

典型黑土区主要水保树种土壤水文效应研究

刘丙友, 苗润吉, 景国臣, 王亚娟

(黑龙江省水土保持科学研究院, 哈尔滨 150000)

摘要:对典型黑土区的主要水土保持树种林下枯枝落叶层、土壤水分物理性质进行了分析研究,结果表明:随着土层深度的增加,造林地土壤总孔隙度减小容重增大,未造林地无明显变化,白皮柳林下平均土壤容重最小,总孔隙度最大,改良土壤效果最明显,依次为长白落叶松、小黑杨、樟子松;各树种土壤渗透性能均好于未造林地,其中白皮柳土壤渗透性能最好;营造水土保持林可有效增加土壤蓄水、透水能力,各树种土壤水文效应综合评价结果是白皮柳和长白落叶松优于小黑杨和樟子松。

关键词:土壤水文效应; 典型黑土区; 水土保持

中图分类号: S714

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)06-0051-04

Soil Hydrological Effect of the Main Soil and Water Conservation Tree Species in Typical Black Soil Region

LIU Bingyou, MIAO Runji, JING Guochen, WANG Yajuan

(Soil and Water Conservation Research Institute of Heilongjiang Province, Harbin 150000, China)

Abstract: Based on determination of litter layer and the physical properties of the main soil and water conservation tree species in typical black soil region, the results indicate that the soil bulk density increases and the total porosity reduces with the increase of soil depth, but no obvious change is found in the bare land. The soil bulk density is the minimum and the total porosity is the biggest under *Salix pierotii* forest, then soil improvement effect is most obvious, followed by *Larix olgensis*, *Populus xiaohei*, *Pinus sylvestris* var. Soil permeability is better under all kinds of trees than no trees, among them, soil permeability is the best under *Salix pierotii* forest. Soil and water conservation forests can effectively increase the soil water storage and permeable ability. The comprehensive evaluation results about soil hydrology effect show that *Salix pierotii* forest or *Larix olgensis* Henry is better than *Populus xiaohei* or *Pinus sylvestris* var.

Keywords: soil hydrological effect; typical black soil region; soil and water conservation

典型黑土区主要分布在松辽流域腹地,北起黑龙江省的嫩江县、北安市,南至吉林省的四平市,总面积约 11 万 km²,是我国的重要商品粮基地和黑、吉两省的政治、经济中心^[1]。近些年来,该地区水土流失问题突出,黑土的持续利用敲响了警钟。营造水土保持林是改善区域生态环境、控制土壤侵蚀的重要措施。国外对黑土地带水土保持林的研究主要是对风蚀的防治,对其水源涵养功能研究较少。我国在西北黄土高原及大江大河中上游等传统水土流失重点治理区开展的水土保持林土壤水文效应研究较多,在黑土区特别是典型黑土区此类研究较少,且多侧重于森林的

水土保持功能或林下土壤结构方面的研究^[2-3],而且研究的植被种类较少,涵盖面小,对典型黑土区特别是农作区的指导意义还不够广泛。本研究对典型黑土区主要水土保持树种的土壤水文效应进行分析评价,为水土保持生态工程建设提供技术支持,对保护黑土地生态安全和国家粮食安全具有重要意义。

1 研究区概况

研究区位于黑龙江省克山县古北乡境内,地理坐标为北纬 48°03'20",东经 125°49'20"。属温带大陆性季风气候,多年平均降水量为 510 mm,多集中在夏季;多年平

均气温 1.1℃,年均≥10℃积温为 2 380℃,无霜期 124 d;多年平均日照时数为 2 677 h;年均 8 级以上大风天数约 22 d,年均风速 3.1 m/s。地貌属波状起伏台地,土壤主要有黑土、黑钙土,表土层厚度 20—50 cm。研究区内林地均为人工林,树种有长白落叶松(*Larix olgensis* Henry)、樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica* Litv.)、小黑杨(*Populus xiaohei* T. S. Hwang et Liang)、白皮柳

(*Salix pierotii* Miq.)等。自然草地植被以大叶章(*Deyeuxia langsdorffii* (Link) Kunth)、车前草(*Plantago asiatica* L.)、三棱草(*Carex phacota* Spr.)等居多。

在研究区内选择长白落叶松纯林、樟子松纯林、小黑杨纯林和白皮柳纯林,每种林分类型选择 3 个 20 m×20 m 标准样地,再采用典型抽样法在每个标准样地内选择 3 个典型样地(基本情况见表 1)。

表 1 不同林分样地概况

树种	树龄/a	株行距/(m×m)	树高/m	胸径/cm	冠幅/m ²	郁闭度/%
长白落叶松	22	1.0×1.0	12.4	9.6	2.65	0.82
樟子松	22	1.0×1.5	9.4	9.7	2.87	0.75
小黑杨	22	2.0×1.5	14.1	12.3	3.14	0.76
白皮柳	22	3.0×3.0	12.2	17.9	7.91	0.70

