

文章编号: 1001-1498(2007)01-0015-06

# 宁夏六盘山南侧森林枯落物及土壤的水文生态功能研究

张雷燕<sup>1</sup>, 刘常富<sup>1</sup>, 王彦辉<sup>2\*</sup>, 时忠杰<sup>2</sup>, 何常清<sup>3</sup>, 熊伟<sup>2</sup>, 于澎涛<sup>2</sup>

(1. 沈阳农业大学林学院, 辽宁 沈阳 110161; 2. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091;

3. 南京林业大学森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037)

**摘要:**森林枯落物和土壤具有重要生态水文功能,对六盘山香水河小流域的辽东栎—少脉槲、华北落叶松林的研究表明:辽东栎—少脉槲林枯落物未分解层、半分解层的最大持水量分别为 5.42、11.28 t·hm<sup>-2</sup>;华北落叶松林的对应值分别为 5.72、24.51 t·hm<sup>-2</sup>。两种林分枯落物的有效拦蓄量分别为 0.56和 1.63 mm,即华北落叶松林枯落物的持水能力好于辽东栎—少脉槲林。但辽东栎—少脉槲林 1 m 土层的非毛管持水深和毛管持水深 (108.15、441.02 mm)远大于华北落叶松林 (65.80、420.00 mm),且前者生长季 1 m 土层有效持水能力 (267.77~327.42 mm)大于后者 (133.55~227.23 mm)。从林地综合持水能力来看,辽东栎—少脉槲林的水文生态功能优于华北落叶松林。此外发现,虽然是两个不同的林分,但其 1 m 土层的有效持水能力的非毛管比例都是 36.6%,毛管比例都是 63.4%,表明在采用土壤有效持水能力、毛管贮水深、非毛管贮水深这 3 个指标中的任何一个评价较厚土层的总持水能力时,都将有很好的—致性。

**关键词:**六盘山;森林枯落物;土壤;生态水文功能

中图分类号: S715

文献标识码: A

## Study on Eco-hydrological Function of Forest-litter and Soil in the South Side of Liupan Mountains, Ningxia Hui Autonomous Region, China

ZHANG Lei-yan<sup>1</sup>, LIU Chang-fu<sup>1</sup>, WANG Yan-hui<sup>2</sup>, SHI Zhong-jie<sup>2</sup>, HE Chang-qing<sup>3</sup>, XIONG Wei<sup>2</sup>, YU Peng-tao<sup>2</sup>

(1. Forestry College, Shenyang Agriculture University, Shenyang 110161, Liaoning, China; 2. Research Institute of Forestry Ecology, Environment and Protection, CAF, Beijing 100091, China; 3. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry

University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

**Abstract:** To study the eco-hydrological function of litter and soil, a natural mixed forest of oak (*Quercus liaotungensis*) and linden (*Tilia paucicostata*) and a plantation of larch (*Larix principis-rupprechtii*) in the small watershed of Xiangshuihe in south side of Liupan Mountains of Ningxia Hui Autonomous Region were selected as research stands. The results showed that: the un-decomposed ( $O_1$ ) and semi-decomposed litter ( $O_f$ ) had a water holding capacity of 5.42 and 11.28 t·hm<sup>-2</sup> for the mixed stand, 5.72 and 24.51 t·hm<sup>-2</sup> for the larch forest. The effective water holding depth of litter layer of these two stands were 0.56 and 1.63 mm respectively. It meant that the litter's capability of water holding for larch plantation was better than that of the mixed stand. The water holding ca-

收稿日期: 2006-05-20

基金项目: 国家“973”项目课题“森林植被对坡面水文过程与水量转化的调节机理(2002CB111501)”、国家自然科学基金重点项目“干旱半干旱地区森林与水资源的相互影响及合理调控机理(30230290)”、国家林业局引进国际先进技术项目(2003-4-43)、科技部社会公益研究专项(2004D B3J102)和国家林业局森林生态环境重点实验室资助

作者简介: 张雷燕(1982—),女,硕士,主要从事森林生态水文方向的研究, zhangleiyant27@163.com.

