

杉木、马尾松人工林径流特征的研究*

马雪华 杨茂瑞 刘永敏

(中国林业科学研究院林业研究所)

摘要 为探讨亚热带人工林的水文效应, 1984~1990年, 在江西省分宜县山下林场22年生杉木和马尾松林中, 对降雨、径流等进行定点测定, 结果表明: 试验区林地的年平均径流量为15.648~31.148 mm, 年平均径流系数为1.245%~2.537%。降雨量与径流量的较佳回归模型为 $y = ab^x$ 。

关键词 杉木 马尾松 降雨 径流

1 试验区自然概况及研究方法

1.1 试验区自然概况

江西省分宜县亚热带林业实验中心山下林场地处丘陵山地, 海拔85~100 m, 属中亚热带湿润气候, 年平均气温17.9℃, 气温变化剧烈, 雨量丰富, 降雨集中在4~6月, 9月至次年1月为干季, 年平均降雨量为1100~1700 mm。上半年各月雨量均小于同月的蒸发量。

由于人为活动频繁, 该区的原始林大部分遭到破坏, 目前, 主要是杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)、马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)人工林和毛竹(*Phyllostachys pubescens* Mazel ex H. de Lehaie)林。土壤属于低山丘陵黄红壤类型, 质地为重壤土, 上层和腐殖质层较薄, 粒状、块状结构, 酸性, 成土母质主要是页岩或页岩的变质岩类。

1.2 研究方法

于1984年, 先后设置2个22年生杉木林小集水区和2个坡面径流场。小集水区面积分别为1.63 ha (Na1)、0.63 ha (Na2)。集水沟为南北走向, 平均坡度15°~20°, 杉木林郁闭度为0.7。为了研究采伐森林对径流的影响, 对集水区Na2观测3~4年后, 1987年进行皆伐, 火烧整地, 重新栽植杉木, 并与集水区Na1进行同步对照观测。在2个集水沟沟口设有顶角为30°、45°的三角形薄壁堰, 用自记水位计, 测定水位的日变化。

皆伐迹地坡面径流场(Na3)面积为10 m×20 m, 在坡的中部, 坡向西北, 坡度43°30', 1981年采伐, 火烧整地, 植被盖度100%。为了解当年火烧、除草对坡面径流的影响, 1987年冬, 又进行了一次除草、火烧整地, 并栽植杉木林。

22年生马尾松林径流场(Na4)面积为10 m×20 m, 在坡的上部, 坡向北偏东, 坡度15°, 林下植被盖度30%。在坡面径流场的下方, 建有集水槽, 径流经集水槽汇入测流堰箱内, 采用体积法测定径流。

本文于1991年12月4日收到。

*王建军、刘和文参加测试工作。

2 研究结果与分析

2.1 影响径流形成和变化的主要因素

降雨量和降雨强度对流域径流的形成和变化都有直接影响, 降雨量的多少决定着径流量的大小, 降雨强度对一次降雨径流的形成过程影响较为明显^[1]。

1984~1989年试验区降雨量的测定结果见表1。年平均降雨量1505 mm, 以4~6月最多, 多年月平均值为200~220 mm, 7、8月次之, 为122~130 mm, 9、10月再次之, 为94~100 mm。11月至次年1月为全年雨量最少月, 为29.20~75.16 mm。不同雨强的季节分配状况(表1)说明: 以4~7月雨强较大, 特别是6月, 雨量多, 雨强大, 产流次数较多, 产流大多集中在5~6月。其他月的雨量少, 雨强弱, 无径流, 偶尔也有1~2次产流现象。产生径流的雨日达2~3日, 其总雨量为50~120 mm, 最大日降雨量达50~60 mm。雨强频度的分配: 以雨强0.001~0.039 mm/min的频度最大, 为60.434%, 其次是0.04~0.099 mm/min, 为24.86%。能引起径流的雨强为大于0.1 mm/min, ≥ 0.1 mm/min的雨强频度为14.70%(表2)。

