

文章编号:1001-7380(2015)02-0015-04

江苏杨树人工林碳储量分析研究

邢 玮^{1,2}, 戚维隆¹, 赵 倩¹, 葛之葳^{1*}

(1. 南京林业大学生物与环境学院, 江苏 南京 210037; 2. 江苏省林业科学研究院, 江苏 南京 211153)

摘要:为了探究江苏杨树人工林碳储量分布情况,利用2010年江苏省森林资源清查主要数据,分析了江苏杨树人工林空间分布格局以及碳储量、碳密度与区域社会经济状况之间的相关性。结果显示:江苏杨树人工林碳储量区域差异大;国民生产总值与碳储量间的相关关系说明,随着社会经济条件的增长,人工林碳汇能力迅速下降,经济发达地区对于人工林碳汇贡献很低;各地区林业生产总值与碳密度间的相关关系说明,林业生产总值较低和较高的地区杨树人工林碳密度都偏低。建议通过建立完善的区域及行业间生态补偿机制和更科学的森林经营措施保障杨树人工林可持续发展。

关键词:杨树人工林;碳储量;碳密度;国民生产总值;林业生产总值

中图分类号:S750 **文献标识码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2015.02.004

Analysis on carbon storage of poplar plantation in Jiangsu Province

XING Wei^{1,2}, QI Wei-long¹, ZHAO Qian¹, GE Zhi-wei^{1*}

(1. College of Biology and the Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China;

2. Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, China)

Abstract: In order to analyze the carbon storage distribution of poplar plantation of Jiangsu Province, the data of forest resources assessment in Jiangsu Province (2010) was analyzed in this paper. The correlations between the spatial distribution, carbon storage and density of poplar plantation and regional social economic status in Jiangsu Province were revealed. The results showed that there were large regional differences existing in the carbon storage of poplar plantation, and with regional social and economic developments, the carbon storage of poplar plantation declined sharply. The function relationship indicated that economical regions with poorer or better forestry produce had lower carbon density in poplar plantation. The possible solutions to existing issues on poplar plantation in Jiangsu Province included the establishment of ecological compensation mechanism among different regions and industries, and the improvement of forest management pattern.

Key words: Poplar plantation; Carbon storage; Carbon density; Gross domestic product; Forestry produce

森林植被储有地球陆地生态系统最大的碳量,约占陆地生物圈碳储量的60%^[1-2]。目前,人工林正成为世界森林资源的关键组分,并且在整个森林可持续经营中发挥着越来越重要的作用。随着对天然林结构与功能关系的认识,人们把实现人工林生态系统功能高效、稳定并可持续作为经营人工林的终极目标^[3-4]。据2010年最新森林资源清查数据

显示,作为中国人工林中的重要组成部分,长江中下游地区人工林栽培的主要树种——杨树人工林目前总面积已达757万hm²。2010年江苏省乔木林地137.603万hm²,其中杨树林面积92.773万hm²,占乔木林面积的67.42%。杨树人工林对于长江中下游地区生态环境建设意义重大,也是江苏省碳汇林业的主要部分。本研究根据2010年森林资源清查

收稿日期:2014-12-19;修回日期:2015-02-27

基金项目:江苏省基础研究计划(自然科学基金)青年基金项目“氮沉降对杨树人工林SOC同位素效应研究”(BK20130973);江苏省林业科学研究院青年科技基金项目“江苏速生杨树林固碳效益研究”(JAF-2009-3);江苏省林业三新工程项目“江苏主要造林树种碳汇计量模型构建与应用”(LYSX[2013]01)

作者简介:邢 玮(1981-),女,河北省高邑县人,助理研究员,博士研究生,主要研究方向:森林生态学。

* **通信作者:**葛之葳(1981-),男,安徽省广德县人,讲师,博士,主要研究方向:森林生态系统碳库动态变化规律及影响因子分析。E-mail: nerrynor@163.com。

数据,以江苏杨树林生态系统为研究对象,估算其乔木层的碳储量,并分析了全省各地不同林龄杨树林碳储量的差异,旨在了解江苏杨树林碳储量现状,为江苏省和国家尺度的森林生态系统碳汇功能研究提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 研究资料

