

# 江淮低丘林地水源涵养功能的研究<sup>\*</sup>

万 云,刘桂华,徐小牛

(安徽农业大学 林学与园林学院, 合肥 230036)

**摘 要:**林地的水源涵养功能主要依赖于林下的凋落物和土壤的蓄水能力。对江淮低丘 5 种不同森林类型的凋落物蓄积量、凋落物持水性能及林地土壤蓄水性能进行了研究。结果表明,不同森林类型凋落物层和土壤层水源涵养功能差异明显。麻栎林凋落物蓄水能力最强,其最大持水量为  $123.7 \text{ t/hm}^2$ ;纯茶园的凋落物蓄水能力最弱,其最大持水量  $33.5 \text{ t/hm}^2$ ;马尾松和枫香混交林地的土壤蓄水能力最强,而麻栎和马尾松林地土壤蓄水能力较弱。从林地总蓄水量来看,凋落物层蓄水量仅占总蓄水量的较小比例  $1.9\% \sim 4.9\%$ ,而土壤层蓄水量占到总蓄水量的  $90\%$  以上,因此林地总蓄水量是由土壤层蓄水量决定的。

**关键词:**水源涵养林;凋落物蓄水;土壤蓄水;森林植被

中图分类号:S727.21

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2009)03-0202-04

## Water Holding Capacity of Some Major Forest Types in Jianghuai Hilly Region

WAN Yun, LIU Gui-hua, XU Xiao-niu

(Anhui Agricultural University School of Forestry & Landscape Architecture, Hefei 230036, China)

**Abstract:** Stands water conservation function mainly dependend on forest withers and soil water holding capacity. We have compared with difference of withers quantity, withers conversation capacity and soil holding capacity of five kinds stands in Jianghuai hilly region. Results from the research showed: withers of the *Quercus acutissima* forest have much stronger water holding capacity, its biggest water capacity is  $123.7 \text{ t/hm}^2$ ; and  $33.5 \text{ t/hm}^2$  of pure tea garden, which is the weakest. Soil water holding capacity of mixed stand of *Pinus massoniana* and *Liquidambar formosana* is the strongest, but the *Quercus acutissima* stands and *Pinus massoniana* stands have much weaker soil water holding capacity. From stands total water-holding capacity, we know that forest withers water-holding capacity only account for the total water-holding capacity much lower, the scope is between  $2.0\% \sim 5.1\%$ , but the soil water-holding capacity occupies above total water-holding capacity  $90\%$ , therefore the stands water-holding capacity is decided by the soil water-holding capacity.

**Key words:** water conservation forest; water holding of litter; water holding of soil; forest vegetation

森林植被的水源涵养功能是森林植被系统与气候系统、地质地貌系统、社会经济系统间相互作用的结果<sup>[1]</sup>。森林的水源涵养功能是森林生态系统的重要功能之一,不同森林类型由于其树种生物学特性与林分结构的不同,其林分的水源涵养效应存在一定的差异<sup>[2-5]</sup>。林地土壤是森林最大的贮水库和水分调节器<sup>[6]</sup>,森林植被对其根系活动层土壤的蓄水、

透水 and 持水性能有较大的影响。在森林土壤垂直结构的三个层次中,枯枝落叶层占有重要的地位。它能改善土壤性质,增加降水入渗,对保持水土、涵养水源有巨大的作用<sup>[7]</sup>。根据江淮低丘不同森林植被凋落物和土壤的试验测定,研究分析了不同森林植被的林地水源涵养功能,以期对江淮地区森林水源涵养林的建设及合理经营提供科学依据。

<sup>\*</sup> 收稿日期:2008-11-07

基金项目:“十一五”国家林业科技支撑项目(2006BAD03A16)

作者简介:万云(1982-),女,安徽巢湖人,硕士研究生,主要从事森林生态学方面的研究。E-mail:cloud\_wan@163.com

通信作者:刘桂华(1961-),男,安徽枞阳人,教授,从事林木生理生态的教学和研究工作。E-mail:ghl611112@yahoo.com.cn

# 1 研究区概况与研究方法

## 1.1 研究区概况

试验地设置在位于安徽枞阳县东部周潭镇大山村的中国森林生态网络大山试验示范区及合肥市大蜀山等地,江淮低丘属北亚热带季风气候区,四季分明,气候温和,雨量充沛,光照充足,无霜期长,严寒期短。多年平均降雨量 1 365.2 mm,年平均气温 16.3℃,全年蒸发量 1 167.8 mm,平均相对湿度为 77%左右,全年平均风速 2.6 m/s,年平均日照时数 1 982.1 h。地带性土壤为红壤和黄棕壤,植被具有中亚热带向北亚热带落叶与常绿叶林混交过渡的特点,以马尾松等针叶纯林为主体,针阔混交林、阔叶林及毛竹林零星分布,林种、树种结构比较单一<sup>[8]</sup>。

