

西江坪常绿阔叶林地表径流的研究*

黄承标

(广西农学院林学院, 南宁 530001)

摘要 本文采用固定小区径流法,对常绿阔叶林及其皆伐迹地草坡地表径流进行了对比研究。结果表明:常绿阔叶林年径流量为9.79毫米,占大气降水量0.5%;较迹地草坡减少径流56.3%。径流的季节变化以夏、春、秋、冬依次递减;其中4—8月为径流高峰期,径流量占全年62.4—96.5%。常绿阔叶林对暴雨以下雨量级的削减作用显著;而对持续性大暴雨以上雨量级的削减作用不明显。

关键词 常绿阔叶林; 皆伐迹地草坡; 地表径流; 径流量

森林地表径流是森林水量平衡的重要组成部分。其数值上的大小是反映森林蓄水、保水、调水功能的最好说明。因此,研究森林及其皆伐迹地地表径流的形成与变化规律,可以为合理开发森林和保护森林水源涵养功能提供依据。本文是西江坪定位站1982—1988年连续七年观测研究的结果。

一、研究地段概况

研究地段设在龙胜县里骆林场的西江坪林区。地理坐标为25°56' N, 110°04' E。海拔1020米。坡向NW, 坡度29.6°。据龙胜县西江坪森林生态站气象资料(1982—1988年),年均气温13.9℃,年均降雨量1971.8毫米,标准差154.1毫米。其中4—8月雨量占全年65.2%。一日最大降雨量为207.2毫米。年均相对湿度89%;林内年均蒸发量186.4毫米,占降水量9.5%。

研究林分为常绿阔叶林,保存尚好。为米椎、红润楠—羊角杜鹃—广东杜鹃、岩杜鹃—杜茎山、伯拉木—狗脊、镰叶瘤足蕨—熊巴耳群落。郁闭度0.85。乔木层可明显分成三个亚层。第一亚层以米椎、红润楠为优势,高15—20米,胸径40厘米左右,盖度65%;第二亚层以羊角杜鹃、红润楠为主,高8—15米,胸径10—15厘米,盖度50%;第三亚层以广东杜鹃、岩杜鹃和羊角杜鹃为主,高4—7米,胸径10厘米以下,盖度40%。灌木层以杜茎山、伯拉木和上层乔木幼树为主,高1—3米,盖度30%。草本层可分两层。一亚层以狗脊、镰叶瘤足蕨为主,盖度30%;二亚层以熊巴耳为优势,贴地而生,形似地毯,单种盖度达50%。枯枝落叶层厚度4—7厘米,每公顷现存量5.1吨。土壤为震旦系砂页岩发育的山地黄壤,土层厚度1米以上。0—1米深度的土壤容重为0.6968—0.9464克/立方厘米。非毛管孔隙度在15.69—24.42%之间。

在距离上述林分约500米的同一坡向、相同坡度的等高坡位上皆伐林木12亩,形成迹地草坡。迹地的草被以五节芒、狗脊为主。每年春、夏、秋季各割草一次,保持高度40—60厘

*西江坪生态站和本院生态室的部分同志参加观测研究工作,本文经李信贤副研究员审阅,并提出宝贵意见。在此一并致谢!

米，覆盖度85%左右。草坡系常绿阔叶林皆伐后演替而成，其土壤背景与森林土壤大致相同。

二、研究方法

1. 径流场的建筑及装置 采用固定小区径流法^[1]。在上述林分和迹地草坡分别设置水平面积为 $20 \times 15 \text{m}^2$ 的地表径流场。周边挖沟深1米，用火砖、水泥等建筑互不渗透水的隔水墙。在径流场下方的顶面设置集流沟，使径流场内的径流水汇集于集流沟内，再注入体积为 $1 \times 0.8 \times 0.9$ (顶面) m^3 的堰池。堰内所集径流水再从三角堰口溢流出外。堰池上方安放SW40型日记水位计，作地表径流过程的自动记录。

2. 径流量的计算方法 采用堰测法^[2]计算流量。即 60° 角三角形薄壁堰的水位流量式： $Q = 8.066 \times 10^{-3} H^{2.481}$ 。式中 Q 示瞬时流量(I/S)； H 示堰上水位(CM)。从流量式可计算出一次产流过程的径流总量。即 $W = \sum_{i=0}^{j=i+1} \frac{1}{2} (Q_i + Q_{i+1}) \Delta t$ 。式中 W 示为一次产流过程的径流总量(I)； Q_i 、 Q_{i+1} 分别为水位 H_i 、 H_{i+1} 时的瞬时流量(I/S)； Δt 示从

