

DOI :10.3876/j.issn.1000-1980.2010.05.001

不同植被条件下红壤坡地果园氮磷流失特征分析

张展羽¹ 王 超^{1,2} 杨 洁³ 李新虎^{1,2}

(1.河海大学南方地区高效灌排与农业水土环境教育部重点实验室 江苏 南京 210098 ;
2.河海大学水利水电学院 江苏 南京 210098 ;3.江西省水土保持科学研究所 江西 南昌 330029)

摘要 :为了研究南方红壤地区氮磷等养分的流失规律 ,将净耕果园对照(处理 I)、果树 + 百喜草敷盖(处理 II)和果树 + 百喜草覆盖(处理 III) 3 种处理措施进行比较 ,分析了不同处理措施对红壤坡地果园氮磷流失特征的影响 .结果表明 :水土流失是导致氮磷流失的主要原因 ,氮磷流失以泥沙携带为主 .3 个处理小区中氮磷的流失浓度基本呈先增大后减小并最终趋于稳定的状态 ,氮磷流失浓度的大小受降雨量及降雨历时等的影响不大 ,受降雨强度影响较大 .处理 II 小区和处理 III 小区内的总氮及总磷流失量要远远低于处理 I 小区 ,处理 II 和处理 III 均可有效控制氮磷的流失 ,其中以处理 III 效果更佳并且便于实施 .

关键词 :百喜草 ;氮磷流失 ;水土流失 ;红壤

中图分类号 :S157.1 文献标志码 :A 文章编号 :1000-1980(2010)05-0479-05

红壤是我国南方主要的土壤资源 ,然而 ,由于不合理的开发利用 ,造成水土流失严重和氮磷等养分的流失 ,使得土壤肥力下降^[1]及水体富营养化^[2] .这不仅对当地的生态环境造成不良影响 ,还严重制约了当地生产和生活水平的提高 .针对氮磷等养分流失的问题 ,许多学者^[3-10]已从氮磷等养分流失的影响因素(降雨强度、土地利用方式、植被覆盖等)方面进行了大量研究 .基于江西省水土流失严重的现状^[11] ,笔者在江西省水土保持生态科技园实验小区开展试验 ,研究了不同植被措施对红壤坡地果园总氮及总磷流失规律的影响 ,旨在为南方红壤地区氮磷流失的防治提供依据 .

1 试验材料与方法

1.1 研究区概况

江西省水土保持生态科技园地处江西省北部的德安县燕沟小流域 ,鄱阳湖水系博阳河西岸 ,属亚热带季风区 ,气候温和 ,四季分明 ,雨量充沛 ,光照充足 ,雨热基本同期 .年平均降雨量为 1 350.9 mm ,最大降雨量 1 807.7 mm ,最小降雨量 865.6 mm .多年平均气温 16.7℃ ,冬季最低气温 - 11℃ ,平均 4.1℃ ;夏季最高气温 40℃ ,平均 28.7℃ .年日照时数 1 650 ~ 2 100 h .江西省水土保持生态科技园区是我国红壤的中心区域 ,地形条件在江西省和南方红壤丘陵区具有代表性 .

1.2 试验设计

试验共设 3 个处理小区(表 1) .每个处理小区面积为 5 m × 15 m = 75 m² ,坡度为 14° ,地表径流观测是在小区下部设置一承水槽 ,承接地表径流与泥沙 .将出水口用塑胶管连接并引入地表径流池 .每个地表径流池都进行率定 ,池壁均安装有搪瓷水尺 ,能直接读取地表径流量 .

