

采伐对栎林水文效应的影响

李土生

姜志林

(浙江省林业勘察设计院, 杭州 310004) (南京林业大学)

摘要 径流小区对比试验表明: 栎林采伐后, 林冠层截留功能丧失, 灌草层、枯落物层截留有所增大; 地表径流系数增大79%, 产流起始时间提早; 壤中流分层流量不同, 径流系数增大; 大暴雨时雨水入渗速率减小。由地表径流水流失的养分总量占雨水输入林地的养分总量, 栎林地为43.14%, 栎林采伐迹地为41.95%。

关键词 栓皮栎; 采伐迹地; 森林水文

中图分类号 S715.3

次生栎林(以栓皮栎 *Quercus variabilis* 为主)是我国亚热带北缘至暖温带过渡区的地带性植被, 广泛分布在长江中下游丘陵区。近几年来, 长江流域及江南地区洪涝灾害频繁发生, 给国民经济和人民生命财产造成重大损失。因此, 正确认识该区森林的水文特性日显重要。本文对栎林与采伐迹地径流小区各水文效应的变化作了对比研究, 以求更深刻地认识森林的水文生态效益。

1 研究区概况

本研究在南京林业大学附属下蜀实验林场森林生态系统定位站中进行。试验林分为39年生的次生栎林, 树种组成为9栓1麻+枫香, 郁闭度0.86(盛叶期), 林分密度925株/hm², 林分平均胸径17.5 cm, 平均树高16.3m。下木主要有白檀 (*Symplocos paniculata*)、牛鼻栓 (*Fortunearia sinensis*)、短柄枹 (*Quercus glandulifera* var. *breriptiolata*)等。

土壤为山地黄棕壤, 质地粉壤质。

2 研究方法

2.1 林冠层截留量的测定^[1]

在试验区定位标准地上系统地布置5个规格为200 cm×25 cm的“V”型雨量槽, 收集并量测透流量。并选择3块有代表性的树丛, 每丛4~6株, 将割开的塑料管环绕在树干茎部2~3圈, 收集每次降水的茎流量。另在空旷地用自记雨量计及标准雨量筒测定每次降水量。

收稿日期: 1994-10-10; 修改稿收到日期: 1995-02-10

2.2 灌草层及森林枯落物层的截留量测定

在各自径流小区附近随机布设6个 $1\text{m}\times 1\text{m}$ 的样方,分别测出灌草层及不同分解程度枯落物层的生物量,再用浸水法求出各自的饱和吸水率,进而推算出单位面积上的吸水量。

2.3 地表径流及壤中流的测定^[2]

1990年冬采伐1片栎林作为对照,分别在栎林及采伐迹地上设置1个 $5\text{m}\times 20\text{m}$ 的径流小区。两径流小区的坡度、坡位一致。小区的两侧边墙挖 1.5m 深,上、下面挖深 2.0m ,砌砖并用水泥砂浆抹面。砖墙高出地面 $20\sim 30\text{cm}$ 以挡地表径流内外相侵。壤中流测定室设置于径流小区的下端,内分3层(距地表 50cm , 100cm 和 150cm 各1层)。

2.4 水样的采集、分析方法

雨水采自标准雨量筒内,地表径流水从相应的径流承水池中获得。全氮用半微量凯氏法,全磷用钼蓝比色法,钾、钙、镁采用原子吸收分光光度法。

3 结果与讨论

3.1 林冠层与灌草层截留

林冠层截留是指降水时被林冠枝叶截持继而蒸发回大气中的水分。39年生的栎林地郁闭度达 0.86 ,枝叶茂密,冠层深厚。据1991年全年对降水过程的透流量测定,栎林地平均透流率为 72.50% ,茎流率为 5.76% ,林冠层截留率为 21.74% 。影响栎林地林冠截留的主要气象因子是降水量、降水强度和降水间隔期内的平均相对湿度^[1]。

栎林采伐迹地则因乔木层被伐,林冠层截留已不复存在。

灌木草本层对林内雨再次截留。栎林地内灌草层的枝、叶生物量鲜重为 $3.63\text{t}/\text{hm}^2$,吸水率为 38.44% ,吸水量达 $1.39\text{t}/\text{hm}^2$ 。采伐迹地由于乔木被伐,光照条件改善,灌木、草本生长更加茂盛,因此,该地的灌草层截留高于林地,其枝叶鲜重为 $9.9\text{t}/\text{hm}^2$,吸水率为 44.12% ,吸水量达 $4.36\text{t}/\text{hm}^2$ 。