表1 降雨量及不同雨强出现次数的季节分配 (山下林场, 1984~1989年)

月份	降雨量 (mm)	雨 强 (mm/min)				
		0.001~0.0099	0.01~0.0590	0.06~0.0990	0.1~0.4900	≥ 0.50
1	75.160	5.80	18.00	5.00	2.00	0
2	128.523	6.66	19.00	2.40	1.60	0
3	157.383	7.80	26.00	5.40	4.00	0
4	210.924	3.83	21.40	6.60	6.00	0
5	220.525	4.16	25.00	5.00	5.00	1.20
6	202.520	2.60	12.00	4.40	6.00	1.80
7	121.910	0.82	6.70	2.40	5.00	1.00
8	129.704	0.33	4.00	3.20	3.00	1.00
9	94.690	1.16	4.40	1.00	2.00	1.00
10	100.726	5.20	12.50	1.00	1.00	0
11	62.962	2.00	7.50	0.00	0.40	0
12	29.210	2.50	6.50	0	0	0
年平均	1505.039					

表2 不同雨强频度的分配 (山下林场, 1984~1989年)

雨强 (mm/min)	0.001~0.009	0.01~0.039	0.04~0.059	0.06~0.099	0.1~0.49	≥ 0.50	合计
平均出现次数	43.60	129.00	34.00	37.00	26.00	6.00	
频度 (%)	15.266	45.168	11.965	12.955	12.605	2.101	
雨量 (mm)	60.262	440.975	213.715	251.240	356.693	182.109	1505.039

林地产流受降雨状况、土层厚度及土壤水文—物理性质的影响。本区林地土层较薄(0~60 cm), 土壤的蓄水、渗水性能较差^[2]。土壤表层(0~10 cm)的有机质含量小, 其平均含量为2.031%。土壤的上层(0~10 cm)为团粒结构, 中、下层为块状结构, 较紧实。人工林的土壤容重为0.77~1.35, 0~10 cm土层的孔隙度为66.91%, 其中毛管孔隙度为56.94%,

非毛管孔隙度为9.97%。土壤的稳渗率为3.18~5.37 mm/min。0~50 cm深度的土壤最大持水量为266.00~305.37 mm,毛管持水量为223.91~252.92 mm,非毛管持水量为42.59~52.45 mm。各林地土壤含水率没有显著的差别,一般含水率为21%~32.8%。0~50 cm土壤多年平均蓄水量以杉木林最高,达142.597~144.482 mm,其次是马尾松林,为138.479 mm,皆伐迹地最低,达134.220 mm^[2]。

由于本区的人工林多为中、幼龄林,根系浅,林下植被盖度低,林地拦蓄水分性能较差。22年生人工杉木林的郁闭度为0.65,0.89时,月平均林冠截留率分别为15.0%,17.56%。郁闭度0.6的马尾松林的林冠截留率为10.28%。杉木林的平均树干茎流率为0.98%~1.27%,马尾松林为1.40%^[3]。

现采用的传统的火烧全垦整地方式及在幼林郁闭前采用的除草、松土等抚育措施的结果,使表层土壤和植被多次遭受扰动破坏,加剧了林地的水土流失,促使林地土壤养分含量减少,地力衰退。

2.2 林地径流

由于本试验区为低丘山地,地形切割程度小,集水区内地下径流不甚丰富,主要是间断性的降雨径流类型,多为表层流,即以浅层壤中流和坡面径流为主,只有当连续降雨数日(2~3日),降雨总量高达数十至近百毫米时才开始产流,这种产流为历时长,强度低的降雨形成的蓄满产流,以壤中流为主,如1989年5月15日10时开始降雨,15~16日降雨量达68.3 mm,雨强为0.037 mm/min,5月16日12、16时,两个小集水区的径流量达最高峰。在相同的降雨条件下,杉木林小集水区No.1的径流总量大于1987年冬皆伐迹地小集水区No.2,且洪峰出现时间晚,峰值低而平缓,径流持续时间长,径流过程较缓和(图1)。这是由于杉木人工林具有调蓄水分功能所致。在短历时、高强度的暴雨条件下,有时也可能出现以坡面径流为主的超渗产流。如1987年5月2日14~15时,雨量高达63 mm,雨强为1.025 mm/min,14时18分径流迅速增至最大值为34.38 mm,径流变化过程表现得很剧烈,峰值陡起、陡落(图2)。