\*通讯作者, Tel: 010-62889531; E-mail: wangyh@caf.ac.cn

capacities of non-capillary pores and capillary pores of 1 m soil layer were 108.15 and 441.02 mm for the mixed stand, obviously higher than those for the larch forest (65.80 and 420.00 mm). Moreover, the effective water holding capacity of 1 m soil layer for growing season varied between 267.77 ~ 327.42 mm for the mixed stand, also higher than those for larch forest (133.55 ~ 227.23 mm). As a whole, the eco-hydrological function of forest soil of mixed stand was better than that of the larch forest. In addition, it was found that the non-capillary ratio and capillary ratio in the effective water holding capacity of 1 m soil layer were 36.6% and 63.5% for both stands. This meant that the effective soil water holding capacity, non-capillary water holding capacity, capillary water holding capacity had the equal power as indicator in evaluating the water holding capacity of a thicker soil layer.

**Key words:** Lianpu Mountains; forest litter; soil; eco-hydrological function

宁夏六盘山位于我国半湿润地区向半干旱区的过渡带上,生态环境脆弱,是我国生态植被恢复的关键地带。森林生态系统的生态水文功能是森林植被与土壤及气候条件综合作用的结果<sup>[1]</sup>。由于长期以来对森林植被的破坏,该区水土流失严重,水资源缺乏,恢复森林植被对保持水土、涵养水源、改善生态环境等具有重要意义。森林枯落物具有截持降水、减少侵蚀、阻延地表径流、抑制土壤蒸发等重要水文功能<sup>[2,3]</sup>,这些功能主要取决于森林枯落物的数量、持水特性及其在林地的分布状况<sup>[4]</sup>。另一方面,土壤是森林生态系统水分循环的最重要的场所,直接影响系统的水文过程,林地土壤的水文特征是森林生态系统水分循环中林分结构与功能的综合体现<sup>[5]</sup>。土壤层的持水蓄水能力主要与土壤密度、孔隙度等物理性质及土层厚度有关,而且土壤水分也是水文循环的一个重要部分<sup>[6,7]</sup>。本文试图通过研究位于半湿润区的六盘山南坡的主要森林类型的枯落物和土壤层的涵养水源功能,为六盘山区的水源涵养林建设与植被恢复提供一定的科学依据。

## 1 研究区概况

本研究在宁夏回族自治区六盘山自然保护区南侧的香水河小流域进行,其地理位置是 35°15' ~ 35°41' N, 106°09' ~ 106°30' E, 海拔 2 040 ~ 2 931 m, 流

域面积约 40 km<sup>2</sup>, 当地气候主要受太平洋东南季风的影响, 年均温度 5.0 °C, 年均降水量 770.7 mm, 全年蒸发量 1 214 ~ 1 426 mm。

该小流域内土壤多为灰褐土, 主要植被有辽东栎 (*Quercus liaotungensis* Koidz)、少脉槲 (*Tilia paucicostata* Maxim.)、白桦 (*Betula platyphylla* Suk)、山杨 (*Populus davidiana* Dode)、华山松 (*Pinus amandi* Fanch) 等天然林以及华北落叶松 (*Larix principis-rupprechtii* Mayr)、油松 (*Pinus tabulaeformis* Carr) 等人工林, 此外还有各种类型的灌丛。

辽东栎—少脉槲混交林是该地区一种重要的天然次生林, 华北落叶松则是该地区面积最大的人工林。辽东栎—少脉槲林下的主要灌木有: 灰栒子 (*Cotoneaster acutifolius* Turcz.)、三裂绣线菊 (*Spiraea trilobata* Linn.)、忍冬属 (*Lonicera* L.) 植物、甘肃山楂 (*Crataegus kansuensis* Wils.)、峨眉蔷薇 (*Rosa ameiensis* Rolfe)、毛榛子 (*Corylus mandshurica* Maxim.) 等, 草本层发育不好, 主要有南方山荷叶 (*Diphylleia sinensis* Li)、华西箭竹 (*Fargesia nitida* Keng f. ex Yi) 等。华北落叶松林下灌木很少, 主要为草本层, 主要有苔草 (*Carex* spp.)、东方草莓 (*Fragaria orientalis* Lozinsk.) 等。选择这两类最典型的林分类型, 设立了 20 m × 20 m 的标准地, 进行每木检尺, 结果见表 1。