表1 两种植被的截留量与持水量比较

类型	降雨量 (mm)	乔木层截留量		灌草层截留量		枯枝落叶层			
		mm	%	mm	%	现存量 (t/ha)	容水量(%)	持水量 (t/ha)	持水深 (mm)
常绿阔叶林	1925.8	193.2	10.03	21.1*	1.09	5.1	457.69	23.34	2.33
迹地草坡	1925.8			23.3*	1.21	1.1	375.31	4.13	0.41

*表中为模拟降雨所占%的推算值。

表2 两种植被类型径流量比较 (mm)

类型	月 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年合计	年平均
		常绿阔叶林	1982	0.0	0.05	0.01	0.13	0.03	1.61	0.75	0.98	0.74	0.0		
1983	0.0		0.0	0.0	1.28	3.87	6.67	0.12	0.86	0.41	0.01	0.01	0.03	13.26	
1984	0.06		0.01	0.02	0.48	3.35	0.40	0.02	0.34	0.19	0.07	0.47	0.05	5.46	
1985	0.0		0.0	0.02	0.06	0.19	0.48	0.25	0.27	0.24	0.20	0.25	0.02	1.98	
1986	0.0		0.0	0.35	2.37	2.02	3.81	3.88	1.39	0.17	0.27	0.71	0.22	15.19	
1987	1.08		0.52	1.20	1.39	2.97	2.43	2.09	0.97	0.17	0.63	0.03	0.0	13.48	
1988	0.08		1.01	0.34	1.27	2.64	2.10	0.65	4.61	0.58	0.17	0.0	0.07	13.53	
迹地草坡	1982	0.02	0.13	0.10	0.80	0.65	4.97	2.43	2.01	4.34	0.05	3.47	2.29	21.26	22.41
	1983	0.0	0.0	0.0	1.69	6.40	10.09	0.64	2.61	1.20	0.44	0.35	0.41	23.83	
	1984	0.18	0.03	0.07	1.74	5.89	1.91	0.16	0.87	0.72	0.65	0.59	0.19	13.00	
	1985	0.0	0.0	0.03	0.20	0.39	1.19	0.40	0.76	0.35	0.39	0.66	0.03	4.40	
	1986	0.0	0.0	0.62	4.42	2.73	5.12	8.55	1.93	0.29	0.96	1.70	0.57	26.89	
	1987	3.17	0.92	2.69	3.44	6.96	3.79	6.25	2.14	1.42	4.93	1.69	0.0	37.40	
	1988	0.18	1.80	0.40	6.26	6.75	4.03	0.67	8.82	0.90	0.17	0.0	0.11	30.09	

Q_1 到 Q_2 相邻两水位点的产流时间(S)。一次产流过程的径流总量(I)除以径流场的集水面积(m^2), 可得出一次产流过程的径流量(mm)。然后按日、月、年合计之。

三、研究结果及分析

1. 两种植被影响地表径流的比较 在土壤质地基本一致的情况下, 林木冠层, 林内灌草层及林地枯枝落叶层, 这三个水文层截留降水的大小与地表径流的关系极大。也是影响林地与迹地地表径流差异的主要因素之一。表1为我们的研究结果^[3]。

从表1中知道, 林木层(包括灌草层)截留量共占大气降雨量的11.12%, 平均每年以214.3毫米的雨量被截留蒸发; 加上林地枯枝落叶层现存量与持水量也明显大于迹地草坡5倍左右。可见, 森林的存在, 对于阻滞降水、削弱暴雨对地面的溅击能力, 减少地表径流是极为有利的。

2. 两种植被的年径流量

研究结果见表2。

从表2中看出, 常绿阔叶林年径流量变动在1.98—15.19毫米之间, 年均值为9.79毫米, 占大气降水量0.5%。与卢俊倍等^[4]在海南岛尖峰岭半落叶季雨林的年均径流量9.78毫米, 占降雨量0.69%的数值很接近。迹地草坡年均径流量为22.41毫米, 是常绿阔叶林的2.3倍。与许多学者^[5, 2]的研究结果相近似。森林皆伐后变成禾草植被地表径流量的成倍增大, 表现了两种不同性质和结构的植被蓄水涵养功能显著差别。

