

Evaluation of Water Conservation Function of Forest Ecosystem in Luonan County

Caiyun Liu¹, Yongwei Chen², Huiling Li³

¹Luonan Shimen Town Agricultural Comprehensive Service Station, Luonan Shaanxi

²Luonan County Returning Farmland to Forest Office, Luonan Shaanxi

³Luonan Jingcun Town Agricultural Comprehensive Service Station, Luonan Shaanxi

Email: chm7321065@163.com

Received: Mar. 2nd, 2018; accepted: Mar. 13th, 2018; published: Mar. 20th, 2018

Abstract

Based on the two types of forest resources survey data, the comprehensive water storage capacity method was used to estimate the canopy interception precipitation, litter water holding capacity, soil water storage capacity and total water conservation capacity of different types of forest ecosystems in Luonan County. The results showed that: ① The total water conservation capacity of forest ecosystem in Luonan County was $1.44 \times 10^8 \text{ m}^3$, the water conservation capacity per unit area was 1042.76 t/hm^2 , the economic value was 545 million yuan/a, and the benefit was very significant; ② Coniferous forest with the highest total water conservation capacity of different types of forests in the region accounted for 62.2%, while mixed forest had the highest water conservation capacity per unit area; ③ The water conservation capacity of forest ecosystem in different age groups was the highest in middle age forest (54.59%) and the lowest in over-mature forest. Water conservation capacity per unit area is the largest mature forest, the smallest young forest.

Keywords

Forest Ecosystem, Water Conservation, Comprehensive Water Storage Capacity Method

洛南县森林生态系统水源涵养功能评价

刘彩云¹, 陈永卫², 李会玲³

¹洛南县石门镇农业综合服务站, 陕西 洛南

²洛南县退耕还林办公室, 陕西 洛南

³洛南县景村镇农业综合服务站, 陕西 洛南

Email: chm7321065@163.com

收稿日期: 2018年3月2日; 录用日期: 2018年3月13日; 发布日期: 2018年3月20日

摘要

基于森林资源二类调查数据,运用综合蓄水能力法,估算了洛南县不同类型森林生态系统的林冠截留降水量、枯落物持水量、土壤蓄水量及总水源涵养能力。结果表明:①洛南县森林生态系统总涵养水源能力 $1.44 \times 10^8 \text{ m}^3$,单位面积水源涵养能力 1042.76 t/hm^2 ,经济价值达5.45亿元/a,效益非常显著;②区域内不同类型森林总涵养水源能力针叶林最高,占62.2%,而混交林的单位面积水源涵养能力最高;③区域内不同龄组森林生态系统水源涵养能力中龄林最大,占54.59%,过熟林最小。单位面积水源涵养能力成熟林最大,幼龄林最小。

关键词

森林生态系统,水源涵养,综合蓄水能力法

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

水源涵养功能是森林生态系统生态效益的重要组成部分,主要是森林通过林冠、枯落物和土壤对降雨的截留、持存和蓄积作用影响流域水文过程、促进降雨再分配、缓和地表径流、增加土壤径流和地下径流,实质是植被层、枯枝落叶层和土壤层对降雨进行再分配的复杂过程。森林生态系统水源涵养功能计量方法[1]主要有:土壤蓄水能力法、综合蓄水能力法、林冠截留剩余量法、水量平衡法、降水量贮存法、多因子回归法等8种,这些方法都有各自的优势与不足,实际应用中要灵活选择。综合蓄水能力法是指综合考虑了林冠层截留量、枯落物持水量和土壤层蓄水量的方法,比较全面,有助于比较分析不同作用层拦蓄降水功能的大小,计算理论上最大蓄水量。

洛南县地处秦岭东段南麓,是陕西省的重点林区县之一,秦岭是我国重要的水源涵养用材林区,评价本林区水源涵养功能,可为从严保护、合理经营和利用本地区森林资源,充分发挥其生态效益提供科学依据。