表 1 试验小区植被处理措施
Table 1 Vegetation measures of test plots

处理	处理措施	特 征
I	净耕果树对照	仅在坡面种植 12 株柑橘 ,覆盖度约 20%
II	果树 + 百喜草敷盖	百喜草刈割后全园敷盖于地表 ,厚度约 15 cm ,坡面种植 12 株柑橘 ,覆盖度 90% 左右
III	果树 + 百喜草覆盖	全园种植百喜草 ,坡面种植 12 株柑橘 ,覆盖度 90% 左右

1.3 观测项目及方法

- a. 降雨量测定 在试验小区设置虹吸式自记雨量计 ,用以获得降雨过程和降雨量.
- b. 径流量测定 通过地表径流池量测地表径流量.
- c. 土壤流失量测定 降雨过程中 ,每隔一定时间取一定量的水样进行烘干后称重 ,获得径流中的泥沙含量.
- d. 总氮及总磷流失含量测定 降雨开始产流后 ,每隔一定时间分别在各处理下的地表径流池内取样 ,将试样过滤后获得水样和泥沙样 ,然后分别测定水样和泥沙样中的总氮和总磷的含量 ,相加后得到总氮及总磷的流失量.其中 ,水样中总氮和总磷含量测定方法分别采用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法^[13]和钼酸铵分光光度法^[14] ,泥沙样中总氮和总磷含量测定方法分别采用开氏水煮法和钼锑抗比色法.

2 试验结果与分析

2.1 降雨过程及降雨量

分别对 2008 年内 3 次典型降雨条件下总氮及总磷的流失量数据进行分析 ,表 2 列出了这 3 次降雨的降雨历时、降雨强度和降雨量等.降雨过程见图 1.

2.2 产流、产沙过程

3 次降雨条件下不同处理小区的产流过程见图 1 ,产沙过程见图 2.

表 2 3 次降雨情况

Table 2 Information of 3 times of test rainfalls					
降雨	降雨日期	降雨历时/ min	降雨量/ mm	平均降雨强度/ (mm·min ⁻¹)	最大降雨强度/ (mm·min ⁻¹)
1	8 月 15 日	45	17.2	0.43	1.18
2	8 月 17 日	90	22.1	0.28	0.94
3	8 月 30 日	200	59.4	0.30	1.27