注:树高、胸径、冠幅为平均值。

2 研究方法

各项指标 9 月下旬测定,每个指标测定重复 3 次。枯枝落叶层饱和含水量的测定采用质量法:在每块标准地内随机选取 3 个 1 m² 的样方,采集其中的枯枝落叶,称鲜重,然后将枯枝落叶浸水 12 h 后滤水静止 5 min,当不在滴水时迅速称重,得到饱和含水量。土壤容重和孔隙度采用环刀法;土壤渗透速度测定采用双环渗透法^[4]。

3 结果与分析

3.1 枯枝落叶层蓄水能力分析

枯枝落叶层是由林木及林下植被凋落下来的茎、

叶、枝条、花、果实、树皮和枯死的植物残体所形成的地面覆盖层,其蓄积量与持水能力大小与树种、树龄、栽植密度、枯枝落叶分解速度率以及人为干扰、气候条件等因素有关^[5]。枯枝落叶层一般分为未分解层和半分解层,研究区内各林分均为人工林,受人为活动影响较大,半分解层枯落物量很小,在进行枯枝落叶层蓄积量与持水能力测定时只对未分解层取样测定,测定结果见表 2。

由表 2 可以看出,不同植被类型枯枝落叶层蓄积量有很大差异,针叶树种之间蓄积量差别大,在 2.65~6.87 t/hm²,阔叶树种差别不大,在 3.94~4.35 t/hm²。长白落叶松林枯枝落叶蓄积量最大,达到 6.87 t/hm²,樟子松林枯枝落叶蓄积量最小,只有 2.65 t/hm²。

表 2 枯枝落叶层蓄积量及持水能力测定结果表

树种	厚度/cm	蓄积量/(t·hm ⁻²)	自然含水率/%	最大持水率/%	最大持水量/(t·hm ⁻²)
长白落叶松	1.1	6.87	11.81	205.21	13.21
樟子松	0.4	2.65	6.92	136.53	3.62
小黑杨	0.8	3.94	8.48	143.15	5.57
白皮柳	0.8	4.35	13.88	154.33	6.71

枯枝落叶层的持水量除受蓄积量影响外,还与植被类型、前期水分状况等有关。4 种树木枯枝落叶层最大持水率范围在 136.53%~205.21%,是自然含水率的 11.12~19.73 倍;自然含水率排序为白皮柳(13.88%)>长白落叶松(11.81%)>小黑杨(8.48%)>樟子松(6.92%);最大持水率排序为长白落叶松(205.21%)>白皮柳(154.33%)>小黑杨(143.15%)>樟子松(6.92%)。白皮柳的自然含水率最高,而最大持水率却低于长白落叶松,说明长白落叶松(13.21 t/hm²)较白皮柳(6.71 t/hm²)枯枝落叶层蓄水能力更强。

3.2 土壤容重、孔隙度分析

在土壤物理特性中,由于植被枯枝落叶层组成、分解状况和地下根系生长及分布不同,造成不同树种

林下土壤容重和孔隙度大小有一定的差异。不同树种林下土壤容重和孔隙度测定结果见表 3。

从表 3 可以看出,长白落叶松土壤容重随土壤深度的增加而逐渐加大,樟子松、白皮柳 0—20 cm,40—50 cm 土壤容重大,而 20—40 cm 土层土壤容重小,未造林地各层土壤容重均较大。0—50 cm 土壤平均容重,樟子松(1.344 g/cm³)>未造林地(1.340 g/cm³)>小黑杨(1.301 g/cm³)>长白落叶松(1.279 g/cm³)>白皮柳纯林(1.226 g/cm³)。

土壤孔隙度的组成直接影响土壤通气透水性能,并调节土壤水、肥、气、热和微生物活动等,对改善土壤环境起着十分重要的作用。土壤孔隙度包括毛管孔隙和非毛管孔隙,毛管孔隙大小直接影响土壤的持

水能力,非毛管孔隙主要反映了森林植被涵养水源和削减洪峰的能力^[6-7]。

树种不同,土壤总孔隙度变化不明显,毛管孔隙度和非毛管孔隙度变化较大。在 0—50 cm 土层,土壤总孔隙度大小排序为:白皮柳(53.50%)>长白落叶松(51.73%)>小黑杨(51.02%)>未造林地(49.75%)>樟子松(49.60%)。毛管孔隙度大小排序为:长白落叶松(44.15%)>未造林地(43.25%)>白皮柳(41.80%)>小黑杨(38.75%)、樟子松纯林