## 1.2 研究方法

(1)凋落物蓄积量的调查:在各森林类型的林内设置标准地,在每个标准地内设 4 个 30 cm ×30 cm 的样方,按新鲜凋落层和分解层收集凋落物,称其鲜重,并称取部分样品放入烘箱中烘干,测其干重和含水率。(2)凋落物的最大持水量测定:采用浸水法测定,称取部分凋落物装入丝袋,浸水 24 h,称量并以烘干重来推算最大持水率和最大持水量。(3)土壤量的测定:在不同植被类型样地上,选取具有代表性的地段,挖掘土壤剖面,记录土壤剖面发生层次,并机械划分土层,用容积为 100 cm<sup>3</sup> 的环刀在 0 - 20 cm,20 - 50 cm 深度取土,利用环刀法测定土壤容重,根据容重来测定面积为 1 hm<sup>2</sup>,深度为 50 cm 的土壤量。(4)土壤持水能力测定:将原装土柱的环刀下端套上有网孔且垫有滤纸的底盖放入水中浸泡 36 h,取出后称重,称重后在烘箱中烘干、再称重,测定土壤的最大持水率。根据最大持水率和蓄积量,求算土壤的最大蓄水量。

# 2 结果与分析

## 2.1 不同森林类型凋落物的蓄积量

森林凋落物蓄积量和持水能力是反映森林水源涵养能力高低的重要因素之一<sup>[9]</sup>。林分类型由于其树种组成不同,年凋落物产量及其分解难易程度差异显著,从而导致不同林分的林地凋落物层蓄积量存在明显差异<sup>[10]</sup>。如表 1 所示:麻栎林分的凋落物蓄积量最大,而纯茶园的最小,这是由于麻栎林分的年龄较大;马 × 枫的针阔混交林的蓄积量大于马尾松纯林;麻栎林分的蓄积量大于马尾松林分的蓄积量。在森林中,凋落物总是处于不断分解、周转之中。周转的快慢,决定于分解强度。凋落物的分解

率等于年凋落量与林地凋落物总量之比。依据分解量占凋落物总量的比率,可以看出,不同森林类型的凋落物分解强度有明显差异,由大到小的顺序是:麻栎(81.0%)、马 × 枫(78.3%)、马尾松(55.6%)、纯茶园(46.2%)、幼麻(32.3%)。

表 1 江淮低丘不同林型凋落物层现存量

林型	蓄积量/ (t · hm <sup>-2</sup> )	未分解层		分解层	
		现存量/ (t · hm <sup>-2</sup> )	比率/ %	现存量/ (t · hm <sup>-2</sup> )	比率/ %
麻 栎	43.8	8.3	19.0	35.5	81.0
幼 麻	16.6	11.2	67.7	5.4	32.3
马 × 枫	40.1	8.7	21.7	31.4	78.3
马尾松	23.5	10.4	44.4	13.1	55.6
纯茶园	10.6	5.7	53.8	4.9	46.2

## 2.2 不同森林类型凋落物的持水性能

凋落物的持水能力多用干物质的最大持水量和最大持水率来表示,其值的大小与林分类型、林龄、枯落物的组成、分解状况、累积状况等有关<sup>[11]</sup>。一般认为,凋落物充分浸水后(约 24 h)的持水量(率)为最大持水量(率),根据凋落物最大持水率和蓄积量,可以计算凋落物的最大持水量。凋落物的分解程度对其持水能力有较大的影响,在江淮低丘林分的凋落物未分解层持水率大于分解层,前者平均最大持水为 330.4%,后者平均为 225.8%;但由于未分解层凋落物的蓄积量占凋落物总量百分比为 41.2%,而分解层为 58.8%,所以未分解层的最大持水量所占的比例为 42.2%,而分解层的为 57.8%。由此可以看出,凋落物层分解层的持水力最高。

