

不同植被类型的坡面径流侵蚀产沙试验研究

于国强¹, 李占斌^{1,2}, 李 鹏¹, 张 霞³, 陈 磊¹, 贾莲莲¹

(1. 西安理工大学西北水资源与环境生态教育部重点实验室, 陕西 西安 710048 2. 中国科学院水利部水土保持研究所黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100; 3. 陕西省环境科学研究设计院, 陕西 西安 710054)

摘要: 利用野外模拟降雨试验, 研究不同植被类型的侵蚀产沙、径流、地表糙度和入渗规律以及相关关系。结果表明, 植被对水沙调控作用大小依次为: 植物根系, 整个坡面植被, 坡面下部植被和坡面上部植被。林草地具有蓄水减沙的水土保持措施功效, 该机制通过植物根系对水沙的调控作用实现; 草地具有直接拦沙的水土保持功效, 该机制通过地表植被对水沙的调控作用体现。累计产沙量随累计径流量呈幂函数递增趋势, 具有很好的相关性; 坡面径流产沙过程分为发育期、活跃期和稳定期 3 个阶段。植被覆盖度越大, 地表糙度变化越小。

关键词: 土壤侵蚀; 植被类型; 模拟降雨; 坡面径流; 试验研究

中图分类号: S157.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-6791(2010)05-0593-07

侵蚀产沙关系的研究源于 20 世纪 50 年代治坡为主还是治沟为主的争论, 其实质反映了侵蚀规律研究的薄弱。随着土壤侵蚀研究的深入和小流域水土流失治理经验的积累, 在侵蚀过程研究方面取得了一些研究成果^[1-7]。由于黄土高原坡沟系统的复杂性和室内外试验条件的限制, 已有的研究对于侵蚀产沙关系的定性或经验性描述较多, 但对于不同植被类型条件下侵蚀产沙关系的研究较少^[8-15]。目前已有研究成果是在室内或野外人工种植植被进行模拟降雨试验, 而很少考虑到自然条件下植被的侵蚀产沙规律以及减蚀作用。鉴于此, 本文在自然条件下进行野外模拟降雨试验, 研究不同植被类型以及植被条件改变时植被对水沙的调控机理。

1 试验设计与方法

试验在黄河水利委员会天水水土保持实验站进行。该站位于罗玉沟流域, 属黄土高原丘陵沟壑区第三副区, 是中国西部一个典型地区。流域沟壑密度 3.54 km/km², 流域内沟坡面积比值为 0.153。根据前人调查结果和实地勘测结果显示小于 10°的坡面占流域面积的 20.3%, 大于 20°的坡面占流域面积的 24.4%, 10°~20°的坡面达到流域面积的 43.9%, 平均坡度 18°。流域内山地灰褐土为典型地带性土壤, 占全流域土壤面积的 91.7%, 分配产生鸡粪土、黄坂土、黑红土和杂色土。自然植被较差, 植被覆盖度约占 30%, 流域内主要高等植物有 49 科 230 余种, 乔木主要以刺槐、白杨为主, 草本以紫花苜蓿、车前、冰草、节节草和蒿类为主。全区农耕地占流域面积的 55%, 其它主要土地类型有草地、林草地等。分别选取该流域内弃耕 3 月的坡耕地、林草地、草地和荒地作为试验小区(表 1), 小区内植物为流域内主要植被类型, 植被覆盖度控制在 8%~52%, 坡度控制在 5°~30°, 土壤类型为黄坂土和黑红土。因此, 试验所选降雨小区可以基本代表流域内典型植被类型。

收稿日期: 2009-08-11

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40771124); 西安理工大学优秀博士学位论文基金资助项目(106-210911)

