,平均碳密度19.147 t/hm²,乔木层的平均储碳密度值远低于中国及世界各地森林平均储碳密度的一些估计值,如中国森林植被平均碳密度为38.4~49.45 t/hm²,美国56.6~61.0 t/hm²,俄罗斯33.2~47.6 t/hm²等,随着时间推移,林地碳储量将逐年增加,该地区的各类林地生态系统的碳储量还有很大潜力空间。

[参 考 文 献]

- [1] Bousquet P, Peylin P, Ciais P, et al. Regional changes in carbon dioxide fluxes of land and oceans since 1980 [J]. Science, 2000,290(5495):1342-1346.
- [2] 姚平,陈先刚,周永锋,等.西南地区退耕还林工程主要林分50年碳汇潜力[J].生态学报,2014,34(11):3025-3037.
- [3] 方精云.中国森林生产力及其对全球气候变化的响应[J].植物生态学报,2000,24(5):513-517.
- [4] 黄从德,张健,杨万勤,等.四川森林植被碳储量的时空变化[J].应用生态学报,2008,18(12):2687-2692.
- [5] 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.
- [6] 王鹏程,邢乐杰,肖文发,等.三峡库区森林生态系统有机碳密度及碳储量[J].生态学报,2009,29(1):97-107.
- [7] 程堂仁,冯菁,马钦彦,等.甘肃小陇山森林植被碳库及其分配特征[J].生态学报,2008,28(1):33-44.
- [8] 黄从德,张健,杨万勤,等.四川省及重庆地区森林植被碳储量动态[J].生态学报,2008,28(3):966-975.
- [9] 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.
- [10] 徐少君,曾波,苏晓磊,等.基于RS/GIS的重庆缙云山自然保护区植被及碳储量密度空间分布研究[J].生态学报,2012,32(7):2174-2184.
- [11] 胡建忠.黄河上游退耕地人工林的碳储量研究[J].北京林业大学学报,2006,27(6):1-8.
- [12] 张修玉,宋巍巍,许振成,等.西双版纳区域植被碳储量时空演变特征[J].生态环境学报,2013,22(7):1105-1110.
- [13] 胡会峰,刘国华.中国天然林保护工程的固碳能力估算[J].生态学报,2006,26(1):291-296.
- [14] 魏亚伟,周旺明,于大炮,等.我国东北天然林保护工程区森林植被的碳储量[J].生态学报,2014,34(20):5696-5705.
- [15] 申家朋,张文辉.黄土丘陵区退耕还林地刺槐人工林碳储量及分配规律[J].生态学报,2014,34(10):2746-2754.
- [16] 刘迎春,王秋凤,于贵瑞,等.黄土丘陵区两种主要退耕还林树种生态系统碳储量和固碳潜力[J].生态学报,2011,31(15):4277-4286.
- [17] 杨汉奎,程仕泽.贵州茂兰喀斯特森林群落生物量研究[J].生态学报,1991,11(4):307-312.
- [18] 宋同清,彭晚霞,曾馥平,等.桂西北喀斯特人为干扰区植被的演替规律与更新策略[J].山地学报,2008,26(5):597-604.