

## 杉木新造林地水土流失规律研究初报\*

何贵平 陈益泰 封剑文 蔡宏明

**关键词** 福建邵武、杉木新造林地、地表径流、水土—养分流失

杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 是我国南方的主要用材树种, 造林时, 以营造纯林为主, 整地方式又以全垦挖大穴或火烧炼山后挖大穴较常见。由于南方雨水充沛, 雨量集中, 而且常有大雨、暴雨出现, 使得新造林地发生大量水土流失, 在坡度较大地段, 甚至出现滑坡, 造成严重的损失。本文以杉木新造林地为对象, 设置径流场, 进行定点观测, 以进一步了解新造林地水土流失量及其变化规律, 为今后制定造林方案, 保持水土提供科学依据。

### 1 试验区概况及研究方法

试验点设在福建省邵武市水北镇三都村, 1992年2月下旬新造的杉木林地。该点常年平均降雨量为1799.8 mm (1961~1986年), 年内降雨分配不均, 以春夏两季较为集中, 且暴雨时有发生。

林地原为针阔混交林。土壤为花岗斑岩发育而成的红黄壤, pH值在4~6之间, 土层深厚, 腐殖质层厚度3~5 cm, 土壤疏松, 透水性能良好。林地坡度为23.0~26.4°, 坡向东南。经火烧炼山后, 穴状整地(50cm×50cm×50cm), 造林密度2m×2m。郁闭前, 每年培土、抚育2~3次, 同时进行水平梯状扩带, 以保持水土。

在林地旁空地上安装一台自记雨量计, 进行降雨量观测。水土流失量是在林地内设置径流场进行实测, 径流场设在同一个坡面上, 坡向、坡位等基本一致, 其中两个径流场设在新造林地内, 一个对照场设在只进行炼山, 不整地造林的裸地(文中所提到的“裸地”, 均指炼山后的裸地)上, 每个径流场的面积为100 m<sup>2</sup>(20 m×5 m), 长边沿坡面从上向下, 在下面短边处、修筑积水槽和积水池, 用来测量地表径流及其泥沙悬移质量, 大雨暴雨时, 一天测量两次。测定积水池中径流的含沙率(5次平均值)和淤泥容重(3次平均值)、体积, 用以计算径流中泥沙悬移质量。取池中水土样各三次, 按常规法分析水土养分含量, 然后根据水土流失量计算水土养分流失量。径流系数为单位面积内径流量与降雨量的百分比。

### 2 结果与分析

#### 2.1 新造林地与裸地地表径流的差异及季节性变化

径流场的观测于1992年造林后3月份开始。在3~12月份10个月中, 降雨日为104 d, 降雨

1993-04-17收稿。

何贵平助理研究员, 陈益泰(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400), 封剑文, 蔡宏明(福建省邵武市林业委员会)。

\*本研究系世界银行贷款国家造林项目科研推广课题的一部分。水土养分含量分析, 得到亚林所裴致达高级工程师等人的帮助, 谨表感谢。

量为 1 846.3mm。根据三个径流场的实测值拟合得单位面积地表径流量与日降雨量的关系式,并绘制成图1。由图1可以看出,裸地径流量随日降雨量增大增加较快,而新造林地(径流场 I、II)中的变化趋势较相似,径流量的增加较缓慢;在同一降雨量时,裸地径流量比新造林地大得多。这是因为新造林地除因挖大穴造林,大穴能较多地吸收、渗透水分外,而且林地进行了水平带的梯状培土、抚育,大大提高了土壤的透水性能;而未造林地径流水易顺坡而下,容易对表土的结构造成破坏,使吸收、渗透能力下降,有时还形成冲刷沟,反过来使径流更大。由此看出,造林后进行水平带的梯状抚育、培土,能大大减少径流,有利于保持水土。

从三个径流场的径流系数来看,裸地(I)为7.03%,新造林地(II、III)分别为1.87%和1.80%,裸地的径流系数为新造林地的3.8倍。新造林地的径流系数较小,这除与降雨特性有关外,主要与林地的土壤结构有较大关系<sup>[1~3]</sup>。

