

退耕还林前后森林碳储量变化及碳汇经济价值估算——以洛宁县为例

贾松伟^{1,2}

(1. 河南科技大学 经济学院, 河南 洛阳 471023; 2. 河南科技大学 高等教育与区域经济发展研究中心, 河南 洛阳 471023)

摘要: 以洛宁县为例, 选取 1999 年和 2007 年 2 个年份, 研究退耕还林前后的森林碳储量及碳汇经济价值, 以期为该地区森林资源的经营管理和碳循环研究提供重要科学依据。结果表明, 洛宁县森林植被总碳储量由 1999 年(退耕还林前)的 276.842 万 t 增加到 2007 年(退耕还林后)350.649 万 t, 即退耕还林工程实施 8 a, 洛宁县森林碳储量增长了 73.807 万 t, 年均增加 9.226 万 t, 说明该县森林植被的碳汇作用较强; 同时与 1999 年相比, 2007 年洛宁县森林碳汇的经济价值增加了 4 641.65 万元, 达到了 22 052.24 万元。由此可见, 退耕还林大幅增加了森林的碳储量, 但同时也提高了碳汇经济价值。

关键词: 森林碳储量; 碳汇; 经济价值; 洛宁县; 退耕还林

中图分类号: S718.52 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)11-0068-04

Changes of Forest Carbon Stocks and Estimation of Forest Carbon Sinks Economic Value Before and After Returning Farmland to Forest—A Case Study of Luoning County

JIA Song-wei^{1,2}

(1. School of Economics, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471023, China;
2. Development Research Center of Higher Education and Regional Economics, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471023, China)

Abstract: This paper analyzed the forest carbon stocks and economic value of forest carbon sinks in 1999 and 2007 in Luoning county so as to provide important scientific basis for forest resources management and regional carbon cycle research. The results showed that forest carbon stocks of Luoning county increased from 276.842×10^4 t in 1999 to 350.649×10^4 t in 2007. Namely, the forest carbon stocks increased by 73.807×10^4 t during 8 years after returning farmland to forest in Luoning county, and the average annual increase of forest carbon stocks was 9.226×10^4 t, indicating that forest vegetation played a strong role in sequestering carbon in this county. Meanwhile, compared with 1999, the economic value of forest carbon sinks increased by 46.416 5 million yuan, reaching 220.522 4 million yuan in 2007. Thus, reforestation significantly increased forest carbon stocks, but also improved the economic value of carbon sinks.

Key words: forest carbon stocks; carbon sink; economic value; Luoning county; returning farmland to forest

近年来, 大气中 CO₂ 等温室气体浓度的持续增加造成全球气候变暖, 进而导致旱涝等灾害频繁发生。因此, 在全球和区域尺度上的陆地碳汇格局研

究受到国际社会的普遍关注。森林作为陆地生态系统的主体, 在调节全球碳平衡、缓解大气中 CO₂ 等温室气体浓度上升以及维护全球气候等方面具有不

收稿日期: 2013-01-15

基金项目: 河南省哲学社会科学规划项目(2010FJJ035)

作者简介: 贾松伟(1979-), 男, 河南新密人, 副教授, 博士, 主要从事土地利用与碳循环方面的研究。E-mail: jsw1011@163.com

可替代的作用^[1-3]。近年来,众多学者^[4-7]对森林生态系统碳储量及其动态变化进行了研究,并取得了一些成果。人工造林碳汇是减缓全球气候变暖最有希望的途径,并且其成本低、效率高、吸收碳潜力大,具有显著的环境和社会效益^[8]。退耕还林工程是我国林业六大工程之一,于 2000 年 1 月全面展开,该工程实施 10 多年来,我国林地面积增加了 2 894.4 万 hm^2 ,如何准确估算这部分林地所固定的碳量,以及由此所带来的碳汇经济价值,是目前区域碳循环研究的重要内容。

