

尖峰岭热带山地雨林更新林 产流特征研究*

周光益 陈步峰 曾庆波
黄全 李意德 张振才

摘要 采用小集水区技术、小区试验和定位观测方法,对海南岛尖峰岭热带山地雨林更新林产流规律进行了研究。经过多次降雨径流过程的分析,得出该林地的产流形式主要为蓄满产流,并存在三种典型的暴雨径流水文过程类型。该森林植被可消减洪峰流量、推延洪峰期、增加早期水量,其水文响应较小,具较好的水文生态效益。

关键词 尖峰岭、热带山地雨林、产流

森林与水是自然界中两大重要的资源,人类的生存离不开它们,它们又是森林生态系统中最复杂、最活跃的两个重要因子。森林与径流的关系问题一直是森林水文学中重点研究内容,特别在热带地区,由于热带森林资源的严重破坏和减少,某些局部地区甚至于全球的良性水文循环受到了威胁,出现了一系列的生态环境恶化问题,如水资源缺乏、水土流失、水质污染等^[1],因此,热带森林的水文生态效益也越来越受到全世界人民的高度重视。本文以森林小集水区为研究单元,阐述了海南岛尖峰岭地区热带山地雨林更新林的产流规律。

1 试验地概况及研究方法

1.1 试验地概况

试验地位于海南岛乐东县尖峰岭热带林保护区内,18° 44' N, 108° 55' E。试验集水区(第一集水区)的特征见表1。

表1 尖峰岭第一实验集水区特征

面积 (hm ²)	海拔	主流长 (m)	平均宽	形状系数	沟道走向	山坡平均坡度 (°)	母岩类型	土壤类型	森林覆盖 (%)
3.01	826~1010	300	104	0.35	NE	33.0	钾长石 花岗岩	砖红壤 性黄壤	100

植被为1965年皆伐迹地上天然更新的热带山地雨林,林地平均坡度为33°,土壤为钾长

1991—9—16日收稿。

周光益研究员,陈步峰,曾庆波,黄全,李意德(中国林业科学研究院热带林业研究所 广州 510520);张振才(海南省尖峰岭热带森林保护区)。

*参加本研究的还有吴仲民、杜志鹤等。

石花岗岩发育的砖红壤性黄壤。上层植被以闽粤栲(*Castanopsis fissa*)为主, 其他还有毛荔枝(*Nephelium topengii*)、小叶白椎(*C. tonkinensis*)等; 上层树木上附有少量的寄生和附生植物; 下木主要有红藤(*Daemonorops margaritae*)、刺轴桐(*Licuala spinosa*)等。气候属热带季风气候, 年平均雨量2 265 mm, 集中分布在5~10月(约占年降雨量的80%), 年平均气温19.5℃, 相对湿度88%, 为海南岛暴雨中心区之一, 雨季降雨强度大, 24 h最大雨量可达900 mm。在花岗岩地区, 这样大的暴雨如果没有植被覆盖, 对土壤的侵蚀是惊人的。

1.2 研究方法

用国内外普遍采用的小集水区技术。选取地貌及岩石封闭的小集水区, 以它做为生态系统的缩影, 对它进行长期定位观测, 综合开展森林生态系统的各项研究。

1.2.1 降雨测定 距试验地约500 m处有一常规气象观测站(天池气象站), 1989年8月以前的降雨采用该站的资料, 另外在林内综合观测铁塔顶部(高出林冠层)也设置一雨量计, 观测降雨。

1.2.2 总径流测定 在集水区出口处设置无喉量水槽和三角堰, 并分别配以自记水位计, 以观测水位和流量。

1.2.3 地表径流测定 在集区内坡地上设置一个长方形、面积为221 m²的径流小区, 以收集林地坡面地表径流量。

1.2.4 径流分割 采用斜线分割法^[2], 该方法方便适用, 被美国、澳大利亚等国的森林水文工作者广泛采用。

2 结果与分析

2.1 产流形式

产流是降水满足了集水区(流域)蓄渗条件后产生的地表、亚表或地下径流^[2,3]。超渗产流是指降雨强度超出土壤入渗率时, 雨水不进入土壤而形成地面径流的过程; 蓄满产流也叫饱和产流是指降落到地面的雨水不断渗入土壤, 当土壤水分饱和时开始产生地面径流的过程。