作者简介: 于国强(1979-), 男, 内蒙古包头人, 博士研究生, 从事土壤侵蚀与水土保持研究。

E-mail yuguoqiang23@sina.com

表 1 各试验小区参数

Table 1 Parameters of each experimental plot

编号	植被类型	容重 $/(g \cdot cm^{-3})$	坡度 $/(^{\circ})$	覆盖度 $\%$	初始含水率 $\%$	植被类型
I	荒地	1.39	10	8	12.8	冰草、车前
II	林草地	1.22	20~30	78	13.3	刺槐、冰草、二裂萎萎菜、节节草、鹤冠草
III	草坡	1.45	20	52	12.2	冰草、白蒿
IV	坡耕地	1.21	5	21	14.5	紫花苜蓿、车前

试验采用自行设计研发的下喷式降雨器,有效雨滴降落高度为 6m。试验小区降雨面积皆为 $2m \times 10m$,四周用薄钢板隔离,土壤容重为 $1.3g/cm^3$ 左右。雨强选定 $1.0mm/min$ 、 $1.5mm/min$ 、 $2.0mm/min$,降雨均匀度达到 90% 以上,每场降雨时间间隔 48h。初次降雨前土壤含水率均在 13% 左右,试验均在无风条件下进行,产流开始时即进行观测。试验过程中每隔 1min 收集一次径流泥沙样,根据径流过程达到稳定状态,最终确定降雨产流历时为 30min。试验分为 2 个阶段,首先未对坡面植被采取人工措施,按照 $1.5mm/min$ 、 $1.0mm/min$ 、 $2.0mm/min$ 雨强顺序分别在 4 个小区共进行 12 场试验,并在每次降雨前后测量地表糙度。然后静置 7d 对林草地、草地和坡耕地的植被采取人工措施,在 $1.5mm/min$ 雨强下进行试验,每场降雨时间间隔 48h,在林草地进行 3 场降雨试验,人工措施依次为:① 将坡面上部植被贴地面剪掉,保留根部;② 将整个坡面植被贴地面剪掉,保留根部;③ 将整个坡面植被根部全部去除。由于试验条件所限,草地和坡耕地各进行 1 场降雨试验,草地是将整个坡面植被贴地面剪掉,保留根部,坡耕地是由弃耕地进行翻耕。

2 结果与分析

2.1 坡面侵蚀入渗、产流、产沙特征分析

在降雨过程中,水沙是系统间水流能量传递的媒介,不仅影响系统入渗、产流能力,同时也会影响到系统径流挟沙能力和侵蚀产沙量。土壤入渗特性是评价土壤水源涵养作用和抗侵蚀能力的重要指标,对侵蚀产沙有一定的影响。入渗率、湿润锋是描述入渗特征的主要指标,因植被根系影响入渗湿润锋的准确观测,而降雨入渗补给系数能够反映雨水向土壤水转化的比例关系。

试验第一阶段,各小区按照相同的雨强顺序降雨,表 2 列出了 3 次降雨后各小区稳定入渗率、径流量、产沙量等指标的平均值,此趋势在次降雨时也基本一致^[16]。研究发现,坡度对试验结果影响较小,如果在同一坡度下,规律性会更加显著。在降雨过程中,4 种植被类型下的入渗、径流和产沙过程均存在一定波动,但波动程度不同,最终趋于平稳。总的来说,林草地的稳定入渗率为草地的 3 倍,坡耕地的 2 倍,荒地的 4 倍;对比不同植被类型对雨水向土壤水转化效率的影响,林草地的雨水入渗比例为 88%,是荒地的 3 倍,草地和坡耕地的 2.3 倍;荒地的径流量为林草地的 11 倍,坡耕地和草地的 1.2 倍;荒地的产沙量为林草地的 180 倍,草地的 6 倍,坡耕地的 1.4 倍;林草地的产流时间最长,坡耕地和草地次之,荒地最短。

表 2 不同植被类型下实测降雨侵蚀产沙计算

Table 2 Calculations of erosion and sediment yield under different vegetation types

植被类型	稳定入渗率 $/(mm \cdot min^{-1})$	入渗补给系数 $\%$	径流量 $/L$	产沙量 $/g$	产流时间 $/s$
荒地	0.29	0.29	400	1767	106
林草地	1.18	0.88	37	10	712
草地	0.38	0.35	330	283	208
坡耕地	0.59	0.44	297	1267	513

