

重庆缙云山典型林分林地土壤贮水特性研究

郑培龙¹, 肖江伟², 吴云², 陈林²

(1. 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083; 2. 重庆缙云山国家级自然保护区管理局, 重庆 400700)

摘要: 通过对三峡库区重庆缙云山四种典型林分(针阔叶混交林、阔叶林、楠竹林和灌木林)林地土壤的孔隙分布及贮水特征研究表明, 林地土壤的快速度贮水量(即非毛管暂时滞留水)是农地的 1.3~2 倍, 有效蓄水容量为农地土壤的 1.04~1.77 倍, 林地土壤非毛管贮水量和有效蓄水容量的大小顺序均为灌木林(171.27, 345.18 mm) > 针阔混交林(142.98, 240.19 mm) > 阔叶林(128.22, 230.18 mm) > 楠竹林(124.41, 202.92 mm)。在重庆缙云山几种林分的林地土壤中, 水源涵养功能最强的是灌木林, 最小的是楠竹林。水源涵养林对径流量的调节功能主要反映在林地非毛管孔隙的贮水量。

关键词: 缙云山; 林地土壤; 土壤贮水量; 土壤有效蓄水量; 水源涵养

中图分类号: S 715.3

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)02-0195-03

Research on Forest Soil Water Retaining
Properties of Typical Forests in Jinyun Mountain in ChongQing City

ZHENG Pei-long¹, XIAO Jiang-wei², WU Yun², CHEN Lin²

(1. Soil and Water Conservation College of Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Chongqing Jinyunshan National Nature Protection Region Management Bureau, Chongqing 400700, China)

Abstract: The research on the forest soil pore distribution and water storage properties of 4 typical forests (mixed wood, broadleaf forest, bamboo forest and shrub forest) in Jinyun mountain in Chongqing City shows that, the forest soil fast water retaining capacity (temporary non-capillary water capacity) is 1.3~2 times arable farmland, and the effective store water capacity is 1.04~1.77 times arable farmland. The forest soil fast water retaining and store water capacity order of 4 typical forests is shrub forest (171.27, 345.18 mm) > mixed wood (142.98, 240.19 mm) > broadleaf forest (128.22, 230.18 mm) > bamboo forest (124.41, 202.92 mm). Shrubs has the maximal water conservation function, and bamboo has the minimal function in the 4 typical forests in Jinyun mountain.

Key words: Jinyun mountain; forest soil; water retaining capacity; effective soil water store capacity; water conservation

土壤层是水源涵养林水文效应的第三活动层, 在一个森林生态系统, 有根系的土层是巨大的水分贮蓄库和水文调节器。水分蓄存均取决于孔隙度的大小和性质。土壤孔隙可分为毛管孔隙和非毛管孔隙。毛管孔隙蓄存的水分, 只能供植物根系吸收或土壤蒸发, 而非毛管孔隙除为饱和土壤水分提供通道外, 还为水分的暂时贮存提供了空间, 这种贮存水对水资源管理极为重要^[1]。

重庆缙云山位于三峡工程库区尾端, 拥有完整的亚热带常绿阔叶林群落类型, 并在一定程度上反映了中亚热带森林生态系统的天然本底, 是研究森林涵养水源和理水功能的天然实验室。本文通过对库区内缙云山典型植被类型下不同林分林地土壤物理性状的观测分析, 得出重庆缙云山典型林分林地土壤的贮水特性, 以期对三峡库区水源涵养型植被建设提供一定的依据。

1 研究区概况

选取位于重庆市北碚区境内, 嘉陵江小三峡之温塘峡西

岸的缙云山自然保护区作为研究基地, 见本刊 2006 年 1 期^[2]。

在该自然保护区内选取主要的 4 个林分类型, 针阔叶混交林、常绿阔叶林、楠竹林和常绿阔叶灌丛对其林地土壤的贮水和入渗特性进行研究, 并以农耕地作为对照。

2 研究内容与实验方法

2.1 标准地调查

对缙云山典型的 4 种主要林分进行调查。确定坡位、坡向和坡角, 林分的树种, 林龄, 郁闭度, 胸径, 树高, 冠幅, 下木种类和盖度, 地被物种类和盖度, 枯落物厚度和贮量。通过挖土壤剖面确定土壤剖面特征和土壤质地。