经统计, 这两种植被的年径流变动系数较大。其中常绿阔叶林为53.7%; 迹地草坡为48.9%。影响年径流变幅大的因素是多方面的。除与年降雨量的大小有关外, 主要是与全年中的降雨分配的均匀程度、频度, 尤其是高雨量级的频度密切相关。现以1985年和1986年相比较加以说明。1985年全年 ≥ 0.1 毫米的降水日数为198天, 共1831.8毫米。其中降小、中、大、暴雨的日数分别占72.7%、18.2%、6.6%、2.5%。没有降大暴雨, 而且年中的月雨量分配也较均匀。所以, 该年的两种植被径流量都最小, 仅占多年均值的1/5, 而且年中径流变化较缓和、稳定。1986年全年 ≥ 0.1 毫米的降水日数为189天, 共1909.5毫米。其中降小、中、大、暴、大暴雨的日数分别占72.5%、15.9%、6.9%、3.7%、1.1%。从这一数据中看出, 该年高雨量级的频度明显大于1985年, 而且全部集中在雨季的4—7月份。所以年径流量常绿阔叶林和迹地草坡都分别较1985年大7.7倍和6.1倍。表明两种植被的年径流量在不同年份有较大的变幅。

3. 两种植被径流的季节变化

从表2、图1中看出, 两种植被径流的季节变化均遵循夏>春>秋>冬的变化趋势。从多年平均值看, 常绿阔叶林的夏、春、秋、冬各季径流量的百分率依次为50.7%、35.0%、9.5%、4.8%; 迹地草坡依次为44.2%、33.3%、16.1%、6.4%。从这两组数据中知道, 常绿阔叶林在秋、冬两季的径流比率明显小于迹地草坡, 而夏、春两季则相反。这是由于该区秋、冬雨量偏小, 强度微弱, 加上此时期的林木冠层, 林内灌草层及林地枯枝落叶层都比较干燥, 导致截留与持水率较大的缘故。

径流的月变化, 以4—8月为径流最大值, 即为径流的高峰期。其径流量占全年径流总量的62.4—96.5%; 12—2月经流量最小, 仅占全年的0.2—8.6%。月经流量的大小基本与

表3 两种植被月径流实测值和方程估算值与降雨量的相关表 (mm)

月份	降雨量	常绿阔叶林			迹地草坡		
		实测值	估算值	差值	实测值	估算值	差值
1	65.4	0.174	0.001	0.173	0.507	0.194	0.313
2	116.9	0.227	0.428	-0.200	0.411	1.049	-0.638
3	112.2	0.227	0.389	-0.112	0.559	0.971	-0.412
4	202.0	0.997	1.135	-0.138	2.650	2.461	0.189
5	314.7	2.153	2.070	-0.083	4.253	4.332	0.079
6	339.9	2.500	2.279	0.221	4.443	4.750	0.307
7	192.9	1.109	1.059	0.050	2.739	2.310	0.429
8	235.2	1.346	1.410	-0.064	2.734	3.012	-0.722
9	124.1	0.357	0.488	-0.131	1.317	1.168	0.149
10	109.4	0.193	0.366	-0.171	1.084	0.924	0.160
11	108.5	0.373	0.359	0.020	1.209	0.909	0.300
12	50.6	0.074	0.0	0.074	0.514	0.0	0.440
全年	1971.8	9.786	9.984	-0.198	22.42	22.08	0.340
误差(%)				2.02			1.52

该区月降雨的分配格局相吻合。经过对70个月径流量与降雨量的相关分析, 得出月径流量(Y)与月降雨量(P)有如下线性关系:

常绿阔叶林为 $Y = -0.542 + 0.0083P$ ($r = 0.8342 > r_{0.001} = 0.3799$)、迹地草坡为 $Y = -0.892 + 0.0166P$ ($r = 0.8550 > r_{0.001} = 0.3799$), 回归方程极显著, 可据此方程估算各月的径流量(mm)。为了更直观地看出方程估算值的精度, 特列表3示之。