由此可知,覆盖度仅有 8% 的荒地,径流产沙十分显著,坡耕地次之,覆盖度为 52% 的草地可以在一定程度上减少坡面的径流量和产沙量,覆盖度达到 78% 的林草地在土壤性状和植被的共同作用下,能够有效增加土壤入渗,很大程度上减少侵蚀,水土保持措施功效十分明显。坡耕地可以改善土壤结构,在一定程度上增加了土壤入渗,减小了坡面径流。草地在植物根系及土壤的作用下,也可以在一定程度上增加降雨入渗。荒地植被覆盖度低,地表结皮较多,因而入渗率最小,径流量和产沙量最大。

图 1、图 2 分别为 1.5 mm / m in 雨强时 4 种植被类型下累计径流量、产沙量的变化规律。在降雨过程中, 林草地的径流量和产沙量增长趋势最为平稳, 增长幅度很小, 荒地径流产沙过程则截然相反, 径流量和产沙量的增长趋势最快, 增长幅度最大, 这两种植被类型下的径流量与产沙量的增长幅度保持同步。由于林草地的枯枝落叶层和腐殖质层厚度达 5 cm, 是地表重要覆盖面和保护层, 能有效增加降雨入渗、增强土壤抗冲能力, 吸收和阻延地表径流, 有效改善土壤性状, 提高土壤对径流侵蚀的抵抗力, 所以林草地更具有蓄水减沙的水土保持措施功效。

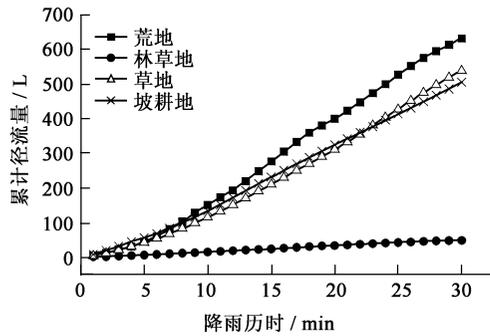


图 1 不同植被类型下累计径流量变化

Fig. 1 Variation of accumulative runoff under different vegetation types

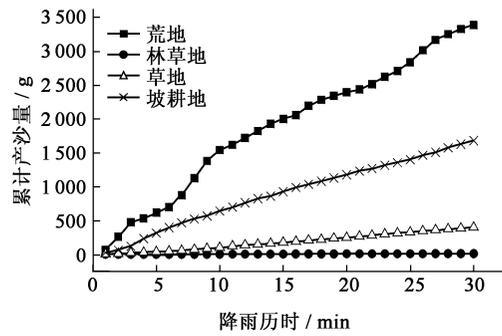


图 2 不同植被类型下累计产沙量变化

Fig. 2 Variation of accumulative sediment under different vegetation types

草地和坡耕地的径流量和产沙量也随降雨历时逐渐增加, 且增长趋势和幅度位于林草地和荒地之间。与林草地相比, 荒地与坡耕地的产沙量与径流量的增长幅度比率分别为 21 和 20, 但草地增长幅度比率仅为 4, 表明草地在径流量相对较大的情况下, 产沙量却相对较少, 说明草地自身拦截泥沙的措施功效要强于它增加入渗减少径流的功效。总之, 林草地具有蓄水减沙的水土保持措施功效, 草地具有直接拦沙的水土保持措施功效。

2.2 植被对坡面径流、产沙、入渗特征的影响分析

图 3~图 5 为在人工措施下林草地、草地、坡耕地的入渗和累计径流、产沙过程。可以看出, 3 种植被类型在植被条件改变时, 入渗、径流及产沙规律均有不同程度的变化。林草地时, 当坡面上部和整个坡面植被贴地面剪掉时, 入渗率有小幅度下降, 入渗波动程度有所增加, 径流产沙均有小幅度增长; 当整个坡面植被根部全部去除时, 入渗率有大幅度下降, 入渗波动过程比较剧烈, 径流产沙有大幅度增长。将整个坡面植被贴地面剪掉后的草地, 入渗率下降幅度为 41%, 径流量、产沙量是初始状态的 1.6 倍和 3.1 倍。经翻耕的坡耕地, 入渗率增加了 3.65 倍, 径流量和产沙量均有所减小, 为初始状态的 0.6 倍和 0.45 倍。