2.2 土壤贮水性能的测定

采用烘干法分层测土壤含水量, 用环刀法分层测定容重, 毛管孔隙度和总孔隙度。根据分层实测的各层孔隙度和土壤各层厚度逐层计算得不同林分土壤各类孔隙的贮水量。

① 收稿日期: 2005-04-01

基金项目: 国家“十五”攻关课题“退耕还林工程区水源涵养型植被建设技术研究与示范”(2001BA510 B02-01)

作者简介: 郑培龙(1976-), 男, 硕士, 主要研究方向: 林业生态工程。

3 结果与分析

3.1 不同林分代表性标准地的基本情况

通过对 4 种典型林分类型的现场调查,其基本情况见本刊 2006 年 1 期^[2]。

3.2 土壤物理性状与贮水物征

测定的不同林分林地土壤的物理特性和贮水特征见表 1。由表 1 看出,重庆缙云山土壤层大于 1 m。其腐殖层的厚度直接与枯落物的厚度与储量有关。实地调查灌木林土壤腐殖层最厚(25 cm),这是由于灌木林的枯落物最厚,储量也最多。楠竹林由于其枯落物厚度与储量均最少,其腐殖层最薄(6 cm)。见本刊王玉杰文章重庆缙云山典型林分林地土壤入渗特性研究。

各种林分林地土壤的容重、孔隙度、非毛管孔隙度随土层深度变化见图 1,随着土层深度容重基本增加。非毛管孔隙随深度变化最剧烈的是灌木林和针阔混交林,阔叶林的变化最不明显。从各层非毛管断面分布可以看出,林地非毛管孔隙分布整体要大于农地, A₁、A₂、B 层中均为灌木林最大,阔叶林最小, A₂ 层楠竹林好于混交林,这是由于楠竹林的根系在 A₂ 层分布最为广泛。非毛管平均孔隙度的排序为灌木林(13.17%)> 针阔混交林(11.62%)> 楠竹林(11.32%)> 阔叶林(9.50%)> 农地(6.50%)。因此,灌木林林地土壤对水分的贮存能力最强,楠竹林优于阔叶林是因为其根系分布较为广泛,有利于其非毛管孔隙形成。为了更好地说明不同林分林地土壤不同层次孔隙分布的差异性,对其孔隙分布进行方差分析,行代表不同土壤层次,列代表不同孔隙。在 $F_{0.01}$ 水平上进行检验, $F_{行} > F_{0.01}(18, 36)$, $F_{列} > F_{0.01}(2, 36)$ 。说明不同林分林地土壤孔隙分布在不同土壤层次之间差异极显著,不同孔隙之间差异极显著(见表 2)。

各种林分不同林地土壤层次贮水量见图 2。由图 2 可

知,由于受土壤层厚度和孔隙的影响,各层土壤贮水量差别较大。针阔混交林林地土壤贮水量集中在 A₂、B 层,常绿阔叶林贮水量集中在 B 层,竹林的 A₂ 贮水量最多,灌木林各层贮水均较多,农地的土壤贮水量集中在 A₁、A₂ 层。为了更好地说明不同林分林地土壤在不同层次持水量的差异性,进行方差分析,行代表不同土壤层次,列代表不同孔隙。在 $F_{0.01}$ 水平上进行检验, $F_{行} > F_{0.01}(18, 36)$, $F_{列} > F_{0.01}(2, 36)$ 。说明不同林分林地土壤贮水量在不同土壤层次之间差异极显著,不同孔隙之间差异极显著(见表 3)。

