

苏南丘陵区不同土地利用状况 的蓄水保土功能研究

王本贤 张金池* 徐 亮 王久林 谈太年

(江苏江宁县水利农机局 211100)

摘 要 通过对试验区水平梯田、杉木林和裸地三种不同处理地段水土流失状况的定位观测,以及地表径流水质和土壤理化性状的分析,认为水平梯田和茂密的林木覆盖地表,不仅大大减低土壤侵蚀量,而且能降低土壤物质的流失量。据研究,水平梯田和杉木林区的年土壤侵蚀模数分别为荒坡对照区的2.4%和4.01%,年地表径流系数分别为对照区的42.3%和32.3%;梯田区氮、磷、钾和有机物质的流失量分别比对照区低67.26%,70.49%,66.4%和95.57%;杉木林区分别比对照区低72.07%,77.02%,43.18%和90.7%。此外,水平梯田和杉木林地对滞洪和减洪、增加土壤入渗方面也有重要作用,其产流时间比对照区迟30~50min,洪峰流量减低200%~300%。

关键词 水平梯田 年土壤侵蚀模数 径流系数 营养物质

Study on the Function of Soil and Water Conservation for Different Land Use in Hilly Region of South Jiangsu

Wang Benxian Zhang Jinchi Xu Liang Wang Jiulin Tan Tainian

(Water Conservancy and Agricultural Mechanical Bureau of Jiangning County in Jiangsu Province 211100)

Abstract On the basis of orientative observation of the soil and water loss on 3 plots (terraced field, Chinese fir plantation and bare spot), and the analysis of surface runoff water quality and soil characteristics, it is believed that building terraced field and planting trees on the sloping tillage field can decrease not only the quantity of water and soil loss, but also the loss of nutrient matter from soil. The modulus of soil erosion on the horizontal terraced field and Chinese fir plantation are 2.4% and 4.01% than that on the bare plot. The loss of N, P, K and organic matter on the horizontal terraced field is 67.26%, 70.49%, 66.4% and 95.57% lower than that on the bare plot, and also the loss of N, P, K and organic matter on Chinese fir plantation is 72.07%, 77.02%, 43.18%, and 90.7% lower than that on the bare plot. Moreover, the time of surface runoff on the horizontal terraced field and Chinese fir plantation is held up by 30 min as compared with bare plot, and the flooding quantity on the flood peak will decrease 2 to 3 times.

① 收稿日期:1996-06-02 张金池系南京林业大学教授。

Key words horizontal terraced field soil erosion modulus index of surface runoff nutrient matter

1 试验区概况

试验区位于南京市东郊的青林小流域,属北亚热带季风气候,光照充足,雨量充沛,年平均降水量 1 005mm。地形起伏不大,为典型的苏南丘陵岗地地貌类型。小流域三面环山,西北面海拔 150~250m,坡度 10~25°,山体中上部岩石裸露、土壤瘠薄,有效土层厚度为 20~30cm,水土流失较为严重。分布有稀疏的针、阔叶树种,中、下部及山麓地段土层较深厚,有效土层厚度 40~60cm,有机质含量 1.28%以上,为人工杉木林和湿地松林分布区。东侧坡度 10~15°,海拔 50~100m,表土层较肥沃,底土层贫瘠、粘重、通透性差,为旱作农田区。经过 1992~1993 年的综合治理已辟为石坎和土坎梯田,形成了以茶树、银杏、板栗、日本甜柿、苹果、杏为主的经济林试验基地。为探讨不同治理措施的蓄水保土功能,在杉木林地区、石坎梯田和裸露荒地上因地制宜地建立了 3 个地表径流观测场,基本情况见表 1。

表 1 各地表径流观测场基本情况

径流场名称	植被覆盖度	坡度	坡向	土壤类型	面积(m ²)
杉木林观测场	0.8	15°	E	黄棕壤	150
水平梯田观测场	新播茶园间种黄豆	水平梯田	W	黄棕壤	2000
对照区	裸露	12°	SW	黄棕壤	100

2 研究方法

2.1 地表径流观测

地表径流观测是通过已设立的径流观测场进行,各径流出口处均设立了不同体积的径流池,池前装有 3°和 15°的锐角狭缝三角堰(铜制),由自记水位计初步测定总地表径流量和地表径流过程。经过三角堰的径流水首先进入池 I,对于较小降水的径流量可由池 I 全部承接,较大降水的径流量则通过分流法(池 II 水量)进行推算,降水结束后分别测定池 I、池 II 水量推算总地表径流量。

2.2 营养物质流失量测定

每次地表径流结束后,将引水槽内泥沙扫入池中,将池水搅匀,取混合样 5×1 000ml,再从中取出 1 000ml 室内迅速分析水、泥内有机质、全氮、速效磷、速效钾的含量和泥沙重量。