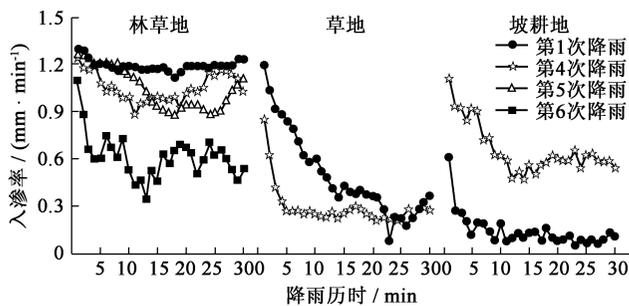


图 3 不同植被类型下降雨入渗过程

Fig. 3 Processes of rainfall infiltration under different vegetation types

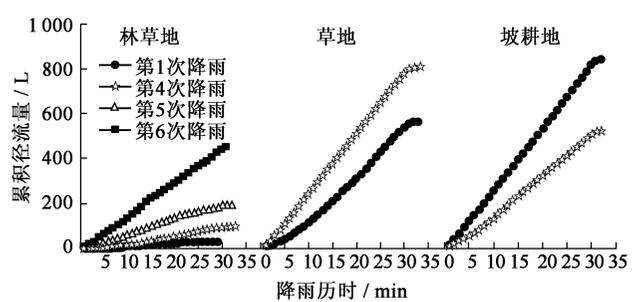


图 4 不同植被类型下降雨径流过程

Fig. 4 Processes of rainfall runoff under different vegetation types

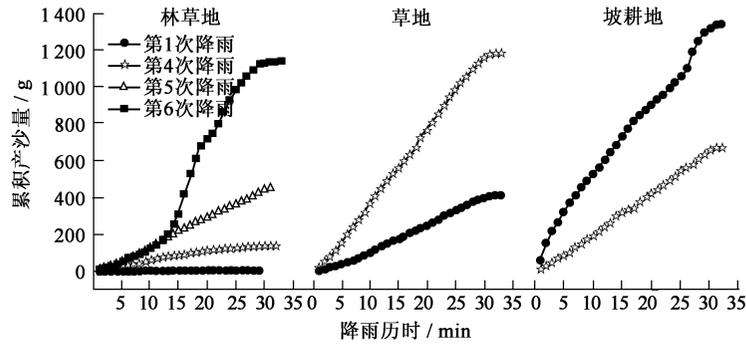


图 5 不同植被类型下降雨产沙过程

Fig. 5 Processes of rainfall sediment under different vegetation types

当坡面植被措施改变时, 林草地坡面上部植被可使径流量和产沙量减少 2.4 倍和 25.8 倍, 坡面下部植被可使径流量和产沙量减少 4.1 倍和 43.1 倍, 整个坡面植被可使径流量和产沙量减少 6.5 倍和 69 倍, 植物根系的作用使径流量和产沙量减少 9 倍和 106 倍, 说明林草地植被对水沙调控作用顺序依次为: 植物根系 > 整个坡面植被 > 坡面下部植被 > 坡面上部植被。林草地在植被条件改变时, 产生的沙水平均比率为 1:10, 而草地的沙水比率为 1:5, 表明草地在径流量相对较大的情况下, 产沙量却相对较少。这样进一步验证了林草地和草地具有各自不同的水土保持措施功效, 林草地蓄水减沙的水土保持措施功效是由植被根系和土壤性状的综合作用所体现的; 草地直接拦沙的水土保持措施功效则是通过地表植被对水沙直接拦截的作用体现的。

