

不同类型水源保护林水资源保护功能的分析和评价

石青, 余新晓, 郭浩, 杨爱荣

(北京林业大学, 北京 100083)

摘要: 针对北京市密云县密云水库上游清水河流域现有水源保护林类型现状, 对油松林、刺槐林、板栗林及混交林 4 个林分类型的截留降雨、枯枝落叶容纳雨量、林地土壤蓄水、减少地表径流及净化水质能力进行了分析、比较和评价。结果表明, 在最小消耗水资源和有利于水资源积累的前提下, 水源保护林中的油松水资源消耗较少, 混交林次之, 刺槐林、板栗林最多。因此建议水源保护林营造应加大耗水能力小和净化水质的树种比例。

关键词: 水源保护林; 林分类型; 水资源; 水质

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2004)04-0031-03

中图分类号: S157

Analysis and Evaluation on Function of Different Forest Types on Water Resources Protection

SHI Qing, YU Xin-xiao, GUO Hao, YANG Ai-rong

(Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract The current water conservation forest in the upper stream area of the Miyun reservoir of Peking City is analyzed. The forest types and present condition are considered. The effects on river flows of *Pinus tabulaeformis* wood, *Robinia pseudoacacia* wood, chestnut wood and mixed forest are considered. The effect of deadwood leaves on the absorption of rain, woodland soil water storage capacity and overland flows and the purification of water as it moves are considered. The result reveals that use of water increases according to the order: *Pinus tabulaeformis* forest < *Robinia pseudoacacia* forest < chestnut forest. Therefore, it is suggested that the forest with greatest water conservation capacity should be constructed, in line with ability to improve water quality. More research on the latter is required.

Keywords water conservation forest; forest classification; water resources; water quality

水源保护林,顾名思义是以水源免受污染、净化水质为主,其它效益例如用材、经济为辅的森林类型。虽然目前尚无确切定义,现在人们普遍认为,水源保护应当包括涵养水源、保持水土、改善水质 3 大部分内容。它包括水源保护区域范围内的人工林和天然林及其它植被资源^[1]。在水源保护林的 3 大功能中,水资源消耗和水资源保护是基础,它的大小直接影响着水源保护林的成败。因此,研究水源保护林不同林分类型的保护功能,对于水源保护林的建设 and 评价具有重要意义。

1 研究区概况

研究区位于北京市密云县密云水库上游清水河流域,位于北纬 40°13′-40°48′,东经 116°31′-117°

31′。气候类型属于暖温带半湿润季风气候,年平均温度 10.5℃,年均降水量 669 mm,主要集中于 6-8 月份,无霜期 176 d。土壤类型为褐土和潮土,母岩多为太古代的花岗片麻岩及少量花岗岩而形成松散的砂质堆积物和粗骨性土壤。地貌为低山丘陵类型,海拔高度变动在 228.40-638.90 m 之间。

研究区地带性植被为暖温带落叶阔叶林。由于多年来的掠夺性经营,天然森林植被基本不复存在,所以目前存在的植被中天然次生林主要为旱生的次生类型,由山杨林 (*Populus davidiana*) 及灌木林组成。其大部分植被为人工植被,主要有油松 (*Pinus tabulaeformis*) 林、侧柏 (*Platycladus orientalis*) 林、刺槐 (*Robinia pseudoacacia*) 林、杨树 (*Populus sp.*) 林和板栗、苹果、杏树等经济林等。

收稿日期: 2004-03-30 修回日期: 2004-04-20

资助项目: 国家十五攻关 (2001BA5102-02)

作者简介: 石青 (1964-), 男 (汉族), 博士生, 内蒙古人, 主要从事水利、水土保持科研工作。 E-mail: shiqingshi@163.com

2 研究方法

全部试验均在北京市密云县北庄乡北庄示范区内进行。2001—2003年选取油松、刺槐、板栗及阔叶混交林的典型地块,分别布设面积为 $20\text{m}\times 20\text{m}$ 径流观测小区。其中油松林林分年龄为25~30a,刺槐林为10~30a,板栗经济林为15~25a,混交林年龄为10~30a。

降雨量采用自记雨量计和雨量筒观测,树干茎流采用直径为2.5cm的聚乙烯塑料管切开后沿树干呈螺旋状固定在树干上,下部用容器收集;林内穿透雨量用直径为20cm的塑料容器(50个)收集。地表径流和产沙量利用人工降雨设备测定。