洛宁县作为洛阳市退耕还林工程的试点县,通过多年的退耕还林和封山育林,目前全县森林覆盖率已达到 46.1%。在以往研究中,丁圣彦等^[9]运用遥感和地理信息系统技术,分析了洛宁县 1983—1999 年的碳储量变化;冷冰等^[10]分析了洛宁县退耕还林固碳释氧效应。而对于该地区退耕还林前后森林碳储量变化以及碳汇经济价值的研究还很少。为此,根据森林资源调查数据,从资源经济学角度,选取 1999 年和 2007 年 2 个年份,研究洛宁县退耕还林前后森林碳储量的变化及碳汇经济价值,从而为准确评价退耕还林区域的生态效益和经济效益提供理论依据和数据支撑。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

洛宁县位于河南省洛阳市西部,洛河中游,地处 $34^{\circ}05' \sim 34^{\circ}38' \text{N}$ 、 $111^{\circ}08' \sim 111^{\circ}49' \text{E}$ 。洛宁县土地总面积为 23.06 万 hm^2 ,其中山地面积占 72%,丘陵、塬区占 19%,川涧区占 9%,是一个典型的山区县。其最高海拔 2 103.2 m,最低仅为 280 m。该区属暖温带季风型大陆性气候,年均气温 13.8°C ,年降雨量 551 mm。该区土壤属褐土带土壤,主要土类为棕壤、褐土和潮土。

洛宁县植物资源丰富,其植被分区属暖温带落叶阔叶林带,深山区以落叶栎类的天然次生林为主,浅山区大多是旱生型的草甸和灌丛,平川、丘陵、台地为农田。山区主要分布有油松、华山松、麻栎、栓皮栎、蒙古栎、水曲柳、槭树等。村庄周围散生有刺槐、侧柏、杨树、泡桐、椿树等。

1.2 数据来源

洛宁县各种森林植被类型面积来自于 1999 年和 2007 年洛宁县 2 次森林资源规划设计调查结果(表 1)。本研究所采用的森林植被类型生物量密度来自于文献^[11],具体见表 2。

表 1 洛宁县森林植被类型面积及所占比例

森林植被类型	1999 年		2007 年	
	面积/万 hm^2	所占比例/%	面积/万 hm^2	所占比例/%
刺槐林	1.960	22.06	2.840	22.77
杨树林	0.490	5.51	1.230	9.86
油松林	0.055	0.62	0.047	0.38
栎林	3.960	44.56	3.784	30.35
竹林	0.052	0.59	0.067	0.54
经济林	0.570	6.41	1.860	14.92
灌木林	1.799	20.25	2.641	21.18
合计	8.886	100	12.469	100

表 2 不同森林植被类型的生物量密度 t/hm^2

项目	植被类型						
	刺槐林	杨树林	油松林	栎林	竹林	经济林	灌木林
生物量密度	52.2	102.34	59.69	90.48	47.86	23.7	13.14

1.3 森林碳储量计算方法

目前,国内外已经广泛开展了森林碳储量的研究,方法也各有不同,通过归纳和总结,估算区域和全球尺度森林碳储量的方法,主要有样地清查法、遥感估算法和模型模拟法等^[12]。在本研究中,由于受基础数据的限制,森林碳储量的计算采用生物量换算因子连续函数法,即先计算出某一森林植被类型的生物量,然后根据生物量和碳转换系数进行估算,用生物量乘以碳转换系数就得到此森林植被类型的碳储量^[9]。由于植被类型不同,其树种组成、年龄和种群结构不同,碳转化系数也不同,国际上常用的转化系数为 0.45 和 0.50,在本研究中碳转换系数取 0.50。根据上述方法得到的森林植被碳储量仅指活立木的碳储量,并不包括森林生态系统的枯死木、下木层、草本层、凋落物层以及森林土壤层的碳储量。碳储量计算公式为: $V_i = S_i \times B_i \times 0.50$,其中 i 为森林植被类型; V_i 为第 i 种森林植被类型的碳储量; S_i 为第 i 种森林植被类型的面积; B_i 为第 i 种森林植被类型的生物量密度。

1.4 森林碳汇经济价值估算方法

森林碳汇是一种新产品,其评价参数主要是指碳汇价格(万元/t)。目前尚缺乏公认的评估森林生态系统固定 CO_2 经济价值的方法,其价格确定没有历史资料和国外经验可以借鉴,所以科学确定森林碳汇价格是一项很重要的工作。在实际操作中,可根据评价目的不同,采用影子价格、工业技术降低 CO_2 的成本、国际贸易交易价格等来推算森林碳汇价格^[13]。本研究根据洛宁县碳储量计算结果,依照《世界碳汇贸易价格预测比较表》中的碳汇价格,即