2.3 累计产沙量与累计径流量的关系

本研究对试验中所有降雨的累计径流量与累计产沙量进行函数拟合, 发现累计径流量与累计产沙量的关系均满足幂函数 $y = Ax^B$ 形式 (y 为累计产沙量, x 为累计径流量), 相关系数均在 96% 以上。图 6 为各雨强下林草地累计径流量与累计产沙量的函数关系 (图 (a)、图 (c) 为未改变植被条件, 图 (b) 为上半部植被贴地面剪掉)。

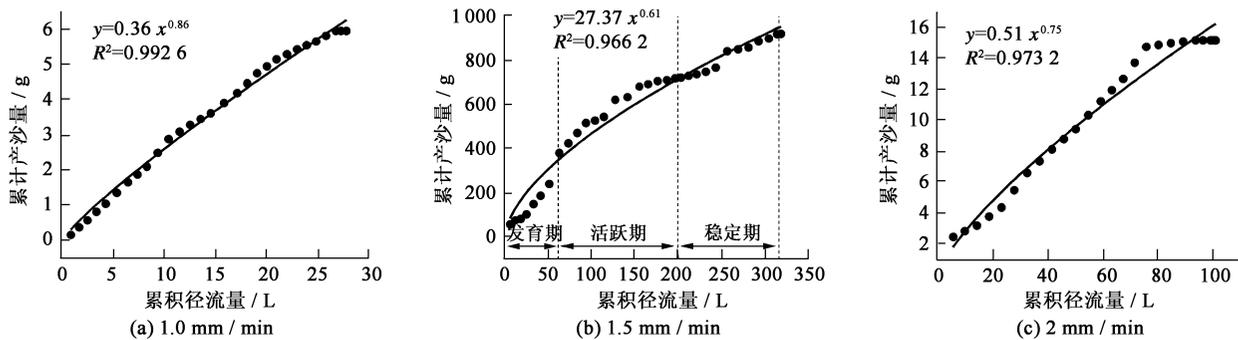


图 6 累计径流量与累计产沙量的函数关系

Fig. 6 Relationship between cumulative runoff yield and cumulative sediment yield

由函数关系 $y = Ax^B$ 可以看出, 随累计径流量的逐渐增加, 累计产沙量也逐渐增大。结合数学概念与实际径流产沙的物理意义, 定义 A 为产沙基数系数, A 值越大则产沙越多, A 值取决于植被类型以及相应的人工措施; 定义 B 为产沙速率系数, 根据试验数据确定 B 介于 0.5~1 之间, B 值大小则取决于入渗率的大小, 在同一植被类型、且在相同的人工措施下, 入渗率越大则 B 值越小, 这在一定程度上体现了降雨强度的影响。实际过程线的波折程度与入渗过程的波动程度密切相关, 同一植被类型, 入渗率大致相同的条件, 入渗率曲线波动程度越大, 则实际累计径流量与累计产沙量的过程波动程度越大, 这一过程则取决于土壤形状以及糙度的影响。

进一步对所有的过程线波动程度和变化趋势进行分析, 依次将径流产沙过程分为发育期、活跃期和稳定

期 3 个阶段。对图 6(b) 分析可知, 在降雨初期, 累计径流量与累计产沙量曲线呈下凹型, 此时入渗率较大, 入渗曲线下落较快(图 3), 径流较小, 产沙量和产沙速率相对缓慢, 对比图 5 的产沙过程可以看出, 该阶段多以片蚀为主, 持续时间约为 10 min, 因此将该阶段划分为侵蚀产沙的发育期。随着降雨的延续, 过程曲线呈上凸型, 此时入渗率相对减小, 且出现波动状态, 此时产流较大, 产沙量和产沙速率明显增大, 该阶段则更多体现了水蚀动力过程, 以沟蚀为主, 因此将该阶段划分为侵蚀产沙活跃期。在降雨末期, 过程曲线呈现平稳增长趋势, 此时入渗过程相对稳定, 流量增加至一定数值后达到稳定, 产沙量和产沙速率也达到稳定状态, 因此将该阶段划分为侵蚀产沙的稳定期。这 3 个阶段入渗、产流产沙各有特点, 但彼此之间相互联系共同构成了一个完整的侵蚀产沙过程, 其拟合的幂函数中, 各参数和过程线的形状以及波折程度体现出植被类型、土壤性状对水沙调控的作用机制。