3.3 不同林分林地土壤的蓄水容量分析

林地累计土壤蓄水容量 I_M 为:
$$I_M = (\theta_c - \theta_w) h$$

式中: h ——土层深度; θ_c ——土壤土层平均田间持水量(体积%); θ_w ——土壤土层凋萎含水量(体积%)^[1,4]。这部分水用于植物吸收和土壤蒸发,不能再进入河道或水库。林地土壤的有效蓄水容量表示 I_e 为:

$$I_e = (\theta_c - \theta_e) h = (e_c - \theta_e) h$$

式中: e_c ——毛管孔隙度; θ_e ——土壤土层自然含水量(体积%)^[1,4]。

计算结果见表 4。由表 4 可知,除灌木林外,林地土壤的蓄水容量不及农耕地,这是由于农地毛管孔隙较多,而且土层较厚,因此其自然持水量较高。但是,其有效蓄水容量林地土壤为农地土壤的 1.04~1.77 倍,不同林分林地土壤有效蓄水容量顺序为:灌木林> 针阔混交林> 阔叶林> 楠竹林。这是受土壤田间持水量与土壤自然含水量的影响的结果。

当 θ_c 达到田间持水量时, $I_e = 0$, 即说明土壤已不能再贮存水量,对于重庆缙云山,由于其土层比较薄,毛管孔隙的贮水容量是有限的,也比较小,故即使是林地土壤,缓解洪峰的作用仍是有限的。

表 1 土壤的物理性状及贮水量计算

林分	土壤层次	土层厚度 / cm	含水量 / %		孔隙度		土壤容重/ (g · cm ⁻³)	土壤贮水量/ mm		
			雨前自然	前期	总孔隙	断面平均孔隙度/ %				
						饱和		非毛管	毛管	
针阔混交林	A ₁	0 ~ 8	16. 77	29. 36	62. 96	15. 93	1. 151	585. 1	142. 98	442. 12
	A ₂	8 ~ 57	11. 71	20. 5	50. 42	12. 32	1. 394			
	B	57 ~ 99	11. 94	20. 91	49. 43	12. 27	1. 511	47. 57	11. 62	35. 94
	C	99 ~ 123	8. 54	14. 95	38. 14	8. 73	1. 716			
阔叶林	A ₁	0 ~ 11	14. 75	25. 82	55. 92	12. 4	1. 184	555. 47	128. 22	427. 25
	A ₂	11 ~ 33	10. 04	17. 57	44. 6	10. 26	1. 489			
	B	33 ~ 121	8. 44	14. 77	38. 23	8. 9	1. 689	41. 15	9. 50	31. 65
	C	121 ~ 135	9. 13	15. 99	42. 44	9. 8	1. 529			
楠竹林	A ₁	0 ~ 5	12. 68	22. 2	55. 92	14. 48	1. 144	465. 81	124. 41	341. 4
	A ₂	5 ~ 55	9. 45	16. 55	44. 6	12. 7	1. 458			
	B	55 ~ 89	11. 35	19. 87	38. 23	9. 91	1. 538	42. 35	11. 31	31. 04
	C	89 ~ 109	11. 46	20. 07	42. 44	9. 99	1. 642			
灌木林	A ₁	0 ~ 25	19. 02	33. 31	73. 33	16. 94	0. 732	699. 08	171. 27	527. 81
	A ₂	25 ~ 57	13. 82	24. 21	57. 85	14. 21	1. 174	53. 78	13. 17	40. 6
	B	57 ~ 130	9. 01	15. 78	45. 29	11. 43	1. 458			
农地	A ₁	0 ~ 28	18. 88	33. 06	72. 01	10. 8	0. 778	552. 7	84. 48	468. 21
	A ₂	28 ~ 71	15. 70	27. 5	40. 7	5. 77	1. 447			
	B	71 ~ 103	12. 99	23. 25	29. 2	4. 92	1. 868	42. 52	6. 50	36. 02
	C	103 ~ 130	13. 01	22. 79	30. 6	5. 06	1. 626			