地表径流会带走部分表土,严重时还会造成土壤冲刷与滑坡。根据实测资料拟合得径流中泥沙悬移质量与日降雨量间的关系式,并绘制成图2。由图2可知,裸地以及新造林地上径流中的泥沙悬移质量的变化趋势,同径流量的变化趋势相似,即裸地的较新造林地的大;且在日降雨量相同的情况下,裸地径流中泥沙悬移质量比新造林地的大得多。泥沙悬移质量同地表径流有较大的相关性( $R_I = 0.97, R_{II} = 0.98, R_{III} = 0.98$ ),故在造林时,制定有效的整地、抚育措施,尽量减小地表径流,从而达到既有利于保持水土,又能提高林地的持水能力,维护地力。

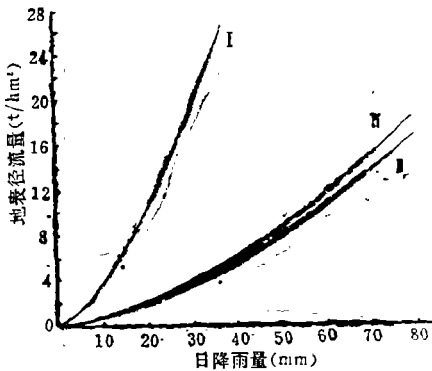


图1 地表径流量与日降雨量的关系

I:  $y = 109.1189x^{1.5174} \times 10^{-3} \quad n = 67 \quad r = 0.87$   
 II:  $y = 11.6466x^{1.6854} \times 10^{-3} \quad n = 66 \quad r = 0.83$   
 III:  $y = 13.6113x^{1.6264} \times 10^{-3} \quad n = 65 \quad r = 0.82$

(x: 日降雨量(mm), y: 地表径流量(t/hm<sup>2</sup>);  
 I——裸地, II、III——新造林地)

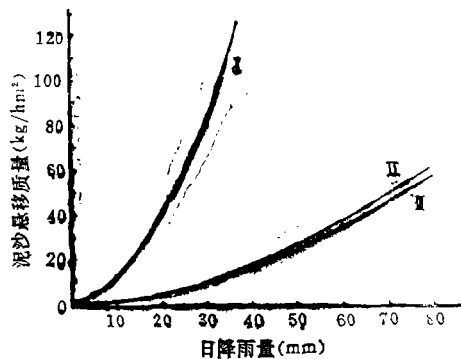


图2 径流中泥沙悬移质量与日降雨量的关系

I:  $y = 0.2206x^{1.7465} \quad n = 67 \quad r = 0.89$   
 II:  $y = 0.0247x^{1.7866} \quad n = 66 \quad r = 0.84$   
 III:  $y = 0.0300x^{1.7284} \quad n = 65 \quad r = 0.83$

(x: 日降雨量(mm), y: 泥沙悬移质量(kg/hm<sup>2</sup>);  
 I——裸地, II、III——新造林地)

年内降雨量的季节性变化将导致地表径流及其泥沙悬移质量的季节性变化。从观测结果(表1)看,3~8月份降雨量较大,特别是6~7月份,降雨日25d,为总降雨日的24.04%,但降雨量则是总降雨量的39.52%,6~7月份的平均径流系数亦较全年平均值大。10~12月份,天气干旱,有少量降雨,基本上不形成径流,也就是说,雨量相同的一次降雨,在不同季节里,会有不同的地表径流及其泥沙悬移质量,其大小与降雨前土壤中的含水量成正比。

表1 新造林地降雨量、地表径流量及其泥沙悬移质量的月变化

月份(月)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
降雨量(mm)	441.6	182.1	257.7	444.8	284.9	141.1	29.6	0.8	9.5	54.2	1846.3
降雨日数(d)	23	17	17	17	8	8	4	1	2	7	104
I 地表径流量(t/hm <sup>2</sup> )	283.60	127.23	201.66	328.52	241.89	70.63	35.30	0	0	8.30	1297.13
I 泥沙悬移质量(kg/hm <sup>2</sup> )	1578.13	450.37	1060.91	2330.36	1739.64	250.03	124.97	0	0	29.39	7563.80
II 地表径流量(t/hm <sup>2</sup> )	45.58	23.90	45.19	108.46	96.45	21.15	3.15	0	0	0.85	344.73
II 泥沙悬移质量(kg/hm <sup>2</sup> )	126.07	66.96	124.73	570.70	621.13	58.38	8.70	0	0	2.35	1578.02
III 地表径流量(t/hm <sup>2</sup> )	39.23	24.78	41.60	104.23	89.66	21.31	3.60	0	0	0.92	325.33
III 泥沙悬移质量(kg/hm <sup>2</sup> )	112.90	71.42	119.81	559.68	582.66	61.35	10.37	0	0	2.65	1520.83