测定江淮低丘凋落物的持水量结果(表 2)表明:未分解层最大持水量排序为:幼麻 > 马 × 枫 > 麻栎 > 马尾松 > 纯茶园,变化范围为 19.4 ~ 37.3 t/hm<sup>2</sup>;分解层最大持水量排序为:麻栎 > 马 × 枫 > 马尾松 > 纯茶园 > 幼麻,变化范围为 11.4 ~ 94.3 t/hm<sup>2</sup>。各林分凋落物最大持水率大小顺序是纯茶园 > 麻栎 > 马 × 枫 > 幼麻 > 马尾松。而它们最大持水量的大小顺序是麻栎 > 马 × 枫 > 马尾松 > 幼麻 > 纯茶园,这主要是凋落物蓄积量的差异所造成的,如图 1 所示,麻栎林凋落物的蓄积量(43.8 t/hm<sup>2</sup>)最多,其最大持水量(123.7 t/hm<sup>2</sup>)也最大;而纯茶园凋落物的蓄积量(10.6 t/hm<sup>2</sup>)最少,其最大持水量(33.5 t/hm<sup>2</sup>)也最小,造成此结果的原因,是各林型整个凋落物层的覆盖度和凋落物层储量不同。麻栎林郁闭度较大,经多年积累,林地形成了一层厚厚的凋落物层,而其他林型郁闭度相对较小,凋落物储量比麻

栋林小。因此,幼麻、马 × 枫、马尾松、纯茶园等林分内凋落物的持水能力均比麻栋林小。

2.3 不同森林类型的土壤蓄水性能

2.3.1 不同林地土壤容重 土壤蓄水能力是评价水源涵养、调节水循环的主要指标之一<sup>[12]</sup>。林地土壤是水分贮蓄的主要场所,土壤水分贮蓄量和贮蓄方式受其物理性质影响很大。不同林地土壤容重大小直接影响土壤的涵蓄水性能,土壤的容重小则意味着降水可很快入渗并贮存于林地土壤,反之则以

地表径流形式流失。降水穿过凋落物后开始向林地土壤层下渗,此时土壤容重将直接影响降水渗透速度和渗透量,从而影响整个林分的涵蓄水能力。由表 3 可见,5 种类型土壤容重变动的趋势是随着土层深度的增加而增加。受凋落物的影响,上层土壤比下层疏松,所以上层有更好的蓄水能力。从不同林分的角度来看,其容重的大小顺序是:纯茶园 > 幼麻 > 麻栋 > 马尾松 > 马 × 枫。所以林分马 × 枫的蓄水能力最强,而纯茶园的蓄水能力最弱。

表 2 凋落物层持水能力的比较

林 型	凋落物蓄积量/(t·hm <sup>-2</sup> )			最大持水率/ %			最大持水量/(t·hm <sup>-2</sup> )		
	未分解层	分解层	总量	未分解层	分解层	平均	未分解层	分解层	合计
麻 栋	8.3	35.5	43.8	353.5	265.5	309.5	29.4	94.3	123.7
幼 麻	11.2	5.4	16.6	332.6	212.8	272.7	37.3	11.4	48.7
马 × 枫	8.7	31.4	40.1	374.7	171.4	273.1	32.7	53.8	86.5
马尾松	10.4	13.1	23.5	250	190.8	220.4	26.1	24.9	51
纯茶园	5.7	4.9	10.6	341.2	288.3	288.3	19.4	14.1	33.5

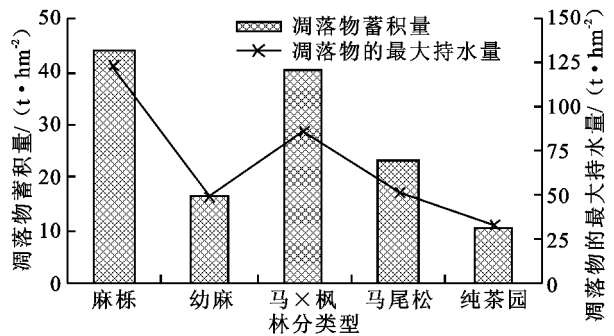


图 1 凋落物的蓄积量与最大持水量的关系

表 3 不同类型林分土壤容重的比较

林型	取样深度/cm	容重/(g·cm <sup>-3</sup> )	平均容重/(g·cm <sup>-3</sup> )
麻栋	0 - 20	1.28	1.34
	20 - 50	1.4	
幼麻	0 - 20	1.23	1.35
	20 - 50	1.46	
马 × 枫	0 - 20	1.19	1.24
	20 - 50	1.28	
马尾松	0 - 20	1.27	1.29
	20 - 50	1.3	
纯茶园	0 - 20	1.32	1.4
	20 - 50	1.47	