2.4 不同植被类型下糙度的变化规律

试验第一阶段, 采用测点法对地表糙度进行测量。测量均选择在初始状态和放置 48 h 后, 观测者在小区外部将钢板尺伸入小区内测量, 不会对小区造成扰动; 采用测点法测量地表到水平杆尺的相对高程, 测量过程中, 固定四周边框, 统一钢板尺放置角度以减少测量误差。根据野外实际情况和相关文献介绍^[17], 选取每 2.5 cm 为一个测点, 即共测量 $(1000 \text{ cm} \times 200 \text{ cm}) / (2.5 \text{ cm} \times 2.5 \text{ cm}) = 32000$ 个点。按照 $R = 100 \lg S$ 计算地表糙度值, 其中 R 为地表糙度, S 为各测点高程值的标准差。

由图 7 可知, 每次降雨前后, 各坡面糙度值变化规律一致, 但变化幅度不一致。覆盖度仅为 8% 的荒地, 糙度变化最为剧烈, 糙度值变化范围在 39.17~65.28 之间, 达到 29.11; 覆盖度为 78% 的林草地, 其糙度值变化仅为 1.67, 覆盖度为 52% 的草地, 糙度值变化为 6.05, 覆盖度为 21% 的坡耕地, 糙度变化较荒地小, 较林草地和草地强烈一些, 变化范围达到 12.84。

总的来说不同土地类型(盖度、质地、容重)对雨滴的击溅和径流的产生均有不同程度的影响, 因此糙度变化幅度不同。当地表植被覆盖度较高时, 由于植被的拦截作用, 雨滴降落后无法直接打击在地层表面, 使土壤颗粒接受雨滴打击时其一部分动能已被减弱。另外由于植被及其根系的拦截作用, 能够吸收和阻延地表径流, 减少地表径流平均流速、防止土壤溅蚀, 可以提高土壤对径流侵蚀的抵抗力, 糙度变化幅度较小。所以植被覆盖度越大, 地表糙度变化越小。

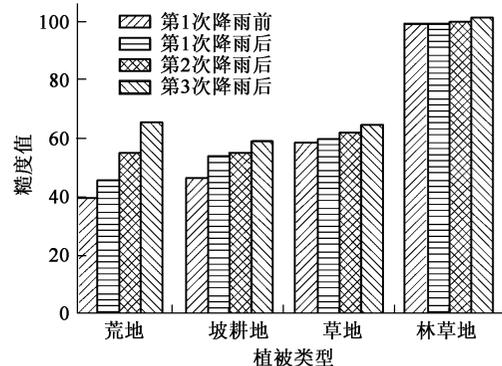


图 7 不同植被类型地表糙度变化规律

Fig. 7 Variabilities of surface roughness under different vegetation types

3 结 论

通过野外自然条件下模拟降雨试验, 研究了不同植被类型下, 自然状态以及植被条件改变时, 侵蚀产沙量、径流量、入渗率、糙率的变化规律及相关关系, 得出以下结论:

(1) 坡面植被对水沙调控作用顺序依次为: 植物根系 > 整个坡面植被 > 坡面下部植被 > 坡面上部植被; 坡耕地可以破坏地表结皮, 改善土壤性状, 也能够达到与植被措施相一致的水土保持措施功效。

(2) 不同植被类型的水土保持措施功效是不同的, 经试验研究表明, 林草地的水土保持措施功效具有蓄水减沙功能, 该机制是通过植物根系对水沙的调控作用实现的; 草地对水沙的调控作用机制是体现在直接拦沙的水土保持措施功效上, 该功效是通过地表植被对水沙的调控作用实现的。

(3) 累计产沙量随累计径流量的增加呈幂函数增加, 根据曲线波折程度将径流产沙过程分为发育期、活跃期和稳定期 3 个阶段, 各个阶段入渗、径流、产沙量和产沙速率均有各自的特点, 但彼此联系, 构成了一个完