从表3中看出, 方程估算值与实测值的误差率随不同月份而异。其中, 在径流高峰期的4—8月误差率最小, 精确度最高; 其他月份误差率较大, 但年合计值的误差率很微小, 仅为1.52—2.02%。所以, 在直接测定森林地表径流很困难的情况下, 根据降雨量估算径流量是切实可行的。

4. 两种植被对削减径流的作用

经过7年496次产流量的统计, 得出一次产流过程的径流量(Y)与一次降雨过程的降雨量(P)有如下线性关系:

常绿阔叶林为 $Y = -0.049 + 0.0052P$ ($r = 0.7937$);

迹地草坡 为 $Y = -0.039 + 0.0078P$ ($r = 0.7813$)。

回归方程极显著。当一次降雨量 $P \leq 100$ 毫米时, 可据此方程估算径流量(mm)。从回归方程中知道, 常绿阔叶林的产流临界雨量为9.4毫米, 较迹地草坡的产流临界雨量5.0毫米大。这是由于常绿阔叶林冠层、林下灌草层及枯落物层截留与持水量较大的缘故。

径流量的大小除受降雨量的大小及频度的影响外, 还与当时植被及土壤层的干湿度程度有关。根据多年的观测资料表明, 两种植被对削减径流的作用大致可归纳为下面四种情况。

(1) 多日无雨后降小雨或至暴雨的情况

多日无雨, 两种植被及土壤表层都比较干燥。当降小雨时, 几乎全部被截留蒸发, 极少

产生地表径流。降中雨时, 径流量也很小。但是, 一旦产生径流, 常绿阔叶林的径流量都比迹地草坡小。当降大雨或降暴雨时, 常绿阔叶林的径流量仍较迹地草坡明显减少(图2)。

从图2中看出, 常绿阔叶林开始产流的时间较迹地草坡推迟15—25分钟; 而延长径流结束时间约30分钟; 最大流量出现的时间也相应推迟; 径流总量较迹地草坡减少52.5%和79.1%。表明常绿阔叶林对减少径流量、减慢径流速度、延长径流时间、使径流缓和、稳定的效果是显著的。

(2) 多日无雨后降大暴雨的情况

在这种情况下, 常绿阔叶林在产流初期的径流特征值与上述第(1)种情况基本相似。无论平均流量或最大流量, 常绿阔叶林均较迹地草坡小, 开始产流时间也略有推迟。以后随着降雨量的逐渐增大和降雨持续时间的延长, 土壤水分基本达到饱和状态。此时, 常绿阔叶林无论径流总量、平均流量、最大流量都与迹地草坡无明显差异(图3)。图3表明了常绿阔叶林在多日无雨后降大暴雨, 其在径流初期削减作用较明显, 而在中、后期对径流的调蓄作用则不明显。

(3) 降小、中雨后接着降大雨或暴雨的情况

在这种情况下, 两种植被及土壤层都比较潮湿, 但尚未达到完全饱和状态。此时, 常绿阔叶林各径流特征值与上述的第(1)种情况基本相似(图4)。

从图4中看出, 常绿阔叶林开始产流的时间较迹地草坡推迟15—20分钟, 而延长径流时间约30分钟; 径流总量、平均流量、最大流量均小于迹地草坡。表明常绿阔叶林在降小、中雨后接着又降大雨或暴雨的削减作用仍十分显著。

(4) 连续降中、大、暴雨后接着降大暴雨的情况

连续降中、大、暴雨后, 两种植被及土壤层的水分基本达饱和状态。此时又接着降大暴雨, 虽然常绿阔叶林在产流时间上较迹地草坡略有些推迟, 但两种植被的其他产流特征值几无差异, 两条径流过程线几乎重叠在一起, 有时相互交替升降(图5)。表明常绿阔叶林对连续降中、大、暴雨后又降大暴雨以上高雨量级的蓄水、保水、调水功能是有限的。即对地