2.3.2 不同森林类型土壤含水量和最大持水量 森林土壤的渗透能力、地表径流、保土能力等水文特征都是森林土壤拦蓄降雨功能的反映,而表征森林土壤拦蓄降雨能力最主要的特征是森林土壤的持水能力及其容水量,这也是衡量不同森林类型水源涵

养功能的最重要指标<sup>[1]</sup>。森林类型不同,各林地土壤的含水量和最大持水量存在明显差异。由表 4 可见,马 × 枫林地的土壤含水量最高,含水量受容重及林地凋落物状况的影响,马 × 枫林地土壤的容重最小,且凋落物的保水性能好、含水率高,因而该林地土壤含水量在 5 个林地中最高,而麻栋、幼麻、马尾松、纯茶园等林分的自然含水量都较低。各林地土壤最大持水量的排列顺序为:马 × 枫(2 480.5 t/hm<sup>2</sup>) > 幼麻(2 393.7 t/hm<sup>2</sup>) > 麻栋(2 381.7 t/hm<sup>2</sup>) > 马尾松(2 223.6 t/hm<sup>2</sup>) > 纯茶园(1 747 t/hm<sup>2</sup>),因此马 × 枫林地土壤的蓄水能力最强,而麻栋和马尾松林地土壤蓄水能力较弱。

2.4 各森林类型林地蓄水能力

森林林地蓄水量包括凋落物层蓄水和土壤层蓄水。为了比较各森林类型林地相同深度土层的蓄水情况,针对江淮低丘林地的具体情况,对表层 50 cm 土层土壤的蓄水量进行了测定。以该厚度土层蓄水作为相应土壤层的蓄水量,以凋落物层蓄水和 0 - 50 cm 土壤层蓄水之和作为林地总蓄水量,各森林类型的蓄水能力见图 2 所示:马 × 枫的蓄水能力最强,马尾松的蓄水能力最弱。

从表 5 可以看出,凋落物层蓄水量仅占总蓄水量的较小比例,范围 1.9 % ~ 4.9 %。从总蓄水量来看,由于土壤层蓄水量占到总蓄水量的 95 % 以上,所以总蓄水量是由土壤层蓄水力决定的,各森林类型总蓄水量的排序与土壤层蓄水力次序相同,(如图 2 所示)。以马 × 枫为最,依次是幼麻、麻栋、马尾松、纯茶园。

表 4 不同类型林分土壤的含水量和最大持水量比较

林型	取样深度/ cm	土壤量/ (t·hm <sup>-2</sup> )	含水率/ %	含水量/ (t·hm <sup>-2</sup> )	含水量合计/ (t·hm <sup>-2</sup> )	最大 持水率/ %	最大持水量/ (t·hm <sup>-2</sup> )	最大持水量 合计/(t·hm <sup>-2</sup> )
麻 栎	0 - 20	2560	32.13	822.5	1987.6	39.17	1002.8	2381.7
	20 - 50	4200	27.74	1165.1		32.83	1378.9	
幼 麻	0 - 20	2460	32.11	789.9	2030.3	41.38	1017.9	2393.7
	20 - 50	4380	28.32	1240.4		31.41	1375.8	
马 × 枫	0 - 20	2380	41.43	986	2430.6	41.51	987.9	2480.5
	20 - 50	3840	37.62	1444.6		38.87	1492.6	
马尾松	0 - 20	2540	32.44	824	1894	37.86	961.6	2223.6
	20 - 50	3900	27.44	1070		32.36	1262	
纯茶园	0 - 20	2640	22.15	584.8	1386.1	27.32	721.2	1747
	20 - 50	4410	18.17	801.3		23.26	1025.8	

表 5 凋落物层与土壤层蓄水量的比较

林型	凋落物层蓄水量占 总蓄水量的比例/ %	土壤蓄水量占 总蓄水量的比例/ %
麻 栎	4.9	95.1
幼 麻	2.0	98.0
马 × 枫	3.4	96.6
马尾松	2.2	97.8
纯茶园	1.9	98.1