由于森林植被的作用, 改善了土壤结构, 使土壤具有较高的蓄水能力和渗透能力, 据测定, 该林地土壤终期下渗率(或叫稳渗率)在50 mm/h以上, 那么各个时期的初期下渗率就更大。通过该地的降雨特性分析得出, 该地大多数降雨过程中的最大降雨强度小于50 mm/h, 而且该地处在高海拔多雨量的热带湿润区, 土层较薄, 尤其在雨季, 100 cm土层内每10 cm的蓄水量达36.2±4.6 mm, 土壤孔隙常常为水分所饱和^[1], 因此, 若发生产流, 则为蓄满产流形式。但该地为暴雨中心区, 在雨季, 林地土壤表层常处于湿润状态, 这个季节常有较大强度的降雨, 有时高达100 mm/h以上。随降雨的不断进行, 土壤水分愈趋饱和, 出现降雨强度大于土壤水分入渗率的情况, 形成超渗产流或局部超渗产流形式(特别是在山脊、林中便道及林中空旷裸地)。虽然出现雨强大于稳渗率, 即降雨强度大于稳渗率, 但此时土壤水分不一定处于饱和状态, 因而超渗产流也不一定会出现。总之, 该试验地的产流形式主要是蓄满产流。

2.2 产流特征

许多研究表明, 即使植被是良好的集水区, 地表径流很少或根本没有, 也能产生较大的

洪水,因此,引起洪水的径流成分不全是地表径流^[4]。我们采用集水区水文响应(Response, 简称为 R_s)来表示快速径流的转换率,其值用公式 $R_s = Q_q/R$ 表示。式中 R 为降雨量, Q_q 为快速径流量(即能很快地流出集水区的暴雨径流)。

2.2.1 雨洪类型 经多次暴雨径流过程分析,认为在当地主要有三种典型的暴雨径流类型(雨洪类型)。I类:降雨强度大,连续降雨,历时长,形成多峰式的洪水径流,水文过程线尖削,洪峰流量大,其水文响应值也大,容易引起较大的洪水灾害(图1)。II类:降雨强度小,连续降雨,历时长,形成多峰式的径流过程,但其水文过程线比较平缓,洪峰流量小,其水文响应值也小(图2)。III类:降雨强度较大,历时短,连续或分散,形成的洪水为单峰或多峰,水文过程线尖削,水文响应值相对来说较大(图3)。

2.2.2 单次降雨的产流分析 单次降雨形成的径流随雨量、降雨强度、降雨时间等降水特征及前期土壤含水量不同而有较大不同,一次降雨在200 mm以下,其水文响应值都在10%上下,而降雨在200 mm以上,其水文响应值增加到20%以上(表2)。由于森林植被的影响,以及枯枝落叶层的蓄水挡水作用,加上林地土壤具有较强的渗透能力,所以地表径流产生量很小,而且,在单次降雨过程中,洪峰的到来一般要落后于雨峰。

在试验集水区这个特定环境下,单次降雨的径流,主要受降雨量与前期土壤蓄水量的影响。降雨是径流产生的直接来源,也是影响径流量最大的一个因子。前期土壤蓄水量(用雨前流量大小来反映)对