3.2 枯落物层的持蓄水量

栎林地枯落物的贮量受林分特征和环境特性的双重影响。据1991年4月测定的现存量结果是:干重 $10.53\text{t}/\text{hm}^2$,其中枝、叶和果各占 15.00% , 70.90% 和 14.10% 。

枯落物的持水量与其组成成分、特性、质地及分解程度有关。据测定枝、叶和果的最大持水率分别为 136.50% , 330.50% 和 73.00% ,自然含水率分别为 24.55% , 38.93% 和 29.87% 。栎林地枯落物层的最大持水量为 $27.80\text{t}/\text{hm}^2$ 。

因原属于同一片林地,栎林迹地的枯落物层贮量及最大持水量与林地基本一致。但乔木被伐后,降水更直接作用于枯落物层,因此,每一次降水(特别是小雨量时)其持蓄的水量与林地上的枯落物层有所差异。

3.3 土壤的渗透性能及水分动态

3.3.1 水分入渗与降水强度 利用降水过程和地表径流过程的资料,根据水量平衡方程式,可以确定林地的入渗过程。

在一次天然降水过程中,林地入渗能力 f 与降水强度 i 间可能出现 $i < f$ 、 $i = f$ 、 $i > f$ 这3种情况, i 与 f 间的关系不仅决定了实际入渗过程及其特点,且影响到产流过程及产流量

的大小。栎林与栎林迹地 f 与 i 间的关系式分别为:

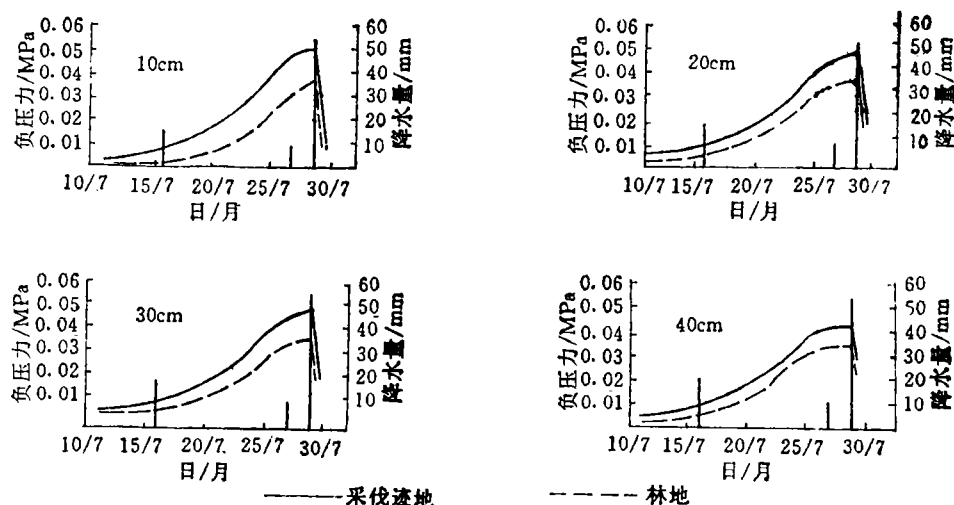
$$\text{栎林 } f = 0.0064 + 0.8636i \quad 0 < i < 0.4 \quad r = 0.97 \quad n = 21$$

$$\text{栎林迹地 } f = 0.0052 + 0.7888i \quad 0 < i < 0.4 \quad r = 0.96 \quad n = 19$$

其中: f 为入渗能力(mm/min), i 为降水强度(mm/min)。

可见,随着降水强度的增大,导致了土壤饱和度及导水率的增大,使入渗能力相应增大。林地的入渗速率比采伐迹地增大更加明显。

3.3.2 土壤水分的消退 降水渗入土层的水分达到饱和后,如果得不到后续降水的补充,由于土壤水分的再分布(包括土壤水分的垂直、侧向渗透等)及植被的蒸腾、地表的蒸发等损失,土壤含水量将逐渐消退。为考察栎林及栎林迹地的土壤水分消退过程,于7月11日至31日每日上午08:00对两径流小区进行张力计读数,其水势的变化见附图。



附图 土壤水势变化

Fig. The variation of soil moisture potential

由图可见,各土层的水势变化以表层较为强烈。随土层深度的加深,水势的变化幅度减小,即深层土壤的水分变化相对缓慢。两地相比,栎林迹地的土壤水势变化稍大于栎林地。

3.4 地表径流

3.4.1 地表径流系数 1991年度,本区雨水丰沛,是历史上罕见的多雨年份,年雨日117 d,年降水量高达2 054.2 mm。栎林迹地的地表径流量达220.7 mm,径流系数为10.74%。栎林地的地表径流量为123.5 mm,径流系数为6.01%。两地对比,前者比后者大79.00%,说明采伐活动对林地的产流有一定的影响。这种影响主要发生在大暴雨特别是特大暴雨时。1991年每次降水量大于50mm的大暴雨出现7次,降水量达866.0 mm。同期栎林地地表径流量为94.9 mm,而栎林迹地的地表径流量则达170.6 mm。