表 1 样地基本情况

林分类型	坡向	坡度	坡位	土壤类型	密度 / (株 · hm <sup>-2</sup> )	郁闭度	胸径 / cm	树高 / m	枝下高 / m
辽东栎—少脉槲	北坡	31°	下	灰褐土	1 850	0.80	18.4	12.2	5.1
华北落叶松	东南坡	30°	中	灰褐土	1 275	0.85	12.1	13.7	2.6

## 2 研究方法

### 2.1 枯落物现存量及持水过程

于 2005 年 6 月对样地枯落物进行测定, 在每个

标准地内, 沿对角线选出 3 个代表性的 60 cm × 60 cm 的样方, 用钢尺量测枯落物层总厚度、未分解及半分解层的厚度, 之后分层取出并分别装袋带回, 称质量后于 85 °C 条件下烘干后再称质量, 然后浸入水

中,分别测定其在第 5、15、30、50、80、130、200、290、410、560、740 min 时的质量,计算持水量、持水率及变化过程,将浸水 24 h 后的枯落物含水率视为最大持水率。由于完全分解的枯落物层很薄,没有专门调查。

### 2.2 枯落物有效拦蓄量的测定

需计算枯落物的有效拦蓄量,以便更接近实际的拦蓄降水量<sup>[8]</sup>,即  $W = (Q_{85} \times R_m - R_o) \times M$ ,式中  $W$ ——有效拦蓄量 ( $t \cdot hm^{-2}$ ),  $R_m$ ——最大持水率 (%),  $R_o$ ——平均自然含水率 (%),  $M$ ——枯落物蓄积量 ( $t \cdot hm^{-2}$ )。

### 2.3 土壤水文物理性质测定

在各标准地周围选择代表性地点挖掘土壤剖面,记录土壤剖面发生层次,之后机械划分土层,用 200 cm<sup>3</sup>环刀在 0~10、10~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm 深度取土,每层 3 个重复。利用环刀法测定土壤密度、总孔隙度、毛管孔隙度及非毛管孔隙度等物理性质<sup>[9]</sup>。

土壤持水能力是评价土壤涵养水源及水文调节功能的重要指标,它与土壤孔隙相对应,包括毛管持水能力和非毛管持水能力<sup>[10]</sup>,其中毛管持水能力更多地对应土壤的实际持水能力,非毛管持水能力更

多地对应于土壤的渗透能力。非毛管持水能力计算公式为:  $S = 10\ 000 \times h \times p \times r$ ,式中:  $S$ ——土壤非毛管持水能力 ( $t \cdot hm^{-2}$ ),  $h$ ——土壤厚度 (m),  $p$ ——非毛管孔隙度 (%),  $r$ ——水的密度 ( $t \cdot m^{-3}$ )。套用此公式,同样可以计算出土壤的毛管持水能力。

### 2.4 土壤含水量和有效持水能力动态的测定

2005 年 6—10 月在样地内用土钻法测定土壤含水量,每月测定 3 次,取土分层为 0~10、10~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm,每层 3 个重复,称得湿质量后在 105 条件下烘干,称质量,计算含水率。以每个月的实测最低含水量作为基础含水量,分土层计算它们与饱和含水量的差,得到各土层有效持水能力在生长季内的动态变化。

## 3 结果与分析

### 3.1 枯落物最大持水量及持水过程

枯落物层的形态和现存量与林分树种组成密切相关。由表 2 可知,华北落叶松林的枯落物层厚度小于辽东栎—少脉槲,但其现存量大于辽东栎—少脉槲,这是因为针叶枯落物比阔叶枯落物较密实,而且分解缓慢。

表 2 林分枯落物现存量

林分类型	枯落物层厚度/cm			枯落物现存量				
	总厚度	未分解层	半分解层	总现存量/ ( $t \cdot hm^{-2}$ )	未分解层/ ( $t \cdot hm^{-2}$ )	占总现存量/ %	半分解层/ ( $t \cdot hm^{-2}$ )	占总现存量/ %
辽东栎—少脉槲	4.9	2.4	2.5	7.77	2.23	28.70	5.54	71.30
华北落叶松	3.2	1.0	2.2	16.00	2.72	17.00	13.28	83.00