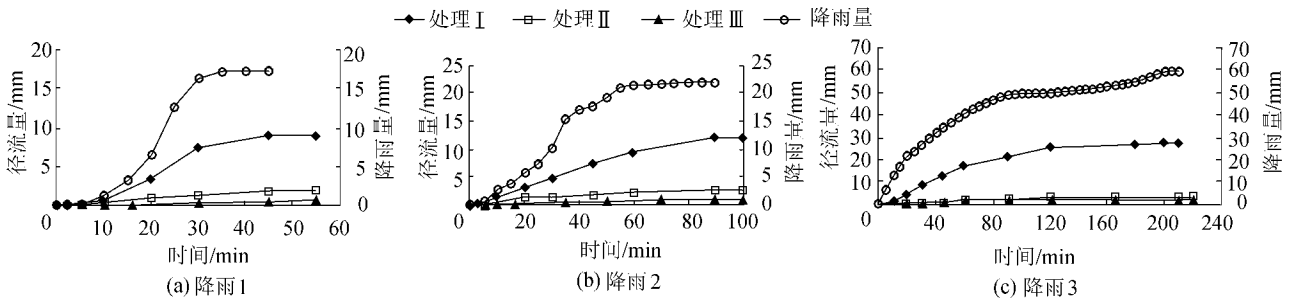


图 1 不同处理小区降雨、产流过程

Fig. 1 Process of rainfall and runoff in different plots

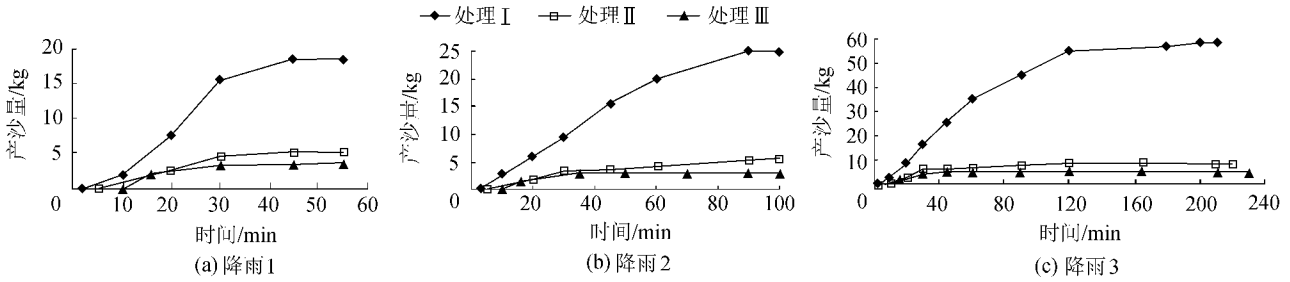


图 2 不同处理小区产沙过程

Fig. 2 Process of sediment in different plots

从图 1 和图 2 可以看出 :处理 I 小区的产流、产沙过程基本随降雨的开始而开始 ,随降雨的结束而结束 ;而处理 II 小区和处理 III 小区内产流、产沙过程相对于降雨过程出现不同的滞后现象 ,其初始产流、产沙时间相对于降雨分别滞后了大约 5 min 和 10 min.3 个处理小区的产流、产沙过程基本随降雨强度的变化而变化.处理 II 小区和处理 III 小区的产流、产沙量远远小于处理 I 小区 ,产流量分别为处理 I 小区的 12.62% 和 7.09% ,产沙量分别为处理 I 小区的 15.23% 和 9.59% .说明这 2 种处理措施在水土保持方面起到了很好的作用 ,其中以处理 III 最佳.

2.3 总氮及总磷流失过程及流失总量

3 次降雨条件下不同处理小区的总氮流失过程见图 3 ,总磷流失过程见图 4 .表 3 列出了 3 次降雨条件下不同处理小区内总氮及总磷的流失总量.