2.3 雨量和蒸发量测定

在各径流场附近分别安装雨量计,常规雨量筒和蒸发器装置,每日 8:00 进行自记雨量计换纸,18:00 进行蒸发量测定,雨后进行常规雨量测定。

3 结果分析

观测在 1993 年 1~12 月内进行,共收集降水 56 场,其中产生地表径流的降水 19 场。

3.1 治理措施与水土流失

坡面降雨径流冲蚀过程是地表物质受水力作用的过程,地形条件和植被覆盖状况往往在很大程度上影响着地表径流量和土壤侵蚀量,表 2 列出了各径流场的水土流失状况。

表 2 各径流小区水土流失量状况

地点	年平均径流深 (mm)	径流系数 (%)	年土壤侵蚀模数 [t/(km ² ·a)]	占对照区 (%)
杉木林地	162.75	15.5	134.01	4.01
梯田	213.15	20.3	82.25	2.46
对照	604.4	48	3340.8	100

由表 2 可以看出：未经治理的裸露荒坡径流系数和年土壤侵蚀模数均明显高于水平梯田和杉木林地，其地表径流系数分别为杉木林地和梯田区的 3.1 倍和 2.3 倍，年土壤侵蚀模数分别 24.9 倍和 40.6 倍。另外，由于林地树冠截留蒸发降水，以及林下枯落物的吸持降水作用，加之林地土壤通透性强，其地表径流量和径流系数比梯田低，相差 23.6%，但由于地形因子的综合影响，其年土壤侵蚀模数反而比梯田高，约相差 38.6%。这同样也证明了水平梯田，尤其是高标准的石坎梯田的保土作用最强，林地次之，裸露荒坡最差。

3.2 降水特性与水土流失

降雨是地表径流的主要来源。在同一径流小区，当下垫面条件变化不大时，地表水土流失量的大小主要受降水特征的影响。通过为期一年的定位观测，认为水土流失的强弱虽然与降水量有一定关系，但与降水间隔期、降雨强度相关更加密切。表 3 列出了两场典型降雨的降水特性和水土流失量的关系。

表 3 降雨特征与水土流失量关系

地点	降雨时间 (月日)	雨量 (mm)	平均雨强 (mm/min)	与前期降水 间隔期(d)	地表径流量 (m ³ ·100m ⁻²)	土壤侵蚀量 (g·100m ⁻²)
对照区	8.21	29.6	0.095	3	0.9	3046.5
	9.18	35.9	0.029	>7	0.04	16.24
梯田	8.21	29.6	0.095	3	0.375	167.2
	9.18	35.9	0.029	>7	0.028	5.25
杉木林区	8.21	29.6	0.095	3	0.266	191.5
	9.18	35.9	0.029	>7	0.013	4.47

由表 3 可以看出：对同一场降雨对照点的地表径流和土壤侵蚀量均高于梯田和杉木林区；另一方面，虽然 8 月 21 日的降雨量比 9 月 18 日的小，但其降雨历时短，雨强大，并且与前期降水的间隔期短，故其地表径流量和土壤侵蚀量均比 9 月 18 日的高。对照区分别相差 22.5 倍和 187.6 倍，水平梯田区分别相差 9.9 倍和 31.9 倍；杉木林区相差 20.5 倍和 77.5 倍。由此可知降雨强度愈大，与前期降雨间隔期愈短的降水往往引起较为严重的水土流失。

3.3 治理措施与土壤营养物质流失

降水经过林冠及地被物的淋溶、脱溶和地表径流对土壤的冲刷、溶解，其营养物质的数量和质量均在很大程度上发生改变。通过对三种不同处理地段 6~10 月份地表径流水的水质、泥沙理化性状分析，获得逐次地表径流水中氮、磷、钾的浓度和土壤有机质的含量，以测定的浓度和含量与相应次地表径流的水量和泥沙量加权，求得各个小区年营养物质流失的平均浓度和平均含量。表 4 给出了各地段营养物质流失量的对比关系。

由表 4 可看出：(1)由地表径流输出的营养物质以裸地最高，梯田和杉木林区较低，这表明改变地形条件和增加植被覆盖状况在防止养分物质输出方面也有重要作用。(2)以泥沙流失

量和营养物质输出量关系看,裸地因泥沙流失量最大,其氮、磷、钾和有机质等养分物质流失量也最多,杉木林次之,梯田最低。这标明水平梯田在防止土壤侵蚀,营养物质的流失作用比林地强,林地比裸地强。(3)由于水土流失使每平方公里土壤营养物质的流失量,以裸地为最高。梯田区全氮、速效磷的流失量分别为裸地的 34.74%和 29.51%;比杉木林区 27.93%和 22.98%略高,但由于杉木林地枯落叶量最大,土壤有机质含量高,加之降水对林冠的淋溶作用,致使杉木林地速效钾和有机质流失量比梯田略高,前者为对照区 56.82%(全钾),和 9.302%(有机质),后者对照区的 33.6%(全钾)和 2.45%(有机质)。