图 1、图 2 分别为辽东栎—少脉槲、华北落叶松林分枯落物的持水过程。可以看出,两种林分的未分解层、半分解层枯落物的持水量都随时间延长而增加。在浸水 24 h 后,辽东栎—少脉槲林分枯落物的未分解层最大持水量为  $5.42 t \cdot hm^{-2}$ ,半分解层为  $11.28 t \cdot hm^{-2}$ ;华北落叶松林分对应值分别为 5.72 和  $24.51 t \cdot hm^{-2}$ 。两种林分的半分解层最大持水量均大于未分解层。华北落叶松林分的枯落物总持水量为  $30.23 t \cdot hm^{-2}$ ,远大于辽东栎—少脉槲林分的  $16.7 t \cdot hm^{-2}$ ,这主要是因为针叶枯落物分解速率较阔叶树慢,从而积累了较高的枯落物数量。比较两个林分枯落物的最大持水率,发现辽东栎—少脉槲林分的未分解层和半分解层枯落物的最大持水率 (243.18% 和 203.57%) 均大于华北落叶松林分 (210.34% 和 184.54%) (见表 3),即表明阔叶林枯

落物的持水率高于针叶林枯落物。

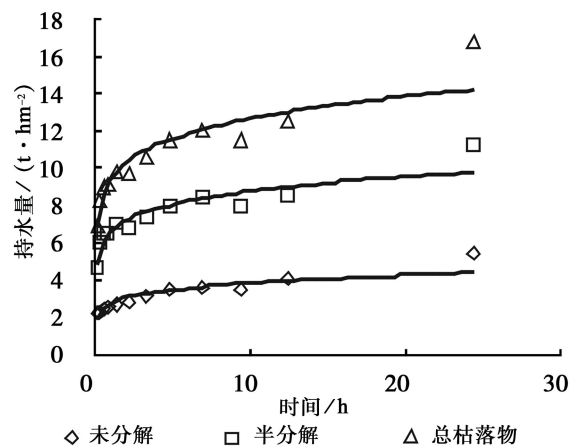


图 1 辽东栎—少脉槲枯落物持水过程

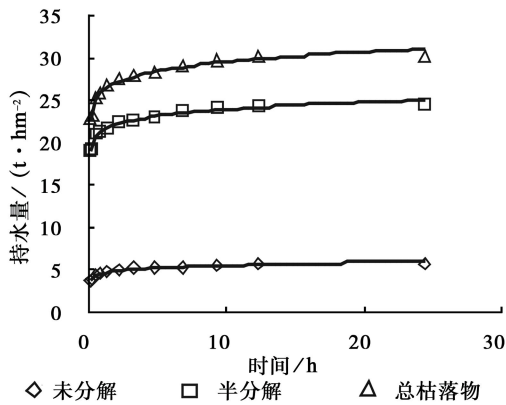


图 2 华北落叶松枯落物持水过程

### 3.2 枯落物层的有效拦蓄量

枯落物层的最大持水量只反映其潜在持水能力,用它评价枯落物层拦蓄降水实际能力时常偏高,因此,使用有效拦蓄量来表示对降水的拦蓄能力则能更靠近实际<sup>[11]</sup>。

如表 3 所示,两种林分枯落物层的有效拦蓄量有很大差别,辽东栎—少脉槲的有效拦蓄量为 5.57 t · hm<sup>-2</sup>,相当于可拦蓄 0.56 mm 的降水深;而华北落叶松的有效拦蓄量为 16.27 t · hm<sup>-2</sup>,相当于可拦蓄 1.63 mm 的降水深,是辽东栎—少脉槲的 2.9 倍,这主要是因为华北落叶松林的枯落物现存量较大。

表 3 不同林分的枯落物层有效拦蓄量

林分类型	枯落物层	蓄积量 / (t · hm <sup>-2</sup> )	自然含水率 / %	最大持水率 / %	最大拦蓄量 / (t · hm <sup>-2</sup> )	有效持水率 / %	有效拦蓄量 / (t · hm <sup>-2</sup> )	有效拦蓄深 / mm	总有效拦蓄深 / mm
辽东栎—少脉槲	未分解层	2.23	77.32	243.18	5.42	129.38	2.89	0.29	0.56
	半分解层	5.54	124.60	203.57	11.28	48.43	2.68	0.27	
华北落叶松	未分解层	2.72	46.60	210.34	5.72	132.19	3.60	0.36	1.63
	半分解层	13.28	61.44	184.54	24.51	95.42	12.67	1.27	