注: I——裸地, II、III——新造林地。下同。

## 2.2 不同降雨量级的地表径流及其泥沙悬移质量

表2为3~12月份102次降雨按不同降雨量级产生的地表径流量及泥沙悬移质量。降雨量50mm和小于50mm出现频率为91.18%,雨量占总雨量的59.71%;降雨量大于50mm的降雨次数为9次,出现频率仅有8.82%,而降雨量则为743.8mm,占总降雨量的40.29%。从地表径流量来分析,在上述大于50mm的9次降雨过程中,裸地的径流量687.90t/hm<sup>2</sup>,为裸地3~12月经流量的53.03%,新造林地II、III分别为223.65t/hm<sup>2</sup>和209.12t/hm<sup>2</sup>,分别为该林地3~12月总径流量的64.88%和64.28%;同时,地表径流中泥沙悬移质量为:裸地5407.16kg/hm<sup>2</sup>,占其总量的71.49%,新造林地II、III则分别为1243.81kg/hm<sup>2</sup>和1186.19kg/hm<sup>2</sup>,分别占其总量的78.82%和77.99%。由此看出,大暴雨是产生地表径流和泥沙悬移质的主要根源,并且对后者影响更大。观测中发现,裸地径流场一般降雨量在50mm以上时,积水池中就会有大量淤泥形成,而经过水平梯状抚育的新造林地,只有两次降雨量

表2 不同降雨量级产生的地表径流及其泥沙悬移质量

降雨量级(mm)	0~5	>5, <10	>10, <20	>20, <30	>30, <40	>40, <50	>50, <60	>60, <90	>90	Σ
降水次数	29	20	23	17	3	1	5	2	2	102
累计雨量(mm)	55.2	151.3	340.5	411.7	102.3	41.5	281.6	157.4	304.8	1846.3
占总雨量(%)	2.99	8.19	18.44	22.30	5.54	2.25	15.25	8.54	16.51	100
I 径流次数	3	15	19	17	3	1	5	2	2	67
I 地表径流量(t/hm <sup>2</sup> )	2.26	49.12	187.42	272.23	65.70	32.50	313.10	149.80	225.00	1297.13
I 泥沙悬移质量(kg/hm <sup>2</sup> )	7.07	173.87	663.47	963.70	232.58	115.05	2218.91	1192.85	1995.40	7563.80
I 平均径流系数(%)	0.41	3.25	5.50	6.61	6.42	7.83	11.12	9.52	7.83	7.03
II 径流次数		4	19	17	3	1	5	2	2	66
II 地表径流量(t/hm <sup>2</sup> )	0.59	7.41	32.80	63.88	12.00	4.40	57.55	35.10	131.00	344.73
II 泥沙悬移质量(kg/hm <sup>2</sup> )	1.63	20.44	90.53	176.35	33.12	12.14	158.84	96.88	988.09	1578.02
II 平均径流系数(%)	0.11	0.49	0.96	1.55	1.17	1.06	2.04	2.23	4.30	1.87
III 径流次数	2	14	19	17	3	1	5	2	2	65
III 地表径流量(t/hm <sup>2</sup> )	0.59	7.28	33.31	59.13	11.70	4.20	51.42	34.70	123.00	325.33
III 泥沙悬移质量(kg/hm <sup>2</sup> )	1.70	21.00	95.94	170.29	33.70	12.10	148.09	99.94	938.16	1520.83
III 平均径流系数(%)	0.11	0.48	0.98	1.44	1.14	1.01	1.83	2.20	4.04	1.80

超过90 mm时,池中才有淤泥形成。

### 2.3 新造林地与裸地的水土流失量及其养分损失

根据实测结果(见表1),裸地的地表径流量是新造林地平均值的3.87倍,而其泥沙悬移质量则是新造林地的4.88倍。

表3 三个径流场表土层(观测前)和积水池内泥沙悬移质养分测定结果

径流场	土样来源	pH	全N(%)	全P(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	全K(%)	有机质(%)	速效N(ppm)	速效P(ppm)	速效K(ppm)
I	表土层 (0~10cm)	4.20	0.273	0.076	0.684	6.001	233.6	3.07	142.9
	悬移质	6.20	0.309	0.154	0.570	11.545	252.2	5.91	284.7
II	表土层 (0~10cm)	4.54	0.260	0.076	0.467	7.342	226.7	6.76	119.6
	悬移质	6.64	0.221	0.167	0.560	7.636	187.3	2.64	614.0
III	表土层 (0~10cm)	4.31	0.211	0.059	0.528	5.884	185.8	5.21	53.2
	悬移质	6.76	0.321	0.147	0.643	12.741	243.5	4.57	476.0