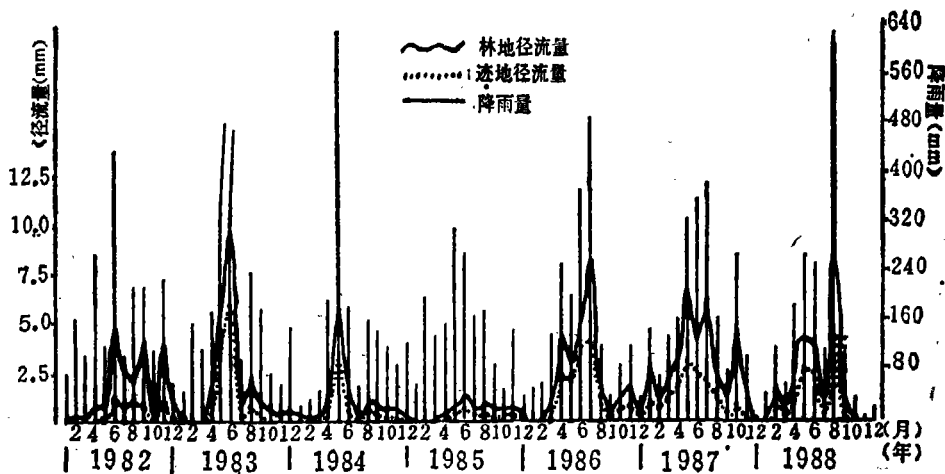


图1 两种植被类型的径流量与降雨量相关图

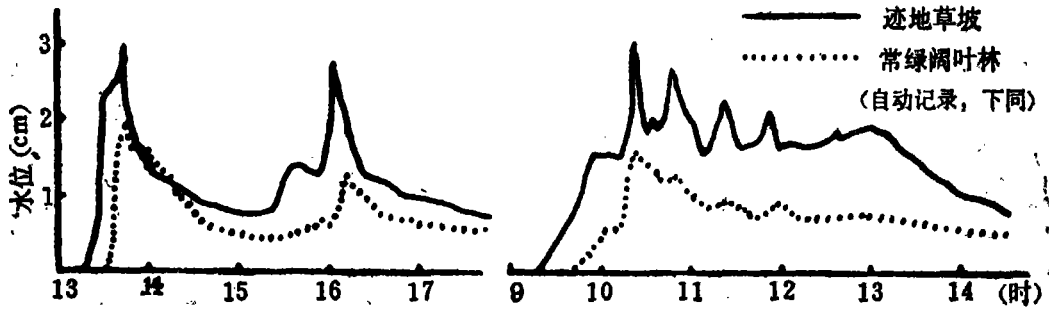


图2 多日无雨后降大雨的径流 (1986.8.2.)

多日无雨后降暴雨的径流 (1982.9.26.)

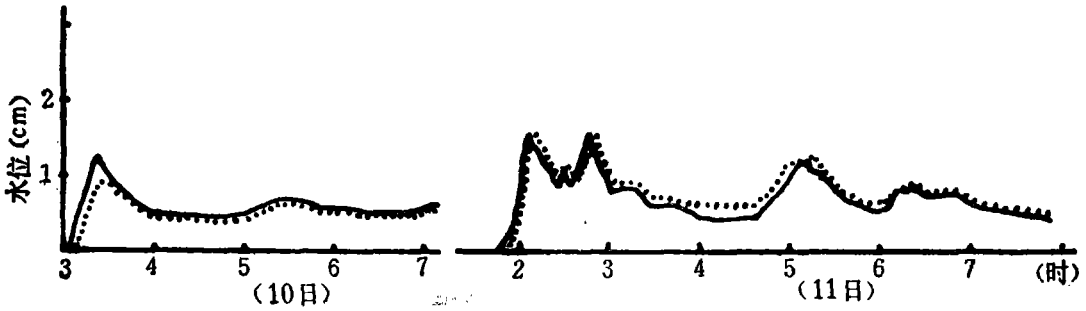


图3 多日无雨后降大暴雨的径流 (1986.6.10—11.)

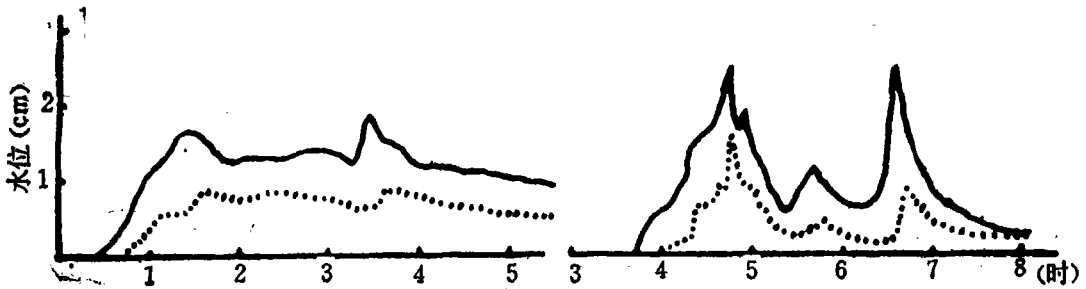


图4 降小、中雨后又降大雨的径流 (1986.4.17.)