整的侵蚀产沙过程, 各参数以及过程线的波折程度体现出植被类型、土壤性状对水沙调控的作用机制。

(4) 当植被覆盖度较大时, 径流产生的时间会晚于裸地, 植被阻截了部分降雨的能量, 土壤表面未受到雨滴的直接击溅, 植被根系有效改善了土壤性状, 土粒较之裸地没有完全分散, 所以当地表覆盖度较高时, 地表糙度变化较小。

参考文献:

- [1] 肖培青, 郑粉莉, 姚文艺. 坡沟系统坡面径流流态及水力学参数特征研究 [J]. 水科学进展, 2009, 20(2): 236-240. (XIAO Peiqing ZHENG Fen-li YAO Wenyi Flow pattern and hydraulic parameter characteristics in hillslope-gully slope system [J]. Advances in Water Sciences, 2009, 20(2): 236-240. (in Chinese))
- [2] 潘成忠, 上官周平. 不同坡度草地含沙水流水力学特性及其拦沙机理 [J]. 水科学进展, 2007, 18(4): 490-495. (PAN Chengzhong SHANGGUAN Zhouping. Hydraulic characteristics of silt laden flow on different gradient grass plots and its mechanism of sediment retention [J]. Advances in Water Sciences, 2007, 18(4): 490-495. (in Chinese))
- [3] 傅伯杰, 邱扬, 王军, 等. 黄土丘陵小流域土地利用变化对水土流失的影响 [J]. 地理学报, 2002, 57(6): 718-721. (FU Bojie, QIU Yang WANG Jun, et al. Effect simulations of land use change on the runoff and erosion for a gully catchment of the Loess Plateau China [J]. Acta Geographica Sinica, 2002, 57(6): 718-721. (in Chinese))
- [4] 蔡强国, 朱远达, 王石英. 几种土壤的细沟侵蚀过程及其影响因素 [J]. 水科学进展, 2004, 15(1): 11-18. (CAI Qianguo ZHU Yuan-da WANG Shiyang. Research on processes and factors of rill erosion [J]. Advances in Water Sciences, 2004, 15(1): 11-18. (in Chinese))
- [5] 王文龙, 雷阿林, 李占斌, 等. 黄土丘陵地区土壤侵蚀链垂直带水沙流空间分布 [J]. 水科学进展, 2004, 15(1): 24-28. (WANG Wenlong LEI A-lin LI Zhanbin, et al. Spatial distribution of runoff and sediment in the vertical belts of soil erosion chain in loess region of hilly and gully [J]. Advances in Water Sciences, 2004, 15(1): 24-28. (in Chinese))
- [6] 崔灵周, 李占斌, 朱永清, 等. 流域侵蚀强度空间分异及动态变化模拟研究 [J]. 农业工程学报, 2006, 22(12): 17-22. (CUI Lingzhou, LI Zhanbin, ZHU Yongqing, et al. Simulation of the spatial differentiation and dynamic variation of watershed erosion intensity [J]. Transactions of the CSAE, 2006, 22(12): 17-22. (in Chinese))
- [7] 许炯心, 孙季. 无定河水土保持措施减沙效益的临界现象及其意义 [J]. 水科学进展, 2006, 17(5): 610-615. (XU Jiongxin, SUN Ji. Threshold phenomenon of sediment reduction beneficials from soilwater conservation measures in the Wudinghe river [J]. Advances in Water Sciences, 2006, 17(5): 610-615. (in Chinese))
- [8] 王文龙, 雷阿林, 李占斌, 等. 土壤侵蚀链内细沟浅沟切沟动力机理研究 [J]. 水科学进展, 2003, 14(4): 471-475. (WANG Wenlong LEI A-lin LI Zhanbin, et al. Study on dynamic mechanism of rills shallow furrows and gully in the soil erosion chain [J]. Advances in Water Sciences, 2003, 14(4): 471-475. (in Chinese))
- [9] KOSMAS C, DANALATOS N C, CAMMERMANN L H, et al. The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions [J]. Catena, 1997, 29(1): 45-59.
- [10] VERSTRAETEN G, VAN ROMPAEY A, POESON J. Evaluating the impact of watershed management scenarios on changes in sediment delivery to rivers [J]. Hydrobiologia, 2003, 494(2): 153-158.
- [11] 江忠善, 郑粉莉. 纸坊沟流域水土流失综合治理减沙效益评价 [J]. 泥沙研究, 2004, 29(2): 56-61. (JIANG Zhongshan ZHENG Fen-li. Assessment on benefit of sediment reduction by comprehensive controls in the Zhifanggou Watershed [J]. Journal of Sediment Research, 2004, 29(2): 56-61. (in Chinese))
- [12] FU B J, CHEN L, MA K, et al. The relationships between land use and soil conditions in the hilly area of the Loess Plateau in northern Shanxi, China [J]. Catena, 2000, 39(1): 69-78.
- [13] KUSUMANDARIA, MITCHELL B. Soil erosion and sediment yield in forest agroforestry areas in West Java, Indonesia [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1997, 40(2): 289-297.
- [14] SANCHEZ L A, ATAROFF M, Lopez R. Soil erosion under different vegetation covers in the Venezuelan Andes [J]. Environmentalist, 2002, 22(1): 161-172.
- [15] 代俊峰, 陈家宙, 崔远来, 等. 不同林草系统对集水区水量平衡的影响研究 [J]. 水科学进展, 2006, 17(4): 435-443. (DAI Jun-feng, CHEN Jia-zhou, CUI Yuan-lai, et al. Impact of forest and grass ecosystems on the water budget of the catchments