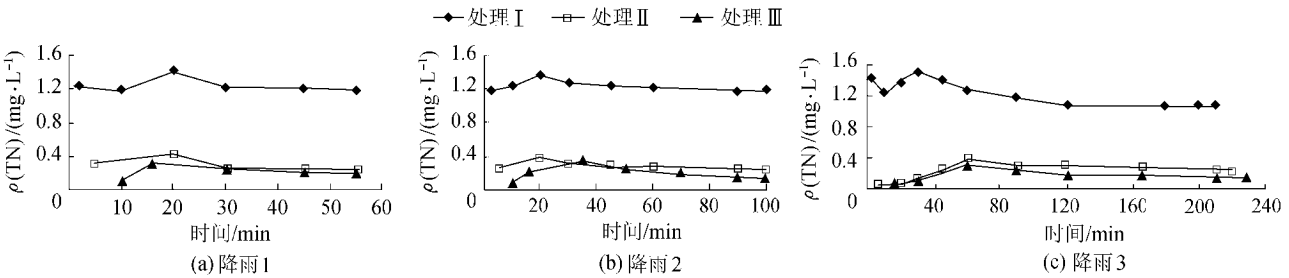


图 3 不同处理小区总氮流失过程
Fig. 3 Process of total nitrogen losses in different plots

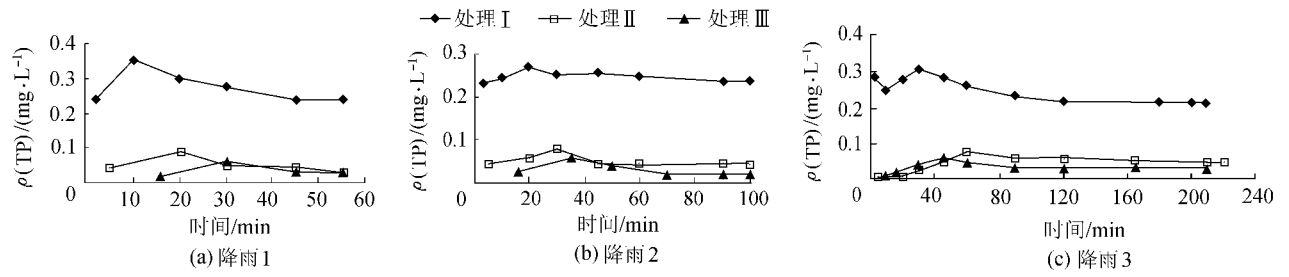


图 4 不同处理小区总磷流失过程
Fig. 4 Process of total phosphorus losses in different plots

降雨		处理	总氮				总磷			
			E_s/mg	E_R/mg	总流失量/ mg	E_s/E_R	E_s/mg	E_R	总流失量/ mg	E_s/E_R
1	I		1 761.75	789.67	2 551.41	2.23	323.13	157.32	480.45	2.05
	II		76.86	18.94	95.80	4.06	7.29	2.32	9.61	3.15
	III		17.59	9.39	26.98	1.87	4.06	1.41	5.46	2.89
2	I		2 723.62	1 034.02	3 757.64	2.63	528.96	206.79	735.75	2.56
	II		87.67	24.72	112.38	3.55	18.48	4.55	23.03	4.06
	III		24.41	10.38	34.80	2.35	3.73	1.38	5.11	2.69
3	I		3 395.09	2 155.61	5 550.70	1.58	1 000.64	431.12	1 431.76	2.32
	II		190.23	61.86	252.10	3.08	52.61	12.37	64.98	4.25
	III		39.61	21.74	61.35	1.82	11.66	4.35	16.01	2.68

注 : E_s 为泥沙携带量 ; E_R 为径流携带量.

从图 3 可以看出 ,各小区的总氮流失过程与产流过程基本一致 ,并且各小区总氮质量浓度变化过程都呈现出先增大后减小并逐步趋于稳定的状态 ,只是在总氮质量浓度大小及峰值产生的时间上有所差异 .以降雨 3 为例 ,各处理小区在产流过程中产生的总氮质量浓度最大值分别为 :处理 I 小区为 3.92 mg/L ,处理 II 小区 1.32 mg/L ,处理 III 小区 1.15 mg/L ,产流后期各小区总氮质量浓度分别稳定在 2.72 mg/L ,0.53 mg/L 和 0.42 mg/L 左右 .

产流初期 ,由于降雨强度较大 ,各处理小区表层土壤比较疏松 ,径流挟带泥沙量较大 ,所以总氮流失质量浓度呈现逐渐增大的趋势 ;产流后期 ,随着降雨强度的减小 ,径流量及泥沙流失量减小 ,导致总氮流失质量浓度逐渐降低并最后趋于稳定 ,说明总氮及总磷流失质量浓度受降雨强度影响较大 .从图 3 可以明显看出 ,处理 II 小区和处理 III 小区的总氮流失质量浓度要远远低于处理 I 小区 ,其流失的总氮质量浓度分别为处理 I 小区的 21.14% 和 16.24% .通过对 3 次降雨条件下不同处理小区的总氮流失过程进行多重比较 ,可知处理 I 与处理 II 、处理 III 下的总氮流失过程差异显著 ,而处理 II 与处理 III 下的总氮流失过程之间并无显著差异 .

从表 3 中可以看出 ,总氮流失总量的 E_s/E_R 在 1.58 ~ 4.06 间变化 ,均大于 1 ,表明 3 种处理小区内总氮

流失均以泥沙携带为主,其中处理Ⅰ小区的总氮流失总量最大,其次是处理Ⅱ小区和处理Ⅲ小区,处理Ⅱ小区和处理Ⅲ小区产生的总氮流失总量约为处理Ⅰ小区 3.76% 和 1.03%。此外,从总氮流失总量(表 3)与降雨量(表 2)之间的关系来看,总氮流失量与平均降雨强度、最大降雨强度及降雨总量之间均有一定的相关关系。

图 4 表明总磷流失过程与总氮流失过程基本相同,总磷流失质量浓度受降雨强度影响较大,处理Ⅱ小区和处理Ⅲ小区的总磷流失质量浓度分别为处理Ⅰ小区的 21.03% 和 16.62%。通过对 3 次降雨条件下不同处理小区的总磷流失过程进行多重比较,表明处理Ⅰ与处理Ⅱ、处理Ⅲ下的总磷流失过程差异显著,而处理Ⅱ与处理Ⅲ下总磷流失过程并无显著差异。表 3 表明不同处理小区的总磷流失以泥沙携带为主,处理Ⅱ小区和处理Ⅲ小区总磷流失总量分别为处理Ⅰ小区的 3.22% 和 0.98%。总磷流失量与平均降雨强度、最大降雨强度及降雨总量之间有一定的相关关系。