固定每吨碳的价格为 62.89 元^[14],估算出洛宁县森林碳汇经济价值。

2 结果与分析

2.1 洛宁县森林植被的碳储量变化

从表 3 可以看出,洛宁县森林总碳储量由 1999 年的 276.842 万 t 增加到 2007 年 350.649 万 t,平均每年增加 9.226 万 t。碳储量的急剧增加与该县实施退耕还林和封山育林政策后森林面积大幅度增加密切相关,洛宁县森林面积从 1999 年的 8.886 万 hm² 增加到 2007 年的 12.469 万 hm²,增长了 40.32%,年均增长率 5.04%。

从各种森林植被类型碳储量变化率来看,从 1999 年到 2007 年,经济林和杨树林的碳储量增长较快,两者的增长率分别为 226.29%和 151.01%,

这与洛宁县大力发展杨木经济和林果经济有关,目前洛宁县已成为全国闻名的“沙兰杨之乡”和“中原苹果第一乡”;刺槐林和灌木林的碳储量也有所增加,增长率分别为 44.90%和 46.81%;油松林和栎林的碳储量则有所下降,分别降低了 14.62%和 4.45%。

从洛宁县森林植被碳储量构成来看,1999 年洛宁县森林植被碳储量的主体是栎林和刺槐林,二者占总森林碳储量的 83.19%,而其他森林植被类型碳储量所占比例很小;2007 年,洛宁县森林植被碳储量的主体为栎林、刺槐林和杨树林,三者占总森林碳储量的 87.91%,而其他森林植被类型碳储量所占比例很小。从 1999 年到 2007 年,栎林碳储量所占比例有所减小,主要是由于杨树林面积增加较大,从 1999 年的 9.06%增加到 2007 年的 17.95%。

表 3 洛宁县各森林植被类型的碳储量

万 t

年份	植被类型							合计
	刺槐林	杨树林	油松林	栎林	竹林	经济林	灌木林	
1999	51.156	25.074	1.642	179.151	1.245	6.755	11.819	276.842
2007	74.124	62.939	1.402	171.188	1.603	22.041	17.351	350.649

2.2 洛宁县森林植被碳汇的经济价值估算

从表 4 可知,1999 年森林碳汇价值组成中,栎林碳汇价值最高,为 11 266.81 万元,占总碳汇价值的 64.71%;其次为刺槐林和杨树林,分别占总碳汇价值的 18.48%和 9.06%,其他森林植被类型所占比例很小。2007 年洛宁县森林碳汇价值组成中,栎林碳汇价值也最高,但比 1999 年有所下降,为 10 766.01 万元,占总碳汇价值的 48.82%;其次为刺槐林和杨树林,分别为 4 661.66 万元和 3 958.23 万元,分别占总碳汇价值的 21.14%和

17.95%;其他类型所占比例也相对较小。与 1999 年相比,2007 年洛宁县森林碳汇价值增加了 4 641.65 万元,达到了 2 2052.24 万元,平均每年增加 580.21 万元。从单一林分类型来看,与 1999 年相比,碳汇价值增长最大的森林植被类型为杨树林和刺槐林,分别增加了 2 381.33 万元和 1 444.46 万元;其次为经济林和灌木林,分别增加了 961.34 万元和 347.90 万元;而栎林和油松林碳汇价值有所降低,其中栎林碳汇价值降低幅度较大,降低了 500.80 万元。

表 4 洛宁县各种森林植被类型碳汇的经济价值

万元

年份	植被类型							合计
	刺槐林	杨树林	油松林	栎林	竹林	经济林	灌木林	
1999	3 217.20	1 576.90	103.27	11 266.81	78.30	424.82	743.30	17 410.59
2007	4 661.66	3 958.23	88.17	10 766.01	100.81	1 386.16	1 091.20	22 052.24

3 结论与讨论

随着人们对环境问题的愈加关注,防止温室效应,防止全球变暖变得至关重要。各国政府正致力于寻找控制 CO₂ 排放的安全途径,而陆地生态系统对大气碳的固定作为一种减排的替代性战略途径备受各国重视。森林作为全球陆地生态系统最大的碳库,在抑制全球温室气体浓度上升中发挥着重要