### 3.3 林地土壤的生态水文功能

3.3.1 土壤的孔隙度和持水特征 森林土壤层在涵养水源方面具有最重要的作用,表 4 是辽东栎—少脉槲和华北落叶松林地土壤层的物理性质及贮水能力的比较。从表中可以看出,随着土层越深,土壤密度增大,总孔隙度变小。两种林分土壤的物理性质和持水性能有较大差异,与华北落叶松林分相比,辽东栎—少脉槲林分的土壤密度较小,孔隙度较大,其 100 cm 土层加权平均的土壤密度为 1.18 g · cm<sup>3</sup>,总孔隙度为 54.92%,非毛管孔隙度为 10.81%;而华北落叶松林分 100 cm 土层的平均土

壤密度为 1.22 g · cm<sup>-3</sup>,总孔隙度为 48.58%,非毛管孔隙度为 6.58%。从土壤持水特征来看,辽东栎—少脉槲林分 100 cm 土层的毛管贮水深为 441.02 mm,非毛管贮水深为 108.15 mm;而华北落叶松林土壤分别为 420.00 mm 和 65.80 mm。这些数据的明显差别说明,辽东栎—少脉槲林分的土壤持水能力高于华北落叶松林分,尤其是非毛管持水能力,前者是后者的 1.6 倍。有研究表明,非毛管孔隙度与土壤渗透性能呈正相关<sup>[12]</sup>,提高林地非毛管孔隙度对于增强土壤入渗和减少地面径流是非常重要的,营造阔叶林和混交林是可行的实用措施。

表 4 土壤物理性质及持水特征

样地类型	土层 / cm	土壤密度 / (g · cm <sup>-3</sup> )	最大持水率 / %	毛管持水率 / %	总孔隙度 / %	毛管孔隙度 / %	非毛管孔隙度 / %	非毛管贮水深 / mm	毛管贮水深 / mm
辽东栎—少脉槲	0~10	0.80	85.13	58.35	68.10	45.94	22.16	22.16	45.94
	10~20	1.00	58.93	53.64	58.85	53.02	5.83	5.83	53.02
	20~40	1.27	43.67	31.03	55.46	39.61	15.85	31.70	79.22
	40~60	1.11	49.97	40.20	55.62	44.96	10.66	21.32	89.92
	60~80	1.26	41.90	33.92	52.68	42.68	10.00	20.01	85.36
	80~100	1.36	34.89	32.29	47.34	43.79	3.56	7.12	87.57
	0~100	1.18	48.49	38.69	54.92	44.10	10.81	108.15	441.02
华北落叶松	0~10	0.94	60.29	43.09	56.87	40.67	16.21	16.21	40.67
	10~20	1.12	46.62	41.96	52.34	47.00	5.34	5.34	47.00
	20~40	1.02	54.04	43.36	55.12	44.00	11.12	22.24	88.00
	40~60	1.21	40.43	37.29	49.05	45.17	3.88	7.77	90.33
	60~80	1.33	33.37	29.20	44.33	38.50	5.83	11.65	77.00
	80~100	1.52	26.19	25.37	39.80	38.50	1.30	2.60	77.00
	0~100	1.22	41.49	35.55	48.58	42.00	6.58	65.80	420.00

相对于深层土壤的水文物理性质可能更多受到地形、母质堆积、石砾含量等非生物因素的影响而言,表层土壤则更多地受到林木及森林土壤生物的直接影响。因此,通过比较表 4 中 0~10、10~20 cm 等表层土壤的物理性质,更能体现出辽东栎—少脉椴混交林的土壤改良性能优于华北落叶松人工林。

### 3.3.2 土壤有效持水能力生长季内的动态变化

因为土壤含水量一直处在变化过程中,所以土壤的有效持水能力也一直在变化。利用各月实测最低含水量与饱和含水量的差得到不同土层有效持水能力在生长季内的月份变化(表 5)。可以看出,在整个生长季内,除了 20~40 cm 土层以外,其他各土层均是辽东栎—少脉椴林的土壤有效持水能力大于华北落叶松林。在 20~40 cm 层的土壤有效持水能力的比较关系与其他土层不同,可能与该土层的石砾含量、根系分布等多个因素有关,有待继续深入研究。但从林地 1 m 土层的整体来看,辽东栎—少脉椴林的有效持水能力在生长季内变化在 267.77~327.42 mm,而华北落叶松林仅为 133.55~227.23 mm,差别非常显著。从生长季各月的变化来看,两个林分 1 m 土层的有效持水能力均以 6 月份最大,8 月份最小。这与 6 月份及其以前各月降水较少、土壤较干有关;随着雨季降水量的不断积累,在 8 月