3 结 论

a. 水土流失是导致土壤总氮及总磷流失的主要原因,在水土流失的整个过程中,伴随着总氮及总磷的流失,其流失的质量浓度基本呈现先增大后减小并最终趋于稳定的状态。从总氮及总磷流失总量来看,总氮及总磷流失以泥沙携带为主,径流携带次之。

b. 果树+百喜草敷盖和果树+百喜草覆盖均可有效控制水土流失,进而控制总氮及总磷的流失。由于百喜草敷盖产生的效果不如百喜草覆盖,并且在操作实施方面具有原材料成本高、植物体不易固定、敷盖表面易被破坏等缺点,而百喜草是禾本科雀稗属的一种多年生匍匐草本,具有易种、易活、易管、耐瘠、耐旱、耐酸碱、耐浸等特性^[12],比较适合大面积种植,因此,使用果树+百喜草覆盖(处理Ⅲ)措施对控制南方红壤坡地水土流失及氮磷等养分的流失更为有效。

c. 由于条件限制,本文的研究内容仅对同一坡度下总氮及总磷的流失情况进行了研究,在以后的研究中可选择不同坡度,为氮磷等养分流失的控制和治理提供理论依据和实践指导。

参考文献:

- [1] 李俊波,华珞,冯琰.坡地土壤养分流失研究概况[J].土壤通报,2005,36(5):753-759.(LI Jun-bo,HUA Luo,FENG Yan. Soil nutrient losses from sloping land: a review[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2005, 36(5): 753-759. (in Chinese))
- [2] 中华人民共和国环境保护部. 2007 年中国环境状况公报[EB/OL]. [2009-01-05]. http://www.zhb.gov.cn/plan/zkgb/2007zkgb/200811/t20081117_131335.htm
- [3] 夏立忠,杨林章,李运东.生草覆盖与植物篱技术防治紫色土坡地土壤侵蚀与养分流失的初步研究[J].水土保持学报,2007,21(2):28-31.(XIA Li-zhong,YANG Lin-zhang,LI Yun-dong. Perennial alfalfa and contour hedgerow on reducing soil, nitrogen and phosphorus losses from uplands of purple soil[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2007, 21(2): 28-31. (in Chinese))
- [4] 吴希媛,张丽萍,张妙仙,等.不同雨强下坡地氮流失特征[J].生态学报,2007,27(11):4576-4582.(WU Xi-yang,ZHANG Li-ping,ZHANG Miao-xian et al. Research on characteristics of nitrogen loss in sloping land under different rainfall intensities[J]. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(11): 4576-4582. (in Chinese))
- [5] 孟庆华,杨林章.三峡库区不同土地利用方式的养分流失研究[J].生态学报,2000,20(6):1028-1033.(MENG Qing-hua,YANG Lin-zhang. Nutrient losses in different land use types in the Three Gorge Reservoir Area (TCRA) [J]. Acta Ecologica Sinica, 2000, 20(6): 1028-1033. (in Chinese))
- [6] 姜达炳,樊其林,甘小泽.三峡库区坡耕地运用生物埂治理水土流失技术的研究[J].中国生态农业学报,2005,13(2):158-160.(JIANG Da-bing,FAN Qi-lin,GAN Xiao-ze. Research on the restraint of the soil and water erosion of scarp cultivate land by using plants embankments in the Three Gorges area [J]. China Journal of Eco-Agriculture, 2005, 13(2): 158-160. (in Chinese))
- [7] 史东梅,卢喜平,刘立志.三峡库区紫色土坡地桑基植物篱水土保持作用研究[J].水土保持学报,2005,19(3):75-79.(SHI Dong-mei,LU Xi-ping,LIU Li-zhi. Study on functions of soil and water conservation by mulberry hedgerow intercropping of purple soil sloping farmland in Three Gorges Reservoir region [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2005, 19(3): 75-79. (in Chinese))
- [8] 傅涛,倪九派,魏朝富,等.雨强对三峡库区黄色石灰土养分流失的影响[J].水土保持学报,2002,16(2):33-35.(FU Tao,NI Jiu-pai,WEI Chao-fu et al. Research on nutrient loss from terra gialla soil in Three Gorges region under different rainfall intensity [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2002, 16(2): 33-35. (in Chinese))
- [9] 马琨,王兆骞,陈欣.红壤坡面产流产沙与养分流失特征研究[J].宁夏农学院学报,2003,24(2):3-7.(MA Kun,WANG Zhao-qian,CHEN Xin. Study on the properties of runoff yield and sediment yield and nutrient loss in red soil slope land [J]. Journal of Ningxia