①悬移质养分值均为1992年6、7、8月三次取样分析的平均值。

表3列出了各径流场0~10 cm层土样养分分析结果,同时列出了各径流场积水池内三次淤泥样测得的养分含量平均值。各次的养分含量有所差异,这除与原表土养分含量有关外,还与各次径流量的大小有关。从其平均值与原地表土层的养分含量相比较,除少数比原表土层养分含量偏低外,大部分高于原表土层。按三次淤泥样的平均值计算土壤养分流失量,结果如表4。

表4 各径流场泥沙悬移质中养分流失量估算

(单位: kg/hm<sup>2</sup>)

径流场	全N	全P(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	全K	有机质	速效N	速效P	速效K	合计
I	23.3721	11.6483	43.1137	873.2407	1.9076	0.0447	2.1534	955.4805
II	3.4874	2.6353	8.8369	120.4976	0.2956	0.0042	0.9689	136.7259
III	4.8819	2.2356	9.7789	193.7644	0.3703	0.0070	0.7239	211.7620

采集地表径流水样(3次),进行径流液养分分析,据此粗略推算径流液中水溶性养分流失量(见表5)。

## 3 结 语

(1) 裸地、杉木新造林地的地表径流及其泥沙悬移质量与日降雨量呈幂函数关系,

裸地的地表径流量及其泥沙悬移质量较新造林地大得多:裸地(3~12月)分别为1297.13 t/hm<sup>2</sup>和7563.80 kg/hm<sup>2</sup>,新造林地(3~12月)分别为335.03 t/hm<sup>2</sup>和1549.43 kg/hm<sup>2</sup>;裸地

表5 径流液中养分流失量<sup>TM</sup>(单位: kg/hm<sup>2</sup>)

径流场	P(PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	K	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Σ
I	0.4916	23.3742	1.0520	5.9668	30.8846
II	0.1651	8.1356	0.2575	1.6823	10.2405
III	0.1487	6.0966	0.3263	1.1679	7.7395

的径流系数是新造林地的3.8倍。

(2) 由地表径流造成的表土层N、P、K主要养分损失量, 径流液体中: 裸地(3~12月)为30.8846 kg/hm<sup>2</sup>, 新造林地(3~12月)为8.9900 kg/hm<sup>2</sup>; 泥沙悬移质中, 裸地(3~12月)为955.4805 kg/hm<sup>2</sup>, 新造林地(3~12月)为174.2440 kg/hm<sup>2</sup>。

(3) 地表径流的季节性变化主要受降水的季节性变化所制约。大雨、暴雨是造成大量地表径流的主要原因。水平梯带状的抚育、培土, 能大大减少地表径流, 有利于保持林地水土。

### 参 考 文 献

- 1 柯克比 M J, 摩根 R P C (王礼先, 吴斌, 洪惜英译). 土地侵蚀. 北京: 水利电力出版社, 1987.
- 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 俞新妥, 杨玉盛, 何智英. 杉木幼林地水土流失规律的研究. 林业科学, 1993, 29(1): 25~32.

## *Studies on the Law of Soil and Water Losses in New Forestation Land of Chinese Fir*

He Guiping      Chen Yitai

Feng Jianwen      Cai Hongming

**Abstract** Three runoff plots were set up in the new forestation land of Chinese fir after control burning in Shaowu, Fujian province in 1992. The laws of changes in rain height, surface losses rate of soil and water were observed and studied. The results indicated that surface runoff and soil erosion on bare land is much more than those on new forestation land after control burning. Runoff coefficient of bare land is 3.8 times as that of the new forestation land. Surface runoff and surface soil losses lowered greatly after tending and earthing up of level terrace. Seasonal variations of surface runoff were mainly influenced by seasonal distribution of rainfall. The main reasons which caused serious surface runoff are heavy rains and rain storms.

**Key words** Shaowu, Fujian Province, new forestation land of Chinese fir, surface runoff, loss of soil water and nutrient

---

He Guiping, Assistant Professor, Chen Yitai (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Feng Jianwen, Cai Hongming (The Shaowu Forestry Commission of Fujian Province).