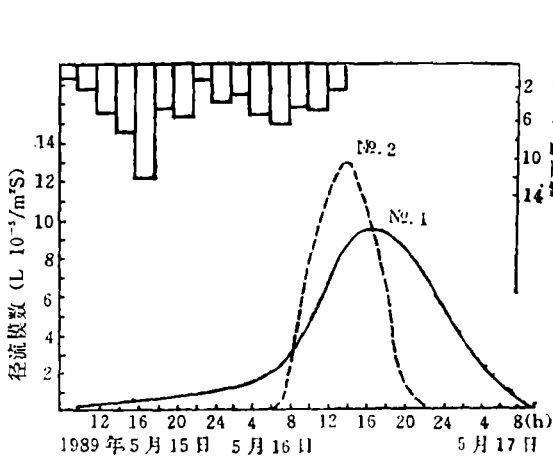


图1 小集水区降雨径流过程(蓄满产流)
No.1,杉木林小集水区, No.2,皆伐迹地集水区
(图2、图3的图注同图1)

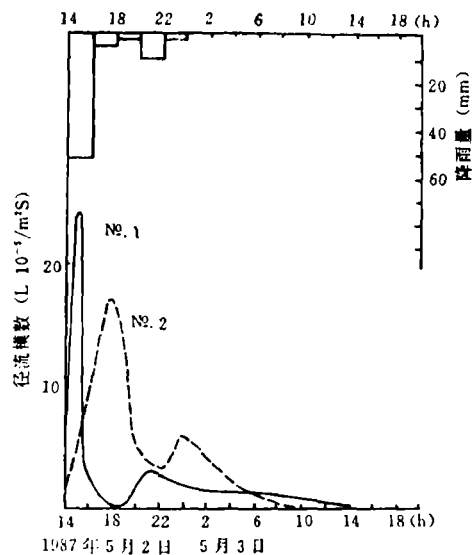


图2 杉木人工林小集水区径流过程(超渗产流)

人工杉木林、马尾松林林地的径流量较小。森林小集水区多年平均年径流量为15.648~31.148 mm, 年平均径流系数为1.245%~2.537%。马尾松林的坡面径流量为1.173 mm, 年平均径流系数为0.084%, 皆伐迹地的坡面径流量为3.037 mm, 平均径流系数为0.215%。皆伐迹地的坡面径流量较有林地大。随着森林植被的逐渐恢复, 地表径流量逐渐减小。因此, 伐后如能杜绝多次的除草松土, 使林地保持一定的植被覆盖率, 对防止林地的水土流失具有重要意义。

2.3 径流的季节变化

径流量的大小主要受降雨量多少制约, 森林覆被状况对产生径流量的大小具有一定的影响。多年测定表明: 本区林地的径流量随着降雨量季节分配的影响而产生变化(图3)。年平均最大径流量产生在4~6月, 有时也出现在干季。次最大径流量为2.160~24.587 mm, 最大径流系数为3.07%~31.35%, 最大坡面径流量为0.954~1.095 mm, 最大径流系数为1.054%~2.64%。11月至次年1月径流量最小, 径流量为0.026~0.117 mm, 几乎不产生径流。其他月的径流量介于上述二者之间, 径流量为1.488~2.510 mm, 径流系数为1.330%~2.350%。

2.4 降雨量与径流量的回归关系

以降雨量(x)为自变量, 径流量(y)为因变量, 将实测的降雨量按其数量大小划分若干数据组(0~10 mm, 10~20 mm, ...)

