

桂西北退耕还林模式下小流域径流特征研究

李保平, 黄承标^{*}, 庄嘉 赖家业, 陈朝山 (广西大学林学院, 广西南宁 530005)

摘要 通过对桂西北石山区退耕还林样地进行地表径流量调查研究,发现不同类型地表径流的变化规律,为该地区退耕还林工作提供依据,从而选择更有效的退耕还林类型,加快该地区生态环境的恢复。研究结果表明: 地表径流跟土壤理化性质以及气温有关,月地表径流量与当月的日平均降雨量有关。 3 个样地年平均地表径流量为:喜树人工林(2.52 mm) > 玉米地(2.17 mm) > 喜树+ 吊丝竹人工林(0.84 mm),说明喜树+ 吊丝竹样地的地表径流量较小,其保持水分效果比喜树和玉米样地好,是较好的退耕还林模式。 不同植被类型地表径流量与降雨量的关系为:地表径流量与降雨量存在一定的线性关系,总体的趋势是地表径流量随着降雨量的增加而增大,两者呈正相关,但是地表径流量与降雨量不是正比关系,两者相关性不显著。

关键词 地表径流;退耕还林模式;降雨量;桂西北

中图分类号 S755 文献标识码 A 文章编号 0517- 6611(2009)07 - 03082 - 03

Research on the Runoff Characteristics of Small Watershed under the Reafforestation Patterns in Northwest Guangxi
Li Bao ping et al (Forestry College, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530005)
Abstract The amount of surface runoff in the mode of returning farmland to forest in Northwest Guangxi was surveyed and studied. And the change laws of different types of surface runoff were found, which could provide the basis for returning farmland to forest and choose the more effective types of returning farmland to forest to speed up the recovery of the ecological environment in the region. The results showed the surface runoff had relationship with physical and chemical properties of soil, as well as temperature. The monthly surface runoff had the relationship with the average rainfall in the month. The average annual surface runoff in three sample plots were as follows: Camptotheca acuminata plantation (2.52 mm) > corn (2.17 mm) > Camptotheca acuminata + D. minor (McClure) Chia et H.L.Fung plantation(0.84 mm). The results indicated that the amount of surface runoff in sample plot of Camptotheca Acuminata and D. minor (McClure) Chia et H.L.Fung was less, its water retaining effect was better than that of corn sample plots. So it was the better reafforestation patterns. The surface runoff and rainfall amount of different vegetation types showed a certain linear relationship. The overall trend was that the surface runoff increased with the increasing of rainfall, with a positive correlation. But they had no direct proportion relationship and their correlativity was not significant.

Key words Surface runoff; Reafforestation patterns; Rainfall amount; Northwest Guangxi

森林与水相互交织的复杂关系历来是生态学和水文学研究的热点^[1-4]。桂西北石山区生态环境脆弱,可利用土地面积小,人为的不合理开发会导致水土流失量增加以及生物多样性减少等一系列环境问题,生态恢复过程非常缓慢。水、土管理问题已是喀斯特地区植被恢复、石漠化治理的关键点^[5]。地表径流反映了样地植被、土壤、气候和其他一些综合水文特征,是衡量森林保持水土、涵养水分、减少洪峰等效益的一个基本指标。地表径流形成与降雨(降雨量、降雨强度、降雨时间间隔等)、植被状况(林冠截留、地被物和枯枝落叶的持水量)以及土壤的物理性状(土壤前期含水量、孔隙度)等因子密切相关^[6]。笔者以广西天峨县龙峨村的退耕还林样地为研究区,进行桂西北石山区退耕还林样地水土流失量的研究,得出不同类型降雨量与地表径流量的关系。通过研究不同退耕还林类型地表径流的特征,以探寻主控因素和分析调控机理,为喀斯特山地水资源的保护和利用提供新的