3.4.2 起流历时与降水特征 降水至地表产生径流的过程中,由于存在着林冠、灌草层截留、枯枝落叶持蓄、土壤水分入渗等一系列水分损失过程而存在着一定的时间差。采用多元线性回归分析,得出地表径流起始时间(T , min)与降水量(P , mm)、平均降水强度(i , mm/min)的关系式如下:

栎林 $T = 285.01 + 8.45P - 2111.85i$ $r = 0.84$ $n = 10$

栎林迹地 $T = 230.99 - 0.19P - 235.21i$ $r = 0.72$ $n = 10$

可见, 小雨类型的降水, 两个径流小区产生径流的起始时间均较长。在降水特征中, 降水强度比降水量的作用更重要, 随着降水强度的增大, 产生径流的起始时间明显缩短。

同一次降水过程, 栎林与栎林迹地相比, 延缓地表径流的作用非常显著。由于雨前土壤含水量状况较为一致, 因此, 这种差异主要由栎林冠层截留所致。

3.5 壤中流

壤中流的径流路线依据土壤中径流通路聚集的方向和程度而定。据对土壤入渗剖面观察, 上层径流通道是从裂隙、动物洞穴及植物根系孔洞发展而来, 下层壤中流的产生, 主要是由于相对不透水层的存在。

由于雨水到达林地土壤的过程中存在着一系列的损失, 因此, 并不是每次降水都能产生壤中流。实测结果表明, 在降水量少于40mm的情况下(不包括短阵雨型), 栎林地一般不出现壤中流。

栎林迹地的壤中流则明显大于栎林地。6月5日降水21.6mm, 栎林迹地壤中流径流系数达0.9%, 而栎林地未发生壤中流。6月8日降水36.0mm, 前者径流系数达1.86%, 而栎林地仅为0.018%。

从壤中流的分层径流来看, 栎林迹地100~150cm土层的壤中流流量最大。降水结束后, 该层壤中流的延缓时间很长, 说明该地下层土壤中的水分渗透速率缓慢。而栎林地, 则其表层壤中流较下层为大, 且随降水的结束, 径流的延续时间也短, 说明栎林地根系层的土壤水分渗透更快。表1是栎林地分层壤中流的测定结果。

表1 栎林地分层壤中流流量测定

Table 1 Subsurface runoff at the different soil layers in oak stand

日期 /月-日	降水量 /mm	平均降水强度 /mm·h ⁻¹	瞬时最大降水强度/mm·min ⁻¹					分层壤中流量/ml·100m ⁻²			总流量 /ml	径流系数 /%
			10	20	30	60	120	0~50 cm	51~100 cm	101~150 cm		
07-03	64.5	4.72	7.0	11.0	15.6	19.4	23.5	14050	4780	2700	21530	0.334
07-06	105.2	7.10	5.0	8.0	10.0	15.5	27.0	1100	1600	500	3200	0.030
07-09	41.0	1.82	3.0	5.0	6.5	9.5	14.0	1200	130	400	1730	0.042
07-10	172.0	9.4	9.0	18.0	20.5	30.0	36.0	9700	6000	7700	23400	0.136
07-29	27.0	54.0	13.5	24.5	27.0	27.0	27.0	1330	0	0	1330	0.049
08-01	13.5	40.9	10.7	13.5	13.5	13.5	13.5	330	0	0	330	0.024
08-03	58.0	30.5	10.0	20.0	29.5	33.5	33.5	1330	250	1250	2830	0.048
08-07	164.5	10.3	10.0	20.0	23.5	32.0	60.0	12500	8530	6500	27530	0.167

3.6 地表径流水的化学特征

伴随着雨水形成地表径流的过程, 雨水的化学物质因经过了森林生态系统各层次的截留、吸收、淋洗、淋滤和溶脱, 也发生了变化。这种变化主要受降水中的养分浓度、枯落物特点、林内雨和树干茎流的养分浓度、营养元素本身性质等的影响^[4]。

据报道, 栎林地降水经林冠后的化学变化呈增长趋势^[1]。单位面积上, 林内雨氮、磷、钾、钙和镁5种元素的养分总量是林外雨的2.28倍。其中氮增加1.43倍, 磷增加1.52倍, 钾