研究所采用的基本数据(江苏省以及各地市各类森林资源的龄组、面积和蓄积等)来源于江苏省2010年森林资源清查主要数据汇编^[5]。

1.2 森林碳储量及碳密度计算

目前推算区域尺度的森林生物量方法有3类:平均生物量法、平均换算因子法和换算因子连续函数法^[6-7]。其中,换算因子连续函数法是一种适用

于我国且能很好地利用我国森林资源清查资料,更准确地估算生物量的方法。研究利用其变形公式,即方精云等^[7]建立的各个林分类型生物量与蓄积量之间的回归方程,根据清查资料中已有的各林分蓄积量,计算其相应的生物量。

乔木林生物量的计算公式如下:

$$Y = 0.4754x + 30.6034$$

式中 Y 为每公顷生物量, x 为每公顷蓄积量。

碳储量与生物量的换算系数(碳储量/生物量)采用大尺度换算常用系数 $0.5^{[8]}$ 。

根据国家优势树种(组)龄组划分,南方杨树人工林龄组可划分为幼龄林(5 a以下)、中龄林(6~10 a)、近熟林(11~15 a)、成熟林(16~25 a)和过熟林(26 a以上)。

碳密度 = 碳储量/面积。

表1 2010年江苏省各地区杨树碳储量和碳密度

地区	城市	面积/hm ²	蓄积量/m ³	生物量/t	碳储量/t	碳密度/(t/hm ²)	
长江流域	南京	24 012	2 367 090	1 125 345	562 673	23.43	
	无锡	2 510	325 653	154 846	77 423	30.84	
	常州	2 133	199 561	94 902	47 451	22.25	
	苏南地区	苏州	1 089	118 661	56 442	28 221	25.92
	镇江	10 162	975 592	463 827	231 914	22.82	
	合计	39 906	3 986 557	1 895 362	947 682		
	南通	5 853	689 296	327 722	163 861	28.00	
	苏中地区	扬州	48 688	6 509 113	3 094 463	1 547 232	31.78
	泰州	15 427	1 909 904	907 999	454 000	29.43	
	合计	69 968	9 108 313	4 330 184	2 165 093		
淮河流域	徐州	240 150	34 536 160	16 418 521	8 209 260	34.18	
	连云港	106 942	13 767 073	6 544 897	3 272 448	30.60	
	淮安	179 949	26 118 217	12 416 631	6 208 316	34.50	
	苏北地区	盐城	112 760	14 736 675	7 005 846	3 502 923	31.07
	宿迁	178 059	25 881 883	12 304 278	6 152 139	34.55	
	合计	817 860	115 040 008	54 690 173	27 345 086		
	江苏省	合计	927 734	128 134 878	60 915 719	30 457 861	

各地区杨树人工林面积数据统计自参考文献^[5]。

2 结果与分析

2.1 江苏杨树人工林碳储量和平均碳密度空间分布

根据江苏省2010年森林资源清查资料的统计数据,计算出2010年江苏省杨树人工林碳储量为3 045.78万t,占当年全省森林总碳储量的59.40%(见表1)。从碳储量的空间分布看,江苏省不同地区杨树人工林碳储量差异较大。2010年苏南、苏中和苏北地区杨树人工林碳储量分别占全省的

3.11%、7.11%和89.78%,平均碳密度以苏北最高、苏南较低。在全省13个地级市中,徐州市的杨树人工林碳储量最大,为820.93万t,约占全省总量的26.95%,其次是淮安市、宿迁市,分别为620.83万、615.21万t,分别占全省的20.38%、20.20%,最低的是苏州市,杨树人工林碳储量仅占全省的0.09%。平均碳密度以宿迁市最高,达到34.55 t/hm²;其次是淮安市和徐州市,分别为34.50、34.18 t/hm²;平均碳密度最低的是常州市,仅为22.25 t/hm²。

2.2 江苏不同龄组森林的碳储量和平均碳密度

森林的碳储量与森林的年龄组成密切相关。2010 年,全省杨树人工林面积、碳储量都主要分布在中龄林中,分别占全省总量的 72.36% 和

76.26%。然而,其碳密度却只有近熟林、成熟林和过熟林的 79.65% ,76.72% 和 55.06%。由此可见,江苏省杨树人工林平均年龄偏低,导致碳密度不高,固碳潜力尚待开发。