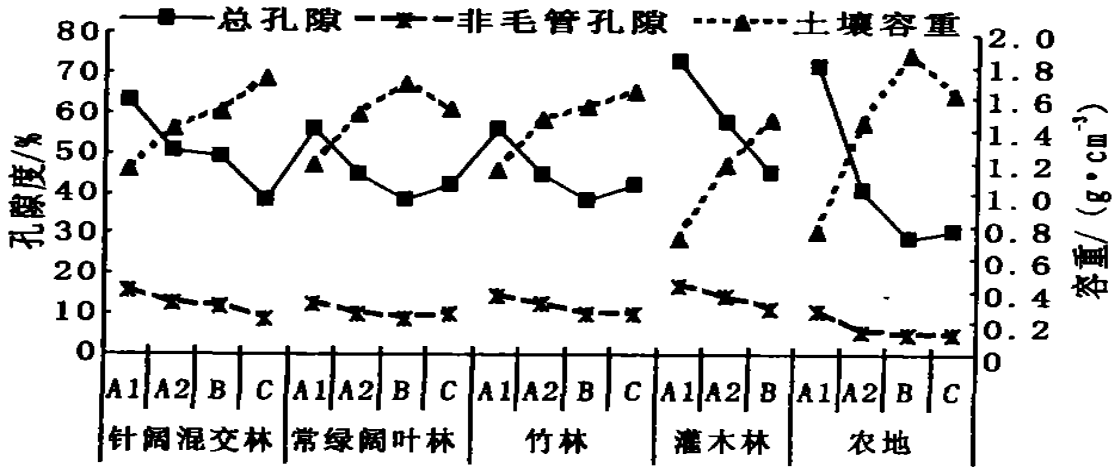


图 1 不同林分土壤剖面孔隙度与容重分布

表 2 不同林分林地土壤孔隙分布与不同林分土壤层次和不同孔隙状况方差分析						
变差来源	离差平方和 SS	自由度 df	均方 MS	均方比 F	F _{0.01}	显著性
行	0.37	18	0.020	7.19	2.48	***
列	1.38	2	0.692	243.22	5.25	***
误差	0.10	36	0.003			
总计	1.86	56				

表 3 不同林分林地土壤贮水量与不同林分土壤层次和不同孔隙状况方差分析						
变差来源	离差平方和 SS	自由度 df	均方 MS	均方比 F	F _{0.01}	显著性
行	202513.74	18	11250.76	8.68	2.48	***
列	135327.04	2	67663.52	52.22	5.25	***
误差	46643.23	36	1295.65			
总计	384484	56				

表 4 不同林分林地土壤的蓄水容量							
林分	土壤自然 持水量/mm	田间持 水量/mm	凋萎点持 水量/mm	蓄水容 量/mm	有效蓄水 容量/mm	I_M 林地 I_M 农地	I_e 林地 I_e 农地
针阔混交林	201.93	442.12	116.81	325.31	240.19	0.94	1.23
阔叶林	197.07	427.25	142.48	284.78	230.18	0.83	1.18
楠竹林	173.10	341.40	108.07	233.34	202.92	0.68	1.04
灌木林	182.63	527.81	107.10	420.71	345.18	1.22	1.77
农*地	219.02	468.21	123.87	344.34	194.58	1.00	1.00

注由于凋萎系数一般很难直接测定,所以取南京土壤所测定的砂壤土凋萎系数(%)6.4^[5]。

由表 1 和表 4 可以看出,无论是林地土壤的快速贮水量还是有效蓄水容量,其大小顺序均为灌木林> 针阔混交林> 阔叶林> 楠竹林。因此,在重庆缙云几种林分的林地土壤

参考文献:

[1] 于志明,王礼先. 水源涵养林效益研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 1991. 44- 57.

[2] 周利军,等. 三峡库区典型林分林地土壤抗蚀抗冲性研究[J]. 水土保持研究, 2006, 13(1): 186- 188.

[3] 余新晓,张建军,朱金兆. 黄土地区防护林生态系统土壤水分条件的分析与评价[J]. 林业科学, 1996, 32(4): 289- 296.

[4] 吴长文,王礼先. 林地土壤孔隙的贮水性能分析[J]. 水土保持研究, 1995, 2(1): 76- 79.

[5] 北京林业大学. 土壤学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1982. 151- 153.