- [J]. *Advances in Water Science* 2006 17(4): 435-443. (in Chinese)
- [16] 于国强, 李占斌, 张霞, 等. 野外模拟降雨条件下径流侵蚀产沙试验研究 [J]. *水土保持学报*, 2009 23(4): 10-14. (YU Guo-qiang, LI Zhan-bin, ZHANG Xia et al Experimental study on law of runoff erosion-sediment yield under field simulated rainfall condition [J]. *Journal of Soil and Water Conservation* 2009 23(4): 10-14. (in Chinese)
- [17] BROUGH D L, JARRETT A R. Simple technique for approximating surface storage of slit-tilled fields [J]. *Trans Am Soc of Agric Eng* 1992, 35(3): 885-890.

Effects of vegetation types on hillslope runoff-erosion and sediment yield

YU Guo-qiang¹, LI Zhan-bin^{1,2}, LI Peng¹, ZHANG Xia³, CHEN Lei¹, JIA Lian-lian¹

(1. Key Lab of Northwest Water Resources and Environment Ecology of MOE Xi'an University of Technology, Xi'an 710048 China;

2. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau, Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling 712100 China;

3. Research and Design Institute of Environmental Science of Shaanxi Province, Xi'an 710054 China)

Abstract An experiment study was conducted to explore the effect of vegetation types on hillslope runoff erosion, sediment yield, surface roughness and infiltration, as well as the interrelation among these elements. Results reveal that the effectiveness of vegetation regulating on hillslope runoff and sediment yield is in the following order: the plant root, the fully vegetated hillslope surface, the vegetation cover at the lower end of hillslope, and the vegetation cover at the upper end of hillslope. The forest-grassland regulates water storage and sediment yield through its rich root networks. Sedimentation retaining is directly achieved by the surface vegetation of grasslands. The cumulative sediment yield and the cumulative runoff are found to be exponentially correlated. There are three stages of developing active and stable in the development of hillslope runoff and sediment yield. The richer the vegetation coverage is, the less the surface roughness is. The result is useful for understanding of the runoff generation process at a catchment scale and provides reliable experimental information for the model development.

Key words soil erosion, vegetation type, artificial rainfall, hillslope runoff, experimentation

* The study is financially supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 40771124) and the Research Fund for Excellent PhD Dissertation of Xi'an University of Technology (No. 106-210911).