途径,为退耕还林工程的生态监测提供借鉴。

1 研究区概况

研究区地处广西丘陵与云贵高原的过渡地带,属凤凰山脉和东凤岭山脉交错区。地理坐标在107°05' E,24°57' N,海拔高度863 m,坡向西南坡。地形较为复杂,西南、西北以及东北高,中部及偏东南低。自西南、西北东北向东部及偏东南方向倾斜^[7]。研究区内成土母岩主要有沙页岩、页岩、石灰岩等。土壤为砂岩发育的黄壤,土层厚度1 m左右。属亚热带季风气候区,雨量充沛,四季明显,冬暖夏凉,光、温、水同期。该地区年平均气温20.0℃,最热月(7月)平均气温26.9℃,最冷月(1月)平均气温10.8℃,极端最高气温38.9℃,极端最低气温-3.9℃。年均降雨量1 370.6 mm,极小值为613.3 mm(1937年),极大值为1 700.9 mm(1979年),其中4~9月份占全年总量的83.3%;年均蒸发量1 208.3 mm,除6~8月(夏季)略小于降雨量外,其他各季均高于降雨量;年均

表1 研究区植被类型和土壤水文—物理特性

Table 1 Soil hydrological and physical properties and different vegetation types in the study area									
植被类型 Vegetation types	土层 cm Depth of soil	容重 g/cm ³ Bulk density	孔隙度 % Porosity			通气度 %	持水量 %Water holding capacity		
			非毛管 Non-capillary	毛管 Capillary	总孔 Total porosity		最大 Maximum	毛管 Capillary	最小 Minimum
喜树 C. acuminata	0 ~20	0.925	18.5	43.6	62.1	18.6	77.1	57.10	42.8
	20 ~40	1.098	10.3	51.3	61.6	12.3	67.8	58.40	40.1
喜树+ 吊丝竹 C. acuminata and D. minor	0 ~20	0.645	17.6	36.5	54.1	19.8	83.9	56.61	42.8
	20 ~40	0.968	12.8	41.1	53.9	13.9	69.7	56.50	39.5
玉米地 Maize field	0 ~20	0.867	19.6	42.5	62.1	18.9	71.6	48.99	42.9
	20 ~40	0.997	11.9	48.3	60.2	14.3	67.3	55.40	39.2

基金项目 广西退耕还林工程建设效益监测项目(AB180102)。
作者简介 李保平(1982-),男,山西长治人,硕士研究生,研究方向:水土保持与森林生态。* 通讯作者,教授。
收稿日期 2008-12-12

相对湿度80%;年均日照时数1 281.9 h;年均风速0.7 m/s;年均有霜日数3.9 d,无霜期达330 d^[8]。喜树人工林灌木以喜树(Camptotheca acuminata Decne)为主,吊丝竹人工林的灌木以吊丝竹[Dendrocalamus minor (McClure) Chia et H. L.]和

喜树为主;草本以胜红蓟(*Ageratum conyzoides*)、鬼针草(*Compositae*)、铁芒箕(*Dicranopteris linearis*)为主。研究区植被类型和土壤水文—物理特性见表1。

2 研究方法

2.1 降雨量的观测 降雨量用普通雨量筒观测,观测场地按《地面气象观测规范》^[9]要求设计,即设置在径流小区的附近空旷地上,于每天8:00观测。

2.2 径流小区的设置与结构 选择退耕还林的植被类型和未退耕样地中设置坡面径流场3个,要求对照坡面径流场的坡度、坡面(SW)、坡位基本一致。用罗盘仪测量样地面积及其坡度等。径流场面积为50 m²(长10 m,宽5 m,均为水平距离)。其中,长边与等高线垂直,宽边与等高线平行。径流场的构造可分为边界墙、集水槽、引水槽、贮水池及排水沟5部分。各部分建筑的具体要求见图1。