2. 研究区概况

洛南县地处秦岭东段南麓,南洛河上游,介于北纬 $33^{\circ}52'00''\sim 34^{\circ}25'58''$,东经 $109^{\circ}44'10''\sim 110^{\circ}40'06''$ 之间。地貌总的特征是:南北高,中间低,山地为主,川原兼具,地势起伏较大。最高海拔2646 m,最低670 m,最大相对高差1976 m。气候属暖温带季风性湿润气候区,年平均气温 11°C ,年平均降雨量754.8 mm,年日照时间2075 h,无霜期210 d左右,土壤平均侵蚀模数 610.2 t/km^2 。由于水、热条件随地势的变化,植被垂直分布规律显著。海拔1100米以下的河谷低山丘陵区是落叶阔叶林和针叶混交林,主要树种是栓皮栎和油松;海拔1100~1800米地带,以油松、华山松和尖齿栎为主;海拔1800~2100米间的主要树种是桦木类,间有华山松、山梅、椴和少量的油松及云杉;海拔2100~2646米间,以云杉、冷杉为主。呈现了典型的暖温带植被类型。

3. 数据与方法

3.1. 数据收集与处理

收集最近的研究区森林资源二类调查数据,见表1,本林区森林资源以中幼龄林为主,占98.1%,针

Table 1. Statistical table of all kinds of forest area (hm²)
表 1. 各类森林面积统计表(hm²)

类型	合计	幼龄林		中龄林		近熟林		成熟林		过熟林	
		面积	%	面积	%	面积	%	面积	%	面积	%
针叶林	85,834.3	30,730	35.8	54,270.6	63.2	833.7	1				
阔叶林	44,817.4	28,559	63.7	14,482.3	32.3	1459.6	3.3	315.3	0.7	1.2	0.0
混交林	7443.2	3662.7	49.2	3754.9	50.4	25.6	0.3				
合计	138,094.9	62,951.7	45.6	72,507.8	52.5	2318.9	1.7	315.3	0.2	1.2	0.0

叶林以油松为主, 占 99.7%, 阔叶林以栎类为主, 占 88.4%, 混交林以松栎混交为主, 占 99.8%, 森林覆盖率 61.3%。同时, 查阅文献资料, 收集、估算研究区不同类型、不同林龄森林的林冠截留率、枯枝落叶层最大持水量和土壤非毛管孔隙度等参数。

3.2. 研究方法

利用综合蓄水能力法[2], 估算和分析研究区森林生态系统对降雨的林冠层截留量(C)、枯枝落叶层持水量(L)和土壤层蓄水量(S), 评价研究区不同类型森林的水源涵养效益。按照综合蓄水能力法, 森林生态系统的总水源涵养量(WR)为:

$$WR = C + L + S \quad (1)$$

3.2.1. 林冠层截留降水量(C)

$$C = \sum A_i \times R \times D_i \quad (2)$$

式中, C 为林冠层截留量(m³), A_i 为第 i 类森林林冠截留率(%), R 为单次最大降雨量(m), D_i 为第 i 类森林面积(m²)。

3.2.2. 枯枝落叶层持水量(L)

$$L = \sum B_i \times D_i \quad (3)$$

式中, L 为枯枝落叶层持水量(m³), B_i 为第 i 类森林枯枝落叶层最大持水量(m³/hm²), D_i 为第 i 类森林面积(hm²)。

3.2.3. 土壤层蓄水量(S)

$$S = \sum K_i \times H \times D_i \quad (4)$$

式中, S 为土壤层蓄水量(m³), K_i 为第 i 类森林土壤非毛管孔隙度(%), H 为土层厚度(m), D_i 为第 i 类森林面积(m²)。

4. 结果与分析

4.1. 不同类型森林生态系统林冠截留量

参考陈东立[3]、庞玉飞[4]、陈书军[5]等研究成果, 估算出研究区不同类型森林生态系统林冠层截留率, 见表 2, 单次最大降雨量采用研究区气象局监测的近三年降雨数据。

按公式(2)可以算出, 研究区森林生态系统林冠层截留量为 2.67×10^7 m³, 单位面积截留量 193.34 t/hm², 其中针叶林 1.78×10^7 m³, 占 66.6%, 单位面积截留量 207.38 t/hm²; 阔叶林 7.43×10^6 m³, 占 27.8%, 单位面积截留量 165.78 t/hm²; 混交林 1.51×10^6 m³, 占 5.6%, 单位面积截留量 202.87 t/hm²。