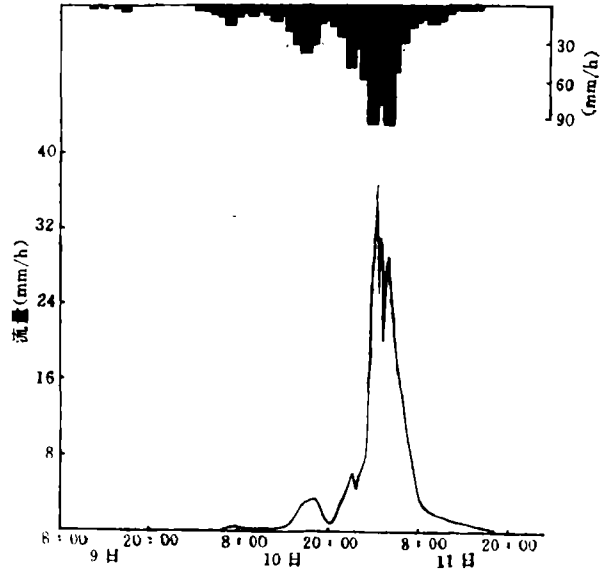


图1 1989年6月9~11日暴雨雨量过程线及径流过程线
(总降雨量、总径流量、快速径流量分别为803.3, 181.9, 164.8 mm, 水文响应为20.5%)

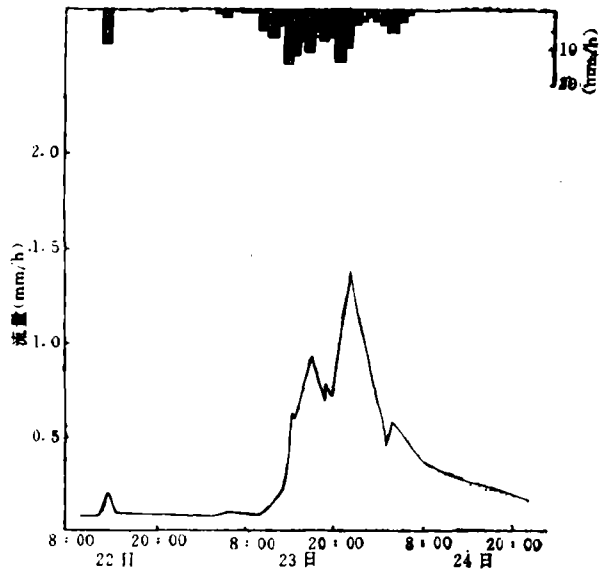


图2 1989年7月22~23日暴雨雨量过程线及径流过程线(总降雨量、总径流量、快速径流量分别为142.8, 18.7, 12.1mm, 水文响应值为8.5%)

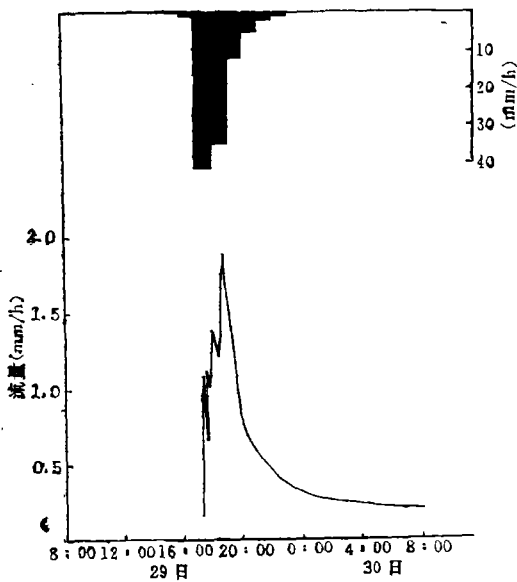


图3 1989年11月27日暴雨、径流过程线
(总降雨量、总径流量、快速径流量分别为
96.1, 7.0, 4.2 mm, 水文响应为4.4%)

径流的影响可从表2中看出, 如1989年5月14日与9月29日两次降雨过程中, 其降雨量相近、雨强相差不大, 但前期流量不同(即前期土壤蓄水不一样), 结果产生的径流量和水文响应值相差几倍。前期土壤蓄水少时, 产生较小的径流量和较小的水文响应值; 前期土壤蓄水多时, 产生较大的径流量, 并且水文响应值也大。说明林地的径流量与前期土壤含水量成正比例关系。

2.2.3 月径流量分布格局 尖峰岭热带山地雨林次生林林地月降雨、径流分布规律见表3和图4。该林地在1989年5月至1990年4月的年径流系数为44.5%, 水文响应为11.2%, 地表径流占年降雨量的0.9%; 而基流为径流量的主要成分, 占了全年总径流量的74.5%。降雨主要分布