作用。

退耕还林工程实施 10 余年来,随着森林面积的不断增长,必然会引起森林碳汇量的增加。本研究分析了 1999 年和 2007 年洛宁县森林碳储量及碳汇经济价值。结果表明,森林植被的总碳储量由 1999 年的 276.842 万 t 增加到 2007 年 350.649 万 t,也就是说退耕还林工程实施 8 a,洛宁县的碳储量增加了 73.807 万 t,平均每年增加 9.226 万 t,说明该县

森林植被的碳汇作用较强,通过合理的土地管理和生态环境保护,可使该地区陆地碳储量增加。但从森林平均碳密度来看,洛宁县森林平均碳密度却由 1999 年的 31.15 t/hm^2 下降到 2007 年的 28.12 t/hm^2 (森林平均碳密度 = 森林总碳储量/森林总面积),其主要原因是 2007 年洛宁县森林面积增加的主要植被类型是经济林和灌木林,两者增加的面积占总增加面积的 59.50%,但两者的固碳能力较低。因此,在今后实施人工造林和再造林碳汇项目时,最好选择固碳能力强的优势树种,比如杨树、栎林等。

同时本研究还对碳汇经济价值进行了估算,与 1999 年相比,2007 年洛宁县森林碳汇价值增加了 4 641.65 万元,达到了 22 052.24 万元,平均每年增加 580.21 万元。可见,森林碳汇所带来的经济价值是巨大的。随着碳交易市场的兴起,各地方政府应更加关注陆地生态系统的碳汇功能,进而可以取得巨大的经济效益,这同时也在积极响应当前倡导的绿色经济。

总之,退耕还林不仅大幅增加了森林的碳储量,还提高了碳汇经济价值。但退耕还林工程森林固碳潜力的变化受造林树种影响比较大,一般来说应选择生长期长、固碳潜力变化速度较慢、持续时间较长的树种。另外,林地枯落物层、粗木质残体、草本层也是森林生态系统的重要碳库,而本研究只计算了森林植被活立木的生物量,并未包括其他层次的碳储量,这会造成森林碳储量估算结果偏低。因此,在今后工作中,应多关注对枯落物层、粗木质残体、草本层碳储量变化的研究。

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): 734-739.
- [2] 竺志祥,杨英,方天纵. 中国退耕还林背景和研究现状[J]. 天津农业科学, 2010, 16(4): 54-56.
- [3] 吕粉桃,韩泽,张伟华,等. 青海大通县山地退耕还林土壤抗冲性研究[J]. 华北农学报, 2005, 20 (专辑): 85-90.
- [4] Sandra B, Ariel E L. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle[J]. Biotropica, 1982, 14 (3): 161-187.
- [5] Lal R. Forest soils and carbon sequestration[J]. Forest Ecology & Management, 2005, 220(3): 242-258.
- [6] 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.
- [7] 方精云,陈安平. 中国森林植被碳库的动态变化及其意义[J]. 植物学报, 2001, 43(9): 967-973.
- [8] Trexler M C, Haugen C. Keeping it green: Evaluating tropical forestry strategies to mitigate global warming [C]. Washington D. C.: World Resources Institute, 1995.
- [9] 丁圣彦,梁国付. 近 20 年来洛宁县森林植被碳储量及动态变化[J]. 资源科学, 2004, 26(3): 105-108.
- [10] 冷冰,韩磊,张明东,等. 洛宁县退耕还林固碳产氧效应及价值研究[J]. 河南林业科技, 2009, 29(2): 6-8.
- [11] 方精云,刘国华,徐高龄. 我国森林植被的生物量和净生产量[J]. 生态学报, 1996, 16(5): 497-508.
- [12] 何英. 森林固碳估算方法综述[J]. 世界林业研究, 2005, 18(1): 22-27.
- [13] 李顺龙. 森林碳汇经济问题探究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2005.
- [14] 李夏. 基于森林资源二类调查数据的森林碳储量及其价值评价[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2012.

[1] 刘国华,傅伯杰,方精云. 中国森林碳动态及其对全球