4.2. 不同类型森林生态系统枯枝落叶层持水量

参考陈东立[3]、朱金兆[6]、张胜利[7]等研究成果,估算出研究区不同类型森林生态系统枯枝落叶层最大持水量,见表3。

按公式(3)可以算出,研究区森林生态系统枯枝落叶层截留量为 $5.34 \times 10^6 \text{ m}^3$,单位面积持水量 38.67 t/hm^2 ,其中针叶林 $3.61 \times 10^6 \text{ m}^3$,占 67.5%,单位面积持水量 42.06 t/hm^2 ;阔叶林 $1.45 \times 10^6 \text{ m}^3$,占 27.2%,单位面积持水量 32.35 t/hm^2 ;混交林 $2.83 \times 10^5 \text{ m}^3$,占 5.3%,单位面积持水量 38.02 t/hm^2 。

4.3. 不同类型森林生态系统土壤层蓄水量

参考陈东立[3]、陆斌[8]、陈莉莉[9]、刘宇[10]等研究成果,估算出研究区不同类型森林生态系统土壤层非毛管孔隙度,见表4。按公式(4)可以算出,研究区森林生态系统土壤层蓄水量为 $1.12 \times 10^8 \text{ m}^3$,单位面积蓄水量 811.04 t/hm^2 ,其中针叶林 $6.23 \times 10^7 \text{ m}^3$,占 55.8%,单位面积蓄水量 725.82 t/hm^2 ;阔叶林 $4.11 \times 10^7 \text{ m}^3$,占 36.9%,单位面积蓄水量 917.05 t/hm^2 ;混交林 $8.12 \times 10^6 \text{ m}^3$,占 7.3%,单位面积蓄水量 1090.93 t/hm^2 。

4.4. 不同类型森林系统水源涵养力

按公式(1)估算,洛南县森林生态系统总涵养水源能力为 $1.44 \times 10^8 \text{ m}^3$,单位面积水源涵养能力 1042.76 t/hm^2 。总涵养水源能力排序为:土壤层蓄水(占 77.8%)>林冠层截留(占 18.5%)>枯枝落叶层持水(3.7%),土壤层是森林涵养水源的主体。

按森林类型分,针叶林涵养水源力 $8.37 \times 10^7 \text{ m}^3$,占 58.2%,单位面积水源涵养能力 975.13 t/hm^2 ;阔叶林 $5.00 \times 10^7 \text{ m}^3$,占 34.8%,单位面积水源涵养能力 1115.19 t/hm^2 ;混交林 $9.91 \times 10^6 \text{ m}^3$,占 7.0%。

Table 2. Estimation of canopy interception rate for different types of forest ecosystems (%)

表 2. 不同类型森林生态系统林冠层截留率估算表(%)

类型	幼龄林	中龄林	近熟林	成熟林	过熟林
针叶林	18.96	20.5	21.32	22.86	22.06
阔叶林	15.05	17.48	17.77	18.98	11.57
混交林	17.81	21.15	23.35	25.31	21.21

Table 3. Estimation of maximum water holding capacity of litter layer in different types of forest ecosystem (t/hm^2)

表 3. 不同类型森林生态系统枯枝落叶层最大持水量估算表(t/hm^2)

类型	幼龄林	中龄林	近熟林	成熟林	过熟林
针叶林	36.14	45.17	52.67	55.21	45.64
阔叶林	31.26	33.41	41.73	42.17	36.81
混交林	35.07	40.77	46.08	42.52	35.7

Table 4. Estimation of non-capillary porosity of soil layers in different forest ecosystems (%)

表 4. 不同类型森林生态系统土壤层非毛管孔隙度估算表(%)

类型	幼龄林	中龄林	近熟林	成熟林	过熟林
针叶林	11.78	12.23	14.75	16.21	10.87
阔叶林	13.19	18.53	22.84	23.14	20.51
混交林	16.89	19.4	25.53	19.02	16.96

Table 5. Estimation of water conservation capacity of forest ecosystems at different ages
表 5. 不同林龄森林生态系统水源涵养能力估算表

龄组	面积(hm ²)	涵养水源力(万 t)	水源涵养贡献率(%)	单位面积涵养水源力(t/hm ²)
幼龄林	62951.7	6137.3	42.72	947.92
中龄林	72507.8	7841.34	54.59	1081.45
近熟林	2318.9	334.41	2.33	1442.1
成熟林	315.3	51.33	0.35	1627.96
过熟林	1.2	0.17	0.01	1387.74