份的土壤含水量达到最高点,导致土壤有效持水能力出现低点。

在假设各土层的有效持水能力首先由非毛管贮水组成,其余部分由毛管贮水组成的前提下,分析发现(表 6),不管是辽东栎—少脉椴林,还是华北落叶松林,虽然它们各自的土壤物理性质和有效持水能力都差别很大,但它们 1 m 土层的有效持水能力都是 36.6%属于非毛管范围,63.5%属于毛管范围,尽管这个比例在各土层间波动较大。这说明,在评价一个较厚土层的总的持水能力时,不论使用土壤有效持水能力、毛管贮水深、非毛管贮水深,它们的相对大小关系的一致性非常好,可以用来等价地评价土壤持水能力差别。但这种关系是否具有普遍性,还有待于在更多地点进行更多森林类型和样地的调查。

从各 10 cm 土层的毛管有效持水、毛管有效持水与毛管贮水能力比值随土壤深度的变化(表 6)来看,除 20~40 cm 土层以外,辽东栎—少脉椴林的毛管范围的土壤有效持水能力的深度分布是很均匀的,平均有 43%的毛管贮水能力转化为土壤有效持水;相比而言,华北落叶松林的毛管范围的土壤有效持水能力随土层加深而递减,平均仅有 27%的毛管贮水能力转化为土壤有效持水,这可能与华北落叶松属于浅根性树种<sup>[13]</sup>有关。

表 5 土壤有效持水能力的生长季内月变化

样地类型	土层 /cm	土壤有效持水能力 /mm					
		6月	7月	8月	9月	10月	6—10月平均
辽东栎—少脉椴	0~10	46.33	41.66	38.81	42.83	43.47	42.62
	10~20	32.20	29.41	25.90	32.10	28.91	29.70
	20~40	55.12	46.18	27.41	55.60	31.28	43.12
	40~60	73.82	61.58	72.25	77.48	61.76	69.38
	60~80	70.99	63.03	63.93	63.93	64.96	65.37
	80~100	48.96	45.15	39.47	38.16	57.40	45.83
	0~100	327.42	287.01	267.77	310.10	287.78	296.02
华北落叶松	0~10	31.68	32.50	22.67	34.81	20.59	28.45
	10~20	28.47	22.91	15.32	23.90	13.75	20.87
	20~40	69.31	55.01	43.53	54.59	45.97	53.68
	40~60	34.26	34.98	24.49	36.32	29.16	31.84
	60~80	31.90	21.94	18.88	22.84	33.25	25.76
	80~100	31.61	14.67	8.66	15.80	24.87	19.12
	0~100	227.23	182.01	133.55	188.26	167.59	179.73

表 6 生长季(6—10月)的土壤有效持水能力及其组成

样地类型	土层 / cm	总计 / mm	非毛管有效持水能力		毛管有效持水能力		10 cm 土层毛管有效 持水能力 /mm	毛管有效持水与 毛管贮水能力比
			mm	%	mm	%		
辽东栎—少脉椴	0~10	42.62	22.16	51.99	20.46	48.01	20.46	0.45
	10~20	29.70	5.83	19.63	23.87	80.37	23.87	0.45
	20~40	43.12	31.70	73.52	11.42	26.48	5.71	0.14
	40~60	69.38	21.32	30.73	48.06	69.27	24.03	0.53
	60~80	65.37	20.01	30.61	45.36	69.39	22.68	0.53
	80~100	45.83	7.12	15.54	38.71	84.46	19.36	0.44
	0~100	296.02	108.15	36.54	187.87	63.46	18.79	0.43
华北落叶松	0~10	28.45	16.21	56.98	12.24	43.02	12.24	0.30
	10~20	20.87	5.34	25.59	15.53	74.41	15.53	0.33
	20~40	53.68	22.24	41.43	31.44	58.57	15.72	0.36
	40~60	31.84	7.77	24.40	24.07	75.60	12.04	0.27
	60~80	25.76	11.65	45.22	14.11	54.78	7.06	0.18
	80~100	19.12	2.60	13.60	16.52	86.40	8.26	0.21
	0~100	179.73	65.80	36.61	113.93	63.39	11.39	0.27