Agriculture College 2003 24(2) 3-7.(in Chinese))

[10] 张兴昌 邵明安 黄占斌 等. 不同植被对土壤侵蚀和氮素流失的影响[J]. 生态学报 2000 20(6) :1038-1044.(ZHANG Xing-chang ,SHAO Ming-an ,HUANG Zhan-bin et al . An experimental research on soil erosion and nitrogen loss under different vegetation cover[J]. Acta Ecologica Sinica 2000 20(6) :1038-1044.(in Chinese))

[11] 张茨林 谢颂华 曾建江. 江西省人为水土流失现状调查与防治研究[J]. 农业工程学报 2008 24(8) :54-57.(ZHANG Ci-lin , XIE Song-hua ,ZENG Jian-jiang. Investigation on the state and prevention of artificial soil erosion in Jiangxi Province[J]. Transactions of the CSAE 2008 24(8) :54-57.(in Chinese))

[12] 刘士余 聂明英 彭鸿燕. 百喜草及其应用研究[J]. 安徽农业科学 2007 35(25) :7807-7808.(LIU Shi-yu ,NIE Ming-ying ,PENG Hong-yan. A study on Bahia grass and its application[J]. Journal of Anhui Agri Sci 2007 35(25) :7807-7808.(in Chinese))

[13] GB11894—89 水质总氮的测定 紫外分光光度计[S]

[14] GB11893—89 水质总磷的测定 钼酸铵分光光度法[S]

Characteristics of nitrogen and phosphorus losses in garden of red soil slope land under different vegetation measures

ZHANG Zhan-yu¹ , WANG Chao^{1 2} , YANG Jie³ , LI Xin-hu^{1 2}

- (1. Key Laboratory of Efficient Irrigation-Drainage and Agricultural Soil-Water Environment in Southern China ,Ministry of Education , Hohai University , Nanjing 210098 , China ;
2. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering , Nanjing 210098 , China ;
3. Soil and Water Conservation Research Institute of Jiangxi Province , Nanchang 330029 , China)

Abstract : In order to study the rules of nitrogen and phosphorus losses in the red soil slope land , three kinds of different vegetation measures were compared , that is , uncovered garden (Scheme I) , mulching on soil with Bahia grass in the garden (Scheme II) and covering on soil with Bahia grass in the garden (Scheme III). The influences of different measures on the characteristics of nitrogen and phosphorus losses in garden of red soil slope land were analyzed . The results indicate that the nitrogen and phosphorus losses are mainly caused by the water and soil losses , and most of the nitrogen and phosphorus losses are caused by the loss of soil . The concentrations of nitrogen and phosphorus losses under these three measures first increase and then decrease and finally are in steady state . They are not influenced by the amount and duration of rainfall but by the intensity of rainfall . The total amount of nitrogen and phosphorus losses in Schemes II and III is fairly smaller than that in Scheme I . Schemes II and III can effectively control the nitrogen and phosphorus losses , especially Scheme III is better and easier to use .

Key words : Bahia grass ; nitrogen and phosphorus loss ; soil and water loss ; red soil