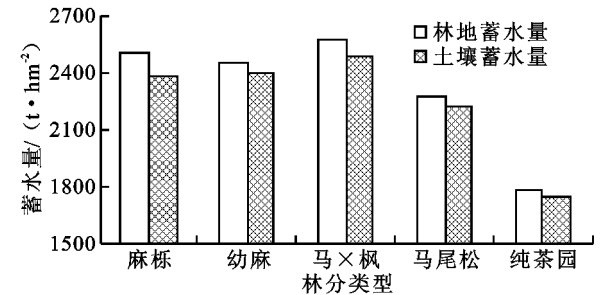


图 2 林地蓄水量与土壤蓄水量比较

3 结论与讨论

(1) 凋落物层是林地涵蓄潜力的一个组成部分, 它的涵蓄量(潜力)与各林地的枯枝落叶量关系密切。该实验区凋落物层最大持水量依次为: 麻栎(123.7 t/hm<sup>2</sup>) > 马 × 枫(86.5 t/hm<sup>2</sup>) > 马尾松(51.0 t/hm<sup>2</sup>) > 幼麻(48.7 t/hm<sup>2</sup>) > 纯茶园(33.5 t/hm<sup>2</sup>)。从总体看, 凋落物层的涵蓄潜力在林地总涵蓄潜力中所占比重不大。

(2) 土壤涵蓄潜力占林地涵蓄潜力比重大, 林地涵蓄潜力与各林分土壤物理性质指标关系最大。从总体看, 林地土壤水分涵蓄潜力由大到小为马 × 枫(2 480.5 t/hm<sup>2</sup>) > 幼麻(2 393.7 t/hm<sup>2</sup>) > 麻栎(2 381.7 t/hm<sup>2</sup>) > 马尾松(2 223.6 t/hm<sup>2</sup>) > 纯茶园(1 747 t/hm<sup>2</sup>), 所以马 × 枫林地土壤的蓄水能力最强, 而麻栎和马尾松等林地土壤蓄水能力较弱。

(3) 此研究为江淮低丘森林水源涵养林的建设

及合理经营提供了一定的科学依据, 但森林的涵蓄潜力还包括林冠层的水文效应、活地被及林木蒸腾、林地蒸发等水文效应, 本文仅从林地的涵蓄潜力上进行了初步研究, 尚需深入全面的研究和定位观测。

参考文献:

[1] 郭立群, 王庆华, 周洪昌, 等. 滇中高原区主要森林类型水源涵养功能系统分析与评价[J]. 云南林业科技, 1999, 86(3): 32-40.

[2] 姜志林. 森林生态系统蓄水保土的功能[J]. 生态学杂志, 1984(6): 58-63.

[3] 张国防, 童美坤, 曾建荣, 等. 闽江流域洪灾与森林生态环境的研究: I. 闽江流域洪灾成因与森林的水文效应[J]. 福建林业科技, 2000, 27(1): 45-66.

[4] 陈卓梅, 郑郁善, 黄先华, 等. 秃杉混交林水源涵养功能的研究[J]. 福建林学院学报, 2002, 22(3): 266-269.

[5] 潘紫重, 杨文化, 曲银鹏. 不同林分类型凋落物的蓄水功能[J]. 东北林业大学学报, 2002, 30(5): 19-21.

[6] 高甲荣. 长江上游亚高山暗针叶林林地水文作用初探[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(4): 75-79.

[7] 朱继鹏, 王芳, 高甲荣, 等. 吉县蔡家川流域不同森林植被的林地水源涵养功能[J]. 水土保持研究, 2006, 13(1): 111-125.

[8] 余立华, 刘桂华, 陈四进, 等. 栗茶间作模式下茶树根系的基础特性[J]. 经济林研究, 2006, 24(3): 6-10.

[9] 高人, 周广柱. 辽宁东部山区几种主要森林植被类型凋落物层持水性能研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2002, 33(2): 115-118.

[10] 王勤, 张宗应, 徐小牛. 安徽大别山库区不同林分类型的土壤特性及其水源涵养功能[J]. 水土保持学报, 2003, 17(3): 59-62.

[11] Tanner E V J. Litterfall in montane rain forests of Jamaica and its relation to climate[J]. Journal of Ecology, 1980, 68(3): 833-848.

[12] 赵世伟, 周印东, 吴金水. 子午岭北部不同植被类型土壤水分特征研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(4): 119-122.