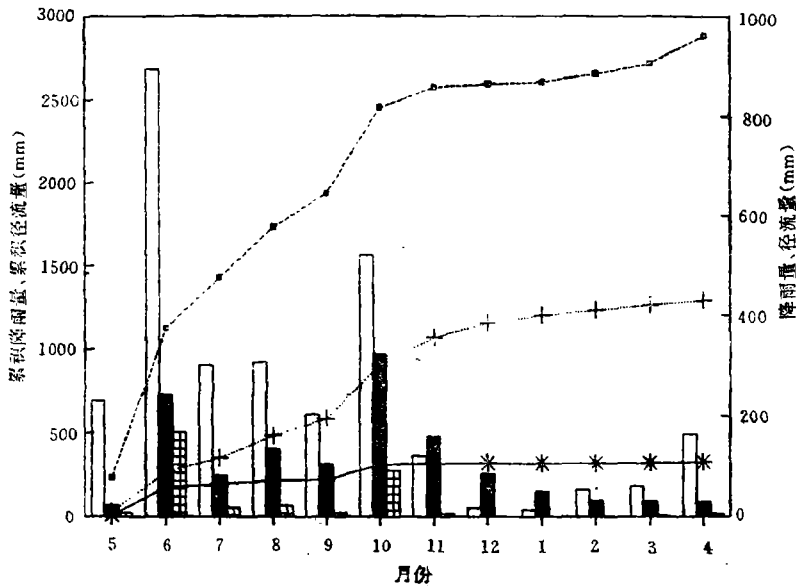


图4 1989年5月至1990年4月降雨、径流分布格局(降雨量□, 总径流量■, 快速径流量田, 累积降雨量—·—, 累积总径流量…+…+, 累积快速径流—*—)

在5~10月, 而径流量主要出现在6~11月, 11、12、1月的径流量比同期内的降雨量要大, 说明本月的径流有很大一部分是前一个月或几个月降雨所形成的, 这充分体现了森林集水区具有延缓径流的作用, 推迟径流量的流出, 增加旱季的径流量, 具有较好的水分调节能力和涵养水源的功能。

表 2 尖峰岭第一集水区典型降雨水文特征

日 期 (年—月—日)	降雨量 (mm)	最 大 雨 强 (mm/h)	雨 前 流 量 (l/s)	径 流 量 (mm)				径 流 系 数 (%)	水 文 响 应 (%)	洪 峰 流 量 (l/s)	洪 水 历 时 (h)
				总径流量	快速流量	基流量	地表径流				
1989—05—03	62.1	38.0	0.059	2.7	2.5	0.2	0.2	4.3	4.0	17.08	9.1
1989—05—14	39.7	26.0	0.073	1.3	1.1	0.2	0.3	3.3	2.8	11.23	9.1
1989—06—09	803.3	94.5	0.121	181.9	164.8	17.1	4.9	22.6	20.5	308.5	56.9
1989—07—18	90.3	30.9	0.452	5.9	3.6	2.3	(1.5)	6.5	4.0	15.64	22.7
1989—07—22	142.8	13.9	0.684	18.7	12.1	6.6	(1.8)	13.1	8.5	11.52	52.7
1989—09—29	39.5	30.9	1.006	5.0	2.5	2.5	0.3	12.7	6.3	14.06	18.7
1989—10—02	207.9	31.4	1.052	56.8	42.1	14.8	5.8	27.3	20.3	77.07	68.0
1989—11—27	96.1	40.4	1.412	7.0	4.2	2.8	0.2	7.3	4.4	16.15	14.8
1990—04—09	57.3	17.0	0.152	3.8	2.5	1.3	(0.3)	6.6	4.4	3.18	24.0
1990—04—24	93.7	62.1	0.204	6.3	4.1	2.2	0.4	6.7	4.4	29.02	59.0