(38.75%)。非毛管孔隙度大小排序为:小黑杨(12.27%)>白皮柳(11.70%)>樟子松(10.85%)>长白落叶松纯林(7.58%)>未造林地(6.50%)。不同层次土壤孔隙度变化规律总的表现为:樟子松、长白落叶松随土层深度的增加总孔隙度和非毛管孔隙度逐步减小,小黑杨、白皮柳和未造林地随土层深度的增加总孔隙度和非毛管孔隙度逐步增加;未造林地毛管孔隙度无明显变化,造林地表现为随土层深度的增加逐渐减小的趋势。

表 3 土壤容重、孔隙度测定结果

树种	测定指标	土层深度/cm				
		0—10	10—20	20—30	30—40	40—50
长白落叶松	容重/(g·cm ⁻³)	1.066	1.217	1.259	1.431	1.425
	总孔隙度/%	58.77	53.81	52.41	46.75	46.92
	毛管孔隙度/%	45.63	47.89	43.13	42.50	41.60
	非毛管孔隙度/%	13.14	5.92	9.29	4.25	5.32
樟子松	容重/(g·cm ⁻³)	1.351	1.35	1.299	1.274	1.446
	总孔隙度/%	49.37	49.40	51.09	51.93	46.23
	毛管孔隙度/%	40.00	35.00	38.75	42.50	37.50
	非毛管孔隙度/%	9.37	14.40	12.34	9.43	8.73
小黑杨	容重/(g·cm ⁻³)	1.341	1.335	1.282	1.278	1.269
	总孔隙度/%	49.71	49.9	51.65	51.77	52.06
	毛管孔隙度/%	40.00	40.00	36.25	40.00	37.50
	非毛管孔隙度/%	9.71	9.90	15.40	11.77	14.56
白皮柳	容重/(g·cm ⁻³)	1.221	1.286	1.184	1.174	1.265
	总孔隙度/%	53.67	51.50	54.87	55.22	52.22
	毛管孔隙度/%	42.69	42.40	42.81	42.27	38.84
	非毛管孔隙度/%	10.99	9.10	12.07	12.95	13.39
未造林地	容重/(g·cm ⁻³)	1.306	1.428	1.393	1.304	1.269
	总孔隙度/%	50.87	46.85	48.00	50.93	52.08
	毛管孔隙度/%	45.00	42.50	41.25	43.75	43.75
	非毛管孔隙度/%	5.87	4.35	6.75	7.18	8.33

3.3 土壤渗透能力分析

土壤渗透性能大小与土壤质地、结构、孔隙度等土壤特性有关,是土壤调节洪水功能重要特征参数之一,是将地表径流转化为壤中流和地下径流的能力体现,是土壤涵养水源功能的重要指标,其大小与土壤非毛管孔隙度有直接关系^[8-9]。土壤渗透速率越大,说明降水通过非毛管孔隙转化为地下水的的能力越强,减少地表径流效果越好,土壤调洪功能越强^[10-12]。不同树种表层土壤渗透试验结果见图 1。土壤初渗速率波动范围在 15.640~34.256 mm/min 之间,其大小依次为:白皮柳>未造林地>樟子松>长白落叶松>小黑杨。表层土壤稳渗速率差异较大,其大小排序为:白皮柳(2.518 mm/min)>长白落叶松(2.212 mm/min)>樟

子松(1.829 mm/min)>小黑杨(1.486 mm/min)>未造林地(1.264 mm/min)。白皮柳、长白落叶松、樟子松、小黑杨分别是未造林地的 1.99 倍、1.75 倍、1.45 倍、1.18 倍。白皮柳表层土壤初渗速率和稳渗速率均最大,土壤渗透性能最好,其水源涵养功能最强。

4 结 论

(1) 从所研究的林下土壤容重和孔隙度来看,总体上土壤容重随着深度增加而增加,孔隙度随着深度增加而减小,而未造林地无明显变化。4 个树种林下平均土壤容重由大到小排序为:樟子松>小黑杨>长白落叶松>白皮柳。总孔隙度由大到小排序为:白皮柳>长白落叶松>小黑杨>樟子松,说明白皮柳改良土壤效果最明显。