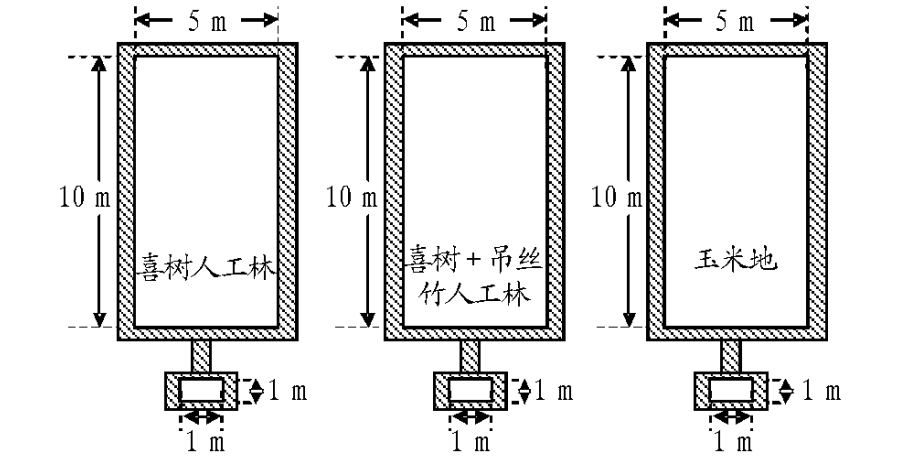


图1 研究区坡面径流小区的构造

Fig.1 The conformation of slope runoff plot in the study area

2.3 地表径流量的观测 在每次降雨后,用钢尺测量各径流小区水池的4个底角到水位的高度,取平均值(cm),计算一次降雨过程的地表径流总量(m³)。地表径流量(地表径流深度,mm) = 地表径流总量(m³) / 径流小区面积(m²) × 1 000; 径流系数 = 地表径流量(mm) / 同期降雨量(mm)。

2.4 地表径流量的测定 在每次降雨后,于次日8:00测定。用钢尺测量水池4个底角到水面的高度,然后取平均值计算一次降雨过程的地表径流量。

2.5 数据统计方法 根据观测的原始数据,运用数理统计方法进行方差分析和回归分析^[10]。

3 结果与分析

3.1 地表径流量的特征 将计算时段的地表径流总量,平铺在水文测站以上流域面积上所得的水层厚度,称为地表径流量(mm)。图2显示,3个样地3年7月总地表径流量较大。

综上所述,3个样地年平均地表径流量为:喜树人工林(2.52 mm) > 玉米地(2.17 mm) > 喜树+吊丝竹人工林(0.87 mm),说明喜树+吊丝竹样地的地表径流量较小,其保持水分效果比喜树和玉米样地好,是较好的退耕还林模式。喜树+吊丝竹人工林水土保持效果好,是由于植物根系致使泥土疏松,水分下渗能力强。喜树人工林水土保持效果最差,是因为单纯喜树的人工林树种单一,植物根系没有形成如喜树+吊丝竹人工林那样的互补作用,其水土保持能力自然不如喜树+吊丝竹人工林。玉米地每年耕种1次,到秋季玉米收割后形成裸露样地,植物根系的保水保土能力差,所以玉米地的水土保持效果比喜树+吊丝竹人工林差,但是玉米的种植密度很大,在玉米的繁茂季节,也是雨季的时候,土壤裸露