表 3 尖峰岭第一集水区月径流量统计

日 期 (年—月)	降雨量R (mm)	径 流 量 (mm)				径 流 量 比 例 (%)			
		总径流Q	快速流Q _q	基流Q _b	地表流Q _s	Q/R	Q _q /R	Q _b /R	Q _s /R
1989—05	231.2	21.4	7.4	14.0	1.0	9.3	3.2	6.1	0.4
1989—06	894.5	242.9	166.6	76.3	5.3	27.2	18.7	8.5	0.6
1989—07	300.7	80.4	17.4	63.0	4.0	26.7	5.8	20.9	1.3
1989—08	306.0	133.5	21.2	112.3	4.1	43.6	6.9	36.7	1.3
1989—09	203.1	104.1	6.6	97.5	0.9	51.3	3.2	48.1	0.4
1989—10	520.5	322.1	91.6	230.5	10.4	61.9	17.6	44.3	2.0
1989—11	120.5	158.8	4.5	154.3	0.2	131.8	3.7	128.1	0.2
1989—12	16.7	83.3	0.1	83.2	0	498.8	0.6	498.2	0
1990—01	13.0	48.1	0	48.1	0	370.0	0	370.0	0
1990—02	53.0	30.8	0.4	30.4	0.3	58.1	0.8	57.3	0.6
1990—03	59.7	29.2	0.9	28.3	0.1	48.9	1.5	47.4	0.2
1990—04	162.6	27.5	4.9	22.6	0.5	16.9	3.0	13.9	0.3
1990—05~10	2456.0	904.4	310.8	593.6	25.7	36.8	12.7	24.1	1.0
1990—11~04	425.5	377.7	10.8	366.9	1.1	88.8	2.5	86.3	0.3
全 年	2881.5	1282.1	321.6	960.5	26.8	44.5	11.2	33.3	0.9

3 结 语

试验首次采用小集水区技术对海南尖峰岭热带山地雨林次生林小流域的产流规律进行了研究。结果说明该地主要为蓄满产流形式；指出了在该地存在的3种典型暴径流类型；经分析，该区的年径流系数为44.5%，水文响应值为11.2%，而地表径流量较小，只占年降雨量的0.9%；对单次降雨径流的分析得出，影响该地径流的主要因子为降雨量和前期土壤含水量，洪水峰值的出现一般要比雨峰来得迟。

参 考 文 献

- 1 将有绪, 卢俊培. 中国海南岛尖峰岭热带林生态系统. 北京: 科学出版社, 1991, 60~255.
- 2 中野秀章(日). 李云森译, 森林水文学. 北京: 中国林业出版社, 1983.

- 3 周光益. 杉木人工林生态系统林地径流模式的研究. 中南林学院学报, 1989, 9(增刊): 123~131.
- 4 Wayne T S, Crossley D A Jr. Forest hydrology and ecology at Coweeta. Springer-Verlag New York Inc., 1988, 35~55.

*Study on the Characteristics of Runoff Yield in a
Regenerative Tropical Mountain Rainforest*

Zhou Guangyi Chen Bufeng
Zeng Qingbo Huang Quan Li Yide
Zhang Zhencai

Abstract Based on the technique of small watershed and the method of permanent observation plot, the runoff yield had been studied in the regenerative tropical mountain rain forest at Jiangfengling, Hainan Island. The results indicated that the total annual rainfall, runoff, quickflow and surface runoff were 2881.5, 1282.1, 321.6 and 26.8 mm respectively, and the annual runoff coefficient and hydrologic response were 44.5 % and 11.2 % in the hydrologic year from May 1989 to April 1990. It was found that the surface runoff was far less than the baseflow, the former only 2.1 % and the latter up to 74.9 % in the annual runoff. The authors pointed out that there are three typical types of storm-runoff hydrograph and that main runoff pattern is saturated runoff formation in the forested watershed. According to the analysis of runoff, it was considered that the regenerative tropical mountain rain forest has a good hydroecological effect on reducing flood peak discharge, delaying flood period and increasing runoff in dry season.

Key words Jianfengling, tropical mountain rainforest, runoff yield

Zhou Guangyi, Assistant engineer, Chen Bufeng, Zeng Qingbo, Huang Quan, Li yide (The Research Institute of Tropical Forestry, CAF Guangzhou 510520), Zhang Zhencai (Jianfengling Tropical Forest Reserve, Hainan Province).