## 4 结论与讨论

森林的枯落物层和土壤层都在涵养水源方面具有重要作用,但森林土壤的持水能力远大于枯落物层,是涵养水源的主体。

辽东栎—少脉椴林和华北落叶松林枯落物的未分解层最大持水量分别是  $5.42 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$  和  $5.72 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,半分解层最大持水量分别为  $11.28 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$  和  $24.51 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。辽东栎—少脉椴林和华北落叶松林枯落物层的有效拦蓄量分别为  $0.56 \text{ mm}$  和  $1.63 \text{ mm}$ 。

辽东栎—少脉椴林 1 m 土层的非毛管贮水深是  $108.15 \text{ mm}$ ,毛管贮水深是  $441.02 \text{ mm}$ ;华北落叶松林的对应数值分别为  $65.80 \text{ mm}$  和  $420.00 \text{ mm}$ 。辽东栎—少脉椴林 1 m 土层的生长季(6—10月)有效持水能力变化在  $267.77 \sim 327.42 \text{ mm}$ ,平均为  $296.02 \text{ mm}$ ;华北落叶松林的对应值为  $133.55 \sim 227.23 \text{ mm}$  和  $179.73 \text{ mm}$ 。辽东栎—少脉椴林的有效土壤毛管持水能力的深度分布均匀,平均有 43% 的毛管贮水能力转化为土壤有效持水能力;而浅根性的华北落叶松林的有效土壤毛管持水能力随土层加深而递减,平均仅有 27% 的毛管贮水能力转化为土壤有效持水能力。

两种不同林分 1 m 土层的有效持水能力都是 36.6% 属于非毛管范围,63.4% 属于毛管范围,表明分别采用土壤有效持水能力、毛管贮水深、非毛管贮水深作为指标评价一个较厚土层的总持水能力时具有很好的一致性。

对两种林分的比较说明,辽东栎—少脉椴林枯落物的持水能力小于华北落叶松林;但辽东栎—少脉椴林地 1 m 土层的毛管贮水深、非毛管贮水深、有

效持水能力都大于华北落叶松林,说明前者的土壤水文功能优于后者。再考虑到华北落叶松枯落物的分解容易造成土壤酸化,所以说阔叶林的改良土壤和涵养水源能力都优于针叶林;在现有的华北落叶松人工林中,要有意识地引入阔叶树种,逐步改造为针阔混交林,不断提高其林分质量和水源涵养功能。

## 参考文献:

- [1] 时志杰,王彦辉,于澎涛,等.宁夏六盘山林区几种主要森林植被生态水文功能研究[J].水土保持学报,2005,19(3):134~138
- [2] 吴钦孝,赵鸿雁,刘向东,等.森林枯枝落叶层涵养水源保持水土的作用评价[J].水土保持学报,1998,4(2):23~28
- [3] Leer Forest Hydrology [M]. New York: Columbia University Press, 1980
- [4] 杨洪学,蒙宽宏,孟祥楠,等.阿什河流域不同林分类型枯落物持水能力研究[J].防护林科技,2005(5):14~17
- [5] 党宏忠,周泽福,赵雨森,等.祁连山水源涵养林土壤水文特征研究[J].林业科学研究,2006,19(1):39~44
- [6] 张光灿,刘 霞.泰山几种林分枯落物和土壤水文效应研究[J].林业科技通讯,1999(2):28~29
- [7] 王 力,邵明安,王全九.林地土壤水分运动研究述评[J].林业科学,2005,41(2):147~153
- [7] 张振明,余新晓,牛健植,等.不同林分枯落物层的水文生态功能[J].水土保持学报,2005,19(3):139~143
- [9] 林业部科技司.森林生态系统定位研究方法[M].北京:中国科学技术出版社,1994:98~100
- [10] 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
- [11] 朱丽晖,李 冬,邢宝振.辽东山区天然次生林枯落物层的水文生态功能[J].辽宁林业科技,2001(1):35~37
- [12] 李德生,张 萍,张水龙,等.黄前库区森林土壤蓄水能力研究[J].南京林业大学学报(自然科学版),2004,28(1):25~28
- [13] 韩有志,梁胜发.华北落叶松人工林根系分布及根系生物量研究[J].山西林业科技,1997(3):36~41