表 2 2010 年江苏省各地不同龄组杨树人工林碳储量

森林类型	面积/hm ²	蓄积量/m ³	总生物量/t	总碳储量/t	碳密度/(t/hm ²)
幼龄林	198 571	19 792 022	9 409 158	4 704 579	23.69
中龄林	671 276	97 709 136	46 450 954	23 225 477	34.60
近熟林	51 390	9 390 924	4 464 476	2 232 238	43.44
成熟林	6 333	1 201 480	571 214	285 607	45.10
过熟林	155	40 903	19 476	9 738	62.83

不同龄林杨树面积数据统计自参考文献[5]。

2.3 江苏各城市杨树人工林碳储量和碳密度与社会经济状况的相关性

江苏是全国经济发展较快的省份之一。2009 年全省实现生产总值 34 061.19 亿元,比 2008 年增长 12.4%,人均 GDP 按当年汇率折算超过 6 400 美元,财政总收入突破 8 000 亿元。然而,全省各个城市发展不均衡(见表 3),苏北地区社会经济条件明显低于苏南地区,而且林业生产总值所占比例普遍偏低,呈现各地区间国民生产总值与林业生产总值之间的负相关关系。在此背景下,人工林碳储量与碳密度与社会经济状况之间必然存在一定的关系。而杨树作为江苏主要营林树种,能够具有代表性地反应各地区人工林碳储量与碳密度的现状。

表 3 2010 年江苏省各城市社会经济状况^[9]

地区	城市	国民生产总值/亿元	林业生产总值/亿元	
长江流域	南京	5 130.65	3.12	
	苏南地区	无锡	5 793.30	15.54
	常州	3 044.89	1.26	
	苏州	9 228.91	16.18	
	镇江	1 987.64	4.31	
苏中地区	南通	3 465.67	3.01	
	扬州	2 229.49	7.17	
	泰州	2 048.72	2.85	
	徐州	2 942.14	9.55	
淮河流域	苏北地区	连云港	1 193.31	10.61
	淮安	1 388.07	6.65	
	盐城	2 332.76	17.58	
	宿迁	1 064.09	13.27	

各城市的国民生产总值反应了各城市社会总体经济水平,而其与主要造林树种的碳储量的相关关系则能够反映碳汇管理水平的高低。本研究应用了指数函数($R^2 = 0.486$)、对数函数($R^2 = 0.293$)、幂

函数($R^2 = 0.528, P = 0.005$)、线性模型($R^2 = 0.225$)、多项式模型(一元二次方程)($R^2 = 0.287$)5 种数学模型进行曲线拟合分析。结果显示, $y = 4 \times 10^{9x-2.27}$ 较好地反映了江苏省各城市国民生产总值与杨树人工林碳储量之间的关系(如图 1),说明随着社会经济条件的增长,人工林碳汇能力在迅速下降,经济发达地区对于人工林碳汇贡献很低。

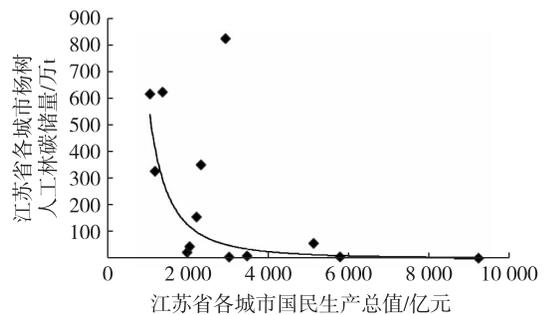


图 1 江苏省各城市国民生产总值与杨树人工林碳储量相关性分析

而人工林碳密度则是反应一个地区森林质量的重要指标,它反应了一个地区对于森林管理工作的投入以及森林经营水平的高低。本研究应用了 SPSS19.0 中 Peak 模型组内 12 种数学模型进行曲线拟合分析。结果显示, $y = 24.9 + 95.2 e^{-0.5 \ln(\frac{x}{11.5})/x}$ ($R^2 = 0.57, P = 0.045$),较好反映了江苏省各城市林业生产总值与杨树人工林碳密度之间的关系(如图 2)。这说明林业生产总值很高以及很低的地区森林质量都较低,森林经营水平不高。

3 结论与讨论

(1)江苏省杨树人工林分布不均衡,碳储量区