面积比喜树人工林小,直接被雨水冲刷的面积小,其径流量比喜树人工林小。可见,实施退耕还林以后,水土保持能力大大加强。

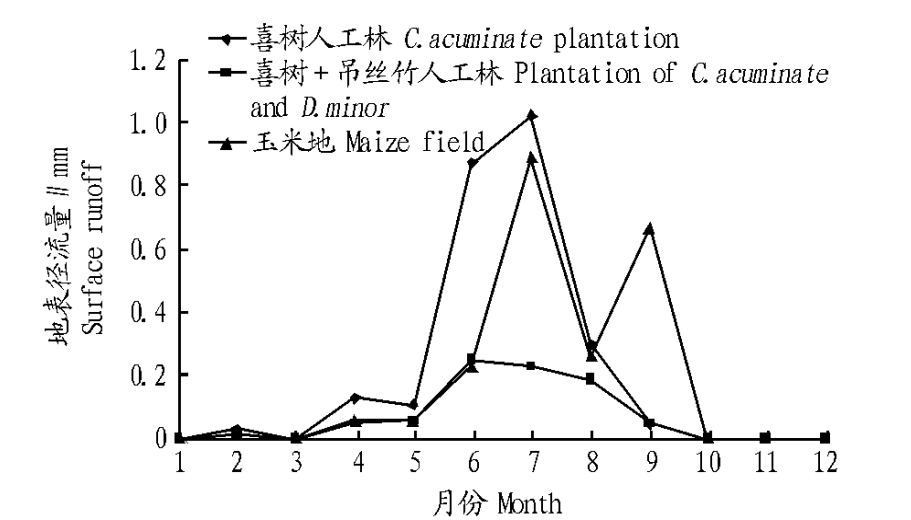


图2 年平均地表径流量的月变化

Fig.2 The monthly changes of annual mean surface runoff

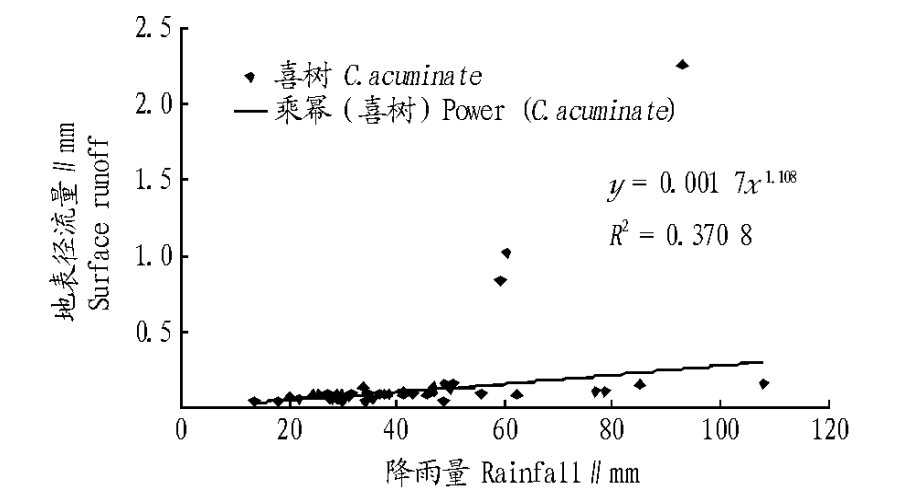


图3 喜树样地径流量与降雨量的关系

Fig.3 The relationship between the runoff and rainfall in C. acuminata plot

3.2 地表径流量与降雨量的关系 对2005、2006、2007年有地表径流的降雨天数进行统计和回归分析,得出降雨量与地表径流量的关系见图3、4、5。

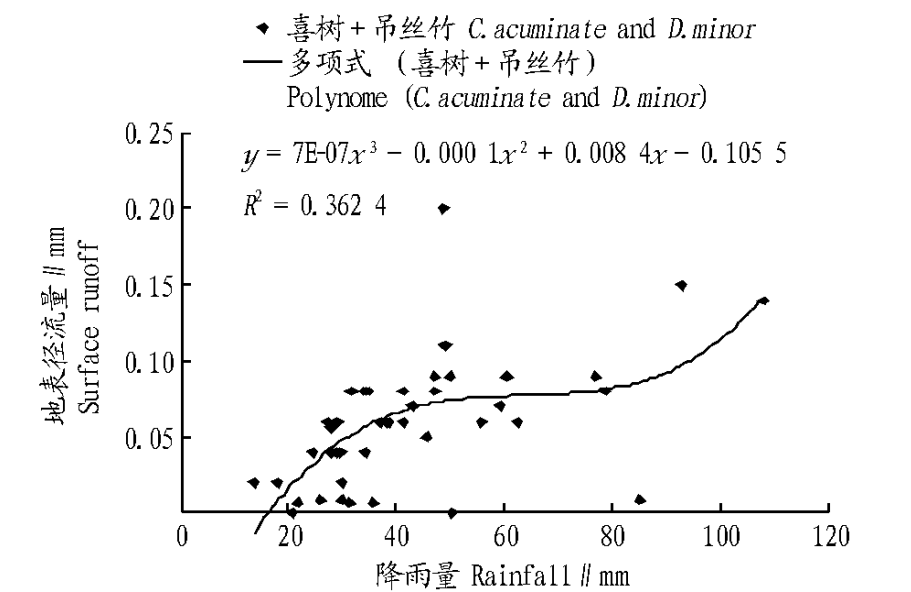


图4 喜树+吊丝竹样地径流量与降雨量的关系

Fig.4 The relationship between the runoff and rainfall in plot of C. acuminata and D. minor

从图3、4、5可看出,玉米样地的地表径流量与降雨量相关显著,而喜树和喜树+吊丝竹样地的地表径流量与降雨量相关不显著。可见,地表径流量与降雨量不是正比的关系,当降雨量增加时,地表径流量并不一定增加。地表径流量不仅与降雨量有关,还与土壤含水量有关,当土壤含水量较高,地表径流量会随着降雨量增加而增多,当土壤含水量较少