降小、中雨后又降暴雨的径流 (1987.5.13.)

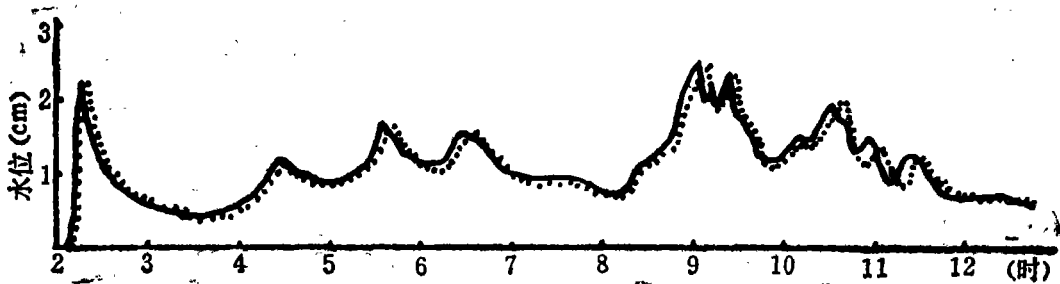


图5 连续降中、大雨后又降大暴雨的径流 (1983.5.5.)

表径流的削减作用趋向于零。

四、结 语

1. 西江坪常绿阔叶林年均径流系数仅为0.5%, 这对于保蓄雨水和缓和、稳定河川水量极为有益。但是, 森林对地表径流的削减作用因雨量级不同而异。当遇到暴雨以下雨量级时, 其蓄水、保水、调水功能显著; 而遇到持续性大暴雨以上雨量级时削减作用不明显。

2. 皆伐迹地草坡年均径流系数为1.1%, 以2倍多于常绿阔叶林, 这是引起山洪暴发, 导致河川水量暴涨暴落的原因之一。因此, 对现有的水源林区, 不准皆伐, 必要时只可采取疏伐。要切实采取措施保护好现有森林的各个层次, 使森林充分发挥蓄水保土的作用。

3. 今后, 在水源林和水保林的经营中, 应以乔、灌、草相结合为宜。乔木应营造阔叶树种, 最好深、浅根性树种混交, 尤其是要注意选择冠型浓密、枝叶凋落量大并易于分解的阔叶树种。营造针叶用材林, 应逐步向针阔混交林形式发展, 以提高森林蓄水保水的生态效益。

参 考 文 献

- (1) 梁蕴华, 森林水文学及其试验研究方法。东北林学院学报, 1983; 11(4): 1—9。
- (2) 中野秀章, 李云森译, 1983: 森林水文学, 中国林业出版社, 163—168, 190。
- (3) 黄承标, 1988: 里骆林区不同森林类型对大气降水的再分配。广西林业科技, (1): 8—13。
- (4) 卢俊培等, 1987: 热带森林水文学研究综述, 热带林业科技, (2): 1—8。
- (5) Recharad lee, 张建列译, 1984: 森林水文学。东北林学院出版, 107—108。

STUDIES ON THE SURFACE RUNOFF OF THE EVERGREEN BROAD-LEAVED FORESTS IN XIJIANGPING, LONGSHENG

Huang Chengbiao

(Section of Ecology, Guangxi Forestry Institute, Nanning 530001)

Abstract The surface runoff of evergreen broad-leaved forests and the grassland of clean felling slash was observed with "fixed area runoff" method.

The annual amount of surface runoff of the evergreen broad-leaved forests was 9.79mm, being 0.5% of precipitation, and it is 56.3% less than that of the grass of clean felling slash, of which, the summer's is the most, next is the spring's, and the winter's is the least. The peak value occurred in Apr. to Aug. which was 62.4%—96.5% of the annual amount.

The effect of the evergreen broad-leaved forests on reducing the surface runoff under rainstorm was remarkable, but on that of over rainstorm was not remarkable.

Key words evergreen broad-leaved forests; the grassland of clean felling slash; surface runoff; the amount of surface runoff