单位面积水源涵养能力 1331.42 t/hm²。总涵养水源能力排序为：针叶林 > 阔叶林 > 混交林，主要是研究区针叶林面积最大，占 62.2%。混交林面积最少，占 5.4%。单位面积涵养水源能力排序为：混交林 > 阔叶林 > 针叶林，保护和发展混交林，可提高本区域水源涵养功能。

4.5. 不同林龄森林生态系统水源涵养功能

研究区森林生态系统水源涵养能力按林龄排序为：中龄林 > 幼龄林 > 近熟林 > 成熟林 > 过熟林，主要是中龄林面积最大，其次是幼龄林，近熟林，成熟林，过熟林。单位面积水源涵养能力排序为：成熟林 > 近熟林 > 过熟林 > 中龄林 > 幼龄林，见表 5。

5. 结论

1) 研究区内总涵养水源能力 $1.44 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，单位面积水源涵养能力 1042.76 t/hm²，经济价值达 5.45 亿元/a [11]，效益非常显著。

2) 不同类型森林生态系统单位面积涵养水源能力排序为：混交林 > 阔叶林 > 针叶林，因此① 保护好现有混交林。② 采用合理的抚育间伐和人工更新，促使现有针叶林、阔叶林向混交林演替。③ 宜林地尽可能营造混交林，可提高本区域森林生态系统水源涵养能力。

3) 不同龄组森林生态系统单位面积水源涵养能力排序为：成熟林 > 近熟林 > 过熟林 > 中龄林 > 幼龄林，保护好现有森林，促进其向成熟林过渡，是提高本区域森林生态系统水源涵养功能的必要措施。

6. 讨论

综合蓄水能力法需要大量的实测数据，本文仅通过已发表的文献搜集、估算研究区森林生态系统水源涵养能力，旨在提高森林保护意识、合理经营和利用本地区森林资源，以充分发挥其生态效益，评价结果准确性不够。同时，本次估算中，降雨量采用单次最大降雨量，未考虑常年降雨量，也忽略了森林蒸发散耗影响，所得结论仅反映理论上研究区森林生态系统最大的蓄水能力，并不代表实际状态下森林的蓄水量。

参考文献

- [1] 张彪, 李文华, 谢高地, 等. 森林生态系统的水源涵养功能及其计量方法[J]. 生态学杂志, 2009, 28(3): 529-534.
- [2] 李佳, 邵全琴, 刘纪远. 基于综合蓄水能力法的森林水源涵养功能估算——以江西兴国县为例[J]. 西北林学院学报, 2012, 27(4): 83-87.
- [3] 陈东立, 余新晓, 廖帮洪. 中国森林生态系统水源涵养功能分析[J]. 世界林业研究, 2005, 18(1): 49-54.
- [4] 庞玉飞. 小陇山林区森林水源涵养功能及其价值初探[J]. 甘肃林业, 2014(3): 32-33.
- [5] 陈书军, 陈存根, 邹伯才, 等. 秦岭天然次生油松林冠层降雨再分配特征及延滞效应[J]. 生态学报, 2012, 32(4):

1142-1150.

- [6] 朱金兆, 刘建军, 朱清科, 等. 森林凋落物层水文生态功能研究[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(5/6): 30-34.
- [7] 张胜利, 雷德瑞, 吕瑜良, 等. 秦岭火地塘林区森林生态系统水量平衡研究[J]. 水土保持通报, 2000, 20(6): 18-22.
- [8] 陆斌, 张胜利, 晋建霞. 秦岭北坡不同类型林分土壤水文特性[J]. 水土保持研究, 2012, 19(5): 176-180.
- [9] 陈莉莉, 王得祥, 张宋智, 等. 不同密度油松人工林土壤特性及水源涵养功能研究[J]. 西北农林科技大学学报, 2013, 41(7): 141-149.
- [10] 刘宇, 郭建斌, 邓秀秀, 等. 秦岭火地塘林区 3 种土地利用类型的土壤潜在水源涵养功能评价[J]. 北京林业大学学报, 2016, 38(3): 73-80.
- [11] 刘晓清, 张振文, 沈丙岗, 等. 秦岭生态功能区森林水源涵养功能的经济价值估算[J]. 水土保持通报, 2012, 32(1): 177-180.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2334-3338, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ojswc@hanspub.org