时,地表径流量随降雨量增加而增多的效果不显著,因为雨水一部分下渗,一部分形成地表径流。

雨水下渗,土壤吸收速度与土壤的孔隙度和最大持水量有关,喜树+吊丝竹样地土壤的总孔隙度比其他2个样地小,而最大持水量比其他2个样地大,其保持水土的效果比其他2个样地要好,这就是喜树+吊丝竹样地的年平均地表径流量比其他2个样地小[喜树人工林(2.52 mm) > 玉米地(2.17 mm) > 喜树+吊丝竹人工林(0.84 mm)]的缘故。

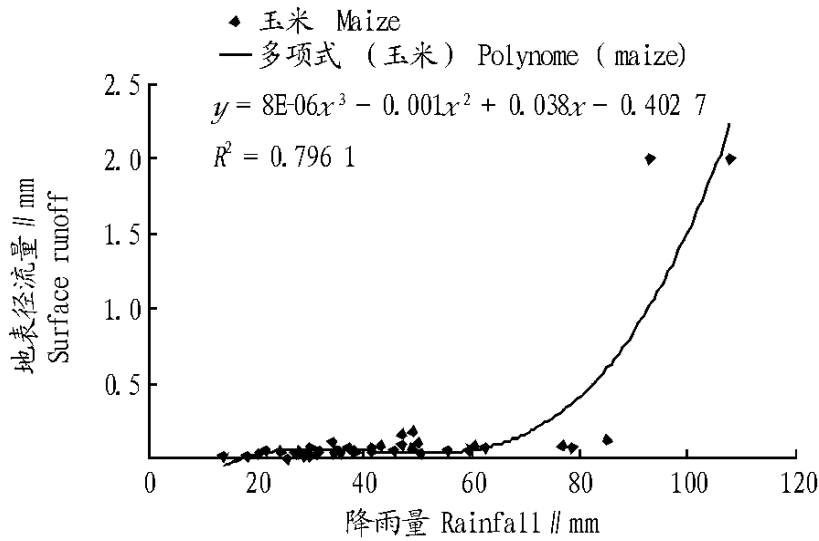


图5 玉米样地径流量与降雨量的关系

Fig.5 The relationship between runoff and rainfall in maize plot

4 结论

(1) 3 个样地年平均地表径流量为:喜树人工林(2.52

(上接第3081 页)

60 ~100 cm 土层逐渐回升。这可能由于狼尾草和野古草均具有发达的根系,且主要分布在0 ~75 cm 土壤中,因此在30 ~60 cm 土层铵态 N 被草篱大量吸收;在深层土壤由于根系分布减少,被吸收利用的铵态 N 变少,加之草篱带本身对坡面物质的拦截作用,铵态 N 逐渐积累,使其含量显著超过 CK 处理。