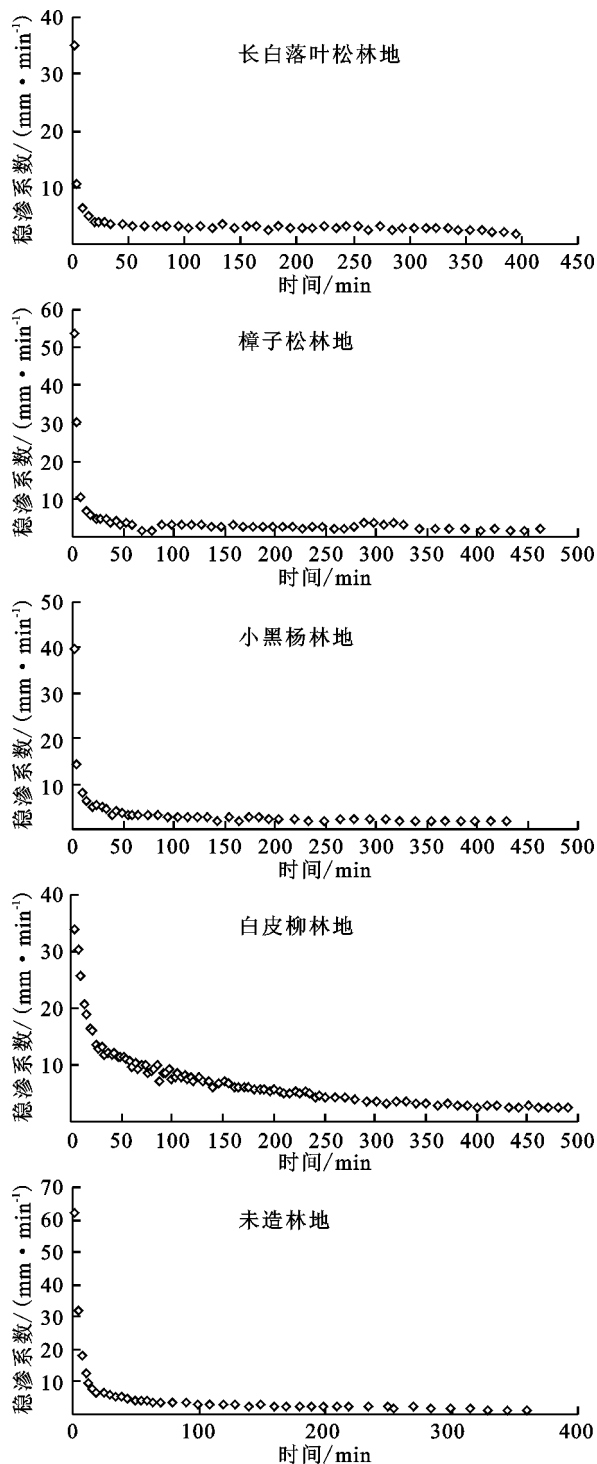


图1 渗透过程曲线

(2) 研究区不同树种土壤渗透性能均好于未造林地。不同树种土壤渗透性能存在着一定差异:土壤初渗速率表现为白皮柳>樟子松>长白落叶松>小黑杨;土壤稳渗速率表现为白皮柳>长白落叶松>樟子松>小黑杨;白皮柳林下土壤渗透性能最好。

(3) 选取枯枝落叶层蓄水能力、土壤容重、土壤孔隙度、土壤渗透速度为指标对各树种样地土壤水文效应进行综合评价:造林地优于未造林地;白皮柳和长白落叶松优于小黑杨和樟子松。

参考文献:

- [1] 王岩松,王玉玺,李洪兴.黑土区范围界定及水土保持防治策略[J].中国水土保持,2008(12):11-13.
- [2] 杨晓阵,吴波.大兴安岭东部林区森林水土保持功能初步评价[J].中国水土保持科学,2004(4):11-16.
- [3] 史长婷,王恩姮,陈祥伟.典型黑土区水土保持林对土壤可蚀性的影响[J].水土保持学报,2009,23(3):25-28.
- [4] 刘运河,唐德富.水土保持[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1988.
- [5] 王礼先.水土保持学[M].北京:中国林业出版社,1995.
- [6] 刘霞,张光灿,李雪蕾,等.小流域生态修复过程中不同森林植被土壤入渗参与贮水特征[J].水土保持学报,2005,18(6):1-5.
- [7] 王燕,王兵,赵广东,等.江西大岗山3种林型土壤水分物理性质研究[J].水土保持学报,2008,22(1):151-153.
- [8] 朱显谟,田积莹.强化黄土高原土壤渗透性及抗冲性的研究[J].水土保持学报,1993,7(3):1-10.
- [9] 余新晓,程根伟.长江上游亚高山暗针叶林土壤水分入渗特征研究[J].应用生态学报,2003,14(1):15-19.
- [10] 王鹏程,肖文发,张守攻,等.三峡库区主要森林植被类型土壤渗透性能研究[J].水土保持学报,2008,21(6):51-55.
- [11] 王忠诚,张展,吕磊,等.鹰嘴界自然保护区不同植被类型土壤的水源涵养功能[J].中南林业科技大学学报:自然科学版,2011,31(10):21-25.
- [12] 邵仁旭,翟洪波,谷建才,等.干旱半干旱地区华北落叶松人工林不同密度的土壤水文研究:以塞罕坝机械林场为例[J].河北农业大学学报,2010,33(5):80-83.