表 1 不同林分类型树冠截留降雨测定结果

林外降水量 / mm	林分类型	林内降水量 / mm	树冠截留量 /mm	树干茎流量 /mm	穿透雨量 /mm	林内净降水率 /%
221.4	油松林	156.54	64.86	8.04	148.50	70.70
	刺槐林	175.76	45.64	6.77	168.99	79.39
	板栗林	172.60	48.80	5.63	166.97	77.96
232.6	油松林	256.92	66.68	7.44	249.48	79.39
	刺槐林	271.51	52.09	5.72	265.79	83.90
	板栗林	261.67	61.93	6.57	255.10	80.86

3.2 枯枝落叶层的截留量降水作用

当林内降雨到达枯枝落叶层后,即开始了对降雨的第2次分配。其中一部分被枯枝落叶层吸收蒸发,另一部分则进入土壤中或形成地表径流,经沟道流入水库,因此枯枝落叶层截留及吸附降水能力大小与水资源量密切相关。对不同林分类型枯枝落叶层的测定表明(见表2),不管是从厚度,还是从总量,以及最大持水量上,阔叶混交林均处于第一位,刺槐林次之,油松林最小。因此从枯枝落叶消耗降雨角度而言,水源保护林应选用枯枝落叶吸附降水能力较小的树种。

3.3 林地土壤储蓄降水能力

当降雨到达林地土壤后,即开始了对降雨的第3次分配,其中一部分到达毛管孔隙,另一部分则到达非毛管孔隙。我国的研究成果证明,林地土壤具有较大的孔隙度,特别是非毛管孔隙大,加大了林地土壤的入渗能力^[3]。土壤的入渗能力强,表明形成地下水

3 结果与分析

3.1 林冠截留降雨作用

水源保护林保护的水源绝大多数是来自大气降水,当大气降水到达林冠时,森林植被开始对降水产生影响,突出表现为截持部分降水并蒸发掉,其余透过林冠落入地面。为此测定了油松林、刺槐林、板栗林的截留降雨情况,结果见表1。从表1中可以看出,油松林截留量最大,刺槐林次之,板栗林截留量最小。其主要原因在于油松林枝条成层状性生长,比较密集,而作为阔叶树的刺槐和板栗叶子虽然较大,但与油松相比,总量处于劣势,所以截留量少,这个结果与许多其它区域林冠截留降雨的研究结论十分吻合^[2]。

的总量大,因此有利于水资源的积累。不同类型林地土壤因子调查表明,阔叶混交林林地土壤非毛管孔隙度和蓄水能力最大,油松林最小,所以若是从储蓄降水能力而言,水源保护林还是应该选择阔叶树种。

表 2 不同林分类型枯枝落叶层持水能力比较

林分类型	枯落物厚度 /cm	枯落物总量 / ($\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$)	最大持水量 /mm	最大持水率 /%
油松林	2.30	17.01	2.12	124.60
刺槐林	3.20	10.05	2.16	214.90
阔叶混交林	5.50	22.6	5.70	223.30

3.4 减少径流量和产沙量能力

由于树种不同,各林分类型土壤在同一降雨量下产生地表径流和沙量也有差异(表3,4)。从表4看,油松林产生地表径流量和产沙量比刺槐林要大,但远远小于无林地,所以从此角度而言,水源保护林更应选择产生地表径流多的树种,因此油松林比较适宜。

表 3 不同林分类型土壤物理性质测定

林分类型	毛管孔隙度 /%	非毛管孔隙度 /%	土壤容重 / ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)	土壤厚度 / cm	蓄水能力 / ($\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$)
油松林	43.60	5.40	1.46	34.60	186.84
刺槐林	43.77	7.39	1.30	32.00	236.48
阔叶混交林	48.11	10.72	1.09	29.25	313.56

表 4 不同降雨量下径流观测小区测定结果

项 目	13. 2mm		24. 5mm		32. 4mm		38. 6mm		42. 9mm	
	径流量 / L	产沙量 / kg	径流量 / L	产沙量 / kg	径流量 / L	产沙量 / kg	径流量 / L	产沙量 / kg	径流量 / L	产沙量 / kg
油松林	10. 58	0. 04	24. 93	0. 02	177. 8	0. 65	79. 03	0. 07	116. 15	0. 64
刺槐林	14. 37	0. 18	41. 67	0. 28	70. 69	1. 03	39. 64	0. 21	63. 01	0. 92
无林地	35. 63	0. 84	80. 18	1. 17	417. 98	10. 49	132. 83	1. 22	463. 5	10. 13