取各数据组的算术平均值为样本值, 同时, 将与降雨量相对应的径流量作同样处理, 然后把样本值(x, y)进行多种回归拟合, 最佳回归式为 $y = ab^x$, a, b 为参数(图4)。

从降雨—径流指数曲线回归式说明: 不同林地降雨—径流回归式的主要差别表现在参数 a 值大小, b 值的差异很小。 a 值的差异主要由林地的不同森林植被覆盖被率, 土壤水文—物理性质及地貌等因素所致。图4表明, 当降雨量不大时, 径流模数随雨量增加的递增率较缓慢, 当降雨量达到一定值时(30~50 mm), 其递增率迅速增加(呈几何级数增加), 最后, 降雨量增至极限值时, 径流几乎成直线急剧上升。不同年代皆伐迹地的降雨—径流指数曲线回归式说明, 伐后1~2年的皆伐迹地回归式中参数 a 值较伐后3~4年大3倍多, 这说明, 随着采伐时间的延伸和植被的恢复, 皆伐迹地的径流量逐渐减小。另外, 马尾松林林地坡面径流与皆伐后3~4年的迹地径流相接近, 主要是马尾松林的郁闭度较低(0.3~0.4)。林下植被稀少, 其凋落物不易分解, 土壤水文—物理性质较差的缘故。