2.2.4 草篱对土壤速效P 和全P 分布的影响。由图4 可见,总体上,T1、T2 和 CK 处理的全 P 含量随着土层深度的增加而减少;在0 ~60 cm 土壤中 T1 处理的全 P 含量低于 T2 和 CK 处理,但速效 P 均值达到5.30 ng/ kg,明显高于 T2 和 CK 处理。说明种植野古草草篱,土壤全 P 处于亏损状态,但速效 P 大量富集。

3 结论

(1) 种植草篱能有效减少坡耕地地表径流和土壤侵蚀量,且狼尾草草篱对坡耕地水土保持效果优于野古草草篱,狼尾草草篱处理与对照相比,地表径流减少52%,土壤侵蚀量减少76%。

(2) 草篱对土壤各层次的全量养分(N、P、K)的空间分布

mm) > 玉米地(2.17 mm) > 喜树+吊丝竹人工林(0.84 mm),说明喜树+吊丝竹样地的地表径流量较小,其保持水分效果比喜树和玉米样地好,是较好的退耕还林模式。

(2) 不同植被类型地表径流量与降雨量的关系为:地表径流量与降雨量存在一定的线性关系,总体的趋势是地表径流量随着降雨量的增加而增大,两者呈正相关,但是地表径流量与降雨量不是正比关系,两者相关不显著。

参考文献

[1] 余新晓,张志强,陈丽华,等.森林生态水文[M].北京:中国林业出版社,2004.
[2] 刘世荣,温远光,王兵,等.中国森林生态水文生态功能规律[M].北京:中国林业出版社,1996.
[3] BONELL M.Progress in the understanding of runoff generation dynamics in forest[J].J Hydrol,1993,150:217-275.
[4] PETERS D.L.Runoff production in a forested, shallow soil, Canadian Shield basin[J].Water Resour Res,1995,31(5):1291-1304.
[5] 张喜,薛建辉,许效天,等.黔中喀斯特山地不同森林类型的地表径流及影响因素[J].热带亚热带植物学报,2007,15(6):527-537.
[6] 张金池,卢义山,康立新.苏北海堤主要防护林类型的防护效益研究[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1996,2(4):41-47.
[7] 天峨县志编纂委员会.天峨县志[M].南宁:广西人民出版社,1994.
[8] 广西壮族自治区人民政府.广西年鉴2000[M].南宁:广西年鉴出版社,2000.
[9] 中国气象局.地面气象观测标准[M].北京:中国气象出版社,1979.
[10] 邵崇斌.概率论与数理统计[M].北京:中国林业出版社,2004:257-263.

影响不明显,其中野古草处理的土壤全 N 和全 P 含量略微降低,全 K 不受植物篱影响。然而草篱对土壤速效养分含量及其分布的影响作用明显,在0 ~100 cm 土壤中野古草处理硝态 N、速效 P 的平均含量分别为11.51 和5.30 ng/ kg,均显著高于狼尾草和对照处理;0 ~60 cm 土壤中野古草和狼尾草处理的铵态 N 含量也高于对照。

参考文献

[1] GERALD E.S.Risks and returns from soil conservation: evidence from low-income farms in the Philippines[J].Agricultural Economics,1999,21(1):53-67.
[2] 李新平,王兆骞,陈欣,等.红壤坡耕地人工模拟降雨条件下植物篱带水土保持效应及机理研究[J].水土保持学报,2002,16(2):36-40.
[3] 焦菊英.黄土高原沟沿线的廊道防蚀效应探析[J].水土保持通报,2006,26(5):108-118.
[4] 郭雨华,赵廷宁,孙保平,等.草地坡面水动力学特性及其阻延地表径流机制研究[J].水土保持研究,2006,13(4):264-267.
[5] 孙辉,唐亚,陈克明,等.固氮植物篱改善退化坡耕地土壤养分状况的研究[J].应用与环境生物学报,1999,5(5):473-477.
[6] KANG B.T,REYNOLDS L.Ata-Krah Alley cropping[J].Advances in Agronomy,1990,43:315-319.
[7] LAL R.Myths and scientific realities of agroforestry as a strategy for sustainable management for soil in the tropics[J].Advances in Soil Science,1991,15:91-137.