3. 5 净化水质能力

当降雨经过林冠后,不仅截留了一部分降雨,而且其营养成分成分发生了变化。不同林分类型到达地表降雨的营养元素组成见表 5。从表 5 中可以看出,各林分类型的穿透水和茎流水化学元素的组成中 N, P, K 和 Mg 变化显著,其它元素变化较少,且茎流水的变化远大于穿透水。其中刺槐林变化最大,油松林次之,板栗林最小,这些变化一方面有利于森林植被生长,同时也部分地改变了水资源的质量。

大气降雨经林冠截留后,其水质也不同程度地发生了变化。测定结果表明(详见表 6),穿透水和茎流水溶解氧下降,铵离子和硝酸盐含量增加。其中油松林的水质变化幅度较大,刺槐林次之。总体而言,大气降雨经过 2 个林分类型的林冠后,铵离子和硝酸盐含量皆高于地下水和清水河水,其总盐量和电导率则低于地下水和清水河的水,其它指标则处于两者之间。由此可以看出,降雨通过林冠后,其水质总体上变化不大。

表 5 不同林分类型到达地表降雨的营养元素组成

林分类型	取样位置	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
油松林	穿透水	7. 73	0. 48	4. 21	0. 55	5. 57	1. 57	0. 14	0. 14	0. 21	0. 03
	茎流水	19. 29	2. 88	39. 12	1. 06	8. 26	2. 23	0. 13	0. 22	0. 10	0. 03
刺槐林	穿透水	12. 54	2. 55	23. 70	0. 71	4. 48	1. 96	0. 07	0. 15	0. 01	0. 02
	茎流水	14. 50	2. 51	36. 62	0. 88	5. 09	1. 48	0. 12	0. 25	0. 11	0. 02
板栗林	穿透水	7. 53	0. 67	1. 85	0. 84	4. 42	1. 18	0. 43	0. 14	0. 01	0. 05
	茎流水	13. 79	1. 70	4. 28	1. 09	9. 87	4. 22	0. 32	0. 14	0. 01	0. 08
林外降水		2. 80	0. 18	1. 57	0. 65	5. 60	0. 78	0. 16	0. 16	0. 06	0. 05

表 6 大气降雨通过林冠后的水质变化

林分类型	水温 / °C	pH值	气压 / mm Hg	溶解氧 / (mg° l ⁻¹)	总盐量 / (mg° kg ⁻¹)	铵离子 / (mg° kg ⁻¹)	硝酸盐 / (mg° l ⁻¹)	电导率 / (ms° cm ⁻¹)	氧化还原电位 / mv
油松林	23. 40	6. 96	743. 70	5. 93	0. 04	2. 17	22. 03	0. 109 5	332
刺槐林	24. 00	6. 86	740. 10	2. 94	0. 01	0. 40	3. 70	0. 056 3	305
降水	24. 88	7. 95	742. 00	6. 29	0. 01	0. 21	5. 07	0. 048 2	345
地下水	22. 50	7. 93	742. 90	2. 28	0. 19	0. 12	2. 96	0. 3765	309
清水河	23. 30	9. 07	743. 30	7. 47	0. 18	0. 05	6. 23	0. 364 7	321

[参 考 文 献]

- [1] 余新晓,于志民,等著.水源保护林培育、经营、管理、评价[M].北京:中国林业出版社,2001. 260- 282.
- [2] 于志民,王礼先主编.水源涵养林效益研究[M].北京:中国林业出版社,1999. 188- 217.
- [3] 魏天兴,余新晓,朱金兆.山西西南部黄土区林地枯落物截持降水的研究[J].北京林业大学学报,1998,20(6): 1- 6
- [4] 叶岱夫.降水与森林相互作用机理的探讨[J].大自然探索,1998,17(63): 85- 90
- [5] 王彦辉.陇东黄土地区刺槐林水土保持效益的定量研

究[J].北京林业大学学报,1999(6): 25- 30.

- [6] 王礼先,解明曙.山地防护林水土保持水文生态效益及其信息系统[M].北京:中国林业出版社,1997. 102- 124
- [7] 马雪华.森林水文学[M].北京:中国林业出版社,1993. 206- 210
- [8] 中野秀章[日].森林水文学[M].北京:中国林业出版社,1983. 168- 173
- [9] 刘世海,余新晓.密云水库集水区刺槐水源保护林水化学性质研究[J].水土保持通报,2000,20(5): 13- 15
- [10] 陈灵芝,等.人工油松林的化学元素特征[J].植物学报,1987,29(3): 302- 308.