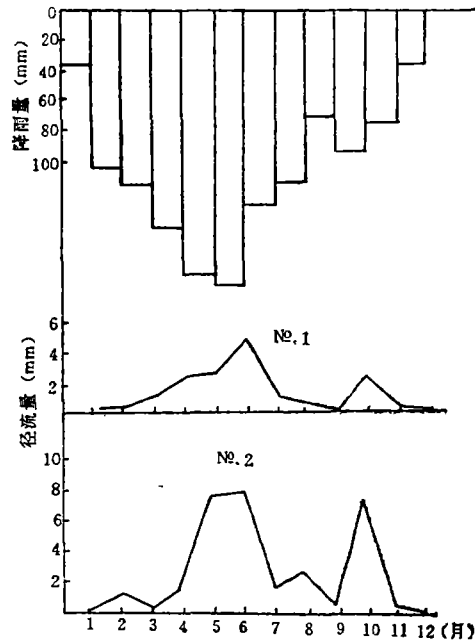


图3 杉木人工林小集水区降雨量和径流量的季节变化

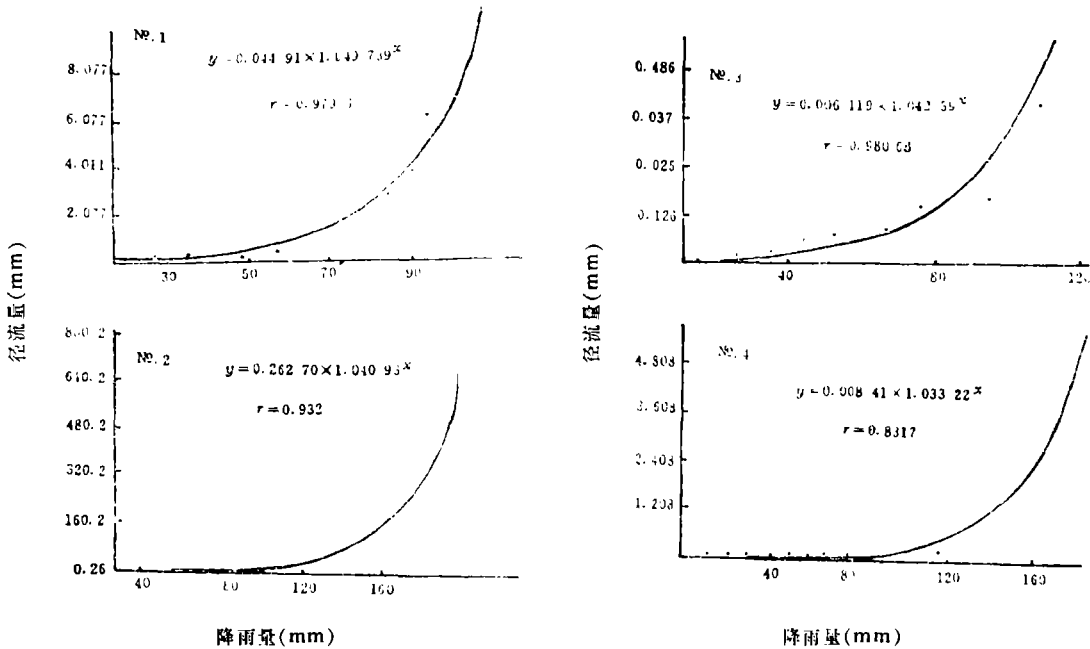


图4 降雨量与径流量的指数曲线

№1、№2: 杉木人工林小集水区; №3: 皆伐迹地径流场; №4: 马尾松林径流场

3 结 论

试验区林地产流多集中在雨季的5~6月,产流时的雨量一般高达30~50mm,雨强超过0.1mm/min,以蓄满产流为主。暴雨时,有时也出现超渗产流的特点。径流多为表层流(地面径流和浅层土壤径流)。径流量较小,小集水区多年平均年径流量为15.648~31.148mm,年平均径流系数为1.245%~2.537%,次最大径流量为2.16~24.587mm,最大径流系数为3.07%~31.35%。

降雨量与径流量的最佳回归模型为 $y = ab^x$ 。

皆伐后,加大了坡面径流量,减少了土壤径流量,使小集水区的径流过程变得更加剧烈,从而削弱了林地调蓄水分的功能。

参 考 文 献

- 1 河北、上海、吉林师范大学地理系合编. 普通水文学. 北京: 北京高等教育出版社, 1979. 79~90.
- 2 马雪华, 杨光澄. 杉木、马尾松人工林土壤物理性质及水分含量变化的研究. 林业科学研究, 1990, 3(1), 64~68.
- 3 杨茂瑞. 亚热带杉木、马尾松人工林的林内降雨、林冠截留和树干茎流. 林业科学研究, 1992, 5(2), 158~162.

*A Study on Characteristics of Runoff in Forest Plantation
of Cunninghamia lanceolata and Pinus massoniana*

Ma Xuehua Yang Maorui Liu Yongmin

(The Research Institute of Forestry CAF)

Abstract In 1984~1990, precipitation, runoff and soil moisture in the 22-year-old plantation of *Cunninghamia lanceolata* Lamb. and *Pinus massoniana* (Lamb.) Hook. were measured. Some results from 2 small experimental forest watersheds and 2 runoff plots are presented. The ranges of the average annual runoff were 15.648 mm to 31.148 mm, or 1.245 % to 2.537 % (annual runoff coefficient). Maximum runoff in a time period is about 2.16 mm to 24.587 mm or 3.07 % to 31.35 % (runoff coefficient). According to the analysis of multi-regression, runoff (y) approximates precipitation (x) in exponential curve regression, its equation is $y = ab^x$ (a, b be parameter).

Key words *Cunninghamia lanceolata* *Pinus massoniana* precipitation
runoff

“笋竹两用丰产林培育和加工利用”通过鉴定

国家星火计划项目《笋竹两用丰产林培育和加工利用》，由中国林科院亚热带林业实验中心和亚热带林业研究所共同承担，经过四年多的共同努力，较好地完成预定任务。3 000亩笋竹两用丰产林的培育，亩均竹材产量达 1 747 kg，竹笋产量达 185.6 kg，分别比预定合同指标增加 29.4 % 和 9.2 %，超过国内同类竹林生产水平。竹笋加工主要是开发软包装保鲜笋和软包装方便笋，7 个产品，色泽、质量、保存期皆达到出口标准。通过技术开发，筛选了较好的加工工艺流程，找出了较佳的技术参数以及方便笋的调味配方。共创经济效益 200 余万元。

出席验收、鉴定会的有关专家一致认为本成果达国内先进水平。

(中国林科院亚热带林业实验中心 郑义和 李惠丽)