增加3.75倍,钙增加2.58倍,镁增加1.82倍。

林内雨经下木、草本、枯落物层及至土壤后产生的地表径流中,养分浓度除氮外,均比林外雨高。氮之所以浓度降低,主要是由于无机氮被层层吸收吸附所致。考察林外雨及地表径流中的养分浓度和相应水量,可以看出林地的养分收支状况,从而对比出栎林及采伐迹地积累养分的能力差异(表2)。

由表2可见,由于栎林及栎林迹地的地表径流少,径流系数低,其由地表径流水损失的养分物质量分别只占雨水输入林地养分量的43.14%和41.95%。但栎林地钾的流失量大于输入量,栎林迹地的钾和磷流失量也大于雨水输入量。

表2 径流小区养分的收支(kg/hm²)

Table 2 Import and export of nutrient in runoff plots

养分元素	雨 水		栎 林		栎林迹地	
	(A)	地表流(B)	B/A/%	地表流(C)	C/A/%	
N	8.48	0.62	7.31	0.80	9.43	
P	0.78	0.38	48.71	1.16	148.71	
K	8.31	11.99	144.28	10.28	123.70	
Ca	17.94	3.06	17.05	2.75	15.32	
Mg	4.20	1.08	25.71	1.67	39.76	
合计	39.71	17.13	43.14	16.66	41.95	

4 结语

- 4.1 采伐对森林水文效应的最大影响莫过于其冠层截留功能的丧失,而栎林地的冠层截留率达21.74%。
- 4.2 栎林比栎林迹地的土壤入渗能力更强,产生的地表径流、壤中流更少。栎林地的地表径流系数为6.01%,采伐迹地则为10.74%。
- 4.3 由地表径流水损失的养分总量小于由雨水输入的养分量。但栎林地的钾及栎林迹地的钾和磷流失则大于输入。

参 考 文 献

- 1 王冬米. 苏南丘陵主要森林类型水文效应的研究. [学位论文]. 南京: 南京林业大学, 1990
- 2 李土生, 姜志林. 苏南丘陵主要森林类型地表径流的初步研究. 见: 姜志林主编. 下蜀森林生态系统定位研究论文集. 北京: 中国林业出版社, 1992. 42~49
- 3 周国逸, 潘流俦. 林地土壤的降雨入渗规律. 水土保持学报, 1990, (2): 79~83
- 4 O'connell A M. Nutrient accessions to the forest flow in karri forests of varying age. *For Ecol and Manage*, 1985, 10: 283~296

Li Tusheng (Forestry Surveying and Designing Institute of Zhejiang Province, Hangzhou 310004, Zhejiang, PRC) and Jiang Zhilin. **Effects of Cutting on Hydrological Properties in Oak Stand.** *J Zhejiang For Coll*, 1995, 12(3): 262~267

Abstract: Compared with those in oak stand, the interception of the brush and litter layer in cutting blank increased to varying degrees as well as the coefficients of surface runoff and subsurface runoff. There appeared an earlier occurrence of surface runoff and a lower infiltration rate in period of storms. The surface runoff carried away 43.14% of nutrients inputted by rainfall in oak stand and 41.95% in cutting blank.

Key words: *Quercus variabilis*; cutting-blank; forest hydrology

大力发展名特优经济林

——简评《浙江省名特优经济树种栽培技术》

近日中国林业出版社出版了浙江林学院经济林研究专家黎章矩教授主编的《浙江省名特优经济树种栽培技术》一书, 11章48万字。前6章概述了浙江省名特优经济树种资源、良种繁育技术、通用栽培技术、植物激素和生长调节剂的应用、早期丰产技术、低产林园改造及立体经营等基本原理和方法; 后5章详细介绍了浙江省近40种名特优经济树种的栽培历史、生产现状、发展前景、生物学生态学特性、优良品种、实用栽培技术和产品加工利用技术等。

这部专著由浙江省从事经济林研究、教学的18位专家撰写, 立足浙江, 面向江南, 语言通俗, 文字清新, 不仅是经济林研究和生产实践的经验总结, 而且是现代经济林栽培技术和管理水平的荟萃。

浙江的地理特点是“七山一水二分田”, 山区占很大比重。山区经济发展的优势在山, 希望在林, 突破口在经济林。迅速发展名特优经济林, 扩大栽培面积, 提高产量和产值, 是山区人民脱贫致富奔小康的重要途径。

发展经济林要以科学技术为依托, 既要有良种, 更要有现代栽培管理技术和产品贮运加工技术。《浙江省名特优经济树种栽培技术》正是为了满足这种需要而出版的。它的出版必将对山区经济开发和名特优经济林的发展起积极的推动作用。

(吴)