表 4 各地段营养物质流失量对比表

项目	梯田区				杉木林区				对照区			
	全氮	速磷	速钾	有机质	全氮	速磷	速钾	有机质	全氮	速磷	速钾	有机质
地表浓度(%)	2.064	0.435	20.178	/	2.236	0.455	26.019	/	1.869	0.313	37.148	/
径流流失量(kg)	4399	927	1075.2	/	3639	701	1058.6	/	11296	1287	5613.1	/
泥浓度(%)	0.0837	0.0399	27.832	1.6871	0.1294	0.8181	25.56	2.9564	0.0704	2.2537	33.633	1.7059
沙流失量(%)	68.84	8.20	57.23	1387.64	172.87	27.408	856.32	5301.97	2351.92	1882.29	28086.15	6990.7
总流失量(kg)	4467.8	935.2	1132.4	1387.64	3811.87	728.04	1914.92	5301.97	13647.92	3169.3	33699.25	6990.7
占对照区(%)	32.74	29.51	33.6	2.43	27.93	22.98	56.82	9.303	100	100	100	100

3.4 典型降雨地表径流过程分析

通过对 8 月 21 日单场降雨地表径流过程初步分析,认为地形条件的差异和植被覆盖状况的不同,不仅影响着水土流失量和营养物质的流失量,而且对产流时间和地表径流过程也有较大影响,见表 5。

表 5 地表径流过程分析

地点	降雨与产流时间差(min)	洪峰到达时间与最大 30min 降水初始时间差(min)	径流历时(min)	洪峰流量(L/min)	径流量(m³)
梯田区	38	45	1100	2.694	0.375
杉木林区	30	30	638	3.6506	0.266
对照区	5	5	434	6.2107	0.9

注:集水面积均折合为 100m²。

由表 5 可以看出,对同一场降雨各地段地表产流时间,洪峰到来时间及洪峰流量间均存在较大差异,对照区因地表裸露,降雨后 5min 即产生地表径流,洪峰到来时间早,径流历时最短,径流量和洪峰流量最大;梯田地面平整,蓄水保土能力强,产流和洪峰到来时间迟,比对照区迟 30~50min,洪峰流量只相当于对照区 43%;杉木林区居两者之间。这表明改变地形条件,增加植被覆盖,不仅能减低地表径流量和土壤侵蚀量,而且在滞洪、减洪、延长径流历时方面也有重要作用。

4 结 论

通过对水平梯田、杉木林和裸露荒坡三种不同处理地段水土流失量和降水特性等因子的定位观测,以及水质和土壤理化性状的室内分析,初步得到如下研究结果:

(1)裸露对照区地表径流系数最大,水平梯田和杉木林分别为对照区的 42.3%和 32.3%;梯田区年土壤侵蚀模数比杉木林区略低,分别为对照区的 2.4%和 4.01%;表明水平梯田和森林覆被能大大减低水土流失量,是丘陵山区水土流失治理中不可缺少的措施。

经济收入。在沟、路、渠旁栽种速生优良树种,形成林网,起到调节气候,保护农田作用。并在小流域中与江苏省植物研究所等单位协作,对乔、灌、草的立体防护结构进行优化组合的研究,观测其生态和经济效益,其中就有梯田的防护内容。

作者简介 孟庆法,男,1957年10月生,工程师,1980年毕业于江苏省扬州水利学校。现在江苏省赣榆县水利局从事农田水利与水土保持工作,参与的“丘陵山区小流域综合治理开发技术研究”课题,获省科技进步三等奖、江苏省水利科技进步一等奖,1994年11月获中国水土保持学会首届青年科技奖,发表论文10多篇。

(上接第148页)

(2)雨量相近,但雨强不同,降水间隔期不同的两场降水所引起的水土流失量间存在较大差异,雨量大,历时短,与前期降水间隔期愈短的降水往往引起较为严重的水土流失。

(3)修筑高标准的水平梯田和大力发展植树造林工作,增加地表覆盖度,不仅可减低地表径流和土壤侵蚀量,更重要的是能减低土壤营养物质的流失量。梯田区全氮、速效磷、速效钾和有机质的流失量分别比对照区低67.26%,70.49%,66.4%和97.57%;杉木林区分别比对照区低72.07%,77.02%,43.18%和90.7%。防止了地力衰退,更有效地促进了农、林业的发展。

(4)修筑水平梯田,造林种草增加植被覆盖度对滞洪、减洪、延长径流历时和增加土壤入渗历时延长1~2倍,径流量减低200%~300%。

参考文献

- 1 水电部农村水土保持司.水土保持试验规范.水利电力出版社,1988
- 2 中国科学院南京土壤研究所.土壤理化分析.上海:上海科技出版社,1993,6
- 3 李士生,姜志林.苏南丘陵区主要森林类型地表径流初步分析.见:姜志林主编,下蜀森林生态系统定位研究文集,北京:中国林业出版社,1992
- 4 何汉杏.广西桥林区不同植被类型水文效益的研究.中南林学院学报,1991,11(1)

作者简介 王本贤,1937年元月生,1960年毕业于江苏水利学院农田水利专业中专班,一直从事基层水利和水土保持治理工作,先后发表论文5篇,现在南京市江宁县水利农机局工作,工程师。